

معالم در ساختمان

و معماری

ویراست دوم

دکتر محسن سرتیپی پور

۱۳۹۷



۷۰۳



۷۰۳

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

مصالح در ساختمان و معماری

ویراست دوم

دکتر محسن سرتیپی پور

ویراستاران: ناصر شهسواری، بهنام اسماعیلیان، اکرم کیانی

حروف‌نگار و صفحه‌آرا: علی اعرابی

طراح جلد: امیرشاهرخ فریوسفی

ناظر چاپ: صفر ممیزاد

چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۴۰۰,۰۰۰ ریال

کتاب حقوق برای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است.

سرشناسه:	سرتیپی پور، محسن، ۱۳۹۷ -
عنوان و نام پدیدآور:	مصالح در ساختمان و معماری / محسن سرتیپی پور؛ ویراسته ناصر شهسواری، بهنام اسماعیلیان، اکرم کیانی
وضعیت ویراست:	[ویراست ۲]
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری:	۲۶۶ ص.: مصور، جدول.
فروست:	دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات، ۷۰۳.
شابک:	۹۷۸ ۹۶۴ ۴۵۷ ۴۲۶ ۹
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
موضوع:	مصالح ساختمانی
موضوع:	Building materials
یادداشت:	واژه‌نامه؛ کتابنامه؛ نمایه.
شناسه افزوده:	دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات
شناسه افزوده:	Shahid Beheshti University. Printing & Publishing Center
رده‌بندی کنگره:	۱۳۹۷ م ۳۶ س / ۴۰۳ TA
رده‌بندی دیویی:	۶۹۱
شماره کتابشناسی ملی:	۵۳۸۳۲۶۲

کد ناشر ۱۰۰۱۷۳۴

www.pub.sbu.ac.ir

unipress@mail.sbu.ac.ir

فصل ۱

تحول در فناوری ساختمان: گذشته، حال، آینده

۳	۱.۱ مقدمه
۴	۲.۱ فناوری ساخت، دوران پیش از تاریخ
۶	۱.۲.۱ فناوری معماری و آغاز تمدن
۶	۲.۲.۱ سیستم ساختمان بنایی (ماسونری)
۸	۳.۲.۱ قاب‌ها (ساختمان‌های اسکلتی)
۱۸	۳.۱ سیستم‌های نوین و نگاهی به آینده
۱۸	۱.۳.۱ فناوری نانو
۲۰	۴.۱ ساختمان‌های هوشمند
۲۱	۱.۴.۱ معماری پویا (دینامیک)
۲۲	۲.۴.۱ ساختمان غیرمتصل به زمین

فصل ۲

ویژگی‌های فنی مؤثر در انتخاب و به‌کارگیری مصالح

۲۷	۱.۲ مقدمه
۲۷	۲.۲ خواص فیزیکی
۲۷	۱.۲.۲ اطلاعات پایه
۲۹	۲.۲.۲ آب و رطوبت
۲۹	۳.۲.۲ حرارت
۳۳	۴.۲.۲ نور (روشنایی)، نور مصنوعی، صدا
۳۵	۳.۲ خواص مکانیکی
۳۵	۱.۳.۲ تغییر شکل و رفتار مواد و مصالح در مواجهه با نیروهای وارد شده
۳۶	۲.۳.۲ مقاومت مکانیکی مصالح
۳۶	۴.۲ خواص شیمیایی

۳۷	۱.۴.۲ شیمی مصالح
۳۸	۲.۴.۲ آسیب‌های ناشی از واکنش‌های شیمیایی بر مصالح
۴۰	۵.۲ آثار زیست‌محیطی تولید و مصرف مصالح
۴۱	۱.۵.۲ بازیافت مواد و مصالح
۴۱	۲.۵.۲ روش‌های بازیافت مواد ساختمانی
۴۲	۳.۵.۲ احیای بناها و اثر آن بر بازیافت مصالح
۴۳	۴.۵.۲ بهداشت محیط سکونتگاه و مسکن
۴۴	۵.۵.۲ ساختمان‌سازی و تخریب لایه اُزن
۴۴	۶.۵.۲ مصالح ساختمانی و سلامت محیط زندگی
۴۵	۶.۲ خواص کاربردی مصالح
۴۵	۱.۶.۲ بهینه‌سازی مصرف مصالح در مراحل مختلف تولید و ساخت
۴۶	۷.۲ ساز و هماهنگی مصرف مصالح ساختمانی با اقلیم
۴۷	۱.۷.۲ مصرف و انتخاب مصالح در اقلیم سرد
۴۸	۲.۷.۲ مصرف و انتخاب مصالح در اقلیم معتدل و مرطوب
۴۹	۳.۷.۲ مصرف و انتخاب مصالح در اقلیم گرم و خشک
۵۰	۴.۷.۲ مصرف و انتخاب مصالح در اقلیم گرم و نیمه‌مرطوب
۵۰	۵.۷.۲ انتخاب و مصرف مصالح در اقلیم گرم و مرطوب
۵۲	۸.۲ شکل‌گیری زمین
۵۲	۱.۸.۲ ساختمان زمین
۵۳	۲.۸.۲ جابه‌جایی قاره‌ای و زمین‌ساخت صفحه‌ای
۵۳	۳.۸.۲ نظریه زمین‌ساخت صفحه‌ای
۵۴	۴.۸.۲ پدیده‌های حاصل از حرکت صفحات سنگ‌کره
۵۴	۵.۸.۲ زمین‌شناسی ایران و نظریه زمین‌ساخت صفحه‌ای
۵۵	۶.۸.۲ زمین‌شناسی و احداث بنا
۵۶	۷.۸.۲ شیب زمین و تأثیر آن در استقرار بنا

فصل ۳

مهم‌ترین مصالح ساختمانی سنتی

۵۹	۱.۳ مقدمه
۵۹	۲.۳ سنگ

۶۰	۱.۲.۳ اکتشاف و روش‌های استخراج سنگ
۶۲	۲.۲.۳ انواع سنگ بر اساس منشأ شکل‌گیری
۶۵	۳.۲.۳ انواع سنگ‌ها بر اساس تجمع کانی‌ها
۶۷	۴.۲.۳ انواع سنگ‌ها بر اساس نوع پرداخت
۶۸	۵.۲.۳ انواع سنگ‌ها بر اساس نام معدن
۶۹	۶.۲.۳ مشخصات کلی سنگ‌ها برای مصارف ساختمانی

۳.۳ خاک

۷۲	۱.۳.۳ هوازدگی و انواع آن
۷۳	۲.۳.۳ هوازدگی فیزیکی
۷۳	۳.۳.۳ هوازدگی شیمیایی
۷۴	۴.۳.۳ هوازدگی زیستی
۷۵	۵.۳.۳ نحوه ایجاد خاک رس
۷۵	۶.۳.۳ انواع خاک رس
۷۶	۷.۳.۳ ویژگی‌های خاک رس
۷۷	۸.۳.۳ اثر رطوبت بر خاک
۷۷	۹.۳.۳ دسته‌بندی خاک‌ها
۷۸	۱۰.۳.۳ اثر شکل دانه‌بندی بر مقاومت خاک
۷۹	۱۱.۳.۳ رنگ خاک رس
۷۹	۱۲.۳.۳ کاربرد خاک رس
۷۹	۱۳.۳.۳ ملاط‌های رسی

۴.۳ آجر

۸۲	۱.۴.۳ مواد اولیه آجر
۸۳	۲.۴.۳ مراحل ساخت آجر
۸۵	۳.۴.۳ ویژگی‌های آجر خوب
۸۹	۴.۴.۳ انواع آجر و ابعاد آن‌ها
۹۰	۵.۴.۳ اجزای آجر
۹۱	۶.۴.۳ معایب آجر رسی
۹۳	۷.۴.۳ بهینه‌سازی مصرف آجر
۹۳	۵.۳ سرامیک و کاشی
۹۵	۱.۵.۳ سرامیک

۹۶	۲.۵.۳ کاشی
۱۰۱	۶.۳ آهک
۱۰۱	۱.۶.۳ سنگ آهک
۱۰۱	۲.۶.۳ پختن سنگ آهک
۱۰۲	۳.۶.۳ آهک زنده
۱۰۲	۴.۶.۳ انواع کوره‌های آهک‌پزی
۱۰۳	۵.۶.۳ آهک شکفته و روش‌های تولید آن
۱۰۴	۶.۶.۳ ویژگی‌های آهک شکفته
۱۰۵	۷.۶.۳ انواع ملاط‌های آهکی
۱۰۸	۸.۶.۳ بهینه‌سازی مصرف آهک
۱۰۹	۱۲ گچ
۱۰۹	۷.۴ گچ سفید
۱۱۱	۲.۷.۳ ریزگ‌های گچ
۲۱۱	۳.۷.۳ مصرف گچ
۱۱۳	۴.۷.۳ انواع اندود و ملاط‌های گچی
۱۱۶	۵.۷.۳ بهینه‌سازی میزان مصرف گچ
۱۱۷	۸.۳ چوب
۱۱۸	۱.۸.۳ ساختمان چوب
۱۲۰	۲.۸.۳ خواص چوب
۱۲۴	۳.۸.۳ تقسیم‌بندی چوب‌ها از نظر مقدار رطوبت
۱۲۴	۴.۸.۳ انواع چوب‌های مصرفی
۱۲۷	۵.۸.۳ معایب چوب
۱۲۸	۶.۸.۳ مراقبت و حفاظت چوب

فصل ۴

مهم‌ترین مصالح ساختمانی جدید

۱۳۳	۱.۴ مقدمه
۱۳۳	۲.۴ فلزات
۱۳۴	۱.۲.۴ فلزات آهنی
۱۴۵	۲.۲.۴ فلزات غیرآهنی

۱۴۸	۳.۲.۴ اتصال قطعات فولادی
۱۵۱	۳.۴ سیمان
۱۵۱	۱.۳.۴ سیمان پرتلند
۱۵۱	۲.۳.۴ مواد تشکیل دهنده سیمان پرتلند
۱۵۳	۳.۳.۴ مراحل اصلی تهیه سیمان
۱۵۷	۴.۳.۴ انواع سیمان
۱۶۱	۵.۳.۴ بهینه سازی مصرف سیمان
۱۶۱	۶.۳.۴ ملاط‌های سیمان پرتلند
۱۶۲	۷.۳.۴ انبار کردن سیمان
۱۶۳	۴.۴ بتن
۱۶۴	۱.۴.۴ خاصیت هیدرولیکی و هیدراسیون سیمان و اثر آن بر بتن
۱۶۵	۲.۴.۴ بتن ساده (غیر مسلح) اجزای آن
۱۶۵	۳.۴.۴ مصالح سنگی و دانه بندی آنها
۱۶۶	۴.۴.۴ منابع شن و ماسه
۱۶۷	۵.۴.۴ آب مصرفی در بتن
۱۶۹	۶.۴.۴ آزمایش مقاومت فشاری بتن
۱۶۹	۷.۴.۴ افزودنی های بتن
۱۷۱	۸.۴.۴ انواع بتن
۱۷۲	۹.۴.۴ نحوه ساخت و حفاظت از بتن
۱۷۳	۱۰.۴.۴ بتن و ملاحظات زیست محیطی
۱۷۵	۵.۴ شیشه
۱۷۷	۱.۵.۴ شیشه سازی
۱۷۷	۲.۵.۴ کوره شیشه گذاری
۱۷۸	۳.۵.۴ انواع شیشه
۱۸۵	۴.۵.۴ شرایط نگهداری شیشه در انبار
۱۸۵	۵.۵.۴ برخی کاربردهای شیشه در نمای ساختمان
۱۸۸	۶.۴ پلاستیک ها (پلیمرها)
۱۸۹	۱.۶.۴ ساختن پلیمرها
۱۹۰	۲.۶.۴ انواع پلاستیک
۱۹۳	۳.۶.۴ پرکننده های عایق پلاستیکی

۱۹۳	۴.۶.۴ مشخصات فنی پلاستیک‌ها
۱۹۵	۵.۶.۴ تولید و شکل‌دهی پلاستیک
۱۹۵	۶.۶.۴ اتصال قطعات پلاستیکی
۱۹۶	۷.۴ عایق‌ها
۱۹۶	۱.۷.۴ عایق‌های رطوبتی
۲۰۷	۲.۷.۴ عایق‌های حرارتی
۲۱۴	۳.۷.۴ عایق‌ها و جاذب‌های صوتی
۲۲۱	۸.۴ رنگ
۲۲۱	۱.۸.۴ مواد اولیه و دستگاه‌های تولید رنگ
۲۲۴	۲.۸.۴ خواص رنگ‌های ساختمانی
۲۲۴	۳.۸.۴ رنگ‌آمیزی ساختمان
۲۲۷	۸.۴ ملات‌ها و زیست‌محیطی کار با رنگ
	ضمیمه
۲۲۹	کتابنامه
۲۳۱	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۲۳۹	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۲۴۷	نمایه

معماری تحت تأثیر عوامل متعدد و پیچیده‌ای چون ویژگی‌های ابعادی و هندسی فضا؛ طراحی دید و نور؛ خصوصیات مکان، ماده و مصالح؛ و ملاحظات روانی، اجتماعی و اقتصادی شکل می‌گیرد. معماری هنر آشتی اضداد است؛ پدیده‌ای زنده و پویاست که عناصر و ساختار آن طی زمان دستخوش دگرگونی‌های صوری و معنایی می‌شود. معماری هنگامی موجودیت می‌یابد که با ساختن همراه شود و ساختن فقط با به کارگیری مصالح امکان‌پذیر است. مصالح از جمله عناصری‌اند که در نتیجه توسعه و پیشرفت علم و فناوری متحول و دگرگون می‌شوند و ویژگی‌های تازه‌ای در آن‌ها کشف یا خواص جدیدی بر کارکردهای قبلی آن‌ها افزوده می‌شود. این وضع در دوران معاصر، چه در کیفیت و چه در کمیت مصالح، شکل و سرعتی حاد یافته است.

آگاهی از قابلیت‌های مصالح و خواص مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی، زیست‌محیطی و کاربردی آن‌ها به پایداری، استحکام، ایمنی، زیبایی بنا منجر می‌شود. از این رو، بدون شناخت جامع و ارزیابی درست مصالح و آگاهی نسبت به نحوه کارکرد آن‌ها، معماری در مسیر کمال خود قرار نمی‌گیرد. در نگاهی دیگر، مصرف تقریباً نیمی از مصالح تولیدی، انرژی، آب شرب و اراضی کشاورزی و نیز ایجاد در حدود ۳۷ درصد آلودگی‌های زیست‌محیطی^۱ جهان در عرصه ساختمان و معماری، لزوم تغییر نگرش به زمین، نحوه طراحی، ساخت‌وساز را سفارش می‌کند.

با آنکه محتوای این کتاب بیشتر مبتنی بر ویژگی‌های فنی به کارگیری مصالح است، اما توجه به ویژگی‌های حسی آن‌ها نیز اهمیت بسیار دارد، زیرا امکانات رنگی‌ها و ظرفیت‌های هر ماده احساس خاصی را القا می‌کند. از این منظر، جمادات و به خصوص مصالح نباید بی‌جان پنداشته شوند.^۲ آیین اسلام نیز بر اینکه همه هستی در مرتبه خود دارای شعور است^۳ کید می‌کند. فضای عارفانه بناهایی چون میدان نقش جهان اصفهان، مسجد شیخ لطف‌الله، مدرسه اقاخان، گاشان و بسیاری دیگر از بناهای معماری اسلامی، احساس شاعرانه حاصل از مشاهده پل‌های رُپ مایه، پوشش‌های گنبدی پیر لوییجی نروی^۴، یا سایبان‌های سانتیاگو کالاتراوا^۵ و دقت نظر افرازی^۶ چون رایت^۷ و کان^۸ درباره مصالح نیز ناشی از این نگرش و شناخت «قابلیت حسی، ساختاری و سازه‌ای» مواد و مصالح است که جزئیات، تناسبات، شکل‌ها، احجام و امکانات اجرایی خاص خود را تداعی می‌کنند.

دیدگاه جامع‌نگر در تألیف و تدوین کتاب پیش‌رو، نویسنده را بر آن داشت تا در چاپ دوم، مبحث فناوری معماری و نقش آن را در تحولات فناوری معماری مورد توجه قرار دهد. به همین سبب فصلی با عنوان «تحول در فناوری ساختمان: گذشته، حال، آینده» و همچنین تغییرات و توضیحات و در مواردی جدول‌ها و پانویس‌هایی به محتوای پیشین کتاب افزوده شد. با توضیحات ذکرشده، کتاب پیش‌رو شامل چهار فصل است. فصل اول به سیر تحول در فناوری ساختمان و ارتباط آن با مصالح، از شکل‌گیری نخستین سیستم‌های ساختمانی تا دوران معاصر و دورنمای آینده می‌پردازد. فصل دوم به معرفی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی، زیست‌محیطی

۱. مولوی این حقیقت را به‌خوبی از زبان جمادات بیان می‌کند:

ما سمیعیم و بصیریم و خوشیم
با شما نامحرمان ما خامشیم

چون شما سوی جمادی می‌روید

محرمان جان جمادان کی شوید

از جمادی در جهان جان روید

غفل اجزای عالم بشنوید

۲. هفت آسمان و زمین و هر چه

در آن‌هاست، همه به ستایش خدا

مشغول‌اند و موجودی نیست جز آنکه

ذکرش تسبیح حضرت اوست، ولی

شما تسبیح آن‌ها را نمی‌فهمید. همانا

او بسیار بردبار و آمرزنده است

(اسراء: ۴۴).

3. Robert Mayer

4. Pier Luigi Nervi

5. Santiago Calatrava

6. Frank Lloyd Wright

7. Luis I. Kahn

مواد، تأثیر پهنه‌بندی اقلیمی کشور در انتخاب مصالح و همچنین شناخت زمین به‌عنوان منبع تأمین‌کننده مصالح ساختمانی و بستر بناها اختصاص دارد. در فصل سوم مهم‌ترین مصالح مصرفی در معماری بومی و سنتی ایران و نحوه تولید و کاربرد آن‌ها ارائه می‌شود. در فصل چهارم، مصالح جدید معرفی می‌شوند که با گسترش صنعت به تحولی عظیم در سیستم‌های ساختمانی و تکنولوژی معماری منجر شده‌اند.

شایسته است از مهندس فرید سرتیپی‌پور که در تألیف و تدوین فصل اول کتاب همکاری داشته و استاد محترم جناب آقای مهندس ناصر شهسواری که در چاپ اول و مرحله تجدیدنظر چاپ دوم نکته‌هایی را به نگارنده تذکر داده‌اند و همچنین زنده‌یاد آقای دکتر محمدجعفر خاتمی که نسخه دست‌نوشته چاپ اول را خوانده و پیشنهاداتی در جهت بهبود محتوای کتاب به اینجانب ارائه کرده‌اند، سپاسگزاری کنم.

محسن سرتیپی‌پور

۱۳۹۷

www.ketab.ir