



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۲۰۷۳

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO
22073

1st.Edition

2017

انتخاب سنگ ساختمانی - راهنما

Selection of dimension stone - Guideline

ICS: 91.100.15

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«انتخاب سنگ ساختمانی - راهنما»

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی گروه معدن - دانشگاه لرستان

رئیس:

الماسی، سید نجم الدین
(دکتری مهندسی استخراج معدن)

دبیر:

کولیوند، فرشاد
(دکتری مکانیک سنگ)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امیری، امین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

بارانی بیرانوند، کیانوش
(دکتری مهندسی معدن)

برخورداری، سامان
(کارشناسی مهندسی عمران)

پیری، مصطفی
(دانشجوی دکتری مهندسی معدن)

جعفریان، منوچهر
(کارشناسی زمین شناسی)

حسینی دشتیخوانی، سید محمد حسین
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

ساعدی، عالیہ
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

شرقی، عبدالعلی
(دکتری مهندسی عمران)

عضو هیات علمی - دانشگاه شهید بهشتی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

علی آبادی، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارگر، علیرضا

(دکتری مکانیک سنگ)

کاظمی، میلاد

(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

قائد رحمت، رضا

(دکتری مهندسی معدن)

مسعودی، فریبرز

(دکتری زمین‌شناسی)

مهدیان، فرید

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

ناوی، پدram

(دکتری سنگ‌شناسی)

ویراستار:

شرقی، عبدالعلی

(دکتری مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو پایه ۲- سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

عضو هیات علمی - دانشگاه تهران

کارشناس ارشد نظارت - شرکت مهندسی مشاور ساحل

عضو هیات علمی - دانشگاه لرستان

عضو هیات علمی - دانشگاه شهید بهشتی

کارشناس ارشد معاونت مهندسی - شرکت مهندسی سپاسد

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی

عضو هیات علمی - دانشگاه شهید بهشتی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ط	پیش‌گفتار
ی	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۴	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ کاربردهای بیرونی سنگ ساختمانی
۴	۱-۴ مقدمه
۵	۲-۴ کاربردهای بیرونی
۵	۳-۴ بلوک باربر
۵	۴-۴ نما
۵	۵-۴ تزئینات ساختمانی
۶	۶-۴ سنگ‌فرش‌ها
۶	۷-۴ پله‌های سنگی
۶	۸-۴ قرنیز
۷	۹-۴ سقف‌سازی
۷	۱۰-۴ اجزاء تزئینی، مجسمه‌سازی و بناهای یادبود
۷	۵ کاربردهای داخلی سنگ ساختمانی
۷	۱-۵ کاربردهای داخلی
۷	۲-۵ کف‌سازی
۸	۳-۵ پله
۸	۴-۵ نما
۹	۵-۵ کاربردهای زینتی و مجسمه‌سازی
۹	۶-۵ نواحی مرطوب
۹	۷-۵ لوازم آشپزخانه
۹	۶ انواع سنگ ساختمانی متداول
۱۱	۷ انواع سنگ‌های ساختمانی ویژه
۱۱	۱-۷ گرانیات
۱۷	۲-۷ سنگ مرمر
۱۹	۳-۷ سنگ‌آهک

صفحه	عنوان
۲۱	۴-۷ سنگ‌های بر پایه کوارتز
۲۲	۵-۷ سنگ‌لوح
۲۳	۶-۷ سرپانتین
۲۵	۷-۷ تراورتن
۲۶	۸ بودجه (مولفه‌های هزینه مصالح)
۲۶	۱-۸ مقدمه
۲۶	۲-۸ آزمون
۲۶	۳-۸ مهندسی
۲۷	۴-۸ نقشه‌های دقیق
۲۷	۵-۸ استخراج سنگ
۲۷	۶-۸ حمل‌ونقل به سمت امکانات ساخت
۲۷	۷-۸ ساخت
۲۸	۸-۸ یراق‌آلات مهارکننده و تکیه‌گاه
۲۸	۹-۸ حمل‌ونقل به محل پروژه
۲۹	۱۰-۸ نصب
۲۹	۱۱-۸ فرآوری اتصال
۲۹	۱۲-۸ تمیز کردن و حفاظت
۲۹	۹ پرداخت‌ها
۲۹	۱-۹ مقدمه
۲۹	۲-۹ پرداخت‌ها
۳۲	۱۰ ارزیابی محیط‌زیستی کاربرد پیشنهاد شده
۳۲	۱-۱۰ مقدمه
۳۳	۲-۱۰ حرکت‌های ساختمان
۳۳	۳-۱۰ انبساط حرارتی
۳۳	۴-۱۰ رواداری‌های ساخت و تولید
۳۳	۵-۱۰ بار ناشی از باد
۳۴	۶-۱۰ بارهای لرزه‌ای
۳۴	۷-۱۰ بارهای ترافیکی
۳۴	۸-۱۰ هوازدگی
۳۵	۹-۱۰ دوام پیش‌بینی شده
۳۵	۱۱ آزمون سنگ ساختمانی

صفحه	عنوان
	۱۲ روند انتخاب
۴۰	۱-۱۲ نمای کلی فرآیند
۴۰	۲-۱۲ ظاهر
۴۰	۳-۱۲ دسترس پذیری
۴۱	۴-۱۲ هزینه کل
۴۱	۵-۱۲ دوام
۴۲	۶-۱۲ ویژگی‌های ساختاری
۴۲	۷-۱۲ محدودیت‌های تولید
۴۳	۸-۱۲ تجزیه و تحلیل
۴۴	۱۳ ویژگی‌های سنگ ساختمانی

پیش‌گفتار

استاندارد «انتخاب سنگ ساختمانی - راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در ششصد و سی و دومین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۲۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM C1528: 2015, Standard Guide for Selection of Dimension Stone

مقدمه

در حالی که سنگ طبیعی، شاید قدیمی‌ترین مصالح ساختمانی شناخته شده برای انسان است، ممکن است ارزیابی، انتخاب و مشخص کردن مناسب آن، مشکل‌تر از سایر مصالح باشد. هر سنگ طبیعی، محصول منحصر به فردی است که دارای ویژگی‌های فیزیکی و توانایی‌های عملکردی مختص به خود است. مسئولیت انتخاب سنگ، شامل ارزیابی هدف و دامنه کاربردهای مصالح سنگی و کاربردهای الزام شده برای اجرای آن است.

این استاندارد، بازنگری اجمالی انواع سنگ‌های مختلف استفاده شده ساختمان، کاربردهای رایج، پرداخت-عای موجود و عوامل موثر بر هزینه تولید، را ارائه می‌دهد. این استاندارد، به منظور استفاده همراه با قضاوت مهندسی، تجزیه و تحلیل مهندسی، قوانین ساخت و ساز محلی و یا هر منبع موجود دیگر، مد نظر است. این استاندارد، یک راهنمای گام به گام نیست و با این فرض آماده شده است که کاربر قبل از استفاده از این استاندارد، آشنایی نسبی با استفاده از سنگ طبیعی دارد.

عملکرد گذشته، بهترین آزمون در مورد دوام سنگ‌های ساختمانی است. اما از آنجا که ویژگی‌های فیزیکی سنگ طبیعی، در یک نهشته منفرد^۱، ممکن است تا حدود زیادی متغیر باشد، حتی ممکن است نیاز باشد برای تعیین کیفیت ماده اولیه تولید فعلی، سنگ دارای سابقه عملکردی رضایت‌بخش نیز مورد آزمون قرار گیرد. آزمون‌های ویژگی‌های فیزیکی معمول، شامل جذب، چگالی، استحکام فشاری، مدول گسیختگی، استحکام خمشی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت مهارشوندگی است. وابسته به مصالح و کاربرد آن‌ها، ممکن است به آزمون‌های تکمیلی نیز نیاز باشد.

سهم بالایی از شکست سنگ طبیعی نصب شده، ناشی از استفاده و کاربرد نامناسب آن است تا اینکه مربوط به ویژگی‌های ذاتی سنگ باشد. قرار دادن سنگ‌ها در شرایط زیست‌محیطی نامناسب، عملیات تولید، نصب یا ساختمانی غیرصحیح و ناسازگاری مصالح مربوط، دلایل متناوب شکست‌های سامانه‌های سنگی (سنگ-های با تخلخل بالا در کاربردهای بستر روسازی، مهاربندی یا فضای انبساطی نامناسب، ملات‌های لیچینگ مواد قلیایی، ملات‌های با استحکام نامناسب، لکه‌های ناشی از روان‌ملات، حفره‌های بستر و سنگ‌های سنگفرشی دارای مقاومت در برابر سایش کم)، هستند.

در انتخاب فرآورده‌های سنگ ساختمانی طبیعی، باید کاربردهای آن و همچنین اصول زیباشناختی در نظر گرفته شوند. در حالی که مد نظر داشتن اصول زیباشناختی، در طراحی، انتخاب مصالح سنگ مناسب، مهاربندی و اجزاء مربوط مهم است، ضروری است که از برآورده شدن الزامات عملکردی و دوام طراحی، اطمینان حاصل شود.

انتخاب سنگ ساختمانی - راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنمایی‌هایی برای طراحی، انتخاب، تعیین، نصب، خرید، تولید یا تامین فرآورده‌های سنگ طبیعی برای کاربردهای ساختمانی است.

- این استاندارد برای استفاده معماران، مهندسان، تعیین‌کنندگان، پیمان‌کاران و تامین‌کنندگان سنگ‌های طبیعی برای کاربردهای ساختمانی، کاربرد دارد.

- سنگ طبیعی فقط یک جزء در عملیات ساختمان‌سازی است. بنابراین نیاز است که تمام مصالح و متعلقات آن‌ها، برای اطمینان از سازگاری رفتار اندرکنش سنگ‌های طبیعی با آن‌ها، مورد ارزیابی قرار داده شوند.

- هر کاربرد سنگ، باید مطابق با مقررات اجرایی ساختمان‌سازی باشد.

یادآوری ۱- این استاندارد یک توافق صنعتی در یک تلاش جمعی بین مهندسان، معماران، زمین‌شناسان، تولیدکنندگان و نصب‌کنندگان سنگ‌های طبیعی است.

یادآوری ۲- بهتر است مقررات کتابچه‌ها، دستورالعمل‌ها و مشخصات سنگ‌های ساختمانی، به‌منظور بررسی انطباق با این استاندارد، مورد بازبینی قرار داده شوند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C97, Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۹ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۰، سنگ ساختمانی- تعیین جذب آب و وزن مخصوص- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C 97/C 97M : 2009 تدوین شده است.

2-2 ASTM C99, Test Method for Modulus of Rupture of Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۷ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۸۹، سنگ‌های ساختمانی - روش آزمون ضریب گسیختگی، با استفاده از استاندارد ASTM C99/C99M: 2009 تدوین شده است.

2-3 ASTM C119, Terminology Relating to Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۲۸ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C 119: 2008 تدوین شده است.

2-4 ASTM C120, Test Methods of Flexure Testing of Slate (Breaking Load, Modulus of Rupture, Modulus of Elasticity)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۷: سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - آزمون خمشی سنگ لوح (بار شکست، ضریب گسیختگی، ضریب کشسانی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C120/C120M: 2009 تدوین شده است.

2-5 ASTM C121, Test Method for Water Absorption of Slate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۲: سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح - تعیین جذب آب - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C121/C121M: 2009 تدوین شده است.

2-6 ASTM C170, Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۸ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۴، سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت فشاری - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C170/C170M: 2015 تدوین شده است.

2-7 ASTM C217, Test Method for Weather Resistance of Slate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۵: سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح - مقاومت در برابر هوازدگی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C217/C217M: 2009 تدوین شده است.

2-8 ASTM C241, Test Method for Abrasion Resistance of Stone Subjected to Foot Traffic

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۷۰۰ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۴، سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C241/C241M: 2013 تدوین شده است.

2-9 ASTM C406, Specification for Roofing Slate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۸: سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح برای سقف‌سازی - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C406: 2006 تدوین شده است.

2-10 ASTM C503, Specification for Marble Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۶ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - مرمریت - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C503: 2008 تدوین شده است.

2-11 ASTM C568, Specification for Limestone Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۵ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۴، سنگ‌های ساختمانی - سنگ آهک - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C568: 2010 تدوین شده است.

2-12 ASTM C615, Specification for Granite Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۴ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۴، سنگ‌های ساختمانی - گرانیّت - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C615/C615M: 2011 تدوین شده است.

2-13 ASTM C616, Specification for Quartz-Based Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۳: سال ۱۳۹۰، سنگ ساختمانی کوارتزی - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C616/C616M : 2010 تدوین شده است.

2-14 ASTM C629, Specification for Slate Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۶: سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C629: 2008 تدوین شده است.

2-15 ASTM C880, Test Method for Flexural Strength of Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۲۹ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C880/C880M: 2009 تدوین شده است.

2-16 ASTM C856, Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۷۲۴: سال ۱۳۹۳، سنگ‌نگاری بتن سخت‌شده - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C856: 2013 تدوین شده است.

2-17 ASTM C1201, Test Method for Structural Performance of Exterior Dimension Stone Cladding Systems by Uniform ASTM Static Air Pressure Difference

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۹۱: سال ۱۳۹۲، سنگ‌های ساختمانی - تعیین عملکرد سیستم‌های روکش خارجی سنگ ساختمانی به وسیله اختلاف فشار هوای استاتیک یکنواخت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C 1201/C 1201 M: 2009 تدوین شده است.

2-18 ASTM C1352, Test Method for Flexural Modulus of Elasticity of Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۳۳: سال ۱۳۸۹، سنگ‌های ساختمانی - تعیین مدول الاستیسیته خمشی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C 1352M: 2009 تدوین شده است.

2-19 ASTM C1353, Test Method for Abrasion Resistance of Dimension Stone Subjected to Foot Traffic Using a Rotary Platform Abraser

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۳۰ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد - با استفاده از دستگاه سایش تیبر - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C1353: 2008 تدوین شده است.

2-20 ASTM C1354, Test Method for Strength of Individual Stone Anchorages in Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۹۴: سال ۱۳۹۲، سنگ ساختمانی - استحکام مهاربندی‌های منفرد سنگ - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C1354/C1354M:2009 تدوین شده است.

2-21 ASTM C1526, Specification for Serpentine Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۱۴: سال ۱۳۹۰، سنگ‌های ساختمانی - سرپانتین - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C1526: 2008 تدوین شده است.

2-22 ASTM C1527, Specification for Travertine Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۴۷ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۴، سنگ‌های ساختمانی - تراورتن - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C1527/C1527M: 2011 تدوین شده است.

2-23 ASTM C1721, Guide for Petrographic Examination of Dimension Stone

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۳۴: سال ۱۳۸۹، سنگ‌های ساختمانی - بررسی سنگ‌نگاری سنگ‌های ساختمانی - راهنما، با استفاده از استاندارد ASTM C 1721: 2009 تدوین شده است.

2-24 ASTM C295 Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete

2-25 ASTM C1242 Guide for Selection, Design, and Installation of Dimension Stone Attachment Systems

2-26 ASTM D2203 Test Method for Staining from Sealants

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C119 به کار می‌رود.

۴ کاربردهای بیرونی سنگ ساختمانی

۱-۴ مقدمه

۱-۱-۴ سنگ‌های طبیعی مدت‌ها است به‌خاطر زیبایی و پایداری آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مصالح سنگ طبیعی، هر تکه از آن دارای مشخصات و ویژگی‌های فیزیکی است که آن‌ها را منحصر به‌فرد کرده است. علاوه بر تنوع زیاد رنگ و بافت، مقاومت در برابر عوامل زیست‌محیطی بیرونی، سنگ‌ها را به یکی از عمومی‌ترین اجزاء برای ساخت و ساز، مجسمه‌سازی و بناهای یادبود تبدیل کرده است.

۲-۱-۴ انواع سنگ‌ها دارای ویژگی‌های مشخصی هستند که مناسب برای کاربردهای خاص هستند. ویژگی‌های زمین‌شناسی سنگ (مقدار و ساختار کانی‌ها) مقاومت فشاری، مقاومت خمشی، مقاومت در برابر جذب و فرسایش و همچنین قابلیت اجرای آن، بسته به نوع سنگ، به‌طور گسترده متغیر است. موارد ذکر شده مشخصات کلیدی هستند که بهترین کاربرد مصالح را تعیین می‌کنند و در هنگام انتخاب سنگ، باید در نظر گرفته شوند.

۲-۴ کاربردهای بیرونی

چندین دسته‌بندی اصلی برای کاربرد سنگ‌ها وجود دارد که در زیر بیان می‌شوند.

۳-۴ بلوک باربر^۱

بلوک باربر، شاید قدیمی ترین شکل ساخته شده از سنگ باشد. بلوک باربر با اتکا به مقاومت فشاری خود، قابلیت سنگ برای انتقال بار سازه‌ای عمودی را نشان می‌دهد و به عنوان تکیه‌گاهی برای خود و سایر بارهای تحمیل شده عمل می‌کند. به دلیل وزن خود سنگ، سازه‌های ساخته شده با این شیوه، ارتفاع محدودی دارند. برای افزایش ارتفاع سازه، باید ضخامت دیوار در پی سازه افزایش داده شود در نتیجه سنگ‌های منفرد بزرگ یا دیوارهای چندگانه سنگی نیاز خواهد بود. هزینه چنین دیوارهایی نسبت به سایر سامانه‌ها، به علت مقدار زیاد سنگ استفاده شده، بالاتر است.

۴-۴ نما^۲

۴-۴-۱ در پاسخ به محدودیت‌ها و هزینه‌های بالای بلوک‌های باربر، سامانه‌های نمای سنگ گسترش پیدا کرد. سامانه‌های نمای سنگ می‌تواند کار بلوک‌های باربر را، بدون تحمیل وزن و هزینه زیاد، انجام دهد. سامانه‌های نما، هم‌چنین کاربردهای گسترده‌تری دارند و اجازه نوآوری بیش‌تر در معماری را می‌دهند.

۴-۴-۲ هنگامی که سنگ به عنوان نما استفاده می‌شود، در معرض مشخصات بارگذاری منحصربفردی قرار می‌گیرد که به‌منظور کاربرد موفقیت‌آمیز، ممکن است نیازمند تحلیل‌های سازه‌ای پیچیده و دقیق باشد. سامانه‌های نما، اغلب از مصالحی غیر از سنگ نیز استفاده می‌شود که بررسی ویژگی‌های مصالح آن‌ها و هم-چنین قابلیت سازگاری آن‌ها با اجزاء سنگی، ضروری است.

۵-۴ تزئینات ساختمانی^۳

سنگ‌ها در گذشته و حال، در معماری برای تکیه‌گاه سایر مصالح ساختمانی، یا برای اجرای یک هدف خاص، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. سنگ اغلب در دیوارها به‌عنوان رشته‌های کمربند تزئینی^۴، آستانه پنجره‌ها، سردرب‌ها^۵، قوس طاق^۶، یا جدول‌های آب^۷، استفاده می‌شوند. سنگ‌ها عناصری هستند که علاوه بر استفاده به عنوان یک جزء دیوار بادوام با هدف ویژه و تعریف مناسب، می‌توانند به جذابیت ساختمان نیز اضافه کنند.

1- Load-Bearing Masonry
2- Cladding
3- Building Trim
4- Decorative belt courses
5- Lintels
6- Arches
7- Water tables

۴-۶ سنگ فرش‌ها^۱

۴-۶-۱ از خیابان‌های قلوه سنگ‌فرش^۲ تا میادین مدرن، از سنگ برای تحمل بار ترافیک وسایل نقلیه و عابرین استفاده می‌شود. سامانه‌های مدرن شامل آن‌هایی هستند که بر روی پی و ماسه یا سامانه‌های بستر سیمانی بنا شده‌اند.

۴-۶-۲ مصالح مورد استفاده برای سنگ‌فرش‌ها باید دارای مقاومت در برابر سایش بالا باشند و یک سطح دارای مقاومت در برابر لغزش کافی برای ایمنی عمومی، فراهم کنند. انواع زیادی از سنگ‌های ساختمانی دارای پرداخت مناسب، هر دو این الزامات را برآورده خواهند کرد.

۴-۷ پله‌های سنگی^۳

۴-۷-۱ مصالح مورد استفاده برای پله‌ها، باید دارای مقاومت در برابر سایش بالا باشند و یک سطح دارای مقاومت در برابر لغزش کافی برای ایمنی عمومی، فراهم کنند. انواع زیادی از سنگ‌های ساختمانی دارای پرداخت مناسب، هر دو این الزامات را برآورده خواهند کرد.

۴-۷-۲ پله‌های سنگی که از سنگ‌های ساختمانی مکعبی ساخته می‌شوند به گونه‌ای که کف^۴ و خیز^۵ پله هر کدام یک قطعه سنگ جداگانه است و همچنین این پله‌ها با قرار دادن چندین قطعه سنگ نازک بر روی بتن یا قاب فولادی، که کف و خیز پله را تشکیل می‌دهند، روکش^۶ می‌شوند.

۴-۸ قرنیز^۷

۴-۸-۱ دیوارهایی که به طور کامل در معرض محیط بیرون قرار دارند، از قبیل دیوار جان‌پناه بام^۸، دیوار بالکن^۹ و تراس و دیوار جاگلدانی^{۱۰}، حساسیت ویژه‌ای در برابر نفوذ آب دارند. قرنیز و سرپوش دیوار، اغلب برای محافظت از دیوارها در برابر نفوذ زیاد رطوبت در آن‌ها، استفاده می‌شوند.

۴-۸-۲ قرنیزها و سرپوش‌های دیوار، می‌تواند با ایجاد تغییر در پیکربندی دیوار، یک جنبه بصری و بهبود ظاهری در سامانه دیوار به آن اضافه کند.

-
- 1- Pavements
 - 2- Cobblestone
 - 3- Steps
 - 4- Tread
 - 5- Riser
 - 6- Veneered
 - 7- Coping
 - 8- Roof parapet
 - 9- Balcony
 - 10- Planter walls

۴-۸-۳ قرنیزها و سرپوش‌های سنگی دیوار دارای درز هستند، بنابراین محافظت صحیح از دیوارها، به اتصال صحیح درزها بستگی دارد.

۴-۹ سقف‌سازی^۱

به‌طور کلی، کاربردهای سقف‌سازی سنگ طبیعی، به اسلب‌ها محدود می‌شوند که نوعی از سنگ است که به صورت اجزاء نازک تخته‌ای^۲، استخراج و ساخته شوند. سنگ‌های متراکم و غیرتخلخل می‌توانند یک سامانه سقف بادوام و مقاوم در برابر نفوذ آب، ایجاد کنند که به‌طور موثر، از مشخصات فیزیکی منحصر به فرد مصالح بهره می‌برد.

۴-۱۰ اجزاء تزئینی^۳، مجسمه‌سازی^۴ و بناهای یادبود^۵

بسیاری از انواع سنگ‌ها، دارای مشخصاتی هستند که برای سنگ‌تراشی^۶ و کنده‌کاری مناسب است. بیش‌تر انواع سنگ‌ها را می‌توان با دست یا ابزار برقی، به شکل‌های منحصر به فردی از جمله، سنگ‌تراشی‌ها یا نقش برجسته‌ها در آورد. سنگ انتخاب شده مناسب می‌تواند در برابر اثرات زیست‌محیطی مقاوم باشد، در نتیجه آثار یادبود و تزئینی می‌توانند در طول زمان سالم باقی بمانند.

۵ کاربردهای داخلی سنگ ساختمانی

۵-۱ کاربردهای داخلی

سنگ‌ها به دلیل دوام، زیبایی و ظاهر استثنایی آن‌ها، اغلب در داخل ساختمان استفاده می‌شوند. به واسطه قرار نگرفتن این سنگ‌ها در معرض عوامل زیست‌محیطی، می‌توان از گستره وسیعی از انواع سنگ‌ها در این کاربردها استفاده کرد. دسته‌بندی اصلی کاربرد داخلی، به صورت خلاصه در زیر ارائه شده است.

۵-۲ کف‌سازی^۷

۵-۲-۱ به‌طور معمول کف‌های سنگی یا سنگ‌های کف، انواعی بسیار با دوام، زیبا و نیازمند نگهداری کم هستند. هنگامی که از یک سنگ برای کف استفاده می‌شود اول باید مطمئن شد که پرداخت سطحی آن، برای استفاده مد نظر مناسب باشد؛ بهتر است این سنگ‌ها در برابر سایش مقاوم بوده و دارای پرداخت سطحی باشند که هنگام مرطوب بودن، برای رفت و آمد لغزنده نشوند.

-
- 1- Roofing
 - 2- Shingle-shaped elements
 - 3- Ornamental
 - 4- Sculpture
 - 5- Monumental
 - 6- Sculpting
 - 7- Flooring

۵-۲-۲ شرایط درزها در کفهای ساخته شده بحرانی است؛ با این که کفهای داخلی در معرض نوسانات دمایی که کفهای بیرونی در معرض آن هستند، قرار ندارند، بهتر است درز انبساط‌هایی^۱ وجود داشته باشد که سامانه درزها را با تغییرات دمای چرخه‌ای در سنگهای ساختمانی در طی زمان سازگار کند، به خصوص اگر یک بار حرارتی قابل توجه مانند قرارگیری در معرض نور خورشید یا قرارگیری زیر اجزاء گرم کننده کف، وجود داشته باشند.

۵-۲-۳ مصالح کفسازی سنگی و مصالح درز باید در برابر نفوذ رطوبت، تا حدودی غیرقابل نفوذ باشند؛ این موضوع برای کفهای داخلی که روزانه با آب و مواد شوینده تمیز می‌شوند، عادی است. رطوبت زیاد در سامانه‌های کف می‌تواند منجر به از بین رفتن جلای مصالح درز و سنگ‌ها شود، به خصوص اگر مصالح کف-سازی سنگی، مصالحی جاذب رطوبت باشند. رطوبت ممکن است زیر پرداخت‌های کاملاً صیقلی، به دام افتاده و به صورت لکه ظاهر شود.

در بعضی از سنگهای مورد استفاده در کفسازی‌ها ممکن است برای محدود کردن جذب رطوبت، در قسمت‌های لبه‌ها و سطح کف و همچنین سطح بالایی، نیاز به عمل‌آوری باشند. به هر حال، قبل از عمل-آوری این سطوح، بهتر است قابلیت سازگاری اجزاء برای عدم کاهش عملکرد چسبندگی بین سنگ، چسب و ملات، مورد بررسی قرار گرفته و آزمون شود. بهتر است فقط از روش‌ها و فرآورده‌های تمیزکننده مناسب (شامل عامل‌های تمیزکننده)، که توسط تامین‌کنندگان سنگ‌ها تأیید شده‌اند، استفاده شود. روش‌های تأیید نشده، ممکن است باعث ایجاد لکه یا آسیب به پرداخت سنگ شوند.

۵-۳ پله^۲

استفاده از سنگ برای کف‌ها و خیزهای پله، موجب ایجاد یک تغییر تراز جذاب، با دوام و نیازمند نگهداری کم می‌شود. بهتر است سنگ انتخاب شده برای پله در برابر رفت و آمدهای زیاد، حداقل سایش، فرسایش یا آسیب دیدن سطح را داشته باشد. این سنگ بهتر است بر اساس نوع یا پرداخت سطحی آن، در برابر لغزش طبیعی مقاومت داشته باشد.

۵-۴ نما

بهتر است سنگ‌هایی که برای نمای دیوارهای داخلی استفاده می‌شوند، مشابه با شیوه اجرا شده برای نمای دیوارهای بیرونی، طراحی و نصب شوند، هر چند ملاحظات بارگذاری در یک فضای داخلی، متفاوت با فضای بیرونی است. هنگام بررسی گزینه‌های مهاربندی سنگ برای کاربرد در فضای داخلی بهتر است حداقل در یکی از آن‌ها، فشار تفاضلی نامی بر روی سنگ داخلی در نتیجه تغییرات فشار هوای ناشی از عملکرد سامانه مکانیکی و افت هوا در داخل محوطه ساختمان، در نظر گرفته شود؛ اگر چه احتمالاً، الزامات لرزه‌ای در

1- Expansion joints

2- Stairs

مقایسه با بارهای جانبی نسبتاً کم ناشی از تحت فشار قرار گرفتن ساختمان، این الزامات لرزه‌ای هستند که کاربرد داخلی را کنترل خواهند کرد.

۵-۵ کاربردهای زینتی و مجسمه‌سازی

سنگ‌هایی که برای اجزاء تزئینی در کاربردهای داخلی استفاده می‌شوند، این مزیت ویژه را دارند که در معرض عوامل زیست‌محیطی از قبیل نوسانات دما، باد، آب و آلاینده‌های جوی قرار نمی‌گیرند. بنابراین انواع سنگ مناسب برای کاربردهای داخلی، می‌تواند شامل سنگ‌هایی باشند که نسبت به انواع دیگر سنگ، در برابر عوامل زیست‌محیطی مقاوم نیستند.

۵-۶ نواحی مرطوب

به‌طور کلی، پانل‌ها و کاشی‌های سنگی، به عنوان پوشش‌های کف دوش^۱ و قسمت‌های توالی استفاده می‌شوند. توجه مناسب به جریان آب، آب‌بندی، مقاومت در برابر خوردگی یراق‌آلات اتصالی و مصالح پایه، به همان اندازه بحرانی است که در کاربردهای بیرونی بحرانی است.

۵-۷ لوازم آشپزخانه

۵-۷-۱ در پیشخوان آشپزخانه و حمام به‌طور گسترده از سنگ استفاده می‌شود. به‌طور معمول، سنگ دارای ویژگی‌های جذب پایین توصیه می‌شود، اگرچه در صورت عمل‌آوری مناسب هر نوع سنگ با آغشته کردن آن به مواد محافظ برای قرارگیری در معرض رطوبت، می‌توان از هر نوع سنگی استفاده کرد. چنین موادی ممکن است بسیاری از مشخصات سنگ از قبیل سطوح رنگ و جلای سطح سنگ را تغییر دهند و فواصل زمانی استفاده مجدد از آن‌ها توسط تولیدکننده تعیین می‌شود. در حالی که مواد محافظ تا حدودی از سنگ در برابر رطوبت و لکه‌زایی محافظت می‌کنند، اما اگر سنگ در معرض اسید قرار گیرد نمی‌توانند از سنگ محافظت کنند.

۵-۷-۲ سنگ می‌تواند به عنوان رومیزی و پایه‌های میز استفاده شود. مقاومت خمشی آن‌ها در این کاربرد مهم است، به‌طور معمول با در نظر گرفتن ملاحظات بار اضافی وارد بر سازه کف، در مقایسه با سایر مصالح پیش‌تر از لوازم سنگی استفاده می‌شود.

۶ انواع سنگ ساختمانی متداول

۶-۱ با تفسیر دقیق زمین‌شناسی، صدها نوع از سنگ‌ها، به عنوان سنگ ساختمانی استفاده می‌شوند.

1- Shower stall linings

تعاریف تجاری این نوع سنگ‌ها بسیار گسترده‌تر است و اجازه می‌دهد مصالح یا سنگ‌های با عملکرد و خصوصیات رفتاری مشابه، با هم گروه‌بندی شوند.

بنابراین، سنگ‌های با تعاریف علمی زمین‌شناسی متفاوت در همان گروه تجاری قرار می‌گیرند. با استفاده از این تعاریف تجاری گسترده، بسیاری از مصالح استفاده شده به عنوان سنگ ساختمانی، جزء یکی از هفت گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند: گرانی١، مرمر٢، آهک٣، بر پایه کوارتز٤، سنگ‌لوح٥، سرپانتینیت٦، تراورتن٧.

۲-۶ پرداخت اجرا شده بر روی سنگ، ممکن است موجب مناسب‌تر شدن آن نوع سنگ نسبت به انواع دیگر برای کاربرد باشد. در حالی که سطوح دارای پرداخت صیقلی یا سنگ‌زنی، اغلب به عنوان مصالح نما استفاده می‌شوند، این نوع پرداخت برای سطوح پیاده‌رو توصیه نمی‌شوند زیرا خاصیت اصطکاکی مورد نیاز برای سطوح پیاده‌رو را ندارند (برای اطلاعات بیشتر، به زیربند ۹-۲ مراجعه شود).

۳-۶ بسیاری از سنگ‌های ساختمانی با نام تجاریشان شناخته می‌شوند. در بسیاری موارد یک سنگ ساختمانی خاص با نام‌های تجاری مختلفی توسط تولیدکنندگان ارائه می‌شود. بنابراین ممکن است برای شناخت و انتخاب مصالح مورد نیاز، فقط نام تجاری کافی نباشد. ارائه مشخصاتی شامل منشاء (محل معدن) و مالک معدن، می‌تواند سردرگمی‌ها را کاهش دهد و در شناخت سنگ به ما کمک کند.

۴-۶ به‌ندرت فهرست کافی از مصالح بلوکی برای پروژه‌های بزرگ، در توان امکاناتی یک تولیدکننده وجود دارد. تامین مصالح بلوکی خام از معدن توسط تولیدکننده، به‌طور معمول هم‌زمان با انجام پروژه و در طول زمان پروژه انجام می‌شود. برای اطمینان از تحویل بی وقفه مصالح در سراسر زمان اجرای پروژه، ظرفیت تولید معدن سنگ به علاوه مشکلات حمل‌ونقل، باید به دقت ارزیابی شوند.

۵-۶ معادن انواع سنگ‌های ساختمانی، ظرفیت‌ها و محدودیت‌های ویژه‌ای دارند. شکاف‌ها و سطوح شکستگی طبیعی در مسنگ‌ها، اندازه قطعات و بازدهی آن‌ها را محدود می‌کند. تامین‌کننده مصالح در طی مرحله طراحی پروژه، باید مشورت‌هایی انجام دهد تا از برآورده شدن الزامات پروژه به وسیله مصالح مشخص شده اطمینان حاصل کند. درجه‌های ویژه (برای مثال انتخاب سنگ، مناسب بودن برای کاربردهای یادبود، سنگ سازه‌ای، مناسب برای کاربرد معماری، سنگ درهم، وضوح، تنوع رنگ)، می‌تواند با تعریف بهتر گستره رنگ و وضوح کیفیت مواد خام، شناسایی شود.

۶-۶ تولیدکنندگان فرآورده‌های سنگ طبیعی در سراسر جهان، از انواع ماشین‌آلات استفاده می‌کنند. فرآورده‌های سنگی دارای ویژگی‌های مقاومتی و قابلیت کاربرد ذاتی بسیار متفاوت بوده و هم‌چنین دامنه

-
- 1- Granite
 - 2- Marble
 - 3- Limestone
 - 4- Quartz-Based
 - 5- Slate
 - 6- Serpentine
 - 7- Travertine

بسیار گسترده‌ای دارند. در نتیجه این تفاوت‌ها در فرآورده‌ها و ماشین‌آلات، استانداردسازی کم‌تری در مورد راهنماها و اندازه‌های فرآورده سنگی، نسبت به سایر مصالح ساختمانی، وجود دارد. به‌طور عموم، ضخامت اسلب‌های سنگی مطابق با راهنمایی‌های استاندارد پذیرفته خواهد شد و ارائه جزئیات مصالح برای تطابق با ضخامت اسلب‌های استاندارد صنعتی مشخص، برای هر دو جنبه اقتصادی و حمل‌ونقل در پروژه مفید خواهد بود. ضخامت اسلب متداول در صنایع سنگ ساختمانی، با توصیف خلاصه‌ای از کاربردهای هر یک از آن‌ها، در جدول ۱ فهرست شده است.

۷ انواع سنگ‌های ساختمانی ویژه

۱-۷-۱ گرانیت

۱-۷-۱-۱ از نظر تجاری، گرانیت شامل هر نوع سنگ آذرین دانه‌ای است که به‌طور عمده شامل فلدسپات، کوارتز همراه با یک یا چند ماده معدنی تیره است. به‌طور کلی، فلدسپات معدنی در گرانیت‌ها فراوان است و به دلیل وجود این کانی، رنگ گرانیت به شدت توسط رنگ این کانی تعیین می‌شود. کوارتز، هورنبلند، میکا و سایر مواد معدنی، تاثیر قابل توجهی در رنگ این سنگ دارند. گرانیت‌ها در طیف وسیعی از رنگ‌ها از جمله صورتی، خاکستری، سفید، قرمز، سیاه، قهوه‌ای، چرم، گاومیشی، سبز و آبی در دسترس است. سنگ‌های آذرین دانه‌ای تیره‌رنگ که در طبقه‌بندی سنگ‌شناسی به عنوان گابرو، آنوتوزیت، بازالت یا دیابازها در نظر گرفته می‌شوند، در گروه گرانیت قرار گرفته و اغلب به عنوان گرانیت سیاه و سفید نامیده می‌شوند.

۱-۷-۲ بیش‌تر مصالح موجود در گروه گرانیت‌ها، به‌صورت دانه‌ای یا بلورین با اندازه دانه بین ۲ mm تا ۳ mm یا بزرگ‌تر هستند. برخی از سنگ‌های گروه گرانیت، یک لایه‌بندی یا ساختار بشقاب‌گونه را نشان می‌دهند که ناشی از پدیده تبلور مجدد، چین‌خوردگی و یا سایر تغییراتی است که ممکن است در حالت پلاستیک یا نیمه مذاب سنگ رخ داده باشد. چنین سنگ‌های دگرگونی را گنایس گرانیتی می‌گویند.

۱-۷-۳ گرانیت‌های دارای توزیع یکنواخت کانی‌ها، در معدن سنگ همگنی زیادی را نشان خواهند داد و حداقل تنوع رنگ، بافت، یا الگو رگه‌داری از یک بلوک به بلوک دیگر را خواهند داشت. سایر گرانیت‌ها تنوع رنگ قابل توجهی را بین بلوک‌ها، یا حتی درون یک بلوک نشان می‌دهند.

۱-۷-۴ بعضی گرانیت‌ها تقریباً همسان‌گرد هستند، بدین معنا که آن‌ها ظاهراً کاملاً یکسانی دارند و مشخصات عملکردی آن‌ها بدون در نظر گرفتن راستای برش مصالح، یکسان است. به‌طور معمول، گرانیت درجاتی از رفتار ناهمسانگردی، از درجات ملایم تا کاملاً آشکار را نشان می‌دهد. در چنین گرانیت‌هایی، برای دستیابی به ویژگی‌های عملکردی و چشمی مورد نیاز، اره کردن باید در یک راستای خاص انجام شود.

جدول ۱- ضخامت‌ها و کاربردهای رایج

ضخامت mm	گرانیت	مرمر	سنگ آهک	سنگ برپایه کوارتز	سنگ لوح	سرپانتین	تراورتن
۵	عرضه نمی‌شود، مگر به‌عنوان روکش با زیرلایه تقویت شده	عرضه نمی‌شود، مگر به‌عنوان روکش با زیرلایه تقویت شده	عرضه نمی‌شود، مگر به‌عنوان روکش با زیرلایه تقویت شده	عرضه نمی‌شود، مگر به‌عنوان روکش با زیرلایه تقویت شده	به‌عنوان سنگ لوح سقف، کاشی نازک عرضه شده با ضخامت ۶mm	عرضه نمی‌شود، مگر به‌عنوان روکش با زیرلایه تقویت شده	عرضه نمی‌شود، مگر به‌عنوان روکش با زیرلایه تقویت شده
۱۰ ۱۳	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی. همچنین به‌عنوان تخته‌سیاه و پیشخوان آشپزخانه. انواع با ضخامت ۱۳mm و ۱۵mm به‌عنوان کف‌پوش، قرنیز، ورودی‌ها و به‌عنوان کاربردهای تزئینی استفاده می‌شوند.	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی	کاشی نازک فقط برای کاربرد داخلی
۲۰	کف‌پوش داخلی، دیوارهای داخلی، آشپزخانه‌ها	کف‌پوش داخلی، دیوارهای داخلی، آشپزخانه‌ها	کف‌پوش داخلی، دیوارهای داخلی، آشپزخانه‌ها	کف‌پوش داخلی، دیوارهای داخلی	به‌عنوان کف‌پوش داخلی، قرنیز، آستانه پنجره، شومینه-ها، روکش دیوار داخلی و آشپزخانه‌ها	کف داخلی، دیوارهای داخلی، آشپزخانه‌ها	کف داخلی، دیوارهای داخلی، آشپزخانه‌ها
۲۵	عموماً استفاده نمی‌شود	عموماً استفاده نمی‌شود	عموماً استفاده نمی‌شود	عموماً استفاده نمی‌شود	ضخامت رایج برای کف‌سازی، آستانه پنجره، کف و خیز پله، قرنیز پله، شومینه‌ها و طاقچه، آشپزخانه‌ها و پارتیشن‌های بهداشتی	عموماً استفاده نمی‌شود	عموماً استفاده نمی‌شود

جدول ۱- ضخامت‌ها و کاربردهای رایج (ادامه)

ضخامت mm	گرانیت	مرمر	سنگ آهک	سنگ بر پایه کوارتز	سنگ لوح	سرپانتین	تراورتن
۳۰	دیوارهای داخلی و آشپزخانه- ها. حداقل ضخامت چه به صورت افقی و چه عمودی برای کاربردهای بیرونی در نظر گرفته شود، اگرچه ممکن است بارهای طراحی، ضخامت بیش تری الزام کنند.	دیوارهای داخلی و آشپزخانه‌ها. حداقل ضخامت چه به صورت افقی و چه عمودی برای کاربردهای بیرونی در نظر گرفته شود، اگرچه ممکن است بارهای طراحی، ضخامت بیش تری الزام کنند.	در کاربردهای کف داخلی یا کاربردهای عمودی محدود در سنگ آهک‌های متراکم، پیش‌خوان‌ها استفاده می‌شوند	به‌طور عمومی، حداقل ضخامت موجود برای کف داخلی یا سنگ- فرش بیرونی	دیوارهای داخلی و آشپزخانه‌ها. حداقل ضخامت چه به صورت افقی و چه عمودی برای کاربردهای بیرونی در نظر گرفته شود، اگرچه ممکن است بارهای طراحی، ضخامت بیش- تری الزام کنند.	دیوارهای داخلی و آشپزخانه‌ها. حداقل ضخامت چه به صورت افقی و چه عمودی برای کاربردهای بیرونی در نظر گرفته شود، اگرچه ممکن است بارهای طراحی، ضخامت بیش تری الزام کنند.	دیوارهای داخلی و آشپزخانه‌ها. حداقل ضخامت چه به صورت افقی و چه عمودی برای کاربردهای بیرونی در نظر گرفته شود، اگرچه ممکن است بارهای طراحی، ضخامت بیش تری الزام کنند.
۴۰	مورد استفاده در کاربردهای نمای بیرونی، هنگامی‌که بارهای طراحی اندکی بیش‌تر از ظرفیت سنگ با ضخامت ۳۰mm باشد	عموماً در دیوهای بیرونی و سنگ‌فرش‌ها استفاده می‌شوند	این ضخامت عموماً به عنوان کفپوش داخلی و روکش دیوار در سنگ آهک متراکم استفاده می‌شوند.	عموماً استفاده نمی- شود	نمای بیرونی	عموماً در دیوهای بیرونی و سنگ‌فرش‌ها استفاده می‌شوند	عموماً در دیوهای بیرونی و سنگ‌فرش‌ها استفاده می‌شوند
۵۰	هنگامی‌که بارهای طراحی، دهانه‌ها یا مقاومت خمشی الزام می‌کند، دارای کاربرد به عنوان نمای بیرونی است. همچنین هنگامی که پنجره‌ها درون نمای سنگ قرار می- گیرند، دارای کاربرد هستند.	عموماً در دیوهای بیرونی و سنگ‌فرش‌ها استفاده می‌شوند.	به‌طور کلی حداقل ضخامت مورد استفاده برای هر کاربرد سنگ آهک با تراکم کم تا متوسط است. همچنین حداقل ضخامت برای کاربردهای بیرونی سنگ آهک با تراکم بالا است.	عموماً در کاربردهای کف‌سازی و سنگ‌فرش استفاده می‌شود. دارای کاربردهای محدود در نماکاری، با اندازه‌های کوچک و بار طراحی متوسط.	اسلب‌های سنگ لوح عموماً در ضخامت‌های ۳۸mm، ۴۵mm، ۶۳mm و ۷۰mm در دسترس است و می‌تواند از اکثر تولیدکننده‌ها تهیه شود. این ضخامت برای نمای بیرونی، کف‌سازی و خیر پله- های استفاده می‌شود.	عموماً در دیوهای بیرونی و سنگ‌فرش‌ها استفاده می‌شوند	عموماً در دیوهای بیرونی و سنگ‌فرش‌ها استفاده می‌شوند

جدول ۱- ضخامت‌ها و کاربردهای رایج (ادامه)

ضخامت mm	گرانیت	مرمر	سنگ آهک	برپایه کوارتز	سنگ لوح	سرپانتین	تراورتن
۸۰	هنگامی که قطعات با اندازه خیلی بزرگ موجود است و یا هنگامی که در نمای بیرونی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در سنگ- فرش‌های بیرونی در معرض تردد وسایل نقلیه و عابرین، استفاده می‌شود.	ضخامت بیش‌تر از ۵۰ mm در مرمر، به عنوان مصالح مکعبی شکل شناخته می‌شوند. این ضخامت عموماً در آثار تاریخی، پیکره- سازی، کارهای تزئینی استفاده شده و به عنوان یک ضخامت استاندارد عرضه نمی‌شود.	ضخامت رایج برای کاربردهای نمای بیرونی، اگرچه بارهای طراحی، دهانه‌ها یا استحکام مصالح، ممکن است پانل‌های ضخیم‌تر را الزام کند. در کاربردهای قرنیز و آستانه استفاده می‌شود.	ضخامت رایج برای نمای بیرونی	برای قرنیزها و برای سنگ‌قبرهای سیمانی	ضخامت بیش‌تر از ۵۰ mm در سرپانتین، به عنوان مصالح مکعبی شکل شناخته می‌شوند. این ضخامت عموماً در آثار تاریخی، پیکره‌سازی، کارهای تزئینی استفاده شده و به عنوان یک ضخامت استاندارد عرضه نمی‌شود.	ضخامت بیش‌تر از ۵۰ mm در تراورتن، به عنوان مصالح مکعبی شکل شناخته می‌شوند. این ضخامت عموماً در آثار تاریخی، پیکره‌سازی، کارهای تزئینی استفاده شده و به عنوان یک ضخامت استاندارد عرضه نمی‌شود.
۱۰۰	استفاده در کاربردهای خیابان‌بندی و کارهای برجا از قبیل قرنیزها و فواره‌ها		هنگامی که برای برآورده کردن بارهای طراحی یا به‌خاطر بغل پنجره‌های تزئینی، در نمای بیرونی مورد استفاده قرار می‌گیرد.	استفاده به‌عنوان قرنیز، جداول آب و کمربندها، اغلب با ضخامت ۱۲۵ mm عرضه می‌شود.	مصالح مکعبی شکل برای تولیدکننده‌های سنگ لوح در دسترس است، اگر چه به‌طور متناوب استفاده نمی‌شود.		
۱۵۰	استفاده در کاربردهای خیابان‌بندی و کارهای برجا از قبیل لبه پیاده‌رو، قرنیزها، پله‌های سنگی و فواره‌ها		ضخامت اسلب بیش‌تر از ۱۰۰ mm استاندارد نیست، اما در پروژه اساسی ویژه برای کارهای تاریخی یا پیکره‌سازی، در دسترس هستند. اگرچه در کارهای معماری کلاسیک یافت می‌شوند.	استفاده به‌عنوان قرنیز، جداول آب و کمربندها، لبه پیاده‌رو، پله‌های سنگی			

جدول ۱- ضخامت‌ها و کاربردهای رایج (ادامه)

تراورتن	سرپانتین	سنگ لوح	برپایه کوارتز	سنگ آهک	مرمر	گرانیت	ضخامت mm
			اشاره به مصالح مکعبی شکل دارد، این ضخامت در کارهای خاصی مانند کاربردهای خیابان‌بندی و روستایی کاربرد دارد			استفاده در کاربردهای خیابان‌بندی و کارهای برجا از قبیل لبه پیاده‌رو، قرنیزها، پله‌های سنگی و فواره‌ها	۲۰۰
						این ضخامت استاندارد نیست، اما در پروژه‌های خاصی برای کارهای تاریخی یا پیکره‌سازی، در دسترس هستند. اگرچه در کارهای معماری کلاسیک یافت می- شوند.	بزرگ‌تر از ۲۰۰

۷-۱-۵ مصالح گرانیته در انواع معماری، بناهای یادبود، کاربردهای صنعتی سنگ ساختمانی، مورد استفاده قرار می گیرند. فهرستی از کاربردهای رایج، به شرح زیر است:

کاربردهای معماری:

- نمای بیرونی / دیوار پرده ای؛
- نمای داخلی؛
- سنگ فرش بیرونی؛
- کف داخلی؛
- اثاثیه آشپزخانه؛
- لبه پیاده روها؛
- پله های سنگی؛
- دیوارهای حائل؛
- قرنیز؛
- آستانه پنجره / ستون ها.

کاربردهای بنای یادبود:

- آثار تاریخی / سنگ قبرها؛
- آرامگاه ها.

کاربردهای صنعتی:

- مخازن؛
- صفحات سطح / پایه ماشین آلات دقیق؛
- غلطک های پرس کاغذ.

۷-۱-۶ ویژگی های فیزیکی گرانیته، مطابق با انواع روش های آزمون تعیین می شود. مقادیر حداکثر و حداقل برای الزامات ویژگی های فیزیکی مصالح، به استاندارد ASTM C615 مراجعه شود.

۷-۲ سنگ مرمر

۷-۲-۱ از نظر زمین‌شناسی، سنگ مرمر یک سنگ دگرگونی حاصل از تبلور مجدد سنگ‌آهک است. در این تعریف زمین‌شناسی، عبارت سنگ مرمر به‌درستی فقط برای سنگ‌های شامل دانه‌های متبلور کلسیت (کربنات کلسیم) یا دولومیت (کربنات کلسیم و منیزیم)، یا هر دو به کاربرده می‌شود. از نظر تجاری، اصطلاح «سنگ مرمر» نه فقط برای سنگ‌های مشمول این تعریف، بلکه برای سنگ‌های دارای کربنات خالص که دارای مقدار کربنات کم‌تری بوده ولی ترکیبات و بافت‌هایی دارند که اجازه می‌دهد آن‌ها جلا داده شوند، نیز به کار برده می‌شود. در حالی که گاهی اوقات در تعریف تجاری سنگ مرمر، سنگ‌آهک‌های قابل جلا دادن، تراورتن، سرپانتین می‌تواند بهتر از تعریف زمین‌شناسی سنگ، به کار گرفته شود.

۷-۲-۲ یک مرمر تشکیل یافته از کلسیت یا دولومیت خالص، سفید رنگ است. رنگ‌های سنگ مرمر، رگه، ابرها، لکه و سایه در سنگ، در نتیجه مقادیر مواد فرعی در طی شکل‌گیری سنگ هستند. اکسیدهای آهن رنگ‌های صورتی، زرد، قهوه‌ای، قرمز ایجاد می‌کنند. بیش‌تر رنگ‌های خاکستری، آبی-خاکستری و مشکی، منشا کربن‌دار دارند. رنگ سبز ناشی از وجود میکاها، کلریت‌ها، سیلیکات‌ها در سنگ است.

۷-۲-۳ در حالی که در طی قرن‌های زیادی از سنگ مرمر در معماری استفاده شده است و یکی از قدیمی‌ترین مصالح ساختمانی برای بشر است، تمام سنگ مرمرها برای استفاده در نماهای بیرونی مناسب نیستند. بافت سنگ مرمر به‌وسیله اندازه، شکل و روابط متقابل اندازه دانه‌ها یا بلورها کنترل می‌شود. بافت، اغلب عاملی برای توانایی مصالح برای مقاومت در برابر شرایط آب و هوایی (هوازگی) است. سنگ مرمرها ریزدانه، بافت هم‌سان دانه^۱، نسبت به همان سنگ مرمر با بافت متوسط یا درشت‌دانه، مقاومت کم‌تری در برابر هوازگی دارد؛ زیرا آن‌ها دارای یک بافت در هم قفل‌شده هستند (دانه‌هایی با مرزهای منظم، که در اثر نفوذ در هم قفل می‌شوند).

۷-۲-۴ مصالح سنگ مرمر در انواع کارهای معماری و سنگ یادبود دارای کاربرد است. فهرستی از کاربردهای رایج به شرح زیر است:

معماری:

– نمای بیرونی / دیوار پرده‌ای؛

– نمای داخلی؛

– سنگ‌فرش بیرونی؛

– کف‌سازی داخلی؛

– اثاثیه آشپزخانه؛

1- Equigranular texture

- پله‌های سنگی؛

- قرنیز؛

- آستانه پنجره/ستون‌ها.

کاربردهای بنای یادبود:

- آثار تاریخی/سنگ قبرها؛

- آرمگاه‌ها؛

- آثار تاریخی شهری.

۷-۲-۴-۱ ویژگی‌های فیزیکی سنگ مرمر، مطابق با روش‌های آزمون مختلف استانداردهای ASTM تعیین می‌شوند. مقادیر حداکثر و حداقل برای الزامات فیزیکی مصالح، به استاندارد ASTM C503 مراجعه شود.

۷-۲-۴-۲ موسسه مرمر آمریکا، سنگ‌های مرمر را به چهار گروه طبقه‌بندی می‌کند. اساس این طبقه‌بندی ساده‌سازی عملیات‌های ساخت رایج و حمل و نقل مصالح در هنگام کار است. تجربه عملی کار با انواع مصالح، چنین عملکردهایی را ضرورتاً قابل قبول نشان داده است. این طبقه‌بندی، هیچ تاثیری بر هزینه مصالح ندارد. چهار گروه به شرح زیر هستند:

۷-۲-۴-۳ گروه A: سنگ مرمر سالم با کیفیت‌های کاری مطلوب و یکنواخت است که ترک‌های زمین-شناسی یا تخلخلی در آن وجود ندارد.

۷-۲-۴-۴ گروه B: سنگ‌های این دسته دارای مشخصاتی مشابه با سنگ‌های گروه A هستند. البته سنگ‌های این گروه دارای کیفیت مطلوب کاری کم‌تری هستند؛ ممکن است دارای نقص‌های طبیعی؛ مقدار کمی واکس‌زنی^۱، چسب‌زنی^۲ و منفذگیری^۳ نیاز داشته باشند.

۷-۲-۴-۵ گروه C: سنگ‌های مرمر دارای تنوع در کیفیت‌های کاری، ترک‌های زمین‌شناسی، حفرات، رگه‌ها و خطوط جدایش در این گروه قرار می‌گیرند.

عملیات استاندارد مورد نیاز برای تعمیر این تغییرات شامل واکس‌زنی، چسب‌زنی، منفذگیری یا روان‌ملات-ریزی است. در صورت لزوم، آسترها و سایر انواع تقویت‌کننده‌ها، استفاده می‌شوند.

۷-۲-۴-۶ گروه D: شبیه به سنگ مرمرهای گروه C است، اما شامل نسبت بیش‌تری از نقص‌های طبیعی و حداکثر تغییرات کیفیت کاری هستند و نیاز بیش‌تری به روش‌های مشابه پرداخت کردن دارند.

1- Waxing

2- Sticking

3- Filling

این گروه شامل بسیاری از سنگ مرمرهای بسیار رنگی هستند که ارزش تزئینی بالایی دارند.

۵-۲-۷ اکثر سنگ‌های ساختمانی پس از قرار گرفتن در معرض دمای بالا یا پایین، به حجم منشاء اصلی‌شان برمی‌گردند. با این حال، بعضی سنگ مرمرها پس از قرار گرفتن در معرض چرخه حرارت و رطوبت، یک پدیده شناخته شده با عنوان «پسماند^۱» یا تغییر حجم دائم را نشان می‌دهند. به‌طور معمول، پسماند خود را به‌صورت خم شدن صفحات سنگ مرمر نشان می‌دهد. علاوه بر خم شدن، ظاهر صفحات نیز متخلخل‌تر می‌شود که این موضوع باعث آسیب‌پذیری سطح در برابر هجوم عوامل فرساینده و تخریب ناشی از یخ‌زدگی/یخ‌گشایی می‌شود. قبل از انتخاب سنگ مرمر که در پروژه، در معرض پسماند قرار می‌گیرد، بهتر است مطالعات دقیقی برای تعیین حداقل ضخامت مورد نیاز برای جلوگیری از شکست سامانه نما، انجام شود.

۶-۲-۷ سنگ مرمر هنگامی که به درستی انتخاب، طراحی و نصب شود یک ماده مناسب و با دوام برای استفاده است. آزمون نهایی برای هر سنگ مرمر خاص، سابقه عملکرد قبلی آن بر روی سازه‌های موجود است. بعضی از سنگ‌های مرمر، به ویژه سنگ‌هایی که در گروه‌های B، C و D جای می‌گیرند، برای استفاده در نمای بیرونی مناسب نیستند.

۳-۷ سنگ‌آهک

۱-۳-۷ سنگ‌آهک یک اصطلاح تجاری از سنگی است که دربر گیرنده هر دو نوع سنگ‌آهک و دولومیت است. سنگ‌آهک یک سنگ رسوبی است که به‌طور عمده از کربنات کلسیم (کلسیت معدنی) یا کربنات دوگانه کلسیم و منیزیم (دولومیت معدنی) یا یک ترکیب از این دو ماده، تشکیل شده است. سنگ‌آهک، مانند تمام سنگ‌های رسوبی، حاوی مواد آلی و سایر مشخصه‌های طبیعی است که ویژگی‌ها و ظاهر آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مقدار، نوع و توزیع این مشخصه‌های طبیعی ممکن است مناسب بودن سنگ برای کاربرد تجاری را تحت تاثیر قرار دهد. سنگ‌آهک شناخته شده، در تمام دوره‌های زمین‌شناسی و در تمام قاره‌ها موجود است، اما سنگ ساختمانی دارای ویژگی‌های برتر، به‌طور نسبی نادر است.

۲-۳-۷ سنگ‌آهک در رنگ‌های سفید، قهوه‌ای، خاکستری، زرد، قرمز، یا سیاه یافت می‌شود، اما به‌طور معمول، کاربرد تجاری آن شامل دامنه‌های رنگ روشن خاکستری، زرد کدر، به رنگ نخودی مایل به زرد یا مایل به قرمز یا مخلوطی از این رنگ‌ها هستند. ظاهر سنگ نه فقط به‌وسیله رنگ، بلکه به‌وسیله بافت، چینه‌بندی و پرداخت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بافت، به‌وسیله اندازه، شکل و چیدمان اجزاء تشکیل دهنده، مصالح اسکلتی^۲ و بلورها تعیین می‌شود. چینه‌بندی به ترکیب، ضخامت و ترتیب لایه‌های اجزاء اشاره دارد. پرداخت به‌وسیله سایش یا ساخت ایجاد می‌شود. دامنه بافت سنگ‌آهک، از بافت ریزدانه که فاقد ذرات قابل مشاهده هستند تا بافت درشت‌دانه که ممکن است پوسته‌های فسیلی در آن دیده شود، را دربر می‌گیرد.

1- Hysteresis
2 -Skeletal minerals

یادآوری- اصطلاح «مصالح اسکلتی» توسط نلسون و همکاران (۱۹۶۲) برای اشاره به سنگ آهکی استفاده شد که از تجمعات کمابیش در محل مواد اسکلتی (وقتی از سنگ آهک آواری تشکیل شده توسط حمل و نقل مکانیکی قابل تشخیص باشد) ساخته شده یا ویژگی‌های خود را وابسته به آن‌ها باشد (از آن‌ها به دست آورده باشد).

۷-۳-۳ بعضی از سنگ‌آهک‌ها «ناهمسان‌گرد»^۱ هستند، یا به‌طور مستقیم با ویژگی‌های فیزیکی و ظاهرشان تعیین می‌شوند و دارای یک راستای جدایش ترجیحی هستند. با این حال، دامنه وسیعی از سنگ‌آهک‌های استفاده شده، یک راستای جدایش را نشان نمی‌دهند و به‌عنوان «سنگ همسان‌گرد»^۲ در نظر گرفته می‌شوند.

۷-۳-۴ مصالح سنگ‌آهک برای صدها سال در انواع کاربردهای معماری و در تمام شرایط آب و هوایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. فهرستی از کاربردهای رایج این سنگ به شرح زیر است:

- نمای بیرونی / دیوار پرده‌ای؛
- سنگ‌فرش‌ها و پله‌های سنگی؛
- سردرب‌ها و آستانه پنجره‌ها؛
- سنگ سرپوش دیوار؛
- نمای داخلی، ستون و گچ‌بری‌ها؛
- کف‌سازی داخلی؛
- اجاق‌ها، طاقچه بالای بخاری و پیرامون بخاری دیواری؛
- ستون‌ها؛
- نرده‌ها؛
- مجسمه‌ها و پیکره‌های تزئینی.

۷-۳-۵ ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌آهک مطابق با روش‌های آزمون متنوع تعیین می‌شود. برای مقادیر حداکثر و حداقل الزامات فیزیکی مصالح، به استاندارد ASTM C568 مراجعه شود. این استاندارد، سنگ‌های آهک را بر اساس چگالی، در سه گروه مجزا، طبقه‌بندی می‌کند.

۷-۳-۶ به‌دلیل این‌که سنگ‌های آهک با ویژگی‌های فیزیکی متنوعی پیدا می‌شوند، ممکن است یک نوع سنگ‌آهک یکسان برای تمام کاربردها مناسب نباشد. همانند تمام مصالح، تصریح‌کننده باید تأیید کند که

1- Anisotropic
2- Freestones

سنگ تحت بررسی برای کاربرد مورد نظر، مناسب است. برای پروژه‌های بزرگ، در دسترس بودن سنگ، مشخصات ابعادی، تولید و سابقه عملکرد گذشته سنگ‌آهک، باید مورد بررسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که الزامات پروژه را برآورده می‌کند. سنگ‌آهک مورد استفاده در ساختمان‌های قدیمی‌تر، ممکن دیگر استخراج نشود، اما ممکن است سنگ دارای رنگ و بافت مشابه پیدا شود.

۴-۷ سنگ‌های بر پایه کوارتز

اصطلاح «بر پایه کوارتز» یک اصطلاح تجاری عمومی شامل تنوعی از سنگ‌ها است، که تمام آن‌ها دارای محتوای کوارتز و سیلیس بالا هستند. به‌طور معمول، دانه‌های کوارتز به‌وسیله سیلیس یا کربنات کلسیم، به همدیگر چسبیده می‌شوند. طبقه‌بندی این سنگ ساختمانی شامل تنوع بسیار گسترده‌ای از مصالح، دارای دامنه گسترده‌ای از ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی است. ماسه‌سنگ، کات‌کبود^۱، سنگ قهوه‌ای^۲، کوارتزیت^۳ و متاکوارتزیت، نمونه‌هایی از مصالح قرار گرفته در این گروه هستند.

۴-۷-۱ سنگ‌های بر پایه کوارتز دارای منشاء رسوبی، با توجه به ویژگی‌های سطوح لایه‌بندی به‌طور معمول، ناهمسانگرد قابل توجهی نشان می‌دهند. به‌طور کلی، این موضوع عملکرد و ظاهر مصالح را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به گونه‌ای که در استخراج معادن سنگ، از ویژگی‌هایی مانند سطوح جدایش طبیعی یا شکاف‌های موجود در سنگ برای تعیین مرز بلوک‌های استخراجی استفاده می‌شود.

۴-۷-۲ اجزای تشکیل دهنده در این گروه، به‌طور گسترده‌ای متغیر است، از مصالح دارای ویژگی درشت، دانه‌های قابل مشاهده کوارتز، تا سنگ‌های ریزدانه، ذرات دارای پیوند محکم و ساختار تقریباً همگن را شامل می‌شود. اندازه دانه‌بندی ذرات، درجه پرداختی که می‌تواند به دست آید را کنترل می‌کند؛ اندازه دانه ریزتر، پرداخت‌های صاف‌تر و ظریف‌تر را ممکن می‌کند.

۴-۷-۳ سنگ‌های بر پایه کوارتز، دارای تنوع رنگ زیادی هستند. سایه‌های چرم گاومیش روشن تا خاکستری آبی تیره بیش‌تر رایج هستند. مصالح بر پایه کوارتز در انواع کاربردهای سنگ ساختمانی برای معماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. فهرستی از کاربردهای رایج این سنگ به‌صورت زیر است:

– نمای بیرونی/ دیوار پرده‌ای؛

– نمای داخلی؛

– سنگ‌فرش بیرونی؛

– کف‌سازی داخلی یا پله‌های سنگی؛

1- Bluestone
2- Brownstone
3- Quartzite

– سنگفرش بیرونی یا پله‌های سنگی؛

– قرنیز؛

– آستانه پنجره/پایه‌ها؛

– جدول‌های آب و کمربندهای تزئینی؛

۷-۴-۴ ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌های بر پایه کوارتز، بر اساس انواع روش‌های آزمون تعیین می‌شود. مقادیر حداکثر و حداقل برای الزامات فیزیکی مصالح، به استاندارد ASTM C616 مراجعه شود. در این مشخصه، سه زیرگروه ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ کوارتزی و کوارتزیت، همراه با مجموعه‌های مجزای ویژگی برای هر زیرگروه، فهرست شده است.

۷-۵ سنگ‌لوح

۷-۵-۱ سنگ‌لوح یک سنگ ریزبلورین دگرگونی است که به‌طور معمول از شیل^۱ مشتق می‌شود. شیل‌ها که سرچشمه سنگ‌لوح‌ها هستند، قبلاً به‌صورت لایه‌های رسی رسوب کرده‌اند. سنگ‌لوح‌ها به‌طور عمده، از میکاها، کلریت و کوارتز تشکیل می‌شوند.

۷-۵-۲ سنگ‌لوح‌ها همیشه «ناهمسان‌گرد» یا دارای «جهت‌یابی مشخص»^۲ هستند. مواد معدنی میکادار، دارای یک راستای شبه‌موازی^۳ هستند که از صفحات کلیواژ^۴ خیلی زیاد درون سنگ ناشی می‌شود. این موضوع اکثر سنگ‌لوح‌ها را قادر می‌سازد که در ورق‌های سخت و نازک دچار جدایش شوند. در نتیجه این ویژگی، سنگ‌لوح نوعی از سنگ ساختمانی است که فقط برای سقف‌سازی استفاده می‌شود.

۷-۵-۳ سنگ‌لوح‌ها در رنگ‌های متنوع از تک‌رنگ‌های سیاه و خاکستری تا سبز، قرمز، آبی، بنفش، زرد، قهوه‌ای، زرد تیره و لکه‌لکه تغییر می‌یابند. سنگ‌لوح‌های خاکستری و آبی، به دلیلی وجود کربن، به این رنگ درآمده‌اند، در حالی که اکثر رنگ‌های دیگر به دلیل وجود آهن است.

۷-۵-۴ به‌طور معمول سنگ‌لوح یک ماده بسیار متراکم دارای استحکام مطلوب در برابر فرسایش و واکنش‌های شیمیایی است. طی قرن‌های گذشته جایی که طول عمر مناسب مد نظر می‌بود، فرآورده سنگ-لوح در کاربردهای سقف‌سازی و سنگ‌فرش مورد استفاده قرار گرفته است. کاربردهایی رایج سنگ‌لوح به شرح زیر فهرست می‌شوند:

– سقف‌سازی؛

1- Shale
2- Directionally specific
3- Subparallel
4- Cleavage

- سنگ فرش/کف و آستانه‌ها؛
- تیر طاق بیرونی، نما، دیوار پرده‌ای، سنگ جلوی مغازه؛
- کف پله‌ها، خیز پله‌ها و تراورس عمودی؛
- پیش‌خوان، میزهای آزمایشگاهی؛
- آستانه داخلی پنجره /طاقچه بیرونی پنجره؛
- اجاق‌ها، طاقچه جلوی بخاری و پیرامون بخاری دیواری؛
- قرنیز پایه دیوار، تخته کوبی دیوار؛
- قسمت‌های بهداشتی؛
- تخته‌سیاه.

۷-۵-۵ ویژگی مهم مصالح سنگ‌لوح دوام رنگ آن است. رنگ اصلی بعضی سنگ‌لوح‌ها، برای سال‌ها حفظ می‌شود، در حالی که رنگ سایر سنگ‌ها با گذشت زمان نسبتاً کوتاهی در معرض شرایط آب و هوایی، تغییر می‌کند. چنین تغییراتی اغلب به دلیل وجود مقدارهای کمی کربنات منیزیم آهن است، که به سرعت تجزیه می‌شود و یک اکسید آهن آبدار زردرنگ با نام «لیمونیت» تشکیل می‌شود. بنابراین سنگ‌لوح‌ها دو نوع هستند: «رنگ‌رفته» و «دارای رنگ ثابت». در حال حاضر، هیچ روش آزمون قابل اعتمادی برای پیش‌تعیین حساسیت سنگ‌لوح در برابر رنگ‌رفتگی وجود ندارد. در این حالت از ارزیابی سابقه عملکردی مصالح در کاربردهای بیرونی موجود، برای پیش‌بینی دوام رنگ سنگ‌لوح، استفاده می‌شود.

۷-۵-۶ سنگ‌لوح در معادن سنگ سراسر جهان در دسترس است. بهتر است برای پروژه‌های بزرگ، قابلیت ابعادی، تولید و سابقه عملکرد یک سنگ‌لوح مشخص، تعیین شود.

۷-۶ سرپانتین

۷-۶-۱ به‌طور عمده سنگ‌های سرپانتین، از سرپانتین معدنی یا به‌طور کامل سیلکات منیزیم هیدراته شده $(\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$ تشکیل می‌شوند. به‌طور کلی سنگ‌های این طبقه‌بندی سبز یا خاکستری رنگ هستند و ممکن است دارای یک لمس «صابونی»^۱ یا «چربی»^۲ بر روی سطح‌شان باشند. این مصالح اغلب به‌عنوان مرمرهای سرپانتینی شناخته می‌شوند، اما این اصطلاح یک مرجع غیرصحیح است، زیرا سرپانتین‌ها، مرمر نیستند.

1- Soapy
2- Greasy

۷-۶-۲ اکثر سنگ‌های این گروه برای کاربرد نمای بیرونی مناسب هستند و هنگام قرار گرفتن در معرض شرایط آب و هوایی طبیعی، کیفیت پرداخت خود را حفظ خواهند کرد.

بعضی سرپانتین‌ها، هنگام به کارگیری در کاربردهای بیرونی، به صورت رنگ‌رفته شناخته می‌شوند.

۷-۶-۳ مصالح سرپانتینی در انواع کاربردهای معماری و سنگ یادبود مورد استفاده قرار می‌گیرند. فهرستی از کاربردهای رایج مصالح سرپانتینی به شرح زیر است:

معماری:

- نمای بیرونی/ دیوار پرده‌ای؛

- نمای داخلی؛

- سنگ‌فرش بیرونی؛

- کف‌سازی داخلی؛

- اثاثیه آشپزخانه؛

- پله‌های سنگی؛

- قرنیز؛

- آستانه پنجره/پایه‌ها.

- کاربردهای بنای یادبود:

- آثار تاریخی/سنگ قبرها؛

- آرمگاه‌ها؛

- آثار تاریخی شهری.

۷-۶-۴ ویژگی‌های فیزیکی سرپانتین، بر اساس انواع روش‌های آزمون تعیین می‌شوند. مقادیر حداکثر و حداقل الزامات فیزیکی مصالح سرپانتینی، به استاندارد ASTM C1526 مراجعه شود.

۷-۶-۵ موسسه مرمر آمریکا سنگ مرمر را در چهار گروه طبقه‌بندی می‌کند، بسیاری از سرپانتین‌ها به منظور مستند سازی روش‌های تقویت رایج و تکنیک‌های تعمیر استفاده شده بر روی این سنگ‌ها، در این سامانه طبقه‌بندی قرار می‌گیرند. به زیربند مربوط به سنگ مرمر، به زیربند ۷-۲ مراجعه شود.

۷-۶-۶ بعضی از سرپانتین‌ها هنگامی که در معرض مصالح بستر بر پایه آب قرار می‌گیرند، در برابر پیچش آسیب‌پذیر هستند. باید تحقیقاتی برای تعیین فرآیندهای ویژه به منظور نصب سرپانتین‌ها انجام شود یا ترکیبات بر پایه پلیمر برای نصب آن‌ها مورد نیاز خواهد بود.

۷-۷ تراورتن

۷-۷-۱ تراورتن یک سنگ متخلخل، دارای سلول لایه‌ای و تاحدودی کلسیت بلورین است که به‌طور عمده از چشمه‌های غنی مواد معدنی گرم یا سرد در محیط زمین شکل می‌گیرد. این تاریخچه تشکیل، تفاوت واضحی با اکثر سنگ‌های آهک دارد که از انباشتگی واریزه‌های آلی کلسیم‌دار رسوب شده در کف دریا تشکیل می‌شوند. تراورتن به خاطر نرمی، تنوع رنگ خاک و الگوهای متمایز رگه‌داری، در میان طراحان رایج است. منشاء رسوبی تراورتن، یک مصالح به شدت ناهمسان‌گرد ایجاد می‌کند و ممکن است به عنوان سنگ تراورتن «موج‌دار»^۱ (سنگ به‌گونه‌ای برش داده می‌شود که رگه‌های رنگی هوازدگی در نمای پرداخت شده نهایی سنگ قابل رویت است) یا سنگ تراورتن «بی‌موج»^۲ (در راستای موازی با رگه‌های صفحه‌ای برش داده می‌شود و هنگامی برش که به‌طور تصادفی انجام شود، اثر «گل‌دار»^۳ در نمای پرداخت شده نهایی سنگ دیده می‌شود)، به بازار عرضه شود.

۷-۷-۲ اکثر ویژگی مورد توجه تراورتن، بی‌تردید وجود منافذ و حفرات درون سنگ است. به‌طور معمول، این حفره‌ها با یک پرکننده سیمانی یا صمغی (رزینی)، برای افزایش دوام و تسهیل نگه‌داری مصالح، پر می‌شوند. هیچ استاندارد محدودکننده‌ای در مورد اندازه یا تناوب این حفره‌ها وجود ندارد و وجود این حفره‌ها به عنوان نقص مصالح نیست، بلکه صفت طبیعی این گروه سنگی خاص است.

۷-۷-۳ مصالح تراورتن از نرم‌ترین انواع سنگ ساختمانی هستند و به همین دلیل، به آسانی در مجموعه کارخانه و مجموعه‌های میدانی به کار گرفته می‌شوند. اکثر سنگ‌های این گروه مقاومت سایشی نسبتاً پائینی دارند. بهتر است قبل از انتخاب این مصالح برای کاربردهای در معرض سایش بالا مانند کف‌سازی در مناطق دارای ترافیک بالا یا پله‌های سنگی، مقاومت سایشی این مصالح تأیید شود.

۷-۷-۴ تعداد محدودی از مصالح تراورتن، برای کاربرد بیرونی به‌خصوص در کاربردهای افقی در معرض چرخه‌های یخ‌زدگی/یخ‌گشایی که تخلخل بالای سنگ در شرایط اشباع مشکل‌ساز می‌شود، مناسب هستند. سنگ تراورتن در انواع کاربردهای معماری و سنگ یادبود مورد استفاده قرار می‌گیرد. فهرستی از کاربردهای رایج به شرح زیر است:

معماری:

– نمای بیرونی/ دیوار پرده‌ای؛

– نمای داخلی؛

– کف‌سازی داخلی؛

1- Veiny
2- Fleuri
3- Flowery

– اثاثیه آشپزخانه؛

– آستانه پنجره/پایه‌ها.

۵-۷-۷ ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌های تراورتن، بر اساس انواع روش‌های آزمون تعیین می‌شوند. مقادیر حداکثر و حداقل الزامات فیزیکی مصالح تراورتن، به استاندارد ASTM C1527 مراجعه شود.

۶-۷-۷ موسسه مرمر آمریکا سنگ مرمر را در چهار گروه طبقه‌بندی می‌کند، بسیاری از سرپانتین‌ها به منظور مستند سازی روش‌های تقویت رایج و تکنیک‌های تعمیر استفاده شده بر روی این سنگ‌ها، در این سامانه طبقه‌بندی قرار می‌گیرند. به زیربند مربوط به سنگ مرمر، به زیربند ۲-۷ مراجعه شود.

۸ بودجه (مولفه‌های هزینه مصالح)

۱-۸ مقدمه

کل هزینه کاربرد سنگ نما، مجموع هزینه‌های اجزای مختلف آن است. یک درک صحیح از اجزای هزینه‌های اولیه در توسعه طراحی مؤثر هزینه‌ها، سودمند است.

۲-۸ آزمون

۱-۲-۸ گستره آزمون میدانی و آزمایشگاهی مورد نیاز برای یک پروژه معین، به وسیله عوامل زیادی، از جمله نوع و تنوع مصالح سنگی، نوع مهاربندی و سابقه عملکردی در دسترس هریک از اجزاء، کنترل می‌شود.

۲-۲-۸ هزینه آزمون مورد نیاز برای یک پروژه معین، می‌تواند بسیار متغیر باشد. در پروژه‌های کوچک‌تر، اغلب طراحی دست‌بالای سیستم، در مقایسه با به‌کارگیری یک برنامه آزمون گسترده به امید بهبود تمام اجزاء برای استفاده از ظرفیت مجاز کامل آن‌ها، مقرون به صرفه‌تر است.

۳-۸ مهندسی

۱-۳-۸ مسئول اختیارات مهندسی برای طراحی سنگ، ممکن است مدیر فعالیت‌های مربوط نیز باشد. چنین فعالیت‌هایی ممکن است شامل نقشه‌های دقیق، برنامه‌های آزمون، نظارت‌های تولید/ عرضه، یا سایر فعالیت‌ها، یا ترکیبی از آن باشد.

۲-۳-۸ بهتر است طرح مهندسی، به وسیله متخصصان باتجربه در طراحی نمای سنگ تهیه شود. درحالی که این هزینه ممکن است بخش قابل توجهی از کل هزینه باشد، یک متخصص به‌طور معمول می‌تواند جزئیات طرح برتر را تهیه کند و به یک طرح منطقی بلندمدت اقتصادی دست پیدا کند. مقداری صرفه

اقتصادی ممکن است از طریق درگیر کردن منابع ارائه شده توسط تامین کنندگان از قبیل تولیدکنندگان و سازندگان مهاربندی به کارگیرنده متخصصان طراحی، که می‌تواند پشتیبانی فنی ارائه دهند، به دست آید.

۸-۴ نقشه‌های دقیق

۸-۴-۱ یک نقشه دقیق، یک ترسیم بسیار دقیق است که سنگ ساختمانی خالص، ابعاد اتصال، موقعیت‌ها و راستاهای مهاربندی و جزئیات ارتباط با سایر اجزاء ساختمان را نشان می‌دهد. به دلیل اینکه فرآورده‌های سنگی به‌طور معمول در کارخانه ساخته می‌شوند، نقشه‌های دقیق در کل پروژه‌های سنگی مورد نیاز است. هزینه تهیه این اسناد ساخت و ساز نسبتاً کم است، اما اغلب در هزینه سامانه نما، از آن چشم‌پوشی می‌شود.

۸-۴-۲ نقشه‌های دقیق اغلب توسط تولیدکننده مصالح تهیه می‌شوند، اما آن‌ها ممکن است توسط گروه مستقلی تهیه شوند. هنگامی که نقشه‌ها توسط یک گروه مستقل تهیه می‌شود، مهم است که تامین‌کننده این سرویس، با قابلیت‌ها و محدودیت‌های هردو جنبه تولید و ماشین‌آلات تولیدکننده آشنا باشد و قبل از ارائه نقشه‌ها، تولیدکننده آن‌ها را بازبینی کند.

۸-۵ استخراج سنگ

هزینه استخراج انواع سنگ ساختمانی، بسیار متغیر است. یکنواختی و پیوستگی ذخیره سنگ، بر محصول اثر می‌گذارد، که این یک عامل اولیه در تعیین هزینه واحد مصالح است. دسترسی به محل معدن، در دسترس بودن نیروی کار محلی، حق امتیاز حقوق مواد معدنی و مسئولیت‌های بازسازی زمین نیز عواملی هستند بر هزینه خام تولید موثر هستند.

۸-۶ حمل‌ونقل به سمت امکانات ساخت

۸-۶-۱ بازده ساخت فرآورده‌های سنگی بسیار کم و اغلب زیر ۵۰٪ است. هزینه حمل‌ونقل بلوک‌های اولیه به محل کارخانه بسیار زیاد است، به خاطر اینکه شامل هر دو هزینه حمل‌ونقل مصالح قابل استفاده و بخش‌های غیر قابل استفاده آن است.

۸-۶-۲ حمل‌ونقل ممکن است بین قاره‌ای باشد و نیاز به هر دو نوع حمل‌ونقل زمینی و دریایی را الزام کند.

۸-۷ ساخت

۸-۷-۱ به‌طور طبیعی بریدن اسلب‌ها از پانل‌های استخراجی، اولین عملیات در محل تولید و به‌طور معمول یکی از پرهزینه‌ترین عملیات در تولید سنگ ساختمانی است.

۸-۷-۲ به‌طور معمول اجرای پرداخت نما، بلافاصله بعد از بریدن اسلب‌ها انجام می‌شود.

۸-۷-۳ برش اسلب‌ها به اندازه مورد نیاز نهایی پانل‌های ساختمان، عملیات نسبتاً کم هزینه‌ای است. به هر حال در این مرحله بازده مصالح مشخص می‌شود. ایجاد اندازه‌های تیپیک یا اندازه‌های هماهنگ در طراحی ساختمان که حداکثر کاربرد اندازه‌های تیپیک اسلب‌های سنگی مصالح انتخاب شده را در پی دارد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای هزینه‌ها را کاهش می‌دهد.

۸-۷-۴ پرداخت لبه، مانند لبه‌های صیقل داده شده، پخ‌ها، شیارها، پس از برش صفحه به اندازه مورد نیاز، انجام می‌گیرد. هزینه فرآوری لبه بسته به نوع فرآوری تعیین شده و همچنین تجهیزات موجود برای تولید، تا حد زیادی متفاوت است. ماشین‌آلات نوین با ابزار خاص برای تکمیل کار عملیات ابزارزنی به‌طور خیلی موثر انجام به کار گرفته می‌شوند.

۸-۷-۵ آماده‌سازی پانل سنگ برای سازگاری با یراق‌آلات مهارکننده می‌تواند در طی نصب و به‌صورت برجا انجام شود، اما کنترل هزینه و کیفیت مطلوب تکمیل این فعالیت توسط تولیدکننده فراهم می‌شود. تحقیق در مورد نیم‌رخ‌های استاندارد تولیدکننده و محل آماده‌سازی مهاری‌ها و طراحی یراق‌آلات مربوط به این استانداردها، منجر به پس انداز هزینه‌ها برای پروژه می‌شود.

۸-۷-۶ پروژه ممکن است اقلام ویژه مانند حکاکی، متن یا گرافیک، برش مقطع، یا پرداخت‌های چندگانه روی یک قطعه سنگ، نیاز داشته باشد. این اجزاء می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی هزینه داشته باشد.

۸-۷-۷ بسته‌بندی، همچنین به‌صورت «بندیل» یا «جعبه‌بندی» مصالح پراخت شده، توسط تولیدکننده انجام می‌شود. پیچیدگی و در نتیجه هزینه بسته‌بندی می‌تواند روش حمل‌ونقل (کامیون، راه‌آهن، یا حمل‌ونقل دریایی)، ملاحظات جابجایی در محل پروژه، یا پیش‌بینی انبارش گستره مصالح را تحت تاثیر قرار دهد.

۸-۸ یراق‌آلات مهارکننده و تکیه‌گاه

۸-۸-۱ یراق‌آلات مهارکننده ممکن است توسط تولیدکننده، نصب کننده و یا یک گروه سوم تامین شوند. این احتمال وجود دارد که تامین کننده یراق‌آلات مهارکننده برخی تنظیمات استاندارد برای آماده‌سازی الزامات اتصال مشترک را ارائه دهد. استفاده از اقلام این یراق‌آلات استاندارد، در کاهش هزینه‌ها کمک کننده خواهد بود.

۸-۹ حمل و نقل به محل پروژه

۸-۹-۱ هزینه حمل‌ونقل تحمیل شده بر تولیدکننده در پروژه، به‌توسط فاصله بین دو محل کنترل می‌شود. این حمل‌ونقل می‌تواند بین قاره‌ای باشد، در این صورت نیاز به هر دو نوع حمل‌ونقل زمین و دریایی برای مصالح وجود دارد.

۸-۹-۳ برنامه زمان‌بندی ساخت و شرایط محل پروژه ممکن است نیاز به انبارش موقت مصالح را دیکته کند که این موضوع منجر به هزینه و جابجایی اضافی می‌شود.

۸-۱۰ نصب

نصب سنگ ساختمانی مستلزم تغییرات زیادی است که به اندازه کافی در دامنه این راهنما اشاره شده است. طراح برای برآورد هزینه‌های نصب، با پیمانکاران محلی نصب مشورت می‌کند تا هزینه‌های نصب، براساس پروژه‌های مشابه قبلاً تکمیل شده برآورد شود.

۸-۱۱ فرآوری اتصال

به‌طور کلی درزبندی یا بندکشی درزهای سنگ، مشمول هزینه‌های نصب است. در بعضی پروژه‌ها ممکن است این کار به طرف دیگری واگذار شود.

۸-۱۲ تمیز کردن و حفاظت

از آنجا که بعد از نصب سنگ فعالیت ساخت و ساز دیگری در محل پروژه انجام می‌شود، به‌طور معمول نیاز است که برای حفاظت از سنگ در برابر آسیب و قبل از پذیرش توسط مالک، سنگ نصب و پرداخت شده توسط عملیات‌ها یا روش‌های دیگری تمیزکاری شود.

۹ پرداخت

۹-۱ مقدمه

۹-۱-۱ پرداخت‌های در دسترس بین تولیدکنندگان متفاوت خواهند بود. پرداخت‌های فهرست شده در اینجا، پرداخت‌های اجرا شده در صنعت هستند.

۹-۱-۲ بسیاری از تولیدکنندگان پرداخت‌های استاندارد متنوعی را به ارائه می‌کنند، این موضوع اغلب با پرداخت به وسیله فشار آب بالا یا برس ساینده اتفاق می‌افتد. در اغلب موارد، این پرداخت‌ها، پرداخت‌های اختصاصی در دسترس از یک منبع خواهند بود. بهترین راه‌حل این است که است که قبل از مشخص کردن یک ماده یا ترکیبی از پرداخت‌کننده‌ها با تولیدکننده برای اطمینان از در دسترس بودن آن مشورت شود.

۹-۱-۳ جدول ۲ برای ارجاع به قابلیت کاربرد پرداخت‌های مختلف برای انواع مصالح سنگی مختلف ارائه شده است.

۹-۲ انواع پرداخت‌ها

در این بخش فهرست رایج‌ترین پرداخت‌های در دسترس همراه با نام صنعتی آن‌ها ارائه شده است.

۹-۲-۱ صیقلی^۱، پرداخت صیقلی یک پرداخت صاف، براق و بسیار بازتابنده است که توسط سایش مکانیکی و صیقل کاری ایجاد می‌شود.

۹-۲-۲ صاف^۲، پرداخت صاف و غیر بازتابنده که با درجات مختلفی از سایش مکانیکی ایجاد می‌شود.

۹-۲-۳ حرارتی^۳ (شعله‌ای^۴)، این پرداخت در گرانیت، شبه‌گرانیت، سنگ بر پایه کوارتز، مصالح سنگ- و دولومیت است که با قرار گرفتن کوتاه مدت سنگ در معرض یک شعله دمای بالا ایجاد می‌شود. این فرآیند منجر به لایه‌برداری از سطح می‌شود و یک پرداخت بافت‌دار ایجاد می‌کند.

۹-۲-۴ ماسه‌پاشی^۵، با عنوان پرداخت «غباری» نامیده می‌شود پرداخت ماسه‌پاشی توسط «ماسه‌پاشی» مصالح دارای ذرات ساینده با سرعت بالا بر روی سنگ ایجاد می‌شود. نتیجه پرداخت یک سطح ریزبافت است که به‌طور کلی ظاهر روشن‌تر نسبت به سنگ فرآوری نشده دارد. ویژگی‌های بصری مانند رنگ و رگه‌بندی در این پرداخت مهم نیستند.

۹-۲-۵ تیشه‌ای، این پرداخت با یک چکش بادی و یک نوک کاربرد دارای نقاط متعدد ایجاد می‌شود. پرداخت نهایی یک سطح بافت‌دار دارای برجستگی‌های با چندین میلی‌متر است. راستای کاربرد پرداخت ممکن است در تولید نهایی مشاهده شود.

۹-۲-۷ برش ۶ / ۸ (یا نقطه ۶ / ۸)، این پرداخت با یک چکش بادی و یک نوک کاربرد حفاری دارای (۶ یا ۸) تیغه مستقیم با فاصله نزدیک ایجاد می‌شود. به‌خاطر پیمایش چکش بادی بر روی سنگ، اسکنه بین ۱۰° تا ۳۰° می‌چرخد و یک اثر جناغی ایجاد می‌کند.

۹-۲-۸ شکافته، پرداخت شکافته، هنگامی که سنگ شکسته می‌شود، به سطح طبیعی باقی‌مانده سنگ اشاره دارد. شکستن سنگ با ورود گوه به سنگ انجام می‌شود. به‌طور معمول مصالح با سطوح شکافته در ارتفاعات طبقه پایین نصب می‌شوند و با الگوی مشابه با آجر ساختمانی قرار داده می‌شوند.

۹-۲-۹ نماسنگ، این اصطلاح پرداختی را توصیف می‌کند که یک تزئین بر روی سطح شکافته انجام شده است.

۹-۲-۱۰ نرم، (هم‌چنین به عنوان «نرم ماشینی» یا «سطح الماسی» نامیده می‌شود)، این یک سطح صاف با حداقل ناهمواری‌ها در سطح است. این پرداخت می‌تواند با سنگ‌زنی یا سنباده‌کاری به دست آید.

۹-۲-۱۱ اره‌بر، پرداخت اره‌بر یک اصطلاح کلی برای توصیف سطحی است که ساچمه‌بر، ماسه‌بر یا الماس‌بر شده است و نسبتاً خشن‌تر از سطح صاف یا نرم است.

1- Polish

2- Honed finish

3- Thermal (flamed)

4- flamed

5- Sand Blasted finish

۹-۲-۱۲ شکاف طبیعی، سطح شکاف طبیعی با تقسیم مصالح در امتداد سطح کلیواژ طبیعی آنها به دست می‌آیند. به‌طور معمول پرداخت شکاف طبیعی در سنگ‌لوح‌ها دیده می‌شود، در حالی که در برخی انواع دیگر سنگ نیز وجود دارد. ماسه‌پاشی، پرداخت مات، غیربازتابنده دارای الگوی دانه‌بندی یا نقطه‌چین کم قابل مشاهده روی سطح سنگ است.

۹-۲-۱۳ ماشین‌ساب، سطح نرمی است که با سرهای سایش کروی ایجاد می‌شود. درجه نرمی ممکن است از یک تولیدکننده به تولیدکننده دیگر متفاوت باشد. در برخی مصالح دارای این پرداخت صیقل ضعیف، نشانه‌های چرخش الگوی کروی ممکن است قابل رویت باشد.

۹-۲-۱۴ لایه‌های طبیعی (معدن‌نما)، یک پرداخت زبر، ناهموار مشابه با نمای شکافته است، اما سطح سنگ به‌صورت رخداد طبیعی در لایه بالای سازند رسوبی، رگه معدن سنگ و صفحه لایه‌بندی است.

۹-۲-۱۵ ابزاری، یک پرداخت با الگوی دارای بافت خطی، دارای شیارهای مقعر موازی به‌طور معمول (۴، ۶) یا (۳) میلی‌متری در مرکز است (۴، ۶ یا ۸) شیار در هر ۲/۵۴ cm (یک اینچ).

جدول ۲- قابلیت کاربرد انواع پرداخت‌ها برای انواع سنگ‌های مختلف

سنگ لوح	برپایه کوارتز	سنگ آهک	مرمر	گرانیت	
		× ^A	×	×	صیقلی
×	×	×	×	×	صاف
×	×	× ^C		× ^B	حرارتی (شعله‌ای)
×	×	×	×	×	ماسه‌پاشی
×	×	×	×	×	تیشه‌ای ^۱
	×	×	×	×	شکافته ^۲
	×	×	×	×	نماسنگ ^۳
×	×	×			نرم ^۴
×	×	×		× ^D	اره‌بر ^۵
×	×	×		E	شکاف طبیعی ^۶
×			×		ماسه‌سائی ^۷
×		×			ماشین ساب ^۸
	×	×		×	لایه طبیعی ^۹
^A یک پرداخت صیقلی در تمام انواع سنگ‌آهک‌ها قابل دست‌یابی نیست. ^B برخی سنگ‌ها در گروه گرانیت وجود دارند که پرداخت حرارتی به خود نمی‌گیرند. ^C پرداخت حرارتی در سنگ‌آهک‌ها محدود به انواع سنگ‌آهک دولومیتی می‌شود. ^D پرداخت اره‌بر در گرانیت‌ها در برخی موارد با بعضی انواع غنی‌سازی‌های اضافی مثلاً آب یا ماسه‌پاشی، عمل‌آوری می‌شوند. ^E شکاف طبیعی به پرداخت شکافته در گرانیت‌های اشاره دارد.					

۱۰ ارزیابی محیط‌زیستی کاربرد پیشنهاد شده

۱-۱۰ مقدمه

تصمیم برای استفاده از سنگ ساختمانی به‌عنوان یک جزء در ساختمان الزام می‌کند که طراح اثرات آن بر فرآورده سنگ ساختمانی را ارزیابی کند. جهت تضمین عملکرد رضایت‌بخش در تمام عمر پیش‌بینی شده ساختمان، ممکن است طراحی ساختار ساختمان، اجزاء مرتبط و واحدهای سنگ ساختمانی نیاز به تغییر داشته باشند.

-
- 1- Bush hammered finish
 - 2- Split
 - 3- Rock face
 - 4- Smooth
 - 5- Sawn finish
 - 6- Natural cleft finish
 - 7- Sand rubbed
 - 8- Machine gaged
 - 9- Natural strata

۱۰-۲ حرکت‌های ساختمان

واحد‌های سنگ ساختمانی مصالحی صلب و شکننده هستند. به همین دلیل، آن‌ها با تغییرات ابعادی زیاد در واحد سنگ منفرد سازگار نمی‌شوند. اسکلت ساختمان‌های مدرن به‌طور مداوم در واکنش به بارهای مختلف اعمالی روی آن‌ها جابجا می‌شود. برای سازگاری جابجایی‌ها در چهارچوب ساختمان، درزهای «نرم» بین بعضی یا تمام واحد‌های سنگ ساختمانی مورد نیاز است. بهتر است اندازه و فراوانی این درزها به‌وسیله تغییرات ابعادی قابل پیش‌بینی در چهارچوب ساختمان، انبساط‌ها و انقباض‌ها و قابلیت‌های برشی مصالح پرکننده درزه تعیین شود.

۱۰-۳ انبساط حرارتی

۱۰-۳-۱ گرمایش و سرمایش تفاضلی انواع اجزاء در چهارچوب ساختمان و پوسته، تغییرات ابعادی ایجاد می‌کند که باید در طراحی سامانه سنگ در نظر گرفته شوند. به‌طور معمول این جابجایی‌ها با استفاده از درز نرم سازگار می‌شوند، اندازه و فراوانی این درزها به‌وسیله تغییرات ابعادی قابل پیش‌بینی در چهارچوب ساختمان، انبساط‌ها و انقباض‌ها و قابلیت‌های برشی مصالح پرکننده درز تعیین شود.

۱۰-۳-۲ تغییرات دمایی بین واحد‌های سنگ، به‌خصوص سنگ‌های قرار گرفته در معرض مستقیم نور خورشید کامل یا جزئی، می‌تواند موجب بالا رفتن دمای سنگ و القای تنش‌های خمشی در واحد سنگی شود که معادل یا بیش‌تر از بارهای باد باشد. بهتر است این موضوع در طراحی برای ضخامت پانل و ظرفیت مهاریه‌ها در نظر گرفته شود.

۱۰-۴ رواداری‌های ساخت و تولید

لازم است تا سامانه اتصال واحد سنگ ساختمانی توانایی تنظیم موثر برای سازگاری با رواداری‌های تجمعی ساخت، شرایط میدانی و نصب تمام اجزا را داشته باشد. این قابلیت تنظیم، بیش از ۲۵ mm غیر معمول نیست. اختیارات مهندسی برای سامانه باید توانایی سیستم برای تحمل تمام بارهای قابل پیش‌بینی در حدود فراتر از تنظیمات آن را تحلیل کند.

۱۰-۵ بار ناشی از باد

۱۰-۵-۱ ممکن است واحد نما فلزی سنگ مدرن خیلی بزرگ باشد، بارگذاری باد یکی از نیروهای اصلی برای استحکام در طراحی سامانه است. بهتر است تنش ناشی از بارگذاری باد، در طراحی ضخامت پانل و ظرفیت مهارکنندگی، در نظر گرفته شود. برای پانل‌های سنگی دارای هندسه پیچیده یا مهارکننده‌های حد واسط، ممکن است برای مدلسازی نیاز به تغییر شکل باشد تا بارهای واقعی در هر موقعیت مهارکننده هنگام قرارگرفتن در معرض حداکثر باد، را نشان دهد.

۱۰-۵-۲ تجزیه و تحلیل مستقل بارهای گرانش و بارهای باد ممکن است به اندازه کافی اثرات هر دو بار را به صورت ترکیبی نشان ندهد. با توجه به هندسه مونتاژ مهارکننده، بارهای باد می تواند موجب افزایش یا کاهش بارهای عمودی روی مهارکننده شوند. این موضوع نیاز به تجزیه و تحلیل سامانه مهارکننده با گرانش همزمان و بارهای باد مثبت / منفی را الزام می کند.

۱۰-۶ بارهای لرزه ای

۱۰-۶-۱ بارهای لرزه ای، به خصوص بر روی پانل های سنگی ضخیم، می توانند فراتر از بارهای باد باشند. برخلاف بارهای بادی، بارهای لرزه ای می توانند عمود یا موازی با نمای ساختمان اعمال شوند. ممکن است برای استحکام در برابر بارهایی که افقی اما موازی با ظاهر ساختمان هستند (این راستای بارگذاری در مناطق غیر لرزه ای پیدا نمی شود) مهارهای ویژه مورد نیاز باشند.

۱۰-۶-۲ علاوه بر بارهای ساکن، قابلیت حرکت طبقه داخلی چهارچوب ساختمان یک نگرش در طراحی لرزه ای است. مهارهای محدودکننده باید ظرفیت لغزش کافی برای سازگاری با چیدمان متوازی الاضلاع چهارچوب ساختمان را داشته باشد.

۱۰-۶-۳ استفاده از درزهای نرم در مناطق لرزه ای الزام شده است. چنین درزهایی باید انقباض، انبساط و جابه جایی های برشب مصالح پرکننده درز را سازگار کنند.

۱۰-۷ بارهای ترافیکی

۱۰-۷-۱ بارهای ترافیکی، یا هر بار متمرکز روی سنگ پوششی، مطالعه گسترده ای نیاز دارد. باید ابتدا سنگین ترین بار پیش بینی شده برای هر جای پای تعیین شود. سپس تاثیر آن روی سنگ فرش قرار گرفته در معرض بار، از جمله بار دینامیکی، باید برای هر موقعیت و راستای قابل تصور بار، تجزیه و تحلیل شود.

۱۰-۷-۲ جامع ترین روش برای این کار یک تحلیل رایانه ای اجزاء محدود (FEA)^۱ است. همبستگی بسیار خوبی بین نتایج FEA و آزمون های مخرب آزمایشگاهی وجود دارد.

۱۰-۸ هوازدگی

۱۰-۸-۱ به طور کلی فرآورده های سنگ طبیعی، مقاومت قابل توجه برای قرارگرفتن در معرض آب و هوا دارند. بعضی انواع سنگ ساختمانی دارای مشخصات هوازدگی با مطلوبیت کمتر وجود دارند و بعضی شرایط آب و هوایی خاص نیز وجود دارد که ممکن است برای انواع سنگ خطرناک باشد.

۱۰-۸-۲ بهتر است طراح در مورد عملکرد قطعات ویژه سنگ خاص در محیط آب و هوایی مشابه یا یکسان بر روی سازه های موجود تحقیق و مطالعه کند. اگر تامین کنندگان سنگ ساختمانی بانک های اطلاعاتی

1- Finite Element Analysis (FEA)

پروژه‌های موجود را نگهداری می‌کنند و به اشتراک می‌گذارند که هرکس که بخواهد اطلاعات عملکردی کاربردهای موجود را مطالعه کند.

۱۰-۹ دوام پیش‌بینی شده

۱۰-۹-۱ همان‌گونه که سنگ قدیمی‌ترین مصالح ساختمانی شناخته شده برای انسان است، بسیاری از قدیمی‌ترین سازه‌ها در هر جامعه از پوشش مناسب از بعضی انواع تولید سنگ ساخته شده‌اند. با این حال، کاربردهای معماری مدرن سنگ، که پانل‌های نسبتاً نازک بر استحکام خمشی سنگ تکیه دارند، درک بیش‌تر برخی ویژگی‌های که برای کوپ، سازه‌های سنگی باربر نیاز است را الزام می‌کند. علاوه بر این، روش‌های مدرن ساخت و ساز شامل اجزاء و مصالح مرتبط با سنگ ساختمانی نیز هستند که برخی از این مصالح ممکن است عمر خدمات‌دهی کوتاه‌تر از سنگ داشته باشند.

۱۰-۹-۱ عمر خدمات‌دهی مطلوب ساختمان از قبل تعیین می‌شود، طراح باید که مطمئن شود که کلیه اجزا عمر خدمات‌دهی را برآورده می‌کنند یا عمر خدمات‌دهی بیش‌تری دارند، یا از طریق عملیات تعمیر و نگهداری منظم به آسانی قابل تعمیر/قابل تعویض هستند. تمام موارد پنهان، مانند تکیه‌گاه و یراق‌آلات مهارکننده باید از یک ماده مقاوم در برابر خوردگی و بادوام ساخته شوند که عمر خدمات‌دهی قابل پیش‌بینی ساختمان را تامین کند.

۱۱ آزمون سنگ ساختمانی

۱۱-۱ روش‌های آزمون زیادی برای سنگ ساختمانی وجود دارد که برخی از مهم‌ترین آن‌ها در زیر اشاره می‌شود:

۱۱-۱-۱ روش آزمون استاندارد ASTM C97، این روش آزمون، روش جذب آب و چگالی حجمی تمام انواع سنگ ساختمانی، به جز سنگ‌لوح را تعیین می‌کند. آزمون‌ها ممکن است به شکل مکعب، منشور مستطیل، استوانه‌ای و یا هر شکل منظم دارای کوچکترین بعد حداقل ۵۱ mm و بزرگ‌ترین بعد حداکثر ۷۶ mm و نسبت مساحت سطح منطقه به حجم حداقل ۰/۳ و حداکثر ۰/۵ هستند. برای کلیه سطوح یک پرداخت اره‌بر ایجاد می‌شوند.

۱۱-۱-۲ روش آزمون استاندارد ASTM C99، این روش آزمون، روش تعیین مدول گسیختگی تمام انواع سنگ ساختمانی به جز سنگ‌لوح را تعیین می‌کند. مدول گسیختگی به صورت تنش شکست خمشی سنگ با ضخامت ۷۵ mm و عرض ۱۰۲ mm و طول تیر ۲۰۳ mm، با تکیه‌گاه‌های ساده با فاصله‌داری ۱۷۸ mm و بارگذاری شده در مرکز تعیین می‌شود.

یک پرداخت سطح صاف برای تمام سطوح ایجاد می‌شود. به طور معمول روش‌های آزمون بر روی نمونه‌های خشک و مرطوب با تکیه‌گاه موازی و عمود بر ریف‌ت سنگ یا سطوح لایه‌بندی انجام می‌شوند.

۱-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C120

۱-۳-۱-۱۱ این روش آزمون، بار شکست، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته خمشی سازه‌ای، الکتریکی و سنگ‌لوح سقف‌سازی را تعیین می‌کند. آزمون‌های سنگ‌لوح سازه‌ای، الکتریکی از آزمون دارای ضخامت mm ۲۵، عرض mm ۳۲، طول آزمون mm ۳۰۵ قرار گرفته بر روی تکیه‌گاه‌های ساده با فاصله‌داری mm ۲۵۴ و بارگذاری شده در مرکز، استفاده می‌کند. یک پرداخت سطح صاف برای تمام سطوح ایجاد می‌شود. به‌طور معمول روش‌های آزمون بر روی نمونه‌های خشک و مرطوب با تکیه‌گاه موازی و عمود بر سطوح لایه‌بندی انجام می‌شوند.

۲-۳-۱-۱۱ در روش‌های آزمون سنگ‌لوح سقف‌سازی، آزمون‌های (mm ۱۰۰ × mm ۱۲۵) مستطیلی دارای نمای شکافته و ضخامت حداقل mm ۵ استفاده می‌شود. آزمون‌ها بر روی تکیه‌گاه‌های با فاصله دهانه mm ۵۱ قرار داده می‌شوند و بارگذاری در مرکز آن‌ها انجام می‌شود. به‌طور معمول، روش‌های آزمون بر روی آزمون‌های خشک با تکیه‌گاه‌های موازی و عمودی بر صفحات لایه‌بندی سنگ انجام می‌شوند.

۴-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C121، این روش آزمون جذب آب سنگ‌لوح را تعیین می‌کند. آزمون‌های مربع یا مستطیلی با ضخامت mm ۵ تا mm ۸ با وجوه شکافته شده و اندازه حداقل mm ۱۰۲ در هر طرف، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C170، این روش آزمون تاب فشاری تمام سنگ ساختمانی‌ها را تعیین می‌کند. تاب فشاری به‌صورت تنش شکست تحت فشار تک‌محوره گزارش می‌شود. آزمون‌ها ممکن است مکعبی، منشور مستطیل، یا استوانه‌هایی با قطر یا بعد جانبی حداقل mm ۵۱ و نسبت ارتفاع به قطر یا ارتفاع به بعد جانبی حداقل ۱:۱ باشند. به‌طور معمول، این روش بر روی آزمون‌های خشک و مرطوب با بار فشاری موازی و عمود اعمال شده بر ریفت سنگ یا صفحات لایه‌بندی سنگ انجام می‌شود.

۶-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C217، دو روش آزمون برای تعیین استحکام در برابر هوازدهی سنگ‌لوح را ارائه می‌دهد. استحکام سنگ‌لوح در برابر هوازدهی بر اساس عمق نرم‌شدگی ناشی از غوطه‌ور کردن سنگ در محلول اسید سولفوریک ۱٪ و اندازه‌گیری آن با استفاده از آزمون گر خراش‌انداز یا خراش‌اندازی دستی تعیین می‌شود. آزمون‌های با ابعاد آزمون‌های (mm ۵۱ × mm ۱۰۲) با وجوه شکافته شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C241، این روش آزمون مقاومت سایشی تمام انواع سنگ ساختمانی را تعیین می‌کند که در آن، سایش در اثر تردد پا ایجاد می‌شود. در این روش از آزمون‌های مربعی با ابعاد (mm ۵۱ × mm ۲۵) با وجوه اهر بر استفاده می‌شود. مقاومت سایشی بر اساس یک نسبت بی بعد مربوط به افت وزن ایجاد شده در طی ۲۲۵ دوره سنگ‌زنی در یک دستگاه آزمون اختصاصی ساخته شده با ماده ساینده از قبل تعیین شده، گزارش می‌شود. هنگامی که ماده ساینده از قبل تعیین شده در در دسترس نباشد و با یک ماده دیگر جایگزین شود، موجب ارائه مقادیر آزمون کم‌تر می‌شود. روش آزمون استاندارد

ASTM C1353، سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد با استفاده از دستگاه سایش تیبر، یک روش جایگزین برای این روش است.

۸-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C880، این روش آزمون استحکام خمشی تمام سنگ‌های ساختمانی به جز سنگ‌لوح را تعیین می‌کند. استحکام خمشی برای آزمون‌های استاندارد، مقاومت شکست خمشی آزمون با ضخامت ۳۲ mm، عرض ۱۰۲ mm، طول تیر ۳۸۱ mm با تکیه‌گاه دارای فاصله دهانه ۳۲۰ mm و بارگذاری چهار نقطه، گزارش می‌شود. یک پرداخت سطح نرم از پیش تعیین شده برای تمام وجوه انجام می‌شود. آزمون‌های با ضخامت و پرداخت‌های سطح مشخص برای استفاده بر روی پروژه ساختمانی ویژه می‌تواند نیز می‌تواند استفاده شود. به‌طور معمول، روش‌های آزمون بر روی آزمون‌های خشک و مرطوب با تکیه‌گاه‌های موازی یا عمود بر ریفت سنگ یا صفحات لایه‌بندی سنگ انجام می‌شود.

۹-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C1201، این روش آزمون عملکرد سازه‌ای سامانه‌های نمای سنگ ساختمانی را بر اساس اختلافات فشار هوای استاتیک مثبت و منفی یکنواخت تعیین می‌کند. عملکرد این سامانه‌ها با استفاده از یک محفظه آزمون برای نمایش تاثیر بارهای باد روی اجزاء سطح بیرونی ساختمان انجام می‌شود. تمام قطعات آزمون‌ها با اندازه هماهنگ، با استفاده از مصالح، پرداخت‌های مصالح، جزئیات و روش‌های مهاربندی استفاده شده/برنامه‌ریزی شده یکسان، برای یک پروژه ساختمانی ویژه تعیین می‌شود. به‌طور معمول، روش‌های آزمون بر روی آزمون‌های سنگی خشک انجام می‌شوند با این حال ممکن است آزمون‌های مرطوب نیز انجام شود.

۱۰-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C1352، این روش آزمون مدول الاستیسیته خمشی تمام سنگ‌های ساختمانی، به جز سنگ‌لوح را تعیین می‌کند. مدول الاستیسیته خمشی برای آزمون‌های استاندارد بر اساس شیب منحنی بار/ انحنای آزمون سنگ با ضخامت ۳۲ mm، عرض ۱۰۲ mm، طول تیر ۳۸۱ mm با تکیه‌گاه با فاصله دهانه ۳۲۰ mm و بارگذاری چهار نقطه، گزارش می‌شود. یک پرداخت سطح نرم برای تمام وجوه انجام می‌شود. آزمون‌ها با ضخامت و پرداخت‌های سطح مشخص شده برای استفاده بر روی پروژه ساختمانی نیز می‌تواند استفاده شود. به‌طور معمول، روش‌های آزمون بر روی آزمون‌های خشک و مرطوب با تکیه‌گاه‌های موازی یا عمودی بر ریفت سنگ یا صفحات لایه‌بندی سنگ انجام می‌شود.

۱۱-۱-۱۱ روش آزمون استاندارد ASTM C1353، این روش آزمون مقاومت سایشی تمام انواع سنگ ساختمانی مورد استفاده برای کف‌ها، پله‌ها و کاربردهای مشابه را تعیین می‌کند. مقاومت سایشی بر اساس سایش ناشی از تردد پا تعیین می‌شود. مقاومت سایشی بر اساس یک نسبت بی بعد مربوط به افت وزن ایجاد شده در طی ۱۰۰۰ چرخه سنگ‌زنی در دستگاه مجهز به چرخ‌های ساینده گزارش می‌شود. آزمون‌های استاندارد مربعی با ابعاد ۱۰۲ mm و ضخامت ۱۰ mm دارای وجوه نرم مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، آزمون‌های با پرداخت‌های سطح مشخص شده برای استفاده بر روی یک پروژه ساختمانی ویژه نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱-۱-۱۲ روش آزمون استاندارد ASTM C1354، این روش آزمون استحکام نهایی سنگ در نقاط مهاربندی را تعیین می کند. این روش آزمون برای نشان دادن اندرکنش مهاری با پانل سنگی در نظر گرفته شده است، با این حال به عنوان یک روش آزمون برای تعیین استحکام هم گذاری کل مهاری ها مکانیکی مد نظر نیست. تاثیر ساختار تکیه گاه پستی، در تجهیزات آزمون گنجانده نمی شود. به طور معمول، روش های آزمون بر روی آزمون های سنگی خشک انجام می شوند با این حال ممکن است آزمون های مرطوب نیز انجام شود.

۱۱-۲ برای مشاهده نمودار قابلیت کاربرد روش های آزمون، به شکل ۱ مراجعه شود.

روش های آزمون										کاربرد
استاندارد ASTM D2203: لکه زایی درزگیرهای اتصال ^۸	استاندارد ASTM C1721: بررسی سنگ نگاری	استاندارد ASTM C1354: مهاربندی منفرد	استاندارد ASTM C1352: مدول الاستیسیته ^۷	استاندارد ASTM C1201: عملکرد سازه های نما ^۶	استاندارد ASTM C 880: مقاومت خمشی، استاندارد ASTM C99: مدول گسیختگی، استاندارد ASTM C120: آزمون خمشی سنگ لوح ^۵	استاندارد ASTM C1353: مقاومت در برابر سایش ^۴	استاندارد ASTM C217: هوازدگی شتاب یافته (فقط سنگ-)	استاندارد ASTM C170: مقاومت فشاری ^۲	استاندارد ASTM C97 (C 121): جذب/چگالی ^۱	
×	×				×	×		×	×	
×	×				×			×	×	
×	×	×			×		×	×	×	
					×		×		×	
×	×				×	×		×	×	
×	×		×		×	×		×	×	
×	×	×			×			×	×	
×	×	×	×	×	×			×	×	

جذب سنگ لوح هادر هر روش آزمون ، آزمون شده است.

به دلیل این که مقاومت فشاری یک راهنمای کلی در مورد عملکرد نسبی سنگ ارائه می دهد، این آزمون برای کلیه انواع سنگ ها توصیه شده است.

در حال حاضر هیچ آزمون استاندارد برای آزمون های هوازدگی انواع سنگ ساختمانی، به جز سنگ لوح، وجود ندارد.

وسایل آزمون برای روش آزمون استاندارد ASTM C1353، نسبت به وسایل مورد نیاز برای روش آزمون استاندارد ASTM C241 در دسترس تر هستند. اما برای سنگ های سخت مانند گرانیت، کوارتزیت و سرپانتین، ممکن است روش آزمون استاندارد ASTM C241 الزام شده باشد زیرا روش آزمون استاندارد ASTM C1353 برای آزمون سنگ های سخت تر ناتوان است.

روش آزمون استاندارد ASTM C880 برای تعیین مقاومت خمشی سنگ ساختمانی ارجحیت دارد. برای تعیین مدول گسیختگی و مقاومت خمشی سنگ لوح از استاندارد ASTM C120 استفاده می شود. روش آزمون استاندارد ASTM C99 برای تعیین مدول گسیختگی، ممکن است در آزمون سطوح بیرونی تردد وسایل نقلیه، کوپ و تزئین و سنگ های رسوبی با ضخامت ۵۰ تا ۸۰ mm یا بیش تر استفاده شود.

روش آزمون استاندارد ASTM C1201، ممکن است توسط مهندس طراحی نما الزام شده باشد.

داده های مدول الاستیسیته برای مدول های خاص آنالیز (روش اجزا محدود)، هم چنین برای برخی کاربردهای صنعتی خیلی خاص از سنگ ساختمانی الزام شده است.

روش آزمون استاندارد ASTM D2203 فقط هنگام استفاده از درزگیر اتصال بر پایه سیلیکون با سابقه سازگاری معلوم، الزام شده است.

اگر تنش های خمشی پیش بینی شده خیلی کم باشند، ممکن است داده های مقاومت خمشی برای کاربرد الزام نشده باشند.

شکل ۱- قابلیت کاربرد روش های آزمون سنگ

۱۲ روند انتخاب

۱-۱۲ نمای کلی فرآیند

برای بهترین حالت سازگاری یک سنگ با الزامات دوام و معماری یک پروژه، در ماتریس تجزیه و تحلیل اولیه در توسعه طراحی جنبه‌های زیر برای چندین سنگ با هم مقایسه می‌شوند: ظاهر، قابلیت دسترسی، هزینه کلی، دوام اثبات شده، ویژگی‌های ساختاری و محدودیت‌های تولید.

۱۲-۲ ظاهر

۱۲-۲-۱ ظاهر مد نظر، با مراجعه به مصالح ساختمانی موجود یا یک نمونه از منبع آن شناسایی شود. نام رنگ و بافت پرداخت مشخص شود. اکثر مصالح دارای منبع زمین‌شناسی یکسان، توسط تولیدکنندگان متفاوت با نام‌های اختصاصی ارائه می‌شوند، ولی ظاهر آن‌ها مشابه با هم به نظر می‌رسد. چندین پرداخت ایجاد شده به وسیله فرآیند تولید یکسان، توسط تولیدکنندگان متفاوت دارای فرآیند پرداخت متنوع، با نام‌های مختلفی نامیده می‌شوند، در حالی که برخی پرداخت‌ها یکسان به نظر می‌رسند، اما با فرآیندهای مختلف تولید شده‌اند.

۱۲-۲-۲ دامنه توافق متقابل بین طراح و تولیدکننده به وسیله ارجاع به دفترک‌ها^۱ یا کالانماهای^۲ منتشر شده یا با مشاهده کردن ساختمان‌های جدید استفاده‌کننده از این مصالح تعیین شود. به دلیل این که سنگ یک مصالح طبیعی است، ظاهر آن متنوع است. دامنه تنوع ظاهر برای هر نوع سنگ و پرداخت، متفاوت است.

۱۲-۲-۳ دامنه را با انتخاب گروهی از نمونه‌های تولیدی از مصالح تازه استخراج شده در پرداخت پروژه، نشان دهنده شاخص‌های نهایی ظاهر سنگ در دسترس موجود، تأیید کنید. ابعاد سنگ باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا مشخصه‌های نهایی و بافت سنگ را نشان دهد. نمونه‌های خشک و مرطوب را در زیر نور طبیعی بررسی کنید. نمونه‌ها را از فاصله و زاویه‌ای مورد بررسی قرار دهید که هنگام نصب در پروژه مرتفع، در معرض دید قرار می‌گیرند.

۱۲-۲-۴ سنگ‌های تحت بررسی، را بر اساس ظاهر و مطابق با زیربند ۱۲-۷، رتبه‌بندی کنید.

۱۲-۳ دسترسی پذیری

۱۲-۳-۱ بررسی کنید که سنگ با کیفیت الزام شده برای پروژه، می‌تواند به اندازه کافی و در برنامه زمان‌بندی پروژه تولید شود. بسیاری از سنگ‌ها می‌توانند تنها از یک معدن به دست آورده شوند. ابعاد، آب و

1- Brochures
2- Catalogs

هوا، موقعیت دسترس پذیری فیزیکی معدن شرح داده می شود. منابع داخلی یل خارجی، تعهدات به سایر پروژه ها، توافق توزیع کننده انحصاری، مهندسی هزینه یا کنترل تصمیمات آزمون یا دسترس پذیری موثر، مناسب است یا خیر.

۱۲-۳-۲ سنگ های تحت بررسی، را بر اساس دسترس پذیری و مطابق با زیربند ۱۲-۷، رتبه بندی کنید. مصالح دارای بالاترین دسترس پذیری به آسانی برای هر تولیدکننده ای قابل دسترس هستند. قابلیت دسترسی کمتر مصالح، برای تعداد محدودی از تولیدکنندگان قابل قبول است و کم ترین قابلیت دسترسی برای تولیدکنندگان یا معادن منفرد است. حداکثر دسترس پذیری، هزینه انتقال مصالح را به حداقل می رساند و بر زمان بندی پروژه تاثیرگذار است.

۱۲-۴ هزینه کل

۱۲-۴-۱ هزینه راه اندازی با مقایسه هزینه های تولید به علاوه هزینه های راه اندازی برای هر مصالح در نظر گرفته شده، برآورد می شود.

۱۲-۴-۲ برای تولید، هزینه کل شامل تاثیر ضخامت، اندازه پانل، اندازه های قابل تکرار، نزدیکی تولیدکننده به معدن، نزدیکی تولیدکننده به پروژه، ذخایر داخلی یا خارجی، الزامات ساخت و روش حمل و نقل هستند.

۱۲-۴-۳ برای نصب، هزینه کل شامل هزینه های مهاربندی و تکیه گاه پشت مصالح است که برای انواع سنگ مختلف، بسته به ویژگی های ساختاری شان، روش نصب (روش سنتی نصب در محل یا به صورت واحدهای پیش ساخته، خرابایی یا واحدهای دیوار پرده ای) و عملیات تعمیر و نگهداری پس از اتمام پروژه، متفاوت است.

۱۲-۴-۴ در مورد قیمت نصب در محل پروژه از پیمانکاران تخصصی سوال شود که آن ها نشان دهنده کمیت اندازه پانل نوعی، پرداخت و ضخامت سنگ برای پروژه هستند.

۱۲-۴-۵ مصالح را بر اساس هزینه یا حداقل هزینه نسبی، در گروه هایی رتبه بندی کنید، از این رو قیمت گذاری در حین طراحی اولیه مطابق با زیربند ۱۲-۷ انجام می شود.

۱۲-۵ دوام

۱۲-۵-۱ دوام تمام سنگ ساختمانی تحت بررسی مورد ارزیابی قرار داده شود. در صورت امکان، کاربردهای ساخته شده موجود با مصالح مورد بررسی، را بازرسی کنید. عملکرد اثبات شده روی ساختمان ها در وضعیت های در معرض قرارگیری مشابه با پروژه، بهترین شاخص برای ارزیابی دوام سنگ است.

۱۲-۵-۲ جایی که نمونه ها در دسترس نبوده یا برای پیشنهاد مبنای مقاومت در برابر زمان خیلی جوان هستند، اطلاعات آزمون برای دوام (در صورت در دسترس بودن) مورد بررسی قرار داده می شوند و ویژگی های فیزیکی مشخص کننده دوام سنگ در شرایط پروژه ارزیابی می شوند.

۱۲-۵-۳ دپوها و کناره‌های باطله معدن سنگ، برای ارزیابی رنگ‌پریدگی یا تغییررنگ با گذشت زمان بررسی می‌شوند. مصالح معادن سنگ جدید، به خاطر عدم وجود ساختمان‌ها برای ارزیابی بلند مدت سنگ این معادن، ارزیابی آزمایشگاهی بسیار دقیق دوام را الزام می‌کند.

۱۲-۵-۴ مصالح را بر اساس دوام اثبات شده آن‌ها در کاربرد مد نظر برای روش پیشنهاد شده برای پروژه خاص، مطابق با زیربند ۱۲-۷ در گروه‌هایی رتبه‌بندی کنید. بالاترین گروه، نمونه‌های گوناگونی در محل پروژه با سن یکسان یا بزرگ‌تر از عمر خدمات‌دهی پیش‌بینی شده پروژه جدید دارند. در پایین‌ترین گروه ممکن است نمونه بارزی نداشته باشد یا آزمون آزمایشگاهی هوازدگی تسریع شده بسیار دقیق برای ارزیابی مستقیم عملکرد مصالح وجود نداشته باشد. بهتر است مصالح نشان دهنده عملکرد نامطلوب در کاربردهای موجود، از فهرست منتخب کنار گذاشته شوند.

۱۲-۶ ویژگی‌های ساختاری

۱۲-۶-۱ داده‌های ویژگی‌های ساختاری هر سنگ ساختمانی تحت بررسی، بر اساس روش‌های آزمون استانداردهای ملی به دست آورده می‌شوند. بازنگری اولیه سابقه داده‌های آزمون، سازگار ویژگی‌های فیزیکی هر مصالح تحت بررسی با الزامات اندازه پانل و تکیه‌گاه آن را مشخص خواهد کرد. استاندارد ASTM C1242، توصیه‌هایی در مورد گستره آزمون اضافی الزام شده قبل از انتخاب نهایی و اطمینان قبل از مهندسی نهایی را ارائه کرده است.

۱۲-۶-۲ ویژگی‌های فیزیکی که با مشخصات استانداردهای ملی ایران و الزامات اولیه پروژه مطابقت داده شود. مهم‌تر از آن، تغییرپذیری ویژگی‌های تنش بحرانی که به‌طور مستقیم بر مقادیر طراحی، عوامل ایمنی، ضخامت و اندازه مهاری را تحت تاثیر قرار می‌دهد، تحت مطالعه قرار داده شوند. یک تحلیل اولیه بر روی پانل‌های متداول نگهداری شده تحت بارگذاری‌های تعریف شده برای نما، نه ساختار اصلی، انجام شود، تا اثبات شود که مفهوم معماری آن معتبر است. رتبه‌بندی‌های سنگ ساختمانی زیر مطابق با زیربند ۱۲-۷ است:

۱۲-۶-۲-۱ ویژگی‌های ساختاری بالاتر از موارد الزام هستند؛

۱۲-۶-۲-۲ ویژگی‌ها معیارهای الزام شده را برآورده می‌کند؛

۱۲-۶-۲-۳ ویژگی‌های با الزامات مطابقت ندارد.

۱۲-۷ محدودیت‌های تولید

۱۲-۷-۱ تمام مصالح برای تولید نهایی از نظر شکل و اندازه تولید محدودیت‌هایی دارند که ناشی از مشخصات زمین‌شناسی، عملیات‌های استخراج معدن، ویژگی‌های مصالح فیزیکی و تجهیزات تولید هستند.

این محدودیت‌ها ممکن است شامل موارد زیر باشد: اندازه بلوک (و در نتیجه ابعاد اسلب)، انواع پرداخت‌ها، وجود رگه یا ادخال‌هایی در سنگ، وجود شکستگی، جهت ریفت، لایه‌بند، دانه، یا الگو و ثبات رنگ یا الگو.

۱۲-۷-۲ درک محدودیت‌های سنگ از این نظر مهم است که اطمینان حاصل شود سنگ انتخاب شده می‌تواند به شیوه مورد نظر برای پروژه مشخص، مورد استفاده قرار گیرد یا این‌که طراحی معماری برای سازگاری و مطابقت با محدودیت‌های سنگ، بازطراحی شود.

۱۲-۷-۳ محدودیت‌های ساخت با مشورت با تامین‌کنندگان بررسی شود و در صورت امکان، با بازرسی معدن سنگ و کارخانه این محدودیت‌های مشخص شوند. بعد از اضافه کردن تولید تعهد شده برای پروژه‌های دیگر، خروجی کمی برای کار نمونه‌وار، اندازه ویژه و سطح مقطع‌های نامنظم که برای پروژه به کار برده می‌شوند، مورد بررسی قرار داده شود. توجه خاصی به توانایی حفاری یا برش صحیح مهاری‌ها معطوف شود.

۱۲-۷-۴ بررسی کنید که مرکز دارای یک مدیر پروژه اختصاصی یا تسریع‌کننده باشد که بتواند پیشرفت، تحویلی‌ها، پرداختی‌ها و تعویض موارد آسیب دیده یا سایر کارهای غیرقابل پیش‌بینی را مدیریت کند و بتوان با او ارتباط بود.

۱۲-۷-۵ برنامه کنترل کیفیت بررسی شود تا تایید کند که سالم بودن اسلب‌ها قبل از برش به اندازه بازرسی می‌شود و ضخامت و اندازه وجوه سنگ قبل از بسته‌بندی بررسی می‌شود، پرداخت‌ها و مشخصات ظاهری سنگ بر اساس نمونه‌های دامنه تغییرات تأیید شده بررسی می‌شوند، درستی سوراخ‌ها و شیارهای مهاری‌ها به دقت بازرسی می‌شوند و ساختار بسته‌بندی سالم است و به اندازه کافی سنگ را در برابر آسیب در طی ارسال کالا، محافظت می‌کند.

۱۲-۷-۶ مصالح را براساس محدودیت‌های تولید قابل تمایز مطابق با زیربند ۱۲-۷ رتبه‌بندی کنید. نداشتن محدودیت‌های ساخت که کاربرد پیشنهاد شده را تحت تأثیر قرار دهد بهترین حالت است. به دلیل این‌که محدودیت‌های افزایش ظرفیت یا توانایی است که مطلوبیت مصالح را کاهش می‌دهد.

۱۲-۸ تجزیه و تحلیل

۱۲-۸-۱ یک ماتریس حاوی رتبه‌بندی هر مصالح برای شش معیار فهرست شده در زیربند ۱۲-۱ (معیارها شامل ظاهر، قابلیت دسترسی، هزینه کلی، دوام اثبات شده، ویژگی‌های ساختاری و محدودیت‌های تولید هستند) گردآوری کنید. اگر فرآیند تهیه، فقط انتخاب بهترین گزینه را دستور دهد، یا انتخاب دو یا چند گزینه قابل مقایسه برای رقابت در طی مزایده را الزام کند، این گزینه‌ها را تعیین کنید.

۱۲-۸-۲ با مصالح باقی‌مانده، مهم‌ترین معیار برای پروژه شناسایی شود و هر معیار بر این اساس وزن‌دهی (امتیازدهی) شود. رتبه‌بندی با وزن‌دهی، نمرات برای تمام معیارها جمع شود، انجام شود و در نهایت مصالح برتر با مقایسه نمره نهایی تعیین شوند.

۱۳ ویژگی‌های سنگ ساختمانی

۱۳-۱ در حال حاضر استانداردهای ملی ایران مشخصات مختلف انواع مختلف سنگ ساختمانی را تدوین و منتشر کرده است:

۱۳-۲ این مشخصات الزامات عمومی برای عرضه سنگ ساختمانی، شامل ترک‌ها، کانی‌شناسی لکه‌زایی، سالم بودن و سایر کیفیت‌های مربوط به سنگ ساختمانی مناسب را ارائه کرده‌اند. علاوه بر این، هر یک از این خصوصیات شامل جدول‌های مقادیر حداقل یا حداکثر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی الزام شده برای سنگ ساختمانی، برای انطباق با استاندارد هستند.

۱۳-۲-۱ هیچ سابقه مستند توصیف‌کننده اینکه چه معیاری برای تدوین جدول مقادیر برای اکثر ویژگی‌ها استفاده شده است، در دسترس نیست. فرض بر این است که جداول با تحقیق در مورد انواع مصالح فعلی در بازار دارای سابقه عملکردی موفق و استفاده از مقادیر آن مصالح به‌عنوان یک معیار، توسعه داده شده‌اند.

۱۳-۲-۲ مقادیر در نظر گرفته نمی‌شوند که یک عامل محدودکننده در قابلیت کاربرد مصالح سنگ ساختمانی باشند، بلکه تا حدی که خلاصه‌ای از ویژگی‌های مصالح موجود دارای کاربرد موفق را ارائه دهند.

۱۳-۲-۳ با توجه به تغییرپذیری ذاتی در سنگ طبیعی، ممکن است ارزیابی اضافی مورد نیاز باشد که تضمین کند در پروژه از مصالحی استفاده شده است که الزامات ویژگی‌های سنگ ساختمانی الزام شده برای پروژه را برآورده می‌کنند یا ویژگی‌های بالاتر از الزامات مورد نیاز را دارند.

۱۳-۲-۴ در مقابل، موارد مستند زیادی وجود دارد که بارها و بارها به خوبی اجرا شده‌اند با وجود این که مقادیر بیان شده در ویژگی‌های قابل کاربرد را برآورده نمی‌کنند.

۱۳-۲-۵ هنگام مشخص کردن مصالحی که مقادیر اظهار شده در ویژگی‌های قابل کاربرد سنگ ساختمانی را برآورده نمی‌کنند، بهتر است مصالح بیش‌تر ارزیابی شوند تا ارزش آن‌ها برای کاربرد مد نظر مشخص شود. بهتر است مصالح مورد بررسی قرار داده نشوند مگر این که اختیارات مهندسی توانمند، مشخصات مربوط سنگ را ارزیابی کند. بهتر است این ارزیابی تأثیرات ساختاری و مشخصات مصالح مانند دوام، تغییر حجم دائمی، مدول الاستیسیته، انبساط حرارتی و مانند آن مورد ارزیابی قرار دهد.