



وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

WWW.Aalfa.ir

مقررات ملی ساختمان ایران

مبحث ششم

بارهای وارد بر ساختمان

غیر قابل استناد

پیش نویس چهارم

ویرایش ۱۳۹۶

شورای تدوین مقررات ملی ساختمان



۱-۶ کلیات

۱-۱ تعاریف

اثرات بار: نیروها یا تغییرشکل‌هایی 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، بیخ، باران، سیل و زلزله می‌باشد.

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

بنها 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.

تغییرمکان نسبی طبقه: تغییرمکان جانبی یک کف نسبت به کف زیرین آن می‌باشد.

حالت‌های حدی: شرایطی که فراتر از آن سازه یا عضو موردنظر 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 غیرساختمانی: به سازه‌ای که به طور معمول در ساختمان‌ها به کاربرده نمی‌شود، اطلاق می‌گردد.

سیستم باربر جانبی: قسمی از کل سازه است که برای تحمل بارهای جانبی به کارگرفته 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 خطرپذیری: 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 واردہ 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 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 ضرب مقاومت اطلاق می‌گردد.

۶-۱-۲ دامنه کاربرد

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

۶-۳-۱ الزامات مبنا

۶-۳-۱-۱ 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 بهره‌برداری ذکر شده در بند ۶-۳-۲، طراحی و اجرا گرددند.

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 فوق العاده 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.

۶-۳-۱-۱ 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.

۶-۳-۱-۲ طراحی به روش تنش مجاز

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

۳-۱-۳ طراحی به روش مقاومت مجاز

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

۴-۱-۳ 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.

۴-۱-۳-۳ اثرات بارهای خودکرنشی

ساختمان‌های سازه‌های پایه‌چنان 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 خروش به خوبی برآیند.

۴-۱-۴ تحلیل

اثرات بار بر هریک 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 گردد.

۴-۱-۳-۵ 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 بلندشدن‌گی 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 درنظر گرفته می‌شود. ملاحظات فوق بایستی برای اثرات تغییرشکل‌های افقی و قائم ناشی از نیروهای ذکر شده، در نظر گرفته شوند.

۴-۱-۴ 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 اعضاء منتقل شوند و پایداری سازه در هر حالت حفظ گردد. این مقصود عموماً با ازدیاد پیوستگی، نامعینی، شکل‌پذیری یا ترکیبی از آن‌ها در اعضای سازه تامین می‌شود.

۴-۱-۵ مقادیر بارها

۴-۱-۵-۱ بارهای ثقلی 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.

۴-۱-۵-۲ بارهای خودکرنشی

تأثیرات ناشی از اختلاف دما در ساختمان، نشست نسبی بین نقاط مختلف ساختمان، رطوبت، خروش و جمع شدگی در اجزاء تحت عنوان بارهای خودکرنشی تعریف می‌شوند. تأثیرات 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 می‌آید. انتخاب حداکثر و حداقل دمای محتمل در محیط خارج و داخل ساختمان، در حین اجرا یا در زمان بهره‌برداری، باید با توجه به شرایط اقلیمی محل احداث ساختمان به روش‌های منطقی و به شکل واقع بینانه صورت پذیرد.

سایر انواع بارهای خودکرنشی 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.

۶-۵-۳-۲ بارهای ناشی از حوادث غیر عادی

در طراحی برخی از ساختمانهای اثرات بارهای ناشی از حوادث غیر عادی باید بر طبق ضوابط بند ۴-۲-۶ 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 گروه‌بندی ساختمان‌ها و سایر سیستم‌های سازه‌ای

۶-۱-۶-۱ گروه‌بندی خطرپذیری

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید بنا بر میزان خطرپذیری جانی، سلامت و رفاهی که براساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آنها مطابق جدول ۱-۱-۶ تعیین می‌شود، برای اعمال بار زلزله، باد، برف و یخ دسته‌بندی گردند. اگر بخش‌هایی از یک ساختمان دارای کاربری‌های متفاوت باشند، بالاترین گروه خطرپذیری باید به آن ساختمان اختصاص یابد. حداقل نیروهای طراحی برای سازه‌ها باید براساس ضرایب اهمیت ارائه شده در جدول ۲-۱-۶ که از آن در سایر فصول این مبحث استفاده شده، تعیین گردد.

۶-۱-۶-۲ گروه‌های خطرپذیری گوناگون

در صورتی که ساختمان یا سایر سیستم‌های سازه‌ای به قسمت‌هایی با سیستم‌های سازه‌ای مستقل تقسیم شده باشند، گروه‌بندی هر قسمت می‌تواند 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 خطرپذیری بالاتری داشته باشد و واسطه به قسمت‌های دیگری از ساختمان که گروه خطرپذیری پایین‌تری دارند باشد، برای این قسمت‌ها نیز باید گروه خطرپذیری بالاتر درنظر گرفته شود.

جدول ۱-۱-۶ گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، زلزله و یخ

نوع کاربری	گروه خطرپذیری
ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می‌گردد و وقفه در بهره‌برداری از آنها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق‌رسانی، برج‌های 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.	۱
ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب انتشار گستردگی مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا درازمدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد.	۲

۱	سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند.	
۲	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.	
۳	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 پرارزش نگهداری می‌شود.	
۴	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، انتشار گسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود (مطابق بند ۶-۵-۳).	
۵	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.	
۶	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری.	
۷	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی موقتی که مدت بیهوده برداری از آن‌ها کمتر از دو سال است.	

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

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

۲-۶ ترکیب بارها

۱-۲-۶ کلیات

در طراحی ساختمان‌ها و دیگر سازه‌ها، احتمال همزمانی تأثیر بارها باید به شرحی که در این فصل ارائه شده و بر اساس روش طراحی مورد استفاده، در نظر گرفته شود. ترکیب بارها برای طراحی در برابر بارهای ثقلی و محیطی در بخش ۳-۲-۶، برای حوادث غیرعادی در بخش ۴-۲-۶ و ملاحظات بهره برداری در بخش ۵-۲-۶ ارائه شده است.

۲-۲-۶ علایم اختصاری

علایم به کار رفته در روابط این فصل عبارتند از:

A_k: بار یا اثر ناشی از حادثه غیرعادی

D: بار مرده

D_i: وزن یخ

E: بار زلزله طرح

E_{ser}: بار زلزله سطح بهره برداری

F: بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداقل مشخص

F_a: بار سیل

H: بار ناشی از فشار جانبی خاک و فشار آب زیرزمینی یا فشار مواد انباشته

L: بار زنده طبقات به جز بام

L_o: حداقل بار زنده گستردۀ یکنواخت

L_r: بار زنده بام

R: بار باران

S: بار برف

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

W: بار باد

Wi: بار باد وارد بر اعضا با وجود يخ

W_{ser}: بار باد سطح بهره برداری

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

۱-۳-۲ 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 ۲-۳-۶ یا ۲-۳-۳ استفاده نمود.

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

در طراحی به روش حالت های حدی مقاومت، سازه ها، اعضاء 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) $1/2D + 1/6 \cdot 0/5(L_r + R) + [L_r \text{ یا } S \text{ یا } R(1/6W)]$

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 (طبق جدول ۶-۵-۱) آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ ها یا محل های اجتماع عمومی می توان برابر با $0/5$ منظور نمود.

ب- در طراحی سازه های 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 انباسته، H، اثر آنها را باید به صورت زیر منظور نمود:

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

ت-۲- اگر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب $0/9$ 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 ۶-۶ این مبحث در نظر گرفتن بار یخ جوی و بار باد وارد بار یخ بر روی سازه الزامی باشد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

ج-۱- عبارت (R یا $S/5$) در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت $2/0Di + 0/5S$ جایگزین شود.

ج-۲- عبارت (R) یا S یا L_r یا $1/6W_{+0/5}$ در ترکیب بار شماره ۴ باید با عبارت $S + 1/6Wi + 1/5Di$ جایگزین شود.

ج-۳- عبارت $1/6W$ در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت $Di + 1/6Wi$ 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) $1/2D + 1/5L + 1/5(L_r)S + 1/2T$
- 2) $1/2D + 1/6L + 1/6(L_r)S + T$

۶-۲-۳- 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 هر کدام 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_r)S یا R
- 4) $D + 0.75L + 0.75(L_r)S$ یا R
- 5) D+W
- 6) $D + 0.75L + 0.75W + 0.75(L_r)S$ یا R
- 7) $D + 0.75E$
- 8) $D + 0.75L + 0.75(0.75E) + 0.75S$
- 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 انباسته، H، اثر آنها را باید به صورت زیر منظور نمود:

ت-۱- اگر این بار در جهت افروden به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب $1/10$ در ترکیب بارها منظور شود.

ت-۲- اگر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب 0.6 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 ۶-۶ این مبحث در نظر گرفتن بار یخ جوی و بار باد وارد بار یخ بر روی سازه الزامی باشد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شوند:

ج-۱- عبارت $0.7Di$ 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 $1/1Wi + S + 1/5Di$ جایگزین شود.

ج-۳- عبارت W در ترکیب بار شماره ۹ باید با عبارت $1/1Wi + 1/7Di$ 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 شوند:

- 1) D+T
- 2) $D + 0.75[L + (L_r)S] + T$

۴-۲-۶ ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی

۱-۶-۲ کاربرد

در صورت درخواست کارفرما و یا لزوم آن در دیگر مباحثت 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.

۲-۶-۲ ظرفیت

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

$$(0/9 \text{ یا } 1/2)D + A_k + 0/5L + 0/2S$$

اثر ناشی از حادثه غیرعادی می‌باشد.

۳-۶-۲ ظرفیت باقیمانده

جهت کنترل ظرفیت باقیمانده باربری سازه یا عضو سازه‌ای به روش حالت‌های 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:

$$(0/9 \text{ یا } 1/2)L_r + 0/5L + 0/2S \text{ یا } R$$

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

۴-۶-۲ ملاحظات پایداری

الزمات 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.

۵-۶-۲ ملاحظات بهره برداری

برای حالت‌های بهره برداری موضوع بند 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.

۱-۵-۲ تغییر شکل قائم

تغییر شکلهای قائم اعضای کف‌ها و سقف‌ها تحت ترکیب‌های زیر نباید از مقادیر مجاز آیین نامه‌های طراحی تجاوز نماید. در صورتی که در مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان یا سایر آیین نامه‌های طراحی مرتبط، استفاده از ضرایب بار کمتر از واحد پیشنهاد شده باشد، می‌توان از آن ضرایب به جای واحد در ترکیب بارها استفاده نمود.

- ۱) D
- ۲) L
- ۳) D+L
- ۴) D+ ۰/۵L+ ۰/۵ (Lr یا S)

در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
در صورت وجود بار سیال یا فشار مواد انباسته، باید اثرات آنها با ضریب یک در ترکیب‌های فوق لحاظ گردد.

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 آین نامه های طراحی تجاوز نماید.

1) $D + \frac{0}{5} L + \frac{0}{5} (Lr_i S) + W_{ser}$

2) $D + \frac{0}{5} L + \frac{0}{5} (Lr_i S) + E_{ser}$

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

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 آین 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.

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.

1) $D + T$

2) $D + \frac{0}{75} [L + (Lr_i S) + T]$

۶-۳ بار مرده

۱-۳-۶ کلیات

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

۲-۳-۶ 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 ۲-۶ در نظر گرفته شوند.

۳-۳-۶ 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.

۶-۴ 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 فشارهای زیرزمینی 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 باید 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 – دیافراگمهای 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.

۶- ۵ بار زنده

۱-۵-۶ تعاریف

بار زنده: باری غیر دائمی است که در حین بهره برداری از ساختمان یا سایر سازه‌ها به آنها وارد شود. بار زنده شامل بارهای حین ساخت نمی‌شود.

بار زنده با م: باری غیر دائمی است بر روی بام که در حین بهره برداری یا انجام تعمیرات به آن وارد شده یا توسط اشیاء متحركی چون گلدان و لوازم دیگر که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره برداری 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 همانگ 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 مانع، مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای است که مانع از حرکت وسائل نقلیه به سمت لبه‌های بدون حفاظ پارکینگ یا برخورد آن به دیوارهای 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.

نرdban ثابت: نرdbanی که بطور دائمی به یک سازه، ساختمان یا تجهیزات متصل شده باشد.

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

۶- ۵- ۱ 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 ، ۱-۵-۶ با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

۶- ۵- ۲ 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 $4/0$ کیلونیوتن بر مترمربع دیوار به کار بده می‌شوند، بار گستردۀ معادل وارد برکف را می‌توان $5/0$ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفت. در سایر موارد، بار گستردۀ معادل وزن جداکننده‌ها و تیغه‌ها برکف را نباید کمتر از 1 کیلونیوتن بر متر مربع منظور نمود. چنانچه وزن هر مترمربع سطح تیغه‌ها از 1 کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آنها بعنوان بار مرده در نظر گرفته می‌شود. در مورد تیغه‌هایی که وزن هر مترمربع سطح آنها بیش از 2 کیلونیوتن باشد، لازم است بار مرده تیغه در محل واقعی خود اعمال شود. استثناء: اگر حداقل بار زنده، 0.5~L از 4 کیلونیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده‌ها نیست.

۳-۵-۶ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری

در تیرهای یکسره و در قاب‌های نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از 4 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 متتمرکز کفها و بامها

کف‌ها، بام‌ها و سایر سطوح مشابه باید به نوعی طراحی شوند که بتوانند جدا از بارهای زنده گستردۀ یکنواخت، طبق مفاد بخش ۵-۶-۲، بارهای متتمرکز 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 متتمرکز، بار وارده باید بصورت یکنواخت بر روی سطحی به ابعاد 750×750 میلیمتر توزیع شده و محل آن طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر ناشی از بارگذاری را در اعضا ایجاد نماید.

۴-۵ بار زنده مشخص نشده کف‌ها

بار زنده کاربری‌ها و فضاهایی که در این فصل نام بده 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 $1/5$ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود:

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

۵-۵ کاهش بارهای زنده طبقات

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

۶-۵-۶ کاهش در بارهای زنده گستردۀ یکنواخت

بار زنده گستردۀ اعضايی راکه برای آنها، مقدار $A_{T,L}$ برابر با 37 مترمربع یا بیشتر باشد، می‌توان با درنظر گرفتن محدودیتهای بندهای ۱-۵-۶-۲ تا ۱-۵-۶-۵، 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
- L₀**: حداقل بار زنده گسترده یکنواخت در هر مترمربع، وارد شده بر عضو (از جدول ۱-۵-۶)
- K_{LL}**: ضریب موقعیت عضو (از جدول ۲-۵-۶)
- A_T**: سطح بارگیر (مترمربع)
- L** برای اعضايی که بار یک طبقه را تحمل می‌کنند نباید از $L_0/5$ ، و برای اعضايی که بار دو طبقه و یا بيشتر را تحمل می‌کنند از $L_0/4$ کمتر باشد.

۲-۵-۵-۶ بارهای زنده سنگین

کاهش بارهای زنده بيش از ۵ کيليونيتون بر متر مربع مجاز نمی‌باشد.
استثناء: کاهش بارهای زنده اعضايی که بار دو طبقه یا بيشتر را تحمل می‌کنند، به ميزان ۲۰٪ مجاز می‌باشد.

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

بارهای زنده محل عبور و یا پارک خودروهای سواری کاهش داده نمی‌شود.
استثناء: کاهش بارهای زنده اعضايی که بار ۲ طبقه یا بيشتر را تحمل می‌کنند، به ميزان ۲۰٪ مجاز می‌باشد.

۴-۵-۵-۶ محل اجتماع و ازدحام

بار زنده محل های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌باشد.

۵-۵-۵-۶ محدودیت های مربوط به دال های یکطرفه

حداکثر سطح بارگیر A_T برای دال های یکطرفه برابر حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر با $1/5$ برابر دهانه دال (در جهت عمود بر آن) می‌باشد.

۶-۵-۶ کاهش بارهای زنده بام

حداقل بار زنده گسترده یکنواخت بام، L_0 ، در جدول ۶-۵-۱ را می‌توان طبق ضوابط بندهای ۱-۶-۵-۶ و ۲-۶-۵-۶ کاهش داد.

۶-۵-۶-۱ بام های تخت، شیب دار و قوسی

بار زنده بامهای معمولی تخت، شیب دار و قوسی و سایبان ها را می‌توان با استفاده از رابطه ۶-۵-۶ کاهش داد. در سازه هایی مانند گلخانه نیزکه در آن از داربست های 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 ۶-۵-۶ 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 اين رابطه

L_r : بار زنده طراحی کاهش یافته بام در هر متر مربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو

L_0 : حداقل بار زنده گسترده یکنواخت کاهش نیافته بام در هر متر مربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو (جدول ۱-۵-۶)

ضرائب کاهش R_1 و R_2 مطابق روابط زير تعیین می‌شوند:

$$R_1 = \begin{cases} 1 & \text{برای } A_T \leq 18\text{m}^2 \\ 1/2 - 0.0111 A_T & \text{برای } 18\text{m}^2 < A_T \leq 54\text{m}^2 \end{cases} \quad (3-5-6)$$

که در آن A_T سطح بارگیر عضو (بر حسب متر مربع) می‌باشد.

ضریب R_2 از رابطه ۴-۵-۶ محاسبه می‌شود.

$$R_2 = \begin{cases} 1 & \text{برای } S \leq 33 \\ 1/2 - 0.006S & \text{برای } 33 < S < 100 \\ 0/6 & \text{برای } S \geq 100 \end{cases} \quad (4-5-6)$$

که در آن، برای بام‌های شیب دار، S شیب سقف (به درصد)، و در بام‌های قوسی و گنبدی، S معادل ۲۶۷ برابر نسبت ارتفاع به طول دهانه قوس است.

۶-۵-۶ 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 ۵-۶ کاهش داد.

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

۶-۵-۱ 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 برروی 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 ۰/۷۵ 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 پر کننده میان آنها باید برای تحمل یک بار افقی ۰/۲۵ کیلونیوتن به صورت عمود بر روی سطحی به ابعاد حداکثر 300×300 میلی متر (با احتساب فضای خالی بین میله‌های نرده) به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثرات ناشی از آن بارگذاری گردد، طراحی شوند. عکس العمل های ناشی از این بارگذاری لازم نیست که به سایر بارهای مذکور در این بند اضافه گردد.

۶-۵-۲ بار وارد به میله دستگیره

میله دستگیره باید بنحوی طراحی شود که یک بار متمرکز ۱/۲ کیلونیوتن وارد بر هر نقطه و در هر امتدادی از آن، بنحوی که حداکثر اثرات ناشی از بار را ایجاد کند، تحمل نماید.

۶-۵-۳ 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 ۳۰ 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 300×300 میلی متر و در ارتفاعی بین ۴۵۰ تا ۷۰۰ 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 ۱-۷-۵-۶، 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.

۶-۵-۴ بار وارد برندبان ثابت

حداقل بار زنده روی نرdban ثابت برابر با یک بار متمرکز $1/35$ کیلونیوتون 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 نرdban اعمال شود. موقعی که انتهای بالای پایه های نرdban ثابت از سقف طبیقه و یا محل اتکا بالاتر قرار گیرد، بخش امتداد یافته هر پایه باید بتواند یک بار زنده متمرکز $0/45$ کیلونیوتون در هر امتدادی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.

۶-۵-۵ 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 درنظر گرفته شود. در صورت عدم انجام تحلیل‌های دینامیکی، برای سازه‌های عنوان شده در بندهای ۶-۵-۱ الی ۶-۵-۳ بارها باید با ضرائب ضربه تعیین شده بشرح زیر افزایش داده شوند.

۶-۸-۵-۱ آویزهای کششی نگهدارنده کف‌ها و بالکن‌ها: بار زنده باید در ضرب $1/33$ ضرب شود.

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

الف-ماشین آلاتی که دارای محور دورانی می‌باشد: ضرب $1/2$

ب-ماشین آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می‌باشد: ضرب $1/5$

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

۶-۵-۶ 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 برگیرنده حداقل بار چرخ پل جراثقال، ضربه قائم و بارهای جانبی و طولی ناشی از حرکت جراثقال باشد.

۶-۵-۶-۱ حداقل بار چرخ جراثقال

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

۶-۵-۶-۲ نیروی ضربه قائم

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

جراثقال‌های تک ریلی موتور دار	% $.25$
جراثقال‌های پل‌دار موتوری کابین دار یا دارای کنترل از راه دور	% $.25$
جراثقال‌های پل‌دار موتوری با کنترل آویزی	% $.10$
جراثقال‌های پل‌دار یا تک ریلی بدون موتور با ارباب و بالابر دستی	% $.0$

۶-۵-۶-۳ بار جانبی

بار جانبی تیر زیر سری جراثقال دارای ارباب‌های برقی باید برابر 20 درصد مجموع بار ضرب دار جراثقال و وزن ارباب 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.

۶-۵-۴ نیروی طولی

نیروی طولی وارد بر تیر زیرسری جراثمال به جز جراثمال پل دار با چرخ دنده دستی باید برابر ۱۰ درصد حداقل باید باشد. 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 محاسبه شود.

اثر داده شود.



WWW.Aalfa.ir

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

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متتمرکز کیلونیوتن
۱	بامها		
۱-۱	بام معمولی تخت، شیبدار و قوسی	۱/۵ ^(۱)	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	سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام در انواع ساختمانها		
۱-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای صندلی‌های ثابت (چسبیده به کف)	۳ ^(۲)	—
۲-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد صندلی‌های ثابت	۵ ^(۳)	—
۳-۲	سالن غذاخوری و رستوران	۵ ^(۳)	—
۴-۲	سینما و تئاتر	۵ ^(۳)	—
۵-۲	صحنه سینما و تئاتر	۷/۵ ^(۳)	—
۶-۲	سالن اجرای مراسم گروهی، اجرای سرود و ...	۷/۵ ^(۳)	—
۷-۲	شبستان مساجد و تکایا	۶ ^(۳)	—
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	۵ ^(۳)	—
۹-۲	پایانه مسافربری	۶ ^(۳)	—
۳	راهروها، راه پله‌ها ^(۴) و بالکن‌ها در انواع ساختمانها		
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 ^(۴)	۱/۳ ^(۱۴)
۴-۳	راه‌پله اضطراری	۵	۱/۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تاسیسات	۲	۱/۳
۶-۳	بالکن	۱/۵ (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

ادامه جدول ۱-۵-۶ حداقل بارهای زنده گستردہ یکنواخت L و بار زنده متتمرکز کف‌ها

ردیف	نوع کاربری	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی	بار گستردہ کیلونیوتون	بار متتمرکز کیلونیوتون
۴	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی	۲	—	—
۱-۴	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- انبار- راهروها)	—	—	—
۵	هتل‌ها- فروشگاه‌ها	۲	—	—
۱-۵	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی هتل‌ها، مهمانسراها و خوابگاهها	—	—	—
۲-۵	فروشگاه کوچک و خردۀ فروشی- طبقه همکف (ورودی)	۵	۴/۵	۴/۵
۳-۵	فروشگاه کوچک و خردۀ فروشی- کف سایر طبقات	۳/۵	۴/۵	۴/۵
۴-۵	فروشگاه عمده فروشی- همه طبقات	۶ ^(۳)	۴/۵	۴/۵
۶	ساختمان‌های آموزشی- فرهنگی و کتابخانه‌ها	۲/۵	۴/۵	۴/۵
۱-۶	کلاس درس، آزمایشگاه‌های سبک	۳	۴/۵	۴/۵
۲-۶	اتاق مطالعه	—	—	—
۳-۶	مخزن کتاب یا اتاق بایگانی با قفسه‌های ثابت	۷/۵	۴/۵	۴/۵
۴-۶	مخزن کتاب یا محل بایگانی با قفسه‌های متحرک	۱۰	۷	۷
۵-۶	راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۵	۴/۵	۴/۵
۶-۶	راهروهای سایر طبقات	۴	۴/۵	۴/۵
۷	ساختمان‌های اداری	۲/۵	۹	۹
۱-۷	دفتر کار معمولی	۴/۵	۹	۹
۲-۷	سالن انتظار و ملاقات- راهرو طبقه همکف (ورودی)	۳/۵	۹	۹
۳-۷	راهرو سایر طبقات	—	—	—
۸	ساختمان‌های صنعتی	۶ ^{(۲) (۳) (۶)}	۹	۹
۱-۸	کارگاه‌های صنعتی سبک	۱۰ ^{(۱) (۳) (۶)}	۱۱	۱۱
۲-۸	کارگاه‌های صنعتی متوسط	۱۲ ^{(۲) (۳) (۶)}	۱۴	۱۴
۳-۸	کارگاه‌های صنعتی سنگین	—	—	—
۹	ورزشگاه‌ها و تأسیسات تفریحی	۳/۵ ^(۳)	—	—
۱-۹	سالن ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بیلیارد و ...	۵ ^(۳)	—	—
۲-۹	سالن ورزشی و تمرینات بدنسازی	۵ ^{(۳) (۵)}	—	—
۳-۹	ورزشگاه دارای صندلی ثابت	۶ ^(۳)	—	—
۴-۹	ورزشگاه فاقد صندلی ثابت یا دارای نیمکت	—	—	—

ادامه جدول ۱-۵-۶ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L و بار زنده متتمرکز کفها

ریف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتون بر مترمربع	بار متتمرکز کیلونیوتون
۱۰	بیمارستان‌ها و مراکز درمانی	۲	۴/۵
۱-۱۰	اتاق بیمار	۳	۴/۵
۲-۱۰	اتاق عمل، آزمایشگاه‌ها	۵	۴/۵
۳-۱۰	راهرو طبقه اول	۴	۴/۵
۴-۱۰	راهرو سایر طبقات		
۱۱	محله‌ای عبور و پارک خودروها		
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداقل تا ۴۰ کیلونیوتون	۴ (۲) (۳) (۷)	۱۵ (۷)
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتون	۶ (۲) (۳) (۸)	۳۰ (۷)
۳-۱۱	معابر و بخش‌هایی از محوطه با امکان عبور کامیون	— (۸)	— (۸)
۱۲	سایر موارد		
۱-۱۲	آشپزخانه صنعتی و رختشوی‌خانه‌ها	۶ (۹)	—
۲-۱۲	اتاق آسانسور	۳/۶	۱/۳ (بر روی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی‌متر وارد شود)
۳-۱۲	اتاق هواساز- پمپ و نظایر آن	۵ (۹)	—
۴-۱۲	انبار سیک 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 ۱-۵-۶

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

- (۲) اعضای خرپاها و تیرهای اصلی پوشش سالن‌های صنعتی، پارکینگ‌های تعمیراتی، انبارها ... باید علاوه بر بارهای زنده وارد به سقف، یک بار متمرکز برابر با ۱۰ کیلونیوتون را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار در خرپاها و در تیرها در هر نقطه اختیاری از عضو که بیشترین اثر را ایجاد کند وارد می‌شوند.
- (۳) کاهش بار زنده برای این نوع کاربری طبق بخش ۶-۵-۷ مجاز نمی‌باشد مگراینکه 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 کیلونیوتون که در انتهای طره وارد می‌شود نیز طراحی گردد. این بار لزومی ندارد هم‌مان با بار گستردہ 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: ۰/۱۵ کیلونیوتون بر متر طول در راستای موازی ردیف صندلی‌ها و ۰/۱۱ کیلونیوتون بر متر طول در راستای عمود بر ردیف صندلی. نیازی به اعمال هم‌مان 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 مناسب 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 گستردہ 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 هم‌مان اعمال شوند. سطح تاثیر بار متمرکز 120×120 میلیمتر فرض می‌شود.
- (۸) بارگذاری و طراحی کفها برای عبور و پارک کامیون، کامیونت، کامیون یا اتوبوس با وزن بیش از ۹۰ کیلونیوتون باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشورانجام شوند. معابر و کفهایی که روی آنها احتمال عبور یا توقف ماشینهای آتشنشانی باشد، باید برای وزن کامیونت ۹۰ کیلونیوتون طراحی شود، چنانچه در طراحی مقاومت در برابر حریق ساختمان، عبور یا توقف ماشین سنگینتری پیش‌بینی شده باشد وزن این ماشین در محاسبات منظور خواهد شد.
- (۹) بارگذاری را می‌توان بر اساس مشخصات دستگاهها و توصیه‌های شرکتهای سازنده آنها انجام داد، -مشروط بر آنکه مقدار بار در آشپزخانه‌ها کمتر از ۵، در موتورخانه‌ها کمتر از $7/5$ و در اتاق‌های هواساز کمتر از ۵ کیلونیوتون بر مترمربع نباشد.
- (۱۰) بار گستردہ یکنواخت کف انبارها باید براساس جداول پیوست شماره ۳-۶ تعیین شود. چنانچه وضع مواد انبار شونده روش 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 کیلونیوتون بر مترمربع منظور شود.
- (۱۱) بار زنده کف جایگاه بالگردیابی با وزن عملیاتی کمتر از ۱۴ کیلونیوتون، ۲ کیلونیوتون 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 $2/45$ 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 200×200 میلی‌متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گستردہ هم‌مان وارد شود.
- (۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار ۱۳/۵ کیلونیوتون در سطحی به ابعاد 120×120 میلی‌متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظر گرفتن هم‌مان این بار با سایر بارهای زنده گستردہ و متمرکز نمی‌باشد.
- (۱۴) بار متمرکز پله‌ها در سطحی به ابعاد 50×50 میلی‌متر و غیرهم‌مان با بارهای یکنواخت اعمال شود.

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

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

۶-۶ بار سیل

۱-۶ کلیات

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

مطالب ارائه شده در این فصل الزامات و نحوه محاسبه بار سیل وارد ساختمان‌ها و سایر سازه‌های واقع در یک منطقه سیل خیز را با توجه آمار موجود و تاریخچه خسارت‌های سیل برآورد شده درمنطقه و مطالعات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی مورد تایید مراجع ذیصلاح نظیر وزارت نیرو، سازمان هواسناسی کشور و مطابق تعریف‌های زیر و مفاهیم آنها بیان می‌دارد. در موارد خاص استفاده از نتایج مدل‌های عددی و فیزیکی و روش‌های تحلیلی ارائه شده در آئین نامه‌های معتبر بین‌المللی نیز توصیه می‌شود. در مناطقی غیر از مناطق سیل خیز نیازی به در نظر گرفتن بارگذاری سیل نیست.

۲-۶ تعاریف

آبراه، آبراهه: مجرای طبیعی یا مصنوعی برای عبور یا هدایت جریان آب است(شکل ۱-۶).

آبشتستگی : به فرسایش بستر و کناره آبراهه‌ها در اثر عبور سیلابها و جریان آب، آبشتستگی می‌گویند و به دودسته عده آبشتستگی عمومی و آبشتستگی موضوعی به شرح زیر تقسیم می‌شود.

الف - آبشتستگی عمومی : در اثر وقوع سیلابها و افزایش سرعت جریان آب، مواد رسوبی موجود در بستر رودخانه شسته شده و در قسمت عده ای از مسیر رودخانه حالت گود افتادگی پدیدار می‌گردد.

ب- آبشتستگی موضوعی: این نوع فرسایش در نتیجه اندرکنش اجزاء سازه‌ای و جریان رودخانه رخ می‌دهد 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 هیدرولوژیک و داغاب و حداکثر طغیان با دوره بازگشت ۲۵ ساله به وسیله وزارت نیرو یا شرکت‌های آب منطقه‌ای تعیین می‌شود.(شکل ۱-۶)

جریان واریزهای و سیلاب گلی: جریان واریزهای جریانی است که با خود مواد مختلفی اعم از مواد سنگی ریزدانه، درشت‌دانه و نیز قطعات چوب، شاخه‌های درختان، نخله و غیره را حمل می‌کند. در مواردی که جریان متلاطم و غلظت مواد رسوبی کمتر از ۴۵٪ شود، جریان تبدیل به سیلاب گلی می‌گردد. این نوع از سیلابها بارهای را به صورت ضربه‌ای به سازه وارد می‌کنند.

دیوار ساحلی و سیل بند : نوعی سازه مهار سیل که بصورت دیوارهای طولی با استفاده از مصالح ساختمانی مقاوم نظیر بتون، سنگ، چوب و غیره در مناطق شهری و یا سایر مناطق که ارزش اقتصادی زیادی دارند ساخته می‌شود، این دیوارهای 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 گونه‌ای فرو ریزد که هم به سیلاب‌ها 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. سیلان 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: سیلانی که احتمال تجاوز از آن در سال ۱٪ (دوره بازگشت ۱۰۰ سال) باشد. ارتفاع این سیلان که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، ارتفاع سیل پایه نامیده می‌شود.

سیل طرح: بزرگترین سیلان از بین دو سیل: ۱) سیل پایه؛ ۲) سیل متناظر با منطقه تعیین شده به عنوان منطقه سیل خیز که از مراجع ذیصلاح استعلام می‌گردد. ارتفاع این سیلان که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، ارتفاع سیل طرح نامیده می‌شود.

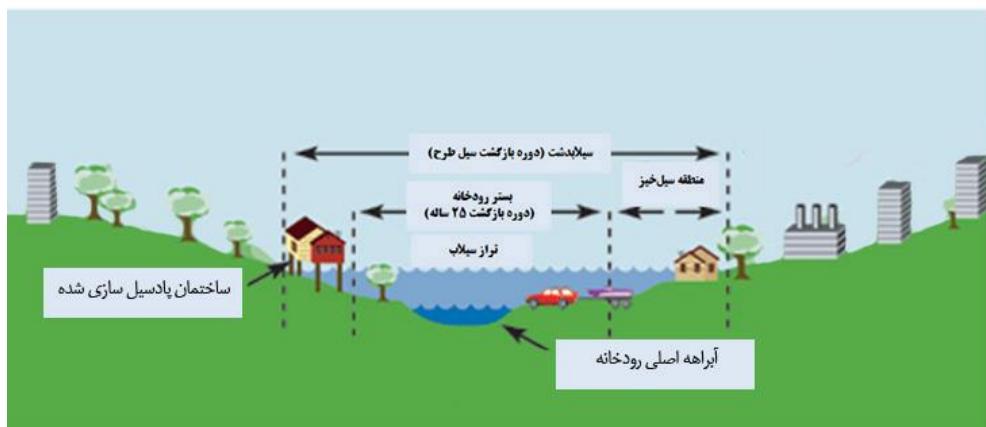
سیلاندشت: بخشی از پهنه یک رودخانه شامل بستر اصلی که زمانی که دبی سیل طرح از ظرفیت عبور رودخانه تجاوز کند، غرقاب می‌گردد. (شکل ۶-۶)

منطقه سیل خیز: نواحی ذیل که محدوده آنها می‌باشد از مراجع ذیصلاح استعلام گردد، به عنوان منطقه سیل خیز تعریف می‌شوند:

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

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 میلی متر و ارتفاع موج شکننده، برابر یا بزرگتر از ۴۵۰ میلی متر در سیل طرح به صورت توامان اختیار شود.

نقشه منطقه‌ی سیل خیز: نقشه‌ای که محدوده تحت تأثیر بروز جریان سیلان طرح را مشخص می‌کند. به مطالعاتی که منتج به تهیه نقشه منطقه‌ی سیل خیز می‌شود، مطالعات منطقه‌ی سیل خیز می‌گویند.



شکل ۶-۱- نمایی از وضعیت آبراهه اصلی، بستر، منطقه سیل خیز و سیلاندشت رودخانه

۶-۳-۶- الزامات و بارهای طراحی

۶-۳-۶-۱ 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 فرو ریزشی به منظور ایجاد مسیری آزاد برای عبور موج ها و جریان های سیلابی دارای سرعت بالا از زیر ساختمان استفاده گردد.

۶-۳-۶-۲ دیوارهای فرو ریزشی 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 کیلونیوتون بر مترمربع که به صورت عمودی به صفحه دیوار اثر می کند، طراحی شوند. همچنین بارگذاری برای بار فرو ریزشی دیوار نباید بیشتر از ۱ کیلو نیوتون بر متر مربع در نظر گرفته شود، در غیر این صورت شرایط زیر در طراحی اقناع شود:

- دیوار فرو ریزشی 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 افتاد.

- تکیه گاه پی و بخش مرتفع ساختمان در مقابل فرو ریختن، 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.

۶-۳-۶-۳ سیستم های سازه ای ساختمان و سایر سازه ها باید به گونه ای طراحی، ساخته، متصل و مهار شوند تا در مقابل فشار هیدرولاستاتیک^۱، شناوری^۲، خرد کردن^۳، ضربه آب^۴، انتقال^۵، آب شستگی^۶ و واژگونی^۷، فرو ریختن 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.

۶-۳-۶-۴ 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.

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

$$d_h = aV^2/2g \quad 6-6-1$$

که در آن a : ضریب شکل
 V : سرعت سیلاب (متر بر ثانیه)

¹ Hydrostatic pressure

² Buoyancy

³ Battering

⁴ Pulsating water

⁵ Translation

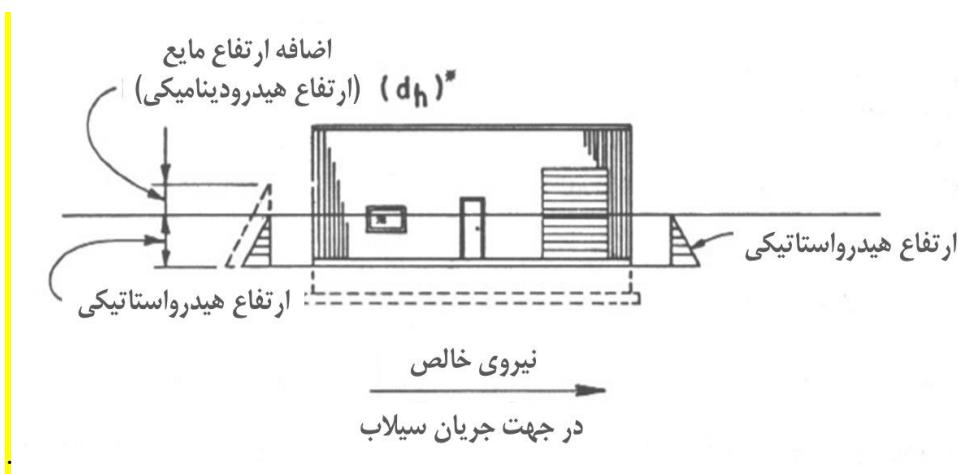
⁶ Scouring

⁷ Overturning

g: شتاب ثقل (متر بر مجدور ثانیه)

dh: اضافه ارتفاع مایع (متر) میباشد.

ضریب شکل، **a**، به جریان سیال و شکل و زبری اعضا (ستون-شمع و...، گرد-چهارگوش...) که در معرض جریان سیال قرار میگیرند، وابسته است. در ساختمنهای 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 ۶-۲-۶- نیروهای هیدرو استاتیکی و هیدرودینامیکی در جهت جریان سیلان

۶-۳-۶- بارهای ناشی از جریانهای واریزه ای و سیلانهای گلی که به ساختمانها و سازه هایی از آن ضربه وارد می کنند، به عنوان بارهای ضربه ای محسوب شده و اثر آن باید به عنوان یک بار مرکز 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 سیلان به سطحی معادل 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 تنہ درختان که ابعاد و جرم بیشتری نسبت به حالت قبل دارند، به ساختمان برخورد کنند. در مکان هایی 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 کیلونیوتون بر متر طول که به صورت افقی در تراز سطح سیلان عمل می کند، در نظر گرفته شود مگر آنکه تحلیلهای دقیقتری انجام شود. اگر مواد 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 آبشنستگی 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 ، ریز دانه و ...) بررسی شود.

۶-۴-۳- 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.

۷-۶ بار برف

۱-۷-۶ 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.

۲-۷-۶ بار برف بام

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

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s \quad (1-7-6)$$

که در آن:

P_s = بار برف مبنا طبق بخش ۳-۷-۶

I_s = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول ۲-۱-۶

C_n = ضریب برفگیری طبق بخش ۴-۷-۶

C_h = ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۵-۷-۶

C_s = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

می باشند.

۳-۷-۶ 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 تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول ۱-۷-۶ و یا شکل ۱-۷-۶، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت:

منطقه ۱ - برف بسیار کم (نادر)	۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۲ - برف کم	۰/۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۳ - برف متوسط	۱ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۴ - برف زیاد	۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع

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 درنظر گرفته شود.

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

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

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

منطقه	شهر	ردیف	منطقه	شهر	ردیف
۲	کاشمر	۹۱	۳	رسنگان	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	کهنه‌وج	۹۶	۳	سبزوار	۶۶
۶	کوهرنگ	۹۷	۴	سراب	۶۷
۳	گرگان	۹۸	۱	سرavan	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	شاهروド	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	طبس	۸۰
۴	میانه	۱۱۱	۲	فردوس	۸۱
۲	نایین	۱۱۲	۳	فسا	۸۲
۴	نهاوند	۱۱۳	۴	فیروز کوه	۸۳
۲	نهیندان	۱۱۴	۲	قائین	۸۴
۴	نیشابور	۱۱۵	۴	قراخیل	۸۵
۴	همدان	۱۱۶	۴	قروه	۸۶
۴	یاسوج	۱۱۷	۴	قرزین	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، درنظر گرفته می‌شود. برای مناطق ۱ الی ۳ بار برف، این ضریب برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۶-۷-۶ 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 ۶-۷-۶، 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، $\gamma = P_r / h_b$ ، باشد، در این صورت آن بام نمی‌تواند در گروه بام برف‌ریز قرار گیرد. موانع اطراف ساختمان تا فاصله ده برابر h می‌توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کرده و در آن صورت بام را نمی‌توان در گروه بام برف‌ریز دانست. h ، فاصله قائم از روی مرتفع‌ترین مانع تا روی بام می‌باشد. وزن مخصوص برف، γ ، را می‌توان از رابطه ۶-۷-۶ محاسبه کرد.

$$\gamma = 0,43 P_s + 2,2 \quad (6)$$

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 ۶-۷-۶ 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 هریک 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.

۶-۷-۶ ضریب شرایط دمایی

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

جدول ۶-۷-۶ ضریب شرایط دمایی، C_h

۱/۰	تمام ساختمان‌ها به جز موارد زیر
۱/۱	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهاداری 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، α ، به صورت زیر تعیین می‌شود:

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

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

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

زاویه α ، طبق بند ۶-۷-۶، با توجه به شرایط سطح شیبدار مشخص می‌شود.

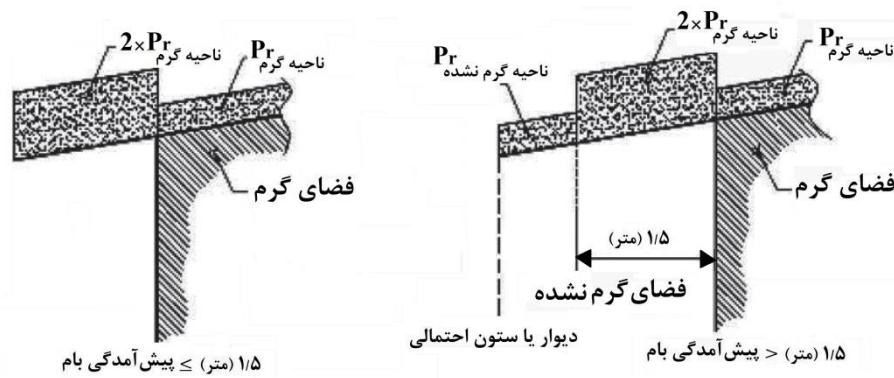
۶-۷-۶-۱ اگر سطح بام لغزنه بوده و لغزش برف بر روی سطح شیبدار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای ریزش برف موجود باشد، مقدار α برای $C_h = 1$ برابر پنج درجه، برای $C_h = 1/1$ برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر C_h برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنه شامل پوشش‌های فلزی، سنگبرگ،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

در صورت عدم وجود شرایط لغزنه یا مانع دار بودن بام، مقدار α برای $C_h = 1$ برابر 30° و برای C_h های بیشتر برابر 45° 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 درنظر 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 درنظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس درنظر 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 ۶-۷-۱-۱ لازم نیست از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون بیشتر از ۱/۵ متر درنظر 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 ۶-۷-۶ مقدار برف بر روی طره لبه پایین بام

۶-۷-۶ 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 بروی بام های شیبدار، امکان کاهش بارهای برف در وجوده 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 درنظر 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.

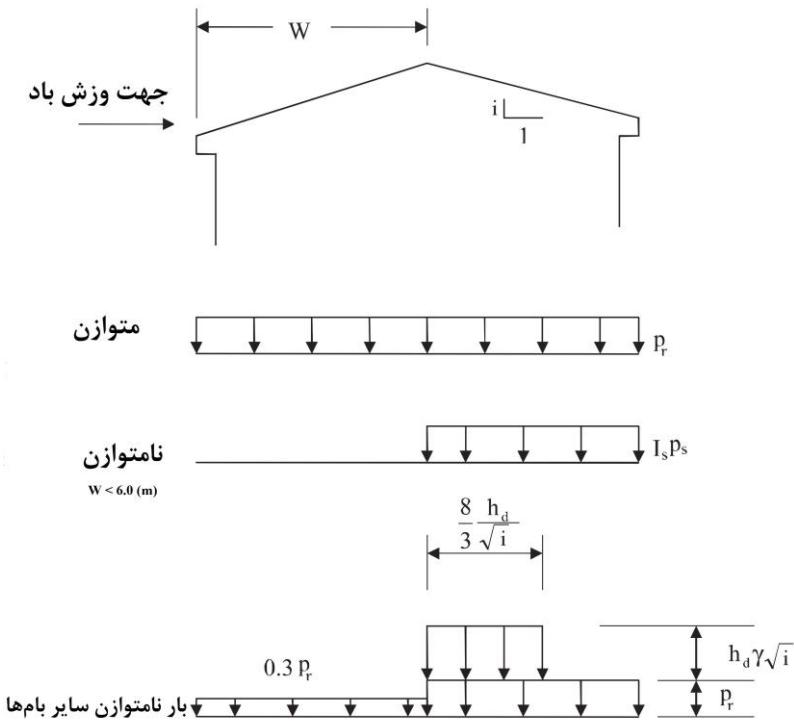
۶-۷-۷ بام های با شیب دو و یا چند طرفه

برای بام های با شیب دو یا چند طرفه، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل ۶-۷-۶ انجام می شود. درنظر گرفتن بار نامتوازن برف برای بام های با شیب کمتر از ۴٪ و شیب بیشتر از ۶٪ 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 درنظر گرفته شود. برای سایر بام ها، بار نامتوازن شامل بار گستردگی P_r در سمت بادگیر و در سمت پشت به باد P_r به اضافه سربار به شدت $i \gamma h_d \sqrt{i}$ بر واحد سطح افقی و در فاصله افقی $\frac{8}{3} \frac{h_d}{\sqrt{i}}$ از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود. i ، بیانگر شیب سقف (تائزانت زاویه شیب) مطابق شکل می باشد. ارتفاع انباشت برف، h_d بر حسب متر از رابطه زیر بدست می آید:

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

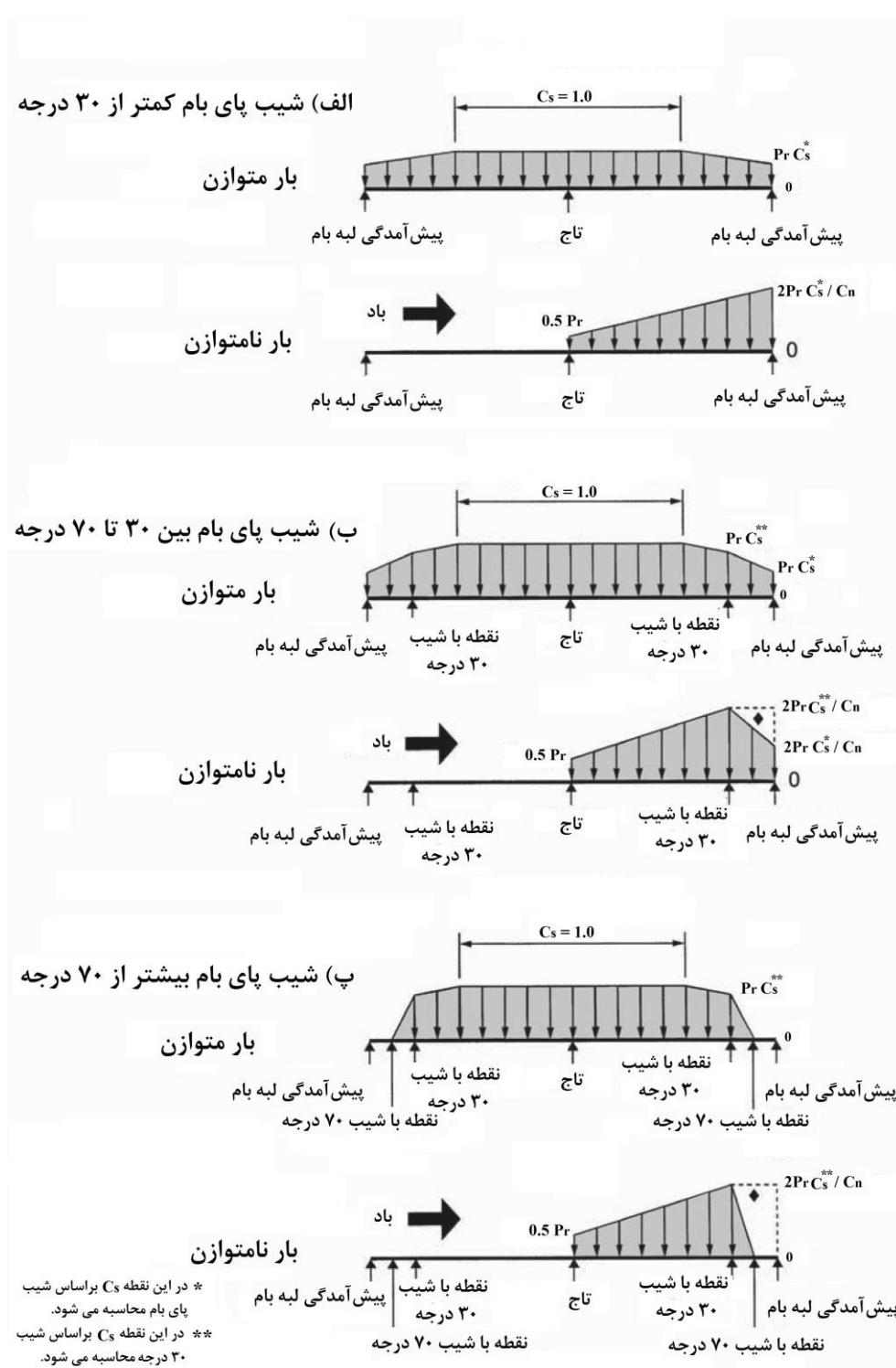
در رابطه فوق، l_u برابر با W در قسمت رو به باد بر حسب متر می باشد. چنانچه W کمتر از ۶ متر باشد، l_u برابر ۶ متر در نظر گرفته می شود.



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

۲-۷-۶ بام‌های قوسی

برای بام‌های قوسی، بارگذاری متوازن و نامتوازن برف مطابق شکل ۳-۷-۶ 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 70° درجه باشد) کمتر از ده درجه و یا بیشتر از 60° 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 70° درجه بار برف لحاظ نخواهد شد.



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

الف- اگر شیب پای بام کمتر یا برابر 30° درجه باشد، مقدار شدت بار در تصویر افقی بام در پای شیب از مقدار $2PrCs/Cn$ محاسبه شده برای شیب پای بام، بطور خطی به مقدار $Pr/5$ ، با لحاظ $Cs=1$ ، در تاج کاهش خواهد یافت(شکل الف).

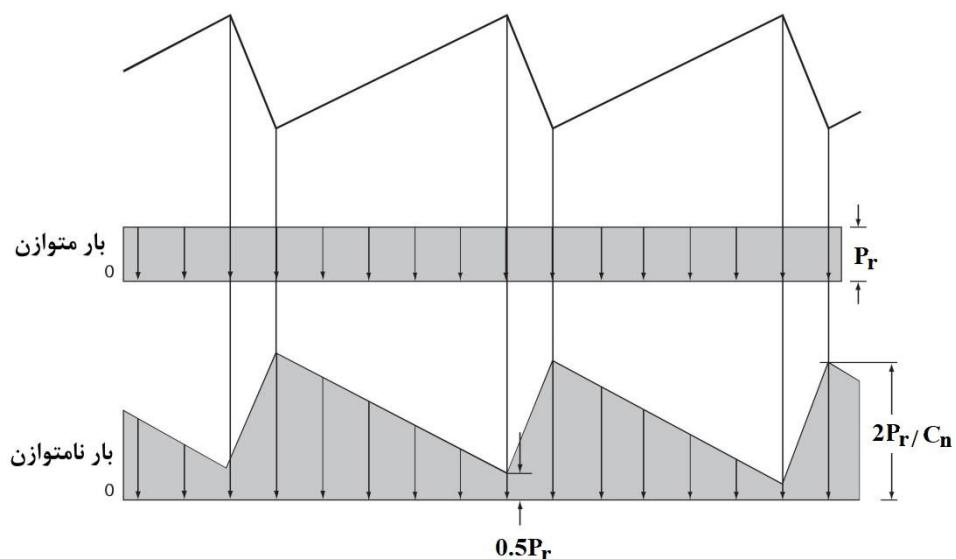
ب- اگر شیب پای بام بین 30° و 70° درجه باشد، مقدار شدت بار برف در تصویر افقی بام از $0.5Pr$ (با $Cs=1$) در تاج بطور خطی تا مقدار $2PrCs/Cn$ (محاسبه شده برای شیب 30° درجه) در محل شیب 30° درجه افزایش داده شده و سپس به مقدار $2Cs/Cn$ در پای بام (محاسبه شده برای شیب پای بام) به طور خطی کاهش داده می شود(شکل ب).

پ- اگر شیب پای بام بیشتر از 70° درجه باشد. برای ناحیه پایین تر از شیب 70° درجه بار برف صفر درنظر گرفته شده و برای بقیه بام مطابق حالت ب عمل خواهد شد(شکل پ).

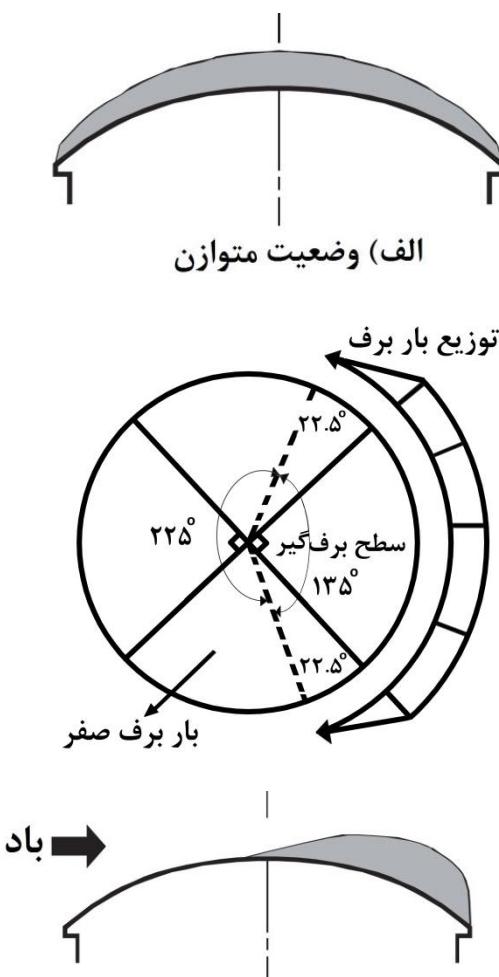
اگر در کمتر از یک متری پای بام، زمین و یا بام دیگری قرار دارد، برای دو حالت ب و پ، مقدار شدت بار برف برای ناحیه با شیب بیشتر از 30° درجه کاهش داده و برابر مقدار محاسبه شده در شیب 30° درجه تا لبه بام درنظر گرفته خواهد شد.
(قسمت خط چین در اشکال ب و پ)

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

در این گونه بام‌ها، اگر شیب بیشتر از 3° درصد باشد، بار برف نامتوازن درنظر گرفته می شود. مقدار بار متوازن برای این گونه بام‌ها مطابق شکل ۴-۷-۶ با لحاظ $Cs=1$ می باشد (بند ۳-۶-۷-۶). شدت بار برف نامتوازن در تصویر افقی، از نصف مقدار بار برف متوازن در نقاط تاج بطور خطی به مقدار $2Pr/Cn$ در نقاط قعر بام (با لحاظ $Cs=1$) افزایش می یابد.



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

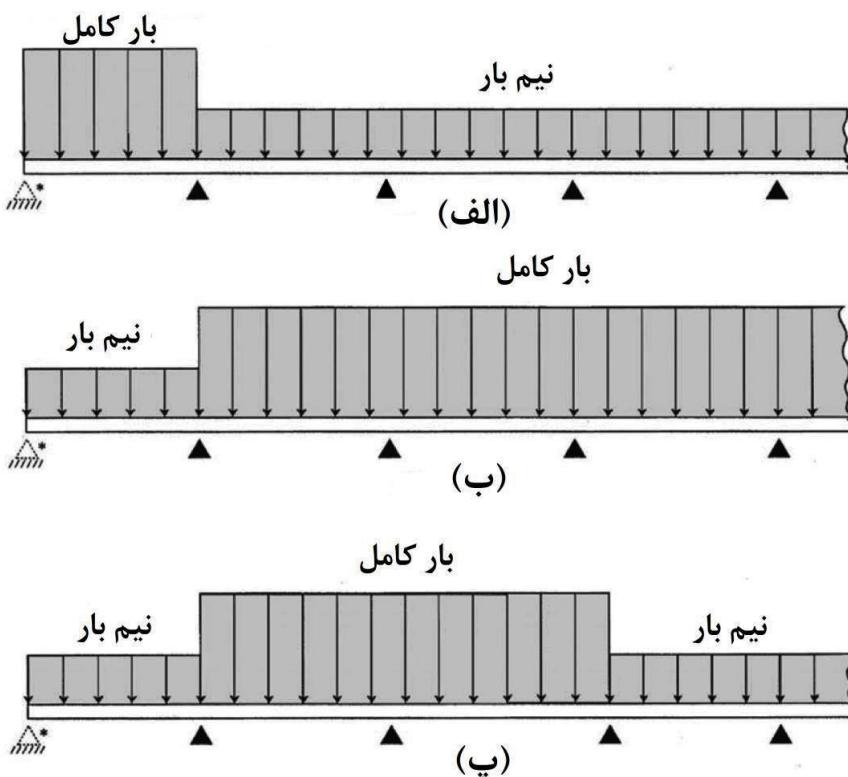


شکل ۶-۵ بار متوازن و نامتوازن در یام‌های گندی، یا مدور

۶-۷-۸ بازگذاری بخشی

برای یام‌های دارای تبیهای ممتد چند دهانه، مطابق شکا 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 جدگانه لحاظ می‌شود. اعمال ضوابط این بخش برای اعضای عمود بر خط الرأس 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.

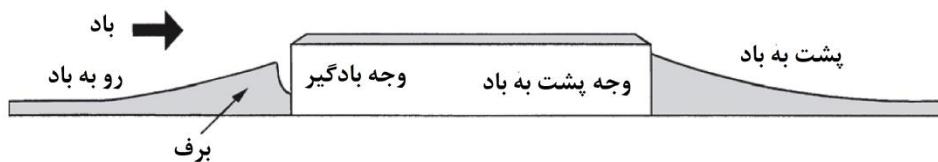
۹-۷-۶ انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر

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.

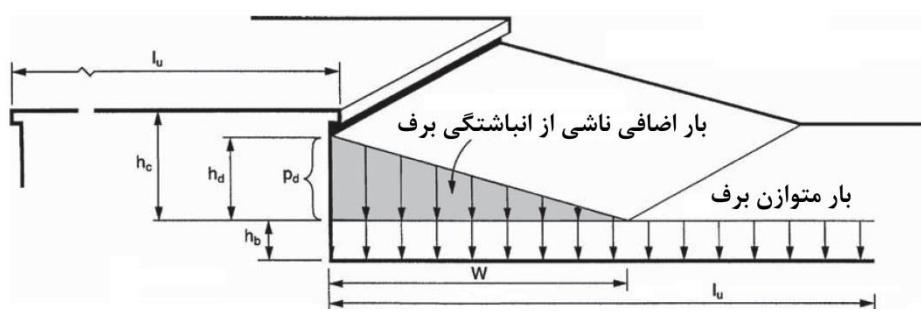
۶-۹-۱ بام پایین‌تر در ساختمان‌های با بام پله‌ای

مطابق شکل ۶-۷-۶ 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 ۶-۷-۸ به بار متوازن اضافه خواهد شد. چنانچه شرط $h_c/h_b > 0.2$ برقرار باشد، نیازی به درنظر 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 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 ۷-۷-۶ وجهه‌های رو به باد و پشت به باد



شکل ۸-۷-۶ 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 درنظر 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 مثلثی 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.

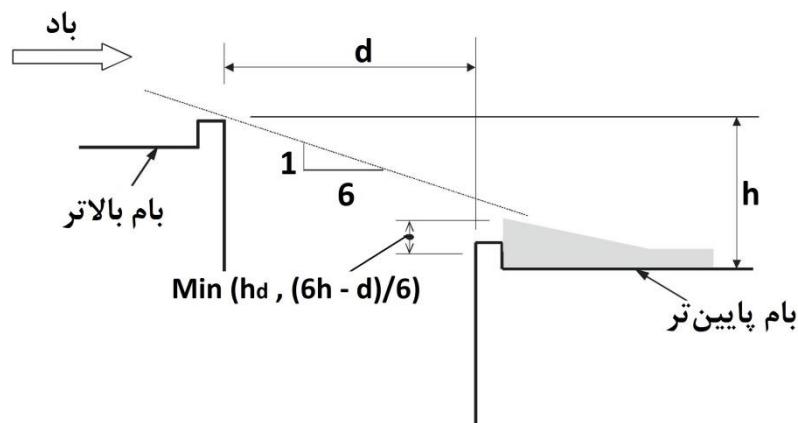
$$w = \frac{4h_d}{h_c} \quad (5-7-6)$$

ارتفاع انباشت مثلثی در پای ناحیه بلندتر مقدار حداقل 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 درنظر گرفته نخواهد شد. اگر w از طول بام مورد نظر، l_r ، بیشتر باشد مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر $w(h_d - w/l_r)$ بوده و برف انباشت توزیع ذوزنقه‌ای خواهد داشت.

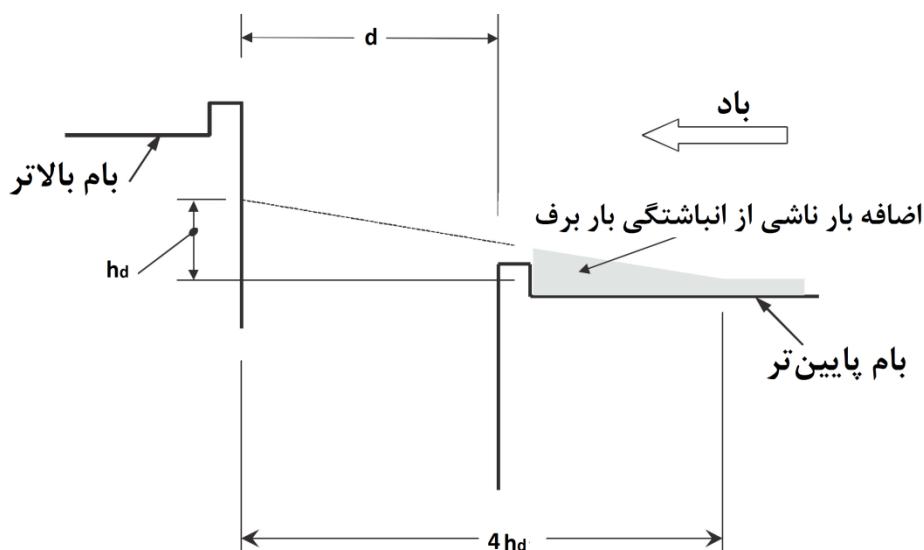
۲-۹-۷-۶ بام پایین تر در ساختمان مجاور

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 ۹-۷-۶ بار انباشتگی بر روی بام پایین تر بر اساس قسمت الف بند ۶-۷-۱، برای حالت پشت به باد، با اختیار ارتفاع انباشت برف برابر کمترین مقادیر h_d (بر اساس طول بام ساختمان بلندتر) و $(6h_d - d)/6$ محاسبه می‌شود. طول ناحیه مثلثی برابر مقدار کمتر $6h_d$ و $(6h_d - d)$ درنظر 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 ۱۰-۷-۶) محاسبه بر اساس قسمت بند ۱-۹-۷-۶ انجام می‌شود. در مجاورت ساختمان بلندتر مقدار حداقل انباشت فرض شده و از توزیع مثلثی حاصل، بخشی از توزیع برف انباشت که در بین دو ساختمان قرار می‌گیرد از بارگذاری حذف می‌گردد.



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



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

۱۰-۷-۶ 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 ۱-۹-۷-۶ باشد. ارتفاع حداقل انباشت برف را می‌توان سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۵-۷-۶ درنظر گرفت. در مورد دستاندازها، طول بام در جهت عمود بر دستانداز برای $\frac{1}{4}$ 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 $\frac{1}{4}$ منظور خواهد شد. اگر عرض وجه قسمت بالا آمده بر روی بام کمتر از $\frac{4}{5}$ متر داشته باشد، برای آن لحاظ بار برف انباشت لازم نیست.

۱۱-۷-۶ برف لغزنده

در مناطق ۴، ۵ و ۶ بار برف، بار حاصل از لغزش برف از بام شیب دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین تر باید برای بام های لغزنده با شیب بیشتر از دو درصد و برای سایر بام های با شیب بیشتر از ۱۵ درصد درنظر گرفته شود. مقدار کل بار بر واحد طول در راستای لبه پایین بام بالاتر برابر $4P_r W/C_s$ متر بر روی بام پایین درنظر گرفته می شود. W ، فاصله افقی لبه پایین تا خط الرأس سقف شیب دار بالاتر است. این بار بطور یکنواخت از بر لبه پایین بام بالاتر تا فاصله $4/5$ متر از آن بر روی بام پایین به صورت نواری توزیع می شود. اگر طول بام پایینی کمتر از $4/5$ متر باشد، مقدار بار به نسبت طول بام بر $4/5$ متر کاهش می باید.

برای دو سازه مجاور، بار برف لغزنده در صورتی در نظر گرفته می شود که $1/4 < h/d < 4/5$ متر باشد (h و d مطابق شکل ۶-۹-۷). طول نوار بار برف لغزیده بر روی بام پایین تر برابر $d - 4/5$ متر بوده و مقدار بار برف بر واحد طول نوار برابر $4P_r W \left[\frac{(4/5-d)}{4/5 C_s} \right]$ درنظر گرفته خواهد شد.

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

۱۲-۷-۶ سربار باران بر برف

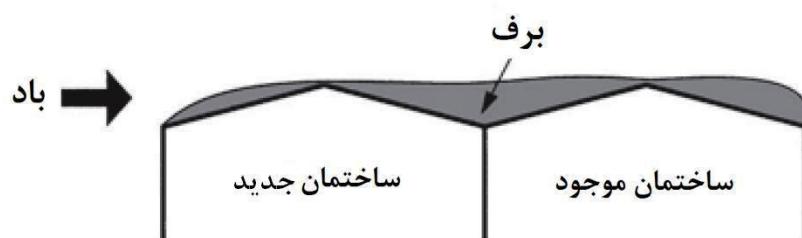
در مناطق ۲ و ۳ بار برف، برای بام با شیب کمتر از $W/15$ درجه (W فاصله افقی لبه پایین تا خط الرأس سقف شیب دار بر حسب متر می باشد)، سربار باران به مقدار 0.25 کیلونیوتون بر متر مربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن یا بار بارگذاری بخشی برف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

۱۳-۷-۶ ناپایداری برکه‌ای و انباشتگی آب

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

۱۴-۷-۶ بام های 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 ۱۱-۷-۶)، اثر انباشتگی برف بر روی ساختمان های جدید و موجود باید در نظر گرفته شود.



شکل ۱۱-۷-۶ اثر بام های موجود بر بار برف

۶-۸ بار باران

۱-۸-۶ کلیات

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

۲-۸-۶ 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 مشهوربوده و بر حسب میلیمتر بیان می شود.
- d_h : ارتفاع آب مازاد 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 میلیمتر بیان می گردد. جریان طرح جریانی است که بر اساس خداکثر بارندگی ظرف مدت یکساعت در محل ساختمان مطابق ضوابط مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان تعیین میگردد.

۳-۸-۶ زهکشی بام

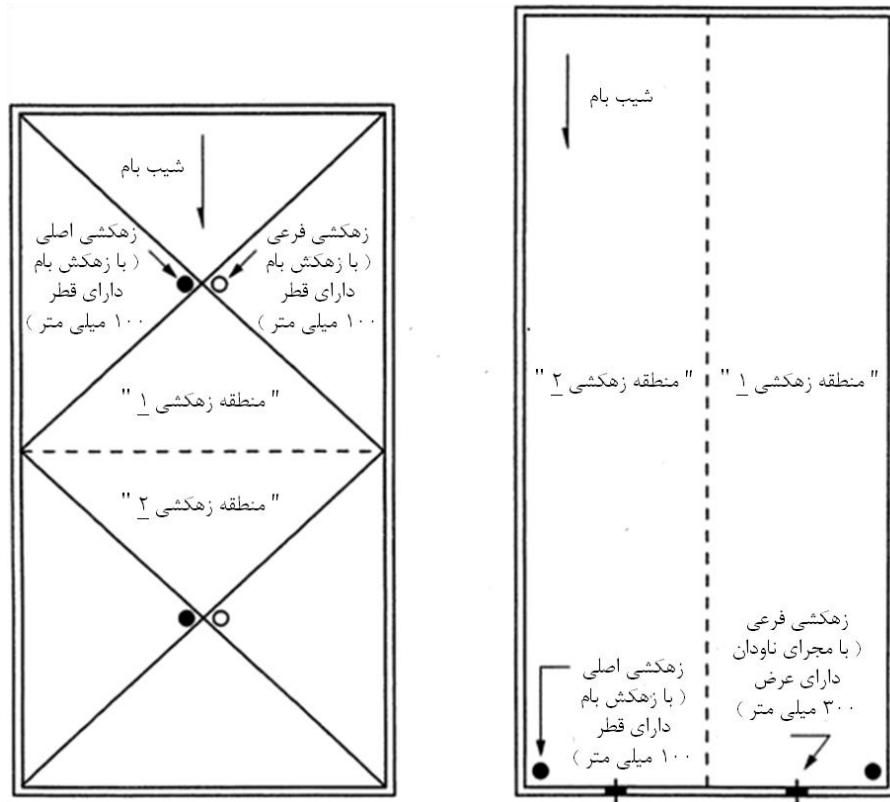
طراحی زهکشی بام باید بر اساس ملاحظات معماری، مکانیکی و سازه ای صورت پذیرد. شبکههای زهکشی بام باید مطابق با شرایط و ضوابط مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان طراحی شوند.

۴-۸-۶ بارهای ناشی از باران طرح

هر بخش از بام باید به گونهای 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.

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

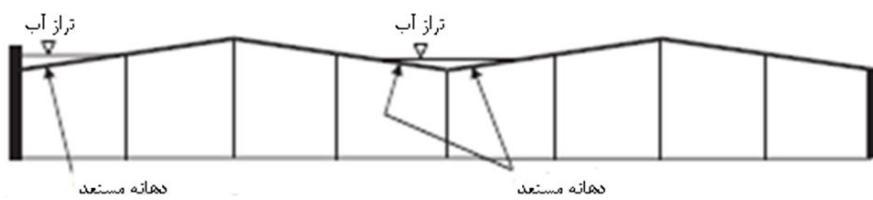
شبکههای زهکشی فرعی، شامل مسیرهای زهکشی و نقاط تخلیه، باید از مسیرهای زهکشی اصلی مجزا در نظر گرفته شوند. بدیهی است که تراز شبکههای زهکشی فرعی همواره بالاتر از شبکههای زهکشی اصلی است. در شکل ۱-۸-۶، دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام قابل مشاهده است که خطهای نقطهچین در هر یک، نشاندهنده مرز بین مناطق زهکشی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



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

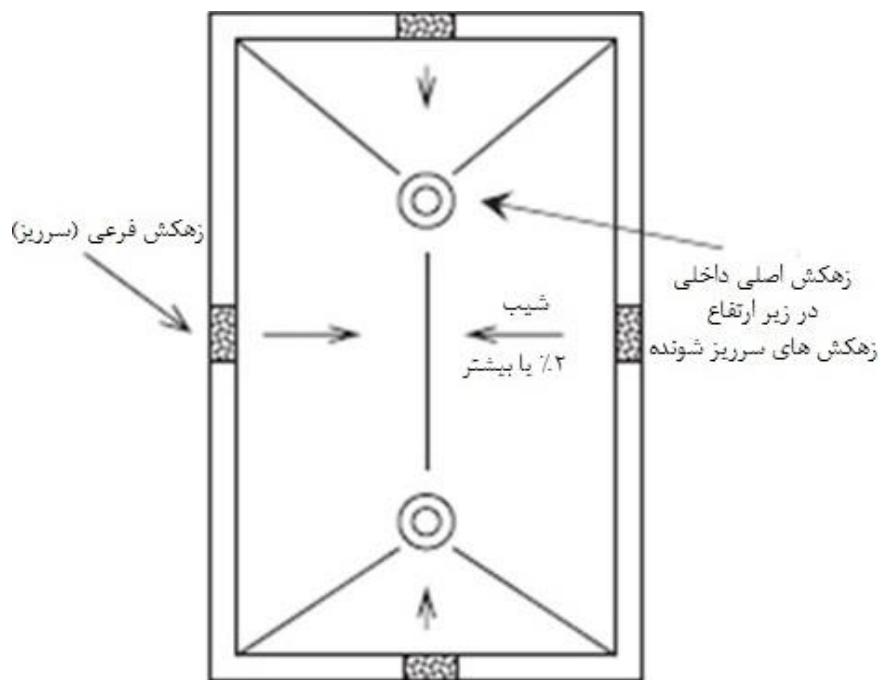
۵-۸-۶ ناپایداری برکه ای و انباشتگی آب

برکه ای شدن ، به انباشتگی آب باران صرفا به واسطه تغییرشکل بام‌های نسبتاً تخت اطلاق می شود. 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 می تواند 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 تغییرشکل 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 ۰.۲٪ 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 ۰.۲٪ یا بیشتر را نشان می دهد.



شکل ۶-۸-۲ نمایی از دهانه‌های مستعد برای انباشتگی آب و کنترل ناپایداری به واسطه شیب بام ۰.۲٪ یا بیشتر

شکل ۶-۸-۳، نمایی از یک بام با زهکش‌های سرریز احاطه کننده فرعی و زهکش‌های اصلی داخلی (با شیب ۰.۲٪ یا بیشتر در تمام دهانه های مستعد) را نشان می دهد.



شکل ۶-۸-۳ نمایی از یک بام با شیب ٪۲ یا بیشتر در معرض ناپایداری ناشی از انباشتگی آب در تمام دهانه‌های مستعد

۶-۹ بار یخ

۱-۹-۶ کلیات

در طراحی سازه‌ها و اجزای حساس به یخ، بار ناشی از یخ‌زدگی باران و برف باید درنظر گرفته شود. سازه‌ها و اجزای حساس به یخ شامل سازه‌های مشبک، لوله، کابل و پایه‌های آنها، سازه‌های شهر بازی، نرده، پله، نردهان، پلهای عابر پیاده، تابلو و علامت 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. اثبات دینامیکی بار یخ بر روی سازه‌ها و اجزای انعطاف‌پذیر در این مبحث درنظر گرفته نشده است و در صورت لزوم باید بطور موردي 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 درنظر 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:

$$t_d = 2t I_i F_z \quad (3-9-6)$$

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:

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

مقدار F_z را لازم نیست از $1/4$ بیشتر درنظر 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 :

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

در مناطق کوهستانی که احتمال وقوع بارندگی های بسیارشدید 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، Wi ، اثر افزایش ابعاد به اندازه ضخامت طراحی یخ باید درنظر گرفته شود.

۶-۱۰-۱۰ بار باد

۶-۱۰-۱ کلیات

۶-۱۰-۱ 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 موائع مجاور برای آنها در مقابل باد ایجاد می‌کنند، محاسبه شوند.

۶-۱۰-۲ 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 هم زمان 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.

۶-۱۰-۳ 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.

۶-۱۰-۴ 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 بند 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 $1/5$ 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 درنظر گرفته شود.

عرض موثر ساختمان از رابطه $1 - \frac{h_i}{h_i + h_i}$ بدست می‌اید که در آن h_i ارتفاع طبقه 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 ۱۰-۶ نمودار مرحله‌ای محاسبه بار باد نشان داده شده است.

۶-۱۰-۲ سرعت مبنای باد

سرعت مبنای باد، V ، سرعت متوسط ساعتی باد در ارتفاع ۱۰ متر از سطح زمین در منطقه‌ای 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 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.

۶-۱۰-۳ 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.

$$q = 0.000613V^2 \quad (2-10-6)$$

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.

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

۶-۱۰-۴-۱ فشار یا مکش خارجی

فشار یا مکش خارجی تحت اثرباد روی سیستم اصلی باربر یا روی جزئی از سطح خارجی ساختمان از رابطه ۳-۱۰-۶-

(الف)

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d \quad (6-10-6-\text{الف})$$

در این رابطه :

P : فشار یا مکش خارجی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت روبرو 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

۶-۱۰-۶-۴ فشار یا مکش داخلی

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

$$P_i = I_w q C_e C_t C_{gi} C_{pi} C_d \quad (6-10-6-\text{ب})$$

در این رابطه :

P_i : فشار یا مکش داخلی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت روبرو سطح و در حالت مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند.

C_{gi} : ضریب اثر تند باد طبق بند ۶-۱۰-۸

C_{pi} : ضریب اثر بازشو 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 برسطوح ساختمان (یا اجزاء) به دست می‌اید.

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_j \quad (4-10-6)$$

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 مواد مجاور روی ساختمان، نشان می‌دهد.

۶-۱۰-۶-۱- ارتفاع مبنا

ارتفاع مبنا که در محاسبات ضریب C_e به کار می‌رود، 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 موردنظر از سطح زمین (Z)، برای سمت پشت باد نصف ارتفاع کل ساختمان ($z=H/2$) و برای بام و بدنه‌های جانبی ساختمان معادل ارتفاع کل ساختمان (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 هریک 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 (۵-۱۰-۶) تعیین می‌گردد.

$$C_e = \left(\frac{Z}{10} \right)^{0,2} \geq 0,9 \quad (5-10-6)$$

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 پر تراکم

چنانچه ساختمان یا سازه در مناطق با تراکم ساختمانی شهری یا در مجاورت جنگلهای انبوه قرار گرفته باشد و منطقه پر تراکم 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.

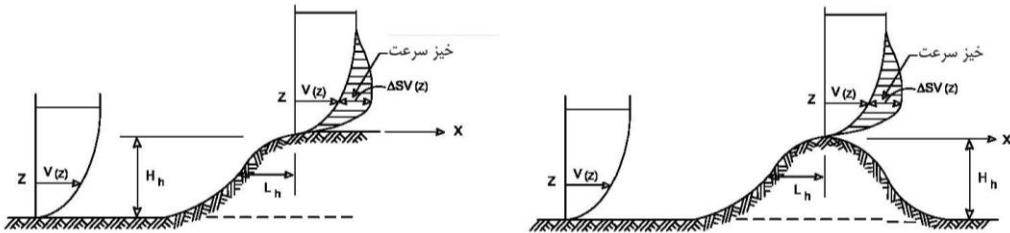
$$C_e = 0,7 \left(\frac{Z}{12} \right)^{0,3} \geq 0,7 \quad (6-10-6)$$

۶-۱۰-۴- ضریب C_e در نواحی بینایین 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 پر تراکم تشخیص داده شود، مقدار C_e از میان یابی مقادیر روابط ۵-۱۰-۶ و ۶-۱۰-۶ به دست می‌آید.

۶-۱۰-۷- ضریب پستی و بلندی زمین C_t

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



پرتوگاه یا سینه کش

تپه دو بعدی یا سه بعدی

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

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

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

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

۹

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

$= C_g$ ضریب اثر تندباد (از بند ۱۰-۸-۱)

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

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

α = ضریب تاثیر کاهش سرعت در ارتفاع

z = ارتفاع نقطه مورد نظر از تراز سطح برآمدگی

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

حداکثر مقدار $\frac{H_h}{L_h}$ برابر ۵٪ اختیار شده و جهت باد همواره در جهت حداکثر شیب (مطابق شکل ۱۱-۱۰-۶) فرض

میشود.

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

K		α	ΔS_{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 دو بعدی
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 ارتفاع بیش از ۲۰ متر

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

۶-۱۰-۸-۱- ضریب اثر تندباد C_g و C_{gi}

ضریب اثر تندباد 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 درنظر گرفته می‌شود. 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 بدن و بام آن و مساحت منافذ بدن ساختمان از رابطه ۶-۱۰-۸ قابل محاسبه است.

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_0}{6950A}}} \quad (6-10-8)$$

که در آن

V_0 = حجم داخلی ساختمان بر حسب متر مکعب و

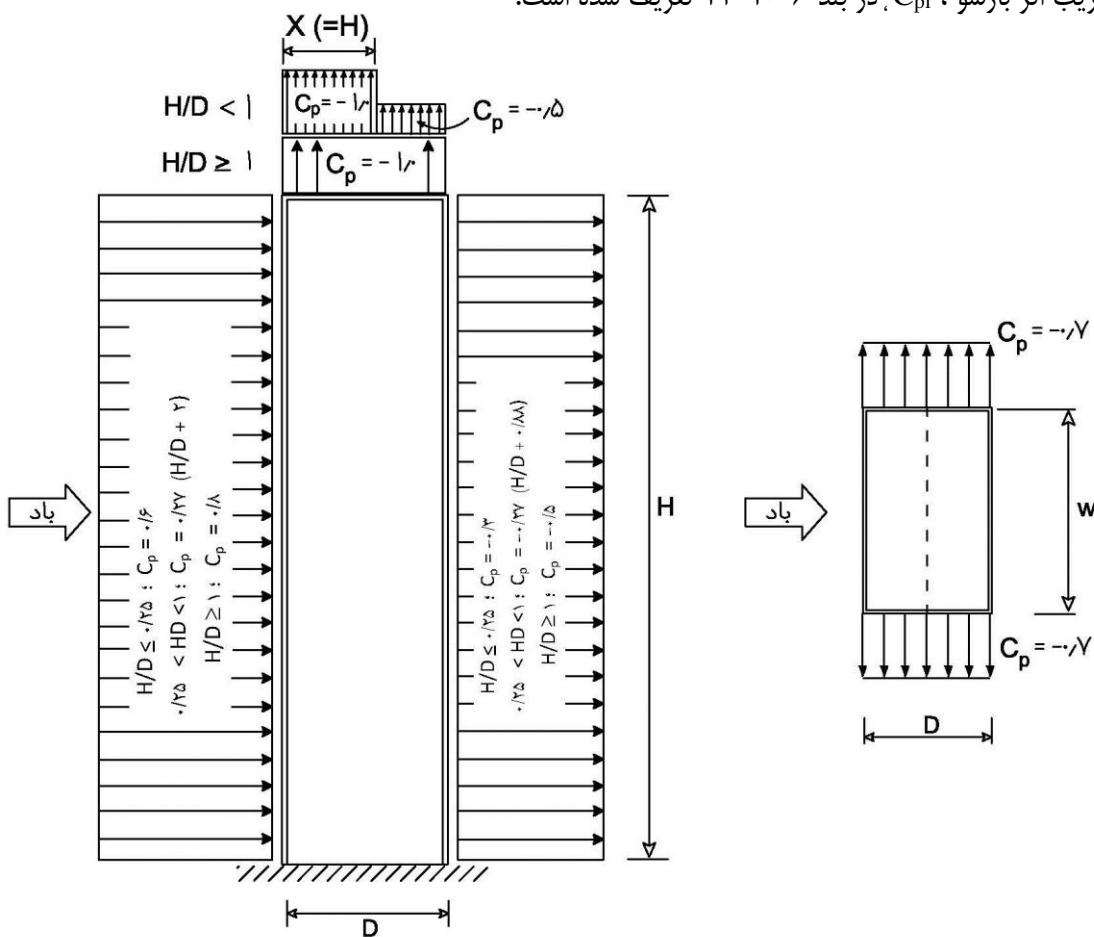
A = مساحت کل منافذ و بازشوهای بدن خارجی ساختمان بر حسب متر مربع است.

۶-۱۰-۲- خصیب فشار خارجی C_p^* و C_p

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

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

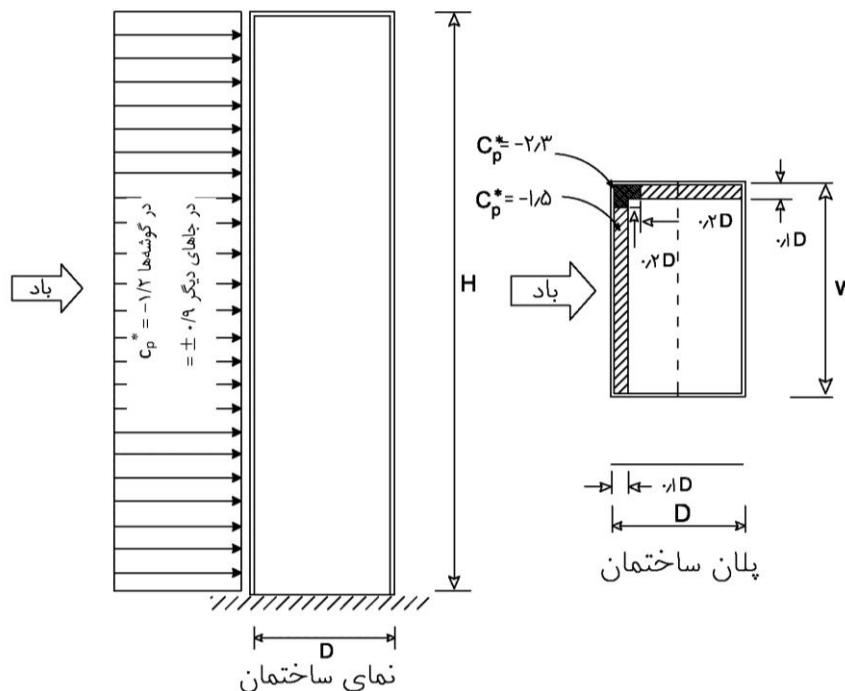
خصیب اثر بازشو، C_{pi} در بند ۱۱-۶ تعریف شده است.



شکل ۶-۱۰-۲- خصیب فشار C_p برای بارگذاری سازه برابر اصلی

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۶

- ۱- D و W به ترتیب ابعاد پلان ساختمان در راستای جهت باد و عمود بر آن، در سطح زمین است.
- ۲- خصیب C_p نشان داده شده در سمت رویه 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 D /می باشد.
- ۲- در بامها و در محل برخورد دو نوار عمود بر هم کناری، ضریب C_p^* برابر $-2/3$ میباشد اما چنانچه جان پناه بام نهایی بیش از یک متر ارتفاع داشته باشد، ضریب C_p^* برابر -2 میباشد.
- 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 پیش‌بینی شده باشد، (عنصر باربر نما و یا حتی عنصر معماری) ضریب C_p^* در گوشها به $-1/4$ افزایش یافته و عرض نوار بارگذاری شده نیز از $D/10$ به $D/20$ افزایش می یابد.
- ۴- ضریب C_p^* فقط در نواری به عرض $D/1$ و روی اجزاء نما و اتصالات آن به کارمی رود . برای طراحی اجزاء نما و اتصالات آن در سایر نواحی، ضریب C_p^* باید مورد استفاده قرار گیرد.
- ۵- مقدار C_p^* برای ساختمانهای با بام پله ای تخت در بند ۶-۱۰-۶ تعریف شده است.

۶-۱۰-۹- ضرایب اثر تنبداد 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 حاصل ضرب ضرایب فشار و تنبداد ($C_g C_p$) در شکل‌های شماره ۶-۱۰-۶ تا ۶-۱۰-۴ داده شده است. در صورت استفاده از این بند، ضرایب 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 است.

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

۶-۱۰-۹-۱- ضرایب ترکیبی C_gC_p روی سازه باربر اصلی

ضرایب ترکیبی بیشینه C_gC_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_gC_p روی اجزاء پوششی نما و دیوارها

ضرائب ترکیبی بیشینه C_gC_p برای محاسبه فشار یا مکش جزئی روی اجزاء پوششی نما و دیوارها (بدون توجه به زاویه شبیب بام) در شکل ۶-۱۰-۵ داده شده است.

۶-۱۰-۹-۳- ضرایب ترکیبی C_gC_p روی اجزاء پوششی بام

ضرائب ترکیبی بیشینه C_gC_p برای محاسبه فشاریا مکش جزئی روی اجزاء پوششی بام به شرح ذیل داده شده است:

الف - زاویه شبیب بام کمتر از 7° ، شکل ۶-۱۰-۶

ب - بام با شبیب دو طرفه یا چهار طرفه و زاویه شبیب بام بیش از 7° ، شکل ۷-۱۰-۶

پ - بام ساختمانهای صنعتی دندانهای، با شبیب دو طرفه بام بیش از 10° ، شکل ۸-۱۰-۶

ت - بام ساختمانهای شبیدار یکطرفه با شبیب بام بین 3° تا 30° شکل ، ۶-۱۰-۹

ث - بام ساختمانهای دندانهای با شبیب یکطرفه بام بین 10° تا 30° در شکل ۶-۱۰-۱۰ داده شده است.

ضرایب مثبت C_pC_g به معنای نیروهای روبه سطح (فشار) و منفی به معنای نیروهای خارج از سطح (مکش) است. کلیه

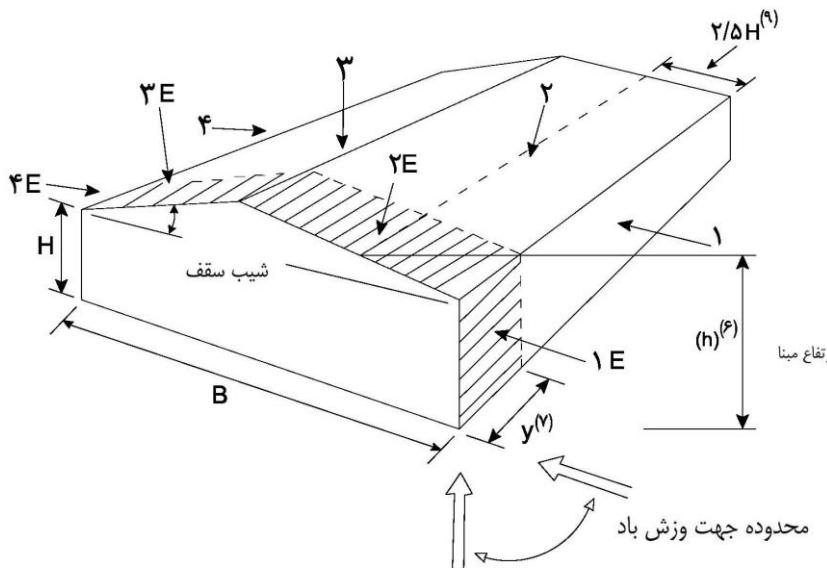
اجزاء پوششی و نما باید برای هر دو حالت فشار و مکش طراحی شوند.

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

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

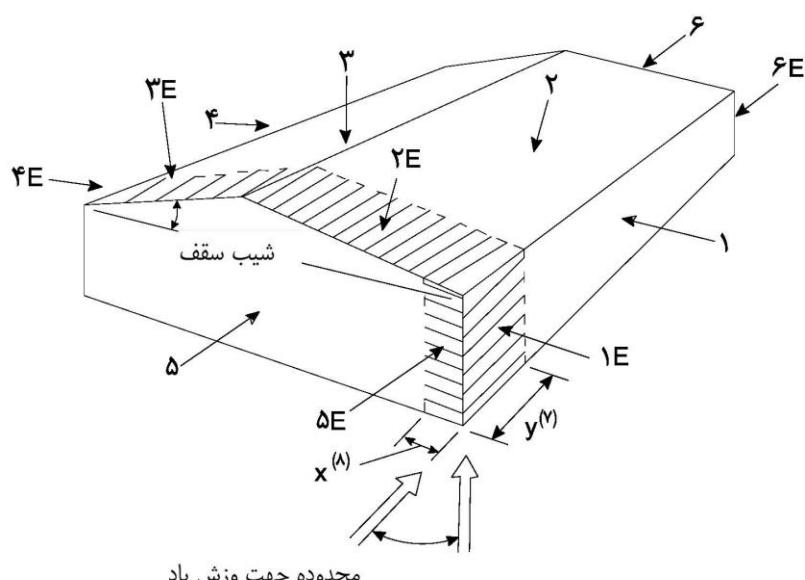
عرض نوارهای کناری ساختمان در همه حالات برابر با کمترین مقدار ۱۰ درصد کوچکترین بعد افقی ساختمان در پلان و یا ۴۰ درصد ارتفاع پاشیب (H) منظور می‌شود. این عرض در هر حال نباید کمتر از ۴٪ کوچکترین بعد افقی ساختمان

یا یک متر اختیار شود.



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

حالت الف - جهت باد همسو با شیب سقف



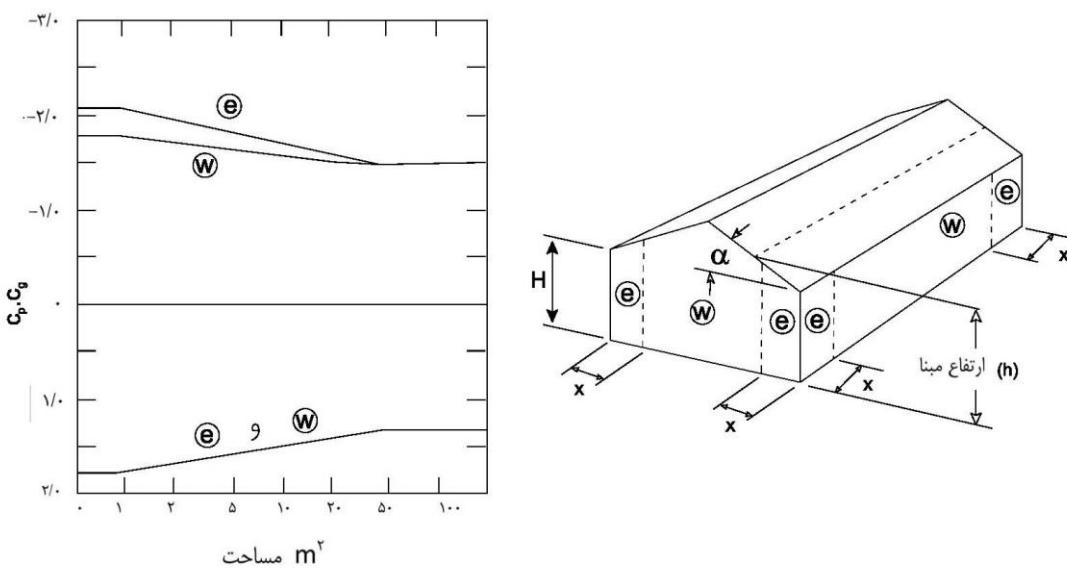
بدنه ساختمان													شیب سقف
$6E$	6	$5E$	5	$4E$	4	$3E$	3	$2E$	2	$1E$	1		
$-0/8$	$-0/55$	$1/15$	$0/75$	$-0/9$	$-0/85$	$-1/0$	$-0/7$	$-2/0$	$-1/3$	$-0/9$	$-0/85$	90° تا 0°	

حالت ب - جهت باد عمود بر شیب سقف

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

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۴

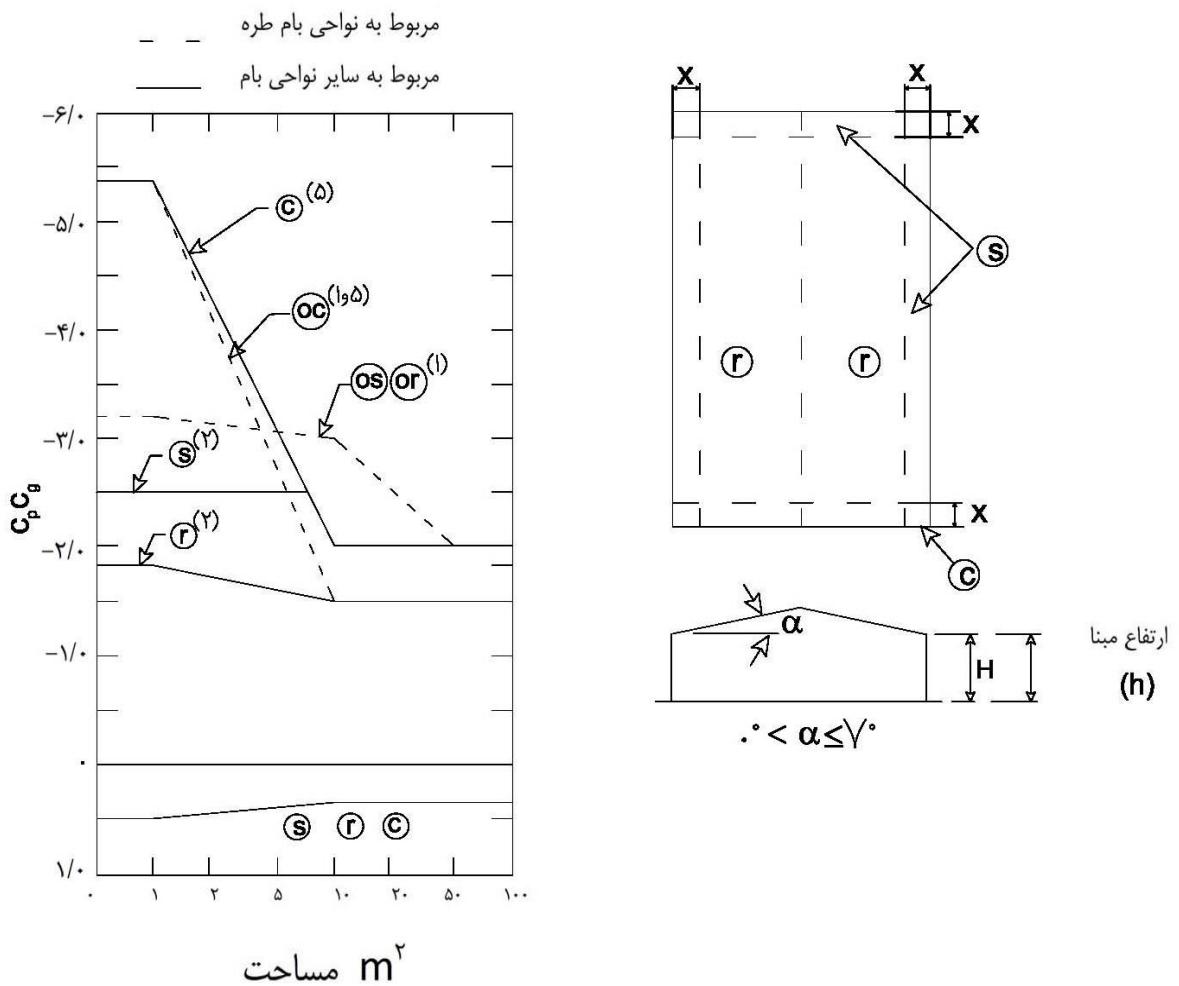
- ۱- حالات بارگذاری الف و ب، به ترتیب جهت وزش باد، همسوی با شب بام و عمود برآنرا نشان میدهد. ضرایب $C_p C_g$ در جداول مربوطه، میزان فشار (یا مکش) را روی کلیه وجود ساختمان و بام و همینطور فشارهای (یا مکش‌های) اضافی موضعی در نوارکناری دیوارها و بام را تعیین می‌کند.
- ۲- ساختمان باید برای هریک از دو امتداد اصلی بارگذاری و در هردوجهت 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 شب 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 (فسار) و منفی به معنای نیروهای خارج از سطح (مکش) می‌باشد.
- ۵- در طراحی پی ساختمانها (بجز طراحی میل مهار اتصال قابها به پی) کافیست ۷۰٪ نیروی مربوط به باد منظور شود.
- ۶- برای محاسبه C_e ، ارتفاع مبنای بام (h) متوسط ارتفاع پاشیب (H) و ارتفاع حداکثریام بوده و باید حداقل ۶ متر منظور شود. در بامهای با شب کمتر از 7° ، 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)، هرکدام 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 10° درصد کوچکترین بعد افقی ساختمان درپلان، یا 40° درصد ارتفاع پاشیب (H) منظور می‌شود. این عرض در هر حال نباید کمتر از 40° درصد کوچکترین بعد افقی ساختمان یا یک متر اختیار شود.
- ۹- در بارگذاری حالت الف، چنانچه نسبت پهناهی ساختمان در جهت باد (B) به ارتفاع ساختمان (H) بیش از ۵ باشد، فشار (یا مکش) نواحی ۲ و $2E$ در عرضی از بام به مقدار $H/5$ اعمال شده و در بقیه سطوح بام ضرایب فشار (مکش) مربوط به ناحیه ۳ و $3E$ اختیار خواهد شد.



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

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۶

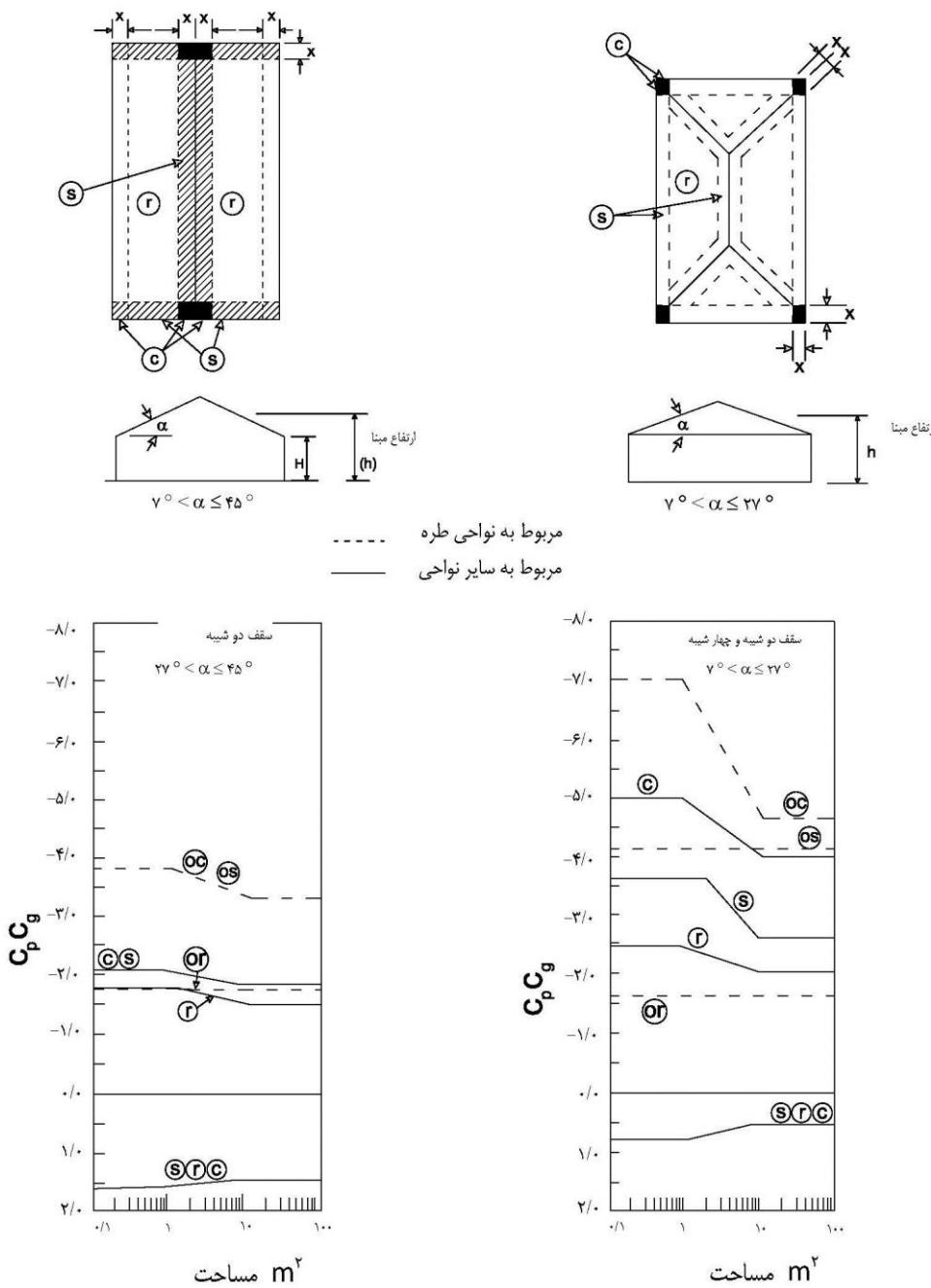
- ۱- ضرایب $C_p C_g$ این شکل را برای هر زاویه شبیب بام میتوان استفاده کرد.
- ۲- محور افقی نمایانگر مقدار سطحی از دیوار یا پوشش نما است که برای طراحی انتخاب میشود.
- ۳- ضرایب $C_p C_g$ برای ترکیبات خاصی از اجزاء معماری در نما میتواند متفاوت با مقادیر این شکل باشد. چنانچه تیغه‌های قائم معماری به عمق بیش از یک متر (به عنوان عنصر باربر نما و یا عنصر معماری) روی نمای ساختمان قرار گرفته باشد، ضریب $C_p C_g$ به ۲/۸ 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° - با یا بدون طره)

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۶

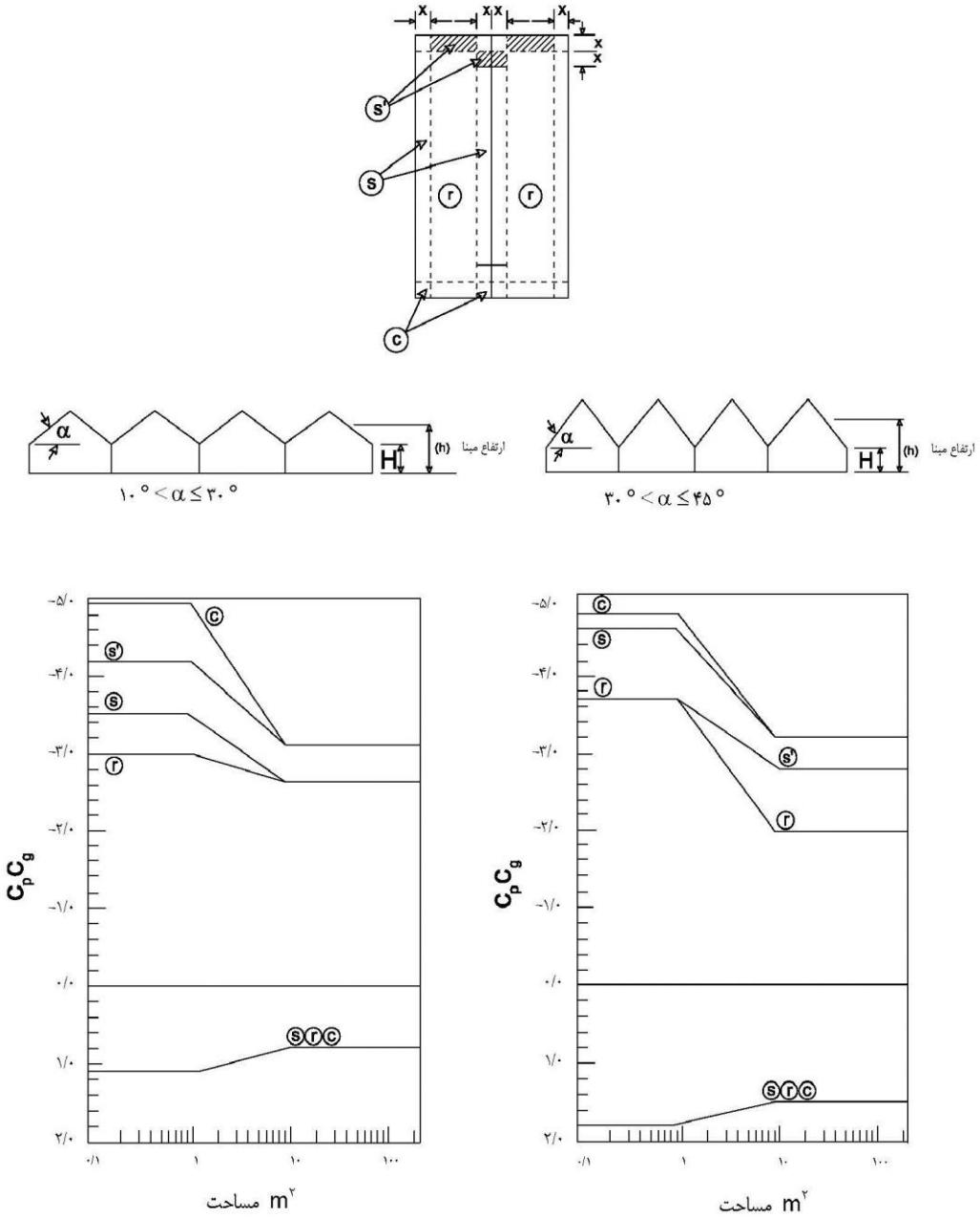
- ضرایب $C_p C_g$ برای بخش‌های طره پوشش بام با پیشووند "O" در شکل مشخص شده‌اند و شامل مجموع فشار (و مکش) از زیر و روی بام هستند. (دیوارها در این حالت با لبه بام هم سطح نبوده و پوشش طره مشرف بر دیوارهای خارجی می‌باشد)
- مقادیر ضریب شده برای نواحی r و S ، شامل هر دو حالت بامها و سایه بانها (فضای بدون دیوار پیرامونی) می‌شوند.
- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.
- 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.
- چنانچه در لبه بام، دست انداز به ارتفاع حداقل یک متريش بینی شده باشد، ضریب $C_p C_g$ در گوش‌های بام (ناحیه C) از $5/4$ - به $4/4$ - تقلیل پیدا می‌کند.



شکل ۶-۱۰-۷- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی C_pC_g برای طراحی پوششها و اجزاء بام
(بامهای دوشیبه یا چهارشیبه با زاویه شیب بیش از 7°)

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۷

- ضرایب C_pC_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.
- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.
- ضرایب C_pC_g در نوار لبه بامها (S)، در محل تارک و یالهای بام نیز اعمال می‌شوند.

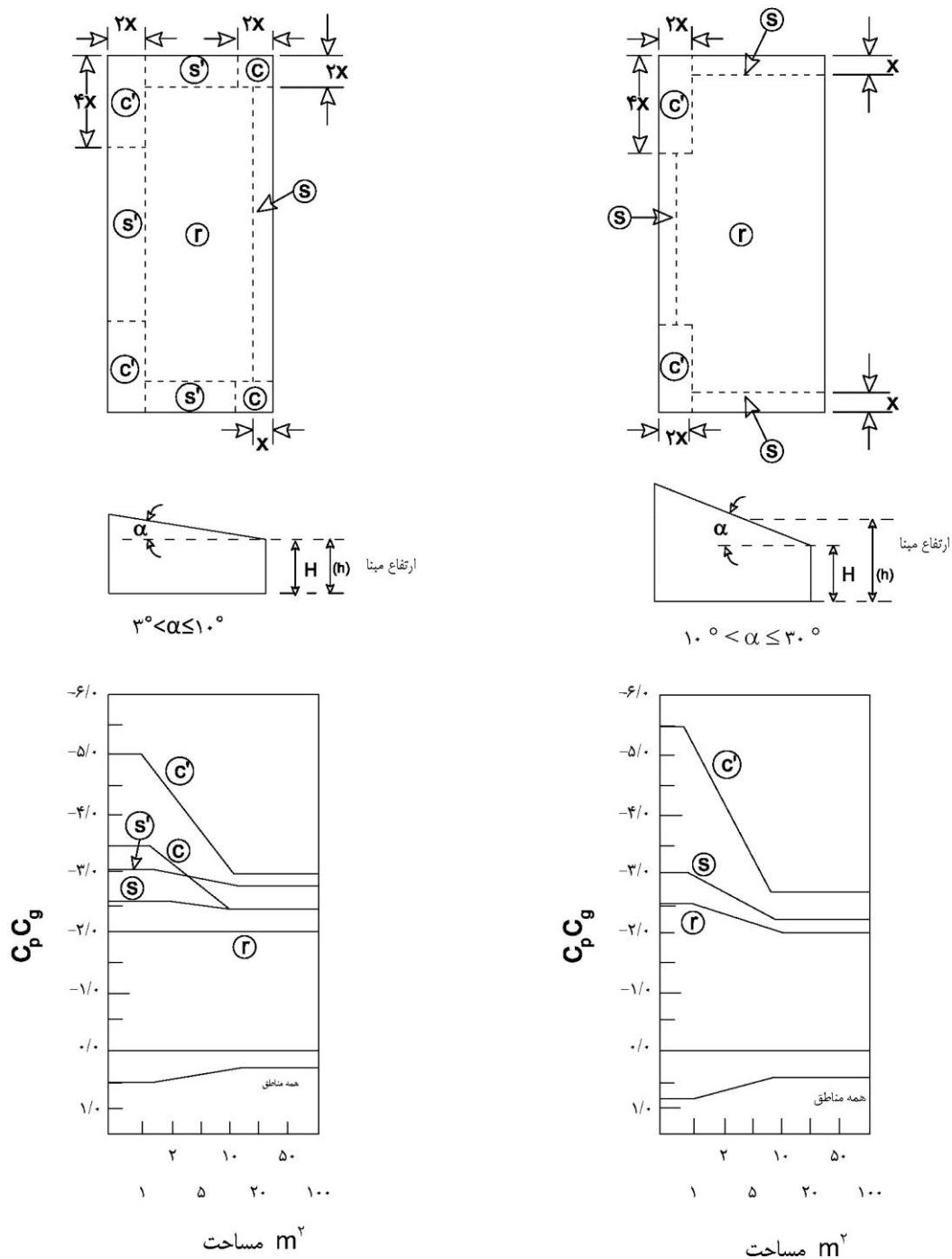


شکل ۶-۱۰-۸- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی C_p C_g برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام

(بامهای دندانه‌ای با شیب بیشتر از 10°)

یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۸

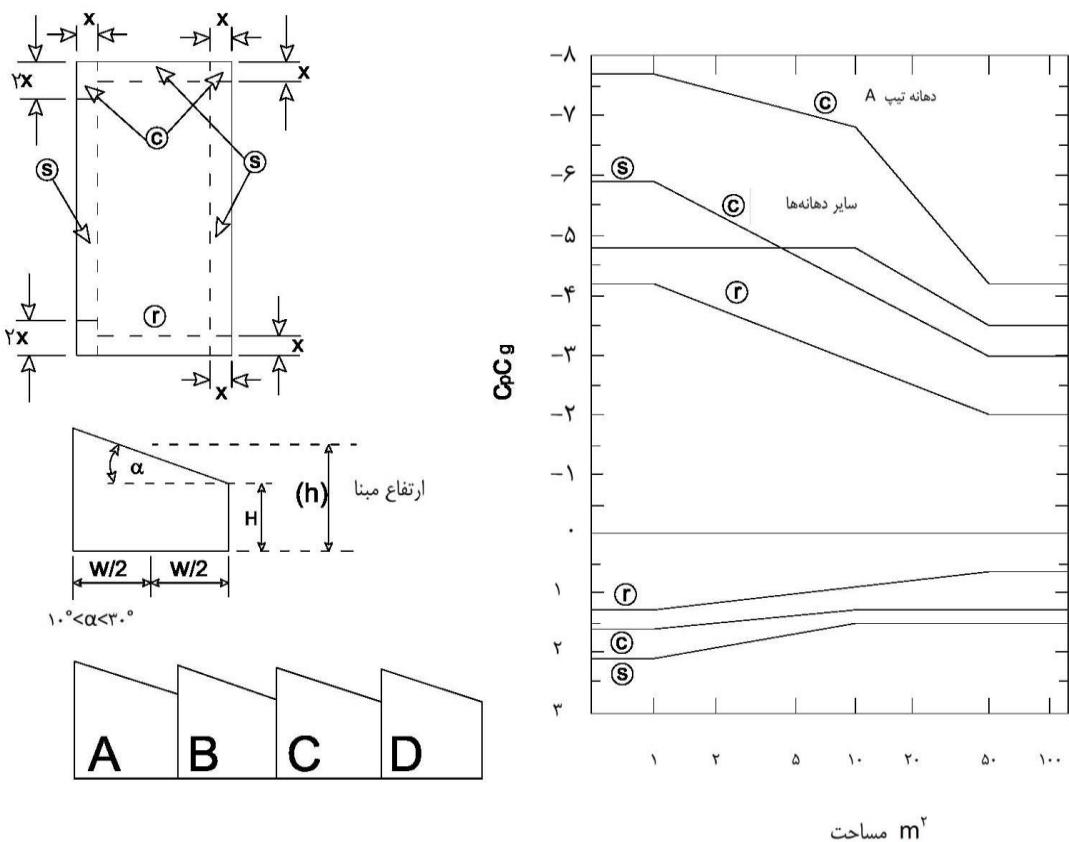
- ۱- برای استفاده از این شکل ، ساختمان باید حداقل از دو دهانه قاب تشکیل شود.
- ۲- چنانچه شیب بام کمتر از 10° باشد، باید از جدول شکل ۶-۱۰-۶ استفاده کرد.
- ۳- پلان و نواحی نشانه گذاری شده مربوط به یک دهانه از پوشش دندانه‌دار است.
- ۴- محور افقی، نمایانگر مساحتی از بام است که برای طراحی انتخاب می‌شود.



شکل ۶-۱۰-۹- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی 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 شیبه‌های کمتر از 3° از شکل ۶-۱۰-۶ استفاده شود.



شکل ۶-۱۰-۶-۱- ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام‌های دندانه‌ای یکطرفه

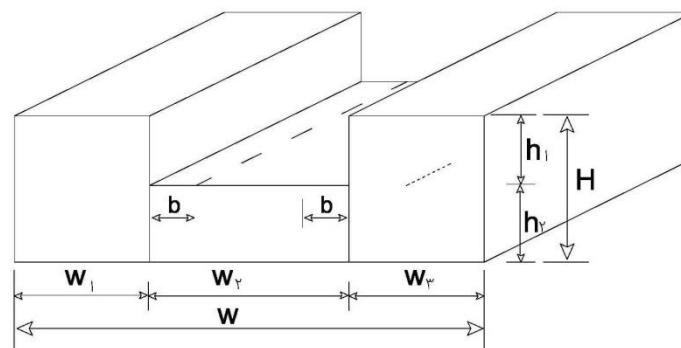
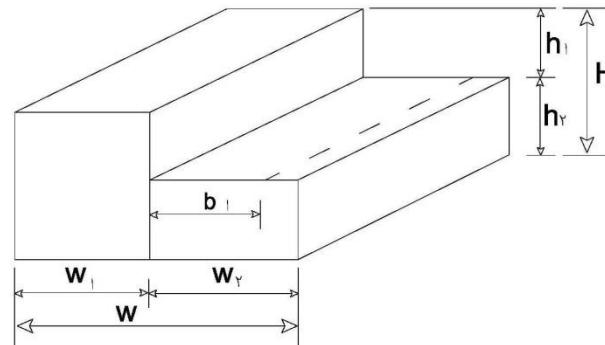
یادداشت‌های مربوط به شکل ۶-۱۰-۶

- 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° از شکل ۶-۱۰-۶ استفاده شود.

۶-۱۰-۶-۲- ضریب اثر تنبداد 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 بزرگتر از $h_1 H^{1/3}$ باشد، ضرایب $C_p C_g$ (بند ۶-۱۰-۶) که برای بوده و W_3 یا W_2 و W_1 بزرگتر از $W/25$ بوده و کوچکتر از $W/75$ باشد، ضرایب $C_p C_g$ را 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 ۶-۱۰-۶ (بامها) محاسبه خواهد شد. تنها، در نواری به عرض b روی بام پایینتر، مقادیر فشار مثبت با استفاده از ضریب مربوط به دیوارها در شکل ۶-۱۰-۵ محاسبه می‌شود. عرض b معادل $h_1/5$ بوده اما از 3° متر تجاوز نمی‌کند.

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



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

۶-۱۰-۱۱- ضریب اثر بازشو C_{pi}

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

ضریب اثر بازشو، C_{pi} ، متناسب با هوابندی ساختمان و مقدار بازشوهای بدنه آن، درسه گروه ذیل دسته بندی می‌شود.
گروه ۱: ساختمانهای بدون بازشوهای بزرگ و قابل توجه، ساختمانهای با نسبت ابعادی بزرگتر از واحد که اسماً هوابندی شده‌اند و تهویه هوا از طرق مکانیکی صورت می‌گیرد و یا مجموعه بازشوهای کوچک بدنه و بام ساختمان کمتر از ۰/۱ درصد مساحت کل بدنه ساختمان باشد.

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

گروه ۲: ساختمانهایی که بازشوهای آنها هنگام طوفان شکسته یا باز نخواهند شد، ساختمانهای با پنجره‌های معمولی

قابل بازشو

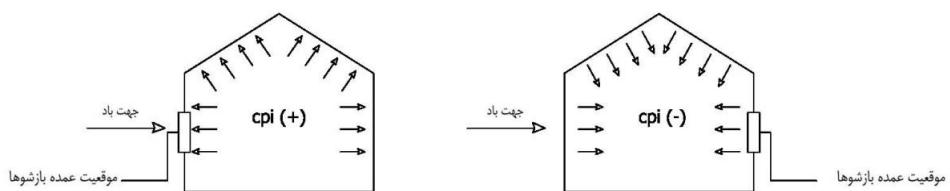
در این حالت $C_{pi} = -0.45$ تا -0.3 میباشد.

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، سرپوشیده‌های سه طرف بسته و همچنین ساختمانهایی که باید بعد از طوفان عملکرد آنها حفظ شود.

در این حالت $C_{pi} = -0.7$ تا -0.4 اختیار خواهد شد.

در طراحی سازه‌ای اکثر ساختمانها، کافیست مقادیر حدی ضربی بازشو گروه مربوطه به طور جداگانه در نظر گرفته شود. برای انتخاب حالت فشار یا مکش، با توجه به جهت باد و موقعیت بازشوهای عمدۀ میتوان از شکل ۱۰-۱۲ استفاده کرد.

فشارهای داخلی میتوانند تحت تأثیر تهويه مکانيکي و اثر "دوکش" در اثر تفاضل درجه حرارت بیرون و داخل ايجاد شوند. سистемهای تهويه مکانيکي در بهره برداری معمولی ايجاد فشاری کمتر از 100 کيلونيوتون بر متر مربع ايجاد میکنند. در صوريكه اثر "دوکش" به سبب اختلاف دماي 40 درجه سلسیوس میتواند 200 کيلونيوتون بر متر مربع در هر 100 متر ارتفاع ساختمان فشار ايجاد کند.



شکل ۶-۱۰-۱۲- ضربی اثر بازشو C_{pi}

۶-۱۰-۱۲- ضربی هم راستایی باد C_d

ضریب هم راستایی باد به منظور در نظر گرفتن احتمال هم راستایی جهت باد، ساختمان و ضربی فشار مربوط در همان

جهت باد پیشبيينی شده است. بجز در ساختمانها و حالات زير، ضربی هم راستایي C_d برابر با 0.85 اختیار میشود.

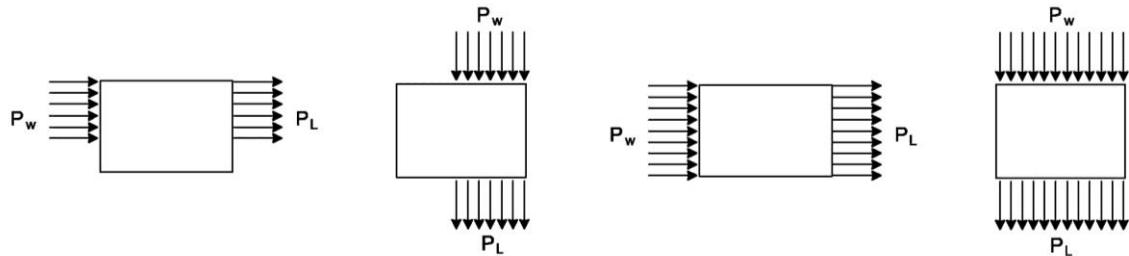
۱-دوکشها، منابع و ساختمانهای مشابه با مقطع مربع $C_d=0.95$ ، با مقطع دایره یا هشت ضلعی

۲-پایه‌های انتقال نیرو(برجهای خرپایی) با مقطع مثلث، مربع و مستطیل $C_d=0.85$ ، با سایر مقاطع

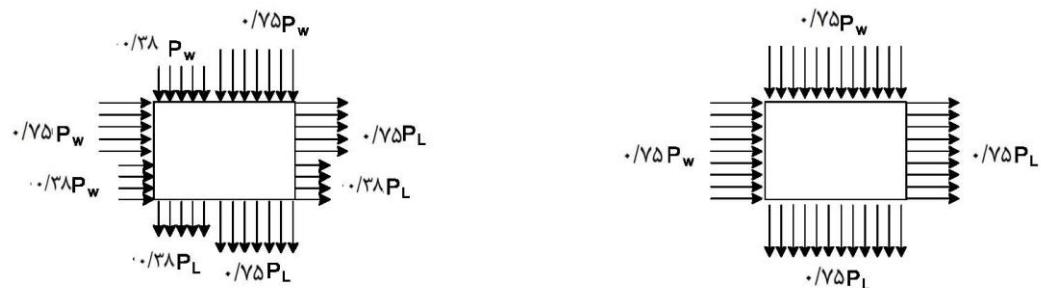
۶-۱۰-۱۳- بارگذاری‌های بخشی وارد بر سازه باربر اصلی

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 دوچهته در برخی از اعضاء سازه‌ای تولید تلاشهایی در چند جهت کند.

در مورد ساختمانهایی که طبق ضوابط بند ۹-۱۰-۶ بارگذاری شده‌اند، بارگذاری بخشی الزامی نیست. در ساختمانهایی که طبق بند ۸-۱۰-۶ محاسبه می‌شود، ترکیبات بارگذاری الف تا ت در شکل ۱۰-۶ باید در تحلیل و طراحی اجزاء سازه‌ای منظور شوند.



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 حداقل

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

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

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

۶-۱۰-۱- 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 تعییه 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.

۶-۱۰-۲- 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 نسیی ساختمانها در ترکیب بار ۱ بند ۶-۵-۲-۶، 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 $8/0$ سرعت مبنای باد (بند ۶-۱۰-۶) استفاده نمود.

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

جدول ۱-۱۰-۶- سرعت مبنای باد

(q) فشار مبنای کیلونیوتون بر مترمربع	سرعت مبنای باد (V) کیلومتربر ساعت	نام ایستگاه	ردیف	(q) فشار مبنای کیلونیوتون بر مترمربع	سرعت مبنای باد (V) کیلومتربر ساعت	نام ایستگاه	ردیف
۰/۶۸	۱۲۰	بافق	۴۱	۰/۳۸	۹۰	آب بز	۱
۰/۵۷	۱۱۰	بانه	۴۲	۰/۳۸	۹۰	آبادان	۲
۰/۹۳	۱۴۰	یخنورد	۴۳	۰/۶۸	۱۲۰	آباده	۳
۰/۳۰	۸۰	برازجان	۴۴	۰/۵۷	۱۱۰	آبدانان	۴
۰/۵۷	۱۱۰	بروجرد	۴۵	۰/۶۸	۱۲۰	آجلی	۵
۰/۳۸	۹۰	بروجن	۴۶	۰/۸۰	۱۳۰	آستارا	۶
۰/۵۷	۱۱۰	بستان	۴۷	۰/۲۰	۸۰	آشتیان	۷
۰/۴۷	۱۰۰	بستان آباد	۴۸	۰/۴۷	۱۰۰	آگاهاری	۸
۰/۳۰	۸۰	بشرویه	۴۹	۰/۴۷	۱۰۰	آلاشت	۹
۰/۳۰	۸۰	بلده	۵۰	۰/۵۷	۱۱۰	آمل	۱۰
۰/۵۷	۱۱۰	بم	۵۱	۰/۴۷	۱۰۰	آوج	۱۱
۰/۳۰	۸۰	بناب	۵۲	۰/۴۷	۱۰۰	ابرکوه	۱۲
۰/۴۷	۱۰۰	بندر امیرآباد	۵۳	۰/۴۷	۱۰۰	اراک	۱۳
۰/۶۸	۱۲۰	بندر انزلی	۵۴	۰/۹۳	۱۴۰	اردبیل	۱۴
۰/۳۸	۹۰	بندر ترکمن	۵۵	۰/۵۷	۱۱۰	اردستان	۱۵
۰/۳۸	۹۰	بندر دیر	۵۶	۰/۶۸	۱۲۰	اردل	۱۶
۰/۳۰	۸۰	بندر دیلم	۵۷	۰/۲۰	۸۰	ارسنجان	۱۷
۰/۳۸	۹۰	بندر لنگه	۵۸	۰/۴۷	۱۰۰	ارومیه	۱۸
۰/۴۷	۱۰۰	بندر ماه شهر	۵۹	۰/۴۷	۱۰۰	ازنا	۱۹
۰/۴۷	۱۰۰	بندر عباس	۶۰	۰/۳۸	۹۰	استهبان	۲۰
۰/۶۸	۱۲۰	بهاباد	۶۱	۰/۳۸	۹۰	اسفراین	۲۱
۰/۳۸	۹۰	بهبهان	۶۲	۰/۳۸	۹۰	اسلام آباد غرب	۲۲
۰/۵۷	۱۱۰	بووات	۶۳	۰/۴۷	۱۰۰	اشنوه	۲۳
۰/۴۷	۱۰۰	بوشهر (فروندگاه)	۶۴	۰/۵۷	۱۱۰	اصفهان	۲۴
۰/۶۸	۱۲۰	بوشهر (ساحلی)	۶۵	۰/۸۰	۱۳۰	اقلید	۲۵
۰/۳۸	۹۰	بوکان	۶۶	۰/۴۷	۱۰۰	الشتر	۲۶
۰/۳۸	۹۰	بوئین زهرا	۶۷	۰/۵۷	۱۱۰	الیگودرز	۲۷
۰/۳۸	۹۰	بیارجمند	۶۸	۰/۶۸	۱۲۰	امیدیه (شهر)	۲۸
۰/۵۷	۱۱۰	بیجار	۶۹	۰/۸۰	۱۳۰	امیدیه (فروندگاه)	۲۹
۰/۳۸	۹۰	بیرجند	۷۰	۰/۴۷	۱۰۰	اتار	۳۰
۰/۳۸	۹۰	بیله سوار	۷۱	۰/۶۸	۱۲۰	اهر	۳۱
۰/۴۷	۱۰۰	پارس آباد	۷۲	۰/۵۷	۱۱۰	اهواز	۳۲
۰/۳۸	۹۰	پارسیان	۷۳	۰/۲۰	۸۰	ایذه	۳۳
۰/۳۸	۹۰	پل دختر	۷۴	۰/۶۸	۱۲۰	ایرانشهر	۳۴
۰/۳۸	۹۰	پل سفید	۷۵	۰/۳۸	۹۰	ایزدخواست	۳۵
۰/۵۷	۱۱۰	پیرانشهر	۷۶	۰/۴۷	۱۰۰	ایلام	۳۶
۰/۶۸	۱۲۰	تازه آباد (کرمانشاه)	۷۷	۰/۵۷	۱۱۰	ایمان آباد (جنوب خرم آباد)	۳۷
۰/۵۷	۱۱۰	تاكستان	۷۸	۰/۵۷	۱۱۰	ایوان	۳۸
۰/۸۰	۱۳۰	تالش	۷۹	۰/۴۷	۱۰۰	بابلسر	۳۹
۰/۵۷	۱۱۰	تبریز	۸۰	۰/۵۷	۱۱۰	یافت	۴۰

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

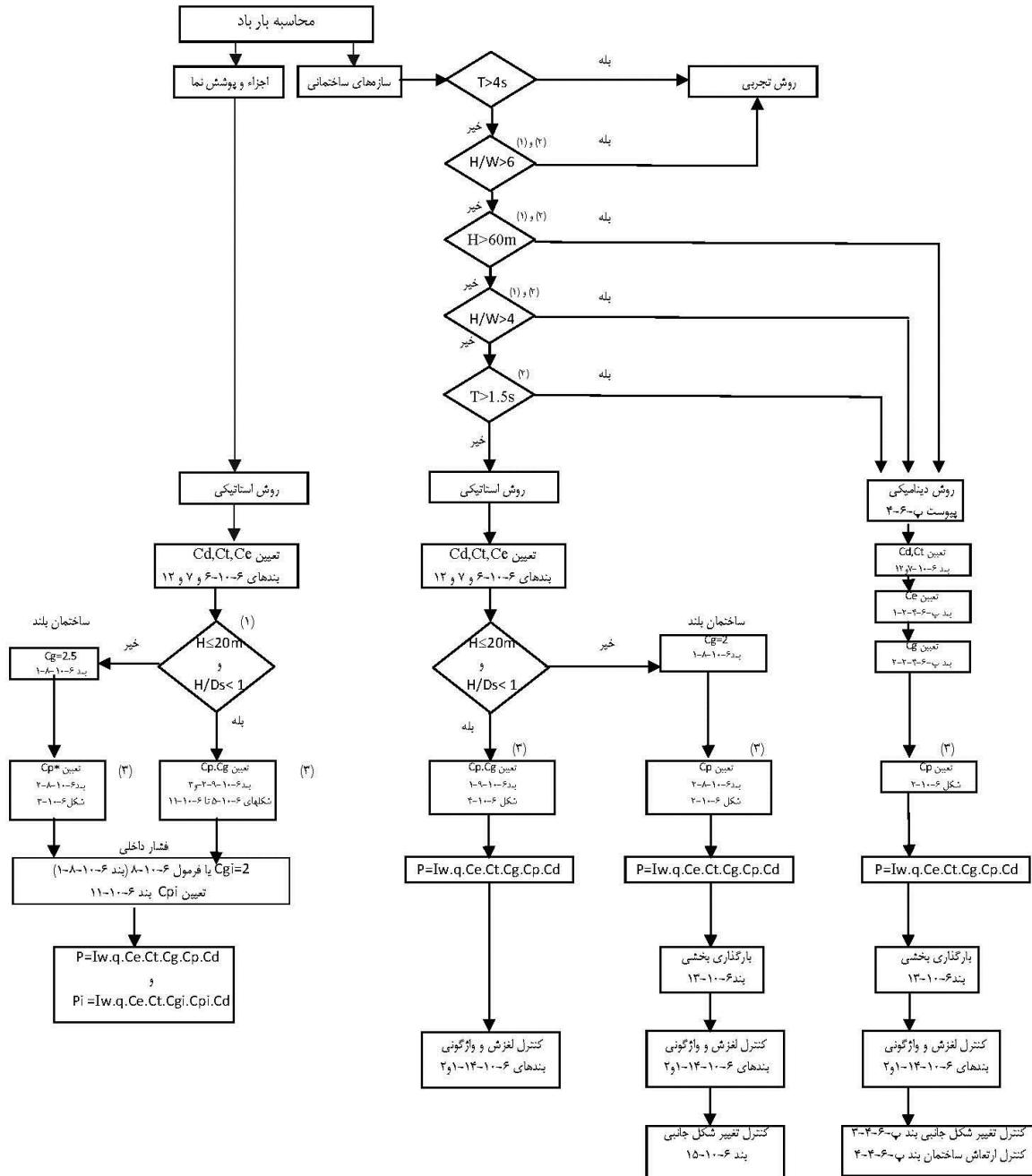
(q) فشار مبنای کیلونیوتون بر مترمربع	سرعت مبنای باد (V) کیلومتربر ساعت	نام ایستگاه	ردیف	(q) فشار مبنای کیلونیوتون بر مترمربع	سرعت مبنای باد (V) کیلومتربر ساعت	نام ایستگاه	ردیف
۰/۵۷	۱۱۰	داراب	۱۲۱	۰/۳۰	۸۰	تحت جمشید	۸۱

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V)	(q) فشار مینا	سرعت مبنای باد (V)	نام ایستگاه	ردیف	تربت جام	۸۲
۸۳	تربت حیدریه	۹۰		۹۰	تربت جام	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۸۴	تفرش	۸۰		۸۰	تفرش	۸۰	۰/۳۰	۰/۳۸
۸۵	تکاب	۱۰۰		۹۰	تکاب	۹۰	۰/۳۸	۰/۴۷
۸۶	تهران	۱۰۰		۱۰۰	تهران	۱۰۰	۰/۴۷	۰/۵۷
۸۷	توبیسرکان	۹۰		۹۰	توبیسرکان	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۸۸	جامرم	۱۱۰		۱۱۰	جامرم	۱۱۰	۰/۵۷	۰/۴۷
۸۹	جاسک	۱۰۰		۱۰۰	جاسک	۱۰۰	۰/۴۷	۰/۳۰
۹۰	جزیره ابوموسی	۸۰		۸۰	جزیره ابوموسی	۸۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۹۱	جزیره سیری	۱۰۰		۱۰۰	جزیره سیری	۱۰۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۹۲	جزیره قشم	۱۰۰		۱۰۰	جزیره قشم	۱۰۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۹۳	جزیره کیش	۱۰۰		۱۰۰	جزیره کیش	۱۰۰	۰/۴۷	۰/۵۷
۹۴	جزیره لاوان	۹۰		۹۰	جزیره لاوان	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۹۵	جلفا	۱۱۰		۱۱۰	جلفا	۱۱۰	۰/۵۷	۰/۴۷
۹۶	جم	۸۰		۸۰	جم	۸۰	۰/۳۰	۰/۳۰
۹۷	جهرم	۸۰		۸۰	جهرم	۸۰	۰/۳۰	۰/۳۰
۹۸	جوانرود	۹۰		۹۰	جوانرود	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۹۹	جیرفت	۱۱۰		۱۱۰	جیرفت	۱۱۰	۰/۵۷	۰/۵۷
۱۰۰	جیرنده	۱۱۰		۱۱۰	جیرنده	۱۱۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۱۰۱	چالبهار	۹۰		۹۰	چالبهار	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۰۲	چالدران	۹۰		۹۰	چالدران	۹۰	۰/۳۰	۰/۳۰
۱۰۳	چوپانان	۸۰		۸۰	چوپانان	۸۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۱۰۴	چیتگر	۱۰۰		۱۰۰	چیتگر	۱۰۰	۰/۳۰	۰/۳۰
۱۰۵	حاجی آباد (خراسان جنوبی)	۱۱۰		۱۱۰	حاجی آباد (خراسان جنوبی)	۱۱۰	۰/۵۷	۰/۵۷
۱۰۶	حاجی آباد (هرمزگان)	۱۱۰		۱۱۰	حاجی آباد (هرمزگان)	۱۱۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۱۰۷	حسینیه	۱۰۰		۱۰۰	حسینیه	۱۰۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۰۸	خاش	۹۰		۹۰	خاش	۹۰	۰/۵۷	۰/۵۷
۱۰۹	خدابنده	۱۱۰		۱۱۰	خدابنده	۱۱۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۱۰	خرم آباد	۹۰		۹۰	خرم آباد	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۱۱	خرم دزه	۹۰		۹۰	خرم دزه	۹۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۱۲	خلخال	۹۰		۹۰	خلخال	۹۰	۰/۳۰	۰/۳۰
۱۱۳	خمین	۸۰		۸۰	خمین	۸۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۱۱۴	خنداب	۱۰۰		۱۰۰	خنداب	۱۰۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۱۵	خوف	۹۰		۹۰	خوف	۹۰	۰/۵۷	۰/۵۷
۱۱۶	خوانسار	۱۱۰		۱۱۰	خوانسار	۱۱۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۱۱۷	خور بیرون	۱۳۰		۱۳۰	خور بیرون	۱۳۰	۰/۳۸	۰/۳۸
۱۱۸	خور و بیبانک	۹۰		۹۰	خور و بیبانک	۹۰	۰/۵۷	۰/۵۷
۱۱۹	خوی	۱۱۰		۱۱۰	خوی	۱۱۰	۰/۴۷	۰/۴۷
۱۲۰	خیرآباد(جنوب شرقی بناب)	۱۰۰		۱۰۰	خیرآباد(جنوب شرقی بناب)	۱۰۰	۰/۴۷	۰/۴۷
ادامه جدول ۱-۱۰-۶ سرعت و فشار مبنای باد								

کیلومتربر ساعت	کیلونیوتن بر مترمربع	کیلومتربر ساعت	کیلونیوتن بر مترمربع
۰/۳۸	۹۰	فریدون شهر	۲۰۱
۰/۵۷	۱۱۰	فریمان	۲۰۲
۰/۴۷	۱۰۰	فسا	۲۰۳
۰/۳۰	۸۰	فیروزآباد (فارس)	۲۰۴
۰/۴۷	۱۰۰	فیروزآباد (اردبیل)	۲۰۵
۰/۵۷	۱۱۰	فیروزکوه	۲۰۶
۰/۳۸	۹۰	قائم شهر	۲۰۷
۰/۳۸	۹۰	قائین	۲۰۸
۰/۳۸	۹۰	قراخیل	۲۰۹
۰/۳۸	۹۰	قره ضیالدین	۲۱۰
۰/۴۷	۱۰۰	قروه	۲۱۱
۰/۵۷	۱۱۰	قزوین	۲۱۲
۰/۳۸	۹۰	قصر شیرین	۲۱۳
۰/۴۷	۱۰۰	قم	۲۱۴
۰/۳۸	۹۰	قوچان	۲۱۵
۰/۳۰	۸۰	قیروکارزین	۲۱۶
۰/۳۰	۸۰	کازرون	۲۱۷
۰/۴۷	۱۰۰	کاشان	۲۱۸
۰/۳۰	۸۰	کاشمر	۲۱۹
۰/۳۸	۹۰	کامیاران	۲۲۰
۰/۶۸	۱۲۰	کیبور آباد (اصفهان)	۲۲۱
۰/۳۸	۹۰	کجور	۲۲۲
۰/۵۷	۱۱۰	کرج	۲۲۳
۰/۸۰	۱۳۰	کرمان	۲۲۴
۰/۳۸	۹۰	کرمانشاه	۲۲۵
۰/۴۷	۱۰۰	کلاله (گلستان)	۲۲۶
۰/۶۸	۱۲۰	کلیبر	۲۲۴
۰/۳۰	۸۰	کمیجان	۲۲۸
۰/۴۷	۱۰۰	کنارک (فروودگاه)	۲۲۹
۰/۳۸	۹۰	کنگاور	۲۳۰
۰/۵۷	۱۱۰	کهریز (آذربایجان غربی)	۲۳۱
۰/۴۷	۱۰۰	کهک	۲۳۲
۰/۸۰	۱۳۰	کنهنج	۲۳۳
۰/۸۰	۱۳۰	کوه دشت	۲۳۴
۰/۵۷	۱۱۰	کوهرنگ	۲۳۵
۰/۵۷	۱۱۰	کوهین	۲۳۶
۰/۵۷	۱۱۰	کیاسر	۲۳۷
۰/۴۷	۱۰۰	کیاشهر	۲۳۸
۰/۳۸	۹۰	گاریز (بزد)	۲۳۹
۰/۵۷	۱۱۰	گچساران	۲۴۰
۰/۵۷	۱۱۰	سرارود(کرمانشاه)	۱۶۱
۰/۴۷	۱۰۰	سرavan	۱۶۲
۰/۳۰	۸۰	سرایان (خراسان جنوبی)	۱۶۳
۰/۳۸	۹۰	سرپیشه	۱۶۴
۰/۵۷	۱۱۰	سرخس	۱۶۵
۰/۶۸	۱۲۰	سردشت	۱۶۶
۰/۴۷	۱۰۰	سرعین	۱۶۷
۰/۵۷	۱۱۰	سقز	۱۶۸
۰/۸۰	۱۳۰	سلفچگان	۱۶۹
۰/۵۷	۱۱۰	سلماس	۱۷۰
۰/۳۸	۹۰	سمنان	۱۷۱
۰/۵۷	۱۱۰	سمیرم	۱۷۲
۰/۶۸	۱۲۰	سنقر	۱۷۳
۰/۴۷	۱۰۰	سنندج	۱۷۴
۰/۸۰	۱۳۰	سهند	۱۷۵
۰/۶۸	۱۲۰	سومار	۱۷۶
۰/۴۷	۱۰۰	سی سخت	۱۷۷
۰/۸۰	۱۳۰	سیاه بیشه	۱۷۸
۰/۴۷	۱۰۰	سیرجان	۱۷۹
۰/۴۷	۱۰۰	سیلاخور	۱۸۰
۰/۳۸	۹۰	شادگان	۱۸۱
۰/۴۷	۱۰۰	شازند	۱۸۲
۰/۳۸	۹۰	شاھرود	۱۸۳
۰/۶۸	۱۲۰	شاھین دژ	۱۸۴
۰/۴۷	۱۰۰	شهداد	۱۸۵
۰/۵۷	۱۱۰	شهربیک	۱۸۶
۰/۵۷	۱۱۰	شهرضا	۱۸۷
۰/۳۸	۹۰	شهرکرد	۱۸۸
۰/۵۷	۱۱۰	شهرمیرزاد	۱۸۹
۰/۶۸	۱۲۰	شوستر	۱۹۰
۰/۳۸	۹۰	شیراز	۱۹۱
۰/۵۷	۱۱۰	صفاشهر (فارس)	۱۹۲
۰/۶۸	۱۲۰	صفی آباد(دزفول)	۱۹۳
۰/۶۸	۱۲۰	طلقان	۱۹۴
۰/۴۷	۱۰۰	طبس	۱۹۵
۰/۵۷	۱۱۰	عقدا	۱۹۶
۰/۴۷	۱۰۰	غرق آباد (استان مرکزی)	۱۹۷
۰/۳۰	۸۰	فراسیند	۱۹۸
۰/۳۰	۸۰	فردوس	۱۹۹
۰/۸۰	۱۳۰	فرویدگاه امام خمینی	۲۰۰

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

ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	فشار مبنای (q) کیلونیوتون بر مترمربع	ردیف	نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	فشار مبنای (q) کیلونیوتون بر مترمربع
۲۴۱	گرگان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۷۴	مهران	۱۳۰	۰/۸۰
۲۴۲	گرمسار	۱۱۰	۰/۵۷	۲۷۵	مهریز	۱۰۰	۰/۴۷
۲۴۳	گرمی	۱۰۰	۰/۴۷	۲۷۶	مورچه خورت	۹۰	۰/۲۸
۲۴۴	گل مکان	۱۱۰	۰/۵۷	۲۷۷	میاندوآب	۱۰۰	۰/۴۷
۲۴۵	گلپایگان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۷۸	میانه	۱۰۰	۰/۴۷
۲۴۶	گلوگاه	۱۱۰	۰/۵۷	۲۷۹	صیبد	۱۱۰	۰/۵۷
۲۴۷	گناباد	۹۰	۰/۳۸	۲۸۰	میرجاوه	۸۰	۰/۳۰
۲۴۸	گنبد کاووس	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۱	میمه	۸۰	۰/۳۰
۲۴۹	گیلان غرب	۱۲۰	۰/۶۸	۲۸۲	میناب	۹۰	۰/۳۸
۲۵۰	لار	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۳	نائین	۹۰	۰/۳۸
۲۵۱	لله‌زار (کرمان)	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۴	نجف آباد	۸۰	۰/۳۰
۲۵۲	لامرد	۹۰	۰/۳۸	۲۸۵	نظرن	۱۱۰	۰/۵۷
۲۵۳	لامیجان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۶	نقده	۱۴۰	۰/۹۳
۲۵۴	لدگان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۷	نهاوند	۱۲۰	۰/۶۸
۲۵۵	لومار	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۸	نهندان	۱۰۰	۰/۴۷
۲۵۶	ماسوله	۱۱۰	۰/۵۷	۲۸۹	نورآباد (لرستان)	۱۲۰	۰/۶۸
۲۵۷	ماکو	۱۱۰	۰/۵۷	۲۹۰	نورآباد (ممسمی)	۱۰۰	۰/۴۷
۲۵۸	مانه و سملقان (خراسان شمالی)	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۱	نوشهر	۱۱۰	۰/۵۷
۲۵۹	ماه نشان	۱۱۰	۰/۵۷	۲۹۲	تیر	۱۰۰	۰/۴۷
۲۶۰	محلات	۸۰	۰/۳۰	۲۹۳	نیریز	۸۰	۰/۳۰
۲۶۱	مراغه	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۴	نیشابور	۹۰	۰/۳۸
۲۶۲	مراوه تپه	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۵	نیکشهر	۱۰۰	۰/۴۷
۲۶۳	مرند	۱۰۰	۰/۴۷	۲۹۶	هرات (بزد)	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۴	مروست	۱۰۰	۰/۴۷	۲۹۷	هرسین	۹۰	۰/۳۸
۲۶۵	مریوان	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۸	هریس	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۶	مسجد سلیمان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۹۹	هشتگرد	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۷	مشکین شهر	۱۴۰	۰/۹۳	۳۰۰	همدان	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۸	مشهد	۹۰	۰/۳۸	۳۰۱	هندیجان	۸۰	۰/۳۰
۲۶۹	معلم کلایه	۱۲۰	۰/۶۸	۳۰۲	ورامین	۱۰۰	۰/۴۷
۲۷۰	ملایر	۱۲۰	۰/۶۸	۳۰۳	ورزنه	۱۰۰	۰/۴۷
۲۷۱	ملکان	۹۰	۰/۳۸	۳۰۴	یاسوج	۱۱۰	۰/۵۷
۲۷۲	منجیل	۱۴۰	۰/۹۳	۳۰۵	یزد	۱۱۰	۰/۵۷
۲۷۳	مهاباد	۱۰۰	۰/۴۷				



-۱ H ارتفاع ساختمان و W عرض مؤثر ساختمان مطابق رابطه ۱-۱۰-۶ می‌باشند.

-۲ به توضیحات بند ۶-۱-۰-۴-۴ مراجعه شود.

-۳ برای برخی ساختمانها و سازه‌ها به آشکال پیوست ۶-۴ مراجعه شود.

-۴ استفاده از روش تجربی برای تمامی ساختمان‌ها مجاز و قابل قبول می‌باشد.

شکل ۶-۱۰-۱۴-۱ - 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 "آین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله" باید رعایت گردد.

۲-۱۱-۶ ضوابط کلی

۱-۲-۶ 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.

۲-۲-۶ 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.

۳-۲-۶ ساختمانها و اجزای آنها باید به نحوی طراحی گردند که سختی، شکل پذیری و مقاومت مناسب در آنها تأمین شده باشد. برای تأمین 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.

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

۳-۱۱-۶ ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای

۶-۱-۳-۱ 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.

۶-۲-۳-۱ برای تامین رفتار مناسب ساختمان در برابر زلزله، توصیه می‌شود ملاحظات زیر در معماری ساختمان رعایت گردد:

۶-۲-۳-۱-۱ 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 احتراز شود.

۶-۲-۳-۱-۲ از احداث طره‌های بزرگتر از ۱/۵ متر احتراز شود.

۶-۲-۳-۱-۳ از ایجاد بازشوهای بزرگ و مجاور یکدیگر در دیافراگمهای کف‌ها خودداری شود.

۶-۲-۳-۱-۴ از قرار دادن اجزای ساختمانی، تاسیسات و یا کالاهای سنگین بر روی طره‌ها و عناصر لاغر و دهانه‌های بزرگ پرهیز گردد.

۶-۲-۳-۱-۵ 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.

۶-۲-۳-۱-۶ از ایجاد اختلاف سطح در کف‌ها خودداری شود.

۶-۲-۳-۱-۷ از کاهش و افزایش مساحت زیر بنای طبقات در ارتفاع، به طوری که تغییرات قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود، پرهیز گردد.

۶-۲-۳-۱-۸ برای تامین رفتار مناسب ساختمان در برابر زلزله، توصیه می‌شود ملاحظات زیر در پیکربندی سازه ساختمان رعایت گردد:

۶-۳-۱-۱-۱ عنصری 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.

۶-۳-۱-۱-۲ عنصری 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 کارمی‌کنند در یک صفحه قائم قرار داشته باشند.

۶-۳-۱-۱-۳ عنصر مقاوم در برابر نیروهای افقی ناشی از زلزله به صورتی در نظر گرفته شوند که پیچش 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 ۵ درصد بُعد ساختمان در آن امتداد گردد.

۶-۳-۳-۴ 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.

۶-۳-۳-۵-۶ اجزای غیر سازه‌ای، مانند دیوارهای داخلی و نماها طوری طراحی و اجرا شوند که مزاحمتی برای حرکت اعضا 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.

۶-۳-۳-۶-۶ 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 نایابداری‌های ناشی از زلزله شامل روانگرایی، گسترش جانبی، زمین لغزش، فرونخشست و گسلش ممکن است رفتار لرزه‌ای ساختمان را به مخاطره بیاندازد. برای مقابله با این مخاطرات ضوابط مقرر در آن استاندارد باید رعایت گردد.

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

۶-۱-۱-۶ جایگایی 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.

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

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

۶-۱-۴-۶-۶ جدا کردن وجوده 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 نیاورد.

- ۱-۴-۶-۵ 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 ساختگاه احداث ساختمان از نظر جنس و ویژگی‌های ژئو تکنیکی 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.

۷-۱۱-۶ 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 ساختگاه احداث ساختمان باشد. در مواردی که طیف ویژه ساختگاه برای طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد این طیف باید بر اساس ضوابط آن استاندارد تهیه شده باشد. ضمناً بر اساس آن ضوابط برای پاره‌ای از ساختگاه‌ها و ساختمان‌ها تهیه طیف ویژه ساختگاه الزامی است.

۸-۱۱-۶ گروه بندی ساختمان بر حسب اهمیت

گروه‌بندی ساختمان بر حسب اهمیت در استاندارد ۲۸۰۰ مطابق گروه‌بندی خطرپذیری فصل یک این مبحث می‌باشد. ضریب اهمیت بار زلزله I در این مبحث، همان ضریب اهمیت I در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

۹-۱۱-۶ گروه بندی ساختمان بر حسب نظم سازه‌ای

ساختمان‌هایی که به لحاظ سازه‌ای منظم نباشند رفتار لرزه‌ای 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 نامنظمی‌ها در ساختمان و تمهیداتی که در این موارد باید رعایت شود در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

۱-۹-۱۱-۶ 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.

۱۰-۱۱-۶ گروه بندی ساختمان بر حسب سیستم سازه‌ای

۱۰-۱۱-۶ ساختمان‌ها بر حسب 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 هریک از این سیستمهای سازه‌ای، استفاده از سیستمهای خاصی برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی مجاز است. تعاریف و انواع این سیستمهای ساختمانی موضع این مقررات و حداقل ارتفاع مجاز آنها در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

۱۰-۱۱-۶ 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 آیین نامه‌های معترض جهانی ارائه شده و استفاده از آن به تایید کمیته اجرایی استاندارد ۲۸۰۰ رسیده باشد.

۱۱-۶ زلزله‌های مبنای طراحی

کلیه ساختمان‌ها و اجزای آن‌ها باید برای زلزله طرح طراحی و ساخته شوند. زلزله طرح، زلزله‌ای است که احتمال فراغذشت 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 ۱۱-۶، لازم است سازه برخی ساختمانها برای زلزله سطح بهره‌برداری نیز کنترل شود. زلزله سطح بهره‌برداری زلزله‌ای است که احتمال فراغذشت 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 اقناع ضوابط زلزله بهره‌برداری، لازم است ضوابط شکل-پذیری مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ برای زلزله طرح کماکان رعایت گردد.

۱۲-۶ طراحی سازه ساختمان برای زلزله طرح

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

۱۲-۶-۱ 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 محدودیتهاست که در استاندارد ۲۸۰۰ ذکر شده است.

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

(تذکر- در بند 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 $1/4$ تقسیم شود. از آنجا که این موضوع در بند ۳-۲-۶ این مبحث با اعمال ضریب $1/4$ در بار E مد نظر قرار گرفته است، تقسیم مجدد این بار بر $1/4$ مجاز نمی‌باشد).

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 تایید طراحی سازه توسط شخص حقیقی یا حقوقی مستقل با صلاحیت ، الزامی است.

۶-۱۲-۲ ترکیب بارهای شامل اثرهای 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 ساختمن است، و نیروی قائم، E_v ، که ناشی از اثر مولفه قائم شتاب زلزله در ساختمن است، می‌شوند. مقادیر این نیروها بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود.

نیروهای جانبی ناشی از اثر مولفه های افقی زلزله طرح ، E_h ، در طراحی همه ساختمنها باید در نظر گرفته شود. ولی در نظر گرفتن نیروی جانبی از اثر مولفه قائم زلزله طرح، E_v ، در طراحی ساختمنها 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 جانبی از اثر مولفه قائم الزامی است، بارهای ناشی از زلزله طرح، E، در ترکیب بارهای شماره ۵ بخش ۳-۲-۶ و شماره های ۷ و ۸ بخش ۳-۲-۶ برابر است با:

(۱-۱۱-۶)

$$E = E_h + E_v$$

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

(۲-۱۱-۶)

$$E = E_h - E_v$$

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

در مواردی که براساس دیگر مباحث مقررات ملی ساختمن و آیننامه های طراحی، استفاده از نیروی تشیدی 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، Ω ، 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 ۳-۲-۶ و شماره های ۷ و ۸ بخش ۳-۲-۶ برابر است با:

(۳-۱۱-۶)

$$E = \Omega \cdot E_h + E_v$$

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

(۴-۱۱-۶)

$$E = \Omega_o E_h - E_v$$

ضریب اضافه مقاومت برای انواع سیستمهای سازه‌ای 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.

۶-۱۲-۱۱-۴ طراحی پی

طراحی پی ساختمان و شالوده باید بر اساس ترکیب بارهای طراحی فصل دو و توضیحات بندهای ۱۱-۶ و ۱۲-۲ و ۱۲-۱۱-۶ و ۱۲-۱۱-۶ و ۱۱-۶ می‌باشد. برای طراحی پی در روابط ۱۱-۶ و ۱۱-۲ و ۱۱-۶ می‌توان از ضوابط مباحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود. برای طراحی پی در روابط ۱۱-۶ و ۱۱-۶ می‌توان از این راه این 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 درخصوص کنترل واژگونی ساختمان در برای اثرات زلزله رعایت گردد.

۱۲-۱۱-۶ 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.

تحلیل و طراحی سازه برخی از ساختمانهای سه طبقه و کوتاهتر برای اثرات زلزله طرح را می‌توان 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.

۱۳-۱۱-۶ طراحی اجزای غیر سازه‌ای ساختمان پرای زلزله طرح

در ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و نیز ساختمانهای با اهمیت متوسط دارای تعداد طبقات هشت و بیشتر، اجزای غیر سازه‌ای باید برای اثرات زلزله طرح بر طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ تحلیل و طراحی شود. این اجزا شامل اجزای معماری، تاسیسات پررقی و مکانیکی و نگهدارنده‌ها و ادوات اتصال آنها می‌باشد.

۱۴-۱۱-۶ کنترل سازه ساختمان برای زلزله سطح بهره‌برداری

تلاش‌های داخلی ایجاد شده در اعضا و تغییر مکان نسبی 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 بهره‌برداری نیز، طبق استاندارد ۲۸۰۰، کنترل شوند. اثرات زلزله سطح بهره‌برداری در این مبحث Eser نامیده می‌شود. برای انجام این کنترلهای Eser باید با سایر بارهای وارد بر ساختمان در ترکیب باری، که در بند ۲-۵-۶-۲-۶ ارائه شده است، در نظر گرفته شود.

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

تغییر مکان نسیی 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.

۱-۶ پیوست شماره

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 سازه‌ها، 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 تحلیلهای 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 سازه‌ای 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 فرآگذشت از آن در دوره ۵۰ سال دو درصد باشد، در نظر گرفته می‌شود. دوره باز گشت این زلزله ۲۴۷۵ سال است.

لازم به ذکر است که ضوابط مقررات ملی ساختمان صرفا برای تامین ایمنی در برابر فرو ریزش سازه‌ها تحت حالات حدی بارگذاری تدوین نشده و حفظ عملکرد سازه و اجزای غیر سازه‌ای 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 نمی‌شود
3.0E10 ⁻⁵	5.0E10 ⁻⁶	2.0E10 ⁻⁶	7.0E10 ⁻⁷	خرابی که ناگهانی است یا منجر به پیشرفت وسیع آسیب می‌شود
5.0E10 ⁻⁶	7.0E10 ⁻⁷	2.5E10 ⁻⁷	1.0E10 ⁻⁷	خرابی که ناگهانی است و منجر به پیشرفت وسیع آسیب می‌شود

جدول پ-۱-۶-۲-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	٪۲۵	فروریش کل یا بخشی از ساختمان
٪۲۵	٪۲۵	٪۱۵	٪۹	خرابی اعضا غیر بحرانی

پ-۱-۶-۲-تحلیل

تحلیل سازه باید بر اساس روش‌های منطقی، که مبتنی بر قوانین پذیرفته شده مکانیک مهندسی می‌باشد، 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 گردد.

پ-۱-۶-۳-آزمایش

آزمایش‌های مورد استفاده برای اثبات ظرفیت عملکردی اعضا 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 ازمایش روی اعضا 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-۱-۶-۴-تهیه مدار

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 صرفا پس از دریافت گزارش مكتوب داوری مستقل (موضوع بند پ-۶-۱-۵) صورت خواهد پذیرفت.

پ-۱-۶-۵-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. اعضا 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، مدل های 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.

پیوست شماره ۶-۲

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

جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

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

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

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

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

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

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

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

ادامه جدول شماره پ ۱-۲-۶ 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.

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

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

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

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

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

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
٢٨٠٠	گرانیت، پورفیت
٢٦٠٠	لاشه آذرین (تراشیت)
٢٣٠٠	ماسه سنگ، لایه سنگ
٢٧٠٠	سنگ آهکی فشرده، دولومیت، مرمر، گل سنگ آهکی (شیل)
٢٤٠٠	تراورتن
٢٨٠٠	اسلیت، تخته سنگ
٢٥٠٠	سنگ چینی با سنگ های لاشه آهکی توپر
٢٠٠٠	سنگ چینی با سنگ توف
* ۵- بناءی با سنگ های طبیعی و ملات ماسه سیمان	
١٨٥٠	آجر کاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
١٨٠٠	آجر کاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک
١٧٥٠	آجر کاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک (طاق ضربی)
٢١٠٠	آجر کاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخها با ملات پر شود)
٢٠٠٠	آجر کاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخها با ملات پر شود)
٨٥٠	آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان
٢٠٠٠	آجر کاری با آجر نسوز و ملات نسوز
١٩٠٠	آجر کاری با آجر ضد اسید و ملات قیری
* ٦- بناءی با آجر و بلوک *	

* 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 ۲-۲-۶ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

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

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

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

پیوست شماره ۶-۳

بار زنده کف انبارهای اجناس

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

مصالح	کیلوینون برمترمکعب	وزن به ازای فضای اشغالی	ارتفاع انبار کردن اجنباس	سربار در هر مترمربع	بار زنده معادل پیشنهادی کیلوینون بر مترمربع
۱- مصالح ساختمانی					
آزبست	۸/۱	۱/۸۰	۱۴۵۸	۱۴۵۸	۱۴۵۸
آجر ساختمانی	۷/۳	۱/۸۰	۱۳۱۴	۱۳۱۴	۱۳۱۴
آجر نسوز	۱۲	۱/۸۰	۲۱۶۰	۲۱۶۰	۲۱۶۰
سیمان پرتلند	۱۶	۱/۸۰	۲۸۸۰	۲۸۸۰	۱۵
گچ	۸/۱	۱/۸۰	۱۴۵۸	۱۴۵۸	تا
آهک	۸/۶	۱/۸۰	۱۵۴۸	۱۵۴۸	۳۰
کاشی	۸/۱	۱/۸۰	۱۴۵۸	۱۴۵۸	
چوب	۷/۳	۱/۸۰	۱۳۱۴	۱۳۱۴	
۲- مواد شیمیابی					
زاد سفید در بشکه	۵/۴	۱/۸۰	۹/۷۲	۹/۷۲	
پودر لباسشویی در چلیکهای بزرگ	۵/۰	۱/۱۰	۵/۵	۵/۵	
کات کبود در بشکه	۷/۳	۱/۵۰	۱۰/۹۵	۱۰/۹۵	
گلیسیرین (جعبه‌بندی شده)	۸/۴	۱/۸۰	۱۵/۱۲	۱۵/۱۲	
روغن دانه در بشکه	۵/۸	۱/۸۰	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	
روغن دانه در چلیک‌های آهنی	۷/۳	۱/۲۰	۸/۷۶	۸/۷۶	۱۰
لاک-صمغ-چسب	۶/۲	۱/۸۰	۱۱/۱۶	۱۱/۱۶	تا
صابون	۸/۱	۱/۸۰	۱۴۵۸	۱۴۵۸	۲۰
گردسود در چلیکهای بزرگ	۱۰	۰/۸۵	۸/۵	۸/۵	
سود سوز آور در چلیک‌های آهنی	۱۴/۲	۱/۰۰	۱۴/۲	۱۴/۲	
سیلیکات سدیم در بشکه	۸/۶	۱/۸۰	۱۵۴۸	۱۵۴۸	
اسید سولفوریک	۹/۸	۰/۵۰	۴/۹	۴/۹	
وسایل توالت	۵/۷	۱/۸۰	۱۰/۲۶	۱۰/۲۶	
روغن جلای ورنی و نظایر آن	۹	۱/۸۰	۱۶۲	۱۶۲	
سفید آب سرب خشک	۱۴	۱/۴۰	۱۹۶	۱۹۶	
سرنج و مردار سنگ خشک	۲۱/۵	۱/۱۰	۲۳۶۵	۲۳۶۵	
۳- الیاف و منسوجات (بسته بندی شده)					
گونی و چتائی- عدلی	۷	۱/۸۰	۱۲۶	۱۲۶	
قالی و فرش ماشینی	۴/۹	۱/۸۰	۸/۸۲	۸/۸۲	
الیاف تاییده و نظایر آن- عدلی	۵/۴	۲/۴۰	۱۲۹۶	۱۲۹۶	
پنبه- عدلی	۴/۹	۲/۴۰	۱۱۷۶	۱۱۷۶	
فلافل پنبه‌ای بسته بندی شده	۲	۲/۴۰	۴/۸	۴/۸	

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

مصالح	کیلوانیون برمتر مکعب	وزن به ازای فضای اشغالی	ارتفاع انبار کودن اجنباس	سربار در هر مترمربع	بیشنهادی کیلوانیون برمتر مربع	بار زنده معادل برمتر مربع
اجنباس پنبه‌ای شسته شده پارچه‌ها و ملحفه‌های پنبه‌ای الیاف و پنبه و نخ پنبه پوشال بخاری متراکم کف-کتان هندی و نظایر آن (متراکم) پارچه‌های کتانی و جامه و غیره حوله و نظایر آن ابرشم و منسوجات ابریشمی پشم عدلی متراکم پشم عدلی غیر متراکم پشم بافته شده	۴,۵	۲,۴۰	۲,۴۰	۹,۱۲	۱۰,۸	۱۰
	۳,۸	۲,۴۰	۲,۴۰	۹,۶	۷,۴۴	تا
	۴	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۱,۷۶	۱۵,۸۴	۱۵
	۳,۱	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۱,۷	۱۷,۵۲	
	۶,۶	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۱,۷۶	-	
	۴,۹	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۱,۷	۵,۰۴	
	۶,۵	۱,۸۰	۲,۴۰	۱۷,۵۲	۱۰,۳۲	
	۷,۳	۲,۴۰	۲,۴۰	-	۱۰,۳۲	
	۷,۸	-	۲,۴۰	۵,۰۴		
	۲,۱	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۰,۳۲		
۴-محصولات غذایی (بسته‌بندی شده)						
باقلاء-لوبیا نوشیدنی‌ها با بطري اغذیه کنسرو غله-حبوبات کاکائو قهوه بوداده خرما انجیر آرد میوه جات تازه گوشت و فرآورده‌های گوشتی شیر غلیظ و فشرده ملاس چغندر در بشکه برنج نمک میوه نمک گرد صابون نشاسته شکر قند چای	۶,۵	۲,۴۰	۱۵,۶	۱۵,۶	۱۶,۹۳	۱۷,۵۲
	۶,۵	۲,۴۰	۱۵,۶	۱۳,۶۸	۱۲,۹۶	۱۵
	۹,۴	۱,۸۰	۲,۴۰	۱۳,۶۸	۱۲,۹۶	
	۷,۳	۲,۴۰	۱۷,۵۲	۱۳,۶۸	۱۲,۹۶	
	۵,۷	۲,۴۰	۱۳,۶۸	۱۳,۱۴	۱۴,۵۸	
	۵,۴	۲,۴۰	۱۲,۹۶	۱۴,۵۸	۱۱,۷	
	۹	۱,۸۰	۱۶,۹۲	۱۱,۷	۱۶,۹۲	
	۱۲	۱,۵۰	۱۸	۱۶,۹۲	۱۱,۲۵	
	۶,۵	۱,۵۰	۹,۷۵	۱۱,۲۵	۱۷,۲۵	
	۵,۷	۲,۴۰	۱۳,۶۸	۱۳,۱۴	۱۴,۸۸	
میوه جات تازه گوشت و فرآورده‌های گوشتی شیر غلیظ و فشرده ملاس چغندر در بشکه برنج نمک میوه نمک گرد صابون نشاسته شکر قند چای	۵,۷	۱,۸۰	۱۳,۱۴	۱۴,۵۸	۷,۲	۱۰
	۷,۳	۱,۸۰	۱۴,۵۸	۱۱,۷	۷,۲	تا
	۸,۱	۱,۸۰	۱۱,۷	۱۱,۷	۱۰,۵	۱۵
	۷,۸	۱,۵۰	۱۶,۹۲	۱۱,۲۵	۱۴,۹۴	
	۹,۴	۱,۸۰	۱۶,۹۲	۱۷,۲۵	۹,۶	

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

مصالح	کیلوینوتون بر مترمربع	وزن به ازای فضای اشغالی کیلوینوتون بر مترمکعب	ارتفاع انبار گردان اجناس متر	سربار در هر مترمربع کف کیلوینوتون بر مترمربع	بار زنده معادل بیشنهادی کیلوینوتون بر مترمربع
۵-اجناس فلزی (بسته بندی شده)					
اسباب یدکی ماشین	۱۵۶	۶,۵	۲,۴۰	۱,۸۰	۲۹,۱۶
زنجبیر	۱۵,۷۲	۷,۳	۲,۴۰	۱,۸۰	۱۵,۷۲
کارد و چنگال و غیره	۱۵۶	۶,۵	۲,۴۰	۱,۸۰	۱۸,۹
وسایل الکتریکی	۹	۵	۱,۸۰	۱,۸۰	۷,۹۲
لوله و براق آلات	۱۱,۷۶	۱۰,۵	۲,۴۰	۱,۸۰	۱۱,۷۶
قفل	۱۵ تا	۳,۳	۲,۴۰	۱,۸۰	۱۶,۲
وسائل ماشین آلات سبک	۲۰	۴,۹	۲,۴۰	۱,۸۰	۲۹,۷
وسائل بهداشتی	۲۷	۴۵	۰,۶۰	۰,۶۰	۲۱,۶
لوله و اتصالات بهداشتی	۲۱,۵	۱۲	۱,۸۰	-	۲۱,۵
پیچ	۱۵	-	۱,۵۰	۱,۵۰	۱۵
ورق آهنی و حلبي	۲۱,۶	۱۰	۱,۸۰	۱,۸۰	۲۱,۶
ابزار کار فلزی سبک		۱۲	۱,۸۰	۱,۸۰	
سیم و کابل بر روی قرقره		-	-	-	
سیمهای مسی عایق دار		۱۰	۱,۵۰	۱,۵۰	
سیمهای گالوانیزه		۱۲	۱,۸۰	۱,۸۰	
۶-اجناس متفرقه (بسته بندی شده)					
لاستیک اتومبیل	۸,۸۲	۴,۹	۱,۸۰	۱,۸۰	۱۸,۹
كتاب	۱۵	۱۰,۵	۱,۸۰	۱,۸۰	-
اثاثیه اطاق	۲۰ تا	۳,۲	-	-	۱۵,۶
شیشه و چینی آلات	۷,۶۸	۶,۵	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۵,۶
پوست و چرم	۷,۶۸	۳,۲	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۰,۲۶
چرم و اجناس چرمی	۱۵,۶	۶,۵	۲,۴۰	۲,۴۰	۱۷,۴۶
کاغذ و روزنامه و مقوا	۹,۳۶	۵,۷	۱,۸۰	۱,۸۰	۹,۳۶
کاغذ نوشتنی فرم و نظایر آن	۱۹,۴۴	۹,۷	۱,۸۰	۱,۸۰	۱۹,۴۴
طناب حلقه بندی شده	۱۳,۶۸	۵,۲	۱,۸۰	۱,۸۰	۱۳,۶۸
لاستیک خام		۸,۱	۲,۴۰	۲,۴۰	
تنباکو		۵,۷	۲,۴۰	۲,۴۰	

پیوست پ-۶-۴

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

پ - ۶-۴-۱- کلیات - در این پیوست، روش دینامیکی برای تخمین نیروی باد در سازه‌های نرم، اثرات گردباده‌های جانبی^۱ و ارتعاشات موضعی، مقدار نیروی باد روی برخی اجزاء و سازه‌های غیرساختمانی، کنترل تغییرشکل جانبی و ارتعاش ساختمان و مقادیر توصیه شده برای میرائی 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 ۶-۱-۱۰-۴ ، 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_g و C_e در روابط ۶-۱۰-۳-الف و ۶-۱۰-۳-ب، از روابط این بخش محاسبه شده و سایر ضرایب (C_{pi} ، C_d ، C_p) همان مقادیر تعریف شده در بخش ۶-۱۰ میباشند.

پ-۶-۴-۱- ضریب اثر تغییر سرعت

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

ناحیه ۱- نواحی باز

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

حداقل ضریب C_e ، $1/10$ و حداکثر آن $2/5$ میباشد

ناحیه ۲- نواحی پرتراکم

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

حداقل ضریب C_e ، $0/5$ و حداکثر آن $2/5$ میباشد.

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

پ-۶-۴-۲-۲- ضریب اثر تند باد C_g

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

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

در این رابطه μ متوسط اثر بارگذاری باد، σ انحراف معیار آن و g_p ضریب بیشینه آماری اثر بارگذاری باد است که با

استفاده از روابط و نمودارهای این پیوست محاسبه میشوند.

مقدار $\frac{\sigma}{\mu}$ از رابطه پ-۶-۴-۴ به دست میاید:

$$\frac{\sigma}{\mu} = \sqrt{\frac{K}{C_{eH}} \left(B + \frac{SF}{\beta} \right)} \quad (پ-۶-۴-۲)$$

در این رابطه :

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

C_{eH} : ضریب تغییر سرعت در بالاترین نقطه ساختمان (Z=H) که از رابطه پ-۶-۴-۲-۴-۱-۳ محاسبه میشود.

B : ضریب آشفتگی محیط ساختمان است که از دیاگرام شکل پ-۶-۴-۱ بدست میاید.

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

S : ضریب کاهش اندازه است که از شکل پ-۶-۴-۲ بدست میاید. 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-۶-۵-۴ و با منظور نمودن ضریب اهمیت ساختمان بدست میاید.

$$V_H = V \sqrt{C_{eH} \times I_W} \quad (پ-۶-۴-۵)$$

در رابطه پ-۶-۵، V، سرعت متوسط ساعتی باد تعریف شده در بند ۶-۱۰-۲، میباشد.

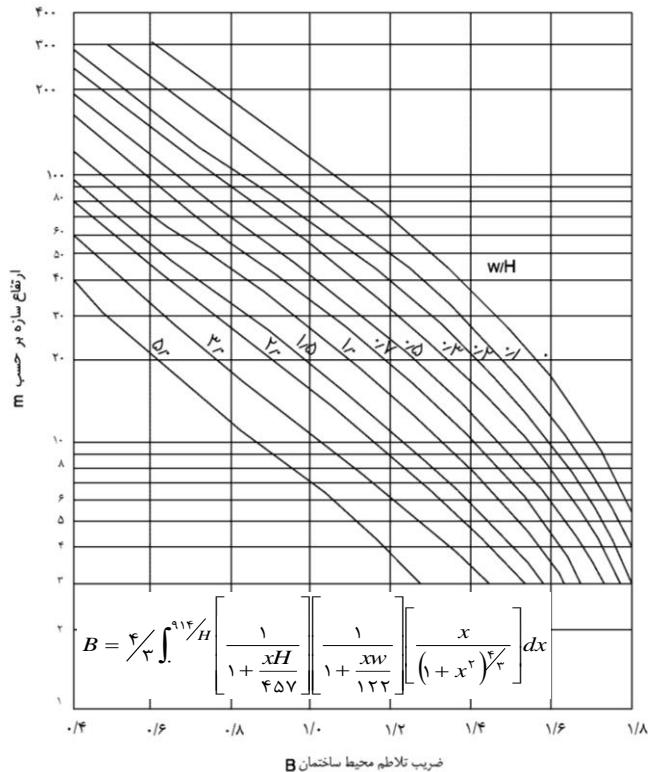
F : ضریب "نسبت انرژی تند باد" در فرکانس اصلی نوسان سازه است که بر حسب پارامتر f_n/V_H با استفاده از نمودار شکل پ-۶-۴-۳ بدست میاید.

β : نسبت میرایی بحرانی ساختمان یا سازه است که از مجموع میرایی های ذاتی سازه، میرایی آبرودینامیک و میرایی ناشی از میراگرهای احتمالی نصب شده در ساختمان یا سازه بدست میاید.

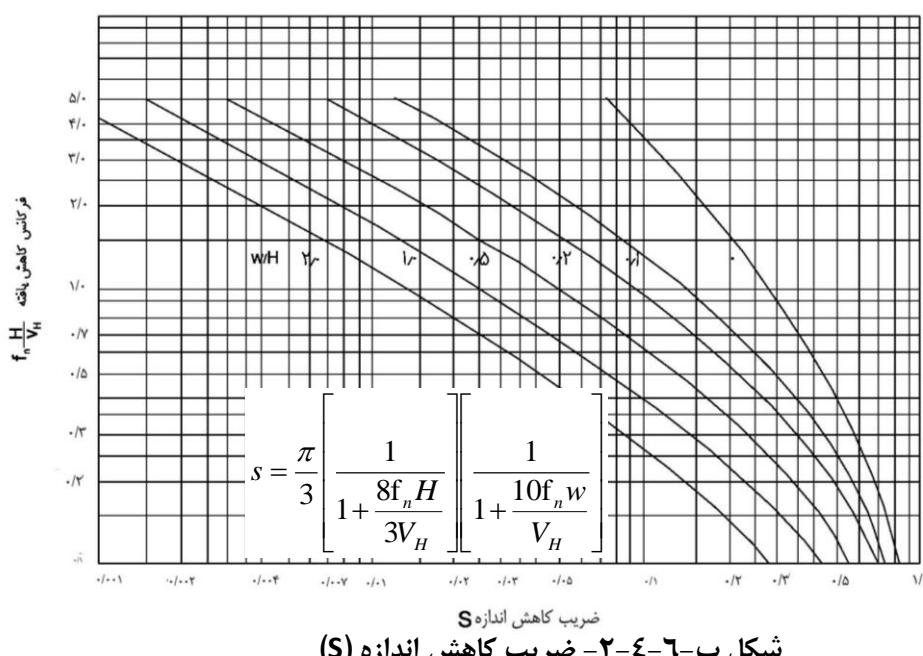
مقدار β برای ساختمانها و سازه های خاص بوسیله انجام آزمایش به دست می آید. در ساختمانها و سازه های معمولی، میتوان از مقادیر β در جدول پ-۶-۴-۱ استفاده نمود.

g_p ضریب بیشینه آماری بار است. این ضریب تابعی از نرخ متوسط نوسان ۷ (رابطه پ-۶-۴-۶) بوده و از شکل پ-۶-۴-۴ استخراج میشود.

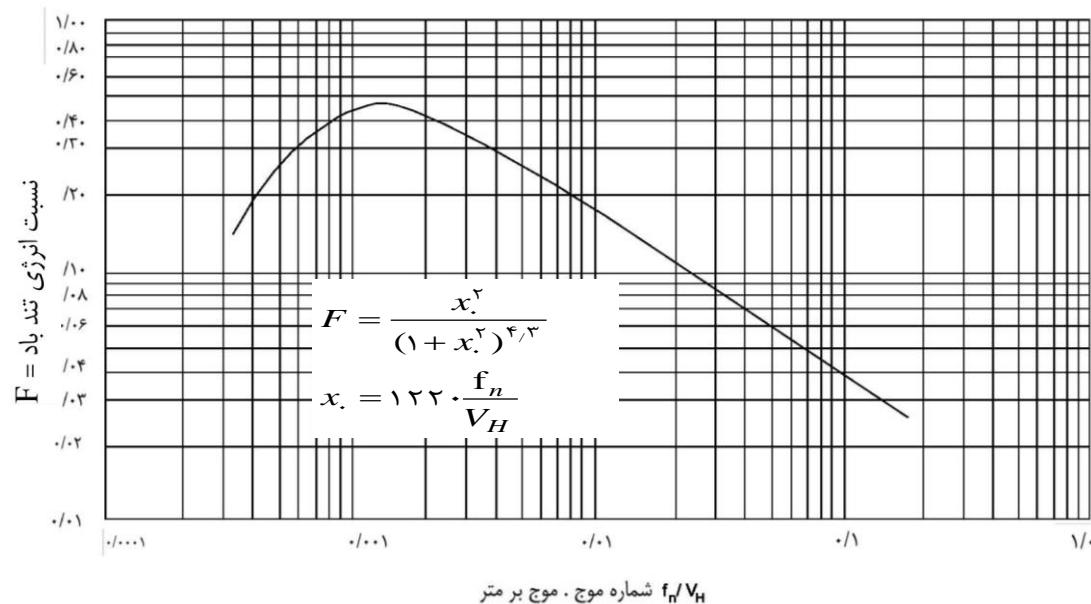
$$v = f_n \sqrt{\frac{SF}{SF + \beta B}} \quad (8-4-6-p)$$



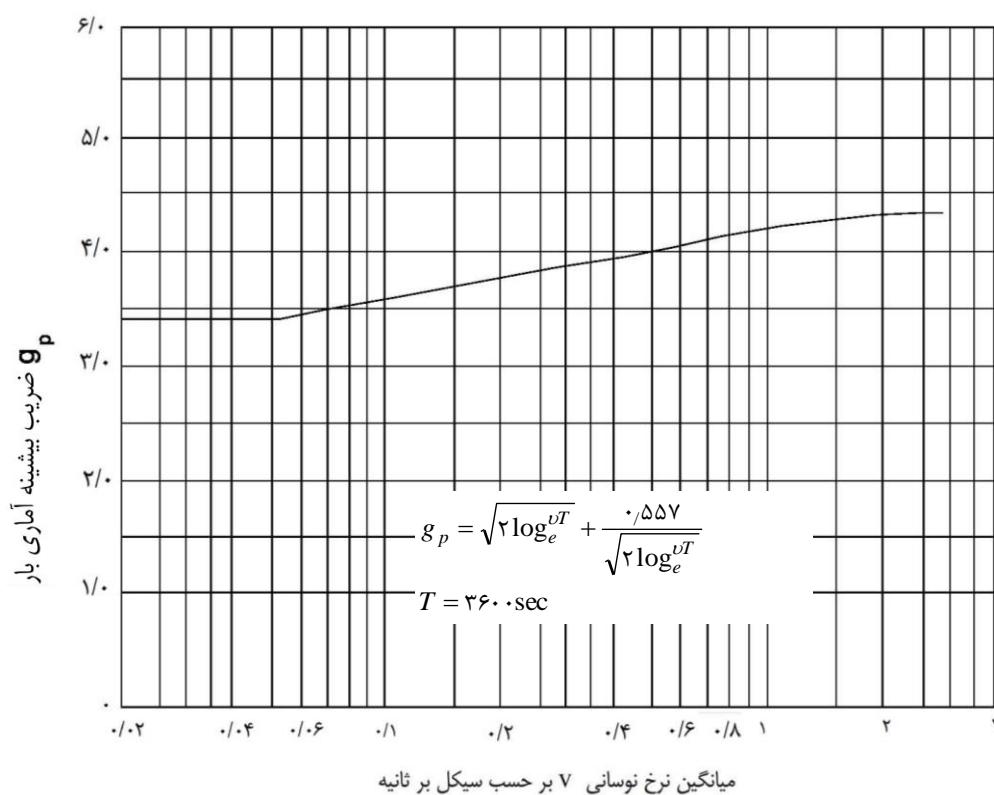
شکل پ-۶-۱- ضریب آشفتگی محیط ساختمان (B)



شکل پ-۶-۲- ضریب کاهش اندازه (S)



شکل پ - ۶-۴-۳- نسبت انرژی تندباد (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 ۲-۵-۲-۶، 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 0.080 سرعت مبنای باد (بند ۲-۱۰-۶) استفاده نمود.

چنانچه اجزاء پوششی یا نما، با تغییر شکل کمتری آسیب بینند، 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 راستایی عمود بر راستای تأثیر باد ارتعاش کند.

برای ساختمانهای باکاربری 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، بار باد سطح بهره برداری (W_{ser}) است که بر مبنای دوره بازگشت ده ساله باد در منطقه محاسبه می‌شود. برای تعیین این سرعت میتوان از 0.080 سرعت مبنای باد (بند ۲-۱۰-۶) 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 جريان باد) است. طول و عرض مؤثر متناسبًا از رابطه ۱-۱۰-۶ محاسبه می‌شود.

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

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

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

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

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 (هم جهت با باد)

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

ρ_B : متوسط جرم مخصوص ساختمان (Kg/m^3)

β_w : نسبت میرایی بحرانی در جهت عرض ساختمان

β_d : نسبت میرایی بحرانی در جهت طول ساختمان

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

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

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

g : شتاب ثقل m/s^2

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

شتاپهای محاسبه شده از روابط فوق نباید از ۱٪ شتاب ثقل در ساختمانهای مسکونی و ۳٪ شتاب ثقل در ساختمانهای اداری تجاوز کند.

جدول پ-۶-۱

نسبت میرایی بحرانی سازه‌ها و اجزاء ساختمانی

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

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

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

پدیده جداشدن 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 جداشدن گرددباده های متناوب در جهت عمود بر جریان باد نوسان نموده و چنانچه فرکانس جداشدن گرددباده مساوی فرکانس طبیعی سازه و یا جزئی از اجزاء سازه درجهت عمود بر جریان باد شود، پدیده تشدید و ایجاد خستگی در اعضاء سازه اتفاق خواهد افتاد.

سرعت بحرانی باد برای ایجاد جداشدن گرددباده از رابطه (پ-۶-۴) به دست میابد.

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

در این رابطه W عرض موثر سازه یا ساختمان درجهت وزش باد و در ارتفاع مورد نظر (از رابطه ۱-۱۰-۶)، f_{ni} فرکانس طبیعی سازه در محدوده مورد نظر، درجهت عمود بر جریان باد و S ، عدد استروهال است. عدد استروهال مربع 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 باداز ۰/۲۵ برابر سرعت متوسط ساعتی باد در ارتفاع مورد نظر ساختمان تجاوز نماید ($V_{HC} > 1.25 V_m$)

اثرات جداشدن گرددباده قابل صرفنظر کردن است. ($V_m = V \sqrt{C_e}$)

پ-۶-۶- 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 کابلهای برق و تیغه نبشی ها و پروفیلهای 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 کابلهای 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-۶-۷- 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 برآنها ، طبق شکلهای (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-۶-۴-۶

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

الف- دیوارها - صفحات خودایستا و تابلوهای اعلانات (شکل پ-۶-۴-۵)

ب- ساختمانهای کروی و گنبدهای (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)

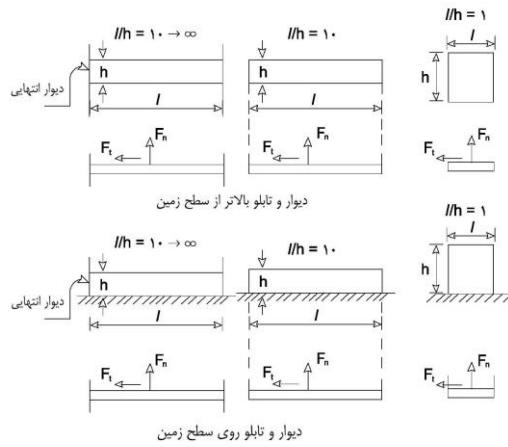
ج- خرپاهای صفحه‌ای ساخته شده با مقاطع تیزگوشه (شکل پ-۶-۴-۱۰)

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 پایه‌های انتقال نیرو (فضاکار) (شکل پ-۶-۴-۱۳)

د- سایبانهای شیبدار (شکل پ-۶-۴-۱۴ و پ-۶-۴-۱۵)



ضریب نیروی C_f برای دیوار و تابلو بالاتر از سطح زمین

l/h	$10 \rightarrow \infty$ (تکیه گاه انتهایی)	۱۰	۱
C_f	۲/۰	۱/۳	۱/۱۵

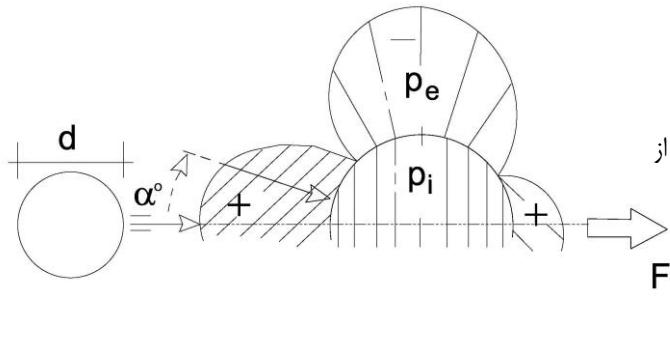
ضریب نیروی C_f برای دیوار و تابلو روی سطح زمین

l/h	$10 \rightarrow \infty$ (تکیه گاه انتهایی)	۱۰	۱
C_f	۱/۳	۱/۲	۱/۱

ترکیب نیروی عمودی و نیروی مماسی روی دیوارها و تابلوها

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

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



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

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

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

فشار داخلی مخزن : P_i

$$P_e = C_p \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \quad ; \quad P_e :$$

فشار خارجی : $\Delta P = P_i - P_e$

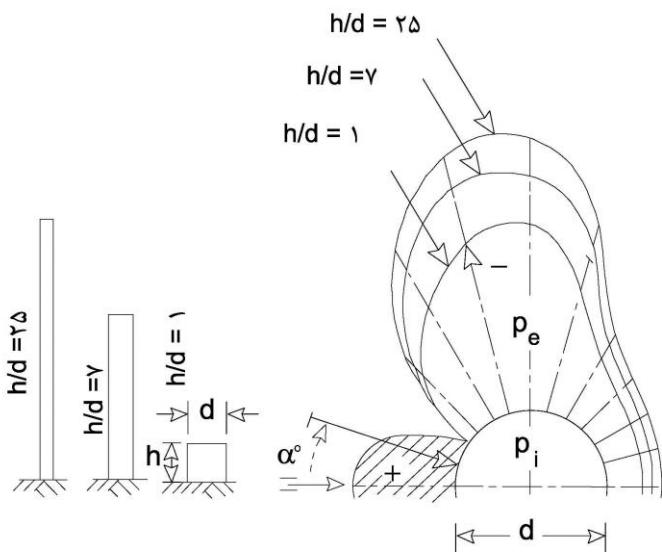
ضریب فشار خارجی : C_p

$\alpha =$	۰°	۱۵۰°	۳۰۰°	۴۵۰°	۶۰۰°	۷۵۰°	۹۰۰°	۱۰۵۰°	۱۲۰۰°	۱۳۵۰°	۱۵۰۰°	۱۶۵۰°	۱۸۰۰°
C_p	+1/0	+0/9	+0/5	-0/1	-0/7	-1/1	-1/2	-1/0	-0/6	-0/2	+0/1	+0/3	+0/4

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

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 کره ها



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

$$A = d \cdot h$$

ضریب نیرو : C_f

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

در صورت نیاز به محاسبه مقادیر فشار داخلی و خارجی، واحد ب جدایه از روابط زیر استفاده میشود:

$$P_e \equiv C_p, q, C_g, C_e$$

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

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

$$\Delta P = p_i - p_e$$

C_p: ضریب فشار خارجی

h/d	$\alpha^\circ =$	0°	10°	30°	40°	60°	70°	90°	100°	120°	130°	150°	160°	180°
20	C _p	+1/0	+0/8	+0/1	-0/9	-1/9	-2/0	-2/7	-1/9	-0/9	-0/7	-0/6	-0/6	-0/6
7	C _p	+1/0	+0/8	+0/1	-0/8	-1/7	-1/6	-2/2	-1/7	-0/8	-0/6	-0/5	-0/5	-0/5
1	C _p	+1/0	+0/8	+0/1	-0/7	-1/2	-1/6	-1/7	-1/2	-0/7	-0/5	-0/4	-0/4	-0/4

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

بادداشت ۲ - ضرب C_p برای زوایای مختلف نقطه روی حداکثر نسبت به جهت وزش باد ارائه شده است.

شکل ب-۶-۴-۷- دودکشها- تانکها و ساختمانهای استوانه‌ای،

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

کا نسرو وارد ہے عضو

$$A = d \times l$$

سطح نادگر

$d\sqrt{qC_e}$	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 نپرو:

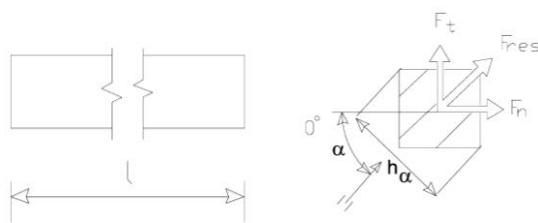
شکل پ-۶-۴- فشار روی لوله‌ها - کابلها

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

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

α	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$										
• °	+1/9	+0/90	+1/8	+1/8	+1/75	+0/1	+1/6	•	+2/0	•	+2/05	•
45°	+1/8	+0/8	+2/1	+1/8	+0/80	+0/80	+1/5	-0/1	+1/2	0/9	+1/80	+0/6
90°	+2/0	+1/7	-1/9	-1/0	-0/1	+1/75	-0/90	+0/7	-1/6	+2/10	•	+0/6
135°	-1/8	-0/1	-2/0	+0/3	-0/75	+0/75	-0/5	+1/00	-1/1	+2/4	-1/6	+0/4
180°	-2/0	+0/1	-1/4	-1/4	-1/75	-0/1	-1/0	•	-1/7	+2/1	-1/8	•
α	$C_{n\infty}$	$C_{t\infty}$										
• °	+1/4	•	+2/00	•	+1/6	•	+2/0	•	+2/1	•	+2/0	•
45°	+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°	•	+2/2	±0/0	+0/9	•	+1/9	•	+0/1	•	+0/70	•	+2/00

ضریب کاهش نیرو K برای اعضا با طول محدود



L/h_α	5	10	20	35	50	100	∞
k	0/60	0/65	0/75	0/85	0/90	0/95	1/0

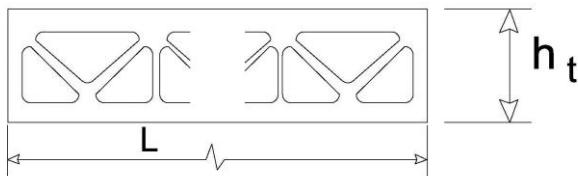
یادداشت ۱ - L طول اعضا و A سطح بادگیر ($h \cdot L$) و

عرض بادگیر اعضا در جهت عمود بر باد است

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

یادداشت ۳ - زاویه α ، زاویه وزش باد با محور افقی اعضا است

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

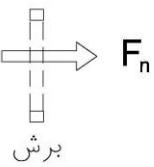


$$F_n = K \cdot C_{n\infty} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_s \cdot I_w \quad \text{کل نیروی وارد بر خرپا :}$$

کل مساحت بادگیر خرپا

$A = h_t \times L$ سطح اسمی نمای خرپا

A_s/A ضریب بادگیری خرپا



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

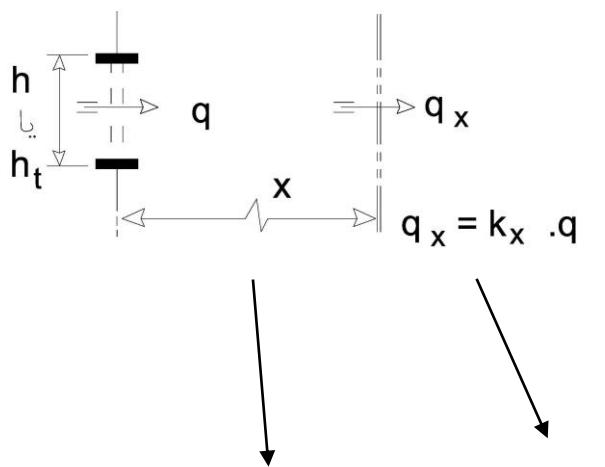
ضریب کاهش فشار برای خرپاهای با طول محدود : K

A_s/A	$\backslash A_s/A$	1/1	0/15	0/2	0/3	0/4	0/5	0/6	0/7	0/8	0/9	1/0
$C_{n\infty}$	2/0	1/9	0/278	1/8/0	1/79	1/8/15/0	1/8	1/8/15/0	1/8	1/8/15/0	1/8	1/0
	L/h_t											
	5	0/96	0/91	0/87	0/82	0/77	0/72	0/68	0/64	0/60	0/56	0/50
	20	0/98	0/97	0/94	0/91	0/89	0/85	0/81	0/77	0/73	0/69	0/65
	50	0/99	0/98	0/97	0/95	0/93	0/90	0/87	0/84	0/81	0/78	0/75
	∞	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0

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

ضریب کاهش نیرو بر سطح محافظت شده : K_x

A_s/A	1/1	0/2	0/3	0/4	0/5	0/6	0/7	0/8	0/9	1/0
x/h_t	0/93	0/75	0/56	0/38	0/19	0	0	0	0	0
0/5	0/99	0/81	0/65	0/48	0/32	0/15	0/15	0/15	0/15	0/15
1	1/00	0/87	0/73	0/59	0/44	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30
2	1/00	0/90	0/78	0/65	0/52	0/40	0/40	0/40	0/40	0/40
4	1/00	0/93	0/83	0/72	0/61	0/50	0/50	0/50	0/50	0/50
6	1/00	0/93	0/83	0/72	0/61	0/50	0/50	0/50	0/50	0/50

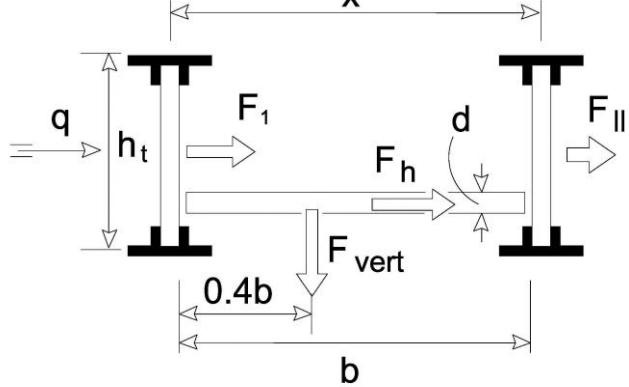


سطح مانع تأثیر فشار

سطح محافظت شده

ضریب بادگیری سطح مانع = A_s/A

شکل پ-۶-۱۱ تأثیر سطوح مانع فشاربر ساختمان



نیروی وارد بر سطح رو به باد $F_1 = KC_{n\infty} \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A_s \cdot I_w$

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

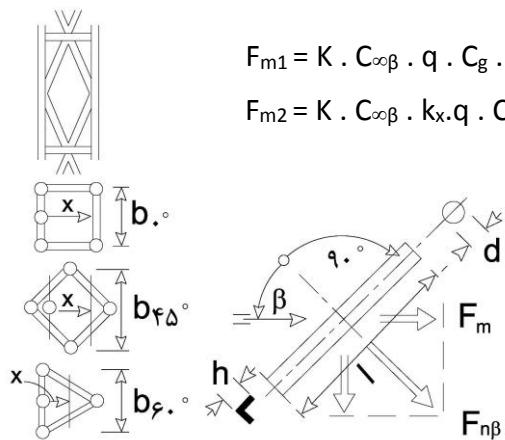
نیروی مماسی روی سطح عرضه $F_h = 1.0 \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot L_B \cdot I_w$

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

$L_B =$ طول پل

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

شکل پ-۶-۴-۱۲-پلهای خرپایی و تیوررقی (جز 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 نیرو روی اعضاء سمت مقابله (پوشانده شده با اعضاء سمت باد)

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

$$A_s/A \leq 0.3$$

$$\text{ضریب بادگیر کل خرپا} = A_s =$$

$$\text{کل سطح بادگیر خرپا} =$$

$$\text{پهنهای عضو بادگیر} = d \text{ یا } h = \text{طول عضو}$$

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

$$K_x = A_s/A \cdot x/b$$

$$\text{ضریب تابع نسبتهای} = F_m = F_{m1} + F_{m2}$$

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

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

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

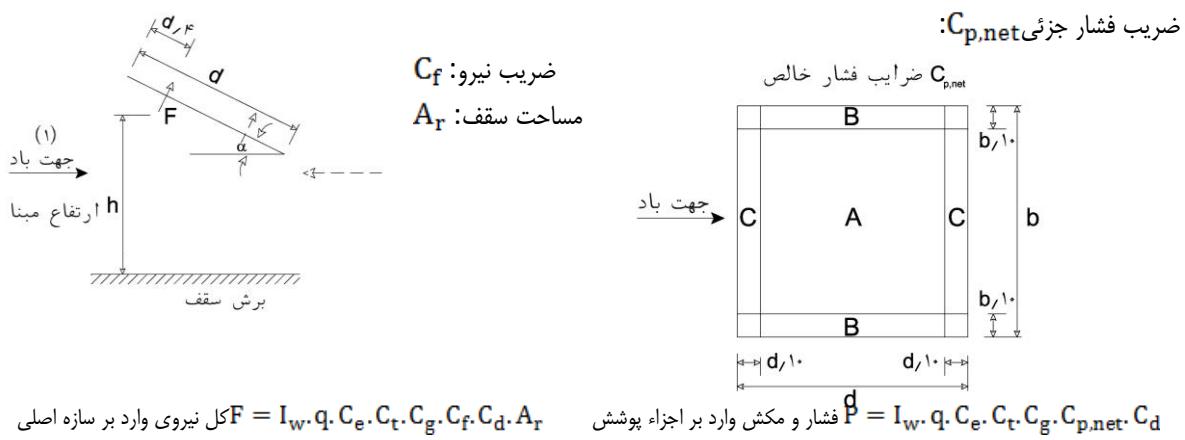
β	پروفیل‌های تیز گوشه			لوله‌ها با سطوح زبر			لوله‌ها با سطوح نسبتاً صاف		
	K_β	K	K_x	$C_{\infty\beta}$	K	K_x	$C_{\infty\beta}$	K	K_x
۰°	۱/۰۰	(۲)	(۳)	۱/۲۰	(۲)	(۳)	۰/۶۰	۰/۹	۰/۹۵
۱۵°	۰/۹۸			۱/۱۶			۰/۵۸		
۳۰°	۰/۹۳			۱/۰۴			۰/۵۳		
۴۵°	۰/۸۸			۰/۸۵			۰/۴۲		
۶۰°	۰/۸۰			۰/۶۰			۰/۲۸		

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

برای K به شکل پ-۶-۴-۶ مراجعه شود(۲)

برای k_x به شکل پ-۶-۴-۶ مراجعه شود(۳)

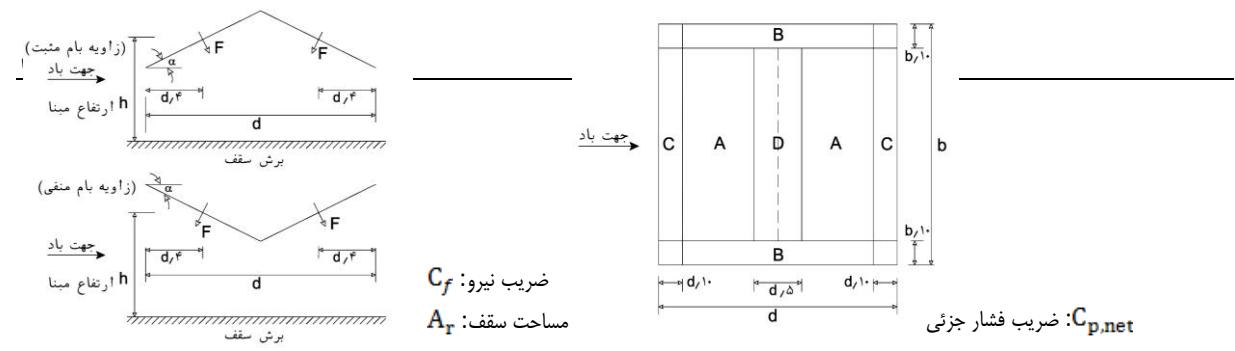
شکل پ-۶-۴-۱۳-خرپاهای سه بعدی



α	بارگذاری ^(۱)	^(۲) ϕ	C_f	A ناحیه	B ناحیه	C ناحیه
0°	I	ϕ	$+0/2$	$+0/5$	$+1/8$	$+1/1$
	II	$\phi=0$	$-0/5$	$-0/6$	$-1/3$	$-1/4$
	II	$\phi=1$	$-1/3$	$-1/5$	$-1/8$	$-2/2$
5°	I	ϕ	$+0/4$	$+0/8$	$+2/1$	$+1/3$
	II	$\phi=0$	$-0/7$	$-1/1$	$-1/7$	$-1/8$
	II	$\phi=1$	$-1/4$	$-1/6$	$-2/2$	$-2/5$
10°	I	ϕ	$+0/5$	$+1/2$	$+2/4$	$+1/6$
	II	$\phi=0$	$-0/9$	$-1/5$	$-2/0$	$-2/1$
	II	$\phi=1$	$-1/4$	$-2/1$	$-2/6$	$-2/7$
15°	I	ϕ	$+0/7$	$+1/4$	$+2/7$	$+1/8$
	II	$\phi=0$	$-1/1$	$-1/8$	$-2/4$	$-2/5$
	II	$\phi=1$	$-1/4$	$-1/6$	$-2/9$	$-3/0$
20°	I	ϕ	$+0/8$	$+1/7$	$+2/9$	$+2/1$
	II	$\phi=0$	$-1/3$	$-2/2$	$-2/8$	$-2/9$
	II	$\phi=1$	$-1/4$	$-1/6$	$-2/9$	$-3/0$
25°	I	ϕ	$+0/1$	$+2/0$	$+3/1$	$+2/3$
	II	$\phi=0$	$-1/6$	$-2/6$	$-3/2$	$-3/2$
	II	$\phi=1$	$-1/4$	$-1/5$	$-2/5$	$-2/8$
30°	I	ϕ	$+1/2$	$+2/2$	$+3/2$	$+2/4$
	II	$\phi=0$	$-1/8$	$-3/0$	$-3/8$	$-3/6$
	II	$\phi=1$	$-1/4$	$-1/5$	$-2/2$	$-2/7$

شکل پ ۶-۱۰-۱۴- سایه‌بانه‌ای یک شیب

- در صورتیکه جهت باد از سمت ارتفاع کمتر سایه بان اثر کند، نقطه اثر نیروی باد (F) به فاصله $d/4$ از انتهای d می‌یابد.
- سازه باربر اصلی و اجزاء پوشش باید برای هر یک از حالات جداکانه I و II بارگذاری و طراحی شوند.
- ϕ ضریب انسداد مسیر باد در فضای زیر سرپوشیده می‌باشد. در صورت عدم وجود مانع $=0$ و چنانچه موانع به طور کامل مسیر باد را مسدود کنند $=1$ خواهد بود.



α	بارگذاری ^(۲)	$\phi^{(۳)}$	C_f	A ناحیه	B ناحیه	C ناحیه	D ناحیه
-20°	I	ϕ	$+0/7$	$+0/8$	$+1/8$	$+0/6$	$+1/7$
	II	$\phi=.$	$-0/7$	$-0/9$	$-1/3$	$-1/6$	$-0/6$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/5$	$-2/4$	$-2/4$	$-0/5$
-15°	I	ϕ	$+0/5$	$+0/6$	$+1/5$	$+0/7$	$+1/4$
	II	$\phi=.$	$-0/6$	$-0/8$	$-1/3$	$-1/6$	$-0/6$
		$\phi=1$	$-1/4$	$-1/6$	$-2/7$	$-2/6$	$-0/6$
-10°	I	ϕ	$+0/4$	$+0/6$	$+1/4$	$+0/8$	$+1/1$
	II	$\phi=.$	$-0/6$	$-0/8$	$-1/3$	$-1/5$	$-0/6$
		$\phi=1$	$-1/4$	$-1/6$	$-2/7$	$-2/6$	$-0/6$
-5°	I	ϕ	$+0/3$	$+0/5$	$+1/5$	$+0/8$	$+0/8$
	II	$\phi=.$	$-0/5$	$-0/7$	$-1/3$	$-1/6$	$-0/6$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/5$	$-2/4$	$-2/4$	$-0/6$
$+5^\circ$	I	ϕ	$+0/3$	$+0/6$	$+1/8$	$+1/3$	$+0/4$
	II	$\phi=.$	$-0/6$	$-0/6$	$-1/4$	$-1/4$	$-1/1$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/3$	$-2/0$	$-1/8$	$-1/5$
$+10^\circ$	I	ϕ	$+0/4$	$+0/7$	$+1/8$	$+1/4$	$+0/4$
	II	$\phi=.$	$-0/7$	$-0/7$	$-1/5$	$-1/4$	$-1/4$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/3$	$-2/0$	$-1/8$	$-1/8$
$+15^\circ$	I	ϕ	$+0/4$	$+0/9$	$+1/9$	$+1/4$	$+0/4$
	II	$\phi=.$	$-0/8$	$-0/9$	$-1/7$	$-1/4$	$-1/8$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/3$	$-2/2$	$-1/6$	$-2/1$
$+20^\circ$	I	ϕ	$+0/6$	$+1/1$	$+1/9$	$+1/5$	$+0/4$
	II	$\phi=.$	$-0/9$	$-1/2$	$-1/8$	$-1/4$	$-2/0$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/4$	$-2/2$	$-1/6$	$-2/1$
$+25^\circ$	I	ϕ	$+0/7$	$+1/2$	$+1/9$	$+1/6$	$+0/5$
	II	$\phi=.$	$-1/0$	$-1/4$	$-1/9$	$-1/4$	$-2/0$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/4$	$-2/0$	$-1/5$	$-2/0$
$+30^\circ$	I	ϕ	$+0/9$	$+1/3$	$+1/9$	$+1/6$	$+0/7$
	II	$\phi=.$	$-1/0$	$-1/4$	$-1/9$	$-1/4$	$-2/0$
		$\phi=1$	$-1/3$	$-1/4$	$-1/8$	$-1/4$	$-2/0$

شکل پ ۶-۱۰-۱۵- سایه بانهای دو شیبه

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