



شرح و درس آزمون‌های نظام مهندسی مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم)



- ارائه نکات مهم آزمون‌های نظام مهندسی (عمران محاسبات، عمران نظارت)
- تفسیر جامع مبحث ششم مقررات ملی ساختمان
- تشریح کامل مفاهیم پایداری بارگذاری سازه‌ها
- پاسخ کاملاً تشریحی تست‌های آزمون‌ها

مؤلف:

امین الله کرمی
«مدرس و کارشناس ارشد زلزله»



سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست نویسی

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

کرمی، امین الله، ۱۳۶۲ -

شرح و درس آزمون های نظام مهندسی مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) / مؤلف امین الله کرمی.

تهران : نوآور

ص. ۴۴۸

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۴۰-۱

فپیا

ساختمان سازی --- صنعت و تجارت --- راهنمای آموزشی (عالی)

Construction industry -- Study and teaching (Higher)

ساختمان سازی --- صنعت و تجارت --- آزمون ها و تمرین ها (عالی)

Construction industry -- Examinations, questions, etc. (Higher)

دینامیک سازه ها --- راهنمای آموزشی (عالی)

Structural dynamics -- Study and teaching (Higher)

دینامیک سازه ها --- آزمون ها و تمرین ها (عالی)

Structural dynamics-- Examinations, questions, etc. (Higher)

بار و بارگذاری (مکانیک) --- راهنمای آموزشی (عالی)

Loads (Mechanics) -- Study and teaching (Higher)

بار و بارگذاری (مکانیک) --- آزمون ها و تمرین ها (عالی)

Loads (Mechanics) -- Examinations, questions, etc. (Higher)

بار و بارگذاری (مکانیک) --- استاندارد ها

Loads (Mechanics) -- Standards

TH۱۶۶

۰۷۶/۶۹۰

۵۷۶۴۶۶۵

شرح و درس آزمون های نظام مهندسی
مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان
و استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم)

مؤلف: امین الله کرمی

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

نوبت چاپ: - اول- ۱۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۴۰-۱

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری ترسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،
طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲-۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به
نشر نوآور می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب
(از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی،
هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل
صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده
و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

مرکز پخش:



نشر نوآور

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

<https://telegram.me/noavarpub>

<https://www.instagram.com/noavarpub>

۲۸	ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی
۲۸	ظرفیت
۲۸	ظرفیت باقیمانده
۲۸	پایداری
۲۹	تست‌های مربوط به قسمت اول: مفاهیم اساسی

قسمت دوم: بارهای ثقلی

بخش اول: بارهای مرده و زنده

۳۲	فصل اول: بار مرده (D.L) Dead Loads
۳۲	بار متمرکز
۳۲	بار گسترده خطی
۳۲	بار گسترده سطحی

۳۷	فصل دوم: تخمین بارهای مرده
----	----------------------------

۳۸	فصل سوم: تخمین بار مرده ... ساختمان
----	-------------------------------------

۳۸	تخمین بار مرده کفها
۳۸	۱) سقف تیرچه و بلوک
۳۹	۲) سقف طاق ضربی
۳۹	۳) سقف دال بتنی
۴۱	تخمین بار مرده راه‌پله‌ها
۴۶	وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت

۴۷	فصل چهارم: بارهای زنده (L.L) Live Loads
----	---

۴۷	انواع بارهای زنده
۴۸	بار زنده گسترده یکنواخت کفها و بام‌ها
۴۸	بار زنده متمرکز کفها و بام‌ها
۵۱	بار زنده مشخص نشده کفها
۵۳	ضوابط مربوط به تیغه‌ها و جداکننده‌ها
۵۶	بررسی سهم باربری اجزاء مختلف سازه ناشی ...
۶۳	نامناسب‌ترین وضع بارگذاری
۶۴	مروری بر خط تأثیر
۶۶	تعیین سهم باربری اعضای مختلف سازه ناشی ...
۶۶	انواع کفها از نظر چگونگی انتقال بار قائم
۶۷	۱) کفهای یک طرفه
۷۰	۲) کفهای دو طرفه
۷۴	کاهش بار زنده طبقات
۷۷	محدودیت‌های مربوط به دال یک‌طرفه
۸۷	• بار وارده بر سیستم‌های نرده حفاظ و جان پناه
۸۸	• بار وارده بر دست‌انداز بام و بالکن
۸۸	• بار وارده بر سیستم حفاظ پارکینگ
۸۹	• بار وارد بر نردبان ثابت
۹۰	• بارهای ضربه‌ای
۹۱	• ضرایب ضربه در حالت‌های مختلف
۹۲	• بارهای جرقه‌نیل
۹۴	تست‌های مربوط به بخش اول: بارهای مرده و زنده

مقدمه کتاب: مروری بر بارگذاری سازه‌ها و ...

۱۲	مروری بر بارگذاری سازه‌ها و انواع بارها
----	---

۱۲	فصل اول: مروری بر بارگذاری سازه‌ها
۱۲	فصل دوم: انواع بارها
۱۲	• بارهای مرده (D.L) Dead Loads
۱۴	• بارهای زنده (L.L) Live Loads
۱۴	• بار برف (S.L) Snow Load
۱۴	• بار باران (Rain Load)
۱۴	• بار زلزله
۱۵	• بار باد (Wind Load)
۱۵	• بار ناشی از فشار جانبی خاک و یا ...
۱۶	• بار سیل
۱۶	• بار انفجار
۱۶	• بار یخ

قسمت اول: مفاهیم اساسی

بخش اول: تعاریف

۱۸	تعاریف
----	--------

بخش دوم: الزامات مینا

۲۰	الزامات مینا
----	--------------

۲۰	سختی و مقاومت
۲۰	۱) روش طراحی ضرایب بار و مقاومت (LRFD)
۲۰	۲) طراحی به روش تنش مجاز
۲۱	۳) طراحی با روش‌های عملکردی
۲۱	قابلیت بهره‌برداری
۲۱	اثرات بارهای خود کرنشی
۲۲	• تحلیل
۲۲	• تلاش‌ها یا نیروهای مقابله‌کننده در سازه
۲۲	انجماد کلی سازه

بخش سوم: مقادیر بارها

۲۳	مقادیر بارها
----	--------------

۲۳	بارهای خود کرنشی
۲۳	بارهای ناشی از حوادث غیرعادی

بخش چهارم: ترکیب بارها

۲۴	فصل اول: کلیات
----	----------------

۲۵	فصل دوم: ترکیب بارها در انواع روش‌های طراحی
----	---

۲۵	ترکیب بارها در طراحی در برابر بارهای ...
۲۵	ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی ...
۲۵	ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت ...
۲۶	ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز
۲۷	ترکیب بارهای حالت‌های حدی بهره‌برداری

۱۶۲	بارهای ناشی از بار باران
۱۶۴	ناپایداری برکهای و انباشتگی آب

قسمت سوم: بارهای جانبی

بخش اول: بار زلزله

۱۶۶	فصل دوم: مفاهیم پایه و پارامترهای اساسی ...
۱۶۶	مفاهیم پایه
۱۶۶	• کلیات
۱۶۶	• بار زلزله
۱۶۶	• کانون، مرکز و عمق زلزله
۱۶۶	• شدت و بزرگی زلزله
۱۶۷	• زلزله‌های مبنای طراحی
۱۶۷	• گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب اهمیت
۱۶۷	• گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب سیستم‌سازی
۱۷۰	• وزن مؤثر لرزه‌ای
۱۷۱	• تراز پایه در بارگذاری زلزله
۱۷۲	• مرکز جرم
۱۷۵	• سیستم‌های باربر نیروهای جانبی
۱۷۹	• مرکز سختی
۱۸۱	پارامترهای اساسی در محاسبه نیروی زلزله
۱۸۱	• کلیات
۱۸۱	• نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱۸۲	• ضریب بازتاب ساختمان (B)
۱۸۲	• نحوه محاسبه ضریب اصلاح طیف (N)
۱۸۳	• نحوه محاسبه ضریب شکل طیف (B ₁)
۱۸۵	• محاسبه ضریب اصلاح طیف (N)
۱۸۸	• طبقه‌بندی نوع زمین
۱۹۱	• ضریب اهمیت ساختمان (I)
۱۹۳	• ضریب رفتار ساختمان (R _h)
۱۹۷	• ضریب اضافه مقاومت (Ω ₁)
۱۹۸	• ضریب بزرگنمایی تغییر مکان (C _u)
۱۹۸	• ضریب نامعینی سازه (ρ)
۲۰۲	• ترکیب سیستم‌های سازه‌ای در پلان و ارتفاع
۲۰۷	• گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب نظم کالبدی
۲۰۷	• کلیات
۲۰۷	• نامنظمی در پلان
۲۱۲	• نامنظمی در ارتفاع
۲۱۵	• محدودیت‌های احداث ساختمان‌های نامنظم
۲۱۸	• تست‌های مربوط به فصل اول: مفاهیم پایه ...

فصل دوم: ضوابط طراحی لرزه‌های ...

۲۲۲	تحلیل استاتیکی معادل
۲۲۲	• کلیات
۲۲۲	• موارد کاربرد روش تحلیل استاتیکی معادل
۲۲۲	• انواع سیستم‌های سازه‌ای و باربر جانبی
۲۲۳	• سیستم‌های سازه‌ای

فهرست مطالب

بخش دوم: بار برف

۱۱۲	فصل اول: کلیات و ضوابط ... بار برف بر ساختمان‌ها و سازه‌ها
۱۱۲	• کلیات
۱۱۲	• بار برف بام (P _r)

فصل دوم: پارامترهای اساسی در محاسبه بار برف ...

۱۱۳	بار برف زمین (P _g)
۱۱۵	• ضریب اهمیت بار برف (I _s)
۱۱۶	• بار برف حداقل برای بام‌های با شیب کم
۱۱۷	• ضریب برف‌گیری (C _e)
۱۱۷	• ناهمواری‌های محیطی
۱۱۸	• میزان برف‌گیری بام:
۱۲۲	• ضریب شرایط دمایی (C _t)
۱۲۲	• ضریب شیب (C _s)
۱۲۲	A - لغزنده بودن سطح بام
۱۲۲	B - دمای داخلی ساختمان
۱۲۲	C - مانع‌دار بودن بام
۱۲۳	محاسبه ضریب شیب (C _s)
۱۲۳	۱ - ضریب شیب برای بام‌های مسطح
۱۲۳	۲ - ضریب شیب برای بام‌های شیب‌دار
۱۲۹	محاسبه ضریب اثر شیب ... بام‌های قوسی شکل
۱۳۱	محاسبه ... بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندان‌های
۱۳۱	محاسبه بار برف بام و ضریب شیب برای طره‌ها
۱۳۳	بار متوازن و نامتوازن برف
۱۳۳	بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های با شیب ...
۱۳۳	A - بار برف متوازن
۱۳۳	B - بار برف نامتوازن
۱۳۶	بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های قوسی
۱۴۰	بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های دندان‌دار، ...
۱۴۱	بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های گنبدی شکل
۱۴۲	بارگذاری جزئی
۱۴۲	انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر
۱۴۳	محاسبه انباشتگی برف در بام پایین‌تر ...
۱۴۳	۱ - انباشتگی برف در حالت پشت به باد
۱۴۳	۲ - انباشتگی برف در حالت رو به باد
۱۴۳	بررسی شرایط در نظر گرفتن انباشتگی برف ...
۱۴۶	محاسبه انباشتگی برف بر روی بام ...
۱۴۷	انباشتگی برف در اطراف قسمت‌های بالا آمده ...
۱۴۸	برف لغزنده
۱۵۰	سربار باران بر برف
۱۵۰	ناپایداری برکهای و انباشتگی آب
۱۵۰	بام‌های موجود
۱۵۲	تست‌های مربوط به بخش دوم: بار برف

بخش سوم: بار باران

بار باران (Rain Load)

۱۶۱	• کلیات
۱۶۱	• زهکش بام

فصل چهارم: ضوابط طراحی لرزه‌ای اجزای ... ۳۱۵

طراحی لرزه‌ای اجزای غیرسازه‌ای	۳۱۵
• کلیات	۳۱۵
• محدودیت‌های کاربرد ضوابط طراحی لرزه‌ای ...	۳۱۵
• محاسبه نیروی جانبی مؤثر بر اجزای ...	۳۱۵
• روش تحلیل استاتیکی معادل	۳۱۶
• محاسبه ضریب اهمیت جزء (I_p)	۳۱۶
• محاسبه R_{pu} (ضریب رفتار جزء) و q_p	۳۱۶
• مروری بر نحوه محاسبه Z (ارتفاع جزء)	۳۱۹
• روش تحلیل طیفی	۳۲۱
• طریقه محاسبه q	۳۲۱
• طریقه‌ی محاسبه β	۳۲۲
• مؤلفه قائم نیروی زلزله در اجزای غیرسازه‌ای	۳۲۲
• کنترل تغییر مکان جانبی اجزای غیرسازه‌ای	۳۲۲
• ضوابط خاص اجزای معماری	۳۲۳
• کنترل نیروها و تغییر مکان‌ها در اجزای معماری	۳۲۳
• ضوابط دیوارهای خارجی در اجزای معماری	۳۲۳
• ضوابط دیوارهای داخلی - تیغه‌ها، ...	۳۲۴
• ضوابط سقف کاذب در اجزای معماری	۳۲۴
• مهار اجزای غیرسازه‌ای	۳۲۴
• طراحی لرزه‌ای سازه‌های غیرساختمانی	۳۲۵
• کلیات	۳۲۵
• ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های ...	۳۲۵
• وزن مؤثر لرزه‌ای سازه‌های غیر ساختمانی	۳۲۶
• محاسبه ضرایب A ، B ، I	۳۲۶
• محاسبه پارامترهای نیروی جانبی در سازه‌های ...	۳۲۷
• ضوابط تغییر مکان جانبی سازه‌های ...	۳۲۷
• اثر $P-\Delta$ در سازه‌های غیرساختمانی مشابه ...	۳۲۷
• کنترل برش پایه حداقل ($V_{u,min}$)	۳۲۸
• ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های ...	۳۲۹
• محاسبه پارامترهای نیروی جانبی در ...	۳۲۹
• کنترل برش پایه (V_u) در سازه‌های ...	۳۳۰
• ضوابط تحلیل و طراحی سازه‌های ...	۳۳۲
• نحوه محاسبه زمان تناوب سازه‌های ...	۳۳۴
• تست‌های مربوط به فصل چهارم: ضوابط طراحی ...	۳۳۶

بخش دوم: بار باد

فصل اول: کلیات و ضوابط تحلیل و طراحی فشار باد ... ۳۴۴

مفاهیم پایه	۳۴۴
علت پیدایش باد	۳۴۴
عوامل مؤثر بر بار باد	۳۴۴
• A - سرعت باد	۳۴۵
• B - پستی و بلندی‌های زمین و ساختمان‌های ...	۳۴۵
• C - ارتفاع ساختمان	۳۴۵
• D - شکل ساختمان	۳۴۵

• زمان تناوب اصلی نوسان سازه	۲۲۳
• زمان تناوب تجربی سازه‌های ساختمانی متعارف	۲۲۶
• زمان تناوب ساختمان‌های غیرمتعارف	۲۲۸
• محاسبه برش پایه (V_u)	۲۳۰
• توزیع برش پایه در ارتفاع سازه	۲۳۳
• توزیع نیروی جانبی در پلان سازه	۲۳۴
• کنترل برای شهر مشهد	۲۴۰
• کنترل برای شهر تهران	۲۴۰
• بررسی زمان تناوب و ضریب بازتاب‌ها	۲۴۱
• محاسبه‌ی زمان تناوب	۲۴۴
• محاسبه‌ی پیش‌پیش ایجاد شده در طبقه ...	۲۴۶
• توزیع برش و پیش‌پیش طبقه بین عناصر ...	۲۴۹
• توزیع نیرو در دیافراگم‌های صلب	۲۵۰
• توزیع نیرو در دیافراگم‌های انعطاف‌پذیری	۲۵۱
• نیروی جانبی زلزله مؤثر بر دیافراگم‌ها	۲۵۲
• نیروی قائم ناشی از زلزله	۲۵۵
• محاسبه‌ی ساختمان در برابر نیروی زلزله ...	۲۵۹
• تحلیل دینامیکی	۲۶۳
• کلیات	۲۶۳
• کلیات روش تحلیل دینامیکی طیفی	۲۶۴
• کلیات روش تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی	۲۶۴
• تاریخچه زمانی شتاب، شتاب نگاشت	۲۶۵
• حرکت زمین بر اثر زلزله	۲۶۵
• شتاب زمین	۲۶۶
• طیف طرح استاندارد	۲۶۶
• طیف طرح ویژه ساختگاه	۲۶۷
• تعداد مودهای نوسان	۲۶۸
• ترکیب آثار مودها	۲۶۹
• اصلاح مقادیر بازتاب‌ها در روش تحلیل طیفی	۲۷۱
• تست‌های مربوط به فصل دوم: ضوابط طراحی ...	۲۷۳

فصل سوم: کنترل لرزه‌ای سازه‌های ... ۲۹۴

• کنترل تغییر مکان جانبی در سازه‌ها	۲۹۴
• کلیات	۲۹۴
• کنترل واژگونی، درز انقطاع، زلزله سطح ...	۳۰۰
• کلیات	۳۰۰
• کنترل واژگونی سازه	۳۰۰
• کنترل سازه برای زلزله سطح بهره‌برداری	۳۰۵
• کنترل محدودیت‌های تغییر مکان جانبی ...	۳۰۶
• افزایش بار جانبی در اعضای خاص	۳۰۷
• روش‌های ساده شده تحلیل و طراحی	۳۰۷
• کلیات	۳۰۷
• شرایط استفاده از روش ساده شده تحلیل و ...	۳۰۷
• محاسبه‌ی برش پایه در روش ساده شده‌ی ...	۳۰۸
• توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان ...	۳۰۸
• توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان ...	۳۰۹
• تست‌های مربوط به فصل سوم: کنترل لرزه‌ای سازه‌های	۳۱۱

بخش سوم: بار ناشی از فشار جانبی خاک و آبهای زیرزمینی

۳۹۲ بار ناشی از فشار جانبی خاک و آبهای زیرزمینی

۳۹۲	کلیات
۳۹۲	فشار جانبی
۳۹۳	زیر فشار وارد بر گف شالوده‌ها
۳۹۳	ضرایب اطمینان در مقابل لغزش - واژگونی و برکنش

قسمت چهارم: بارهای متفرقه

بخش اول: بار سیل

۳۹۵ بار سیل

۳۹۵	کلیات
۳۹۵	تعاریف
۳۹۵	(۱) سیل طرح
۳۹۵	(۲) سیل یا جاری شدن سیل
۳۹۵	(۳) دیوار فرو ریزشی
۳۹۵	(۴) منطقه ویژه خطر سیل
۳۹۵	الزامات و بارهای طراحی
۳۹۷	ظرفیت باقیمانده

بخش دوم: بار انفجار

۳۹۷ بار انفجار

۳۹۷	کلیات
۳۹۷	بار وارد بر پوسته ساختمان

بخش سوم: بار یخ

۳۹۸ بار یخ

۳۹۸	کلیات
۳۹۸	(۱) محاسبه ضخامت اسمی یخ (I_t)
۳۹۸	(۲) محاسبه ضریب اهمیت یخ (I_f)
۳۹۹	(۳) محاسبه ضریب ارتفاع (F_z)
۳۹۹	(۴) محاسبه ضخامت طراحی یخ (I_d)
۳۹۹	(۵) محاسبه وزن یخ (D_i)
۴۰۲	اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ

قسمت پنجم: سؤالات ادوار گذشته به همراه ...

۴۰۴ سؤالات ادوار گذشته به همراه پاسخ تشریحی

۴۰۴	آزمون (عمران - نظارت) - اسفند ماه ۱۳۹۵
۴۰۵	آزمون (عمران - محاسبات) - اسفند ماه ۱۳۹۵
۴۱۵	آزمون (عمران - نظارت) - مهر ماه ۱۳۹۶
۴۱۸	آزمون (عمران - محاسبات) - مهر ماه ۱۳۹۶
۴۲۷	آزمون (عمران - محاسبات) - اردیبهشت ماه ۱۳۹۷
۴۳۹	آزمون (عمران - نظارت) - بهمن ماه ۱۳۹۷
۴۴۱	آزمون (عمران - محاسبات) - بهمن ماه ۱۳۹۷

۴۴۷ منابع و مآخذ

۳۴۶	مفهوم فشار یا مکش داخلی و خارجی
۳۴۷	(۱) فشار مثبت داخلی
۳۴۷	(۲) فشار منفی داخلی (مکش)
۳۴۷	(۱) اثر جریان باد بر سطوح عمود بر ...
۳۴۸	(۲) اثر جریان باد بر سطوح پشت به باد
۳۴۸	(۳) اثر جریان باد بر سطوح موازی جریان باد
۳۴۹	روش‌های تحلیلی بار باد بر سازه‌ها و ...
۳۴۹	(۱) تحلیل استاتیکی بار باد
۳۴۹	(۲) تحلیل دینامیکی بار باد
۳۴۹	(۳) تحلیل بار باد به کمک تونل باد
۳۵۰	تأثیر بار باد بر ساختمان‌های کوتاه مرتبه و ...
۳۵۰	سرعت مبنای باد (V)
۳۵۲	فشار مبنای باد (q)
۳۵۲	محاسبه فشار باد وارد بر ساختمان‌ها و ...
۳۵۲	(۱) فشار یا مکش خارجی باد
۳۵۲	(۲) فشار یا مکش داخلی باد
۳۵۳	نیروی باد (F_r)

۲۵۴ فصل دوم: پارامترهای اساسی در محاسبه‌ی ...

۳۵۴	ضریب اهمیت بارباد (I_w)
۳۵۴	فشار مبنای بارباد (q)
۳۵۴	ارتفاع مبنا (h)
۳۵۴	(۱) نحوه‌ی محاسبه ارتفاع مبنا (h)
۳۵۵	(۲) نحوه محاسبه ارتفاع مبنا (h)
۳۵۵	(۳) نحوه محاسبه ارتفاع مبنا (h)
۳۵۵	ضریب اثر بادگیری (C_e)
۳۵۵	(۱) محاسبه‌ی ضریب C_e در نواحی باز
۳۵۵	(۲) محاسبه ضریب C_e در نواحی پر تراکم
۳۶۰	ضریب اثر جهشی باد داخلی (C_{di}) و ...
۳۶۰	ضریب اثر جهشی باد خارجی (C_{de})
۳۶۰	ضریب اثر جهشی باد داخلی (C_{di})
۳۶۱	محاسبه‌ی ضریب فشار خارجی (C_p, C_{pe})
۳۶۱	A - محاسبه‌ی ضریب فشار ...
۳۶۲	B - محاسبه‌ی ضریب فشار C_{pi} ...
۳۶۳	ضریب جهشی (C_{di}) و ضریب فشار (C_p)
۳۶۳	ضرایب ترکیبی C_p, C_{di} روی سازه‌ی باربر اصلی
۳۶۸	ضرایب ترکیبی C_p, C_{di} روی اجزاء پوششی نما ...
۳۷۰	ضرایب ترکیبی C_p, C_{di} روی اجزاء پوششی بام
۳۷۶	خیز سرعت در بالای تپه‌ها و پلان‌مادی زمین
۳۷۷	ضریب فشار داخلی C_{pi}
۳۷۹	بارگذاری‌های جزئی

۲۸۲ فصل سوم: اثر بار باد بر روی سازه‌های مختلف ...

۳۸۲	بار باد افزایش یافته بدلیل یخ‌زدگی
۳۸۲	اثرات ریزش گردبادی
۳۸۳	تست‌های مربوط به بخش دوم: بار باد

خواننده فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آنها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آنها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدردانسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۶۶۴۸۴۱۹۱-۲
www.noavarpub.com
info@noavarpub.com

ما انسان‌ها در زندگی موفقیت‌های زیادی برایمان پیش می‌آید، گه حتی فرصت آنکه آنها را پاس بداریم و مزه کنیم نداریم و حتی حضور کسانی که در زندگیمان هستند را بدیهی می‌دانیم...

این اثر را تقدیم می‌کنم به عشق و احساسم که بی‌شک بدون آن، تهیه این اثر میسر نبود...

بسمه تعالی

خدای بزرگ را شاکرم که به نویسندگان این توفیق را داد که در راه خدمت به کشور و جامعه مهندسی در حد توان خود به اندازه هر چند ناچیز تلاش نماییم.

همانطور که مستحضری یکی از چالش برانگیزترین موفقیت‌ها برای مهندسين عمران موفقیت در آزمون‌های نظام مهندسی می‌باشد. مجموعه پیش‌رو از مجموعه کتاب‌های شرح و درس ویژه آزمون نظام مهندسی، مبحث ششم (بارگذاری سازه‌ها) شامل پنج قسمت، مفاهیم اساسی، بارهای ثقلی، بارهای جانبی، بارهای متفرقه و مجموعه سوالات ادوار گذشته می‌باشد، که در آن شرح و درس بصورت کامل و کلیه بندهای آیین‌نامه‌ای بصورت مصور همراه با مثال‌های متنوع ارائه شده است. بارزترین و مهمترین خصوصیات این کتاب عبارتند از: (۱) کلیه ابهامات موجود در آیین‌نامه‌ها (مبحث ششم و آیین‌نامه ۲۸۰۰) با ساده‌ترین بیان حتی المقدور بصورت مصور ارائه شده و همچنین با حل مثال‌های متنوع درک مهندسين عزیز را از هر موضوع بالا برده‌ایم. (۲) با ساده‌ترین و شیواترین بیان کلیه مطالب و مفاهیم و بندهای آیین‌نامه‌ای را بصورت مصور جهت فهم و درک بیشتر ارائه داده‌ایم.

(۳) در درون درسنامه (متن و جداول) در سمت چپ و بالا، آدرس‌دهی بندهای آیین‌نامه‌ها (مبحث ششم و آیین‌نامه ۲۸۰۰) ارائه شده است.

(۴) در درون متن و همچنین انتهای هر فصل مجموعه تست‌های آزمون‌های ادوار گذشته از سال ۱۳۸۰ به بعد و تست‌های تالیفی ارائه شده است، و همچنین با توجه به اینکه آیین‌نامه‌ها در این مدت بازنگری شده است در بعضی از سوالات اصلاحاتی مختصر مطابق با آیین‌نامه‌های جدید ارائه شده و حل سوالات مطابق با آخرین ویرایش آیین‌نامه‌ها انجام گرفته است.

(۵) با توجه به اینکه آزمون‌های نظام مهندسی بصورت کتاب باز (Open book) می‌باشد مطالب درون متن و فهرست مطالب کتاب به گونه‌ای تنظیم شده است که داوطلبین محترم بتوانند در کمترین زمان به موضوع دلخواه دسترسی پیدا کنند.

در پایان و طبقه خود می‌دانیم از تمام کسانی که در تهیه و تدوین این اثر یاری نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را بعمل آوریم.

هر چند طی بازخوانی‌های مکرر سعی و تلاش فراوانی بعمل آمده تا کتاب حاضر از حداقل اشتباهات برخوردار باشد، لیکن پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات که از نظر دور ماند، صمیمانه پوزش می‌خواهم و همچنین به منظور هر چند پزیرا تر شدن مطالب این مجموعه از تمام خوانندگان عزیز خواهشمندم با ارائه نظرات اصلاحی مؤلف را مورد لطف و عنایت خود قرار دهند، امید است این کتاب به عنوان قطره‌ای از دریای بی‌کران علم مورد پذیرش مهندسان و دانش‌پژوهان عزیز قرار گیرد.

با احترام فراوان

امین‌الله کرمی

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طً انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤرّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱-۶۶۸۴۱۹۱ و ۰۲۱-۰۹۱۳۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضمین حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

مقدمه کتاب

مروری بر بارگذاری سازه‌ها و انواع بارها

موضوع اصلی این کتاب بارگذاری سازه‌هاست و بنابراین بطور اساسی درباره شناخت و ارزیابی انواع بارها نظیر بارهای مرده، زنده، برف، زلزله، و غیره بحث شده است. با توجه به اینکه محاسبات ساختمان‌ها در چند مرحله صورت می‌پذیرد، بنابراین در مرحله نخست باید به ارزیابی انواع بارهای وارد بر ساختمان و تعیین مقدار آنها که اصطلاحاً بارگذاری نامیده می‌شود، بپردازیم.

اساس کار و نحوه نگارش این کتاب به گونه‌ای می‌باشد که بارهای وارد بر ساختمان به انواع بارهای ثقلی شامل بارهای مرده و زنده، باربرف و بار باران و بارهای جانبی شامل بار زلزله، بار باد و بار ناشی از فشار جانبی خاک و آبهای زیرزمینی و بارهای متفرقه شامل بار سیل، بار انفجار و بار یخ تقسیم‌شده و در هر مرحله به طور مفصل به تشریح و تفصیل بارهای ذکر شده همراه با مثال‌های متنوع پرداخته می‌شود.

فصل اول: مروری بر بارگذاری سازه‌ها

یکی از مهم‌ترین عوامل در طراحی یک سازه، بارهای وارد بر سازه می‌باشد. اما سؤالی که مطرح می‌شود این است که این بارها چگونه و با چه جهت‌هایی بر سازه اعمال می‌شوند.

در نتیجه باید بطور اساسی درباره شناخت و ارزیابی انواع بارها نظیر بارهای مرده، زلزله، باد و ... بحث نمود. می‌دانیم مباحث آمار و احتمال نقش اساسی و تعیین‌کننده‌ای در تعیین مقادیر کخی بسیاری از بارها دارد. در حقیقت بسیاری از بارها منشأ طبیعی داشته و در نتیجه مقدار قطعی و دقیقی نمی‌توان برای آنها تعیین نمود. در چنین مواردی بهترین وسیله برای تعیین این بارها مشاهداتی است که در گذشته از آن بارها در نتیجه وارد آمدن بر یک سازه بدست آمده است.

اجازه دهید برای روشن شدن بیشتر مطلب مثالی بزنیم. فرض کنید که می‌خواهیم ساختمانی را در شهر شیراز، در مقابل زلزله طراحی کنیم. در این ارتباط باید تصمیم بگیریم که این ساختمان تحت تأثیر چه زلزله طراحی شود. واضح است که این مسئله به موقعیت شهر شیراز و گسل‌های اطراف آن بستگی دارد. در نتیجه بهترین راه برای پی بردن به این وضعیت استفاده از آمار گذشته می‌باشد. و هر چه این آمار زمان طولانی‌تری را پوشش دهد، نتایج رضایت‌بخش‌تری حاصل می‌شود.

اکثر مهندسین ساختمان می‌توانند بدون توجه به مباحث اساسی احتمالات و تنها با استناد به ضوابط آیین‌نامه‌های بارگذاری، بارهای وارد بر ساختمان را تعیین کرده و مراحل تحلیل و طراحی را انجام دهند. که در این کتاب هم با استفاده از مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سوم و آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله - ویرایش چهارم به بررسی کامل روش محاسبه انواع بارهای وارد بر سازه پرداخته می‌شود.

فصل دوم: انواع بارها

بطور کلی انواع بارهایی که بر یک سازه وارد می‌شود یا بصورت ثقلی و یا بصورت جانبی و یا از نوع بارهای متفرقه می‌باشد که در زیر الگوریتم انواع بارهای وارد بر یک سازه ترسیم شده است.

بارهای وارد بر سازه	بارهای ثقلی	بار مرده	بار زنده	بار برف	بار باران
	بارهای جانبی	بار زلزله	بار باد	بار ناشی از فشار جانبی خاک و یا آب‌های زیرزمینی	
	بارهای متفرقه	بار سیل	بار انفجار	بار یخ	

در ادامه به تشریح هر یک از بارهای فوق می‌پردازیم.

بارهای مرده (Dead Loads (D.L): بارهای مرده، زنده و بار برف و باران موارد مشخصی از بارهای قائم می‌باشند.

بارهای قائم به بارهای گفته می‌شود که بصورت مشخص در راستای ثقل زمین وارد می‌شوند. بطور کلی بار مرده عبارتند از وزن تمام قسمت‌های ثابت ساختمان شامل:

وزن دیوارها، کف‌ها، بام‌ها، جداکننده‌های غیرقابل انتقال و وسایل و تجهیزات ثابتی که در تمام طول عمر سازه با آن همراه می‌باشد، (تیرها، ستون‌ها، راپله‌ها و ...)

♦ بارهای قائم ناشی از نیروی جاذبه زمین را می‌توان به دو دسته زیر تقسیم کرد:

۱) بارهای استاتیکی (۲) بارهای دینامیکی

بارهای استاتیکی مستقل از زمان در نظر گرفته می‌شود، ولی بارهای دینامیکی به زمان وابسته می‌باشند.

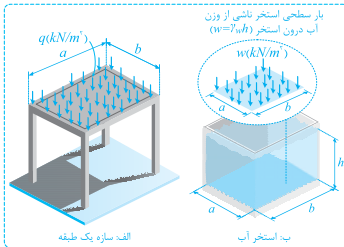
یادآوری: کلیه بارهای مرده و بخشی از بارهای زنده از نوع استاتیکی محسوب می‌شوند.

♦ بارهای مرده به یکی از حالت‌های زیر به سازه وارد می‌شوند:

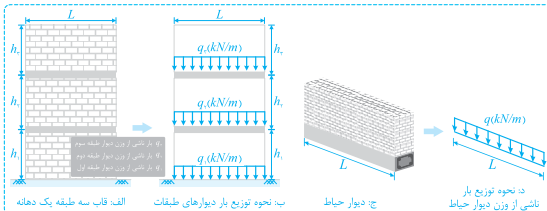
(۱) بار گسترده سطحی، مانند وزن سقف‌ها، وزن بام‌ها و ...

q : وزن سقف، (یک نوع بار گسترده سطحی)

w : بار گسترده سطحی ناشی از وزن آب درون استخر ($w = \gamma_w \cdot h$)



(۲) بار گسترده خطی، مانند بار دیوارهای پیرامونی سازه که معمولاً بر روی تیرها قرار می‌گیرد یا بار دیوارهای حیاط

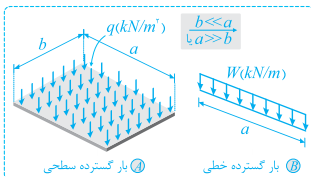


q_1 : بار ناشی از وزن دیوار طبقه اول

q_2 : بار ناشی از وزن دیوار طبقه دوم

q_3 : بار ناشی از وزن دیوار طبقه سوم

بطور کلی اگر در یک بار گسترده سطحی یکی از ابعاد نسبت به دیگری خیلی کوچک شود، تبدیل به بار گسترده خطی خواهد شد. به تعبیر بهتر بار گسترده خطی باری است سطحی که یک بعد آن نسبت به بعد دیگران خیلی کوچک می‌باشد.



$$w = q \times b$$

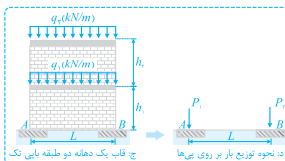
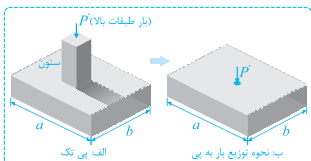
مثال: ۱- بار گسترده سطحی ۲- بار گسترده خطی

w : بار گسترده خطی

q : بار گسترده سطحی

b : بُعد عمود بر راستای a

(۳) بار نقطه‌ای یا متمرکز: همانظوری که از نام این بار پیداست این بار در یک نقطه یا در یک محل اعمال می‌شود. مانند بار وارده از طرف یک ستون بر یک کف، یا وزن تجهیزات ثابت در یک طبقه:

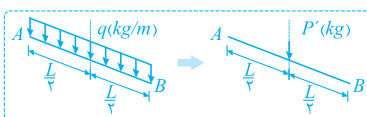


مثال:

P_1 : بار متمرکز وارد بر پی A

P_2 : بار متمرکز وارد بر پی B

یادآوری: اگر در یک بار گسترده خطی، طول توزیع بار بسیار بسیار کوچک می‌شود تبدیل به یک بار متمرکز خواهد شد.



$$P' = q(L)$$

مثال:

P_1 : بار متمرکز

q : بار گسترده خطی

L : طول توزیع بار

بارهای زنده ($Live\ Loads$ (LL): بارهای زنده به بارهایی گفته می‌شود که از لحاظ مقدار و محل اثر، وضعیت مشخصی ندارند. به عبارتی محل اعمال آنها و مقدار آنها در طول بهره‌برداری از سازه ثابت نیست.

بارهایی که در هنگام استفاده و بهره‌برداری از ساختمان یا هر سازه دیگری بر آنها وارد می‌شود را بارهای زنده یا سربار گویند. تفاوت اساسی بین بارهای زنده و مرده این است که بارهای زنده، متغیر و غیرقابل پیش‌بینی بوده، و تغییر در آنها نه تنها در طول زمان اتفاق می‌افتد، بلکه تابعی از مکان می‌باشد.

یادآوری :

(۱) بارهای زنده شامل بارهای محیطی مانند بار باد، بار باران، بار زلزله، بار برف و بار مرده نمی‌شود.

(۲) بارهای زنده خود به دو گروه بارهای زنده استاتیکی و بار زنده دینامیکی تقسیم می‌شوند.

بارهای زنده:

الف- بار زنده استاتیکی: به بارهای ساکن ولی با قابلیت حرکت، بارهای زنده استاتیکی گویند، مانند، بارهای متحرک با سرعت کم، اثاثیه منزل و ...

ب- بار زنده دینامیکی: به بارهای متحرک با سرعت زیاد یا با اثر جنبشی قابل ملاحظه، بارهای زنده دینامیکی گویند. مانند، جرثقیل‌ها، خودروها، بار آسانسورها و ...

(۳) مقدار بار زنده بر خلاف بار مرده بطور مستقیم توسط مهندس طراح و محاسب امکان‌پذیر نبود، و باید برای محاسبه آن از مطالعات آماری آیین‌نامه‌ها استفاده شود.

بار برف ($Snow\ Load$ (S.L): بار برف یک فرآیند طبیعی است و سربار ناشی از آن به موقعیت جغرافیایی و محل ساختمان از نظر درجه برف‌گیر بودن و ارتفاع منطقه و شکل ساختمان و وضع آفتاب‌گیر آن بستگی دارد.

سربار ناشی از بارش برف و انباشته شدن آن بر روی بام ساختمان، باعث ایجاد بار ثقلی (قائم) بر روی سازه می‌شود. و در صورتی که این مقدار سربار بحرانی شود در شرایط خاصی می‌تواند باعث تخریب سازه گردد.

♦ در یک جمع‌بندی کلی، بارهای حاصل از برف که به یک سازه وارد می‌شود به عوامل زیر بستگی دارد.

(۱) موقعیت جغرافیایی و محل ساختمان «شرایط اقلیمی»

(۲) شکل و وضع آفتاب‌گیر بودن ساختمان

(۳) کاربری ساختمان

(۴) تراکم ساختمان‌ها در آن محل «بافت منطقه، از نظر قرار گرفتن ساختمان‌ها کنار هم»

بار باران ($Rain\ Load$): در صورت بارندگی شدید و انباشته شدن آب باران بر روی بام، نیروی اضافی در اعضای سازه ایجاد خواهد شد. اما سؤال اینجاست که برای جلوگیری از انباشته شدن آب باران بر روی بام چه تدابیری باید اندیشیده شود؟ یکی از اساسی‌ترین کارها برای جلوگیری از انباشته شدن آب باران بر روی بام‌ها استفاده از زهکش بر روی بام می‌باشد.

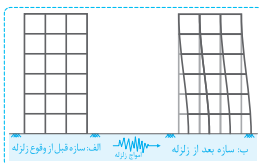
یادآوری : می‌دانیم برای تخلیه آب باران بر روی پشت بام‌ها از زهکش‌های اولیه استفاده می‌شود. در صورتی که زهکش‌های اولیه دچار گرفتگی شود، آب باران بر روی بام انباشته خواهد شد. مطابق با توصیه‌های آیین‌نامه جهت جلوگیری از انباشت آب، تعبیه زهکش ثانویه در بام لازم‌الاجرا می‌باشد. زهکش ثانویه در سطحی بالاتر از سطح زهکش اولیه (اصلی) قرار گرفته و دارای مسیر انتقال آب مجزا می‌باشد.

بار زلزله: از اساسی‌ترین بارهای جانبی که به سازه‌ها وارد می‌شود بارهای باد و زلزله می‌باشد. بار باد بصورت نیروهای خارجی به بدنه و سطح سازه که در مقابل آن قرار می‌گیرد، اعمال می‌شود به عبارت بهتر بزرگی بار باد مستقیماً به سطح و شکل هندسی سازه که در معرض وزش باد قرار می‌گیرد، بستگی دارد.

مقدار نیروی زلزله به مشخصات دینامیکی امواج ناشی از آن و پارامترهای دینامیکی سازه از قبیل جرم، سختی، نوع زمین و خاکی که سازه روی آن بنا شده است، استهلاک سازه، و فاصله محل وقوع زلزله تا سازه و میزان بزرگی

و ... بستگی دارد. بزرگی نیروهای ناشی از زلزله شدیداً بستگی به جرم سازه دارد. یعنی هر چقدر جرم یا وزن یک سازه کمتر باشد، مقدار نیروی وارد به سازه کمتر و هر چقدر مقدار جرم یا وزن یک سازه بیشتر باشد، مقدار نیروی وارد به سازه ناشی از زلزله بیشتر خواهد بود. از بارزترین تفاوت بین نیروهای زلزله و باد این است که نیروهای جانبی باد به سازه اعمال می‌شود در حالی که نیروهای ناشی از زلزله در سازه ایجاد می‌شود. و این یعنی اینکه در حین تکان‌های سازه ناشی از حرکت شدید زمین در اثر زلزله، سازه از خود مقاومت نشان داده و نیروهای داخلی در اعضای سازه، جهت مقاومت در مقابل نیروی زلزله در اعضا بوجود می‌آید.

شکل زیر را در نظر بگیرید که در آن سازه تحت اثر امواج زلزله قرار گرفته است. با حرکت زمین که سازه روی آن واقع شده است، پایه‌های سازه تمایل به حرکت با زمین متصل به خود را دارد، و سازه قرار گرفته در بالای پایه بدلیل مقاومت ذاتی حاصل از جرم و سختی خود تمایل به حرکت همراه با زمین را ندارد و این عدم تمایل حرکت‌ها موجب ایجاد تغییر شکل‌هایی در سازه می‌شود. و در صورت تداوم حرکت



زمین، تغییر شکل‌ها در ارتفاع سازه گسترش می‌یابد. در اثر حرکت زمین ناشی از زلزله، شتاب $\ddot{u}_g$ یا a_g در سازه ایجاد می‌شود، و طبق قانون دوم نیوتن اگر جرم کل سازه را برابر با m در نظر بگیریم، آنگاه نیروی ایجاد شده در سازه ناشی از نیروی زلزله بصورت زیر بدست می‌آید.

$$F = m\ddot{u}_g = m\ddot{u}_g = ma_g \quad (\text{شتاب سازه}) = F = \text{جرم سازه} \times F = \text{نیروی زلزله وارد بر سازه}$$

یادآوری: به مجموع نیروهای جانبی ناشی از زلزله در تراز پایه نیروی برشی پایه یا به برش پایه گفته می‌شود و داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} F = m\ddot{u}_g = ma_g \\ V = m\ddot{u}_g = ma_g \end{array} \right\} \Rightarrow F = V$$

V : نیروی زلزله وارد بر سازه
 F : برش پایه

بار باد (Wind Load): باد در اثر اختلاف فشار هوا ایجاد می‌شود و اختلاف فشار هوا به دلیل تفاوت دمایی هوا می‌باشد. سرعت حرکت باد بستگی به اختلاف درجه حرارت دو منطقه دارد و هرچه این اختلاف درجه حرارت بیشتر باشد، سرعت ذرات هوا بیشتر خواهد بود. می‌دانیم که باد دارای انرژی جنبشی می‌باشد، و هنگامی که ذرات هوا به یک جسم ساکن (مثلاً یک ساختمان) برخورد می‌کند، این انرژی جنبشی به جسم منتقل شده و به آن فشار وارد می‌کند، و به طبع آن به سازه نیرو وارد می‌شود.

بار باد، معمولاً در ساختمان‌های کوتاه و یا دارای وزن زیاد، اثرات کمتری نسبت به بار زلزله داشته و اصولاً در این‌گونه ساختمان‌ها طراحی بر مبنای بار باد نمی‌باشد. ولی در ساختمان‌های بلند و سبک اثرات بار باد شدیدتر می‌باشد بخصوص اگر ساختمان در نواحی باز و بادخیز قرار گرفته باشد.

اثر باد بر ساختمان، نه تنها به خصوصیات باد و شکل ظاهری ساختمان بلکه به شرایط محیط اطراف ساختمان وابسته می‌باشد.

بار ناشی از فشار جانبی خاک و یا آبهای زیرزمینی: سازه‌های زیادی وجود دارد که به عنوان نگهدارنده خاک عمل می‌کنند و در مجاورت خاک قرار دارند. که از جمله آنها می‌توان به دیوارهای حائل، سپرهای، دیوارهای تونل و ... نام برد. در طراحی این سازه‌ها باید برآوردی از فشار جانبی خاک وارد بر آنها صورت گیرد.

در دیوارهای حائل، بسته به مقدار نیروهای وارد به دیوار ناشی از خاک پشت دیوار، دیوار می‌تواند نسبت به خاک به جلو یا عقب حرکت کند و یا حول پای خود دوران کند و یا حتی ثابت بماند. مقدار جابجایی دیوار روی تنش افقی وارد بر آن تأثیر می‌گذارد.

هنگامی که دیوار در حال سکون است یا جابجایی دیوار ناچیز می‌باشد، کرنش افقی خاک صفر بوده و خاک تغییر شکلی نخواهد داشت.

در صورتی که دیوار به سمت خاک نزدیک شود، در خاک تنش‌های مقاومی ایجاد می‌گردد، که به آن فشار مقاوم گوئیم. در صورتی که دیوار از خاک دور شود، مقدار تنشهای افقی خاک کاهش می‌یابد، که به آن فشار محرک گوئیم. قابل ذکر است فشار جانبی می‌تواند ناشی از وزن خاک، آبهای زیرزمینی و یا سربار روی خاک و ... باشد.

بار سیل: معمولاً وقتی رودخانه‌ها طغیان می‌کند و در زمین‌های اطراف جریان می‌یابد، می‌گوئیم سیل بوجود آمده است. گاهی اوقات سیل بسیار مخرب است و خانه‌ها را ویران می‌کند و تلفات انسانی و حیوانی زیادی به بار می‌آورد. در اثر وقوع سیل امواج ناشی از آن به ساختمان‌ها برخورد کرده و باعث اعمال نیرو و نهایتاً تخریب سازه شود. نیروهای ناشی از سیل شامل نیروهای هیدرواستاتیکی (فشار ستون آب) و یا هیدرودینامیکی یا برخورد امواج می‌باشد. در صورتی که امکان وقوع سیل در یک منطقه براساس مطالعات هیدرولوژیکی و آمار هواشناسی و ... وجود داشته باشد، باید تمهیدات خاصی را برای آن در نظر بگیریم و در صورت نیاز نیروهای ناشی از آن را لحاظ کنیم.

بار انفجار: انفجار به یک افزایش شدید در حجم و آزاد شدن ناگهانی انرژی گویند که معمولاً با افزایش دما و آزاد شدن گاز همراه می‌باشد.

در صورتی که در محل‌هایی که ساختمان‌ها یا سازه‌هایی وجود دارد انفجار رخ دهد، موج‌های ناشی از انفجار بارهای دینامیکی شدیدی به سازه وارد می‌کند، که می‌توان با یک سری ساده‌سازی‌های خاص آن را تحلیل نمود.

بار یخ: در مناطقی که هوای زمستان به اندازه کافی سرد است، بار ناشی از یخ‌زدگی باران و برف باید در طراحی سازه‌ها و اجزای حساس به یخ در نظر گرفته شود.

سازه‌ها و اجزای حساس به یخ شامل سازه‌های مشبک، لوله‌ها، کابل‌ها و پایه‌های آنها، سازه‌های شهر بازی، نرده، پله، نردبان، پل‌های عابر پیاده، تابلوها و سایر سازه‌ها و اجزای سبک نمایان و در معرض یخ‌زدگی و ... می‌باشند، که باید بار ناشی از یخ‌زدگی باران و برف در طراحی آنها لحاظ شود.

در محاسبه نیروی باد در حالت وجود یخ، اثر افزایش ابعاد و به طبع آن افزایش سطح بادگیر باید در نظر گرفته شود.

مفاهیم اساسی

قسمت اول

بخش اول: تعاریف

بخش دوم: الزامات مبنا

بخش سوم: مقادیر بارها

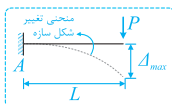
بخش چهارم: ترکیب بارها

• فصل اول: کلیات

• فصل دوم: ترکیب بارها در انواع روش‌های طراحی

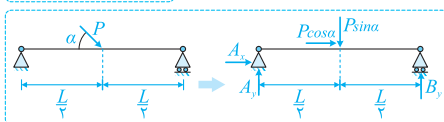
♦ **اثرات بار:** نیروها یا تغییر شکل‌هایی که در اعضا سازه‌ای در اثر بارهای اعمالی ایجاد می‌شود را گویند.

با بررسی شکل‌های زیر، می‌توانیم درک مناسبی از موضوع فوق داشته باشیم:



(۱) تیر یک سرگیردار تحت اثر بار متمرکز P

Δ_{max} : تغییر شکل ماکزیمم در اثر اعمال بار P .



(۲) تیر دو سر ساده تحت اثر بار متمرکز مورب

$$\sum \vec{F}_x = 0 \Rightarrow A_x + P \cos \alpha = 0 \Rightarrow \overset{\leftarrow}{A}_x = +P \cos \alpha$$

$$\sum \overset{\uparrow}{F}_y = 0 \Rightarrow A_y + B_y = P \sin \alpha$$

$$\sum m_A = 0 \Rightarrow -P \sin \alpha \left(\frac{L}{2} \right) + B_y (L) = 0 \Rightarrow B_y = \frac{P \sin \alpha}{2}$$

$$A_y + B_y = P \sin \alpha \Rightarrow A_y = P \sin \alpha - \frac{P \sin \alpha}{2} \Rightarrow A_y = B_y = \frac{P \sin \alpha}{2}$$

A_x : نیروی محوری ایجاد شده در تیر AB ناشی از نیروی محوی P

A_y, B_y : نیروی برشی ایجاد شده در نقاط A و B ناشی از نیروی محوری P

♦ **بار:** شامل نیرو یا سایر تلاش‌هایی که ناشی از وزن کل سازه، ساکنان آن و سایر لوازم داخلی بوه یا ناشی از اثرات

محیطی، و تغییرات ابعاد مقید سازه باشند. مانند بار مرده، بار زنده و ... که در ادامه توضیح خواهیم داد.

♦ **بارهای دائمی:** به بارهایی گفته می‌شود که تغییر آنها در طول زما به ندرت اتفاق می‌افتد، مانند بار ناشی از وزن

سقف، دیوارها، راپله‌ها و ... سایر بارها، بارهای متغیر می‌باشند.

♦ **بار اسمی:** بزرگی بارهای تعریف شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان برای بار مرده، زنده، خاک، باد، برف،

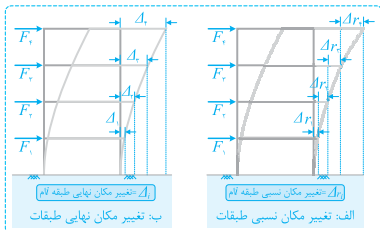
یخ، باران، سیل، زلزله، و انفجار را گویند.

♦ **بار ضریب‌دار:** به حاصل ضرب بار اسمی در ضریب بار، بار ضریب‌دار اطلاق می‌شود.

♦ **بناها و تأسیسات ضروری:** به ساختمان‌ها یا سازه‌هایی که باید قابلیت بهره‌برداری و استفاده بی‌وقفه خود را در

شرایط وقوع حوادث شدید مانند زلزله سیل، طوفان، برف، باد و ... حفظ کنند، بناها و تأسیسات ضروری گویند.

♦ **تغییر مکان نسبی طبقه:** تغییر مکان جانبی یک کف نسبت به کف زیرین خود را تغییر مکان نسبی طبقه گویند.



مانند شکل مقابل:

Δ_r : تغییر مکان نسبی طبقه Δ_m

Δ_i : تغییر مکان نهایی طبقه Δ_m



♦ **حالت‌های حدی:** حالت‌های حدی (LSD)^۱ به شرایطی اطلاق می‌شود که اگر تمام یا بخشی از سازه به هر یک از آن حالت‌ها برسند قادر به انجام وظایف خود نبوده و از وضعیت کارایی خارج خواهد شد. در الگوریتم زیر می‌توان دسته‌بندی کلی حالت‌های حدی را نشان داد.

روش‌های حالات حدی: (۱) حالت‌های حدی نهایی (۲) حالت‌های حدی بهره‌برداري

♦ **حالت‌های حدی نهایی یا مقاومت:** حالت‌هایی هستند که سازه و اعضا و اتصالات آن ضمن حفظ انسجام و پایداری تحت اثر بارگذاری مختلف از مقاومت کافی و شکل‌پذیری مورد نظر برخوردار بوده و پس از رسیدن به هر یک از آن حالات پایداری خود را از دست دهند.

♦ **حالت‌های حدی بهره‌برداري:** حالت‌هایی هستند که سازه و اعضا و اتصالات آن تا رسیدن به آن حالت‌ها وظایف خود را بطور کامل انجام دهند و پس از رسیدن به هر یک از آن حالت‌ها قادر به انجام وظایف خود نباشد.

♦ **سازه‌های غیر ساختمانی:** به کلیه سازه‌ها، به جزء سازه‌هایی که بطور معمول در ساختمان بکار برده می‌شود اطلاق می‌گردد.

♦ **ساختمان‌ها:** به سازه‌هایی که برای تأمین سرپناه و سایر بهره‌برداري‌ها با دیوار و سقف محصور می‌گردد، ساختمان گویند.

♦ **ساختمان‌ها و تأسیسات موقت:** سازه‌هایی که برای یک مدت زمان کوتاه مورد بهره‌برداري قرار می‌گیرد و تحت تأثیر کوتاه مدت عوامل محیطی قرار می‌گیرند.

♦ **سیستم‌های باربر جانبی:** قسمتی از کل سازه است که برای مقابله با بارهای جانبی نظیر باد، زلزله و... در سازه تعبیه می‌شود.

انواع متداول سیستم‌های باربر جانبی عبارتند از:

(۱) دیوارهای برشی (۲) مهاربندهای فولادی (۳) قاب‌های خمشی

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

♦ **ضریب بار:** با توجه به عدم قطعیت‌ها در مراحل تحلیل و همچنین احتمال رخداد همزمان بیش از یک بار حدی، از ضریب بار استفاده می‌شود. به عبارت بهتر ضریب بار ضریبی است که نسبت بار واقعی را نسبت به بار اسمی نشان می‌دهد یعنی:

$$\text{بار واقعی} \\ \text{بار اسمی} = \text{ضریب بار}$$

♦ **ضریب مقاومت:** ضریبی است که اختلاف مقاومت واقعی مصالح را از مقاومت اسمی و همچنین نحوه و تبعات شکست را در نظر می‌گیرد.

ضریب کاهش مقاومت در حالات مختلف توسط آیین‌نامه مشخص می‌شود و برای نیروهای ایجاد شده در اعضا مانند خمش، برش و معیارهای مختلف متفاوت است.

♦ **کاربری:** به نوع و نحوه استفاده از هر سازه یا هر نوع ساختمان اطلاق می‌شود. مانند کاربری اداری، مسکونی، ورزشی، و غیره

♦ **مقاومت:** به ظرفیت نهایی یک عضو برای تحمل نیروهای وارده اطلاق می‌شود.

♦ **گروه خطرپذیری:** گروه‌بندی که میزان خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها را در برابر بارهای محیطی مانند زلزله، یخ، برف، باد و ... در نظر می‌گیرد.

♦ **مقاومت اسمی:** به ظرفیت سازه یا اعضای سازه‌ای که براساس مقاومت مشخصه مصالح و ابعاد عضو و همچنین روابط بدست آمده از علم مکانیک سازه‌ها محاسبه می‌شود و با براساس آزمایش‌های میدانی یا آزمایشگاهی بر روی مدل‌های مقیاس شده بدست می‌آید، اطلاق می‌شود.

♦ **مقاومت طراحی:** به حاصلضرب مقاومت اسمی در ضریب مقاومت، مقاومت طراحی گفته می‌شود.

$$\text{مقاومت اسمی} \times \text{ضریب مقاومت} = \text{مقاومت طراحی}$$

سختی و مقاومت

برگرفته شده از بند ۶-۳-۱

سازه‌ها و کلیه اعضای آنها بایستی سختی و مقاومت کافی جهت پایداری سازه را داشته و عناصر غیرسازه‌ای آسیب غیر قابل قبول نداشته باشند. همچنین طراحی و اجرای آنها با رعایت الزامات بهره‌برداری صورت گیرد.

♦ برای تامین مقاومت کافی می‌توان طراحی را براساس یکی از روش‌های زیر انجام داد.

(۱) طراحی به روش حالت‌های حدی نهایی یا مقاومت

(۲) طراحی به روش مقاومت مجاز

(۳) طراحی با روش‌های عملکردی «پروژه‌های خاص»

بطور کلی هدف از طراحی یک سازه دستیابی و ارائه راه حل بهینه‌ای است که سازه مورد نظر برای یک منظور خاص بنا شود.

♦ **بطور کلی طراحی را بهینه گویند که دارای شرایط زیر باشد:**

(۱) حداقل قیمت و وزن (۲) حداقل مدت زمان ساخت (۳) حداقل نیروی انسانی مورد نیاز (۴) حداکثر بهره‌دهی یکی از اساسی‌ترین مباحثی که در طراحی یک سازه باید در نظر گرفته شود ایمن بودن آن سازه می‌باشد، به عبارت بهتر زمانی می‌توانیم امیدوار باشیم که سازه وظایف خود را به بهترین نحو انجام می‌دهد که رابطه زیر برقرار باشد:

مقاومت سازه $\leq$ بارهای وارد بر اعضای سازه

می‌دانیم مقاومت سازه‌ها و بارهای وارد بر آن‌ها، طبیعت آماری داشته و به یقین نمی‌توان گفت مقدار آنها چقدر است، به همین دلیل بهتر است که به دو طرف رابطه بالا یک ضرایب اطمینانی اضافه کرده تا از ایمنی سازه اطمینان حاصل نمائیم و لذا داریم:

(ضریب کاهش مقاومت) مقاومت سازه $\leq$ (ضریب افزایش بار) بارهای وارد بر اعضای سازه

در ادامه می‌خواهیم هر یک از روش‌های طراحی را بطور جداگانه بررسی کنیم.

(۱) روش طراحی ضرایب بار و مقاومت (LRFD): اساس روش طراحی به روش (LRFD)^۱ این است که نیروهای داخلی اعم از نیروهای محوری، برشی، لنگرهای خمشی و لنگر پیچشی که از تحلیل سازه‌ها در اثر بارهای سرویسی که در ضرایب بار ضرب شده‌اند بدست آمده با مقاومت نهایی مقطع که با اعمال ضرایب اطمینان مناسب کاهش یافته است مقایسه می‌گردد.

رابطه کلی روش LRFD برای طراحی سازه‌های فولادی به صورت زیر می‌باشد.

$$\sum \gamma_i Q_i \leq \phi R_n$$

$\sum \gamma_i Q_i$ = نیروهای داخلی یک عضو در اثر بارهای وارده ضریبدار

ϕR_n = مقاومت نهایی مقطع همراه با ضریب کاهش

γ_i = ضرایب بار که برای هر یک از انواع بار متفاوت می‌باشد.

Q_i = نیروهای داخلی عضو تحت اثر هر یک از انواع بارهایی که به سازه وارد می‌شود.

در حالت کلی در طراحی به روش LRFD رابطه زیر باید برقرار باشد.

$$R_u \leq \phi R_n$$

R_u = مقاومت مورد نیاز براساس LRFD

R_n = مقاومت اسمی

ϕ = ضریب مقاومت

(۲) طراحی به روش تنش مجاز: روش تنش مجاز (ASD)^۲ از قدیمی‌ترین روش‌های طراحی سازه می‌باشد که همه محاسبات در مورد تنش اعضا صورت می‌گیرد، در واقع بجای بررسی بارهای وارد بر اعضای سازه تنش‌های ایجاد شده در اعضای سازه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱. Load and Resistance Factor Design

۲. Allowable Stress Design (ASD)

در روش تنش مجاز تحلیل سازه براساس بارهای بدون ضریب «بارهای سرویس» انجام می‌گیرد، قابل توجه است که به بارهای بدون ضریب اصطلاحاً بارهای سرویس گفته می‌شود. در روش تنش مجاز (ASD) پس از آنکه نیروهای داخلی اعضا در اثر بارهای سرویس وارد بر سازه با فرض رفتار الاستیک تحلیل گردید و تنش‌های حاصل (f_Q) تعیین شد، مقادیر این تنش‌ها با مقادیر مجاز خود (F_Q) مقایسه می‌شود. تنش‌های مجاز (F_Q) عموماً براساس دو معیار اساسی تسلیم و پایداری همراه با اعمال ضریب اطمینان مناسب توسط آیین‌نامه ارائه می‌شود. و در حالت کلی داریم:

$$f_Q \leq F_Q = \frac{\text{تنش مقاوم مصالح}}{F.S} \Rightarrow \text{تنش مجاز} \leq \text{تنش‌های ناشی از بارگذاری بدون ضریب}$$

در روش تنش مجاز برای اعمال کاهش مقاومت، از عبارت $\frac{1}{F.S}$ استفاده می‌شود، در حقیقت در روش تنش مجاز مقاومت‌ها به یک ضریب اطمینان ($F.S$) تقسیم می‌شود.

(۳) طراحی با روش‌های عملکردی: در روش‌های عملکردی تحلیل باید بر اساس روش‌های منطقی که مبتنی

بر قوانین مکانیک مهندسی می‌باشد انجام گیرد، و همچنین باید تمام منابع مهم تغییر شکل و مقاومت در آن در نظر گرفته شود. فرضیاتی که برای سختی، مقاومت، میرایی و سایر مشخصات اعضا و اتصالات سازه‌ای در تحلیل در نظر گرفته می‌شود، باید بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی قابل قبول یا مراجع استاندارد باشد.

شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده برای اثبات ظرفیت عملکردی اعضای سازه‌ای و غیره سازه‌ای و اتصالات مربوطه، باید به نحوی باشد که به درستی نمایانگر مصالح، هندسه، شرایط ساخت، شدت بارگذاری و شرایط مرزی پیش‌بینی شده برای سازه باشد در صورتی که یک استاندارد صنعتی یا نتایج تجربی آزمایشگاهی قابل قبول بر روی اعضای سازه‌ای وجود نداشته باشد، نمونه‌ها باید در مقیاس مشابه با کاربرد واقعی ساخته شود، مگر آنکه بتوان نشان داد که اثرات مقیاس کردن بر روی عملکرد موردنظر تأثیر چندانی ندارد. ارزیابی نتایج آزمایش بر اساس نتایج بدست آمده از حداقل سه آزمایش انجام می‌گیرد و انحراف نتایج بدست آمده از هر آزمایش نباید بیش از ۱۵٪ نسبت به مقدار میانگین تمام آزمایش‌ها باشد. در صورتی که انحراف نتایج بیش از ۱۵٪ نسبت به میانگین در نتایج هر یک از آزمایشات باشد، لازم است آزمایشات اضافی انجام گیرد تا زمانی که انحراف از نتایج هیچ یک از آزمایشات بیش از ۱۵٪ نگردد، یا اینکه حداقل ۶ آزمایش انجام گرفته باشد.

قابلیت بهره‌برداری

برگرفته شده از بند ۶-۳-۳

یکی از مهم‌ترین مواردی که در طراحی یک سیستم سازه‌ای باید مد نظر قرار گیرد داشتن سختی کافی برای محدود کردن تغییر شکل‌ها و تغییر مکان‌های نسبی جانبی، کنترل ارتعاشات و یا هر نوع تغییر شکلی که تأثیر نامناسب بر کاربری و عملکرد نامناسب سازه می‌گذارد می‌باشد.

♦ در نتیجه برای اینکه یک سازه قابلیت بهره‌برداری مناسب را داشته باشد باید در طراحی ترکیب بارهای بهره‌برداری زیر را برای آن در نظر گرفت:

(۱) تغییر شکل قائم (۲) تغییر مکان نسبی جانبی (۳) ارتعاش سازه (۴) تغییر مکان ناشی از بار خودکرنشی

اثرات بارهای خودکرنشی

برگرفته شده از بند ۶-۳-۳

بارهای محیطی یا خودکرنشی بارهایی هستند که اثر خارجی ندارند ولی در سازه تنش ایجاد می‌کنند. بارهای خودکرنشی معمولاً اثرات ناشی از محیط در سازه می‌باشند. از جمله بارهای خودکرنشی می‌توان به بارهای ناشی از تغییر دمای محیط اشاره کرد. مثلاً اگر در یک سازه یکی از پایه‌ها نشست کند در تیرها و ستون‌های آن تنش ایجاد می‌شود که از نوع خودکرنشی خواهد بود.

سازه‌ها و ساختمان‌ها باید چنان طراحی شوند که بتوانند اثرات خودکرنشی ناشی از نشست غیریکنواخت پی و همچنین اثرات ناشی از تغییرات ابعادی در اعضای مقید شده تحت تأثیر عوامل تغییرات دما، رطوبت، جمع‌شدگی و خزش، و... را به خوبی تحمل کنند.

برگرفته‌شده از بند ۶-۳-۴

تحلیل: منظور از تحلیل یک سازه تعیین تلاش‌ها شامل لنگرهای خمشی، نیروهای برشی، نیروهای محوری و تنش‌ها آنها و همچنین تغییر مکان‌های نقاط مختلف سازه می‌باشد.

در بعضی از مواقع تحلیل سازه بر مبنای روش‌های الاستیک مجاز است و در مواقعی که فلسفه طراحی بر مبنای تشکیل مفاصل پلاستیک در نقاط مختلف سازه باشد، باید از روش‌های پلاستیک و یا حدی در تحلیل‌ها استفاده کرد. ♦ اثرات بار بر اعضای سازه‌ای باید با استفاده از روش‌های تحلیلی که در آنها شرایط زیر در نظر گرفته شود تعیین گردد: (۱) تعادل (۲) پایداری کلی (۳) همسازی هندسی و خواص کوتاه‌مدت و درازمدت مصالح

برگرفته‌شده از بند ۶-۳-۵

تلاش‌ها یا نیروهای مقابله‌کننده در سازه: در یک ساختمان یا سایر سازه‌ها، تمام اعضا و سیستم‌های سازه‌ای

و ملحقات و نازک‌کاری‌ها باید برای تحمل نیروهای ناشی زلزله و باد با در نظر گرفتن واژگونی، لغزش و بلندشدگی طراحی و همچنین مسیر پیوسته‌ای برای انتقال این نیروها به هم و در نهایت به پی تأمین شود.

در صورتی که از لغزش برای جداسازی المان‌ها استفاده شود، اثرات اصطکاک بین المان‌های جداساز باید به عنوان یک نیرو مدنظر قرار گیرد.

در صورتی که تمام یا قسمتی از مقاومت لازم برای مقابله با نیروهای زلزله و باد بوسیله بار مرده تأمین گردد باید حداقل بار مرده محتمل در زمان ایجاد این نیروها در نظر گرفته شود.

موارد فوق باید برای اثرات تغییر شکل‌های افقی و قائم ناشی از نیروهای زلزله و باد در نظر گرفته شوند.

انسجام کلی سازه

برگرفته‌شده از بند ۶-۳-۴

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید طوری طراحی شوند که در صورت آسیب‌دیدگی موضعی پایداری کلی سازه به خطر نیفتد و تا حد امکان به سایر اعضا انتقال و گسترش نیابد. برای این منظور انتخاب نوع سیستم سازه‌ای بسیار مهم می‌باشد، به عبارت بهتر باید سیستم سازه‌ای به گونه‌ای انتخاب شود که بتواند بارها را از یک عضو آسیب‌دیده به سایر اعضا منتقل کند و در هر حالت پایداری سازه حفظ شود.

برای رسیدن به انسجام کلی سازه می‌توان بوسیله ازدیاد پیوستگی، نامعینی، شکل‌پذیری، و یا ترکیبی از موارد فوق به این هدف رسید.