

دفتر یادداشت سازه های تونیهانت

آشنایی با مفاهیم پایه

"سازه در معماری"

مؤلف انگلیسی

تونیهانت

ترجمه و نگارش

دکتر علی اکبر حیدری

(عضو هیئت علمی دانشگاه هنر)

مهندس سید امید ساجدی

سرشناسه	:	حیدری، علی اکبر، ۱۳۳۴-
عنوان و نام پدیدآور	:	آشنایی با مفاهیم پایه سازه در معماری
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه هنر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۱۹۵ص.
شابک	:	978-600-6513-09-6
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبای مختصر
یادداشت	:	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
یادداشت	:	بالای عنوان: دفتر یادداشت سازه های تونی هانت.
یادداشت	:	کتابنامه.
شناسه افزوده	:	ساجدی، امیر
شناسه افزوده	:	هانت، آنتونی
شناسه افزوده	:	(Hunt, Tony (Anthony
شناسه افزوده	:	دانشگاه هنر
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۷۹۰۸۴۴

عنوان: آشنایی با مفاهیم پایه سازه در معماری

پدیدآورنده: علی اکبر حیدری

صفحه آرایی: خانم قاسمی

تاریخ انتشار: بهار ۱۳۹۴

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۵۰۰

قیمت: ۱۶۰۰۰ ریال

ناشر: اداره انتشارات دانشگاه هنر

چاپ و صحافی: دانشگاه هنر

شابک: ۹۷۸۶۰۰۶۵۱۳۰۹۰۶



دانشگاه هنر

کلیه حقوق این اثر برای دانشگاه هنر محفوظ است

نشانی: تهران، خیابان حافظ، خیابان سرهنگ سخایی، بین تقاطع

سی تیر و فردوسی، شماره ۵۸، دانشگاه هنر، تلفن ۶۶۷۲۵۶۸۲

artunipub@art.ac.ir

فهرست کلی کتاب

۹	پیشگفتار چاپ اول مؤلف انگلیسی
۱۰	پیشگفتار چاپ دوم مؤلف انگلیسی
۱۱	پیشگفتار مترجمان و مؤلفان
۱۳	مقدمه
۱۵	فصل اول: سازه و فرم‌های سازه‌ای
۳۳	فصل دوم: مواد و مصالح سازه‌ای
۴۵	فصل سوم: بررسی بارهای وارد بر سازه
۵۵	فصل چهارم: تعادل
۷۳	فصل پنجم: عضوهای سازه‌ای و رفتار آنها
۹۱	فصل ششم: انواع سازه
۱۴۵	فصل هفتم: آشنایی با چند سازه و مجموعه‌ی مهم
۱۶۵	پیوست‌ها
۱۸۳	فهرست اشکال و جداول
۱۸۹	واژگان
۱۹۵	منابع و مآخذ

فهرست تفصیلی کتاب

پیشگفتار چاپ اول مؤلف انگلیسی	۹
پیشگفتار چاپ دوم مؤلف انگلیسی	۱۰
پیشگفتار مترجمان و مؤلفان	۱۱
مقدمه	۱۳
فصل اول: سازه و فرم‌های سازه‌ای	۱۵
۱-۱ سازه	۱۷
۲-۱ مهندسی سازه	۱۷
۳-۱ طراح سازه	۱۷
۴-۱ روند طراحی	۱۸
۵-۱ طراحی بهینه	۱۸
۶-۱ عوامل اثرگذار بر طراح	۱۸
۷-۱ طبقه بندی فرم‌های سازه‌ای از نظر هندسی	۱۹
۱-۷-۱ توپر (صلب)	۱۹
۲-۷-۱ صفحه‌ای	۱۹
۳-۷-۱ اسکلتی	۲۰
۴-۷-۱ غشایی	۲۱
۵-۷-۱ ترکیبی (هیبرید)	۲۱
۸-۱ فرم‌های سازه‌ای از نظر ساخت	۲۲
۱-۸-۱ فرم سازه‌ای در طبیعت	۲۲
۲-۸-۱ فرم سازه‌ای ساخته‌ی بشر	۲۶
فصل دوم: مواد و مصالح سازه‌ای	۳۳
۱-۲ مواد	۳۵
۲-۲ مقاومت	۳۵
۳-۲ سختی	۳۶
۴-۲ شکل	۳۷
۱-۴-۲ شکل مقاطع مصالح سازه‌ای رایج	۳۸
۵-۲ رفتار مواد	۴۲
فصل سوم: بررسی بارهای وارد بر سازه	۴۵
۱-۳ بارهای وارد بر سازه	۴۷
۱-۱-۳ بار دائم	۴۷
۲-۱-۳ بار موقت	۴۷
۱-۲-۱-۳ بار تحمیلی (وارد)	۴۷
۲-۲-۱-۳ بار حرارتی	۴۸
۳-۲-۱-۳ بار دینامیکی	۴۸
۲-۳ مثال‌هایی از حالت‌های بارگذاری	۴۹

۴۹	۱-۲-۳ بار مرده
۵۰	۲-۲-۳ بار زنده
۵۱	۳-۲-۳ بار حرارتی
۵۳	۴-۲-۳ بار دینامیکی
۵۷	فصل چهارم: تعادل
۵۹	۱-۴ مقدمه‌ای برایستایی
۵۹	۲-۴ تعادل
۵۹	۳-۴ انواع تعادل
۶۲	۴-۴ مثال‌هایی از تعادل
۶۴	۵-۴ تعادل یا واژگونی
۶۵	۱-۵-۴ راه حل ترسیمی
۶۶	۲-۵-۴ متوازی الاضلاع (چند ضلعی) نیروها (بردارها)
۶۷	۳-۵-۴ روش‌های ریاضی
۶۹	۶-۴ نشست و رفتار سازه‌ها در اثر نیروی زلزله
۷۱	فصل پنجم: عضوهای سازه‌ای و رفتار آن‌ها
۷۳	۱-۵ عضوهای سازه‌ای
۷۳	۲-۵ انواع عضو
۷۳	۱-۲-۵ میله‌ی فشاری
۷۴	۲-۲-۵ میله‌ی کششی
۷۴	۳-۲-۵ تیر
۷۵	۴-۲-۵ دال / صفحه
۷۵	۵-۲-۵ تیغه
۷۶	۳-۵ تکیه‌گاه‌ها
۷۶	۱-۳-۵ انواع تکیه‌گاه
۷۷	۲-۳-۵ نمونه‌هایی واقعی از انواع تکیه‌گاه‌ها
۷۸	۴-۵ رفتار عضو- تغییرشکل
۸۰	۱-۴-۵ تغییر شکل تیرها، میله‌های فشاری و ... در اثر بارگذاری
۸۶	۵-۵ رفتار عضو- تنش
۸۸	۱-۵-۵ بعضی از تعاریف تنش و کرنش
۹۱	فصل ششم: انواع سازه‌ها
۹۳	۱-۶ انواع سازه‌ها
۹۴	۲-۶ دیوارها، قوس‌ها، تاق‌ها و گنبدها
۹۴	۱-۲-۶ دیوارها
۹۴	۲-۲-۶ قوس‌ها
۹۴	۳-۲-۶ تاق‌ها
۹۴	۴-۲-۶ گنبدها
۹۵	۳-۶ ویژگی‌های فرم‌های قوسی
۱۰۲	۴-۶ نمونه‌هایی از دیوارها، قوس‌ها، تاق‌ها و گنبدها

۵-۶	مقایسه‌ی قوس و گنبد	۱۰۹
۶-۶	خرپاها	۱۱۲
۷-۶	سازه‌های یک لایه‌ی شبکه‌ای	۱۱۷
۸-۶	قاب‌ها (استخوان‌بندی‌ها)	۱۱۹
۹-۶	شبکه‌ها	۱۲۳
۱۰-۶	سازه‌های فضاکار	۱۲۵
۱-۱۰-۶	چند سیستم اتصال در سازه‌ی فضاکار	۱۲۷
۱۱-۶	صفحه‌ها/ دال‌ها	۱۳۰
۱۲-۶	پوسته‌ها	۱۳۲
۱-۱۲-۶	نیروهای وارد بر پوسته‌ها	۱۳۴
۲-۱۲-۶	پوسته‌های تحت تنش	۱۳۴
۱۳-۶	سازه‌های غشایی	۱۳۵
۱۴-۶	سازه‌های چادری	۱۳۸
۱۵-۶	سازه‌های ترکیبی	۱۳۹
فصل هفتم: آشنایی با چند سازه و مجموعه‌ی مهم		
۱-۷	مقدمه	۱۴۷
۲-۷	سازه‌ها با عضوهای عمدتاً کششی	۱۴۷
۱-۲-۷	هتل کمپینسکی در مونیخ	۱۴۸
۲-۲-۷	پروژه‌ی ادن- گرن وال	۱۵۰
۳-۲-۷	پارک دو لا ویلت در پاریس	۱۵۱
۳-۷	سازه‌ها با عضوهای کششی و فشاری	۱۵۲
۱-۳-۷	سازه‌ی اسکای لون	۱۵۲
۲-۳-۷	سازه‌های تخیلی	۱۵۴
۳-۳-۷	باغ پرندگان در هنگ کنگ	۱۵۶
۴-۳-۷	مرکز کنفرانس بین المللی، پاریس	۱۵۷
۵-۳-۷	سازه‌ی سقف‌ایستگاه، اشتوتگارت ۲۱	۱۵۸
۴-۷	سازه‌ها با عضوهای عمدتاً فشاری	۱۵۹
۱-۴-۷	پوسته‌های نازک بتنی، سوئیس	۱۶۰
۲-۴-۷	گنبد‌های ژئودزیک، پروژه‌ی ادن، گرن وال	۱۶۱
۳-۴-۷	بوستان ملی گیاه‌شناسی ولز	۱۶۲
۵-۷	مصالح مرکب	۱۶۳
پیوست‌ها		
۱۶۷	پیوست ۱: پل فورث ریلی و برج ایفل	۱۶۷
۱۷۰	پیوست ۲: مقاومت کششی چند ماده‌ی رایج	۱۷۰
۱۷۲	پیوست ۳: ضریب الاستیسیته (E) چند ماده‌ی رایج	۱۷۲
۱۷۳	پیوست ۴: فرمول‌های خمش و تغییر شکل در تیرها	۱۷۳
۱۷۵	پیوست ۵: ماده کولار، درخت بالسا	۱۷۵
۱۷۷	پیوست ۶: منابع و مآخذ پیشنهادی جهت مطالعه	۱۷۷

به نام خالق زیبایی‌ها

آنگاه که عطر دل‌انگیز رسالت، شمیم جان حضرت ختمی مرتبت محمد مصطفی (ص) را آکنده نمود و کلام حق در آیه شریفه « علم الانسان مالم يعلم » تجلی یافت علم و آموختن، پیمودن و شدن، تدبر، تفکر و تأمل بر رازهای آفرینش، مقدس‌ترین جلوه حیات انسانی گردید. ذهن کنجکاو، نگاه پرسشگر، دست سازنده در پرتو هدایت تکوینی و تشریعی، انسان را با راز و رمزها آشنا نمود و در کند و کاوهای مصرانه و مجدانه‌اش، پاره‌هایی از حقیقت هستی را بر او آشکار نمود و در این میان هنر آفرینی و هنرمندی از ممیزه‌های او گردید. نیرویی که به انسان توان بازنمایی و فرانمایی عالم هستی و ابداع کیفیت‌های گوناگون فرمی را بخشیده است و از این راه به او امکان تسری و اشاعه احساسات و عواطف را داده است. در سایه جلوه‌های مستانه و هنرمندی این روح بی‌تاب است که هنر و سخن‌های جاودانه همچنان در سراچه ترکیب انسان و طبیعت هر روز بشکلی جان می‌گیرد و نور می‌پاشد.

جرعه‌ای ریخت ساقی الست

بر سر آن شوره خاک زیر دست

جوش کرد آن خاک و ما زان جوششیم

قطره ای دیگر که بس بی کوششیم

به مدد شهود و تخیل انسان از داده‌های خام دریافت شده در مراحل احساس و ادراک، به آگاهی از این داده‌ها نائل می‌شود و در این زمان است که خود را نمایان می‌سازد آنگاه که عرصه خود جوش و گسترده بیان و اشاعه عواطف به محدوده آموزش و پژوهش راه می‌یابد، به زیور توصیف، تأویل و ارزیابی نیز آراسته می‌گردد و لذا امکان نگاهی انتقادانه به مقوله هنر فراهم می‌آید و تأثیر این نگاه در کنار نوع هنری که خلق می‌شود، به حدی است که به گفته افلاطون و تولستوی می‌تواند براینکه چگونه انسانی باشیم (یا بشویم) تأثیر گذارد. از این دیدگاه تأثیرات اخلاقی هنر حتمی و اجتناب ناپذیر است، گرچه در بسیاری از موارد، این تأثیرات بطئی، ظریف و غیر مستقیم صورت می‌پذیرد.

دانشگاه هنر به عنوان بزرگترین مرکز آموزش عالی هنر در ایران، آموزش و پژوهش هنر را مضمون اصلی فعالیت‌های خویش قرار داده است و با سابقه‌ای نسبتاً طولانی و با هدف اعتلای هنر ایران و احیاء ارزشهای دیرینه – علیرغم دشواریهای بسیار- طی طریق می‌نماید. بدیهی است که تألیف، ترجمه و نشر آثار علمی در حوزه‌ی مباحث هنر می‌تواند یکی از اقدامات اصلی در راستای تحقق اهداف متعالی دانشگاه باشد. انتشار کتاب حاضر، نمودی از فعالیتهای این معاونت برای تحقق اهداف یاد شده است که بدین وسیله تقدیم حضور می‌گردد.

ومن... التوفیق

دکتر پروین پرتوی

معاون پژوهشی دانشگاه هنر

پیشگفتار چاپ اول مؤلف انگلیسی

"دفتر یادداشت سازه‌ها"^۱ (عنوان اولیه همین کتاب) در ابتدا توسط تونی هانت^۲ به عنوان یک وسیله‌ی کمک آموزشی خلاصه و مفید برای دانشجویان دانشکده‌ی سلطنتی هنر^۳ نوشته شد که دارای دانش اندکی از فیزیک یا رفتار سازه بوده، و یا از هیچ دانشی در این زمینه بهره‌مند نبودند. دفتر یادداشت اولیه بیش از حد ساده بیان شد، اما هدف خود را به عنوان یک کتاب نوآموز به انجام رسانده است. این نوشتار در حال حاضر به یک کتاب جامع‌تر که دربرگیرنده‌ی یک رویکرد ساده‌ی تصویری و غیرریاضی به رفتار سازه می‌باشد تبدیل شده است.

هدف دفتر یادداشت سازه‌ها توضیحی است، با ساده‌ترین عبارات ممکن، درباره سازه‌ی "اشیاء" و نشان دادن این واقعیت که هر چیزی که شما می‌بینید و لمس می‌کنید، در آن زندگی کرده و از آن استفاده می‌نمایید، زنده یا دست‌ساز بشر، دارای سازه‌ای است که هماهنگ با نیروهای طبیعی رفتار کرده و نسبت به این نیروها بر اساس فرم و مصالح ساخت آن عکس‌العمل نشان می‌دهد.

این کتاب که با ترتیبی معقول و به زبانی ساده نوشته شده به هفت بخش اصلی تقسیم می‌شود. هر بخش متن، مجموعه‌ی کاملی از طرح‌های اولیه‌ی ترسیم شده با دست بوده و موضوع را تا حد امکان ساده نشان می‌دهد. این کتاب تقریباً به طور کلی زبانی غیر ریاضی دارد چون نویسنده بر این باور است که بهترین راه فهم رفتار سازه، استفاده از نمودارها و توصیفات ساده بوده و ریاضیات برای اکثریت افراد علاقه‌مند به طراحی یک عامل بازدارنده است. طراحی سازه ترکیبی از هنر و علم است و جهت نیل به بهترین راه حل، ایده همیشه قبل از محاسبه مدنظر قرار می‌گیرد.

پروفسور تونی هانت

^۱ - Structures Notebook

^۲ - Tony Hunt

^۳ - Royal College of Art

پیشگفتار چاپ دوم مؤلف انگلیسی

از آن جایی که این کتاب در مورد مبانی سازه و رفتار سازه‌ای است، و هر دو آن‌ها تابع قوانین فیزیک و ریاضی هستند، دریافتن آن که چه مطالبی به کتاب اضافه گردد، مشکل است.

این کتاب اولین بار در سال ۱۹۹۷ میلادی منتشر شد. نویسنده احساس می‌کرد که بعضی از ایده‌های سازه‌ای کلیدی و نحوه‌ی اجرا^۱ به روشنی بیان نشده بود که آن‌ها اکنون به همراه تعدادی مثال جدید اضافه شده‌اند. این مطالب اضافی دامنه‌ی ایده‌هایی را که توسط طراحان مختلف بارور شده است، گسترش می‌دهد و راه‌های مختلفی را برای خلق سازه‌های مبتکرانه و اجرای سازه‌ای آن‌ها نشان می‌دهد. این توضیحات در فصل جدید هشتم گنجانده شده است.

اخیراً عده‌ای از طراحان از هندسه‌ی زوایای عمود فاصله گرفته و به فرم‌های متنوع روی آورده‌اند (به کتاب "informal" نوشته‌ی سیسیل بالموند مراجعه کنید). این کار به مدد قدرت فوق‌العاده تحلیل نوین و محاسبات با جزئیات صورت می‌گیرد، و توسط معماران و مهندسان علاقه‌مند به کشف هندسه‌های پیچیده‌تر راه رشد خود را می‌پیماید. این موضوع بر پیچیدگی راهکارهای طراحی می‌افزاید و باید به عنوان بخشی از تفکر طراحی امروزی در نظر گرفته شود.

در پیوست ۶، فهرست منابع و مآخذ لاتین پیشنهادی جهت مطالعه برای ارجاعات جدید به کتاب‌هایی که برای معماران، مهندسان و طراحان با اهمیت به حساب می‌آید اضافه شده است.

پروفسور تونی هانت

^۱ - Assemblies

پیشگفتار مترجمان و نگارندگان

مباحث مطرح شده در دوره‌های دانشگاهی آموزش معماری را می‌توان به سه مقوله‌ی اصلی تقسیم کرد: اول، طراحی معماری و آموزش‌های مرتبط با آن، دوم، مباحث تئوری و تاریخی معماری، که یاری‌کننده‌ی حوزه‌ی اول (بخش عملی) می‌باشد و سوم، دروس فنی-اجرایی و محاسباتی، که دو گروه اول و دوم را تکمیل می‌کند. بی‌شک در تمام حوزه‌های مذکور نیاز به منابع مکتوب مستقیم و غیرمستقیم درسی احساس می‌شود و استقرار برخی نظام‌های آموزشی و حرفه‌ای در این رشته از این طریق امکان پذیر می‌گردد.

دو مقوله‌ی طراحی معماری و مبحث تئوری آن مستقیماً مرتبط با همین رشته‌اند، در صورتی که مباحث گروه سوم به دلیل همپوشانی با برخی دیگر از رشته‌های مهندسی مانند عمران و مکانیک، ارتباط مستقیم با این رشته ندارند. لذا، بسیاری از مفاهیم به خوبی آموزش داده نمی‌شود، یا خارج از محدوده‌ی علمی دانشجویان معماری است. بالطبع استادان و قشر دانشگاهی بسیاری در کشور نه تنها وارد این حوزه نشده‌اند، بلکه دست به قلم نیز نبرده‌اند، در نتیجه، کتاب‌های مفید اندکی در زمینه‌ی مباحث فنی معماری در دست است. لازم است که از استادان ارجمندی که در این حوزه زحمت کشیده و تألیفاتی را به جامعه‌ی مهندسان معمار عرضه داشته‌اند قدردانی به عمل آید.

موضوع این کتاب در مورد سازه‌ی اجسام و اشیاء است و هدف آن فراهم آوردن شرایطی برای درک بهتر مفاهیم بنیادی و رفتار سازه با روشی توصیفی و عمدتاً غیر ریاضی است.

این کتاب شامل هفت فصل است، که پس از مقدمه‌ی موجز مؤلف انگلیسی کتاب آمده است. در فصل اول سازه و فرم‌های سازه‌ای مورد بحث قرار گرفته است و فصل دوم به مبانی مواد و مصالح سازه‌ای می‌پردازد و فصل سوم نیز به بررسی بارهای وارد بر سازه اختصاص یافته است. در فصل چهارم تعادل در سازه مورد بررسی قرار گرفته است و در فصل پنجم مطالبی پیرامون عضوهای سازه‌ای و رفتار آن‌ها آمده است. فصل ششم این کتاب انواع سازه را بیان نموده و فصل هفتم آشنایی با چند سازه و مجموعه مهم را دربر می‌گیرد.

لازم به یادآوری است که اشتباهات سهوی متن انگلیسی کتاب نیز توسط مترجمان و نگارندگان به هنگام ترجمه، یافته و اصلاح گردیده است. توضیحات درخور و کافی در مورد متن و اشکال کتاب نیز در حاشیه‌ی کتاب آورده شده است.

بر خود لازم می‌دانیم از سرکار خانم دکتر پرتوی، معاون محترم پژوهشی، جناب آقای دکتر مستغنی، مدیر ارجمند گروه معماری، سرکار خانم دکتر فیاض، معاون محترم آموزشی دانشکده معماری و شهرسازی، اعضای گرانقدر شورای پژوهشی دانشکده معماری و شهرسازی، شورای محترم انتشارات دانشگاه و همچنین رئیس محترم اداره انتشارات دانشگاه هنر و سایر کارمندان ارجمند آن اداره، که با حسن اعتماد به مترجمان و نگارندگان، ظهور این نوشتار را میسر ساخته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم. از جناب آقای مهندس سیدمحمد مهدی ساجدی و پراستار علمی کتاب که با دقت خاص خویش در غنی شدن متن حاضر، نگارندگان را از نقطه نظرهای ارزشمندشان بهره‌مند ساخته‌اند سپاسگزاریم.

در خاتمه مترجمان و نگارندگان از خوانندگان و دانشجویان نکته‌سنج گرامی تقاضا دارد، به منظور افزایش کیفیت کتاب و رفع اشتباهات، لغزش‌ها و خطاها، که لازمه‌ی نوشتار بشری است، منتی بر آن‌ها نهاده، از طریق انتشارات دانشگاه هنر، ایشان را آگاه نمایند تا در چاپ‌های بعدی نسبت به رفع آن‌ها اقدام کنند. پیشاپیش از بذل توجه و همکاری شما عزیزان قدردانی می‌گردد.

مترجمان و نگارندگان:

علی اکبر حیدری - سید امید ساجدی