



نام و نام خانوادگی: طیبه باقری
سمت و مدرک تحصیلی: کارشناس مسئول ژئوتکنیک و طرح پی،
کارشناسی ارشد زمین شناسی (رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی)
اظهار نظر در خصوص پیش نویس استاندارد ملی موضوع: خاک - توزیع اندازه دانه های (دانه بندی) خاک های ریزدانه با تحلیل
ته نشینی (هیدرومتری) - روش آزمون

مورد تأیید است ☐ به دلایل زیر مورد تأیید نیست ☐ با اصلاحات زیر مورد تأیید است ☒

• ملاحظات و نظرات اصلاحی در خصوص پیش نویس استاندارد ملی:

- ۱- کلیه موارد اصلاحی مورد نظر در متن ترجمه شده به صورت یادداشت آمده است.
- ۲- خط قرمزی که بر روی برخی واژه ها در متن کشیده شده است به معنی حذف آن واژه می باشد.
- ۳- پیشنهاد می شود به شماره یادآوری ها در متن ترجمه اشاره شود و هر یادآوری بلافاصله بعد از اشاره شدن به آن مطابق با متن نسخه اصلی در متن ترجمه قرار گیرد.
- ۴- ترجمه جداول مربوط به شکل های صفحات ۴۷، ۴۸، ۵۰ و ۵۱ (اشکال ب-۱، ب-۲، ب-۴ و ب-۵) با نسخه اصلی مطابقت ندارد. به نظر می رسد جداول ترجمه شده مربوط به نسخ قبلی استاندارد باشند.
- ۵- بخش پایانی نسخه اصلی (انتهای صفحه ۲۶ و صفحه ۲۷ استاندارد بعد از شکل X1.6) ترجمه نگردیده است.
- ۶- با توجه به این که Water Content مقدار رطوبتی است که با روش آزمون ASTM D2216 به دست می آید، لازم است ترجمه این اصطلاح در کل متن به مقدار رطوبت (به جای مقدار آب) تغییر یابد.
- ۷- ترجمه برخی واژه های پرتکرار در متن ترجمه به شرح ذیل پیشنهاد می گردد (در کل متن ترجمه شده رعایت شود):

واژه لاتین	واژه فارسی	توضیحات
Sedimentation	رسوبگذاری	با توجه به این که رسوبگذاری واژه تخصصی و مناسب تری برای ترجمه واژه Sedimentation می باشد و ته نشینی جنبه عمومی تری دارد، بهتر است از واژه رسوبگذاری به جای ته نشینی استفاده شود.
Baffle	آرام کننده	Baffle در فرهنگ لغت تخصصی به معنی آرام کننده و سرعت شکن آمده است و در عمل باعث می شود محتوای داخل جام همزن در هنگام مخلوط شدن از داخل جام بیرون نریزد. پیشنهاد می شود از اصل واژه استفاده شود و در پاورقی توضیح داده شود.
Offset	نقطه صفر	این اصطلاح رایج ترین اصطلاح برای این واژه در هیدرومتری می باشد.
Material(s)	مصالح	با توجه به این که نمونه مورد آزمون خاک می باشد استفاده از واژه مصالح به جای ماده (مواد) منطقی تر به نظر می رسد.
Referee	مرجع	-
Nearest ...or better	با دقت ... یا بیشتر	به جای نزدیک ترین ... یا بهتر به کار رود.



نام و نام خانوادگی: شهرام شیرازیان

سمت و مدرک تحصیلی: مدیر بخش مطالعات مهندسی-دکتری لرزه زمینساخت

اظهار نظر در خصوص پیش نویس استاندارد ملی موضوع:

مورد تائید است ☐ به دلایل زیر مورد تائید نیست ☐ با اصلاحات زیر مورد تائید است ☒

• ملاحظات و نظرات اصلاحی در خصوص پیش نویس استاندارد ملی

۱- در متن پیوست، هرکجا بر روی واژه ای خط قرمز کشیده شده از نظر این ویراستار می بایست حذف و یا با عبارت پیشنهاد شده جایگزین گردد

۲- در متن پیوست چنانچه بر روی واژه ای ، عبارت جدیدی بدون خط خوردگی افزوده گردیده، صرفاً پیشنهاد این ویراستار برای جایگزینی واژه یا عبارت می باشد .

۳- کلیه اصلاحات مد نظر، بر روی فایل پیوست ارائه گردیده است .

با تشکر



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

.....

چاپ اول

۱۴۰۳

INSO

00000

1st Edition

2024

Identical with
ASTM D7928:
2021

خاک - توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی)
خاک‌های ریزدانه با تحلیل ته‌نشینی
(هیدرومتری) - روش آزمون

Soil- Particle size distribution
(gradation) of fine-grained soils
using the sedimentation (Hydrometer)
analysis-Test method

ICS: 91.100.15

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۴	۲ مراجع الزامی
۵	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ خلاصه روش آزمون
۸	۵ اهمیت و کاربرد
۹	۶ وسایل
۱۵	۷ واکنشگرها و مواد
۱۶	۸ نمونه‌برداری
۱۷	۹ آماده سازی آزمون
۱۹	۱۰ تأیید / آماده‌سازی وسایل
۲۵	۱۱ روش انجام آزمون
۳۰	۱۲ محاسبات
۳۵	۱۳ گزارش: برگه داده(ها) یا فرم(ها)ی آزمون
۳۷	۱۴ دقت و اریبی
۴۱	پیوست الف (الزامی) بررسی هیدرومتر و استوانه ته‌نشینی
۴۶	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثالی از برگه‌های داده، نمودار و بررسی‌های تجهیزات

پیش‌گفتار

استاندارد «خاک- توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی) خاک‌های ریزدانه با تحلیل ته‌نشینی (هیدرومتری)- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه-ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای مزبور است:

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

ASTM D7928: 2021, Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis

خاک - توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی) خاک‌های ریزدانه با تحلیل ته‌نشینی (هیدرومتری) - روش آزمون

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی بیان نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد^۱

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مقادیر توزیع اندازه‌های ذرات بخش ریزدانه خاک است. روش ته‌نشینی یا هیدرومتری برای تعیین توزیع اندازه ذرات (دانه‌بندی) مواد ریزتر از الک شماره ۲۰۰ ($75\ \mu\text{m}$) و درشت‌تر از حدود $0.2\ \mu\text{m}$ به کار می‌رود. این آزمون بر روی مواد عبوری از الک شماره ۱۰ ($2.0\ \text{mm}$) یا الک ریزتر از آن انجام می‌شود و نتایج به صورت درصد جرم ریزدانه‌ها در برابر لگاریتم قطر دانه نمایش داده می‌شود.

۱-۲ این استاندارد می‌تواند برای ارزیابی بخشی ریز دانه یک خاک با طیف گسترده‌ای از اندازه ذرات به روش ترکیب نتایج ته‌نشینی با نتایج دانه‌بندی با الک طبق استاندارد ASTM D6913 برای به‌دست آوردن منحنی دانه‌بندی کامل، استفاده شود. این استاندارد همچنین می‌تواند هنگامی که ذرات درشت‌دانه وجود نداشته باشد یا دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه مورد درخواست یا نیاز نباشد، نیز به کار برده شود.

یادآوری - ارقام معنادار ثبت شده در این روش آزمون مانع از دستیابی به توزیع اندازه دانه مصالحی می‌شود که حاوی مقدار قابل توجهی از ریزدانه‌ها نیستند. به عنوان مثال، ماسه‌های تمیز مقادیر قابل تشخیصی از ذرات با اندازه لای و رس را تولید نمی‌کنند و بنابراین نباید با این روش، آزمون شوند. حداقل مقدار مواد ریز در آزمونه ته‌نشینی ۱۵ گرم است.

۱-۳ هنگام ترکیب نتایج آزمون‌های ته‌نشینی و الک کردن، فرایند به‌دست آوردن مصالح برای تحلیل ته‌نشینی و محاسبات برای ترکیب نتایج، با روش آزمون کلی‌تری مانند روش‌های آزمون استاندارد ASTM D6913 (به یادآوری مراجعه کنید) ارائه خواهد شد.

یادآوری - زیرکمیته D18.03 در حال حاضر یک روش آزمون جدید با عنوان «روش آزمون تحلیل اندازه ذرات خاک‌ها ترکیبی از روش‌های الک کردن و ته‌نشینی» در دست تدوین دارد.

۱-۴ اصطلاحات «خاک» و «مصالح» در کل استاندارد قابل جایگزینی با یکدیگر هستند.

۱-۵ تحلیل ته‌نشینی بر اساس این مفهوم است که ذرات بزرگ‌تر سریع‌تر از ذرات کوچک‌تر، در یک سیال ته‌نشین می‌شوند. قانون استوکس معادله حاکمی را برای تعیین سرعت نهایی سقوط (ته‌نشینی) یک ذره

۱ - توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۵ مراجعه شود) ارائه شده است.

کروی در میان یک مایع ثابت به کار می‌برد. سرعت نهایی متناسب با مربع قطر ذرات است. بنابراین، ذرات هنگام ته‌نشینی در یک ظرف مایع، از نظر اندازه برحسب زمان و موقعیت، طبقه‌بندی می‌شوند.

۱-۵-۱ قانون استوکس فرضیات متعددی دارد که عبارتند از: ذرات کروی و صاف هستند؛ هیچ تداخلی بین ذرات وجود ندارد؛ هیچ تفاوتی بین جریان در میانه و طرفین ظرف وجود ندارد؛ جریان چند لایه است؛ و ذرات چگالی یکسانی دارند. این فرضیات به ذرات خاک با اشکال و اندازه‌های مختلف اعمال می‌شود.

۶-۱ برای اندازه‌گیری چگالی سیال و تعیین مقدار ذرات معلق در زمان و موقعیت خاص از یک هیدرومتر استفاده می‌شود. چگالی تعلیق خاک-آب به غلظت و وزن مخصوص ذرات خاک و میزان پراکنده‌ساز اضافه شده بستگی دارد. برای محاسبه درصد ذرات ریزتر از قطر داده شده توسط قانون استوکس، از اندازه‌گیری هیدرومتر، در یک زمان سپری شده استفاده می‌شود. مجموعه‌ای از خوانش‌ها، توزیع جرم مصالح به عنوان تابعی از اندازه ذرات را ایجاد می‌کند.

۷-۱ این استاندارد تهیه نمونه یا آماده‌سازی نمونه قبل از به‌دست آوردن نمونه کاهش یافته با هرگونه جزئیاتی را بیان نمی‌کند. فرض بر این است که نمونه با استفاده از روش‌های مناسب به‌دست آمده و معرف مصالح یا شرایط کارگاه است. همچنین فرض بر این است که نمونه به‌گونه‌ای آماده‌سازی شده که نمونه کاهش یافته به‌درستی نشان دهنده توزیع اندازه ذرات (دانه‌بندی) این بخش ریزدانه مصالح است.

۸-۱ آماده‌سازی مصالح

مصالح در حالت مرطوب یا همان‌گونه که دریافت شده است آزمون می‌شوند، مگر اینکه مصالح در حالت هوا-خشک دریافت شده باشند. در روش آماده‌سازی مرطوب باید از نمونه کاهش یافته برای به‌دست آوردن آزمونه ته‌نشینی استفاده شود. آماده‌سازی هوا-خشک فقط در صورت دریافت مصالح در حالت هوا-خشک مجاز است. روشی که مورد استفاده قرار می‌گیرد ممکن است توسط درخواست‌کننده مشخص شده باشد؛ با این حال، روش آماده‌سازی مرطوب باید برای آزمون دآوری استفاده شود.

۹-۱ این استاندارد برای خاک‌های زیر کاربرد ندارد:

۱-۹-۱ خاک‌های حاوی کود برگ الیاف‌دار.

۲-۹-۱ خاک‌های حاوی تقریباً کمتر از ۵٪ مواد ریزدانه (به یادآوری زیربند ۲-۱ مراجعه کنید).

۳-۹-۱ خاک‌های حاوی ماده خارجی، مانند حلال‌های آلی، روغن، قیر، قطعات چوب یا موارد مشابه (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری - اگر مواد خارجی مانند چوب به راحتی با دست جدا شود، این کار مجاز است. اما ممکن است مواردی وجود داشته باشد که ماده خارجی به عنوان بخشی از مصالح ارزیابی شود و خارج کردن آن از مصالح، توصیه نمی‌شود.

۴-۹-۱ مصالحی شامل اجزای چسباننده مانند سیمان، خاکستر بادی، آهک یا سایر افزودنی‌های تثبیت‌کننده.

۱-۱۰ این استاندارد نمی تواند برای خاک های زیر نتایج آزمون درون آزمایشگاهی و بین آزمایشگاهی پایدار ایجاد کند. این استاندارد برای آزمون این خاک ها، باید تطبیق داده شود و این انطباق ها مستند شود.

۱-۱۰-۱ خاک هایی که در هنگام ته نشینی، لخته می شوند، چنین مصالحی ممکن است برای کاهش شوری یا تغییر pH تعلیق به عمل آوری نیاز داشته باشند.

۲-۱۰-۱ خاک های ترد (خرد شونده) که در آماده سازی (فرایند الک کردن)، دانه بندی آن ها تغییر می کند. نمونه های بارز این خاک ها، برخی از خاک های رسوبی، اغلب شیل های هوازده، گرانیتهای تجزیه شده و برخی خاک های ضعیف سیمانی شده هستند.

۳-۱۰-۱ خاک هایی که به راحتی پراکنده نمی شوند، مانند رس های گلوکونیتی^۱ یا برخی از رس های خمیری خشک شده.

۱۱-۱ نمونه هایی که خاک نیستند اما از ذراتی تشکیل شده اند که امکان آزمون آن ها با این روش وجود دارد. با این حال بهتر است در استفاده از این استاندارد بخش های قابل کاربرد بالا به کار رود.

۱۲-۱ واحدها

مقادیر بیان شده در این استاندارد برحسب یکاهای SI به عنوان استاندارد در نظر گرفته می شوند. به غیر از اندازه الک ها، که از سامانه «جایگزین» طبق استاندارد ASTM E11 استفاده می شود، مانند الک ۳ in و الک شماره ۲۰۰، که به ترتیب به جای اندازه های استاندارد ۷۵ mm و ۷۵ μm استفاده می شود. گزارش نتایج آزمون برحسب یکاهایی غیر از SI نباید به عنوان عدم انطباق با این استاندارد در نظر گرفته شود. استفاده از ترازوها یا مقیاس های ثبت جرم برحسب پوند (lbm) نباید نامنتطبق با این استاندارد در نظر گرفته شود.

۱۳-۱ همه مقادیر مشاهده و محاسبه شده، باید مطابق راهنماهای مربوط به رقم های معنادار و گرد کردن بیان شده در استاندارد ASTM D6026 باشند، مگر در مواردی که در این استاندارد روش دیگری بیان شده باشد.

۱-۱۳-۱ روش های به کار رفته برای مشخص کردن چگونگی جمع آوری، یادداشت و محاسبه داده ها در این استاندارد، به عنوان استاندارد صنعتی در نظر گرفته می شوند. علاوه بر آن، در این روش ها تعداد رقم های معناداری که معمولاً باید یادداشت شوند، مشخص شده است. در روش های به کار رفته، تغییر مصالح، هدف از به دست آوردن داده ها، مطالعه هایی با هدف های ویژه یا هر گونه ملاحظه دیگری در خصوص هدف های کاربر، در نظر گرفته نشده اند و معمول است که رقم های معنادار داده های گزارش شده، برای هماهنگی با چنین هدف هایی، افزایش یا کاهش داده شوند. در نظر گرفتن رقم های معناداری که در روش های تحلیلی طراحی مهندسی به کار می روند، فراتر از محدوده این استاندارد است.

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

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

2-2 ASTM D854, Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۶: سال ۱۳۹۴، خاک- اندازه گیری وزن مخصوص ذرات جامد به وسیله پیکنومتر آبی -روش آزمون، با استفاده از استاندارد **ASTM 854: 2014** تدوین شده است.

2-3 ASTM D1140, Test Methods for Determining the Amount of Material Finer than 75 μm (No. 200) Sieve in Soils by Washing

2-4 ASTM D2216, Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳: سال ۱۳۸۳، خاک- تعیین درصد رطوبت -روش آزمون، با استفاده از استاندارد **ASTM 2216: 1998** تدوین شده است.

2-5 ASTM D2487, Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۲۷: سال ۱۳۹۴، خاک- روش طبقه‌بندی خاک‌ها برای اهداف مهندسی- آیین کار، با استفاده از استاندارد **ASTM 2487: 2011** تدوین شده است.

2-6 ASTM D2488, Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۷: سال ۱۳۹۱، خاک- توصیف و شناسایی خاک‌ها (روش چشمی- دستی) - آیین کار، با استفاده از استاندارد **ASTM D2488: 2009** تدوین شده است.

2-7 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

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۴۷۶: سال ۱۳۹۵، حداقل الزامات برای سازمان‌های درگیر در آزمون و / یا بازرسی از خاک و سنگ‌های مورد استفاده در طراحی و ساخت و سازهای مهندسی -آیین کار، با استفاده از استاندارد **ASTM D3740: 2012** تدوین شده است.

2-8 ASTM D4220/D4220M, Practices for Preserving and Transporting Soil Samples

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۳۸: سال ۱۳۹۶، خاک - مراقبت و حمل نمونه های خاک - آیین کار، با استفاده از استاندارد **ASTM D4220/D4220M: 2014** تدوین شده است.

2-9 ASTM D4318, Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱: سال ۱۳۹۶، خاک - تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانه خمیری- روش های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D4318: 2017 تدوین شده است.

2-10 ASTM D4753, Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۴۵۳: سال ۱۳۹۸، مصالح ساختمانی- ارزیابی، انتخاب و تعیین ترازوها و جرم های استاندارد برای استفاده در آزمون خاک، سنگ و مصالح ساختمانی- آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D4753: 2015 تدوین شده است.

2-11 ASTM D6026, Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

2-12 ASTM D6913, Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۸۱: سال ۱۳۹۶، خاک - توزیع ابعادی (دانه بندی) با استفاده از آنالیز الک کردن- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D6913: 2009 تدوین شده است.

2-13 ASTM E11, Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2-14 ASTM E100, Specification for ASTM Hydrometers

2-15 ASTM E126, Test Method for Inspection, Calibration, and Verification of ASTM Hydrometers

2-16 ASTM E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ تعاریف

۱-۱-۳ برای تعریف اصطلاحات فنی متداول در این استاندارد، به استاندارد اصطلاحات و تعاریف ASTM D653 مراجعه کنید.

۲-۳ تعاریف اصطلاحات ویژه این استاندارد:

۱-۲-۳

نمونه کاهش یافته

reduced sample

مصالح عبوری از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹,۵ mm) یا الک ریزتر که از نمونه جدا شده و سپس به منظور کاهش جرم تا رسیدن به مقدار کافی برای برآورده کردن الزامات حداقل جرم جدول ۱، تقسیم می شود.

۲-۲-۳

نمونه

sample

مصالح جمع‌آوری شده بدون محدودیت در جرم کل یا بازه اندازه ذرات که الزامات حداقل جرم بیان شده در جدول ۱ را برآورده می‌کند.

۳-۲-۳

نمونه ته‌نشینی

sedimentation sample

مصالح عبوری از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) یا مواد ریزتر که از نمونه کاهش یافته با استفاده از الک جدایش که آزمونه ته‌نشینی و محتوای آب از آن گرفته می‌شود، جدا می‌شود.

۴-۲-۳

آزمونه ته‌نشینی

sedimentation specimen

مصالح به دست آمده از نمونه ته‌نشینی که دارای حداکثر اندازه دانه بزرگ‌تر از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) نباشد و در مقدار کافی به‌طوری‌که الزامات حداقل جرم طبق جدول ۱ را برآورده کند برای آزمون ته‌نشینی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۲-۳

الک جدایش

separation sieve

الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) یا ریزتر (به یادآوری مراجعه کنید) که برای جدا کردن نمونه کاهش‌یافته برای به‌دست آوردن مصالح برای نمونه ته‌نشینی استفاده شده است.

یادآوری – روشی برای استفاده از یک الک ریزتر از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) در این استاندارد تعریف نشده است. روش‌شناختی مورد استفاده برای به‌دست آوردن یک نمونه معرف با استفاده از الک ریزتر از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) با به‌دست آوردن یک نمونه معرف با استفاده از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) بیان شده در این استاندارد، یکسان نیست. تلاش یا اقدامات اضافی لازم است تا مطمئن شوید مصالح عبوری از الک ریزتر به اندازه کافی معرف نمونه است. توصیه می‌شود چنین تلاش‌ها یا اقدامات اضافی در صورت استفاده از الک ریزتر از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) برای به‌دست آوردن آزمونه ته‌نشینی، مستند شود.

۴ خلاصه روش آزمون

۴-۱ این روش آزمون برای تعیین توزیع اندازه ذرات (دانه‌بندی) مواد ریزتر از الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) برحسب درصدی از جرم مورد استفاده در آزمون ته‌نشینی استفاده می‌شود.

۴-۲ هنگامی که خاک اصلی حاوی ذرات بزرگ‌تر از الک $\frac{3}{8}$ in. ($9.5 mm$) باشد، باید با استفاده از روش‌های بیان شده در استاندارد ASTM D6913 یا سایر استانداردها، یک نمونه کاهش یافته عبوری از الک $\frac{3}{8}$ in. ($9.5 mm$) به‌دست آورده شود. این نمونه کاهش یافته باید حداقل الزامات جرم طبق جدول ۱ برای الک $\frac{3}{8}$ in. ($9.5 mm$) را برآورده کند. مواد با استفاده از روش آماده‌سازی مرطوب (داوری) عمل‌آوری می‌شوند مگر اینکه مواد در حالت هوا خشک دریافت شده باشند.

۴-۳ نمونه کاهش یافته با استفاده از الک جدایش، جدا می‌شود تا نمونه ته‌نشینی به‌دست آید. سپس نمونه ته‌نشینی تقسیم می‌شود تا جرم مناسبی برای آزمون ته‌نشینی و آزمون تعیین درصد رطوبت به‌دست آید.

۴-۴ آزمون ته‌نشینی با عامل پراکنده‌ساز و آب مخلوط می‌شود. دوغاب باید با گذشت زمان، آماده‌سازی و سپس به‌طور کامل مخلوط شود و درون استوانه‌ای با آب اضافی ریخته شود. خوانش‌ها با یک هیدرومتر و دماسنج در فواصل زمانی مشخص انجام می‌شود.

۴-۵ جرم ذرات ریزتر از قطرهای مشخص شده، محاسبه و ثبت می‌شوند. نتایج، جدولی از اندازه ذرات را در برابر درصد عبوری از اندازه الک‌های جدایش ایجاد می‌کند که می‌تواند به صورت نمودار منحنی دانه‌بندی ارائه شود. این منحنی به‌طور معمول به‌صورت درصد عبوری/ریزتر از اندازه الک جدایش را روی محور قائم در برابر لگاریتم اندازه ذرات برحسب میلی‌متر بر روی محور افقی نشان داده می‌شود. سپس این نتایج را می‌توان با نتایج یک تحلیل الک مکانیکی ترکیب کرد تا توزیع اندازه ذرات کامل به‌دست آید.

جدول ۱- حداقل الزامات جرم خشک

حداقل جرم خشک آزمونه Kg یا g	حداکثر اندازه ذرات مصالح (کوچک‌ترین الکی که ۹۹٪ یا بیشتر عبور می‌کند)	
گزارش نتایج تا نزدیک‌ترین ۱٪	حداکثر اندازه ذرات mm	تعیین الک جایگزین
۵۰ g	۰٫۴۲۵	شماره ۴۰
۵۰ g	۲٫۰۰	شماره ۱۰
۷۵ g	۴٫۷۵	شماره ۴
۱۶۵ g	۹٫۵۰	$\frac{3}{8}$ in.
۱٫۳ Kg	۱۹٫۰	$\frac{3}{4}$ in.
۳ Kg	۲۵٫۴	۱ in.
۱۰ Kg	۳۸٫۱	$1\frac{1}{2}$ in.
۲۵ Kg	۵۰٫۸	۲ in.
۷۰ Kg	۷۶٫۲	۳ in.

۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ توزیع اندازه ذرات (دانه‌بندی) اصطلاح توصیفی است که به نسبت‌های جرم خشک یک خاک توزیع شده در محدوده اندازه ذرات مشخص شده، اشاره دارد. منحنی دانه‌بندی تولید شده با استفاده از این روش، میزان لای و بخش‌های اندازه رس موجود در خاک را بر اساس تعاریف اندازه، و نه طبقه‌بندی کانی‌شناسی یا داده‌های حدود اتربرگ ارائه می‌دهد.

۵-۲ نتایج تهنشینی باید با تحلیل الک برای بدست آوردن توزیع اندازه ذرات کامل ترکیب شود. مگر اینکه نمونه تهنشینی نماینده کل نمونه باشد.

۵-۳ بخش اندازه رسی ماده ریزتر از $2\text{ }\mu\text{m}$ است. این بخش در ترکیب با نشانه خمیری (به استاندارد ASTM D4318 مراجعه کنید) برای محاسبه فعالیت خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد، که شاخص کانی‌شناسی بخش رسی است.

۵-۴ دانه‌بندی لای و بخش‌های اندازه رسی یک عامل مهم در تعیین حساسیت خاک‌های ریزدانه در برابر عامل یخ‌زدگی است.

۵-۵ دانه‌بندی خاک، نشان‌گر خواص مهندسی مانند، هدایت هیدرولیکی، تراکم‌پذیری و مقاومت برشی است. با این حال، رفتار مهندسی خاک به عوامل بسیاری، مانند تنش مؤثر، نوع کانی، ساختار، خمیری بودن و منشأ زمین‌شناسی وابسته است و فقط به دانه‌بندی مربوط نیست.

۵-۶ برخی انواع خاک به عملیات اصلاحی خاصی حسب مورد، برای تعیین اندازه ذرات، نیاز دارند. برای مثال، عوامل شیمیایی چسباننده می‌توانند ذرات رس را به هم پیوند دهند و باید تلاش شود تا عوامل سیمانی در صورت امکان از بین بروند. هیدروژن پراکسید و گرمای متوسط می‌توانند مواد آلی را هضم کنند. هیدروکلریک اسید می‌تواند کربنات‌ها را با شستشو از بین ببرد و می‌توان از استخراج دیتیونیت - سیترات - بی‌کربنات برای حذف آهن اکسیدها استفاده کرد. شستشو با آب آزمون می‌تواند برای کاهش غلظت نمک استفاده شود. با این حال، همه این عملیات‌ها، مدت زمان و تلاش قابل توجهی را هنگام انجام آزمون ته‌نشینی افزایش می‌دهند و مجاز است اما خارج از دامنه کاربرد این استاندارد قرار دارند.

۵-۷ محدوده اندازه آزمون ته‌نشینی از حدود $100 \mu\text{m}$ تا حدود $0.1 \mu\text{m}$ است. مدت زمان لازم برای به‌دست آوردن یک خوانش اولیه پایدار بر روی هیدرومتر، دامنه بالایی نتایج را کنترل می‌کند و مدت زمان آزمون، دامنه پایین را کنترل می‌کند.

۵-۸ شکل و چگالی دانه‌ها برای نتایج مهم است. فرض بر این است که قانون استوکس برای ذرات کروی معتبر است گرچه ذرات ریز لای و رس بیشتر به شکل صفحه‌ای شبیه هستند و چگالی کانی‌های آن‌ها بیشتر از ذرات درشت‌تر است.

۵-۹ رسی‌هایی با خمیری بالا لایه‌های آب ساختاری را روی سطوح خود ایجاد می‌کنند. طبق Lu و Zhang، چگالی این آب نزدیک سطح می‌تواند 1.4 g/L باشد. این آب ساختاری با چگالی بالا باعث ایجاد خطا در این روش آزمون می‌شود و منحنی توزیع اندازه ذرات را به سمت بالا تغییر می‌دهد. تصحیح آب ساختاری فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است، اما مقادیر درصد عبوری بالای ۱۰۰٪ ممکن است و نباید از گزارش حذف شوند.

یادآوری - کیفیت نتیجه به‌دست‌آمده از این استاندارد به مهارت آزمایش‌گرها و مناسب بودن تجهیزات و وسایل به‌کار رفته بستگی دارد. مؤسسه‌هایی که دارای معیارهای استاندارد ASTM D3740 هستند، عموماً توانایی انجام درست و بی‌انحراف آزمون/ نمونه‌برداری/ بازرسی/ و غیره را دارند. کاربران این استاندارد باید آگاه باشند که پیروی از معیارهای استاندارد ASTM D3740 به‌تنهایی ضامن اعتبار نتیجه‌ها نیست. معتبر بودن نتیجه‌ها به عوامل بسیاری بستگی دارد و استاندارد ASTM D3740 ابزاری برای ارزیابی تعدادی از آنها را فراهم می‌آورد.

۶ وسایل

۶-۱ هیدرومتر

هیدرومتر ASTM نوع 151H یا 152H. این هیدرومترها باید طبق الزامات استاندارد ASTM E100 باشند، به استثنای مشخصات ابعادی که در پیوست الف بیان شده است.

۲-۶ استوانه ته‌نشینی

حداقل دو استوانه شیشه‌ای با ارتفاعی در حدود ۴۵۷ mm، قطر داخلی بین ۵۵ تا ۶۴ mm و گنجایش ۱۰۰۰ mL. استوانه‌ها باید دارای علامت نشانگر در (5 ± 1000) mL باشند. یک استوانه برای تعلیق خاک و استوانه دیگر می‌تواند به عنوان استوانه کنترلی یا استوانه شستشو استفاده شود. استوانه کنترلی باید همان مقدار ماده پراکنده‌ساز موجود در استوانه تعلیق خاک را داشته باشد. به پیوست الف مراجعه کنید.

۳-۶ الک جدایش

الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) یا الک ریزتر که برای جداسازی نمونه کاهش یافته استفاده می‌شود. به دلیل استفاده از این الک در شرایط **سخت**، نباید آن را برای دانه‌بندی خاک به کار برد.

۴-۶ ابزار سنجش دما

ابزار سنجش دما با قابلیت اندازه‌گیری دما به دمایی که در آن آزمون انجام می‌شود، توانایی خوانش تا 0.5°C یا بهتر و درستی دست کم $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. ابزار سنجش دما باید بتواند در عمقی بین ۲۵ تا ۸۰ mm در محلول‌های تعلیق و مرجع، غوطه‌ور شود. از دماسنج‌های غوطه‌وری کامل نباید استفاده شود. ابزار سنجش دما باید با مقایسه با ابزار سنجش دمای قابل ردیابی در سطح ملی یا بین‌المللی، استاندارد شود و دست کم شامل یک خوانش دما در محدوده آزمون باشد. ابزار سنجش دما باید دست کم هر دوازده ماه یکبار، استاندارد شود. باید از یک ابزار سنجش دما برای همه اندازه‌گیری‌ها استفاده شود.

۵-۶ ابزار سنجش زمان

یک ساعت، کرنومتر، زمان‌سنج رقومی، یا ابزار قابل مقایسه‌ای که قابلیت خوانش تا یک ثانیه یا بهتر را داشته باشد.

۶-۶ ترازو

ترازوها باید با طبق الزامات استاندارد ASTM D4753 باشند.

۱-۶-۶ برای تعیین جرم آزمونه، ترازو باید قابلیت خوانش بدون تخمین 0.01 g را داشته باشد. ظرفیت این ترازو باید بیشتر از جرم ظرف به علاوه خاک مورد استفاده برای تعلیق خاک پس از کامل شدن آزمون ته‌نشینی باشد. به طور کلی، ترازویی با حداقل ظرفیت 1800 g کافی است.

۷-۶ گرم‌خانه خشک‌کن

گرم‌خانه تهویه‌دار، با قابلیت کنترل و پایش دما، که قادر به حفظ دمای یکنواخت $(5 \pm 110)^{\circ}\text{C}$ در کل محفظه خشک‌کن باشد. این الزامات معمولاً استفاده از گرم‌خانه فن‌دار^۱ را الزامی می‌کند.

۸-۶ صفحه

یک سطح تمیز، غیر متخلخل، صاف و توپری که برای ریختن و تقسیم حدود ۵۰۰ g از مصالح به اندازه کافی بزرگ باشد. سطح نباید از هیچ نوع محصول کاغذی ساخته شود.

۹-۶ ظرف مخلوط کردن آزمون

بشر شیشه‌ای ۲۵۰ mL یا یک ظرف بی‌اثر معادل آن با گنجایش کافی برای نگهداری آزمون، آب آزمون و پراکنده‌ساز.

۱۰-۶ ابزار نگهداری دما

در مواردی که سازمان درخواست‌کننده آزمون، موارد دیگری را مشخص نکرده باشد، دمای استاندارد آزمون باید در محدوده $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$ باشد. به علاوه، دمای تعلیق خاک نباید بیشتر از $2 \pm ^\circ\text{C}$ متغیر باشد. به‌طور معمول، این نگهداری (حفظ) دما با انجام آزمون در یک اتاق با دمای نسبتاً ثابت انجام می‌شود. اگر چنین اتاقی در دسترس نباشد، استوانه‌ها باید در محفظه عایق یا حمام آب با قابلیت کنترل دما به‌صورت خودکار که دما را در حد رواداری مشخص شده فوق حفظ می‌کند، قرار داده شوند.

۱۱-۶ ظرف گرم‌خانه خشک‌کن تعلیق خاک (اختیاری)

ظرفی دارای دیواره‌های صاف که قادر به نگه داشتن تقریباً $1/5 \text{ L}$ از تعلیق خاک باشد. این ظرف باید دارای یک درب محکم باشد یا در یک خشکانه قرار داشته باشد تا از دریافت (کسب) رطوبت در حین خنک شدن آزمون خشک شده در گرم‌خانه جلوگیری کند. این ظرف تنها زمانی مورد نیاز است که مصالح کافی برای به‌دست آوردن مقدار آب اولیه از یک آزمون همراه وجود نداشته باشد.

۱۲-۶ وسایل پراکنده‌کننده

برای پراکنده کردن آزمون از یکی از وسایل زیر استفاده کنید. در هر حال برای آزمون داوری، باید از دستگاه همزن استفاده شود.

۱-۱۲-۶ دستگاه همزن (داوری)

دستگاه همزن مکانیکی است که در آن یک موتور الکتریکی نصب شده به صورت مناسب، یک محور عمودی را با حداقل سرعت ۱۰،۰۰۰ دور در دقیقه بدون بار می‌چرخاند. محور باید به یک پره همزن قابل تعویض ساخته شده از فلز مجهز باشد، همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است. طول محور باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا پره همزن بین ۱۹/۰ mm تا ۳۷/۵ mm بالای کف جام پراکنده‌گی عمل کند.

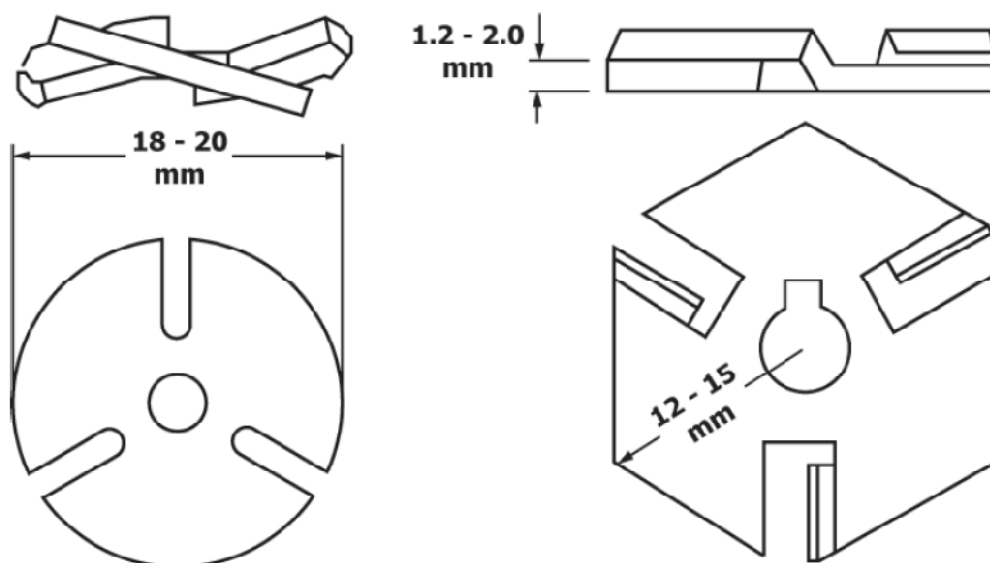
۶-۱۲-۱ جام پراکنده کننده

یک جام مخصوص پراکنندگی مطابق با هر یک از طرح‌های نشان داده شده در شکل ۲ باید برای نگه‌داری نمونه هنگامی که نمونه در حال پراکنده شدن است تهیه شود. جام باید شامل دو مجموعه از سه میله بلند ایجاد اغتشاش و دو مجموعه از سه میله کوتاه ایجاد اغتشاش باشد که به صورت صلب در کناره‌های داخلی جام نصب شده‌اند. این جام همراه با دستگاه همزن استفاده می‌شود.

۶-۱۲-۲ ابزار پراکنده کننده جت هوا (اختیاری)

نوع لوله‌ای یا سایر ابزارهای مشابه که از هوای فشرده برای پراکنده کردن دوغاب استفاده می‌کند (به یادآوری مراجعه کنید). این ابزار به یک منبع هوا نیاز دارد که بتواند حداکثر $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ هوا را برای کار با ابزار فراهم کند. به طوری که بتواند فشارهایی بین حدود 69 kPa تا 172 kPa را ایجاد کند. این ابزار باید به یک اندازه‌گیر فشار روی لوله بین ابزار و منبع هوا مجهز باشد. هنگام عدم استفاده ممکن است قطرات آب در لوله ایجاد شود، این آب باید خارج گردد. برای خروج این آب دو راه وجود دارد: استفاده از تله آب یا پاک کردن لوله‌ها قبل از استفاده. در صورت استفاده از تله آب، باید روی لوله هوا طوری نصب شود که از ورود قطرات آب متراکم شده به دوغاب جلوگیری کند. این دستگاه نباید در آزمون دآوری استفاده شود.

یادآوری- استفاده از این ابزار یا سایر ابزارها باعث تفاوت در مقادیر پراکنندگی می‌شود و باید با احتیاط استفاده شود. توصیه می‌شود اطلاعات مربوط به نحوه استفاده مناسب از این ابزار از سازنده دستگاه دریافت شود. مقدار $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ معادل $5 \text{ ft}^3/\text{min}$ است. این ابزار معمولاً برای کارکرد به دست کم $0.009 \text{ m}^3/\text{s}$ ($2 \text{ ft}^3/\text{min}$) نیاز دارد و بنابراین، برخی از فشرده‌کننده‌های کوچک هوا^۱ قادر به تأمین هوای کافی برای کارکردن این ابزار نیستند.

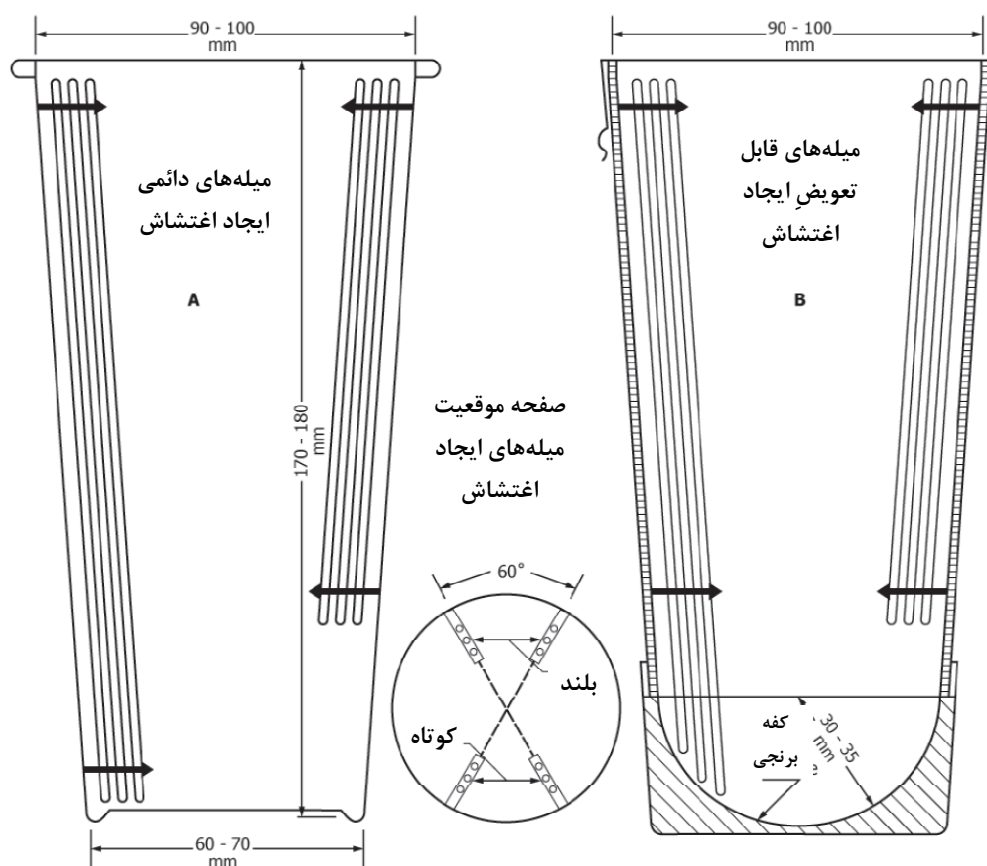


نوع A

نوع B

ابعاد برای ایجاد حس مقیاس ارائه شده است و بسته به مشخصات سازنده متفاوت خواهد بود.

شکل ۱- جزییات متداول پره‌های همزن

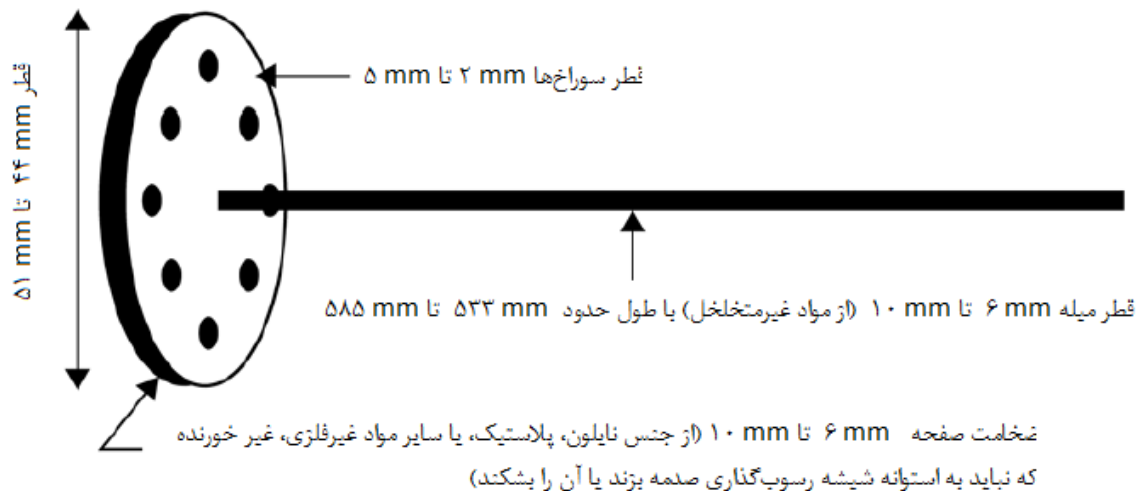


ابعاد برای ایجاد حس مقیاس ارائه شده است و بسته به مشخصات سازنده متفاوت خواهد بود.

شکل ۲- هندسه متداول جام پراکنده‌ساز

۶-۱۳ همزن دستی (اختیاری / داوری)

وسيله‌ای دستی برای مخلوط کردن تعلیق خاک در استوانه ته‌نشینی قبل از آزمون، همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است. همزن دستی نباید هیچ نوع فلزی مانند سر پیچ، بیرون زده از پایین دیسک (صفحه گرد) داشته باشد. برای کمک به تقویت اتصال بین میله و دیسک، ممکن است یک دیسک کوچک‌تر (حدود ۲۵ mm یا کوچک‌تر) با ضخامت و مواد مشابه دیسک بزرگ‌تر، در قسمت بالا و مرکز دیسک بزرگ‌تر قرار گیرد. این دستگاه باید برای آزمون داوری استفاده شود.



ابعاد برای ایجاد حس مقیاس ارائه شده است و بسته به مشخصات سازنده متفاوت خواهد بود.

شکل ۳- جزییات همزن دستی

۶-۱۴ همزن دوغاب خاک

از هر یک از موارد زیر می‌توان برای شکستن کلوخه‌های خاک استفاده کرد، همان‌طور که در زیربند ۱-۱۱ شرح داده شده است:

۶-۱۴-۱ ظرف ارلن‌مایر

ظرف شیشه‌ای با گنجایش ۲۵۰ mL تا ۵۰۰ mL.

۶-۱۴-۲ لرزاننده پراکندگی

یک لرزاننده سکویی، با عملکرد دستی یا نوع مشابه، دارای حرکت چرخشی، مداری، رفت و برگشتی یا حرکت مشابه برای کمک به فرایند پراکندگی با هم زدن مداوم خاک خیس‌انده.

۳-۱۴-۶ حمام آب فراصوتی

حمام آب فراصوتی باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند یک بشر یا ظرف حاوی دوغاب خاک را در خود جای دهد تا برای استفاده در آزمون ته‌نشینی هم زده شود. توصیه می‌شود سطح آب در حمام برابر یا بالاتر از سطح آب در ظرف آزمون باشد.

۱۵-۶ خشکانه (اختیاری)

ابزاری حاوی خشک‌کننده با اندازه مناسب، که برای جلوگیری از کسب رطوبت در حین سردشدن آزمون خشک شده در گرم‌خانه استفاده می‌شود.

۱۶-۶ هاون و کوبه با پوشش لاستیکی (اختیاری)

وسیله‌ای مناسب برای خرد کردن کلوخه‌های ذرات خاک خشک شده در هوا بدون شکستن ذرات منفرد

۱۷-۶ سایر وسایل

مواردی مانند بطری شستشو (بطری سرنگی)، لیسه پلاستیکی، قاشقک و میله همزن ممکن است مفید باشد.

۷ واکنشگرها و مواد

۱-۷ سدیم هگزامتافسفات $(\text{NaPO}_3)_6$

سدیم هگزامتافسفات همچنین به نام سدیم متافسفات نیز شناخته می‌شود، عامل پراکندگی (لخته‌زدا) است که برای جلوگیری از به هم آمیختن یا لخته شدن ذرات ریز موجود در تعلیق مورد نیاز است (به یادآوری مراجعه کنید). برای اطلاعات خاص در مورد این ماده شیمیایی به برگه داده ایمنی (SDS)^۱ آن مراجعه کنید.

یادآوری - خاک‌های ریزدانه که نیاز به استفاده از ماده پراکنده‌ساز دارند، آن‌هایی هستند که به راحتی در آب پخش نمی‌شوند، مانند برخی از رس‌های خیلی خمیری و بیشتر خاک‌های گرمسیری. به‌طور معمول از ۵ g پراکنده‌ساز در هر آزمون برای جلوگیری از لخته شدن استفاده می‌شود و مستقیماً به خاک اضافه می‌شود، به‌طوری که غلظت آن برابر ۵ g/L در حجم تعلیق نهایی خاک خواهد بود. فرمول شیمیایی پراکنده‌ساز که در بالا نشان داده شده تقریبی است.

۲-۷ ایزوپروپیل الکل

ایزوپروپیل الکل همچنین به نام ایزوپروپانول الکل یا الکل مالشی نیز شناخته می‌شود به عنوان یک مهار کننده کف استفاده می‌شود. از لحاظ تجاری در غلظت‌های مختلف از ۷۰٪ تا ۹۹٪ موجود است.

۷-۳ آب آزمون

آب مقطر یا کانی‌زدایی شده تنها سیال آزمون مجاز است. استفاده از آب لوله‌کشی مجاز نیست.

۸ نمونه‌برداری

۸-۱ کلیات

این روش آزمون، به هیچ عنوان جزئیات تهیه نمونه را بررسی نمی‌کند. فرض بر این است که نمونه با استفاده از روش‌های مناسب به‌دست آمده و معرف مصالح مورد ارزیابی است. با این حال، آزمایشگاه باید تمام نمونه‌ها را طبق استاندارد ASTM D4220/D4220M، گروه B حفظ کند، مگر در مواردی که نمونه دریافت شده آن الزامات را برآورده نکرده باشد، در این صورت، لازم نیست که رطوبت خاک حفظ شود.

۸-۲ در مواردی که داده‌های این آزمون برای همبستگی با سایر داده‌های آزمایشگاهی یا آزمون‌های کارگاهی استفاده می‌شود، در صورت امکان و تا آنجا که از نظر عملی امکان‌پذیر است، از همان ماده استفاده شده برای این آزمون‌ها استفاده کنید.

۸-۳ نمونه می‌تواند از منابع مختلفی بوده و شامل طیف گسترده‌ای از اندازه ذرات باشد. به‌طور معمول، نمونه‌های تحلیل اندازه ذرات از منابع زیر به‌دست می‌آیند: کیسه‌ها یا سطل‌های بزرگ، کیسه‌های کوچک، نمونه‌های جار (ظرف دهان‌گشاد)، نمونه‌های لوله یا آزمون‌هایی از آزمون‌های دیگر، مانند تحکیم، هدایت هیدرولیکی یا آزمون‌های مقاومت. در برخی موارد، مانند آزمون تراکم، آزمون قبلی ممکن است باعث کاهش اندازه ذرات شده باشد؛ بنابراین ممکن است لازم باشد که نمونه‌ای از ماده اصلی، نمونه به‌هم ریخته شده یا هر دو را به‌دست آورید. بند ۹ استاندارد ASTM D6913، اطلاعات بیشتری در مورد نمونه‌برداری از منابع مختلف ارائه می‌دهد.

۸-۳-۱ نمونه را در شرایط رطوبت اصلی خود حفظ کنید، مگر اینکه در بالا مستثنی شده باشد، و در هیچ زمان نباید اجازه داده شود که نمونه تحت تغییرات دمایی نامطلوب مانند انجماد یا حرارت دیدن قرار گیرد.

۸-۴ نمونه‌ای که نمونه حاوی ذرات بزرگ‌تر از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹/۵ mm) باشد، باید فراوری شود تا نمونه کاهش یافته به‌دست آید. اگر جداسازی اندازه ذرات لازم باشد، نمونه را با استفاده از روش‌های جداسازی ارائه شده در استاندارد ASTM D6913، برای تأمین این نیاز فراوری کنید.

۸-۴-۱ نمونه کاهش یافته باید دارای حداکثر اندازه ذرات عبوری از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹/۵ mm) یا الک کوچک‌تر باشد.

۸-۴-۲ جرم نمونه کاهش یافته باید مطابق یا بیشتر از الزامات جدول ۱ باشد.

۹ آماده‌سازی آزمونه

۹-۱ تهیه آزمونه

این استاندارد دو روش آماده‌سازی برای به‌دست آوردن آزمونه ته‌نشینی از نمونه کاهش یافته بیان می‌کند: مرطوب و خشک شده در هوا. در این روش‌های آماده‌سازی، مرطوب و خشک شده در هوا به شرایط ماده یا نمونه‌ای اشاره دارد که در اندازه ذرات و جرم مناسب کاهش می‌یابد. آزمون نباید روی مواد خشک شده در گرم‌خانه انجام شود. روش آماده‌سازی مرطوب باید برای آزمون دآوری و برای نمونه‌هایی که در حالت خشک شده در هوا دریافت نمی‌شوند، استفاده شود. روش خشک شده در هوا فقط باید روی موادی که در حالت خشک شده در هوا دریافت می‌شوند استفاده شود (به یادآوری مراجعه کنید). از آنجا که برخی خاک‌های ریزدانه و خشک شده در هوا به‌صورت کلوخه‌ای می‌باشند، از یک هاون و کوبه با پوشش لاستیکی برای شکستن کلوخه‌ها استفاده می‌شود. باید دقت شود تا از هم پاشیدگی یا کاهش اندازه ذرات منفرد جلوگیری شود. از نیروی کافی فقط به اندازه ضرورت برای شکستن کلوخه‌ها بدون از بین بردن ذرات منفرد استفاده کنید. راهنمایی‌های اضافی برای تقسیم مواد و به‌دست آوردن یک آزمونه معرف با استفاده از مقسم، چهارقسمتی کردن، یا نمونه‌برداری از انبارهای مرطوب در پیوست A2 استاندارد ASTM D6913، بیان شده است.

یادآوری - خشک شدن در هوا باعث تغییرات غیرقابل برگشت ذرات رس می‌شود که باعث ایجاد لخته‌های دائمی شده و بخش ریز را کاهش می‌دهد.

۹-۲ آماده‌سازی مرطوب (دآوری)

این روش آماده‌سازی باید برای موادی که در حالت خشک‌شده در هوا دریافت نمی‌شوند، استفاده شود. این روش به ویژه برای هر خاکی که به دلیل خشک شدن تغییراتی در خواص آن‌ها حاصل شده مانند اکثر خاک‌های آلی، بسیاری از خاک‌ها با دانه ریز بسیار خمیری، خاک‌های گرمسیری و خاک‌های حاوی هالوسیت^۱، بسیار مهم است. این مصالح کاملاً مخلوط می‌شوند تا یک نمونه کاهش یافته یکنواخت به‌دست آید. توصیه می‌شود نمونه‌های ریزدانه دست‌نخورده به قطعات کوچک، با اندازه تقریبی کمتر از ۱۰ mm خرد و مخلوط شوند تا به‌صورت یکنواخت درآید. نیازی به فراوری مواد ریزدانه از طریق الک نیست.

۹-۳ آماده‌سازی خشک شده در هوا

این روش آماده‌سازی فقط در صورتی که نمونه در شرایط خشک دریافت شده باشد، استفاده می‌شود. برای به‌دست آوردن یک نمونه کاهش‌یافته یکنواخت، نمونه در دمای اتاق مخلوط می‌شود.

۹-۴ اگر نمونه کاهش یافته حاوی ذراتی بزرگ‌تر از الک شماره ۱۰ (۷۵۰ mm) باشد، مواد باید با استفاده از الک شماره ۱۰ (۷۵۰ mm) یا الک ریزتر جدا شوند. کل نمونه کاهش یافته را روی الک شماره ۱۰

(۲/۰ mm) یا ریزتر با لیسه لاستیکی و در صورت نیاز، آب آزمون فراوری کنید تا بتواند مواد را از طریق الک عبور دهد. بررسی کنید که مواد مانده روی الک فاقد کلوخه‌هایی از ذرات ریزتر باشد. توصیه می‌شود تمامی کلوخه‌ها، شکسته شده و از الک عبور داده شود. لازم نیست که جداسازی به‌طور کامل انجام شود اما ماده‌ای که از الک عبور می‌کند باید معرف بخش عبوری باشد. ماده‌ای که از الک جدایش عبور می‌کند، نمونه ته‌نشینی نامیده می‌شود و باید حداقل الزام جرمی جدول ۱ را برآورده کند. اندازه الک جدایش که برای جداسازی نمونه استفاده می‌شود، را یادداشت کنید.

۵-۹ مقدار **حدکثر** جرم مرطوب مورد نیاز برای آزمون ته‌نشینی را با استفاده از معادله (۱) تخمین بزنید (به یادآوری مراجعه کنید):

(۱)

که در آن:

M_{mest} حداکثر جرم مرطوب برآورد شده به نزدیک‌ترین g؛

H_c گنجایش هیدرومتر، برحسب g (g ۴۵ برای هیدرومتر نوع 151H یا g ۵۵ برای هیدرومتر نوع 152H)؛

est % درصد برآورد شده مواد عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) به نزدیک‌ترین ۱٪؛

w_{cest} مقدار آب برآورد شده به نزدیک‌ترین ۱٪.

یادآوری - توصیه می‌شود جرم آزمون ته‌نشینی براساس مقدار ماده‌ای که در زمان اولین خوانش در حالت تعلیق است، انتخاب شود. برای تامین بالاترین وضوح از حداکثر گنجایش هیدرومتر استفاده کنید اما این الزام نیست. بیش از ظرفیت، دستیابی به خوانش‌های اولیه را غیرممکن می‌کند. گنجایش هیدرومتر 152H حدود ۵۵ گرم خاک خشک و گنجایش هیدرومتر 151H حدود ۴۵ گرم است. جرم مرطوب باید برای در نظر گرفتن رطوبت و بخشی از ذرات کوچک‌تر از الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) تنظیم شود. به عنوان مثال، اگر مقدار آب ۲۰٪ تخمین زده شده است، با استفاده از هیدرومتر 151H و درصد تخمین زده شده مواد عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$)، ۹۵٪، جرم مرطوب تخمین زده شده g ۵۷ است.

۶-۹ اگر نمونه ته‌نشینی حاوی مواد به اندازه کافی است، نمونه ته‌نشینی را حداقل با مقسم یا چهار قسمتی کردن دست‌کم دو قسمت کنید: یکی برای تعیین مقدار آب و دیگری برای آزمون ته‌نشینی. آزمون مقدار آب باید حاوی g (50 ± 10) از ماده باشد. آزمون ته‌نشینی باید کم‌تر از حد محاسبه شده در زیربند ۵-۹ باشد.

۷-۹ اگر نمونه ته‌نشینی مواد محدودی دارد، آزمون‌های برای مقدار آب به دست نیاورید. جرم خشک، M_d ، آزمون ته‌نشینی را در پایان آزمون همان‌طور که در زیربند ۱۱-۱۲ بحث و در زیربند ۱۲-۱-۲ محاسبه شده است، به دست آورید. جرم را به کمتر از حد محاسبه شده در زیربند ۵-۹ کاهش دهید.

یادآوری - اگر بعد از تقسیم / چهارقسمتی کردن، مواد کافی برای به‌دست آوردن جرم‌های لازم برای آزمون‌های ته‌نشینی و مقدار آب کافی باشد، نمونه ته‌نشینی دارای مواد کافی در نظر گرفته می‌شود. اگر ماده کافی برای به‌دست آوردن هر دو جرم لازم آزمون‌ها وجود نداشته باشد، نمونه ته‌نشینی، دارای ماده محدود در نظر گرفته می‌شود.

۸-۹ جرم خاک مرطوب، M_m ، مورد استفاده برای آزمون ته‌نشینی را تا نزدیک‌ترین g ۰/۱ یادداشت کنید.

۹-۹ آزمون ته‌نشینی را در ظرف مخلوط آزمون قرار داده و شناسه ظرف مخلوط آزمون را یادداشت کنید.

۱۰-۹ در صورت موجود بودن مواد کافی، بلافاصله از آزمون دیگری برای تعیین مقدار آب طبق استاندارد ASTM D2216 استفاده کنید و مقدار آب، w_c را تا نزدیک‌ترین $\% 0.1$ یادداشت کنید.

۱۰ تأیید / آماده‌سازی وسایل

۱-۱۰ هیدرومتر

ابعاد هیدرومترهای 151H یا 152H را همانطور که در پیوست الف بیان شده است در فواصل زمانی فهرست شده در پیوست بررسی و یادداشت کنید. هیدرومتر باید عاری از هرگونه ترک و تراشه باشد، که می‌تواند یکپارچگی هیدرومتر را به خطر بیندازد. بدنه و ساقه هیدرومتر به ندرت در طول زمان تغییر می‌کند، مگر اینکه در معرض مواد خورنده قرار بگیرند یا آسیب دیده باشند، یعنی بریده یا ترک خورده باشند. آنها فقط باید قبل از استفاده اولیه یا پس از مشکوک یا دیده شدن آسیب بررسی شوند. از آنجا که ممکن است کاغذ مدرج درون ساقه هیدرومتر به پایین بلغزد، خوانش هیدرومتر در آب آزمون، باید در فواصل بیان شده در پیوست الف برای اطمینان از اینکه کاغذ مدرج در جای مناسب خود باقی‌مانده است بررسی و یادداشت شود. در صورتی که کاغذ مدرج جابه‌جا شده باشد، هیدرومتر باید تعویض شود.

۱-۱-۱۰ خوانش‌های هیدرومتر

خوانش‌های هیدرومتر به نزدیک‌ترین ربع **درجه** انجام می‌شود (به یادآوری مراجعه کنید). خوانش هیدرومتر می‌تواند دشوار باشد. **توصیه می‌شود** یک هیدرومتر که به درستی قرار داده شده است، هنگام رها شدن در تعلیق خاک، نباید حرکت یا چرخش قابل توجهی داشته باشد. خشک و تمیز بودن ساقه هنگام ورود آن در تعلیق خاک بسیار مهم است. اگر ساقه در بالای نقطه خواندن مرطوب باشد، به جرم هیدرومتر جرم اضافه کرده و باعث می‌شود عدد خوانش حاصله خیلی کم باشد. اگر ساقه تمیز نباشد، تغییراتی در بالآمادی قوس ایجاد می‌شود. در این کاربرد، هیدرومترها به دلیل بیان شده در زیربند ۱۰-۳ همیشه در بالای قوس خوانده می‌شوند.

یادآوری - خوانش هیدرومتر تا نزدیک‌ترین تقسیم‌بندی $\frac{1}{4}$ در حین ۵ دقیقه تا ۸ دقیقه اول آزمون ممکن است دشوار باشد. در آن زمان، خواندن هیدرومتر تا نزدیک‌ترین تقسیم‌بندی $\frac{1}{4}$ قابل قبول است.

۱-۱-۲ برای وارد کردن صحیح هیدرومتر موارد زیر را انجام دهید: ابتدا، از خشک بودن ساقه اطمینان حاصل کنید. سپس، ساقه آن را به آرامی با یک یا هر دو دست نگه‌دارید و به آرامی تا عمقی که در آن فقط شناور است، پایین بیاورید. سپس هیدرومتر باید کمی بالا آمده و پایدار شود. توصیه می‌شود این مراحل وارد کردن بین ۵ ثانیه تا ۱۵ ثانیه طول بکشد.

۱۰-۲ تصحیح دما-چگالی

در حین آزمون، چگالی سیال تعلیق تغییر می‌کند، بنابراین در محاسبات مربوط به مقدار دانه‌های موجود در تعلیق باید تغییرات چگالی سیال به دلیل دما، وجود ماده پراکنده‌ساز و بالا آمدگی قوس در نظر گرفته شود. تصحیح دما-چگالی مقیاس هیدرومتر را که در کارخانه برای آب مقطر در دمای 20°C تنظیم شده است، تغییر می‌دهد. برای تعیین این تصحیح دو روش وجود دارد: اندازه‌گیری‌های همراه را در یک استوانه کنترلی پر از محلول مرجع در حین آزمون انجام دهید یا یک رابطه واسنجی قابل استفاده مجدد ایجاد کنید. هر دو گزینه به استفاده از یک محلول مرجع متشکل از آب آزمون و همان مقدار پراکنده‌ساز مورد استفاده در استوانه آزمون تهنشینی، نیاز دارد. تصحیح قوسی به طور خودکار در تصحیح دما-چگالی برای هر دو گزینه با خوانش مداوم هیدرومتر در بالای قوس همان‌طور که در زیربند ۱۰-۳ شرح داده شده است، انجام می‌شود.

۱۰-۲-۱ محلول مرجع

محلول مرجع باید با همان مقدار پراکنده‌ساز تعلیق خاک تهیه شود. یک استوانه کنترل را تا نشانه ۱۰۰۰ mL با مخلوط آب آزمون و همان مقدار پراکنده‌ساز استفاده شده در استوانه تعلیق خاک پر کنید. آب آزمون و پراکنده‌ساز باید به خوبی مخلوط شوند به طوری که هیچ بلور قابل مشاهده‌ای دیده نشود و محلول مرجع باید هم زده شود تا اطمینان حاصل شود که پراکنده‌ساز به اندازه کافی در کل استوانه کنترلی، مخلوط شده است.

۱۰-۲-۱-۱ اندازه‌گیری‌های همراه

برای به دست آوردن تصحیح، از یک استوانه کنترلی پر از محلول مرجع، همراه با استوانه تعلیق خاک استفاده کنید. استوانه کنترلی را در همان مکان کنترل شده دمای استوانه‌های آزمون قرار دهید تا همه استوانه‌ها در یک دما یا نزدیک به آن باشند. برای هر خوانش هیدرومتر و دما در استوانه تعلیق خاک، یک خوانش متناظر هیدرومتر و دما در استوانه کنترلی انجام دهید. با این حال، مجاز است که یک خوانش هیدرومتر استوانه کنترلی در ابتدای آزمون تهنشینی برای سری اولیه خوانش زمان در تعلیق خاک تا ۳۰ دقیقه استفاده شود. زمان سپری شده و خوانش‌های هیدرومتر و دمای استوانه **کنترل را** فقط هنگام اندازه‌گیری در برگه(های) داده یادداشت کنید (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- از خوانش‌های یک استوانه کنترلی ممکن است برای چندین استوانه آزمون استفاده شود. بنابراین، اگر خوانش هیدرومتر و دما در استوانه کنترلی فقط یک بار در طول ۳۰ دقیقه اول آزمون گرفته شود، فقط آن خوانش در هر یک از برگه(های) داده مورد استفاده یادداشت می‌شود. این خوانش‌های اندازه‌گیری شده برای زمان‌های دیگر حین ۳۰ دقیقه اول، هنگامی که یک اندازه‌گیری در واقع تعیین نشده باشد، برای بار دیگر نوشته نمی‌شود.

۱۰-۲-۲ رابطه واسنجی

این راه‌کار اختیاری، یک رابطه عمومی واسنجی بین خوانش هیدرومتر استوانه کنترلی که با محلول مرجع پر شده و دما ایجاد می‌کند که در نتیجه نیاز به اندازه‌گیری‌های همراه حین آزمون را از بین می‌برد. ضروری

است که برای هر هیدرومتر، رابطه عمومی واسنجی مبتنی بر دما، ایجاد شود. استوانه تهنشینی با آب آزمون و با همان مقدار پراکنده‌ساز که در تعلیق خاک استفاده شده، تا نشانه ۱۰۰۰ mL پر می‌شود. مطمئن شوید که محلول کاملاً مخلوط شده و اجازه دهید دما به تعادل برسد. سپس هیدرومتر را همان‌طور که در زیربند ۱۰-۱-۲ تشریح داده شده است وارد کنید. خوانش را در قسمت بالای قوس انجام دهید و این خوانش و دمای محلول را یادداشت کنید. بین خوانش‌ها، هیدرومتر را با آب آزمون به خوبی بشویید و قبل از خوانش بعدی، آن را خشک کنید. دمای استوانه را افزایش یا کاهش دهید، اجازه دهید تا به تعادل دمایی برسد و فرایند اندازه‌گیری را تکرار کنید. دست‌کم پنج خوانش مختلف هیدرومتر و دما را در محدوده دماهای مورد انتظار در حین آزمون تهنشینی، انجام دهید. ثابت A یا B را همان‌طور که در زیر توضیح داده شده، محاسبه کنید.

۱۰-۲-۲-۱ هیدرومتر 151H، وزن مخصوص سیال را نسبت به آب مقطر در 20°C اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌گیری‌های واسنجی برای محاسبه ثابت A طبق معادله زیر استفاده می‌شود. انحراف معیار پنج مقدار A باید کمتر از ۰/۰۰۰۵ باشد. هنگام محاسبه تصحیح دما-چگالی، از مقدار میانگین A استفاده می‌شود.

(۲)

که در آن:

A تغییر وزن مخصوص متوسط (هیدرومتر 151H)، تا نزدیک‌ترین ۰/۰۰۰۱؛
 $R_{151,n}$ وزن مخصوص هیدرومتر 151H هنگام خوانش، n اُم، در محلول مرجع، قابل خواندن تا ۰/۰۰۰۲۵ یا بهتر؛
 T دما در هنگام خواندن، n اُم، قابل خواندن تا 0.5°C یا بهتر؛
 n زیرنویس نشان‌دهنده شماره خوانش در هنگام واسنجی.

۱۰-۲-۲-۲ هیدرومتر 152H جرم ذرات (وزن مخصوص ۲/۶۵) را در یک تعلیق آب مقطر در دمای 20°C اندازه‌گیری می‌کند. تصحیح دما-چگالی، خواندن جرم جبران شده برای هیدرومتر را برای دما و غلظت پراکنده‌ساز خاص، فراهم می‌کند. اندازه‌گیری‌های واسنجی برای محاسبه ثابت B در معادله زیر استفاده می‌شود (به یادآوری مراجعه کنید). انحراف معیار پنج مقدار «B» باید کمتر از ۰/۵ g/L باشد. هنگام محاسبه تصحیح دما-چگالی از مقدار میانگین B استفاده می‌شود.

(۳)

که در آن:

B تغییر خوانش جرم متوسط (هیدرومتر 152H)، تا نزدیک‌ترین ۰/۱؛
 $R_{152,t}$ جرم در هیدرومتر محلول مرجع هنگام خواندن n اُم، قابل خواندن تا ۰/۲۵ g/L یا بهتر؛
 T دما در هنگام خوانش n اُم، قابل خواندن تا 0.5°C یا بهتر؛

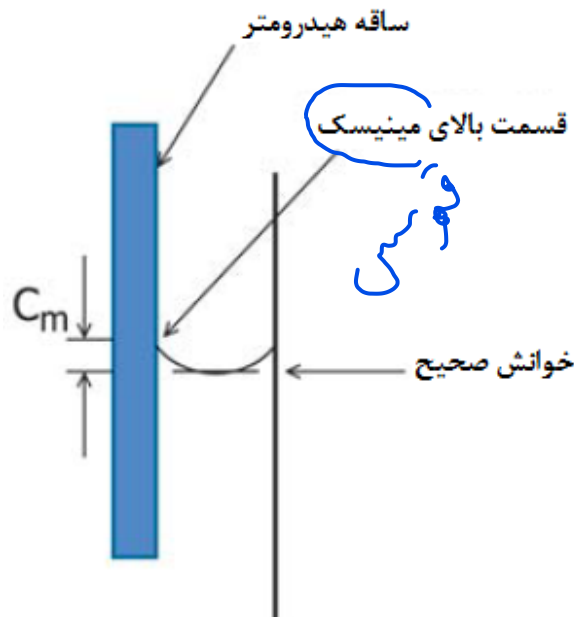
n زیرنویس نشان‌دهنده شماره خوانش در هنگام واسنجی.

یادآوری- معادلات مربوط به خوانش‌های هیدرومتر به دما بر اساس همان بیان چگالی-دمای آب است که در استاندارد ASTM D854 استفاده شده است. برای هیدرومتر سنجش وزن مخصوص 151H، ثابت‌های موجود در معادله چگالی-دمای آب از استاندارد ASTM D854 بر چگالی آب در 20°C (0.99821 g/mL) تقسیم می‌شوند. برای هیدرومتر جرم 152H در هیدرومتر تعلیق، ثابت‌ها در ۱۶۰۶ ضرب می‌شوند و ترازو را برای خواندن جرم مواد جامد در محلول برای ذرات با وزن مخصوص ۲/۶۵ تنظیم می‌کنند.

۱۰-۳ تصحیح قوسی

هیدرومترها برای خوانش در سطح سیال طراحی شده‌اند، با این حال، سیال شیشه را مرطوب می‌کند طوری که تعلیق خاک در کناره هیدرومتر بالا می‌آید، و باعث می‌شود که خوانش در سطح سیال در بعضی مواقع غیرممکن شود. معمولاً خوانش هیدرومتر در بالای قوس انجام می‌شود و حتی در صورتی که خوانش از میان تعلیق خاک امکان‌پذیر باشد نیز باید از آن‌جا انجام شود. بالاآمدگی قوس تأثیر کمی در تعیین عمق موثر دارد زیرا خوانش کمی بالاتر از سطح تعلیق انجام می‌شود. این بالاآمدگی باعث تغییر در سومین رقم معنادار در محاسبه اندازه ذرات می‌شود. تصحیح قوسی قبل از استفاده اولیه از هیدرومتر و پس از مشاهده یا مشکوک شدن به آسیب دیدگی انجام می‌شود.

۱۰-۳-۱ تصحیح قوسی، C_m ، همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، با وارد کردن هیدرومتر با یک ساقه تمیز و خشک و بدون ضربه زدن، در آب آزمون با مقدار مناسب پراکنده‌ساز تعیین می‌شود. خوانش در قسمت بالای قوس و خوانش جایی که صفحه سطح آب، ساقه را قطع می‌کند، یادداشت می‌شود. تفاوت بین این دو خوانش (بالای قوس منهای صفحه سطح آب)، تصحیح قوسی، C_m ، است. بنابراین تصحیح قوسی یک مقدار منفی است و واحدهای مقیاس هیدرومتر را دارد. طبق استاندارد ASTM E126، خوانش صفحه سطح آب باید با استفاده از راهنمایی زیر به دست آید. نقطه‌ای که کمی زیر صفحه سطح آب است را مشاهده کنید و خط دید را بالا ببرید تا این سطح که بیضی دیده می‌شود، به یک خط مستقیم تبدیل شود. نقطه‌ای که این خط قسمت مدرج هیدرومتر را قطع می‌کند، خوانش هیدرومتر است. نگه داشتن یک برگه سفید در پشت استوانه، درست در زیر سطح آب باعث بهبود دید سطح می‌شود. خوانش‌های هیدرومتر باید تا نزدیک‌ترین تقسیم‌بندی $\frac{1}{4}$ یادداشت شود.



شکل ۴- نمودار تصحیح قوس

۴-۱۰ عمق مؤثر

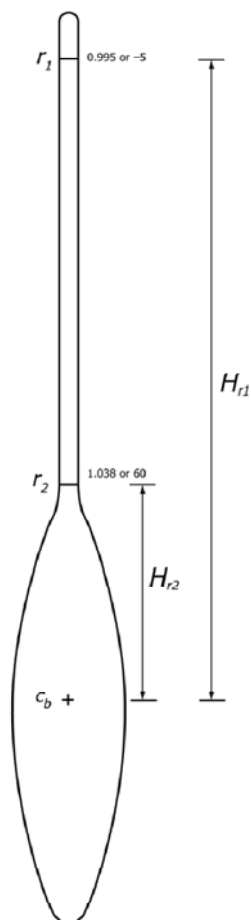
عمق مؤثر، که به آن «عمق حقیقی» نیز گفته می‌شود، در محاسبه فاصله سقوط دانه برای هر خوانش استفاده می‌شود. عمق مؤثر به عنوان مرکز شناوری (حجمی) هیدرومتر به سطح تعلیق خاک تعریف می‌شود. معادله‌ای برای محاسبه عمق مؤثر هنگامی که هیدرومتر بین خوانش‌ها وارد و خارج می‌شود به اندازه‌گیری‌های ابعادی اصلی برای انجام محاسبه نیاز دارد. به شکل ۵ مراجعه کنید.

۴-۱۰-۱ با استفاده از فرایندی که در پیوست الف-۳-۴ بیان شده است، حجم حباب هیدرومتر، V_{hb} ، را تا نزدیکترین 1 cm^3 تعیین و یادداشت کنید. حباب شامل همه چیز از انتهای نوک آن تا کف ساقه هیدرومتر است.

۴-۱۰-۲ با استفاده از فرایندی که در پیوست الف-۳-۵ بیان شده است، مرکز (حجم) شناوری، c_b ، را تعیین و نشانه‌گذاری کنید.

۴-۱۰-۳ فاصله بین مرکز (حجم) شناوری، c_b ، و حداکثر خوانش هیدرومتر H_{r2} و همچنین حداقل خوانش هیدرومتر H_{r1} را اندازه‌گیری کنید. هر دو مقدار را تا نزدیک‌ترین 0.1 cm یادداشت کنید. به شکل ۵ مراجعه کنید.

۴-۱۰-۴ با استفاده از فرایندی که در پیوست الف-۴-۲-۱ بیان شده است، سطح مقطع داخلی استوانه ته‌نشینی، A_c ، را اندازه گرفته و تا نزدیک‌ترین 0.1 cm^2 یادداشت کنید.



شکل ۵- اندازه‌گیری‌های ابعادی عمق مؤثر

۱۰-۵ استوانه تهنشینی

ابعاد استوانه‌های تهنشینی را که در پیوست الف بیان شده، مطابق با فاصله‌های زمانی ارائه شده در پیوست الف بررسی و یادداشت کنید.

۱۰-۶ الک‌ها

برای تأیید الزامات الک‌های مورد استفاده در این روش آزمون، به استاندارد ASTM E11 مراجعه کنید.

۱۰-۷ سایر وسایل

تجهیزات جانبی مورد استفاده در رابطه با این روش‌های آزمون باید با توجه به فواصل زمانی بیان شده در استاندارد ASTM D3740 واسنجی، تأیید و بررسی شده و مطابق با استانداردهای قابل اجرا آنها انجام شود.

۱۱ روش انجام آزمون

۱۱-۱ مقدار $g (0.1 \pm 0.5)$ سدیم هگزامتافسفات را به آزمون ته‌نشینی در ظرف اختلاط آزمون به دست آمده در زیربند ۹-۹ اضافه کنید یا این مقدار ماده پراکنده‌ساز را در ۱۰۰ mL آب آزمون حل کرده و به آزمون ته‌نشینی اضافه کنید. مقدار واقعی ماده پراکنده‌ساز M_{disp} که در ظرف قرار داده شده یا در آب آزمون حل شده است، را تا نزدیک‌ترین $g 0.1$ یادداشت کنید. اگر ماده پراکنده‌ساز به‌طور مستقیم به آزمون ته‌نشینی اضافه شده است، ابتدا دست‌کم ۱۰۰ mL آب آزمون را به آزمون و سپس ماده پراکنده‌ساز اضافه کنید تا دوغابی با قوام شیرمانند تشکیل شود. توصیه می‌شود مقدار آب آزمونی که در این مرحله افزوده می‌شود، فقط به اندازه‌ای باشد که فرایند شکسته شدن کلوخه‌های خاک را تسهیل کند. محتویات را با کاردک یا ابزار مشابهی مخلوط کنید تا تمام کلوخه‌های خاک شکسته شود (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- اگر مخلوط کردن با دست، موثر نیست، از یک ظرف ارلن مایر ۲۵۰ mL تا ۵۰۰ mL به همراه لرزاننده پراکندگی دستی یا مکانیکی استفاده کنید تا دوغاب خاک را در حداقل ۱۵۰ mL آب آزمون برای چند ساعت یا تا زمانی که تمام کلوخه‌های خاک شکسته شوند، به شدت به‌هم بزنند. توجه داشته باشید که جام پراکندگی حدود ۴۰۰ mL گنجایش دارد و دستگاه همزن فقط برای پراکنده کردن کلوخه‌های خاک که از بین میله‌های ایجاد اغتشاش عبور خواهد کرد، موثر است. از یک حمام آب فراصوت، همراه با ظرف، ممکن است برای به‌هم زدن دوغاب استفاده شود.

۱۱-۲ قبل از آماده‌سازی در طول شب، دوغاب را با استفاده از دستگاه همزن یا ابزار جت هوا پراکنده کنید.

۱۱-۲-۱ اگر از دستگاه همزن استفاده می‌کنید، دوغاب را به جام پراکنده‌ساز منتقل کنید. برای کمک به انتقال از بطری شستشو یا آبفشان پر از آب آزمون استفاده کنید و مطمئن شوید که دوغاب به جام پراکنده‌ساز منتقل شده است. در صورت لزوم آب آزمون بیشتری را اضافه کنید تا جام نیمه پر شود، سپس از دستگاه همزن استفاده کنید تا خاک برای مدت یک دقیقه مخلوط شود (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- زیربند ۱۱-۲-۱-۱ فرایند داوری را برای پراکندگی خاک ارائه می‌دهد. با این حال، دستگاه همزن برای ایجاد ریزدانه‌ها با شکستن قطعات دانه‌های ضعیف شناخته شده است. هنگام آزمون مواد شکننده باید روش‌های جایگزین پراکندگی در نظر گرفته شود.

۱۱-۲-۱-۱ تمام دوغاب پراکنده شده را به داخل استوانه ته‌نشینی انتقال دهید. در صورت لزوم از بطری شستشو یا آبفشان که از آب آزمون پر شده است، استفاده کنید تا مطمئن شوید که تمامی دوغاب به استوانه منتقل شده است. آب آزمون را به استوانه ته‌نشینی اضافه کنید تا پایین قوس دوغاب، به نشانه $1000 \pm 1 \text{ mm}$ برسد.

۱۱-۲-۲ در صورت استفاده از دستگاه جت هوا از نوع لوله‌ای، دوغاب را به استوانه ته‌نشینی انتقال دهید. برای کمک به انتقال از بطری شستشو یا آبفشان که از آب آزمون پر شده است، استفاده کنید تا مطمئن شوید که همه دوغاب به استوانه منتقل شده است. در صورت لزوم آب آزمون بیشتری اضافه کنید تا حجم آن در استوانه ته‌نشینی از ۲۵۰ mL بیشتر نشود.

۱۱-۲-۲-۱ قبل از قرار دادن ابزار در استوانه، اجازه دهید هوا به آرامی جریان یابد تا زمانی که اندازه گیر مقدار فشار (گیج) ۷ kPa را بخواند. این فشار اولیه برای جلوگیری از ورود دوغاب به داخل جت های هوا هنگام قرار دادن دستگاه در استوانه و از بین بردن هرگونه آب متراکم شده در لوله ها، مورد نیاز است. سپس، دستگاه را به آرامی در دوغاب قرار دهید. اطمینان حاصل کنید که درپوش لاستیکی در قسمت بالای استوانه به طور ایمن در جای خود قرار گرفته است به طوری که از خارج شدن دوغاب از استوانه جلوگیری کند.

۱۱-۲-۲-۲ برای خاک های رسی فشار را تا ۱۷۰ kPa و برای خاک های ماسه ای فشار را تا ۷۰ kPa افزایش دهید. پس از رسیدن فشار، دوغاب را به مدت پنج دقیقه پراکنده کنید. در پایان پنج دقیقه، فشار را به ۷ kPa کاهش داده و جت های هوا را از دوغاب خارج کرده و هرگونه دوغاب باقی مانده روی دستگاه را دوباره به داخل استوانه بشویید. پس از شستشوی دستگاه، جریان هوا را به دستگاه خاموش کرده و آب آزمون را به استوانه ته نشینی اضافه کنید تا قسمت پایین قوس دوغاب به نشانه $1\text{ mm} \pm 1000\text{ mL}$ برسد.

۱۱-۳ دوغاب را با استفاده از همزن دستی (روش داوری) یا روش سر و ته کردن مخلوط کنید (به یادآوری مراجعه کنید). دستگاه همزن دستی برای اختلاط، روشی ترجیحی یا روش داوری است. پس از مخلوط کردن، وجود کف در بالای دوغاب را بررسی کنید. اگر مقدار قابل توجهی کف وجود دارد، ممکن است لازم باشد قبل از شروع آزمون، کف را با استفاده از الکل ایزوپروپیل کاهش دهید (به زیربند ۱۱-۷-۱ مراجعه کنید).

یادآوری - هنگام استفاده از روش سر و ته کردن، احتمالاً مقداری ذرات خاک بر روی درپوش لاستیکی یا جداره استوانه ته نشینی در بالای نشانه ۱۰۰۰ mL باقی می ماند. مراقب باشید با از بین بردن مواد چسبیده به درپوش لاستیکی یا دست زدن به لبه استوانه، مواد زیادی از دست ندهید. این ذرات را با شستشو داخل استوانه ته نشینی وارد نکنید. از دست دادن جزئی جرم (در صورت مراقبت، حدود ۰/۰۲ g یا کمتر) نسبت به افزودن آب (حدود ۵ mL) به استوانه از اهمیت کمتری در محاسبات برخوردار است.

۱۱-۳-۱ برای استفاده از همزن دستی، پره را تا $\frac{1}{4}$ پایینی استوانه وارد کنید. همزن دستی را با نرخ حدود یک چرخش در ثانیه و در فاصله چند سانتی متری هم بزنید تا هر ماده چسبیده در کف استوانه از آن جدا شود. توصیه می شود پس از جدا شدن مواد، همزن به سرعت به سمت پایین حرکت کند تا زمانی که پره تقریباً با کف استوانه تماس پیدا کند و سپس با حرکتی آهسته تر به سمت بالا حرکت کند. بهتر است حرکت به سمت پایین حدود یک تا دو ثانیه و حرکت به سمت بالا حدود دو تا سه ثانیه طول بکشد. با تکرار این فرایند، موقعیت شروع چرخه هم زدن تا جایی که پایین همزن به طور قابل توجهی بالاتر از ارتفاع میانی تعلیق خاک باشد بالا می رود. در حین مخلوط کردن، پره را همیشه در زیر آب نگه دارید. حدود یک دقیقه یا تا زمانی که تعلیق یکنواخت شود، مخلوط کنید.

۱۱-۳-۲ برای استفاده از روش سر و ته کردن، ابتدا یک درپوش لاستیکی را در انتهای باز استوانه قرار دهید یا از کف دست برای پوشاندن دهانه استفاده کنید. سپس استوانه را به مدت یک دقیقه وارونه کنید تا هم زدن دوغاب کامل شود (به یادآوری مراجعه کنید). استفاده از روش سر و ته کردن استوانه بسیار کارآمد

نیست و در هنگام آزمون رس‌های بسیار پلاستیکی، وارونه کردن برای بیشتر از یک دقیقه مورد نیاز است. این روش هم‌زدن ممکن است برخی از ترکیبات خاک را به جا بگذارد. استفاده از همزن بسیار ترجیح داده می‌شود.

یادآوری – بهتر است در یک دقیقه تقریباً ۶۰ بار آن را بالا و پایین (سر و ته) کنید، که این چرخش و سرو ته کردن دو دور به حساب می‌آید. توصیه می‌شود هر خاکی که در چند دور اول در پایین استوانه باقی می‌ماند با تکان دادن شدید استوانه در حین وارونه شدن شل (سست) و رها شود.

۱۱-۴ اگر از اندازه‌گیری همراه برای به‌دست آوردن اصلاح دما-چگالی استفاده می‌کنید، محلول مرجع را در یک استوانه کنترلی با حل کردن مقدار یکسان $g (0.1 \pm 0.5)$ سدیم هگزامتافسفات که در استوانه تعلیق خاک در آب آزمون استفاده می‌شود، تهیه کنید. آب آزمون را به استوانه ته‌نشینی اضافه کنید تا کف قوس محلول به نشانه $1mm \pm 1000 mL$ برسد.

۱۱-۵ برای جلوگیری از تبخیر، استوانه(ها) را بپوشانید و اجازه دهید تا استوانه(ها) در محفظه عایق کنترل شده دمایی یا حمام آب یا در محیطی با دمای نسبتاً ثابت به مدت یک شب تا صبح بمانند. این دوره آماده‌سازی اجازه می‌دهد تا دما متعادل و آزمون از لختگی خارج شود (به یادآوری مراجعه کنید). اکنون دوغاب خاک به‌عنوان تعلیق خاک شناخته می‌شود.

یادآوری – پیوند قوی بین ذرات می‌تواند در تعلیق با غلظت‌های زیاد نمک ایجاد شود. پراکنده‌ساز در شکستن این پیوندها مؤثر نخواهد بود. در چنین شرایطی توصیه می‌شود نمک قبل از شروع آزمون ته‌نشینی از خاک شسته شود. این شستشو نیازمند تلاش زیاد است و فراوری مواد با دشواری همراه می‌باشد و در این استاندارد مورد بحث قرار نمی‌گیرد.

۱۱-۶ در پایان دوره آماده‌سازی، تعلیق را از نظر وجود نشانه‌هایی از لخته شدگی بررسی کنید (به یادآوری مراجعه کنید). اگر تعلیق نشانه‌هایی از لخته شدن داشته باشد، این آزمون نامعتبر بوده و توصیه می‌شود تعلیق دور ریخته شود زیرا به ماده پراکنده‌ساز آلوده شده است. برای جلوگیری از لخته شدن، باید آزمون جدیدی تهیه و آماده‌سازی شود. چنین آماده‌سازی خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است.

یادآوری – تشخیص لخته شدن ذرات رس می‌تواند دشوار باشد. لخته‌شدگی جزئی، توزیع اندازه ذرات (دانه‌بندی) را به سمت بخش درشت‌تر تغییر می‌دهد. با متوقف شدن فرایند ته‌نشینی، لخته‌شدگی متوسط، باعث ایجاد یک شکست (سکو شکل) در منحنی می‌شود. لخته‌شدگی زیاد، ته‌نشینی را در مراحل اولیه دچار توقف (سکته) کامل می‌کند. فقط لخته شدن عمده به‌صورت چشمی قابل تشخیص بوده که کمبود مواد جمع شده در کف استوانه، یک لایه سطحی از سیال شفاف یا ترک‌های افقی در تعلیق را نشان می‌دهد.

۱۱-۷ هنگامی که تعلیق به تعادل دمایی رسید و لخته‌زدایی شد، تعلیق باید یک بار دیگر مخلوط شود تا یک تعلیق یکنواخت ایجاد شود. فرایند مخلوط کردن را همان‌طور که در زیربند ۱۱-۳ شرح داده شده تکرار کنید. پس از تکمیل هم‌زدن، اطمینان حاصل کنید که استوانه بر روی یک سطح پایدار و در مکانی قرار گرفته باشد که در معرض هیچ‌گونه تکان یا اغتشاشی نباشد و بلافاصله زمان‌سنجی را طبق زیربندهای ۱۱-۷-۲ یا ۱۱-۷-۳ شروع کنید. اگر از حمام آب کنترل دما استفاده می‌کنید، بلافاصله استوانه را پس از هم‌زدن، دوباره درون حمام آب قرار دهید.

۱۱-۷-۱ اگر بعد از مخلوط کردن، کف قابل توجهی در بالای تعلیق ایجاد شد، بلافاصله حداکثر سه قطره الکل ایزوپروپیل به تعلیق اضافه کنید تا کف کم شود یا از بین برود.

۱۱-۷-۲ در صورت استفاده از همزن دستی، زمان سنج را هنگامی که پره همزن، از سطح تعلیق خاک خارج شد، روشن کنید. پس از برداشتن همزن دستی، اجازه دهید سیال «آزاد» مانده روی آن دوباره به داخل استوانه ته‌نشینی، تخلیه شود.

۱۱-۷-۳ اگر از روش سر و ته کردن استفاده می‌کنید، زمان سنج را پس از اتمام آخرین وارونگی، به کار اندازید.

۱۱-۸ خوانش‌های هیدرومتر باید در زمان‌های سپری شده تقریباً ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۲۴۰ و ۱۴۴۰ دقیقه انجام شود. برای تعریف بهتر رابطه توزیع اندازه ذرات (دانه‌بندی) می‌توان خوانش‌های بیشتری انجام داد.

۱۱-۸-۱ حدود ۱۵ ثانیه تا ۲۰ ثانیه قبل از هر خوانش، هیدرومتر را به آرامی در استوانه ته‌نشینی، همان‌طور که در زیربند ۱۰-۱-۲ شرح داده شده است قرار دهید. هنگامی که هیدرومتر به‌صورت ساکن درآمد، در زمان‌های تعیین شده، خوانش هیدرومتر، t_m ، را تا نزدیک‌ترین تقسیم‌بندی $\frac{1}{4}$ بخوانید و یادداشت کنید و زمان سپری شده، t_m ، را نیز یادداشت کنید.

۱۱-۸-۲ هنگام برداشتن هیدرومتر از تعلیق، بهتر است فرایند برداشتن آن حدود ۵ ثانیه تا ۱۰ ثانیه طول بکشد و با یک حرکت ثابت انجام شود. عموماً یک قطره تعلیق در نوک هیدرومتر وجود خواهد داشت. نوک آن را در تماس با لبه داخلی استوانه قرار دهید و اجازه دهید آن قطره دوباره به داخل استوانه بریزد.

۱۱-۸-۳ با یک حرکت چرخشی، هیدرومتر را درون یک استوانه شستشو که با آب آزمون پر شده، قرار دهید تا هیدرومتر تمیز شود (به یادآوری مراجعه کنید). همین که هیدرومتر تمیز شد، قبل از خوانش بعدی یا خوانش در استوانه کنترلی، در صورت استفاده از اندازه‌گیری‌های همراه، آن را بیرون آورده و خشک کنید.

یادآوری- درحالی‌که شستشوی هیدرومتر در یک استوانه شستشو که به راحتی تمیز می‌شود ایده‌آل است، شستشوی هیدرومتر در ظرف مناسب دیگری که با آب آزمون پر شده و فضای کافی برای چرخش هیدرومتر در آن وجود دارد، مجاز است.

۱۱-۹ بلافاصله پس از خوانش هیدرومتر، ابزار سنجش دما را به آرامی درون تعلیق خاک وارد کرده و دما، T_m ، را تا نزدیک‌ترین 0.5°C یا بهتر یادداشت کنید. اجازه ندهید ابزار سنجش دما در تعلیق، اختلالی (آشفته‌گی) ایجاد کند. پس از بیرون آوردن ابزار سنجش دما، استوانه را بپوشانید تا هنگامی که زمان بین خوانش‌ها بیشتر از پنج دقیقه است، از تبخیر جلوگیری شود.

۱۱-۹-۱ خوانش دما در شروع آزمون ته‌نشینی ممکن است برای مجموعه اولیه خوانش‌های زمان تا ۳۰ دقیقه استفاده شود. لازم نیست دما در هر ۳۰ دقیقه بیش از یک بار اندازه‌گیری شود و باید در زمان‌های سپری شده اندازه‌گیری واقعی ثبت شود.

۱۱-۱۰ هنگام استفاده از اندازه‌گیری همراه برای تعیین اصلاح دما-چگالی، خوانش‌های هیدرومتر، $t_{d,m}$ و دما، T_m ، استوانه کنترلی باید طبق زیربند ۱۰-۱-۲-۱ اندازه‌گیری و ثبت شود.

۱۱-۱۱ اگر جرم خشک، M_d ، آزمونه ته‌نشینی از یک آزمونه همراه تعیین شده باشد، تعلیق خاک اکنون آماده است تا بر روی الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) شسته شود.

۱۱-۱۱-۱ تعلیق را مجدداً مخلوط کنید تا رسوبات در پایه استوانه از جای خود خارج شوند، سپس تعلیق خاک را روی الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) بریزید. در انتقال تعلیق خاک از استوانه به الک شستشو دقت کنید تا مواد از بین نرود. قبل از انتقال مواد نگهداری شده روی الک به داخل ظرف گرم‌خانه خشک‌کن، اطمینان حاصل کنید که هیچ ماده باقی‌مانده‌ای در استوانه وجود نداشته باشد و آب شستشو شفاف باشد. شناسه ظرف را یادداشت کرده و فرایند زیربند ۱۱-۱۳ را ادامه دهید.

۱۱-۱۲ اگر جرم خشک، M_d ، آزمونه ته‌نشینی با استفاده از مقدار آب آزمونه همراه به‌دست آمده در زیربند ۹-۱۰ تعیین نشده باشد، جرم خشک از تعلیق خاک به‌کار رفته در آزمون ته‌نشینی به‌دست می‌آید.

۱۱-۱۲-۱ پس از به‌دست آوردن آخرین خوانش هیدرومتر، تمام تعلیق خاک را به همان روش که در زیربند ۱۱-۶ توضیح داده شده است، به ظرف خشک‌کن گرم‌خانه منتقل کنید. برای سهولت در برداشت کامل همه تعلیق، استوانه را به‌هم بزنید تا خاک همان‌طور که در زیربند ۱۱-۳ شرح داده شده پخش شود (به یادآوری مراجعه کنید). تعلیق هم‌زده را درون ظرف بریزید و شناسه ظرف را یادداشت کنید. در صورت استفاده از ظرف برای محاسبه جرم خشک، جرم ظرف را نیز قبل از افزودن تعلیق تا نزدیک‌ترین $0.1 g$ یادداشت کنید. برای کمک به انتقال دوغاب از بطری شستشو / آبکشی استفاده کنید.

یادآوری- برای توزیع کافی خاک، لازم نیست که دقیقاً الزامات زیربند ۱۱-۳ را دوباره انجام دهید. برای بیرون راندن مواد از پایین استوانه فقط به تعداد لازم از برگرداندن (روش سر و ته کردن) یا حرکت دادن (روش همزن) استفاده کنید. هدف از این هم زدن، کاهش مقدار آب اضافی مورد نیاز برای زدودن همه تعلیق از استوانه است. ممکن است آب آزمون اضافه شود تا استوانه کاملاً تمیز و کل تعلیق زدوده شود.

۱۱-۱۲-۲ تعلیق را تا رسیدن به جرم ثابت در گرم‌خانه خشک‌کن در دمای $(5 \pm 110)^\circ C$ خشک کنید. معمولاً هنگامی که از خشک‌کن با گردش هوا استفاده می‌شود، جرم ثابت پس از ۲۴ ساعت به‌دست می‌آید. در صورت عدم اطمینان در مورد خشک شدن کامل آزمونه، لازم است پس از این که شش ساعت اضافی در گرم‌خانه خشک‌کن قرار گرفت، آزمون جرم ثابت را انجام دهید، تا مطمئن شوید که قبل از ادامه کار کاملاً خشک شده است. در حین خنک شدن در آماده‌سازی برای اندازه‌گیری جرم، ظرف را بپوشانید (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- تعیین جرم خشک پس از آزمون، زمان و ملاحظه بیشتری را به همراه دارد. از آنجا که گرم‌خانه باید مقادیر زیادی آب را از بین ببرد، زمان خشک شدن بیشتر طول می‌کشد و بازه بررسی جرم ثابت افزایش می‌یابد. سطح وسیع آزمونه در ظرف اجازه می‌دهد تا مواد در حین خنک شدن رطوبت بیشتری را از هوا جذب کنند.

۱۱-۱۲-۳ ظرف را از گرمخانه خشک کن خارج کرده و اجازه دهید تا در خشکانه یا محفظه‌ای با درب آب‌بند خنک شود. پس از خنک شدن ظرف، جرم خشک خاک به علاوه ماده پراکنده‌ساز، M_{dd} ، را تا نزدیک‌ترین 0.1 g تعیین و یادداشت کنید.

۱۱-۱۲-۴ پس از ثبت جرم خشک خاک به علاوه ماده پراکنده‌ساز، M_{dd} ، آزمون را با آب شیر بپوشانید و اجازه دهید تا آزمون خیس بخورد. در حین خیس‌اندن، آزمون را به آرامی هم بزنید تا جداسازی ذرات تسهیل شود.

۱۱-۱۲-۵ مواد خیس‌خورده را روی الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$) بریزید (به یادآوری مراجعه کنید). در انتقال تعلیق خاک از ظرف به الک شستشو دقت کنید تا مواد از بین نرود. قبل از انتقال مواد باقی‌مانده روی الک به داخل ظرف گرمخانه خشک کن، اطمینان حاصل کنید که هیچ ماده باقی‌مانده‌ای در ظرف وجود نداشته باشد و آب شستشو شفاف باشد. در صورت استفاده از ظرف دیگر، شناسه آن ظرف را یادداشت کرده و فرایند زیربند ۱۱-۱۳ را ادامه دهید.

یادآوری - استاندارد ASTM D1140 اطلاعاتی در مورد شیوه‌های شستشو بیان می‌کند.

۱۱-۱۳ مواد باقی‌مانده روی الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$) را در گرمخانه خشک کن با دمای $(5 \pm 110)^\circ\text{C}$ تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید. معمولاً هنگامی که از خشک کن با گردش هوا استفاده می‌شود، جرم ثابت پس از یک شب (حدود ۱۲ ساعت تا ۱۶ ساعت) به دست می‌آید. در صورت عدم اطمینان در مورد خشک شدن کامل آزمون، لازم است پس از این که دو ساعت اضافی در گرمخانه خشک کن قرار گرفت، آزمون جرم ثابت را انجام دهید، تا مطمئن شوید که قبل از ادامه کار کاملاً خشک شده است.

۱۱-۱۴ ظرف را از گرمخانه خشک کن خارج کرده و اجازه دهید در خشکانه یا محفظه با درب آب‌بند خنک شود. پس از خنک شدن ظرف، جرم خشک خاک مانده روی الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$) M_{dr} را تا نزدیک‌ترین 0.1 g تعیین کنید. در طی فرایند شستشو، ماده پراکنده‌ساز حذف شده و جرم خشک حاصل فقط شامل ذرات مانده روی الک خواهد بود.

۱۲ محاسبات

۱۲-۱ جرم خشک آزمون ته نشینی، M_d ، را با استفاده از هر یک از روش‌های زیر محاسبه کنید.

۱۲-۱-۱ تعیین جرم خشک با استفاده از جرم مرطوب و مقدار آب

با استفاده از مقدار آب، w_c ، آزمون همراه تعیین شده در زیربند ۹-۶ و جرم مرطوب اولیه، M_m ، آزمون ته‌نشینی، جرم خشک آزمون ته‌نشینی را بر اساس زیر محاسبه کنید:

که در آن:

M_d جرم خاک خشک، نزدیک‌ترین g ۰/۰۱؛

M_m جرم خاک مرطوب نزدیک‌ترین g ۰/۰۱؛ و

w_c مقدار رطوبت خاک، نزدیک‌ترین ۰/۱٪.

۱۲-۲ تعیین جرم خشک با استفاده از آزمون ته‌نشینی

جرم خشک، M_d ، آزمون ته‌نشینی را بر اساس ماده خشک شده در گرم‌خانه، همان‌طور که در زیربند ۱۱-۱۲ به‌دست آمده است با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$M_d = M_{dd} - M_{disp} \quad (۵)$$

که در آن:

M_d جرم خاک خشک، نزدیک‌ترین g ۰/۰۱؛

M_{dd} جرم خاک خشک به علاوه پراکنده‌ساز، نزدیک‌ترین g ۰/۰۱؛ و

M_{disp} جرم پراکنده‌ساز، نزدیک‌ترین g ۰/۰۱.

۱۲-۲ تصحیح دما-چگالی: روابط واسنجی

هنگام استفاده از رابطه واسنجی برای تعیین خوانش رقم متعادل‌کننده (افست) هیدرومتر، $r_{d,m}$ ، خوانش هیدرومتر تصحیح شده را با استفاده از معادله زیر که با هیدرومتر استفاده شده در طول آزمون متناظر است، محاسبه کنید.

۱۲-۲-۱ برای هیدرومتر 151H، با استفاده از معادله زیر، مقدار رقم متعادل‌کننده را برای هر خوانش آزمون ته‌نشینی محاسبه کنید:

(۶)

که در آن:

$r_{d,m}$ رقم متعادل‌کننده وزن مخصوص هیدرومتر 151H در خوانش m ، نزدیک‌ترین ۰/۰۰۰۱ (بدون بعد)؛

A تغییر وزن مخصوص متوسط (هیدرومتر 151H) نزدیک‌ترین ۰/۰۰۰۱ (بدون بعد)؛

T دما در خوانش m ، قابل خواندن تا $^{\circ}C$ ۰/۵ یا بهتر؛ و

m زیرنویس نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

۱۲-۲-۲ برای هیدرومتر 152H با استفاده از معادله زیر، مقدار رقم متعادل کننده را برای هر خوانش آزمون تهنشینی محاسبه کنید:

(۷)

که در آن:

$r_{d,m}$ رقم متعادل کننده هیدرومتر 152H در خوانش m ، نزدیک ترین g/L ۰٫۱؛

B تغییر جرم متوسط (هیدرومتر 152H) نزدیک ترین g/L ۰٫۱؛

T دما در خوانش m ، قابل خواندن تا $0.5^{\circ}C$ یا بهتر؛ و

m زیرنویس نشان دهنده شماره خوانش در حین آزمون تهنشینی.

۱۲-۳ تصحیح دما - چگالی: اندازه گیری همراه

هنگام استفاده از اندازه گیری همراه برای به دست آوردن تصحیح دما-چگالی، از رقم متعادل کننده هیدرومتر ثبت شده که از استوانه کنترل خوانده شده $r_{d,m}$ استفاده کنید که با هیدرومتر استفاده شده در حین آزمون، متناظر است.

۱۲-۴ درصد جرم ریزتر

برای هر خوانش هیدرومتری که در تعلیق خاک گرفته می شود، جرم مواد در حالت تعلیق را برحسب درصدی از آزمون تهنشینی، با استفاده از معادله مناسب مرتبط با نوع هیدرومتر استفاده شده در حین آزمون، محاسبه کنید.

۱۲-۴-۱ برای هر بار خوانش هیدرومتر 151H، درصد جرم ریزتر را با استفاده از معادله زیر محاسبه و یادداشت کنید:

(۸)

که در آن:

N_m درصد جرم مواد ریزتر در خوانش m ، نزدیک ترین ۱٪؛

V_{sp} حجم تعلیق، نزدیک ترین cm^3 ۰٫۱؛

ρ_c چگالی آب در دمایی که تولیدکننده واسنجی کرده، برحسب g/cm^3 (به یادآوری مراجعه کنید)؛

M_d جرم خاک خشک آزمون تهنشینی، نزدیک ترین g ۰٫۰۱؛

G_s وزن مخصوص خاک، نزدیک ترین سه رقم معنادار، (بدون بعد)؛

r_m خوانش هیدرومتر در تعلیق، در خوانش m ، نزدیک‌ترین $۰/۰۰۰۲۵$ (بدون بعد)؛
 $r_{d,m}$ خوانش رقم متعادل‌کننده هیدرومتر از محلول مرجع در دمای مشابه با خوانش m ، نزدیک‌ترین $۰/۰۰۰۱$ (بدون بعد)؛ و
 m زیرنویس نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.
 یادآوری- چگالی آب در زمان واسنجی به دما در زمان واسنجی بستگی دارد. هیدرومترهای 151H و 152H در دمای 20°C واسنجی می‌شوند، که چگالی $۰/۹۹۸۲۱\text{ g/cm}^3$ را می‌دهد.
 ۱۲-۴-۲ برای هر بار خوانش هیدرومتر 152H، درصد جرم ریزتر را با استفاده از معادله زیر محاسبه و یادداشت کنید:

(۹)

که در آن:
 $۰/۶۲۲۶$ ضریب تصحیح برای تنظیم وزن مخصوص ذرات؛
 r_m خوانش هیدرومتر در تعلیق، در خوانش m ، قابل خواندن تا $۰/۲۵\text{ g/L}$ ؛ و
 $r_{d,m}$ خوانش رقم متعادل‌کننده هیدرومتر از محلول مرجع در دمای مشابه با خوانش m ، نزدیک‌ترین $۰/۱\text{ g/L}$

۱۲-۵ عمق موثر

این مقدار در محاسبه فاصله سقوط ذرات برای هر بار خوانش هیدرومتر اندازه‌گیری می‌شود. معادله زیر برای محاسبه فاصله حرکت ذرات هنگام وارد شدن هیدرومتر بلافاصله قبل از خوانش و حذف آن تا خوانش بعدی استفاده می‌شود.

(۱۰)

که در آن:
 H_m فاصله سقوط ذرات در خواندن m هنگامی که هیدرومتر فقط برای یک خوانش منفرد وارد می‌شود، تا دو رقم معنادار، برحسب cm ؛
 V_{hb} حجم حباب هیدرومتر تا کف ساقه، نزدیک‌ترین ۱ cm^3 ؛
 A_c سطح مقطع استوانه ته‌نشینی، نزدیک‌ترین $۰/۱\text{ cm}^2$

H_r فاصله بین مرکز (حجم) شناوری و حداقل (H_{r1}) و حداکثر (H_{r2}) خوانش هیدرومتر، نزدیک‌ترین 0.1 cm ؛

r_m خوانش هیدرومتر در تعلیق، در خوانش m ، هیدرومتر 151H: قابل خواندن تا 0.0025 (بدون بعد)، هیدرومتر 152H: قابل خواندن تا 0.25 g/L ؛

C_m اصلاح قوس: هیدرومتر 151H تا نزدیک‌ترین 0.25 درجه‌بندی (بدون بعد) و هیدرومتر 152H تا نزدیک‌ترین 0.25 g/L ؛

r حداقل (r_1) و حداکثر (r_2) خوانش هیدرومتر (بدون بعد یا g/L)؛ و m زیرنویس نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

۱۲-۶ حداکثر قطر ذرات در تعلیق

برای هر بار خواندن هیدرومتر، قطر ذره خاک را با استفاده از معادله زیر محاسبه و ثبت کنید:

(۱۱)

که در آن:

D_m قطر ذره، تا دو رقم معنادار، برحسب mm ؛

μ گرانیروی مکانیکی (مطلق) آب در 20°C ، 0.0100 g/cm-s ؛

ρ_w چگالی جرمی آب در 20°C ، 1.00 g/cm^3 ؛

g شتاب جاذبه، 980.7 cm/s^2 ؛

G_s وزن مخصوص خاک، تا سه رقم معنادار (بدون بعد)؛

t_m زمان سپری شده (سقوط)، تا دو رقم معنادار، برحسب s ؛

H_m فاصله سقوط ذرات، تا دو رقم معنادار، برحسب cm ؛ و

m زیرنویس نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

یادآوری- معادله ۱۱ چگالی و گرانیوی آب را در طول آزمون ته‌نشینی ثابت فرض می‌کند. بنابراین، مقادیر گرانیوی و چگالی آب تا سه رقم معنادار گرد می‌شوند

۱۲-۷ درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$)

درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$) را با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

(۱۲)

که در آن:

Pp درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$)، تا نزدیکترین ۰٫۱٪؛

M_d جرم خشک اولیه آزمون ته‌نشینی بدون پراکنده‌ساز، تا نزدیکترین ۰٫۱ g گرم؛ و

M_{dr} جرم خشک مانده روی الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$)، تا نزدیکترین ۰٫۱ g.

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

۱۳-۱ روش مورد استفاده برای مشخص کردن چگونگی یادداشت داده‌ها در برگه داده‌ها یا فرم‌های آزمون، همانطور که در زیر ارائه شده است، در زیربند ۱-۱۳ و استاندارد ASTM D6026 بیان شده است.

۱۳-۲ حداقل اطلاعات عمومی (داده‌های) زیر را یادداشت کنید:

۱۳-۲-۱ شناسه مواد مورد آزمون، مانند شناسه پروژه، شماره گمانه، شماره نمونه و عمق.

۱۳-۲-۲ شماره آزمون، در صورت وجود، تاریخ‌های آزمون و حروف اول فرد یا افرادی که آزمون را انجام داده‌اند.

۱۳-۲-۳ روش مورد استفاده در تهیه نمونه: مرطوب یا خشک شده.

۱۳-۲-۴ وزن مخصوص آزمون ته‌نشینی و اشاره کردن به اینکه آیا مقدار آن فرض یا اندازه‌گیری شده است.

۱۳-۲-۵ شناسه وسایلی که در هنگام آزمون استفاده می‌شود:

۱۳-۲-۵-۱ نوع هیدرومتر (151H یا 152H) و شماره شناسایی آن.

۱۳-۲-۵-۲ شماره شناسایی استوانه ته‌نشینی.

۱۳-۲-۵-۳ شماره شناسایی ابزار سنجش دما.

۱۳-۲-۵-۴ شماره شناسایی ترازو.

۱۳-۲-۵-۵ شماره شناسایی گرم‌خانه.

۱۳-۲-۵-۶ شماره شناسایی الک شستشوی مرطوب.

- ۱۳-۲-۶ روش مورد استفاده برای پراکنده کردن آزمونه.
- ۱۳-۲-۷ روش مورد استفاده برای همزدن آزمونه.
- ۱۳-۲-۸ توصیف و طبقه‌بندی خاک طبق استاندارد ASTM D2488 یا در صورت وجود داده‌های حدود آتبرگ طبق استاندارد ASTM D2487.
- ۱۳-۲-۹ هر ماده ای که از آزمونه خارج شده است را توصیف کنید.
- ۱۳-۲-۱۰ هر مشکلی که پیش آمده است را شرح دهید.
- ۱۳-۲-۱۱ هرگونه آزمون قبلی انجام شده روی آزمونه را مشخص کنید.
- ۱۳-۳ حدافل داده‌های آزمونه شامل موارد زیر را یادداشت کنید:
- ۱۳-۳-۱ اندازه الک جدایش.
- ۱۳-۳-۲ در صورت تعیین، مقدار آب مواد عبوری از الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) یا ریزتر.
- ۱۳-۳-۳ جرم مرطوب آزمونه ته‌نشینی.
- ۱۳-۳-۴ جرم خشک آزمونه ته‌نشینی و نحوه بدست آوردن آن را بیان کنید: استفاده از مقدار آب همراه یا اندازه‌گیری مستقیم پس از آزمون.
- ۱۳-۳-۵ مقدار پراکنده‌ساز استفاده شده در آزمون.
- ۱۳-۳-۶ درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۷۵ μm).
- ۱۳-۳-۷ زمان و تاریخ شروع آزمون.
- ۱۳-۳-۸ مشخص کنید که آیا از مهارکننده کف استفاده شده است.
- ۱۳-۳-۹ خوانش‌های هیدرومتر، دما، زمان سپری شده، رقم متعادل‌کننده (افست) و عمق موثر از آزمون ته‌نشینی تنظیم شده به‌صورت جدول.
- ۱۳-۳-۱۰ درصد جرم مواد ریزتر و قطر ذره، برحسب mm تنظیم شده به‌صورت جدول.
- ۱۳-۳-۱۱ منحنی درصد عبوری در برابر لگاریتم اندازه ذره برحسب mm.
- یادآوری ۱- پیوست ب یک نمونه از برگ داده و یک نمونه از نمایش گرافیکی نتایج آزمون را نشان می‌دهد.
- یادآوری ۲- این امکان وجود دارد که مقادیر درصد عبوری بالای ۱۰۰٪ به دلیل تأثیرات آب ساختاریافته^۱ در اطراف ذرات خاک رس باشد. بنابراین، گزارش آزمون باید شامل تمام نتایج باشد.

۱۴ دقت و آریبی

۱-۱۴ دقت

این تخمین‌های دقت بر اساس نتایج برنامه آزمون بین آزمایشگاهی انجام شده توسط برنامه خاک‌های مرجع و آزمون ASTM بدست آمده است. این برنامه به منظور آماده‌سازی برای نوشتن استاندارد ASTM D7928-روش آزمون توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی) خاک‌های ریزدانه با تحلیل ته‌نشینی (هیدرومتری) انجام شده است. در برنامه آزمون هیدرومتری از سه خاک مختلف استفاده شده است. توصیف این خاک‌ها در زیربند ۱۴-۴ بیان شده است. در این برنامه، برخی از آزمایشگاه‌ها سه آزمون تکراری برای هر نوع خاک (آزمایشگاه آزمون سه‌تایی) انجام دادند، در حالی که آزمایشگاه‌های دیگر یک آزمون را برای هر نوع خاک (آزمایشگاه آزمون یکتایی) انجام دادند. بیان دقت این روش آزمون فقط بر اساس نتایج سه‌تایی آزمایشگاهی است. هفت آزمایشگاه در این مطالعه شرکت کردند. هر آزمایشگاه سه نتیجه آزمون تکراری (آزمون سه‌تایی) را برای هر یک از خاک‌های ریزدانه، در زمان‌های مشخص شده در حین آزمون در یک دوره زمانی (تا ۱۴۴۰ دقیقه) گزارش کردند.

۱۴-۲ هر «نتیجه آزمون» معرف یک تعیین یکتایی (منحصر به فرد) است. به استثنای استفاده از داده‌های کمتر از هفت آزمایشگاه (در مواردی که مستلزم حذف نتایج آزمون‌های پرت است)، از استاندارد ASTM E691 برای طراحی و تجزیه و تحلیل داده‌ها پیروی شود. جزئیات در گزارش‌های تحقیقاتی ASTM شماره D18-2000 بیان شده است. هر اندازه‌گیری برای محاسبه درصد عبوری و قطر ذره استفاده می‌شود. هر کمیت به عنوان یک متغیر مستقل ارزیابی می‌شود. تخمین‌های دقت با نوع خاک متفاوت است و هنگام اعمال این تخمین‌ها برای یک خاک خاص، قضاوت لازم است.

۱۴-۳ این بیان دقت از طریق بررسی آماری همه نتایج آزمون قابل استفاده، از هفت آزمایشگاه، بر روی سه ماده تعیین شده است. برای قضاوت در مورد هم ارزی دو نتیجه آزمون، توصیه می‌شود موادی را انتخاب کنید که از نظر خصوصیات نزدیک به ماده آزمون است.

۱۴-۴ انواع خاک

خاک‌های مورد استفاده در برنامه آزمون چند آزمایشگاهی طبق استاندارد ASTM D2487 در زیر توضیح داده شده است. علاوه بر این، نام‌های محلی خاک‌ها نیز بیان شده است.

CH - خاک رس چاق، CH، ۹۹٪ ریز، LL = ۶۰، PI = ۳۹، قهوه‌ای مایل به خاکستری، خاک در هوا خشک شده و پودر شده بود. نام محلی - Vicksburg Buckshot Clay

CL - خاک رس لاغر، CL، ۸۹٪ ریز، LL = ۳۳، PI = ۱۳، خاکستری، خاک در هوا خشک شده و پودر شده بود. نام محلی - رس آنابولیس

ML – لای (سیلت)، ML، ۹۹٪ ریز، LL = ۲۷، PI = ۴، قهوه‌ای روشن، خاک در هوا خشک شده و پودر شده بود. نام محلی – لای ویکسبورگ

۱۴-۵ تکرارپذیری (r)

اختلاف بین نتایج تکراری بدست آمده توسط یک آزمایشگر در یک آزمایشگاه با استفاده از روش آزمون و وسایل یکسان تحت شرایط عملیاتی ثابت بر روی مصالح یکسان در فواصل زمانی کوتاه، در دراز مدت، در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون، تنها در یک مورد در ۲۰ از مقادیر زیر فراتر رود.

۱۴-۵-۱ تکرارپذیری را می‌توان به عنوان حداکثر تفاوت بین دو نتیجه تفسیر کرد که در شرایط تکرارپذیر به دست آمده و به دلایل تصادفی در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون به عنوان قابل قبول پذیرفته می‌شود.

۱۴-۵-۲ حدود تکرارپذیری در جدول ۲ و جدول ۳ بیان شده است.

۱۴-۶ تجدیدپذیری (R)

اختلاف بین دو نتیجه منفرد و مستقل به دست آمده توسط آزمایش‌گرهای متفاوت با استفاده از روش آزمون یکسان در آزمایشگاه‌های مختلف با استفاده از وسایل متفاوت بر روی مصالح یکسان، در دراز مدت، در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون، تنها در یک مورد در ۲۰ از مقادیر زیر فراتر رود.

۱۴-۶-۱ تجدیدپذیری را می‌توان به عنوان حداکثر تفاوت بین دو نتیجه تفسیر کرد که در شرایط تجدیدپذیر به دست آمده و به دلایل تصادفی در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون به عنوان قابل قبول پذیرفته می‌شود.

۱۴-۶-۲ حدود تجدیدپذیری در جدول ۲ و جدول ۳ بیان شده است.

۱۴-۷ اصطلاحات فوق (حد تکرارپذیری و حد تجدیدپذیری) همانطور که در استاندارد ASTM E177 مشخص شده است، به کاربرده می‌شود.

۱۴-۸ هر گونه قضاوت مطابق با بیانیه ۱۴/۵ و ۱۴/۶ به احتمال تقریبی ۹۵٪ صحیح است. آمار دقیق در این بند نباید به عنوان کمیت‌های ریاضی دقیقی در نظر گرفته شود که برای همه شرایط و کاربردها قابل استفاده است. تعداد محدودی از مصالح آزمون شده ممکن است منجر به زمان‌هایی شود که تفاوت‌هایی بیشتر از مقادیر پیش‌بینی شده توسط نتایج مطالعه ایجاد کند، گاهی اوقات با فراوانی قابل توجهی بیشتر یا کمتر از حد احتمال ۹۵٪ اشاره دارد.

۱۴-۹ ارببی

هیچ مقدار مرجع قابل قبولی برای این روش آزمون وجود ندارد، بنابراین ارببی را نمی‌توان تعیین کرد.

جدول ۲- نتایج برای درصد جرمی ریزتر (N_m) در فواصل زمانی معین

حد تجدیدپذیری R	حد تکرارپذیری r	انحراف معیار تجدیدپذیری S_R	انحراف معیار تکرارپذیری S_r	میانگین درصد ریزتر ($\bar{X}$)	مصالح
خوانش یک دقیقه					
۸/۰۶	۵/۲۰	۲/۸۸	۱/۸۶	۹۲/۴۰	رس با خمیری بالا
۸/۲۶	۴/۴۵	۲/۹۵	۱/۵۹	۸۰/۴۷	رس با خمیری کم
۸/۴۵	۵/۱۳	۳/۰۲	۱/۸۳	۸۶/۱۷	لای با خمیری کم
خوانش دو دقیقه					
۶/۶۷	۴/۲۴	۲/۳۸	۱/۵۱	۸۷/۴۵	رس با خمیری بالا
۶/۴۳	۳/۱۴	۲/۳۰	۱/۱۲	۷۵/۷۰	رس با خمیری کم
۸/۵۱	۷/۴۴	۳/۰۴	۲/۶۶	۷۴/۷۶	لای با خمیری کم
خوانش چهار دقیقه					
۴/۳۰	۳/۳۱	۱/۵۴	۱/۱۸	۸۱/۵۶	رس با خمیری بالا
۵/۰۱	۲/۵۵	۱/۷۹	۰/۹۱	۷۲/۰۲	رس با خمیری کم
۶/۰۲	۶/۰۲	۲/۱۵	۲/۱۵	۵۷/۵۱	لای با خمیری کم
خوانش ۱۵ دقیقه					
۴/۴۱	۱/۵۶	۱/۵۸	۰/۵۶	۶۹/۰۹	رس با خمیری بالا
۵/۱۷	۲/۰۲	۱/۸۵	۰/۷۲	۶۲/۸۶	رس با خمیری کم
۵/۸۸	۵/۸۸	۲/۱۰	۲/۱۰	۲۷/۵۶	لای با خمیری کم
خوانش ۳۰ دقیقه					
۵/۵۷	۳/۷۵	۱/۹۹	۱/۳۴	۶۳/۲۶	رس با خمیری بالا
۵/۷۷	۲/۳۹	۲/۰۶	۰/۸۶	۵۶/۲۴	رس با خمیری کم
۶/۲۴	۲/۴۸	۲/۲۳	۰/۸۹	۱۹/۴۸	لای با خمیری کم
خوانش ۶۰ دقیقه					
۵/۵۳	۳/۰۷	۱/۱۹۷	۱/۱۰	۵۷/۷۷	رس با خمیری بالا
۵/۴۶	۱/۹۲	۱/۹۵	۰/۶۹	۴۹/۹۳	رس با خمیری کم
۷/۷۷	۱/۳۵	۲/۷۷	۰/۴۸	۱۳/۹۶	لای با خمیری کم
خوانش ۱۲۰ دقیقه					
۵/۵۵	۱/۸۰	۱/۹۸	۰/۶۴	۵۳/۳۲	رس با خمیری بالا
۶/۵۲	۲/۳۹	۲/۳۳	۰/۸۵	۴۳/۸۸	رس با خمیری کم
۸/۰۶	۲/۷۷	۲/۸۸	۰/۹۹	۱۱/۱۲	لای با خمیری کم
خوانش ۲۴۰ دقیقه					
۵/۸۳	۱/۷۵	۲/۰۸	۰/۶۲	۴۹/۷۲	رس با خمیری بالا
۵/۵۱	۱/۶۳	۱/۹۷	۰/۵۸	۳۷/۸۴	رس با خمیری کم
۷/۰۰۰	۱/۴۱	۲/۵۰	۰/۵۰	۱۰/۰۲	لای با خمیری کم
خوانش ۱۴۴۰ دقیقه					
۶/۰۲	۲/۰۰	۲/۱۵	۰/۷۱	۴۲/۴۲	رس با خمیری بالا
۶/۹۰	۲/۱۶	۲/۴۷	۰/۷۷	۲۷/۰۴	رس با خمیری کم
۸/۱۷	۱/۶۸	۲/۹۲	۰/۶۰	۸/۳۰	لای با خمیری کم

جدول ۳- نتایج برای درصد قطر (D_m) بر حسب mm در فواصل زمانی معین

حد تجدیدپذیری R	حد تکرارپذیری r	انحراف معیار تجدیدپذیری S_R	انحراف معیار تکرارپذیری S_r	میانگین درصد قطر $\bar{X} (0)$	مصالح
خوانش یک دقیقه					
۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۳۷۵	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۴۰۴	رس با خمیری کم
۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۳۷۷	لای با خمیری کم
خوانش دو دقیقه					
۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۷۱	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۹	رس با خمیری کم
۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲۸۱	لای با خمیری کم
خوانش چهار دقیقه					
۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۹۳	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۰۵	رس با خمیری کم
۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۱۱	لای با خمیری کم
خوانش ۱۵ دقیقه					
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۰۸	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۱۲	رس با خمیری کم
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲۳	لای با خمیری کم
خوانش ۳۰ دقیقه					
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۷۸	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۸۱	رس با خمیری کم
۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹	لای با خمیری کم
خوانش ۶۰ دقیقه					
۰/۰۰۰۳	۰	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۵۶	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۵۹	رس با خمیری کم
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۶۵	لای با خمیری کم
خوانش ۱۲۰ دقیقه					
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۴۱	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۰۳	۰	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۴۳	رس با خمیری کم
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۴۶	لای با خمیری کم
خوانش ۲۴۰ دقیقه					
۰/۰۰۰۱	۰	۰	۰	۰/۰۰۲۹	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۳۱	رس با خمیری کم
۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۳۳	لای با خمیری کم
خوانش ۱۴۴۰ دقیقه					
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰	۰/۰۰۱۲	رس با خمیری بالا
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰	۰	۰/۰۰۱۳	رس با خمیری کم
۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۰۱	۰	۰/۰۰۱۴	لای با خمیری کم

پیوست الف

(الزامی)

بررسی هیدرومتر و استوانه تهنشینی

الف-۱ کلیات

عوامل زیادی برای کنترل درستی کلی نتایج آزمون تهنشینی (هیدرومتر) وجود دارد. این بخش نحوه تعیین یا بررسی ثابت‌های تجهیزات مورد استفاده در محاسبه نتایج آزمون تهنشینی (هیدرومتر) را بیان می‌کند. رواداری‌های تجهیزات برای هیدرومتر و استوانه تهنشینی در زیر ارائه شده است.

الف-۲ ابعاد استاندارد هیدرومتر

هیدرومترهای 151H و 152H دارای الزامات مشخص شده طبق استاندارد ASTM E100 هستند، همان‌طور که در شکل الف-۱ نشان داده شده است، و ثابت‌های هیدرومتر یا بررسی‌های درستی تجهیز با رواداری‌های پذیرفته شده در زیر بصورت خلاصه بیان می‌شود. ابعاد هیدرومتر همان‌طور که در اینجا بیان شد دارای محدوده قابل‌قبولی کمی بزرگ‌تر برای انعکاس شیوه‌های تولید فعلی است. این ابعاد بر رواداری‌های استاندارد ASTM E100 اولویت دارند.

الف-۲-۱ طول کلی هیدرومتر (H_L) برابر با ۲۷۵ تا ۲۸۵ برحسب mm است

الف-۲-۲ نقطه مرجع کلیدی مقیاس برای هیدرومترهای 152H برابر $g/L (1 \pm 0.1)$ و وزن مخصوص (1 ± 0.001) برای خوانش هیدرومتر 151H در پایین قوس (هلال) است.

الف-۲-۲-۱ طول از کف هیدرومتر تا خوانش مرجع، $H_b = (243 - 247) \text{ mm}$.

الف-۲-۲-۲ طول مقیاس اسمی اعلام شده همان‌طور که در استاندارد ASTM E100 بیان شده

$H_s = (81 - 85) \text{ mm}$.

الف-۲-۳ طول کلی حباب هیدرومتر $H_{Lb} = (115 - 142) \text{ mm}$.

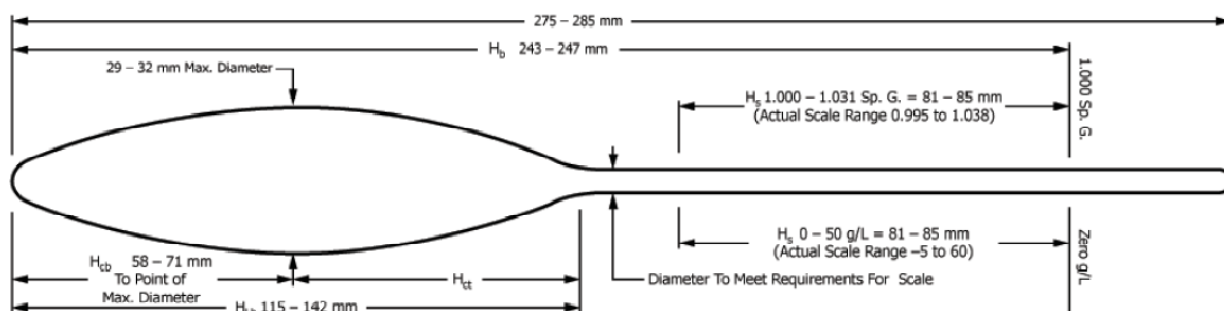
الف-۲-۴ فاصله از کف هیدرومتر تا حداکثر قطر حباب، $H_{cb} = (58 - 71) \text{ mm}$ (به یادآوری مراجعه کنید).

الف-۲-۵ حداکثر قطر حباب، $D_m = (29 - 32) \text{ mm}$.

یادآوری - ممکن است حداکثر قطر و مرکز شناوری (حجم) مکان‌های مختلفی روی حباب داشته باشد. توصیه می‌شود هنگام محاسبه عمق موثر، از محل مرکز شناوری (حجم) برای محاسبه H_{r1} و H_{r2} استفاده شود، از محل حداکثر قطر استفاده نشود.

الف-۲-۶ حجم غوطه‌ور شده حباب هیدرومتر، $V_{hb} = (50 - 72) \text{ cm}^3$.

الف- ۲-۷ ساقه باید یکنواخت باشد و دست کم ۱۵ mm بالاتر از بالای درجه بندی امتداد داشته باشد و حداقل ۳ mm زیر پایین ترین قسمت درجه بندی به صورت استوانه ای باقی بماند. قطر ساقه طوری تنظیم می شود که نیازهای مقیاس را برآورده کند.



شکل الف-۱- هیدرومتر خاک (151H یا 152H)

الف-۳ پرسے ابعاد

ابعاد ارائه شده در زیربندهای الف-۲ تا الف-۷ باید قبل از استفاده اولیه یا پس از مشکوک شدن یا مشاهده آسیب بررسی و **یادداشت** شود. اگر هر یک از ابعاد استاندارد در محدوده‌های مجاز قرار نگیرد، از آن هیدرومتر نباید استفاده شود.

الف-٣-١ فاصله / طول

ابعاد طولی باید تعیین و تا نزدیک‌ترین ۰/۵ mm یادداشت شود. آنها را می‌توان با استفاده از هر دو مورد و به ترتیب اولویت ارائه داد: یک اندازه‌گیر ارتفاع (رقمی، عقربه‌ای یا ورنیه)، کولیس (رقمی، عقربه‌ای یا ورنیه) یا خط‌کش و گونیا (گونیا برای رونویسی اندازه‌گیری از هیدرومتر به خط‌کش استفاده می‌شود). خط تماس بین ساقه هیدرومتر و حباب را می‌توان با استفاده از یکی از دو روش ایجاد و علامت‌گذاری کرد. اولین انتخاب، اندازه‌گیری قطر ساقه با کولیس‌ها، افزایش دادن این اندازه‌گیری در حدود ۱ mm و علامت‌گذاری نقطه برخورد کولیس‌ها با حباب است. روش دیگر تعیین چشمی این خط تماس و علامت‌گذاری آن است. حس کردن نقطه تماس با انگشتان می‌تواند به تعیین چشمی کمک کند. علامت‌گذاری را می‌توان با قرار دادن یک نوار نازک از کاغذ برچسب یا نوار علامت‌گذاری در طول خط تماس و سپس نشانه‌گذاری آن با یک مداد، انجام داد.

الف-۳-۲ طول مقياس (قسمت مدرج)

طول مقیاس ذکر شده باید با استفاده از کولیس یا خط‌کش تا نزدیک‌ترین ۰/۵ mm اندازه‌گیری و یادداشت شود. خطای بیان شده در یادآوری زیر بند الف-۲-۵ نادیده گرفته می‌شود.

الف-۳-۳ خوانش مرجع مقیاس

هنگام قرار گرفتن هیدرومترها در آب مقطر بدون حباب گاز در دمای واسنجی هیدرومترها، بهتر است هیدرومتر 152H خوانش g/L (1 ± 0.1) و وزن مخصوص (1000 ± 0.1) برای هیدرومتر 151H خوانده شده در پایین قوس داشته باشد. در دماهای دیگری به غیر از دمای واسنجی هیدرومتر، میزان خوانش مورد نیاز باید با نسبت چگالی آب در دمای واسنجی به چگالی آب در دمای بررسی تنظیم شود. دمای بررسی باید تا نزدیک‌ترین $0.5^\circ C$ و مقدار چگالی مربوط به آن دما که از جدول الف-۱ به دست آمده، اندازه‌گیری شود. خوانش مرجع باید قبل از استفاده اولیه، به صورت سالانه یا پس از مشکوک شدن یا مشاهده آسیب بررسی و یادداشت شود. اگر هیدرومتر در محدوده مجاز خوانده نشود، نباید از آن استفاده شود.

الف-۳-۴ حجم

حجم، V_{hb} ، باید تعیین شود و با استفاده از روش مستقیم یا غیرمستقیم تا نزدیک‌ترین 1 cm^3 یادداشت شود. روش مستقیم با وارد کردن هیدرومتر در یک استوانه مدرج پر از آب آزمون با حداقل حساسیت قسمت مدرج 5 mL در هر تقسیم (بخش) است. حجم استوانه را قبل از وارد کردن هیدرومتر تا نزدیک‌ترین 2 mL بخوانید و یادداشت کنید. هیدرومتر را فقط تا پایه ساقه درون آب آزمون وارد کرده سپس حجم را تا نزدیک‌ترین 2 mL بخوانید و یادداشت کنید. حجم هیدرومتر تفاوت در خوانش‌های حجم قبل و بعد از قرار دادن هیدرومتر در آب آزمون است. حجم میانگین سه بار تعیین است که در محدوده 2 mL از یکدیگر هستند. روش غیرمستقیم با تعیین جرم هیدرومتر انجام می‌شود. حجم حباب هیدرومتر را می‌توان با قرار دادن یک بشر نیمه پر از آب آزمون هم‌دما با دمای اتاق بر روی یک ترازو، صفر کردن ترازو و سپس پایین آوردن هیدرومتر به داخل آب به اندازه‌ای که فقط تا پایه ساقه در آب وارد شود اندازه‌گیری کرد. در حالی که هیدرومتر را در جای خود نگه داشته‌اید، جرم آب جابه‌جا شده را تا نزدیک‌ترین 0.1 g بخوانید و یادداشت کنید. با استفاده از چگالی تقریبی جرم آب برابر با واحد (۱)، حجم حباب هیدرومتر برحسب cm^3 برابر با جرم خوانده شده خواهد بود.

الف-۳-۵ مرکز شناوری (حجم)

مرکز شناوری (حجم) را با استفاده از روش مستقیم یا غیرمستقیم شرح داده شده در زیربند الف-۳-۴ تعیین کنید، بجز اینکه حباب به اندازه‌ای که تغییر جرم یا سطح آب به اندازه نصف حجم حباب همانطور که در زیربند الف-۳-۴ تعیین شده است، وارد شود. هیدرومتر را در سطح آب علامت بزنید و فاصله علامت تا نوک هیدرومتر را اندازه بگیرید.

الف-۴ ابعاد استوانه ته‌نشینی

ثابت‌های استوانه ته‌نشینی یا بررسی‌های درستی تجهیز با رواداری‌های پذیرفته شده، در زیر به صورت خلاصه بیان می‌شود. استوانه باید قبل از استفاده اولیه یا پس از مشکوک شدن یا مشاهده آسیب بررسی و یادداشت شود.

الف-۴-۱ درستی نشانه حجم اصلی، (5 ± 1000) برحسب mL یا cm^3 است.

الف-۴-۱-۱ حجم

صحیح بودن نشانه mL ۱۰۰۰ را با انجام مراحل زیر تصدیق کنید. استوانه را روی ترازو قرار داده و صفر کنید. آب مقطر عاری از حباب هوا را که دارای دمای معلوم، T ، تا نزدیک‌ترین 1°C است، به استوانه اضافه کنید تا زمانی که ترازو جرم مورد نیاز، M_w را بخواند. جرم، M_w ، برحسب g، مساوی با ۱۰۰۰ برابر چگالی آب، ρ_w ، در دمای T است که از جدول الف-۱ گرفته شده است. سطح آب را در پایین قوس بخوانید. توصیه می‌شود این سطح در محدوده ۵ mL یا ۲ mm از نشانه mL ۱۰۰۰ روی استوانه باشد. اگر این نشانه درست نیست، استوانه را با خط صحیح mL ۱۰۰۰ دوباره علامت‌گذاری کنید یا از این استوانه استفاده نکنید. اگر استوانه دوباره علامت‌گذاری شود، خط درست یا نادرست باید به وضوح به این صورت مشخص شود تا از استفاده نادرست از خط علامت‌گذاری نادرست جلوگیری شود. حجم را تا نزدیک‌ترین 1 cm^3 یادداشت کنید.

الف-۴-۲ مساحت داخلی، A_c ، برحسب cm^2 است.

الف-۴-۲-۱ مساحت

مساحت داخلی استوانه، A_c ، را با استفاده از یک متر یا نوار اندازه‌گیری از نوع درجه تجاری برحسب cm یا mm تعیین کنید. متر یا نوار اندازه‌گیری را به داخل استوانه وارد کنید تا جایی که به قسمت داخلی استوانه مماس شود. فاصله از قسمت پایین استوانه تا نشان mL ۱۰۰۰ را تا نزدیک‌ترین ۱ mm بخوانید و یادداشت کنید. این فرایند را در مجموع سه خوانش در دو مکان دیگر در قسمت داخلی پایین استوانه تکرار کنید. میانگین فاصله D_{1000} را تا نزدیک‌ترین ۱ mm تعیین و یادداشت کنید (به یادآوری مراجعه کنید). مساحت استوانه، A_c ، $(A_c = 1000 \times (10 / D_{1000}))$ را تا نزدیک‌ترین 0.1 cm^2 محاسبه و یادداشت کنید.

یادآوری- به‌عنوان مثال، اگر نشان mL ۱۰۰۰ از کف داخلی استوانه ۳۶۰ mm تعیین شود، سطح داخلی آن 27.8 cm^2 و قطر آن ۵۹/۵ mm خواهد بود. توصیه می‌شود برای یک استوانه با قطر داخلی ۶۳/۵ mm، نشان mL ۱۰۰۰ از کف داخلی آن تقریباً ۳۱۶ mm باشد.

الف-۴-۳ یکنواختی مساحت داخلی قسمت بالای نشان حجم اصلی

الف-۴-۳-۱ یکنواختی مساحت

یکنواختی مساحت بیشتر از (بالای) mL ۱۰۰۰ را تعیین و یادداشت کنید. مقدار $g (150 \pm 1)$ آب مقطر بدون حباب را به استوانه پر شده با mL ۱۰۰۰ آب مقطر اضافه کنید. تغییر در ارتفاع سطح آب را تا ۰/۱ mm اندازه‌گیری کنید. اگر سطح آب تا حدود ۵٪ مقدار مورد انتظار $(150/\rho_w \times (10/A_c))$ افزایش یابد، سپس مساحت یکنواخت در نظر گرفته می‌شود. اگر این رواداری برآورده نشود، آن استوانه نباید استفاده شود.

جدول الف-۱ چگالی آب (ρ_w) در برابر دما (T)

T (°C)	(g/ML)	T (°C)	(g/ML)	T (°C)	(g/ML)	T (°C)	(g/ML)
۱۵٫۰	۰٫۹۹۹۱۰	۱۶٫۰	۰٫۹۹۸۹۵	۱۷٫۰	۰٫۹۹۸۷۸	۱۸٫۰	۰٫۹۹۸۶۰
۱۵٫۱	۰٫۹۹۹۰۹	۱۶٫۱	۰٫۹۹۸۹۳	۱۷٫۱	۰٫۹۹۸۷۶	۱۸٫۱	۰٫۹۹۸۵۸
۱۵٫۲	۰٫۹۹۹۰۷	۱۶٫۲	۰٫۹۹۸۹۱	۱۷٫۲	۰٫۹۹۸۷۴	۱۸٫۲	۰٫۹۹۸۵۶
۱۵٫۳	۰٫۹۹۹۰۶	۱۶٫۳	۰٫۹۹۸۹۰	۱۷٫۳	۰٫۹۹۸۷۲	۱۸٫۳	۰٫۹۹۸۵۴
۱۵٫۴	۰٫۹۹۹۰۴	۱۶٫۴	۰٫۹۹۸۸۸	۱۷٫۴	۰٫۹۹۸۷۱	۱۸٫۴	۰٫۹۹۸۵۲
۱۵٫۵	۰٫۹۹۹۰۲	۱۶٫۵	۰٫۹۹۸۸۶	۱۷٫۵	۰٫۹۹۸۶۹	۱۸٫۵	۰٫۹۹۸۵۰
۱۵٫۶	۰٫۹۹۹۰۱	۱۶٫۶	۰٫۹۹۸۸۵	۱۷٫۶	۰٫۹۹۸۶۷	۱۸٫۶	۰٫۹۹۸۴۸
۱۵٫۷	۰٫۹۹۸۹۹	۱۶٫۷	۰٫۹۹۸۸۳	۱۷٫۷	۰٫۹۹۸۶۵	۱۸٫۷	۰٫۹۹۸۴۷
۱۵٫۸	۰٫۹۹۸۹۸	۱۶٫۸	۰٫۹۹۸۸۱	۱۷٫۸	۰٫۹۹۸۶۳	۱۸٫۸	۰٫۹۹۸۴۵
۱۵٫۹	۰٫۹۹۸۹۶	۱۶٫۹	۰٫۹۹۸۷۹	۱۷٫۹	۰٫۹۹۸۶۲	۱۸٫۹	۰٫۹۹۸۴۳
۱۹٫۰	۰٫۹۹۸۴۱	۲۰٫۰	۰٫۹۹۸۲۱	۲۱٫۰	۰٫۹۹۷۹۹	۲۲٫۰	۰٫۹۹۷۷۷
۱۹٫۱	۰٫۹۹۸۳۹	۲۰٫۱	۰٫۹۹۸۱۹	۲۱٫۱	۰٫۹۹۷۹۷	۲۲٫۱	۰٫۹۹۷۷۵
۱۹٫۲	۰٫۹۹۸۳۷	۲۰٫۲	۰٫۹۹۸۱۶	۲۱٫۲	۰٫۹۹۷۹۵	۲۲٫۲	۰٫۹۹۷۷۳
۱۹٫۳	۰٫۹۹۸۳۵	۲۰٫۳	۰٫۹۹۸۱۴	۲۱٫۳	۰٫۹۹۷۹۳	۲۲٫۳	۰٫۹۹۷۷۰
۱۹٫۴	۰٫۹۹۸۳۳	۲۰٫۴	۰٫۹۹۸۱۲	۲۱٫۴	۰٫۹۹۷۹۱	۲۲٫۴	۰٫۹۹۷۶۸
۱۹٫۵	۰٫۹۹۸۳۱	۲۰٫۵	۰٫۹۹۸۱۰	۲۱٫۵	۰٫۹۹۷۸۹	۲۲٫۵	۰٫۹۹۷۶۶
۱۹٫۶	۰٫۹۹۸۲۹	۲۰٫۶	۰٫۹۹۸۰۸	۲۱٫۶	۰٫۹۹۷۸۶	۲۲٫۶	۰٫۹۹۷۶۴
۱۹٫۷	۰٫۹۹۸۲۷	۲۰٫۷	۰٫۹۹۸۰۶	۲۱٫۷	۰٫۹۹۷۸۴	۲۲٫۷	۰٫۹۹۷۶۱
۱۹٫۸	۰٫۹۹۸۲۵	۲۰٫۸	۰٫۹۹۸۰۴	۲۱٫۸	۰٫۹۹۷۸۲	۲۲٫۸	۰٫۹۹۷۵۹
۱۹٫۹	۰٫۹۹۸۲۳	۲۰٫۹	۰٫۹۹۸۰۲	۲۱٫۹	۰٫۹۹۷۸۰	۲۲٫۹	۰٫۹۹۷۵۶
۲۳٫۰	۰٫۹۹۷۵۴	۲۴٫۰	۰٫۹۹۷۳۰	۲۵٫۰	۰٫۹۹۷۰۵	۲۶٫۰	۰٫۹۹۶۷۹
۲۳٫۱	۰٫۹۹۷۵۲	۲۴٫۱	۰٫۹۹۷۲۷	۲۵٫۱	۰٫۹۹۷۰۲	۲۶٫۱	۰٫۹۹۶۷۶
۲۳٫۲	۰٫۹۹۷۴۹	۲۴٫۲	۰٫۹۹۷۲۵	۲۵٫۲	۰٫۹۹۷۰۰	۲۶٫۲	۰٫۹۹۶۷۳
۲۳٫۳	۰٫۹۹۷۴۷	۲۴٫۳	۰٫۹۹۷۲۳	۲۵٫۳	۰٫۹۹۶۹۷	۲۶٫۳	۰٫۹۹۶۷۱
۲۳٫۴	۰٫۹۹۷۴۵	۲۴٫۴	۰٫۹۹۷۲۰	۲۵٫۴	۰٫۹۹۶۹۴	۲۶٫۴	۰٫۹۹۶۶۸
۲۳٫۵	۰٫۹۹۷۴۲	۲۴٫۵	۰٫۹۹۷۱۷	۲۵٫۵	۰٫۹۹۶۹۲	۲۶٫۵	۰٫۹۹۶۶۵
۲۳٫۶	۰٫۹۹۷۴۰	۲۴٫۶	۰٫۹۹۷۱۵	۲۵٫۶	۰٫۹۹۶۸۹	۲۶٫۶	۰٫۹۹۶۶۳
۲۳٫۷	۰٫۹۹۷۳۷	۲۴٫۷	۰٫۹۹۷۱۲	۲۵٫۷	۰٫۹۹۶۸۷	۲۶٫۷	۰٫۹۹۶۶۰
۲۳٫۸	۰٫۹۹۷۳۵	۲۴٫۸	۰٫۹۹۷۱۰	۲۵٫۸	۰٫۹۹۶۸۴	۲۶٫۸	۰٫۹۹۶۵۷
۲۳٫۹	۰٫۹۹۷۳۲	۲۴٫۹	۰٫۹۹۷۰۷	۲۵٫۹	۰٫۹۹۶۸۱	۲۶٫۹	۰٫۹۹۶۵۴
۲۷٫۰	۰٫۹۹۶۵۲	۲۸٫۰	۰٫۹۹۶۲۴	۲۹٫۰	۰٫۹۹۵۹۵	۳۰٫۰	۰٫۹۹۵۶۵
۲۷٫۱	۰٫۹۹۶۴۹	۲۸٫۱	۰٫۹۹۶۲۱	۲۹٫۱	۰٫۹۹۵۹۲	۳۰٫۱	۰٫۹۹۵۶۲
۲۷٫۲	۰٫۹۹۶۴۶	۲۸٫۲	۰٫۹۹۶۱۸	۲۹٫۲	۰٫۹۹۵۸۹	۳۰٫۲	۰٫۹۹۵۵۹
۲۷٫۳	۰٫۹۹۶۴۳	۲۸٫۳	۰٫۹۹۶۱۵	۲۹٫۳	۰٫۹۹۵۸۶	۳۰٫۳	۰٫۹۹۵۵۶
۲۷٫۴	۰٫۹۹۶۴۱	۲۸٫۴	۰٫۹۹۶۱۲	۲۹٫۴	۰٫۹۹۵۸۳	۳۰٫۴	۰٫۹۹۵۵۳
۲۷٫۵	۰٫۹۹۶۳۸	۲۸٫۵	۰٫۹۹۶۰۹	۲۹٫۵	۰٫۹۹۵۸۰	۳۰٫۵	۰٫۹۹۵۵۰
۲۷٫۶	۰٫۹۹۶۳۵	۲۸٫۶	۰٫۹۹۶۰۷	۲۹٫۶	۰٫۹۹۵۷۷	۳۰٫۶	۰٫۹۹۵۴۷
۲۷٫۷	۰٫۹۹۶۳۲	۲۸٫۷	۰٫۹۹۶۰۴	۲۹٫۷	۰٫۹۹۵۷۴	۳۰٫۷	۰٫۹۹۵۴۴
۲۷٫۸	۰٫۹۹۶۲۹	۲۸٫۸	۰٫۹۹۶۰۱	۲۹٫۸	۰٫۹۹۵۷۱	۳۰٫۸	۰٫۹۹۵۴۱
۲۷٫۹	۰٫۹۹۶۲۷	۲۸٫۹	۰٫۹۹۵۹۸	۲۹٫۹	۰٫۹۹۵۶۸	۳۰٫۹	۰٫۹۹۵۳۸

مرجع: CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, Editor-In-Chief, 74th Edition, 1993 – 1994

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

مثالی از برگه‌های داده، نمودار و بررسی‌های تجهیزات

ب-۱ کلیات

برگه‌های داده در شکل ب-۱ و شکل ب-۲ به عنوان مثال‌هایی برای کمک به کاربر برای نشان دادن نتایج محاسبات انجام شده ارائه شده است. شکل ب-۳ به عنوان مثالی از نحوه نمایش گرافیکی نتایج شکل ب-۱ ارائه شده است. داده‌های شکل ب-۱ با استفاده از رابطه واسنجی برای هیدرومتر 151H و داده‌های شکل ب-۲ برای هیدرومتر 152H محاسبه شده است. شکل‌های ب-۴ و ب-۵ مثال‌هایی از بررسی‌های معمول هیدرومتر و استوانه ته‌نشینی است. شکل ب-۶ مثالی از اصلاح قوسی و تعیین ثابت A برای هیدرومتر 151H است.

[illegible]

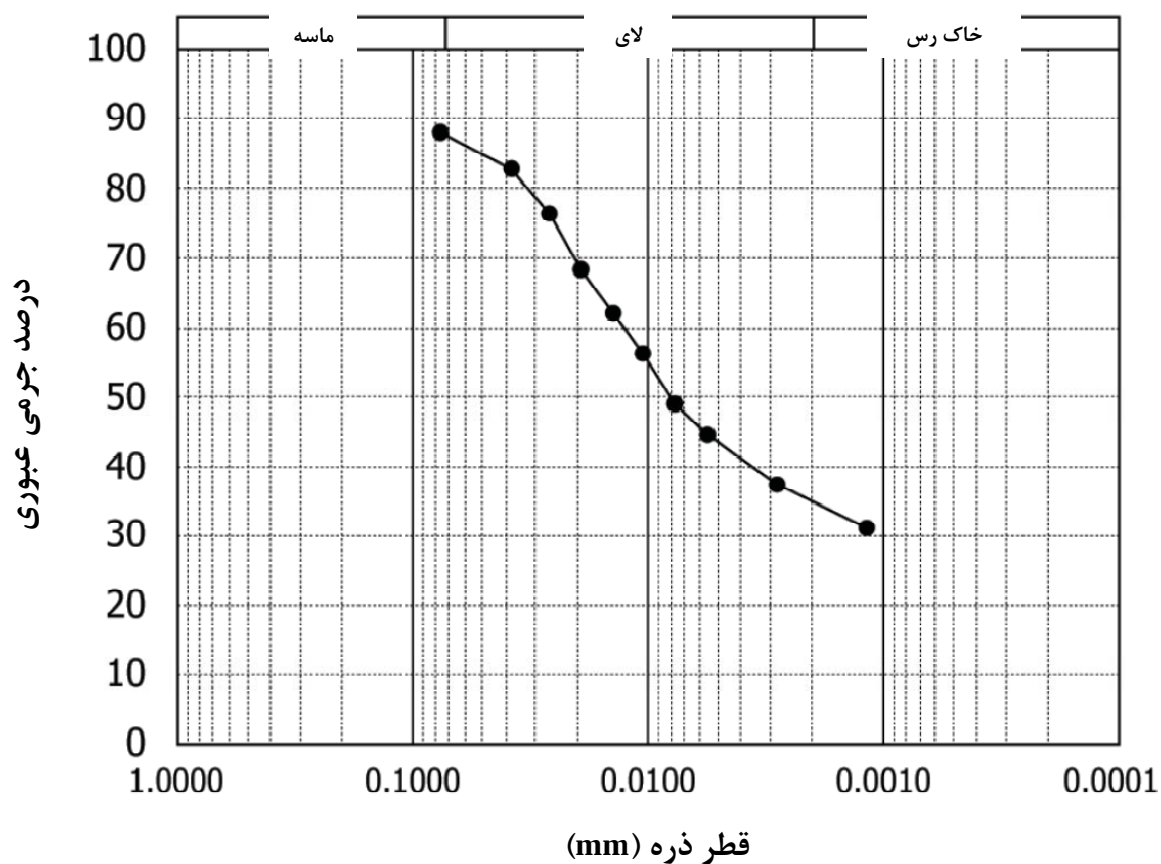
ملاحظات:

پروسی کننده	KA	مسابه کننده	KA	آزمون کننده	KA
تاریخ	08/20/15	تاریخ	08/20/15	تاریخ	08/18/15

شکل ب-۱- مثالی از برگه داده به کارگیری رابطه واسنجی و هیدرومتر H151

تحلیل هیدرومتر (INSO)									
تاریخ		پروژه		شماره:		نام: مثال		081515	
08/15/15		شناسه چشمی:		1		گمانه:		NA	
عمق (ft):		27		شماره آزمون:		5.0		نمونه:	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X		X		X		X		X	
X									

خلاصه آنالیز اندازه دانه



خلاصه نتایج آزمون ته‌نشینی			
نرمه (%)		ماسه (%)	
۸۸٫۳		۱۱٫۷	
اندازه رسی (%)	اندازه لای (%)		
۳۵	۵۳٫۳		

نام پروژه: نمونه ASTM

شماره پروژه: ۰۸۱۵۱۵

عمق: ۵ ft

نمونه: U27

گمانه: ۱

شکل ب-۳- نمودار متداول داده های ارائه شده در شکل ب-۱

بررسی هیدرومترها

D7928 : روش اجرا

تاریخ: 08/01/15

قبل از استفاده/بعد از تعمیر: *تاریخ انقضا

موقعیت: آزمایشگاه خاکها

دما: 22 °C = 72 °F

* تاریخ انقضا یک سال برای قطعاتی که یا * نشان دار شده اند

تجهیز استاندارد/بررسی

نوع	کولیس
تولید کننده	Pittsburgh
شماره مدل	68304
شماره سریال	NA
شماره وسیله	XCD-001
تاریخ انقضا	20/03/16

نوع	دماسنج
تولید کننده	Hanna
شماره مدل	HI935007N
شماره سریال	08617836
شماره وسیله	TD-001
تاریخ انقضا	4/2/16

نوع	ترازو
تولید کننده	Sartorius
شماره مدل	3102-1S
شماره سریال	0032950176
شماره وسیله	BA-003
تاریخ انقضا	6/8/16

شناسایی وسیله / داده

نوع	هیدرومتر
تولید کننده	Chase
شماره مدل	NA
شماره سریال	305055
شماره وسیله	HY-002 ☒ 151H ☐ 152H
تاریخ تصدیق قبلی	New

داده های بررسی

	وسيله	قبول/مردود	رواداری (mm)
H_t (mm): بالای مقیاس تا بالای حباب هیدرومتر	112.0	قبول	103-130
H_b (mm): بالای مقیاس تا پایین حباب هیدرومتر	246.0	قبول	244-246
H_{Lb} (mm): طول کلی حباب هیدرومتر	134.0	قبول	115-142
H_{ctv} (mm): بالای حباب هیدرومتر تا بیشترین قطر	63.0	قبول	58-71
H_{cb} (mm) ¹ : پایین حباب هیدرومتر تا بیشترین قطر	71.0	قبول	58-71
H_{Lc} (mm): بالای مقیاس (1/۰۰۰) تا بیشترین قطر	174.0	قبول	174-188
(mm): طول اسمی مقیاس (1.000-1.031 or 0-50 g/L)	82.0	قبول	82-84
ΔH_s (mm/div): فاصله بین تقسیمات مقیاس	2.65	قبول	1.64-1.68 2.65-2.71
V_{hb} (cm ³) ² : حجم غوطه وری حباب هیدرومتر	54	قبول	NA
نقطه مرجع مقیاس (Sp.Gr or g/L):	1.001	قبول	1.001-0.999 1.0-1.0
* آیا ساقه ۱۵mm بالای قسمت بالای درجه بندی امتداد دارد؟	Yes	قبول	Yes
* آیا قسمت استوانه ای ساقه حداقل ۳mm زیر پایین ترین قسمت درجه بندی امتداد دارد؟	Yes	قبول	Yes
قطر ساقه (mm):	5.2	قبول	NA
C_b (cm ³): مرکز شناوری (حجم)	27.0	قبول	NA
H_{r1} (mm): بالای مقیاس (0.995) تا مرکز شناوری	186.0	قبول	NA
H_{r2} (mm) ¹ : پایین مقیاس (1.038) تا مرکز شناوری	70.0	قبول	NA

حجم آب جابه جا شده²

1 53.9 g

2 53.9 g

3 53.9 g

Avg. 53.9 g

دما (°C): 22.0

Scale Rdg: 1.0001

Adj. Rdg: 1.0005

عمل انجام شده:

* چه کسی مطلع شد؟

(منطبق/نامنطبق): حالت تجهیز

بررسی کننده: KA

وارد کننده: KA

غیر قابل کاربرد: اعمال کننده برچسب

بررسی کننده: GA

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: -

تاریخ: 08/01/15

شکل ب - ۴ - مثالی از بررسی هیدرومتر

بررسی استوانه های رسوب گذاری

روش اجرا: ASTM D7928

آزمایشگاه خاکها: موقعیت

تاریخ: 08/01/15

قبل از استفاده / بعد از تعمیر: تاریخ انقضا

دما: 27 °C = 80 °F

تجهیز استاندارد/بررسی

نوع	کولیس	نوع	دماسنج	نوع	ترازو	نوع	متر نواری
تولید کننده	Pittsburgh	تولید کننده	Hanna	تولید کننده	Sartorius	شماره وسیله	1
شماره مدل	68304	شماره مدل	HI935007N	شماره مدل	3102-1S	تاریخ انقضا	NA
شماره سریال	NA	شماره سریال	08617836	شماره سریال	0032950176		
شماره وسیله	XCD-001	شماره وسیله	TD-001	شماره وسیله	BA-003		
تاریخ انقضا	3/20/2016	تاریخ انقضا	4/2/2016	تاریخ انقضا	6/8/2016		

شناسایی وسیله / داده

نوع	استوانه رسوب گذاری
تولید کننده	Kimax/Durham Geo
شماره مدل	NA
شماره سریال	NA
شماره وسیله	2
تاریخ تصدیق قبلی	New

داده های بررسی

وسيله	قبول/مردود	رواداری (mm)	ارتفاع داخلی تنظیم شده (mm)	ارتفاع داخلی اصلی (mm)
ارتفاع استوانه (mm):	PASS	~457	1	356
دما, °C	PASS	NA	2	356
جرم استوانه با آب (g):	PASS	NA	3	356
چگالی آب, g/mL	PASS	NA	میانگین:	356
مساحت داخلی قبل از تنظیم, cm ² :	PASS	22.9-32.2		
قطر داخلی محاسبه شده (mm):	PASS	55-64		
حجم تنظیم نشده, mL	PASS	995-1005		
جرم تنظیم شده استوانه w/ water (g):		NA		
حجم تنظیم شده, mL		995-1005		
مساحت داخلی بعد از تنظیم, cm ² :		22.9-32.2		
یکنواختی مساحت (mm):	PASS	53.2-53.7		

مقدار اضافه شده: 149 mL

عمل انجام شده: _____
 *چه کسی مطلع شد؟ _____
 (منطبق/نامنطبق): _____
 بررسی کننده: KA تاریخ: 08/01/15
 بررسی کننده: KA تاریخ: 08/01/15
 غیر قابل کاربرد: اعمال کننده برچسب: _____
 تاریخ: -
 بررسی کننده: GA تاریخ: 08/01/15

شکل ب-۵- مثالی از بررسی استوانه ته نشینی

تعیین ثابت A و تصحیح قوسی برای تحلیل رسوب گذاری

روش اجرا : ASTM D7928

آزمایشگاه خاکها : موقعیت

تاریخ : 08/01/15

قبل از استفاده / بعد از تعمیر : تاریخ انقضا

دما 27 °C = 80 °F

تجهیز استاندارد

نوع :	استوانه رسوب گذاری
تولید کننده :	Kimax/Durham Geo
شماره مدل :	NA
شماره سریال :	NA
شماره وسیله :	1
تاریخ انقضا :	NA

نوع :	دماسنج
تولید کننده :	Hanna
شماره مدل :	HI935007N
شماره سریال :	08617836
شماره وسیله :	TD-001
تاریخ انقضا :	4/2/2016

نوع :	هیدرومتر
تولید کننده :	Chase
شماره مدل :	151H
شماره سریال :	305055
شماره وسیله :	HY-002
تاریخ انقضا :	NA

داده ها

مقدار پراکنده ساز : 5.0 g

خوانش بالای قوس :	0.9995
خوانش صفحه متقاطع :	1.0000
C_m , تصحیح قوسی :	0.0005

دما °C	خوانش هیدرومتر $R_{151,t}$	A
18.4	1.0055	1.0073
20.3	1.00525	1.0075
22.8	1.005	1.0078
23.7	1.00475	1.0077
27.3	1.00325	1.0072

میانگین : 1.0075

انحراف معیار : 0.0003

بررسی کننده : GA

تاریخ : 08/01/15

وارد کننده : KA

تاریخ : 08/01/15

تصدیق کننده : KA

تاریخ : 08/01/15

شکل ب-۶- مثالی از تعیین ثابت A و تصحیح قوسی برای هیدرومتر H151