



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۷۹۵

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20795

1st. Edition

2016

تعیین قابلیت تراوایی سنگ‌ها به وسیله
جریان هوا- روش آزمون

**Standard Test Method for
Permeability of Rocks by Flowing Air**

ICS : 93.020

بنام 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 ۲۹/۶/۹۰ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۲۴/۷/۹۰ جهت اجرا ابلاغ شده است.

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 فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می‌دهد 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 به‌عنوان 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 پیش‌بینی‌شده 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 نماید. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری نماید. 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 کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه 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 واحد بین‌المللی 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 Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

□ تعیین قابلیت تراوایی سنگ‌ها به وسیله جریان هوا – روش آزمون □

رئیس:

اسکروچی، مهدی
(دکتری مهندسی شیمی)

سمت و / یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه شیراز

دبیر:

مبارک‌زاده، مریم
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس کنترل کیفیت شرکت سیمان فارس

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ریاضی، مسعود
(دکتری مهندسی نفت)

عضو هیات علمی دانشگاه شیراز

عرفانی‌نیا، علی
(فوق لیسانس مهندسی نفت)

کارشناس حفاری شرکت مناطق نفت خیز جنوب

کارگر، علی رضا
(دکتری مهندسی معدن)

دانشگاه شهید باهنر کرمان

کریم زاده، محمد امین
(لیسانس مهندسی عمران)

آزمایشگاه مکانیک خاک استان فارس

کریمی، رحیم
(فوق لیسانس مهندسی نفت)

شرکت طرح و اندیشه پتروآزما

مرتضوی، الهام
(فوق لیسانس مهندسی نفت)

شرکت طرح و اندیشه پتروآزما

محمدی، محمد کاظم
(دکتری شیمی)

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

موسی زاده، محمد
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

مرکز همکاری های علمی و فناوری نهاد ریاست جمهوری

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۳	۵ وسایل
۷	۶ نمونه برداری
۷	۷ آزمون‌ها
۸	۸ روش آزمون
۹	۹ محاسبات
۱۰	۱۰ دقت و اریبی
۱۰	۱۱ گزارش آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد "تعیین قابلیت تراوایی سنگ‌ها به‌وسیله جریان هوا-روش آزمون" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در ششصد و چهلمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM D4525: 2013, Standard Test Method for Permeability of Rocks by Flowing Air.

تعیین قابلیت تراوایی سنگ‌ها به‌وسیله جریان هوا - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ضرایب تراوایی مطلق با استفاده از عبور جریان هوا از درون سنگ‌ها می‌باشد. این روش، تعیین‌کننده‌ی مقادیر ضرایب تراوایی سنگ‌ها و یا خاک‌های متراکم می‌باشد.

۲-۱ این استاندارد، محدود به تراوایی‌های بزرگ‌تر از $10^{-18} \times 9,869$ مترمربع^۱ (۰٫۰۱ میلی داریسی) بوده و محدود به سنگ‌های عاری از نفت و آلودگی است.

۳-۱ همه مقادیرهای محاسبه و مشاهده شده در آزمون، باید مطابق با دستورالعمل‌های تعیین شده مربوط به ارقام با معنی و گرد کردن ارائه شده در استاندارد ASTM D6026 باشند.

۱-۳-۱ روش‌های به کار گرفته شده در این استاندارد برای تعیین نحوه‌ی جمع‌آوری، ثبت یا محاسبه‌ی اطلاعات، به‌عنوان استاندارد صنعتی در نظر گرفته می‌شود. به‌علاوه این روش‌ها نشانگر ارقام قابل توجهی است که به طور کلی بهتر است حفظ شوند. مواردی از جمله تغییر و تنوع مواد، هدف از به دست آوردن اطلاعات، مطالعات با اهداف ویژه یا هرگونه ملاحظات دیگر برای استفاده کاربر در این روش در نظر گرفته نمی‌شود و همچنین کاهش یا افزایش ارقام معنی‌دار داده‌های گزارش شده، برای تناسب با این ملاحظات، یک روش مرسوم است. در نظر گرفتن ارقام معنی‌دار مورد استفاده در روش‌های تحلیلی جهت طراحی مهندسی، فراتر از اهداف این استاندارد می‌باشد.

هشدار- این استاندارد ادعایی در مورد جوابگویی به همه نگرانی‌های ایمنی نداشته و در صورت وجود، همراه با استفاده از آن می‌باشد. فراهم کردن ایمنی مناسب و تعیین کاربرد محدودیت‌های قانونی پیش از استفاده، در مسؤلیت استفاده‌کننده از این استاندارد است.

۵-۱ این روش آزمون به منظور اندازه‌گیری تراوایی هوا در یک نمونه سنگ کوچک طراحی شده است. از طریق این روش و با استفاده از برون‌یابی، تراوایی معادل برای مایعات، نیز قابل محاسبه است. این پارامتر جهت محاسبه‌ی جریان عبوری سیالات از درون سنگ که ناشی از اختلاف فشار اعمال شده بوده، استفاده می‌گردد.

یادآوری- کیفیت نتایج به‌دست‌آمده در این روش به توانایی نیروی انسانی استفاده‌کننده از آن و مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده بستگی دارد. به‌طور کلی مراکزی که معیارهای ASTM D3740 را رعایت کرده‌اند، شایسته و قادر به انجام آزمون‌های مورد نظر می‌باشند. کاربران این استاندارد باید توجه داشته باشند که مطابقت با استاندارد ASTM D3740، ضامن قابل اعتماد بودن نتایج نخواهد بود. قابل اعتماد بودن نتایج به عوامل زیادی بستگی دارد. استاندارد ASTM D3740، ابزار ارزیابی برخی از این عوامل را فراهم کند.

1 - 0.01 milidarcy

۲ مراجع الزامی

مدرک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظر های بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدرکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظرها و اصلاحیه های بعدی آن مورد نظر است .
استفاده از مراجع زیر برای استفاده از این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM D653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

2-2 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

2-3 ASTM D6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

2-4 RP-40 Recommended Practice for Core Analysis Procedure

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد به منظور اطلاع از تعاریف و اصطلاحات فنی رایج استفاده شده ، به مجموعه ای اصطلاحات استاندارد ASTM D635 مراجعه شود.

۴ اصول آزمون

۱-۴ تراوایی یک آزمونیه سنگ، به وسیله ی عبور جریان هوای خشک از آزمونیه و اندازه گیری فشار مطلق، دبی جریان و اختلاف فشار مطلق هوا تعیین می گردد. بر روی یک آزمونیه، تعداد ۳ آزمون یا بیشتر در مقدارهای فشار میانگین متفاوت هوا صورت می پذیرد. مقدارهای تراوایی به دست آمده، بر حسب معکوس فشار میانگین مطلق رسم می شود. عرض از مبدأ خط راست حاصل از برون یابی نقاط به دست آمده معادل با میزان تراوایی متناظر با جریان مایع^۱ در آزمونیه به دست می آید.

هشدار- جیوه از طرف بسیاری از سازمان های نظارتی به عنوان یک ماده خطرناک شناخته شده است که می تواند باعث صدمات بدنی شود. جیوه و یا بخارات آن ممکن است برای سلامتی انسان مضر و برای مواد خورنده باشند. محصولات^۲ که دارای جیوه هستند باید با دقت حمل شوند. برای آگاهی بیشتر به اطلاعات ایمنی محصولات (SDS)^۲ مراجعه شود. کاربران باید آگاه باشند که ممکن است فروش جیوه یا محصولات حاوی جیوه بر اساس قانون در برخی کشورها ممنوع باشند.

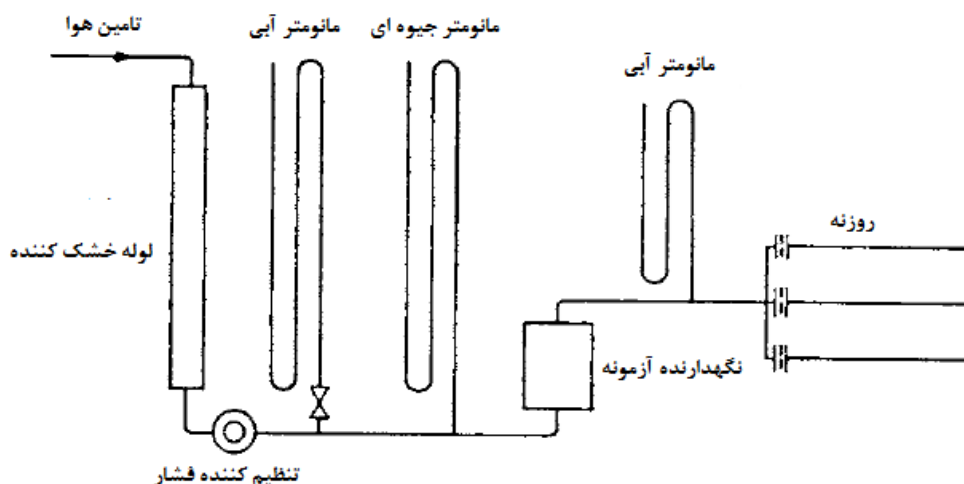
1- Liquid permeability

2 - Safety data sheet

۵ وسایل آزمون

۱-۵ تراواسنج^۱

تراواسنج باید دارای یک نگهدارنده‌ی آزمون، مبدل فشار یا شاخص یا فشارسنج برای اندازه‌گیری اختلاف فشار در دو سر آزمون، وسیله‌ای برای اندازه‌گیری دبی جریان هوا و وسیله‌ای جهت ایجاد جریان هوای خشک در مسیر جریان باشد (شکل ۱).



شکل ۱ - تراوایی سنج گازی (برگرفته از RP-40)

۱-۱-۵ نگهدارنده‌ی آزمون

قطر نگهدارنده‌ی آزمون حداقل باید ۱۰ برابر بزرگ‌تر از قطر بزرگ‌ترین ذره‌ی آزمون باشد. در صورت امکان، قطر مناسب برابر با ۲/۵۴ سانتی‌متر است. درگاه ورودی و خروجی جریان باید به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد تا از افت فشار در بیشترین دبی جریان جلوگیری شود. طول آن‌ها باید بین ۱/۳ تا ۱/۷ برابر قطر آن‌ها باشد.

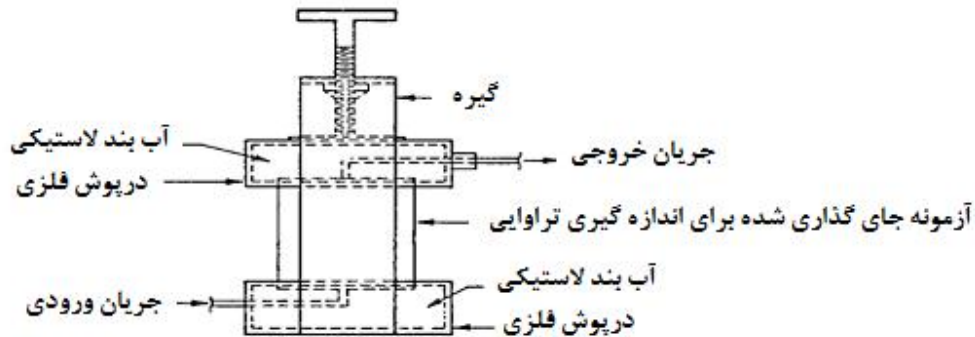
۲-۱-۵ دستگاه مناسب

در شکل ترجیحی، نگهدارنده‌ی آزمون باید دارای یک پوشش^۲ الاستومری بوده و این پوشش باید قابلیت تراکم‌پذیری و جلوگیری از عبور هوای تحت فشار بین پوشش و آزمون را داشته باشد. همچنین نگهدارنده‌ی آزمون باید دارای قطعاتی برای محدودسازی دو سر آزمون باشد. در شکل ترجیحی، هرکدام از قطعات محدودکننده‌ی انتهایی باید دارای دو درگاه، یکی برای برقراری جریان هوا و دیگری برای اندازه‌گیری فشار باشند (شکل ۲). این نوع نگهدارنده‌ی آزمون، برای عبور سیال‌های مختلف، مناسب بوده و قابلیت شبیه‌سازی فشار روباره بر روی آزمون را دارد.

1 -Permeameter

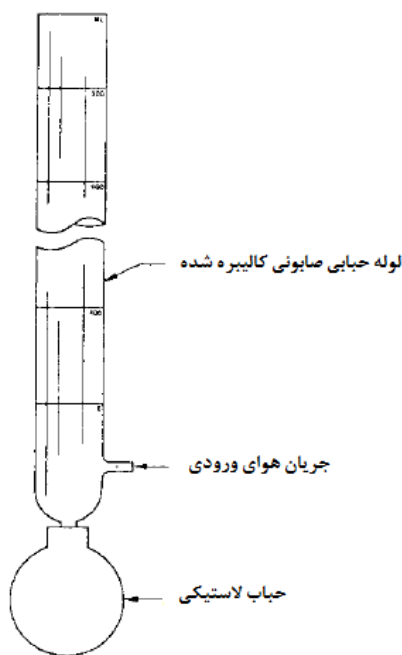
2 -Sleeve

مومها یا آب بندی برای این هدف مناسب هستند. این شیوهی نصب آزمونه، به‌ویژه برای آزمون بر روی آزمونه‌هایی با تراکم کمتر مناسب است. این روش در آزمون‌هایی که نیاز به مشابه‌سازی فشار روباره دارند کاربرد ندارد.

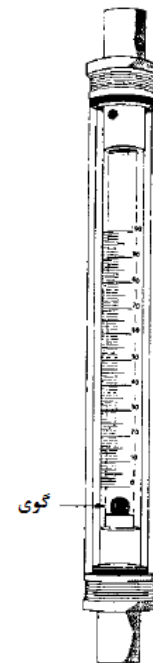


شکل ۴- سلول تراکمی برای آزمونه جایگذاری شده درپوش

۴-۱-۵ دبی جریان هوا باید در انتهای آزمونه به وسیله روزنه‌های واسنجی شده^۲ (شکل ۱)، جریان‌سنج جرمی، جریان‌سنج چرخان (شکل ۵) و یا جریان‌سنج حبابی (شکل ۶)، سنجیده شود.



شکل ۶ - جریان‌سنج حبابی



شکل ۵ - جریان‌سنج چرخان^۳ (ریز جریان‌سنج غلاف دار^۴)

۵-۱-۵ اختلاف فشار در طول آزمونه بهتر است به وسیله دو فشارسنج مطلق که در دو انتهای آن قرار گرفته‌اند، اندازه‌گیری شود. فشارسنج‌ها باید در یک محدوده‌ی ۰ کیلوپاسکال تا ۵۰ کیلوپاسکال (۰ پام تا

1- rigid bushing

2- Calibrated Orifices

3 -Rotameter

4 -Shielded Microflometer

۷/۳ پام^۱) با دقت ۲۵۰ پاسکال (۰/۰۳۶ پام) یا بهتر، عمل کنند. همچنین، برای اندازه‌گیری فشار ساکن، این فشارسنج‌ها را می‌توان به وسیله لوله‌هایی به دو انتهای آزمون متصل کرد و یا آن‌ها را در خطوط جریان به اندازه کافی بزرگ نصب نمود تا در بیشترین دبی جریان، کمتر از ۲۵۰ پاسکال (۰/۰۳۶ پام) افت فشار داشته باشد. اگر از چنین حسگر جریانی استفاده شود می‌بایست فشار بین جریان انتهایی آزمون و جریان سنج روزنه‌ای^۲ اندازه‌گیری شود.

۱-۵-۱-۵ از مانومترها^۳ (فشارسنج) برای اندازه‌گیری فشارهای جریان هوا می‌توان استفاده نمود. برای اندازه‌گیری گستره‌های مختلف فشار، هر دو مانومتر جیوه‌ای و آبی به کار رفته و باید همراه با یک شیر قطع فشار جریان بالا به مانومتر آب، آن‌چنان‌که در شکل ۱ نشان داده شده است، به کار روند. ارتفاع مانومترها بایست ۲۰ سانتی متر یا بیشتر باشد.

۲-۵-۱-۵ از فشارسنج‌های مطلق^۴ با محدوده‌ی ۰ تا ۵۰ کیلو پاسکال (۰ تا ۷/۳ پام) با قدرت تفکیک ۲۵۰ پاسکال (۰/۰۳۶ پام) نیز می‌توان به عنوان جایگزین مانومترها برای اندازه‌گیری فشار جریان هوا استفاده کرد.

۶-۱-۵ ابعاد ستونی که برای خشک کردن جریان هوا به کار می‌رود، باید قطر داخلی ۲،۵۴ سانتی متر و طول ۳۰ سانتی متر یا بیشتر داشته باشد. این ستون باید توسط سیلیکاژل یا کلسیم سولفات بدون آب پر شده و دارای نشانگر باشد. در بخش پایین دستی جریان، به منظور جلوگیری از ورود ذرات معلق به داخل آزمون، باید فیلتری با اندازه‌ی مش ۵۰ قرار گیرد.

۷-۱-۵ منبع هوای فشرده

یک منبع دارای تنظیم‌کننده و نشانگر با قابلیت تأمین فشار تا ۵۰ کیلو پاسکال (۷/۳۱ پام)، برای سامانه جریان لازم است.

۱-۷-۱-۵ هوا باید تمیز و عاری از ذرات مسدودکننده منافذ آزمون باشد.

۲-۷-۱-۵ هنگامی که از پوشش جهت نگه‌داشتن آزمون استفاده می‌شود، باید از یک منبع هوای فشرده با تنظیم‌کننده و نشانگر جداگانه و یا یک منبع فشار هیدرولیکی با نشانگر، فشار موردنیاز برای استقرار پوشش را تأمین می‌کند. فشار ۷۰۰ کیلو پاسکال (۱۰/۵ پام) یا بیشتر برای جادادن استفاده می‌شود. ممکن است فشار تا حد ۱۰۰ مگا پاسکال (۱۴۵۰۳/۸ پام) جهت مشابه‌سازی تنش درجا موردنیاز باشد.

۸-۱-۵ منبع خلأ کوچک

به منظور افزایش قطر داخلی پوشش و برای جای‌گذاری راحت‌تر آزمون در نگهدارنده، از این منبع خلأ استفاده می‌گردد.

۲-۵ ماشین مته^۱ (مغزه‌گیری)

^۱ -Psi

^۲ -Orifice

^۳ -Manometers

^۴ -Absolute Pressure gages

ماشینی مجهز به یک مته الماسه و یک سامانه گردش مایع خنک‌کننده برای آزمون‌گیری از نمونه‌های سنگ می‌باشد.

۳-۵ ادوات متفرقه مورد نیاز

یک زمان‌سنج برای کار با حباب متر، خط‌کش‌های متریک با دقت میلی‌متری برای کار با مانومترها و یک دماسنج با تقسیم بندی ۰/۵ درجه سلسیوس یا دقیق‌تر برای اندازه‌گیری دمای اتاق، مورد نیاز می‌باشد.

۴-۵ وسایل اندازه‌گیری اندازه آزمون

وسایل مورد استفاده برای اندازه‌گیری طول و قطر آزمون باید دارای دقت کافی جهت اندازه‌گیری ابعاد مورد نظر تا ۰/۱٪ طول واقعی آزمون باشد.

۶ نمونه برداری

۱-۶ در این آزمون، برای انتخاب نمونه، وجود ذخیره مناسب و کافی از نمونه‌های همگن ضروری است. نمونه‌ها باید بر اساس بررسی چشمی از محل ارزیابی به‌گونه‌ای انتخاب شوند که نماینده گستره مناسبی از مقادیر تراوایی باشند. در صورت مشاهده‌ی ناهمسانگردی^۲ در هنگام بررسی چشمی، توصیه می‌شود به جهت‌گیری در جای^۳ نمونه توجه شود. شیب^۴ و امتداد صفحات بستر^۵، در صورت وجود، بهتر است ثبت شود.

۷ آزمون‌ها

۱-۷ آزمون‌های استوانه‌ای از نمونه‌های سنگ در جهت‌های مقرر شده با شرایط درجا و اهداف آزمون حفاری شوند، مثلاً موازی و عمود بر صفحات بستر باشند. آزمون‌ها با طول بین ۱/۳ تا ۱/۷ برابر قطر آزمون تهیه شوند.

۲-۷ انتهای آزمون باید به‌وسیله اره الماسه به گونه‌ای بریده شود که تقریباً رویه آن عمود بر محور آزمون باشد.

قسمت‌های انتهای آزمون به‌وسیله آب تمیز، شسته شود.

۳-۷ خشک کردن آزمون‌ها

۱-۳-۷ اگر آزمون، بدون رس متورم شونده^۶ باشد، آن را به وسیله گرمخانه معمولی، در دمای تقریبی ۱۰۰ درجه سلسیوس خشک کنید تا وزن آزمون به تعادل برسد. قبل از اندازه‌گیری وزن، آزمون توسط یک درجه سلسیوس خشک‌کنید تا وزن آزمون به تعادل برسد. قبل از اندازه‌گیری وزن، آزمون توسط یک خشک

1 - Drilling Machine
2 - anisotropy
3 - In situ
4 - Dip
5 - Strike
6 - Swelling clay

کن^۱ تا دمای محیط سرد شود. مدت زمان موردنیاز برای خشک شدن، به ابعاد آزمون و میزان تراوایی آن بستگی دارد. به طور کلی مدت زمان ۴ ساعت برای آزمون با قطر ۲/۵۴ سانتی متر کافی است.

۲-۳-۷ اگر آزمون، حاوی رس متورم شونده باشد، آن را در آن مرطوب و با رطوبت نسبی ۴۵٪ در دمای ۶۳ درجه سلسیوس خشک نمایید تا وزن آزمون به تعادل برسد. تحت این شرایط، مدت زمان خشک شدن معمولاً بین ۲ تا ۴ روز می‌باشد.

۴-۷ در صورت لزوم، ذرات ریز سطوح انتهایی آزمون به وسیله‌ی برس نرم و فشار هوا تمیز شوند.

۸ روش آزمون

۱-۸ طول و قطر آزمون را با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت کنید. طول هر آزمون را حداقل ۳ بار با اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه و قطر آن را، در میانه و در هر دو انتهای آن، اندازه‌گیری کنید. میانگین طول و قطر آزمون را محاسبه کنید.

۲-۸ آزمون را در داخل نگهدارنده قرار داده و قطعات انتهایی را به آن متصل کنید. در نگهدارنده‌ی نوع پوشی، دسته^۲ دستگاه فشرده‌ساز را بچرخانید و یا در نگهدارنده نوع پوششی، فشار فضای پشت پوشش را بالا ببرید تا اطراف آزمون به طور کامل درزگیری شود. در نگهدارنده‌ی نوع پوششی معمولاً فشار ۷۰۰ کیلو پاسکال (۱۰/۵ پام) برای آب‌بند شدن آن مناسب می‌باشد. در صورت لزوم می‌توان به نگهدارنده برای شبیه‌سازی تنش‌های درجا، فشار اضافی وارد کرد.

۳-۸ شیر ورودی جریان را باز کنید تا هوا به داخل آزمون جریان پیدا کند. فشار هوا را تنظیم کنید تا جریان هوای موردنظر ایجاد گردد، اما باید مراقب سرعت بحرانی باشید، سرعتی که بیش از آن، جریان آشفته و یا اثرات اینرسی قابل توجه می‌شوند. معمولاً دبی جریان کمتر از ۲ سانتی‌متر مکعب بر ثانیه به ازای هر ۱ سانتی متر مربع از سطح مقطع انتهایی آزمون، به‌عنوان دبی مناسب شناخته می‌شود. دبی جریان هوا را تا زمان رسیدن به تعادل زیر نظر بگیرید. پس از آن، دبی جریان و اختلاف فشار در طول آزمون را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

۴-۸ فشار جریان را تا حدود دو سوم فشار به کار رفته در بند ۳-۸ کاهش دهید و آزمون را مجدداً تکرار و ثبت کنید.

۵-۸ فشار جریان را تا حدود نصف فشار استفاده‌شده در بند ۴-۸ کاهش داده و آزمون را مجدداً تکرار و ثبت کنید.

۶-۸ محاسبات ابتدایی را با تقسیم دبی جریان بر اختلاف فشار به دست آمده در بندهای ۳-۸ تا ۵-۸ انجام دهید. اگر رابطه بین مقادیر به‌دست‌آمده، به صورت خطی باشد به بند ۹ بروید. در صورتی که رابطه‌ی مقادیر به‌صورت خطی نباشد، فشار بند ۵-۸ را کاهش داده و آزمون را مجدداً تکرار و ثبت کنید.

1 -Desiccator

2 -wheel

۷-۸ مراحل اشاره شده در بندهای ۳-۸ تا ۶-۸ را آن قدر تکرار کنید تا به مجموعه‌ای از داده‌ها با رابطه‌ی خطی دست یابید.

۹ محاسبات

۱-۹ ضریب تراوایی، k را برای هر فشار میانگین به کمک رابطه‌ی زیر محاسبه کنید:

$$k = \frac{2 Q_g P_g \mu L}{(P_i^2 - P_g^2) A} \quad (1)$$

که در آن:

k ضریب تراوایی برحسب مترمربع؛

Q_g دبی جریان خروجی هوا برحسب متر مکعب بر ثانیه؛

P_g فشار مطلق هوای خروجی برحسب پاسکال؛

L طول آزمون برحسب متر؛

A سطح مقطع آزمون برحسب متر مربع؛

P_i فشار مطلق ورودی هوا برحسب پاسکال؛

μ گرانروی هوا در دمای آزمون برحسب پاسکال ثانیه است.

۲-۹ فشار میانگین در هر آزمون و برای هر آزمون را برحسب پاسکال و با تقریب ۱ پاسکال محاسبه نموده سپس معکوس میانگین فشار را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\frac{2}{P_i + P_g} \quad (2)$$

۳-۹ برای هر آزمون مربوط به یک آزمون، ضریب تراوایی را برحسب معکوس فشار میانگین رسم کنید (شکل ۷). یک خط راست را طوری رسم کنید تا حداقل از سه نقطه بگذرد (در مقادیر پائین معکوس فشار میانگین)، خط را برون‌یابی کرده تا با محور عمودی مختصات، در معکوس فشار میانگین صفر برخورد کند. مقدار k در محل برخورد، برابر با تراوایی معادل مایع آزمون است. اگر نتوان یک خط راست مناسب، از بین نقاط داده عبور داد، لازم است یک آزمون دیگر در فشار میانگین پایین‌تر انجام شده و یا کل آزمون باید دوباره تکرار شود.

۱۰ دقت و اریبی

۱-۱۰ دقت

داده‌های آزمون برای سنجش دقت این استاندارد، به دلیل ماهیت سنگ‌های مورد استفاده در این روش آزمون ارائه نشده است. در حال حاضر انجام دادن این آزمون در شرایط یکسان و در یک مکان مشخص

توسط چندین مرجع مختلف عملی نبوده و یا پر هزینه می‌باشد. همچنین تولید چندین نمونه با خواص فیزیکی یکسان نیز یا پر هزینه بوده و یا امکان‌پذیر نیست. اختلاف مشاهده شده در داده‌ها تنها می‌تواند ناشی از تفاوت در نمونه‌ها به دلیل آزمونگرهای مختلف یا تفاوت‌های آزمایشگاهی باشد.

۱۰-۲ اربیبی

به علت در دسترس نبودن اعداد مرجع قابل قبول برای این روش آزمون، نمی‌توان انحراف را تعیین کرد.

۱۱ گزارش آزمون

۱-۱۱ روش مورد استفاده جهت تعیین نحوه ثبت داده‌ها در برگه داده‌ها یا فرم‌ها به صورتی که در زیر آمده، در بند ۱-۳ و استاندارد ASTM D6026 ارائه شده است.

۲-۱۱ حداقل داده‌های کلی زیر باید ثبت شود:

۱-۲-۱۱ منبع آزمون، شامل اسم پروژه و مکان آن، همچنین اطلاعات مرتبط دیگری که به شناسایی آزمون کمک می‌کند؛

۲-۲-۱۱ تاریخ انجام آزمون؛

۳-۲-۱۱ توصیف فیزیکی آزمون، شامل: نوع سنگ، مکان و جهت گیری ساختاری سنگ اصلی، ناپیوستگی و ناخالصی‌های بزرگ و یا ناهمگونی در صورت وجود.

۴-۲-۱۱ نام فرد یا افراد انجام دهنده آزمون؛

۳-۱۱ حداقل، داده‌های زیر مربوط به آزمون باید ثبت گردند:

۱-۳-۱۱ میانگین قطر و طول آزمون؛

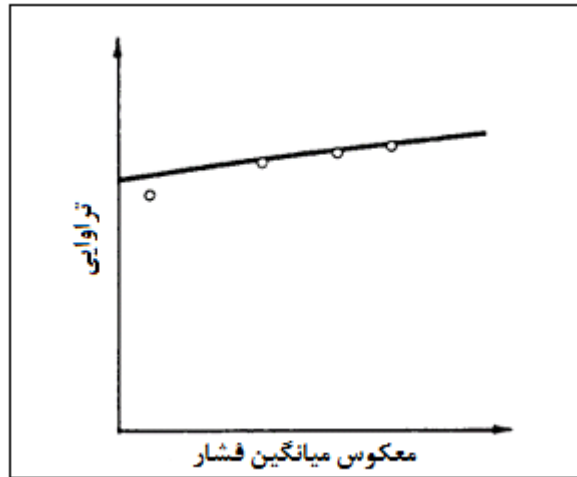
۲-۳-۱۱ فشار جریان در طول آزمون؛

۳-۳-۱۱ ضریب تراوایی در هر فشار متوسط؛

۴-۳-۱۱ میانگین فشار هر آزمون بر حسب پاسکال؛

۵-۳-۱۱ معکوس هر فشار میانگین، بر حسب معکوس پاسکال؛

۶-۳-۱۱ نمودار ضریب تراوایی بر حسب معکوس فشار میانگین برای هر آزمون انجام شده برای یک آزمون.



شکل ۷- تراوایی در برابر معموس میانگین فشار