

معماری تغییر فرم‌پذیر

www.ketab.ir

تالیف:

دکتر کنایون تقی‌زاده دانشیار دانشگاه تهران
دکتر محمود گلابچی استاد دانشگاه تهران
لادن وجدان‌زاده



شماره مسلسل ۱۰۴۶۹

شماره انتشار ۳۹۶۸

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: تقی‌زاده، کتابیون، ۱۳۴۶-
عنوان و نام پدیدآور	: معماری تغییرفرم‌پذیر/ تألیف کتابیون تقی‌زاده، محمود گلابچی، لادن وجدان‌زاده.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۳۷۰ ص: مصور
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۹۶۸.
شابک	: 978-964-03-7241-8
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: چاپ اول و دوم ۱۳۹۷
یادداشت	: چاپ چهارم
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: سازه‌های انعطاف‌پذیر- ساختمان‌های مدولار
موضوع	: معماری-- طراحی-- ترکیب، تناسب و غیره
موضوع	: پایداری سازه‌ها- معماری-- نوآوری
شناسه افزوده	: گلابچی، محمود، ۱۳۳۶-
شناسه افزوده	: وجدان‌زاده، لادن، ۱۳۶۰-
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات. University of Tehran. Press
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۹ س/۱۳۶۰/۶۶۰ TA
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۷۰۶۶۸

www.ketab.ir

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 می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.
(این کتاب با کاغذ حمایتی به‌چاپ رسیده است.)



عنوان: معماری تغییرفرم‌پذیر
تألیف: دکتر کتابیون تقی‌زاده- دکتر محمود گلابچی- لادن وجدان‌زاده
ویرایش ادبی: فرشاد رضوان
نوبت چاپ: چهارم
تاریخ انتشار: ۱۳۹۹
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۸۲۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press @ ut. ac. ir - تارنما: http://press.ut.ac.ir

بخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست

پیشگفتار

۱	فصل اول: پیشینه معماری تغییر فرم پذیر
۳	۱.۱. مقدمه
۶	۲.۱. پیشینه
۱۳	فصل دوم: انعطاف پذیری در معماری
۱۵	۱.۲. مقدمه
۱۸	۲.۲. تطبیق پذیر
۲۰	۳.۲. متحرک
۲۱	۴.۲. تعاملی
۲۲	۵.۲. تغییر پذیر
۳۱	فصل سوم: مکانیزم و طبقه بندی معماری و سازه های تغییر فرم پذیر
۳۳	۱.۳. مقدمه
۳۴	۲.۳. طبقه بندی بر اساس نوع تغییر
۳۵	۳.۳. طبقه بندی بر اساس مورفولوژی (ریخت شناسی)
۳۷	۱.۳.۳. ساختار مشبک
۴۳	۲.۳.۳. سیستم پیوسته
۴۸	۴.۳. ویژگی های حرکتی
۴۹	۵.۳. تیپولوژی قابل گسترش - ساختار درختی ادرور
۴۹	۱.۵.۳. اجزای سازه ای
۶۷	۶.۳. معماری جنبشی
۶۸	۱.۶.۳. ساختمان هایی با موقعیت متغیر و سیار
۶۹	۲.۶.۳. ساختمان هایی با هندسه متغیر یا متحرک
۷۳	فصل چهارم: سازه های قیچی سان
۷۵	۱.۴. مقدمه

۷۵	۲.۴. پیشینه سازه‌های قیچی سان
۷۸	۳.۴. مکانیزم‌های سازه‌های قیچی سان
۷۹	۱.۳.۴. سازه‌های قیچی سان - واحد انتقالی
۸۰	۲.۳.۴. سازه‌های قیچی سان - واحد قطبی
۸۰	۳.۳.۴. سازه‌های قیچی سان - واحد زاویه‌دار
۸۲	۴.۳.۴. سایر سازه‌های قیچی سان
۸۶	۵.۳.۴. تقسیم‌بندی دیگر
۸۶	۴.۴. حرکت‌شناسی
۸۷	۵.۴. رفتار سازه‌های قیچی سان در مرحله باز و بسته شدن
۸۷	۶.۴. هندسه زیربنایی
۸۸	۷.۴. الزامات سازه‌ای
۹۰	۸.۴. مورد پژوهی

فصل پنجم. پل‌های متحرک

۱۰۳	
۱۰۵	۱.۵. پیشینه تاریخی
۱۰۸	۲.۵. ویژگی پل‌های متحرک
۱۰۹	۱.۲.۵. معایب پل‌های متحرک
۱۱۰	۲.۲.۵. مزایای پل‌های متحرک
۱۱۱	۳.۵. انواع پل‌های متحرک بر اساس نوع حرکت
۱۱۳	۱.۳.۵. پل باسکولی
۱۲۱	۲.۳.۵. پل بالارونده
۱۲۵	۳.۳.۵. پل گردان
۱۲۸	۴.۳.۵. سایر پل‌های متحرک
۱۳۲	۴.۵. نکات مهم در طراحی پل
۱۳۳	۱.۴.۵. عملکرد با سرعت بالا
۱۳۳	۲.۴.۵. پایداری
۱۳۳	۳.۴.۵. دهانه‌های بزرگ
۱۳۴	۴.۴.۵. مناطق با طوفان‌های شدید
۱۳۴	۵.۴.۵. امنیت ترافیک اتوبان
۱۳۴	۶.۴.۵. طراحی و جزئیات

۱۳۵	۷.۴.۵. تحلیل سیستم در شرایط باز و بسته شدن پل
۱۳۶	۸.۴.۵. فضای مناسب برای حرکت پل
۱۳۶	۹.۴.۵. نصب و تجهیز ماشین آلات
۱۳۷	۱۰.۴.۵. رابطه بخش‌های مکانیکی و الکتریکی با سازه
۱۳۸	۱۱.۴.۵. ساخت دهانه متحرک
۱۳۸	۵.۵. مورد پژوهی

۱۴۳ فصل ششم: معماری قابل حمل

۱۴۵	۱.۶. مقدمه
۱۴۶	۲.۶. پیشینه معماری قابل حمل
۱۴۷	۳.۶. طبقه‌بندی معماری قابل حمل
۱۵۰	۴.۶. طبقه‌بندی دیگری از معماری قابل حمل
۱۵۰	۱.۴.۶. بسته مسطح
۱۵۰	۲.۴.۶. پانتوگراف
۱۵۱	۳.۴.۶. سیستم غشایی
۱۵۱	۴.۴.۶. سیستم پرشده از هوا
۱۵۱	۵.۴.۶. تنسگریتی
۱۵۱	۶.۴.۶. غلاف یا کپسول
۱۵۲	۵.۶. مورد پژوهی

۱۶۷ فصل هفتم: پناهگاه‌های سیار

۱۶۹	۱.۷. مقدمه
۱۷۰	۲.۷. طبقه‌بندی بر اساس سازه، ساختار و فرم‌شناسی
۱۷۱	۱.۲.۷. فرم
۱۷۲	۲.۲.۷. ساخت
۱۷۷	۳.۲.۷. روش نصب
۱۷۹	۳.۷. روش‌های اجرای پناهگاه‌های سیار
۱۷۹	۱.۳.۷. تیرهای متصل و کمانی شکل مدولار
۱۸۲	۲.۳.۷. پناهگاه‌های بزرگ

۱۸۲	۴.۷. مورد پژوهی
۱۸۹	فصل هشتم: سازه‌های هوای فشرده
۱۹۱	۱.۸. مقدمه
۱۹۱	۲.۸. پیشینه سازه‌های هوای فشرده
۱۹۲	۳.۸. سازه‌های پس‌تنبیده مدولار پرشده از هوا
۱۹۲	۴.۸. عناصر مدولار پرشده از هوا به‌کار رفته در سازه‌های پوسته‌ای
۱۹۲	۱.۴.۸. اجزای اصلی
۱۹۳	۲.۴.۸. اجزای سازه‌ای
۱۹۵	۳.۴.۸. انتقال نیرو
۱۹۵	۵.۸. اعمال پس‌کشیدگی و خود نصب‌شوندگی
۱۹۵	۱.۵.۸. عملکرد خود نصب‌شوندگی
۱۹۷	۲.۵.۸. اعمال پس‌کشیدگی به سازه کامل شده
۱۹۷	۶.۸. تنظیم صلیبیت و سختی سیستم
۱۹۷	۱.۶.۸. سازه‌هایی با صلیبیت متغیر
۱۹۸	۲.۶.۸. سازه‌های سخت انطباق‌پذیر
۱۹۹	۷.۸. فناوری
۱۹۹	۱.۷.۸. بالشتک‌های پرشده از هوا
۲۰۰	۲.۷.۸. اتصالات بالشتک‌ها
۲۰۰	۳.۷.۸. سیستم تأمین هوا
۲۰۱	۸.۸. مورد پژوهی

۲۰۹	فصل نهم: سقف‌های تغییر فرم‌پذیر
۲۱۱	۱.۹. مقدمه
۲۱۱	۲.۹. پیشینه سقف‌های تغییر فرم‌پذیر
۲۱۳	۳.۹. دسته‌بندی سقف‌های تغییر فرم‌پذیر
۲۱۵	۱.۳.۹. سقف با سازه غشایی
۲۱۷	۲.۳.۹. سقف با صفحات دوبعدی و صلب (سازه صلب)
۲۱۷	۳.۳.۹. سقف با سازه قیچی‌سان
۲۱۸	۴.۳.۹. سقف با سیستم نصب پانتادوم

۲۱۹	۵.۳.۹. سقف با سازه تنسگریتی
۲۲۰	۶.۳.۹. سقف با المان چتری
۲۲۲	۷.۳.۹. سقف با المان مفصلی تاشونده
۲۲۳	۸.۳.۹. سقف سازه‌های پرشده از هوا
۲۲۳	۴.۹. روش‌های گسترش و جمع شدن
۲۲۴	۱.۴.۹. حرکت کشویی
۲۲۴	۲.۴.۹. حرکت محوری
۲۲۵	۳.۴.۹. سیستم تاشونده یا رولی
۲۲۵	۴.۴.۹. سیستم قابل گسترش
۲۲۵	۵.۴.۹. سیستم ترکیبی
۲۲۵	۵.۹. انواع سیستم‌های متحرک
۲۲۶	۱.۵.۹. چرخ خود حرکت کننده
۲۲۶	۲.۵.۹. کابل کشی
۲۲۶	۳.۵.۹. چرخ و دنده
۲۲۶	۴.۵.۹. جک
۲۲۶	۵.۵.۹. سیستم‌های محرک ایستا
۲۲۷	۶.۹. الزامات طراحی
۲۲۷	۱.۶.۹. هندسه اجزای متحرک
۲۲۷	۲.۶.۹. محافظت از سازه‌های غشایی در حالت کشش
۲۲۸	۳.۶.۹. محافظت از سازه‌های غشایی در هنگام حرکت
۲۲۸	۴.۶.۹. محافظت از سازه‌های غشایی در زمان جمع شدگی
۲۲۸	۵.۶.۹. نا شدن پوشش‌های غشایی
۲۲۸	۶.۶.۹. نیروهای وارده بر سازه غشایی
۲۳۰	۷.۹. مورد پژوهی
۲۴۱	فصل دهم: بیومیمتیک
۲۴۳	۱.۱۰. مقدمه
۲۴۴	۲.۱۰. بیومیمتیک
۲۴۶	۳.۱۰. بیونیک
۲۴۷	۴.۱۰. الهام از طبیعت

پیشگفتار

در طول تاریخ انسان‌ها برای بقای خود تغییرات متعددی را تجربه نموده‌اند. در آغاز، زمانی که انسان‌ها بر روی زمین در حال حرکت و کوچ بودند اقتصاد بر پایه جمع‌آوری خوراک، صید و شکار قرار داشت، و جایگاه ثابتی برای ذخیره آذوقه نداشتند و همواره از سرزمینی به سرزمین دیگر کوچ می‌کردند. اوضاع و احوال طبیعی در اغلب مناطق چنان بود که تشکیل هرگونه اقامتگاه بزرگ و دائمی را غیرممکن می‌ساخت. آشنایی انسان با امور کشاورزی و ذخیره آذوقه و یافتن سرزمین‌های مستعد، اندک اندک او را از زندگی کوچ‌رو و بیابان‌گردی به یکجانشینی و تشکیل سکونتگاه‌های دائمی و دهکده‌های پایدار هدایت کرد. بنابراین انسان‌ها پس از یکجانشینی و ایجاد روستاها و شهرها در ساختمان‌هایی زندگی کرده‌اند که موضوع و پایه آن ثابت و غیرقابل تغییر بوده است. زیرا بقا و تداوم زندگی خود را در بناهایی ثابت و ایستا می‌دیدند.

از دریچه چنین نگرشی معماری به‌عنوان یک ساختار و سکونت دائمی پذیرفته شده و به سندرم تاریخی ایستایی بنا (ساکن بودن) تبدیل شده است. این حرکت در روند فکری و عملی طراحان و معماران رسوخ کرده و نتیجه چنین تفکری جست‌وجوی مصالح و سیستم‌هایی است که مدت زمان ایستایی بنا را افزایش داده و ساخت بناهایی به‌صورت آثار هنری را مرسوم نموده است. واضح و روشن است که سندرم تاریخی ایستایی بنا در معماری دائمی بوده و به جامعه مدرن در عصر پویایی و دینامیک رسیده است و حتی در عصر حاضر به روند خود به‌صورت پیوسته ادامه می‌دهد. بنابراین ایجاد تغییرات آتی نظیر گسترش، جمع‌شدگی، حرکت یا تغییر مکان و حتی انقباض در چنین بناهایی غیرممکن خواهد بود.

بنابراین چنین می‌توان نتیجه گرفت که توجه زیادی به توسعه روش‌های مبتنی بر حرکت در معماری نشده و این نتیجه توافقی است که بین معمار و جامعه صورت گرفته است؛ توافقی که معماری را ساکن و ایستا معرفی می‌کند. اما از سوی دیگر پاسخگویی به شرایط متغیر و نیازهای جدید همواره ضرورتی اجتناب‌ناپذیر در معماری است. همان طوری که بر اساس نظریه چارلز داروین بقا همیشه به قابلیت جسم برای انطباق در یک محیط در حال تغییر وابسته است. این نظریه در مورد معماری نیز صادق است. بنابراین معماری نیز

نیازمند تغییرات مداوم خواهد بود.

ساخت بناهایی با قابلیت حرکت، چرخش، انتقال و مهم‌تر از همه انعطاف‌پذیری بر مبنای تأمین خواسته‌ها و نیاز کاربر یا عوامل محیطی، جزو رویاهای انسان به حساب می‌آید و همین بلندپروازی‌ها او را به پیشرفت و تفکرات خلاقانه واداشته است. ساخت بناهایی که همچون موجودی زنده دارای حرکت هستند فلسفه جدیدی را در حیطه معماری به وجود آورده است که پویایی و انعطاف‌پذیری را نه در مفهوم که در صورت و فرم به معرض نمایش می‌گذارد. از همین روی تغییر فرم‌پذیری در معماری امروزی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر بوده و ضامن بقای آن و تأمین خواسته‌ها و نیازهای کاربران فضاهای معماری است. همچنین در بسیاری از موارد چنین معماری نیازمند بهره‌گیری از سازه‌ای مناسب، تغییر فرم‌پذیر و پویاست تا از تعامل معماری و سازه، فضای فیزیکی چنین بینشی شکل گرفته و نیازهای متغیر کاربر را فراهم کند. برای تحقق این هدف، علاوه بر طراحی معماری بهره‌گیری از درک رفتار سازه‌ها در کلیه مراحل (طراحی اولیه تا اجرای بنا) از مهم‌ترین ضروریات است. درک حسی مفاهیم اساسی در رفتار سازه‌ای ساختمان‌ها برای هماهنگی میان طراحی معماری و محاسبات سازه‌ای امری ضروری است و موفقیت طرح معماری بدون شناخت دقیق رفتار سازه امری محال است.

تدوین کتاب «معماری تغییر فرم‌پذیر» که به بررسی رفتار سازه‌ای چنین معماری می‌پردازد در راستای تحقق همین هدف صورت گرفته است. موضوع اصلی این کتاب معرفی معماری تغییر فرم‌پذیر و کاربرد آن در طرح‌های معماری است. این کتاب در یازده فصل تدوین شده است که هفت فصل آن به معرفی متداول‌ترین معماری تغییر فرم‌پذیر می‌پردازد. فصل اول با عنوان پیشینه معماری تغییر فرم‌پذیر به بررسی پیشینه استفاده و بهره‌گیری از این معماری در جوامع مختلف می‌پردازد.

در فصل دوم به موضوع انعطاف‌پذیری و طبقه‌بندی آن در معماری پرداخته شده است. همچنین اسامی و نام‌های متعددی که برای این گونه از معماری استفاده می‌شود مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

با شروع فصل سوم معماری تغییر فرم‌پذیر به شیوه‌ها و روش‌های گوناگونی طبقه‌بندی می‌شود که در ادامه کتاب بر اساس همین طبقه‌بندی به شرح هر کدام از زیرمجموعه‌های مشخص شده خواهیم پرداخت.