



تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر باد و زلزله (ویژه دوره‌های آموزشی تمدید و ارتقاء پایه)

ارائه ضوابط بارگذاری ساختمان تحت بارهای ثقیل،
باد و زلزله بر اساس ویرایش ۳ مببحث ششم
مقررات ملی و ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله
روش‌های طراحی و ترکیب بارگذاری
ارائه جزئیات روش تحلیل دینامیکی سازه‌ها
جدول کاربردی بارگذاری
منطبق با سرفصل دوره آموزشی تمدید
و ارتقای پایه پروانه اشتغال به کار مهندسی



نویسنده:

دکتر فرزاد حاتمی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
عضو کمیته تخصصی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات سازه و زلزله
مدرس دوره‌های آموزشی تمدید و ارتقاء پایه پروانه اشتغال به کار مهندسان

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآورنده:

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

شابک:

وضعیت فهرست‌نویسی:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

رده‌بندی کنگره:

رده‌بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:

حاتمی، فرزاد، ۱۳۵۶

تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر باد و زلزله (ویژه‌ی دوره‌های آموزشی تمدید و ارتقاء پایه ...) / مؤلف فرزاد حاتمی.

تهران: نوآور، ۱۳۹۴.

۱۶۸ ص.

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۶۴-۳

فیفا

تحلیل سازه.

دینامیک سازه‌ها

ساختمان‌ها -- اثر زلزله

ساختمان‌های ضد باد

ساختمان‌سازی -- قوانین و مقررات -- ایران

بار و بارگذاری (مکانیک) -- استانداردها

TA۶۴۵ / ح ۳ ت ۳۹۴۳

۱۷۱/۶۲۴

۳۹۱۲۷۳۴

تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر باد و زلزله

نویسنده:

ناشر:

شمارگان:

ناظر چاپ:

نوبت چاپ:

شابک:

قیمت:

دکتر فرزاد حاتمی

نوآور

۱۰۰۰ نسخه

محمدرضا نصیرنیا

اول - ۱۳۹۴

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۶۴-۳

۱۰۰۰۰ تومان

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهیدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲ - ۶۴۴۸۴۱۹۱، 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
می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع
چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به
صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، 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 می‌گیرند.



فصل اول: انواع بارگذاری

۹

۹

۱۰

۱۱

۱۵

۱۷

۱۸

۱۹

۲۰

۲۰

۲۰

۳۳

۴۲

۴۳

۴۷

۵۲

۱-۱- بارهای مرده

۲-۱- وزن دیوارها

۳-۱- سربارها

۴-۱- سقفهای یکطرفه

۵-۱- دستگاههای جراثقال و بالابرنده

۶-۱- آسانسور

۷-۱- سربار ماشینها و وسایل نقلیه

۸-۱- گاراژها و پارکینگهای عمومی

۹-۱- سربار زنده (بار ضربه‌ای):

۱۰-۱- کاستن سربارها

۱۱-۱- سربار برف

۱۲-۱- شرایط نامساعد بارگذاری

۱۳-۱- سقف دو طرفه

۱۴-۱- تحلیل دال بتن آرمه

۱۵-۱- بارگذاری پل

فصل دوم: روش‌های طراحی و ترکیب بارگذاری

۵۴

۵۴

۵۶

۶۰

۶۱

۶۲

۱-۲- روش تنش مجاز (ASD)

۲-۲- روش حالت‌های حدی

۳-۲- آنالیز یا تحلیل خمیری یا طرح خمیری

۴-۲- ترکیب بار در استاندارد ۵۱۹ (برای ساختمان‌های کوچک) و ساختمان‌های صنعتی

۵-۲- روش دیگر برای ساختمان‌ها در بارگذاری فوق‌العاده

فصل سوم: اثر باد در ساختمان

۶۴

۶۵

۶۶

۱-۳- تعیین سرعت باد

۲-۳- فشار مؤثر (P)

۶۹	۳-۳- ساختمانهای بلند مرتبه
۷۳	۴-۳- توزیع نیروهای جانبی باد بین اعضاء قاب
۷۷	۵-۳- سوله‌های چند دهانه (یا ساختمانهایی که به شکل دندانه‌دار ساخته شده‌اند)
۷۸	۶-۳- پوششهای قوسی شکل
۷۹	۷-۳- برجها و دکل‌های مشبک
۸۱	۸-۳- دودکش‌ها - منابع و برجهای مختلف
۸۲	۹-۳- تابلوها
۸۴	۱۰-۳- لغزش
۸۴	۱۱-۳- لنگر واژگونی

فصل چهارم: زلزله

۸۷	۱-۴- مقدمه
۸۷	۲-۴- مرکز سختی یا مرکز صلیبیت
۸۸	۳-۶- ساختمان منظم و نامنظم
۹۰	۴-۴- انواع روشهای تحلیل
۹۱	۵-۴- مخازن آب، سیلوها، دودکشها و سایر ساختمانهای مشابه
۱۱۴	۶-۴- نیروی جانبی زلزله برای اجزای ساختمان و قطعات الحاقی
۱۱۵	۷-۴- مولفه قائم نیروی زلزله
۱۱۶	۸-۴- تغییر مکان جانبی نسبی طبقات
۱۱۶	۹-۴- اثر $P-\Delta$
۱۱۷	۱۰-۴- ترکیب نیروی زلزله با سایر نیروها-تنش‌های طراحی
۱۱۸	

پیوست ۱: جزئیات روش تحلیل دینامیکی سازه‌ها

پیوست ۲: جداول بارگذاری

منابع و مآخذ

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 می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی دی اف از کتاب، عکس‌برداری، 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 و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور بصورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد اینچنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است لذا در صورتی که هر سائتی 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 این انتشارات را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر شرعی حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت ارشاد و نیز سایر مراجع قانونی اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار گرفته و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که کتابفروشی اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، افست و غیره از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و موزعین محترم، از طریق وزارت ارشاد، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیر اصل کتاب شرعاً حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق مراتب را از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید. و نیز به عنوان تشکر و قدردانی از کتب انتشارات نوآور هدیه دریافت نمایید.

همواره تحلیل دینامیکی سازه‌ها از اهمیت ویژه‌ای جهت طراحی و محاسبه برخوردار بوده است. در این بین نوع مصالح ساخت، موقعیت و اهمیت بنا، نوع طراحی معماری و وسعت بنا از جمله مواردی است که می‌تواند در افزایش و یا کاهش بار وارد بر بنا مؤثر واقع شود.

مهندسين در تحليل سازه، در بيشتر موارد همچون گذشته از اصول اوليه مقاومت مصالح و تحليل سازه پيروي کرده و در برخی موارد به تئوری‌های نوین و پیشرفته نیز دست یافته‌اند. ولی آنچه که آشکار است با پیشرفت علم و تکنولوژی و رقابت سازندگان و تولیدکنندگان مصالح ساخت جهت کاهش هزینه و تولید مرغوب‌تر، بستری فراهم گردیده است که مصالح نوین ساخت با وزن و هزینه کمتر، دارای بازدهی، استحکام، صرفه جویی انرژی و سرعت ساخت بیشتری هستند. لذا توجه به نوع ساخت بنا، الگوی صحیح ساخت، آنالیز صحیح‌تر سازه و اعمال بارهای قابل پیش‌بینی به همراه ضرایب اطمینان، همراه با تجربه بالای مهندسی و اجرای صحیح می‌تواند در تحلیل صحیح سازه نقش به‌سزایی داشته باشد.

کتاب حاضر در قالب چهار فصل به بیان انواع بارهای وارد بر ساختمان، روشهای طراحی و ترکیب بارگذاری، اثر باد در ساختمان و نیز زلزله پرداخته و در دو پیوست مجزا به بیان جزئیات روش تحلیل دینامیکی سازه‌ها و جداول بارگذاری می‌پردازد تا مجموعه‌ای یکپارچه از دانسته‌های ضروری برای مهندسين جهت بازآموزی و نیز ارتقای دانش عزیزان در راستای نیازهای ضروری تمدید و یا ارتقای پایه پروانه اشتغال بکار مهندسی فراهم آورد. بنابراین با استناد به آخرین ویرایش مباحث مختلف مقررات ملی ساختمان نظیر مبحث ششم، نهم و دهم و نیز آیین‌نامه‌های بارگذاری نظیر استاندارد ۵۱۹ و ۲۸۰۰ زلزله (ویرایش‌های سوم و چهارم) سعی گردیده است تا مجموعه‌ای مدون جهت به روزرسانی دانش مربوطه فراهم آید. بدون تردید کتاب تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر بار باد و زلزله با نقطه نظرات ارزشمند صاحبزنان و خوانندگان ارجمند کاملتر و جامع‌تر شده و راهگشای اینجانب در تألیف مجموعه‌هایی مفیدتر خواهد بود. در پایان لازم می‌دانم از برادر ارجمندم جناب آقای مهندس فرشاد حاتمی که در طراحی اشکال کتاب کمک شایانی نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

امروزه مهندسين و يا كسانى كه با هر يك از شاخه‌هاى علوم سروكار دارند، براى اندازه‌گيرى كميتهاى دو سيستم واحد استفاده مى‌كنند. اين دو سيستم عبارتند از:

الف: سيستم مرسوم آمريكايى يا U.S. Customary System

ب: سيستم واحدهاى اندازه‌گيرى مترى Metric System

سيستم آمريكايى خود مشتق از سيستم انگليسى يا امپريال British Imperial System است.

سيستم اندازه‌گيرى مترى كه در طى سالهاى قرن هيجدهم ابداع شد، در اكثر كشورهاى جهان برسميت شناخته شده و مورد استعمال دارد. تقريباً تمام دانشمندان دنيا در اندازه‌گيريهائى دقيق علمى از اين سيستم استفاده مى‌كنند. در سيستم مترى اجزا و اضعاف يك واحد، با مضربى از ده با همدىگر در ارتباط مى‌باشند. در صورتى كه در سيستم اندازه‌گيرى مرسوم آمريكايى رابطه بين واحدهاى همجنس تصادفى است.

مثلاً كيلومتر ۱۰۰۰ برابر متر و متر ۱۰۰ برابر سانتيمتر و يا ميلى متر يك هزارم متر است ولى بين اينچ، فوت، يارد، و مايل رابطه معينى وجود ندارد. چون در هيچكدام از اين سيستمها يكنواختى وجود ندارد. سيستم ديگرى كه بتواند به ساده‌تر شده موضوع كمك نموده و مراودات علمى را بيشتر قابل درك نمايد، ابداع شده است كه به آن سيستم واحدهاى اندازه‌گيرى بين‌المللى International System گویند و به علامت اختصارى SI نشان داده مى‌شود. اين سيستم ذاتاً همان سيستم مترى است با اين تفاوت كه واحدهاى پايه در آن به زبان علمى توصيف شده‌اند. مثلاً در سيستم مترى، واحد طول متر است و آن عبارت است از فاصله بين دو علامت مشخص روى يك ميله فلزى كه جنس آن از آلياژ مخصوص بوده و در موزه‌اى نگهدارى مى‌شود مى‌باشد، در صورتى كه در سيستم بين‌المللى، واحد طول كه همان متر بيان شده است، عبارت از طولى است معادل ۱۶۵۰۷۶۳٫۷۳ برابر طول تشعشعى كه در اثر تغيير سطح انرژى ايزوتوپ كريپتون ۸۶ بين ۲۱۰ و ۵d۵ در خلاء ساطع مى‌شود. به عبارت ديگر متر معادل ۱۶۵۰۷۶۳٫۷۳ برابر طول موج نور نارنجى رنگى است كه اگر گاز خالص كريپتون (عدد جرمى ۸۶) تحت تاثير تخليه الكتريكى قرار گيرد از آن ساطع مى‌شود و يا ثانيه كه در سيستم مترى بر اساس طول مدت گردش زمين به دور خورشيد توصيف مى‌شود، در سيستم بين‌المللى عبارت است از ۹۱۹۲۶۳۱۷۷۰ برابر پريود سيزيوم ۱۳۳ حاصل مى‌شود.

در سيستم بين‌المللى، واحدهاى پايه اساسى عبارتند از:

کمیت	نام واحد	علامت اختصاری
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	Kg
زمان	ثانیه	s

با در دست داشتن واحدهای پایه می توان واحدهای مورد نیاز دیگر را بر اساس روابط ریاضی و فیزیکی که بین آنها برقرار است، بدست آورد. واحدهایی که در سیستم بین المللی از واحدهای اساسی یا پایه مشتق می شوند، بشرح زیرند:

کمیت	نام واحد	واحدهای اساسی	علامت دیگر
سطح	مترمربع	m^2	
حجم	مترمکعب	m^3	
دانسیته	کیلوگرم بر متر مکعب	kg/m^3	
سرعت	متر بر ثانیه	m/s	
سرعت زاویه ای	رادیان بر ثانیه	rad/s	
شتاب	متر بر ثانیه بر ثانیه	m/s^2	
شتاب زاویه	رادیان بر ثانیه بر ثانیه	rad/s^2	
نیرو	نیوتن	$kg.m/s$	N
فشار	نیوتن بر متر مربع	$kg/(m.s^2)$	N/m^2

در سیستم بین المللی ارتباط بین واحدهای هم نوع با مضارب از ۱۰ و معمولاً ۱۰۰۰ است. اسامی پیشوندها و علائمی که در این سیستم به کار برده می شود عبارتند از:

پیشوند	علامت	مقدار	مثال
ترا	T	10^{12}	
گیگا	G	10^9	
مگا	M	10^6	MHZ
کیلو	K	10^3	Km
هکتو	h	10^2	
دکا	da	10^1	
دسی	d	10^{-1}	
سانتی	c	10^{-2}	
میلی	m	10^{-3}	mg
میکرو	μ	10^{-6}	μg
نانو	n	10^{-9}	nm
پیکو	p	10^{-12}	pf
فمنو	f	10^{-15}	
آتو	a	10^{-18}	

چنانچه سیستم واحدهای بین المللی بطور کامل و همه جانبه ای به کار گرفته شود، نیازی به دیگر سیستم ها نخواهد بود.