



مصالح ساختمانی

(رشته مهندسی معماری)

مهندس داود دانشیان مهندس افسانه نوبهاری مهسا مرادخانی

فهرست مطالب کتاب

پانزده هفده	اهداف کلی اهداف رفتاری
۱	بخش اول. مقدمه
۳	فصل ۱. خواص عمومی مصالح ساختمانی
۳	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ خواص عمومی مصالح ساختمانی
۴	۱-۲-۱ خواص فیزیکی
۱۲	۲-۲-۱ خواص شیمیایی
۱۴	۳-۲-۱ خواص مکانیکی
۱۵	۴-۲-۱ خواص کاربردی
۱۶	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۱
۱۷	سؤالات تشریحی فصل ۱
۱۹	بخش دوم. مصالح بومی
۲۱	فصل ۲. خاک
۲۱	۱-۲ خاک
۲۲	۲-۲ ضرورت استفاده و کاربرد خاک
۲۳	۳-۲ خواص عمومی خاک
۲۳	۱-۳-۲ خواص فیزیکی
۲۶	۲-۳-۲ خواص شیمیایی
۲۶	۳-۳-۲ خواص مکانیکی
۲۷	۴-۲ انواع خاک
۲۷	۱-۴-۲ خاک‌های رسی
۲۹	۲-۴-۲ لای
۳۰	۳-۴-۲ ماسه

۳۱	۲-۴-۴ شن
۳۱	۲-۴-۵ قلوه
۳۲	۲-۵ روش های بهبود خاک
۳۳	سؤالات چهارگزینه ای فصل ۲
۳۴	سؤالات تشریحی فصل ۲
۳۵	فصل ۳. چوب
۳۵	۳-۱ تاریخچه
۳۶	۳-۲ ضرورت استفاده و کاربرد چوب
۳۷	۳-۳ ساختمان چوب
۳۸	۳-۴ چوب های مورد استفاده در ساختمان سازی
۳۹	۳-۵ آماده سازی چوب جهت مصرف
۳۹	۳-۵-۱ خشک کردن چوب
۴۰	۳-۵-۲ محافظت از چوب پس از خشک شدن
۴۱	۳-۵-۳ عمل آوردن چوب
۴۲	۳-۶ خواص عمومی چوب
۴۲	۳-۶-۱ خواص فیزیکی چوب
۴۳	۳-۶-۲ خواص شیمیایی چوب
۴۴	۳-۶-۳ خواص مکانیکی چوب
۴۴	۳-۷ معایب چوب
۴۶	۳-۸ آفات چوب و راه های مقابله با آنها
۴۷	۳-۹ اشکال مختلف چوب
۴۷	۳-۹-۱ انواع برش های چوب
۴۷	۳-۹-۲ چوب های ورق های (روکش)
۴۸	۳-۹-۳ چوب های مصنوعی (صنعتی)
۵۰	۳-۱۰ انبار کردن چوب
۵۱	سؤالات چهارگزینه ای فصل ۳
۵۲	سؤالات تشریحی فصل ۳
۵۳	فصل ۴. سنگ های ساختمانی
۵۳	۴-۱ تاریخچه
۵۳	۴-۲ ضرورت استفاده و کاربرد سنگ ها
۵۴	۴-۳ گروه بندی زمین شناسی سنگ ها
۵۵	۴-۳-۱ سنگ های آذرین
۵۶	۴-۳-۲ سنگ های رسوبی (ته نشسته)
۵۷	۴-۳-۳ سنگ های دگرگونی
۵۷	۴-۴ خواص عمومی سنگ ها
۵۷	۴-۴-۱ خواص فیزیکی
۵۸	۴-۴-۲ خواص شیمیایی
۵۹	۴-۴-۳ خواص مکانیکی
۵۹	۴-۵ استخراج سنگ
۵۹	۴-۵-۱ استفاده از سیم برش الماسه

۶۰	۴-۵-۲ استخراج با مته
۶۱	۴-۵-۳ روش انفجاری
۶۲	۴-۶-۶ آماده کردن سنگ و اشکال آن
۶۲	۴-۶-۱ سنگ‌های قلوه رودخانه‌ای
۶۲	۴-۶-۲ سنگ‌های لاشه
۶۲	۴-۶-۳ سنگ قواره
۶۳	۴-۶-۴ سنگ بادبُر (رگه‌ای - مالون)
۶۳	۴-۶-۵ سنگ بادکوبه‌ای
۶۴	۴-۴-۶ سنگ پلاک
۶۵	۴-۷-۷ نام‌گذاری سنگ‌های ساختمانی
۶۵	۴-۷-۱ ماسه‌سنگ‌ها
۶۶	۴-۷-۲ سنگ‌های آهکی
۶۸	۴-۷-۳ سنگ‌های رسی
۶۸	۴-۷-۴ سنگ گرانیت
۶۹	۴-۷-۵ مرمر
۷۰	۴-۷-۶ مرمریت
۷۱	۴-۷-۷ توف (سنگ سبز)
۷۱	۴-۸ عملیات ساختمانی با سنگ
۷۴	۴-۹ نگهداری از سنگ
۷۴	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۴
۷۶	سؤالات تشریحی فصل ۴
۷۷	بخش سوم. فرآورده‌های خاکی
۷۹	فصل ۵. آجر
۷۹	۵-۱ تاریخچه
۸۰	۵-۲ ضرورت استفاده و کاربرد آجر
۸۰	۵-۳ ساختار و مواد تشکیل دهنده آجر
۸۲	۵-۴ مراحل تولید آجر
۸۲	۵-۴-۱ استخراج مواد خام
۸۲	۵-۴-۲ آماده‌سازی مواد خام (عمل آوردن خاک)
۸۳	۵-۴-۳ ساختن گل
۸۳	۵-۴-۴ قالب‌گیری (خشت‌زنی)
۸۴	۵-۴-۵ خشک کردن خشت
۸۵	۵-۶-۶ پختن خشت
۸۷	۵-۵ خواص عمومی آجر
۸۷	۵-۵-۱ خواص فیزیکی آجر
۸۹	۵-۵-۲ خواص شیمیایی آجر
۸۹	۵-۵-۳ خواص مکانیکی آجر
۹۰	۵-۶ انواع آجرهای رسی
۹۰	۵-۶-۱ آجرهای سنتی (دستی)
۹۲	۵-۶-۲ آجرهای صنعتی (ماشینی)

۹۳	۵-۳-آجر نسوز
۹۴	۵-۷-آجرهای غیررسی
۹۴	۵-۷-۱ آجر ماسه‌آهکی
۹۵	۵-۷-۲ آجر سیمانی (آجر بتنی)
۹۶	۵-۸ ابعاد و تقسیمات آجر
۹۶	۵-۹ امراض آجر
۹۸	۵-۱۰ راهنمای شناسایی آجر مرغوب
۹۹	۵-۱۰-۱ آزمایش مقاومت آجر
۹۹	۵-۱۱ عملیات آجرچینی
۱۰۰	۵-۱۲ انبار کردن و نگهداری آجر
۱۰۱	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۵
۱۰۲	سؤالات تشریحی فصل ۵
۱۰۳	فصل ۶. سرامیک و کاشی
۱۰۳	۶-۱ تاریخچه
۱۰۴	۶-۲ ضرورت استفاده و کاربرد سرامیک و کاشی
۱۰۵	۶-۳ مراحل تولید سرامیک و کاشی
۱۰۶	۶-۳-۱ آماده‌سازی مواد اولیه
۱۰۷	۶-۳-۲ قالب‌گیری
۱۰۷	۶-۳-۳ خشک کردن و پختن
۱۰۸	۶-۳-۴ لعاب دادن
۱۰۹	۶-۴ خواص عمومی سرامیک و کاشی
۱۱۰	۶-۵ انواع سرامیک‌ها و کاشی‌ها
۱۱۲	۶-۶ نصب سرامیک و کاشی
۱۱۳	۶-۷ راهنمای شناخت سرامیک و کاشی مرغوب
۱۱۴	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۶
۱۱۵	سؤالات تشریحی فصل ۶
۱۱۷	بخش چهارم. مصالح سخت شونده
۱۱۹	فصل ۷. آهک
۱۱۹	۷-۱ تاریخچه
۱۲۰	۷-۲ ضرورت استفاده و کاربرد آهک
۱۲۱	۷-۳ آماده‌سازی آهک زنده جهت مصرف (شکفتن آهک)
۱۲۴	۷-۴ خواص عمومی آهک شکفته
۱۲۴	۷-۴-۱ خواص فیزیکی
۱۲۵	۷-۴-۲ خواص شیمیایی
۱۲۵	۷-۴-۳ خواص مکانیکی
۱۲۵	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۷
۱۲۷	سؤالات تشریحی فصل ۷
۱۲۸	فصل ۸. گچ ساختمانی
۱۲۸	۸-۱ تاریخچه

۱۲۸	۲-۸ ضرورت استفاده و کاربرد گچ
۱۲۹	۳-۸ سنگ گچ و منابع آن
۱۳۱	۴-۸ تولید گچ ساختمانی (گچ زنده) و گچ کشته
۱۳۳	۵-۸ خواص عمومی گچ
۱۳۴	۱-۵-۸ خواص فیزیکی
۱۳۵	۲-۵-۸ خواص شیمیایی
۱۳۵	۳-۵-۸ خواص مکانیکی
۱۳۶	۶-۸ انواع گچ
۱۳۶	۱-۶-۸ گچ مرمری (گچ کین)
۱۳۶	۲-۶-۸ گچ گبتون
۱۳۷	۷-۸ اشکال مختلف محصولات گچی
۱۳۷	۱-۷-۸ اندود و ملات گچ
۱۳۸	۲-۷-۸ صفحات گچی (تخته گچی)
۱۳۹	۸-۸ مواد افزودنی به گچ
۱۴۰	۹-۸ راهنمای شناسایی گچ مرغوب
۱۴۰	۱۰-۸ انبار کردن گچ
۱۴۱	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۸
۱۴۲	سؤالات تشریحی فصل ۸

فصل ۹. ملات‌ها و اندودها

۱۴۳	۱-۹ تاریخچه
۱۴۳	۲-۹ ضرورت استفاده و کاربرد ملات‌ها
۱۴۳	۳-۹ خواص عمومی ملات‌ها
۱۴۵	۴-۹ عوامل مؤثر در میزان چسبندگی ملات
۱۴۶	۵-۹ انواع ملات‌ها
۱۴۶	۱-۵-۹ ملات‌های آبی
۱۴۷	۲-۵-۹ ملات‌های هوایی
۱۵۰	۳-۵-۹ ملات‌های ویژه
۱۵۳	۶-۹ مواد افزودنی در ملات‌ها
۱۵۵	۷-۹ عوامل مؤثر در انتخاب ملات مناسب
۱۵۶	۸-۹ آماده‌سازی سطوح زیر کار جهت ملات‌ریزی
۱۵۶	۹-۹ ملات‌ریزی و نگهداری از ملات
۱۵۷	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۹
۱۵۷	سؤالات تشریحی فصل ۹
۱۵۸	

فصل ۱۰. سیمان

۱۶۰	۱-۱۰ تاریخچه
۱۶۰	۲-۱۰ ضرورت استفاده و کاربرد سیمان
۱۶۱	۳-۱۰ ساختار و مواد تشکیل‌دهنده سیمان پرتلند
۱۶۲	۴-۱۰ مراحل تولید سیمان پرتلند
۱۶۲	۱-۴-۱۰ آماده کردن و آسیاب مواد اولیه
۱۶۴	۲-۴-۱۰ پختن مواد اولیه در کوره (سیمانپزی)

- ۱۶۵ ۱۰-۴-۳ آسیاب کردن کلینکر
- ۱۶۶ ۱۰-۵-۵ خواص عمومی سیمان پرتلند
- ۱۶۶ ۱۰-۵-۱ خواص فیزیکی
- ۱۶۷ ۱۰-۵-۲ خواص شیمیایی
- ۱۶۹ ۱۰-۵-۳ خواص مکانیکی
- ۱۶۹ ۱۰-۶-۶ سخت شدن مخلوط‌های سیمانی و عوامل مؤثر در آن
- ۱۷۰ ۱۰-۷-۷ انواع سیمان پرتلند
- ۱۷۰ ۱۰-۷-۱ سیمان پرتلند نوع ۱ (سیمان معمولی)
- ۱۷۱ ۱۰-۷-۲ سیمان پرتلند نوع ۲ (سیمان ممتاز)
- ۱۷۱ ۱۰-۷-۳ سیمان پرتلند نوع ۳ (سیمان زودگیر)
- ۱۷۱ ۱۰-۷-۴ سیمان نوع ۴ (دیرگیر-کم حرارت)
- ۱۷۲ ۱۰-۷-۵ سیمان نوع ۵ (ضد سولفات)
- ۱۷۲ ۱۰-۸-۸ سیمان‌های ویژه
- ۱۷۲ ۱۰-۸-۱ سیمان سرباره (سرباره کوره آهنگدازی)
- ۱۷۳ ۱۰-۸-۲ سیمان تراس یا سیمان پوزولانی
- ۱۷۳ ۱۰-۸-۳ سیمان آلومینیومی (برقی)
- ۱۷۴ ۱۰-۸-۴ سیمان بتایی
- ۱۷۴ ۱۰-۸-۵ سیمان چاه‌کنی (چاه نفت)
- ۱۷۵ ۱۰-۸-۶ سیمان انبساطی (ورم‌کن)
- ۱۷۵ ۱۰-۸-۷ سیمان ضد آب
- ۱۷۵ ۱۰-۸-۸ سیمان سفید
- ۱۷۶ ۱۰-۸-۹ سیمان رنگی
- ۱۷۶ ۱۰-۸-۱۰ فرآورده‌های پنبه‌کوهی-سیمان (سیمان‌آزبستی)
- ۱۷۷ ۱۰-۱۰-۱ راهنمای شناخت سیمان مرغوب
- ۱۷۸ ۱۰-۱۱-۱ انبار کردن سیمان
- ۱۷۹ سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۱۰
- ۱۸۱ سؤالات تشریحی فصل ۱۰

فصل ۱۱. بتن

- ۱۸۲ ۱۱-۱ تاریخچه
- ۱۸۲ ۱۱-۲ ضرورت استفاده و کاربرد بتن
- ۱۸۳ ۱۱-۳ مواد تشکیل‌دهنده بتن و تأثیر آن‌ها در بتن
- ۱۸۴ ۱۱-۳-۱ آب
- ۱۸۵ ۱۱-۳-۲ سیمان
- ۱۸۵ ۱۱-۳-۳ سنگ‌دانه‌ها
- ۱۸۷ ۱۱-۴ نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن
- ۱۸۸ ۱۱-۵ خواص عمومی بتن
- ۱۸۸ ۱۱-۵-۱ خواص فیزیکی
- ۱۸۹ ۱۱-۵-۲ خواص شیمیایی
- ۱۸۹ ۱۱-۵-۳ خواص مکانیکی
- ۱۹۰ ۱۱-۶ انواع بتن
- ۱۹۰ ۱۱-۶-۱ بتن سبک

۱۹۵	۱۱-۶-۲ بتن معمولی
۱۹۵	۱۱-۶-۳ بتن سنگین
۱۹۶	۱۱-۷-۷ بتن های ویژه
۱۹۶	۱۱-۷-۱ بتن ممتاز (پر مقاومت)
۱۹۶	۱۱-۷-۲ بتن پلیمری
۱۹۶	۱۱-۷-۳ بتن الیافی
۱۹۶	۱۱-۷-۴ بتن گویگردی
۱۹۷	۱۱-۷-۵ بتن غلتکی
۱۹۷	۱۱-۸ انواع محصولات بتنی
۱۹۷	۱۱-۸-۱ بتن مسلح (بتن آرمه)
۱۹۸	۱۱-۸-۲ بتن پیش تنیده و پس تنیده
۱۹۹	۱۱-۸-۳ بتن پیش ساخته
۲۰۰	۱۱-۸-۴ لوله های بتنی
۲۰۱	۱۱-۹ افزودنی های بتن
۲۰۱	۱۱-۹-۱ روان کننده ها (تقلیل دهنده های آب)
۲۰۱	۱۱-۹-۲ تسریع کننده ها
۲۰۲	۱۱-۹-۳ کندگیر کننده ها
۲۰۲	۱۱-۹-۴ هوازاها
۲۰۳	۱۱-۱۰ اجرای بتن
۲۰۳	۱۱-۱۰-۱ حمل و نقل بتن
۲۰۴	۱۱-۱۰-۲ قالب بندی بتن
۲۰۵	۱۱-۱۰-۳ بتن ریزی
۲۰۵	۱۱-۱۰-۴ متراکم کردن بتن
۲۰۶	۱۱-۱۰-۵ عمل آوردن بتن
۲۰۷	۱۱-۱۱ راهنمای شناخت بتن مرغوب
۲۰۷	سؤالات چهارگزینه ای فصل ۱۱
۲۰۸	سؤالات تشریحی فصل ۱۱
۲۱۱	بخش پنجم. عایق ها
۲۱۳	فصل ۱۲. عایق های حرارتی
۲۱۳	۱۲-۱ تاریخچه
۲۱۳	۱۲-۲ ضرورت استفاده و کاربرد عایق های حرارتی
۲۱۵	۱۲-۳ خواص عمومی عایق های حرارتی
۲۱۶	۱۲-۴ اشکال مختلف عایق های حرارتی
۲۱۶	۱۲-۴-۱ عایق های پتویی
۲۱۶	۱۲-۴-۲ عایق های پانلی (تخته ای)
۲۱۶	۱۲-۴-۳ عایق های بلوکی (دال های عایق)
۲۱۶	۱۲-۴-۴ عایق های فله ای (انباشتی)
۲۱۷	۱۲-۴-۵ عایق های پاشیدنی
۲۱۷	۱۲-۴-۶ عایق های کفی
۲۱۸	۱۲-۵ انواع مصالح عایق حرارتی

۲۱۸	۱۲-۵-۱ عایق‌های حرارتی بر پایه مواد معدنی
۲۲۲	۱۲-۵-۲ عایق‌های حرارتی بر پایه مواد طبیعی (گیاهی - حیوانی)
۲۲۴	۱۲-۵-۳ عایق‌های حرارتی بر پایه مواد شیمیایی
۲۲۴	۱۲-۵-۴ عایق‌های حرارتی چند لایه و عایق‌های مرکب
۲۲۴	۱۲-۵-۵ عایق‌های حرارتی سپر تابشی
۲۲۵	۱۲-۵-۷ عایق‌های مدرن (نانو عایق‌ها)
۲۲۶	۱۲-۶ نکات حائز اهمیت در عایقکاری حرارتی ساختمان
۲۲۸	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۱۲
۲۳۰	سؤالات تشریحی فصل ۱۲

فصل ۱۳. عایق‌های رطوبتی

۲۳۱	۱۳-۱ تاریخچه
۲۳۱	۱۳-۲ انواع عایق‌های رطوبتی
۲۳۲	۱۳-۲-۱ قیر
۲۳۴	۱۳-۲-۲ عایق‌های رطوبتی پیش ساخته
۲۳۶	۱۳-۲-۳ عایق‌های رطوبتی نوین
۲۳۶	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۱۳
۲۳۸	سؤالات تشریحی فصل ۱۳

بخش ششم. سایر مصالح

فصل ۱۴. مصالح فلزی

۲۴۱	۱۴-۱ تاریخچه
۲۴۱	۱۴-۲ ضرورت استفاده و کاربرد فلزات
۲۴۲	۱۴-۳ خواص عمومی فلزات
۲۴۳	۱۴-۴ فلزات آهنی
۲۴۴	۱۴-۴-۱ آهن
۲۴۵	۱۴-۴-۲ چدن
۲۴۶	۱۴-۴-۳ فولاد
۲۵۰	۱۴-۵ فلزات غیر آهنی
۲۵۰	۱۴-۵-۱ آلومینیوم (Al)
۲۵۳	۱۴-۵-۲ مس (Cu)
۲۵۶	۱۴-۵-۳ سرب (Pb)
۲۵۸	۱۴-۵-۴ روی (Zn)
۲۵۹	۱۴-۵-۵ قلع (Sn)
۲۶۰	۱۴-۵-۶ نیکل (Ni)
۲۶۰	۱۴-۵-۷ تیتانیوم (Ti)
۲۶۱	۱۴-۵-۸ کروم (Cr)
۲۶۱	سؤالات چهارگزینه‌ای فصل ۱۴
۲۶۲	سؤالات تشریحی فصل ۱۴

فصل ۱۵. مواد مرکب (کامپوزیت‌ها)

۲۶۴	۱۵-۱ تاریخچه
-----	--------------

۲۶۴	۲-۱۵ ضرورت استفاده و کاربرد مواد مرکب
۲۶۵	۱-۲-۱۵ کاربرد مواد مرکب در مقاوم سازی سازه های بتن مسلح
۲۶۶	۳-۱۵ اجزاء تشکیل دهنده یک ماده مرکب
۲۶۷	۱-۳-۱۵ الیاف
۲۶۹	۴-۱۵ انواع مواد مرکب صنعتی
۲۶۹	۱-۴-۱۵ شبکه (FRP)
۲۷۰	۲-۴-۱۵ اجزای پیش تنیده آرامید
۲۷۰	۳-۴-۱۵ آرماتورهای FRP
۲۷۰	۴-۴-۱۵ کابل های غیرفلزی CFCO
۲۷۱	۵-۴-۱۵ آرماتورهای غیرفلزی FIBRA
۲۷۱	۶-۴-۱۵ تولیدات غیرفلزی Leadine
۲۷۱	۷-۴-۱۵ تولیدات غیرفلزی REPLARK
۲۷۲	۸-۴-۱۵ صفحات CPFC
۲۷۲	سؤالات چهارگزینه ای فصل ۱۵
۲۷۳	سؤالات تشریحی فصل ۱۵
۲۷۵	واژگان تخصصی
۲۷۹	پاسخنامه سؤالات چهارگزینه ای
۲۸۱	منابع و مآخذ

اهداف کلی

مواد و مصالح ساختمانی قابلیت تبدیل به نوعی ابزار دست، برای معماران و طراحان را دارند. در تمامی نقشه‌ها و پرسپکتیوهای ارائه شده برای هر ساختمان علاوه بر نمایش مشخصات ابعادی و ...، مشخصه‌های مصالح به کار رفته در آن نیز مشخص می‌گردد. برای مهندسین معمار و طراح، همان‌گونه که انتخاب مصالح مناسب برای تبلور جلوه‌های ظاهری ساختمان از اهمیت خاصی برخوردار است، مناسبت آن‌ها با کاربری ساختمان، شرایط فنی و اجرایی، دوام در برابر شرایط اقلیمی و محیطی، مقاومت در برابر انواع نیروها، خواص تکنولوژیکی و البته مسائل اقتصادی نیز حائز اهمیت است. از طرفی استفاده از مصالح ساختمانی، نیازمند شناسایی و آموختن کاربردهای آن‌ها است، که خود قسمتی از زمینه‌های آموزش معماری می‌باشد و باید توجه داشت که طرح معماری بدون در نظر گرفتن شناخت مواد و مصالح ساختمانی، مقاومت و زیبایی آن‌ها، نمی‌تواند فراهم کننده محیطی مطلوب باشد. با عنایت به اهمیت این مطالب، هدف از فراگیری درس مصالح ساختمانی آشنایی با روش تولید، خواص و کاربردهای انواع گوناگون مصالح و کسب توانایی جهت انتخاب مناسب آن‌ها با توجه به مقتضیات هر پروژه می‌باشد.

اهداف رفتاری

- پس از مطالعه هر یک از فصول کتاب حاضر، دانشجو باید:
۱. عوامل اصلی و تعیین کننده در انتخاب و به کارگیری مصالح را توضیح دهد.
 ۲. مفاهیم پایه و اصلی مربوط به خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مصالح و تأثیر آنها را در انتخاب مصالح شرح دهد.
 ۳. تأثیر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مصالح را در انتخاب آنها شرح دهد.
 ۴. تاریخچه مختصری در مورد هر یک از مصالح ساختمانی را بداند.
 ۵. ضرورت استفاده و کاربرد هر یک از مصالح را شرح دهد.
 ۶. نحوه استخراج و آماده‌سازی مواد معدنی و طبیعی، یا مراحل و نحوه تولید مواد مصنوعی را شرح دهد.
 ۷. با انواع کوره‌های صنعتی و نحوه کار آنها آشنا شود.
 ۸. ساختار، مواد و اجزاء تشکیل دهنده هر یک از مصالح را عنوان کند.
 ۹. خواص عمومی هر یک از مصالح را شرح دهد.
 ۱۰. انواع دسته‌بندی‌ها و گروه‌بندی‌های هر یک از مصالح را عنوان کند.
 ۱۱. مشکلاتی که پس از نصب ممکن است برای هر یک از مصالح، به تنهایی یا در مجاورت با مصالح دیگر پیش آید، بشناسد.
 ۱۲. بتواند مصالح مرغوب را از مصالح نامرغوب تشخیص دهد.
 ۱۳. با نحوه نصب و یا اجرای هر یک از انواع مصالح آشنا شود.
 ۱۴. از شرایط مناسب و نیز مدت زمان مجاز برای انبار کردن هر یک از مصالح آگاه شود.

بخش اول

مقدمه

فصل ۱

خواص عمومی مصالح ساختمانی

۱-۱ مقدمه

با اندکی تأمل در سرپناه‌های انسان‌های اولیه تا آسمان خراش‌های امروزی پی می‌بریم که بشر همواره برای تحقق بخشیدن به فضایی که بدان نیاز دارد، ناچار به تغییر مکان، تغییر شکل و ترکیب مواد مختلف بوده است. به بیان بهتر، ترکیب و به‌کارگیری مواد مصالح ساختمانی به منظور آفریدن حجمی پایدار و قابل زیست صورت می‌گیرد. مصالح در واقع گوشت و پوست و استخوان ساختمان به شمار می‌آیند از این‌رو کاربرد شایسته آن‌ها وجه تمایز پروژه بادوام و ماندگار از پروژه بی‌دوام و کم عمر است. جهت نیل به این هدف، معمار باید با خواص و ویژگی‌های مواد و مصالح گوناگون آشنایی کامل داشته باشد تا بتواند با کاربرد به‌جا و مناسب آن‌ها، بهترین نتیجه را از آن‌ها بگیرد. در گذشته تعداد مصالح ساختمانی به بیش از صد نوع نمی‌رسید ولی در چند دهه اخیر دامنه انتخاب مصالح بسیار وسیع‌تر شده و به یک میلیون هم می‌رسد، که هر یک ویژگی‌های خاص خود را دارند. امروز خواص و ویژگی‌های هر ماده در شرایط خاص آزمایشگاهی بررسی شده و اعداد و ارقام به‌دست آمده بر روی بسته‌بندی محصول ذکر می‌گردد. از این‌رو آشنایی مهندسین با این خواص و تاثیر آن‌ها، انتخاب بهتر و مناسب‌تر را سبب می‌شود. هدف این فصل نیز آشنایی با خواص عمومی مصالح ساختمانی و بررسی آن‌ها جهت انتخاب آگاهانه متخصصین است.

۱-۲ خواص عمومی مصالح ساختمانی

منظور از خواص، رفتاری است که مصالح در طول زمان و در شرایط محیطی مختلف از خود بروز می‌دهند. بنابراین در انتخاب مصالح، محل مصرف آن‌ها و شرایط محیطی حاکم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

در منابع علمی مختلف جهت سهولت بررسی، خواص مصالح را در گروه‌های مختلفی دسته‌بندی می‌کنند. در این نوشتار سه گروه عمده خواص مصالح ساختمانی، یعنی خواص فیزیکی، خواص شیمیایی و خواص مکانیکی بررسی خواهند شد. در انتها نیز اشاره مختصری به خواص کاربردی مصالح می‌شود.

۱-۲-۱ خواص فیزیکی

خواص فیزیکی مصالح شامل اطلاعات پایه‌ای مواد و نیز عکس‌العمل آن‌ها در برابر عوامل جوی و اشکال مختلف نظیر الکتریسیته، صوت و ... است. بررسی این‌گونه خواص با استفاده از علم فیزیک صورت می‌گیرد. در این مبحث عمده‌ترین خواص فیزیکی مصالح معرفی خواهند شد.

- جرم مخصوص^۱

جرم مخصوص عبارت است از جرم مواد همگن^۲ و توپر در واحد حجم. جرم مخصوص نشان‌دهنده تراکم ماده است و هر چقدر بیشتر باشد، جسم اصطلاحاً سنگین‌تر، یعنی متراکم‌تر، توپرتر یا چگال‌تر است.

انرژی حرارتی و صوتی برای انتقال از نقطه‌ای به نقطه دیگر به ماده نیاز دارند، یعنی در خلأ نمی‌توانند منتقل شوند. لذا هرچه ماده متراکم‌تر باشد، حرارت و صوت را بهتر انتقال می‌دهد. مصالح متراکم در برابر نیروهای خارجی نیز مقاومت بیشتری دارند. جرم مخصوص مصالح مختلف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D = \frac{m}{V} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

$$D = \text{جرم مخصوص} \quad m = \text{جرم} \quad V = \text{حجم}$$

1. Density

۲. جرم مخصوص مصالح غیرهمگن نظیر بتن، آسفالت، برخی از سنگ‌ها و ... به جرم مخصوص مواد تشکیل‌دهنده آن‌ها بستگی دارد و آزمایش‌های ویژه‌ای را می‌طلبد.

- جرم مخصوص فضایی^۱

جرم مخصوص فضایی عبارت است از جرم واحد حجم مواد همگن در حالت طبیعی و انبوه، یعنی به همراه خلل و فرج و فضاهای خالی^۲ موجود در آنها. جرم مخصوص فضایی مصالح اغلب از جرم مخصوص آنها کمتر است. این بدان معناست که وزن مشخصی از یک ماده در حالت طبیعی در مقایسه با همان وزن در حالت توپر و بدون خلل و فرج، حجم بیشتری را اشغال می‌کند.

جرم مخصوص فضایی مصالح مختلف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D_b = \frac{m}{V_b} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

$$D_b = \text{جرم مخصوص فضایی}$$

$$m = \text{جرم}$$

$$V_b = \text{حجم در حالت طبیعی (همراه با خلل و فرج و فضاهای خالی)}$$

در مورد مصالح دانه‌ای نظیر شن، ماسه، سیمان و ... علاوه بر حجم دانه‌ها در حالت طبیعی، حجم فضاهای خالی بین دانه‌ها نیز منظور می‌شود.

- چگالی (ضریب دانسیته)^۳

چگالی مصالح، میزان حجمی را که از مواد همگن توپر تشکیل شده است، نشان می‌دهد و عموماً به صورت درصد بیان می‌شود. چگالی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$d_o = \frac{D_b}{D}$$

یا

$$d_o = \frac{D_b}{D} \times 100$$

$$d_o = \text{چگالی}$$

$$D_b = \text{جرم مخصوص فضایی}$$

$$D = \text{جرم مخصوص}$$

1. Bulk Density

۲. این فضاهای خالی بسته به شرایط محیطی، با آب یا هوا پر می‌شوند.

3. Index Density

چگالی در کلیه مواد، کمتر از ۱ (کمتر از ۱۰۰٪) است زیرا در طبیعت ماده‌ای که مطلقاً توپر باشد، یافت نمی‌شود. مصالحی که چگالی بیشتری دارند در بخش‌هایی از بنا که به مقاومت مکانیکی بالا یا مقاومت در برابر نفوذ آب نیاز دارند، به کار می‌روند.

- وزن مخصوص^۱

وزن واحد حجم مواد را وزن مخصوص^۲ آن‌ها گویند و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$r = \frac{w}{V} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

r = وزن مخصوص

W = وزن

V = حجم

رابطه وزن مخصوص با جرم مخصوص به صورت زیر است:

$$r = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \left(\frac{m}{V} \right) g = D.g$$

m = جرم

g = ثابت گرانش ($W = mg$)

- تخلخل^۳

تخلخل در مصالح جامد بیانگر فضاهای خالی و منافذ موجود در آن‌هاست که با آب یا هوا پر شده‌اند. به عبارت دیگر، نسبت حجم فضاهای خالی ماده جامد به کل ماده را تخلخل گویند. فضاهای خالی در مواد به دو صورت زیر می‌باشند:

- خلل^۴: فضاهای خالی و منافذ موجود در درون ذرات جسم جامد که به ساختار آن بستگی دارد.

- فرج^۵: فضاهای خالی و منافذ موجود بین ذرات جسم جامد که به نحوه قرارگیری و انبار کردن آن بستگی دارد.

1. Specific Gravity

۲. تعریف دیگری از وزن مخصوص عبارت است از: نسبت جرم معینی از یک جسم به جرم آب هم حجم آن در دمای ۳/۹۸ درجه سانتیگراد (دمایی که آب بیشترین چگالی را دارد).

3. Porosity

4. Pore

5. Void

دو پارامتر تخلخل و چگالی مکمل یکدیگرند بدین صورت که:

$$P = 1 - d_0$$

P = تخلخل

هرچه تخلخل مواد بیشتر باشد، میزان نفوذ آب در آن‌ها نیز بیشتر خواهد بود. مواد متخلخل عایق‌های مناسبی در برابر حرارت و صوت هستند.

- سطح ویژه^۱

سطح کلی یک گرم از ماده را برحسب سانتیمتر مربع، سطح ویژه گویند و واحد آن بلین^۲ است. این پارامتر در مورد مصالحی نظیر خاک، گچ و سیمان اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا با سطح ویژه بیشتر، سطح تماس دانه‌ها با آب افزایش یافته و نتیجه مطلوب‌تری هنگام استفاده حاصل می‌شود. سطح ویژه با تخلخل رابطه مستقیم دارد.

- قابلیت جذب آب^۳

توانایی مواد در جذب و نگهداری آب و بخار آب را قابلیت جذب آب گویند. میزان این پارامتر را با اندازه‌گیری وزن نمونه خشک و وزن نمونه فرو برده شده در آب (اشباع شده) به دست می‌آورند و به دو صورت، وزنی (نسبت وزن آب جذب شده به وزن جسم) یا حجمی (نسبت حجم آب جذب شده به حجم جسم) بیان می‌کنند. میزان جذب آب به عواملی همچون تخلخل و ابعاد منافذ، سطح ویژه، جنس ماده، رطوبت و دمای محیط بستگی دارد. در موادی با تخلخل یکسان، آن‌هایی که منافذ ریزتر و شکاف‌های موئینه دارند، آب بیشتری جذب می‌کنند. همیشه مقدار آب جذب شده در مواد از میزان واقعی قابل جذب (تخلخل) کمتر است، زیرا اغلب برخی از منافذ بسته بوده و امکان نفوذ آب در آن‌ها وجود ندارد. میزان جذب آب حجمی همیشه کمتر از ۱۰۰٪ است ولی میزان جذب آب وزنی در مصالحی با تخلخل زیاد ممکن است بیشتر از ۱۰۰٪ باشد.

1. Specific Surface
2. Blaine
3. Water Absorption

برخی از مواد جاذب آب^۱ و برخی دیگر دافع آب^۲ هستند. قابلیت جذب آب در مصالح باعث تغییر برخی از خواص آن‌ها نظیر کاهش مقاومت فشاری (در چوب، خاک رس و ...)، کاهش مقاومت در برابر یخبندان، افزایش هدایت حرارتی و هدایت صوت و... می‌شود. از این رو کاربرد مصالح با قابلیت جذب آب بالا به هیچ وجه در پی ساختمان جایز نیست. هوازدهی نیز از دیگر تأثیرات جذب آب در مواد است.

- ضریب نرمی^۳

ضریب نرمی بیانگر تأثیر جذب آب بر روی مقاومت^۴ مصالح است و به صورت نسبت مقاومت جسم در حالت اشباع به مقاومت جسم در حالت خشک نشان داده می‌شود. ضریب نرمی مصالح مختلف بین صفر (خاک رس، گچ و آهک که به شدت جاذب آب هستند) و یک (شیشه و فولاد) متغیر است. موادی که ضریب نرمی آن‌ها بیشتر از ۰/۸ است را آب بند یا ضد آب گویند. لذا مصالحی را که ضریب نرمی آن‌ها کمتر از ۰/۸ است نباید در نقاط مرطوب، بدون حفاظت‌های لازم به کار برد.

- مقاومت در برابر تغییرات آب و هوایی (هوازدهی)

این ویژگی عبارتست از مقاومت مصالح در برابر تغییرات مداوم جوی از جمله سرما، گرما، رطوبت یا جذب آب و ... به طوری که دچار تغییر شکل عمده یا تغییر خواص نشوند. هوازدهی در مصالح باعث ایجاد شکستگی و خرد شدن آن‌ها می‌شود. از جمله تغییر و کمبود رطوبت در بتن تازه باعث ایجاد تنش و ترک در آن می‌شود.

- مقاومت در برابر یخبندان^۵

این ویژگی، مقاومت مصالح اشباع شده از آب را در برابر یخ زدن‌های متناوب بیان می‌کند. آب موجود در مصالح در اثر یخ زدن، حداکثر ۹٪ انبساط حجمی پیدا می‌کند

1. Hydrophilic
2. Hydrophobic
3. Softening Coefficient

۴. تأثیر جذب آب بر روی خواص مختلف مصالح را با ضرایب پایایی نشان می‌دهند. ضریب نرمی یکی از ضرایب پایایی است.

5. Frost Resistance

که این امر موجب ایجاد ترک در جسم می‌شود.^۱ مقاومت مصالح در برابر یخبندان به وزن مخصوص، چگالی (هرچه مصالح چگال‌تر باشند، مقاومت آن‌ها در برابر یخبندان بیشتر است)، تخلخل و میزان جذب آب بستگی دارد. مصالح متخلخل که تا بیش از ۹۰٪ منافذ آن‌ها از آب پر نشده باشد، مقاومت خوبی در برابر یخبندان دارند. موادی که مقاومت آن در برابر یخ زدگی بیش از ۱۵-۲۵ درصد کاهش نیابد و نشانه‌هایی از ترک خوردگی و پوسته شدن در آن‌ها ظاهر نشود، مصالح مقاوم در برابر یخبندان محسوب می‌شوند. مصالحی که یک یا دو مرتبه یخ زدگی در دمای ۱۵- تا ۱۷- درجه سانتیگراد را تحمل می‌کنند، در برابر ۳-۵ بار یخ زدن متناوب در شرایط جوی مقاوم هستند. از نظر تعداد دوره‌های یخ زدن و آب شدن، مصالح دیوار خارجی باید ۱۵-۳۵ دوره، پوشش سقف ۳۰-۵۰ دوره و بتن مصرفی در المان‌های سازه‌ای ۳۰۰-۵۰ دوره یخبندان را بتواند تحمل کنند. در مناطق یخبندان باید پی ساختمان را پایین‌تر از خط یخ‌زدگی زمین بنا کرد.

- ثبات رنگ^۲

مصالح رنگی‌ای که رنگ خود را تحت تأثیر شرایط جوی از دست نمی‌دهند، از ویژگی ثبات رنگ برخوردارند. این مشخصه بستگی به ترکیب شیمیایی مصالح دارد. برخی از مواد پلیمری فاقد این ویژگی هستند و پس از مدتی رنگ آن‌ها تیره و یا زرد می‌شود.

- قابلیت‌های سطحی جسم (جذب، انعکاس، انتقال)

سطح مصالح مختلف در مقابل نور و حرارت عکس العمل‌های متفاوتی دارند. همه مصالح سه خاصیت جذب، انعکاس و انتقال حرارت و نور را دارا هستند، ولی در برخی از مصالح یک یا دو ویژگی قوی‌تر از دیگری است. مثلاً سطوح سفید رنگ یا آلومینیومی منعکس‌کننده‌های قوی نور و حرارت هستند. اگر سطوح آلومینیومی بر اثر اکسید شدن کدر شوند، انعکاس آن‌ها از سطوح سفید رنگ کمتر خواهد بود.

۱. حداکثر ازدیاد حجم آب در دمای ۴- درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد.