INSO
19900
1st.Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۹۹۰۰
چاپ اول
۱۳۹۳

شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌های رسی واگرا به روش سوراخ سوزنی- روش آزمون

Identification and classification of dispersive clay Soils - pinhole test method

ICS: 93.020

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، 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 می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، 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 ، گواهینامهٔ 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

«شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌های رسی واگرا- روش آزمون سوراخ سوزنی- روش آزمون»

رئیس:	**سمت و/یا نمایندگی**
بهمنی شوریجه، مصطفی (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه شیراز
دبیر:	
معافی، حسن (کارشناس مهندسی عمران)	کارشناس اداره کل استاندارد استان فارس
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آزادی، بهراد (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد امارات متحده عربی
پاک‌نیت، احسان (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه شهید باهنر کرمان
سعادت، سینا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	شرکت بتن و بستر آزما
شفیعی، امیر حسین (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه شیراز
کریم‌زاده، محمد امین (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان فارس
محبی، محمد مهدی (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه فسا

مصلائی، مهرداد
(کارشناس ارشد شیمی)
کارشناس اداره کل استاندارد فارس

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ه
مقدمه		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۳
۳	اصطلاحات و تعاریف	۳
۴	خلاصه روش آزمون	۴
۵	محدودیت‌ها	۴
۶	طبقه‌بندی	۵
۷	دستگاه	۶
۸	آماده‌سازی نمونه‌ها	۸
۹	روش کار الف	۹
۱۰	روش کار ب	۱۴
۱۱	روش کار پ	۱۴
۱۲	ارزیابی و بیان نتایج	۱۵
۱۳	گزارش آزمون	۱۵

پیش گفتار

استاندارد «شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌های رسی واگرا- روش آزمون سوراخ سوزنی- روش آزمون» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و هفتاد و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۳/۱۲/۱۲ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

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

ASTM D4647: 2013, Standard Test Methods for Identification and Classification of Dispersive Clay Soils by the Pinhole Test

شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌های رسی واگرا به روش سوراخ سوزنی- روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین یک روش اندازه‌گیری مستقیم و کیفی از قابلیت واگرایی و متعاقب فرسایش کلوئیدی خاک‌های رسی، با استفاده از جریان آب از داخل یک سوراخ کوچک ایجاد شده در نمونه می‌باشد، این روش مکمل استاندارد ASTM D4221 می‌باشد.

این روش آزمون و معیارهای ارزیابی داده‌های آن بر مبنای نتایج چند صد آزمون انجام شده بر روی نمونه‌های جمع-آوری شده از خاک‌ریزها، کانال‌ها یا دیگر نواحی واقعی طبیعت که خاک‌های رسی آنها فرسایش یافته‌اند یا در مقابل فرسایش مقاومت کرده‌اند ارائه شده است.

سه روش کار جایگزین برای طبقه‌بندی قابلیت واگرایی خاک‌های رسی به شرح زیر ارائه شده‌اند:

در روش‌های الف و ب خاک‌ها در شش دسته واگرایی طبقه‌بندی می‌شوند:

واگرا (D2 , D1)، واگرایی کم تا متوسط (ND3 , ND4) و غیر واگرا (ND1 , ND2).

روش ب خاک‌ها را در سه دسته واگرایی، طبقه‌بندی می‌کند:

واگرا (D)، واگرایی جزئی (SD) و غیر واگرا (ND).

۱-۱ آزمون سوراخ سوزنی روشی برای شناسایی مشخصه‌های واگرایی خاکهای رسی که در عملیات خاکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، فراهم می‌کند. گسیختگی‌های رگاب[1] تعدادی از سدهای خاکی همگن، فرسایش در امتداد آبراهه‌ها یا کرانه[2] کانال‌ها و فرسایش ناشی از بارندگی در سازه‌های خاکی، به فرسایش کلوئیدی در امتداد ترکها یا سایر کانالهای جریان تشکیل شده در توده‌های رس واگرا، نسبت داده شده است.

۱-۲ این روش آزمون عملکرد جریان آب در امتداد ترک در یک خاکریز را مدل می‌کند. روشهای غیر مستقیم دیگر همانند آزمون هیدرومتری دوگانه (استاندارد ASTM D4221)، آزمون کرامب که کدورت یک ابر کلوئیدهای رسی معلق را به عنوان نمایانگر روانگرایی رس مشخص می‌کند و آزمون‌های شیمیایی که درصد سدیم را به کل میزان نمک محلول در خاک، مرتبط می‌کنند، نیز به عنوان آزمونهای نمایانگر واگرایی رس استفاده می‌شوند. مقایسه نتایج حاصل از آزمون سوراخ سوزنی و آزمون‌های غیر مستقیم دیگر روی صدها نمونه، نشان می‌دهد که نتایج آزمون سوراخ سوزنی بهترین ارتباط را با عملکرد فرسایشی خاکهای رسی در طبیعت دارد.

۱-۳ روش الف و روش پ در آزمون سوراخ سوزنی به ارزیابی کدورت سیال خروجی، اندازه نهایی سوراخ سوزنی و محاسبه نرخ‌های جریان از داخل سوراخ سوزنی به منظور طبقه‌بندی مشخصه‌های واگرایی خاک، نیاز دارد. روش ب فقط به ارزیابی کدورت سیال خروجی و اندازه نهایی سوراخ سوزنی به منظور طبقه‌بندی مشخصه‌های واگرایی خاک، نیاز دارد. محاسبه نرخ‌های جریان از داخل سوراخ سوزنی در روش الف عمدتاً به عنوان یک راهنما برای دستگاه

1- Piping

2 -Bank

مناسب و عملکرد نمونه تحت فشارهای متوالی اعمال شده حین آزمون، به کار می‌رود. همه روش‌ها نتایج مشابهی را ارائه می‌دهند و هر کدام از روش‌ها می‌تواند برای شناسایی رس‌های واگرا مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۴ استفاده از روش الف یا روش پ منجر به جمع‌آوری داده‌های ارتباط‌دهنده نرخ‌های جریان متوالی از داخل سوراخ سوزنی و توسعه یا فرسایش متعاقب سوراخ می‌شود. آزمون فرسایش سوراخ سوزنی برای اهداف شناسایی خاک‌های واگرا توسعه داده شده است و قرار بر این نیست که به عنوان مدل مقیاس شده هندسی یک الگوی[1] سازه باشد. از آنجا که تئوری مشابهت در طراحی آزمون سوراخ سوزنی مورد استفاده قرار نگرفته است، نتایج کمّی به دست نمی‌آید. میزان جریان از داخل سوراخ سوزنی، مقدار فرسایش خاک یا نرخ فرسایش خاک نباید برای شرایط واقعی صحرایی برون‌یابی شود. با این وجود، چنین داده‌هایی ممکن است برای انجام ارزیابی‌های کیفی عواقب چنین فرسایشی در قالب گسیختگی سد و خسارات جانی و مالی، مفید باشد. همچنین این داده‌ها ممکن است به منظور لحاظ کردن کارایی هزینه اقدامات طراحی پیشگیرانهٔ لازم جهت حداقل کردن اثرات گسیختگی ناشی از رس‌های واگرا، مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال، مقدار فرسایش کلوئیدی که در خاکهای طبقه‌بندی شده به عنوان ND2 (واگرایی خیلی کم) رخ خواهد داد، در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی، ناچیز خواهد بود. چنین فرسایشی در ارزیابی رابطه هزینه- فایده در پروژه‌هایی که ایمنی عمومی مطرح نیست یا جایی که با رویه‌های نگهداری معمول مسأله قابل مدیریت است، ممکن است مهم نباشد. در چنین مواردی، طبقه‌بندی خاک به عنوان ND (غیر واگرا) با استفاده از روش ب آزمون سوراخ سوزنی، کافی است.

۱-۵ آزمونهای سوراخ سوزنی که منتج به طبقه‌بندی خاک به عنوان اندکی واگرا (ND3 در روش الف یا روش پ یا SD در روش ب) می‌شود، در خصوص وجود مسایل مهمی که باید در طراحی یا پایداری یک سازه در نظر گرفته شود، عدم قطعیت بالایی نشان می‌دهد. در این موارد، توصیه می‌شود تعدادی از نمونه‌های دیگرخاک همان منطقه که نمونه آماری کافی را برای ارزیابی مسأله تولید کند، مجدداً نمونه‌گیری شود و مورد آزمون قرار گیرد. نمونه خاک‌های ذاتاً اندکی واگرا، ممکن است از اطراف ناحیه‌هایی که خاک‌های بسیار واگرا دارند، حاصل شود.

۱-۶ در معدودی از نواحی جغرافیایی طبیعی[2] یا شرایط آب و هوایی یا هر دوی اینها، نه آزمون‌های سوراخ سوزنی و نه آزمون‌های نمایانگر دیگر، شناسایی سازگار خاک‌های واگرا را فراهم نمی‌کنند. در این موارد، نتایج آزمون‌ها باید در قالب مؤثر بودن هزینه و قضاوت طراحی، ارزیابی شود.

۱-۷ برای بعضی پروژه‌ها ممکن است مطلوب باشد که آزمون سوراخ سوزنی را با استفاده از سیال‌های فرسایش دهنده علاوه بر آب مقطر انجام شود. در چنین مواردی، روش الف، روش ب یا روش پ ممکن است برای شناسایی مشخصه-های واگرایی خاک و مقایسه نتایج با نتایج به دست آمده از آزمون با آب مقطر، استفاده شود.

یادآوری- با وجود این، ملاحظات دقت و اریبی[3] زیر در این روش آزمون باید لحاظ شود: دقت این روش آزمون وابسته به صلاحیت کارکنان انجام‌دهنده آزمون و مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده است. آزمایشگاه‌های

1 -Prototype

2- Physiographic

3 -Bias

تخصصی که معیارهای استاندارد ASTM D3740 را تامین می‌کنند، به صورت عمومی واجد صلاحیت و قادر به انجام آزمون در نظر گرفته می‌شوند. کاربران این روش آزمون باید توجه کنند که مطابقت با استاندارد ASTM D3740 به خودی خود تضمین‌کننده قابل اعتماد بودن آزمون نیست. یک آزمون قابل اعتماد بستگی به چندین عامل دارد؛ استاندارد ASTM D3740 بستری برای ارزیابی تعدادی از این عوامل فراهم می‌آورد.

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 می شود .

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۷۵۱۸، خاک ـ تعیین دانه بندی خاکها ـ روش آزمون.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۲۵، خاک – روش طبقه بندی خاکها برای هدفهای مهندسی – آیین‌کار

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳، خاک - تعیین درصد رطوبت - روش آزمون

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۳۷، خاک -توصیف و شناسایی خاک‌ها (روش چشمی-دستی) آئین‌کار

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱، خاک-تعیین حد روانی ،حد خمیری،و نشانه خمیری -روشهای آزمون

2-6 ASTM D 698, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft3 (600 kN-m/m3))

2-7 ASTM D3740, Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

2-8 ASTM D4221, Test Method for Dispersive Characteristics of Clay Soil by Double Hydrometer

2-9 ASTM D4753, Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

رس‌های واگرا

رس‌هایی که به سادگی و به سرعت در آب دارای غلظت نمک کم و بدون کمک مکانیکی قابل توجه از هم جدا می‌شوند. چنین رس‌هایی معمولاً نسبت بالایی از ظرفیت جذب‌کنندگی اشباع شده با کاتیون‌های سدیم دارند.

۱-۱-۳

عموماً چنین رس‌هایی در حالت بکر پتانسیل انقباض- تورم بالا، مقاومت پایین در مقابل فرسایش و نفوذپذیری پایین دارند.

۴ خلاصه روش آزمون

۱-۴ روش آزمون با جریان افقی آب مقطر تحت بار هیدرولیکی ثابت ۵۰mm از داخل یک سوراخ با قطر ۱mm در داخل نمونه خاک، آغاز می‌شود. ماهیت محلول ظاهر شده از انتهای نمونه تحت بار اولیه ۵۰mm، تفاوت اصلی بین رسهای واگرا و غیر واگرا را برآورد می‌کند. جریان خروجی از رسهای واگرا مشخصاً تیره خواهد بود و سوراخ داخل نمونه به سرعت با افزایش در نرخ جریان، توسعه پیدا خواهد کرد. جریان خروجی از رس‌های با واگرایی کم تا متوسط، اندکی تیره با اندازه سوراخ و نرخ جریان ثابت خواهد بود. جریان خروجی از رس‌های غیر واگرا کاملاً روشن و بدون افزایش اندازه سوراخ خواهد بود.

۲-۴ نتایج آزمون بر اساس شفافیت محلول جریان یافته خارج شده از نمونه، نرخ جریان و اندازه نهایی سوراخ داخل نمونه، برآورد می‌شود. این مشاهدات مبنایی را برای طبقه‌بندی نمونه خاک فراهم می‌آورد.

۵ محدودیت‌ها

۱-۵ توسعه روند آزمون به منظور تأمین نتایج قابل بازتولید که بین خاک‌های رسی که به عنوان قابل فرسایش (واگرا) و غیر قابل فرسایش (غیر واگرا) در صحرا شناخته می‌شوند، محدودیت‌های زیر را در استفاده از این آزمون نشان می‌دهد.

۱-۱-۵ این روش آزمون برای خاک‌های با کمتر از ٪ ۱۲ ریزتر از ۰٫۰۰۵ mm و با نشانه خمیری کمتر یا برابر با ۴، قابل کاربرد نیست. چنین خاکهایی به صورت عمومی، مقاومت پایینی در برابر فرسایش، صرف نظر از مشخصه‌های واگرایی دارند.

۲-۱-۵ بیشتر نتایج سازگار زمانی به دست می‌آیند که درصد رطوبت طبیعی نمونه، در مدت زمان نمونه‌گیری، حمل، نگهداری و انجام آزمون، حفظ شود.

۳-۱-۵ در موارد محدودی گزارش شده است که آزمون سوراخ سوزنی برخی از رس‌های واگرا را که در آنها آب منفذی حاوی کمتر از ۰٫۴ meq/l کل نمکهای محلول و بیشتر از ٪۸۰ آن نمک‌های سدیمی باشد، شناسایی نمی‌کند.

۵-۱-۴ این روش آزمون برای نمونه‌های آزمون خاک دست خورده که درون سیلندر آزمون متراکم شده‌اند، ایجاد شده است. همچنین این روش آزمون برای نمونه‌های دست نخورده، زمانی که به صورت مناسب جدا شده و با جداره سیلندر آب‌بندی شود، می‌تواند انجام شود؛ با این وجود برخی پژوهشگران دریافته‌اند که این روش آزمون در ارزیابی مشخصه‌های واگرایی خاک‌های دست نخورده شامل رس‌های خیلی حساس قابل‌کاربرد نیست. چنین رس‌هایی ممکن است از نظر آزمون سوراخ سوزنی به عنوان واگرا طبقه‌بندی شوند در حالی که در طبیعت به صورت غیر واگرا رفتار می‌کنند.

۵-۱-۵ این روش آزمون با آب مقطر، با ۵/۵pH تا ۷pH به عنوان سیال فرسایش‌دهنده انجام می‌شود. استفاده از آب با غلظت‌ها و ترکیب‌های مختلف یونی، نتایج آزمون را تغییر خواهد داد.

۶ طبقه‌بندی

۶-۱ مشاهدات این استاندارد، مبنایی برای طبقه‌بندی خاک در گروه‌های واگرایی، بر اساس معیارهای کلی زیر ارائه می‌دهد:

۶-۱-۱ روش الف

D1 , D2 رس‌های واگرا که تحت واحد بار ۵۰mm به سرعت فرسایش می‌یابند.

ND3 , ND4 رس‌های با واگرایی کم تا متوسط که به آهستگی تحت واحد بار ۵۰mm یا ۱۸۰mm فرسایش می‌یابند.

ND1 , ND2 رس‌های غیر واگرا که تحت واحد بار ۳۸۰mm یا ۱۰۲۰mm فرسایش بسیار اندکی دارند یا هیچ فرسایش کلوئیدی ندارند.

۶-۱-۲ روش ب

D رس‌های واگرا که کاملاً تحت واحد بار ۵۰mm فرسایش می‌یابند.

SD رس‌های اندکی واگرا که تحت واحد بار ۱۷۰mm به آهستگی فرسایش می‌یابند.

ND رس‌های غیر واگرا که تحت واحد بار ۳۸۰mm فرسایش بسیار اندکی نشان می‌دهند یا فرسایش کلوئیدی نشان نمی‌دهند.

یادآوری- روش ب برای طبقه‌بندی عدم واگرایی خاک‌های رس گروه‌های روش الف را به شرح زیر ترکیب می‌کند:

D = D1 , D2 , ND4; SD = ND3; ND = ND2 , ND1

۶-۱-۳ روش پ

D1 , D2 رس‌های واگرا که تحت واحد بار ۵۰mm به سرعت فرسایش می‌یابند.

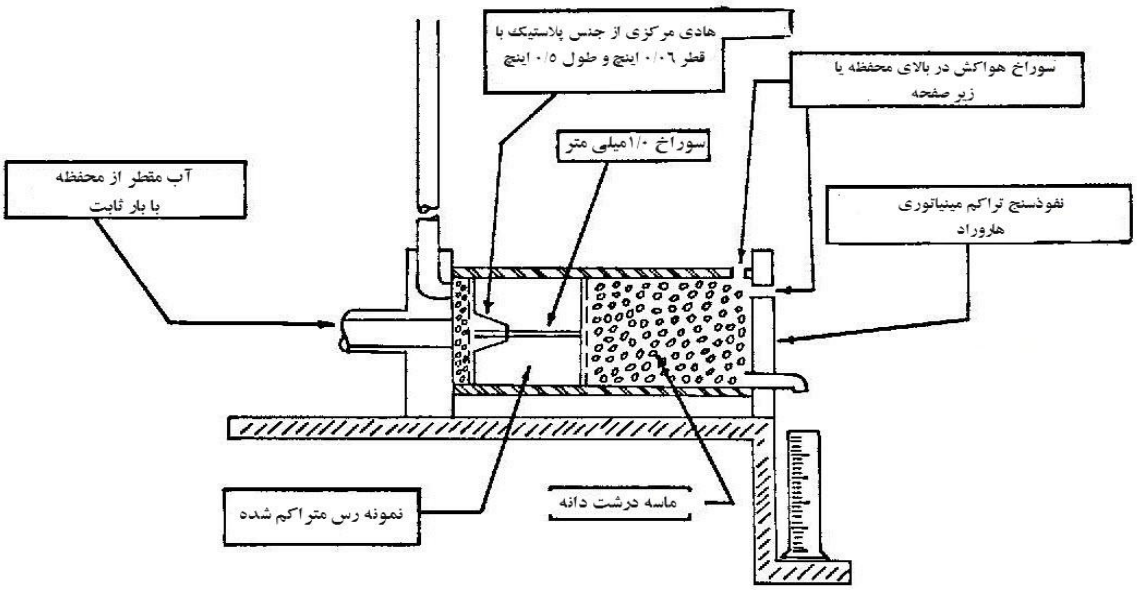
ND3 , ND4 رس‌های واگرا که به آهستگی تحت واحد بار ۵۰mm، ۱۸۰mm یا ۳۸۰mm فرسایش می‌یابند.

ND1 , ND2 رس غیر واگرا با که تحت واحد بار ۳۸۰mm دارای فرسایش بسیار اندک یا بدون فرسایش هستند.

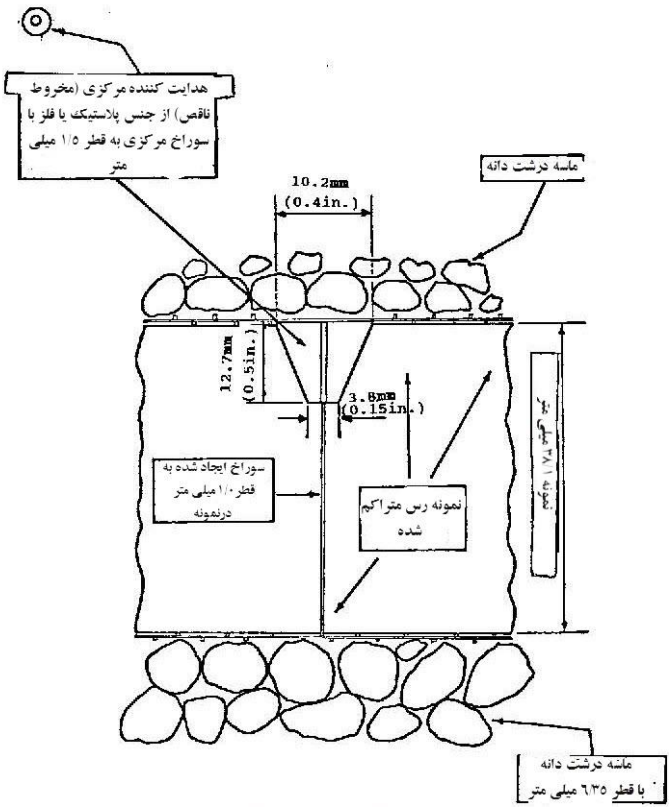
۷ دستگاه

۷-۱ دستگاه سوراخ سوزنی: دستگاه آزمون سوراخ سوزنی به صورت نوعی در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. انواع و اندازه‌های مختلف دیگر قالب یا ظرف نمونه و صفحات بالا و پایین می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد به شرط آنکه نمونه آزمون mm ۳۸ طول، سوراخ سوزنی mm ۱ قطر و سوراخ درون مخروط ناقص هدایت‌کننده مرکزی یا دیگر وسایل هدایت‌کننده مرکزی mm ۱/۵ قطر داشته باشد.

۷-۱-۱ مهم است که زهکش خروجی به اندازه کافی بزرگ باشد که بتواند با حداکثر جریان ورودی، بدون ایجاد خلاء موضعی در سامانه، تطابق پیدا کند. ممکن است هنگامی که خروجی با قطر کوچک قابل انعطاف به لوله جریان خروجی متصل می‌شود، خلاء موضعی توسعه یابد.



شکل ۱- طرح نوعی وسیله آزمون سوراخ سوزنی



شکل ۲- طرح نوعی نمونه آزمون سوراخ سوزنی

۷-۱-۲ توسعه خلاء موضعی در سامانه، بارهای هیدرولیکی بزرگ‌تری نسبت به مواردی که برای آزمون در بخش ۱۰ و ذیل آن مشخص شده است، تولید می‌کند.

۷-۱-۳ نصب یک سوراخ هواکش با قطر ۱/۶mm تا ۳mm در مرکز صفحه زیرین، مطابق شکل ۱، عموماً جریان خروجی از سامانه با فشار اتمسفر بدون خلاء موضعی را تضمین می‌کند.

۷-۲ مخزن بار ثابت به منظور تأمین آب مقطر با pH بین ۵ تا ۷ .

۷-۳ استوانه‌های مدرج با ظرفیت‌های ml (۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰).

۷-۴ الک سیمی با چشمه‌های کوچک‌تر از ۲mm، بریده شده به شکل دایروی به منظور جا دادن در لوله نمونه.

۷-۵ سوراخ زن فلزی با قطر ۱mm به طول ۵۰mm تا ۷۵mm. (سوزن شماره ۱۹ زیرپوستی دامپزشکی یا سرمته ۱mm).

۷-۶ هدایت‌کننده مرکزی هدایت‌کننده مرکزی مخروط ناقص با قطر سوراخ ۱/۵mm (با جنس پلاستیک، برنج، فولاد یا دیگر مواد مناسب).

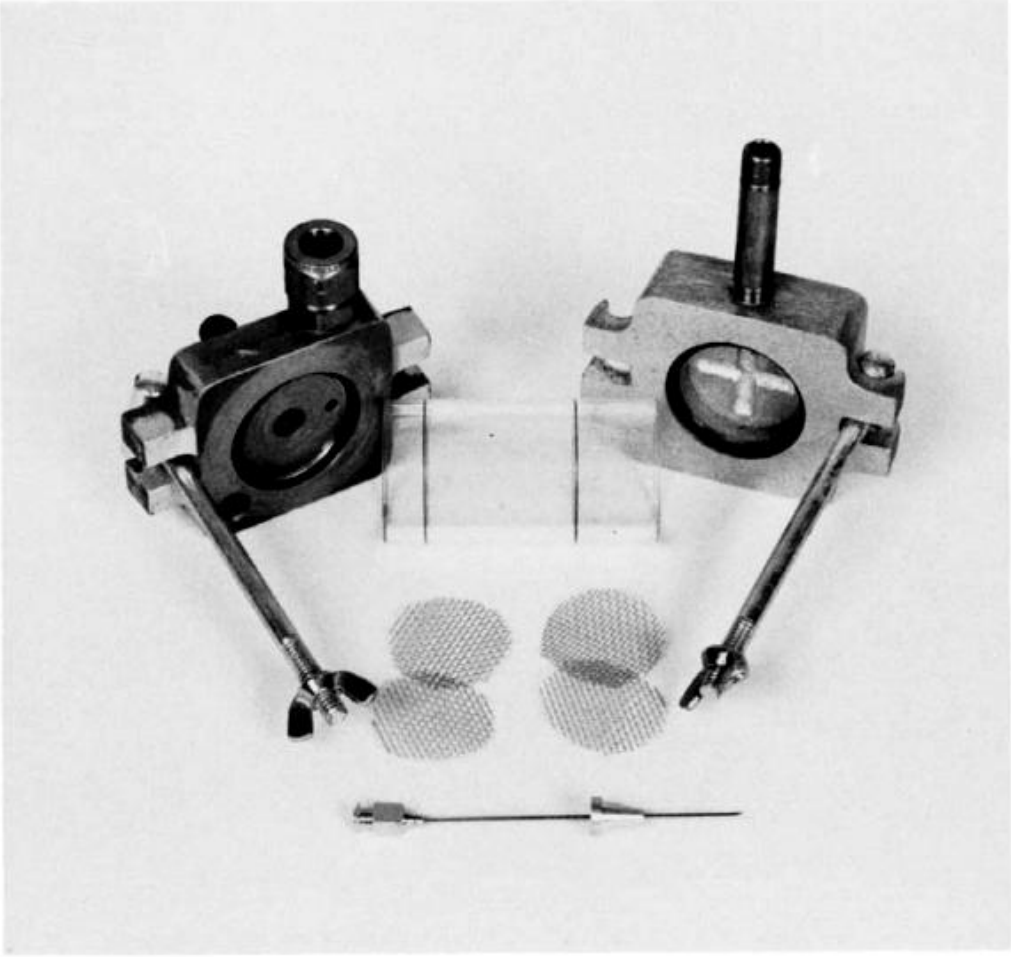
۷-۷ ماسه درشت که شسته شده و با الک‌های شماره ۱۰ تا ۱/۴ اینچ (قطر ۲mm تا ۶mm) الک شده است.

۷-۸ زمان‌سنج با دقت ۰/۱S.

۷-۹ فشارسنج، مبدل فشار، لوله قائم یا وسایل مشابه برای اندازه‌گیری بار هیدرولیکی با دقت ٪ ۵ مقدار.

۷-۱۰ دستگاه تراکم، دستگاه تراکم مینیاتوری هاروارد یا وسیله مشابه به منظور تراکم نمونه در سیلندر آزمون سوراخ سوزنی.

۷-۱۱ ترازو، واجد الزامات کلاس GP2 ذکر شده در استاندارد ASTM D4753.



شکل ۳- قالب آزمون سوراخ سوزنی، غربال‌ها، نوک مخروطی و سوزن

۸ آماده‌سازی نمونه‌ها

۸-۱ خاک دست خورده با رطوبت طبیعی بر حسب درصد

۸-۱-۱ همه ذرات ماسه و شن با قطر بزرگ‌تر از ۲mm (الک نمره ۱۰) را از نمونه جدا کنید.

یادآوری- این فرآیند الک کردن عموماً شامل عبور مصالح نرم شده با دست از الک نمره ۱۰ است. جداسازی روی یک غربال ریزتر در صورتی که ذرات ماسه متوسط تمایل به انسداد سوراخ سوزنی داشته باشند، ممکن است ضروری باشد.

۸-۱-۲ درصد رطوبت را با استفاده از استاندارد ملی ایران به شماره ۷۸۸۳ تعیین کنید و رطوبت را با افزودن آب مقطر یا خشک کردن در هوا تا دو درصد فاصله از درصد رطوبتی که برای تراکم ساخت به کار می‌رود، تعدیل کنید.

۸-۲ خاک دست خورده، نرم شده و خشک شده در هوا

۸-۲-۱ همه ذرات شن و ماسه بزرگ‌تر از الک ۲mm (شماره ۱۰) را جدا کنید.

۸-۲-۲ آب مقطر را به میزانی که خاک به فاصله دو درصد از درصد رطوبت تعیین شده برای تراکم در ساخت برسد، اضافه کنید.

۸-۲-۳ خاک را با استفاده از دستگاه و روش آزمون استاندارد ASTM D698، متراکم کنید.

۸-۲-۴ نمونه متراکم شده را از درون محفظه تراکم در امتداد مستقیم بیرون بکشید و نمونه متراکم شده را در محفظه‌های عایق رطوبت (کیسه‌های پلاستیکی) برای مدت زمان ۲۴ تا ۴۸ ساعت تا زمان انجام دادن آزمون سوراخ سوزنی، نگهدارید. (نمونه ممکن است برای عمل‌آوری در سیلندر آزمون آب‌بندی شده در پلاستیک به منظور حفظ درصد رطوبت متراکم و نگهداری شود).

۸-۲-۵ قبل از آماده‌سازی نمونه برای سوراخ سوزنی مطابق بند ۹-۱-۱ استوانه خاک متراکم شده بایستی شکسته شود و با الک ۲mm (نمره ۱۰) غربال شود.

یادآوری- تراکم و الک کردن مجدد خاک دست خورده در تسهیل توزیع یکنواخت درصد رطوبت درون نمونه مؤثر است. روشهای دیگر به منظور تأمین درصد رطوبت با توزیع یکنواخت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۸-۳ نمونه‌های دست نخورده (مغزه یا بلوک)

۸-۳-۱ یک نمونه با طول ۳۸ mm برش دهید که به صورت مناسب درون سیلندر آزمون جادهی شود و نمونه را بالای غربال‌ها و شن نخودی مطابق شکل ۱ قرار دهید.

۸-۳-۲ محیط بالای نمونه را با استفاده از رس قالب‌گیری یا دیگر درزگیرهای مناسب، به منظور جلوگیری از جریان آب بین نمونه و استوانه آزمون، آب‌بندی کنید.

۸-۴ استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر آزمون

۸-۴-۱ روندها و درون‌یابی‌ها در این روش آزمون با استفاده از وسایل و ابعاد فهرست شده در بخش ۸ توسعه داده شده است. نتایج با استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر آزمون (متراکم شده، بازسازی شده یا دست نخورده) بایستی با نتایج به دست آمده از این روش آزمون به منظور تضمین صحت آزمون‌ها، مرتبط و مقایسه شود.

۹ روش کار الف

۹-۱ نمونه متراکم شده

۹-۱-۱ نمونه را با طول ۳۸mm درون استوانه آزمون سوراخ سوزنی بالای ماسه درشت دانه و غربال سیمی که قبلاً درون استوانه قرار داده شده است متراکم کنید.

۹-۱-۱-۱ وزن مخصوص خشک و میزان رطوبت نمونه متراکم شده باید مطابق شرایط پیشنهاد شده در سازه خاکی باشد.

۹-۱-۲ هنگامی که از دستگاه تراکم و نفوذپذیری هاروارد استفاده می‌شود، تقریباً ٪۹۵ وزن مخصوص خشک حداکثر (استاندارد ASTM D698) می‌تواند حاصل شود. در روش هاروارد، تراکم نمونه در پنج لایه با ۱۶ ضربه در هر لایه با استفاده از یک فنر ۶/۸ kg روی ضربه‌زن[1] آزمون تراکم هاروارد، انجام می‌شود.

۹-۱-۲ هدایت‌کننده مرکزی مخروط ناقص با سوراخ به قطر ۱/۵ mm را با فشار انگشت، در مرکز بالای نمونه قرار دهید.

یادآوری- باید دقت شود تا اطمینان حاصل گردد که نوک مخروط به صورت قائم درون بالای نوک آبفشان در بالای نمونه خاک قرار گیرد به نحوی که سوراخ سوزنی به سطح نمونه عمود باشد.

۹-۱-۳ سوراخزن فلزی با قطر ۱mm را درون هدایت‌کننده مرکزی قرار دهید و آن را درون نمونه خاک فشار دهید. سوراخزن را در یک حرکت پیوسته درون نمونه خاک فشار دهید، سپس سوراخزن بایستی به درون ماسه زیرین نفوذ کند.

یادآوری- باید دقت شود تا اطمینان حاصل گردد که سوراخزن کاملاً درون نمونه خاک و ۶mm تا ۱۰mm درون ماسه درشت زیر نمونه و غربال‌ها، نفوذ کند. اندکی چرخش سوراخزن پس از اینکه از درون نمونه خاک عبور نموده است، به نفوذ درون غربال و درون ماسه کمک می‌کند.

۹-۱-۴ سوراخزن را از نمونه بیرون آورید.

یادآوری- چرخاندن ۴ تا ۵ بار سوراخزن حین عملیات خارج کردن عموماً یک سوراخ باز و تمیز را درون نمونه تضمین می‌کند.

۹-۱-۵- غربال فلزی را با دقت روی نمونه (با هدایت‌کننده مرکزی درجا) قرار دهید و فضای باقیمانده در بالای استوانه آزمون را با ماسه درشت پر کنید.

یادآوری ۱- ماسه باید به دقت الک شود و روی سرتاسر استوانه مسطح گردد. به نحوی که یک درزگیر آب‌بند بتواند بین استوانه آزمون و صفحه آزمون تعبیه شود.

یادآوری ۲- اگر هدایت‌کننده مرکزی سوراخ سوزنی به عنوان یک بخش جداناپذیر صفحه بالایی استوانه باشد، هدایت‌کننده مرکزی مخروط ناقص (۹-۱-۲) و شن و غربال بالایی (۹-۱-۵) می‌تواند حذف شود.

۹-۱-۶ صفحه بالایی را سوار کنید، منبع بار (آب مقطر) و ابزار اندازه‌گیری بار (لوله قائم یا فشارسنج) را وصل کنید. دستگاه سر هم شده را در موقعیت افقی مطابق شکل ۱ قرار دهید.

یادآوری- در این مرحله از آزمون (اگر از شیرها استفاده می‌شود)، شیر منبع بار باید بسته باشد و شیر ابزار اندازه‌گیری بار باید باز باشد.

۹-۱-۷ آزمون را با ورود آب مقطر به دستگاه آغاز کنید به نحوی که بار هیدرولیکی در تراز سوراخ سوزنی ۵۰mm باشد.

1 -Tamper

یادآوری- اگر لوله‌های انعطاف‌پذیر به منظور اتصال دستگاه به منبع آب یا به ابزار اندازه‌گیری بار، مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید دقت کرد اطمینان حاصل شود همه حباب‌های هوا از لوله‌های مخزن آب و اندازه‌گیری بار، هنگام شروع آزمون، تخلیه شده باشد.

۹-۱-۸ زمان شروع آزمون را ثبت کنید (یا زمان‌سنج را فعال کنید).

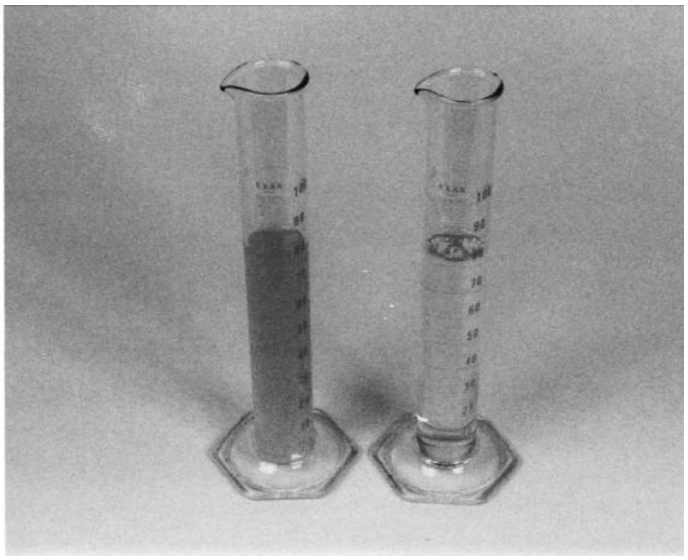
۹-۱-۹ با یک استوانه مدرج مناسب، اندازه‌گیری مقدار جریان خروجی از نمونه را آغاز کنید. اگر در هنگام شروع آزمون، جریانی رخ ندهد، آزمون را متوقف کنید، بالای دستگاه را جدا کنید و سوراخ را مجدداً بازگشایی کنید (یا سوراخ اول را آب‌بندی کنید و سوراخ جدیدی ایجاد کنید).

۹-۱-۹-۱ دو یا سه اندازه‌گیری اول دبی باید برای زمان مورد نیاز (بر حسب ثانیه) برای جمع‌آوری ۱۰ ml خروجی انجام شود.

اندازه‌گیری‌های بعدی ممکن است شامل ثبت بازه‌های زمانی مورد نیاز برای جمع‌آوری جریان خروجی۲۵ml، ۵۰ml یا ۱۰۰ml، شود.

۹-۱-۹-۲ همچنین انتخاب بازه‌های زمانی مانند ۶۰s و اندازه‌گیری حجم جریان خروجی جمع‌آوری شده حین این بازه‌ها، قابل قبول است. این روش، حساسیت کافی برای تعیین نرخ تغییر نرخ‌های جریان و مشاهده ظرفیت هیدرولیکی (مثال، نرخ جریان ثابت) را فراهم می‌کند.

۹-۱-۱۰ کدورت جریان خروجی برای هر دبی اندازه‌گیری شده را با نگاه کردن از کنار به استوانه و نیز به صورت قائم درون ستون سیال در استوانه، مشاهده کنید. کدورت جریان خروجی در استوانه را به صورت خیلی تیره، تیره، نسبتاً تیره، اندکی تیره، به سختی قابل مشاهده یا کاملاً تمیز، ثبت کنید.(شکل ۴)

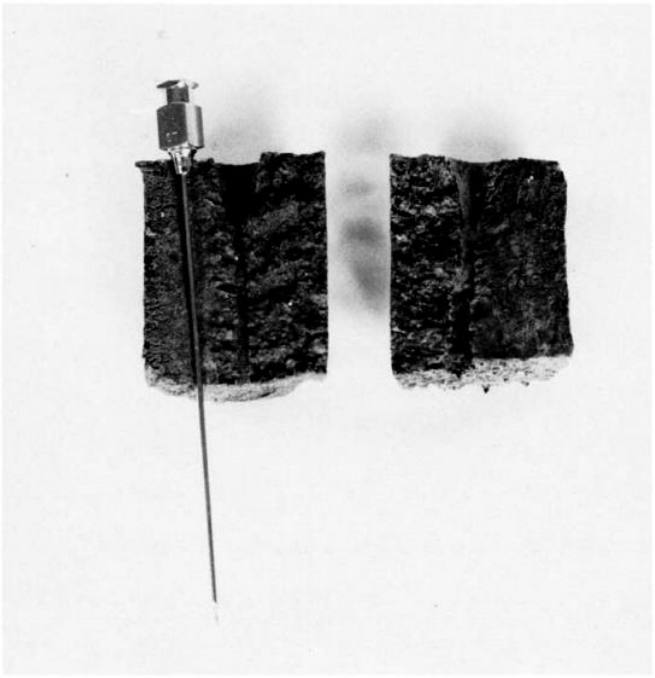


یادآوری- مقایسه ظاهر ابر کلوییدی از آب عبوری از نمونه رس واگرا (استوانه چپ) با آب کاملا شفاف عبوری از نمونه رس غیرواگرا (استوانه راست)

شکل ۴- مقایسه ظاهر آب عبوری از نمونه‌ها

۹-۱-۱۱ آزمون را تحت بار ۵۰mm به مدت ۵ دقیقه ادامه دهید. اگر در پایان ۵ دقیقه، جریان خروجی خیلی تیره است و نرخ جریان به تدریج تا ۱٫۰ ml/s الی ۱٫۴ ml/s افزایش یابد، آزمون کامل تمام شده است.

۹-۱-۱۲ دستگاه را جدا کنید و نمونه خاک را از استوانه خارج کنید. نمونه را به صورت عرضی و طولی بشکنید یا برش دهید و اندازه سوراخ را با مقایسه با سوزن به کار رفته برای ایجاد سوراخ، اندازه‌گیری کنید.(شکل ۵)



یادآوری- نمونه سمت راست توسعه نوعی سوراخ در خاک واگرا را ۵ دقیقه پس از بار ۵۰ میلی‌متر نشان می‌دهد. نمونه سمت چپ فرسایش قابل تشخیصی را در خاک غیر واگرا تحت بار ۱۰۲۰ میلی‌متر نشان نمی‌دهد.

شکل ۵- ظاهر نمونه‌های رسی نوعی آزمون سوراخ سوزنی پس از اتمام آزمون

۹-۱-۱۳ اگر اندازه سوراخ نهایی بزرگ‌تر از دو برابر قطر سوراخ ایجاد شده توسط سوزن است، خاک را به عنوان بسیار واگرا، D1، طبقه‌بندی کنید. در غیر این صورت، نرخ جریان و اندازه سوراخ همخوانی ندارند و آزمون باید مجدداً انجام شود.

یادآوری- داده‌های آزمایشگاهی گسترده نشان می‌دهد ظرفیت هیدرولیکی سامانه‌ای که از یک نوک با قطر برابر ۱٫۵mm بهره می‌گیرد، ۱٫۲ ml/s تا ۱٫۳ ml/s تحت بار هیدرولیکی ۵۰mm است. اگر نرخ جریان از این مقادیر تجاوز کند، سامانه خروجی تحت خلاء جزئی کار می‌کند یا قرائت بار اولیه بالاتر از ۵۰mm است.

۹-۱-۱۴ اگر جریان خروجی تحت بار ۵۰mm، مشخصاً تیره است و نرخ جریان از ۱ ml/s در پایان ۵min تجاوز نمی‌کند، آزمون را برای یک ۵min اضافی (و زمان کل ۱۰min) ادامه دهید. در پایان ۱۰min، اگر جریان خروجی هنوز تیره است، آزمون را متوقف کنید و اندازه سوراخ را تعیین کنید. اگر جریان خروجی تحت بار ۵۰ mm، در پایان ۱۰min روشن است یا تیرگی بسیار اندکی دارد و نرخ جریان ۰٫۴ ml/s تا ۰٫۸ ml/s است، بار را تا ۱۸۰mm بالا ببرید.

تحت بار ۱۸۰mm، اگر جریان خروجی مشخصاً تیره باشد و نرخ جریان سریعاً به ۱٫۴ ml/s تا ۲٫۷ ml/s افزایش یابد، آزمون را متوقف کنید و قطر سوراخ را تعیین کنید. اگر قطر سوراخ برابر یا بزرگ‌تر از ۱٫۵ تا ۲ باربر قطر سوزن است، خاک را به عنوان اندکی تا نسبتاً واگرا، ND3، طبقه‌بندی کنید.

۹-۱-۱۵ اگر جریان خروجی تحت بار (۲ in) ۵۰mm در پایان ۱۰ دقیقه روشن است یا تیرگی بسیار اندکی دارد و نرخ جریان ۰٫۴ ml/s تا ۰٫۸ ml/s است، بار را تا ۱۸۰mm بالا برید. تحت بار ۱۸۰mm، اگر جریان خروجی مشخصاً تیره باشد و نرخ جریان سریعاً به ۱٫۴ ml/s تا ۲٫۷ ml/s افزایش یابد، آزمون را متوقف کنید و قطر سوراخ را تعیین کنید. اگر قطر سوراخ برابر یا بزرگ‌تر از ۱٫۵ تا ۲ برابر قطر سوزن است، خاک را به عنوان کمی تا نسبتاً واگرا، ND3، طبقه‌بندی کنید.

۹-۱-۱۶ اگر جریان تحت بار ۱۸۰mm ادامه یابد تا جریان کاملاً روشن شود یا ذراتی داشته باشد که بعد از ۵ دقیقه، به سختی قابل دیدن باشد و نرخ جریان ۰٫۸ ml/s تا ۱٫۴ ml/s باشد، بار را تا ۳۸۰mm بالا ببرید. بعد از ۵min تحت بار ۳۸۰mm، اگر جریان، تیرگی (کدورت) را افزایش داد، یا نرخ جریان به ۱٫۸ ml/s تا ۳٫۲ ml/s افزایش یافت، آزمون را متوقف کنید و خاک را به عنوان اندکی واگرا، ND3، طبقه‌بندی کنید.

۹-۱-۱۷ اگر بعد از ۵min ، نرخ جریان تحت بار ۳۸۰mm کاملاً روشن است و نرخ جریان ۱ ml/s تا ۱٫۸ ml/s است، بار را تا ۱۰۲۰ mm بالا ببرید. اگر جریان تحت بار ۱۰۲۰mm بعد از ۵min، تیرگی بسیار اندک (ناچیز) از بالای استوانه دارد یا نرخ جریان از ۳ ml/s تجاوز کند، خاک را به عنوان غیر واگرا، ND2، طبقه‌بندی کنید. در غیر این صورت، خاک را به عنوان غیر واگرا، ND1، طبقه‌بندی کنید. نرخ جریان برای خاکهای ND1 تحت بار ۱۰۲۰mm عموماً کمتر از ۳ ml/s خواهد بود و قطر سوراخ در پایان آزمون نباید به طور محسوسی بزرگ‌تر از سوزن سوراخ‌زن باشد.

یادآوری- آزمون تحت بار ۱۰۲۰ mm اختیاری است و احتمالاً برای اغلب پروژه‌ها، مورد نیاز نخواهد بود.

۹-۱-۱۸ یک الگوی پیشنهادی برای ثبت داده‌ها برای آزمون سوراخ سوزنی و نتایج آزمون نوعی در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است.

۹-۲ نمونه‌های دست نخورده

۹-۲-۱ روند آزمون برای نمونه‌های دست نخورده مشابه نمونه‌های متراکم شده، بندهای ۹-۱-۲ تا ۹-۱-۱۷ است.

یادآوری- برای برخی نمونه‌های دست نخورده سفت، قرار دادن نوک هدایت‌کننده مخروط ناقص ممکن است بسیار دشوار باشد و منجر به آسیب زدن به نمونه شود. در این موارد خاص، نوک هدایت‌کننده ممکن است حذف شود. با این وجود، دقت بسیار زیادی برای حفظ راستا در هنگام ایجاد سوراخ بدون نوک هدایت‌کننده نیاز است. به علاوه، ورودی و هیدرولیک جریان می‌تواند به اندازه‌ای تغییر یابد که ارزیابی معیار ذکر شده در جدول ۱، غیر معتبر شود. اگر نوک هدایت‌کننده مورد استفاده قرار نگیرد، گزارش باید حاوی توضیحی در مورد این اثر باشد.

۹-۲-۲ مهم است تشخیص داده شود که نرخ‌های جریان و سطح مقطع و شکل نهایی سوراخ درون نمونه دست نخورده ممکن است به طور قابل توجهی از آنچه در نمونه‌های متراکم مشاهده می‌شود، متفاوت باشد. ساختار بزرگ[1] خاک (لایه‌بندی، حفرات نامنظم یا غیر عادی و غیر همگنی بزرگ‌تر)، به ویژه در خاکهای آبرفتی، ممکن است نرخ و ماهیت (طبیعت) فرسایش در طول سوراخ درون نمونه را به اندازه یا بزرگ‌تر از حضور رسهای واگرا، تحت تأثیر قرار دهد.

۱۰ روش کار ب

۱۰-۱ روندهای آزمون برای روش ب همانند روش الف است، بخش‌های ۹-۱ و ۹-۲. به غیر از تصحیحات ذیل که در معیارهای طبقه‌بندی مشخصه‌های واگرایی نمونه در نظر گرفته شده‌اند:

۱۰-۱-۱ خاک‌هایی که جریان خروجی نسبتاً تیره یا تیره‌تر و اندازه سوراخ بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر قطر سوراخ‌زن تحت بار ۵۰ mm ایجاد می‌کنند، به عنوان واگرا، D، طبقه‌بندی می‌شوند.

۱۰-۱-۲ خاک‌هایی که جریان خروجی کمی تیره و قطر سوراخ بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر قطر سوزن تحت بار ۱۸۰mm یا ۳۸۰mm ایجاد می‌کنند، به عنوان اندکی واگرا، SD، طبقه‌بندی می‌شوند.

۱۰-۱-۳ خاک‌هایی که هیچ گونه کدری ایجاد نمی‌کنند یا جریان خروجی با ذرات به سختی قابل مشاهده و افزایش قطر سوراخ کمتر از ۱/۵ برابر قطر سوزن تحت بار ۳۸۰mm ایجاد می‌کنند، به عنوان غیر واگرا، ND، طبقه‌بندی می‌شود.

یادآوری- ملاحظات مرتبط با شرایط دبی خروجی ارائه شده در ۷-۱-۱ تا ۷-۱-۳ به این روش‌ها نیز اعمال می‌شود.

۱۱ روش کار پ

۱۱-۱ روند آزمون برای روش پ همانند روش الف است، بخش‌های ۹-۱ و ۹-۲. به‌غیر از تصحیحات ذیل که در معیارهای طبقه‌بندی مشخصه‌های واگرایی نمونه در نظر گرفته شده‌اند:

۱۱-۱-۱ خاک‌هایی که جریان خروجی نسبتاً تیره و نرخ جریان ۲ml/s تا ۲/۸ml/s تحت بار ۱۸۰mm برای ۵ min ایجاد می‌کنند، به عنوان ND4 طبقه‌بندی می‌شوند

1- Macrostructure

۱۱-۱-۲ خاک‌هایی که جریان خروجی اندکی تیره تا روشن و نرخ جریان ۲٫۴ml/s تا ۳٫۲ml/s تحت بار ۳۸۰mm برای ۵min ایجاد می‌کنند، به عنوان ND3 طبقه‌بندی می‌شوند.

۱۱-۱-۳ خاک‌هایی که جریان خروجی اندکی تیره تا روشن و نرخ جریان ۱٫۶ml/s تا ۲٫۴ml/s تحت بار ۳۸۰mm برای ۵min ایجاد می‌کنند، به عنوان ND2 طبقه‌بندی می‌شوند.

۱۱-۱-۴ خاک‌هایی که جریان خروجی کاملاً روشن و نرخ جریان خروجی ۱٫۶ml/s تا ۱٫۸ml/s تحت بار ۳۸۰mm برای ۵min ایجاد می‌کنند، به عنوان ND1 طبقه‌بندی می‌شوند.

۱۲ ارزیابی و بیان نتایج

۱۲-۱ معیارهای ارزیابی و بیان نتایج آزمون سوراخ سوزنی در جدول ۱ به طور خلاصه آورده شده است.

۱۲-۲ اندازه و شکل سوراخ درون نمونه را همان‌گونه که در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است، مشاهده و ثبت کنید.

۱۲-۳ در ارزیابی نتایج آزمون بدست آمده از نمونه‌های دست نخورده، میزان کدری جریان خروجی از نمونه ممکن است مهمتر از نرخ جریان باشد. همچنین مهم است که مشخصه‌های سوراخ در خاتمه آزمون به دقت مشاهده و ثبت گردد. به دلیل طبیعت غیرهمگن نیمرخ قائم بسیاری از خاک‌ها، ممکن است به صورت عملی همه فرسایش کلوئیدی (واگرایی) در یک یا چند ناحیه کوچک در امتداد سوراخ داخل نمونه دست نخورده، توسعه یابد.

۱۳ گزارش آزمون

اطلاعات آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱۳-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران

۱۳-۲ نام و محل پروژه

۱۳-۳ تاریخ و نام مسئول جمع آوری نمونه‌ها

۱۳-۴ موقعیت، عمق، نوع، رنگ و هدف نمونه آزمون شده، برای مثال:

گمانه آزمونی شماره ۱، عمق ۰٫۹ m تا ۱٫۸ m، رس دست خورده، منبع قرضه خاکی یا گمانه آزمونی شماره ۵، عمق ۲٫۴ m تا ۲٫۷ m، رس سیلتی قهوه‌ای دست نخورده، خط لوله جریان در ایستگاه ۹ کانال.

۱۳-۵ طبقه‌بندی‌های مهندسی نمونه‌هایی که نمونه آزمایشگاهی از آن بدست آمده است مطابق با استاندارد ملی شماره ۷۸۲۵ یا استاندارد ملی شماره ۸۷۳۷ (شامل دانه‌بندی مورد استفاده در استاندارد ملی شماره ۷۵۱۸ و حدود اتربرگ مورد استفاده در استاندارد ASTM D431 در صورتی که موجود باشد) و درصد تقریبی بخش درشت دانه (بزرگ‌تر از ۲mm یا الک نمره ۱۰) حذف شده از نمونه آزمون اگر موجود باشد.

۱۳-۶ درصد رطوبت نمونه خاک پیش از آماده‌سازی نمونه آزمایشگاهی.

۱۳-۷ زمان عمل‌آوری، در صورت وجود

۱۳-۸ درجه تراکم نمونه آزمایشگاهی ، ٪ ۹۵ تراکم حداکثر مطابق با استاندارد ASTM D698

۱۳-۹ درصد رطوبت نمونه آزمایشگاهی.

۱۳-۱۰ وزن مخصوص خشک نمونه اگر تعیین شده باشد.

۱۳-۱۱ نوع آزمون سوراخ سوزنی، روش الف یا ب یا پ.

۱۳-۱۲ بار هیدرولیکی بر حسب (mm، نرخ جریان بر حسب ml/s و کدری جریان در خاتمه آزمون، طول نمونه و توصیف قطر و شکل سوراخ داخل نمونه نسبت به سوزن سوراخ‌زن در خاتمه آزمون.

۱۳-۱۳ طبقه‌بندی‌های واگرایی نمونه آزمون به شرح:

D1، D2، ND4، ND3، ND2، ND1 با روش الف یا با روش پ؛ یا D، SD، ND با روش ب.

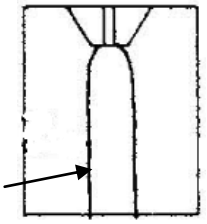
۱۳-۱۴ مشخصه‌های شیمیایی و وضعیت بار در مقابل زمان برای سیال فرسایش‌دهنده (آب مقطر یا سیال دیگر).

۱۳-۱۵ تاریخ آزمون و نام کاربر انجام‌دهنده آزمون.

نتایج آزمون سوراخ سوزنی

شماره نمونه:.....
خصوصیات تراکم:.....
درصد رطوبت:.....
آب مقطر اضافه شده است: بله☐ خیر☐
زمان نگهداری:.....
موقعیت:.....
پروژه:..... شماره کارگاه:.....

تاریخ:
صفحه:
توسط:
اندازه سوراخ نهایی: ۲٫۵mm تا ۳mm



نمونه بعد از آزمایش

ملاحظات	کاملاً شفاف از بالای نمونه	کدورت از سمت جانبی						نرخ جریان (میلی لیتر بر ثانیه)	جریان		بار (mm)	زمان
		کاملاً شفاف	به سختی قابل مشاهده	اندکی کدر	نسبتاً کدر	کدر	کاملا کدر		ثانیه	میلی لیتر		
						√		۰٫۴	۲۵	۱۰	۵۰	۱۴:۰۰
							√	۱٫۰	۱۰	۱۰		
							√	۱٫۲۵	۱۰	۲۵		
							√	۱٫۳	۱۹	۲۵		
							√	۱٫۳	۱۹	۲۵		
							√	۱٫۳	۱۹	۲۵		
							√	۱٫۳	۳۹	۵۰		۱۴:۰۳
D یا D1 :طبقه بندی												

شکل ۶- داده‌های نوعی برای رس واگرا

نتایج آزمون سوراخ سوزنی

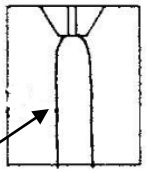
شماره نمونه:..... پروژه:..... شماره کارگاه:.....

خصوصیات تراکم:..... درصد رطوبت:.....

تاریخ:..... صفحه:..... توسط:.....

آب مقطر اضافه شده است: ☒ بله ☐ خیر

زمان نگهداری:..... موقعیت:.....



اندازه سوراخ نهایی: ۱٫۳mm

نمونه بعد از آزمایش

ملاحظات	کاملاً شفاف از بالای نمونه	کدورت از سمت جانبی						نرخ جریان (میلی لیتر بر ثانیه)	جریان		بار (mm)	زمان
		کاملاً شفاف	قابل مشاهده به سختی	اندکی کدر	نسبتاً کدر	کدر	کاملا کدر		ثانیه	میلی لیتر		
		√	√					۰٫۳۵	۲۸	۱۰	۵۰	۱۰:۳۰
		√	√					۰٫۳۵	۲۸	۱۰		۱۰:۳۱
		√	√					۰٫۴۲	۶۲	۲۵		۱۰:۳۵
		√	√					۰٫۴۰	۶۲	۲۵		۱۰:۴۰
		√	√					۰٫۹	۲۸	۲۵	۱۸۰	۱۰:۴۱
		√	√					۰٫۹	۲۸	۲۵		۱۰:۴۲
		√	√					۱٫۰	۲۵	۲۵		۱۰:۴۳
در روش ب آزمون را در بار ۳۸۰mm متوقف کنید		√	√					۱٫۰	۲۵	۲۵		۱۰:۴۵
		√	√					۱٫۶۶	۳۰	۵۰	۳۸۰	۱۰:۴۶
		√	√					۱٫۶۶	۳۰	۵۰		۱۰:۴۷
		√	√					۱٫۸	۲۸	۵۰		۱۰:۴۸
		√	√					۱٫۸	۲۸	۵۰	۱۰۲۰	۱۰:۵۰
		√	√					۳٫۱	۱۶	۵۰		۱۰:۵۱
		√	√					۳٫۲	۳۱	۱۰۰		۱۰:۵۲
		√	√					۳٫۲	۳۱	۱۰۰		۱۰:۵۳
		√	√					۳٫۳	۳۰	۱۰۰		
		√	√					۳٫۳	۳۰	۱۰۰		۱۰:۵۵
ND یا ND2 :طبقه												

شکل ۷- داده‌های نوعی برای رس غیرواگرا

جدول ۱- معیارها برای ارزیابی نتایج آزمون سوراخ سوزنی[A]

اندازه سوراخ پس از انجام آزمایش، میلی متر	کدورت جریان در انتهای آزمایش		نرخ جریان نهایی از داخل نمونه، میلی لیتر بر ثانیه	زمان آزمایش برای بار داده شده، دقیقه	بار، میلی متر	طبقه بندی واگرایی[B]
	از سمت بالا	از سمت جانبی				
≥۲/۰	بسیار کدر	کدر	۱/۰-۱/۴	۵	۵۰	D1
>۱/۵	کدر	نسبتاً کدر	۱/۰-۱/۴	۱۰	۵۰	D2
< ۱/۵	نسبتاً کدر	کدورت جزئی	۰/۸-۱/۰	۱۰	۵۰	ND4
≥۱/۵	کدورت جزئی	به سختی قابل مشاهده	۱/۴-۲/۷	۵	۱۸۰	ND3
			۱/۸-۳/۲	۵	۳۸۰	
< ۱/۵	به سختی قابل مشاهده	شفاف	>۳/۰	۵	۱۰۲۰	ND2
۱/۰	کاملاً شفاف	کاملاً شفاف	≤ ۳/۰	۵	۱۰۲۰	ND1
روش ب						
≥ ۱/۵	بسیار کدر تا نسبتاً کدر	نسبتاً کدر تا کدر	-	۱۰	۵۰	D
≥ ۱/۵	کدورت جزئی	به سختی قابل مشاهده	-	۵	۱۸۰-۳۸۰	SD
< ۱/۵	به سختی قابل مشاهده تا شفاف	شفاف	-	۵	۳۸۰	ND

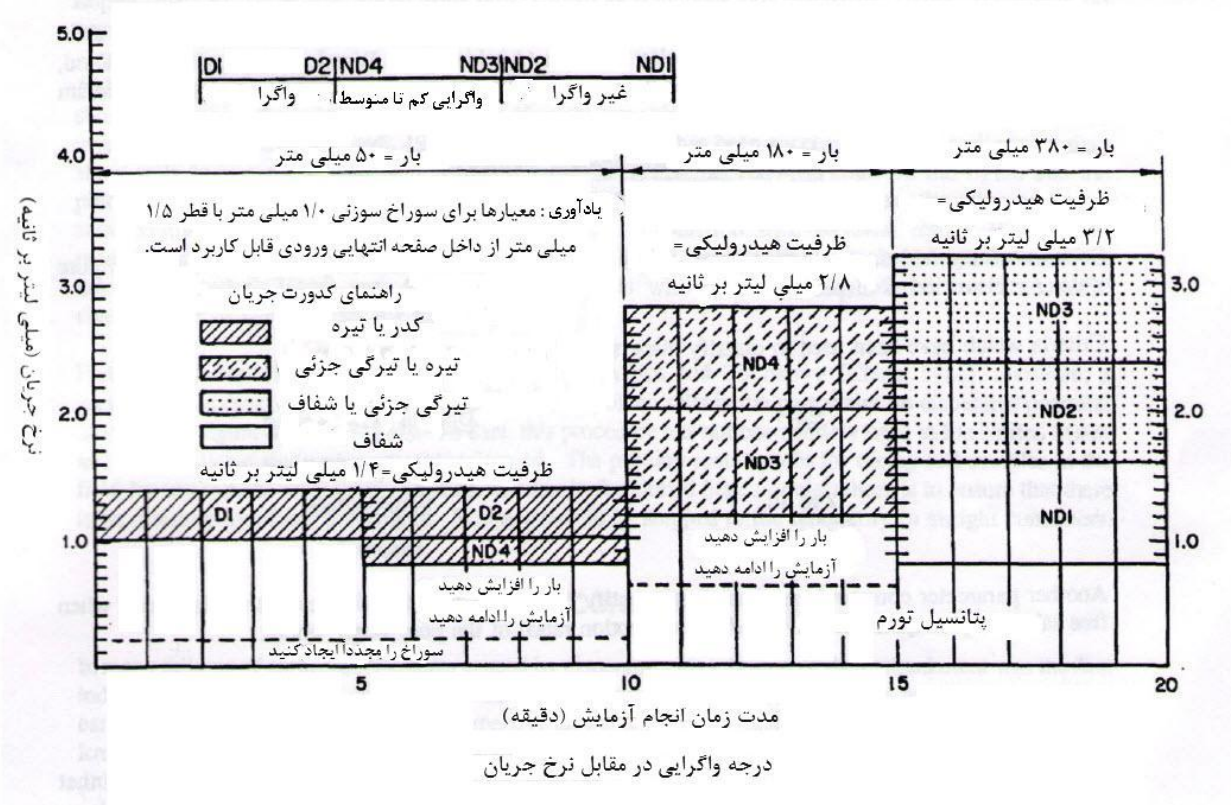
A: برای معیارهای روش پ، شکل ۸ را ببینید.

B: معیارها برای روش الف از کار ویلسون اقتباس شده است.

C: واگرا (D1,D2)

واگرایی کم تا متوسط (ND4,ND3)

غیر واگرا (ND2,ND1)



شکل ۸- معیارها برای روش پ