

ساخت و ساز با خاک

طراحی و فناوری معماری پایدار

[ویرایش سوم، ژانویه ۲۰۱۳]

نویسنده:

پروفسور دکتر گنوت مینک

استاد و مدیر موسسه تحقیقات ساختمان، دانشگاه کاسل، آلمان

مترجمان:

دکتر محمد میرزاعلی

دانش آموخته مهندسی تکنولوژی آبادانی روستا

دانشگاه شهید بهشتی

مهندس محمد کریمی

کارشناس ارشد مهندسی معماری

دانشگاه آزاد اسلامی آزادشهر

سرشناسه	مینک، گرنوت، ۱۹۳۷ - م. Minke, Gernot
عنوان و نام پدیدآور	ساخت و ساز با خاک (طراحی و فناوری معماری پایدار) // نویسنده گرنوت مینک؛ مترجمان محمد میرزاعلی، محمد کریمی
مشخصات نشر	تهران: سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	۲۹۷ص: مصور، جدول؛ ۲۲×۲۹ س.م.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۴۷۶-۴
وضعیت فهرست نویسی	قیفا
یادداشت	عنوان اصلی: Building with earth : design and technology of a sustainable architecture
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۲۸۳-۲۸۵.
عنوان دیگر	معماری خاک طراحی و تکنولوژی ساخت ابنیه بر اساس معماری پایدار.
عنوان دیگر	ساختن با خاک: طراحی و فناوری معماری پایدار.
موضوع	ساخت و ساز با خاک
موضوع	Earth construction
موضوع	معماری پایدار
موضوع	Sustainable architecture
موضوع	ساختمان‌های پایدار -- طراحی و ساخت
موضوع	Sustainable buildings -- Design and construction
شناسه افزوده	میرزاعلی، محمد، ۱۳۶۳ - مترجم
شناسه افزوده	کریمی، محمد، ۱۳۶۶ - مترجم
شناسه افزوده	سازمان جهاد دانشگاهی تهران. انتشارات
رده بندی کنگره	۶۲۱.۱۴۱
رده بندی دیویی	۶۱۱.۰۷۲
شماره کتابشناسی ملی	۶۳۲۷



◆ نام کتاب: ساخت و ساز با خاک (طراحی و فناوری معماری پایدار)	
◆ مترجمان: محمد میرزاعلی - محمد کریمی	
◆ ناشر: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران	
◆ طراح جلد: سعید صحابی	
◆ چاپ و صحافی: رامین	
◆ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه	
◆ قیمت: ۸۵۰۰۰ تومان	
◆ نوبت چاپ: اول - تابستان ۱۳۹۹	
◆ ناظر چاپ: احمد آرش	
◆ شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۴۷۶-۴	ISBN-978-600-133-476-4
◆ نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵	www.jahat.ir
◆ تلفن: ۶۶۹۵۴۳۸ تلفکس: ۶۶۴۶۹۴۱	nashr.jutt@gmail.com
◆ تلفن مراکز پخش: ۶۶۹۵۴۳۸-۶۶۹۵۵۷۵۳	خانه کتاب دانشگاه: ۶۶۹۷۳۴۲۳

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

فهرست مطالب

۱۱	پیشگفتار
۱۳	بخش اول: فناوری ساخت و ساز با خاک
۱۵	فصل اول: کلیات
۱۷	تاریخچه
۲۲	خاک به عنوان یک مصالح ساختمانی: اصول اساسی
۲۲	۱- لوم یک مصالح ساختمانی است یا نه؟
۲۲	۲- ترک خوردگی ترکیبات لوم در هنگام خشک شدن
۲۲	۳- لوم مقاوم به آب نیست
۲۴	بهبود اقلیم داخلی
۲۴	رطوبت هوا و سلامت
۲۵	تأثیر تبادل هوا بر روی رطوبت هوا
۲۵	اثر متعادل کننده خاک لومی بر روی رطوبت
۲۸	پیش قضاوت های منفی در برابر استفاده از خاک به عنوان یک مصالح ساختمانی
۲۹	فصل دوم: خصوصیات خاک به عنوان یکی از مصالح ساختمانی
۲۹	ترکیب
۳۰	خاک رس
۵۹	فصل سوم: تهیه خاک لوم
۵۹	خیساندن، خرد کردن و مخلوط کردن
۶۱	الک کردن (غربال کردن)
۶۲	دو غاب مکانیکی
۶۲	پخت با آب
۶۲	رقیق سازی
۶۳	فصل چهارم: بهبود ویژگی های خاک با افزودنی های خاص
۶۴	کاهش ترک های انقباضی
۶۴	روش رقیق سازی
۶۴	محیط های رقیق سازی
۶۴	افزودن الیاف (فیبرها)
۶۵	شاخص های ساختاری

۶۵	تثبیت آب در برابر فرسایش آبی
۶۵	تثبیت کننده های معدنی
۶۷	بهبود نیروی پیوندی
۶۹	افزایش مقاومت فشاری
۶۹	توزیع اندازه دانه های بهینه
۷۰	تهیه و آماده سازی
۷۱	متراکم سازی (فشرده سازی)
۷۲	افزودنی های معدنی
۷۵	افزودنی های آلی
۷۵	افزایش الیاف
۷۶	مقاومت در برابر سایش
۷۶	افزایش عایق حرری
۸۳	فصل پنجم: معماری کوبیده (کارهای خاکی فشرده)
۸۴	قالب بندی
۸۶	ابزارها
۸۸	روش ساخت و ساز
۸۹	شکل دهی منافذ (دریچه ها)
۸۹	فنون ساخت دیوارهای جدید
۸۹	پانل های خاکی کوبیده:
۹۱	فنون فوق مکانیزه
۹۳	سازه قابی (سازه تیر پایه ای) با میان قاب خاک کوبیده
۹۳	ساخت و ساز دیوار بدون قالب
۹۵	گنبد های خاکی کوبیده
۹۶	خشک شدن
۹۶	نهاده کار
۹۶	عایق حرارتی
۹۶	تیمار سطحی
۹۷	فصل ششم: کار با بلوک های خاکی
۹۸	تاریخچه
۹۹	تولید بلوک های خاکی
۱۰۴	ترکیب مصالح
۱۰۵	محافظت از بلوک های خاکی
۱۰۶	تیمار سطحی
۱۰۶	اتصال بست ها به دیوارها
۱۰۷	بلوک های لومی سبک وزن
۱۰۷	آجرهای (خشت های) خام مخصوص آکوستیک

۱۰۹	فصل هفتم: بلوک‌های بزرگ و پانل‌های پیش‌ساخته
۱۰۹	بلوک‌های بزرگ
۱۱۰	پانل‌های دیواری پیش‌ساخته
۱۱۱	دال‌های کف
۱۱۲	کاشی‌های کف
۱۱۲	دال‌های لومی اکستروود شده
۱۱۳	فصل هشتم: قالب‌ریزی مستقیم با لوم مرطوب
۱۱۴	فنون لوم مرطوب سنتی
۱۱۷	روش تکه‌های لوم نازک: دان
۱۱۷	روش استرانگله‌م
۱۱۸	تهیه مخلوط
۱۱۸	چیدمان عناصر (مکان)
۱۲۳	انواع دیوار
۱۲۵	فصل نهم: پُر کردن لوم مرطوب در سارهای ا. دلتا
۱۲۵	لوم افشانده
۱۲۷	لوم پاشی
۱۲۷	استوانه‌ها و محفظه‌های لوم‌های آغشته به کاه
۱۲۹	مواد پُرکننده لومی سبک‌وزن
۱۲۹	پُر کردن منافذ و فاصله‌ها با استرانگله‌م و لوله‌های خاکی
۱۳۱	فصل دهم: لوم سبک‌وزن کوبیده، ریخته‌شده یا پمپاژ شده
۱۳۱	قالب
۱۳۲	دیوارهای لوم آغشته به کاه سبک‌وزن و کوبیده
۱۳۲	دیواره‌های لوم چوبی سبک‌وزن پُرکننده و کوبیده‌شده
۱۳۳	دیوارهای پُر و کوبیده‌شده
۱۳۴	دیواره‌های ریخته‌شده
۱۳۸	دیوارهای ساخته‌شده با پمپاژ لوم
۱۳۸	تیمار سطحی
۱۳۹	طبقات پمپاژ شده با لوم معدنی سبک‌وزن
۱۴۰	بلوک‌های توخالی پُر شده با لوم
۱۴۰	شیلنگ‌ها (لوله‌ها)ی پُر شده با لوم
۱۴۵	فصل یازدهم: پلاسترهای (اندودهای) لومی
۱۴۵	آماده‌سازی زمین
۱۴۶	ترکیب پلاستر (اندود) لومی
۱۴۷	پلاسترهای (اندودهای) لومی در دیوار خارجی
۱۴۷	پلاسترهای (اندودهای) لومی داخلی

۱۴۸.....	دستورالعمل های گچ کاری دیواره های خاکی
۱۴۹.....	پلاستر (اندود) قابل اسپری
۱۴۹.....	پلاستر (اندود) لوم معدنی سبک وزن
۱۵۰.....	پلاستر (اندود) پرتابی
۱۵۱.....	خانه هایی از کاه های بسته بندی شده و اندود شده
۱۵۱.....	پلاستر (اندود) شکل دهی شده به صورت مرطوب
۱۵۴.....	حفاظت از گوشه ها
۱۵۵.....	فصل دوازدهم: حفاظت از سطوح لومی در برابر هوازدگی
۱۵۵.....	تحکیم سطح
۱۵۵.....	رنگ ها
۱۵۵.....	آماده سازی زمین (سطح اولیه)
۱۵۵.....	ترکیبات خرد های رنگی توصیه شده
۱۵۸.....	انتشار بخار
۱۵۸.....	نفوذ آب
۱۵۹.....	ضد آب کردن سطوح
۱۵۹.....	مواد دافع آب
۱۶۰.....	پلاسترهای (اندودهای) آهکی
۱۶۲.....	توفال ها، تخته پوش ها و سایر پوشش ها
۱۶۳.....	روش های ساختمانی
۱۶۵.....	فصل سیزدهم: تعمیر و مرمت قطعات و اجزای لومی
۱۶۵.....	وقوع آسیب در قطعات و اجزای لومی
۱۶۵.....	تعمیر ترک ها و بندها با مصالح پُرکننده یا فیلر لومی
۱۶۶.....	کاربرد ماده پُرکننده (فیلر)
۱۶۶.....	ترمیم و تعمیر ترک ها و درزها با سایر مواد پُرکننده
۱۶۶.....	ترکیبات
۱۶۶.....	تعمیر و ترمیم سطوح با آسیب دیدگی وسیع
۱۶۷.....	مقاوم سازی عایق حرارتی با لوم سبک وزن
۱۶۷.....	تصعید
۱۶۷.....	عایق حرارتی
۱۶۷.....	لایه های لومی سبک وزن
۱۶۸.....	عناصر پیش ساخته
۱۷۱.....	فصل چهاردهم: طراحی عناصر ساختمانی خاص
۱۷۱.....	اتصالات (مفاصل و لولاها)
۱۷۲.....	طرح های دیواری خاص
۱۷۶.....	طبقات میانی

۱۷۶	رول‌های لوم کاهی
۱۷۷	کف‌پوش‌های لومی مدرن
۱۷۷	کف‌پوش‌های خاکی کوبیده
۱۷۷	کف‌پوش‌های خاکی قدیمی و سنتی
۱۷۸	کف‌پوش‌های خاکی مدرن
۱۸۰	سقف‌های شیب‌دار پُر شده با لوم سبک‌وزن
۱۸۱	سقف‌های پوشیده‌شده با خاک
۱۸۴	طاق‌ها و گنبد‌های با بلوک خاکی
۱۸۵	نکاتی درباره هندسه طاق‌ها و گنبد‌ها
۱۸۷	رفتار سازه‌ای
۱۹۴	طاق‌های نوبی (حیثی)
۱۹۵	گنبد‌های افغانی و ارانی
۱۹۷	گنبد‌های نوبی (بشی)
۱۹۸	گنبد‌های بهینه‌شده از طرساتری
۱۹۹	گنبد‌ها و طاق‌ها بر روی قلاب
۲۰۰	آتش زدن گنبد‌های خاکی
۲۰۰	دیوار ذخیره‌ساز حرارتی خاکی در باغچه‌های زمستانه
۲۰۳	استفاده از لوم در حمام
۲۰۵	مبل‌مان و اشیای بهداشتی ساخته‌شده از لوم
۲۰۶	سیستم‌های گرمایش دیواری
۲۰۷	سیستم گرمایشی دیوار خورشیدی منفعل (غیرفعال)
۲۰۹	فصل پانزدهم: ساختمان مقاوم در برابر زلزله
۲۱۱	اقدامات سازه‌ای
۲۱۶	منافذ و دریچه‌های تعبیه‌شده برای درب‌ها و پنجره‌ها
۲۱۸	دیواره‌های خاکی کوبیده مسلح (تقویت‌شده) با بامبو
۲۲۲	گنبد‌ها
۲۲۳	طاق‌ها
۲۲۷	دیوارهای بافته‌شده از پارچه‌های پُر شده با لوم (خاک رس)
۲۳۱	بخش دوم: نمونه بناهای ساخته‌شده
۲۳۳	فصل اول: مناطق مسکونی و اقامتگاه
۲۳۳	دو خانه نیمه مستقل (نیمه مجزا)، کاسل، آلمان
۲۳۹	خانه روستایی در محله وزیرپور، دهلی نو، هند
۲۴۱	خانه کندوی عسل در شهر مواب، یوتا، ایالات متحده آمریکا
۲۴۲	خانه سه واحدی در استین، شهر اشتاین‌ام راین، سوئیس
۲۴۳	اقامتگاه، لاپاز، بولیوی

۲۴۴	اقامتگاه، تورکو، فنلاند
۲۴۵	اقامتگاه و استودیو در گالینا کانیون، نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۲۴۷	اقامتگاه دس مونتز، نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۲۴۹	اقامتگاه کاسیتا ناناپروک، تائوس، نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۲۵۰	اقامتگاه و دفترکار در کوهستان باون، نیوساوت ولز، استرالیا
۲۵۱	اقامتگاه ناکستانی در شبه جزیره مورینگتن، ویکتوریا، استرالیا
۲۵۲	اقامتگاه، هیلنزویل، نیوزیلند
۲۵۵	اقامتگاه، سائو فرانسیسکو خاویز، برزیل
۲۵۷	فصل دوم: ساختمان‌های فرهنگی، آموزشی و مذهبی
۲۵۷	موسسه توسعه پان آفریکن، اوگادوگو، بورکینافاسو
۲۵۹	ساختمان اداری، دهللی، هند
۲۶۱	مدرسه‌ای در بویگ، جازنا، سوئد
۲۶۳	کودکستان، دهکده سورسوم، آلمان
۲۶۵	مرکز فرهنگی، لاپاز، بولیوی
۲۶۶	مسجد، وایرن، آلمان
۲۶۸	مهدکودک، کودکستان و مدرسه درکیت لوتس، لاداخ، هند
۲۷۱	مرکز آب‌درمائی چشمه میامو در سیدونا، آریزونا، ایالات متحده آمریکا
۲۷۳	تفرجگاه توریستی در دهکده بیردبی، شبه جزیره ایبنتور، استرالیا
۲۷۴	خوابگاه دانشگاه چارلز استورت در تورگوونا، نیوساوت ولز، استرالیا
۲۷۵	مرکز جوانان در شپانداو، برلین، آلمان
۲۷۷	کلیسای صلح (آشتی)، برلین، آلمان
۲۷۹	سالن بنیاد مرکز ثقل در جمز اسپرینگز، نیومکزیکو، ایالات متحده آمریکا
۲۸۱	فصل سوم: دیدگاه‌های آینده
۲۸۱	اقدامات
۲۸۲	پارامترها و شاخص‌های اندازه‌گیری
۲۸۲	مقادیر فیزیکی
۲۸۲	مقادیر R و U
۲۸۳	منابع
۲۸۷	واژگان تخصصی (Vocabulary)

ایران امروز در اشتیاق توسعه و استقلال، گام‌های محکم و استواری برمی‌دارد. همه روزه در گوشه و کنار میهن ما جوانه‌های خودکفایی علمی و فنی نمایان می‌شوند و با عنایت و یاری خداوند متعال و در سایه تلاش و کوشش جامعه علمی و دانشگاهی حرکت به سوی مرزهای دانش شتاب بیشتری به خود می‌گیرد. خدا را شکر می‌گوییم که این فرصت را به ما ارزانی کرد تا گام‌هایی هرچند کوچک در راه رشد و نشر دستاوردهای علمی و فرهنگی کشور برداریم، باشد تا با یاری خداوند توان و پرته‌همت اندیشمندان، نویسندگان، مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد بتوانیم در اعتلای علمی کشور ریزمان ایران سهمی داشته باشیم.

انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران در راستای وظایف خویش و به منظور رسیدن به اهداف علمی-فرهنگی نظام جمهوری اسلامی ایران اقدام به انتشار آثار ارزشمند و مورد نیاز علمی و دانشگاهی می‌کند. در این راه از کلیه اساتید، پژوهشگران، صاحبان قلم و اندیشه دعوت به مشارکت و همکاری می‌شود.

این کتاب که در پاسخ به علاقه روزافزون جهانی به معماری و ساخت و ساز با خاک نوشته شده است، خاک را به عنوان یکی از مصالح ساختمانی در نظر گرفته و به بررسی همه کاربردها و فنون ساخت آن با در نظر گرفتن داده‌های فیزیکی مربوطه پرداخته است؛ ضمن اینکه ویژگی‌های خاص و شیوه‌های بهینه‌سازی آن را توضیح می‌دهد. با این حال، هیچ رساله و تحقیق نظری نمی‌تواند جایگزینی برای تجربه عملی معماری و ساخت و ساز با خاک باشد. یافته‌های تجربی و دانش خاص مربوط به ساخت و ساز با خاک که در این کتاب در نظر گرفته شده است، می‌تواند به عنوان معیارها و دستورالعمل‌هایی برای مایف و وسیعی از فرایندهای ساخت و کاربردهای احتمالی توسط مهندسان، معماران، کارآفرینان، صنعتگران و سیاست‌مداران ارتقا یابد که از روی ضرورت یا تمایل به دنبال کار با قدیمی‌ترین مصالح ساختمانی بشر می‌باشند، مورد استفاده قرار گیرد.

خاک به عنوان یکی از مصالح ساختمانی دارای هزاران ترکیب متفاوت است و می‌توان آن را به طور متفاوتی فرآوری کرد. لوم که نام علمی خاک رس است، دارای نام‌های متعددی است که در زمینه‌های متفاوت استفاده می‌شوند؛ برای مثال خاک کوبیده شده، بلوک‌های خاکی، آجرهای دایره‌ای یا خشت خام.

این کتاب به بررسی نتایج آزمایشات و تحقیقات انجام شده مستمر در آزمایشگاه تحقیقاتی ساخت و ساز (موسسه تحقیقات ساختمانی) در دانشگاه کاسل آلمان از سال ۱۹۷۱ میلادی تاکنون می‌پردازد. بعلاوه، فنون تخصصی که نویسنده توسعه داده و تجربه عملی که در روند طراحی ساختمان‌ها و استفاده‌های خاکی در برخی کشورها گردآوری کرده است، در این کتاب بررسی خواهند شد. شایان ذکر است این اثر، استناد به کتاب ساختمان‌های جدید (ناشر: اکوبوک و رلاگ اشتوفن) نوشته شده است که اولین بار در سال ۱۹۹۴ میلادی منتشر شده و اکنون چندین جلد آن به چاپ رسیده است. همچنین این کتاب به زبان روسی و اسپانیایی نیز به چاپ رسیده است.

اگرچه این اثر نخستین و مهم‌ترین کتاب فنی و تخصصی است، با این حال فصل‌های آن، اطلاعات مختصری در خصوص تاریخچه معماری با خاک ارائه می‌دهد. ضمناً این فصل به توصیف نقش‌های تاریخی و آینده خاک به عنوان یک مصالح ساختمانی پرداخته و فهرست همه ویژگی‌های مهم و برجسته‌ای که خاک را از سایر مصالح ساختمانی صنعتی معمول متمایز می‌کند، تشریح خواهد کرد. کشف اصلی اخیر که مبنی بر آن خاک را می‌توان به عنوان متعادل‌سازی آب و هوای داخل ساختمان استفاده کرد، به طور مفصل در این قسمت توضیح داده شده است. فصل پایانی این کتاب شایسته توجه بیشتری است، زیرا برخی از سازه‌ها و ساختمان‌های خاکی معروف را از مناطق مختلف جهان به تصویر می‌کشد. این سازه‌ها نشان‌دهنده تنوع جذاب و چشمگیر معماری با خاک و بسیاری از کاربردهای مصالح خاکی می‌باشد.

گرنوت مینک

(دانشگاه کاسل، آلمان)