



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۲۰۰

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20200

1st. Edition

2016

ارزیابی دوام سنگ برای کنترل فرسایش با
استفاده از سدیم سولفات یا منیزیم سولفات –
روش آزمون

**Evaluation of Durability of Rock for Erosion
Control Using
Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate –
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 با استفاده از سدیم سولفات یا منیزیم سولفات - روش
آزمون »

رئیس:

بازرگان، کامبیز
(دکترای خاک‌شناسی)

دبیر:

فلاح، عباس
(کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)

سمت و/یا نمایندگی:

ریاست موسسه تحقیقات آب و خاک کشور

اداره کل دفتر تدوین استانداردهای ملی، سازمان
ملی استاندارد ایران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقاجانی، وحید
(کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی مهندسی)

مدرس دانشگاه پیام نور ساوه

اصلی، بابک
(کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پاک‌نیا، 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

مدیر گروه زیست محیطی سازمان زمین شناسی
و اکتشافات معدنی کشور

سیاره، علیرضا
(کارشناس ارشد زمین شناسی)

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
(کارشناسی مهندسی مواد)

دانشگاه الزهرا(س)

قاسملویان، محدثه
(دانشجوی کارشناسی 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
(کارشناسی 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 با استفاده از سدیم سولفات یا منیزیم سولفات - 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 توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM D5240/D5240M: 2013, Standard Test Method for Evaluation of Durability of Rock for Erosion Control Using Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

ارزیابی دوام سنگ برای کنترل فرسایش با استفاده از سدیم سولفات یا منیزیم سولفات - 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 دوام سنگ در برابر فرسایش توسط بررسی میزان تاثیرگذاری محلول سدیم سولفات یا منیزیم سولفات بر اسلب‌های سنگ است. این آزمون، آزمون هوازگی تسریع‌یافته است که با در معرض‌گذاری سنگ در برابر یخ‌زدگی و آب‌شدگی، 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 (توری‌سنگی) مناسب است. محدودیت‌های این آزمون شامل دو بخش است. اول آنکه این آزمون، شرایط یخ‌زدگی و آب‌شدگی را شبیه‌سازی می‌کند. نیروی گسترده داخلی، حاصل از آبیگری مجدد^۵ نمک به محض غوطه‌ورسازی مجدد، سبب انبساط بیشتر آب به علت تشکیل بلوره‌های بزرگتر نمکی در یخ زدگی شده و منجر به بیشتر شدن میزان انبساط نسبت به یخ زدگی آب در طبیعت می‌شود. ثانیاً اندازه آزمون‌های سنگ برش‌خورده ممکن است برخی از نقایص داخلی موجود در ساختار سنگ را حذف نماید. در نتیجه آزمون‌های آزمون ممکن است نمایانگر کیفیت نمونه‌های بزرگتر سنگ مورد استفاده در ساخت و ساز نباشند. بررسی دقیق منبع سنگ و نمونه‌برداری مناسب و صحیح در به حداقل رساندن این محدودیت‌ها بسیار ضروری 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.

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

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

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، تغییرات مواد، هدف از گردآوری داده‌ها، مطالعات اهداف خاص، یا هر نوع ملاحظه‌ای را برای اهداف کاربر در نظر نمی‌گیرد. و این روشی معمولی برای افزایش یا کاهش ارقام معنی‌دار داده‌های گزارش شده‌ای است که باید متناسب با این ملاحظات باشند. بررسی ارقام معنی‌دار 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 C88 Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
- 2-2 ASTM C295 Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete
- 2-3 ASTM D653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- 2-4 ASTM D2216 Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
- 2-5 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
- 2-6 ASTM D4753 Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing
- 2-7 ASTM D4992 Practice for Evaluation of Rock to be Used for Erosion Control
- 2-8 ASTM D5121 Practice for Preparation of Rock Slabs for Durability Testing
- 2-9 ASTM D6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data
- 2-10 ASTM E100 Specification for ASTM Hydrometers
- 2-11 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 سنگ‌بر

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، را 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 "آزمونه" 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 ریپرپ

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 گیرد 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 پایه های پل به همدیگر گره زده می‌شوند.

۴ اصول

نمونه‌های سنگی که برای کنترل فرسایش انتخاب شده، توسط اهر برش به نمونه‌های اسلب تبدیل می‌شود، قطعات مذکور برای رسیدن به جرم ثابت در خشک‌کن خشک می‌شوند. نمونه‌ها به طور مکرر در داخل محلول‌های اشباع از سدیم سولفات یا منیزیم سولفات غوطه‌ور و سپس توسط یک گرم‌خانه خشک می‌شوند. در پایان آزمون، درصد کاهش جرم برای هر یک از مجموعه نمونه 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

۱-۵ 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 نتیجه تاثیرات فعالیت هوازدگی، پایداری نهایی قرارگیری سنگ برای کنترل فرسایش است و از این رو بر پایداری پروژه‌های ساختمانی، سازه‌ها، خطوط ساحلی، و مسیر رودخانه‌ها تاثیر می‌گذارد.

۲-۵ آزمون سلامت توسط سدیم سولفات یا منیزیم سولفات یکی از روش‌هایی است که به منظور برآورد کیفی دوام سنگ در شرایط هوازدگی استفاده می‌شود. این استاندارد در ارتباط با روش‌های آزمون تکمیلی ذکر شده در استاندارد ASTM D4992 تدوین شده است. این روش آزمون مقادیر عددی مطلق 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.

۳-۵ روش آزمون این استاندارد برای ارزیابی بسیاری از انواع مختلف سنگ‌ها استفاده می‌شود. مواردی وجود دارد که نتایج داده‌های آزمون با دوام سنگ تحت شرایط واقعی میدانی سازگاری ندارد. مواردی که نمونه‌ها استحکام کمی از دست داده‌اند، در حالی که در استفاده واقعی از هم پاشیده شدند، و برعکس این آزمون درست بوده است.

یادآوری - کیفیت نتایج بدست آمده در 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، به‌خودی‌خود نمی‌تواند نتایج قابل اعتمادی داشته باشد. نتایج قابل اعتماد بستگی به بسیاری از عوامل دارد و استاندارد ASTM D3740 ابزارهایی را برای ارزیابی برخی از آنها فراهم می‌کند.

۶ وسایل لازم

۶-۱-اره سنگ بر

یک اره الماسی مجهز به خنک کننده آب در مقیاس آزمایشگاهی برای برش نمونه‌های زمین‌شناسی و بتنی، یا یک اره الماسه مورد استفاده برای اهداف گوه‌شناسی (سنگ‌شناسی)، 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 خودکار (بیشتر ثقیلی، 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. یادآوری - می‌توان از خنک کننده دیگری غیر از آب نیز در آزمون‌های بعدی یا ارزیابی، و/یا هر دو استفاده کرد.

۶-۲-ظروف

ظروف باید دارای اندازه کافی برای نگه داشتن نمونه و سبدهایی که به طور کامل در یک محلول سولفات غوطه‌ور است، باشند. 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 مواد شیمیایی و درجه حرارت قرار می‌گیرند.

۶-۳-سبدها

سبدها برای غوطه‌ور نمودن آزمون‌های اسلب آزمایشگاهی در محلول، باید مطابق با روش‌های توصیف شده در این استاندارد باشند، باید در چنین روشی، دسترسی آزاد محلول به نمونه و زهکشی محلول از نمونه بدون کاهش در مواد باشد.

یادآوری - سبدها باید از سیم‌های با مش مناسب یا غربال‌های با منافذ مناسب که برای نمونه ظروف مناسب هستند، ساخته شده باشند.

۶-۴-تنظیم دما (دماسنج)

وسایل مناسب برای تنظیم دمای نمونه‌ها در $(1 \pm 21)^\circ\text{C}$ در طول غوطه‌ور نمودن در سدیم سولفات یا سولفات منیزیم باید تهیه شود.

۶-۵-ترازو

ترازو باید مطابق با الزامات ارائه شده در استاندارد ASTM D4753 باشد. رده GP10 ترازو با درستی و خوانایی ۵ گرم قابل قبول است.

۶-۶-گرم‌خانه

ترموستات گرم‌خانه باید الزامات استاندارد ASTM E145 را برآورده نماید و قادر به حفظ درجه حرارت یکنواخت $(5 \pm 110)^\circ\text{C}$ در سراسر محفظه گرم‌خانه باشد. این الزامات معمولاً نیازمند استفاده از یک گرم-

خانه نوع دمشی^۱ است. ترجیحا تهویه گرمخانه باید در خارج از ساختمان قرار داده شود. نرخ تبخیر آب در این گستره دمایی، باید حداقل ۲۵(g/h) برای مدت ۴ ساعت باشد، در طول این زمان درهای گرمخانه باید بسته نگه داشته شود. این نرخ باید توسط افت آب از بشرهای یک لیتری کوتاه شکل گریفین^۲، اندازه گیری و تعیین شود، در ابتدا باید هر کدام دارای ۵۰۰ گرم آب در دمای $(21 \pm 2)^\circ\text{C}$ باشند و باید در هر گوشه و مرکز محفظه گرمخانه قرار داده شوند. زمانی که گرمخانه خالیست، الزامات تبخیر برای همه موقعیت‌های آزمون، به جز برای بشر آب، اجرا می‌شود.

۶-۷ اندازه گیری وزن مخصوص

هیدرومترهای منطبق با الزامات استاندارد ASTM E100، یا ترکیب مناسبی از ظروف شیشه ای و ترازو، قادر به اندازه گیری وزن مخصوص محلول با دقت ± 0.001 .

۶-۸ دوربین

یک دوربین دیجیتالی یا دوربین فیلم دار قادر به گرفتن عکس با کیفیت بالا، عکس‌های رنگی برای "قبل از" و "بعد از" عکس برداری نمونه.

۶-۹ مقیاس عکاسی

یک مقیاس با ابعاد و تقسیم زمانی مناسب هنگامی که با میدان دید و جزئیاتی که باید مطالعه شوند. هنگام انتخاب یک مقیاس، همیشه باید مقیاسی که حداقل اندازه گیری دقیق را در سیستمی که اطلاعات عکس را اندازه گیری می‌کند، انتخاب نمایید. اگر سیستم دارای دقت یک میلی‌متری است، مطمئن شوید که مقیاس مورد استفاده دارای درستی و دقت یک میلی‌متر در کل مقیاس است.

۷ محلول‌های ویژه لازم

۷-۱ محلول را برای غوطه‌ورسازی نمونه‌های آزمون از سدیم سولفات یا منیزیم سولفات مطابق با بندهای ۷-۱ و ۷-۱-۲ آماده نمایید. حجم محلول باید حداقل ۵ برابر حجم جامد تمام نمونه‌های غوطه‌ور شده در هر زمان باشد.

یادآوری - برخی از سنگ‌های دارای کربنات‌های کلسیم یا منیزیم بوسیله محلول‌های شیمیایی سولفات تازه مورد حمله واقع می‌شوند، در نتیجه به اشتباه دارای مقادیر خطای بالاتری نسبت به مقدار وزن اندازه‌گیری شده هستند. اگر با این شرایط مواجه شده یا مورد ظن واقع شد، آزمون را با استفاده از یک محلول فیلتر شده که قبلاً برای آزمون نوع مشابه سنگ کربنات استفاده شده است تکرار نمایید، مشروط بر این که محلول مورد استفاده برای وزن مخصوص، مطابق با الزامات بندهای ۷-۱-۱ و ۷-۱-۲ باشد.

۷-۱-۱ محلول سدیم سولفات

یک محلول اشباع شده از سدیم سولفات را بوسیله انحلال یک نمک درجه واکنشگر در آب و در دمای $^\circ\text{C}$ (۲۵ تا ۳۰) آماده کنید. نمک کافی (یادآوری ۲ بند ۷ را ببینید) از نمک بدون آب (Na_2SO_4) یا متبلور ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) اضافه نمایید تا از اشباع بودن محلول و نیز از حضور بلورهای اضافی، هنگامی که محلول

1 -Forced-draft

2-Griffin low-form

برای استفاده در آزمون‌ها آماده است، اطمینان حاصل شود. مخلوط حاصل را در طول اضافه نمودن نمک و در طول فواصل زمانی مشخص تا زمان استفاده، به طور کامل به هم بزنید. برای کاهش تبخیر و جلوگیری از آلودگی، محلول را در کل زمان مصرف و زمانی که مورد نیاز نیست، توسط یک درپوش بپوشانید. اجازه دهید محلول تا رسیدن به دمای $(21 \pm 1)^\circ\text{C}$ سرد شود. دوباره محلول را به هم بزنید و اجازه دهید تا محلول قبل از استفاده در دمای تعیین شده برای حداقل ۴۸ ساعت قبل از استفاده باقی بماند. قبل از هر استفاده‌ای از محلول، آن را کاملاً بهم بزنید و هر نوع توده نمک موجود در مخزن، را بشکنید و وزن مخصوص محلول را تعیین و ثبت نمایید. محلول در هنگام استفاده، باید دارای وزن مخصوص بین ۱٫۱۵۱ تا ۱٫۱۷۴ باشد.

محلول تغییر رنگ یافته را دور بریزید یا آن را صاف کرده و وزن مخصوص آن را بررسی نمایید. **یادآوری** - برای محلول، ۲۱۵ گرم نمک بدون آب یا ۷۰۰ گرم نمک آبدار در هر یک لیتر آب برای اشباع شدن در دمای 22°C کافی است. به هر حال، زمانی که این نمک‌ها کاملاً پایدار نیستند و از آنجا که وجود بلور اضافی در محلول مطلوب است، استفاده بیش از ۳۵۰ گرم نمک بدون آب یا ۷۵۰ گرم نمک دی‌هیدرات در هر لیتر آب پیشنهاد می‌شود.

۷-۱-۲ محلول منیزیم سولفات

محلول اشباع از منیزیم سولفات را از طریق انحلال با یک نمک درجه واکنشگر در آب با دمای بین $^\circ\text{C}$ (۲۵-۳۰) آماده کنید. نمک کافی (یادآوری را ببینید) یا نمک بدون آب (MgSO_4) یا متبلور ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (نمک سولفات دو منیزی یا نمک منیزیم سولفات آبدار) اضافه نمایید تا از اشباع شدگی محلول و حضور بلورها برای هنگامی که محلول برای استفاده در آزمون‌ها آماده است، اطمینان حاصل شود. مخلوط حاصل را در طول اضافه نمودن نمک و در طول فواصل زمانی مشخص تا زمان استفاده، به طور کامل به هم بزنید. برای کاهش تبخیر و جلوگیری از آلودگی، محلول را در کل زمان مصرف و زمانی که مورد نیاز نیست، توسط یک درپوش بپوشانید. اجازه دهید محلول تا رسیدن به دمای $(21 \pm 1)^\circ\text{C}$ سرد شود. دوباره محلول را به هم بزنید و اجازه دهید تا محلول قبل از استفاده برای حداقل ۴۸ ساعت قبل از استفاده باقی بماند. قبل از هر استفاده‌ای از محلول، آن را کاملاً بهم بزنید و هر نوع توده نمک موجود در مخزن را بشکنید و وزن مخصوص محلول را تعیین و ثبت نمایید. محلول در هنگام استفاده، باید دارای وزن مخصوص بین ۱٫۲۹۵ تا ۱٫۳۰۸ باشد. محلول تغییر رنگ یافته را دور بریزید یا آن را صاف کرده و وزن مخصوص آن را بررسی نمایید.

یادآوری - برای محلول، ۳۵۰ گرم نمک بدون آب یا ۱۲۳۰ گرم نمک هپتاهیدرات در هر یک لیتر آب برای اشباع شدن در دمای 23°C کافی است. به هر حال، زمانی که این نمک‌ها کاملاً پایدار نیستند و از آنجا که حضور بلورهای اضافی در محلول مطلوب است، توصیه می‌شود که نمک هپتاهیدرات استفاده شود و در هر لیتر آب حداقل ۱۴۰۰ گرم استفاده شود.

۷-۱-۳ محلول باریم کلراید

۱۰۰ میلی‌لیتر محلول باریم کلراید ۵٪ را با انحلال ۵ گرم باریم کلراید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه نمایید.

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 تخت‌سنگ‌های واقع در طبیعت باشد. مشاهدات چشمی رنگ، بافت، کانی‌شناسی، یا خصوصیات دیگر، می‌تواند راهنمایی برای نمونه‌برداری نمونه نماینده^۱ مناسب باشد.
- ۸-۲-۱ منشا سنگی 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 نشان داده شود. این گروه به عنوان مجموعه آزمون‌های سنگ بررسی می‌شوند.
- ۸-۲-۳ نمونه انواع سنگ به نسبت تقریبی شان نسبت به انواع سنگی که در منشا واقع شده‌اند.
- 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.
- ۸-۶ 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 آزمون‌ها

- ۹-۱ در راستای هر یک از صفحات ضعف مختلف، اسلب جداگانه‌ای آماده نمائید، مگر اینکه همه این صفحات بتوانند در یک راستا قطع شوند.
- ۹-۲ هر یک از نمونه‌ها را ببرید، بطوریکه با بندهای ۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ 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

1-Represented

عادی یا هر نوع صفحات ضعف بالقوه که ممکن است در نمونه‌ها مشاهده شوند را ببرید. به غیر 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 استحکام 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 آزمون‌ها را با یک ماژیک ضد آب مناسب علامت‌گذاری نمایید. از هر یک از نمونه‌های آزمون با استفاده از دوربین دیجیتالی یا فیلم عکاسی رنگی به‌طوری که بیشترین اندازه نمونه در عکس قرار می‌گیرد، عکس بگیرد. آزمون‌ها مرطوب و یا کمی مرطوب معمولاً جزئیات بیشتری را نسبت به نمونه‌های خشک نشان می‌دهند. تمامی عکس‌ها دارای مقیاس باشند.

۱-۲ هر یک از اسلب‌ها را به‌صورتی که در استاندارد ASTM D5121 نشان داده شده توصیف نمایید. وجود لایه‌بندی، شکستگی، و دیگر صفحات با نقاط ضعف و شرایط آنها را یادداشت نمایید.

۱-۳ 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 نمایید. سنگ‌هایی که دارای گچ (دی هیدرات کلسیم سولفات) هستند، باید در دمای $^{\circ}\text{C}$ 60 ، توصیه شده در استاندارد ASTM D2216 خشک شوند. در اغلب موارد، خشک کردن اسلب‌ها در یک شب (۱۲ تا ۱۶) ساعت کافی است. در مواردی که در رابطه با کیفیت خشک کردن تردید وجود دارد، بهتر است خشک کردن نمونه تا زمانی ادامه یابد که تغییر در جرم نمونه پس از دو فاصله زمانی (بیشتر از ۱ ساعت) خشک کردن کمتر از 0.1% شود.

۱-۴ نگهداری آزمون‌ها در محلول

آزمون‌ها را در محلول آماده شده سدیم سولفات یا منیزیم سولفات برای (۱۶ تا ۱۸) ساعت غوطه‌ور نمایید. بدین حالت که محلول آنها را به عمق حداقل ۱۲.۵ mm بپوشاند. ظروف را برای کاهش تبخیر و برای جلوگیری از آلودگی بپوشانید. نمونه‌های غوطه‌ور شده را در محلول و در دمای $^{\circ}\text{C}$ (21 ± 1) برای مدت زمان غوطه‌سازی، نگهداری کنید.

۱-۵ خشک کردن آزمون‌ها پس از غوطه‌ور سازی

پس از طی مدت زمان غوطه‌سازی، نمونه‌ها را از محلول برداشته، و به آنها اجازه بدهید تا محلول از آنها برای حدود (15 ± 5) min خارج شود و در یک گرم‌خانه خشک‌کن قرار بدهید. درجه حرارت گرم‌خانه باید قبلاً به دمای $^{\circ}\text{C}$ (110 ± 5) رسیده باشد. آزمون‌ها را تا رسیدن به یک وزن ثابت در درجه حرارت مشخص شده خشک نمایید. برقراری زمان مورد نیاز تا رسیدن به وزن ثابت به شرح زیر است:

با گرم‌خانه حاوی حداکثر بار نمونه مورد انتظار، کاهش وزن نمونه آزمون با برداشتن و توزین آنها بدون خنک نمودن، در فواصل (۲ تا ۴) ساعت؛ بررسی‌های کافی برای استقرار زمان مورد نیاز خشک‌کردن برای حداقل وضع مطلوب گرم‌خانه (بند ۶-۶ را ببینید) و شرایط آزمون (یادآوری این بند) ایجاد کنید.

وزن ثابت آزمونه‌ها زمانی می‌تواند بطور قابل ملاحظه‌ای بدست آید که وزن نمونه کمتر از ۰٫۱٪ از وزن نمونه در طی ۴ ساعت از خشک شدن باشد. پس از رسیدن به وزن ثابت، اجازه دهید تا نمونه‌ها در دمای اتاق سرد شوند، هنگامی که آنها باید دوباره در محلول آماده شده طبق بند ۱۰-۴ غوطه ور شوند.

یادآوری- زمان مورد نیاز برای خشک کردن نمونه تا رسیدن به وزن ثابت ممکن است، بطور قابل توجهی به چند دلیل متفاوت باشد. راندمان خشک کردن می‌تواند در طی چرخه‌های مکرر به دلیل چسبیدن نمک به ذرات و در برخی موارد، به علت افزایش سطح نمونه به دلیل شکستگی، کاهش یابد.

۱۰-۶ روند غوطه ورسازی و خشک کردن برای در مجموع پنج چرخه تکرار کنید. 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 از داخل گرم‌خانه، در $(\pm 5) 110^{\circ}\text{C}$ تا زمانی که آزمون را بتوان دوباره از سرگرفت، بردارید.

۱۰-۷ پس از اتمام چرخه نهایی و پس از اینکه نمونه سرد شد، نمونه را برای حذف سدیم سولفات یا منیزیم سولفات بصورت تعیین شده، توسط واکنش آب شستشو با باریم کلرید (BaCl_2) بشوئید. با گردش آب در دمای $(\pm 6) 43^{\circ}\text{C}$ از درون آزمونه‌های داخل سبد، آنها را بشوئید. این عمل ممکن است با قرار دادن آنها در یک مخزن پر از آب گرم می‌تواند در نزدیک سطح زمین که قادر به سرریز شدن است انجام شود. در عملیات شستشو، نمونه‌ها نباید در معرض ضربه یا سایش که ممکن است منجر به شکسته شدن اسلب‌ها شوند، قرار بگیرند.

۱۰-۸ از هر یک از نمونه‌ها عکس گرفته و بررسی‌های کیفی برای هر یک از نمونه‌ها با توجه به بند ۱۲ صورت بگیرد.

یادآوری- شیر آب حاوی سولفات زمانی که برای آب شستشو استفاده می‌شود باید توسط محلول باریم کلرید مورد آزمون قرار بگیرد. تیره‌گی محلول شیر آب و محلول باریم کلرید باید تشخیص داده شود تا این که بتوان آب شستشو آزمون شده با همان درجه تیرگی عاری از سولفات آزمون فرض کرد.

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 آزمونه خشک شده در گرم‌خانه قبل از انجام آزمون؛

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

۱۱-۲ درصد افت را با تقریب ۰٫۱٪ برای هر آزمونه از جرم‌های تجمعی اولیه و نهایی برای هر یک از مجموعه آزمونه‌ها محاسبه نمائید:

$$(2) \quad \text{درصد میانگین کاهش سلامت} = (C - D) / C \times 100$$

که در آن:

C جرم تجمعی همه آزمون‌های خشک شده در گرم‌خانه قبل از انجام آزمون؛
D جرم تجمعی خشک‌شده در گرم‌خانه بزرگترین قطعات باقیمانده از همه اسلب‌ها بعد از انجام آزمون.

۱۲ آزمون‌های کیفی

۱۲-۱ به‌طور چشمی اسلب‌ها را برای هر چهار 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 (پوسته‌پوسته 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 کامل شدن آزمون عکس‌رنگی از هر اسلب بگیرید. از هر گونه ویژگی‌های غیر معمول عکس‌رنگی 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:

۱۳-۱ 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.

۱۳-۲-۴ وزن مخصوص محلول قبل و بعد از استفاده.

۱۳-۲-۵ مشاهدات اولیه آزمایش کیفی و آنهایی که پایان آزمون ساخته شده‌اند.

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 نوع محلول مورد استفاده در آزمون سلامت سنگ.

۱۳-۳-۶ درصد افت تجمعی آزمایش کمی طبق بند ۱۱-۲ با تقریب ۰٫۱٪،

۱۳-۳-۷ نگاشتن شرحی از آزمایش کیفی برای هر آزمون در بند ۱۲-۱، و یافته‌های این آزمایش.

۱۳-۳-۸ عکس های رنگی "قبل" و "بعد از" آزمون.

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

۱۳-۴-۱ نام سازند زمین شناسی.

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

۱۴ دقت و اریبی

با توجه به طبیعت مواد سنگی آزمون شده توسط این روش آزمون، تهیه آزمونهای متعدد که دارای خواص فیزیکی یکنواخت باشند، غیر ممکن است.