



مصالح بومی و روش‌های ساختمان‌سازی

(رشته مهندسی مدیریت و آبادانی روستاها)

مصطفی صالحی دکتر فرید اجلالی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام(ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب کتاب

پیشگفتار	یازده
فصل اول: شناخت عمومی مصالح ساختمانی	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۲
۱-۱ خواص فیزیکی عمومی مصالح	۴
۱-۱-۱ اطلاعات پایه‌ای مصالح	۵
۱-۱-۲ تأثیرات فیزیکی آب و رطوبت بر مصالح و نیز نفوذپذیری مصالح در برابر گازها و اشعه‌ها	۱۱
۱-۱-۳ واکنش مصالح در برابر تغییرات حرارتی و آتش	۱۹
۱-۱-۴ تأثیرات متقابل فیزیکی نور، صوت و الکتریسیته بر مصالح	۲۷
۲-۱ خواص شیمیایی مصالح	۳۰
۱-۲-۱ مصالح و اسیدها	۳۰
۲-۲-۱ مصالح و قلیاها (بازها)	۳۱
۳-۲-۱ مصالح و نمک‌ها	۳۱
۴-۲-۱ مصالح و آب	۳۱
۵-۲-۱ دوام مصالح	۳۲
۳-۱ خواص مکانیکی مصالح	۳۲
۱-۳-۱ مقاومت مصالح	۳۳
۲-۳-۱ سختی مصالح	۳۳
۳-۳-۱ تغییر شکل مکانیکی مصالح	۳۴
۴-۱ خواص کاربردی مصالح	۳۵

۳۶	۵-۱ کیفیت و خواص ظاهری و نکات معمارانه مصالح
۳۶	۶-۱ هزینه‌ها و مسائل اقتصادی

فصل دوم: خواص و کاربرد مصالح سستی و بومی: گچ، آهک، سنگ، خاک، شن و ماسه، چوب ... ۳۹

۳۹	هدف کلی
۳۹	هدف‌های یادگیری
۴۰	۱-۲ گچ
۴۲	۱-۱-۲ منابع تهیه گچ
۴۳	۲-۱-۲ کوره‌های گچ‌پزی و تولید گچ ساختمانی
۴۵	۳-۱-۲ خصوصیات گچ مناسب
۴۵	۴-۱-۲ خواص ویژه گچ
۴۵	۵-۱-۲ کاربرد گچ در ساختمان
۵۴	۲-۲ آهک
۵۵	۱-۲-۲ منابع سنگ آهک
۵۵	۲-۲-۲ آهک‌پزی
۵۷	۳-۲-۲ مصرف آهک در ساختمان
۵۹	۴-۲-۲ سخت‌شدن آهک
۶۰	۵-۲-۲ ملات‌های آبی
۶۱	۶-۲-۲ شفته آهکی
۶۳	۷-۲-۲ مصرف آهک در راه‌سازی
۶۴	۸-۲-۲ ساروج
۶۵	۳-۲ سنگ
۶۶	۱-۳-۲ طبقه‌بندی سنگ
۷۰	۲-۳-۲ سنگ‌های ساختمانی
۸۰	۴-۲ خاک
۸۱	۱-۴-۲ خاک رس
۸۵	۲-۴-۲ کاربرد خاک رس در ساختمان
۸۶	۳-۴-۲ ویژگی‌های خاک‌ها
۸۹	۵-۲ شن و ماسه
۸۹	۱-۵-۲ محل‌های مصرف شن و ماسه در ساختمان
۹۰	۲-۵-۲ ابعاد شن و ماسه
۹۰	۳-۵-۲ منابع تهیه شن و ماسه
۹۲	۴-۵-۲ شکل هندسی دانه
۹۳	۵-۵-۲ جنس شن و ماسه
۹۴	۶-۵-۲ بزرگی دانه‌های شن و ماسه
۹۴	۷-۵-۲ ماسه ملاتی
۹۵	۸-۵-۲ موادی که نباید در ماسه و شن باشد.

۹۷	۶-۲ چوب
۹۷	۱-۶-۲ تاریخچه استفاده از چوب به عنوان مصالح بومی
۹۹	۲-۶-۲ ساختمان چوب
۹۹	۳-۶-۲ کارکردن چوب
۱۰۱	۴-۶-۲ رطوبت تعادل
۱۰۱	۵-۶-۲ علت تغییر شکل دادن چوب
۱۰۲	۶-۶-۲ خشک کردن چوب
۱۰۲	۷-۶-۲ قسمت های مختلف یک درخت
۱۰۴	۸-۶-۲ انواع درختان سوزنی برگ و پهن برگ
۱۰۵	۹-۶-۲ وزن مخصوص چوب
۱۰۶	۱۰-۶-۲ نقوش چوب
۱۰۶	۱۱-۶-۲ معایب چوب
۱۰۹	۱۲-۶-۲ چوب هایی که در ساختمان مصرف می شود.
۱۰۹	۱۳-۶-۲ حمل و نقل و نگهداری مصالح چوبی
۱۱۰	۱۴-۶-۲ توصیه هایی برای انتخاب مصالح هماهنگ با طراحی پایدار چوب

فصل سوم: خواص و کاربرد مصالح صنعتی: سیمان ها، قیرها، ملات ها، آجرها و بلوک ها، کاشی ها

۱۱۳	و موزاییک ها و سرامیک ها، شیشه ها، مصالح فلزی
۱۱۳	هدف کلی
۱۱۳	هدف های یادگیری
۱۱۵	۱-۳ سیمان
۱۱۶	۱-۱-۳ تاریخچه رواج سیمان در ایران
۱۱۶	۲-۱-۳ مواد تشکیل دهنده سیمان پرتلند
۱۱۷	۳-۱-۳ روند تهیه سیمان
۱۲۳	۴-۱-۳ انواع سیمان پرتلند از نظر جنس
۱۲۵	۵-۱-۳ سایر انواع سیمان (پرتلند و غیر پرتلند)
۱۳۰	۶-۱-۳ انبار کردن سیمان
۱۳۱	۲-۳ قیر
۱۳۱	۱-۲-۳ خواص قیر
۱۳۲	۲-۲-۳ انواع قیرها
۱۳۵	۳-۲-۳ انواع قیر طبق استانداردهای ایران
۱۳۶	۴-۲-۳ شکل های مختلف قیر مورد مصرف در ساختمان و راه سازی
۱۳۹	۳-۳ ملات ها
۱۳۹	۱-۳-۳ خواص ملات ها
۱۴۰	۲-۳-۳ اجزای تشکیل دهنده ملات
۱۴۰	۳-۳-۳ انواع ملات ها
۱۴۵	۴-۳ آجرها و بلوک ها

۱۴۶	۱-۴-۳ مراحل پخت آجر
۱۵۰	۲-۴-۳ طبقه‌بندی آجر
۱۵۳	۳-۴-۳ مرغوبیت آجر
۱۵۴	۴-۴-۳ وزن مخصوص آجر
۱۵۵	۵-۴-۳ خاصیت جذب آب آجر
۱۵۶	۶-۴-۳ اجزای آجر
۱۵۶	۷-۴-۳ تیشه‌داری آجر
۱۵۷	۸-۴-۳ آجر جوش
۱۵۸	۹-۴-۳ امراض آجر
۱۵۸	۱۰-۴-۳ آجرهای دیگر
۱۶۲	۱۱-۴-۳ توصیه‌هایی برای به‌کارگیری آجر و بلوک، در هماهنگی با طراحی پایدار
۱۶۲	۵-۳ کاشی‌ها، موزاییک‌ها و سرامیک‌ها
۱۶۲	۱-۵-۳ کاشی
۱۶۸	۲-۵-۳ موزاییک
۱۷۱	۳-۵-۳ سرامیک
۱۷۱	۶-۳ شیشه
۱۷۲	۱-۶-۳ قدمت شیشه
۱۷۳	۲-۶-۳ ترکیبات شیشه
۱۷۴	۳-۶-۳ خواص شیشه
۱۷۶	۴-۶-۳ انواع شیشه جام (معمولی)
۱۸۲	۵-۶-۳ شکل‌های خاص شیشه
۱۸۴	۶-۶-۳ ابعاد شیشه
۱۸۵	۷-۶-۳ انبارکردن شیشه
۱۸۵	۷-۳ مصالح فلزی
۱۸۶	۱-۷-۳ فلزات آهنی
۱۹۲	۲-۷-۳ فلزات غیرآهنی
۱۹۸	۳-۷-۳ اجرای کارهای فلزی
۲۰۱	فصل چهارم: تکنولوژی بتن
۲۰۱	هدف کلی
۲۰۱	هدف‌های یادگیری
۲۰۲	۱-۴ تاریخچه بتن
۲۰۳	۲-۴ آشنایی با بتن
۲۰۵	۳-۴ ساختمان بتن و تأثیر چگونگی اجزای آن
۲۰۵	۱-۳-۴ سیمان
۲۰۶	۲-۳-۴ سنگ‌دانه‌ها
۲۰۹	۳-۳-۴ آب

۲۱۲	۴-۴ خواص بتن
۲۱۲	۱-۴-۴ خواص ظاهری بتن
۲۱۲	۲-۴-۴ خواص فیزیکی بتن
۲۱۳	۳-۴-۴ خواص مکانیکی بتن
۲۱۳	۴-۴-۴ خواص شیمیایی بتن
۲۱۴	۵-۴ تولید بتن
۲۱۴	۱-۵-۴ بتن سازی
۲۱۶	۲-۵-۴ بتن ریزی
۲۱۹	۳-۵-۴ تراکم بتن
۲۲۰	۴-۵-۴ عمل آوردن بتن
۲۲۰	۵-۵-۴ نگهداری از بتن
۲۲۱	۶-۴ قالب بندی
۲۲۲	۷-۴ انواع بتن
۲۲۳	۱-۷-۴ بتن سبک
۲۲۵	۲-۷-۴ الیاف
۲۲۵	۳-۷-۴ بتن پلیمر
۲۲۵	۸-۴ انواع محصولات بتنی
۲۲۶	۱-۸-۴ بتن مسلح
۲۲۷	۲-۸-۴ بتن پیش فشرده
۲۲۷	۳-۸-۴ بتن پیش ساخته
۲۲۸	۴-۸-۴ بتن کارگاهی
۲۲۸	۹-۴ افزودنی های بتن
۲۲۸	۱۰-۴ توصیه هایی برای انتخاب مصالح هماهنگ با طراحی پایدار
۲۳۱	منابع

پیشگفتار

در این کتاب سعی شده است تا بر اساس سرفصل مصوبه وزارت علوم و تحقیقات و فن آوری و بر اساس نیازهای عمرانی و آبادانی کشور مباحثی به صورت هم تئوری و هم البته بیشتر کاربردی از مصالح و روش های ساختمانی با تکیه بر شناخت مصالح بومی در ساختمان سازی ارائه گردد. مصالح ساختمانی در حقیقت ابزار دست مهندسین و معماران است. در نقشه های ساختمانی هر خطی علاوه بر نمایش حد و حدود بنا، بیانگر مصالح مشخص و از پیش تعیین شده ای است و مجموعه خطوطی که عناصر ساختمانی را شکل می دهند هم نشینی گروهی از مصالح ساختمانی در کنار یکدیگر را نشان می دهند. برای مهندسین همان گونه که انتخاب مصالح مناسب برای تبلور جلوه های ظاهری ساختمان از اهمیت خاصی برخوردار است مناسبت آنها با کاربری ساختمان، شرایط برپایی، دوام در برابر شرایط اقلیمی و محیطی، توان و تخصص و البته مسائل اقتصادی نیز حایز کمال توجه است. به نکات فوق، تأثیرات متنوع فیزیکی، شیمیایی و الکتروشیمیایی آنها بر یکدیگر نیز اضافه می شود. همین طور با توجه به ویژگی های هر مصالح ممکن است تغییرات اندک ولی تعیین کننده ای در ساختمان لازم باشد. ابعاد و اندازه آجر مصرفی در نمای ساختمان بهتر است در انتخاب ابعاد بازشوها مؤثر باشد و یا ریتم درزهای انبساط در نمای اندود سیمانی در جلوه نهایی بنا تأثیر غیرقابل انکاری را بر جای می گذارد. انتخاب برخی مصالح موجب پیش بینی های خاص در جهت حفظ آنها در شرایط اقلیمی و محیطی مورد نظر می شود و داشتن اطلاعات کامل و جامع در مورد مصالح ساختمانی و تنوع آنها موجب انتخاب بهترین خواهد

شد. با توجه به این پیش درآمد شاید بهتر بتوانیم از دوام و طول عمر بنا صحبت کنیم. با توجه به نکات ظریف یادشده متوجه می شویم که تنها مصالح گران بها شرط اصلی طراحی و احداث بنایی با عمر متناسب نخواهد بود. ویژگی ساختمان های کهن مخصوصاً در ایران و معماری خاص بناهایی با سبک اصیل ایرانی که در شهرها و روستاهای ایران بسیار دیده می شوند، دقت در انتخاب و همنشینی مصالح و توجه به جزئیات است که حتی ممکن است با صرف هزینه کمتری به اجرا درآید.

فصل اول

شناخت عمومی مصالح ساختمانی

هدف کلی

در این فصل ابتدا به اهمیت شناخت عمومی مصالح ساختمانی اشاره گردیده و در ادامه به صورت اجمالی مصالح ساختمانی بر اساس خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، کاربردی، کیفیت و خواص ظاهری و نکات معمارانه و در آخر هزینه‌ها و مسایل اقتصادی مربوط به مصالح پرداخته شده است.

هدف‌های یادگیری

- پس از مطالعه این فصل، باید قادر باشید به سؤالات ذیل پاسخ دهید:
۱. خصوصیات فیزیکی عمومی مصالح به چند گروه تقسیم‌بندی شده و پارامترهای هر گروه را نام‌برده و با فرمول کلی محاسبه آن‌ها آشنا گردید.
 ۲. خصوصیات شیمیایی مصالح و رابطه مصالح با اسیدها، قلیاها، نمک‌ها و آب را توضیح داده و در رابطه با دوام مصالح اظهارنظر نمایید.
 ۳. با خصوصیات مکانیکی مصالح و رابطه تنش‌های فشاری، کششی، خمشی، پیچشی، برشی و ضربه‌ای با حد مقاومت مصالح و تغییر شکل مکانیکی آشنا شده و همچنین مصالح مختلف را بر اساس خاصیت سختی و بر اساس جدول موس شماره‌گذاری نمایید.

۴. برای انتخاب مصالح ساختمانی موردنظر بر اساس خواص کاربردی مصالح مختلف بحث نمایید.
۵. ارتباط دانش معماری با کیفیت و خواص ظاهری مصالح بحث نمایید.
۶. با مسائل اقتصادی و همچنین لزوم توجه به انواع هزینه‌های اجرا و نگهداری ساختمان و همچنین عمر ساختمان آشنا گردید.

مقدمه

مصالح ساختمانی در حقیقت ابزار دست مهندسین است. در نقشه‌های ساختمانی هر خطی علاوه بر نمایش حد و حدود بنا، بیانگر مصالح مشخص و از پیش تعیین‌شده‌ای است و مجموعه خطوطی که عناصر ساختمانی را شکل می‌دهند همنشینی گروهی از مصالح ساختمانی در کنار یکدیگر را نشان می‌دهند. برای مهندس عمران همان‌گونه که انتخاب مصالح مناسب برای تبلور جلوه‌های ظاهری ساختمان از اهمیت خاصی برخوردار است مناسب آن‌ها با کاربری ساختمان، شرایط برپایی، دوام در برابر شرایط اقلیمی و محیطی، توان و تخصص و البته مسائل اقتصادی نیز حایز کمال توجه است. به نکات فوق، تأثیرات متنوع فیزیکی، شیمیایی و الکتروشیمیایی آن‌ها بر یکدیگر نیز اضافه می‌شود. همین‌طور با توجه به ویژگی‌های هر مصالح ممکن است تغییرات اندک ولی تعیین‌کننده‌ای در ساختمان لازم باشد. انتخاب برخی مصالح موجب پیش‌بینی‌های خاص در جهت حفظ آن‌ها در شرایط اقلیمی و محیطی موردنظر می‌شود و داشتن اطلاعات کامل و جامع در مورد مصالح ساختمانی و تنوع آن‌ها موجب انتخاب بهترین خواهد شد. با توجه به این پیش‌درآمد شاید بهتر بتوانیم از دوام و طول عمر بنا صحبت کنیم. با توجه به نکات ظریف یادشده متوجه می‌شویم که تنها مصالح گران‌بها شرط اصلی طراحی و احداث بنایی با عمر متناسب نخواهد بود. ویژگی ساختمان‌های کهن مخصوصاً در ایران و معماری خاص بناهایی با سبک اصیل ایرانی که در شهرها و روستاهای ایران بسیار دیده می‌شوند، دقت در انتخاب و همنشینی مصالح و توجه به جزئیات است که حتی ممکن است با صرف هزینه کمتری به اجرا درآید.

در این فصل به خصوصیات عمومی مصالح ساختمانی اشاره می‌شود که احاطه بر تأثیر این خصوصیات مهندسین عمران را در انتخاب بهینه مصالح ساختمان در جهت

۳ شناخت عمومی مصالح ساختمانی

به دست آوردن کیفیت مناسب عناصر ساختمانی و در نهایت کل بنا کمک می کند. البته بعضی ویژگی ها تنها به مصالح خاصی مربوط می شوند که در فصل های مرتبط با این نوع مصالح به آن ها اشاره خواهد شد. برای دستیابی به حداقل قابل قبول خصوصیات هریک از مصالح که در شرایط خاصی به کار می رود، روش های آزمایشگاهی ویژه ای پیش بینی شده است. گروه کارشناسان در مراکز تحقیقاتی بر اساس نتایج آزمایش ها، مدارک و شواهد، حدود قابل قبول را مشخص می نمایند. مؤسسات استاندارد در سراسر دنیا به منظور تنظیم نمودن دستورالعمل های آزمایشگاهی و حدود قابل قبول، فعالیت می کنند. در بعضی از کشورها وظیفه تنظیم استانداردهای مرتبط با صنعت ساختمان را، مؤسسات مستقلی انجام می دهند. در ایران مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی این وظیفه را انجام می دهد. در مباحث فنی زمانی که استانداردهای داخلی تکافوی نیاز مهندسين را نکند، از نتایج تحقیقات سایر مؤسسات معتبر تحقیقاتی و استاندارد کشورهای پیشرفته صنعتی استفاده می شود. در حال حاضر جهت کنترل و تأیید مصالح مورد استفاده در پروژه های عمرانی از شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک زیر نظر وزارت راه و ترابری استفاده می شود که دارای ادارات و آزمایشگاه های مجهز در تمام استان های کشور می باشد.

گروه بندی خصوصیات مصالح

برای بررسی ویژگی های مصالح ساختمانی، خصوصیات آن ها را در گروه های زیر تقسیم بندی می کنند:

- خواص فیزیکی مصالح
- خواص شیمیایی مصالح
- خواص مکانیکی مصالح
- خواص کاربردی مصالح
- کیفیت و خواص ظاهری و نکات معمارانه مصالح
- هزینه ها و مسایل اقتصادی

احداث یک ساختمان کارآمد به انتخاب صحیح مصالح وابسته است. مهندس عمران در هنگام انتخاب مصالح باید همه ویژگی‌های آن‌ها را برطبق دسته‌بندی فوق در ذهن مرور نماید. خواص فیزیکی، خواص شیمیایی و خواص مکانیکی در نتیجه مطالعات آزمایشگاهی به دست می‌آید. خواص کاربردی و خصوصیات معمارانه نتیجه مطالعات آزمایشگاهی بر روی مصالح نیست بلکه اولی حاصل تجربیات کارگاهی و دومی محصول قدرت خلاقانه مهندس است. مسایل اقتصادی نیز در بسیاری از موارد عامل کنترل‌کننده در فرآیند انتخاب می‌باشد.

۱-۱ خواص فیزیکی عمومی مصالح

به منظور شناخت عکس‌العمل مصالح ساختمانی در هنگام ساخت و پس از آن، یک‌سری آزمایشات بر اساس خصوصیات فیزیکی آن جسم انجام می‌گیرد. برطبق نتایج آزمایشات مزبور، کیفیت فیزیکی جسم مشخص می‌شود. این مشخصات مهندسين را در انتخاب مصالح مورد نیاز که در شرایط طبیعی و مصنوعی خاص قرار می‌گیرند یاری می‌نماید.

خواص فیزیکی مصالح ساختمانی معمولاً به مشخصات مربوط به وزن، وزن مخصوص، نفوذپذیری در برابر مایعات، گازها و اشعه رادیواکتیو و همچنین مقاومت و دوام در برابر عوامل جوی مانند حرارت‌های ناشی از تغییرات فصول، باد، باران و... اتلاق شده که کلیه این خواص، مشخص‌کننده طول عمر، کاربرد، دوام و مقاومت مصالح می‌باشد.

خصوصیات فیزیکی عمومی مصالح به چهار دسته زیر تقسیم می‌شود:

گروه اول: شامل اطلاعات پایه‌ای مصالح که بر اساس وزن و حجم جسم محاسبه می‌شوند.

گروه دوم: شامل تأثیرات فیزیکی آب و رطوبت بر مصالح و نیز نفوذپذیری مصالح در برابر گازها می‌باشد.

گروه سوم: شامل واکنش جسم در برابر تغییرات حرارتی و آتش می‌باشد.

گروه چهارم: تأثیرات متقابل فیزیکی نور، صوت و الکتریسیته با مصالح را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مسلم است که بر اساس کاربرد هریک از مصالح، اطلاعات خاصی از خصوصیات عمومی اهمیت پیدا می‌کند. بنابراین در انتخاب مصالح مثلاً آجر در زمانی که در زیر رقوم سطح زمین (محلی که رطوبت بیشتر است)، بالای سطح زمین (محلی که مقاومت در برابر عوامل محیطی و نکات معمارانه موردنظر است)، در تماس با کف زمین (محل تجمع برف و یخ) یا در دیوار (به عنوان عضو باربر) به کار برده می‌شود، توجه به وجوه مختلف و متنوعی از خصوصیات عمومی موردنیاز می‌باشد.

۱-۱-۱ اطلاعات پایه‌ای مصالح

اطلاعات پایه‌ای شامل وزن، ابعاد و اندازه‌ها و حجم جسم، جرم مخصوص، چگالی، تخلخل و پوکی مصالح می‌باشد.

- وزن: گرچه از اطلاعات پایه‌ای است ولی دانستن آن از جهت نکات کاربردی بسیار حایز اهمیت است. همچنین وزن جسم برای تشخیص کیفیت ماده ضروری است. انتخاب مصالح سنگین‌تر در هنگام اجرا نیازمند به‌کارگیری ابزار و تمهیدات خاصی است. در اجسام جامد متخلخل، به‌منظور به‌دست‌آوردن حجم فضای خالی مصالح در دو شرایط متفاوت تعیین وزن می‌نمایند:

وزن خشک جسم جامد که با (G) نمایش داده می‌شود و در شرایطی که جسم فاقد هرگونه رطوبتی است، محاسبه می‌شود.

وزن اشباع از آب جسم جامد که با (G_o) نمایش داده می‌شود و در این حالت خلل و فرج جسم را کاملاً با آب اشباع‌نموده و سپس وزن آن را اندازه‌گیری می‌کنند. مشخص است که از تفاضل دو مقدار فوق وزن آب موجود در فضاهای خالی و در نتیجه حجم فضاهای خالی درون جسم متخلخل مشخص می‌شود (رابطه ۱-۱).

$$G_o - G = \text{حجم خلل و فرج به سانتی‌متر مکعب} \quad (1-1)$$

(زیرا جرم مخصوص آب برابر با یک گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد ولی اگر با واحدهای دیگری اندازه‌گیری شود این رابطه برقرار نخواهد شد).

- ابعاد و اندازه‌ها و حجم جسم: تأثیر مستقیمی بر طراحی عناصر ساختمانی و همچنین ابعاد کلی بنا دارد. بعضی از مصالح قابل تقسیم و برخی به سبب رعایت نکات

زیبایی‌شناسانه و یا مسائل مکانیکی و کاربردی غیرقابل تقسیم هستند. بعضی از مصالح با ابعاد و ضخامت‌های گوناگون برای تحمل شرایط مختلف و یا برحسب نیاز طراح عرضه می‌شوند (مانند سرویس‌های بهداشتی).

برای محاسبه پارامترهایی مانند وزن مخصوص و... نیاز به اندازه‌گیری حجم جسم است. به‌طور معمول در مباحث فیزیکی حجم جسم را معادل با حجم مایع جابه‌جا شده در نظر می‌گیرند ولی در مورد اجسام متخلخل (مانند بسیاری از مصالح که ذاتاً متخلخل می‌باشند)، حجم جسم را در دو حالت زیر محاسبه می‌کنند:

حجم ظاهری (فضایی) جسم که با (V_b) نمایش داده می‌شود و عبارت است از مجموع حجم جسم و حجم فضاهای خالی درون آن.

حجم مطلق جسم یعنی حجم جسم بدون فضاهای خالی و در حالت متراکم و توپر که با (V) نمایش داده می‌شود و از رابطه زیر قابل برآورد است (رابطه ۲-۱):

$$V = V_b - (G_o - G) \quad (2-1)$$

- جرم مخصوص: عبارتست از جرم واحد حجم جسم که در اجسام متخلخل

به دو دسته تقسیم می‌شود:

جرم مخصوص جسم جامد (مطلق): جرم واحد حجم مصالح یکپارچه و توپر

و متراکم است که با (ρ) نمایش داده می‌شود و از رابطه زیر محاسبه و به‌دست می‌آید (رابطه ۳-۱):

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (3-1)$$

ρ = جرم مخصوص جسم جامد برحسب $\left(\frac{gr}{cm^3}\right)$ (گاهی اوقات با واحد $\frac{kg}{m^3}$ نیز بیان می‌شود).

M = جرم خشک مصالح برحسب gr (گاهی اوقات با واحد kg نیز بیان می‌شود).

V = حجم مطلق مصالح در حالت متراکم و توپر برحسب cm^3 (گاهی اوقات با واحد m^3 نیز بیان می‌شود).

۷ شناخت عمومی مصالح ساختمانی

این مقدار در اجسام متخلخل جرم واحد حجم بدون در نظر گرفتن حجم فضاهای خالی درون آن می باشد.

جرم مخصوص جامد سنگ ها بین $2/2$ تا $2/3$ گرم بر سانتی متر مکعب است.
جرم مخصوص جامد مواد آلی بین $0/9$ تا $1/6$ گرم بر سانتی متر مکعب است.
جرم مخصوص جامد فلزات سیاه بین $7/2$ تا $7/85$ گرم بر سانتی متر مکعب است.

جرم مخصوص ظاهری (فضایی) جسم: جرم واحد حجم مصالح در حالت طبیعی (به همراه خلل و فرج و فضاهای خالی آن) است که با (ρ_b) نمایش داده می شود و از رابطه زیر محاسبه و به دست می آید (رابطه ۴-۱):

$$\rho_b = \frac{M}{V_b} \quad (4-1)$$

ρ_b = جرم مخصوص ظاهری جسم

M = جرم خشک مصالح

V_b = حجم ظاهری مصالح در حالت طبیعی

جرم مخصوص ظاهری برای اجسام متخلخل و ریزدانه مصرف دارد. جرم مخصوص ظاهری آجر $1/7$ گرم بر سانتی متر مکعب است، در صورتی که جرم مخصوص جامد جسم آن $2/5$ می باشد.

برای بیشتر مصالح ساختمانی، جرم مخصوص ظاهری کمتر از جرم مخصوص جامد جسم است ولی برای مایعات و برخی از مصالحی که از توده مذاب تولید می شوند (فولاد، شیشه، قیر) و یا بعضی از مصالح سنگی متراکم (مرمر، گرانیت) این دو پارامتر تقریباً مساوی هستند (رابطه ۵-۱).

$$\rho_b \leq \rho \quad (5-1)$$

خصوصیات فنی مصالح (همانند مقاومت و هدایت حرارت) به صورت تعیین کننده ای وابسته به جرم مخصوص ظاهری می باشد. از این پارامتر برای محاسبه وزن ساختمان بر اساس ابعاد و حجم دیوارها، کف ها و سقف ها استفاده شده و همچنین برنامه ریزی حمل و نقل و جابه جایی مصالح نیز اهمیت پیدا می کند. جرم مخصوص ظاهری مصالح برای کلیه مصارف عملی و اندازه گیری چگالی و تخلخل مصالح به کار می رود.

۸ مصالح بومی و روش‌های ساختمان‌سازی

از آنجا که احداث بناهای سبک‌تر تأثیر قابل توجهی در هزینه، مقاومت در برابر نیروهای دینامیکی داشته و همچنین نفوذ حرارت، جذب آب، تحمل نیرو، تحمل سرما و ضریب هدایت حرارت بستگی کامل به جرم مخصوص و تخلخل جسم دارد، آشنایی با آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ساختمان‌هایی که بایستی آب‌بندی شوند باید از مصالحی با جرم مخصوص ظاهری زیاد و ساختمان‌هایی با هدایت گرمایی کم از مواد با تخلخل زیاد و منافذ ریز و با جرم مخصوص ظاهری کم ساخته می‌شوند. لذا در نظر گرفتن جرم مخصوص ظاهری در انتخاب مصالح از اهمیت بسیاری برخوردار است.

جدول (۱-۱) جرم مخصوص ظاهری برخی از مصالح رایج در کارهای ساختمانی (برحسب کیلوگرم بر مترمکعب) را به صورت نمونه نمایش می‌دهد.

جدول ۱-۱. جرم مخصوص ظاهری برخی از مصالح رایج

مصالح و اجزای ساختمانی	$\frac{Kg}{m^3}$
سنگ چینی با ماسه سنگ و ملات ماسه‌سیمان	۲۳۰۰
سنگ چینی با سنگ لاشه آذرین و ملات ماسه‌سیمان	۲۶۰۰
سنگ چینی با سنگ لاشه آهکی توپر و ملات ماسه‌سیمان	۲۵۰۰
سنگ چینی با سنگ معمولی یا تراورتن و ملات ماسه‌سیمان	۲۲۵۰
ملات ماسه‌سیمان	۲۱۰۰
ملات ماسه‌آهک	۱۹۰۰
ملات ماسه‌سیمان و آهک (بارتاد)	۲۰۰۰
ملات گچ	۱۳۰۰
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰
بتن مسلح (شن و ماسه سنگ‌آهکی سخت یا گرانیت و بازالت)	۲۴۰۰ تا ۲۵۰۰
بتن‌های سبک (بتن متخلخل با مواد شیمیایی و ورمیکولایت)	۴۰۰ تا ۸۰۰
آسفالت ساخته شده	۲۲۰۰
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه‌سیمان	۱۸۵۰
آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه‌سیمان (سوارخ‌ها با ملات پر می‌شود)	۲۱۰۰
سنگ گرانیت	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰
ماسه بادی	۱۶۰۰
پوکه معدنی	۶۰۰
کف‌پوش‌های پلاستیکی (به ازای یک سانتی‌متر ضخامت)	۱۵ کیلوگرم بر مترمربع
موزاییک (به ازای یک سانتی‌متر ضخامت)	۲۲ کیلوگرم بر مترمربع

- چگالی (دانسیته): نسبتی از حجم مصالح است که از مواد متراکم و توپر تشکیل شده است. این پارامتر به کمک نسبت واحدها و یا درصد نمایش داده می شود و از رابطه زیر (رابطه ۶-۱) به دست می آید:

$$d_o = \frac{\rho_b}{\rho} \quad \text{یا} \quad d_o = \frac{\rho_b}{\rho} \times 100\% \quad (6-1)$$

شاخص چگالی در بیشتر مصالح ساختمانی کمتر از یک (پایین تر از ۱۰۰٪) است زیرا در طبیعت جسم کاملاً چگال به سختی یافت می شود.

- پوکی: نسبتی از حجم مصالح است که از فضاهای خالی تشکیل گردیده است. به عبارت دیگر نسبت حجم کل حفره های داخل مصالح ساختمانی به حجم کل مصالح را پوکی می نمایند. پوکی مصالح به صورت درصدی از حجم فضاهای خالی نمونه مورد نظر نمایش داده می شود (رابطه ۷-۱).

$$n = \frac{V_v}{V_b} \times 100 \quad \text{یا} \quad n = \frac{V_b - V}{V_b} \times 100 \quad (7-1)$$

n = پوکی به درصد

V_b = حجم ظاهری

V_v = حجم فضاهای خالی

V = حجم مطلق جسم (حجم جسم بدون فضاهای خالی و در حالت متراکم و

توپر)

شاخص چگالی و پوکی مکمل یکدیگرند. رابطه مشابه دیگری نیز برای محاسبه پوکی در مصالح دانه ای به کار می رود. (رابطه ۸-۱)

$$n = (1 - d_o) \times 100 = \left(\frac{\rho - \rho_b}{\rho} \right) \times 100 = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho} \right) \times 100 \quad (8-1)$$

خلل و فرج در مصالح، حفره های ریزی هستند که با هوا یا آب پر می شوند. فضاهای خالی، حفره های مابین ذرات یا قطعات مصالح دانه ای هستند. پوکی نشان دهنده سایر ویژگی های اصلی مصالح مانند جرم مخصوص فضایی، مقاومت، چگالی، میزان نفوذ آب، هدایت حرارت و دوام و غیره می باشد. مصالح دارای چگالی بالا (مصالح چگال) برای اجزای ساختمانی با مقاومت مکانیکی زیاد یا مقاوم در برابر