

بسم الله الرحمن الرحيم



# بارگذاری سازه‌ها

(بر اساس ویرایش سوم مبحث ششم مقررات ملی ساختمان)

سامان داداشزاده

میثم پیکرنگار

از سری کتاب‌های علمی - تخصصی مؤسسه‌ی آموزش عالی احرار رشت

سرشناسه	:	داداشزاده، سامان، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور	:	بارگذاری سازهها
مشخصات نشر	:	رشت: کادوسان، ۱۳۹۴ .
مشخصات ظاهری	:	۲۷۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	:	سری کتابهای علمی- تخصصی موسسه‌ی آموزش عالی احرار رشت
شابک	:	978-600-6779-46-1
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپای مختصر
یادداشت	:	فهرستنويسي کامل اين اثر در نشاني: <a href="http://opac.nlai.ir">http://opac.nlai.ir</a> قابل دسترسی است
شناسه افزوده	:	پیکرنگار، میثم، ۱۳۶۳ -
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۸۷۷۹۴۵

عنوان کتاب	:	بارگذاری سازهها	●
مؤلفان	:	سامان داداشزاده، میثم پیکرنگار	●
ویراستار ادبی	:	حسین صفری نژاد	●
نوبت چاپ	:	اول (۱۳۹۴)	●
چاپ و صحافی	:	معراج	●
شمارگان	:	۱۰۰۰ جلد	●
قیمت	:		●
شابک	:	ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۶۷۷۹-۴۶-۱	●

کلیه حقوق برای مؤلفان محفوظ است و هرگونه کپی برداری به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان و هنرمندان پیگرد قانونی دارد.

نشانی فروشگاه:

گیلان- رشت- گلزار- جنب بانک مسکن- انتشارات کادوسان

تلفن ۰۹۱۱۱۴۸۵۴۲۶ و ۰۱۳-۳۳۱۱۷۱۰۳

## **پیشگفتار مؤسسه**

یکی از محورهای اصلی توسعه در علوم مهندسی و تعمیق و توانمندسازی دانشجویان در حوزه‌های مختلف فنی و تدوین مجموعه‌ای از آثار علمی به صورت کتاب‌هایی است که در برگیرنده‌ی مفاهیم، روش تحلیل و کاربرد در این علوم باشد. برای تحقیق این امر مهم و ارتقای ظرفیت‌های فکری فراگیران در زمینه‌های مختلف، درک مفاهیم و شناخت عمیق راهکارهای تحلیلی و احراز توانایی در کاربرد آن‌ها، دارای اهمیت فوق العاده است. برای دستیابی به این هدف، مؤسسه‌ی آموزش عالی احرار از استادان و مدرسان فرهیخته دعوت می‌کند تا این مرکز را در تألیف مجموعه‌ای از آثار ممتاز در علوم مهندسی یاری نمایند. بی‌تردید اهتمام به این مهم و انتشار مجموعه‌ای از کتب علمی که دانشجویان را در درک مفاهیم یاری نماید، خدمتی سزاوار به جامعه‌ی دانشگاهی و تربیت علمی نسلی بنا و بصیر در تحلیل مسایل مهندسی است. در پایان از خداوند یکتا توفیق روزافرون همه‌ی همکاران محترم و دانشجویان عزیز را خواهانیم.

### **معاونت پژوهشی**

### **مؤسسه‌ی آموزش عالی احرار رشت**

## پیشگفتار:

هر سازه‌ای که توسط بشر ساخته می‌شود در طول عمر خود تحت اثر نیروهایی اعم از بارهای ثقلی، جانبی و ... قرار می‌گیرد. اگر این سازه به طور صحیح طراحی نگردد مسلماً تحت آسیب‌های جبران‌ناپذیر قرار خواهد گرفت. لذا شناخت کافی و عمیق از بحث بارهای وارد بر سازه از اهمیت بسیاری در مهندسی عمران برخوردار است.

کتاب حاضر که حاصل تجارب دفعات مکرر تدریس و چندین سال سابقه‌ی طراحی و اجرای انواع سازه‌ها توسط مؤلفان بوده؛ تلاش اندکی برای پیش‌بینی بارهای وارد بر ساختمان جهت طراحی مطلوب انواع سازه‌ها می‌باشد. همچنین با توجه به تغییرات بنیادی ایجاد شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سوم سال ۱۳۹۲ و عدم وجود منابع کافی منطبق بر این ویرایش، لازم است آموزش آیین‌نامه از هم‌اکنون در دانشکده‌های مهندسی آغاز گردد و اهمیت این مسئله کمتر از تدوین آن نیست. ارایه‌ی مثال‌های کاربردی متنوع از ویژگی‌های اصلی این کتاب است به طوری که در هر فصل پس از بیان هر مبحث، مثال‌های متعدد حل شده‌ای با هدف تفهیم کامل موضوع گنجانده شده. کتاب حاضر مشتمل بر پنج فصل می‌باشد:

در **فصل اول**، بارهای مرده و زنده بررسی شده؛ و مفاهیم سطوح بارگیر و کاهش بار زنده ارایه می‌گردد. در **فصل دوم**، بارگذاری متوازن و نامتوازن بار برف برای انواع سقف‌ها مطالعه می‌گردد. در **فصل سوم**، فشار وارد بر سازه ناشی از بار باد و عوامل مؤثر بر آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در **فصل چهارم**، ضمن تشریح نیروی زلزله و پیامدهای ناشی از آن به بررسی حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمان‌ها در برابر اثرات ناشی از زلزله پرداخته می‌شود. و سر انجام در **فصل پنجم** نیز بارهای ناشی از سیل، باران، یخ‌زدگی جوی و بار ناشی از انفجار ارایه خواهد شد.

نویسنده‌گان این اثر بر خود لازم می‌دانند از استاد گران‌قدر جناب آقای دکتر ملک محمد رنجبر که زحمت بازخوانی کتاب را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر کنند و از جناب آقای دکتر ابوالفضل درویزه که در امر چاپ کتاب مساعدت نمودند کمال قدردانی را داشته باشند. هم‌چنین از جناب آقای رضا پور رجبی که در مراحل تدوین و انتشار کتاب یاری‌گرمان بوده‌اند نیز سپاسگزاری می‌گردد.

هر چند طی بازخوانی‌های مکرر، سعی و تلاش فراوانی به عمل آمده تا کتاب حاضر از کمترین اشتباهات برخوردار باشد اما باور داریم این اثر دارای لغزش‌ها و کاستی‌هایی است. دریافت نقطه نظرات، پیشنهادها و رهنمودهای همکاران گرامی، دانشجویان ارجمند و خوانندگان عزیز موجب امتنان و سپاسگزاری خواهد بود.

## سامان داداش زاده، میثم پیکرنگار

# فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول – بارهای مرده و زنده</b>
۱	کلیات ..... ۱-۱
۱	گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها ..... ۲-۱
۳	مفهوم بارهای مرده ..... ۳-۱
۳	محاسبه‌ی بار مرده‌ی صالح ساختمانی ..... ۱-۳-۱
۷	محاسبه‌ی بار مرده‌ی کف ..... ۲-۳-۱
۷	محاسبه‌ی بار مرده در سقف طاق ضربی ..... ۱-۲-۳-۱
۹	محاسبه‌ی بار مرده در سقف تیرچه و بلوك ..... ۲-۲-۳-۱
۱۰	محاسبه‌ی بار مرده در سقف‌های با دال بتنی مجوف ..... ۳-۲-۳-۱
۱۲	محاسبه‌ی بار مرده‌ی دیوارهای پیرامونی ..... ۴-۲-۳-۱
۱۳	وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت ..... ۳-۳-۱
۱۳	مفهوم بار زنده ..... ۴-۱
۱۳	انواع بار زنده ..... ۱-۴-۱
۱۴	بارهای زنده‌ی استاتیکی ..... ۲-۴-۱
۲۱	بار تیغه‌ها (دیوارهای تقسیم کننده) ..... ۳-۴-۱
۲۵	نامناسب‌ترین وضعیت بارگذاری ..... ۴-۴-۱
۲۷	بار زنده‌ی نامشخص ..... ۵-۴-۱
۲۷	بار زنده‌ی متمرکز نامشخص ..... ۱-۵-۴-۱
۲۸	بار زنده‌ی گسترده‌ی نامشخص ..... ۲-۵-۴-۱
۲۸	بارهای زنده‌ی وارد بر نرده حفاظ، دستانداز، حفاظ پارکینگ و نرdban ثابت ..... ۶-۴-۱
۲۸	بار وارد بر نرده، نرده حفاظ و حفاظ جان‌پناه بام ..... ۱-۶-۴-۱
۲۹	بار وارد بر دستانداز ..... ۲-۶-۴-۱
۲۹	بار وارد بر حفاظ پارکینگ ..... ۳-۶-۴-۱
۲۹	بار وارد بر نرdban ثابت ..... ۴-۶-۴-۱
۲۹	مفهوم سطوح بارگیر اعضا ..... ۵-۱
۳۰	مفهوم سطح بارگیر در کف‌های یک‌طرفه (دال یک‌طرفه) ..... ۱-۵-۱
۳۱	مفهوم سطح بارگیر در کف‌های دو‌طرفه (دال دو‌طرفه) ..... ۲-۵-۱
۳۳	چگونگی تقسیم بار مرده‌ی تیغه در دال‌های یک‌طرفه ..... ۳-۵-۱
۳۹	مفهوم کاهش بار زنده ..... ۶-۱

۴۰	..... کاهش بار زنده در طبقات غیر از بامها	۱-۶-۱
۴۷	..... کاهش بار زنده در شرایط خاص	۲-۶-۱
۴۸	..... کاهش بار زنده فقط در بامها (تخت، شیبدار و قوسی)	۳-۶-۱
۵۵	..... بار ضربهای (بار زنده‌ی دینامیکی)	۷-۱
۵۷	..... بارگذاری جرثقیل‌ها	۱-۷-۱
۵۸	..... حداکثر بار چرخ جراثقال	۲-۷-۱
۵۸	..... بار قائم	۳-۷-۱
۵۹	..... بار افقی جانبی	۴-۷-۱
۵۹	..... بار افقی طولی	۵-۷-۱
۶۰	..... مسایل فصل اول	

## فصل دوم - بار برف

۶۷	..... کلیات	۱-۲
۶۷	..... عوامل مؤثر در میزان بار برف وارد بر سازه	۲-۲
۶۸	..... موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی	۱-۲-۲
۶۸	..... بافت شهری و تأثیر کنار هم قرار گرفتن سازه‌ها	۲-۲-۲
۶۹	..... نوع بامها و کاربری سازه‌ها	۳-۲-۲
۶۹	..... بار برف در بامها	۳-۲
۶۹	..... بار برف متوازن در بام‌های تخت و شیبدار	۱-۳-۲
۷۰	..... شدت بار برف در سطح زمین	۱-۱-۳-۲
۷۲	..... ضریب اهمیت بار برف	۲-۱-۳-۲
۷۳	..... ضریب برف‌گیری	۳-۱-۳-۲
۷۷	..... ضریب شرایط دمایی	۴-۱-۳-۲
۷۸	..... ضریب شیب	۵-۱-۳-۲
۸۲	..... بار برف حداقل متوازن برای بام‌های با شیب کم (تخت، شیبدار و قوسی)	۲-۳-۲
۸۶	..... بار برف نامتوازن در بام‌های تخت و شیبدار	۳-۳-۲
۹۱	..... بار برف متوازن در بام‌های قوسی	۴-۳-۲
۹۳	..... بار برف نامتوازن در بام‌های قوسی	۵-۳-۲
۹۸	..... بار متوازن در بام‌های کنگره‌ای یا دندانه‌ای	۶-۳-۲
۹۸	..... بار نامتوازن در بام‌های کنگره‌ای یا دندانه‌ای	۷-۳-۲
۹۹	..... انباشتگی برف	۴-۲
۹۹	..... انباشتگی برف در بام پایین‌تر ساختمان	۱-۴-۲
۱۰۰	..... لحظه و عدم لحظه اثر انباشتگی برف	۲-۴-۲

۱۰۲	..... محاسبه‌ی انباشتگی بار برف .....	۳-۴-۲
۱۰۵	..... انباشتگی برف در بام ساختمان‌های مجاور هم .....	۴-۴-۲
۱۰۶	..... برف لغزنده .....	۵-۲
۱۰۹	..... سربار باران بر برف .....	۶-۲
۱۰۹	..... بارگذاری جزیی .....	۷-۲
۱۱۱	..... ناپایداری برکه‌ای .....	۸-۲
۱۱۱	..... بام‌های موجود .....	۹-۲
۱۱۳	..... مسایل فصل دوم .....	

### فصل سوم - بار باد

۱۱۷	..... کلیات .....	۱-۳
۱۱۷	..... مفاهیم اولیه‌ی بار باد .....	۲-۳
۱۱۸	..... عوامل مؤثر بر نیروی باد .....	۳-۳
۱۲۰	..... اثرات نیروی باد بر روی سطوح خارجی و داخلی سازه .....	۴-۳
۱۲۰	..... فشار یا مکش خارجی .....	۱-۴-۳
۱۲۱	..... فشار یا مکش داخلی .....	۲-۴-۳
۱۲۱	..... روش‌های محاسبه‌ی بار باد وارد بر سازه .....	۵-۳
۱۲۲	..... محاسبه‌ی فشار باد وارد بر سازه .....	۶-۳
۱۲۲	..... ضریب اهمیت بار باد .....	۱-۶-۳
۱۲۳	..... فشار مبنای باد .....	۲-۶-۳
۱۲۵	..... ضریب بادگیری .....	۳-۶-۳
۱۲۵	..... سازه‌ی کوتاه مرتبه .....	۱-۳-۶-۳
۱۲۶	..... سازه‌ی بلند مرتبه .....	۲-۳-۶-۳
۱۲۶	..... ارتفاع مینا .....	۳-۳-۶-۳
۱۲۶	..... محاسبه‌ی ارتفاع مبنای سازه‌ی کوتاه مرتبه .....	۴-۳-۶-۳
۱۲۷	..... محاسبه‌ی ارتفاع مبنای سازه‌ی بلند مرتبه .....	۵-۳-۶-۳
۱۲۸	..... محاسبه‌ی ضریب بادگیری باد .....	۶-۳-۶-۳
۱۳۱	..... خیز سرعت باد در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی زمین .....	۷-۳-۶-۳
۱۳۳	..... ضریب اثر جهشی باد .....	۴-۶-۳
۱۳۳	..... ضریب اثر جهشی خارجی باد .....	۱-۴-۶-۳
۱۳۴	..... ضریب اثر جهشی داخلی باد در سازه‌های بزرگ .....	۲-۴-۶-۳
۱۳۶	..... محاسبه‌ی ضریب فشار .....	۵-۶-۳
۱۳۷	..... محاسبه‌ی حاصلضرب ترکیبی در ساختمان‌های کوتاه مرتبه .....	۱-۵-۶-۳

۱۵۴	..... محاسبه‌ی ضریب فشار خارجی در ساختمان‌های بلندمرتبه با بام تخت	۲-۵-۶-۳
۱۵۸	..... محاسبه‌ی حاصلضرب ترکیبی در پستی و بلندی‌های طبیعی و بالآمدگی‌ها	۳-۵-۶-۳
۱۵۹	..... محاسبه‌ی ضریب فشار داخلی	۴-۵-۶-۳
۱۶۲	..... بارگذاری جزیی نیروی باد	۷-۳
۱۶۵	..... اثرات ریزش گردبادی	۸-۳
۱۶۷	..... مسایل فصل سوم	

## فصل چهارم - بار زلزله

۱۷۲	..... کلیات	۱-۴
۱۷۴	..... گروه‌بندی احتمال وقوع زلزله	۲-۴
۱۷۴	..... زلزله‌ی خیلی شدید (حداکثر زلزله‌ی محتمل)	۱-۲-۴
۱۷۴	..... زلزله‌ی شدید (زلزله‌ی طرح)	۲-۲-۴
۱۷۴	..... زلزله‌ی خفیف (زلزله‌ی سطح بهره‌برداری)	۳-۲-۴
۱۷۵	..... گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب سیستم سازه‌ای	۳-۴
۱۷۶	..... سیستم دیوارهای باربر	۱-۳-۴
۱۷۸	..... سیستم قاب ساختمانی ساده	۲-۳-۴
۱۸۰	..... سیستم قاب خمشی	۳-۳-۴
۱۸۲	..... سیستم دوگانه یا ترکیبی	۴-۳-۴
۱۸۳	..... سایر سیستم‌های سازه‌ای	۵-۳-۴
۱۸۴	..... الزامات ژئوتکنیکی و گسل‌شناسی	۴-۴
۱۸۴	..... شناسایی نوع زمین و مطالعات ژئوتکنیکی	۱-۴-۴
۱۸۵	..... انواع ناپایداری‌های زمین ناشی از زلزله	۲-۴-۴
۱۹۵	..... ملاحظات طراحی و ساخت ساختمان در پهنه‌های گسلی	۳-۴-۴
۱۹۶	..... ملاحظات معماری	۵-۴
۱۹۹	..... ملاحظات سازه‌ای	۶-۴
۲۰۲	..... مفهوم مرکز جرم و مرکز سختی	۷-۴
۲۰۳	..... محاسبه‌ی مرکز جرم	۱-۷-۴
۲۰۴	..... محاسبه‌ی مرکز سختی	۲-۷-۴
۲۰۶	..... گروه‌بندی ساختمان بر حسب اهمیت سازه‌ای	۸-۴
۲۰۷	..... گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب نظم سازه‌ای (کالبدی)	۹-۴
۲۰۸	..... نامنظمی در پلان	۱-۹-۴
۲۱۳	..... نامنظمی در ارتفاع	۲-۹-۴
۲۲۱	..... تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طرح	۱۰-۴

۲۲۵	..... درز انقطاع	۱۱-۴
۲۲۷	..... تغییر مکان جانبی مجاز ناشی از زلزله‌ی بهره‌برداری	۱۲-۴
۲۲۹	..... مسایل فصل چهارم	

## فصل پنجم - بار سیل، باران، یخ‌زدگی جوی و انفجار

۲۳۳	..... کلیات	۱-۵
۲۳۳	..... بار سیل	۲-۵
۲۳۴	..... سیل طرح	۱-۲-۵
۲۳۴	..... ارتفاع سیل طرح	۲-۲-۵
۲۳۴	..... منطقه‌ی ویژه‌ی خطر سیل	۳-۲-۵
۲۳۵	..... دیوار فرو ریزشی	۴-۲-۵
۲۳۵	..... بار باران	۳-۵
۲۳۶	..... محاسبه‌ی بار ناشی از باران طرح	۱-۳-۵
۲۳۸	..... بررسی ناپایداری انباستگی آب	۲-۳-۵
۲۴۰	..... بار یخ و یخ‌زدگی جوی	۴-۵
۲۴۱	..... محاسبه‌ی بار یخ	۱-۴-۵
۲۴۳	..... محاسبه‌ی حجم یخ در مقاطع سازه‌ای و منشوری	۲-۴-۵
۲۴۵	..... بار انفجار	۵-۵
۲۴۵	..... موج انفجار	۱-۵-۵
۲۴۵	..... سیستم‌های سازه‌ای مقاوم در برابر انفجار	۲-۵-۵
۲۴۶	..... محاسبه‌ی بار ناشی از انفجار وارد بر پوسته‌ی ساختمان	۳-۵-۵
۲۴۷	..... ظرفیت باقی‌مانده‌ی بار انفجار	۴-۵-۵
۲۴۹	..... مسایل فصل پنجم	
۲۵۰	..... پیوست - ترکیب بارها	
۲۶۴	..... مراجع	