

دفتر یادداشت سازه‌های توننهانت

آشنایی با مفاهیم پایه

"سازه در معماری"

مؤلف انگلیسی

توننهانت

ترجمه و نگارش

دکتر علی اکبر حیدری

(عضو هیئت علمی دانشگاه هنر)

مهندس سید امید ساجدی

سرشناسه	هانت، تونی
	Hunt, Tony
عنوان و نام پدیدآور	آشنایی با مفاهیم پایه "سازه در معماری"، نویسنده: تونی هانت، ترجمه و نگارش: علی اکبر حیدری، سید امید ساجدی
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه هنر، ۱۳۹۴
مشخصات ظاهری	۱۹۵ص
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۱۳-۰۹-۶
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	دفتر یادداشت سازه های تونی هانت
یادداشت	کتابنامه
شناسه افزوده	حیدری، علی اکبر، ۱۳۳۴ - مترجم و نگارنده
شناسه افزوده	ساجدی، سیدامید، مترجم و نگارنده
شناسه افزوده	دانشگاه هنر
شماره کتاب شناسی ملی	۳/۹۰۸۴۴



عنوان: آشنایی با مفاهیم پایه "سازه در معماری"
نویسنده: تونی هانت
ترجمه و نگارش: علی اکبر حیدری، سید امید ساجدی
صفحه آرای: خانم مروارید قاسمی
تاریخ انتشار: بهار ۱۳۹۴
نویت چاپ: اول
شمارگان: ۱۵۰۰
قیمت: ۱۶۰۰۰۰ ریال
ناشر: اداره انتشارات دانشگاه هنر
چاپ و صحافی: دانشگاه هنر
شابک: ۹۷۸۶۰۰۶۵۱۳۰۹۶
کلیه حقوق این اثر برای دانشگاه هنر محفوظ است.

نشانی: تهران، خیابان حافظ، خیابان سرهنگ سخایی، بین تقاطع سی تیر و فردوسی، شماره ۵۶، دانشگاه هنر.

تلفن ۶۶۷۲۵۶۸۲

artunipub@at.ac.ir

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 مالهم يعلم» تجلی یافت علم و آموختن، پیمودن و شدن، تدبیر، 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 سراج ترکیب انسان و طبیعت هر روز بشکلی جان می‌گیرد و نور می‌پاشد.

جرعی ریخت ساقی‌الست
جوش کرد آن خاک زان جوششیم
بر سر آن شوره خاک زیر دست
قطره‌ای دیگر که بس بی‌کوششیم

به مدد شهود و تأمل، انسان از داده‌های خام دریافت شده در مراحل احساس و ادراک، به آگاهی از این داده‌ها نائل می‌شود و در این زمار 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 نقادانه به مقوله هنر فراهم می‌گردد و تأثیر این نگاه در کنار نوع هنری که خلق می‌شود، به حدی است که به گفته افلاطون و تولستوی می‌تواند برای نه‌گونه انسانی باشیم (یا بشویم) تأثیر گذارد. از این دیدگاه تأثیرات اخلاقی هنر حتمی و اجتناب‌ناپذیر است. هرچه در بسیاری از موارد، این تأثیرات بطنی، ظریف و غیر مستقیم صورت می‌پذیرد.

دانشگاه هنر به عنوان بزرگترین مرکز آموزش عالی سر 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 تألف، 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

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، فرم‌های سازه‌ای
۳۳	فصل دوم: مواد و مصالح سازه‌ای
۴۵	فصل سوم: بررسی بارها، وارد بر سازه
۵۷	فصل چهارم: تعادل
۷۱	فصل پنجم: عضوهای سازه‌ای و رفتار آنها
۹۱	فصل ششم: انواع سازه
۱۴۵	فصل هفتم: آشنایی با چند سازه و مجموعه سازه‌ها
۱۶۵	پیوست‌ها
۱۸۳	فهرست اشکال
۱۸۸	فهرست جداول
۱۸۹	واژگان
۱۹۵	منابع و مآخذ

فهرست تفصیلی کتاب

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

۴۸	۲-۲-۱-۳ بار حرارتی
۴۸	۳-۲-۱-۳ بار دینامیکی
۴۹	۲-۳ مثال‌هایی از حالت‌های بارگذاری
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 دل‌وازش‌گونی
۶۵	۱-۴ راه حل ترسیمی
۶۶	۵-۴ استوانه‌های اضلاع پند ضلعی (بردارها)
۶۷	۳-۵-۴ روش‌های
۶۹	۶-۴ نشست و رفتار سازه در اثر جری زلزله
۷۱	فصل پنجم: عضوهای سازه‌ای و رفتار آنها
۷۳	۱-۵ عضوهای سازه‌ای
۷۳	۲-۵ اعضا
۷۳	۱-۲-۵ میله فشاری
۷۴	۲-۲-۵ میله کششی
۷۴	۳-۲-۵ تیر
۷۵	۴-۲-۵ دال / صفحه
۷۵	۵-۲-۵ دیوارک (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 - تغییر شکل
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
۹۸	۳-۶ ویژگی‌های فرم‌های قوسی
۱۰۲	۴-۶ نمونه‌هایی از دیوارها، قوس‌ها، تاق‌ها و گنبدها
۱۰۹	۵-۶ مقایسه‌ی قوس و گنبد
۱۱۲	۶-۶ خرپاها
۱۱۷	۷-۶ سازه‌های فضاکار یک لایه‌ی شبکه‌ای
۱۱۹	۸-۶ قاب‌ها (استخوان‌بندی‌ها)
۱۲۳	۹-۶ شبکه‌ها
۱۲۵	۱۰-۶ سازه‌های فضاکار
۱۲۷	۱-۱۰-۶ چند سیستم اتصال در سازه‌ی فضاکار
۱۳۰	۱۱-۶ صفحه‌ها/ دال‌ها
۱۳۲	۱۲-۶ پوسته‌ها
۱۳۴	۱۲-۶ نیروهای وارد بر پوسته‌ها
۱۳۴	۱۲-۶ پوسته‌های تحت تنش
۱۳۶	۱۳-۶ سازه‌های عشار
۱۳۸	۱۴-۶ سازه‌های چادری
۱۳۹	۱۵-۶ سازه‌های ترکیبی
۱۴۵	فصل هفتم: آشنایی با چند سر و مع و عه‌ی مهم
۱۴۷	۱-۷ مقدمه
۱۴۷	۲-۷ سازه‌ها با عضوهای عمدتاً کششی
۱۴۸	۱-۲-۷ هتل کمپینسکی در مونیخ
۱۵۰	۲-۲-۷ پروژه‌ی ادن- گرن وال
۱۵۱	۳-۲-۷ پارک دو لا ویلت در پاریس
۱۵۲	۳-۷ سازه‌ها با عضوهای کششی و فشاری
۱۵۲	۱-۳-۷ سازه‌ی اسکای لون، لندن
۱۵۴	۲-۳-۷ سازه‌های تخیلی
۱۵۵	۳-۳-۷ باغ پرندگان، 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 گیاه شناسی ولز
۱۶۲	۵-۷ مصالح مرکب
۱۶۵	پیوست‌ها
۱۶۷	پیوست ۱: پل فورث ریلی و برج ایفل
۱۷۰	پیوست ۲: مقاومت کششی چند ماده‌ی رایج
۱۷۲	پیوست ۳: ضریب الاستیسیته (E) چند ماده‌ی رایج

پیوست ۴: فرمول‌های خمش و تغییر شکل در تیرها	۱۷۳
پیوست ۵: ماده کولار، درخت بالسا	۱۷۵
پیوست ۶: منابع و مآخذ پیشنهادی جهت مطالعه	۱۷۷
فهرست اشکال	۱۸۳
فهرست جداول	۱۸۸
واژگان	۱۸۹
منابع و مآخذ	۱۹۵

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 غیر ریاضی به رفتار سازه می‌باشد تبدیل شده است.

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

این کتاب که با ترتیبی معقول و بدرستی 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 رمان غیر ریاضی دارد چون نویسنده بر این باور است که بهترین راه فهم رفتار سازه، استفاده از نمودارها و تصاویر ساده بوده و ریاضیات برای اکثریت افراد علاقه‌مند به طراحی یک عامل بازدارنده است. طراحی ساده ترکیبی از هنر و علم است و جهت نیل به بهترین راه حل، ایده همیشه قبل از محاسبه مد نظر را 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 تغییرات در فصل جدید هشتم گنجانده شده است.

اخیراً عده‌ای از طراحان از سندهای زوایای عمود فاصله گرفته و به فرم‌های متنوع روی آورده‌اند (به کتاب "informal" نه‌تنها سیسیل بالموند مراجعه کنید). این کار به مدد قدرت فوق‌العاده تحلیل نوین و محاسبات با جریات صورت می‌گیرد، و توسط معماران و مهندسان علاقه‌مند به کشف هندسه‌های پیچیده‌تر راه‌های جدید خود را می‌پیماید. این موضوع بر پیچیدگی راهکارهای طراحی می‌افزاید و باید به عنوان بخشی از تمرین 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 آید اضافه شده است.

ب. فسور تونی هانت

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 مقوله 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 جامعه 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 استدلال 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 دربار به دینامی 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 ویراستار علمی کتاب که با دقت خاص خویش در غنی شدن متن حاضر، نگارندگان را از نقطه نظرهای ارزشمندشان بهره‌مند ساخته‌اند سپاسگزاریم.

در خاتمه متوجمان و نگارندگان از خوانندگان و دانشجویان نکته‌سنج گرامی تقاضا دارد، به منظور افزایش کیفیت کتاب و رفع اشتباهات، لغزش‌ها و خطاها، که لازمی 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

مقدمه

موضوع این کتاب در مورد سازه‌ی بنیادی اشیاء^۱ است. هدف آن رشد دیدگاه و فهم رفتار و اصول ضروری سازه‌ای با نگرشی توصیفی و مدلاً غیر ریاضی است. کتاب حاضر مربوط به موضوعات گوناگونی، از سازه‌ی یک پل گرفته تا جعبه‌های بسته‌بندی، از باب خانه، ساختمان‌ها و... می‌باشد و همه‌ی سازه‌های ساختمانی معمول را چه به صورت منفرد و چه به صورت ترکیبی پوشش می‌دهد.

این کتاب نوشتاری پایه‌ای بر موضوع سازه است. کتاب‌های متعددی در رابطه با سازه‌های ساختمانی وجود دارد، که مهم‌ترین یا مرتبط‌ترین آن‌ها با موضوع در منابع و مآخذ لاتین پیشنهادی جهت مطالعه در پیوست ۶ این کتاب ارائه گردیده است.

^۱ - Things