

مصالح ساختمانی

تألیف

دکتر حسن رحیمی

استاد دانشگاه تهران



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۲۷۵۸

شماره مسلسل ۵۲۵۶

رحیمی، حسن، ۱۳۲۵-
مصالح ساختمانی / تألیف حسن رحیمی — تهران: دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ، ۱۳۸۵.
۶۰۷ ص: مصور، جدول، نمودار — (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۲۷۵۸)
ISBN 964-03-5256-X: ۴۳۰۰۰ ریال
فهرست نویسی بر اساس اطلاعات لیبیا.
کتابنامه: ص. ۶۰۵-۶۰۷.
۱. مصالح ساختمانی. الف. دانشگاه تهران. موسسه انتشارات و چاپ. ب. عنوان.
م ۶ ر ۳ / ۴۰۳ TA ۶۹۱
کتابخانه ملی ایران
۲۵۸۶-۸۵

شابک ۹۶۴-۰۳-۵۲۵۶-X ISBN 964-03-5256-X

عنوان: مصالح ساختمانی

تألیف: دکتر حسن رحیمی

ناشر: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۳۸۵ (چاپ اول)

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

«کلیه حقوق برای دانشگاه تهران محفوظ است»

بها: ۴۳۰۰۰ ریال

پست الکترونیک: Press@ut.ac.ir - آدرس سایت: Press.ut.ac.ir

فهرست

پیشگفتار	۲۳
فصل اول: ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مصالح ساختمانی	۲۵
۱-۱- مقدمه	۲۵
۲-۱- ویژگی‌های فیزیکی مصالح	۲۶
۱-۲-۱- جرم مخصوص یا جرم واحد حجم	۲۶
۲-۲-۱- چگالی یا وزن مخصوص نسبی	۲۸
۳-۲-۱- درصد رطوبت و جذب آب	۲۸
۴-۲-۱- نرم‌شوندگی یا حساسیت به آب	۲۹
۵-۲-۱- مقاومت به یخ‌زدگی	۳۰
۶-۲-۱- هدایت حرارتی	۳۱
۷-۲-۱- ظرفیت حرارتی	۳۲
۸-۲-۱- انبساط حرارتی	۳۳
۹-۲-۱- هدایت الکتریکی	۳۵
۱۰-۲-۱- دوام (پایایی)	۳۵
۳-۱- ویژگی‌های مکانیکی مصالح	۳۶
۱-۳-۱- تنش و کرنش	۳۶
۲-۳-۱- مقاومت و ضریب اطمینان	۳۸
۳-۳-۱- رابطه تنش-کرنش	۳۹
۴-۳-۱- ضریب پواسون	۴۲
۵-۳-۱- مدول برشی	۴۲

۴۳	۱-۳-۶- نقطه تسلیم یا جاری شدن و مقاومت تسلیم
۴۵	۱-۳-۷- نرمی (کش آمدگی)
۴۶	۱-۳-۸- چقرمگی یا مقاومت به خستگی (عکس نرمی)
۴۷	۱-۳-۹- سختی (خش پذیری)
۴۸	۱-۴- ویژگی های تابع زمان
۵۳	۱-۵- منابع
۵۵	فصل دوم: سنگ های ساختمانی
۵۵	۲-۱- مقدمه
۵۶	۲-۲- منشأ تشکیل و طبقه بندی سنگ ها
۵۶	۲-۲-۱- طبقه بندی زمین شناسی
۵۹	۲-۲-۲- طبقه بندی فیزیکی سنگ ها
۵۹	۲-۲-۳- طبقه بندی شیمیایی
۶۰	۲-۲-۴- طبقه بندی بر حسب سختی
۶۱	۲-۳- مشخصه های فنی سنگ ها
۶۲	۲-۳-۱- ویژگی های فیزیکی سنگی
۶۵	۲-۳-۲- مشخصه های مکانیکی سنگ ها
۶۷	۲-۳-۳- مشخصه های فیزیکو- مکانیکی
۷۰	۲-۳-۴- مشخصه های شیمیایی
۷۰	۲-۴- سنگ های ساختمانی مورد استفاده در ایران
۷۰	۲-۴-۱- سنگ های ساختمانی با منشأ آذرین
۷۲	۲-۴-۲- سنگ های ساختمانی با منشأ رسوبی
۷۴	۲-۴-۳- سنگ های ساختمانی با منشأ دگرگون
۷۶	۲-۵- موارد کاربرد سنگ در ساختمان سازی
۷۶	۲-۵-۱- اجزای باربر سازه ها
۷۷	۲-۵-۲- نما سازی
۷۸	۲-۵-۳- کف پوش

۷۹	۲-۵-۴- پوشش بام‌ها
۷۹	۲-۵-۵- پوشش حفاظتی سازه‌های مجاور آب
۸۰	۲-۵-۶- زیرسازی راه و راه‌آهن
۸۰	۲-۵-۷- سنگدانه
۸۱	۲-۶- خلاصه ویژگی‌های فنی و کاربرد سنگ‌های ساختمانی
۸۲	۲-۷-۷- معادن سنگ‌های ساختمانی ایران
۸۲	۲-۷-۱- معادن مرمریت، مجموعه دگرگون آذرین پالئوزونیک و پرموتریاس
۸۲	۲-۷-۲- معادن مرمریت ژوراسیک کرتاسه
۸۳	۲-۷-۳- معادن مرمریت و سنگ سیاه (آهک) کرتاسه
۸۳	۲-۷-۴- معادن مرمریت مجموعه افیولیتی کرتاسه بالا- ترسیر
۸۳	۲-۷-۵- معادن مرمریت ترسیر در سازنده‌های قم و آسماری
۸۳	۲-۷-۶- معادن مرمر چشمه‌ای آراگونیت (اونیکس) و تراورتن
۸۴	۲-۷-۷- سایر معادن
۸۷	۲-۸- روش‌های استخراج سنگ‌های ساختمانی
۸۷	۲-۸-۱- روش پاس و گوه
۸۸	۲-۸-۲- روش‌های آتشیاری
۸۹	۲-۸-۳- روش استفاده از مواد منبسط‌شونده
۸۹	۲-۸-۴- روش استفاده از اژه و سیم پرش الماسه
۹۰	۲-۸-۵- روش جت آب
۹۱	۲-۹- منابع
۹۳	فصل سوم: ملات‌ها- آندودها
۹۳	۳-۱- مقدمه
۹۴	۳-۲- اجزای متشکله ملات‌ها
۹۴	۳-۲-۱- ماده چسباننده
۹۵	۳-۲-۲- ماده پرکننده
۹۶	۳-۲-۳- آب اختلاط

۹۷	۴-۲-۳- مواد افزودنی
۹۷	۳-۳- ویژگی‌های فنی ملات‌ها
۹۷	۱-۳-۳- کارایی
۹۸	۲-۳-۳- نگهداشت آب
۹۹	۳-۳-۳- مقاومت ملات
۹۹	۴-۳-۳- دوام
۱۰۰	۵-۳-۳- تغییر حجم‌پذیری
۱۰۰	۶-۳-۳- نفوذپذیری
۱۰۰	۴-۳- عوامل مؤثر بر کیفیت ملات
۱۰۱	۵-۳- انواع ملات
۱۰۲	۶-۳- ملات‌های ساختمانی متداول
۱۰۲	۱-۶-۳- ملات ماسه سیمان
۱۰۴	۲-۶-۳- ملات ماسه سیمان - آهک
۱۰۷	۳-۶-۳- ملات ماسه آهک
۱۰۷	۴-۶-۳- ملات آهک و خاک رس (شفته آهک)
۱۰۸	۵-۶-۳- ملات گچ
۱۰۸	۶-۶-۳- ملات گچ و خاک
۱۰۹	۷-۶-۳- ملات ماسه گچ
۱۰۹	۸-۶-۳- ملات گل و کاه گل
۱۱۰	۹-۶-۳- ساروج
۱۱۰	۱۰-۶-۳- سایر ملات‌ها
۱۱۱	۷-۳- منابع
۱۱۳	فصل چهارم: آهک
۱۱۳	۱-۴- مقدمه
۱۱۳	۲-۴- تولید آهک ساختمانی
۱۱۳	۱-۲-۴- منابع تولید آهک

۱۱۵	۴-۲-۲- آهک‌پزی
۱۱۸	۴-۲-۳- تولید آهک شکفته
۱۱۹	۴-۳- گیرش آهک
۱۲۱	۴-۴- انواع آهک تجاری
۱۲۲	۴-۵- مصارف آهک
۱۲۴	۴-۶- منابع
۱۲۵	فصل پنجم: گچ
۱۲۵	۵-۱- مقدمه
۱۲۶	۵-۲- کاربردهای گچ
۱۲۷	۵-۳- منابع تهیه گچ
۱۲۸	۵-۴- فرایند تهیه گچ ساختمانی
۱۲۹	۵-۵- کوره‌های گچ‌پزی
۱۳۲	۵-۶- گیرش گچ
۱۳۲	۵-۷- مشخصه‌های فیزیکی گچ
۱۳۲	۵-۷-۱- آب آزاد گچ
۱۳۳	۵-۷-۲- دانه‌بندی
۱۳۳	۵-۷-۳- آب اختلاط و روانی متعارف گچ
۱۳۴	۵-۷-۴- زمان گیرش
۱۳۸	۵-۸- مشخصه‌های مکانیکی گچ
۱۳۹	۵-۸-۱- مقاومت فشاری
۱۳۹	۵-۸-۲- مقاومت خمشی
۱۴۰	۵-۸-۳- مقاومت کششی
۱۴۰	۵-۹- مشخصه‌های شیمیایی گچ
۱۴۱	۵-۱۰- طبقه‌بندی گچ براساس استاندارد ایران
۱۴۱	۵-۱۰-۱- گچ تکلیس‌شده
۱۴۲	۵-۱۰-۲- گچ اندود کندگیر

۱۴۲	۵-۱۰-۳- گچ اندود بدون آب
۱۴۳	۵-۱۱- مزایا و معایب ملات‌های گچی
۱۴۴	۵-۱۲- گچ مرمری
۱۴۵	۵-۱۳- ملات‌های گچی
۱۴۵	۵-۱۴- منابع
۱۴۷	فصل ششم: چوب
۱۴۷	۶-۱- مقدمه
۱۴۸	۶-۲- منابع چوب
۱۴۹	۶-۳- ساختمان چوب
۱۵۱	۶-۴- طبقه‌بندی چوب
۱۵۴	۶-۵- رفتار مکانیکی چوب
۱۵۶	۶-۶- مزایا و معایب چوب به عنوان ماده ساختمانی
۱۵۷	۶-۷- ترکیب شیمیایی چوب
۱۵۹	۶-۸- عوامل مؤثر بر رفتار مکانیکی چوب
۱۵۹	۶-۸-۱- نوع گونه
۱۵۹	۶-۸-۲- مشخصه‌های رشد
۱۶۶	۶-۸-۳- آرایش الیاف
۱۶۸	۶-۸-۴- رطوبت چوب
۱۶۹	۶-۸-۶- سایر عوامل
۱۷۳	۶-۹- روش‌های حفاظت چوب
۱۷۴	۶-۹-۱- مواد محافظت‌کننده چوب‌ها
۱۷۵	۶-۹-۲- روش‌های اعمال مواد محافظ چوب
۱۷۷	۶-۹-۳- سایر روش‌های حفاظت چوب
۱۷۷	۶-۱۰- مشخصه‌های مکانیکی چوب
۱۷۸	۶-۱۰-۱- مقاومت کششی چوب
۱۷۹	۶-۱۰-۲- مقاومت فشاری چوب

۱۸۱	۶-۱۰-۳- مقاومت خمشی چوب
۱۸۱	۶-۱۰-۴- مقاومت برشی چوب
۱۸۲	۶-۱۰-۵- انقباض و تورم چوب
۱۸۳	۶-۱۰-۶- رده‌بندی مقاومتی چوب
۱۸۵	۶-۱۱- خشک کردن چوب
۱۸۶	۶-۱۲- مصالح چوبی مصنوعی
۱۸۷	۶-۱۲-۱- تخته چندلا
۱۸۸	۶-۱۲-۲- نئوپان
۱۹۲	۶-۱۲-۳- فیر
۱۹۳	۶-۱۲-۴- تخته مصنوعی
۱۹۴	۶-۱۲-۵- اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته
۱۹۵	۶-۱۲-۶- پارکت
۱۹۶	۶-۱۲-۷- روکش
۱۹۷	۶-۱۳- منابع
۱۹۹	فصل هفتم: آجر
۱۹۹	۷-۱- مقدمه
۲۰۰	۷-۲- آجرهای رسی
۲۰۰	۷-۲-۱- مواد خام تولید آجر رسی
۲۰۱	۷-۲-۲- فرایند تولید آجرهای رسی
۲۰۲	۷-۲-۲-۱- تهیه و ذخیره مواد خام
۲۰۳	۷-۲-۲-۲- آماده‌سازی مواد خام
۲۰۴	۷-۲-۲-۳- شکل‌دهی و تولید خشت خام
۲۰۵	۷-۲-۲-۴- فرایند خشک کردن خشت خام
۲۰۶	۷-۲-۲-۵- فرایند پخت و خنک کردن
۲۱۲	۷-۲-۲-۶- فرایند ذخیره و حمل
۲۱۲	۷-۲-۳- مشخصه‌های فنی آجرها

۲۱۳	 دوام ۱-۳-۲-۷
۲۱۴	 رنگ ۲-۳-۲-۷
۲۱۴	 بافت سطحی ۳-۳-۲-۷
۲۱۵	 جذب آب ۴-۳-۲-۷
۲۱۶	 تغییرات ابعادی و شکل ۵-۳-۲-۷
۲۱۸	 مقاومت فشاری ۶-۳-۲-۷
۲۱۹	 مقاومت به سایش ۷-۳-۲-۷
۲۲۱	 هدایت حرارتی ۸-۳-۲-۷
۲۲۲	 مقاومت در مقابل آتش‌سوزی ۹-۳-۲-۷
۲۲۲	 طبقه‌بندی آجرها ۴-۲-۷
۲۲۵	 نقایص آجر ۵-۲-۷
۲۲۵	 شوره‌زدن آجر ۱-۵-۲-۷
۲۲۷	 مکانیسم شوره‌زدگی ۲-۵-۲-۷
۲۳۲	 آلونک زدن ۲-۵-۲-۷
۲۳۳	 ترک‌های انقباضی ۳-۵-۲-۷
۲۳۳	 آجرهای ماسه‌آهکی ۳-۷
۲۳۴	 روش تولید آجر ماسه‌آهکی ۱-۳-۷
۲۳۴	 مشخصه‌های آجر ماسه‌آهکی ۲-۳-۷
۲۳۵	 آجرهای مخصوص ۴-۷
۲۳۵	 آجرهای مجوف ۱-۴-۷
۲۳۶	 آجرنسوز ۲-۴-۷
۲۳۹	 آجر لعاب‌دار- کاشی ۳-۴-۷
۲۳۹	 فرایند ساخت کاشی ۱-۳-۴-۷
۲۴۳	 مشخصه‌های فنی کاشی‌ها ۲-۳-۴-۷
۲۴۵	 رنگ کاشی ۳-۳-۴-۷
۲۴۵	 منابع ۵-۷

۲۴۷	فصل هه‌تم: شیشه
۲۴۷	۱-۸- مقدمه
۲۴۸	۲-۸- ترکیب شیشه
۲۵۰	۳-۸- انواع ترکیب شیشه
۲۵۰	۱-۳-۸- شیشه معمولی
۲۵۱	۲-۳-۸- شیشه سودا- آهکی
۲۵۱	۴-۳-۸- شیشه پتاس- آهکی
۲۵۲	۵-۳-۸- شیشه‌های سربی (کریستال)
۲۵۳	۶-۳-۸- شیشه بوروسیلیکات (پیرکس)
۲۵۴	۷-۳-۸- شیشه آلومینوسیلیکات
۲۵۴	۸-۳-۸- سایر انواع شیشه
۲۵۵	۴-۸- فرایند تولید شیشه
۲۵۶	۱-۴-۸- تهیه مواد خام
۲۵۷	۲-۴-۸- اختلاط مواد خام
۲۵۷	۳-۴-۸- ذوب مواد خام در کوره
۲۵۹	۴-۴-۸- شکل‌دهی شیشه
۲۶۱	۵-۴-۸- سرد شدن شیشه
۲۶۲	۶-۴-۸- بازرسی، یرش و انبارکردن
۲۶۳	۵-۸- انواع تولید شیشه
۲۶۳	۱-۵-۸- شیشه مسطح
۲۶۳	۲-۵-۸- شیشه ظروف
۲۶۵	۳-۵-۸- الیاف شیشه
۲۶۶	۴-۵-۸- شیشه‌های مخصوص
۲۶۸	۶-۸- شیشه‌های مسطح (شیشه جام)
۲۶۹	۱-۶-۸- شیشه شناور
۲۷۰	۲-۶-۸- شیشه مسطح کشیده
۲۷۴	۳-۶-۸- شیشه مسطح غلتکی

۲۷۵	۷-۸- مشخصه‌های فیزیکی شیشه
۲۷۶	۸-۷-۱- نقطه کرنش
۲۷۶	۸-۷-۲- نقطه مقاوم‌سازی
۲۷۶	۸-۷-۳- نقطه نرمی
۲۷۶	۸-۷-۴- ضریب انبساط حرارتی خطی
۲۷۷	۸-۷-۵- دانسیته شیشه
۲۷۷	۸-۷-۶- مشخصه‌های فیزیکی تپ شیشه‌ها
۲۷۷	۸-۸- مشخصه‌های مکانیکی شیشه
۲۸۱	۸-۹- عمل‌آوری شیشه
۲۸۲	۸-۹-۱- سخت‌سازی
۲۸۳	۸-۹-۲- پوشش‌دهی
۲۸۳	۸-۹-۳- میان‌لایه‌گذاری
۲۸۴	۸-۹-۴- مسلح‌سازی
۲۸۴	۸-۱۰- انواع شیشه‌های تجاری
۲۸۴	۸-۱۰-۱- شیشه جام (مسطح)
۲۸۵	۸-۱۰-۲- شیشه مسلح
۲۸۵	۸-۱۰-۳- شیشه رنگی
۲۸۶	۸-۱۰-۴- شیشه عایق
۲۸۷	۸-۱۰-۵- شیشه رفلکتیو
۲۸۷	۸-۱۰-۶- شیشه آئینه
۲۸۷	۸-۱۰-۷- شیشه ضد گلوله
۲۸۸	۸-۱۰-۸- کف شیشه
۲۸۸	۸-۱۰-۹- شیشه ایمنی
۲۸۸	۸-۱۰-۱۰- شیشه مات
۲۸۹	۸-۱۰-۱۱- شیشه الیافی
۲۸۹	۸-۱۰-۱۲- موزائیک یا آجر شیشه‌ای
۲۸۹	۸-۱۱- منابع

۲۹۳	فصل نهم: سیمان
۲۹۳	۱-۹- مقدمه
۲۹۴	۲-۹- سیمان پرتلند
۲۹۵	۱-۲-۹- مراحل ساخت سیمان پرتلند
۲۹۵	۱-۱-۲-۹- تهیه و آماده‌سازی مواد خام
۲۹۶	۲-۱-۲-۹- فرایند پیش‌گرمایش
۲۹۶	۳-۱-۲-۹- فرایند پخت سیمان
۲۹۹	۴-۱-۲-۹- بسته‌بندی
۳۰۰	۲-۲-۹- ترکیب شیمیایی سیمان پرتلند
۳۰۲	۳-۲-۹- انواع سیمان پرتلند
۳۰۳	۱-۳-۲-۹- سیمان پرتلند معمولی
۳۰۳	۲-۳-۲-۹- سیمان همه‌منظوره اصلاح شده
۳۰۳	۳-۳-۲-۹- سیمان زودگیر
۳۰۳	۴-۳-۲-۹- سیمان کم‌حرارت
۳۰۴	۵-۳-۲-۹- سیمان ضد سولفات
۳۰۴	۶-۳-۲-۹- سیمان‌های پرتلند مخصوص
۳۰۴	۴-۲-۹- ترکیب شیمیایی انواع سیمان‌های پرتلند
۳۰۵	۵-۲-۹- اثر ترکیبات اصلی بر خصوصیات انواع سیمان پرتلند
۳۰۶	۶-۲-۹- هیدراسیون سیمان
۳۱۱	۷-۲-۹- حرارت هیدراسیون سیمان
۳۱۳	۸-۲-۹- گیرش خمیر سیمان
۳۱۵	۱-۸-۲-۹- ویژگی‌های فیزیکی سیمان
۳۱۶	۱-۱-۸-۲-۹- روانی متعارف
۳۱۷	۲-۱-۸-۲-۹- زمان گیرش
۳۱۹	۳-۱-۸-۲-۹- درجه نرمی سیمان
۳۲۱	۴-۱-۸-۲-۹- سلامتی سیمان
۳۲۳	۵-۱-۸-۲-۹- افت خرداتی (LOI)

۳۲۳	 بقایای نامحلول (IR) ۹-۲-۸-۱-۶
۳۲۳	 ویژگی‌های مکانیکی سیمان پرتلند ۹-۲-۹
۳۲۵	 مشخصه‌های عمومی سیمان‌های پرتلند استاندارد ۹-۲-۱۰
۳۲۵	 سیمان‌های مخصوص ۹-۳-۳
۳۲۶	 سیمان‌های پرتلند مخصوص ۹-۳-۱
۳۲۸	 سیمان‌های مخصوص غیرپرتلند ۹-۳-۲
۳۲۸	 سیمان منبسط‌شونده ۹-۳-۲-۱
۳۲۹	 سیمان آلومینیومی ۹-۳-۲-۲
۳۳۰	 سیمان بنایی ۹-۳-۳
۳۳۰	 سیمان تفال‌ه آهنگدازی ۹-۳-۴
۳۳۰	 سیمان‌های رنگی ۹-۳-۵
۳۳۱	 سیمان ضد رطوبت ۹-۳-۶
۳۳۲	 سیمان ضد آب ۹-۳-۷
۳۳۲	 سیمان چاه نفت ۹-۳-۸
۳۳۲	 نگهداری سیمان ۹-۴
۳۳۳	 منابع ۹-۵
۳۳۷	 فصل دهم: سنگدانه‌ها
۳۳۷	 ۱۰-۱- مقدمه
۳۳۹	 ۱۰-۲- منابع تهیه سنگدانه‌ها
۳۳۹	 ۱۰-۲-۱- سنگدانه‌های شکسته
۳۴۰	 ۱۰-۲-۲- شن و ماسه طبیعی
۳۴۰	 ۱۰-۳- انواع سنگدانه‌ها
۳۴۰	 ۱۰-۳-۱- سنگدانه ریز (ماسه)
۳۴۱	 ۱۰-۳-۲- سنگدانه درشت (شن)
۳۴۲	 ۱۰-۴- ویژگی‌های فنی سنگدانه‌ها
۳۴۲	 ۱۰-۴-۱- دانه‌بندی

۳۵۹	۱۰-۴-۲- شکل دانه‌ها
۳۶۰	۱۰-۴-۳- بافت سطحی دانه‌ها
۳۶۱	۱۰-۴-۴- رطوبت و جذب آب
۳۶۴	۱۰-۴-۵- جرم واحد حجم (UW)
۳۶۷	۱۰-۴-۶- وزن مخصوص (SG)
۳۶۹	۱۰-۴-۷- مقاومت مکانیکی
۳۷۰	۱۰-۴-۸- مقاومت به سایش
۳۷۱	۱۰-۴-۹- مقاومت به یخ‌زدگی و ذوب
۳۷۳	۱۰-۴-۱۰- مقاومت در مقابل سولفات‌ها
۳۷۴	۱۰-۴-۱۱- واکنش قلیایی (ASR)
۳۷۹	۱۰-۴-۱۲- هم‌ارز ماسه
۳۷۹	۱۰-۵- مواد مضر و ناخالص سنگدانه‌ها
۳۸۲	۱۰-۶- تولید و نگهداری سنگدانه‌ها
۳۸۳	۱۰-۶-۱- روش‌های تولید سنگدانه
۳۸۳	۱۰-۶-۲- حمل و نگهداری سنگدانه‌ها
۳۸۶	۱۰-۷- منابع
۳۸۹	فصل یازدهم: آب
۳۸۹	۱۱-۱- مقدمه
۳۸۹	۱۱-۲- آب اختلاط
۳۹۲	۱۱-۳- آب شست‌وشوی مصالح
۳۹۲	۱۱-۴- آب عمل‌آوری
۳۹۴	۱۱-۵- منابع
۳۹۵	فصل دوازدهم: مواد افزودنی
۳۹۵	۱۲-۱- مقدمه
۳۹۶	۱۲-۲- طبقه‌بندی مواد افزودنی
۳۹۸	۱۲-۳- مواد افزودنی متعارف

۳۹۸	۱۲-۳-۱- مواد افزودنی کاهنده آب مصرفی
۳۹۹	۱۲-۳-۲- مواد افزودنی حباب‌ساز
۴۰۲	۱۲-۳-۳- مواد افزودنی تسریع‌کننده گیرش
۴۰۴	۱۲-۳-۴- مواد افزودنی کندکننده گیرش
۴۰۵	۱۲-۳-۵- مواد افزودنی برای بهبود کارایی بتن
۴۰۵	۱۲-۳-۶- مواد افزودنی تولید گاز در بتن
۴۰۶	۱۲-۳-۷- مواد افزودنی منبسط‌شونده
۴۰۶	۱۲-۳-۸- فوق روان‌کننده‌ها
۴۰۷	۱۲-۳-۹- مواد افزودنی معدنی
۴۱۱	۱۲-۳-۱۰- چسب بتن
۴۱۲	۱۲-۴- مواد کمک‌کننده به عمل‌آوری بتن
۴۱۲	۱۲-۵- افزودنی‌های متفرقه
۴۱۳	۱۲-۶- منابع
۴۱۵	فصل سیزدهم: بتن سیمانی
۴۱۵	۱۳-۱- مقدمه
۴۱۶	۱۳-۲- ترکیب عمومی بتن سیمانی
۴۱۸	۱۳-۳- نقش مواد اولیه در ترکیب بتن
۴۲۰	۱۳-۴- ویژگی‌های بتن تازه
۴۲۰	۱۳-۴-۱- کارایی
۴۲۲	۱۳-۴-۲- روانی بتن تازه و روش‌های تعیین کمی آن
۴۲۵	۱۳-۴-۳- آب‌زایی بتن
۴۲۸	۱۳-۴-۴- انقباض خمیری بتن
۴۳۱	۱۳-۴-۵- گرفتن، سفت شدن و سخت شدن بتن
۴۳۱	۱۳-۴-۶- هوادهی بتن
۴۳۵	۱۳-۵- بیان نسبت ترکیب اجزای بتن
۴۳۵	۱۳-۵-۱- جرم واحد حجم بتن

۴۳۶	۱۳-۵-۲- راندمان تولید
۴۳۶	۱۳-۵-۳- ضریب سیمان
۴۳۷	۱۳-۶- تعیین نسبت ترکیب اجزای بتن (طرح اختلاط)
۴۳۹	۱۳-۶-۱- معیارهای طراحی
۴۳۹	۱۳-۶-۲- تعیین مشخصه‌های مصالح مصرفی
۴۴۱	۱۳-۶-۳- تعیین کمیت هریک از مصالح براساس روش ACI
۴۵۲	۱۳-۷- جابجایی و پرداخت بتن
۴۵۳	۱۳-۸- مراقبت یا عمل‌آوری بتن
۴۵۴	۱۳-۸-۱- اثر دما
۴۵۶	۱۳-۸-۲- اثر رطوبت
۴۵۸	۱۳-۸-۳- اثر زمان
۴۵۹	۱۳-۹- مشخصه‌های فنی بتن سخت‌شده
۴۵۹	۱۳-۹-۱- عوامل مؤثر بر مقاومت و سایر مشخصه‌های فنی اندازه‌گیری شده بتن
۴۶۱	۱۳-۹-۲- مقاومت بتن
۴۶۷	۱۳-۹-۳- تغییر شکل‌های بتن
۴۷۰	۱۳-۱۰- تعیین ویژگی‌های بتن سخت‌شده
۴۷۲	۱۳-۱۱- منابع
۴۷۵	فصل چهاردهم: قیر و مصالح قیری
۴۷۵	۱۴-۱- مقدمه
۴۷۶	۱۴-۲- انواع قیر
۴۷۶	۱۴-۲-۱- سیمان قیری طبیعی
۴۷۷	۱۴-۲-۲- قطران
۴۷۷	۱۴-۲-۳- سیمان قیری نفتی
۴۷۷	۱۴-۳- انواع قیرهای نفتی
۴۷۸	۱۴-۴- منبع قیرهای نفتی
۴۸۰	۱۴-۵- شیمی سیمان قیری

- ۴۸۳ ۱۴-۵-۱- اتصال شیمیایی
- ۴۸۳ ۱۴-۵-۲- تجزیه یاشکستن سیمان قیری
- ۴۸۴ ۱۴-۵-۳- روش شوایر- تراکسلر
- ۴۸۴ ۱۴-۵-۴- روش راستلر- اشترنبرگ
- ۴۸۵ ۱۴-۵-۵- روش کوربت
- ۴۸۶ ۱۴-۵-۶- روش کروماتوگرافی نفوذلعاب
- ۴۸۶ ۱۴-۵-۷- محدودیت‌های روش‌های تجزیه قیر
- ۴۸۷ ۱۴-۶- پیرشدگی (کهولت) سیمان قیری
- ۴۸۷ ۱۴-۶-۱- از دست دادن ماده فرار
- ۴۸۷ ۱۴-۶-۲- عمل سولفوکسیدها
- ۴۸۷ ۱۴-۶-۳- اکسیداسیون
- ۴۸۸ ۱۴-۷- رابطه شیمی قیر با عملکرد رویه‌های قیری
- ۴۸۹ ۱۴-۸- مواد افزودنی قیر
- ۴۹۰ ۱۴-۸-۱- مواد افزودنی پلیمری
- ۴۹۱ ۱۴-۸-۲- مواد افزودنی فیلر
- ۴۹۱ ۱۴-۸-۳- مواد اکسیدان و آنتی اکسیدان
- ۴۹۲ ۱۴-۸-۴- مواد افزودنی الیافی
- ۴۹۲ ۱۴-۸-۵- آنتی استریپ‌ها
- ۴۹۲ ۱۴-۸-۶- مواد افزودنی جوان‌ساز
- ۴۹۲ ۱۴-۹- کنترل کیفیت سیمان قیری
- ۴۹۳ ۱۴-۹-۱- آزمایش‌های قیر دریاچه‌ای
- ۴۹۳ ۱۴-۹-۲- آزمایش‌های قیرهای نفتی
- ۴۹۳ ۱۴-۱۰- آزمایش‌های قیر
- ۴۹۶ ۱۴-۱۰-۱- آزمایش شصت دست
- ۴۹۶ ۱۴-۱۰-۲- آزمایش جویدن
- ۴۹۶ ۱۴-۱۰-۳- آزمایش نفوذ
- ۴۹۸ ۱۴-۱۰-۴- آزمایش درجه نرمی (آزمایش گلوله و حلقه)

۴۹۸	 ۵-۱۰-۱۴ آزمایش کش پذیری (کش آمدگی)
۵۰۰	 ۶-۱۰-۱۴ آزمایش ایمنی یا نقطه اشتعال
۵۰۰	 ۷-۱۰-۱۴ آزمایش درجه خلوص
۵۰۰	 ۸-۱۰-۱۴ آزمایش گرمای خیلی زیاد (آزمایش لکه سیاه)
۵۰۱	 ۹-۱۰-۱۴ لزجت مطلق
۵۰۲	 ۱۰-۱۰-۱۴ لزجت سینماتیک
۵۰۵	 ۱۱-۱۴ نمایه های نفوذ
۵۰۶	 ۱۲-۱۴ عدد نفوذ - لزجت
۵۰۶	 ۱۳-۱۴ پیرشدگی قیر
۵۰۸	 ۱۴-۱۴ قیرهای مایع
۵۰۸	 ۱-۱۴-۱۴ قیر مایع محلول
۵۰۹	 ۲-۱۴-۱۴ ترکیب نسبی قیرهای محلول
۵۱۰	 ۳-۱۴-۱۴ امولسیون قیر
۵۱۲	 ۴-۱۴-۱۴ گیرش امولسیون قیر
۵۱۲	 ۵-۱۴-۱۴ موارد مصرف امولسیون قیر
۵۱۳	 ۶-۱۴-۱۴ چگونگی مصرف امولسیون قیر
۵۱۴	 ۷-۱۴-۱۴ ساخت امولسیون قیر
۵۱۵	 ۸-۱۴-۱۴ طبقه بندی امولسیون ها
۵۱۵	 ۹-۱۴-۱۴ آزمایش های امولسیون قیر
۵۱۷	 ۱۰-۱۴-۱۴ مزایای امولسیون قیر نسبت به قیرهای محلول
۵۱۸	 ۱۵-۱۴ مشخصه های فنی قیرهای ساخت ایران
۵۲۱	 ۱۶-۱۴ منابع
۵۲۵	 فصل پانزدهم: بتن قیری (آسفالت)
۵۲۵	 ۱-۱۵ مقدمه
۵۲۶	 ۲-۱۵ ویژگی های مطلوب بتن قیری
۵۲۷	 ۱-۲-۱۵ پایداری

۵۲۷	 ۱۵-۲-۲-انعطاف پذیری
۵۲۷	 ۱۵-۲-۳-دوام
۵۲۸	 ۱۵-۲-۴-نفوذناپذیری
۵۲۸	 ۱۵-۲-۵-مقاومت به خستگی
۵۲۸	 ۱۵-۲-۶-مقاومت به لغزش
۵۲۹	 ۱۵-۲-۷-کارایی
۵۲۹	 ۱۵-۳-طبقه بندی مخلوط های بتن قیری
۵۳۰	 ۱۵-۳-۱- بتن قیری گرم (آسفالت گرم)
۵۳۱	 ۱۵-۳-۲- بتن قیری سرد (آسفالت سرد)
۵۳۱	 ۱۵-۳-۳- بتن قیری تهیه شده در حین حمل یا در محل
۵۳۲	 ۱۵-۳-۴- بتن قیری نفوذی تک لایه
۵۳۲	 ۱۵-۳-۵- بتن قیری نفوذی چند لایه
۵۳۲	 ۱۵-۳-۶- ماکادام نفوذی (آسفالت ماکادام)
۵۳۳	 ۱۵-۴- عوامل مؤثر بر طرح اختلاط بتن قیری
۵۳۳	 ۱۵-۴-۱- دانه بندی سنگدانه ها
۵۳۳	 ۱۵-۴-۲- نوع و کیفیت سنگدانه
۵۳۴	 ۱۵-۴-۳- مقدار قیر
۵۳۴	 ۱۵-۴-۴- روانی قیر
۵۳۴	 ۱۵-۴-۵- کیفیت قیر
۵۳۵	 ۱۵-۵- مبانی طرح مخلوط بتن قیری
۵۴۰	 ۱۵-۶- تنظیم دانه بندی سنگدانه ها
۵۴۰	 ۱۵-۶-۱- مثال عددی ۱
۵۴۳	 ۱۵-۶-۲- مثال عددی ۲
۵۴۵	 ۱۵-۶-۳- تعیین نسبت ترکیب مصالح با روش معادلات چند مجهولی
۵۴۶	 ۱۵-۶-۴- تعیین نسبت اختلاط مصالح به کمک مدل های خطی
۵۵۳	 ۱۵-۷- طرح مخلوط بتن قیری
۵۵۵	 ۱۵-۷-۱- تعیین وزن مخصوص سنگدانه ها و قیر

۵۵۷	 ساخت نمونه‌های آزمایشی بتن قیری	۱۵-۷-۲
۵۵۸	 روش مارشال (ASTM D1559)	۱۵-۷-۳
۵۶۵	 روابط حجمی و جرمی اجزای مخلوط بتن قیری	۱۵-۷-۴
۵۶۸	 روش ویم (ASTM D1260)	۱۴-۷-۵
۵۷۴	 روش سوپر پیو یا رویه برتر	۱۵-۷-۶
۵۸۱	 منابع	۱۵-۸
۵۸۳	 فصل شانزدهم: خاک - سیمان	
۵۸۳	 مقدمه	۱۶-۱
۵۸۳	 تاریخچه کاربرد خاک - سیمان	۱۶-۲
۵۸۴	 واکنش شیمیایی سیمان با خاک	۱۶-۳
۵۸۷	 عوامل مؤثر بر مشخصه‌های فنی خاک - سیمان	۱۶-۴
۵۸۷	 نوع خاک	۱۶-۴-۱
۵۸۸	 بافت خاک	۱۶-۴-۲
۵۸۹	 خمیرایی خاک	۱۶-۴-۳
۵۹۰	 مشخصه‌های شیمیایی خاک و آب	۱۶-۴-۴
۵۹۱	 درصد سیمان	۱۶-۴-۵
۵۹۳	 درصد رطوبت	۱۶-۴-۶
۵۹۴	 تراکم	۱۶-۴-۷
۵۹۴	 زمان و شرایط عمل آوری	۱۶-۴-۸
۵۹۶	 خواص مهندسی خاک - سیمان	۱۶-۵
۵۹۶	 مقاومت فشاری	۱۶-۵-۱
۵۹۸	 مقاومت کششی و خمشی	۱۶-۵-۲
۵۹۸	 نفوذپذیری	۱۶-۵-۳
۵۹۹	 جذب آب	۱۶-۵-۴
۶۰۰	 کاربردهای خاک - سیمان	۱۶-۶
۶۰۰	 استفاده از خاک - سیمان در راهسازی و باند فرودگاه‌ها	۱۶-۶-۱

- ۱۶-۶-۲- استفاده از خاک - سیمان در حفاظت شیب‌ها ۶۰۱
- ۱۶-۶-۳- پوشش کانال‌ها و مخازن آبیاری ۶۰۲
- ۱۶-۶-۴- تثبیت پی ۶۰۳
- ۱۶-۶-۵- قطعات پیش‌ساخته خاک - سیمان ۶۰۴
- ۱۶-۶-۶- سایر موارد کاربرد خاک - سیمان ۶۰۵
- ۱۶-۷- روش‌های مصرف خاک - سیمان ۶۰۶
- ۱۶-۸- منابع ۶۰۶

پیشگفتار

تامین سرپناه و محل مناسبی برای اسکان یکی از نیازهای اولیه بشر در تمامی مراحل تاریخ بوده و بهمین علت تهیه مصالح ساختمانی مناسب از دیر باز همواره از جمله مشغله‌های ذهنی و مورد توجه انسان بوده است. توسعه صنعتی، افزایش جمعیت و در نتیجه توسعه روز افزون جوامع شهری و مناطق مسکونی در سال‌های اخیر موجب افزایش هرچه بیشتر ساخت و ساز و در نتیجه افزایش تقاضا برای مصالح ساختمانی بیشتر و مرغوب‌تر گردیده است. در گذشته بشر بدلیل ضعف تکنولوژی، برای تامین مصالح ساختمانی مورد نیاز عموماً از امکانات طبیعی و سهل الوصول استفاده می‌کرد، اما امروزه همراه با پیشرفت تکنولوژی و بدلیل نیاز به کیفیت بهتر و مرغوب‌تر، استفاده از مصالح جدید بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. اختراع سیمان پرتلند در قرن نوزدهم و توسعه تولید صنعتی آن در اوایل قرن بیستم به‌مراه توسعه کارخانجات تولید فولاد، امکان طراحی و ساخت سازه‌های عظیم‌تر و مستحکم‌تر را با استفاده از این دو ماده ساختمانی صنعتی فراهم ساخته بگونه‌ای که در حال حاضر بخش اعظم مصالح ساختمانی مورد مصرف در انواع ساختمان‌ها را تشکیل می‌دهند. در کنار این دو ماده اصلی، استفاده از مصالح جانبی دیگر همچون گچ، آهک، آجر، قیر و..... نیز افزایش یافته و استانداردهای سخت گیرانه‌ای برای کاربرد آنها تدوین گشته است. در کشور ما ایران نیز به‌مراه توسعه شهری و نیاز به اجرای طرح‌های عمرانی، تقاضا برای مصالح جدید و با کیفیت بالا افزایش یافته است.

باتوجه به ضرورت شناخت و کاربرد مصالح ساختمانی جدید و مرغوب در سالهای اخیر کتب، نشریات، مقالات و استاندارد های مختلفی در رابطه با این موضوع انتشار یافته که تدوین کتاب حاضر نیز گامی کوچک در این راستا محسوب می‌گردد. این کتاب که بر اساس سر فصل‌های درس مصالح ساختمانی دوره کارشناسی رشته‌های مهندسی تدوین گشته در بر گیرنده ویژگی‌های عمومی، روش تولید، مشخصات فنی و استانداردهای متعارف مصالح غیر فلزی مورد مصرف در ساختمان‌ها می‌باشد. در تدوین این کتاب سعی گردیده تا از استانداردهای معتبر بین المللی (همچون معیارهای انجمن استاندارد مصالح امریکا ASTM، انجمن ادارات راه و حمل و نقل امریکا

DIN AASHTO آلمان، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، و.....) در کنار روش‌های رایج در تولید مصالح مختلف در کشور حد اکثر استفاده لازم بعمل آید.

در تدوین فصول مختلف کتاب، بدو مصالح ساده و طبیعی تشریح گردیده و مصالح مرکب و صنعتی در فصول میانی و انتهایی ارائه شده‌اند. تسلسل مطالب کتاب بگونه‌ای رعایت شده که مواد مورد نیاز برای ساخت مصالح مرکب قبلاً تشریح شده باشند. از آنجا که عملکرد و رفتار مصالح فلزی و غیر فلزی دارای تفاوت قابل ملاحظه می‌باشند و باتوجه به حجم زیاد مطالب در بخش مصالح غیر فلزی، بحث در مورد مصالح فلزی به مجلد جداگانه‌ای از کتاب اختصاص داده شده است. بدیهی است که در کنار بحث نظری مطالب مندرج در این کتاب، و بمنظور درک بهتر و دقیق‌تر مطالب لازم است بخش عملی آن، یعنی آزمایش‌های مصالح ساختمانی، نیز آموزش داده شود.

مؤلف در تهیه مطالب کتاب حاضر سعی نموده است تا ضمن توجه و بهره‌گیری از کتب فارسی و لاتین موجود در این زمینه (بویژه آثار استاد فقید شادروان مهندس احمد حامی)، کمبودهای موجود در این آثار را نیز برطرف نماید. بدیهی است که علیرغم همه کوششهای بکار برده شده، این اثر نیز ممکن است همچون سایر آثار مکتوب با نواقص، خطاها و اشتباهاتی توأم باشد که یاد آوری آن از طرف خوانندگان محترم موجب سپاس نگارنده و رفع آنها در چاپهای بعدی کتاب خواهد گردید.

در پایان این سطور مؤلف ضمن آرزوی اینکه کتاب حاضر بتواند مورد استفاده مهندسان، کارشناسان و دانشجویان علاقمند قرار گیرد، وظیفه خود می‌داند تا از زحمات خانم مهندس اکرم مسگری که در تهیه شکل‌ها و تنظیم کامپیوتری متن و ویرایش آن نقش اصلی را داشته‌اند و هم چنین خانم پروانه غلامی که وظیفه تایپ متن کتاب را بهعهده داشته‌اند صمیمانه تقدیر و سپاسگزاری نماید.