

۱۴۰۴/۸/۳
۹۵/۲/۱۷



عناصر سازه‌ای برای معماران

تالیف

دکتر محمود گلابچی

مهندس مجتبی امیری

www.ketab.ir



شماره مسلسل ۸۷۴۴

شماره انتشار ۳۷۲۱

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه : گلابچی، محمود، ۱۳۳۶-
عنوان و نام پدیدآور : عناصر سازه‌ای برای معماران / تألیف محمود گلابچی، مجتبی امیری.
مشخصات نشر : تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۵۸۰ ص: مصور، جدول ۲۲ × ۲۹ س. م.
فروست : انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۷۲۱.
شابک : 978-964-03-6891-6
وضعیت فهرست‌نویسی : فیا.
داشت : کتابخانه.
موضوع : مهندسی سازه
سوع : تحلیل سازه
موضوع : پی سازی
شناسه افده : امیری، مجتبی، ۱۳۶۳-
شناسه افده : دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگر : ۱۳۹۱ ع ۸ گ ۶۳۳ / TA
رده‌بندی دیویی : ۶۲۴
شماره کتابشناسی : ۴۰۰۸۶

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌باشد.

ISBN:978-964-03-6891-6



9 789640 368916

عنوان: عناصر سازه‌ای برای معماران
تألیف: دکتر محمود گلابچی- مهندس مجتبی امیری
ویرایش فنی و زبانی: مجید جهانی
نویت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۵
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۴۵۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

V مقدمه

فصل اول: کلیات ۱

- ۱- تعریف سازه ۱
- ۲- طراحی سازه‌ای ۲
- ۳- تشابه در طبیعت ۳
- ۴- بارهای وارد بر سازه ۵
- ۵- الزامات عملکردی اصلی ۱۱
- ۶- موضوعات معماری ۱۳

فصل دوم: مفاهیم اساسی سازه ۱۹

- ۱- نیرو ۱۹
- ۲- ویژگی‌های نیرو ۲۱
- ۳- اجسام صلب ۲۲
- ۴- نیروهای داخلی و خارجی ۲۲
- ۵- گشتاور نیرو ۲۴
- ۶- کشش ۲۶
- ۷- فشار ۲۶
- ۸- خمش ساده ۲۶
- ۹- برش ساده ۲۷
- ۱۰- کمانش ۲۲
- ۱۱- مفهوم تنش ۲۴
- ۱۲- تغییر شکل و کرنش ۳۰
- ۱۳- تمرکز تنش ۳۳
- ۱۴- طبقه‌بندی بارهای سازه‌ای ۳۴
- ۱۵- ترسیم بارگذاری ۳۸

فصل سوم: پی ۴۱

- ۱- مقدمه ۴۱
- ۲- الزامات عملکردی ۴۲
- ۳- انواع پی ۴۹
- ۴- پی روی سطح شیبدار ۶۹

فصل چهارم: ستون ۷۷

- ۱- مقدمه ۷۷
- ۲- ستون‌های کوتاه و بلند ۷۷
- ۳- مهاربند جانبی میانی ستون ۸۳
- ۴- مهاربند کششی ستون ۸۴
- ۵- مصالح و مقاطع مختلف ستون‌ها ۸۵
- ۶- اشکال طولی مناسب ستون ۱۰۷
- ۷- زیبایی‌شناسی ستون ۱۰۹

فصل پنجم: دیوار ۱۳۱

- ۱- مقدمه ۱۳۱
- ۲- دیوار باربر ۱۳۲
- ۳- دیوارهای بتنی ۱۳۵
- ۴- دیوارهای مصالح بنایی ۱۴۰
- ۵- دیوارهای ستونکی قاب‌بندی‌شده ۱۴۹
- ۶- دیوار برشی ۱۵۲
- ۷- دیوار برشی لوله‌ای (هسته برشی) ۱۶۹
- ۸- دیوار حائل ۱۸۸
- ۹- دیوار پی ۱۹۳
- ۱۰- زیبایی‌شناسی دیوار ۱۹۷

فصل ششم: تیر ۲۰۵

- ۱- مقدمه ۲۰۵
- ۲- طبقه‌بندی تیرها ۲۰۷
- ۳- تنش‌های خمشی تیر ۲۱۱
- ۴- تنش‌های برشی تیر ۲۱۴
- ۵- نیروی برشی و گشتاور خمشی تیرها ۲۲۱
- ۶- تغییر شکل (خیز) در تیرها ۲۲۹
- ۷- مصالح و مقاطع مختلف تیرها ۲۳۳
- ۸- زیبایی‌شناسی تیر ۲۳۸

فصل هفتم: خرپا ۲۴۱

- ۱- مقدمه ۲۴۱
- ۲- تعریف خرپا ۲۴۲
- ۳- پایداری و تعیین‌پذیری خرپا ۲۴۵
- ۴- تجزیه و تحلیل نیرو با روش گره ۲۴۶
- ۵- روش مقاطع ۲۵۳
- ۶- اعضای کششی قطری ۲۵۷

۷- انواع خرپا ۲۶۲

۸- کاربرد خرپا ۲۶۸

فصل هشتم: قوس ۲۸۷

۱- قوس ۲۸۷

۲- قوس‌های ثابت (صلب) ۲۹۱

۳- قوس‌های دومفصلی ۲۹۲

۴- قوس‌های سهمفصلی ۲۹۴

۵- اجرای قوس ۲۹۵

فصل نهم: قاب ۳۱۱

۱- قاب یا سازه تیر و ستونی ۳۱۲

۲- رفتار قاب تحت بارگذاری ۳۱۹

۳- قاب صلب ۳۲۰

۴- قاب مهاربندی شده ۳۳۲

۵- مهاربندی افقی ۳۴۲

فصل دهم: کف ۳۴۵

۱- مقدمه ۳۴۵

۲- انواع سیستم‌های افقی کف ۳۴۸

فصل یازدهم: کابل ۳۷۲

۱- مقدمه ۳۷۲

۲- ویژگی‌ها و هندسه کابل ۳۷۴

۳- عناصر اصلی ۳۷۸

۴- کاربردهای اصلی کابل ۳۸۳

فصل دوازدهم: سقف (بام) ۴۲۳

۱- مقدمه ۴۲۳

۲- انواع سقف ۴۲۴

۱-۲- بام تخت ۴۲۴

۲-۲- بام شیبدار ۴۲۹

۳-۲- بام منحنی (طاقی) ۴۳۳

۴-۲- سقف ورق تاشده ۴۳۴

۵-۲- سقف پوسته‌ای ۴۴۱

۶-۲- سقف غشایی ۴۷۹

۷-۲- سقف‌های فضاکار ۵۱۳

۸-۲- سقف گنبدی ۵۲۴

منابع	۵۴۵
واژه‌نامه	۵۴۹
نمایه	۵۵۹

www.ketab.ir

مقدمه

سازه و معماری می‌توانند به شیوه‌های مختلفی با یکدیگر مرتبط باشند. عدم وجود ارتباط مناسب میان سازه و معماری می‌تواند مشکلات و نواقص متعددی را در مراحل طراحی و اجرای ساختمان ایجاد نماید. این مشکلات طیف وسیعی از برتری کامل سازه بر معماری در مراحل طراحی تا نادیده گرفتن کامل ضرورت‌های سازه‌ای در تعیین شکل و مشخصات اولیه را شامل می‌گردد.

این امر که آگاهی نسبت به نقش سازه بیان درک معماری ضروری است از دیرباز مورد قبول بوده است. ویترولیوس در زمان پایه‌گذاری امپراطوری روم سه جزء اساسی معماری را با عناوین *firmitas*, *utilitas*, *venustas* شناسایی کرد و سر هنری وتن، در قرن هفدهم آنها را به *Firmitas* (استحکام)، *Commodity* (قابل استفاده بودن، سودمند) و *Delight* (لذت) ترجمه کرد.

استحکام پایه‌ای‌ترین کیفیت مورد انتظار از ساختمان است و به تعادل ساختمان در حفظ تمامیت کالبدی آن و بقا به عنوان یک پدیده فیزیکی مرتبط می‌شود. آن بخش از ساختمان که نیاز به استحکام (*Firmitas*) را تأمین می‌کند سازه است. سازه جزء اساسی ساختمان است؛ بدون سازه، ساختمانی وجود نخواهد داشت و بنابراین سایر کیفیت‌ها نیز حاصل نخواهد شد.

سازه بخشی از ساختمان است که نقش آن حفظ پایداری ساختمان تحت تأثیر نیروها، بارها و عوامل محیطی است که در معرض آن قرار می‌گیرد. مهم آن است که کل سازه (یا بخشی از آن) در زمانی که در معرض چنین نیروها و بارهایی قرار می‌گیرد، فرو نریزد، نشکند و به مقدار غیرقابل قبولی تغییر شکل ندهد.

ساده‌ترین راه توصیف عملکرد یک سازه معماری این است که سازه را قسمتی از بنا بدانیم که در برابر بارهای وارده مقاومت می‌کند. بنابراین، عملکرد سازه را می‌توان این گونه خلاصه کرد: تأمین مقاومت و استحکام لازم برای جلوگیری از فرو ریختن ساختمان و یا غیرقابل استفاده شدن آن.

به عبارتی دیگر عملکرد اصلی سازه، انتقال بارهای وارد بر ساختمان به تکیه‌گاه و در نهایت به فونداسیون در زمین است. هر ساختمان با هر شکل، فرم و سیستم سازه‌ای، در کنار عناصری که نقشی در انتقال بار ندارند مانند دیوارهای جداکننده، از عناصری تشکیل می‌شود که وظیفه اصلی آنها تحمل و انتقال

بارهای وارد بر ساختمان است؛ که در این کتاب تحت عنوان عناصر سازه‌ای نامیده می‌شوند.

بنابراین برای درک کامل کیفیت‌های یک اثر معماری، طراح، منتقد یا بیننده باید درباره ترکیب سازه‌ای آن آگاهی داشته باشد. لازمه این امر قابلیت تشخیص یک ساختمان به عنوان شیئی سازه‌ای است؛ یعنی مهارتی که به آگاهی نسبت به نیازهای کاربردی سازه و توانایی تمایز بین عناصر سازه‌ای و غیر سازه‌ای یک ساختمان بستگی دارد.

در همین راستا این کتاب با عنوان **"عناصر سازه‌ای برای معماران"**، در دوازده فصل تدوین شده است که ده فصل آن به طور جداگانه به معرفی متداول‌ترین عناصر سازه‌ای در ساختمان‌ها می‌پردازد. فصل اول با عنوان **کلیات**، در پنج زیربخش با عناوین تعریف سازه، طراحی سازه‌ای، تشابه در طبیعت، بارهای وارد بر سازه‌ها، الزامات عملکردی اصلی و موضوعات معماری تشریح شده است. در فصل دوم به **مفاهیم اساسی سازه** پرداخته شده است که در آن از مباحثی مانند نیرو و ویژگی‌های آن، اجسام صلب، نیروهای داخلی و خارجی، گشتاور نیرو، کشش، فشار، برش، خمش، کمانش، تنش، تغییرشکل و کرنش، تمرکز تنش، بارها و مفهوم بارگذاری سخن به میان آمده است. فصل سوم به مبانی پی اختصاص یافته است. در این فصل بعد از مقدمه و الزامات عملکردی، به تشریح انواع پی پرداخته شده است و در انتها پی روی سطح شیبدار توضیح داده شده است.

فصل چهارم به تشریح یکی از مهم‌ترین عناصر سازه‌ای انواع ساختمان‌ها یعنی **ستون** پرداخته است. در این فصل بعد از مقدمه، ستون‌های کوتاه و بلند، مهاربند جانبی میانی و سر، مهاربند کششی ستون، مصالح و مقاطع مختلف ستون‌ها، اشکال طولی و عرضی ستون و در انتهای فصل به مسائل زیبایی‌شناسی ستون در معماری پرداخته شده است. فصل پنجم با عنوان **دیوار** به معرفی انواع مختلف دیوارهای سازه‌ای می‌پردازد. دیوار بار، دیوارهای بتنی، دیوارهای مصالح بتایی، دیوارهای ستونکی قاب‌بندی شده، دیوار برشی، دیوار برشی لوله‌ای، دیوار حائل، دیوار پی از جمله دیوارهای معرفی شده در این فصل هستند. در انتهای فصل نیز همانند فصل قبل، از مسائل زیبایی‌شناسی دیوار سخن به میان آمده است.

فصل ششم به معرفی یکی از مهم‌ترین عناصر سازه‌ای ساختمان‌ها یعنی **تیر** اختصاص یافته است. بعد از مقدمه و طبقه‌بندی تیرها و بارها، مباحثی چون تنش‌های خمشی و برشی تیر، نیروی برشی و گشتاور خمشی، تغییرشکل تیر، مصالح و مقاطع مختلف تیر و مسائل زیبایی‌شناسی تیر تشریح شده‌اند. فصل هفتم با عنوان **خرپا**، دربرگیرنده مباحثی از قبیل تعریف خرپا، پایداری و تعیین‌پذیری، تجزیه و تحلیل نیرو با روش گره، روش مقاطع، اعضای کششی قطری، انواع خرپا، کاربرد خرپا است.

در فصل هشتم که به معرفی قوس پرداخته است، انواع قوس‌های ثابت، دومفصلی، سه‌مفصلی و اجرای آن موضوع مورد بحث است. فصل نهم تحت عنوان قاب، موضوعات قاب یا سازه تیر و ستونی، رفتار قاب تحت بارگذاری، قاب صلب و مهاربندی‌شده و مهاربندی افقی مطرح شده‌اند و فصل دهم با عنوان کف به معرفی انواع سیستم‌های افقی می‌پردازد. فصل یازدهم به عنصر سازه‌ای کابل اختصاص یافته است که موضوعات ویژگی‌ها و هندسه کابل، عناصر اصلی و کاربردهای اصلی کابل ارائه شده‌اند. و در نهایت فصل دوازدهم به معرفی انواع سقف‌ها از قبیل بام تخت، شیدار، منحنی، ورق تاشده، پوسته‌ای و ... می‌پردازد.

در پایان از همکاری خانم مهندس سسیده غزاله اقبالی نمین برای ترسیم تعدادی از تصویرهای کتاب، همچنین تلاش مسئولان و کارکنان محترم مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران برای انتشار این کتاب تشکر و قدردانی می‌شود.

دکتر محمود گلابچی (استاد دانشکده معماری - شاه تهران)

مجتبی امیری