

بسم الله الرحمن الرحيم

مصالح ساختمانی و آزمایشگاه

(قابل استفاده دانشجویان و مهندسين رشته‌های
عمران، آب، نفت، نقشه‌برداری، معدن، مواد، زمین‌شناسی، ...)

تالیف

دکتر قدرت‌الله محمدی

(استادیار دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب)



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب

تهران، ۱۳۹۸

سرشناسه: محمدی، قدرت‌الله، ۱۳۴۶-
 عنوان و نام پدیدآور: مصالح ساختمانی و آزمایشگاه، قابل استفاده دانشجویان و مهندسين رشته‌های عمران... / تألیف قدرت‌الله محمدی.
 مشخصات نشر: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب، ۱۳۹۸.
 مشخصات ظاهری: ۳۹۲ ص. : مصور.
 شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۶۰۱۸-۵
 قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
 یادداشت: چاپ قبلی: شرح، ۱۳۹۰.
 موضوع: مصالح ساختمانی، مصالح ساختمانی -- آزمایش، Testing -- Building materials
 شناسهٔ ا. ده: دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب: Islamic Azad University-South Tehran Branch
 رده‌بندی کنگ : TA۴۰۳
 رده‌بندی یویی: ۶۹۱
 شماره کتاب‌شناسی ما : ۶۰۷۵۳۷۲



مصالح ساختمانی و آزمایشگاه

تألیف دکتر قدرت‌الله محمدی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

رئیس انتشارات: فرشته حاجی‌زاد

حروف‌چینی و صفحه‌آرایی: شرکت حروف‌چینی همراهان واحد

طراح جلد: سید محمد شاهری لنگرودی

چاپ اول: اسفند ۱۳۹۸

تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۶۰۱۸-۵ ISBN: 978-964-10-6018-5

قیمت: ۴۰۰۰۰ تومان

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه آزاد اسلامی

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نشانی فروشگاه کتاب: خیابان انقلاب، میدان امام حسین(ع)، ابتدای خیابان دماوند، جنب بیمارستان بوعلی،

مجتمع دانشگاهی ولی عصر (عج)، تلفن: ۳۳۷۸۳۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحيم

"ن والقلم و ما یسطرون"

سخن ناشر

بی تردید تعالی عالمی و فرهنگی کشور، بازتاب میزان تفکری است که فرهیختگان در مقام عمل به منصب ظهور می‌رسانند. در این بین، مهم‌تر و حساس‌تر از همه، رسالت عالمان و علم‌جویان است. این رسالت، همان‌گونه که در جهت پرورش استعدادهای فردی، با قرائت و مطالعه انجام می‌گیرد، برای پیشبرد اهداف اجتماعی و علمی، با کتابت و مباحثه نیز محقق می‌شود.

از این رو، یکی از مسئولیت‌های مهم اثر فرهنگی در کنار کار تعلیم و تربیت، نشر آثار علمی است. معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب، برای ارتقای سطح علمی دانشجویان و تنویر افکار دانش‌پژوهان، چنانچه ناب مصالح ساختمانی و آزمایشگاه اقدام کرده است؛ با این امید که با استمرار فعالیت‌های انتشاراتی، بتواند گام در راه رشد و بالندگی فرهنگی بردارد.

کتاب حاضر، یکی از اولین کتاب‌هایی است که در محل مباحث مصالح ساختمانی و آزمایشگاه توأم بوده و علاوه بر مصالح ساختمانی سنتی، مصالح ساختمانی صنعتی و هوشمند (فراصنعتی) را نیز شامل می‌شود؛ لذا باعث شناخت کامل‌تر مصالح ساختمانی و آگاهی از نحوه تولید و محل استفاده آنها در سازه‌های مدرن و جدید می‌شود. مؤلف، پس از ۲۶ سال تدریس در دانشگاه‌ها و نظارت بر امور کارگاهی به صورت نظری و عملی، این اثر را تهیه کرده که برای دانش‌جویان و مهندسین رشته‌های عمران، نقشه‌برداری، معماری، آب، نفت، معدن، زمین‌شناسی و... قابل استفاده است.

پیش از هر چیز، شایسته است از عنایت ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب، استادان ارجمند و از دست‌اندرکاران ویرایش، حروفچینی و چاپ کتاب تقدیر و تشکر به عمل آید.

از صاحب نظران گرامی خواهشمند است با ارائه پیشنهادهای خود، در جهت اصلاح نواقص احتمالی این کتاب و تهیه مطالب مناسب متون درسی دانشگاهی، انتشارات این واحد را یاری کنند. امید است این اثر علمی مورد استفاده استادان و دانش‌پژوهان قرار گیرد.

و من الله التوفیق و علیه التکلان

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

فهرست مطالب

فصل سوم: بتن و مصالح جدید..... ۷۸

۷۸ بتن..... ۷۸

۷۸ ۱-۳. مقدمه..... ۷۸

۷۹ ۲-۳. مزایا و معایب بتن..... ۷۹

۸۰ ۳-۳. معایب ساختمان‌های بتنی..... ۸۰

۸۰ ۴-۳. مواد تشکیل‌دهنده بتن..... ۸۰

۸۲ ۵-۳. سنگدانه‌ها..... ۸۲

۸۲ ۶-۳. تعیین بهترین درصد ترکیب شن و ماسه..... ۸۲

۸۳ ۷-۳. مدول نرمی ماسه..... ۸۳

۸۳ ۸-۳. تقسیم‌بندی سنگدانه‌ها از نظر شکل ظاهری..... ۸۳

۸۴ ۹-۳. سنگدانه‌ها از نظر دانه‌بندی..... ۸۴

۸۵ ۱۰-۳. سیمان مصرفی در بتن..... ۸۵

۸۶ ۱۱-۳. آب مصرفی در بتن..... ۸۶

۸۶ ۱۲-۳. نقش آب در بتن..... ۸۶

۸۶ ۱۳-۳. میزان آب در بتن..... ۸۶

۸۷ ۱۴-۳. ابعاد مختلف در بتن..... ۸۷

۸۸ ۱۵-۳. افزودن کربن اسیدوپ..... ۸۸

۹۱ ۱۶-۳. موارد استفاده..... ۹۱

۹۲ ۱۷-۳. مخلوط کردن بتن..... ۹۲

۹۳ ۱۸-۳. میلگردهای مصرفی در بتن..... ۹۳

۹۴ ۱۹-۳. نگهداری بتن تا ۲۴ ساعت..... ۹۴

۹۵ ۲۰-۳. نگهداری بتن بعد از ۲۴ ساعت..... ۹۵

۹۵ ۲۱-۳. وزن مخصوص بتن (وزن حجمی بتن)..... ۹۵

۹۶ ۲۲-۳. دانه‌های یابی..... ۹۶

۹۶ ۲۳-۳. مخلوط کردن بتن به صورت پیمانه‌ای..... ۹۶

۹۷ ۲۴-۳. قالب‌بندی..... ۹۷

۹۸ ۲۵-۳. خزش بتن..... ۹۸

۱۰۱ ۲۶-۳. بتن سبک هیل (هیلکس)..... ۱۰۱

۱۰۱ ۲۷-۳. طبقه‌بندی بتن‌های سبک..... ۱۰۱

۱۰۲ ۲۸-۳. مزایای بتن سبک..... ۱۰۲

13 مقدمه

بخش اول: مصالح ساختمانی

فصل اول: زمین شناسی مصالح ساختمانی..... ۱۷

۱-۱. مقدمه ۱۷

۲-۱. یافتن، استشاف و ارزیابی ۲۵

۳-۱. طراحی و مدیریت سیمان ۴۴

فصل دوم: سیمان ۵۲

۱- مقدمه ۵۲

۲-۱. مواد اولیه سیمان ۵۳

۳-۲. استخراج مواد اولیه ۵۳

۴-۲. سنگ شکن ۵۳

۵-۲. مخلوط کردن اولیه و ذخیره سازی ۵۶

۶-۲. خشک کردن مواد اولیه ۵۶

۷-۲. کوره دوار ۵۶

۸-۲. پودر کردن مواد خام ۵۶

۹-۲. تنظیم مواد خام ۵۷

۱۰-۲. خنک کردن مواد خارج شده از کوره ۵۸

۱۱-۲. مراحل تهیه سیمان پرتلند ۵۸

۱۲-۲. انواع سیمان ۵۹

۱۳-۲. پرتلند نوع ۱ (عادی) ۶۰

۱۴-۲. پرتلند نوع ۲ ۶۰

۱۵-۲. پرتلند نوع ۳ (زودگیر) ۶۰

۱۶-۲. پرتلند نوع ۴ (کم حرارت) ۶۱

۱۷-۲. پرتلند نوع ۵ (سیمان ضد سولفات) ۶۱

۱۸-۲. انواع دیگر سیمان ۶۳

۱۹-۲. آزمایش های سیمان ۶۸

۲۰-۲. رابطه بین ترکیبات سیمان و تاب فشاری ۷۰

۲۱-۲. نحوه انجام آزمایش های سیمان ۷۱

۲۲-۲. نقش عوامل تشکیل دهنده سیمان در ۷۵

- ۲۹-۳. خصوصیات بارز هبلکس ۱۰۲
- ۳۰-۳. بتن سبک سازه‌ای ۱۰۴
- ۳۱-۳. بتن سبک نیمه‌سازه‌ای ۱۰۵
- ۳۲-۳. بتن سبک (فوم بتن) ۱۰۵
- ۳۳-۳. ویژگی‌های عمده فوم بتن ۱۰۶
- ۳۴-۳. کاربرد فوم بتن در ساختمان ۱۰۷
- ۳۵-۳. خلاصه خصوصیات بتن سبک ۱۰۸
- ۳۶-۳. قطعات پیش‌ساخته سیپورکس ۱۰۹
- ۳۷-۳. ملات کفی سیپورکس ۱۱۱
- ۳۸-۳. مشخصات فنی قطعات سقفی سیپورکس ۱۱۱
- ۳۹-۳. قطعات سقفی سیپورکس ۱۱۲
- ۴۰-۳. تیر، نعل، راه ۱۱۳
- ۴۱-۳. اندازه‌ها، مشخصات فنی بلوک‌ها ۱۱۴
- ۴۲-۳. قطعات دیواری ۱۱۵
- ۴۳-۳. اتصالات ۱۱۶
- ۴۴-۳. مزایای سیپورکس ۱۱۷
- ۴۵-۳. سیمان و بتن از نگاه زیست‌محیطی ۱۱۸
- ۴۶-۳. تولید سیمان و بتن ۱۱۹
- ۴۷-۳. مواد مصرفی ۱۲۰
- ۴۸-۳. ترکیبات اصلی بتن ۱۲۰
- ۴۹-۳. انرژی ۱۲۱
- ۵۰-۳. تولید و انتشار گاز دی‌اکسید کربن ۱۲۴
- ۵۱-۳. دیگر آلاینده‌های هوا ۱۲۴
- ۵۲-۳. آلودگی آب ۱۲۵
- ۵۳-۳. ضایعات جامد ۱۲۶
- ۵۴-۳. ملاحظات مربوط به سلامتی و ایمنی کار ۱۲۷
- ۵۵-۳. جمع‌بندی ۱۲۹
- مصالح جدید و بخشی از آیین‌نامه مصالح ۱۲۹
- ۵۶-۳. مقدمه ۱۲۹
- ۵۷-۳. گزیده‌ای از فصل سوم آیین‌نامه مصالح ۱۴۱
- فصل چهارم: گچ** ۱۵۷
- ۱-۴. مقدمه ۱۵۷
- ۲-۴. تاریخچه گچ در ایران ۱۵۸
- ۳-۴. استخراج و تولید ۱۵۹
- ۴-۴. کاربرد گچ ۱۵۹
- ۵-۴. انواع گچ ۱۶۰
- ۶-۴. تفاوت‌های اساسی بین ژئپس طبیعی و ۱۶۲
- ۷-۴. گچ و مواد اولیه ۱۶۲
- ۸-۴. مراحل حرارتی پخت گچ ۱۶۴
- ۹-۴. کوره‌های پخت گچ ۱۶۵
- ۱۰-۴. مراحل کار در کوره‌های گچ‌پزی ۱۶۵
- ۱۱-۴. تقسیم‌بندی گچ ۱۶۵
- ۱۲-۴. خواص گچ ۱۶۵
- ۱۳-۴. استانداردهای گچ ۱۶۶
- ۱۴-۴. آزمایش‌های گچ ۱۶۶
- ۱۵-۴. منبع سنگ گچ ۱۶۷
- ۱۶-۴. چرا گچ کارهای تراک می‌خورند؟ ۱۶۷
- ۱۷-۴. شرایط انبار کردن گچ ۱۶۷
- فصل پنجم: آهک** ۱۶۸
- ۱-۵. مقدمه ۱۶۸
- ۲-۵. کاربردهای سنگ آهک ۱۶۸
- ۳-۵. نحوه استخراج سنگ آهک ۱۶۹
- ۴-۵. معرفی آهک ۱۶۹
- ۵-۵. آهک زنده ۱۶۹
- ۶-۵. سنگ‌های آهکی مناسب برای تهیه آهک ۱۷۰
- ۷-۵. سوره‌های آهک‌پزی ۱۷۰
- ۸-۵. آهک شفته ۱۷۰
- ۹-۵. تبدیل آهک زنده به آهک شفته ۱۷۱
- ۱۰-۵. ویژگی‌های آهک شفته ۱۷۱
- ۱۱-۵. شفته آهک ۱۷۳
- ۱۲-۵. مزایا و ویژگی‌ها ۱۷۳
- ۱۳-۵. معایب ۱۷۳
- ۱۴-۵. تاریخچه تولید آهک ۱۷۴
- ۱۵-۵. تاریخچه تبدیل سنگ آهک به آهک ۱۷۴
- ۱۶-۵. کاربرد ۱۷۵
- ۱۷-۵. شناخت کلی شفته آهکی ۱۷۶
- ۱۸-۵. خواص شفته آهکی ۱۷۷
- ۱۹-۵. روش‌های کارگاهی ساختن شفته آهکی ۱۷۷

۲۲۵.....	۱۱-۸. چسب کاشی.....	۱۸۰.....	۲۰-۵. شرح آزمایش‌ها.....
۲۲۷.....	فصل نهم: ملات‌ها	۱۸۶.....	۲۱-۵. مقدار آب آهک لازم برای ساخت شفته آهکی.....
۲۲۷.....	۱-۹. مقدمه.....	۱۸۷.....	۲۲-۵. بتن آهکی.....
۲۲۷.....	۲-۹. عمده خواص ملات.....	۱۸۸.....	۲۳-۵. نتیجه‌گیری.....
۲۲۸.....	۳-۹. انواع ملات.....	۱۸۹.....	۲۴-۵. توصیه.....
۲۳۱.....	فصل دهم: قیر	۱۹۰.....	فصل ششم: آجر
۲۳۱.....	۱-۱۰. مقدمه.....	۱۹۰.....	۱-۶. مقدمه.....
۲۳۱.....	۲-۱۰. خواص قیر.....	۱۹۰.....	۲-۶. مراحل ساخت آجر.....
۲۳۲.....	۳-۱۰. آزمایش قیر.....	۱۹۳.....	۳-۶. تقسیمات آجر.....
۲۳۳.....	۴-۱۰. آزمایش مارشال.....	۱۹۴.....	۴-۶. کاربرد آجر در ساختمان.....
۲۳۴.....	۵-۱۰. قطران.....	۱۹۵.....	۵-۶. انواع آجر و قطر کاربرد.....
۲۳۵.....	فصل یازدهم: چوب	۱۹۵.....	۶-۶. انواع دیگر بلوط‌های رایج در ایران.....
۲۳۵.....	۱-۱۱. مقدمه.....	۱۹۶.....	۷-۶. خواص، ابعاد و اشکال آجر.....
۲۳۶.....	۲-۱۱. انواع چوب.....	۲۰۵.....	فصل هفتم: سنگ‌های ساختمانی
۲۳۶.....	۳-۱۱. قسمت‌های درخت.....	۲۰۵.....	۱-۷. مقدمه.....
۲۳۹.....	۴-۱۱. خشک کردن چوب.....	۲۰۷.....	۲-۷. انواع سنگ‌های ساختمانی برحسب محل مصرف.....
۲۳۹.....	۱-۴-۱۱. روش خشک کردن چوب.....	۲۰۷.....	۳-۷. اشکال هندسی سنگ‌ها.....
۲۴۱.....	۵-۱۱. روش روکش.....	۲۰۸.....	۴-۷. کیفیت سنگ.....
۲۴۱.....	۶-۱۱. نتوان.....	۲۰۸.....	۵-۷. ویژگی‌های سنگ‌های ساختمانی.....
۲۴۲.....	۷-۱۱. تنه سالایی.....	۲۰۹.....	۶-۷. بحث تفصیلی سنگ‌های ساختمانی.....
۲۴۲.....	۸-۱۱. سبیل.....	۲۰۹.....	۷-۷. کشف معدن و اکتشافات سنگ‌های ساختمانی.....
۲۴۳.....	۹-۱۱. خدماتی از چوب و کاربرد آن.....	۲۰۹.....	۸-۷. مراحل اکتشافات سنگ‌های ساختمانی.....
۲۴۳.....	۱۰-۱۱. ناهمگ چوب.....	۲۱۸.....	۹-۷. تقسیم‌بندی معدن سنگ‌های ساختمانی و.....
۲۴۳.....	۲-۹-۱۱. مقدار رطوبت.....	۲۱۹.....	فصل هشتم: سرامیک و کاشی
۲۴۴.....	۳-۹-۱۱. نوع چوب و محل.....	۲۱۹.....	۱-۸. مقدمه.....
۲۴۴.....	۴-۹-۱۱. پهنی دایره سالانه و وزن.....	۲۲۰.....	۲-۸. خاک نسوز.....
۲۴۴.....	۵-۹-۱۱. شرایط نمونه‌گیری.....	۲۲۱.....	۳-۸. انواع نسوز و آجرهای نسوز.....
۲۴۴.....	۱۰-۱۱. شرایط لحظه‌ای آزمایش.....	۲۲۱.....	۴-۸. مراحل تهیه نسوز.....
۲۴۵.....	۱۱-۱۱. آزمایش چوب.....	۲۲۱.....	۵-۸. انواع نسوز.....
۲۴۵.....	۱۲-۱۱. آزمایش‌ها.....	۲۲۲.....	۶-۸. تعریف سرامیک.....
۲۴۵.....	۱۳-۱۱. خواص فیزیکی مؤثر بر خواص مکانیکی چوب.....	۲۲۲.....	۷-۸. کاشی.....
۲۴۶.....	۱۴-۱۱. انواع چوب و فرآورده‌های ساختمانی.....	۲۲۳.....	۸-۸. مراحل تهیه کاشی.....
۲۴۶.....	۱۵-۱۱. فرآورده‌هایی از چوب که بیشتر در.....	۲۲۴.....	۹-۸. درجه‌بندی کاشی.....
۲۴۷.....	۱۶-۱۱. انواع خشک کردن چوب.....	۲۲۵.....	۱۰-۸. ابعاد کاشی.....

۲۶۶..... ۱۲-۲۰-۱. نیم‌رخ‌های استاندارد اروپایی	۲۴۷..... ۱۱-۱۷. مزایای خشک‌کردن مصنوعی چوب
۲۶۷..... ۱۲-۲۱. نورکردن	۲۴۷..... ۱۱-۱۸. انواع کوره‌ها
۲۶۸..... ۱۲-۲۲. تکنولوژی سازه‌های فولادی	۲۴۷..... ۱۱-۱۹. معایب چوب
۲۷۶..... ۱۲-۲۳. فولاد ساختمانی	۲۴۸..... ۱۱-۲۰. انواع چوب و کاربرد آنها
۲۷۶..... ۱۲-۲۴. منابع تهیه آهن	فصل دوازدهم: فلزات
۲۷۶..... ۱۲-۲۵. فرآورده‌های آهن	۱-۱۲..... ۱۲-۱. مقدمه
۲۷۷..... ۱۲-۲۶. انواع فولادهای استاندارد	۱۲-۲..... ۲-۲. فولاد (پولاد)
فصل سیزدهم: شیشه	۱۲-۳..... ۳-۱۲. نحوه تولید فولاد
۲۸۰..... ۱۳-۱. مقدمه	۱۲-۴..... ۴-۱۲. باتال‌ها
۲۸۱..... ۱۳-۲. تاریخچه شیشه	۱۲-۵..... ۵-۱۲. نبردهای پاتیل
۲۸۱..... ۱۳-۳. ترکیبات شیشه	۱۲-۶..... ۶-۱۲. شکافتن به فولاد
۲۸۱..... ۱۳-۴. انواع مختلف شیشه	۱۲-۷..... ۷-۱۲. آبدادین فولاد
۲۸۲..... ۱۳-۵. کوره‌های ذوب شیشه	۱۲-۸..... ۸-۱۲. اصول کلی استخراج فلزات
۲۸۲..... ۱۳-۵-۱. کوره تانکی	۱۲-۹..... ۹-۱۲. سنگ معدن
۲۸۲..... ۱۳-۵-۲. نحوه ورود مواد به کوره	۱۲-۱۰..... ۱۰-۱۲. استخراج فولاد
۲۸۳..... ۱۳-۶. شیشه مرغوب آب‌پدیده	۱۲-۱۱..... ۱۱-۱۲. متالوژی آهن و مس
۲۸۳..... ۱۳-۷. شیشه طرح‌دار	۱۲-۱۲..... ۱۲-۱۲. تولید فولاد
۲۸۳..... ۱۱-۸. شیشه ضدگلوله	۱۲-۱۳..... ۱۳-۱۲. روش تهیه چدن
۲۸۳..... ۱۳-۹. شیشه رنگی	۱۲-۱۴..... ۱۴-۱۲. آلومینیم (Al)
۲۸۴..... ۱۳-۱۰. ساخت شیشه‌های مسطح	۱۲-۱۴-۱..... ۱-۱۴-۱۲. ترکیبات آلومینیم
۲۸۴..... ۱۱-۱۱. جره‌های شیشه‌ای	۱۲-۱۴-۲..... ۲-۱۴-۱۲. طرز ساخت آلومینیم
۲۸۵..... ۱۳-۱۱. عایق‌های حرارتی و صوتی شیشه‌ای	۱۲-۱۴-۳..... ۳-۱۴-۱۲. کاربرد آلومینیم در ساختمان
۲۸۵..... ۱۳-۱۲-۱. شیشه مسطح	۱۲-۱۵..... ۱۵-۱۲. مس (Cu)
۲۸۵..... ۱۳-۱۲-۲. کف	۱۲-۱۵-۱..... ۱-۱۵-۱۲. مراحل استخراج مس
۲۸۶..... ۱۳-۱۳. کاربرد شیشه در ساختمان	۱۲-۱۵-۲..... ۲-۱۵-۱۲. پالایش الکتریکی مس
۲۸۶..... ۱۳-۱۴. کاربرد شیشه در هنر	۱۲-۱۵-۳..... ۳-۱۵-۱۲. کاربرد مس
۲۸۷..... ۱۳-۱۴-۱. روش ساخت شیشه هواپیما	۱۲-۱۶..... ۱۶-۱۲. سرب (Pb)
۲۸۷..... ۱۳-۱۵. عایق پشم‌سنگ پانل	۱۲-۱۶-۱..... ۱-۱۶-۱۲. نحوه تهیه سرب
۲۸۸..... ۱۳-۱۶. عایق پشم‌سنگ یک‌طرف آلومینیم	۱۲-۱۷..... ۱۷-۱۲. قلع (Sn)
۲۸۸..... ۱۳-۱۷. عایق پشم‌سنگ یک‌طرف کاغذ	۱۲-۱۷-۱..... ۱-۱۷-۱۲. طرز تهیه و کاربرد قلع
۲۸۸..... ۱۳-۱۸. عایق پشم‌سنگ یک‌طرف توری	۱۲-۱۸..... ۱۸-۱۲. نیکل (Ni)
۲۸۹..... ۱۳-۱۹. عایق پشم‌سنگ پیش‌ساخته دورلوله	۱۲-۱۹..... ۱۹-۱۲. منیزیم (Mg)
۲۸۹..... ۳-۲۰. عایق پشم‌سنگ فله	۱۲-۱۹-۱..... ۱-۱۹-۱۲. طرز تهیه و کاربرد منیزیم
۲۹۰..... ۱۳-۲۱. ویژگی‌های عایق پشم‌سنگ	۲۶۶..... ۲۰-۱۲. انواع نیم‌رخ‌های نوردشده فولاد

۳۳۸.....	۱۶-۸-۵. پخت گچ (گچ پزی).....	۳۲۶.....	۱۶-۵-۷. مقایسه اعداد به دست آمده با استانداردها.....
۳۳۸.....	۱۶-۸-۶. منابع مورد استفاده در این مبحث.....	۳۲۶.....	۱۶-۵-۸. نتیجه گیری.....
۳۳۹.....	۱۶-۹-۹. آزمایش دانه بندی گچ.....	۳۲۷.....	۱۶-۵-۹. جدول و نمودار.....
۳۳۹.....	۱۶-۹-۱۰. مقدمه.....	۳۲۷.....	۱۶-۵-۱۰. خطاها و تحلیل آنها.....
۳۴۰.....	۱۶-۹-۲. هدف آزمایش.....	۳۲۷.....	۱۶-۵-۱۱. منابع مورد استفاده در این مبحث.....
۳۴۰.....	۱۶-۹-۳. وسایل مورد نیاز.....	۳۲۷.....	۱۶-۶-۶. آزمایش گیرش سیمان به وسیله ویکا.....
۳۴۰.....	۱۶-۹-۴. مصالح مورد نیاز.....	۳۲۷.....	۱۶-۶-۱. مقدمه.....
۳۴۰.....	۱۶-۹-۵. شرح آزمایش.....	۳۲۸.....	۱۶-۶-۲. هدف آزمایش.....
۳۴۲.....	۱۶-۹-۶. ثبت عملیات و محاسبات.....	۳۲۸.....	۱۶-۶-۳. وسایل مورد نیاز.....
۳۴۳.....	۱۶-۹-۷. مقایسه نتایج با استانداردها.....	۳۲۹.....	۱۶-۶-۴. مصالح مورد نیاز.....
۳۴۳.....	۱۶-۹-۸. خطاها و تحلیل آنها.....	۳۲۹.....	۱۶-۶-۵. دستگاه ویکات.....
۳۴۴.....	۱۶-۹-۹. منابع مورد استفاده در این مبحث.....	۳۳۰.....	۱۶-۶-۶. شرح آزمایش.....
۳۴۴.....	۱۶-۱۰-۱. آزمایش تعیین نسبت آب به گچ (آب نرمال).....	۳۳۱.....	۱۶-۶-۷. ثبت عملیات و محاسبات.....
۳۴۴.....	۱۶-۱۰-۱. مقدمه.....	۳۳۱.....	۱۶-۶-۸. خطاها و تحلیل آنها.....
۳۴۵.....	۱۶-۱۰-۲. هدف آزمایش.....	۳۳۱.....	۱۶-۶-۹. منابع مورد استفاده در این مبحث.....
۳۴۵.....	۱۶-۱۰-۳. وسایل مورد نیاز.....	۳۳۲.....	۱۶-۷-۷. آزمایش سلامت سیمان.....
۳۴۵.....	۱۶-۱۰-۴. مصالح مورد نیاز.....	۳۳۲.....	۱۶-۷-۱. مقدمه.....
۳۴۵.....	۱۶-۱۰-۵. شرح آزمایش.....	۳۳۳.....	۱۶-۷-۲. روش DIN آلمان (انبرک لو شانلیه).....
۳۴۵.....	۱۶-۱۰-۶. ثبت عملیات و محاسبات.....	۳۳۳.....	۱۶-۷-۲-۱. هدف آزمایش.....
۳۴۶.....	۱۶-۱۰-۷. مقایسه نتایج با استانداردها.....	۳۳۳.....	۱۶-۷-۲-۲. دستگاه لازم.....
۳۴۶.....	۱۶-۱۰-۸. خطاها و تحلیل آنها.....	۳۳۳.....	۱۶-۷-۲-۳. مصالح مورد نیاز.....
۳۴۶.....	۱۶-۱۰-۹. منابع.....	۳۳۴.....	۱۶-۷-۲-۴. شرح آزمایش.....
۳۴۶.....	۱۶-۱۱-۱. آزمایش تعیین آب آزاد گچ (تعیین آب آزاد).....	۳۳۴.....	۱۶-۷-۲-۵. مقایسه نتایج با استانداردها.....
۳۴۶.....	۱۶-۱۱-۱. مقدمه.....	۳۳۴.....	۱۶-۷-۳. روش A.S.T.M آمریکا (روش اتوکلاو).....
۳۴۷.....	۱۶-۱۱-۲. هدف آزمایش.....	۳۳۴.....	۱۶-۷-۳-۱. هدف آزمایش.....
۳۴۷.....	۱۶-۱۱-۳. وسایل مورد نیاز.....	۳۳۵.....	۱۶-۷-۳-۲. دستگاه لازم.....
۳۴۷.....	۱۶-۱۱-۴. مصالح مورد نیاز.....	۳۳۵.....	۱۶-۷-۳-۳. شرح آزمایش.....
۳۴۷.....	۱۶-۱۱-۵. شرح آزمایش.....	۳۳۵.....	۱۶-۷-۳-۴. مقایسه نتایج با استانداردها.....
۳۴۸.....	۱۶-۱۱-۶. ثبت عملیات و محاسبات.....	۳۳۵.....	۱۶-۷-۴. منابع مورد استفاده در این مبحث.....
۳۴۸.....	۱۶-۱۱-۷. مقایسه نتایج با استانداردها.....	۳۳۶.....	۱۶-۸-۸. آزمایش های گچ.....
۳۴۸.....	۱۶-۱۱-۸. خطاها و تحلیل آنها.....	۳۳۶.....	۱۶-۸-۱. مقدمه.....
۳۴۸.....	۱۶-۱۱-۹. منابع مورد استفاده در این مبحث.....	۳۳۶.....	۱۶-۸-۲. تقسیم بندی گچ براساس مصرف و.....
۳۴۹.....	۱۶-۱۲. آزمایش های مصالح دیگر.....	۳۳۷.....	۱۶-۸-۳. گچ و مواد اولیه.....
۳۴۹.....	۱۶-۱۲-۱. مقدمه.....	۳۳۷.....	۱۶-۸-۴. انواع کانی هایی که به عنوان سنگ گچ.....

۳۶۲.....	۱۶-۱۴-۶-۳. نمونه‌برداری	۳۴۹.....	۱۶-۱۲-۲. آزمایش‌های آجر.....
۳۶۲.....	۱۶-۱۴-۶-۳. روش کار.....	۳۵۰.....	۱۶-۱۲-۲-۱. روش‌های مختلف جذب آب.....
۳۶۳.....	۱۶-۱۴-۶-۴. محاسبات.....	۳۵۱.....	۱۶-۱۲-۲-۲. معیارهای شوره‌زدگی.....
۳۶۴.....	۱۶-۱۴-۷. خلاصه روش کار و دستورالعمل.....	۳۵۱.....	۱۶-۱۲-۳-۲. آزمایش‌های تحدب و تغفر.....
۳۶۴.....	۱۶-۱۴-۷-۱. مقدمه.....	۳۵۱.....	۱۶-۱۲-۳-۳. آزمایش‌های موزائیک.....
۳۶۴.....	۱۶-۱۴-۷-۲. مصالح سنگی ریزدانه.....	۳۵۲.....	۱۶-۱۲-۳-۱. اندازه‌گیری ابعاد.....
۳۶۵.....	۱۶-۱۴-۷-۳. مصالح سنگی درشت‌دانه.....	۳۵۲.....	۱۶-۱۲-۳-۲. اندازه‌گیری تاب گسیختگی.....
۳۶۶.....	فصل هفدهم: مطالعه خاک‌ها.....	۳۵۳.....	۱۶-۱۲-۳-۳. میزان درصد جذب آب.....
۳۶۶.....	۱۷-۱. مقدمه.....	۳۵۳.....	۱۶-۱۲-۴-۱. آزمایش‌های چوب براساس استاندارد.....
۳۶۶.....	۱۷-۲. خاک‌ها و آزمایش‌ها.....	۳۵۳.....	۱۶-۱۲-۴-۱. شرایط نمونه‌گیری.....
۳۶۷.....	۱۷-۳. روابط حجمی.....	۳۵۴.....	۱۶-۱۲-۴-۲. آزمایش مکانیک چوب.....
۳۶۸.....	۱۷-۴. روابط وزنی.....	۳۵۴.....	۱۶-۱۲-۴-۳. درصد رطوبت.....
۳۶۸.....	۱۷-۵. دانه‌بندی.....	۳۵۴.....	۱۶-۱۲-۴-۴. مقاومت فشاری.....
۳۶۹.....	۱۷-۶. خاصیت پلاستیسته.....	۳۵۵.....	۱۶-۱۳-۱. آزمایش‌های فلزات.....
۳۷۲.....	۱۷-۷. مشخصه‌های خواص فیزیکی خاک‌های.....	۳۵۵.....	۱۶-۱۳-۱. مقدمه.....
۳۷۲.....	۱۷-۸. خاک‌های زیرتراکم.....	۳۵۶.....	۱۶-۱۴-۱. آزمایش‌های سنگدانه‌ها.....
۳۷۴.....	۱۷-۹. انواع تغییرشکل خاک و نشست بی‌ها.....	۳۵۶.....	۱۶-۱۴-۱. مقدمه.....
۳۷۴.....	۱۷-۹-۱. انواع تغییرشکل و علت‌های آن.....	۳۵۶.....	۱۶-۱۴-۲. آزمایش لس‌آنجلس.....
۳۷۴.....	۱۷-۹-۲. شرایط گسترش تغییرشکل‌های.....	۳۵۷.....	۱۶-۱۴-۳. آزمایش تاب در برابر یخبندان.....
۳۷۵.....	۱۷-۹-۱. تعیین تغییرشکل‌های الاستیک.....	۳۵۸.....	۱۶-۱۴-۴. ضریب نرم‌شوندگی.....
۳۷۶.....	۱۷-۱۰. نمونه‌گیری از خاک‌ها (نمونه‌گیری).....	۳۵۸.....	۱۶-۱۴-۵. خلاصه روش کار و دستورالعمل.....
۳۷۷.....	۱۷-۱۱. نمونه‌گیری از خاک در گمانه‌های آزمایشی.....	۳۵۹.....	۱۶-۱۴-۵-۱. وسایل موردنیاز.....
۳۷۸.....	۱۷-۱۱-۱. محقق نمونه‌گیری کف‌های.....	۳۵۹.....	۱۶-۱۴-۵-۲. نمونه‌برداری.....
۳۷۸.....	۱۷-۱۱-۲. نمونه‌گیری برای درخت.....	۳۶۰.....	۱۶-۱۴-۵-۳. روش کار.....
۳۷۹.....	۱۷-۱۲. روش‌های متفرقه نمونه‌گیری از خاک.....	۳۶۰.....	۱۶-۱۴-۵-۴. محاسبات.....
۳۸۱.....	منابع و مآخذ.....	۳۶۱.....	۱۶-۱۴-۶. خلاصه روش کار و دستورالعمل.....
		۳۶۲.....	۱۶-۱۴-۶-۱. وسایل موردنیاز.....

مقدمه

یک پیوند تاریخی ناگشودنی میان خصوصیات فرمی، سیما و منظر، عملکرد ساختمان و خصوصیات مصالح مختلفی که مناسب و در دسترس برای ساخت و ساز باشند، وجود دارد. یک مثال قابل درک، سنت‌های قدیم با سنگ و چوب است. معمارهای اولیه تلاش می‌کردند فهم و درک حسی از رفتار فیزیکی و ذاتی مصالح را به دست آورند و معمولی کسب کنند تا بتوانند خصوصیات آنها را در طراحی معماری و ساخت و ساز ساختمان‌ها به کار ببرند؛ اما ابداعات اخیر در نوع و قابلیت دسترسی مصالح تأثیر بسیار شدیدی بر روی توسعه و گسترش فرم‌های عمران و معماری جدید گذاشته است؛ به طوری که معمارها به کمک مهندسی عمران، شروع کردند به پاسخ دادن به تغییر تقاضاهای اجتماع که این امر سبب پدیدار شدن عداک‌های جدید ساختمان شد. این تمایل به وسیله توسعه و گسترش فلز در قرن نوزدهم و موضوع فوق‌العاده ایجاد خانه بلند و نیز فرم‌های ساختمان بلندمرتبه نشان داده شده است. امروزه معمارها و مهندسیین با نگاه به آینده، شروع به استفاده از توسعه و گسترش در مصالح هوشمند به منظور آوردن راه‌حل‌های جدید برای مشکلات طولانی مدت می‌کنند، همچنین برای به کار گرفتن پتانسیل مصالح هوشمند در توسعه، عداک‌ها، فرم‌ها و پاسخ‌های ساختمان جدید فعالیت می‌کنند. تنوع زیاد مصالح هوشمند (فراصنعتی) پتانسیل بسیار بالایی برای استفاده در این زمینه دارد.

از طرف دیگر شناخت مصالح ساختمانی و آگاهی از نحوه تولید، محل استفاده، طول عمر، کاربرد آن در احداث بناهای مسکونی، اداری و صنعتی و همچنین آشنایی با روش‌های آزمایش انواع مصالح از نقطه نظر کیفی و مقاومت در مقابل عوامل جوی برای دست‌اندرکاران ساختمان‌سازی امری حیاتی است؛ زیرا کوچکترین بی‌توجهی و عدم دقت در انتخاب مصالح می‌تواند خسارت مالی و جانی جبران‌ناپذیری را پدید آورد.

به عبارت دیگر می‌توان گفت که اگر طراحی و محاسبات، اهم مراحل احداث یک ساختمان است، دومین مسئله مهم، انتخاب مصالح مرغوب با توجه به کیفیت آن، ضمن رعایت جنبه‌های منطقی و اقتصادی است.

آنچه بیشتر مهندسیین و دانشجویان مطرح می‌کنند این است که آیا تمام انواع مصالح ساختمانی

