



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۱۹۹

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20199

1st. Edition

2016

ارزیابی دوام سنگ برای کنترل فرسایش تحت
شرایط یخزدگی و آبشدگی - روش آزمون

**Evaluation of Durability of Rock for Erosion
Control Under Freezing and Thawing
Conditions – Test Method**

ICS:91.100.15

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمونگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« ارزیابی دوام سنگ برای کنترل فرسایش تحت شرایط یخزدگی و آب‌شدگی - روش آزمون »

رئیس:

بازرگان ، کامبیز
(دکترای خاک‌شناسی)

سمت و/ یا نمایندگی:

ریاست موسسه تحقیقات آب و خاک کشور

دبیر:

فلاح، عباس
(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)

اداره کل دفتر تدوین استانداردهای ملی ، سازمان
ملی استاندارد ایران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقاجانی، وحید
(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی)

مدرس دانشگاه پیام نور ساوه

اصلی، بابک
(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پاک نیا، محمد
(دانشجوی دکتری زمین‌شناسی)

دانشگاه هلسینکی فنلاند

خدری، صابر
(لیسانس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان بوشهر

حسینی، سید محمد حسین
(دانشجوی دکتری مهندسی معدن)

سازمان نظام مهندسی معدن ایران

دشتی، محمد
(دکتری مدیریت)

انجمن سنگ ایران

سامانیان ، حمید
(کارشناس ارشد مرمت)

گروه پژوهشی ساختمان و معدن، پژوهشگاه
استاندارد

سیاره، علیرضا
(کارشناس ارشد زمین‌شناسی)

مدیر گروه زیست محیطی سازمان زمین‌شناسی
و اکتشافات معدنی کشور

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی	شرقی ، عبدالعلی (دکترای مهندسی عمران)
اداره کل نظارت بر صنایع غیر فلزی سازمان ملی استاندارد ایران	عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناس مهندسی مواد)
دانشگاه الزهرا(س)	قاسملویان، محدثه (کارشناس ارشد شیمی معدنی)
اداره کل دفتر تدوین ، پژوهشگاه استاندارد	قشقائی، محمد مهدی (کارشناس مهندسی معدن)
عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی	گریوانی، هادی (دکترای مهندسی زمین شناسی)
اداره کل نظارت بر صنایع غیر فلزی سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، علیرضا (کارشناس مهندسی مواد)
عضو هیات علمی پردیس علوم دانشگاه تهران	مدبری، سروش (دکتری زمین شناسی)
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور	ناوی، پدram (دکترای زمین شناسی)

پیش‌گفتار

استاندارد «ارزیابی دوام سنگ برای کنترل فرسایش تحت شرایط یخ‌زدگی و آب‌شدگی - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در ششصد و چهل و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM D5312/D5312M: 2013, Standard Test Method for Evaluation of Durability of Rock for Erosion Control under Freezing and Thawing Conditions

ارزیابی دوام سنگ برای کنترل فرسایش تحت شرایط یخزدگی و آبشستگی - روش آزمون

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آنرا مشخص کند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های اجرایی برای انجام آزمون جهت ارزیابی سلامت سنگ به منظور کنترل فرسایش تحت شرایط تر و خشک بر اسلب‌های سنگ است. این آزمون، آزمون هوازدگی تسریع‌یافته است که با در معرض‌گذاری سنگ در برابر یخزدگی و آبشستگی، شرایط آب و هوای سرد را شبیه‌سازی می‌کند. مقصود این استاندارد، این است که اسلب‌های سنگ تهیه‌شده مطابق با روش ارائه‌شده در استاندارد ASTM D5121 نماینده‌ای از سنگ مورد استفاده برای کنترل فرسایش و نقایص آن باشد. این آزمون برای سنگ‌های موج شکن^۱، سنگ آرمور^۲، پوشش سنگ‌ریزه‌ای^۳ و گابیونی^۴ (توری سنگی) کاربرد دارد. محدودیت‌های این آزمون شامل دو بخش است. اول آنکه اندازه آزمون‌های سنگ برش‌خورده ممکن است برخی از نقایص داخلی موجود در ساختار سنگ را حذف نماید. به عبارتی آزمون‌های آزمون ممکن است نمایانگر کیفیت نمونه‌های بزرگتر سنگ مورد استفاده در ساخت‌وساز نباشند. بررسی دقیق منبع سنگ و نمونه‌برداری مناسب و صحیح در به حداقل رساندن این محدودیت‌ها بسیار ضروری است. ثانیاً این آزمون نیازمند اسلب‌های سنگی است که در معرض بیش از ۵۵ چرخه یخزدگی و آبشستگی قرار گیرد. این آزمون از لحاظ زمان زمان‌بر است و نیازمند تقریباً ۳ ماه برای کامل‌شدن، آماده‌سازی نمونه، انجام آزمون، و بخش تجزیه و تحلیل روش است.

۱-۲ استفاده از بتن مسلح و مواد دیگر در دامنه کاربرد این استاندارد قرار نمی‌گیرد.

۱-۳ تمام مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده باید مطابق با دستورالعمل انتشار یافته برای ارقام معنی‌دار و گرد نمودن آن در استاندارد ASTM D6026 باشند، مگر اینکه توسط این استاندارد جایگزین شده باشد.

1-Breakwater stone
2-Armor stone
3-Riprap
4-Gabion

۱-۳-۱ برای اهداف مقایسه‌ای مقادیر اندازه‌گیری شده یا محاسبه شده با محدودیت‌های خاص، باید به نزدیکترین رقم اعشاری یا معنی دار گرد شوند.

۱-۳-۲ روش‌های اجرایی به کار رفته برای تعیین اینکه چگونه داده‌ها در این استاندارد جمع آوری/ ثبت یا محاسبه شده‌اند، مانند استاندارد صنعتی در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این، داده‌ها بیانگر ارقام معنی‌داری هستند که به طور کلی باید حفظ شوند. روش‌های به کار رفته در این استاندارد، تغییرات مواد، هدف از گردآوری داده‌ها، مطالعات برای اهداف خاص، یا هر نوع ملاحظه‌ای را برای اهداف کاربر در نظر نمی‌گیرد. و این روشی معمولی برای افزایش یا کاهش ارقام معنی دار داده‌های گزارش شده‌ای است که باید متناسب با این ملاحظات باشند. بررسی ارقام معنی دار استفاده شده برای طراحی مهندسی در روش‌های تحلیلی خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 2-1 ASTM D653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- 2-2 ASTM D2216 Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
- 2-3 ASTM D3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction
- 2-4 ASTM D4753 Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing
- 2-5 ASTM D4992 Practice for Evaluation of Rock to be Used for Erosion Control
- 2-6 ASTM D5121 Practice for Preparation of Rock Slabs for Durability Testing
- 2-7 ASTM D6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data
- 2-8 ASTM E145 Specification for Gravity-Convection and Forced Ventilation Ovens

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM D653، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

اره سنگ بر

Rock Saw

به یک اره قادر به برش دادن سنگ اطلاق می‌شود. اصطلاح "اره سنگ" باید دارای تیغه‌ای باشد که سنگ را اره نماید، اره سنگ بر قطعات کنترل یا نیروی محرکه فرایند اره کردن (ویا هر دو)، و چارچوبی که در آن تیغه و قطعات مرتبط دیگر بر روی آن نصب شده باشد، شامل می‌شود.

۲-۳

اسلب

Slab

بخشی از قطعه سنگی که دارای دو سطح صاف و تقریباً موازی، تولید شده توسط دو برش اره است. ضخامت اسلب به طور کلی کمتر از ابعاد دیگر سنگ است. اسلب می‌تواند در جایی که آزمون دوام را طی نموده آزمون سنگ باشد. کلمات "اسلب" و "آزمون" در کل این روش آزمون قابل جایگزینی با همدیگر می‌باشند.

۳-۳

سنگ آرمور

Armor stone

به طور کلی سنگی است که دارای جرم (۲۷۰۰-۹۰۰) کیلوگرم بوده و حاصل انفجار، برش، و یا تولید شده توسط روش‌های دیگر است، که در طول سواحل و یا در اسکله برای محافظت از خط ساحلی از عوامل فرسایش در نتیجه عملکرد امواج بزرگ قرار داده شده است.

۴-۳

سنگ موج شکن

Breakwater stone

به طور کلی سنگی است دارای جرم (۱۸۰۰۰-۲۷۰۰) کیلوگرم و حاصل از انفجار، برش، و یا تولید شده توسط روش‌های دیگر است که در طول سواحل و یا در اسکله برای محافظت از خط ساحلی از عوامل فرسایش در نتیجه عملکرد امواج بزرگ قرار داده شده است.

۵-۳

سنگ ریپ‌ریپ (سنگریزه)

Riprap stone

به طور کلی سنگ کمتر از ۱۴۰۰ کیلوگرم، که به طور ویژه انتخاب و درجه بندی شده است، و هنگامی که به درستی در محل قرار گیرند از فرسایش توسط عمل امواج کوچک، یا جریان‌های قوی جلوگیری کرده و در نتیجه شکل یک سطح، شیب، و یا ساختار زیرین حفظ می‌شود.

سنگ گابیونی (توری سنگی)

Gabion-fill stone

به طور کلی سنگ کمتر از ۲۲ کیلوگرم، که در سبدهای سیمی یا مواد مناسب دیگر گنجانده شده‌اند. این سبدها سپس با هم برای تشکیل یک ساختار نهایی طراحی شده برای جلوگیری از فرسایش در طول جریان رودخانه و اطراف پایه‌های پل به همدیگر گره زده می‌شوند.

۴ اصول

۴-۱ نمونه‌های سنگ انتخابی برای کنترل فرسایش، به نمونه‌های اسلب برش خورده با اره، پرداخت می‌شوند. ویژگی‌های ساختاری هر اسلب به طور ماکروسکوپی در بزرگنمایی ۲۰× مورد آزمایش قرار می‌گیرد. نمونه‌ها در معرض ۵۵ چرخه یخ‌زدگی-آب‌شدگی قرار می‌گیرند. اسلب‌های بریده شده در ابتدا در یک محلول الکلی/آب حداقل به مدت ۱۲ ساعت غوطه‌ور می‌شوند. سپس اسلب‌ها به مدت حداقل ۱۲ ساعت منجمد شده و سپس به مدت ۸ ساعت تا ۱۲ ساعت یخ آنها آب می‌شود. در پایان آزمون، درصد کاهش جرم برای هر یک از مجموعه آزمون تعیین می‌شود. بررسی چشمی اسلب در حین و در پایان آزمون انجام می‌شود. نوع تخریب و تغییرات نسبت به صفحات ضعف ثبت می‌شود.

۵ کلیات

۵-۱ سنگ مورد استفاده برای کنترل فرسایش شامل قطعات منحصر به فرد از سنگ طبیعی است. توانایی این قطعات مجزا از سنگ به مقاومت تخریبی در مقابل تاثیرات فعالیت هوازدگی، پایداری نهایی قرارگیری کل سنگ در برابر فرسایش را سبب می‌شود از این رو بر پایداری پروژه‌های ساختمانی، سازه‌ها، خطوط ساحلی، و مسیر رودخانه‌ها تاثیر می‌گذارد.

۵-۲ این استاندارد برای تعیین اثرات عمل مرطوب کردن و خشک کردن بر روی قطعات منفرد از سنگ برای کنترل فرسایش و مقاومت سنگ در برابر تخریب طراحی شده است. این استاندارد در ارتباط با روش‌های آزمون تکمیلی ذکر شده در استاندارد ASTM D4992 توسعه داده شد. این روش آزمون مقادیر عددی مطلقی را فراهم نمی‌کند، بلکه شاخصی از مقاومت سنگ در برابر یخ‌زدگی و آب‌شدگی است؛ بنابراین، نتایج این روش آزمون نباید به تنهایی به عنوان اساسی برای تعیین دوام سنگ استفاده شود.

یادآوری- کیفیت نتایج بدست آمده توسط این استاندارد به صلاحیت پرسنل انجام دهنده آن و مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده بستگی دارد. سازمان‌هایی که معیارهای استاندارد ASTM D3740 را رعایت می‌کنند، به طور کلی دارای توانایی قابل توجهی از شایستگی و قابلیت انجام آزمون/نمونه‌برداری/بازرسی/و غیره هستند. کاربران این استاندارد باید توجه داشته باشند که انطباق با استاندارد ASTM D3740، به خودی خود نمی‌تواند نتایج قابل اعتمادی داشته باشد. نتایج قابل اعتماد بستگی به بسیاری از فاکتورها دارد و استاندارد ASTM D3740 ابزارهایی را برای ارزیابی برخی از آنها فراهم می‌کند.

۶ وسایل

۶-۱ اره سنگ بر

یک اره الماسی مجهز به خنک کننده آب در مقیاس آزمایشگاهی برای برش آزمون‌های زمین‌شناسی و بتنی، یا یک اره الماسه مورد استفاده برای اهداف گوه‌شناسی (سنگ شناسی)، باید قابل قبول باشد. کمترین قطر تیغه حدود ۳۶cm برای تهیه اندازه‌های کوچک سنگ مورد نیاز است (تیغه‌های بزرگتر ترجیح داده می‌شود). تیغه باید یک تیغه الماسی گرد باشد.

۶-۱-۱ دستگاه سنگ بر باید دارای یک گیره ثابت یا متحرک برای نگهداری نمونه در طول فرآیند برش باشد. خوراک دهنده اتوماتیک (بیشتر گراویتی، هیدرولیک، یا ...) کنترل کننده عمل برش دادن ترجیح داده می‌شود، به هر حال، یک خوراک دهنده دستی نیز قابل قبول است. اره باید دارای یک صفحه نگه‌دارنده برای جلوگیری از افتادن قطعه برش داده شده و شکسته شدن آن باشد.

۶-۲ محفظه انجماد - ذوب یا اتاق فریزر

یک محفظه انجماد- ذوب کنترل شده توسط زمان، که به طور ویژه برای چرخه ۱۶ ساعت انجماد در $2,5^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,8$) و متعاقب آن حداقل ۸ ساعت آب‌شدگی در دمای $(32 \pm 2,5)^{\circ}\text{C}$ طراحی شده، به صورت روزانه بهترین گزینه مطلوب است. این نوع از دستگاه از لحاظ تجاری در دسترس و این امکان را برای تکمیل یک چرخه انجماد- ذوب برای هر روز هفته و تعطیلات را فراهم می‌نماید.

۶-۲-۱ اگر محفظه انجماد- ذوب در دسترس نباشد، می‌توان از یک فریزر خانگی استاندارد که قادر به رساندن و نگهداری گستره دمایی لازم طبق بند ۶-۲ استفاده کرد.

۶-۲-۲ محدودیت‌های این انتخاب این است که چرخه انجماد و ذوب باید به صورت دستی انجام شود. به طور معمول تنها چهار چرخه انجماد- ذوب ممکن است در طول یک هفته کاری انجام شود.

۶-۳ گرم‌خانه ذوب (اگر گزینه ۶-۲-۱ استفاده شود)

گرم‌خانه کنترل شده با ترموستات (کنترل کننده درجه حرارت گرم‌خانه) مطابق با الزامات استاندارد ASTM E145 قادر به حفظ درجه حرارت یکنواخت $(32 \pm 2,5)^{\circ}\text{C}$ گرم‌خانه باشد. ترجیحاً تهویه گرم‌خانه باید در خارج از ساختمان قرار داده شود.

۶-۴ گرم‌خانه خشک‌کن

گرمخانه کنترل شده با ترموستات (کنترل کننده درجه حرارت گرمخانه) قادر به حفظ درجه حرارت یکنواخت 110 ± 5 °C در سراسر محفظه گرمخانه باشد. این الزامات معمولاً نیازمند استفاده از یک گرمخانه نوع دمشی^۱ است. ترجیحاً تهویه گرمخانه باید در خارج از ساختمان قرار داده شود.

۶-۴-۱ ممکن است به جای گرمخانه ذوب و خشک کن، تنها یک گرمخانه استفاده شود، چنانچه بتواند مطابق با الزامات هر دو بند ۶-۳ و بند ۶-۴ باشد.

۶-۵ ظروف

ظروف باید دارای اندازه کافی برای نگه داشتن نمونه که به طور کامل در محلول آب/الکل غوطه‌ور است. توصیه می‌شود که این ظروف بدون منفذ، واکنش ناپذیر، مقاوم در برابر شکستگی و مقاوم در برابر تغییر شکل و تخریب باشند زمانی که در روش آزمون این استاندارد در معرض درجه حرارت قرار می‌گیرند.

۶-۶ پد جاذب

ضخامت پدها ۶mm از نمد، کاغذ باطله^۲، الیاف مصنوعی موکت، یا مواد جاذب مشابه برای قرارگیری بین آزمون‌ها و کف ظرف.

۶-۷ ترازو

یک ترازوی قادر به اندازه‌گیری جرم آزمون با تقریب ۰٫۱٪ نسبت به جرم کل که تمام الزامات ارائه شده در استاندارد ASTM D4753 را تأمین کند.

۶-۸ دوربین

یک دوربین دیجیتال یا دوربین فیلم‌دار قادر به گرفتن عکس با کیفیت بالا، عکس‌های رنگی برای "قبل از" و "بعد از" عکس‌برداری نمونه.

۶-۹ استرو میکروسکوپ^۳

یک میکروسکوپ یا وسیله دیگر با بزرگنمایی مناسب، که قادر به بزرگنمایی حداقل ۲۰× برای بررسی آزمون قبل و بعد از آزمون باشد. در حالت ایده‌آل، یک دوربین عکاسی می‌تواند بر روی یک استرو میکروسکوپ نصب شده، و به کاربر اجازه دهد که چین خوردگی در مقیاس کوچک یا صفحات مستعد برای هر نوع نقص در آزمون آزمون مستند نماید.

۶-۱۰ مقیاس عکاسی

یک مقیاس با ابعاد و تقسیم مناسب برای مقایسه، هنگامی که با میدان دید و جزئیاتی که باید مطالعه شوند. هنگام انتخاب یک مقیاس، همیشه باید مقیاسی را انتخاب کرد که حداقل دقت اندازه‌گیری سیستمی

1 -Forced-draft

1-Blotters

2- Stereomicroscope

را که اطلاعات عکس را اندازه گیری می‌کند، فراهم نماید. اگر سیستم دارای دقت یک میلی‌متر است، مطمئن شوید که مقیاس مورد استفاده دارای درستی و دقت یک میلی‌متر در کل مقیاس است.

۷ محلول‌های ویژه

محلول ویژه مورد نیاز برای این روش آزمون شامل یک محلول ایزوپروپیل ۰/۵٪ آب/الکل است. این محلول ممکن است قبل از زمان مصرف مخلوط و انبار شود. این محلول می‌تواند برای پیشرفت آزمون دوباره پر و استفاده شود. از لحاظ تجاری الکل ایزوپروپیل در دسترس و به عنوان مخالف درجه معرف، مناسب است. **یادآوری** - الکل ایزوپروپیل ۰/۵٪ موجود شامل محلول خاصی برای پائین آوردن ویسکوزیته آب است، که اجازه نفوذ بیشتر آب به داخل سوراخ‌های ریز نمونه آزمون قبل از انجماد را می‌دهد.

۸ نمونه برداری، آزمون‌ها و واحدهای آزمون

۸-۱ نمونه برداری از منشا سنگ باید توسط اصول بیان شده در استاندارد ASTM D4992 انجام شود.
۸-۲ منابع سنگ ممکن است از معدن، سنگ معدن، برونزدگی، یا تخته‌سنگ‌های واقع در طبیعت باشد. مشاهدات چشمی رنگ، بافت، کانی‌شناسی، یا خصوصیات دیگر، می‌تواند راهنمایی برای نمونه برداری نمونه نماینده^۱ مناسب باشد.

۸-۲-۱ منشا سنگ که به طور ماکروسکوپی یکنواخت است، باید بوسیله حداقل ۵ قطعه سنگ از مواد بدست آمده از موقعیت‌های مختلف منطقه منشا نشان داده شود. این گروه به عنوان مجموعه آزمون‌های سنگ بررسی می‌شوند.

۸-۲-۲ یک منبع سنگی که به طور ماکروسکوپی غیر یکنواخت است، باید بوسیله حداقل ۸ قطعه سنگ از مواد بدست آمده از موقعیت‌های مختلف منطقه منشا بدست آمده باشد. این گروه به عنوان مجموعه آزمون‌های سنگ بررسی می‌شوند.

۸-۲-۳ انواع سنگ به نسبت تقریبی شان نسبت به انواعی که در منشا واقع شده‌اند، نمونه برداری شود.
۸-۳ صفحات ضعف می‌توانند در هر یک از نمونه‌ها وجود داشته باشند آنچنان که در یک اندازه‌گیری ممکن است بر حسب دوام، انواع صفحات ضعف وجود داشته و تاثیر آنها بر روی دوام کل توده سنگ (که شامل این صفحات ضعف هستند) صورت بگیرد.

۸-۴ هر نمونه سنگ باید دارای اندازه کافی برای تهیه اندازه نمونه نهایی توصیف شده در بند ۹ باشد.
۸-۵ در تمام موارد، قطعات سنگ انتخاب شده برای نمونه باید به عنوان معرف اکثریت جامعه سنگی در منبع انتخاب شوند. قطعات سنگ، که توسط خصوصیات ماکروسکوپی‌شان تعیین شده‌اند، در جایی که کمتر از ۵٪ مواد منشا را در بر می‌گیرند، ممکن است برای بررسی بیشتر نادیده گرفته شوند، مگر اینکه حضورشان

در یک نمونه به طور قابل توجهی بر روی نتایج آزمون و متعاقبا بر روی موارد مورد استفاده پیشنهادی برای سنگ، تاثیر بگذارند.

۶-۸ هر یک از قطعات می‌توانند به اندازه‌ای باشند که آزمون بدون خرد شدن مکانیکی بیشتر ادامه داشته باشد. با این حال، قطعات انتخابی باید آنچنان بزرگ باشند که آزمایشگاه بتواند حمل نماید اما در هیچ موردی نباید یکی از لبه‌های نمونه کمتر از ۱۲۵ میلی‌متر باشد.

۹ آماده‌سازی آزمون‌های آزمون

۱-۹ در راستای هر یک از صفحات ضعف مختلف، اسلب جداگانه‌ای آماده نمائید، مگر اینکه همه این صفحات بتوانند در یک راستا قطع شوند.

۲-۹ هر یک از نمونه‌ها را ببرید، بطوریکه با بندهای ۱-۲-۸ و ۲-۲-۸ و در انطباق با استاندارد ASTM D5121 بدست آید. هر یک از نمونه‌ها را به ضخامت (65 ± 5) mm ببرید و صفحات را نسبت به لایه‌بندی عادی یا هر نوع صفحات ضعف بالقوه که ممکن است در نمونه‌ها مشاهده شوند را ببرید. به‌غیر از ضخامت در هیچ موردی، نباید اندازه قطعه کمتر از ۱۲۵ میلی‌متر در هر لبه باشد.

یادآوری ۱- آزمون‌های آزمون همچنین ممکن است از برش دادن یک قطعه با ضخامت (65 ± 5) mm توسط یک مغزه با قطر مته حفاری به ابعاد ۱۵۰ mm طوریکه هر نوع منطقه‌ی ضعف آشکاری را در بردارد، تهیه شود.

یادآوری ۲- بهترین تخمین دوام سنگ نتایج آزمون‌هایی هستند که بر روی بزرگترین قطعات ممکن سنگ انجام شده‌اند. حداکثر اندازه اسلب تنها باید توسط ظرفیت و تجهیزات آزمایشگاه آن‌ها محدود شوند.

۱۰ روش اجرای آزمون

۱-۱۰ هر یک از قطعات را به طور ماکروسکوپی در بزرگنمایی حداقل $\times 20$ بررسی نمائید. وجود لایه‌بندی، شکستگی، و دیگر صفحات با نقاط ضعف و شرایط آنها را یادداشت نمائید. هر یک از اسلب‌ها را به‌صورتی که در استاندارد ASTM D5121 نشان داده شده توصیف نمائید.

۲-۱۰ هر آزمون را با یک ماژیک ضد آب مناسب علامت‌گذاری نمائید. از هر یک از آزمون‌های آزمون با استفاده از دوربین دیجیتالی یا فیلم عکاسی رنگی به‌طوری که بیشترین اندازه نمونه در عکس قرار بگیرد، عکس بگیرد. آزمون‌های مرطوب و یا کمی مرطوب معمولا جزئیات بیشتری را نسبت به نمونه‌های خشک نشان می‌دهند. تمامی عکس‌ها دارای مقیاس باشند.

۳-۱۰ هر اسلب بریده شده را در گرم‌خانه تا رسیدن به یک جرم ثابت ($\pm 0.1\%$ از جرم کل) در دمای $^{\circ}\text{C}$ (110 ± 5) خشک و جرم آن را ثبت نمائید. سنگ‌هایی که دارای گچ (دی هیدرات سولفات کلسیم) هستند، باید در دمای $^{\circ}\text{C}$ ۶۰، توصیه شده در استاندارد ASTM D2216 خشک شوند.

۴-۱۰ هر آزمون را بصورتی که سطح برش داده به سمت پایین باشد، در یک ظرف روی پد جاذب قرار دهید. مقدار کافی الکل/آب را به ظرف محتوای نمونه اضافه نمائید چنان که نمونه به طور کامل در آب غوطه‌ور شود. اجازه دهید که نمونه در دمای اتاق برای حداقل ۱۲ ساعت غوطه‌ور باقی بماند.

۱۰-۵ مقدار آب داخل ظرف را به مقداری کاهش دهید که فقط پد جاذب غوطه ور بماند.

۱۰-۶ توالی انجماد کردن با قرار دادن نمونه ظرف و نمونه آزمون در اتاق انجماد-ذوب یا فریزر با قراردادن آزمون در دمای انجماد $^{\circ}\text{C} (2/5 \pm 18-)$ برای حداقل ۱۲ ساعت شروع نمائید (هیچ محدودیتی (حد بالایی) برای ذخیره آزمون در طول فرآیند انجماد وجود ندارد). پس از اتمام زمان مورد نیاز برای انجماد، ظرف نگهدارنده نمونه و آزمون آزمون را برای تکمیل فرآیند ذوب در دمای $^{\circ}\text{C} (2/5 \pm 32)$ درجه سانتی-گراد به مدت (۸-۱۲) ساعت قرار بدهید. فرآیند مورد نیاز ذوب کردن نمونه ممکن است بیشتر در اتاق انجماد-ذوب یا در یک گرم‌خانه انجام بپذیرد؛ با این حال نمونه آزمون باید از ظرف نمونه در طول فرآیند ذوب برداشته شود. محلول الکل/آب را برای حفظ پوشش پد جاذب، دوباره پر نمائید.

۱۰-۷ توالی یخ‌زدگی و آب‌شدگی را تکمیل نمائید تا یک چرخه انجماد-ذوب تشکیل شود.

۱۰-۸ روند انجماد و ذوب برای تعداد کل چرخه معادل با عدد شاخص گردشده به نزدیکترین ۵ چرخه برای منطقه جغرافیایی مدنظر تکرار کنید.

۱۰-۹ ترجیحاً، آزمون باید به طور پیوسته انجام شود تا این که تعداد مشخصی از چرخه‌ها به دست آید. با این حال، اگر آزمون باید قطع شود، نمونه را در دمای اتاق مطابق با بند ۹-۷ تا زمانی که آزمون را بتوان دوباره از سرگرفت، قرار دهید.

۱۰-۱۰ از هر یک از نمونه‌ها عکس گرفته و بررسی‌های کیفی برای هر یک از آزمون‌ها بصورتی که در بند ۱۱ مشخص شده، انجام دهید.

۱۰-۱۱ پس از اتمام تعداد خاصی از چرخه آزمون، بزرگترین قطعه باقی مانده از هر اسلب را در یک گرم‌خانه خشک‌کن تا رسیدن به یک جرم ثابت خشک کنید و جرم نمونه‌ها را طبق بند ۹-۳ ثبت نمائید.

۱۱ آزمون‌های کمی

۱۱-۱ برای هر اسلب محاسبات زیر را انجام دهید:

$$(1) \quad \text{درصد کاهش سلامت} = (A - B) / A \times 100$$

که در آن:

A جرم آزمون خشک شده در گرم‌خانه قبل از انجام آزمون؛

B جرم خشک‌شده در گرم‌خانه بزرگترین قطعه باقیمانده از هر اسلب بعد از انجام آزمون.

۱۱-۲ درصد افت را با تقریب ۰٫۱٪ برای هر آزمون محاسبه نمائید.

۱۱-۳ میانگین درصد افت را برای هر یک از مجموعه آزمون‌ها محاسبه نمائید.

۱۲ آزمون‌های کیفی

۱-۱۲ به طور چشمی اسلب‌ها را برای هر ۵ چرخه بررسی نمائید. بعد از اتمام آزمون، هر نوع تغییری که در طول آزمون برای نمونه رخ داده را بررسی و تغییرات را توصیف نمائید. نوع تخریب (پوسته پوسته شدن، دو نیم‌شدگی، تخریب، و انواع دیگر از عیب‌ها) را شناسایی کنید. هر گونه تغییرات را که قبلاً برای صفحات ضعف بیان شده بود را مشاهده و ثبت نمائید.

۱۲-۲ برای هر ۵ چرخه آزمون و در پایان آزمون عکس رنگی از هر اسلب بگیرید. از هرگونه ویژگی‌های غیر معمول عکس از نمای نزدیک تهیه نمائید. در همه عکس‌ها مقیاس را وارد نمائید.

۱۳ گزارش آزمون: برگه داده(ها)ی آزمون/فرم(ها)

گزارش آزمون حداقل باید شامل اطلاعات کلی زیر باشد:

۱-۱۳ اطلاعات شناسایی نمونه/آزمونه، از قبیل شماره پروژه، شماره نمونه، نوع سنگ، موقعیت محل نمونه‌برداری، عمق، و غیره.

۱۳-۲ حداقل داده‌های آزمون را ثبت نمائید:

۱۳-۲-۱ نام و نام خانوادگی شخص انجام دهنده آزمون.

۱۳-۲-۲ جرم اولیه نمونه خشک شده در گرم‌خانه.

۱۳-۲-۳ زمان شروع و پایان و تاریخ برای هر چرخه انجماد و ذوب.

۱۳-۲-۴ مشاهدات اولیه آزمایش کیفی و آنهایی که هر ۵ چرخه انجماد-ذوب ساخته شده‌اند.

۱۳-۲-۵ عکس‌های رنگی "قبل" و "در طول" و "بعد از" آزمون.

۱۳-۲-۶ جرم نهایی نمونه خشک شده در گرم‌خانه.

۱۳-۳ گزارش حداقل اطلاعات زیر:

۱۳-۳-۱ شماره شناسایی نمونه.

۱۳-۳-۲ موقعیت منشا نمونه.

۱۳-۳-۳ موقعیت مکان مدنظر برای استفاده.

۱۳-۳-۴ نوع سنگ.

۱۳-۳-۵ میانگین درصد افت آزمایش کمی طبق بند ۱۰-۳ با تقریب ۰٫۱٪.

۱۳-۳-۶ نگاشتن شرحی از آزمایش کیفی برای هر آزمون در بند ۱۲-۱، و یافته‌های این آزمایش.

۱۳-۳-۷ عکس‌های رنگی "قبل" و "بعد از" آزمون.

۱۳-۴ ارائه موارد زیر در گزارش آزمون اختیاری است:

۱۳-۴-۱ نام سازند زمین‌شناسی.

۱۳-۴-۲ وضعیت زمین‌شناسی منشا با اطلاعات مربوط از صفحات ضعف ثبت شده در سر زمین.

۱۴ دقت و اریبی

۱-۱۴ دقت

با توجه به طبیعت مواد سنگی آزمون شده توسط این روش آزمون، تهیه آزمون‌های متعدد که دارای خواص فیزیکی یکنواخت باشند، غیر ممکن است. از این رو آزمون‌هایی که می‌توانند نتایج مشابهی را ایجاد بکنند نمی‌توانند مورد آزمون قرار بگیرند. در حال حاضر نمی‌توانیم تغییرات بین آزمون‌ها و هر نوع تغییر مشاهده شده احتمالی، صرفاً در نتیجه تغییر در اپراتور یا تغییرات در آزمایش آزمایشگاه اندازه‌گیری نماییم.

۲-۱۴ اریبی

هیچ مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این آزمون وجود ندارد. بنابراین اریبی را نمی‌توان تعیین کرد.

پیوست الف
(اطلاعاتی)
فرم گزارش آزمون

شماره آزمایشگاه:						پروژه:
آزمونگر:			تاریخ پایان آزمون:			تاریخ شروع آزمون:
(A) جرم اولیه آزمون (برحسب گرم) :						(B) جرم نهایی آزمون (برحسب گرم):
توصیف کیفی اولیه:						
چرخه ۱	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۲	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۳	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۴	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۵	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	توصیف کیفی:			
توسط						
چرخه ۶	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۷	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۸	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۹	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۱۰	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	توصیف کیفی:			
توسط						
چرخه ۴۱	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۴۲	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۴۳	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۴۴	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۴۵	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	توصیف کیفی:			
توسط						
چرخه ۴۶	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۴۷	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۴۸	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	چرخه ۴۹	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط			توسط			
چرخه ۵۰	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	اجاز آب شدگی تاریخ/زمان		اجاز آب شدگی تاریخ/زمان	اجاز یخ زدگی تاریخ/زمان	توسط
توسط						
توصیف کیفی نهایی:						
محاسبات:						توسط
$\text{درصد کاهش سلامت} = (A - B) / A \times 100$						