



وزارت مسکن و شهرسازی  
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## بحث ششم

### بارهای وارد بر ساختمان

۱۳۸۸

دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

## پیش‌گفتار

مقررات ملی ساختمان ایران، به عنوان فرآگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، بی‌تردید نقش مؤثری در نیل به‌اهداف عالی تأمین ایمنی، بهداشت، سلامت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه دارد و رعایت آن ضمن تأمین اهداف مذکور موجب ارتقای کیفیت و افزایش عمر مفید ساختمان‌ها می‌گردد. براساس این اهمیت، تدوین مقررات ملی ساختمان که به‌عنوان نقطه‌عطی در تاریخ مهندسی ساختمان کشور محسوب می‌شود بیش از دو دهه است که توسط وزارت مسکن و شهرسازی آغاز و با مشارکت جامعه مهندسی کشور و در قالب شورای تدوین مقررات ملی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مباحث، سازماندهی و بی‌وقفه سیر تکامل خود را طی نموده است. در این مسیر ضمن تکمیل و تجدیدنظر مباحث از پیش تعریف شده و مطابقت آنها با مقتضیات شرایط کشور از حیث اقتصادی، فنی، فرهنگی و اجتماعی، تدوین مباحث جدیدی هم در دستور کار قرار گرفته است که پس از تدوین نهایی و طی مراحل تصویب در اختیار جامعه مهندسی قرار خواهد گرفت.

در حال حاضر مدارک فنی متعددی نظیر مقررات ملی ساختمان، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و مشخصات فنی در کشور منتشر می‌شود و استفاده‌کنندگان لازم است به تفاوت‌های آنها از نظر هدف از تهیه هر مدرک، لازم‌الاجرا بودن، قلمرو، حدود تفصیل، محتوا و سایر ویژگی‌های خاص هر مدرک توجه داشته باشند که در مورد مقررات ملی ساختمان می‌توان ویژگی‌های زیر را برشمود:

- «مقررات ملی ساختمان» در سراسر کشور لازم‌الاجرا است.
- احکام «مقررات ملی ساختمان» به‌طور خلاصه و اجمالی تدوین می‌شود.
- با توجه به الزامی بودن «مقررات ملی ساختمان» این مقررات فاقد موارد توصیه‌ای و راهنمایی است.
- «مقررات ملی ساختمان» بر هرگونه عملیات ساختمان نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر کاربری، توسعه بنا، تعمیر اساسی و نظایر آن حاکم است.

مقررات تدوین شده به خودی خود متنضم کیفیت ساختمان‌ها نیستند بلکه در کنار تدوین مقررات مذکور توجه بهامر ترویج و آموزش آن در میان جامعه مهندسی کشور بهطور خاص و دانشجویان، دانشآموزان و آحاد مردم بهطور عام از یکسو و ایجاد نظامی کارآمد برای اعمال و کنترل این مقررات و تنظیم روابط دخیل در امر ساخت و ساز، مسئولیت‌ها، شرح وظایف و مراحل قانونی اقدامات احداث، توسعه بنا، تغییر کاربری و سایر موارد مربوط به ساختمان از طرف دیگر، باید همواره به عنوان راهکارها و ضمانت‌های اجرایی این مقررات مد نظر سیاست‌گزاران، مجریان و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گیرد.

با تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و در اجرای مفاد آن بهویژه مواد ۳۳ و ۳۴ قانون مذکور، وضع مقررات ملی ساختمان و الزام به رعایت آنها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی، این اطمینان را در میان مهندسان و صاحبان حرفة‌های ساختمانی به وجود می‌آورد که با پشت‌گرمی، بهایفای وظیفه‌ای که در توسعه و آبادانی کشور دارند مبادرت ورزند و از این رهگذر، سهم خود را در تحقق آرمان‌های والای انقلاب عینیت بخشنند.

فرصت را معتبرم شمرده از اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملی ساختمان و کمیته‌های تخصصی و سایر کسانی که بهنحوی در تدوین، ترویج و کنترل اعمال مقررات ملی ساختمان در کشور کوشش می‌نمایند سپاسگزاری نموده و از اساتید، صاحب نظران، مهندسان و کلیه دست‌اندرکاران ساخت و ساز انتظار دارد با نظرات و پیشنهادات خود این دفتر را در غنای هرچه بیشتر مقررات مذکور یاری رسانند.

**غلامرضا هوائی**  
**مدیر کل امور مقررات ملی ساختمان**

## هیأت تهیه‌کننده مقررات بارهای وارد بر ساختمان

### الف) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

عضو	دکتر محمدتقی احمدی
عضو	دکتر محمدحسن بازیار
عضو	دکتر محسن تهرانی‌زاده
عضو	مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده
عضو	دکتر قاسم حیدری‌نژاد
رئیس	مهندس منوچهر خواجه دلوی
عضو	دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور
عضو	دکتر علیرضا رهایی
عضو	دکتر اصغر ساعد سمیعی
عضو	دکتر محسن غفوری آشتیانی
عضو	دکتر محمود گلابچی
عضو	دکتر شاهرخ مالک
عضو	مهندس شاپور طاحونی
دبیر	مهندس نادر نجیمی

### ب) اعضای کمیته تخصصی مبحث ششم «بارهای وارد بر ساختمان»

عضو	مهندس علی‌اکبر معین‌فر
مسئول و تنظیم‌کننده متن نهایی	دکتر مرتضی زاهدی
عضو	دکتر علی‌اکبر آقاکوچک
عضو	مهندس شاپور طاحونی

### پ) تهیه‌کننده متن اولیه: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

- هیأت تجدیدنظر آیین‌نامه حداقل بار وارد بر ساختمان‌ها و ابنيه فنی (استاندارد ۵۱۹)

- کمیته دائمی بازنگری آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در مقابل زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	تعاریف
۷	۱-۶ کلیات
۷	۱-۱-۶ دامنه کاربرد
۷	۲-۱-۶ الزامات مبنا
۸	۳-۱-۶ انسجام کلی سازه
۸	۴-۱-۶ اثرات خود کرنشی (خود تنجشی)
۹	۲-۶ بارهای مرده
۹	۱-۲-۶ تعریف
۹	۲-۲-۶ وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی
۱۰	۳-۲-۶ وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت
۱۱	۳-۶ بارهای زنده
۱۱	۱-۳-۶ تعریف
۱۱	۲-۳-۶ بار زنده کف ها
۱۵	۳-۳-۶ نامناسب ترین وضع بارگذاری
۱۵	۴-۳-۶ بارهای وارد بر دست اندازها، نرده ها، جانبناه بامها و حفاظ پارکینگ ها
۱۶	۵-۳-۶ بارهای ضربه ای
۱۷	۶-۳-۶ بارهای جراثقال ها
۱۸	۷-۳-۶ بارهای ضمن اجرای ساختمان
۱۸	۸-۳-۶ کاهش بارهای زنده

۱۹	۴-۶ بار برف
۱۹	۱-۴-۶ تعریف
۱۹	۲-۴-۶ بار برف مبنا
۱۹	۳-۴-۶ بار برف بامها
۲۰	۴-۴-۶ بارگذاری نامتقارن
۲۵	۶-۵ بارهای ناشی از فشار خاک و آب
۲۵	۱-۵-۶ بارهای وارد بر دیوارهای حائل
۲۵	۲-۵-۶ فشار بر کنش بر کفها
۲۶	۶-۶ بارهای ناشی از اثر باد
۲۶	۱-۶-۶ کلیات
۲۷	۲-۶-۶ سرعت مبنای باد
۲۷	۳-۶-۶ فشار مبنای باد
۳۰	۴-۶-۶ نیروی باد بر ساختمانها و سایر سازه ها
۳۰	۵-۶-۶ فشار یا مکش ناشی از باد
۳۰	۶-۶-۶ ضریب اثر تغییر سرعت، $C_e$
۳۱	۷-۶-۶ ضریب شکل، $C_q$ ، برای سازه اصلی باربر جانبی ساختمان
۳۳	۸-۶-۶ ضریب شکل، $C_q$ ، برای دیوارها، پوشش بامها و عناصر سازه‌ای نگهدارنده
۳۴	۹-۶-۶ ضریب شکل برای سازه های غیر ساختمانی
۳۶	۱۰-۶-۶ ضوابط عمومی طراحی سازه ها برای باد
۴۱	۷-۶ بارهای ناشی از زلزله
۴۱	۱-۷-۶ کلیات
۵۰	۲-۷-۶ محاسبه ساختمان ها در برابر نیروی زلزله
۷۵	۳-۷-۶ ضوابط طراحی سازه ها برای زلزله
۸۳	۸-۶ ترکیب بارها

۸۲	۱-۸-۶
۸۴	۲-۸-۶
۸۴	۳-۸-۶
۸۴	۴-۸-۶
۸۴	۵-۸-۶
۸۵	پیوست شماره ۱-۶
۹۵	پیوست شماره ۲-۶
۱۰۱	پیوست شماره ۳-۶
۱۰۳	پ- ۱-۳-۶ مقدمه
۱۰۴	پ- ۲-۳-۶ ضریب اثر تغییر سرعت، $C_e$
۱۰۴	پ- ۳-۳-۶ ضریب اثر مکان، $C_L$
۱۰۴	پ- ۴-۳-۶ ضریب اثر اوج باد، $C_g$
۱۰۶	پ- ۵-۳-۶ فرکانس اصلی نوسان سازه. $n$
۱۱۱	پیوست شماره ۴-۶
۱۳۳	پیوست شماره ۵-۶
۱۳۵	پ- ۱-۵-۶
۱۳۵	پ- ۲-۵-۶
۱۳۵	پ- ۳-۵-۶
۱۳۶	پ- ۴-۵-۶
۱۳۶	پ- ۵-۵-۶
۱۳۷	پ- ۶-۵-۶

## مقدمه

مبحث ششم مقررات ملی ساختمان که مربوط به "بارهای وارد بر ساختمان" است اولین بار در سال ۱۳۸۰ منتشر گردید و دو آئین نامه موجود در کشور را تحت عنوانی: آئین نامه حداقل بار وارد بر ساختمان ها و ابینیه فنی - استاندارد شماره ۵۱۹ سال ۱۳۷۹، و "آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله" استاندارد شماره ۲۸۰۰ سال ۱۳۷۸ را در برگرفت.

ویرایش جدید این مبحث، گرچه بر طبق مقررات موجود باید بعد از گذشت حدود سه سال از انتشار متن اول آن انجام می شد، عمدتاً بعلت تغییراتی است که در آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، ویرایش سوم در سال ۱۳۸۴، عنوان شده است. این تغییرات در متن این مبحث لحاظ شده است. در مورد سایر فصول تغییرات خاصی، بجز چند مورد عنوان شده در زیر، داده نشده است. گرچه در مورد سایر فصول نیز بحث هائی عنوان شده و پیشنهاداتی نیز از طرف مهندسان و سازمانهای مختلف به کمیته تخصصی رسیده است، ولی در مجموع کمیته تخصصی ترجیح داد این ویرایش دستخوش تغییرات زیادی نشود و به صورت قبلی منتشر گردد. کمیته تخصصی علاقه مند است تشکرات خود را از مهندسان و یا سازمان هائی که پیشنهاداتی ارسال نموده اند اظهار نماید و امید دارد این همکاری ادامه داشته باشد. بدیهی است کلیه پیشنهادات حفظ شده و مجدداً مورد بحث قرار خواهد گرفت.

ولی تغییرات ایجاد شده در این ویراش مختصرابه شرح زیر است :

۱- بار زنده مربوط به محل عبور و پارک خودروهای سواری سبک با وزن حداقل ۱۵۰۰ دکانیوتون به جدول های شماره ۶-۳-۱ و ۶-۳-۲ اضافه شده است. این ضابطه بیشتر با خاطر پارکینگ های طبقاتی، که تعداد آنها در شهر های بزرگ رو به گسترش است، ضروری تشخیص داده شده است.

۲- پهنه بندی بار برف برای بخش های مختلف کشور که به همت سازمان هواشناسی کشور تهیه شده است اخیراً توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن منتشر شده و قرار است در متن آئین نامه حداقل بارهای وارد به ساختمانها و ابینیه فنی - استاندارد شماره ۵۱۹، آورده شود. این پهنه بندی در فصل مربوط به بار برف در این مبحث اضافه شده است. بر طبق این پهنه بندی ایران به لحاظ بار برف به شش منطقه تقسیم شده و بار برف مربوط به هر منطقه بر اساس اندازه گیری های محلی دراز مدت و تحقیق های آماری مربوطه تعیین شده است.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

- ۳- در فصل هفتم که مربوط به بار زلزله است تغییرات چندی داده شده است که خلاصه آن در این مقدمه نمی گنجد. این تغییرات عمدتاً در : ضریب بازتاب ساختمان، ضریب اهمیت ساختمان، ارائه ضریب رفتار برای قاب های ساختمانی با بادبندهای برون محور، مولفه قائم شتاب زلزله، محدودیت مربوط به تغییر مکان جانبی ساختمانها و بالاخره روشن تر کردن نحوه انجام تحلیل های دینامیکی ساختمان ها ، ملاحظه می شود. این تغییرات عمدتاً ضوابطی است که در آئین نامه طراحی ساختمان ها برای زلزله - استاندارد ۲۸۰۰-۸۴ آورده شده است. بطور کلی هیچگونه تفاوت ماهوی، بجز یک مورد که در زیر اشاره می شود بین ضوابط این فصل از مقررات با آئین نامه وجود ندارد. اما تغییرات نگارشی، تغییرشماره ها و جابجایی های بین این دو وجود دارد که در متن ویرایش اول این مبحث نیز ملاحظه شده بود.
- ۴- ضابطه مربوط به الزامی بودن رعایت پیش بینی درز انقطاع در ساختمان ها برای ساختمان های تا دو طبقه، در این مبحث حذف شده است.
- ۵- امید است متن این ویرایش برای مهندسان کشور مفید واقع شود و کمیته تخصصی مبحث را کماکان از راهنمایی ها و اظهار نظرهای خود محروم نفرمایند.

### **کمیته تخصصی مبحث ششم**

### تعاریف

**P-Δ:** اثر ثانوی بر روی برشها و لنگرهای اجزای قاب است که به واسطه عملکرد بارهای قائم بر روی سازه تغییر شکل یافته ایجاد می شود.

**اتصال خورجینی:** نوعی اتصال تیر به ستون است که در آن تیرها از دو طرف ستون عبور می نمایند و هر تیر با دو نبشی از بالا و پائین به ستون وصل می شود.

**برش پایه:** مقدار کل نیروی جانبی و یا برش طرح در تراز پایه.

**برش طبقه:** مجموع نیروهای جانبی طراحی در ترازهای بالاتر از طبقه مورد نظر.

**بناهای ضروری:** آن دسته از بناهایی است که لازم است پس از وقوع زلزله قابل بهره برداری باقی بمانند.

**تراز پایه:** ترازی است که فرض می شود در آن تراز حرکت زمین به سازه منتقل می شود یا به عنوان تکیه گاه سازه در ارتعاش دینامیکی محسوب می شود.

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

**دیافراگم:** سیستمی افقی و یا تقریباً افقی است که نیروهای جانبی را به اجزای مقاوم قائم منتقل می نماید. این سیستم می تواند به صورت مهار بندهای افقی در نظر گرفته شود. در ساختمان ها معمولاً کفهای سازه ای تحمل کننده بارهای نقلی نقش دیافراگم ها را به عهده دارند.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

**دیوار برشی:** دیواری است که برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی، که در صفحه دیوار عمل می‌کنند، به کار گرفته می‌شود. به این دیوارها دیافراگم قائم نیز گفته می‌شود.

**روانگرائی:** حالتی از دگرگونی و تغییر مکان همراه با کاهش شدید مقاومت در زمین های تشکیل شده از خاکهای ماسه‌ای نامتراکم اشباع می‌باشد که بر اثر وقوع زلزله رخ می‌دهد.

**سازه‌های غیر ساختمانی:** به کلیه سازه‌ها، به جز سازه‌هایی که به طور معمول در ساختمانها به کار برده می‌شود، اطلاق می‌گردد. تعدادی از این سازه‌ها در بندهای ۶-۶-۷-۶ و ۹-۲-۷ مشخص شده‌اند.

**سختی طبقه:** برابر جمع سختی جانبی اعضای قائم برابر جانبی است. برای محاسبه این سختی می‌توان تغییر مکان جانبی واحدی را در سقف طبقه مورد نظر وارد کرد، در حالتی که کلیه طبقات زیرین بدون حرکت باقی بمانند.

**سیستم دیوارهای باربر:** سیستم سازه‌ای است که فاقد قابهای ساختمانی کامل برای بردن بارهای قائم می‌باشد. در این سیستم دیوارهای باربر عمدهاً بارهای قائم را تحمل نموده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی به وسیله دیوارهای باربر که به صورت دیوارهای برشی عمل می‌نمایند و یا به وسیله قابهای مهاربندی شده تأمین می‌شود.

**سیستم قاب ساختمانی ساده:** سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم عمدهاً توسط قابهای ساختمانی کامل تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی به وسیله دیوارهای برشی و یا قابهای مهاربندی شده تأمین می‌شود.

**سیستم قاب خمی:** سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم توسط قابهای ساختمانی کامل تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی به وسیله قابهای خمی تأمین می‌گردد.

**سیستم دوگانه یا ترکیبی:** سیستم سازه‌ای است متشکل از قابهای خمی همراه با دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده. در این سیستم بارهای قائم عمدهاً به وسیله قابهای خمی تحمل

می شود و بارهای جانبی به وسیله مجموعه دیوارهای برشی یا قابهای مهار بندی شده همراه با قابهای خمشی، به نسبت سختی جانبی هر یک، تحمل می شوند.

**سیستم مهار بندی افقی:** سیستم خرپایی افقی است که برای انتقال نیروهای جانبی به اجزاء مقاوم قائم به کار گرفته می شود. عملکرد این سیستم هم مانند دیافراگم است.

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

**شکل پذیری:** به قابلیت جذب و اتلاف انرژی و حفظ ظرفیت باربری یک سازه، هنگامی که تحت تأثیر تغییر مکانهای غیر خطی چرخه ای ناشی از زلزله قرار می گیرد، اطلاق می شود.

**کاربری:** به نوع استفاده از ساختمان اطلاق می شود، مانند استفاده به صورت مسکونی یا اداری و غیره.

**قاب مهار بندی شده:** قابی است به شکل خرپای قائم که برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی مورد استفاده قرار می گیرد. اعضای مورب خرپا ممکن است به صورت هم محور و یا برون محور به اعضای اصلی خرپا متصل شوند.

**قاب مهاربندی شده هم محور:** قاب مهاربندی شده ای است که در آن اعضای مورب به طور متقارب به اعضای اصلی قاب متصل شده اند. در این قابها اعضا عمدتاً تحت اثر بارهای محوری قرار می گیرند.

**قاب مهاربندی شده برون محور:** نوعی قاب مهاربندی شده فولادی است که در آن اعضای مورب به طور متقارب به اعضای اصلی قاب متصل نشده اند. طراحی این قابها براساس ضوابط ویژه ای که در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان آورده شده است، صورت می گیرد.

## مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

**قاب خمشی:** قابی است که در آن اتصالات تیرها به ستونها به صورت پیوسته است و رفتار اعضا و اتصالات آنها عمدتاً خمشی می باشد.

**قاب خمشی معمولی:** قاب خمشی فولادی یا بتن آرمه ای است که برای رفتار شکل پذیر طراحی نشده باشد.

**قاب خمشی متوسط:** قاب خمشی فولادی یا بتن آرمه ای است که برای رفتار شکل پذیر متوسط طراحی شده باشد.

**قاب خمشی ویژه:** قاب خمشی فولادی یا بتن آرمه ای است که برای رفتار شکل پذیر زیاد، طراحی شده باشد.

**مرکز سختی:** مراکز سختی (صلبیت) در یک سازه چند طبقه (با فرض الاستیک خطی) نقاطی در کف طبقات اند که وقتی برآیند نیروهای جانبی زلزله در آن نقاط وارد می شوند، چرخشی در هیچ یک از طبقات سازه اتفاق نیافتد.

**مقاومت:** ظرفیت نهائی یک عضو برای تحمل نیروهای وارد.

**نسبت تغییر مکان طبقه:** نسبت تغییر مکان نسبی طبقه به ارتفاع طبقه.

## ۱-۶ کلیات

### ۱-۱-۶ دامنه کاربرد

این مبحث، حداقل بارهایی را که باید در طراحی ساختمانها و سازه های موضوع این مقررات مورد استفاده قرار گیرند، تعیین می نماید. این بارها شامل: بارهای نقلی- مرده، زنده و برف - بارهای ناشی از باد و زلزله و بالاخره بارهای ناشی از فشار خاک و آب، می باشند.

### ۲-۱-۶ الزامات مبنا

**۱-۲-۱ مقاومت:** ساختمانها و سازه ها و کلیه اعضای آنها، باید به گونه ای طراحی و ساخته شوند که بتوانند بارها و ترکیبات مختلف آنها را که در این مبحث گفته شده است، تحمل نمایند و بسته به روش طراحی مورد استفاده، تنش های ایجاد شده در هر یک از اعضاء از حداکثر تنشن مجاز ماده و یا ز شرایط حدی مقاومت ماده، که در آن روش طراحی مشخص شده است، تجاوز نکند.

**۲-۲-۱ قابلیت بهره برداری:** سیستمهای سازه ای و اجزای آنها باید به گونه ای طراحی شوند که سختی کافی را برای محدود کردن افتادگی ها، تعییر مکانهای جانبی، لرزشها و کلیه تعییر شکلهايی که به بهره برداری و رفتار مورد نظر آنها اثر می گذارند، دارا باشند.

**۳-۲-۱ تحلیل:** اثرات بارها بر روی اعضاء سازه ها باید با استفاده از روشهای تحلیلی که در آنها شرایط تعادل، پایداری، همسازی هندسی و خواص کوتاه مدت و درازمدت ماده در نظر گرفته شده اند، تعیین گردند.

### **۳-۱-۶ انسجام کلی سازه**

ساختمانها و سایر سازه ها باید آن چنان طراحی شوند که آسیب دیدگی موضعی در آنها پایداری کلی سازه را به خطر نیاندازد و در حد امکان به سایر اعضای سازه گسترش نیابد. برای تأمین این منظور سیستم سازه باید به گونه ای انتخاب شود که بارها بتوانند از یک عضو آسیب دیده به سایر اعضا منتقل شوند و پایداری سازه در هر حالت حفظ گردد. این مقصود معمولاً با ازدیاد پیوستگی، نامعینی، شکل پذیری و یا ترکیبی از آنها در اعضای سازه تأمین می شود.

### **۴-۱ اثرات خود کرنشی (خود تنفسی)**

ساختمانها و سایر سازه ها باید چنان طراحی شوند که بتوانند از عهده تحمل اثرات خودکرنشی ناشی از عوامل محیطی مانند تغییرات دما، نشستهای غیر یکنواخت پایه های سازه، جمع شدگی و وارفتگی ماده به خوبی برآیند. در این مبحث برای محاسبه مقادیر این اثرات ضوابط خاصی تعیین نشده است ولی در مواردی که این آثار تعیین کننده تشخیص داده شود، مقادیر آنها باید با توجه به شرایط موجود در محیط سازه و با استفاده از روشهای شناخته شده محاسبه گردد. چگونگی ترکیب این آثار با اثرات ناشی از سایر بارها باید بر اساس ضوابط فصل ۸-۶ صورت گیرد.

## ۶-۲ بارهای مرده

### ۱-۲-۶ تعریف

بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمانها مانند: تیرها، ستونها، کف‌ها، دیوارها، بامها، راه‌پله و تیغه‌ها. وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شوند.

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

۱-۲-۶ در محاسبه بارهای مرده، باید وزن واقعی مصالح مصرفی و اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. برای انجام این محاسبه، در صورت عدم دسترسی به اطلاعات آزمایشگاهی معتبر، جرم مخصوص مواد، جرم واحد حجم و یا جرم واحد سطح اجزای ساختمانی، باید به شرح مندرج در جداول ارائه شده در پیوست شماره ۱-۶ در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۶ در ساختمان‌هایی که برای جداسازی فضاهای از تیغه‌هایی استفاده می‌شود که وزن یک متر مربع سطح آنها کمتر از ۲۷۵ دکانیوتون است، وزن تیغه‌ها را می‌توان با رعایت ضابطه بند ۶-۲-۵ به صورت بار معادل که به طور یکنواخت بر کف‌ها گسترده شده است در نظر گرفت. این بار معادل باید، به صورت مناسبی، با تقسیم وزن تیغه‌های هر قسمت از کف به مساحت آن قسمت تعیین گردد.

۳-۲-۶ در کفهایی که بار زنده آنها، مطابق فصل ۳-۶، از ۵۰۰ دکانیوتون بر متر مربع کمتر است بار معادل گسترده نظیر تیغه‌ها، موضوع بند ۲-۲-۶، باید کمتر از ۱۰۰ دکانیوتون بر متر مربع در نظر گرفته شود. در ساختمان‌هایی که از تیغه‌های سبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می‌شود این بار حداقل را می‌توان به ۵۰ دکانیوتون بر متر مربع کاهش داد مشروط بر آنکه وزن یک متر مربع تیغه‌ها به اضافه ملحقات آنها از ۴۰ دکانیوتون تجاوز نکند.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

**۴-۲-۲-۶** در ساختمانهایی که برای جداسازی فضاهای از تیغه هایی استفاده می شود که وزن یک متر مربع سطح آنها بیشتر از ۲۷۵ دکانیوتن است، بار تیغه ها را باید در محل واقعی خود اعمال نمود.

**۵-۲-۲-۶** در صورتیکه وزن یک متر مربع سطح تیغه ها از ۱۵۰ دکانیوتن بیشتر باشد، باید اثر موضعی بار تیغه ها را به طور جداگانه در طراحی کف ها منظور داشت.

### **۳-۲-۶ وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت**

وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله های شبکه آب و فاضلاب، تجهیزات برقی، گرمایشی و تهویه ای باید به نحو مناسبی برآورد 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.

### ۳-۶ بارهای زنده

#### ۱-۳-۶ تعریف

بارهای زنده عبارتند از بارهای غیر دائمی که در حین استفاده و بهره برداری از ساختمان به آن وارد می شوند. این بارها شامل بار ناشی از برف، باد یا زلزله نمی شوند. بارهای زنده با توجه به نوع کاربری ساختمان و یا هر بخش از آن، و مقداری که احتمال دارد در طول مدت عمر ساختمان به آن وارد گردد، تعریف می شوند. بارهای زنده نباید کمتر از آنچه در ضوابط این فصل تعیین شده است، در نظر گرفته شوند.

#### ۲-۳-۶ بار زنده کف ها

۱-۲-۳-۶ بار زنده کف ها برای طراحی، به طور عمدی بار گستردگی یکنواختی است که در سراسر کف اثر داده می شود. حداقل مقدار این بارها، برای کاربری های مختلف، در جدول شماره ۱-۳-۶ و در بندهای ۲-۳-۶ تا ۸-۲-۳-۶ داده شده است. در به کارگیری این بار گستردگی رعایت ضابطه بند ۳-۶ الزامی است.

علاوه بر آن کف ها باید بتوانند بار مرکز مشخص شده در جدول شماره ۲-۳-۶ را، بطور موضعی، تحمل نمایند. این بار در سطحی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر در ۱۵ سانتیمتر وارد می شود و محل آن باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند. این بار، نباید هم زمان با بار یکنواخت به کف اثر داده شود.

۱-۳-۶ در مواردی که کاربری بخشی از ساختمان با مواد مندرج در جدول شماره ۲-۲-۳-۶ تطابق نداشته باشد، مقادیر بار کف ها باید با در نظر گرفتن نکات زیر تعیین گردند ولی در هر حال مقادیر این بارها نباید کمتر از ۱۵۰ دکانیوتون بر متر مربع در نظر گرفته شود.

الف- وزن افرادی که احتمالاً در آنجا تجمع خواهند نمود.

ب- وزن تجهیزات و دستگاههایی که احتمالاً در آنجا قرار خواهند گرفت.

پ- وزن موادی که احتمالاً در آنجا انبار خواهد شد.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

**۳-۲-۳** کفهای تعمیرگاهها، کارخانجات، کارگاههای صنعتی و فضاهایی از این قبیل که دارای تجهیزات و یا کاربریهای خاص می باشند، باید برای بار زنده مناسب با کاربری خود طراحی شوند. این بارها باید با انجام مطالعات خاص تعیین شوند، ولی مقدار آنها در هیچ حالت نباید کمتر از ۴۰۰ دکانیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. در صورت عدم دسترسی به اطلاعات کافی، این کفها باید حداقل برای بارهای داده شده در جدول شماره ۱-۳-۶ طراحی شوند.

**۴-۲-۳** در بخشهایی از ساختمان که امکان رفت و آمد خودروهای آتش نشانی بر روی آنها وجود دارد، کفها باید برای بار نظیر یک اتومبیل با وزن ۹۰۰۰ دکانیوتن، طبق جداول شماره های ۶-۲-۳ و ۱-۳-۶ طراحی شوند. بار نظیر این اتومبیل تنها بر روی یک چشمه از کف، هر یک از چشمه ها به طور جداگانه، اثر داده می شود.

**۵-۲-۳** بار زنده کف بالکن های طره ای ساختمانها باید برابر با بار کف اتاقهایی که به آنها متصل هستند، در نظر گرفته شود ، ولی مقدار آن نباید کمتر از ۳۰۰ دکانیوتن بر متر مربع منظور گردد. چنانچه بالکن به عنوان محل تجمع مورد استفاده قرار می گیرد، این بار باید حداقل برابر با ۵۰۰ دکانیوتن بر متر مربع منظور شود.

بالکن ها، همچنین باید بتوانند بار خطی یکنواختی برابر با ۲۵۰ دکانیوتن بر متر طول را که در لبه آنها در جهت قائم وارد می شود، به طور موضوعی، تحمل نمایند. این بار لزومی ندارد همزمان با بار گستردہ یکنواخت اعمال گردد.

**۶-۲-۳** در پلکانهایی که در آنها کف پله ها به صورت طره ای مجزا در نظر گرفته شده اند، کف پله ها باید برای یکبار مرکز ۲۰۰ دکانیوتن که در انتهای طره وارد می شود طراحی گردند. این بار لزومی ندارد هم زمان با بار گستردہ یکنواخت اعمال شود.

**۷-۲-۳** بار گستردہ یکنواخت کف انبارها باید براساس جدول پیوست شماره ۲-۶ تعیین گردد. چنانچه وضع مواد انبار شونده روشن نباشد، این بار باید با تخمین نوع انبار و مقایسه آن با جدول پیوست شماره ۲-۶، برابر با مقادیر پیشنهاد شده در آن جدول در نظر گرفته شود. این بار در هر صورت نباید کمتر از ۷۵۰ دکانیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود.

## مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

در این بارها اثر موضعی وسیله نقلیه حمل بار که امکان ورود آن به انبار وجود دارد، باید در نظر گرفته شود.

**۸-۲-۳-۶ اجزاء خرپاها و تیرها، که برای پوشش سالنهای صنعتی، گاراژها، انبارها و ساختمانهای از این نوع بکار می‌روند باید علاوه بر بارهای زنده وارد به سقف یک بار متمنکز برابر با ۱۰ کیلونیوتن را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار در خرپاها در هر گره اختیاری از ضلع پایین خرپا و در تیرها به هر نقطه اختیاری از تیر، که شدیدترین اثر را ایجاد می‌کند، قرار داده می‌شود.**

**جدول شماره ۶ - ۳ - ۱ حداقل بارهای زنده گستردۀ یکنواخت**

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

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

ادامه جدول شماره ۱-۳-۶ حداقل بارهای زنده گستردۀ یکنواخت

نوع کاربری کفها	بار گستردۀ (دکانیوتون بر مترمربع)
۳- ساختمانها و اماكن عمومي اتاقهای خواب و اقامت در هتلها، خوابگاهها... سالنهای غذاخوری و رستورانها	۲۰۰ ۵۰۰ ۶۰۰ ۵۰۰ ۷۵۰ ۶۰۰ ۵۰۰
شیبستان مساجد و نکایا سینماها و تأثراها صحنه های سینماها و تأثراها پایانه ها آشپزخانه و رخت شویخانه ها	
۴- ساختمان های اداری دفاتر کار معمولی اتاقهای بایگانی با قفسه های ثابت اتاقهای بایگانی با قفسه های متحرک	۲۵۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰
۵- ساختمان های آموزشی - فرهنگی کلاسهای درس، آزمایشگاههای سبک و قرائت خانه ها مخازن کتاب با قفسه های ثابت مخازن کتاب با قفسه های متحرک	۳۵۰ ۲۵۰ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۷۵۰ ۴۵۰ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۰۰۰
۶- ساختمانهای صنعتی کارگاههای سبک صنعتی کارگاههای متوسط صنعتی سردخانه ها	۶۰۰ ۱۰۰۰ ۵۰۰ به ازای هر متر ارتفاع مفید حداقل ۱۵۰۰
۷- فروشگاهها کف تمام طبقات غیر از انبارها انبارها	۵۰۰ به بند ۷-۲-۳-۶ مراجعه شود
۸- ورزشگاهها سالنهای تمرینات بدنسport و ورزشی سکوهای تماشاچیان با صندلی ثابت سکوهای تماشاچیان بدون صندلی ثابت	۵۰۰ ۵۰۰ ۶۰۰
۹- بیمارستانها و مراکز درمانی اتاقهای بیمار اتاقهای عمل	۲۰۰ ۳۰۰

یادداشت:

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

**جدول شماره ۶-۳-۲ حداقل بارهای زنده متتمرکز**

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

**۶-۳-۳ نامناسب ترین وضع بارگذاری**

در تیرهای یکسره و در قابهای نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از ۵۰۰ دکانیوتن بر مترمربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است، موقعیت قرارگیری بار زنده در دهانه های مختلف باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر مورد نظر را در عضو سازه ای ایجاد نماید. برای این منظور کافی است علاوه بر حالت قرار دادن بار زنده در تمام دهانه ها، حالتی بارگذاری زیر نیز در نظر گرفته شود:

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

**۶-۳-۴ بارهای وارد بر دست اندازها، نرده‌ها، جانپناه بامها و حفاظ پارکینگ ها**

**۱-۴-۳-۶** دست اندازها، نرده ها و جان پناه بامها باید بتوانند بار گسترده خطی و بار متتمرکز داده شده در جدول شماره ۶-۳-۳ را به طور جداگانه تحمل نمایند. این بارها در رأس این سازه ها و در جهتی که شدیدترین اثر را بوجود می آورد، وارد می شوند. این بارها باید از طریق تکیه گاهها به سازه اصلی منتقل شوند.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**۲-۴-۳-۶** حفاظ پارکینگ خودروهای شخصی باید برای بار متمرکز جانبی ۳۰ کیلونیوتن، که در هر جهت می تواند به آن وارد شود، طراحی گردد. این بار در تراز ۵۰ سانتیمتر بالاتر از سطح پارکینگ در سطحی به ابعاد ۳۰ سانتیمتر حفاظ وارد می شود و باید بتوان آن را از طریق تکیه گاه ها به سازه اصلی منتقل نمود.

حفظ پارکینگ اتوبوسها و کامیونها باید بر طبق آئین نامه بارگذاری پلها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، طراحی شوند.

**جدول شماره ۳-۳-۶** حداقل بارهای زنده وارد به دست اندازها و نرده ها

نوع ساختمان	بار گستردۀ خطی (دکانیوتن بر متر طول)	بار متمرکز (دکانیوتن)
مسکونی تا چهار طبقه	۵۰	۱۰۰
محلهای ازدحام	۳۰۰	۱۵۰
سایر ساختمانها	۱۰۰	۱۵۰

### **۵-۳-۶ بارهای ضربه ای**

در بارهای زنده مشخص شده در بندهای ۲-۳-۶ و ۴-۳-۶ اثرات ارتعاش سازه و ضربه، در حد متعارف، منظور شده است. در طراحی عناصر سازه های عنوان شده در این بند که در آنها شرایط ارتعاش و ضربه بطور غیر متعارف موجود است، در صورت عدم انجام تحلیل های دینامیکی، بارها باید با ضرائب ضربه تعیین شده در زیرافزایش داده شوند.

**۱-۵-۳-۶** آویزهای کششی نگهدارنده کفها و بالکنهای بار زنده باید در ضریب  $1/33$  ضرب شود.

**۲-۵-۳-۶** سازه های نگهدارنده ماشین آلات: وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرك آنها باید در ضرائب مشخص شده در زیر ضرب شوند، مگر آنکه سازنده ماشین آلات ضرائب دیگری را مشخص کرده باشد.

الف- ماشین آلاتی که دارای محور دورانی می باشند: ضریب  $1/20$

ب- ماشین آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می باشند: ضریب  $1/50$

**۳-۵-۳ سازه های نگهدارنده آسانسورها: وزن اتاقک، ماشین آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسائل باید در ضریب ۰/۲ ضرب شوند، مگر آن بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی حداقل برابر این مقدار ضرب شده باشد.**

### **۶-۳-۶ بارهای جراثقال ها**

تیرهای زیر سری که ریلهای حامل پل جراثقال را تحمل می نمایند، به همراه اتصالات و نشیمن گاههای آنها، و سایر قسمتهای سازه باید برای بارهای قائم، افقی جانبی و افقی طولی ناشی از وزن و حرکت جراثقال و ملحقات آن بر طبق ضوابط بندهای ۴-۶-۳-۶ تا ۲-۶-۳-۶ طراحی شوند.

**۱-۶-۳ حداکثر بار چرخهای پل جراثقال باری است که چرخ ها در اثر وزن پل، اربابه و محلقات آن و باری که جابجا می شود- در شرایطی که اربابه در موقعیتی قرار گیرد که بیشترین اثر را بر روی ریل ایجاد نماید- به ریل وارد می کنند.**

**۲-۶-۳ بار قائم: برابر با حداکثر بار چرخهای پل، مطابق تعریف بند ۱-۶-۳-۶، که با ضریب ضربه ای برابر با ۱/۲۵ افزایش داده شده باشد. در طراحی ستونها و شالوده ها می توان اثر این ضریب ضربه را نادیده گرفت.**

**۳-۶-۳ بار افقی جانبی: برابر با ۲۰٪ مجموع وزن اربابه و باری که جابجا می شود. این بار به صورت افقی، در امتداد عمود بر محور ریل و در سطح تماس چرخ با ریل، اثر داده می شود. جهت این بار ممکن است به سمت ریل و یا در خلاف آن باشد. این بار بین تیرهای طرفین پل به نسبت سختی خمی جانبی آنها همراه با سازه نگهدارنده شان تقسیم می گردد.**

**۴-۶-۳ بار افقی طولی: برابر با ۱۰٪ حداکثر بار چرخهای پل، مطابق تعریف بند ۱-۶-۳-۶. این بار به صورت افقی، در امتداد محور ریل و در هر یک از جهات، در سطح تماس چرخ با ریل اثر داده می شود.**

### ۷-۳-۶ بارهای ضمن اجرای ساختمان

برای اجزاء سازه ای که در ضمن انجام عملیات ساختمانی تحت تأثیر بارهای ثقلی و یا بارهای ناشی از اثرات محیطی قرار می گیرند، بسته به نوع عملیات و تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می گیرد، بارهای مربوطه باید به طور مناسبی در طراحی اجزاء مورد نظر قرار گیرند.

### ۸-۳-۶ کاهش بارهای زنده

۱-۸-۳-۶ در کلیه کفها به جز کف بامها، کارخانه ها، کارگاهها، انبارها، محل پارک خودروها و محل های اجتماع و ازدحام ، مقدار بار زنده را می توان براساس ضوابط دو بند زیر کاهش داد. مقدار کاهش در هر حالت نباید بیشتر از ۵۰٪ باشد.

۲-۸-۳-۶ در طراحی تیرهایی که سطح بارگیر آنها بیشتر از ۱۸ متر مربع بوده و متعلق به کفهایی هستند که بار زنده در آنها کمتر از ۴۰۰ دکانیون بر متر مربع است، مقدار کاهش بار زنده از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$R = 100 \left( 0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}} \right) \quad (1-3-6)$$

در این رابطه A سطح بارگیر و یا جمع سطوح بارگیر عضو به متر مربع و R کاهش بار زنده به درصد است.

۳-۸-۳-۶ در طراحی ستونها، پایه ها، دیوارها و شالوده ها که بار چند طبقه را تحمل می نمایند و جمع سطوح بارگیر آنها، که مشمول سطوح بند ۱-۸-۳-۶ نمی شود، از ۱۸ متر مربع بیشتر است، مقدار کاهش بار زنده برابر با بزرگترین دو مقدار زیر است:

الف- مقدار درصد تعیین شده در رابطه (۱-۳-۶)

ب- مقدار درصد تعیین شده به شرح زیر:

- |          |   |
|----------|---|
| صفر درصد | - چنانچه عضو بار یک طبقه را تحمل می نماید         |
| ۱۰ درصد  | - چنانچه عضو بار دو طبقه را تحمل می نماید         |
| ۲۰ درصد  | - چنانچه عضو بار سه طبقه را تحمل می نماید         |
| ۳۰ درصد  | - چنانچه عضو بار چهار طبقه را تحمل می نماید       |
| ۴۰ درصد  | - چنانچه عضو بار پنج طبقه را تحمل می نماید        |
| ۵۰ درصد  | - چنانچه عضو بار شش طبقه و بیشتر را تحمل می نماید |

## ۶-۴ بار برف

### ۱-۶-۴ تعریف

بار برف، بنا به تعریف، وزن لایه برفی است که براساس آمار موجود در منطقه احتمال تجاوز از آن در سال کمتر از ۲ درصد (دوره بازگشت ۵۰ سال) باشد.

### ۲-۶-۴ بار برف مبنا

بار برف مبنا،  $P_S$  را در مناطق مختلف کشور باید با توجه به تقسیم بندی مشخص شده در جدول و شکل ۱-۶-۴<sup>\*</sup>، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت. این بار را می‌توان با انجام مطالعات دقیق‌تر آماری برای منطقه مورد نظر نیز تعیین نمود، ولی مقدار آن در هر حالت نباید کمتر از ۸۰٪ مقادیر زیر در نظر گرفته شود.

منطقه ۱- مناطق با برف نادر	۲۵ دکانیوتون بر مترمربع
منطقه ۲- مناطق با برف کم	۵۰ دکانیوتون بر مترمربع
منطقه ۳- مناطق با برف متوسط	۱۰۰ دکانیوتون بر مترمربع
منطقه ۴- مناطق با برف زیاد	۱۵۰ دکانیوتون بر مترمربع
منطقه ۵- مناطق با برف سنگین	۲۰۰ دکانیوتون بر مترمربع
منطقه ۶- مناطق با برف فوق سنگین	۳۰۰ دکانیوتون بر مترمربع

### ۳-۶ بار برف بامها

۱-۳-۶ بار برف بر روی بامها،  $P_r$  را باید با توجه به زاویه شبیب بام، برای هر مترمربع تصویر افقی سطح آن، از رابطه زیر تعیین نمود.

$$P_r = C_s \cdot P_S \quad (1-6)$$

\* شکل ۱-۶ در انتهای کتاب

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

در این رابطه:

$P_S$ ، بار برف مبنا، طبق بند ۲-۴-۶ است.

$C_S$ ، ضریبی است بهنام «ضریب اثر شیب» که برای بامهای مسطح و شیبدار، بامهای شیبدار دندانهای و بامهای قوسی براساس ضوابط بندهای ۲-۳-۴-۶ تا ۴-۳-۴-۶ تعیین می‌گردد.

مقدار این ضریب در حالات مختلف در شکل ۲-۴-۶ نمایش داده شده است.

مقدار  $P_r$  در هر حالت نباید کمتر از ۲۵ دکانیوتون بر مترمربع در نظر گرفته شود.  
در تعیین بار برف بر روی بامها رعایت ضوابط بند ۴-۴-۶ نیز الزامی است.

**۲-۳-۴-۶ ضریب اثر شیب،  $C_S$  برای بامهای مسطح و شیب دار به شرح زیر تعیین می‌شود:**

الف: در بامهای مسطح و شیب دار با زاویه شیب کمتر از ۱۵ درجه:

$$C_S = 1/0$$

ب: در بامهای شیب دار با زاویه شیب بین ۱۵ درجه و ۶۰ درجه:

$$C_S = 1/0 - \frac{\alpha - 15}{6} \quad (2-4-6)$$

پ: در بامهای شیب دار با زاویه شیب بیشتر از ۶۰ درجه:

$$C_S = 0/25$$

در رابطه  $\alpha$ ، ۲-۴-۶، زاویه سطح بام با افق به درجه است.

**۳-۳-۴-۶ در بامهای شیب دار دندانه ای ضریب اثر شیب برای کلیه سطوح  $C_S = 1/0$  است.**

**۴-۳-۴-۶ در بامهای قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد.** برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق ضابطه بند ۲-۳-۴-۶ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد.

### **۴-۴-۶ بارگذاری نامتقارن**

**۱-۴-۶ در بامهای شیب دار دو طرفه که در آنها زاویه شیب بیشتر از ۱۵ درجه و کمتر از ۶۰ درجه است و همچنین در بامهای قوسی که در آنها زاویه خطی که پای قوس را به رأس آن متصل**

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

می کند بیشتر از ۱۵ درجه و کمتر از ۶۰ درجه است، اثرات ناشی از بارگذاری نامتقارن باید بررسی شود. برای این منظور کافی است بار برف از سطح رو به باد حذف شده و بر روی سطح پشت به باد به اندازه ۲۰٪ افزایش داده شود.

**۲-۴-۶** در بامهای شیب دار دندانه ای برای بارگذاری نامتقارن باید ضریب اثر شیب برای کلیه سطوح بین  $C_S = 0/5$  در بالای سطح شیب دار و  $2/0$  در پایین سطح شیب دار به طور خطی تغییر داده شود.

**جدول ۱-۴-۶** تقسیم بندی شهرهای مختلف کشور از نظر بار برف

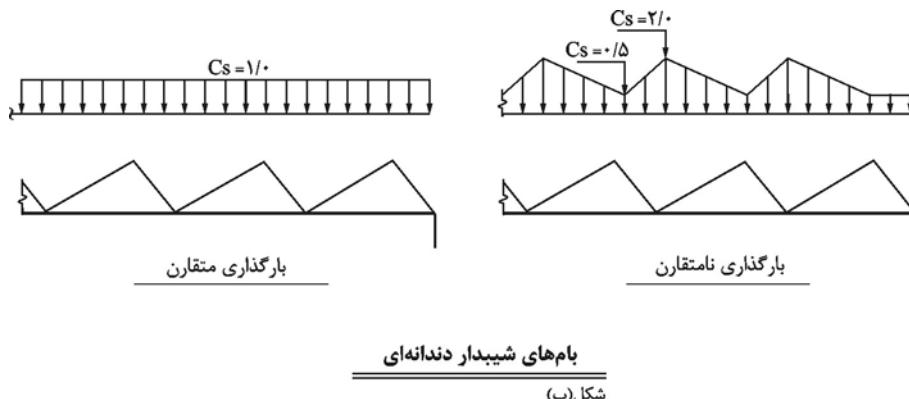
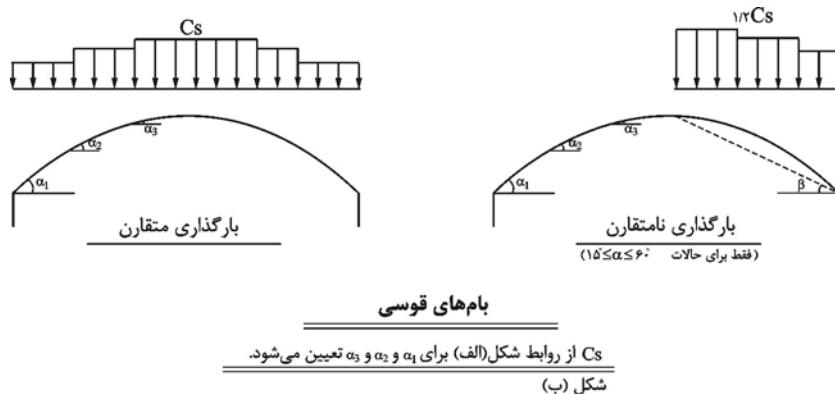
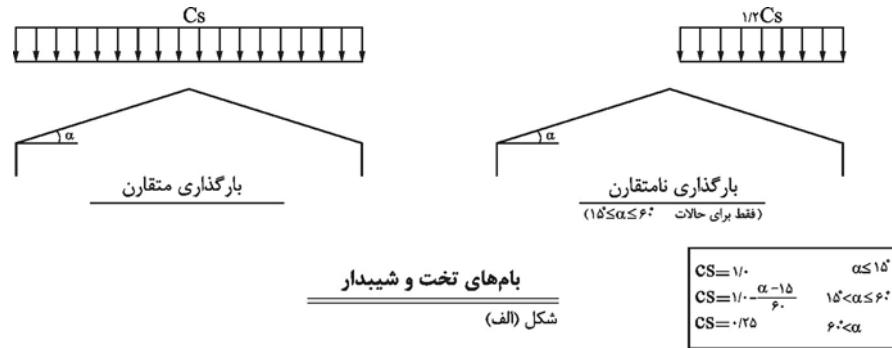
منطقه	نام ایستگاه یا شهر	ردیف	منطقه	نام ایستگاه یا شهر	ردیف
۱	بوشهر	۳۱	۵	آسترا	۱
۴	بیجار	۳۲	۴	اراک	۲
۲	بیرجند	۳۳	۵	اردبیل	۳
۵	پیروزی	۳۴	۲	اردستان	۴
۴	تبریز	۳۵	۴	ارومیه	۵
۴	تریت جام	۳۶	۴	اسلام آباد غرب	۶
۳	تریت حیدریه	۳۷	۳	اصفهان	۷
۴	تکاب	۳۸	۵	الیگودرز	۸
۴	تهران-مهرا آباد	۳۹	۱	امیدیه	۹
۴	تهران شمال	۴۰	۲	انار	۱۰
۱	جاسک	۴۱	۴	اهر	۱۱
۴	جلفا	۴۲	۲	اهواز	۱۲
۲	چیرفت	۴۳	۱	ایرانشهر	۱۳
۱	چابهار	۴۴	۴	ایلام	۱۴
۱	خاش	۴۵	۳	ایوان غرب	۱۵
۴	خدابنده	۴۶	۲	آبادان	۱۶
۴	خرم آباد	۴۷	۳	آباده	۱۷
۴	خرم دره	۴۸	۵	آبعلی	۱۸
۵	خلخال	۴۹	۵	آسترا	۱۹
۱	خور بیبانک	۵۰	۴	ازلی	۲۰
۲	خور بیرجند	۵۱	۳	بافت	۲۱
۴	خوی	۵۲	۲	بافق	۲۲
۵	داران	۵۳	۵	بانه	۲۳
۵	درود	۵۴	۴	بنجورد	۲۴
۳	دزفول	۵۵	۴	بروجرد	۲۵

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**ادامه جدول ۶ - ۱**

ردیف	ردیف	ردیف	ردیف	ردیف	ردیف
۳	دهران	۵۶	۲	بستان	۲۶
۲	دوگنبدان	۵۷	۲	بشرویه	۲۷
۴	رامسر	۵۸	۲	به	۲۸
۲	رامهرمز	۵۹	۱	بندرعباس	۲۹
۲	رباط پشت بادام	۶۰	۱	بندر لنگه	۳۰
۳	کاشان	۹۱	۵	رشت	۶۱
۲	کاشمر	۹۲	۳	رفسنجان	۶۲
۴	کرج	۹۳	۴	روانسر	۶۳
۳	کرمان	۹۴	۲	زابل	۶۴
۴	کرمانشاه	۹۵	۵	زرینه اوپاتو	۶۵
۴	کنگاور	۹۶	۴	زنجان	۶۶
۱	کهنوچ	۹۷	۳	سبزوار	۶۷
۶	کوهزنگ	۹۸	۴	سراب	۶۸
۳	گرگان	۹۹	۱	سراوان	۶۹
۳	گرمسار	۱۰۰	۳	سرپل ذهاب	۷۰
۵	گلپایگان	۱۰۱	۳	سرخس	۷۱
۴	گلمنکان	۱۰۲	۶	سردشت	۷۲
۲	گناباد	۱۰۳	۵	سقز	۷۳
۱	لار	۱۰۴	۳	سمنان	۷۴
۴	ماکو	۱۰۵	۴	سنندج	۷۵
۴	مراغه	۱۰۶	۴	سیرجان	۷۶
۵	مریوان	۱۰۷	۳	شهرود	۷۷
۳	مسجد سلیمان	۱۰۸	۳	شهر بلک	۷۸
۴	مشهد	۱۰۹	۴	شهر کرد	۷۹
۴	ملایر	۱۱۰	۳	شیراز	۸۰
۴	مهاباد	۱۱۱	۲	طبس	۸۱
۴	میانه	۱۱۲	۲	فردوس	۸۲
۲	نایین	۱۱۳	۳	فسا	۸۳
۴	نهاوند	۱۱۴	۴	فیروزکوه	۸۴
۲	نهیندان	۱۱۵	۲	قائن	۸۵
۴	نیشابور	۱۱۶	۴	قراخلیل	۸۶
۴	همدان(فروندگاه)	۱۱۷	۴	قروه	۸۷
۴	همدان نوژه	۱۱۸	۴	قزوین	۸۸
۴	یاسوج	۱۱۹	۳	قم	۸۹
۲	بزد	۱۲۰	۴	قوچان	۹۰

## مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان



شکل ۶-۴-۲ ضریب  $CS$  برای بار برف روی بامهای مختلف.

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

## ۶-۵ بارهای ناشی از فشار خاک و آب

### ۶-۱-۱ بارهای وارد بر دیوارهای حائل

۶-۱-۱-۱ دیوارهای زیر زمین ها و سایر سازه های مشابه باید برای نیروی ناشی از فشار خاک یا آب بر آنها طراحی شوند. فشار خاک باید با توجه به مشخصات مکانیکی آن تعیین گردد. این فشار در هر حالت نباید کمتر از فشار مایع معادل با وزن مخصوص ۵۰۰ دکانیوتن بر متر مکعب در نظر گرفته شود.

۶-۱-۱-۲ چنانچه خاک مجاور دیوار در معرض سربارهای ثابت و یا متحرک قرار گیرد، اثر این سربارها باید در محاسبه فشار خاک بر روی دیوار منظور گردد.

۶-۱-۱-۳ چنانچه سطح آب زیرزمینی بالاتر از کف زیرزمین باشد، اثر آن باید در محاسبه فشار وارد بر دیوار در نظر گرفته شود. در این حالت دیوار باید برای فشار خاک با وزن مخصوص خاک غوطه ور همراه با فشار کامل ایستابی آب زیرزمینی طراحی شود.

۶-۱-۱-۴ در مواردی که فشار پشت دیوار موجب کاهش بعضی نیروهای داخلی در اعضای سازه می گردد، باید حالتی را که در آن فشار پشت دیوار به نصف تقلیل داده شده است در طراحی منظور نمود.

۶-۱-۱-۵ در طراحی دیوارهای حائل و شالوده های آنها ضریب اطمینان موجود در مقابل واژگونی و لغزش باید به ترتیب حداقل برابر با  $1/75$  و  $1/5$  در نظر گرفته شود.

### ۶-۲ فشار بر کنش بر کفها

در طراحی کف زیرزمینها و سایر سازه های مشابه، اثر فشار بر کنش آب زیرزمینی باید به صورت فشار کامل ایستابی بر تمام کف در نظر گرفته شود. این فشار باید براساس اختلاف رقوم زیر کف نسبت به بالاترین سطح آب زیرزمینی محاسبه شود. ضریب اطمینان موجود در مقابل فشار بر کنش کف باید حداقل برابر با  $1/5$  در نظر گرفته شود.

## **۶-۶ بارهای ناشی از اثر باد**

### **۱-۶-۶ کلیات**

**۱-۱-۶** 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 حداقل سرعت باد در منطقه، ارتفاع و شکل هندسی ساختمانها و میزان حفاظتی که موانع مجاور برای آنها در مقابل باد ایجاد می‌کنند، محاسبه شوند.

**۲-۱-۶** 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 شود. در موارد مخصوص که در این فصل مشخص شده است، اثر باد باید در امتداد مشخص شده در بند مورد نظر نیز بررسی گردد.

**۳-۱-۶** 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 که بیشتر باشد، طراحی شوند.

**۴-۱-۶** در ساختمانهایی که ارتفاع آنها بیشتر از ۱۲۰ متر و یا بیشتر از ۵ برابر عرض آنها می‌باشد و در سازه‌های غیر از ساختمان نظیر دودکش‌ها، مخازن و دکل‌ها که زمان تناوب ارتعاشات طبیعی آنها بزرگتر از یک ثانیه می‌باشد، محاسبه بار باد براساس ضوابط این فصل کافی نیست. برای محاسبه بار باد در این ساختمانها و سازه‌ها باید یکی از دورش زیر را به کار گرفت:

الف) روش تحلیل دینامیکی، نظیر آنچه در پیوست شماره ۳-۶ ارائه شده است.

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

در این موارد بار کل باد که برای طراحی سازه‌ها به کار گرفته می‌شود در هیچ حالت نباید کمتر از ۸۰٪ بار براساس ضوابط این فصل در نظر گرفته شود.

### ۶-۲ سرعت مبنای باد

سرعت مبنای باد، بنا به تعریف، 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 تجاوز از آن در سال کمتر از ۲٪ (دوره بازگشت ۵۰ ساله) باشد.

سرعت مبنای باد برای مناطق مختلف کشور در جدول شماره ۶-۱۶ ارائه شده است. برای مناطقی که نام آنها در جدول نیامده است سرعت مبنای باد باید برابر با مقدار آن برای نزدیکترین شهری که نام آن در جدول آمده است، اختیار گردد.

برای ساختمانهایی که بنا به اهمیت خاص نیاز به تأمین اطمینان بیشتر برای طراحی در برابر بار باد باشد، سرعت مبنای باد باید براساس مطالعات آماری و برای دوره بازگشت مناسب تعیین گردد. این سرعت، به هر حال، نباید کمتر از ۸۰ کیلومتر در ساعت اختیار شود.

### ۶-۳ فشار مبنای باد

فشار مبنای باد، بنا به تعریف، 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.

$$q = 0.005V^2 \quad (6-1)$$

در این رابطه  $V$  سرعت مبنای باد، به کیلومتر بر ساعت، و  $q$  فشار مبنای باد، به دکانیون بر متر مربع است.

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

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

نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	فشار مبنا (q) دکانیوتون بر مترمربع
آبادان	۹۰	۴۰/۵
آباده	۱۰۰	۵۰/۰
آبعلی	۱۱۰	۶۰/۵
اراک	۹۰	۴۰/۵
اردبیل	۱۳۰	۸۴/۵
ارومیه	۹۰	۴۰/۵
آغاجاری	۱۱۰	۶۰/۵
اصفهان	۱۱۰	۶۰/۵
امیدیه	۱۱۰	۶۰/۵
اهواز	۱۱۰	۶۰/۵
ایرانشهر	۱۱۰	۶۰/۵
بابلسر	۱۰۰	۵۰/۰
جنورد	۱۳۰	۸۴/۵
بم	۱۱۰	۶۰/۵
بندرانزلی	۱۱۰	۶۰/۵
بندر عباس	۱۰۰	۵۰/۰
بندرلنگه	۹۰	۴۰/۵
بوشهر	۱۰۰	۵۰/۰
بیرجند	۹۰	۴۰/۵
پارس آبادمغان	۱۰۰	۵۰/۰
تبریز	۱۱۰	۶۰/۵
تریت حیدریه	۸۰	۳۲/۰
تهران	۱۰۰	۵۰/۰

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

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

نام ایستگاه	سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت	فشار مبنای باد (q) دکانیون بر مترمربع
جاسک	۱۰۰	۵۰/۰
جزیره سیری	۱۱۰	۶۰/۵
جزیره کیش	۱۰۰	۵۰/۰
چابهار	۹۰	۴۰/۵
خرم آباد	۸۰	۳۲/۰
خوی	۹۰	۴۰/۵
دزفول	۱۱۰	۶۰/۵
رامسر	۹۰	۴۰/۵
رشت	۹۰	۴۰/۵
زابل	۱۲۰	۷۲/۰
زاهدان	۱۳۰	۸۴/۵
زنجان	۸۰	۳۲/۰
سیزوار	۹۰	۴۰/۵
سرخس	۱۱۰	۶۰/۵
سقز	۱۰۰	۵۰/۰
سمنان	۸۰	۳۲/۰
سنندج	۹۰	۴۰/۵
شاہرود	۸۰	۳۲/۰
شهرکرد	۸۰	۳۲/۰
شیراز	۸۰	۳۲/۰
طبس	۹۰	۴۰/۵
فسا	۹۰	۴۰/۵
قلم شهر	۹۰	۴۰/۵
قروین	۱۰۰	۵۰/۰
قم	۹۰	۴۰/۵
کاشان	۱۰۰	۵۰/۰
کرمان	۱۳۰	۸۴/۵
کرمانشاه	۹۰	۴۰/۵
گرگان	۸۰	۳۲/۰
مراغه	۱۱۰	۶۰/۵
مشهد	۹۰	۴۰/۵
منجیل	۱۳۰	۸۴/۵
نوشهر	۹۰	۴۰/۵
همدان	۱۰۰	۵۰/۰
یزد	۱۱۰	۶۰/۵

#### ۴-۶-۶ نیروی باد بر ساختمانها و سایر سازه ها

نیروی ناشی از باد بر روی سطوح ساختمان ها و سایر سازه ها از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$F = p \cdot A \quad (2-6-6)$$

در این رابطه:

$p$  فشار یا مکش ناشی از باد است که براساس ضوابط بند ۵-۶-۶ محاسبه می شود.  
 $A$  مساحت سطحی از ساختمان است که فشار یامکش  $P$  برآن وارد می شود. این سطح در سازه هایی که دارای سطوح مشبک اند، مانند دکلهای انتقال نیروی برق، برابر با مجموع سطوح تصاویر اعضای سازه بر صفحه ای است که در امتداد عمود برجت باد واقع می باشد.

#### ۴-۶-۷ فشار یا مکش ناشی از باد

فشار یا مکش ناشی از باد بر روی سطوح ساختمان، در هر ارتفاعی از آن، از رابطه زیر محاسبه می شود. اصطلاح فشار برای حالتی است که جهت نیرو رو به سطح و اصطلاح مکش برای حالتی است که جهت نیرو از طرف سطح به طرف خارج باشد.

$$p = C_e \cdot C_q \cdot q \quad (3-6-6)$$

در این رابطه:

$q$  فشار مبنای باد است که مطابق ضابطه بند ۳-۶-۶ محاسبه می شود.  
 $C_q$  ضریبی است به نام «ضریب اثر تغییر سرعت» که مطابق ضابطه بند ۶-۶-۶ تعیین می شود.  
 $C_e$  ضریبی است به نام «ضریب شکل» که با توجه به نوع سازه و شکل هندسی آن به شرح زیر تعیین می گردد:

- الف- برای سازه اصلی باربر جانبی ساختمان مطابق ضوابط بند ۷-۶-۶
- ب- برای پوشش بامها و دیوارهای ساختمان و عناصر سازه ای نگهدارنده آنهماتابق ضوابط ۸-۶-۶
- پ- برای سازه های غیر از ساختمان مطابق ضوابط بند ۹-۶-۶

#### ۴-۶-۸ ضریب اثر تغییر سرعت، $C_e$

۱-۶-۶-۶ ضریب اثر تغییر سرعت،  $C_e$ ، در برگیرنده آثار زیر است:

- ارتفاع تراز مورد نظر در ساختمان که فشار باد برای آن محاسبه می شود.
- موقعیت ساختمان به لحاظ تراکم ساختمانها و درختان موجود در ناحیه.

- اوج باد که معرف تغییرات لحظه‌ای سرعت باد می‌باشد.

این ضریب باید، با توجه به آنکه ساختمان در نواحی با تراکم زیاد یا کم قرار گرفته باشد، به شرح زیر تعیین گردد و در کاربرد آن باید ضابطه بند ۶-۶-۲ نیز رعایت گردد.

الف- در نواحی داخل شهرها و یا محله‌ای که دارای ساختمانهای متعدد و یا انبوه درختان اند:

$$C_e = 1/6 \left( \frac{Z}{10} \right)^{0.24} \quad C_e \geq 1/6 \quad (4-6-6)$$

ب- در نواحی باز خارج از شهرها و یا محله‌ای که دارای ساختمانها و یا درختان پراکنده اند:

$$C_e = 2/0 \left( \frac{Z}{10} \right)^{0.16} \quad C_e \geq 2/0 \quad (5-6-6)$$

در این روابط  $Z$  ارتفاع تراز مورد نظر در ساختمان برای محاسبه فشار باد است.

ضریب اثر تغییر سرعت را می‌توان به جای محاسبه از روابط فوق به طور محافظه کارانه به شرح جدول شماره ۶-۶-۲ در نظر گرفت.

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

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

**۶-۶-۲** ضریب اثر تغییر سرعت برای سطوحی که اثر باد بر روی آنها به صورت فشار است، مانند دیوارهای رو به باد، در ارتفاع ساختمان متغیر بوده و باید برای ارتفاع هر تراز محاسبه شود. ولی برای سطوحی که اثر باد بر روی آنها به صورت مکش است، مانند بامها و دیوارهای پشت به باد، در ارتفاع ساختمان ثابت بوده و مقدار آن باید برای ارتفاع تراز بام محاسبه گردد. در مواردی که بام شیب دار است این ارتفاع باید برابر با تراز متوسط بام منظور گردد. به شکل ۶-۶-۱ مراجعه شود.

## ۶-۶-۷ ضریب شکل، $C_q$ ، برای سازه اصلی باربر جانبی ساختمان

**۶-۶-۷** سازه اصلی باربر جانبی ساختمان به سیستم کلی سازه‌ای که برای تحمل بارهای جانبی باد در نظر گرفته شده است، اطلاق می‌شود. این سازه ممکن است به صورت قابه‌ای

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

خمشی، قابهای بادبندی شده، دیوارهای برشی و یا ترکیبی از آنها باشد. دیافراگم کفهای که نقش توزیع کننده بارهای جانبی را بین هسته های مقاوم مختلف به عهده دارند، جزء سازه اصلی محسوب می شوند.

در طراحی سازه اصلی، ضریب شکل برای تعیین فشار یا مکش وارد بر سطوح ساختمان، باید بر طبق جدول شماره ۳-۶-۶ تعیین گردد. این ضریب برای حالات مختلف در شکل ۲-۶-۶ نشان داده شده است.

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

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

ضرایب مثبت نمایشگر فشار و ضرائب منفی نمایشگر مکش اند.

۲-۶-۶ در ساختمانهای کوتاهتر از ۶۰ متر، به جز ساختمانهای کوتاه که دارای سقفهای شیب دارند مانند ساختمان کارخانجات و انبارها، به جای محاسبه اثر باد بر روی سطوح رو به باد و پشت به باد مطابق بند ۱-۷-۶ می توان اثر بار را بر روی سطوح رو به باد محاسبه نمود و در رابطه ۲-۶-۶ به جای A مساحت تصویر این سطوح را بر روی صفحه ای که عمود بر جهت باد است منظور کرد. در این حالت ضریب شکل باید به شرح زیر در نظر گرفته شود:

$$\text{الف- در ساختمانهای کوتاهتر از ۱۲ متر} \quad C_q = 1/3$$

$$\text{ب- در ساختمانهای با ارتفاع بین ۱۲ و ۶۰ متر} \quad C_q = 1/4$$

ضریب شکل برای اثر باد روی بام در هر حالت باید برابر با  $C_q = 0/7$  منظور شود.

**۳-۷-۶** در بامهای قوسی ضریب شکل باید با توجه به شب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شده و ضریب شکل برای هر یک از اضلاع با توجه به شب آن، بر طبق ضابطه بند ۱-۷-۶ تعیین گردد. تعداد قطعات چند ضلعی در هر نیم قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد.

**۴-۷-۶** در بامهای دندانه ای ضریب شکل باید برای سطوح رو به باد در دهانه اول و برای سطوح پشت به باد در دهانه آخر بر طبق ضابطه بند ۱-۷-۶ تعیین گردد. این ضریب برای سایر سطوح باید برابر  $C_q = 0/1$  در نظر گرفته شده و بار باد برای این سطوح باید با منظور کردن تصویر افقی آنها در رابطه  $6-6-2$ -محاسبه گردد. این بار باید به صورت یک نیروی رانشی افقی و در جهت وزش باد در مرکز ثقل سطوح اثر داده شود.

#### **۸-۶-۶ ضریب شکل، $C_q$ ، برای دیوارها، پوشش بامها و عناصر سازهای نگهدارنده آنها**

**۱-۸-۶** دیوارها و عناصر نگهدارنده آنها مانند تیرها، ستونها و اتصالات آنها باید بتوانند فشار یا مکش ناشی از باد را که به طور عمودی بر سطح آنها اثر می کند، به طور مستقل تحمل نمایند. ضریب شکل برای تعیین این آثار باید برابر با مقادیر زیر در نظر گرفته شود.

$$C_q = +1/2, -1/4$$

الف- برای دیوار ساختمان ها و عناصر نگهدارنده آنها

$$C_q = +1/3$$

ب- برای دیوارها در فضای باز و جان پناه ها

در نظر گرفته شود.

**۲-۸-۶** پوشش بامها و عناصر نگهدارنده آنها مانند لایه ها، تیرها و اتصالات آنها باید بتوانند فشار یا مکش ناشی از باد را که به طور عمودی بر سطح آنها اثر می کند، بطور مستقل تحمل نماید. ضریب شکل برای تعیین این آثار باید برای دو حالت بارگذاری زیر، به شرح گفته شده در نظر گرفته شود. قطعه مورد نظر باید برای حالتی که بیشترین اثر را در آن ایجاد می کند، طراحی شود.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

الف- حالتی که اثر باد بر تمام سطح بارگیر قطعه وارد می شود. ضریب شکل در این حالت باید طبق جدول شماره ۶-۶ تعیین گردد.

**جدول شماره ۶-۶** ضریب شکل برای پوشش بامها و اعضای سازه ای نگهدارنده آنها

-۱/۴	شیب کمتر از ۱۵ درجه
+۰/۸ -۱/۴	شیب بین ۱۵ و ۳۰ درجه
+ ۱/۴ -۱/۴	شیب بین ۳۰ و ۴۵ درجه
+۱/۲ -۱/۴	شیب بیشتر از ۴۵ درجه

ب- حالتی که اثر باد به صورت مکش تنها بر قسمتی از سطح بارگیر قطعه که در نواحی پیرامونی هر یک از سطوح بام قرار دارد، اثر داده می شود. ضریب شکل در این حالت باید برابر با مقادیر زیر در نظر گرفته شود.

$$C_q = -2/5$$

- شیب کمتر از ۳۰ درجه

$$C_q = -1/6$$

- شیب بین ۳۰ درجه و ۴۵ درجه

نواحی پیرامونی در چهار سمت کناره های بام، برای منظور طراحی، نوارهایی به عرض ۰/۱ کوچکترین بعد ساختمان در پلان و یا سه متر، هر کدام کوچکترند، در نظر گرفته می شوند. به شکل ۶-۶ مراجعه شود.

### **۶-۶-۹ ضریب شکل برای سازه های غیر ساختمانی**

۶-۶-۹-۱ دودکشها، مخازن، برجهای با دیوار توپر: ضریب شکل برای این سازه ها باید با توجه به شکل هندسی آنها در پلان، به شرح زیر در نظر گرفته شوند:

الف- سازه های با پلان مربع یا مستطیل

ب- سازه های با پلان شش ضلعی یا هشت ضلعی

پ- سازه های با پلان دایره یا بیضی

ت- سازه های گنبدی شکل

بار باد در این سازه ها باید با منظور کردن مساحت سطح تصویر سازه بر روی صفحه عمود بر جهت باد، در رابطه ۶-۶ محاسبه شود.

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

۲-۶-۶ برج ها و دکلهای مشبك: ضریب شکل برای این سازه ها باید با توجه به شکل هندسی آنها در پلان و میزان نسبی پر بودن سطح آنها در هر وجه به شرح زیر در نظر گرفته شود:

الف- سازه های با پلان مربع یا مستطیل

$$C_q = 4/ \cdot e^2 - 5/ 9e + 4/ \cdot \quad (6-6-6)$$

ب- سازه های با پلان مثلث

$$C_q = 3/ 4e^2 - 4/ 7e + 3/ 4 \quad (7-6-6)$$

در این روابط  $e$  نسبت مجموع سطوح اعضای سازه که در یک وجه در مقابل باد قرار می گیرند به مساحت کل آن وجه است.

بار باد در این سازه ها باید با در نظر گرفتن جهت باد در امتداد عمود بر یکی از وجوده و با منظور کردن مجموع مساحت های سطوح تصویر اعضای سازه که در آن وجه قرار دارند بر روی صفحه عمود بر جهت باد، در رابطه ۲-۶-۶ محاسبه شود.

در برجهایی که با قطعات سازه ای لوله ای ساخته شده اند، ضریب شکل را می توان به اندازه ۳۳٪ کاهش داد.

در برجهایی که با کابل مهار می شوند، برای طراحی ناحیه طره ای برج، بار باد باید به اندازه ۲۵٪ افزایش داده شود. به علاوه در این برجهای باید امکان کاهش بار باد به اندازه ۲۵٪ بر روی هر یک از دهانه ها و اثری که این کاهش بر روی نیروهای داخلی سازه در سایر دهانه ها به وجود می آورد، بررسی شود.

۳-۶-۶ قطعات الحاقی برجها مانند پلکانها، لوله ها، چراغها و آسانسورها: ضریب شکل برای این سازه ها باید با توجه به شکل قطعاتی که در ساخت آنها به کار برده شده است به شرح زیر در نظر گرفته شود:

الف- قطعات لوله ای با قطر کمتر از ۵۰ میلیمتر

ب- قطعات لوله ای با قطر بیشتر از ۵۰ میلیمتر

پ- قطعات تسمه ای با مقاطع زاویه دار مانند نبشی و ناودانی

بار باد در این سازه ها باید با منظور کردن مجموع مساحت های سطوح تصاویر اعضای مختلف سازه بر روی صفحه عمود بر جهت باد، در رابطه (۲-۶-۶) محاسبه شود.

## **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

### **۴-۶-۶ تابلوهای علامات و اعلانات و سازه های از این نوع: ضریب شکل برای این سازه ها**

باید با توجه به باز یا پر بودن سطح آنها به شرح زیر در نظر گرفته شود:

الف- در تابلوهایی که سطح باز در آنها کمتر از  $25\%$  سطح کل تابلو است، ضریب شکل باید برابر با  $1/5$  منظور شده و برای محاسبه نیروی باد باید فشار باد را بر روی سطح کل تابلو، بدون در نظر گرفتن سطح باز، اثر داد.

ب- در تابلوهایی که سطح باز در آنها بیشتر از  $25\%$  سطح کل تابلو است، ضریب شکل باید برابر با  $2/0$  منظور شده و برای محاسبه نیروی باد باید فشار باد را بر روی سطح پر تابلو اثر داد.

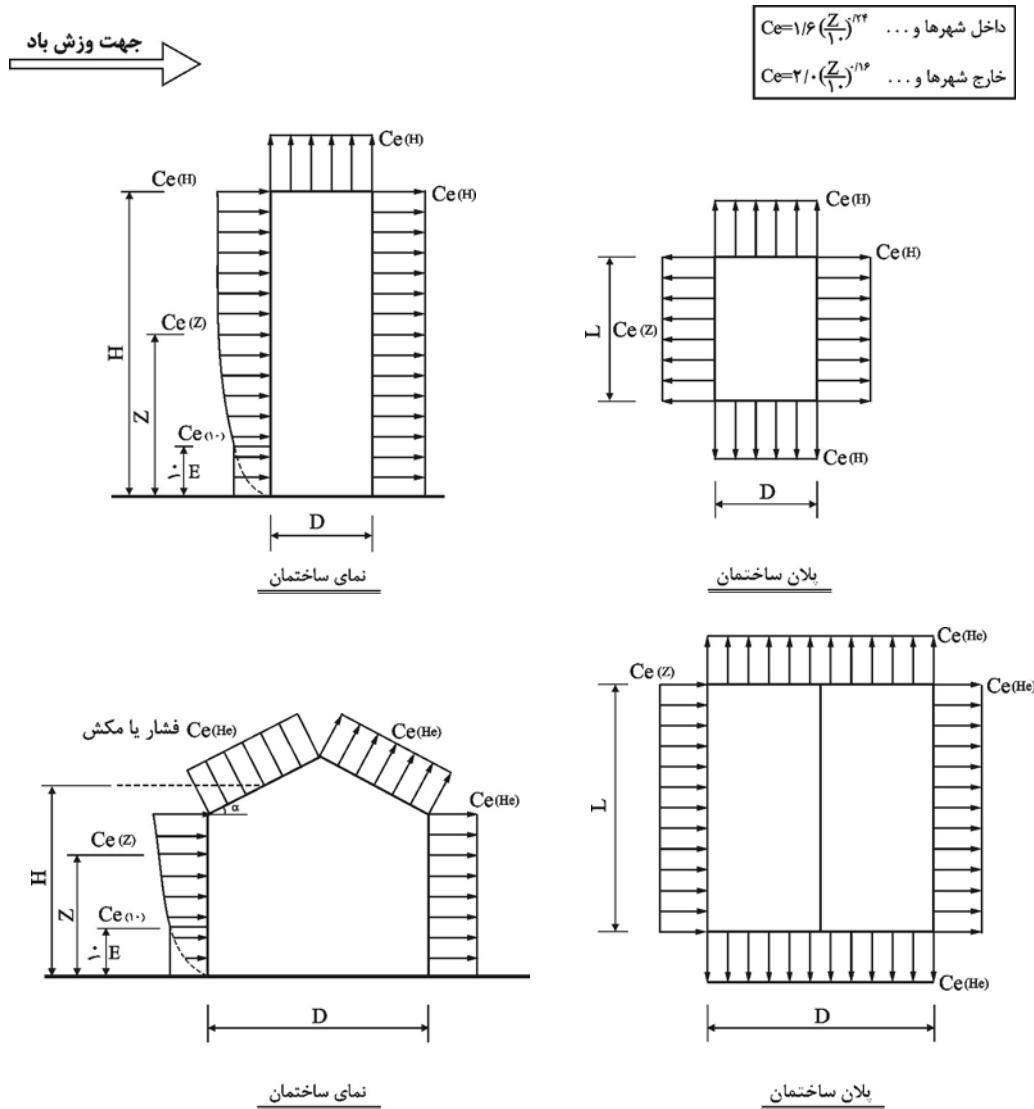
در این تابلوها چنانچه قطعات بکار برده شده در سازه لوله ای شکل باشند، ضریب شکل را می توان به اندازه  $33\%$  کاهش داد.

### **۱۰-۶-۶ ضوابط عمومی طراحی سازه ها برای باد**

۱-۱۰-۶ در طراحی سازه ها 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 نباید کمتر از  $1/75$  اختیار شود. در محاسبه لنگر مقاوم در مقابل واژگونی می توان وزن شالوده و خاک روی آن را نیز به حساب آورد.

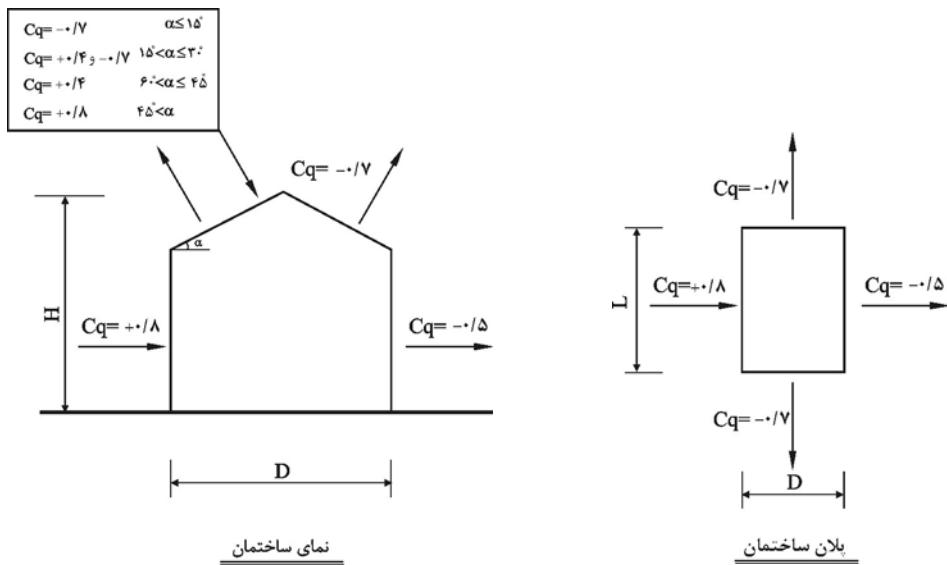
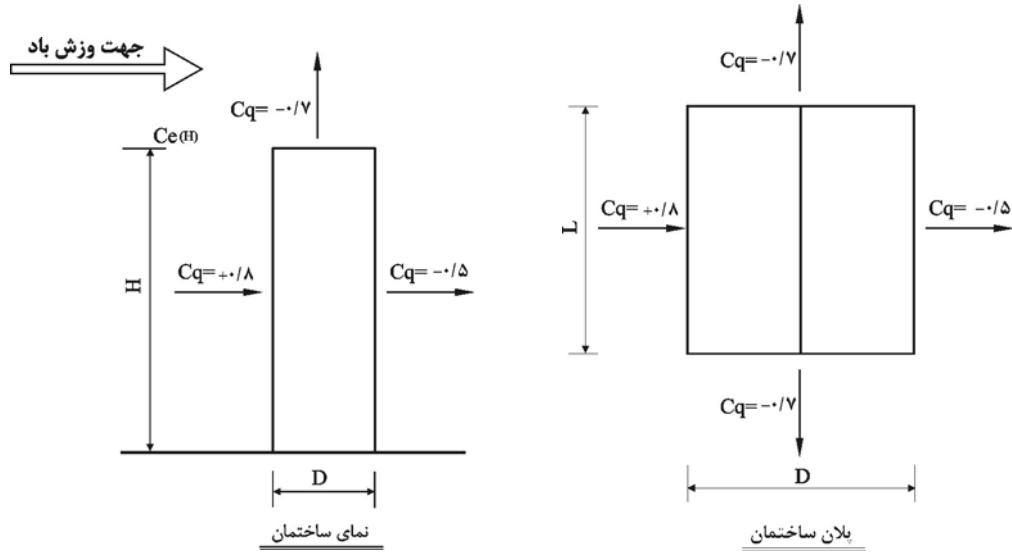
۲-۱۰-۶ مقاومت کل سازه در مقابل رانش بر روی زمین باید به وسیله اصطکاک شالوده ها بر روی زمین، مقاومت ایجاد شده توسط خاک مقابل شالوده، و یا هر مهار جانبی دیگری که برای این منظور تعییه شده است، تأمین گردد. ضریب اطمینان موجود در مقابل رانش نباید کمتر از  $1/5$  در نظر گرفته شود.

۳-۱۰-۶ سختی جانبی سازه باید به حدی باشد که تغییر مکان جانبی ایجاد شده در هر تراز سازه، زیر اثر بارهای ناشی از باد، از  $0.005$  برابر ارتفاع آن تراز از سطح زمین تجاوز نکند. در ساختمانها، این محدودیت باید در مورد تغییر مکانهای نسبی طبقات و یا بام نیز رعایت گردد.

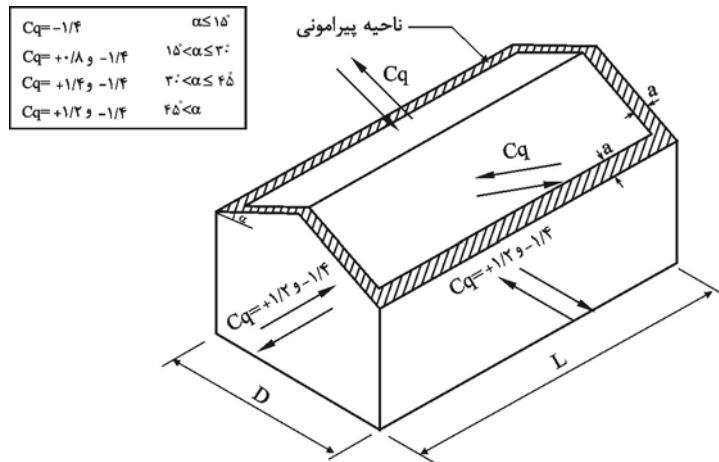
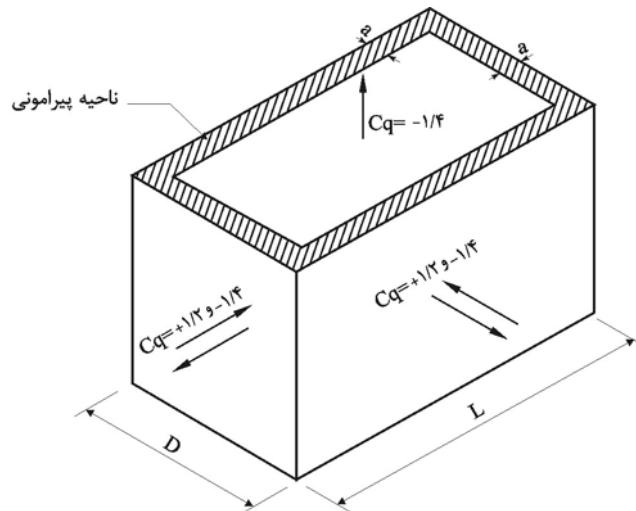


شکل ۶-۶-۱ ضریب اثر تغییر سرعت  $Ce$  سطوح روبرو به باد، پشت به باد، موازی باد.

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان



شکل ۶-۶-۲ ضریب شکل  $Cq$  برای سازه اصلی باربر جانبی ساختمان.



شکل ۶-۶-۳ ضریب شکل  $Cq$  برای دیوارها، پوشش بامها و عناصر سازه‌ای نگهدارنده آنها  
یادداشت: برای بامها بند ۶-۸-۲-ب)، نواحی پیرامونی، نیز باید رعایت شود.

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

## ۷-۶ بارهای ناشی از زلزله

### ۱-۷-۶ کلیات

#### ۱-۱-۷-۶ تعریف

ساختمانها و اجزای آنها باید برای اثر ناشی از زلزله بر اساس ضوابط این بخش طراحی و ساخته شوند. زلزله مبنای طراحی، که «زلزله طرح» نامیده می‌شود، زلزله ایست که احتمال وقوع آن در ۵۰ سال، عمر مفید ساختمان، کمتر از ده درصد باشد. به علاوه ساختمانهای "با اهمیت خیلی زیاد و زیاد"، موضوع بند ۷-۱-۶، و یا ساختمانهای بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید ضوابط ویژه‌ای را برای اثر ناشی از «زلزله سطح بهره برداری» که احتمال وقوع آن در ۵۰ سال بیشتر از ۹۹/۵ درصد است، اقناع نمایند. این ضوابط در بند ۷-۶-۳-۷-۶ آورده شده‌اند.

#### ۲-۱-۷-۶ حدود کاربرد

کلیه ساختمانهای موضوع این مقررات، به جز ساختمانهای با مصالح بنایی غیر مسلح، مشمول ضوابط این بخش می‌شوند. برای طراحی ساختمانهای با مصالح بنایی غیر مسلح باید ضوابط مندرج در مبحث هشتم این مقررات رعایت گردد.

#### ۳-۱-۷-۶ ضوابط کلی طراحی و اجرا

۱-۳-۱-۷-۶ کلیه عناصر باربر ساختمان باید به نحو مناسبی به هم پیوسته باشند تا در زمان وقوع زلزله عناصر مختلف از یکدیگر جدا نشده و ساختمان به طور یکپارچه عمل کند. در این مورد، کفها باید به عناصر قائم باربر، قابها و یا دیوارها، به نحو مناسبی متصل باشند به طوری که بتوانند به صورت یک دیافراگم نیروهای ناشی از زلزله را به عناصر باربر جانبی منتقل کنند.

## **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**۶-۱-۳-۲** ساختمان باید در هر دو امتداد افقی عمود بر هم قادر به تحمل نیروهای افقی ناشی از زلزله باشد و در هر یک از این امتدادها نیز باید انتقال نیروهای افقی به شالوده به گونه ای مناسب صورت گیرد.

**۶-۱-۳-۳** برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمانهای مجاور به یکدیگر، ساختمانهای با ارتفاع بیشتر از هشت متر و یا بلندتر از دو طبقه از تراز پایه باید با پیش بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله ای حداقل از مرز مشترک با زمینهای مجاور ساخته شوند.

**۶-۱-۴-۳** عرض درز انقطاع در هر طبقه باید حداقل برابر با یک صدم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه در نظر گرفته شود. برای تأمین این منظور، می توان فاصله هر طبقه ساختمان از مرز زمین مجاور را حداقل برابر با پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه در نظر گرفت. در ساختمانهای با اهمیت «حیلی زیاد» و «زیاد» و یا در سایر ساختمان های با هشت طبقه و بیشتر، عرض درز انقطاع در هر طبقه نباید کمتر از حاصل ضرب تغییر مکان جانبی نسبی طرح آن طبقه ضریب ضریب رفتار  $R$ . درنظر گرفته شود. هر یک از ساختمانهای مجاور یکدیگر، ملزم به رعایت فاصله ای معادل حاصل ضرب  $R/5$  در تغییر مکان جانبی نسبی طرح آن ساختمان در هر طبقه می باشد. ضریب رفتار  $R$  در بند ۶-۷-۵-۸ تعریف شده است. فاصله درز انقطاع را می توان با مصالح کم مقاومت که در هنگام وقوع زلزله، بر اثر برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می شود، به نحو مناسبی پر نمود به طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد.

## **۶-۱-۴ ملاحظات ژئوتکنیکی**

**۶-۱-۴-۱** به طور کلی باید از احداث ساختمان بر رو و یا مجاور گسلهای فعالی که احتمال به وجود آمدن شکستگی در سطح زمین، در هنگام وقوع زلزله وجود دارد، اجتناب شود. در مواردی که در محدوده گسل، احداث ساختمان مورد نظر باشد، باید علاوه بر رعایت ضوابط این بخش تمهیدات فنی ویژه ای منظور شود.

**۶-۱-۴-۲** در زمین هایی که ممکن است بر اثر زلزله، دچار ناپایداری های ژئوتکنیکی نظیر: روانگرایی، نشست زیاد، زمین لغزش و یا سنگ ریزش گردد، و یا زمین متخلک از خاک رس

## **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

حساس باشد، بررسی امکان ساخت بنا و شرایط لازم برای آن، با استفاده از مطالعات ویژه، توصیه می‌گردد. در زمین‌های محل احداث ساختمانهای «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» انجام مطالعات ویژه الزامی است.

**۳-۴-۱-۷-۶** در زمین‌هایی که مستعد روانگرایی می‌باشند باید احتمال ناپایداری، حرکت نسبی ژئوتکنیکی، گسترش جانبی و یا کاهش ظرفیت باربری شالوده و یا وقوع نشت های زیاد از حد بررسی شود و در صورت نیاز با استفاده از روش‌های مناسب بهسازی خاک، نسبت به اینمی شالوده ساختمان، اطمینان حاصل گردد.

زمین‌هایی مستعد روانگرایی تشخیص داده می‌شوند که حداقل دارای یکی از شرایط زیر

باشند:

الف- سابقه روانگرایی در آنها مشاهده شده باشد.

ب- زمین‌هایی که از نوع خاک ماسه‌ای با تراکم کم، اعم از تمیز، یا رس دار با مقدار رس کمتر از ۲۰ درصد، یا دارای لای و یا شن بوده و تراز سطح آب زیرزمینی در آنها نسبت به سطح زمین کمتر از حدود ۱۰ متر باشد.

ماسه با تراکم کم به ماسه‌ای اطلاق می‌شود که عدد ضربه استاندارد آن در آزمایش نفوذ استاندارد،  $N_1(60)$ <sup>۱</sup>، کمتر از ۲۰ باشد.

**۴-۱-۷-۶** برای احداث ساختمان در دامنه، بالا یا پایین شیب، هرگونه خاکبرداری و یا خاک ریزی بر روی آن باید همراه با تحلیل و بررسی پایداری شیب و در صورت نیاز تمهیدات لازم برای تأمین پایدار سازی کلی شیب باشد. در صورت احداث بنا در بالا یا روی شیب، ظرفیت باربری پی و پایداری موضعی و کلی شیب باید تأمین گردد.

**۴-۱-۷-۶** شالوده‌های ساختمان باید حتی المقدور بر روی یک سطح افقی ساخته شود و در مواردی که به علت شیب زمین یا علل دیگر احداث همه آنها در یک تراز میسر نباشد، باید هر قسمت از آنها بر روی یک سطح افقی قرار داده شود.

---

۱- برای اطلاعات بیشتر در مورد عدد  $N_1(60)$  به کتب مکانیک خاک و یا مراجع معتبر دیگر مراجعه شود.

### **۵-۱-۷-۶ ملاحظات معماري**

**۶-۱-۵-۱** پلان ساختمان باید تا حد امکان 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 حتی المقدور احتراز شود.

**۶-۱-۵-۲** از احداث طره های بزرگتر از  $1/5$  متر حتی المقدور احتراز شود.

**۶-۱-۵-۳** از ایجاد بازشوهای بزرگ و مجاور یکدیگر در دیافراگم های کفها خودداری شود.

**۶-۱-۵-۴** از قرار دادن اجزای ساختمانی، تاسیسات و یا چیزهای سنگین بر روی طره ها و عناصر لاغر و دهانه های بزرگ پرهیز گردد.

**۶-۱-۵-۵** با بکارگیری مصالح سازه ای با مقاومت زیاد و شکل پذیری مناسب و مصالح غیر سازه ای سبک، وزن ساختمان به حداقل رسانده شود.

**۶-۱-۵-۶** از ایجاد اختلاف سطح در کفها تا حد امکان خودداری شود.

**۶-۱-۵-۷** از کاهش و افزایش مساحت زیر بنای طبقات در ارتفاع، به طوری که تغییرات قابل ملاحظه ای ایجاد شود، پرهیز گردد.

### **۶-۱-۷-۶ ملاحظات پیکربندی سازه ای**

**۶-۱-۶-۱** عناصری که بارهای قائم را تحمل می نمایند در طبقات مختلف تا حد امکان بر روی هم قرار داده شوند تا انتقال بار این عناصر به یکدیگر با واسطه عناصر افقی صورت نگیرد.

**۶-۱-۶-۲** عناصری که نیروهای افقی ناشی از زلزله را تحمل می کنند به صورتی در نظر گرفته شوند، که انتقال نیروها به سمت شالوده به طور مستقیم انجام شوند و عناصری که با هم کار می کنند در یک صفحه قائم قرار داشته باشند.

**۶-۱-۷-۳** عناصر 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.

**۶-۱-۷-۴** ساختمان و اجزای آن به نحوی طراحی گردند که شکل پذیری و مقاومت مناسب در آنها تأمین شده باشد.

**۶-۱-۷-۵** در ساختمان هایی که در آنها از سیستم قاب خمشی برای بار جانبی استفاده می شود، طراحی به نحوی صورت گیرد که تا حد امکان ستونها دیرتر از تیرها دچار خرابی شوند.

**۶-۱-۷-۶** اعضای غیر سازه ای، مانند دیوارهای داخلی و نماها طوری اجرا شوند که تا حد امکان مزاحمتی برای حرکت اعضای سازه ای در زمان وقوع زلزله ایجاد نکنند. در غیر این صورت، اثر اندرکنش این اعضاء با سیستم سازه باید در تحلیل سازه در نظر گرفته شود.

**۶-۱-۷-۷** از ایجاد ستون های کوتاه، به خصوص در نورگیرهای زیرزمینهای، حتی الامکان خودداری شود.

**۶-۱-۷-۸** حتی المقدور از به کارگیری سیستم های مختلف سازه ای در امتدادهای مختلف در پلان و ارتفاع خودداری شود.

**۶-۱-۷-۷** **گروه بندی ساختمان ها بر حسب اهمیت**  
در این بخش از مقررات ساختمان ها از نظر اهمیت به چهار گروه تقسیم می شوند:

#### **گروه ۱ - ساختمان های «با اهمیت خیلی زیاد»**

در این گروه، ساختمان هایی قرار دارند که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره برداری از آنها به طور غیر مستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می شود،

## **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

مانند: بیمارستانها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش نشانی، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق رسانی، برجهای مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و بطور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در نجات و امداد مؤثر می‌باشد.

ساختمان‌ها و تاسیساتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر در کوتاه مدت و دراز مدت برای محیط زیست می‌شوند جزو این گروه ساختمان‌ها منظور می‌گردند.

### **گروه ۲ - ساختمان‌های «با اهمیت زیاد»**

این گروه شامل سه دسته زیر است:

الف- ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات زیاد می‌شود، مانند: مدارس، مساجد، استادیومها، سینما و تئاترهای سالن اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینالهای مسافری، یا هر فضای سرپوشیده که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در زیر یک سقف باشد.

ب- ساختمان‌هایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن شروت ملی می‌گردد، مانند: موزه‌ها، کتابخانه‌ها، و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می‌شود.

پ- ساختمان‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود، مانند: پالایشگاه‌ها، انبارهای سوخت و مراکز گاز رسانی.

### **گروه ۳ - ساختمان‌های «با اهمیت متوسط»**

این گروه ساختمان‌ها شامل کلیه ساختمان‌های مشمول این بخش، بجز ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه دیگر می‌باشد، مانند: ساختمان‌های مسکونی و اداری و تجاری، هتلها، پارکینگ‌های چند طبقه، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.

### **گروه ۴ - ساختمان‌های «با اهمیت کم»**

این گروه شامل دو دسته زیر است:

الف- ساختمان‌هایی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث می‌شود و احتمال بروز تلفات در آنها بسیار کم است، مانند انبارهای کشاورزی و سالنهای مرغداری.

ب- ساختمان‌های موقت که مدت بهره برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

#### ۸-۱-۷-۶ گروه بندی ساختمان‌ها بر حسب شکل

ساختمان‌ها بر حسب شکل به دو گروه منظم و نامنظم به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

#### ۱-۸-۱-۷-۶ ساختمان‌های منظم

ساختمان‌های منظم، به گروهی از ساختمان‌ها اطلاق می‌شود که دارای کلیه ویژگی‌های زیر باشند:

#### ۱-۸-۱-۷-۶ منظم بودن در پلان

الف- پلان ساختمان دارای شکل متقارن و یا تقریباً متقارن نسبت به محورهای اصلی ساختمان، که معمولاً عناصر مقاوم در برابر زلزله در امتداد آن قرار دارند، باشد. همچنین در صورت وجود فرورفتگی یا پیش آمدگی در پلان، اندازه آن در هر امتداد از ۲۵ درصد بعد خارجی ساختمان در آن امتداد تجاوز ننماید.

ب- در هر طبقه فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان از ۲۰ درصد بعد ساختمان در آن امتداد بیشتر نباشد.

پ- تغییرات ناگهانی در سختی دیافراگم هر طبقه نسبت به طبقات مجاور از ۵۰ درصد بیشتر نبوده و مجموع سطوح بازشو در آن از ۵۰ درصد سطح کل دیافراگم تجاوز ننماید.

ت- در مسیر انتقال نیروی جانبی به زمین، انقطاعی مانند تغییر صفحه اجزای باربر جانبی در طبقات وجود نداشته باشد.

ث- در هر طبقه حداقل تغییر مکان نسبی در انتهای ساختمان، با احتساب پیچش تصادفی، بیشتر از ۲۰ درصد با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در آن طبقه اختلاف نداشته باشد.

#### ۲-۱-۸-۱-۷-۶ منظم بودن در ارتفاع

الف- توزیع جرم در ارتفاع ساختمان، تقریباً یکنواخت باشد به طوری که جرم هیچ طبقه‌ای، به استثنای بام و خرپشته بام نسبت به جرم طبقه زیر خود بیشتر از ۵۰ درصد تغییر نداشته باشد.

ب- سختی جانبی در هیچ طبقه‌ای کمتر از ۷۰ درصد سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰ درصد متوسط سختی سه طبقه روی خود نباشد. طبقه‌ای که سختی جانبی آن کمتر از محدوده عنوان شده در این بند باشد، انعطاف پذیر تلقی شده و طبقه ساختمان «نرم» نامیده می‌شود.

## **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

پ- مقاومت جانبی هیچ طبقه ای کمتر از ۸۰ درصد مقاومت جانبی طبقه روی خود نباشد. مقاومت هر طبقه برابر با مجموع مقاومت جانبی کلیه اجزای مقاومی است که برش طبقه را در جهت مورد نظر تحمل می نمایند. طبقه ای که مقاومت جانبی آن کمتر از حدود عنوان شده در این بند باشد، ضعیف تلقی شده و طبقه «ضعیف» نامیده می شود.

### **۶-۱-۷-۲ ساختمان های نامنظم**

ساختمان های نامنظم به ساختمان های اطلاق می شود که فاقد یک یا چند ویژگی ضوابط بند ۶-۱-۷-۱ باشند.

### **۶-۷-۹ گروه بندی ساختمان ها بر حسب سیستم سازه ای**

ساختمان ها بر حسب سیستم سازه ای در یکی از گروه های زیر طبقه بندی می شوند:

۶-۷-۱-۹ سیستم دیوارهای باربر

نوعی سیستم سازه ای است که فاقد قاب های ساختمانی برای باربری قائم می باشد. در این سیستم، دیوارهای باربر و یا قابهای مهاربندی شده عمدتاً بارهای قائم را تحمل نموده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی نیز به وسیله دیوارهای باربر که به صورت دیوارهای برشی عمل می کنند و یا قابهای مهاربندی شده تأمین می شود.

### **۶-۹-۱-۷-۲ سیستم قاب ساختمانی ساده**

نوعی سیستم سازه ای است که در آن بارهای قائم عمدتاً توسط قابهای ساختمانی با اتصالات ساده تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده تأمین می شود. سیستم قابهای با اتصالات خرجینی (یا رکابی) همراه با مهاربندی های قائم نیز از این گروه اند.

در این سیستم، قابهای مهاربندی شده را می توان به صورت هم محور یا برون محور به کار برد. به یادداشت زیر جدول شماره ۶-۷-۶ مراجعه شود.

### **۶-۹-۱-۷-۳ سیستم قاب خمشی**

نوعی سیستم سازه ای است که در آن بارهای قائم توسط قابهای ساختمانی تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط قابهای خمشی تأمین می گردد. سازه های با قابهای خمشی کامل،

## مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

و سازه های با قابهای خمشی در پیرامون و یا در قسمتی از پلان و قابهای با اتصالات ساده در سایر قسمتهای پلان، از این گروه اند.

در این سیستم، قابهای خمشی بتنی و فولادی را می توان به صورتهای معمولی، متوسط یا ویژه به کار برد. به یادداشت های زیر جدول شماره ۶-۷-۶ مراجعه شود.

### **۴-۹-۱-۷-۶ سیستم دوگانه یا ترکیبی**

نوعی سیستم سازه ای است که در آن:

الف- بارهای قائم عمدتاً توسط قابهای ساختمانی تحمل می شوند.

ب- مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه ای از دیوارهای برشی یا قابهای مهار بندی شده همراه با مجموعه ای از قابهای خمشی صورت می گیرد. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکنش آن دو، در تمام طبقات تعیین می شود.

در این سیستم، قابهای مهار بندی شده و قابهای خمشی را می توان به صورتهایی که در سیستم های بندهای ۶-۷-۱-۷-۲ و ۳-۹-۱-۷-۶ عنوان شده، به کار برد و دیوارهای برشی بتن آرمه را نیز به صورت متوسط یا ویژه به کار گرفت.

پ- قابهای خمشی مستقلأً قادرند حداقل ۲۵ درصد نیروی جانبی وارد به ساختمان را تحمل کنند.

**تبصره ۱:** در ساختمان های کوتاهتر از هشت طبقه و یا با ارتفاع کمتر از ۳۰ متر، به جای توزیع بار به نسبت سختی عناصر باربر جانبی، می توان دیوارهای برشی یا قابهای مهار بندی شده را برای ۱۰۰ درصد بار جانبی و مجموعه قابهای خمشی را برای ۳۰ درصد بار جانبی طراحی کرد.

**تبصره ۲:** به کارگیری قابهای خمشی بتنی و فولادی معمولی برای باربری جانبی در این سیستم مجاز نمی باشد و در صورت استفاده از این نوع قاب، سیستم از نوع قاب ساختمانی ساده، بند ۶-۷-۱-۲، محسوب خواهد شد.

**تبصره ۳:** در صورتی که سیستمی ضابطه ردیف پ را برآورده نکند، سیستم دوگانه محسوب نشده و جزو سیستم قاب ساختمانی ساده، بند ۶-۷-۱-۲، منظور می گردد.

## **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

### **۶-۹-۱-۷-۵ سایر سیستمهای سازه ای**

نوعی سیستم سازه ای است که با سیستمهای معرفی شده در بندهای ۶-۱-۷-۶ تا ۶-۱-۹-۱-۷-۶ متفاوت باشد. ویژگی های این سیستم ها از نظر برابری قائم و جانبی باید بر مبنای آئین نامه ها و تحقیقات فنی و یا آزمایشها معتبر تعیین شود.

### **۶-۷-۲ محاسبه ساختمان ها در برابر نیروی زلزله**

#### **۶-۷-۲-۱ ملاحظات کلی**

۶-۷-۲-۱-۱ محاسبه ساختمان در برابر نیروهای زلزله و باد به تفکیک انجام می شود و در هر عضو سازه، اثر هر یک که بیشتر باشد، ملاک عمل قرار می گیرد. ولی رعایت ضوابط ویژه طراحی برای زلزله، مطابق نیاز سیستم سازه در کلیه اعضاء الزامی است.

۶-۷-۲-۱-۲ بجز مؤلفه های افقی نیروی زلزله، که برای محاسبه ساختمان در نظر گرفته می شود، اثر مؤلفه قائم نیروی زلزله نیز در مواردی که در بند ۶-۷-۲-۵-۱۱ ذکر شده است، باید منظور گردد.

۶-۷-۲-۱-۳ ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم در برابر نیروهای جانبی محاسبه شود. به طور کلی محاسبه در هر یک از این دو امتداد جز در موارد زیر به طور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام می شود:

الف- ساختمان های نامنظم در پلان

ب- کلیه ستون هایی که در محل تقاطع دو و یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی قرار دارند. در موارد الف و ب امتداد اعمال نیروی زلزله باید با زاویه مناسبی که حتی المقدور بیشترین اثر را ایجاد می کند، انتخاب شود. برای منظور نمودن بیشترین اثر زلزله، می توان صد درصد نیروی زلزله هر امتداد را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن ترکیب کرد. در طراحی اجزاء بحرانی ترین حالت ممکن از نظر علائم نیروهای داخلی حاصل از زلزله باید ملحوظ گردد.

تبصره ۱: چنانچه بار محوری ناشی از اثر زلزله، در ستون در هر یک از دو امتداد مورد نظر کمتر از ۲۰ درصد بار محوری مجاز ستون باشد، به کارگیری ترکیب فوق در آن ستون ضرورتی ندارد.

**تبصره ۲:** در مواردی که ترکیب صد درصد نیروی زلزله هر امتداد با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن در نظر گرفته می‌شود، منظور کردن برون مرکزی اتفاقی، موضوع بند ۶-۷-۲-۵-۱۰-۳، برای نیروی زلزله ای که در امتداد مربوط به ۳۰ درصد اعمال می‌شود، الزامی نیست.

**۴-۱-۲-۷-۶ نیروی زلزله در هر یک از امتدادهای ساختمان باید در هر دو جهت این امتداد،** یعنی به صورت رفت و برگشت در نظر گرفته شود.

**۵-۱-۲-۷-۶ مدل ریاضی** که برای تحلیل سازه در نظر گرفته می‌شود باید تا حد امکان نمایانگر وضعیت سازه به لحاظ توزیع جرم و سختی باشد. در این مدل باید علاوه بر کلیه اجزای مقاوم جانبی، اجزایی که مقاومت و سختی آنها تأثیر قابل ملاحظه ای در توزیع نیروها دارند، در نظر گرفته شوند. در این ارتباط، در سازه‌های بتن آرمه رعایت اثر ترک خودگی اجزا در سختی آنها الزامی است. اثر ترک خودگی در این سازه‌ها را میتوان مطابق بند ۶-۳-۷-۶ برای تعیین نیروهای داخلی و تغییر شکل‌ها در تحلیل سازه منظور کرد.

#### **۶-۲-۷-۶ محاسبه نیروی جانبی ناشی از زلزله**

**۶-۲-۷-۱ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر «سازه باربر جانبی ساختمان»** را می‌توان با استفاده از روش «تحلیل استاتیکی معادل» و یا روش‌های «تحلیل دینامیکی» محاسبه نمود. موارد کاربرد هر یک از این دو روش در بند ۶-۷-۳ و جزئیات محاسبه نیرو در هر یک از آنها در بندۀای ۶-۷-۵ و ۶-۷-۶ توضیح داده شده اند.

**۶-۲-۷-۶ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر «دیافراگم‌ها»** مانند کفهای ساختمانها، با استفاده از ضوابط داده شده در بند ۶-۷-۶ محاسبه می‌شوند.

**۶-۲-۷-۳ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر «اجزای غیر سازه ای و قطعات الحاقی به ساختمان»** مانند دیوارها و دودکشها، با استفاده از ضوابط داده شده در بند ۶-۷-۸ محاسبه می‌شوند.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**۴-۲-۷-۶ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر «سازه های غیر ساختمانی» مانند مخازن آب و برجهای، با استفاده از ضوابط داده شده در بند ۹-۲-۷-۶ محاسبه می گردد.**

#### **۳-۲-۷-۶ موارد کاربرد روش‌های تحلیل استاتیکی معادل و تحلیل دینامیکی**

**۳-۲-۷-۶ روش تحلیل استاتیکی معادل را تنها در موارد زیر می توان به کار برد:**

**الف- ساختمان های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه**

**ب- ساختمان های نامنظم تا ۵ طبقه و یا با ارتفاع کمتر از ۱۸ متر از تراز پایه**

**پ- ساختمان هایی که در آنها سختی جانبی قسمت فوقانی به طور قابل ملاحظه ای کمتر از سختی جانبی قسمت تحتانی است به شرط آن که:**

**- هر یک از دو قسمت سازه به تنها می منظم باشند.**

**- سختی متوسط طبقات تحتانی حداقل ده برابر سختی متوسط طبقات فوقانی باشد.**

**- زمان تناوب اصلی نوسان کل سازه بیشتر از ۱/۱ برابر زمان تناوب اصلی قسمت فوقانی، با فرض اینکه این قسمت جدا در نظر گرفته شده و پای آن گیردار فرض شود، نباشد.**

**۴-۲-۷-۶ روش‌های تحلیل دینامیکی را در مورد کلیه ساختمان ها می توان به کار برد ولی به کارگیری آنها برای ساختمان هایی که مشمول بند ۱-۳-۲-۷-۶ نمی شوند، الزامی است.**

#### **۴-۲-۷-۶ میزان مشارکت بار زنده در تعیین نیروی جانبی زلزله**

در محاسبه نیروی جانبی زلزله، بار زنده طراحی ساختمانها و سازه ها به میزانی که در جدول شماره ۱-۷-۶ مشخص شده است، باید منظور شود. این بار، بار گستردگی وارد بر کفهای است که در بند ۶-۳-۲-۳-۲-۷-۶ این مبحث مشخص شده است و در منظور کردن آن نباید کاهش عنوان شده در بند ۶-۳-۲-۷-۶ دخالت داده شود.

#### **جدول ۱-۷-۶ درصد میزان مشارکت بار زنده و بار برف در محاسبه نیروی جانبی زلزله**

درصد میزان بار زنده	محل بار زنده
-----	بامهای شبیدار با شیب٪ ۲۰ و بیشتر*
۲۰	بامهای مسطح یا با شیب کمتر از٪ ۲۰
۲۰	ساختمانهای مسکونی، اداری، هتلها و پارکینگها
۴۰	بیمارستانها، مدارس، فروشگاهها و ساختمانهای محل اجتماع یا ازدحام
۶۰	انبارها و کتابخانه ها
۱۰۰	مخازن آب و سایر مابیعت

\* در صورتی که احتمال ماندگار شدن برف بر روی این بامها زیاد باشد، درصد مشارکت، مانند بامهای مسطح در نظر گرفته شود.

### ۵-۲-۷-۶ روش تحلیل استاتیکی معادل

در این روش نیروی جانبی زلزله بر طبق ضوابط این بند تعیین می‌گردد و به صورت استاتیکی رفت و برگشتی، به سازه اعمال می‌شود.

### ۵-۲-۷-۱ نیروی جانبی زلزله - نیروی برشی پایه، $\mathbf{V}$

حداکل نیروی برشی پایه یا مجموع نیروهای جانبی زلزله در هر یک از امتدادهای ساختمان با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\mathbf{V} = \mathbf{C}\mathbf{W} \quad (1-7-6)$$

در این رابطه:

$\mathbf{V}$ : نیروی برشی در تراز پایه، این تراز در بند ۲-۵-۲-۷-۶ تعریف شده است.

$\mathbf{W}$ : وزن کل ساختمان شامل تمام بار مرده و وزن تاسیسات ثابت به اضافه درصدی از بار زنده و بار برف که در بند ۴-۲-۷-۶ مشخص شده است.

$\mathbf{C}$ : ضریب زلزله که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C = \frac{ABI}{R} \quad (2-7-6)$$

که در آن:

A : نسبت شتاب مبنای طرح (شتاب زلزله به شتاب ثقل g)

B : ضریب بازتاب ساختمان که با استفاده از طیف بازتاب طرح به دست می‌آید.

I : ضریب اهمیت ساختمان

R : ضریب رفتار ساختمان

مقادیر ضرایب فوق، طبق ضوابط بندهای ۳-۵-۲-۷-۶ تا ۸-۵-۲-۷-۶ تعیین می‌شوند.

برش پایه،  $V$ ، در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار داده شده در رابطه زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{min} = 0.1AIW \quad (3-7-6)$$

### ۵-۲-۷-۲ تراز پایه

تراز پایه، بنا به تعریف، به ترازی در ساختمان اطلاق می‌شود که در هنگام وقوع زلزله، از آن تراز به پایین حرکتی در ساختمان نسبت به زمین مشاهده نشود. این تراز معمولاً در تراز سطح فوکانی شالوده در نظر گرفته می‌شود، ولی در مواردی که در قسمت اعظم محیط زیر زمین، دیوارهای

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

حايل بتن آرمه وجود دارد و اين دیوارها با سازه ساختمان يکپارچه ساخته می شوند، تراز پایه در تراز نزدیک ترین کف ساختمان به زمین کوبیده شده اطراف ساختمان در نظر گرفته می شود. مشروط بر آن که دیوارهای حايل تا زیر اين کف ادامه داده شده باشد.

#### **۴-۵-۲-۷-۶ نسبت شتاب مبنای طرح، A**

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق مختلف کشور، براساس میزان خطر لرزه خیزی آنها، به شرح جدول شماره ۶-۷-۲ تعیین می شود. مناطق چهارگانه عنوان شده در این جدول در پیوست شماره ۶-۴ مشخص شده اند.

#### **جدول ۶-۷-۶ نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف**

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	%۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	%۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	%۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	%۲۰

#### **۴-۵-۲-۷-۶ ضریب بازتاب ساختمان، B**

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه پاسخ ساختمان به حرکت زمین است. این ضریب با استفاده از روابط زیر و یا از روی شکل های (۶-۱-الف) و (۶-۱-ب) تعیین می شود:

$$B = 1 + S \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\alpha} \quad T \leq T_0$$

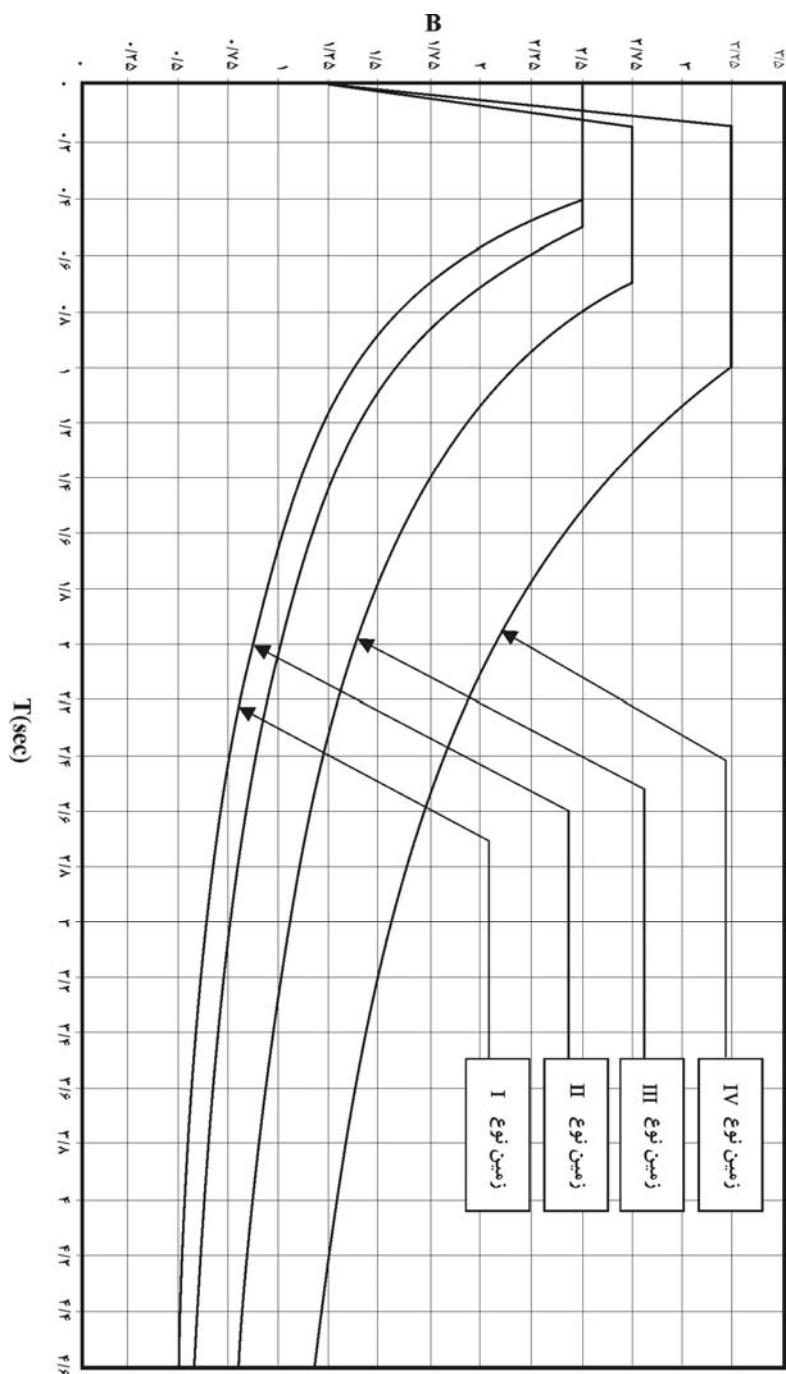
$$B = S + 1 \quad T_0 \leq T \leq T_s \quad (4-7-6)$$

$$B = (S + 1) \left( \frac{T_s}{T} \right)^{\frac{2}{\gamma}} \quad T \geq T_s$$

در این روابط:

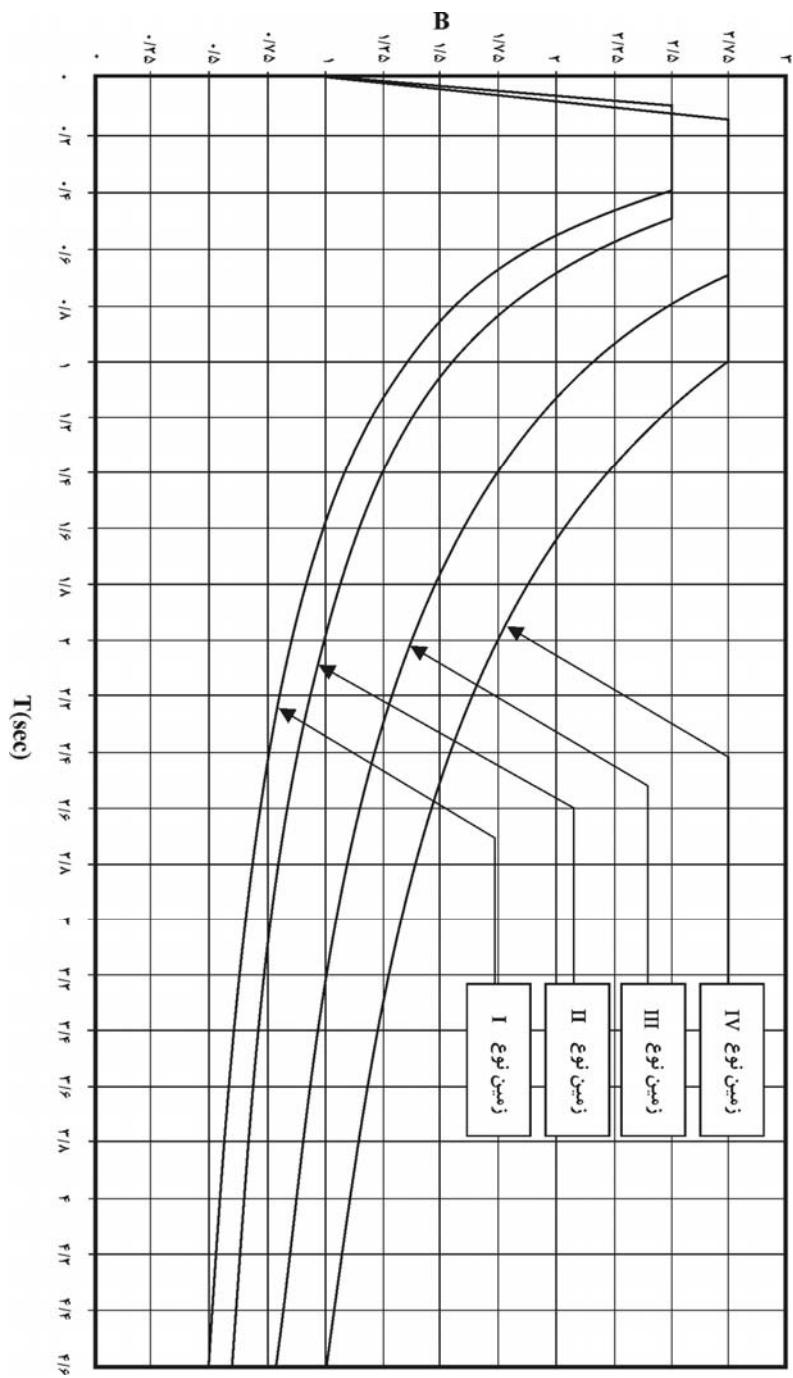
T: زمان تنابوب اصلی نوسان ساختمان به ثانیه است. این زمان طبق بند ۶-۵-۲-۷-۶ تعیین می شود.

S،  $T_s$  و  $T_0$ : پارامترهایی هستند که به نوع زمین و میزان خطر لرزه خیزی منطقه وابسته اند. مقادیر این پارامترها در جدول شماره ۳-۷-۶ و انواع زمینهای در بند ۵-۵-۲-۷-۶ مشخص شده اند.



**شكل ٦ - الف** ضریب بازتاب ساختمان برای مناطق با خطر نسبی کم و متوسط.

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان



**شکل ۶-۷-ب** ضریب بازتاب ساختمان برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد.

## مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

**جدول شماره ۳-۷-۶ پارامترهای مربوط به روابط (۴-۷-۶)**

خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	خطر نسبی کم و متوسط	T <sub>S</sub>	T.	نوع زمین
S	S			
۱/۵	۱/۵	۰/۴	۰/۱	I
۱/۵	۱/۵	۰/۵	۰/۱	II
۱/۷۵	۱/۷۵	۰/۷	۰/۱۵	III
۱/۷۵	۲/۲۵	۱/۰	۰/۱۵	IV

**۵-۲-۷-۶ طبقه بندی نوع زمین**

زمین ساختگاه ها از نظر نوع سنگ و خاک به شرح جدول شماره ۴-۷-۶ طبقه بندی می گردند :

**جدول شماره ۴-۷-۶ طبقه بندی نوع زمین**

حدود تقریبی $\bar{V}_s$ (متر بر ثانیه)	مواد متسلک ساختگاه	نوع زمین
بیشتر از ۷۵۰	الف- سنگهای آذرین (دارای بافت درشت و ریزانه)، سنگهای رسوبی سخت و بسیار مقاوم و سنگهای دگرگونی توده ای (گنایس ها- سنگهای متبلور سیلیکاته) طبقات کنگلومراپی	I
$۳۷۵ \leq \bar{V}_s \leq ۷۵۰$	ب- خاکهای سخت (شن و ماسه متراکم، رس بسیار سخت) با ضخامت کمتر از ۳۰ متر از روی بستر سنگی	
$۳۷۵ \leq \bar{V}_s \leq ۷۵۰$	الف- سنگهای آذرین سست (مانند توف)، سنگهای سست رسوبی دگرگونی متورق و به طور کلی سنگهایی که بر اثر هوازدگی (تجزیه و تخریب) سست شده اند.	II
$۳۷۵ \leq \bar{V}_s \leq ۷۵۰$	ب- خاکهای سخت (شن و ماسه متراکم، رس بسیار سخت) با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر	
$۱۷۵ \leq \bar{V}_s \leq ۳۷۵$	الف- سنگهای متلاشی شده بر اثر هوازدگی	III
$۱۷۵ \leq \bar{V}_s \leq ۳۷۵$	ب- خاکهای با تراکم متوسط، طبقات شن و ماسه با پیوند متوسط بین دانه ای و رس با سختی متوسط	
کمتر از ۱۷۵	الف- نهشته های نرم با رطوبت زیاد بر اثر بالا بودن سطح آب زیرزمینی ب- هرگونه پروفیل خاک که شامل حداقل ۶ متر خاک رس با اندیس خمیری بیشتر از ۲۰ و درصد رطوبت بیشتر از ۴۰ باشد	IV

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

ساعت موج برشی متوسط در فاصله ۳۰ متری در عمق زمین است که با توجه به ضخامت لایه های مختلف و سرعت موج برشی در آنها تعیین می گردد. این سرعت را می توان از رابطه  $\bar{V}_s$  و یا رابطه معتبر دیگر محاسبه کرد.

$$\bar{V}_s = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / V_{si})} \quad (5-7-6)$$

در این رابطه،  $d_i$  و  $V_{si}$  به ترتیب ضخامت لایه و سرعت موج برشی در آن است. این رابطه را برای تمام لایه ها تا فاصله ۳۰ متر عمق از سطح زمین می توان به کار برد.

در مواردی که تشخیص نوع خاک با مشاهدات و شواهد توصیفی این جدول امکان پذیر نباشد، لازم است با انجام دادن آزمایش‌های آزمایشگاهی و یا صحراوی،  $V_{si}$  مستقیماً اندازه گیری شده و یا با استفاده از روابط تجربی معتبر و پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک محاسبه گردد. طبقه بندی نوع خاک با توجه به مقدار  $\bar{V}_s$  صورت می پذیرد.

در صورت وجود تردید در انطباق محل ساختگاه با مشخصات زمین های مندرج در جدول شماره ۴-۷-۶ باید نوع زمینی که ضریب بازتاب بزرگتری به دست می دهد، انتخاب شود.

### **۵-۲-۷-۶ زمان تناوب اصلی نوسان، T**

زمان تناوب اصلی نوسان بسته به مشخصات ساختمان و ارتفاع آن از تراز پایه با استفاده از روابط تجربی زیر تعیین می گردد.

#### **الف- برای ساختمان های با سیستم قاب خمشی**

- ۱- چنانچه جداگرها میانقابی مانع برای حرکت قابها ایجاد ننمایند:
- در قابهای فولادی

$$T = 0.08H^{\frac{3}{4}} \quad (6-7-6)$$

- در قابهای بتن آرمه

$$T = 0.07H^{\frac{3}{4}} \quad (7-7-6)$$

- ۲- چنانچه جداگرها میانقابی مانع برای حرکت قابها ایجاد ننمایند:

مقدار  $T$  برابر با  $80$  درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته می شود.

**ب- برای ساختمان های با سایر سیستم ها**

در تمام موارد وجود یا عدم وجود جدأگرهای میانفابی،

$$T = 0.5 H^{\frac{3}{4}} \quad (8-7-6)$$

در روابط فوق،  $H$ ، ارتفاع ساختمان بر حسب متر، از تراز پایه است و در محاسبه آن، ارتفاع خرپشته، در صورتی که وزن آن بیشتر از  $25$  درصد وزن بام باشد، نیز باید منظور گردد.

**تبصره ۱:** به جای استفاده از روابط تجربی یاد شده می توان زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان  $T$  را با استفاده از روشهای تحلیلی و یا رابطه (۹-۷-۶) محاسبه نمود، ولی مقدار آن نباید از  $1/25$  برابر زمان تناوب به دست آمده از رابطه تجربی بیشتر اختیار شود.

$$T = 2\pi \sqrt{\left( \sum_{i=1}^n W_i \delta_i^3 \right) / \left( g \sum_{i=1}^n F_i \delta_i \right)} \quad (9-7-6)$$

$F_i$  و  $\delta_i$  به ترتیب نیروی جانبی وارد به طبقه و تغییر مکان ناشی از آن است.  $F_i$  را می توان براساس توزیع تقریبی رابطه (۱۰-۷-۶) و یا هر توزیع منطقی دیگر اختیار کرد.  $W_i$  وزن طبقه، مطابق تعریف بند ۷-۶-۲-۵-۱ و  $g$  شتاب ثقل زمین است.

**تبصره ۲:** در محاسبه زمان تناوب اصلی سازه های بتونی، به منظور در نظر گرفتن سختی مؤثر در اثر ترک خوردگی بتون، لازم است ممان اینرسی مقاطع قطعات برای تیرها  $Ig$   $0/5$  و برای ستونها و دیوارها  $Ig$  ممنظور شود.  $Ig$  ممان اینرسی مقطع کل عضو بدون در نظر گرفتن فولاد است. این مقادیر  $1/5$  برابر مقادیر مندرج در بند ۶-۳-۷-۶-۲-۳-۷-۶ برای مقاطع ترک خورده است.

**۷-۵-۲-۷-۶ ضریب اهمیت ساختمان، I**

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه طبقه بندی آنها، به شرح بند ۷-۶-۱-۷-۶، مطابق جدول شماره ۵-۷-۶ تعیین می گردد:

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**جدول شماره ۶-۷-۵ ضریب اهمیت ساختمان**

ضریب اهمیت	طبقه بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

#### **۶-۷-۲-۵-۸ ضریب رفتار ساختمان، R**

**۶-۷-۲-۵-۸-۱** ضریب رفتار ساختمان در بر گیرنده آثار عواملی از قبیل شکل پذیری، درجه نامعینی و اضافه مقاومت موجود در سازه است. این ضریب با توجه به نوع سیستم باربر ساختمان، که در آن محدودیت های بند ۶-۷-۱ رعایت شده باشد، طبق جدول شماره ۶-۷-۶ تعیین می گردد. مقادیر این جدول برای سازه هایی که با روش تنش های مجاز طراحی می شوند، تنظیم شده است. برای سازه هایی که با روش های حدی یا مقاومت طراحی می شوند مقادیر نیروهای حاصل از این جدول باید مطابق الزامات آن روش افزایش داده شوند.

در مواردی که در ساختمان از سیستم های سازه ای عنوان نشده در جدول شماره ۶-۷-۶ استفاده می شود، ضریب رفتار R را می توان از آئین نامه های معتبر به دست آورد.

#### **۶-۷-۲-۵-۸-۲ ترکیب سیستم ها در پلان**

در ساختمان هایی که از دو سیستم سازه ای مختلف برای تحمل بار جانبی، در امتداد در پلان استفاده شده باشد، برای هر سیستم باید ضریب رفتار مربوط به آن سیستم در نظر گرفته شود. تنها در مواردی که در یک امتداد از سیستم دیوارهای باربر استفاده شده باشد، مقدار ضریب رفتار در امتداد دیگر نباید بیشتر از مقدار آن در امتداد سیستم دیوارهای باربر اختیار گردد.

#### **۶-۷-۲-۵-۸-۳ ترکیب سیستم ها در ارتفاع**

در ساختمان هایی که از دو سیستم سازه ای مختلف برای تحمل بار جانبی در یک امتداد در ارتفاع ساختمان استفاده شده باشد، ضریب رفتار برای سیستم قسمت تحتانی نباید بیشتر از مقدار آن برای سیستم قسمت فوقانی اختیار شود. در این موارد برای تعیین نیروی جانبی زلزله می توان روش (۱) زیر و در حالت خاص که سازه مشمول ضوابط بند ۶-۷-۳-۱ می شود یکی از دو روش (۱) یا (۲) زیر را به کار برد:

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

۱) در این روش، مقداری نیروی زلزله برای کل سازه با منظور کردن مقدار ضریب رفتار کوچکتر، در امتداد مورد نظر، محاسبه می‌گردد. برای تعیین زمان تناوب اصلی کل سازه ضابطه بند ۶-۵-۲-۷-۶، با منظور کردن ارتفاع کل سازه، باید رعایت شود و در آن از رابطه تجربی ای که کمترین مقدار زمان تناوب اصلی را برای دو سیستم به کار برده شده به دست می‌دهد، استفاده گردد.

۲) در این روش، نیروهای جانبی در دو مرحله به شرح زیر محاسبه می‌گردند:  
الف- سازه انعطاف پذیر قسمت فوقانی به طور مجزا و با تکیه گاه‌های صلب در نظر گرفته شده و نیروی جانبی آن با منظور کردن ضریب رفتار مربوط به این قسمت محاسبه می‌گردد.

ب- سازه صلب قسمت تحتانی به طور مجزا در نظر گرفته شده و نیروهای جانبی آن با منظور کردن مقدار ضریبی رفتار مربوط به این سازه محاسبه می‌گردد. بر این نیروها، نیروهای عکس العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی که در نسبت ضریب رفتار قسمت فوقانی به ضریب رفتار قسمت تحتانی ضرب شده اند، افزوده می‌شوند.

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

جدول شماره ۶-۷-۶ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان  $H_m$

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R	$H_m$ (متر)
الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه	۷	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۶	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی	۵	۳۰
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۴	۱۵
ب- سیستم قاب ساختمانی ساده	۱- دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه	۸	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۷	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی	۵	۳۰
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۴	۱۵
	۵- مهاربندی برون محور فولادی [۱]	۷	۵۰
	۶- مهاربندی هم محور فولادی [۱]	۶	۵۰
پ- سیستم قاب خمثی	۱- قاب خمثی بتن آرمه ویژه [۲]	۱۰	۱۵۰
	۲- قاب خمثی بتن آرمه متوسط [۲]	۷	۵۰
	۳- قاب خمثی بتن آرمه معمولی [۲] و [۳]	۴	-
	۴- قاب خمثی فولادی ویژه [۱]	۱۰	۱۵۰
	۵- قاب خمثی فولادی متوسط [۱]	۷	۵۰
	۶- قاب خمثی فولادی معمولی [۳] و [۴]	۵	-
ت- سیستم دوگانه یا ترکیبی	۱- قاب خمثی ویژه (فولادی یا بتی) + دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه	۱۱	۲۰۰
	۲- قاب خمثی بتی متوسط + دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۸	۷۰
	۳- قاب خمثی فولادی متوسط + دیوارهای برشی بتن آرمه متوسط	۸	۷۰
	۴- قاب خمثی فولادی ویژه + مهاربندی برون محور فولادی	۱۰	۱۵۰
	۵- قاب خمثی فولادی ویژه + مهاربندی هم محور فولادی	۹	۱۵۰
	۶- قاب خمثی فولادی متوسط + مهاربندی برون محور فولادی	۷	۷۰
	۷- قاب خمثی فولادی متوسط + مهاربندی هم محور فولادی	۷	۷۰

یادداشت ها

[۱] برای تعریف این سازه ها و ضوابط مربوط به طراحی آنها در برابر زلزله به مبحث دهم این مقررات مراجعه شود.

[۲] قابهای خمثی بتن آرمه معمولی، متوسط و ویژه به ترتیب همان قابهای خمثی با شکل پذیری کم، متوسط و زیاد در آئین نامه بتن ایران «آبآ» اند، با این تفاوت که در قابهای خمثی متوسط فاصله تنگ ها از یکدیگر در ناحیه  $L_0$  ستونها، نباید بیشتر از ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

[۳] استفاده از این سیستم برای ساختمان های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» در تمام مناطق لرزه خیزی و برای ساختمان های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه خیزی ۱ و ۲ مجاز نمی باشد. ارتفاع حداکثر این سیستم برای ساختمان های «با اهمیت متوسط» در مناطق لرزه خیزی ۳ و ۴ به ۱۵ متر محدود می گردد.

[۴] برای ساختمان های یک طبقه و یا ساختمان های صنعتی، «با اهمیت متوسط و کم» در تمام مناطق لرزه خیز تا ارتفاع ۱۸ متر مجاز است.

#### ۶-۷-۲-۵-۹ توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان

نیروی برشی پایه  $V$ , که طبق بند ۶-۷-۲-۵-۱ محاسبه شده است، مطابق رابطه زیر در ارتفاع ساختمان توزیع می گردد:

$$F_i = (V - F_t) \frac{W_i h_i}{\sum_{j=1}^n W_j h_j} \quad (10-7-6)$$

در این رابطه:

$F_i$ : نیروی جانبی در تراز طبقه  $i$

$W_i$ : وزن طبقه  $i$  شامل وزن سقف و بار زنده آن طبق بند ۶-۷-۴ و نصف وزن دیوارها و ستونهایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته اند.

$h_i$ : ارتفاع تراز  $i$  ارتفاع سقف طبقه  $i$  از تراز پایه

$n$ : تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

$F_t$ : نیروی جانبی اضافی در تراز سقف طبقه  $n$  که به وسیله رابطه زیر تعیین می شود:

$$F_t = 0.07 TV \quad (11-7-6)$$

نیروی  $F_t$  نباید بیشتر از  $0.25 V$  در نظر گرفته شود و چنانچه  $T$  برابر یا کوچکتر از  $0.7$  ثانیه باشد، می توان آن را برابر با صفر اختیار نمود.

**تبصره:** در صورتی که ساختمان دارای خرپشته با وزن کمتر از  $25$  درصد وزن بام باشد. نیروی  $F_t$  در تراز بام اعمال خواهد شد و در غیر این صورت، نیروی  $F_t$  در تراز سقف خرپشته اثر داده می شود.

#### ۶-۷-۲-۵-۱۰ توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان

۶-۷-۲-۵-۱۰-۵-۲-۷-۶ نیروی برشی زلزله، که براساس توزیع نیروها در بند ۶-۷-۶، در طبقات ساختمان ایجاد می شود به همراه نیروی برشی ناشی از پیچش ایجاد شده به علت بروزن از مرکز بودن این نیروها در طبقات، باید طبق بند ۶-۷-۲-۵-۱۰-۵-۲-۷-۶، در هر طبقه بین عناصر مختلف سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی به تناسب سختی آنها توزیع گردد. در صورت صلب نبودن کف طبقات، در توزیع این برش ها باید اثر تغییر شکل های ایجاد شده در کفها نیز منظور گردد.

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

۶-۷-۲-۵-۱۰-۲ لنگر پیچشی ایجاد شده در طبقه  $j$ ، بر اثر نیروهای جانبی زلزله، از رابطه زیر

به دست می آید:

$$M_j = \sum_{i=1}^n (e_{ij} + e_{aj}) \cdot F_i \quad (12-7-6)$$

در این رابطه:

$e_{ij}$ : برون مرکزی نیروی جانبی طبقه  $j$  نسبت به مرکز سختی طبقه  $i$ . فاصله افقی مرکز جرم طبقه  $j$  و مرکز سختی طبقه  $i$ .

$e_{aj}$ : برون مرکزی اتفاقی طبقه  $j$ ، این برون مرکزی طبق ضابطه بند ۳-۱۰-۵-۲-۷-۶ محاسبه می شود.

$F_j$ : نیروی جانبی در تراز طبقه  $j$

کلیه عناصر سازه باید برای لنگر پیچشی که بیشترین تلاش را در آنها ایجاد می کند، طراحی شوند.

۶-۷-۲-۵-۱۰-۳ برون مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه،  $e_{aj}$ ، به منظور به حساب آوردن احتمال

تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مولفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می شود. این برون مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی، اختیار شود. در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی بند ۲-۸-۱-۷-۶ می شود، برون مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگنمایی  $j$  طبقه رابطه زیر ضرب شود.

$$A_j = \left( \frac{\Delta_{\max}}{1/2 \Delta_{\text{ave}}} \right)^a \quad a \leq A_j \leq 3 \quad (13-7-6)$$

در این رابطه:

$\Delta_{\max}$  = حداقل تغییر مکان طبقه  $j$

$\Delta_{\text{ave}}$  = میانگین تغییر مکان دو انتهای ساختمان در طبقه  $j$

۶-۷-۲-۵-۱۰-۴ در ساختمان های تا ۵ طبقه و یا کوتاهتر از هجده متر، در مواردی که برون

مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی سجانبی باشد، محاسبه ساختمان در برابر لنگر پیچشی الزامی نیست.

#### ۱۱-۵-۲-۷-۶ نیروی قائم ناشی از زلزله

۱-۱۱-۵-۲-۷-۶ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مولقه قائم شتاب زلزله در ساختمان است. در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف- تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از پانزده متر می باشد، همراه با ستونها و دیوارهای تکیه گاهی آنها.

ب- تیرهایی که بار قائم مرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می کنند، همراه با ستونها و دیوارهای تکیه گاهی آنها. در صورتی که بار مرکز حداقل برابر با نصف مجموع بار وارد به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می شود.

ج- بالکن ها و پیش آمدگی هایی که به صورت طره ساخته می شوند.

۱۱-۵-۲-۷-۶ مقدار نیروی قائم برای عناصر بندهای الف و ب از رابطه (۱۴-۷-۶) محاسبه می شود و برای عناصر بند ج دو برابر مقدار این رابطه منظور می گردد. به علاوه در مورد عناصر بند ج، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_V = \cdot / \gamma A I W_p \quad (14-7-6)$$

در این رابطه:

A و I نسبت شتاب مبنای طرح و ضریب اهمیت ساختمان، که مطابق بند ۱-۵-۲-۷-۶ تعیین می شوند.

$W_p$  : بار مرده به اضافه بار زنده گستردگی آن

۱۱-۵-۲-۷-۳ نیروی قائم زلزله، همراه با نیروهای افقی زلزله باید در ترکیبات زیر به کار برده شوند.

۱- صد درصد نیروی زلزله در هر امتداد افقی، با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن، و ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد قائم.

۲- صد درصد نیروی زلزله در امتداد قائم، با ۳۰ درصد نیروی زلزله در هر یک از دو امتداد افقی عمود بر هم.

در ترکیبات یاد شده ضابطه تبصره ۲ بند ۱-۲-۷-۶-۳ را می توان منظور کرد.

## **۶-۲-۷-۶ روش های تحلیل دینامیکی**

در این روشها نیروی جانبی زلزله، با استفاده از بازتاب دینامیکی که سازه بر اثر «حرکت زمین» ناشی از زلزله، از خود نشان می دهد، تعیین می گردد. این روشها شامل روش «تحلیل طیفی» و روش «تحلیل تاریخچه زمانی» است که جزئیات آنها در بندهای ۶-۲-۷-۶ و ۶-۲-۷-۳ توضیح داده شده است. کاربرد هر یک از این دو روش در ساختمان های مشمول این مقررات اختیاری است.

مشخصات حرکت زمین، که در این روش ها مورد استفاده قرار می گیرد، طبق ضوابط بند ۶-۲-۷-۱ تعیین می گردد.

**تبصره:** کلیه پارامترهایی که در روشهای تحلیل دینامیکی به کار برده می شوند نظیر جرم، نسبت شتاب مبنا و غیره، همان مقادیری هستند که در روش تحلیل استاتیکی معادل تعریف شده اند.

## **۶-۲-۷-۱ حرکت زمین**

۶-۱-۶-۲-۷-۱ حرکت زمین، که در تحلیل های دینامیکی مورد استفاده قرار می گیرد باید حداقل دارای شرایط «زلزله طرح» مطابق تعريف بند ۶-۱-۷-۱ باشد. آثار حرکت زمین به یکی از صورت های «طیف بازتاب شتاب» و یا «تاریخچه زمانی شتاب» مشخص می شود. برای «طیف بازتاب شتاب» می توان از «طیف طرح استاندارد» و یا از «طیف طرح ویژه ساختگاه»، مطابق ضوابط بندهای ۶-۲-۷-۶ و ۶-۲-۷-۳، استفاده نمود و برای «تاریخچه زمانی شتاب» باید ضوابط بند ۶-۲-۷-۴، را ملاحظه داشت.

استفاده از هر یک از این طیف ها برای کلیه ساختمان ها اختیاری است. تنها در مورد ساختمان هایی که طبق بند ۶-۷-۳ مشمول استفاده از روش تحلیل دینامیکی می شوند و در آنها یکی از شرایط زیر موجود است، به کارگیری طیف طرح ویژه ساختگاه الزامی است.

الف- ساختمان های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» که بر روی زمین نوع IV، جدول شماره ۶-۷-۴ ساخته می شوند.

ب- ساختمان های بلندتر از ۵۰ متر که بر روی زمین نوع IV ساخته می شوند.  
پ- ساختمان های بلندتر از ۵۰ متر که بر روی زمین های II-ب و III-ب، با ضخامت لایه خاک بیش از ۶۰ متر ساخته می شوند.

#### ۶-۲-۱-۶ طیف طرح استاندارد

این طیف، براساس ضوابط عنوان شده در بند ۶-۷-۵، که منعکس کننده اثر حرکت زمین برای زلزله طرح در آئین نامه است، از حاصلضرب مقادیر بازتاب ساختمان B در پارامترهای: نسبت شتاب مبنای A، ضریب اهمیت I و عکس ضریب رفتار  $\frac{R}{\gamma}$  و با در نظر گرفتن محدودیت رابطه (۶-۷-۳) به دست می آید. در تعیین این طیف نسبت میرایی ۵ درصد در نظر گرفته شده است.

#### ۶-۲-۱-۳ طیف طرح ویژه ساختگاه

این طیف با استفاده از مشخصات زلزله های منطقه ساختگاه و با توجه به ویژگی های زمین شناسی، تکتونیکی، لرزه شناسی، میزان خطرپذیری و مشخصات خاک در لایه های مختلف ساختگاه، و با به کارگیری نسبت میرایی ۵ درصد تعیین می گردد. در صورتی که نوع ساختمان و سطح زلزله مورد نظر نسبت میرایی متفاوتی را ایجاب کند، می توان آن را مبنای تهیه طیف قرار داد. مقادیر محاسبه شده این طیف باید در ضریب اهمیت I و عکس ضریب رفتار  $\frac{R}{\gamma}$  ضرب گردد. مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه باید کمتر از دو سوم مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود.

#### ۶-۲-۱-۴ تاریخچه زمانی شتاب، شتاب نگاشت

شتاب نگاشت هایی که در تعیین اثر حرکت زمین مورد استفاده قرار می گیرند باید تا حد امکان نمایانگر حرکت واقعی زمین در محل احداث بنا، در هنگام وقوع زلزله، باشند. برای نیل به این هدف لازم است حداقل سه زوج شتاب نگاشت متعلق به مولفه های افقی سه زلزله مختلف ثبت شده که دارای ویژگیهای بند الف بوده انتخاب گرددند و با روش عنوان شده در بند ب به مقیاس در آورده شوند.

##### الف - شتاب نگاشت ها باید دارای ویژگی های زیر باشد:

- الف ۱ - شتاب نگاشت ها متعلق به زلزله هایی باشند که شرایط زلزله طرح را ارضاء کنند و در آنها آثار: بزرگا، فاصله از گسل، ساز و کار چشمی لرزه زا در نظر گرفته شده باشد.
- الف ۲ - ساختگاه های شتاب نگاشت ها باید به لحاظ ویژگیهای زمین شناسی، تکتونیکی، لرزه شناسی و بخصوص مشخصات لایه های خاک با زمین محل ساختمان، تا حد امکان مشابه داشته باشند.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

الف-۳- مدت زمان حرکت شدید زمین در شتاب نگاشت ها حداقل برابر با ۱۰ ثانیه یا سه برابر زمان تناوب اصلی سازه، هر کدام بیشتر است، باشد. مدت زمان حرکت شدید شتاب انگاشت ها را می توان از روش های معتبر مانند روش توزیع تجمعی انرژی، تعیین کرد.

در مواردی که سه زوج شتاب انگاشت ثبت شده با مشخصات مورد نظر در دسترس نباشند، می توان به جای آنها از زوج های مناسب شتاب نگاشت های شبیه سازی شده مصنوعی استفاده کرد.

**ب- زوج شتاب نگاشت ها باید به روش زیر به مقیاس درآورده شوند:**

ب ۱- کلیه شتاب نگاشت ها به مقدار حداقل خود مقیاس شوند. بدین معنی که حداقل شتاب همه آنها برابر با شتاب ثقل ۶ گردد.

ب ۲- طیف پاسخ شتاب هر یک از زوج شتاب نگاشت های مقیاس شده با منظور کردن نسبت میرایی ۵ درصد تعیین گردد.

ب ۳- طیفهای پاسخ هر زوج شتاب نگاشت با استفاده از روش جذر مجموع مربعات با یکدیگر ترکیب شده و یک طیف ترکیبی واحد برای هر زوج ساخته شود.

ب ۴- طیف های پاسخ ترکیبی سه زوج شتاب نگاشت، متوسط گیری شده و در محدوده زمان های تناوب  $T/2$  و  $T/5$  با طیف طرح استاندارد مقایسه گردد. ضریب مقیاس آنچنان تعیین شود که در این محدوده مقادیر متوسط ها در هیچ حالت کمتر از  $1/4$  برابر مقدار نظیر آن در طیف استاندارد نباشد.  $T$  زمان تناوب اصلی ساختمان طبق بند ۶-۷-۶ است.

ب ۵- ضریب مقیاس تعیین شده، باید در شتاب نگاشت های مقیاس شده در بند ب-۱ ضرب شود و در تحلیل دینامیکی مورد استفاده قرار گیرد.

### **۶-۷-۲-۲-۶ روش تحلیل دینامیکی طیفی یا روش تحلیل مدها**

۶-۷-۲-۱-۶ در این روش، تحلیل دینامیکی سازه با فرض رفتار خطی آن انجام شده و مدهای نوسان در آن تعیین می گردد. سپس حداقل بازتاب در هر مد با توجه به زمان تناوب آن مد از طیف طرح به دست آورده شده و با ترکیب آماری آنها بازتاب کلی سازه تعیین می گردد. جزئیات ضوابط استفاده از این روش در زیر داده است. برای نحوه محاسبات عددی آن می توان از روش ارائه شده در پیوست شماره (۳) استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ استفاده نمود.

### **۶-۷-۲-۲-۶ تعداد مدهای نوسان**

در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان باید حداقل سه مد اول نوسان، یا تمام مدهای نوسان با زمان تناوب بیشتر از  $4/0$  ثانیه و یا تمام مدهای نوسان که مجموع جرم های مؤثر در آنها بیشتر از ۹۰ درصد جرم کل سازه است، هر کدام که تعدادشان بیشتر است، در نظر گرفته شود.

#### **۶-۲-۳-۲-۶ ترکیب آثار مدها**

حداکثر بازتاب های دینامیکی سازه از قبیل نیروهای داخلی اعضاء، تغییر مکانها، نیروهای طبقات، برش های طبقات و عکس العمل پایه ها در هر مد را باید با روش های آماری شناخته شده، مانند روش جذر مجموع مربعات و یا روش ترکیب مربعی کامل تعیین نمود. در ساختمان های نامنظم در پلان و یا در ساختمان هایی که پیچش در آنها حائز اهمیت است، روش ترکیب مدها باید در برگیرنده اندرکنش مدهای ارتعاشی نیز باشد. در این موارد می توان از روش ترکیب مربعی کامل استفاده نمود.

#### **۶-۲-۴-۲-۶ اصلاح مقادیر بازتابها**

الف- در مواردی که برش پایه به دست آمده از روش تحلیل طیفی کمتر از برش پایه تحلیل استاتیکی معادل، رابطه (۶-۷-۱) باشد، مقدار برش پایه تحلیل طیفی باید به مقادیر زیر افزایش داده شده و بازتاب های سازه مناسب با آنها اصلاح گردد. برش پایه استاتیکی معادل عنوان شده در ردیف های زیر، مقدار برش پایه براساس رابطه (۶-۷-۱) و با استفاده از مشخصات طیف استاندارد است:

الف-۱- در سازه های نامنظم، مقادیر بازتابها باید در نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شوند.

الف-۲- در سازه های منظم در صورتی که در تحلیل طیفی از طیف استاندارد استفاده شده باشد، مقادیر بازتابها باید در  $90^{\circ}$  درصد نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شوند.

الف-۳- در سازه های منظم در صورتی که در تحلیل طیفی از طیف طرح ویژه ساختگاه استفاده شده باشد، مقادیر بازتابها باید در  $80^{\circ}$  درصد نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی ضرب شوند.

**تبصره:** مقادیر برش پایه تعدیل شده در بندهای الف-۲ و الف-۳ باید از برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی کمتر باشد.

ب- در مواردی که برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی بیشتر از برش پایه استاتیکی معادل باشد، مقدار برش پایه تحلیل طیفی و کلیه بازتابهای سازه و اعضای آن را می توان به نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه تحلیل طیفی کاهش داد.

#### **۵-۲-۶-۲-۶ اثرات پیچش**

در روش تحلیل طیفی باید اثرات پیچش و پیچش اتفاقی را مشابه ضابطه بند ۶-۷-۵-۱۰ منظور نمود. در مواردی که از مدل‌های سه بعدی برای تحلیل سازه استفاده می‌شود، اثرات پیچش اتفاقی را می‌توان با جا به جا کردن مرکز جرم طبقه به اندازه برون مرکزی اتفاقی منظور نمود.

#### **۶-۲-۶-۲-۶ ترکیب اثر زلزله در امتدادهای مختلف**

ترکیب اثر زلزله، در امتدادهای مختلف برای مؤلفه‌های افقی آن باید مطابق ضابطه بند ۶-۷-۲-۳-۱ بود. در تحلیل طیفی و برای مؤلفه قائم آن باید مطابق ضابطه بند ۶-۷-۵-۲-۱۱ به صورت استاتیکی اعمال گردد. در مورد اخیر اگر اثر مؤلفه قائم دینامیکی منظور می‌شود، مقدار آن نباید کمتر از مقدار استاتیکی اختیار شود.

#### **۶-۲-۶-۲-۶ روش تحلیل در سیستم دوگانه و یا ترکیبی**

در مواردی که برای تحمل بار جانبی زلزله، از سیستم سازه ای دوگانه و یا ترکیبی استفاده می‌شود، برای اقناع ضابطه بند ۶-۷-۴-۹-۱ پ باید ۲۵ درصد برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی را به قابهای خمسی سیستم دوگانه اثر داد. نحوه توزیع این برش در ارتفاع را باید یا با استفاده از نحوه توزیع بدست آمده از تحلیل طیفی کل سازه و یا با استفاده از روش توزیع عنوان شده در تحلیل استاتیکی معادل، بند ۶-۷-۶-۵-۲-۷-۶ تعیین نمود.

#### **۶-۲-۶-۳-۶ روش تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی**

۶-۲-۶-۳-۱ در این روش، تحلیل دینامیکی سازه با اثر دادن شتاب زمین، به صورت تابعی از زمان، در تراز پایه ساختمان و به کارگیری محاسبات متعارف دینامیک سازه ها انجام می‌شود. شتاب زمین براساس شرایط شتاب نگاشتهای یاد شده در بند ۶-۷-۲-۶-۱-۴-۲ تعیین می‌شود. هر زوج شتاب نگاشت عنوان شده در آن بند همزمان در دو جهت عمود بر یکدیگر، در امتدادهای اصلی سازه، به آن اثر داده می‌شوند و بازتاب های سازه به صورت تابعی از زمان تعیین می‌گردند. بازتاب نهایی سازه در هر لحظه زمانی برابر با حداکثر بازتاب های به دست آمده از تحلیل با سه زوج شتاب نگاشت مورد نظر می‌باشد.

در این روش تحلیل، میتوان به جای سه زوج شتاب نگاشت عنوان شده در بند ۶-۷-۶-۲-۷-۶-۱-۶-۴، هفت زوج شتاب نگاشت با مشخصات عنوان شده در آن بند را به کار گرفت و مقدار متوسط بازتاب های به دست آمده از آنها را به عنوان بازتاب نهایی تلقی کرد.

در این روش تحلیل، رفتار سازه را می‌توان خطی و یا غیر خطی در نظر گرفت. ضوابط به کارگیری هر یک از این دو در بندهای زیر آورده شده است.

#### **۶-۳-۲-۷-۶ روشن تاریخچه زمانی - تحلیل خطی**

در تحلیل خطی سازه به روش تاریخچه زمانی رعایت ضوابط زیر الزامی است:

الف- در تحلیل دینامیکی سازه نسبت میرایی برابر با ۵ درصد منظور می‌گردد، مگر آنکه بتوان نشان داد مقدار دیگری برای سازه مناسب تر است.

ب- در این روش تحلیل باید: برای اصلاح مقادیر بازتابها ضابطه بند ۴-۲-۶-۲-۷-۶، برای اثرات پیچش ضابطه بند ۵-۲-۶-۲-۷-۶، و برای سیستم‌های دوگانه و یا ترکیبی ضابطه بند ۶-۲-۷-۶، رعایت گردد. در رعایت این ضوابط تحلیل تاریخچه زمانی جایگزین تحلیل طیفی می‌شود.

#### **۶-۳-۲-۷-۶ روشن تاریخچه زمانی - تحلیل غیر خطی**

در تحلیل غیر خطی سازه به روش تاریخچه زمانی رعایت ضوابط زیر الزامی است:

الف- مشخصات غیر خطی اعضای سازه که در مدل آن مورد استفاده قرار می‌گیرد باید به لحاظ مقاومت، سختی و شکل پذیری با داده‌های آزمایشگاهی و یا مدل‌های تحلیلی معتبر سازگار باشد.

ب- در تحلیل دینامیکی سازه نسبت میرایی باید با توجه به مشخصه‌های غیر خطی سازه تعیین گردد. در صورت نبودن اطلاعات کافی، نسبت میرایی باید برابر با ۵ درصد در نظر گرفته شود.

پ- سازه طراحی شده براساس این تحلیل باید به تأیید شخص حقیقی یا حقوقی مستقل با صلاحیت رسانده شود. در این بررسی، موارد زیر باید مورد توجه قرار داده شود:

پ-۱- شتاب نگاشت‌های به کار گرفته شده در تحلیل

پ-۲- سازگاری مشخصات سازه با داده‌های به کار برده شده در مدل تحلیلی

پ-۳- سازگاری ظرفیت‌های اعضای سازه با نتایج به دست آمده از تحلیل

#### **۶-۲-۷-۶ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر دیافراگم‌ها**

۶-۲-۷-۶ دیافراگم‌ها که معمولاً کفهای سازه‌ای تحمل کننده بارهای ثقلی در ساختمان‌ها هستند، در هنگام وقوع زلزله وظیفه انتقال نیروهای ایجاد شده در کفها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. این دیافراگم‌ها باید در برابر تغییر شکلهای افقی که در میانصفحه آنها ایجاد

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

می شود، مقاومت و سختی کافی را دارا باشند. دیافراگم ها باید برای نیروی جانبی زلزله مطابق رابطه زیر محاسبه شوند.

$$F_{pi} = \frac{\left( F_t + \sum_{j=i}^n F_j \right)}{\sum_{j=i}^n W_j} W_i \quad (15-7-6)$$

در این رابطه:

$F_{pi}$  نیروی جانبی وارد به دیافراگم در تراز  $i$   
 $W_i$  وزن دیافراگم و اجزای متصل به آن در تراز  $i$  شامل قسمتی از بار زنده مطابق ضابطه بند ۴-۲-۷-۶.

$F_t$  و  $F_j$  و  $W_j$  به ترتیب، نیروهای وارد به طبقه و وزن طبقه مطابق تعاریف بند ۹-۵-۲-۷-۶ در رابطه فوق، حداقل مقدار  $F_{pi}$  برابر با  $AIW_i^{0.75}$  است، و حداقل آن لازم نیست بیشتر از  $AIW_i^{0.7}$  در نظر گرفته شود. در صورتی که لازم باشد دیافراگم علاوه بر نیروی زلزله طبقه، نیروی جانبی اعضای قائمی را که در قسمت بالا و پایین دیافراگم بروی یکدیگر واقع نشده اند، به یکدیگر منتقل نماید، مقدار این نیروها نیز باید به نیروی به دست آمده از رابطه (۱۵-۷-۶) اضافه شود.

۶-۷-۲-۷-۲ تلاشهای داخلی و نیز تغییر شکلهای ایجاد شده در دیافراگم ها باید با استفاده از روشهای شناخته شده تحلیل سازه ها تعیین گردند. در دیافراگم های متعارف که دارای پلان نسبتاً منظمی بوده و قادر بازشوهای بزرگ و نزدیک به هم هستند، این تلاشها و تغییر شکلها را می توان با فرض عملکرد دیافراگم به صورت تیر تیغه ای که بر روی تکیه گاه های اجتماعی قرار گرفته است، تعیین نمود. برای این منظور می توان از روش پیشنهاد شده در پیوست شماره (۶) استاندارد شماره ۲۸۰۰-۸۴ استفاده کرد.

۶-۷-۲-۷-۳ دیافراگم ها باید برای تلاشهای برشی و لنگرهای خمشی ایجاد شده در میانصفحه خود زیر اثر بار جانبی طراحی شوند. کنترل مقاومت دیافراگم های بتن آرمه براساس ضوابط شده در مبحث هشتم و دیافراگم های ساخته شده از مصالح دیگر براساس ضوابط مبحث های مربوطه تعیین می گردد.

۴-۷-۲-۶ در دیافراگم‌ها چنانچه حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در آنها، زیر اثر نیروی مؤثر بر دیافراگم، کمتر از نصف تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد، دیافراگم‌ها را می‌توان صلب در نظر گرفت و توزیع نیروی برشی طبقه را بین عناصر سیستم مقاوم قائم ساختمان به نسبت سختی آنها انجام داد. در غیر این صورت دیافراگم انعطاف پذیر بوده و در توزیع برش، باید تغییر شکلهای ایجاد شده در دیافراگم مورد توجه قرار گیرد.

#### ۶-۷-۲-۸ نیروی جانبی زلزله وارد بر اجزای ساختمان و قطعات الحاقی

۱-۸-۲-۷-۶ اجزای ساختمان و قطعات الحاقی به ساختمان باید در مقابل نیروی جانبی که از رابطه زیر به دست می‌آید محاسبه شوند:

$$F_P = AB_P IW_P \quad (16-7-6)$$

در این رابطه:

A و I مقادیر مندرج در بند ۶-۲-۷-۵ هستند که برای محاسبه نیروی وارد به کل ساختمان به کار برده شده اند.

$W_P$ : وزن جزء ساختمان یا قطعه الحاقی مورد نظر است. در مخازن و قفسه بندي انبارها و کتابخانه‌ها  $W_P$  علاوه بر بار مرده شامل وزن محتويات آنها در حالت کاملاً پر است. ضربي است که مقدار آن در جدول شماره ۶-۷-۶ داده شده است.

جدول شماره ۶-۷-۶ ضریب  $B_P$

$B_P$	جهت نیروی افقی	اجزای ساختمان یا قطعات الحاقی
۰/۷	در امتداد عمود بر سطح دیوار	دیوارهای خارجی و داخلی ساختمان و تیغه‌های جداکننده
۲/۰۰	در امتداد عمود بر سطح دیوار	جان پناه‌ها و دیوارهای طره‌ای
۲/۰۰	در هر امتداد	اجزای تزئینی و داخلی و یا قسمتهای الحاقی به ساختمان
۱/۰۰	در هر امتداد	مخازن، برجها، وودکشها، وسایل و ماشین آلات در صورتی که متصل به ساختمان و یا جزئی از آن باشند و سقفهای کاذب
۱/۰۰	در هر امتداد	اتصالات عناصر سازه‌ای پیش ساخته

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

۶-۷-۲-۲-۸ قطعات الحقی باید برای تلاشهای برشی و لنگرهای خمشی ایجاد شده در آنها زیر اثر بار جانبی طراحی شوند. کنترل مقاومت این قطعات بر اساس ضوابط مباحث مربوطه در این مقررات انجام می گیرد.

### **۶-۷-۲-۹ سازه های غیر ساختمانی**

۶-۷-۲-۹-۱ نیروی جانبی زلزله مؤثر بر سازه های غیر ساختمانی، که در جدول شماره ۶-۷-۸ نام برد شده، با استفاده از یکی از روشهای مندرج در بند ۶-۷-۲-۲ و با رعایت ضوابط زیر تعیین می گردد.

الف- زمان تناوب نوسان این سازه ها باید با استفاده از یکی از روشهای تحلیل شناخته شده تعیین گردد. زمان تناوب اصلی نوسان پاندولهای وارونه، برجهای دودکشها را می توان با استفاده از روابط پیشنهاد شده در پیوست شماره ۶-۵ بدست آورد.

ب- چنانچه زمان تناوب اصلی نوسان این نوع سازه ها از  $5/0$  ثانیه تجاوز نماید، به کارگیری یکی از روشهای تحلیل دینامیکی در محاسبه نیروی جانبی الزامی است.

پ- ضریب رفتار  $R$  برای این سازه ها طبق جدول شماره ۶-۷-۸ تعیین می گردد. مقدار  $\frac{B}{R}$  در هر حال نباید کمتر از  $5/0$  در نظر گرفته شود.

ت- سازه هایی که زمان تناوب اصلی نوسان آنها کمتر از  $6/0$  ثانیه است صلب تلقی شده و مقدار  $\frac{B}{R}$  برای آنها  $5/0$  در نظر گرفته می شود.

ث- توزیع نیروی جانبی در ارتفاع این سازه ها بر حسب مورد با استفاده از روش مندرج در بند ۶-۶-۷-۲-۶-۵-۹ یا ۶-۷-۲-۶-۵-۹ به عمل می آید.

۶-۷-۲-۹-۲ نیروی جانبی زلزله مؤثر در مخازن زیر زمینی و زمینی با استفاده از ضوابط و معیارهای نشریه شماره ۱۲۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تعیین می گردد.

جدول شماره ۸-۷-۶ ضریب رفتار برای سازه های غیر ساختمانی، R

R	نوع سازه	ردیف
۳	سازه هایی که رفتارشان مشابه پاندول وارونه است. مخازن هوایی که بر روی پایه های بادبندی شده یا نشده قرار دارند.	۱
۵	سازه هایی که دارای جرم گستره بوده و رفتارشان مشابه ستون طره ای است، مانند دودکش ها.	۲
۴	برجها و دکلهای مشبك، آزاد یا مهار شده	۳
۵	علاوه، تابلوها، تاسیسات خاص تفریحی و بازی و برجهای یادبود	۴
۳/۵	سایر سازه ها	۵

### ۳-۷-۶ صوابط طراحی سازه ها برای زلزله

#### ۱-۳-۷ محدودیت های انتخاب نوع سیستم سازه باربر جانبی - ضریب رفتار R

در انتخاب نوع سیستم سازه باربر جانبی ساختمان صوابط زیر باید رعایت شود:

الف- ارتفاع ساختمان، با توجه به سیستم مقاوم باربر جانبی آن، نباید از مقادیر داده شده در جدول شماره ۶-۷-۶ تجاوز نماید.

ب- در ساختمانهای با بیشتر از ۱۵ طبقه و یا بلندتر از ۵۰ متر، استفاده از سیستم قاب خمشی، یا سیستم دوگانه الزامی است. در این ساختمانها نمی توان برای مقابله با تمام نیروی جانبی زلزله منحصرأً به دیوارهای برشی و یا قابهای مهاربندی اکتفا نمود.

پ- در مناطق با خطر زلزله خیزی نسبی خیلی زیاد ، برای ساختمانهای «با اهمیت خیلی زیاد» باید فقط از سیستم هایی که در جدول شماره ۶-۷-۶ عنوان «ویژه» دارند، استفاده شود.

ت- در ساختمانهای با بیشتر از سه طبقه و یا بلندتر از ده متر، استفاده از سیستم دال تخت یا قارچی و ستون به عنوان سیستم قاب خمشی در صورتی مجاز است که در آن برای مقابله با نیروی جانبی زلزله از دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده استفاده شده باشد.

ث- در ساختمانهای بتن آرمه ای که در آنها از سیستم تیرچه و بلوك برای پوشش سقفها استفاده می گردد و ارتفاع تیرها برابر ضخامت سقف در نظر گرفته می شود، در صورتیکه ارتفاع تیرها کمتر از ۳۰ سانتیمتر باشد، سیستم سقف به منزله دال تخت محسوب شده و ساختمان مشمول ضابطه بند(ت) بالا می گردد.

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

ج- قاب های فولادی با اتصالات خورجینی متداول، با حفظ ضوابط فنی، همانند سیستم قاب ساختمانی ساده محسوب می شوند.

#### **۲-۳-۷-۶ محدودیت تغییر مکان جانبی نسبی طبقات**

۱-۲-۳-۶ تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه اختلاف تغییر مکان های مراکز جرم کف در بالا و پایین آن طبقه می باشد. این تغییر مکان معمولاً برای زلزله طرح و یا زلزله سطح بهره برداری محاسبه می شود و با همین نامها عنوان می گردد.

۲-۳-۶ تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه، تغییر مکانی است که با فرض رفتار خطی سازه، زیر اثر بار جانبی زلزله تعیین شده باشد. این تغییر مکان در زلزله های طرح و بهره برداری به ترتیب «تغییر مکان جانبی نسبی طرح» و «تغییر مکان جانبی نسبی بهره برداری» نامیده می شود. در تعیین این تغییر مکان باید اثر عواملی که در سختی سازه موثرند از جمله ترک خوردگی اعضا در سازه های بتن آرمه، موضوع بند ۲-۳-۷-۶، منظور شوند.

۳-۲-۳-۷-۶ تغییر مکان نسبی واقعی طرح، یا تغییر مکان جانبی نسبی غیر ارجاعی طرح، در هر طبقه تغییر مکانی است که در صورت منظور داشتن رفتار واقعی سازه، رفتار غیر خطی، در تحلیل آن به دست می آید. این رفتار، تنها در زلزله طرح قابل ملاحظه است. در مواردی که تحلیل سازه با فرض خطی بودن آن انجام می شود، این تغییر مکان را می توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$\Delta_M = \cdot / \gamma R \Delta_W \quad (17-7-6)$$

در این رابطه:

$\Delta_M$ : تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در طبقه

$\Delta_W$ : تغییر مکان جانبی نسبی طرح در طبقه

R: ضربی رفتار سازه

۴-۲-۳-۷-۶ تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در محل مرکز جرم هر طبقه نباید از مقادیر زیر بیشتر شود. در رعایت این محدودیت آثار ناشی از  $\Delta - P$ ، موضوع بند ۳-۳-۷-۶، باید در محاسبه تغییر مکان جانبی نسبی طرح در طبقه منظور شده باشد.

برای ساختمان های با زمان تناوب اصلی کمتر از ۷/۰ ثانیه :

$$\bar{\Delta}_M \leq 0/۰۲۵ \quad (۱۸-۷-۶)$$

برای ساختمان های با زمان تناوب اصلی بیشتر و یا مساوی ۷/۰ ثانیه :

$$\bar{\Delta}_M \leq 0/۰۲ \quad (۱۹-۷-۶)$$

$\bar{\Delta}_M$  در رابطه بالا مقدار تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح در طبقه با منظور کردن اثر  $P-\Delta$  است، که با استفاده از رابطه (۲۳-۷-۶) محاسبه می گردد.

تبصره: در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه  $W-\Delta$ . برای رعایت محدودیتهای فوق مقدار برش پایه در رابطه (۱-۷-۶) را می توان بدون منظور کردن محدودیت مربوط به زمان تناوب اصلی ساختمان  $T$  در تبصره ۱ بند ۶-۵-۲-۷-۶ تعیین کرد.

۵-۲-۳-۷-۶ تغییر مکان جانبی نسبی در زلزله سطح بهره برداری در هر طبقه باید از ۰/۰۰۵ ارتفاع آن طبقه بیشتر باشد. این محدودیت را می توان تنها در مواردی که نوع و نحوه به کارگیری مصالح و سیستم اتصال قطعات غیر سازه ای به گونه ای باشد که این قطعات بتوانند در برابر تغییر مکان جانبی بیشتر، بدون خسارات عمده، بر جا بمانند، تا ۰/۰۰۸ ارتفاع طبقه افزایش داد.

۶-۲-۳-۷-۶ در سازه های بتن آرمه در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، ممان اینرسی مقطع ترک خورده قطعات را می توان، مطابق توصیه مبحث نهم این مقررات برای تیرها : ۰/۳۵ Ig، برای ستونها : ۰/۷ Ig، و برای دیوارها : ۰/۳۵ Ig یا ۰/۷ Ig نسبت به میزان ترک خورده‌گی آنها، منظور کرد. برای زلزله سطح بهره برداری مقادیر این ممان اینرسی ها را می توان تا ۱/۵ برابر افزایش داد.

۷-۲-۳-۷-۶ در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، برای زلزله سطح بهره برداری، می توان اثر  $P-\Delta$  را نادیده گرفت.

### ۳-۳-۷-۶ اثر بار - تغییر مکان جانبی ( $\Delta$ )

۱-۳-۷-۶ در کلیه سازه ها تأثیر بار محوری موجود در عناصر قائم بر روی تغییر مکان های جانبی آنها، برش ها و لنگرهای خمشی موجود در اعضا و نیز تغییر مکان های جانبی طبقات را افزایش می دهد. این افزایش به اثر ثانویه و یا اثر  $\Delta$ -P معروف است. این اثر، در مواردی که شاخص پایداری  $i$ , در رابطه  $i = 20 - 7\Delta$ , کمتر از ده درصد باشد ناچیز بوده و می تواند نادیده گرفته شود. ولی اگر  $i$  بیشتر از ده درصد باشد، این اثر باید در محاسبات منظور گردد.

$$\theta_i = \left[ \frac{P\Delta_w}{Vh} \right]_i \quad (20-7-6)$$

در این رابطه:

$P_i$  = مجموع بارهای مرده و زنده موجود در طبقه  $i$  تا  $n$ , طبقه آخر

$V_i$  = مجموع نیروی برشی وارد در طبقه  $i$

$\Delta_{wi}$  = تغییر مکان جانبی نسبی در طبقه  $i$  زیر اثر برش  $i$

$h_i$  = ارتفاع طبقه  $i$

۲-۳-۷-۶ شاخص پایداری  $i$  در سازه ها نباید از  $\theta_{max}$  در رابطه زیر بیشتر باشد. در این موارد احتمال ناپایداری سازه موجود است و باید در طراحی آن تجدید نظر شود.

$$\theta_{max} = \frac{1/25}{R} \leq 1/25 \quad (21-7-6)$$

۳-۳-۷-۶ برای منظور کردن اثر  $\Delta$ -P در طراحی سازه ها، یا می توان این اثر را همراه با سایر عوامل در تحلیل سازه ها منظور کرد و نیروهای داخلی اعضاء را به دست آورد و یا می توان از روش های تقریبی عنوان شده در مباحثت نهم و دهم این مقررations استفاده نمود. هم چنین می توان روش تقریبی ارائه شده در پیوست شماره (۵) استاندارد شماره ۸۴-۲۸۰۰ را مورد استفاده قرار داد. در کلیه موارد، تغییر مکان های جانبی طبقات که در محاسبات نیروهای داخلی به کار برده می شوند باید تغییر مکان های جانبی نسبی طبقات که به علت اثر  $\Delta$ -P افزایش یافته اند  $\bar{\Delta}_{wi}$ ، باشند. این تغییر مکان را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\bar{\Delta}_{wi} = \frac{\Delta_{wi}}{1 - \theta_i} \quad (22-7-6)$$

۴-۳-۷-۶ تغییر مکان نسیی واقعی طبقه با منظور کردن اثر  $\Delta_P - \Delta_\Delta$ ، موضوع بند ۴-۲-۳-۷-۶، را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\bar{\Delta}_{Mi} = \frac{1}{\gamma R} \bar{\Delta}_{Wi} \quad (23-7-6)$$

#### ۴-۳-۷-۶ مشخصات سازه از تراز پایه تا روی شالوده

در سازه‌هایی که تراز پایه بالاتر از روی شالوده منظور شده باشد، سختی و مقاومت جانبی طبقات پایین تراز تراز پایه باید از سختی و مقاومت جانبی طبقه روی تراز پایه کمتر باشد.

برای تأمین این منظور در سازه‌هایی که پلان و هندسه‌بنا در زیر تراز پایه مغایرت چندانی با بالای تراز پایه ندارند، مشخصات سازه در زیر تراز پایه، به لحاظ ابعاد و جزئیات تیرها و ستونها و دیوارهای برشی و بادبندها، باید حداقل مشابه روی آن باشند.

#### ۵-۳-۷-۶ کنترل سازه در برابر واژگونی

ساختمانها و سازه‌های غیر ساختمانی باید در کل، از نظر واژگونی پایدار باشند. لنگر واژگونی در تراز شالوده ناشی از نیروهای جانبی زلزله برابر با مجموع حاصلضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن تراز نسبت به زیر شالوده ساختمان یا سازه است. ضربی اطمینان در مقابل واژگونی (نسبت لنگر مقاوم به لنگر واژگونی) باید حداقل برابر با  $1/75$  اختیار شود. در محاسبه لنگر مقاوم، بار تعادل برابر با قائمی است که برای تعیین نیروهای جانبی به کار رفته است. بر این بارها باید وزن شالوده و خاک روی آن افزوده گردد. در تراز زیر شالوده این لنگر نسبت به لبه بیرونی شالوده محاسبه می‌شود.

#### ۶-۳-۷-۶ افزایش بار طراحی در ستونهای خاص

در مواردی که یکی از اعضای جانبی باربر، مانند دیوار برشی یا قاب بادبندی شده تا روی شالوده ادامه پیدا نمی‌کند، ستونهایی که این عضو را تحمل می‌کنند باید مقاومتی حداقل برابر با بارهای به دست آمده از ترکیبات زیر باشند، این ترکیبات اضافه بر ترکیباتی هستند که در طراحی سازه به طور معمول به کار برده می‌شوند.

$$(بار زلزله) 2/8 \pm (بار زنده) 0/8 + (بار مرده) 1/0 \quad (24-7-6)$$

### **مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

(بار زلزله) ۲/۸ ± (بار مرده) ۰/۸۵

(۲۵-۷-۶)

مقاومت این ستونها لازم نیست بیشتر از حد اکثر باری که اعضای متصل به آنها می توانند به آنها منتقل نمایند، در نظر گرفته شوند.

مقاومت عنوان شده در بالا برای ستونها، مقاومت نهایی آنهاست. در ستونهایی که طراحی آنها براساس تنש های مجاز است، این مقاومت  $1/7$  برابر مقاومت مجاز ستون در نظر گرفته می شود.

#### **۷-۳-۷ طراحی اجزای سازه ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند**

در ساختمان های بلندتر از ۵ طبقه تمام اجزای سازه ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند، ولی از طریق دیافراگم های کفها با سیستم باربر جانبی مرتبط هستند، باید برای آثار ناشی از تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح طبقه، بند ۷-۶-۳-۷، طراحی شوند. در این محاسبات، در صورت نیاز، اثر  $P - \Delta$  باید منظور گردد.

#### **۸-۳-۷ قطعات نما و سایر قطعات غیر سازه ای متصل به ساختمان**

۱-۸-۳-۷-۶ در ساختمان های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و ساختمان های بلندتر از هشت طبقه در صورتی که دیوارهای جدا کننده داخلی و یا دیوارهای نما جزو سیستم سازه ای باربر جانبی نباشند، باید به طریقی به سازه متصل شوند که محدودیتی در حرکت سازه در امتداد صفحه دیوار ایجاد ننمایند. اتصالات این دیوارها به سازه باید توانایی انتقال نیروی زلزله ایجاد شده بر اثر جرم دیوار را به سازه دارا باشند. این قبیل دیوارها بهتر است از جنس سبک و انعطاف پذیر انتخاب شوند.

متقابلاً چنانچه این دیوارها محدودیتی در حرکت سازه، در امتداد صفحه دیوار ایجاد نمایند، اثر سختی آنها باید در تحلیل سازه برای نیروهای جانبی منظور گردد و دیوارها و اتصالات آنها به سازه برای تلاشهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند.

۲-۸-۳-۷-۶ در ساختمان های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و یا ساختمان های بلندتر از ۸ طبقه که در آنها از قطعات پیش ساخته و یا قطعات شیشه ای برای نما استفاده شده است، قطعات نما باید برای مقاومت در برابر نیروی زلزله مطابق بند ۸-۲-۷-۶ طراحی گردند، و علاوه بر آن، قادر باشند تغییر مکانهای ایجاد شده در طبقات سازه بر اثر نیروی جانبی زلزله را، بدون ایجاد

محدودیتی در حرکت سازه، تحمل نمایند. این قطعات باید بر روی اجزای سازه ای متکی بوده و یا با اتصالات مکانیکی مطابق ضوابط زیر به این اجزا متصل شوند:

الف- اتصالات قطعات نما، نظیر قابهای شیشه ای و قطعات پیش ساخته، به سازه و همچنین عرض درز بین این قطعات باید به گونه ای باشند که بتوانند تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح طبقه، بند ۲-۳-۶ و ۱/۵ سانتیمتر، هر کدام که بزرگتر است، پذیرا باشند.

ب- اتصالات باید به گونه ای باشند که حرکت نسبی دو طبقه مجاور درامتداد صفحه قطعات را از طریق اتصالاتی لغزشی با استفاده از پیچ و سوراخهای بادامی شکل و یا اتصالاتی که حرکت نسبی طبقات را از طریق خم شدن قطعات فولادی و یا هر گونه اتصال مشابه دیگری که لغزش و یا انعطاف پذیری مشابه یاد شده را به وجود بیاورد تامین کنند.

پ- اتصالات باید دارای شکل پذیری و ظرفیت چرخش پذیری کافی بوده تا از شکست غیر شکل پذیر مهارها در مجاورت جوشها جلوگیری شود.

ت- بدنه اتصال قطعات به سازه باید برای ۱/۳۳ برابر نیروی زلزله، مطابق بند ۸-۲-۷-۶ طراحی شود.

ث- تمام ادوات اتصال، مانند پیچ ها، جوشها و ریشه های متصل کننده بدنه (عناصر) اتصال به سازه و یا قطعه غیر سازه ای باید برای ۴ برابر نیروی زلزله مطابق بند ۸-۲-۷-۶ طراحی شوند.

ج- ریشه ها و مهارهایی که در داخل بتن قرار می گیرند باید ترجیحاً به میلگرد های داخل بتن متصل شده و یا دور آنها قلاب گردند و یا به نحوی در بتن مهار شوند که قادر باشند نیروهای وارد را به میلگرد های داخل بتن منتقل نمایند.

**۶-۷-۳-۸-۳-۷-۲** برای ساختمان های غیر از موارد ذکر شده در دو بند ۱-۸-۳-۷-۶ و ۲-۸-۳-۷-۶ با هر تعداد طبقه رعایت ضوابط دیوارهای غیر سازه ای و نماسازی حداقل، مطابق بند های ۳-۷ و ۳-۸-۱۲ استاندارد شماره ۸۴-۰۰-۲۸۰۰ الزامی است.

### **۶-۷-۳-۹-۶ کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره برداری**

**۶-۷-۳-۹-۱** ساختمان های «با اهمیت خیلی زیاد و زیاد» و یا بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید برای زلزله سطح بهره برداری کنترل شوند به طوری که، مطابق تعریف بند ۶-۷-۱، قابلیت بهره برداری خود را در زمان وقوع زلزله حفظ نمایند. برای این منظور مشخصات سازه این

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

ساختمان‌ها باید چنان باشد که زیر اثر ترکیب بارها در سطح بهره برداری، بدون اعمال ضریب بار، الزامات زیر را تأمین نمایند:

- الف- در سازه‌های فولادی، تنش‌های ایجاد شده در اعضا از حد جاری شدن فولاد تجاوز نکند.
- ب- در سازه‌های بتن آرمه تلاش‌های ایجاد شده در اعضا، بدون اعمال ضرائب کاهش مقاومت، از مقاومت نهایی اسمی آنها تجاوز نکند.
- پ- تغییر مکان‌های نسبی ارتجاعی بهره برداری طبقات محدودیت بند ۵-۳-۷-۶ را رعایت نمایند.

۲-۹-۳-۷-۶ مشخصات حرکت زمین در زلزله سطح بهره برداری باید مشابه زلزله طرح، بند ۵-۲-۷-۶، در نظر گرفته شود، با این تفاوت که شتاب مبنای طرح A در آن به یک ششم مقدار خود کاهش داده شود. در مقابل ضریب رفتار R در محاسبه نیروی جانبی زلزله برابر با یک منظور می‌گردد. به این ترتیب، در روش تحلیل استاتیکی معادل مقدار برش پایه در این سطح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$V_{ser} = \frac{1}{\zeta} ABIW \quad (26-7-6)$$

پارامترهای A و B و I و W تعاریف معمول بند ۵-۲-۷-۶ را دارند.

## ۸-۶ ترکیب بارها

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

(۱) D

(۲)  $D + L + (L_r \text{ یا } S)$

(۳)  $D + (W \text{ یا } E)$

(۴)  $D + L + (L_r + W) \text{ یا } E \quad (1-8-6)$  (الف)

(۴)  $D + L + (L_r + S) \text{ یا } W \quad (ب)$

(۵) D + H

(۶)  $D + L + (L_r \text{ یا } S) + H$

(۷) D + T

(۸)  $D + L + (L_r \text{ یا } S) + T$

علائم به کار رفته در این روابط عبارتند از :

D : بار مرده

L : بار زنده طبقات به جز بام

L<sub>r</sub> : بار زنده بام

S : بار برف

W : بار باد

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

E : بار زلزله

H : بار ناشی از وزن و فشار خاک یا آب و یا فشار توان خاک و آب

T : اثرات خود کرنشی ناشی از تغییرات دما، نشست پایه ها، وارفتگی و غیره

**۲-۸-۶** در مواردی سازه ها برای بار جراثقال طراحی می شود ترکیبات زیر علاوه بر آنچه در بند

۱-۸-۶ گفته شده است باید بررسی شود.

(۹) D + A

(۱۰) D + S + A

(۲-۸-۶)

(۱۱) D + (W - E) +  $\bar{A}$

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

A : کلیه بارهای ناشی از جراثقال شامل وزن پلهای، ارابه، باری که بلند می شود همراه با اثر ضربه در آنها

$\bar{A}$  : بار ناشی از وزن جراثقال به تنها بی شامل وزن پلهای و ارابه به اضافه درصدی از بار زنده با توجه به میزان بهره برداری جرثقیل

**۳-۸-۶** در ترکیبات بارهای مرده و زنده با بارهای باد یا زلزله افزایش تنش های مجاز محاسباتی

در هر سازه باید مطابق ضوابط خاص طراحی همان سازه در نظر گرفته شود.

**۴-۸-۶** در طراحی سازه های پیش تنبیده، اثر پیش تنبیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیبات وارد می شود.

**۵-۸-۶** در مواردی که برای تعیین ضرائب جزئی ایمنی و یا تنشهای مجاز محاسباتی در ترکیبات بارها، آئین نامه رسمی در کشور وجود نداشته باشد، آنها را می توان از آئین نامه های معتبر کشورهای دیگر به دست آورد.

## پیوست شماره ۱-۶

جرائم مخصوص مواد و  
جرائم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

جدول شماره پ ۱-۱-۶ جرم مخصوص مواد

شرح	جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱- فلزات	
آلومینیم	۲۷۰۰
آهن خام حاکستری	۷۲۰۰
آهن خام سفید	۷۷۰۰
چدن	۷۷۰۰
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
منگنز	۷۰۰۰
بیسموت	۹۸۰۰
جیوه	۱۳۶۰۰
پلاتین	۲۱۴۰۰
طلاء	۱۹۳۰۰

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

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

شرح	جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)
۲- مایعات	
آب	۱۰۰۰
لجن	۱۱۰۰
اتر	۸۰۰
الکل	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 ( دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار یک اتمسفر)	
استیلن	۱/۷۷۰
اکسید دو کربن	۱/۲۵۰
انیدرید کربنیک	۱/۹۶۴
گاز روشائی	۰/۵۶۰
هوای خشک	۱/۲۹۳
هوای مرطوب	۱/۳۰۰
اکسیژن	۱/۴۲۹
ارت	۱/۲۵۴
هیدروژن	۰/۰۸۹

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

ادامه جدول شماره پ ۱-۶ جرم مخصوص مواد

شرح	جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)
۴- چوبها (در حالت خشک *)	
زربین	۶۰۰
زبان گنجشک - ون	۷۱۰
راش	۶۷۰
داداغان - تا دانه	۶۵۰
گلابی وحشی - خوج	۷۵۰
خرمندی	۷۵۰
توسکا ییلاقی	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

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

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

شرح	جرم مخصوص(کیلوگرم بر مترمکعب)
گیلاس جنگلی	۷۳۰
لرگ	۴۳۰
کرات- لیلکی	۶۴۰
ملج	۶۳۰
مرس - ممرز	۷۰۰
نمدار	۵۳۰
کاج	۶۰۰
صنوبر	۶۰۰
شربین- کاج سیاه	۵۰۰
<b>- سنگ های طبیعی ۵</b>	
گرانیت	۲۸۰۰
دیوریت- گابرو	۳۰۰۰
بازالت- ملافیر	۳۰۰۰
کلسنگ ( توف )	۲۰۰۰
سنگهای اذرین ماگماتیک	۲۸۰۰
سنگهای آتشفسانی	۲۸۰۰
توفهای آتشفسانی	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
سنگ مرمر	۲۷۰۰
تحته سنگ های رسی	۲۶۰۰

\* ارقام مربوط به چوبهای خشک برای چوبهای با حداقل 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 ضرب ۱/۸ ضرب شوند.

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

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

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

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

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

شرح	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 کوره آهنگذاری	۱۵۰۰
سرباره گوره آهنگذاری دانه به دانه	۱۰۰۰
بوزولان 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

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

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

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

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

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

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

شرح	جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)
آسفالت قیر تخته های سقف پوش آزبست(آردواز) ورقهای موجدار آزبست لوله های سیمان آزبست مزائیک سیمانی سنگ موزائیک آجر فرش با آجر سوراخدار آجر فرش با آجر توپر رزین اپوکسی بدون فیلر (افزودنی) رزین با مواد معدنی رزین با فایبر گلاس کف پوش لاستیکی ورق پی وی سی کف پوش پی وی سی صفحات گچ و پرلیت جهت سقف کاذب شیشه جام شیشه مسلح کاشی سرامیکی دیواری کاشی سرامیکی کفی پوششها سقف پوشش شیروانی ها با سفال گونی قیراندود یک لا گونی قیراندود دو لا سقف کاذب با اندود سیمانی سقف کاذب با اندود گچی	۷- پوششها و مواد متفرقه ساختمانی ۲۲۰۰ ۱۲۰۰ ۲۰۰۰ ۱۶۰۰ ۱۸۰۰ ۲۲۵۰ ۲۴۰۰ ۱۳۵۰ ۱۶۰۰ ۱۱۵۰ ۲۰۰۰ ۱۸۰۰ ۱۸۰۰ ۱۴۰۰ ۱۷۰۰ ۸۵۰ ۲۵۰۰ ۳۰۰۰ ۱۷۰۰ ۲۱۰۰ ۷۰ ۱۰ ۱۵ ۷۵ ۵۰

## پیوست شماره ۶-۲

بار زنده کف انبارهای اجناس

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**جدول پ ۲-۶ بار زنده کف انبارهای اجناس**

بار زنده معادل پیشنهادی دکانیوتون بر متر مربع	سریاز در هر متر مربع کف دکانیوتون بر متر مربع	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	وزن به ازای فضای اشغالی دکانیوتون بر متر مکعب	مصالح
۱۵۰۰	۱۴۵۸	۱/۸۰	۸۱۰	۱- مصالح ساختمانی آزبست
	۱۳۱۴	۱/۸۰	۷۳۰	آجر ساختمانی
	۲۱۶۰	۱/۸۰	۱۲۰۰	آجر نسوز
	۲۸۸۰	۱/۸۰	۱۶۰۰	سیمان پرتلند
	۱۴۵۸	۱/۸۰	۸۱۰	گچ
	۱۵۴۸	۱/۸۰	۸۶۰	آهک
	۱۴۵۸	۱/۸۰	۸۱۰	کاشی
	۱۳۱۴	۱/۸۰	۷۳۰	چوب
۱۰۰۰	۹۷۲	۱/۸۰	۵۴۰	۲- مواد شیمیایی زاج سفید در بشکه
	۵۵۰	۱/۱۰	۵۰۰	پودر لباسشویی در چلیکهای بزرگ
	۱۰۹۵	۱/۵۰	۷۳۰	کات کبود در بشکه
	۱۵۱۲	۱/۸۰	۸۴۰	گلیسیرین (جعبه بندی شده)
	۱۰۴۴	۱/۸۰	۵۸۰	روغن دانه در بشکه
	۸۷۶	۱/۲۰	۷۳۰	روغن دانه در چلیک های آهنی
	۱۱۱۶	۱/۸۰	۶۲۰	لاک- صمغ- چسب
	۱۴۵۸	۱/۸۰	۸۱۰	صابون
	۸۵۰	۰/۸۵	۱۰۰۰	گردسود در چلیکهای بزرگ
	۱۴۲۰	۱/۰۰	۱۴۲۰	سود سوز آور در چلیک های آهنی
	۱۵۴۸	۱/۸۰	۸۶۰	سیلیکات سدیم در بشکه
	۴۹۰	۰/۵۰	۹۸۰	اسید سولفوریک
	۱۰۲۶	۱/۸۰	۵۷۰	وسایل توالت
	۱۶۲۰	۱/۸۰	۹۰۰	روغن جلای ورنی و نظایر آن
	۱۹۶۰	۱/۴۰	۱۴۰۰	سفید آب سرب خشک
	۲۳۶۵	۱/۱۰	۲۱۵۰	سرنج و مردار سنگ خشک

### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

ادامه جدول پ ۲-۶ بار زنده کف انبارهای اجناس

بار زنده معادل پیشنهادی دکانیوتون بر متر مربع	سرباز در هر متر مربع کف دکانیوتون بر متر مربع	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	وزن به ازای فضای اشغالی دکانیوتون تن بر متر مکعب	مصالح
۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۲۶۰	۱/۸۰	۷۰۰	۳-الیاف و منسوجات (بسته بندی شده)
	۸۸۲	۱/۸۰	۴۹۰	گونی و چتائی- عدلی
	۱۲۹۶	۲/۴۰	۵۴۰	قالی و فرش ماشینی
	۱۱۷۶	۲/۴۰	۴۹۰	الیاف تابیده و نظایر آن- عدلی
	۴۸۰	۲/۴۰	۲۰۰	پنبه- عدلی
	۱۰۸۰	۲/۴۰	۴۵۰	فلاقل پنبه ای بسته بندی شده
	۹۱۲	۲/۴۰	۳۸۰	اجناس پنبه ای شسته شده
	۹۶۰	۲/۴۰	۴۰۰	پارچه ها و ملحفه های پنبه ای
	۷۴۴	۲/۴۰	۳۱۰	الیاف و پنبه و نخ پنبه
	۱۵۸۴	۲/۴۰	۶۶۰	پوشال بخاری متراکم
	۱۱۷۶	۲/۴۰	۴۹۰	کف-کتان هندی و نظایر آن (متراکم)
	۱۱۷۰	۱/۸۰	۶۵۰	پارچه های کتانی و جامه و غیره
	۱۷۵۲	۲/۴۰	۷۳۰	حوله و نظایر آن
۱۵۰۰ تا	-	-	۷۸۰	ابریشم و منسوجات ابریشمی
	۵۰۴	۲/۴۰	۲۱۰	پشم عدلی متراکم
	۱۰۳۲	۲/۴۰	۴۳۰	پشم عدلی غیر متراکم
				پشم بافته شده
				۴-محصولات غذایی (بسته بندی شده)
۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۶۰	۲/۴۰	۶۵۰	باقلا- لوبیا
	۱۵۶۰	۲/۴۰	۶۵۰	نوشیدنی ها با بطی
	۱۶۹۳	۱/۸۰	۹۴۰	اغذیه کنسرو
	۱۷۵۲	۲/۴۰	۷۳۰	غله- حبوبات
	۱۳۶۸	۲/۴۰	۵۷۰	کاکائو
	۱۲۹۶	۲/۴۰	۵۴۰	قهوة بوداده
	۱۶۲۰	۱/۸۰	۹۰۰	خرما
	۱۸۰۰	۱/۵۰	۱۲۰۰	انجیر
	۹۷۵	۱/۵۰	۶۵۰	آرد

ادامه جدول پ ۲-۶ بار زنده کف انبارهای اجناس

مصالح	وزن به ازای فضای اشغالی دکانیوتون تن بر متر مکعب	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	سویاز در هر متر مربع کف دکانیوتون بر متر مربع	بار زنده معادل پیشنها دی دکانیوتون بر متر مربع
میوه جات تازه گوشت و فرآورده های گوشتی شیر غلیظ و فشرده ملاس چغدر در بشکه برنج نمک میوه نمک گرد صابون نشاسته شکر قند چای	۵۷۰	۲/۴۰	۱۳۶۸	
	۷۳۰	۱/۸۰	۱۳۱۴	
	۸۱۰	۱/۸۰	۱۴۵۸	
	۷۸۰	۱/۵۰	۱۱۷۰	
	۹۴۰	۱/۸۰	۱۶۹۲	
	۷۵۰	۱/۵۰	۱۱۲۵	
	۱۱۵۰	۱/۵۰	۱۷۲۵	
	۶۲۰	۲/۴۰	۱۴۸۸	۱۰۰۰
	۴۰۰	۱/۸۰	۷۲۰	تا
	۷۰۰	۱/۵۰	۱۰۵۰	۱۵۰۰
	۸۳۰	۱/۸۰	۱۴۹۴	
	۴۰۰	۲/۴۰	۹۶۰	
۵- اجناس فلزی (بسته بندی شده)				
اسباب یدکی ماشین زنجبیر کارد و چنگال و غیره وسایل الکتریکی لوله و براق آلات قفل وسائل ماشین آلات سبک وسائل بهداشتی لوله و اتصالات بهداشتی پیچ ورق آهنی و حلبي ابزار کار فلزی سبک سیم و کابل بر روی قرقره سیمهای مسی عایق دار	۶۵۰	۲/۴۰	۱۵۶۰	
	۱۶۲۰	۱/۸۰	۲۹۱۶	
	۷۳۰	۲/۴۰	۱۵۷۲	
	۶۵۰	۲/۴۰	۱۵۶۰	
	۱۰۵۰	۱/۸۰	۱۸۹۰	
	۵۰۰	۱/۸۰	۹۰۰	
	۳۳۰	۲/۴۰	۷۹۲	
	۴۹۰	۲/۴۰	۱۱۷۶	۱۵۰۰
	۹۰۰	۱/۸۰	۱۶۲۰	تا
	۱۶۵۰	۱/۸۰	۲۹۷۰	۲۰۰۰
	۴۵۰۰	۰/۶۰	۲۷۰۰	
	۱۲۰۰	۱/۸۰	۲۱۶۰	
	-	-	۲۱۵۰	
	۱۰۰۰	۱/۵۰	۱۵۰۰	

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**ادامه جدول پ ۲-۶ بار زنده کف انبارهای اجناس**

بار زنده معادل پیشنهادی دکانیوتون بر متر مربع	سریاز در هر متر مربع کف دکانیوتون بر متر مربع	ارتفاع انبار کردن اجناس متر	وزن به ازای فضای اشغالی دکانیوتون تن بر متر مکعب	مصالح
	۲۱۶۰	۱/۸۰	۱۲۰۰	سیمهای گالوانیزه
۱۵۰۰	۸۸۲	۱/۸۰	۴۹۰	۶-اجناس متفرقه (بسته بندی شده) لاستیک اتومبیل
تا	۱۸۹۰	۱/۸۰	۱۰۵۰	کتاب
۲۰۰۰	-	-	۳۲۰	اثاثیه اطاق
	۱۵۶۰	۲/۴۰	۶۵۰	شیشه و چینی آلات
	۷۶۸	۲/۴۰	۳۲۰	پوست و چرم
	۱۵۶۰	۲/۴۰	۶۵۰	چرم و اجناس چرمی
	۱۰۲۶	۱/۸۰	۵۷۰	کاغذ و روزنامه و مقوا
	۱۷۴۶	۱/۸۰	۹۷۰	کاغذ نوشتنی فرم و نظایر آن
	۹۳۶	۱/۸۰	۵۲۰	طناب حلقه بندی شده
	۱۹۴۴	۲/۴۰	۸۱۰	لاستیک خام
	۱۳۶۸	۲/۴۰	۵۷۰	تبакو

### پیوست شماره ۶-۳

روش تحلیل دینامیکی محاسبه بار باد  
در ساختمانهای خاص

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

### پیوست شماره ۳-۶

#### روش تحلیل دینامیکی محاسبه بار باد در ساختمانهای خاص

##### پ ۱-۳-۶ مقدمه:

در هنگام وزش باد و اثر آن بر سازه، سرعت باد ثابت نبوده و به صورت لحظه‌ای تغییر می‌کند. این تغییرات در ترازهای مختلف سازه از سطح زمین و نیز در مناطق مختلف که به لحاظ تراکم ساختمانها یا انبوه درختان فرق داشته باشند، متفاوت است. تغییرات لحظه‌ای سرعت باد، علاوه بر آنکه بار ناشی از باد بر سازه‌ها را تغییر می‌دهد، موجب تحریک دینامیکی سازه‌های نرم و انعطاف پذیر می‌گردد. این عامل خود متقابلاً "بر بار ناشی از باد اثر می‌گذارد.

ضریب اثر تغییر سرعت،  $C_e$ ، که در متن آئین نامه ارائه شده است، دربرگیرنده اثرات تغییر سرعت در ترازهای مختلف سازه، موقعیت منطقه به لحاظ تراکم موائع، و نیز تغییرات لحظه‌ای سرعت نسبت به سرعت متوسط می‌باشد. ولی اثرات ناشی از نوسان سازه در جهت وزش باد و نیز بر اثر فشارهای متناوب ناشی از جریانهای گردابی لایه‌های هوا را که در کناره‌های سازه ایجاد می‌شوند، دربرنمی‌گیرد. این اثرات در سازه‌های انعطاف پذیر، مانند ساختمانهای بلند، ممکن است حائز اهمیت شوند و بار ناشی از باد را تحت تأثیر قرار دهند.

پیوست حاضر روشهای محاسبه اثرات فوق را به دست می‌دهد. در این روش‌ها تنها نوسان سازه در جهت وزش باد مورد توجه قرار گرفته و از سایر نوسانات، از جمله نوسان سازه در جهت عمود بر وزش باد، صرفنظر گردیده است. نوسانات عمود بر جهت وزش باد معمولاً "اثر چندانی بر بار ناشی از باد ندارند ولی در بعضی سازه‌ها ممکن است حائز اهمیت شوند. برای تعیین اثر اینگونه نوسانات لازم است به منابع معتبر مراجعه شود.

### پ-۳-۶ ضریب اثر تغییر سرعت، $C_e$

ضریب اثر تغییر سرعت  $C_e$ ، در روش تحلیل دینامیکی محاسبه بار باد به صورت حاصلضرب دو ضریب زیر نوشته می شود:

$$C_e = C_L \cdot C_g \quad (پ-۳-۶)$$

ضرائب  $C_L$  و  $C_g$  در این رابطه به ترتیب «ضریب اثر مکان» و «ضریب اثر اوج باد» نامیده می شوند و طبق بندهای پ-۳-۶ و پ-۴-۳-۶ تعریف و محاسبه می شوند.

### پ-۳-۶-۱ ضریب اثر مکان، $C_L$

ضریب اثر مکان،  $C_L$ ، دربرگیرنده اثرات تغییرات سرعت در ارتفاع ساختمان و نیز اثر وجود موانع در منطقه بر این تغییرات است. این ضریب به شرح زیر تعیین می شود و در کاربرد آن ضابطه بند ۶-۶-۶-۲ نیز باید رعایت گردد.

الف- در نواحی داخلی شهرها و یا محلهایی که دارای ساختمانهای متعدد و یا انبوه درختان اند:

$$C_L = 0.8 \left( \frac{Z}{1.0} \right)^{0.74} \quad C_L \geq 0.8 \quad (پ-۳-۶)$$

ب- در نواحی باز خارج از شهرها و یا محلهایی که دارای ساختمانها و یا درختان پراکنده اند:

$$C_L = 1.0 \left( \frac{Z}{1.0} \right)^{0.16} \quad C_L \geq 1.0 \quad (پ-۳-۶)$$

در این روابط  $Z$  ارتفاع تراز مورد نظر در ساختمان برای محاسبه فشار باد است.

### پ-۳-۶-۲ ضریب اثر اوج باد، $C_g$

ضریب اثر اوج باد،  $C_g$ ، بنا به تعریف، نسبت اثر بیشینه بارگذاری باد به اثر متوسط آن است. این ضریب با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود:

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

در این رابطه:  $\mu$  متوسط اثر بارگذاری باد،  $\sigma$  انحراف معیار آن و  $g_P$  ضریب آماری اوج اثر بارگذاری باد است. این ضرائب با استفاده از تحلیل دینامیکی سازه برای ارتعاشات تصادفی به دست می آیند.

نسبت  $\frac{\sigma}{\mu}$  و ضریب  $g_P$  را می توان به طور خلاصه به شرح زیر تعیین نمود.

$$\frac{\sigma}{\mu} \quad \text{پ-۶-۳-۴-۱ نسبت}$$

نسبت  $\frac{\sigma}{\mu}$  از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\frac{\sigma}{\mu} = \sqrt{\frac{K}{C_{LH}} \left( B + \frac{S \cdot F}{\lambda} \right)} \quad (\text{پ-۶-۳})$$

پارامترهای موجود در این رابطه به شرح زیر تعیین می شوند:

الف - K - ضریبی است که:

$$K = 0/12$$

برای مناطق بند پ-۳-۳-۶-الف:

$$K = 0/10$$

برای مناطق بند پ-۳-۳-۶-ب:

در نظر گرفته می شود.

ب - C<sub>LH</sub>، مقدار ضریب اثر مکان ، C<sub>L</sub> ، در ارتفاع ساختمان، H، است که با استفاده از روابط بند پ-۳-۶ بدست آورده می شود.

پ - B، ضریبی است به نام «ضریب تلاطم محیط» که با استفاده از نمودار شکل پ-۳-۶ تعیین می گردد. در این نمودار H ارتفاع ساختمان و W عرض وجه رو به باد ساختمان است.

ت - S، ضریبی است به نام «ضریب کاهش ابعاد» که بر حسب نسبتیهای  $\frac{n_0 \cdot H}{V_H}$ ،  $\frac{W}{H}$ ، «فرکانس کاهش یافته» با استفاده از نمودار شکل پ-۳-۶ به دست می آید. در این رابطه n<sub>0</sub> فرکانس اصلی نوسان سازه بر حسب هرتز، و V<sub>H</sub> سرعت متوسط باد در ارتفاع ساختمان ، H، است. مقدار این سرعت را می توان با استفاده از رابطه:

$$V_H = \sqrt{C_{LH} \cdot V} \quad (\text{پ-۶-۶})$$

به دست آورده، V سرعت مبنای باد در منطقه بر حسب متر بر ثانیه است.

ث - F، ضریبی است به نام «نسبت انرژی اوج باد» در فرکانس اصلی نوسان سازه که بر حسب

پارامتر عکس طول موج،  $\frac{n_0}{V_H}$  با استفاده از نمودار شکل پ-۳-۶ به دست می آید.

ج - λ، نسبت میرائی بحرانی است که برای سازه های فولادی برابر با ۱/۰ و برای سازه های بتن آرمه برابر ۲/۰ اختیار می گردد.

**پ ۲-۴-۳ ضریب اوج  $g_p$**

ضریب اوج  $g_p$  با محاسبه  $U$  «نرخ متوسط نوسانات» از رابطه:

$$v = n \cdot \sqrt{\frac{S.F}{S.F + \lambda \cdot B}} \quad (پ-۳-۶)$$

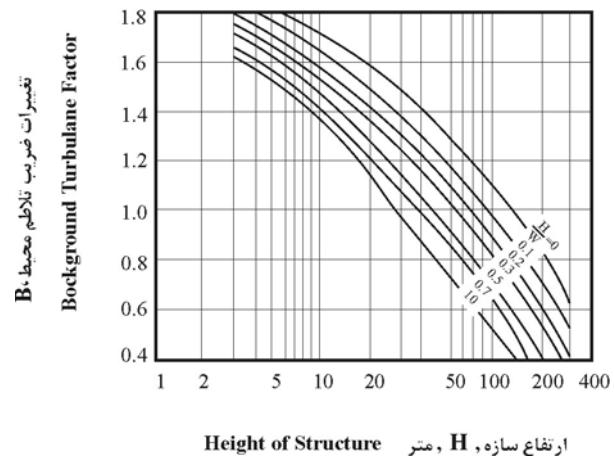
با استفاده از نمودارشکل پ ۴-۳-۶ تعیین می گردد. در تعیین مقدار  $U$  در این نمودار زمان تداوم باد یک ساعت فرض شده است.

**پ ۵-۳ فرکانس اصلی نوسان سازه  $n$ .**

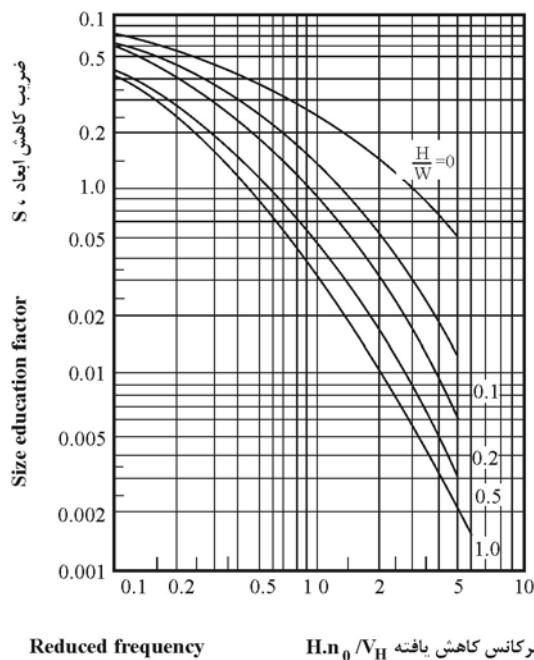
فرکانس اصلی نوسان سازه،  $n$ . را، باید با استفاده از تحلیل دینامیکی سازه به دست آورد. در غیر این صورت می توان آن را با استفاده از روابط تجربی داده شده برای تعیین پریود اصلی نوسان سازه، در فصل هفتم این مبحث تعیین نمود. در این حالت، باید هشتاد درصد مقادیر  $T$  محاسبه شده از این روابط را در محاسبه  $n$ . منظور کرد. چنانچه  $n$ . با استفاده از تحلیل دینامیکی تعیین شده باشد، مقدار آن لزومی ندارد کوچکتر از این مقدار در نظر گرفته شود.



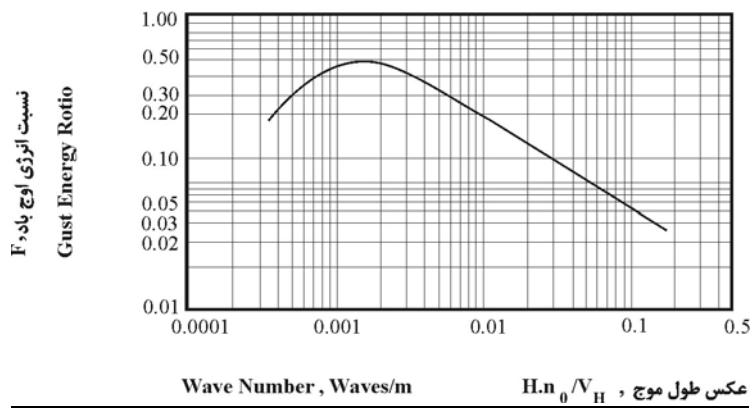
### مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان



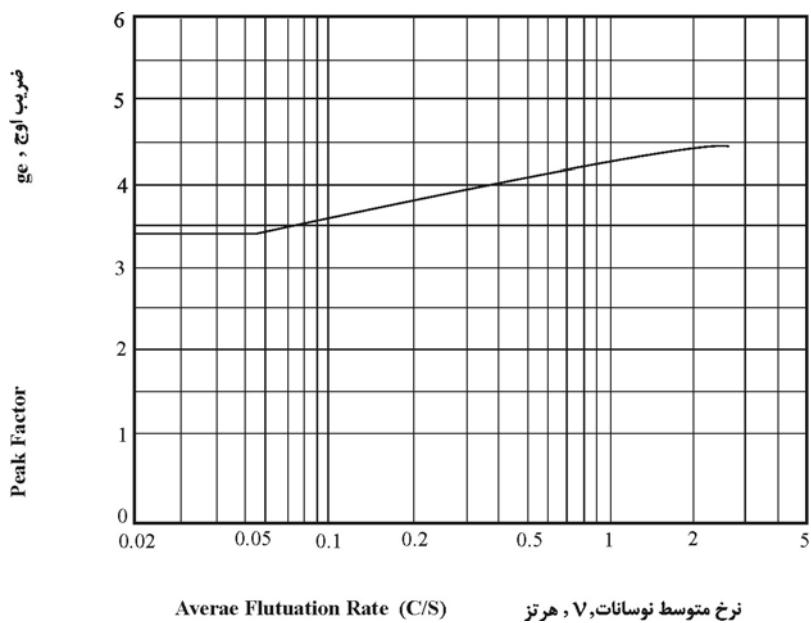
شکل پ ۶ - ۳ - ۱ تغییرات ضرایب تلاطم محیط با ابعاد سازه



شکل پ ۶ - ۳ - ۲ تغییرات ضرایب کاهش ابعاد با فرکانس کاهش یافته



شکل پ - ۳ - ۶ - تغییرات ضریب اوج با نرخ متوسط نوسانات.



شکل پ - ۳ - ۶ - تغییرات انرژی اوج باد با عکس طول موج.

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

## پیوست شماره ۶-۴

درجه بندی خطر نسبی زلزله شهرها و  
نقاط مهم ایران

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

آ

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
*				خوزستان	آبادان	۱
	*			ایلام	آبدانان	۲
	*	*		فارس	آباده	۳
		*		زنجان	آب بر	۴
	*			قزوین	آب گرم (آوج)	۵
		*		قزوین	آییک	۶
	*			آذربایجان شرقی	آذرشهر	۷
	*			اصفهان	آران	۸
	*			گیلان	آستارا	۹
	*			گیلان	آستانه	۱۰
	*			سمنان	آستانه	۱۱
*				مرکزی	آستانه	۱۲
	*			مرکزی	آشتیان	۱۳
*				خراسان شمالی	آشخانه	۱۴
*				خوزستان	آغاجاری	۱۵
*				گلستان	آق قلعه	۱۶
*				مازندران	الاشت	۱۷
*				مازندران	أمل	۱۸
*				قزوین	آوج	۱۹

الف

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
		*		زنجان	ابهر	۱
	*			یزد	ابر کوه	۲
		*		اصفهان	ابیانه	۳
	*			مرکزی	اراک	۴

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

		*	تهران	ارجمند	۵
	*		فارس	ارسنجان	۶
	*		اردبیل	اردبیل	۷
	*		اصفهان	اردستان	۸
	*		یزد	اردکان	۹
	*		چهارمحال و بختیاری	اردل	۱۰
	*		آذربایجان غربی	ارومیه	۱۱
*			خوزستان	اروند کنار	۱۲
		*	لرستان	ازنا	۱۳
	*		فارس	استهبان	۱۴
	*		همدان	اسدآباد	۱۵
	*		خراسان شمالی	اسفراین	۱۶
	*		کرمانشاه	اسلام آباد غرب	۱۷
	*		آذربایجان غربی	اشنویه	۱۸
	*		تهران	اشتهارد	۱۹
*			اصفهان	اصفهان	۲۰
	*		اردبیل	اصلاندوز	۲۱
	*		فارس	اقلید	۲۲
	*		لرستان	الشتر	۲۳
	*		لرستان	الیگودرز	۲۴
	*		سمنان	امیرآباد	۲۵
*			خوزستان	امیدیه	۲۶
	*		کرمان	انار	۲۷
*			اصفهان	انارک	۲۸
	*		خوزستان	اندیمشک	۲۹
	*		آذربایجان شرقی	آهر	۳۰
*			بوشهر	اهرم	۳۱
*			خوزستان	اهواز	۳۲
	*		خوزستان	ایذه	۳۳
	*		سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۳۴
*			ایلام	ایلام	۳۵
*			ایلام	ایوان	۳۶
	*	*	سمنان	ایوانکی	۳۷

ب

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			مازندران	بابل	۱
	*			مازندران	بابلسر	۲
	*			خراسان رضوی	باجگیران	۳
*				اصفهان	بادرود	۴
	*			خوزستان	باغملک	۵
	*			کرمان	بافت	۶
	*			یزد	بافق	۷
	*			کردستان	بانه	۸
	*			خراسان رضوی	پستان	۹
	*			خراسان شمالی	جنورد	۱۰
	*			خراسان رضوی	بردسکن	۱۱
	*			کرمان	بردسیر	۱۲
	*			بوشهر	برازجان	۱۳
		*		لرستان	بروجرد	۱۴
	*			چهارمحال و بختیاری	بروجن	۱۵
*				سیستان و بلوچستان	بزمان	۱۶
*				خوزستان	بستان	۱۷
		*		آذربایجان شرقی	بستان آباد	۱۸
	*			هرمزگان	بستک	۱۹
	*			سمنان	بسطام	۲۰
	*			خراسان رضوی	بشروره	۲۱
	*			مازندران	بلده	۲۲
	*			چهارمحال و بختیاری	بلداجی	۲۳
	*			کرمان	بم	۲۴
*				سیستان و بلوچستان	بمیور	۲۵
*				آذربایجان غربی	بوکان	۲۶
*				آذربایجان شرقی	بناب	۲۷
*				خوزستان	بندر امام خمینی	۲۸

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

	*	گیلان	بندر انزلی	۲۹
	*	گلستان	بندر ترکمن	۳۰
	*	هرمزگان	بندر خمیر	۳۱
	*	بوشهر	بندر دیر	۳۲
*		بوشهر	بندر دیلم	۳۳
	*	بوشهر	بندر طاهری	۳۴
	*	هرمزگان	بندرعباس	۳۵
	*	بوشهر	بندر عسلویه	۳۶
	*	گلستان	بندر گز	۳۷
	*	بوشهر	بندر گناوه	۳۸
	*	هرمزگان	بندر لنگه	۳۹
*		خوزستان	بندر ماهشهر	۴۰
	*	بوشهر	بندر مقام	۴۱
	*	قزوین	بوئین زهرا	۴۲
*		بوشهر	بوشهر	۴۳
	*	تهران	بومهن	۴۴
	*	یزد	بهاباد	۴۵
*		خوزستان	بهبهان	۴۶
	*	فارس	بهرستان	۴۷
	*	مازندران	بهشهر	۴۸
*		سمنان	بیارجمند	۴۹
*		کردستان	بیجار	۵۰
	*	خراسان جنوبی	بیرجند	۵۱
	*	کرمانشاه	بیستون	۵۲
	*	اردبیل	بیله سوار	۵۳

پ

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			اردبیل	پارس آباد	۱
	*			کرمانشاه	پاوه	۲
*				لرستان	پل دختر	۳
	*			آذربایجان غربی	پلدشت	۴
	*			مازندران	پل سفید	۵
		*		مازندران	پلور	۶
	*			آذربایجان غربی	پیرانشهر	۷
	*			تهران	پیشوای	۸

ت

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			قزوین	تاقستان	۱
	*			گیلان	تالش	۲
	*			خراسان جنوبی	تایباد	۳
		*		آذربایجان شرقی	تبریز	۴
	*			خراسان رضوی	تریت جام	۵
	*			خراسان رضوی	تریت حیدریه	۶
	*			سمنان	ترود	۷
		*		آذربایجان شرقی	تسوج	۸
*				یزد	تفت	۹
	*			مرکزی	تفرش	۱۰
*				آذربایجان غربی	تکاب	۱۱
	*			مازندران	تنکابن	۱۲
	*			همدان	توبیسرگان	۱۳
		*		تهران	تهران	۱۴
	*			اصفهان	تیران	۱۵

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**ج**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			خراسان شمالی	جاجرم	۱
	*			هرمزگان	جاسک	۲
	*			سمنان	جام	۳
	*			سیستان و بلوچستان	جالرق	۴
	*			خراسان رضوی	جفتای	۵
	*			آذربایجان شرقی	جلفا	۶
	*			بوشهر	جم	۷
	*			اصفهان	جندق	۸
	*			کرمانشاه	جوانرود	۹
	*			فارس	جهرم	۱۰
	*			کرمان	جیرفت	۱۱
			*	گیلان	جیرنده	۱۲

**چ**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			گیلان	چابکسر	۱
	*			اصفهان	جادگان	۲
	*			مازندران	چالوس	۳
	*			سیستان و بلوچستان	چابهار	۴
	*			هرمزگان	چارک	۵
	*			خراسان شمالی	چمن بید	۶
	*			اصفهان	چرمهین	۷
	*			خراسان رضوی	چهاران	۸

ح

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			هرمزگان	حاجی آباد	۱
	*			تهران	حسن آباد	۲
	*			مازندران	حسن کیف	۳
	*			خوزستان	حمیدیه	۴

خ

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			بوشهر	خارک	۱
	*			سیستان و بلوچستان	خاش	۲
	*			فارس	خاوران	۳
	*			فارس	خرامه	۴
	*			لرستان	خرم آباد	۵
	*			زنجان	خرم دره	۶
*				خوزستان	خرمشهر	۷
		*		خراسان جنوبی	خضری	۸
	*			اردبیل	خلخال	۹
*				مرکزی	خمین	۱۰
	*			فارس	خنج	۱۱
*				مرکزی	خنداب	۱۲
	*			خراسان جنوبی	خوف	۱۳
*				اصفهان	خوانسار	۱۴
*				اصفهان	خور	۱۵
*				یزد	خور	۱۶
*				بوشهر	خورموج	۱۷
*				خراسان جنوبی	خوسف	۱۸
	*			آذربایجان غربی	خوی	۱۹

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

۵

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			فارس	داراب	۱
	*			اصفهان	داران	۲
	*			بوشهر	دالکی	۳
	*			سمنان	دامغان	۴
	*			خراسان رضوی	درگز	۵
		*		لرستان	دروود	۶
	*			خراسان رضوی	دروننه	۷
*				ایلام	دره شهر	۸
	*			خوزستان	دزفول	۹
		*		خراسان	دشت بیاض	۱۰
*				ایلام	دشت عباس	۱۱
*				بوشهر	دلوار	۱۲
	*			مرکزی	دلیجان	۱۳
		*		تهران	دماوند	۱۴
	*			کهکیلویه و بویراحمد	دو گنبدان	۱۵
*				فارس	ده بید	۱۶
	*			اصفهان	دهاقان	۱۷
*				خوزستان	دهدرز	۱۸
*				یزد	دهشیر	۱۹
	*			سیستان و بلوچستان	دهک	۲۰
*				ایلام	دهران	۲۱
		*		تهران	دیزین	۲۲
	*			گیلان	دیلمان	۲۳
*				کردستان	دیواندره	۲۴
		*		یزد	دیهوک	۲۵

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			مازندران	رامسر	۱
*				خوزستان	رامشیر	۲
	*			گلستان	رامیان	۳
	*			کرمان	راور	۴
	*			خوزستان	رامهرمز	۵
	*			کرمان	راین	۶
		*		خراسان شمالی	رباط	۷
	*			بزد	رباط پشت بادام	۸
		*		تهران	رباط کریم	۹
	*			همدان	رزن	۱۰
	*			گیلان	رسوانشهر	۱۱
	*			گیلان	رشت	۱۲
	*			خراسان رضوی	رشتخوار	۱۳
	*			کرمان	رفسنجان	۱۴
	*			کرمانشاه	روانسر	۱۵
	*			هرمزگان	رودان	۱۶
		*		گیلان	رودبار	۱۷
	*			گیلان	رودسر	۱۸
		*		تهران	رودهن	۱۹
		*		تهران	ری	۲۰
	*			بوشهر	ریز	۲۱

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**ز**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زياد	خیلی زياد			
	*			سیستان و بلوچستان	زابل	۱
	*			سیستان و بلوچستان	زابلی	۲
	*			سیستان و بلوچستان	Zahedan	۳
	*			کرمان	زرند	۴
	*			فارس	زرقان	۵
	*			اصفهان	زفره	۶
	*			زنجان	زنگان	۷
	*			آذربایجان شرقی	زنوز	۸
*				اصفهان	زواره	۹
	*			سیستان و بلوچستان	زهک	۱۰

**س**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زياد	خیلی زياد			
	*			مازندران	ساری	۱
	*			یزد	ساقند	۲
	*			چهارمحال و بختیاری	سامان	۳
	*			کرمان	سبزوار	۴
	*			مرکزی	ساوه	۵
	*			خراسان رضوی	سبزوار	۶
	*			فارس	سپیدان(اردکان)	۷
	*			خراسان جنوبی	سده	۸
	*			آذربایجان شرقی	سراب	۹
	*			سیستان و بلوچستان	سرavan	۱۰
	*		*	خراسان جنوبی	سرایان	۱۱
	*			سیستان و بلوچستان	سریاز	۱۲
		*		تهران	سریندان	۱۳
*				خوزستان	سریندر	۱۴

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

	*		خراسان جنوبی	سرپیشه	۱۵
	*		کرمانشاه	سراب نیلوفر	۱۶
	*		کرمانشاه	سرپل ذهاب	۱۷
	*		کرمان	سرچشمه	۱۸
	*		چهارمحال و بختیاری	سرخون	۱۹
	*		سمنان	سرخه	۲۰
	*		آذربایجان غربی	سردشت	۲۱
	*		خراسان رضوی	سرخس	۲۲
	*		اردبیل	سرعین	۲۳
*			آذربایجان غربی	سرو	۲۴
*			فارس	سعادت شهر	۲۵
	*		کردستان	سفرز	۲۶
	*		زنجان	سلطان آباد	۲۷
	*		زنجان	سلطانیه	۲۸
	*		قم	سلفچگان	۲۹
		*	آذربایجان غربی	سلماس	۳۰
*			سمنان	سمنان	۳۱
	*		اصفهان	سمیرم	۳۲
	*		کرمانشاه	سنقر	۳۳
	*		خراسان رضوی	سنگان	۳۴
	*		کردستان	سنندج	۳۵
*			خوزستان	سوستگرد	۳۶
	*		سیستان و بلوچستان	سیب سوران	۳۷
	*		فارس	سوریان	۳۸
		*	تهران	سولقان	۳۹
*			کرمانشاه	سومار	۴۰
	*		گیلان	سیاهکل	۴۱
*			کرمان	سیرجان	۴۲
		*	کرمان	سیرچ	۴۳
	*		کهکیلویه و بویراحمد	سی سخت	۴۴
	*		آذربایجان غربی	سیه چشمه	۴۵

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

**ش**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
*				خوزستان	شادگان	۱
	*			مرکزی	شازند	۲
	*			خراسان رضوی	شاندیز	۳
		*		خراسان جنوی	شاهرخت	۴
	*			سمنان	شاهروド	۵
*				آذربایجان غربی	شاهین دژ	۶
*				اصفهان	شاهین شهر	۷
*				بوشهر	شبانکاره	۸
	*			آذربایجان شرقی	شیستر	۹
		*		آذربایجان شرقی	شرفخانه	۱۰
	*			چهارمحال و بختیاری	شلمزار	۱۱
*				خوزستان	شوش	۱۲
	*			خوزستان	شوستر	۱۳
		*		کرمان	شهداد	۱۴
*				کرمان	شهر پاپک	۱۵
*				تهران	شهر جدید پرند	۱۶
*				اصفهان	شهر رضا	۱۷
*				چهارمحال و بختیاری	شهرکرد	۱۸
	*			تهران	شهریار	۱۹
	*			سمنان	شهریزاد	۲۰
	*			فارس	شیراز	۲۱
		*		خراسان شمالی	شیروان	۲۲

**ص**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
		*		زنجان	صائین	۱
		*		خراسان رضوی	صالح آباد	۲
			*	کرمانشاه	صحنه	۳
			*	آذربایجان شرقی	Sofqian	۴

**ط**

خطر نسبی زلزله					استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد				
	*				بوشهر	طاهری	۱
		*			تهران	طالقان	۲
			*		بزد	طبع	۳
		*			سمنان	ظرره	۴
	*				سمنان	طروند	۵

**ع**

خطر نسبی زلزله					استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد				
	*				سمنان	عباس آباد	۱
*					آذربایجان شرقی	عجب شیر	۲
	*				بوشهر	علسولیه	۳
	*				بزد	عقداء	۴
	*				مازندران	علمده	۵
*					اصفهان	علویجه	۶
	*				گلستان	علی آباد (گرگان)	۷

**ف**

خطر نسبی زلزله					استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد				
		*			چهارمحال و بختیاری	فارسان	۱
		*			خراسان شمالی	فاروج	۲
*					همدان	فامنین	۳
	*				فارس	فراشبند	۴
		*			خراسان رضوی	فردوس	۵
	*				مرکزی	فرمہین	۶

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

*		سمنان	فرومد	۷
*		اصفهان	فریدون شهر	۸
*		مازندران	فریدون کنار	۹
*		خراسان رضوی	فریمان	۱۰
*		سیستان و بلوچستان	فوج	۱۱
*		فارس	فسا	۱۲
	*	تهران	вшم	۱۳
*		گیلان	فومن	۱۴
*		فارس	فیروزآباد	۱۵
	*	اردبیل	فیروزآباد	۱۶
	*	تهران	فیروزکوه	۱۷
*		اصفهان	فین	۱۸

**ق**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			مازندران	قائم شهر	۱
		*		خراسان جنوی	قائمن	۲
*				فارس	قادرآباد	۳
	*			کردستان	قروه	۴
*				آذربایجان شرقی	قره آغاج	۵
*				آذربایجان غربی	قره ضیاء الدین	۶
	*			قزوین	قزوین	۷
	*			آذربایجان غربی	قطور	۸
*				هرمزگان	قشم	۹
*				کرمانشاه	قصر شیرین	۱۰
*				سیستان و بلوچستان	قصر قند	۱۱
*				قم	قم	۱۲
*				اصفهان	قمص	۱۳
	*		*	خراسان رضوی	قوچان	۱۴
	*			زنجان	قیدار	۱۵
	*			فارس	قیر	۱۶

ک

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
		*		خراسان رضوی	کاچک	۱
		*		فارس	کازرون	۲
		*		اصفهان	کاشان	۳
		*		خراسان رضوی	کاشمر	۴
		*		کردستان	کامیاران	۵
*				همدان	کبوتر آهنگ	۶
		*		تهران	کرج	۷
		*		کرمان	کرمان	۸
		*		کرمانشاه	کرمانشاه	۹
		*		کرمانشاه	کرند	۱۰
		*		آذربایجان شرقی	کلیبر	۱۱
		*		آذربایجان غربی	کلیسا کندی	۱۲
		*		اردبیل	کلور	۱۳
		*		گیلان	کلاچای	۱۴
		*		خراسان رضوی	کلات نادری	۱۵
		*		گلستان	کلاله	۱۶
*				مرکزی	کمیجان	۱۷
		*		سیستان و بلوچستان	کنارک	۱۸
		*		بوشهر	کنگان	۱۹
		*		کرمانشاه	کنگاور	۲۰
		*		فارس	کوار	۲۱
		*		قم	کوشک نصرت	۲۲
		*		خراسان جنوبی	کولی	۲۳
		*		همدان	کوهانی	۲۴
		*		کرمان	کوهینان	۲۵
		*		اصفهان	کوهپایه	۲۶
		*		لرستان	کوهدهشت	۲۷
		*		چهارمحال و بختیاری	کوهرنگ (چلگرد)	۲۸

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

		*		سیستان و بلوچستان	کوهک	۲۹
		*		قم	کهک	۳۰
		*		کرمان	کهنوج	۳۱
		*		کرمان	کیانشهر	۳۲
		*		مازندران	کیاسر	۳۳
		*		هرمزگان	کیش	۳۴
			*	تهران	کیان	۳۵

**گ**

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
		*		قم	گازران	۱
		*		هرمزگان	گاویندی	۲
			*	تهران	گچسر	۳
		*		کهکیلویه و بویراحمد	گچساران	۴
		*		فارس	گراش	۵
		*		خراسان شمالی	گرمان	۶
		*		گلستان	گرگان	۷
		*		سمنان	گرمسار	۸
		*		ارдیبل	گرمی	۹
			*	کرمان	گلیاف	۱۰
*			*	اصفهان	گلپایگان	۱۱
	*			خراسان رضوی	گناباد	۱۲
*				بوشهر	گناوه	۱۳
	*			گلستان	گنبد کاووس	۱۴
	*			چهارمحال و بختیاری	گندمان	۱۵
	*			سیستان و بلوچستان	گواتر	۱۶
		*		خراسان شمالی	گیفان	۱۷
	*			کرمانشاه	گیلان غرب	۱۸
		*		زنجان	گیلوان	۱۹
	*			اردیبل	گیوی	۲۰

ل

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			فارس	لار	۱
	*			خوزستان	لالی	۲
	*			فارس	لامرد	۳
		*		تهران	لوسان	۴
	*			هرمزگان	لاوان	۵
	*			اردبیل	لاهروند	۶
	*			گیلان	لاهیجان	۷
	*			چهارمحال و بختیاری	لدگان	۸

م

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			لرستان	مامون	۱
		*		گیلان	ماسوله	۲
	*			آذربایجان غربی	ماکو	۳
*				خوزستان	ماهشهر	۴
	*			کرمان	ماهان	۵
	*			زنجان	ماه نشان	۶
	*			اصفهان	مبارکه	۷
	*			سمنان	مجن	۸
*				مرکزی	محلات	۹
	*			مازندران	محمود آباد	۱۰
	*			خراسان رضوی	مرزداران	۱۱
*				آذربایجان شرقی	مراغه	۱۲
	*			گلستان	مراوه تپه	۱۳
		*		تهران	مرآباد	۱۴
	*			مازندران	مرزن آباد	۱۵

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

		*		آذربایجان شرقی	مرند	۱۶
		*		فارس	مرودشت	۱۷
		*		بزد	مروست	۱۸
		*		کردستان	مریوان	۱۹
		*		خوزستان	مسجد سلیمان	۲۰
		*		تهران	مشاء	۲۱
		*		اردبیل	مشکین شهر	۲۲
		*		خراسان رضوی	مشهد	۲۳
		*		سمنان	ملuman	۲۴
		*		قزوین	ملعم کلایه	۲۵
*				خوزستان	ملاثانی	۲۶
		*		همدان	ملایر	۲۷
		*		گیلان	منجیل	۲۸
*				ایلام	موسیان	۲۹
*				آذربایجان غربی	مهاباد	۳۰
		*		سمنان	مهردی شهر	۳۱
		*		فارس	مهر	۳۲
*				ایلام	مهران	۳۳
*				بزد	مهریز	۳۴
*				آذربایجان غربی	میاندوآب	۳۵
		*		آذربایجان شرقی	میانه	۳۶
*				بزد	میبد	۳۷
		*		سیستان و بلوچستان	میر جاوہ	۳۸
		*		گلستان	مینودشت	۳۹
*				اصفهان	میمه	۴۰
		*		سمنان	میامی	۴۱
		*		هرمزگان	میناب	۴۲

ن

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			اصفهان	نائین	۱
	*			چهارمحال و بختیاری	ناغان	۲
		*		یزد	ناییند	۳
*				اصفهان	نجف آباد	۴
	*			سیستان و بلوچستان	نصرت آباد	۵
	*			اصفهان	نظرز	۶
	*			اردبیل	نمین	۷
	*			آذربایجان غربی	نقده	۸
	*			مازندران	نکاء	۹
	*			مرکزی	نوبران	۱۰
	*			کرمانشاه	نوسود	۱۱
	*			مازندران	نوشهر	۱۲
	*			مازندران	نور	۱۳
	*			فارس	نورآباد(ممسمی)	۱۴
		*		همدان	نهاوند	۱۵
	*			خراسان جنوبی	نهیندان	۱۶
	*			اردبیل	نیر	۱۷
	*			فارس	نیریز	۱۸
	*			خراسان رضوی	نیشابور	۱۹
	*			سیستان و بلوچستان	نیک شهر	۲۰

و

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
		*		تهران	ورامین	۱
*				اصفهان	ورزنه	۲
	*	*		آذربایجان شرقی	ورزان	۳

**مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان**

---

۵

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			یزد	هرات	۱
	*			آذربایجان شرقی	هریس	۲
	*			کرمانشاه	هرسین	۳
	*			گیلان	هشتپر	۴
		*		اردبیل	هشتچین	۵
	*			آذربایجان شرقی	هشتروド	۶
		*		تهران	هشتگرد	۷
	*			خوزستان	هفتگل	۸
	*			همدان	همدان	۹
*				خوزستان	هندیجان	۱۰
*				خوزستان	هویزه	۱۱

۶

خطر نسبی زلزله				استان	شهرستان	ردیف
کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد			
	*			کهکیلویه و بویراحمد	پاسوج	۱
*				یزد	یزد	۲

## پیوست شماره ۶-۵

زمان تناوب اصلی نوسان پاندولهای  
وارونه، برجها، دودکشها و سایر  
ساختمانهای مشابه

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

پ-۵-۱ زمان تناوب اصلی نوسان جرم متمرکز واقع در انتهای طره لاغر (در صورتی که از جرم طره صرفنظر شود) از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{P}{gk}} \quad (\text{پ-۵-۶})$$

که در آن:

$$P = \text{وزن جسم نوسان کننده}$$

$$k = \frac{1}{f}$$

$f$  = تغییر مکان انتهای طره ناشی از اعمال بار واحد در انتهای طره

$g$  = شتاب نقل

پ-۵-۲ زمان تناوب اصلی نوسان جرم متمرکز در انتهای طره لاغر با مقطع یکنواخت (در صورتی که از جرم طره صرف نظر نشود) از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{P' \times L^2}{gEI}} \quad (\text{پ-۵-۶-۲})$$

که در آن:

$$P' = P + \frac{33}{140} qL \quad (\text{پ-۵-۶-۳})$$

$P$  = وزن جرم متمرکز

$q$  = وزن واحد طول طره

$L$  = طول طره

$g$  = شتاب نقل

$E$  = مدول ارتجاعی

$I$  = ممان اینرسی مقطع

پ-۵-۳ زمان تناوب اصلی نوسان منشور که جرم و مقطع آن در ارتفاع یکنواخت باشد از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 1/79 L^2 \sqrt{\frac{q}{gEI}} \quad (\text{پ-۵-۶-۴})$$

که در آن:

$L$  = طول منشور

$q$  = وزن واحد طول منشور

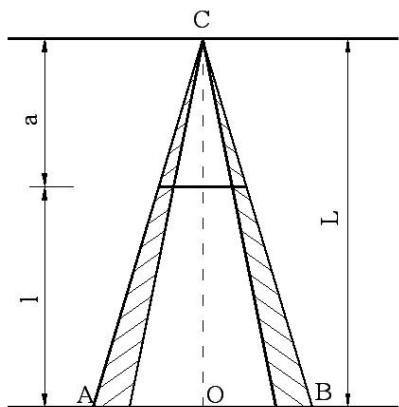
$I$  = ممان اینرسی مقطع

$E$  = مدول ارتجاعی

$g$  = شتاب ثقل

پ-۵-۴- زمان تناوب اصلی نوسان مخروط ناقص از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = k l^r \sqrt{\frac{q}{gEI}} \quad (\text{پ-۵-۶})$$



که در آن:

$L$  = فاصله رأس تا تراز کف مخروط

$a$  = فاصله رأس تا تراز بالای مخروط

$I$  = ارتفاع مخروط ناقص

$q$  = وزن واحد طول در تراز کف مخروط (مقطع AB)

$I$  = ممان اینرسی در تراز کف مخروط

پ-۵-۵- ضریبی که مقدار آن به شرح زیر تعیین می گردد:

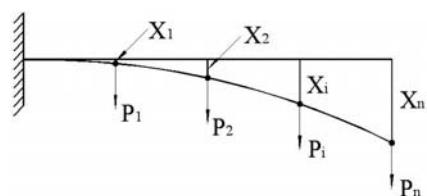
$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{a}{L}$
$\frac{1}{79}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{29}$	K

پ-۵-۶- زمان تناوب اصلی نوسان جرم های متتمرکز در طول طره

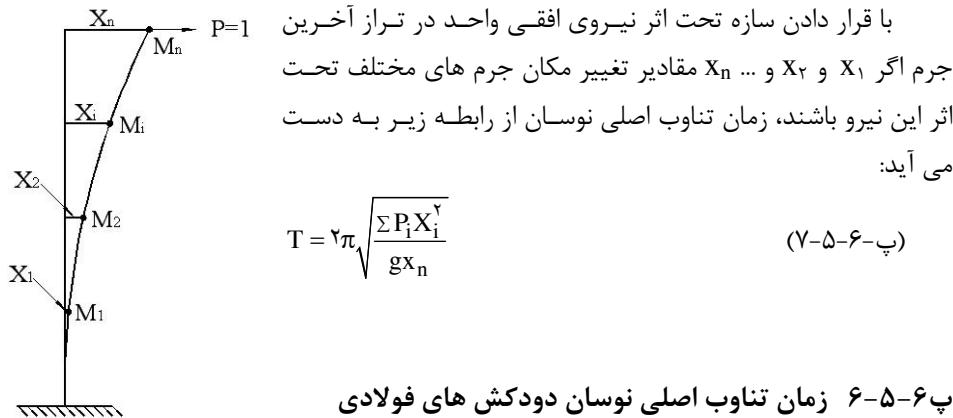
الف) با فرض اینکه سازه به اندازه  $90^\circ$  درجه در میدان ثقلی دوران کرده باشد:

اگر  $X_1$  و  $X_2$  و ...  $X_n$  مقادیر تغییر مکان ناشی از جرم های مختلف باشد و تغییر شکلها در حد ارتجاعی باقی بمانند، زمان تناوب اصلی نوسان از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 4\pi \sqrt{\frac{\sum P_i X_i^2}{g \sum P_i X_i}} \quad (\text{پ-۵-۶})$$



ب) در صورتی که دقت زیاد لازم نباشد می توان زمان تناوب اصلی نوسان را به ترتیب زیر به دست آورد:



#### پ-۶-۵-۶ زمان تناوب اصلی نوسان دودکش های فولادی

الف) دودکش های فولادی با مقطع یکنواخت زمان تناوب اصلی نوسان این دودکش ها از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 0.18L \sqrt{\frac{q}{EI}} \quad (\text{پ-۶-۶})$$

که در آن:

$L$ =ارتفاع دودکش به متر

$q$ =وزن واحد طول دودکش به کیلوگرم بر متر

$g$ =شتاب ثقل زمین بر متر بر مجدد ثانیه

$E$ =مدول ارتجاعی به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

$I$ =ممان اینرسی مقطع دودکش حول محوری که از مرکز دودکش می گذرد برحسب متر به توان چهار

ب) دودکش های فولادی قیفی شکل

زمان تناوب اصلی نوسان این دودکش ها از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0.08D}{g}} \quad (\text{پ-۶-۷})$$

که در آن:

$D$ =تغییر مکان جانبی انتهای فوقانی دودکش (به متر) تحت اثر بار جانبی مساوی با وزن کل دودکش

$g$ =شتاب ثقل زمین به متر بر مجدد ثانیه