

استانداردهای ملی تدوین شده در سال ۱۴۰۳

ردیف	عنوان استاندارد	شماره استاندارد ملی	منبع استاندارد	شماره کمیته ملی	تاریخ کمیته ملی
۱	خاک- توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی) خاک‌های ریزدانه با تحلیل ته‌نشینی (هیدرومتر)- روش آزمون	جدید	ASTM D7928:2021	۱۰۶۵	۱۴۰۳/۱۲/۲۰
۲	قیر و مواد قیری -تعیین میزان حلالیت مواد قیری در تری‌کلرواتیلن یا تولوئن - روش آزمون	۲۹۵۳	ASTM D2042: 2022	۱۰۶۶	۱۴۰۳/۱۲/۲۱
۳	قیر و مواد قیری - قیر محلول دیرگیر برای استفاده در راه‌سازی- ویژگی‌ها- اصلاحیه ۱	۱۲۵۰۵-۴	ASTM D2026/D2026M:2015 (2021) e1	۱۰۶۶	۱۴۰۳/۱۲/۲۱
۴	قیر و مواد قیری -تقطیر قیر محلول - روش آزمون	۱۲۸۵۹	ASTM D402/D402M: 2024	۱۰۶۷	۱۴۰۳/۱۲/۱۱
۵	قیر و مواد قیری- آزمون لکه مواد قیری- روش آزمون	۲۹۴۹	AASHTO T102:2022	۱۰۶۷	۱۴۰۳/۱۲/۱۱



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران : سال ۱۴۰۳

INSO :2025

ASTM D7928:2021, IDT

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

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

ICS: 91.100.15

استاندارد ملی ایران : سال ۱۴۰۳، خاک- توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی) خاک‌های ریزدانه با تحلیل
ته‌نشینی (هیدرومتر)- روش آزمون

**INSO :2024, Soil- Particle size distribution (gradation) of fine-grained soils
using the sedimentation (hydrometer) analysis-Test method**

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاها تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به‌موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به‌موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به‌عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس‌جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان‌بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به‌عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به‌منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به‌منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به‌منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به‌عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

سمت و محل اشتغال

مشارکت کنندگان

رئیس:

معاون فنی و نظارت مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

احمدنیا، فرهاد
کارشناسی ارشد مهندسی عمران - خاک و پی

دبیر:

مدیرکل دفتر نظامات آموزشی، پژوهشی و تدوین ضوابط و استانداردها شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی‌فر، الهام
دکتری شیمی - معدنی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت عمران دشت فراساز

اسماعیلی طاهری، محسن
کارشناس ارشد مهندسی عمران - ژئوتکنیک

کارشناس مسئول ژئوتکنیک و طرح و پی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

باقری، طیبه
کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی

کارشناس مکانیک خاک شرکت آزمون فولاد

ترکی، نجمه
کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی

کارشناس اداره کل امور فنی و مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

حسین‌پور، محمد
دکتری مهندسی عمران - راه و ترابری

مدیر آزمایشگاه شیمی و فیزیک شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

داوری، ثریا
کارشناسی ارشد مهندسی عمران - راه و ترابری

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز

دیواندری، حسن
دکتری مهندسی عمران - راه و ترابری

مدیر بخش مطالعات مهندسی شرکت طرح نو اندیشان

شیرازیان، شهرام
دکتری زمین‌شناسی - لرزه زمین‌ساخت

معاون مدیرکل دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی سازمان ملی استاندارد ایران

عباسی رزگله، محمدحسین
کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت

رئیس گروه تراکم و دانه‌بندی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

فرشیاف، معصومه
کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی

سیمت و محل اشتغال

عضو هیأت علمی دانشگاه لرستان

کارشناس مسئول پژوهش شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک
خاک

مشارکت کنندگان

کولیوند، فرشاد
دکتری مهندسی معدن- مکانیک سنگ

مهاجرانی، نیکوسادات
کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۸-۱ آماده سازی مصالح
۳	۱۲-۱ واحدها
۴	۲ مراجع الزامی
۵	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۱-۳ تعاریف اصطلاحات ویژه این استاندارد
۶	۴ خلاصه روش آزمون
۷	۵ اهمیت و کاربرد
۸	۶ دستگاه ها
۸	۱-۶ هیدرومتر
۸	۲-۶ استوانه ته نشینی
۹	۳-۶ الک جدایش
۹	۴-۶ افزاره سنجش دما
۹	۵-۶ افزاره سنجش زمان
۹	۶-۶ ترازو
۹	۷-۶ گرم خانه خشک کن
۹	۸-۶ صفحه
۱۰	۹-۶ ظرف مخلوط کردن آزمون
۱۰	۱۰-۶ افزاره نگهداری دما
۱۰	۱۱-۶ ظرف خشک کن تعلیق خاک (اختیاری)
۱۰	۱۲-۶ دستگاه پراکنده کننده
۱۲	۱۳-۶ همزن دستی (اختیاری/مرجع)
۱۳	۱۴-۶ همزن دوغاب خاک
۱۳	۱۵-۶ خشکانه (اختیاری)
۱۴	۱۶-۶ هاون و کوبه با پوشش لاستیکی (اختیاری)
۱۴	۱۷-۶ سایر تجهیزات
۱۴	۷ واکنشگرها و مواد
۱۴	۱-۷ سدیم هگزامتافسفات $(\text{NaPO}_3)_6$
۱۴	۲-۷ ایزوپروپیل الکل
۱۴	۳-۷ آب آزمون

صفحه	عنوان
۱۴	۸ نمونه برداری
۱۵	۹ آماده سازی آزمون
۱۵	۱-۹ تهیه آزمون
۱۶	۲-۹ آماده سازی مرطوب (مرجع)
۱۶	۳-۹ آماده سازی خشک شده در هوا
۱۷	۱۰ تصدیق/آماده سازی دستگاه ها
۱۷	۱-۱۰ هیدرومتر
۱۸	۲-۱۰ تصحیح دما-چگالی
۲۰	۳-۱۰ تصحیح قوسی
۲۱	۴-۱۰ عمق مؤثر
۲۳	۵-۱۰ استوانه تهنشینی
۲۳	۶-۱۰ الک ها
۲۳	۷-۱۰ اسایر تجهیزات
۲۳	۱۱ روش انجام آزمون
۲۸	۱۲ محاسبات
۲۹	۲-۱۲ تصحیح دما-چگالی: روابط واسنجی
۳۰	۳-۱۲ تصحیح دما-چگالی: اندازه گیری همراه
۳۰	۴-۱۲ درصد جرم ریزتر
۳۱	۵-۱۲ عمق مؤثر
۳۱	۶-۱۲ حداکثر قطر ذرات در تعلیق
۳۲	۷-۱۲ درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$)
۳۲	۱۳ گزارش: برگه (ها) یا فرم (ها)ی داده های آزمون
۳۴	۱۴ دقت و اریبی
۳۴	۱-۱۴ دقت
۳۵	۴-۱۴ انواع خاک
۳۵	۵-۱۴ تکرارپذیری (r)
۳۵	۶-۱۴ تجدیدپذیری (R)
۳۶	۹-۱۴ اریبی
۳۹	پیوست الف (الزامی) بررسی هیدرومتر و استوانه تهنشینی
۴۴	پیوست ب (آگاهی دهنده) مثالی از برگه های داده، نمودار و بررسی تجهیزات

پیشگفتار

این استاندارد به استناد بند ۱ ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آنها اصلاحیه و/یا تصحیح نامه منتشر می شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۱۰۶۵ مورخ ۱۴۰۳/۱۲/۲۰ کارگروه ملی تصویب استانداردهای مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی مصوب شده است.

این استاندارد بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «همسان» تهیه و تدوین شده 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 (هیدرومتر) - روش آزمون

هشدار: در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج 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 مصالح عبوری از الک شماره ۱۰ (2.0 mm) یا الک ریزتر از آن انجام می‌شود و نتایج آن به صورت درصد جرمی ریزتر از این بخش (ذرات عبوری از الک شماره ۱۰) در برابر لگاریتم قطر ذرات نمایش داده می‌شود.

۲-۱ این استاندارد می‌تواند برای ارزیابی بخش ریز دانه یک خاک با محدوده 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، به کار برده شود.

نکته: ارقام معنادار ثبت‌شده 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 آزمون ته‌نشینی ۱۵ g است.

۳-۱ هنگام ترکیب نتایج آزمون‌های ته‌نشینی و الک کردن، فرایند به‌دست آوردن مصالح (درصد ذرات) در تحلیل ته‌نشینی و محاسبات برای ترکیب نتایج، روش آزمون عمومی‌تری مانند روش‌های آزمون استاندارد ASTM D6913 (به نکته مراجعه شود) ارائه خواهد شد.

نکته: 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.

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

۵-۱ 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 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، ته‌نشست می‌شوند.

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

۱-۵-۱ قانون استوکس فرضیات متعددی دارد که عبارتند از: ذرات کروی و هموار هستند؛ هیچ تماسی بین ذرات وجود ندارد؛ هیچ تفاوتی بین جریان در وسط و کناره‌های ظرف وجود ندارد؛ جریان لایه‌ای و آرام^۱ است؛ و ذرات چگالی یکسانی دارند. این فرضیات برای ذرات خاک با اشکال و اندازه‌های مختلف در نظر گرفته می‌شود.

۶-۱ برای اندازه‌گیری چگالی سیال و تعیین مقدار ذرات معلق در زمان و موقعیت خاص از یک هیدرومتر استفاده می‌شود. چگالی ترکیب معلق^۲ خاک-آب، به غلظت و وزن مخصوص ذرات خاک و میزان ماده پراکنده ساز اضافه شده بستگی دارد. اندازه‌گیری هر هیدرومتر در یک زمان سپری شده برای محاسبه درصد ذرات ریزتر از قطر داده شده توسط قانون استوکس 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 به دست آوردن نمونه کاهش یافته (منتخب) با هرگونه جزئیاتی را بیان نمی‌کند. فرض بر این است که نمونه با استفاده از روش‌های مناسب به دست آمده و معرف کل مصالح یا شرایط ساختگاه است. همچنین فرض بر این است که نمونه به گونه‌ای آماده‌سازی شده که نمونه کاهش یافته به درستی نشان‌دهنده توزیع اندازه ذرات (دانه بندی) بخش ریزدانه تر مصالح است.

۸-۱ آماده‌سازی مصالح

مصالح در حالت رطوبت طبیعی یا همان گونه که دریافت شده است آزمون می‌شوند، مگر اینکه مصالح دریافت شده در هوا خشک شده باشند. در روش آماده‌سازی مرطوب باید از نمونه کاهش یافته برای به دست آوردن نمونه ته نشینی استفاده شود. آماده‌سازی نمونه هوا-خشک فقط برای مصالحی که به صورت خشک شده در هوا دریافت شده است، مجاز می‌باشد. روشی که مورد استفاده قرار می‌گیرد ممکن است توسط درخواست کننده مشخص شده باشد؛ با این حال، روش آماده‌سازی مرطوب باید برای آزمون دآوری (مرجع)^۳ استفاده شود.

۹-۱ این استاندارد برای خاک‌های زیر کاربرد ندارد:

۱-۹-۱ خاک‌های حاوی ریشه‌های گیاهان.

۲-۹-۱ خاک‌های دارای تقریباً کمتر از ۵٪ مصالح ریزدانه (به نکته زیر بند ۱-۲ مراجعه شود).

۳-۹-۱ خاک‌های حاوی مواد خارجی، مانند حلال‌های آلی، روغن، قیر، قطعات چوب یا موارد مشابه (به نکته مراجعه شود).

نکته: 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 مقدور نباشد، تفکیک مصالح توصیه نمی‌شود.

۴-۹-۱ مصالحی شامل اجزای سیمانی، خاکستر بادی، آهک یا سایر افزودنی‌های تثبیت کننده.

¹ laminar

² suspension

³ referee

۱-۱۰ این روش آزمون نمی‌تواند برای خاک‌های زیر نتایج آزمون درون آزمایشگاهی و بین آزمایشگاهی مشابه ایجاد کند. این استاندارد برای آزمون این خاک‌ها، باید تطبیق داده شود و این انطباق‌ها مستند شود.

۱-۱۰-۱ خاک‌هایی که در هنگام ته‌نشینی، لخته می‌شوند، چنین مصالحی ممکن است برای کاهش شوری یا تغییر pH تعلیق به عمل‌آوری نیاز داشته باشند.

۱-۱۰-۲ خاک‌های خرد شونده^۱ که در آماده‌سازی (فرایند الک کردن)، دانه‌بندی آن‌ها تغییر می‌کند. نمونه‌های بارز این خاک‌ها، برخی از خاک‌های رسوبی، اغلب شیل‌های هوازده، گرانیتهای تجزیه‌شده و برخی خاک‌های ضعیف سیمانی شده هستند.

۱-۱۰-۳ خاک‌هایی که به راحتی پراکنده نمی‌شوند، مانند رس‌های گلوکونیتی^۲ یا برخی از رس‌های خمیری خشک شده.

۱۱-۱ نمونه‌هایی که ماهیتاً خاک نیستند اما از ذراتی تشکیل شده‌اند که امکان آزمون آن‌ها با این روش وجود دارد. با این حال بهتر است در استفاده از این استاندارد بخش‌های قابل کاربرد بالا به کار رود.

۱۲-۱ واحدها

مقادیر بیان‌شده برحسب یکاهای SI به‌عنوان استاندارد در نظر گرفته می‌شوند. به غیر از اندازه الک‌ها که از سامانه «جایگزین» طبق استاندارد ASTM E11 استفاده می‌شود، مانند الک ۳ in. و الک شماره ۲۰۰ که به ترتیب به‌جای اندازه‌های استاندارد ۷۵ mm و ۷۵ μm استفاده می‌شود. گزارش نتایج آزمون برحسب یکاهایی غیر از SI نباید به‌عنوان عدم انطباق با این استاندارد در نظر گرفته شود. استفاده از ترازوها یا مقیاس‌های ثبت جرم برحسب پوند (lbm) نباید نامنتطبق با این استاندارد در نظر گرفته شود.

۱۳-۱ همه مقادیر مشاهده و محاسبه‌شده، باید مطابق راهنماهای مربوط به رقم‌های معنادار و گرد کردن بیان‌شده در استاندارد ASTM D6026 باشند، مگر در مواردی که در این استاندارد روش دیگری بیان‌شده باشد.

۱۴-۱ روش‌های به‌کار رفته برای مشخص کردن چگونگی جمع‌آوری، یادداشت و محاسبه داده‌ها در این استاندارد، به‌عنوان استاندارد صنعتی در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر آن، در این روش‌ها تعداد رقم‌های معناداری که معمولاً باید یادداشت شوند، مشخص شده است. در روش‌های به‌کاررفته، تغییر مصالح، هدف از به‌دست آوردن داده‌ها، مطالعه‌هایی با هدف‌های ویژه یا هر گونه ملاحظه دیگری در خصوص هدف‌های کاربر، در نظر گرفته نشده‌اند و معمول است که رقم‌های معنادار داده‌های گزارش‌شده، برای هماهنگی با چنین هدف‌هایی، افزایش یا کاهش داده شوند. در نظر گرفتن رقم‌های معناداری که در روش‌های تحلیلی طراحی مهندسی به‌کار می‌روند، فراتر از محدوده این استاندارد است.

^۱ friable Soils

^۲ glauconitic clays

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن‌ها به صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع داده شده، جزئی از الزامات^۱ این استاندارد محسوب می‌شود. درخصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. درخصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع (شامل هرگونه اصلاحیه/تصحیح‌نامه) کاربرد دارد.

– ASTM D653, *Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids*

– ASTM D854, *Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*

نکته: استاندارد ملی ایران ۱۶۸۶، خاک-اندازه‌گیری وزن مخصوص ذرات جامد به وسیله پیکنومتر آبی-روش آزمون، براساس ASTM 854 تدوین شده است.

– ASTM D1140, *Test Methods for Determining the Amount of Material Finer than 75 μ m (No. 200) Sieve in Soils by Washing*

– ASTM D2216, *Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*

نکته: استاندارد ملی ایران ۷۸۸۳، خاک-تعیین درصد رطوبت-روش آزمون، بر اساس ASTM 2216 تدوین شده است.

– ASTM D2487, *Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*

نکته: استاندارد ملی ایران ۷۸۲۷، خاک-روش طبقه‌بندی خاک‌ها برای اهداف مهندسی-آیین کار، براساس ASTM 2487 تدوین شده است.

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

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

– 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*

نکته: استاندارد ملی ایران ۲۱۴۷۶، حداقل الزامات برای سازمان‌های درگیر در آزمون و/یا بازرسی از خاک و سنگ‌های مورد استفاده در طراحی و ساخت‌وسازهای مهندسی-آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D3740: 2012 تدوین شده است.

– ASTM D4220/D4220M, *Practices for Preserving and Transporting Soil Samples*

نکته: استاندارد ملی ایران ۸۷۳۸، خاک-مراقبت و حمل نمونه‌های خاک-آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D4220/D4220M: 2014 تدوین شده است.

– ASTM D4318, *Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*

نکته: استاندارد ملی ایران ۱۰۷۳۱، خاک-تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانه خمیری-روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D4318: 2017 تدوین شده است.

– ASTM D4753, *Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing*

^۱ requirements

نکته: استاندارد ملی ایران ۲۰۴۵۳، مصالح ساختمانی- ارزیابی، انتخاب و تعیین ترازوها و جرم‌های استاندارد برای استفاده در آزمون خاک، سنگ و مصالح ساختمانی- آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D4753: 2015 تدوین شده است.

- ASTM D6026, *Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data*
- ASTM D6913, *Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis*

نکته: استاندارد ملی ایران ۱۳۸۸۱، خاک - توزیع ابعادی (دانه‌بندی) با استفاده از آنالیز الک کردن- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D6913: 2009 تدوین شده است.

- ASTM E11, *Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves*
- ASTM E100, *Specification for ASTM Hydrometers*
- ASTM E126, *Test Method for Inspection, Calibration, and Verification of ASTM Hydrometers*
- ASTM E177, *Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods*

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در ASTM D653، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

۱-۳ تعاریف اصطلاحات ویژه این استاندارد:

۱-۱-۳

نمونه کاهش‌یافته

reduced sample

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

۲-۲-۳

نمونه

sample

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

۳-۲-۳

نمونه ته‌نشینی

sedimentation sample

مصالح عبوری از الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) یا مواد ریزتر که از نمونه کاهش‌یافته با استفاده از الک جدایش جداسازی می‌شود و سپس برای به‌دست آوردن یک آزمون ته‌نشینی و یک آزمون تعیین درصد رطوبت استفاده می‌گردد.

۴-۲-۳

آزمونه ته‌نشینی

sedimentation specimen

مصلح به‌دست آمده از نمونه ته‌نشینی که دارای حداکثر اندازه دانه بزرگ‌تر از الک شماره ۱۰ (۲/۰ 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 (۲/۰ mm) یا ریزتر (به نکته مراجعه شود) که برای جدا کردن نمونه کاهش‌یافته برای به‌دست آوردن مصلح برای نمونه ته‌نشینی استفاده شده است.

نکته ۱ مدخل: روشی برای استفاده از یک الک ریزتر از الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) در این استاندارد تعریف نشده است. روش مورد استفاده برای به‌دست آوردن یک نمونه معرف با استفاده از الک ریزتر از الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) با به‌دست آوردن یک نمونه معرف با استفاده از الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) بیان شده در این استاندارد، یکسان نیست. تلاش یا اقدامات اضافی لازم است تا مطمئن شوید مصلح عبوری از الک ریزتر به‌اندازه کافی معرف نمونه است. توصیه می‌شود چنین تلاش‌ها یا اقدامات اضافی در صورت استفاده از الک ریزتر از الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) برای به‌دست آوردن آزمونه ته‌نشینی، مستند شود.

۴ خلاصه روش آزمون

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

۲-۴ هنگامی که خاک اصلی حاوی ذرات بزرگ‌تر از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹/۵ mm) باشد، باید با استفاده از روش‌های بیان شده در استاندارد ASTM D6913 یا سایر استانداردها، یک نمونه کاهش‌یافته عبوری از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹/۵ mm) به‌دست آورده شود. این نمونه کاهش‌یافته باید حداقل الزامات جرم طبق جدول ۱ برای الک $\frac{3}{8}$ in. (۹/۵ mm) را برآورده کند. مواد با استفاده از روش آماده‌سازی مرطوب (مرجع (داوری))، عمل‌آوری می‌شوند مگر اینکه مصلح به‌صورت خشک‌شده در هوا دریافت شده باشند.

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

۴-۴ آزمونه 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.

جدول ۱: حداقل الزامات جرم خشک

حداقل جرم خشک آزمونه Kg یا g	حداکثر اندازه ذرات مصالح (کوچک ترین الکی که ۹۹٪ یا بیشتر مصالح عبور می کند)	
گزارش نتایج تا نزدیک ترین ۱٪	حداکثر اندازه ذرات mm	توالی الکیها
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 (دانه بندی) اصطلاح توصیفی است که به نسبت های جرم خشک یک خاک توزیع شده در محدوده اندازه ذرات مشخص شده، اشاره دارد. منحنی توزیع دانه بندی با استفاده از این روش، میزان درصد بخش های لای و رس موجود در خاک را بر اساس تعاریف اندازه و نه طبقه بندی کانی شناسی یا داده های حدود اتربرگ ارائه می دهد.

۵-۲ نتایج تهنشینی باید با تحلیل الک برای به دست آوردن توزیع کامل اندازه ذرات 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 شود) برای محاسبه رفتار خاک مورد استفاده قرار می گیرد که بیانگر ماهیت کانی شناسی بخش رسی است.

۵-۴ دانه بندی لای و بخش های اندازه رسی یک عامل مهم در تعیین حساسیت خاک های ریزدانه در برابر عامل یخ زدگی است.

۵-۵ دانه بندی خاک، نشان گر خواص مهندسی مانند، هدایت هیدرولیکی، تراکم پذیری و مقاومت برشی است. با این حال، رفتار مهندسی خاک به عوامل بسیاری، مانند تنش مؤثر، نوع کانی، ساختار، خمیری بودن و منشأ زمین شناسی وابسته است و فقط به دانه بندی مربوط نیست.

۵-۶ برخی از انواع خاک به عملیات اصلاحی خاصی حسب مورد، برای تعیین درست اندازه ذرات، نیاز دارند. برای مثال، عوامل شیمیایی چسباننده می توانند 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 اکسیدهای آهن 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.

۷-۵ 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.

۸-۵ 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 از ذرات درشت‌تر بیشتر است.

۹-۵ رسیایی با خاصیت خمیری زیاد، ساختار لایه‌ای از آب را روی سطوح خود ایجاد می‌کنند. طبق نظرات Lu و Zhang، چگالی این آب نزدیک سطح می‌تواند 1.4 g/L باشد. این ساختار آبی 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.

نکته: کیفیت نتیجه به‌دست‌آمده از این استاندارد به مهارت آزمایش‌گرها و مناسب بودن تجهیزات و امکانات به‌کاررفته 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 دستگاه‌ها

۱-۶ هیدرومتر

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

۲-۶ استوانه ته‌نشینی

حداقل دو استوانه شیشه‌ای با ارتفاعی در حدود 457 mm ، قطر داخلی بین $(55 \text{ تا } 64) \text{ mm}$ و گنجایش 1000 mL . استوانه‌ها باید دارای علامت نشانگر در $(5 \pm 1000) \text{ mL}$ باشند. یک استوانه برای تعلیق خاک و استوانه دیگر می‌تواند به‌عنوان 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 شود.

۳-۶ الک جدایش

الک شماره ۱۰ (۲/۰ mm) یا الک ریزتر که برای جداسازی نمونه کاهش یافته استفاده می‌شود. به دلیل قرار گرفتن این الک در معرض زبری (دانه‌ها)، نباید آن را برای دانه‌بندی خاک به کار برد.

۴-۶ افزاره سنجش دما^۱

افزاره سنجش دما با قابلیت اندازه‌گیری دما به دمایی که در آن آزمون انجام می‌شود، توانایی خوانش تا 0.5°C یا بهتر و درستی دست‌کم $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. 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. افزاره سنجش دما باید با مقایسه با افزاره سنجش دمای قابل‌ردیابی در سطح ملی یا بین‌المللی، استاندارد شود و دست‌کم شامل یک خوانش دما در محدوده آزمون باشد. افزاره سنجش دما باید دست‌کم هر دوازده ماه یک‌بار، استاندارد شود. باید از یک افزاره سنجش دما برای همه اندازه‌گیری‌ها استفاده شود.

۵-۶ افزاره سنجش زمان

یک ساعت، کرنومتر، زمان‌سنج رقومی، یا ابزار قابل مقایسه‌ای که قابلیت خوانش تا ۱ s یا بهتر را داشته باشد.

۶-۶ ترازو

ترازوها باید مطابق با 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 به‌علاوه خاک مورد استفاده برای تعلیق خاک پس از کامل شدن آزمون ته‌نشینی باشد. به‌طور 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^۲ را الزامی می‌کند.

۸-۶ صفحه

یک سطح تمیز، غیرمتخلخل، صاف و توپری^۳ که برای انباشت و تقسیم حدود 500 g از مصالح به اندازه کافی بزرگ باشد. سطح نباید از هیچ نوع محصول کاغذی ساخته شده باشد.

^۱ Thermometric device

^۲ forced-draft oven

^۳ solid

۹-۶ ظرف مخلوط کردن آزمونه

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

۱۰-۶ افزاره نگهداری دما

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

۱۱-۶ ظرف خشک‌کن تعلیق خاک (اختیاری)

ظرفی دارای دیواره‌های صاف که قادر به نگهداشتن تقریباً ۱/۵ L از تعلیق خاک باشد. این ظرف باید دارای یک درب محکم باشد یا در یک خشکانه قرار داشته باشد تا از کسب رطوبت در حین خنک شدن آزمونه خشک‌شده در گرم‌خانه جلوگیری کند. این ظرف تنها زمانی مورد نیاز است که مصالح کافی برای به‌دست آوردن مقدار رطوبت از یک آزمونه همراه وجود نداشته باشد.

۱۲-۶ دستگاه پراکنده‌کننده

برای پراکنده کردن آزمونه از یکی از افزاره‌های زیر استفاده کنید. در هر حال برای آزمون مرجع (داوری)، باید از دستگاه همزن استفاده شود.

۱-۱۲-۶ دستگاه همزن (داوری)

دستگاه همزن مکانیکی است که در آن یک موتور الکتریکی که به‌صورت مناسب نصب شده است، یک محور عمودی را با حداقل سرعت 10000 rpm^1 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 پراکنندگی عمل کند.

۱-۱-۱۲-۶ جام پراکنده‌ساز

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^۲ بلند و دو مجموعه از سه میله کوتاه (برای پراکنده‌سازی بهتر) باشد که به‌صورت سفت‌وسخت (صلب) در کناره‌های داخلی جام نصب شده‌اند. این جام همراه با دستگاه همزن استفاده می‌شود.

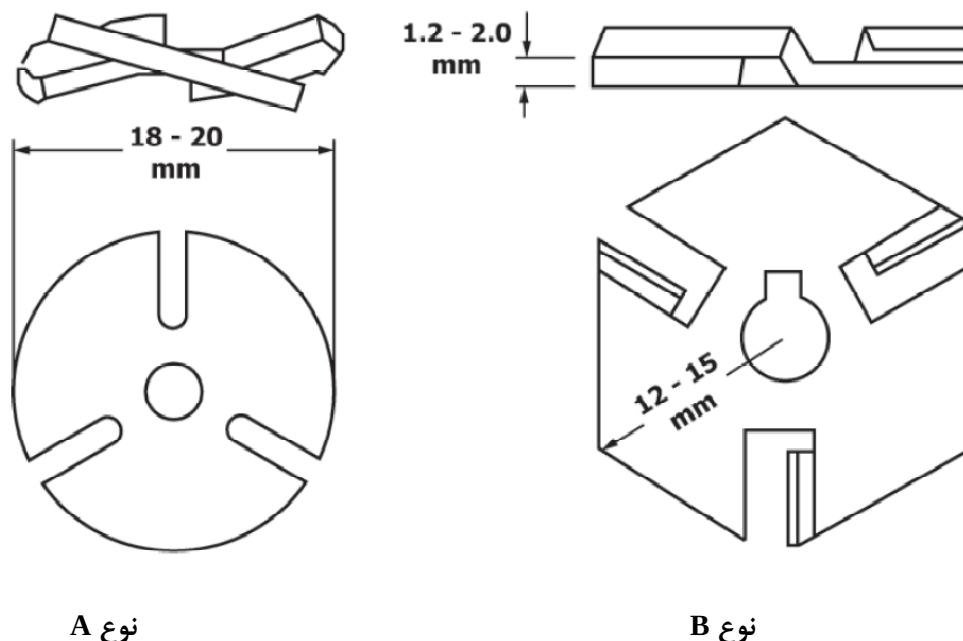
^۱ ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه

^۲ baffle

۲-۱۲-۶ افزاره^۱ پراکنده‌کننده جت هوا (اختیاری)

نوع لوله‌ای یا سایر افزاره‌های مشابه که از هوای فشرده برای پراکنده کردن دوغاب استفاده می‌کند (به نکته مراجعه شود). این افزاره به یک منبع هوا نیاز دارد که بتواند حداکثر $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ هوا را برای کار با افزاره فراهم کند. به‌طوری‌که بتواند فشارهایی بین 70 kPa تا 170 kPa را ایجاد کند. این افزاره باید به یک فشارسنج روی لوله بین افزاره 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 مرجع (داوری) استفاده شود.

نکته: استفاده از این افزاره یا سایر افزاره‌ها باعث تفاوت در مقادیر پراکندگی می‌شود و باید با احتیاط استفاده شود. توصیه می‌شود اطلاعات مربوط به نحوه استفاده مناسب از این افزاره از سازنده آن دریافت شود. مقدار $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ معادل $5 \text{ ft}^3/\text{min}$ است. این افزاره معمولاً برای کارکرد به دست کم $0.0009 \text{ m}^3/\text{s}$ ($2 \text{ ft}^3/\text{min}$) نیاز دارد و بنابراین، برخی از فشرده‌کننده‌های کوچک هوا^۲ قادر به تأمین هوای کافی برای کارکردن این افزاره نیستند.



نوع A

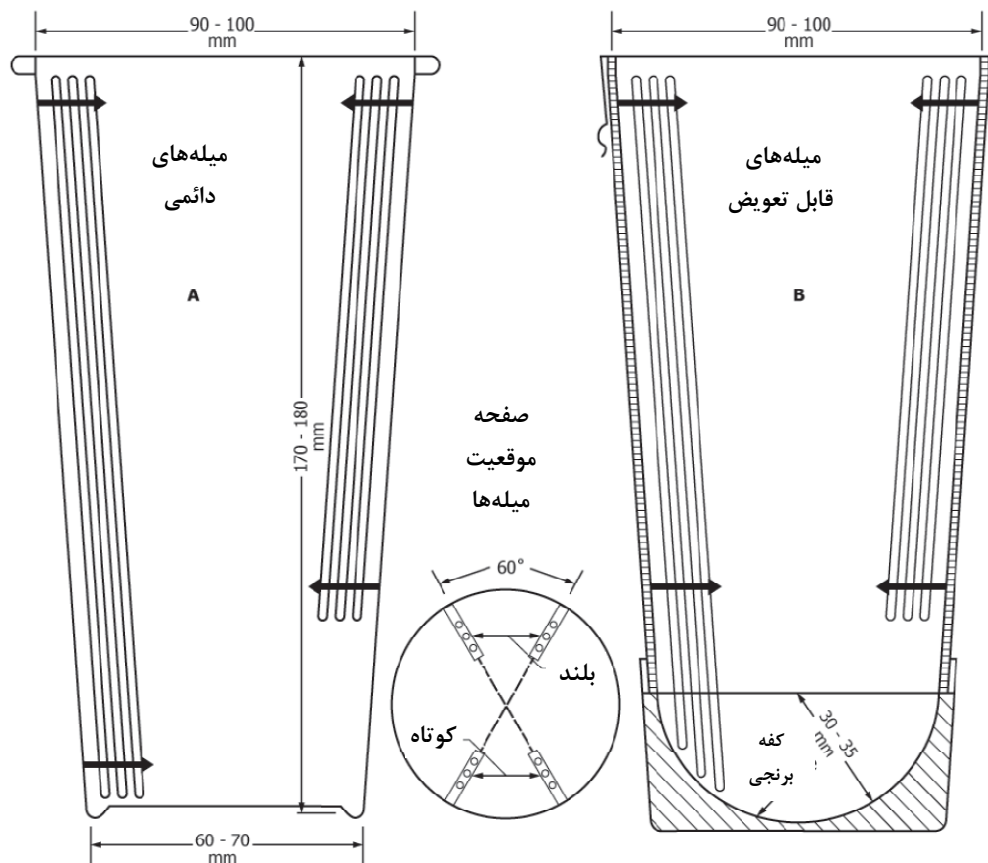
نوع B

ابعاد به‌منظور بیان مفهوم مقیاس ارائه شده است و بسته به مشخصات سازنده متفاوت خواهد بود.

شکل ۱: جزییات متداول پره‌های هم‌زن

^۱ device

^۲ small air compressors

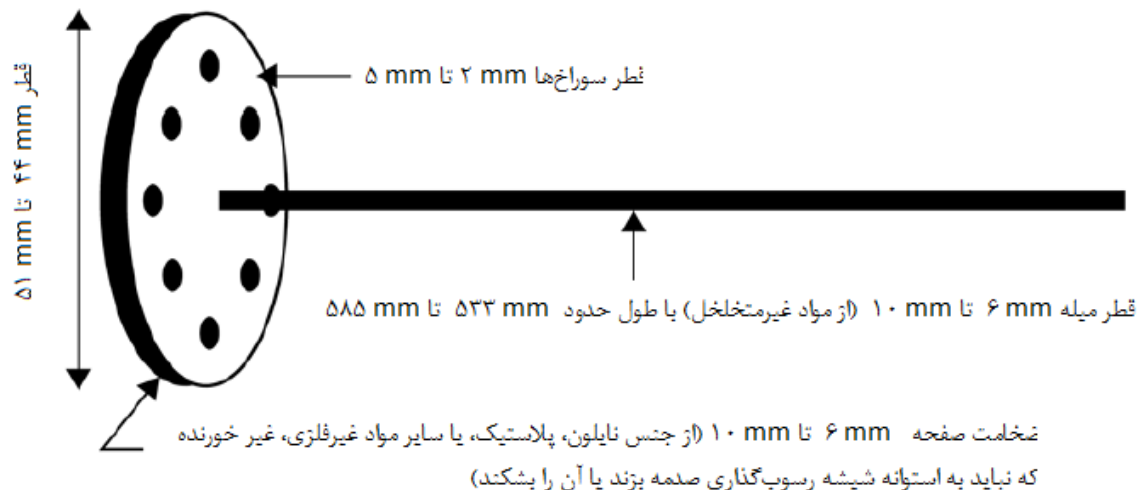


ابعاد به‌منظور بیان مفهوم مقیاس ارائه شده است و بسته به مشخصات سازنده متفاوت خواهد بود

شکل ۲: هندسه متداول جام پراکنده‌ساز

۱۳-۶ همزن دستی (اختیاری / مرجع)

افزاره‌ای 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 سرپیچ، 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 افزاره باید برای آزمون مرجع (داوری) استفاده شود.



ابعاد به‌منظور بیان مفهوم مقیاس ارائه شده است و بسته به مشخصات سازنده متفاوت خواهد بود

شکل ۳: جزییات هم‌زن دستی

۱۴-۶ هم‌زن دوغاب خاک

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

۱-۱۴-۶ ظرف ارلن‌مایر

ظرف شیشه‌ای با گنجایش ۲۵۰ mL تا ۵۰۰ mL.

۲-۱۴-۶ لرزاننده پراکندگی

یک لرزاننده مسطح^۱، 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. باید سطح آب در حمام برابر یا بالاتر از سطح آب در ظرف آزمون باشد.

۱۵-۶ خشکانه^۲ (اختیاری)

افزاره‌ای حاوی خشک‌کننده با اندازه مناسب، که برای جلوگیری از کسب رطوبت در حین سرد شدن آزمون خشک‌شده در گرم‌خانه استفاده می‌شود.

^۱ a platform shaker

^۲ desiccator

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

دستگاهی مناسب برای خرد کردن کلوخه‌های ذرات خاک خشک‌شده در هوا بدون شکستن ذرات منفرد

۶-۱۷ سایر ابزارها

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

۷ واکنشگرها و مواد

۷-۱ 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 نکته مراجعه شود). برای اطلاعات خاص در مورد این ماده شیمیایی به برگه داده ایمنی (SDS)^۱ آن مراجعه شود.

نکته: خاک‌های ریزدانه که نیاز به استفاده از ماده پراکنده‌ساز دارند، آن‌هایی هستند که به راحتی در آب پخش نمی‌شوند، مانند برخی از رس‌ها با خاصیت خمیری زیاد 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، به‌طوری‌که غلظت آن برابر ۵ g/L در حجم تعلیق نهایی خاک خواهد بود. فرمول شیمیایی پراکنده‌ساز که در بالا نشان داده شده تقریبی است.

۷-۲ ایزوپروپیل الکل

ایزوپروپیل الکل همچنین به نام ایزوپروپانول الکل یا الکل سایشی^۲ نیز شناخته می‌شود به‌عنوان یک مهارکننده 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 مجاز آزمون است. استفاده از آب لوله‌کشی مجاز نیست.

۸ نمونه‌برداری

۸-۱ 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 مقدار رطوبت خاک حفظ شود.

^۱ safety data sheet

^۲ rubbing alcohol

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 مصالح استفاده شده برای این آزمون‌ها استفاده کنید.

۸-۳ نمونه می‌تواند از منابع مختلفی بوده و شامل محدوده وسیعی 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)، لوله‌های نمونه^۱ 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 مصالح اصلی، نمونه دست‌خورده^۲ 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 مواردی که در بالا به آن اشاره 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 هنگامی که نمونه حاوی ذرات بزرگ‌تر از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹٫۵ mm) باشد، باید فراوری شود تا نمونه کاهش‌یافته 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 کاهش‌یافته باید دارای حداکثر اندازه ذرات عبوری از الک $\frac{3}{8}$ in. (۹٫۵ mm) یا الک کوچک‌تر باشد.

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

۹ آماده‌سازی آزمون

۹-۱ تهیه آزمون

این استاندارد دو روش آماده‌سازی برای به‌دست آوردن آزمون ته‌نشینی از نمونه کاهش‌یافته بیان می‌کند: مرطوب و خشک‌شده در هوا. در این روش‌های آماده‌سازی، مرطوب و خشک‌شده در هوا به شرایط ماده یا نمونه‌ای اشاره دارد که در اندازه ذرات و جرم مناسب کاهش می‌یابد. آزمون نباید روی مصالح خشک‌شده در گرم‌خانه انجام شود. روش آماده‌سازی مرطوب باید برای آزمون مرجع (داوری) و برای نمونه‌هایی که در حالت خشک‌شده در هوا دریافت نمی‌شوند، استفاده شود. روش خشک‌شده در هوا فقط باید روی مصالحی که در حالت خشک‌شده در هوا دریافت می‌شوند استفاده شود (به نکته مراجعه شود). از آنجا که برخی خاک‌های ریزدانه و خشک‌شده در هوا به‌صورت کلوخه‌ای می‌باشند، از یک هاون و کوبه با پوشش لاستیکی برای شکستن

¹ tube samples

² degraded sample

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 مصالح و به‌دست آوردن یک آزمون معرف با استفاده از مقسم، چهارقسمتی کردن، یا نمونه‌برداری از انبار مصالح مرطوب در استاندارد ASTM D6913 پیوست A2، بیان شده است.

نکته: خشک شدن در هوا باعث تغییرات غیرقابل برگشت ذرات رس می‌شود که باعث ایجاد لخته‌های دائمی شده و بخش ریزدانه را کاهش می‌دهد.

۲-۹ آماده‌سازی مرطوب (مرجع)

این روش آماده‌سازی باید برای مصالحی که در حالت خشک‌شده در هوا دریافت نمی‌شوند، استفاده شود. این روش به‌ویژه برای هر خاکی که به دلیل خشک شدن تغییراتی در خواص آن‌ها حاصل شده مانند اکثر خاک‌های آلی، خاک‌های ریزدانه با خاصیت خمیری بسیار زیاد، خاک‌های گرمسیری و خاک‌های حاوی هالوسیت^۱، بسیار مهم است. این مصالح کاملاً مخلوط می‌شوند تا یک نمونه کاهش‌یافته یکنواخت به‌دست آید. باید 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.

۳-۹ آماده‌سازی خشک‌شده 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.

۴-۹ اگر نمونه کاهش‌یافته حاوی ذراتی بزرگ‌تر از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) باشد، مصالح باید با استفاده از الک شماره ۱۰ (۲۱۰ mm) یا الک ریزتر جدا شوند. کل نمونه کاهش‌یافته را روی الک شماره ۱۰ (۲۱۰ 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 مصالح 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 مصالحی که از الک عبور می‌کند باید معرف بخش عبوری باشد. مصالحی 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 حداکثر جرم مرطوب مورد نیاز برای آزمون ته‌نشینی را با استفاده از معادله (۱) تخمین بزنید (به نکته مراجعه شود):

$$M_{mest} = H_c \times \left(\frac{100}{\%est} \right) \times \left(1 + \left(\frac{w_{cest}}{100} \right) \right) \quad (1)$$

که در آن:

^۱ halloysite

M_{mest} حداکثر جرم مرطوب تخمینی به نزدیک‌ترین g ۱؛

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

est درصد تخمینی مصالح عبوری از الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) به نزدیک‌ترین ۱٪؛

w_{cest} مقدار رطوبت تخمینی به نزدیک‌ترین ۱٪.

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

۹-۶ اگر نمونه ته‌نشینی حاوی مصالح به اندازه کافی است، نمونه ته‌نشینی را با مقسم به چهار قسمت و یا دست‌کم دو قسمت تقسیم کنید: یکی برای تعیین مقدار رطوبت و دیگری برای آزمون ته‌نشینی. آزمونه مقدار رطوبت باید حاوی g (50 ± 10) از مصالح باشد. آزمونه ته‌نشینی باید کم‌تر از حد محاسبه‌شده در زیربند ۹-۵ باشد.

۹-۷ اگر نمونه ته‌نشینی مصالح محدودی دارید، آزمونه‌ای برای مقدار رطوبت به‌دست نیاورید. جرم خشک، M_d ، آزمونه ته‌نشینی را در پایان آزمون همان‌طور که در زیربند ۱۱-۱۲ بحث و در زیربند ۱۲-۱-۲ محاسبه‌شده است، به‌دست آورید. جرم را به کمتر از حد محاسبه‌شده در زیربند ۹-۵ کاهش دهید.

نکته: اگر بعد از تقسیم / چهارقسمتی کردن، مصالح برای به‌دست آوردن جرم‌های لازم برای آزمونه‌های ته‌نشینی و مقدار رطوبت کافی باشد، نمونه ته‌نشینی دارای مصالح کافی در نظر گرفته می‌شود. اگر مصالح کافی برای به‌دست آوردن هر دو جرم لازم آزمونه‌ها وجود نداشته باشد، نمونه ته‌نشینی، دارای مصالح محدود در نظر گرفته می‌شود.

۹-۸ جرم خاک مرطوب، M_m ، مورد استفاده برای آزمون ته‌نشینی را تا نزدیک‌ترین g ۰٫۰۱ یادداشت کنید.

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

۹-۱۰ در صورت موجود بودن مصالح کافی، بلافاصله از آزمونه دیگری برای تعیین مقدار رطوبت طبق استاندارد ASTM D2216 استفاده کنید و مقدار رطوبت، w_c را تا نزدیک‌ترین ۰٫۱٪ یادداشت کنید.

۱۰ تصدیق^۱ / آماده‌سازی دستگاه‌ها

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 پریدگی^۲ باشد که

^۱ verification

^۲ cracks and chips

می‌تواند یکپارچگی هیدرومتر را به خطر بیندازد. بدنه و ساقه هیدرومتر به‌ندرت در طول زمان تغییر می‌کند، مگر اینکه در معرض مواد خورنده قرار بگیرند یا آسیب‌دیده باشند، یعنی بریده یا ترک‌خورده 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.

۱۰-۱-۱ خوانش‌های هیدرومتر

خوانش‌های هیدرومتر به نزدیک‌ترین ربع تقسیم‌بندی انجام می‌شود (به نکته مراجعه شود). خوانش هیدرومتر می‌تواند دشوار باشد. یک هیدرومتر که به‌درستی قرار داده شده است، هنگام رها شدن در تعلیق خاک، نباید حرکت یا چرخش قابل‌توجهی 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 اضافه شده و باعث می‌شود عدد خوانش حاصله خیلی کم باشد. اگر ساقه تمیز نباشد، تغییراتی در بالآمَدگی قوس ایجاد می‌شود. در این کاربرد، هیدرومترها به دلیل بیان شده در زیربند ۱۰-۳ همیشه در بالای قوس خوانده می‌شوند.

نکته: خوانش هیدرومتر تا نزدیک‌ترین تقسیم‌بندی $\frac{1}{4}$ در حین ۵ min تا ۸ min اول آزمون ممکن است دشوار باشد. در آن زمان، خواندن هیدرومتر تا نزدیک‌ترین تقسیم‌بندی $\frac{1}{4}$ قابل‌قبول است.

۱۰-۱-۲ 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. باید این مراحل وارد کردن، بین ۵ s تا ۱۵ s طول بکشد.

۱۰-۲ تصحیح دما-چگالی

در حین آزمون، چگالی سیال تعلیق تغییر می‌کند، بنابراین در محاسبات مربوط به مقدار ذرات 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 توام^۱ 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 به‌طور 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.

^۱companion measurements

۱-۲-۱۰ محلول مرجع

محلول مرجع باید با همان مقدار پراکنده‌ساز تعلیق خاک تهیه شود. یک استوانه کنترلی 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.

۱-۲-۱۰-۱ اندازه‌گیری‌های توام

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 min استفاده شود. زمان سپری شده و خوانش‌های هیدرومتر و دمای استوانه کنترلی را فقط هنگام اندازه‌گیری در برگه (های) داده یادداشت کنید (به نکته مراجعه شود).

نکته: از خوانش‌های یک استوانه کنترلی ممکن است برای چندین استوانه آزمون استفاده شود؛ بنابراین، اگر خوانش هیدرومتر و دما در استوانه کنترلی فقط یک‌بار در طول ۳۰ min 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 min اول، هنگامی که یک اندازه‌گیری در واقع تعیین نشده باشد، برای بار دیگر نوشته نمی‌شود.

۲-۲-۱۰ 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 توام 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 ۱-۲-۱۰ شرح 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. در نوسانات دمایی، اجازه دهید تا استوانه 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.

۱-۲-۲-۱۰ هیدرومتر 151H، وزن مخصوص سیال را نسبت به آب مقطر در 20°C اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌گیری‌های واسنجی برای محاسبه ثابت A طبق معادله (۲) استفاده می‌شود. انحراف معیار پنج مقدار محاسبه شده « A » باید کمتر از ۰٫۰۰۵ باشد. هنگام محاسبه تصحیح دما-چگالی، از مقدار میانگین A استفاده می‌شود.

$$A_n = R_{151,n} + (7,784 \times 10^{-6} \times T_n) + (4,959 \times 10^{-6} \times T_n^2) \quad (۲)$$

که در آن:

A میانگین تغییر وزن مخصوص (هیدرومتر 151H)، تا نزدیک‌ترین ۰٫۰۰۰۱؛
 $R_{151,n}$ وزن مخصوص هیدرومتر 151H هنگام خوانش، n أم، در محلول مرجع، قابل خواندن تا ۰٫۰۰۰۲۵ یا بهتر؛
 T دما در هنگام خواندن، n أم، قابل خواندن تا ۰٫۵ °C یا بهتر؛
 n نمایه پایین 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 ۲۰ °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 نکته مراجعه شود). انحراف معیار پنج مقدار « B » باید کمتر از ۰٫۵ g/L باشد. هنگام محاسبه تصحیح دما-چگالی از مقدار میانگین B استفاده می‌شود.

$$B_n = R_{152,n} + (1,248 \times 10^{-2} \times T_n) + (7,950 \times 10^{-3} \times T_n^2) \quad (۳)$$

که در آن:

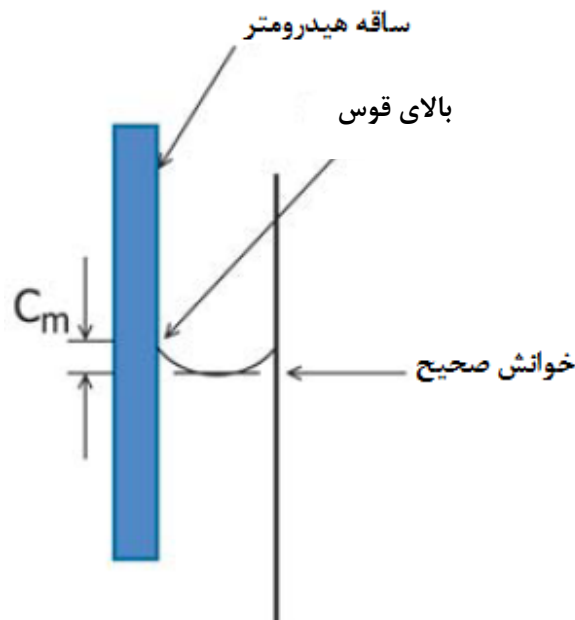
B میانگین تغییر خوانش جرم (هیدرومتر 152H)، تا نزدیک‌ترین ۰٫۱؛
 $R_{152,t}$ جرم در هیدرومتر محلول مرجع هنگام خواندن n أم، قابل خواندن تا ۰٫۲۵ g/L یا بهتر؛
 T دما در هنگام خوانش n أم، قابل خواندن تا ۰٫۵ °C یا بهتر؛
 n نمایه پایین نشان‌دهنده شماره خوانش در هنگام واسنجی.

نکته: 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 ۲۰ °C (۰٫۹۹۸۲۱ 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 مؤثر 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. نگه‌داشتن 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

۱۰-۴ عمق مؤثر

عمق مؤثر، که به آن «عمق واقعی»^۱ نیز گفته می‌شود، در محاسبه فاصله سقوط ذره برای هر خوانش استفاده می‌شود. عمق مؤثر به عنوان مرکز (حجم) شناوری هیدرومتر به سطح تعلیق خاک تعریف می‌شود. معادله عمق مؤثر هنگامی که هیدرومتر بین خوانش‌ها وارد و خارج می‌شود به اندازه‌گیری‌های ابعادی اصلی برای انجام محاسبه نیاز دارد. به شکل ۵ مراجعه شود.

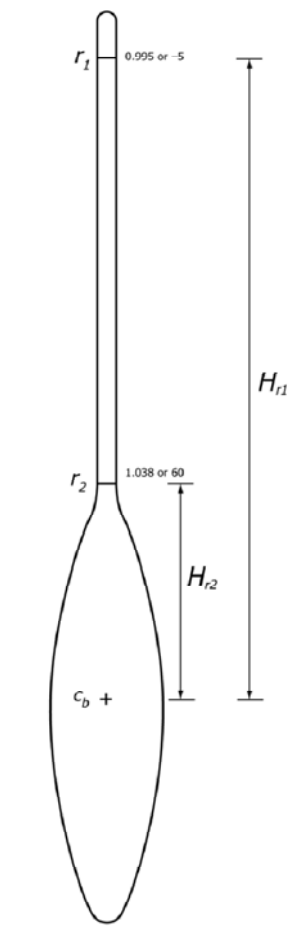
^۱ true depth

۱-۴-۱۰ با استفاده از فرایندی که در زیربند «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 قاعده ساقه هیدرومتر است.

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

۳-۴-۱۰ 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 شود.

۴-۴-۱۰ با استفاده از فرایندی که در زیربند «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 شود.

۱۰-۷ سایر تجهیزات

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 اجرای 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 به‌دست 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 شیر مانند تشکیل شود. توصیه می‌شود مقدار آب آزمونی که در این مرحله افزوده می‌شود، فقط به‌اندازه‌ای 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 نکته مراجعه شود).

نکته: اگر مخلوط کردن با دست، مؤثر 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، به‌شدت تکان دهید. توجه داشته باشید که جام پراکندگی حدود ۴۰۰ mL گنجایش دارد و دستگاه همزن فقط برای پراکنده کردن کلوخه‌های خاک که از بین میله‌ها عبور خواهد کرد، مؤثر 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 آبغشان 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 نکته مراجعه شود).

نکته: زیربند ۱۱-۲-۱ فرایند مرجع (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 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 $1000 \text{ mL} \pm 1 \text{ mm}$ 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 اما حجم آن در استوانه ته‌نشینی از 250 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) 7 kPa را نشان دهد. این فشار اولیه برای جلوگیری از ورود دوغاب به داخل جت‌های هوا هنگام قرار دادن دستگاه در استوانه و از بین بردن هرگونه آب متراکم شده در لوله‌ها، مورد نیاز است. سپس، دستگاه را به آرامی در دوغاب قرار دهید. اطمینان حاصل کنید که درپوش لاستیکی در قسمت بالای استوانه به‌طور ایمن در جای خود قرار گرفته است به‌طوری‌که از خارج شدن دوغاب از استوانه جلوگیری کند.

۱۱-۲-۲-۲ برای خاک‌های رسی فشار را تا 170 kPa و برای خاک‌های ماسه‌ای فشار را تا 70 kPa افزایش دهید. پس از رسیدن فشار، دوغاب را به مدت 5 min پراکنده کنید. در پایان 5 min ، فشار را به 7 kPa کاهش داده و جت‌های هوا را از دوغاب خارج کرده و هرگونه دوغاب باقی‌مانده روی افزاره را دوباره به داخل استوانه بشوید. پس از شستشوی افزاره، جریان هوا را به افزاره خاموش کرده و آب آزمون را به استوانه ته‌نشینی اضافه کنید تا قسمت پایین قوس دوغاب به نشانه $1000 \text{ mL} \pm 1 \text{ mm}$ برسد.

۱۱-۳ دوغاب را با استفاده از همزن دستی روش مرجع (داوری) یا روش سر و ته کردن مخلوط کنید (به نکته مراجعه شود). دستگاه همزن دستی برای اختلاط، روشی ترجیحی یا روش مرجع (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 شود).

نکته: هنگام استفاده از روش سر و ته کردن، احتمالاً مقداری ذرات خاک بر روی درپوش لاستیکی یا جداره استوانه ته‌نشینی در بالای نشانه 1000 mL باقی می‌ماند. مراقب باشید با از بین بردن مصالح چسبیده به درپوش لاستیکی یا دست زدن به لبه استوانه، مصالح زیادی از دست ندهید. این ذرات را با شستشو داخل استوانه ته‌نشینی وارد نکنید. از دست دادن جزئی جرم (در صورت مراقبت، حدود 0.2 g یا کمتر) نسبت به افزودن آب (حدود 5 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 سانتی‌متری هم بزنید تا هر مصالح چسبیده در کف استوانه از آن جدا شود. توصیه می‌شود پس از جدا شدن مصالح، همزن به سرعت به سمت پایین حرکت کند تا زمانی که پره تقریباً با کف استوانه تماس پیدا کند و سپس با حرکتی آهسته‌تر به سمت بالا حرکت کند. بهتر است حرکت به سمت پایین حدود 1 s تا 2 s و حرکت به سمت بالا حدود 2 s تا 3 s 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 نکته مراجعه شود). استفاده از روش سر و ته کردن استوانه بسیار کارآمد نیست و در هنگام آزمون رس های بسیار پلاستیکی، وارونه کردن برای بیشتر از یک دقیقه مورد نیاز است. این روش هم زدن ممکن است باعث خروج برخی از تجمعات خاک شود. استفاده از همزن بسیار ترجیح داده می شود.

نکته: بهتر است در یک دقیقه تقریباً ۶۰ مرتبه آن را بالا و پایین (سر و ته) کنید که این چرخش و سر و ته کردن دو دور به حساب می آید. توصیه می شود هر خاکی که در چند دور اول در پایین استوانه باقی می ماند باید با تکان دادن شدید استوانه در حین وارونه شدن شل (سست) و رها شود.

۱۱-۴ اگر از اندازه گیری توام برای به دست آوردن اصلاح دما-چگالی استفاده می کنید، 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 می شود، تهیه کنید. آب آزمون را به استوانه ته نشینی 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 آماده سازی اجازه می دهد تا دما متعادل و آزمون از لختگی خارج شود (به نکته مراجعه شود). اکنون دوغاب خاک به عنوان تعلیق خاک شناخته می شود.

نکته: پیوند قوی بین ذرات می تواند در تعلیق با غلظت های زیاد نمک ایجاد شود. پراکنده ساز در شکستن این پیوندها مؤثر نخواهد بود. در چنین شرایطی توصیه می شود نمک قبل از شروع آزمون ته نشینی از خاک شسته شود. این شستشو نیازمند تلاش زیاد است و فراوری مصالح با دشواری همراه می باشد و در این استاندارد مورد بحث قرار نمی گیرد.

۱۱-۶ در پایان دوره آماده سازی، تعلیق را از نظر وجود نشانه هایی از لخته شدگی بررسی کنید (به نکته مراجعه شود). اگر تعلیق نشانه هایی از لخته شدن داشته باشد، این آزمون نامعتبر بوده و توصیه می شود تعلیق دور ریخته شود زیرا به ماده پراکنده ساز آلوده شده است. برای جلوگیری از لخته شدن، باید آزمون جدیدی تهیه و آماده سازی شود. چنین آماده سازی خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است.

نکته: تشخیص لخته شدن ذرات رس می تواند دشوار باشد. لخته شدگی جزئی، توزیع اندازه ذرات (دانه بندی) را به سمت بخش درشت تر تغییر می دهد. با متوقف شدن فرایند ته نشینی، لخته شدگی متوسط، باعث می شود یک پهنه صاف در منحنی ایجاد شود، زیرا فرایند ته نشینی متوقف می شود. لخته شدگی زیاد، ته نشینی را در مراحل اولیه دچار توقف کامل می کند. فقط لخته شدن عمده به صورت چشمی قابل تشخیص بوده که کمبود مصالح جمع شده در کف استوانه، یک لایه سطحی از سیال شفاف یا ترک های افقی در تعلیق را نشان می دهد.

۱۱-۷ هنگامی که تعلیق به تعادل دمایی رسید و لخته زدایی شد، تعلیق باید یک بار دیگر مخلوط شود تا یک تعلیق یکنواخت ایجاد شود. فرایند مخلوط کردن را همان طور 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 مزاحمتی 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، زمان‌سنج 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، زمان‌سنج را پس از اتمام آخرین وارونگی، به کار اندازید.

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

۱۱-۸-۱ حدود ۱۵ s تا ۲۰ s 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 به صورت ساکن درآمد، در زمان‌های تعیین‌شده، خوانش هیدرومتر، t_m را تا نزدیک‌ترین ربع تقسیم‌بندی 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 s تا ۱۰ s 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 نکته مراجعه شود). همین‌که 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.

نکته: 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 (آشفستگی) ایجاد کند. پس از بیرون آوردن ابزار سنجش دما، استوانه را بپوشانید تا هنگامی که زمان بین خوانش‌ها بیشتر از ۵ min است، از تبخیر جلوگیری شود.

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

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

۱۱-۱۱-۱ اگر جرم خشک، M_d ، آزمون ته‌نشینی از یک آزمون توام تعیین شده باشد، تعلیق خاک اکنون آماده است تا بر روی الک شماره ۲۰۰ ($75 \mu m$) شسته شود.

۱۱-۱۱-۱-۱ تعلیق را مجدداً مخلوط کنید تا رسوبات در کف استوانه جابه‌جا 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 مصالح از بین نرود. قبل از انتقال مصالح نگهداری شده روی الک به داخل ظرف گرم‌خانه خشک‌کن، اطمینان حاصل کنید که هیچ مصالح باقی‌مانده‌ای در استوانه وجود نداشته باشد و آب شستشو شفاف باشد. شناسه ظرف را یادداشت کرده و فرایند زیربند ۱۱-۱۳ را ادامه دهید.

۱۱-۱۲-۱ اگر جرم خشک، M_d ، آزمون ته‌نشینی با استفاده از مقدار آب آزمون همراه به‌دست آمده در زیربند ۹-۱۰ تعیین نشده باشد، جرم خشک از تعلیق خاک به‌کار رفته در آزمون ته‌نشینی به‌دست می‌آید.

۱۱-۱۲-۱-۱ 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 گرم‌خانه خشک‌کن منتقل کنید. برای سهولت انتقال کامل تعلیق، استوانه را به‌هم بزنید تا خاک همان‌طور که در زیربند ۱۱-۳ شرح داده شده پخش شود (به نکته مراجعه شود). 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.

نکته: برای توزیع کافی خاک، لازم نیست که دقیقاً الزامات زیربند ۱۱-۳ را دوباره انجام دهید. برای جابه‌جا کردن مصالح از ته (کف) 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.

۱۱-۱۲-۲-۱ تعلیق را تا رسیدن به جرم ثابت در گرم‌خانه خشک‌کن در دمای $(5 \pm 11)^\circ C$ خشک کنید. معمولاً هنگامی که از خشک‌کن با گردش هوا استفاده می‌شود، جرم ثابت پس از ۴۸ h به‌دست می‌آید. در صورت عدم اطمینان در مورد خشک شدن کامل آزمون، 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 نکته مراجعه شود).

نکته: 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 فاصله کنترل جرم ثابت افزایش می‌یابد. سطح وسیع آزمون 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 ظرفی با درپوش محکم یا مهر و موم شده خنک شود. پس از خنک شدن ظرف، جرم خشک خاک به علاوه ماده پراکنده ساز، M_{dd} را تا نزدیکترین 0.01 g تعیین و یادداشت کنید.

۱۱-۱۲-۴ پس از ثبت جرم خشک خاک به علاوه ماده پراکنده ساز، M_{dd} ، آزمون را با آب شیر بیوشانید 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 خیس خورده را روی الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$) بریزید (به نکته مراجعه شود). در انتقال تعلیق خاک از ظرف به الک شستشو دقت کنید تا مواد از بین نرود. قبل از انتقال مصالح باقی مانده روی الک به داخل ظرف گرمخانه خشک کن، اطمینان حاصل کنید که هیچ مصالحی در ظرف باقی نمانده است 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.

نکته: استاندارد ASTM D1140 اطلاعاتی در مورد شیوه های شستشو بیان می کند.

۱۱-۱۳ مواد باقی مانده 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 می شود، جرم ثابت پس از یک شب (حدود ۱۲ h تا ۱۶ h) به دست می آید. 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 ظرفی با درپوش محکم 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 0.01 g تعیین کنید. در طی فرایند شستشو، ماده پراکنده ساز 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 یکی از روش های 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 ته نشینی، جرم خشک آزمون ته نشینی را بر اساس معادله (۴) محاسبه کنید:

$$M_d = \frac{M_m}{1 + \left(\frac{w_c}{100}\right)} \quad (4)$$

که در آن:

M_d جرم خاک خشک، نزدیکترین 0.01 g ؛

M_m جرم خاک مرطوب نزدیک‌ترین g ۰٫۰۱؛ و
 w_c مقدار رطوبت خاک، نزدیک‌ترین $\%$ ۰٫۱.

۱۲-۱-۱ 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 (۵) 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 به‌علاوه 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 نقطه صفر (افست)^۱ هیدرومتر، $r_{d,m}$ ، خوانش هیدرومتر تصحیح‌شده را با استفاده از معادله زیر که با هیدرومتر استفاده شده در طی آزمون متناظر است، محاسبه کنید.

۱۲-۲-۱ برای هیدرومتر 151H، با استفاده از معادله (۶)، نقطه صفر را برای هر خوانش آزمون ته‌نشینی محاسبه کنید:

$$r_{d,m} = A - 7,784 \times 10^{-6} \times T_m - 4,959 \times 10^{-6} \times T_m^2 \quad (۶)$$

که در آن:

$r_{d,m}$ نقطه صفر وزن مخصوص هیدرومتر 151H در خوانش m ، نزدیک‌ترین ۰٫۰۰۰۱ (بدون بعد)؛

A میانگین تغییرات وزن مخصوص (هیدرومتر 151H) نزدیک‌ترین ۰٫۰۰۰۱ (بدون بعد)؛

T دما در خوانش m ، قابل‌خواندن تا 0.5°C یا بهتر؛ و

m نمایه پایین نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

۱۲-۲-۲ برای هیدرومتر 152H با استفاده از معادله (۷)، مقدار نقطه صفر را برای هر خوانش آزمون ته‌نشینی محاسبه کنید:

$$r_{d,m} = B - 1,248 \times 10^{-2} \times T_m - 7,950 \times 10^{-3} \times T_m^2 \quad (۷)$$

که در آن:

$r_{d,m}$ نقطه صفر هیدرومتر 152H در خوانش m ، نزدیک‌ترین g/L ۰٫۱؛

^۱ offset reading

B میانگین تغییرات جرم (هیدرومتر 152H) نزدیک‌ترین g/L 0.1 ؛
 T دما در خوانش m ، قابل خواندن تا $0.5^\circ C$ یا بهتر؛ و
 m نمایه پایین نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

۱۲-۳ تصحیح دما - چگالی: اندازه‌گیری همراه

هنگام استفاده از اندازه‌گیری همراه برای به‌دست آوردن تصحیح دما-چگالی، از خوانش ثبت‌شده نقطه صفر هیدرومتر که از استوانه کنترلی خوانده‌شده $r_{d,m}$ استفاده کنید که با هیدرومتر استفاده شده در حین آزمون، متناظر است.

۱۲-۴ درصد جرم ریزتر

برای هر خوانش هیدرومتر که در تعلیق خاک گرفته می‌شود، 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 (۸) محاسبه و یادداشت کنید:

$$N_m = \left(\frac{G_s}{G_s - 1} \right) \left(\frac{V_{sp}}{M_d} \right) \rho_c (r_m - r_{d,m}) \times 100 \quad (8)$$

که در آن:

N_m درصد جرم مواد ریزتر در خوانش m نزدیک‌ترین 0.1 ؛

V_{sp} حجم تعلیق، نزدیک‌ترین cm^3 0.1 ؛

ρ_c چگالی آب در دمای واسنجی شده توسط سازنده، برحسب g/cm^3 (به نکته مراجعه شود)؛

M_d جرم خاک خشک آزمون ته‌نشینی، نزدیک‌ترین g 0.01 ؛

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

r_m خوانش هیدرومتر در تعلیق، در خوانش m ، نزدیک‌ترین 0.0025 (بدون بعد)؛

$r_{d,m}$ خوانش نقطه صفر هیدرومتر از محلول مرجع در دمای مشابه با خوانش m ، نزدیک‌ترین 0.001 (بدون بعد)؛ و

m نمایه پایین نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

نکته: چگالی آب در زمان واسنجی به دما در زمان واسنجی بستگی دارد. هیدرومترهای 151H و 152H در دمای $20^\circ C$ واسنجی می‌شوند که چگالی g/cm^3 0.99821 را می‌دهد.

۱۲-۴-۲ برای هر بار خوانش هیدرومتر 152H، درصد جرم ریزتر را با استفاده از معادله (۹) محاسبه و یادداشت کنید:

$$N_m = 0,6226 \times \left(\frac{G_s}{G_s - 1} \right) \times \left(\frac{V_{sp}}{M_d} \right) (r_m - r_{d,m}) \times \left(\frac{100}{1000} \right) \quad (9)$$

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 g/L؛ و

$r_{d,m}$ خوانش نقطه صفر هیدرومتر از محلول مرجع در دمای مشابه با خوانش m ، نزدیک‌ترین ۰٫۱ g/L.

۱۲-۵ عمق مؤثر

این مقدار در محاسبه فاصله سقوط ذرات برای هر بار خوانش هیدرومتر اندازه‌گیری می‌شود. معادله (۱۰) برای محاسبه فاصله حرکت ذرات هنگام وارد شدن هیدرومتر بلافاصله قبل از خوانش و خارج کردن آن تا خوانش بعدی استفاده می‌شود.

$$H_m = H_{r2} + \left(\frac{(H_{r1} - H_{r2})}{(r_2 - r_1)} \times (r_2 - r_m + C_m) \right) - \left(\frac{V_{hb}}{2A_c} \right) \quad (10)$$

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، بر حسب cm؛

V_{hb} حجم حباب هیدرومتر تا پایین ساقه، نزدیک‌ترین cm^3 ؛

A_c سطح مقطع استوانه ته‌نشینی، نزدیک‌ترین cm^2 ؛

H_r فاصله بین مرکز (حجم) شناوری و حداقل (H_{r1}) و حداکثر (H_{r2}) خوانش هیدرومتر، نزدیک‌ترین ۰٫۱ cm؛

r_m خوانش هیدرومتر در تعلیق، در خوانش m هیدرومتر 151H: قابل خواندن تا ۰٫۰۰۲۵ (بدون بعد)، هیدرومتر 152H: قابل خواندن تا ۰٫۲۵ g/L؛

C_m اصلاح قوس: هیدرومتر 151H تا نزدیک‌ترین ۰٫۲۵ درجه‌بندی (بدون بعد) و هیدرومتر 152H تا نزدیک‌ترین ۰٫۲۵ g/L؛

r حداقل (r_1) و حداکثر (r_2) خوانش هیدرومتر (بدون بعد یا g/L)؛ و

m نمایه پایین 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:

$$D_m = \left(\sqrt{\frac{18\mu}{\rho_w g (G_s - 1)} \times \frac{H_m}{t_m}} \right) \times 100 \quad (11)$$

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 نمایه پایین نشان‌دهنده شماره خوانش در حین آزمون ته‌نشینی.

نکته: معادله (۱۱) چگالی و گرانیروی آب را در طی آزمون ته‌نشینی ثابت فرض می‌کند؛ بنابراین، مقادیر گرانیروی و چگالی آب تا سه رقم معنادار گرد می‌شوند

۷-۱۲ 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 (۱۲) محاسبه کنید:

$$P_p = 100 \left(1 - \frac{M_{dr}}{M_d} \right) \quad (12)$$

که در آن:

P_p 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 0.01 g گرم؛ و

M_{dr} جرم خشک مانده روی الک شماره ۲۰۰ ($75\text{ }\mu\text{m}$)، تا نزدیک‌ترین 0.01 g .

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

۱-۱۳ روش مورد استفاده برای مشخص کردن چگونگی یادداشت داده‌ها در برگه داده‌ها یا برگه‌های آزمون، همان‌طور که در زیر ارائه شده است، در زیربند ۱-۱۳ و استاندارد ASTM D6026 بیان شده است (به نکته ۱ مراجعه شود).

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

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

۲-۲-۱۳ 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 در هوا.
- ۱۳-۲-۴ وزن مخصوص آزمونه ته‌نشینی و اشاره کردن به اینکه آیا مقدار آن فرض یا اندازه‌گیری شده است.
- ۱۳-۲-۵ شناسه دستگاهی 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 افزاره 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 آت‌ریگ طبق استاندارد ASTM D2487.
- ۱۳-۲-۹ هر ماده‌ای که از آزمونه ته‌نشینی خارج شده است را توصیف کنید.
- ۱۳-۲-۱۰ هر مشکلی که پیش آمده است را شرح دهید.
- ۱۳-۲-۱۱ هرگونه آزمون قبلی انجام‌شده روی آزمونه را مشخص کنید.
- ۱۳-۳ حداقل داده‌های آزمونه شامل موارد زیر را یادداشت کنید:
- ۱۳-۳-۱ اندازه الک جدایش.
- ۱۳-۳-۲ در صورت تعیین، مقدار رطوبت مصالح 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 به دست 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، نقطه صفر (افست) و عمق مؤثر از آزمون ته‌نشینی تنظیم شده به صورت جدول.

۱۳-۳-۱۰ درصد جرم مواد ریزتر و قطر ذره، برحسب mm تنظیم شده به صورت جدول.

۱۳-۳-۱۱ منحنی درصد عبوری در برابر لگاریتم اندازه ذره برحسب mm (به نکته ۲ مراجعه شود).

نکته ۱: پیوست «ب» یک نمونه از برگ داده و یک نمونه از نمایش گرافیکی نتایج آزمون را نشان می‌دهد.

نکته 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 واریابی

۱-۱۴ دقت

این تخمین‌های دقت بر اساس نتایج برنامه آزمون بین آزمایشگاهی انجام‌شده توسط برنامه خاک و آزمون مرجع ASTM به‌دست آمده است. این برنامه به‌منظور آماده‌سازی برای نوشتن استاندارد ASTM D7928 روش آزمون توزیع اندازه دانه‌های (دانه‌بندی) خاک‌های ریزدانه با تحلیل ته‌نشینی (هیدرومتر) انجام‌شده 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، درحالی‌که آزمایشگاه‌های دیگر یک آزمون را برای هر نوع خاک (آزمایشگاه تک آزمون) 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 مشخص‌شده در حین آزمون در یک دوره زمانی (تا ۱۴۴۰ min) گزارش کردند.

۱۴-۲ هر «نتیجه آزمون» معرف یک تعیین یکتایی است. به‌استثنای 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 به‌عنوان 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 (برابری)^۲ دو نتیجه آزمون، توصیه می‌شود موادی را انتخاب کنید که از نظر خصوصیات نزدیک به ماده آزمون است.

^۱ structured water

^۲ equivalency

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٪ ریزدانه، $LL = 60$ ، $PI = 39$ ، قهوه‌ای مایل به خاکستری، خاک در هوا خشک شده و پودر شده بود. نام محلی - رس ویکسبورگ باکشات^۱

CL - خاک رس لاغر، CL، ۸۹٪ ریزدانه، $LL = 33$ ، $PI = 13$ ، خاکستری، خاک در هوا خشک شده و پودر شده بود. نام محلی - رس آنابولیس^۲

ML - لای (سیلت)، ML، ۹۹٪ ریزدانه، $LL = 27$ ، $PI = 4$ ، قهوه‌ای روشن، خاک در هوا خشک شده و پودر شده بود. نام محلی - لای ویکسبورگ^۳

۱۴-۵ تکرارپذیری (r)

اختلاف بین نتایج تکراری به‌دست‌آمده توسط یک آزمایش‌گر در یک آزمایشگاه با استفاده از روش آزمون و دستگاه 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 از ۲۰ مورد می‌تواند از مقادیر زیر بیشتر شود.

۱۴-۵-۱ تکرارپذیری را می‌توان به‌عنوان حداکثر تفاوت بین دو نتیجه تفسیر کرد که در شرایط تکرارپذیر به‌دست آمده و به دلایل تصادفی در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون به‌عنوان 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 به‌دست‌آمده توسط آزمایش‌گرهای متفاوت با استفاده از روش آزمون یکسان در آزمایشگاه‌های مختلف با استفاده از دستگاه متفاوت بر روی مصالح یکسان، در دراز مدت، در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون، تنها در یک مورد از ۲۰ مورد می‌تواند از مقادیر زیر بیشتر شود.

۱۴-۶-۱ تجدیدپذیری را می‌توان به‌عنوان حداکثر تفاوت بین دو نتیجه تفسیر کرد که در شرایط تجدیدپذیر به‌دست آمده و به دلایل تصادفی در عملکرد عادی و صحیح روش آزمون به‌عنوان 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 کار برده می‌شود.

^۱ Vicksburg Buckshot clay

^۲ Annapolis clay

^۳ Vicksburg silt

۱۴-۸ هر گونه قضاوت مطابق با بیانیه زیربندهای 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 اریبی

مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این روش آزمون وجود ندارد، بنابراین اریبی نمی‌تواند تعیین شود.

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

مصلح	میانگین درصد ریزتر $\bar{X}(0)$	انحراف معیار تکرارپذیری S_r	انحراف معیار تجدیدپذیری S_R	حد تکرارپذیری r	حد تجدیدپذیری R
خوانش یک دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۹۲٫۴۰	۱٫۸۶	۲٫۸۸	۵٫۲۰	۸٫۰۶
رس با خاصیت خمیری کم	۸۰٫۴۷	۱٫۵۹	۲٫۹۵	۴٫۴۵	۸٫۲۶
لای با خاصیت خمیری کم	۸۶٫۱۷	۱٫۸۳	۳٫۰۲	۵٫۱۳	۸٫۴۵
خوانش دو دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۸۷٫۴۵	۱٫۵۱	۲٫۳۸	۴٫۲۴	۶٫۶۷
رس با خاصیت خمیری کم	۷۵٫۷۰	۱٫۱۲	۲٫۳۰	۳٫۱۴	۶٫۴۳
لای با خاصیت خمیری کم	۷۴٫۷۶	۲٫۶۶	۳٫۰۴	۷٫۴۴	۸٫۵۱
خوانش چهار دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۸۱٫۵۶	۱٫۱۸	۱٫۵۴	۳٫۳۱	۴٫۳۰
رس با خاصیت خمیری کم	۷۲٫۰۲	۰٫۹۱	۱٫۷۹	۲٫۵۵	۵٫۰۱
لای با خاصیت خمیری کم	۵۷٫۵۱	۲٫۱۵	۲٫۱۵	۶٫۰۲	۶٫۰۲
خوانش ۱۵ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۶۹٫۰۹	۰٫۵۶	۱٫۵۸	۱٫۵۶	۴٫۴۱
رس با خاصیت خمیری کم	۶۲٫۸۶	۰٫۷۲	۱٫۸۵	۲٫۰۲	۵٫۱۷
لای با خاصیت خمیری کم	۲۷٫۸۶	۲٫۱۰	۲٫۱۰	۵٫۸۸	۵٫۸۸
خوانش ۳۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۶۳٫۲۶	۱٫۳۴	۱٫۹۹	۳٫۷۵	۵٫۵۷
رس با خاصیت خمیری کم	۵۶٫۲۴	۰٫۸۶	۲٫۰۶	۲٫۳۹	۵٫۷۷
لای با خاصیت خمیری کم	۱۹٫۴۸	۰٫۸۹	۲٫۲۳	۲٫۴۸	۶٫۲۴
خوانش ۶۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۵۷٫۷۷	۱٫۱۰	۱٫۱۹۷	۳٫۰۷	۵٫۵۳
رس با خاصیت خمیری کم	۴۹٫۹۳	۰٫۶۹	۱٫۹۵	۱٫۹۲	۵٫۴۶
لای با خاصیت خمیری کم	۱۳٫۹۶	۰٫۴۸	۲٫۷۷	۱٫۳۵	۷٫۷۷
خوانش ۱۲۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۵۳٫۳۲	۰٫۶۴	۱٫۹۸	۱٫۸۰	۵٫۵۵
رس با خاصیت خمیری کم	۴۳٫۸۸	۰٫۸۵	۲٫۳۳	۲٫۳۹	۶٫۵۲
لای با خاصیت خمیری کم	۱۱٫۱۲	۰٫۹۹	۲٫۸۸	۲٫۷۷	۸٫۰۶
خوانش ۲۴۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۴۹٫۷۲	۰٫۶۲	۲٫۰۸	۱٫۷۵	۵٫۸۳
رس با خاصیت خمیری کم	۳۷٫۸۴	۰٫۵۸	۱٫۹۷	۱٫۶۳	۵٫۵۱
لای با خاصیت خمیری کم	۱۰٫۰۲	۰٫۵۰	۲٫۵۰	۱٫۴۱	۷٫۰۰۰
خوانش ۱۴۴۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۴۲٫۴۲	۰٫۷۱	۲٫۱۵	۲٫۰۰	۶٫۰۲
رس با خاصیت خمیری کم	۲۷٫۰۴	۰٫۷۷	۲٫۴۷	۲٫۱۶	۶٫۹۰
لای با خاصیت خمیری کم	۸٫۳۰	۰٫۶۰	۲٫۹۲	۱٫۶۸	۸٫۱۷

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

مصلح	میانگین درصد قطر ($\bar{X}$)	انحراف معیار تکرارپذیری S_r	انحراف معیار تجدیدپذیری S_R	حد تکرارپذیری r	حد تجدیدپذیری R
خوانش یک دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۳۷۵	۰٫۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۱۱	۰٫۰۰۲۱
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۴۰۴	۰٫۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۰۱۱	۰٫۰۰۱۷
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۳۷۷	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۱۳	۰٫۰۰۲۹
خوانش دو دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۲۷۱	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۰۱۹
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۲۹	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۱۸
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۲۸۱	۰٫۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۱۲	۰٫۰۰۲۱
خوانش چهار دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۱۹۳	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۲۳
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۲۰۵	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۲۴
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۲۱۱	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۷	۰٫۰۰۲۳
خوانش ۱۵ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۱۰۸	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۶
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۱۱۲	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۶
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۱۲۳	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۶
خوانش ۳۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری بالا	۰٫۰۰۷۸	۰	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۵
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۸۱	۰	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۵
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۴
خوانش ۶۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۰۵۶	۰	۰٫۰۰۰۱	۰	۰٫۰۰۰۳
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۵۹	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۴
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۶۵	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲
خوانش ۱۲۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۰۴۱	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۴۳	۰	۰٫۰۰۰۱	۰	۰٫۰۰۰۳
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۴۶	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱
خوانش ۲۴۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۰۲۹	۰	۰	۰	۰٫۰۰۰۱
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۳۱	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۳۳	۰	۰٫۰۰۰۱	۰	۰٫۰۰۰۱
خوانش ۱۴۴۰ دقیقه					
رس با خاصیت خمیری زیاد	۰٫۰۰۱۲	۰	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱
رس با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۱۳	۰	۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱
لای با خاصیت خمیری کم	۰٫۰۰۱۴	۰	۰٫۰۰۰۱	۰	۰٫۰۰۰۱

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 تجهیزات با رواداری‌های پذیرفته‌شده در زیر به صورت خلاصه بیان می‌شود. ابعاد هیدرومتر همان‌طور که در اینجا بیان شد دارای محدوده قابل قبول 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 بر حسب 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 پایین هیدرومتر تا خوانش مرجع، $H_b = (243-244)$ mm.

الف-۲-۲-۲ طول مقیاس اسمی اعلام‌شده همان‌طور که در استاندارد ASTM E100 بیان شده $H_s = (81-85)$ mm.

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

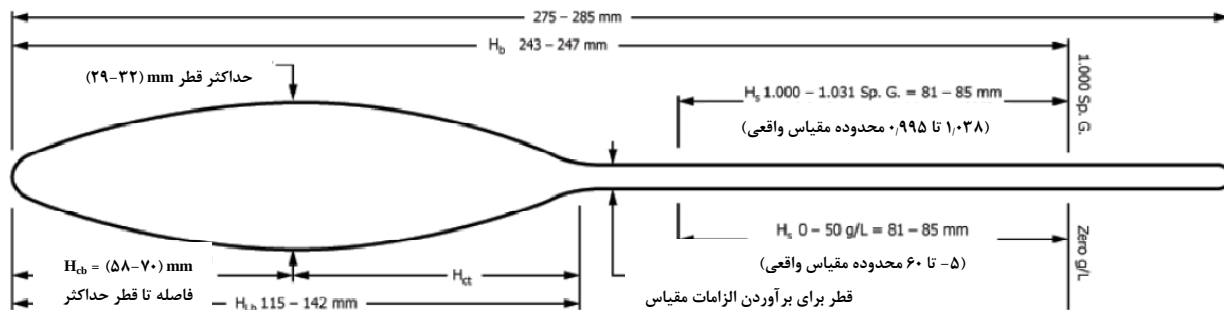
الف-۲-۴ فاصله از پایین هیدرومتر تا حداکثر قطر حباب، $H_{cb} = (58-70)$ mm (به نکته مراجعه شود).

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

نکته: ممکن است حداکثر قطر و مرکز (حجم) شناوری مکان‌های مختلفی روی حباب داشته باشد. توصیه می‌شود هنگام محاسبه عمق مؤثر، از محل مرکز (حجم) شناوری برای محاسبه H_{F1} و H_{F2} استفاده شود، از محل حداکثر قطر استفاده نشود.

الف-۲-۶ حجم غوطه‌ور شده حباب هیدرومتر، $V_{hb} = (50-72)$ cm³.

الف-۲-۷ ساقه باید یکنواخت باشد و دست کم ۱۵ mm بالاتر از بالای درجه‌بندی امتداد داشته باشد و حداقل ۳ mm زیر پایین‌ترین قسمت درجه‌بندی به صورت استوانه‌ای باقی بماند. قطر ساقه برای برآورده کردن الزامات مقیاس تنظیم شده است.



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

الف-۳ بررسی ابعاد

ابعاد ارائه شده در زیربندهای الف-۲-۲ تا الف-۲-۷ 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 نمی‌گیرد، از آن هیدرومتر نباید استفاده شود.

الف-۳-۱ 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 نشانه‌گذاری کرد. اولین انتخاب، اندازه‌گیری قطر ساقه با کولیس‌ها، افزایش دادن این اندازه‌گیری در حدود ۱ mm و نشانه‌گذاری نقطه برخورد کولیس‌ها با حباب است. روش دیگر تعیین چشمی این خط تماس و نشانه‌گذاری آن است. حس کردن نقطه تماس با انگشتان می‌تواند به تعیین چشمی کمک کند. نشانه‌گذاری 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 مقیاس (قسمت مدرج)

طول مقیاس ذکر شده باید با استفاده از کولیس یا خط‌کش ماشینی^۱ تا نزدیک‌ترین ۰/۵ mm اندازه‌گیری و یادداشت شود. خطای بیان شده در نکته زیربند الف-۲-۵ نادیده گرفته می‌شود.

^۱ machinist ruler

الف-۳-۳ مقیاس خوانش مرجع

هنگام قرار گرفتن هیدرومترها در آب مقطر بدون حباب گاز در دمای واسنجی هیدرومترها، هیدرومتر 152H باید $(1 \pm 0.1) \text{ g/L}$ و هیدرومتر 151H وزن مخصوص (1.000 ± 0.001) را در پایین قوس بخواند. در دماهای دیگری به غیر از دمای واسنجی هیدرومتر، خوانش باید با نسبت چگالی آب در دمای واسنجی به چگالی آب در دمای بررسی تنظیم شود. دمای بررسی باید تا نزدیک‌ترین 0.5°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

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 مقیاس 5 mL در هر بخش است. حجم استوانه را قبل از وارد کردن هیدرومتر تا نزدیک‌ترین 2 mL بخوانید و یادداشت کنید. هیدرومتر را فقط تا پایین ساقه (منظور قسمت انتهایی ساقه و محل اتصال ساقه به حباب است) 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 پایین 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، به جز اینکه حباب تاجایی که تغییر جرم یا سطح آب به اندازه نصف حجم حباب تعیین شده در زیربند الف-۱-۴ می‌باشد، 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 ۱۰۰۰ mL را با انجام مراحل زیر بررسی 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 ۱۰۰۰ mL روی استوانه باشد. اگر این نشانه درست نیست، استوانه را با خط صحیح ۱۰۰۰ mL دوباره نشانه‌گذاری کنید یا از این استوانه استفاده نکنید. اگر استوانه دوباره نشانه‌گذاری شود، خط درست یا نادرست باید به وضوح به این صورت مشخص شود تا از سوء استفاده از خط نشانه‌گذاری 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 ۱۰۰۰ mL 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 نکته مراجعه شود).

مساحت استوانه، A_c ، $(A_c = 1000 \times (10 / D_{1000}))$ را تا نزدیک‌ترین 0.1 cm^2 محاسبه و یادداشت کنید.

نکته: به‌عنوان مثال، اگر نشان ۱۰۰۰ mL از کف داخلی استوانه ۳۶۰ mm تعیین شود، سطح داخلی آن 27.8 cm^2 و قطر آن ۵۹.۵ mm خواهد بود. برای یک استوانه با قطر داخلی ۶۳.۵ mm، نشان ۱۰۰۰ mL باید 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

بیشتر از ۱۰۰۰ mL را تعیین و یادداشت کنید. مقدار g (1 ± 150) آب مقطر بدون حباب را به استوانه پر شده با ۱۰۰۰ mL 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، 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
(آگاهی دهنده)

مثالی از برگه‌های داده، نمودار و بررسی تجهیزات

ب-۱ کلیات

برگه‌های داده در شکل ب-۱ و شکل ب-۲ به‌عنوان مثال‌هایی برای کمک به کاربر برای نشان دادن نتایج محاسبات انجام شده ارائه شده است. شکل ب-۳ به‌عنوان 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 قوس و تعیین ثابت A برای هیدرومتر 151H است.

تحلیل هیدرومتر (..... INSO)									
تاریخ 08/15/2019		پروژه مثال		پروژه نام:		081515			
گمانه: 1		شماره آزمون: NA		شناسه چشمی:					
نمونه: 27		عمق (ft): 5.0		بله: ☐		خیر: ☒		نوع: ☐	
شناسه ترازو: BA- 001		شناسه دماسنج: TD- 001		الک جدایش: ☒		یا شماره ۱۰: ☒		روش آماده سازی از نمونه: ☒	
شناسه گرمخانه: OV- 001		شناسه الک شستشوی مربوط: WWSV- Z00-1		هوا خشک: ☒		مربوط: ☒		روش آماده سازی از نمونه: ☒	

جرم خشک آزمون (با اندازه گیری مستقیم)		جرم خشک خاک از نمونه همراه (درصد رطوبت)		آزمون ته نشینی	
شماره ظرف:		شماره ظرف:		نمونه کامل	xxx
M _{dd} (g):		K33		نمونه کاهش یافته	
جرم ظرف:		(g) خاک مربوط + ظرف:	33.27	جرم خاک مربوط،	59.19
M _{dd} (g):		(g) خاک خشک + ظرف:	31.44	M _m (g)	
M _d (g), جرم خشک		(g) جرم ظرف:	14.21	شناسه ظرف اختلاط	KS-1
		(%) درصد رطوبت	10.6	آزمونه	
		M _d (g), جرم خشک	53.51		

پراکنده سازی / مخلوط کردن			
172 Kpa	69 Kpa	ظرف و مخلوط کن	جت هوا
5.03		M _{disp} (g) مقدار ماده پراکنده ساز	
حل کردن مستقیم در ۱۰۰ml آب ☒		افزودن مستقیم مقادیر مخلوط ☒	
تکان دادن دستی: ترکیب محتوا با استفاده از		زمان سر و ته کردن ☐	
همزن ☐		روش مخلوط کردن ☐	

خبر		خبر		خبر		خبر	
بله	خبر	بله	خبر	بله	خبر	بله	خبر
از بین برنده کف استفاده شده		بله		رابطه واسنجی		استوانه کنترلی	
بله		خبر		محفظه / حمام آب		کنترل اتاق	
بله		خبر		اصلاح دما-چگالی		کنترل دما	

اطلاعات شستشوی الک ۲۰۰		شناسه استوانه ته نشینی		شناسه هیدرومتر	
JG-33		2		HY-002	
شناسه ظرف گرم خانه خشک کن		28.6		152H	
(g) جرم ظرف		(cm ³)		151H	
(g) ظرف + جرم خشک مانده بعد از شستشو		1000		58	
M _{dr} (g): جرم خشک مانده روی الک شماره ۲۰۰ بعد از شستشو		1.000		17.5	
88.3		1.035		8.3	
الک نمرة ۲۰۰ < درصد (%) آزمونه ته نشینی		1.0075		-0.0005	
وزن مخصوص خاک		08/18/2019		تاریخ شروع	
2.75		10:18:00		زمان شروع	
اندازه گیری شده		فرض شده		خبر	

درصد (%) جرم ریز تر N _m		قطر ذره، D		H _m , عمق موثر		خوانش نقطه صفر		دما (°C)		خوانش هیدرومتر r _m		زمان سپری شده	
NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA	
83		0.037		7.7		1.0048		22.5		1.03300		33.00	
75		0.027		8.3		1.0048		22.5		1.03050		30.50	
68		0.020		9.0		1.0048		22.5		1.02800		28.00	
61		0.014		9.6		1.0048							

ملاحظات

آزمون کننده	JTG
تاریخ	08/18/19

محاسبه کننده	JTG
تاریخ	08/20/19

بررسی کننده	JTG
تاریخ	08/20/19

شکل ب-۱: مثالی از برگه داده با استفاده از رابطه واسنجه و هیدرومتر H151

تحلیل هیدرومتر (..... INSO)										
تاریخ 08/15/2019			پروژه نام: مثال		پروژه شماره: 081515					
گمانه: 1			شناسه چشمی: NA							
نمونه: 27			شماره آزمون: NA							
عمق (ft): 5.0			ازمون مقدماتی		خیر ☒		بله: ☐			
شناسه ترازو: BA- 001			شناسه دماسنج: TD- 001		الک جدایش: ☒		یا شماره ۱۰: ☒			
شناسه گرمخانه: OV- 001			شناسه الک شستشوی مرطوب: WWSV- 200-1		روش آماده‌سازی آزمون: ☒		مرطوب: ☒			
آزمون ته‌نشینی			نمونه کامل		جرم خشک خاک از نمونه همراه (درصد رطوبت)		جرم خشک آزمون (با اندازه‌گیری مستقیم)			
اجرا شده بر			نمونه کاهشیافته		K33		شماره ظرف:			
حداکثر جرم تخمینی مرطوب			جرم خاک مرطوب،		33.27		ظرف (g) + M_{dd} :			
W _{cestr} (%): 12			Mm(g)		31.44		جرم ظرف (g):			
%est: 90			شناسه ظرف اختلاط		14.21		M_{dd} (g):			
M _{mest} (g): 56			آزمونه		10.6		ظرف (g) + M_d :			
			KS-1		53.51					
پراکنده‌سازی / مخلوط کردن										
تاریخ پراکنده شدن / مخلوط شدن: N/A			ظرف و مخلوط کن		69 Kpa		172 Kpa			
5.03			مقدار ماده پراکنده‌ساز $M_{disp}(g)$		حل کردن مستقیم در ۱۰۰ml آب ☒		افزودن مستقیم مقادیر مخلوط مورد ☒			
زمان: ☐			سر و ته کردن ☐		همزن ☐		روش مخلوط کردن ☐			
رابطه واسنجی ☒			استوانه کنترلی ☐		اصلاح دما-چگالی ☐		از بین برنده کف استفاده شده ☐			
محفظه / حمام آب ☐			کنترل اتاق ☒		کنترل دما ☒		لخته مشاهده شده ☐			
شناسه هیدرومتر			شناسه استوانه ته نشینی		اطلاعات شستشوی الک ۲۰۰					
HY-002			2		شناسه ظرف گرم‌خانه خشک‌کن					
نوع: 151H ☒ 152H			مساحت استوانه: 28.6 (cm ³)		جرم ظرف (g): 0.00					
حجم حباب: 58 (cm ³)			حجم استوانه: 1000 (cm ³)		ظرف (g) + جرم خشک مانده بعد از شستشو: 6.24					
Hr مرجع: 17.5 (cm)			خوانش مرجع: 0.0 (units)		جرم خشک مانده روی الک شماره ۲۰۰ بعد از شستشو $M_{dr}(g)$: 6.24					
Hr خوانش حداکثر: 8.3 (cm)			خوانش حداکثر: 60.0 (units)		الک نمره ۲۰۰ < درصد (%) آزمون ته‌نشینی: 88.3					
اصلاح انحنای خوانش: -0.5 (units)			ثابت هیدرومتر: 8.43 (units)		وزن مخصوص خاک: 2.75					
تاریخ شروع (mm/dd/yr): 08/18/2019			10:18:00		اندازه‌گیری شده ☒					
زمان شروع (hr:min:sec):					فرض شده ☐					
زمان سپری شده			خوانش هیدرومتر r_m		دما (°C)		خوانش نقطه صفر هیدرومتر		درصد (%) جرم ریزتر N_m	
NA			NA		NA		NA		NA	
0			49.50		22.5		4.12		83	
1			45.00		22.5		4.12		75	
2			41.50		22.5		4.12		68	
4			37.75		22.5		4.12		61	
8			35.00		22.0		4.31		56	
15			31.00		22.0		4.31		49	
30			28.50		22.0		4.31		44	
60			24.75		22.0		4.31		37	
240			22.00		22.0		4.31		32	
1440										
ثابت هیدرومتری: A برای ۱۵۱H و B برای ۱۵۲H واحدها: برای ۱۵۱H = وزن مخصوص، برای ۱۵۲H = g/cm ^۳										

ملاحظات

آزمون کننده	JTG
تاریخ	08/18/19

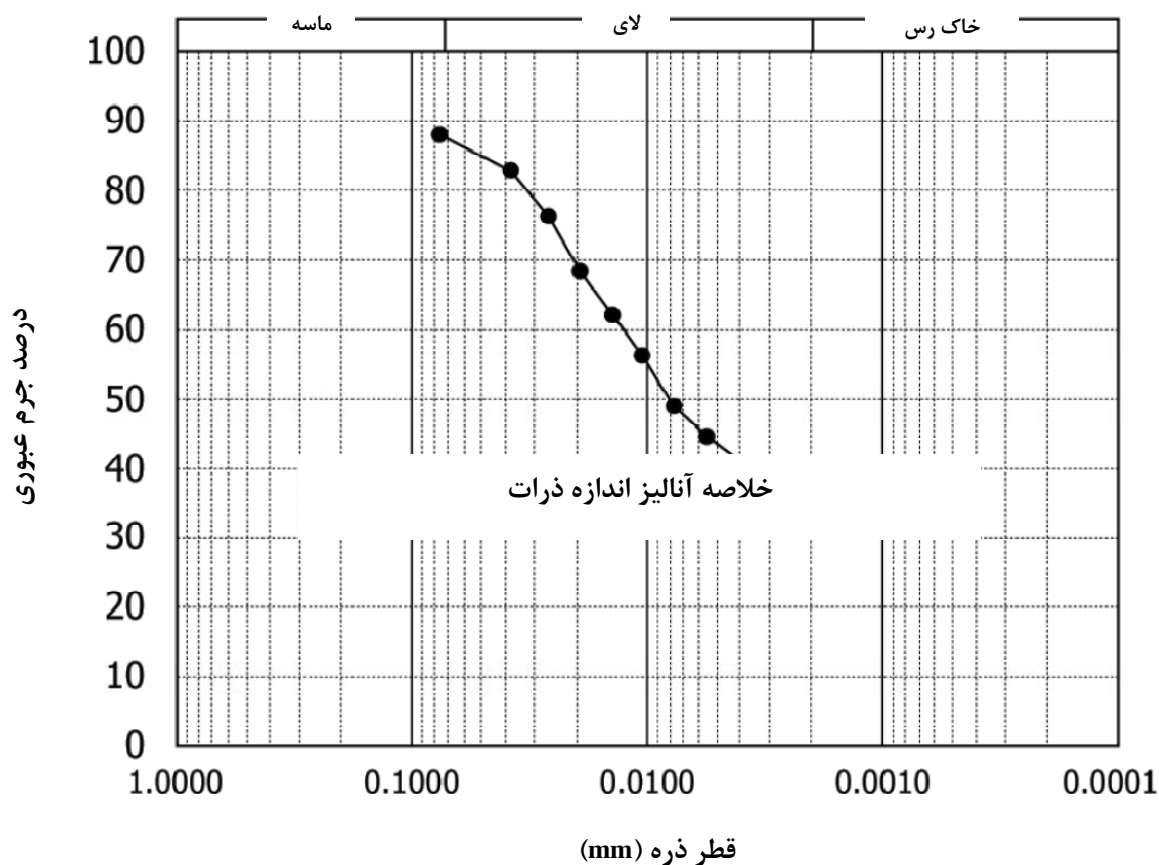
محاسبه کننده	JTG
تاریخ	08/20/19

بررسی کننده
تاریخ

JTG
08/20/19

شکل ب-۲: مثالی از پرگه داده‌های با استفاده از رابطه واسنجی و هیدرومتر H152

خلاصه آنالیز اندازه ذرات



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

نام پروژه: نمونه ASTM

شماره پروژه: ۰۸۱۵۱۵

عمق: ۵ ft

نمونه: U27

گمانه: ۱

شکل ب-۳: نمودار متداول داده‌های ارائه شده در شکل ب-۱

بررسی هیدرومترها

روش اجرا: WK11776

آزمایشگاه خاک‌ها : موقعیت

تاریخ: 08/01/15

قبل از استفاده/ بعد از تعمیر : تاریخ انقضا

دما: 22 °C 72 °F

*تاریخ انقضا یک سال برای قطعاتی که با * نشان دار شده‌اند.

تجهیزات استاندارد / بررسی

نوع	کولیس
تولیدکننده	Pittsburg
شماره مدل	68304
شماره سریال	NA
شماره وسیله	XCD-001
تاریخ انقضا	3/20/2016

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

نوع	ترازو
تولیدکننده	Sartorius
شماره مدل	3120-1S
شماره سریال	0032950176
شماره وسیله	BA-003
تاریخ انقضا	06/08/2016

شناسه وسیله / داده

نوع	هیدرومتر
تولیدکننده	Chase
شماره سریال	305055
شماره وسیله	HY-002 x 151H 152H
تاریخ تصدیق قبلی	New

داده‌های بررسی

	رواداری (mm)	قبول / مردود	وسيله
H_L : طول کلی هیدرومتر (mm)	275-285	قبول	281.0
H_b : بالای مقیاس تا پایین حباب هیدرومتر (mm)	243-247	قبول	246.0
طول اسمی مقیاس (mm) (1.000-1.031 or 0-50 g/L):	81-85	قبول	82.0
H_{Lb} : طول کلی حباب هیدرومتر (mm)	115-142	قبول	134.0
D_m : حداکثر قطر حباب (mm)	29-32	قبول	31.2
H_{cb} : پایین حباب هیدرومتر تا بیشترین قطر (mm)	50-72	قبول	71.0
V_{hb} : حجم غوطه‌ور حباب هیدرومتر ^۱ (cm ³)	50-72	قبول	54
H_{cb} : پایین حباب هیدرومتر تا مرکز شناوری (mm)	58-71	قبول	71.0
H_b : بالای مقیاس تا بالای ساقه هیدرومتر (mm)	>15	قبول	16.0
H_b : پایین مقیاس تا بالای حباب هیدرومتر (mm)	>3	قبول	5
مقیاس نقطه مرجع ^۲ (Sp. Gr or g/L):	1.0001-0.999 1.0-1.0	قبول	1.0005
H_{T1} : مرکز شناوری تا کمترین خوانش (mm)	N/A	N/A	175.0
H_{T2} : مرکز شناوری تا بیشترین خوانش (mm)	N/A	N/A	93.0

۱. جرم آب جابه‌جا شده

1 53.9 g

2 53.9 g

3 53.9 g

Avg. 53.9 g

۲. دما (°C): 22.0

Scale Rdg: 1.0001

دانشیته آب (g/cc) 0.99777

Adj. Rdg: 1.0005

ملاحظات: حباب هیدرومتر متقارن است.

منطبق: حالت تجهیز (منطبق / نامنطبق*)

*چه کسی مطلع شد؟

عمل انجام شده:

بررسی کننده: KA

وارد کننده: KA

اعمال کننده برجسب: غیر قابل کاربرد

بررسی کننده: GA

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: 08/01/15

شکل ب- ۴: مثالی از بررسی هیدرومتر

بررسی استوانه‌های رسوب‌گذاری

روش اجرا: WK11776
آزمایشگاه خاک‌ها : موقعیت

تاریخ: 08/01/15
قبل از استفاده / بعد از تعمیر
تاریخ انقضا: 80 °F
دما: 27 °C

تجهیزات استاندارد/ بررسی

نوع	کولیس	نوع	دماسنج	نوع	ترازو	نوع	متر نواری
تولیدکننده	Pittsburg	تولیدکننده	Hanna	تولیدکننده	Sartorius	تولیدکننده	1
شماره مدل	68304	شماره مدل	HI935007N	شماره مدل	3120-1S	شماره وسیله	NA
شماره سریال	NA	شماره سریال	08617836	شماره سریال	0032950176	تاریخ انقضا	
شماره وسیله	XCD-001	شماره وسیله	TD-001	شماره وسیله	BA-003		
تاریخ انقضا	20/03/2016	تاریخ انقضا	4/2/2016	تاریخ انقضا	06/08/2016		

شناسایی وسیله / داده

نوع	هیدرومتر
تولیدکننده	Kimax/ Durham Geo
شماره مدل	NA
شماره سریال	NA
شماره وسیله	1
تاریخ تصدیق قبلی	New

داده‌های بررسی

رواداری (mm)	قبول / مردود	وسيله
~ 457	قبول	ارتفاع استوانه (mm)
NA	N/A	دما (°C)
NA	N/A	جرم آب در استوانه (g)
NA	N/A	چگالی آب (g/mL)
995-1005	قبول	حجم استوانه (mL)
22.9-32.2	قبول	میانگین مساحت داخلی (cm ²)
149-151	قبول	آب افزوده شده (g)
N/A	N/A	افزایش ارتفاع (mm)
N/A	N/A	افزایش ارتفاع موردانتظار (mm)
-5-5	قبول	تفاوت (%)

ارتفاع داخلی (mm)

1	343
2	343
3	343
Avg:	343

در ابتدا: نامنطبق - پس از تنظیم: منطبق : حالت تجهیز (منطبق / نامنطبق) *

مدیر آزمایشگاه : چه کسی مطلع شد؟

خط مشخص شده است : عمل انجام شده

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 ته‌نشینی

تعیین ثابت A و C_m برای تحلیل ته نشینی

روش اجرا: ASTM D7928

تاریخ: 08/01/15

آزمایشگاه خاک‌ها: موقعیت

دما: 27 °C 80 °F

تجهیزات استاندارد

نوع	استوانه ته نشینی
تولیدکننده:	Kimax/Durham Geo
شماره مدل:	NA
شماره سریال:	NA
شماره وسیله:	XCD-001
تاریخ انقضا:	NA

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

نوع	هیدرومتری
تولیدکننده:	Chase
شماره مدل:	151H
شماره سریال:	305055
شماره وسیله:	HY-002
تاریخ انقضا:	NA

داده‌ها

مقدار پراکنده‌ساز: 5.0 g

خوانش بالای قوس:	0.9995
خوانش محل تقاطع صفحه سطح آب و ساقه هیدرومتر:	1.0000
C_m : تصحیح قوس:	0.0005

دما (°C)	خوانش هیدرومتر $R_{151.4}$	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

قبول

تأیید کننده: KA

وارد کننده: KA

بررسی کننده: GA

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: 08/01/15

تاریخ: 08/01/15

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



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۲۹۵۳: سال ۱۴۰۳

تجدیدنظر چهارم

INSO 2953: 2024

4th Revision

(ASTM D2042: 2022, MOD)

قیر و مواد قیری - تعیین میزان حلالیت مواد قیری در تری کلرواتیلن یا
تولوئن - روش آزمون

**Bituminous materials-
Determination of solubility of bituminous materials in
Trichloroethylene or Toluene- Test method**

ICS: **91.100.5**

استاندارد ملی ایران ۲۹۵۳: سال ۱۴۰۳، قیر و مواد قیری - تعیین میزان حلالیت مواد قیری در تری کلرواتیلن یا
تولون - روش آزمون - تجدیدنظر چهارم

**INSO 2953:2024, Bituminous materials— Determination of solubility of bituminous
materials in Trichloroethylene or Toluene— Test method – 4th Revision**

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاهای تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان‌بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

سمت و محل اشتغال

مشارکت‌کنندگان

رئیس:

معاون فنی و نظارت مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک
خاک

احمدنیا، فرهاد

کارشناسی ارشد مهندسی عمران- خاک و پی

دبیر:

مدیرکل دفتر نظامات آموزشی-پژوهشی و تدوین ضوابط و
استانداردها شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی‌فر، الهام

دکتری شیمی- معدنی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس قیر و آسفالت شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

امینی، ناهید

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

ایار، پویان

دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیرعامل شرکت اسپرلوس آریان باروس

پرویزی، سعید

کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیر فنی آزمایشگاه قیران پخش ستاره ایرانیان

پورعبدالله، هادی

کارشناسی شیمی کاربردی

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

جعفری، محمد

دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

کارشناس اداره کل امور فنی و مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و
مکانیک خاک

حسین‌پور، محمد

دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

عضو هیات علمی دانشگاه یزد

خانی، حامد

دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیر آزمایشگاه شیمی و فیزیک شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک
خاک

داوری، ثریا

کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیر تحقیق و توسعه شرکت نفت پاسارگاد

راهی، محمد

کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر

مدیر کنترل کیفی شرکت نفت پاسارگاد

رسولی، بهزاد

کارشناسی صنایع شیمیایی

مشارکت‌کنندگان

عبدی‌پور وسطی، سپهر
دکتری مهندسی عمران-راه و ترابری

فروتن، سارا
کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

مجتبوی، علیرضا
کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک

محمودی‌نیا، نادر
کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری

منصوریان، احمد
دکتری مهندسی عمران-را و ترابری

منیعی، سحر
کارشناسی ارشد شیمی-آلی

مهاجرانی، نیکوسادات
کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری

نیک سرشت، مهرآذین
دکتری مهندس شیمی

سِمَت و محل اشتغال

رئیس هیئت‌مدیره و معاونت فنی شرکت راه و ساختمان و
مهندسين مشاور سپهر بستر

کارشناس آزاد

سازمان ملی استاندارد ایران

مدیر کنترل و تضمین کیفیت شرکت کندوان پارس

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

رئیس توسعه محصول شرکت نفت پاسارگاد

کارشناس مسئول پژوهش شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مدیر تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت جنت

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ خلاصه روش
۲	۴ اهمیت و کاربرد
۲	۵ وسایل و مواد
۳	۱-۵ بوته قیر یا بوته گوچ
۳	۲-۵ صفحه صافی با میکرو الیاف شیشه‌ای
۳	۳-۵ بالن صافی
۳	۴-۵ قیف
۳	۵-۵ لوله لاستیکی یا رابط
۳	۶-۵ ارلن مایر
۳	۷-۵ گرم‌خانه
۳	۸-۵ ترازو
۴	۶ حلال
۴	۷ احتیاط‌های ایمنی
۴	۸ آماده کردن بوته
۵	۹ آماده سازی نمونه
۵	۱۰ روش اجرا
۶	۱۱ محاسبه و گزارش
۶	۱۲ دقت
۷	۱۳ گزارش آزمون
۸	پیوست الف (آگاهی دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

پیشگفتار

این استاندارد به استناد بند ۱ ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آن‌ها اصلاحیه و/یا تصحیح‌نامه منتشر می‌شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۱۰۶۶ مورخ ۱۴۰۳/۱۲/۲۱ کارگروه ملی تصویب استانداردهای مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مصوب شده است.

این استاندارد، استاندارد ملی زیر را باطل می‌کند و جایگزین آن می‌شود:

– استاندارد ملی ایران ۲۹۵۳: سال ۱۴۰۰، مواد قیری- تعیین میزان حلالیت مواد قیری در تری‌کلرواتیلن - روش آزمون

این استاندارد بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و تفاوت‌های آن با منبع در پیوست «الف» ارائه شده است:

– ASTM D2042: 2022, *Standard test method for solubility of asphalt materials in Trichloroethylene or Toluene*

قیر و مواد قیری - تعیین میزان حلالیت مواد قیری در تری کلرواتیلن و تولوئن - روش آزمون

هشدار: در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج 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 این استاندارد، میزان حلالیت مواد قیری با مقدار کم یا بدون مواد معدنی در تری کلرواتیلن یا تولوئن را تعیین می کند.

نکته: این روش برای قیرهای قطرانی و مواد باقی مانده حاصل از تقطیر قطران یا محصولات نفتی حاصل از فرایند شکست^۲ قابل اجرا نیست. برای روش هایی که قیر قطرانی، قیر ذغال سنگی^۳ و دیگر محصولات نفتی حاصل از فرایند شکست را در بر می گیرد، از سایر حلال ها استفاده می شود (به استانداردهای ASTM D4، ASTM D2318 و ASTM D2764 مراجعه شود).

۲-۱ در متن این استاندارد به نکته ها و زیرنویس هایی ارجاع شده است که حاوی مطالب توضیحی است. این نکته ها و زیرنویس ها (به استثنای موارد موجود در جدول ها و شکل ها) به عنوان الزامات این استاندارد در نظر گرفته نمی شوند.

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن ها به صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع داده شده، جزئی از الزامات^۴ این استاندارد محسوب می شود. در خصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. در خصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع (شامل هر گونه اصلاحیه/تصحیح نامه) کاربرد دارد.

– ASTM D4, *Test method for bitumen content*

نکته: استاندارد ملی ایران ۱۲۸۵۶، قیر و مواد قیری - اندازه گیری مقدار قیر - روش آزمون، براساس ASTM D4: 2004 تدوین شده است.

– ASTM D2318, *Test method for quinoline-insoluble (qi) content of tar and pitch*

نکته: استاندارد ملی ایران ۱۲۸۵۷، قیر و مواد قیری - اندازه گیری میزان مواد نامحلول قیرهای قطرانی (پیچ و تار) در کینولین - روش آزمون، براساس ASTM D2318 تدوین شده است.

– ASTM D2764, *Test method for dimethylformamide-insoluble (DMF-I) content of tar and pitch*

^۱ توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۴ مراجعه شود) ارائه شده است.

^۲cracked

^۳pitch

^۴requirements

- ASTM D3666, *Specification for minimum requirements for agencies testing and inspecting road and paving materials*
- ASTM D4753, *Guide for evaluating, selecting, and specifying balances and standard masses for use in soil, rock, and construction materials testing*
- AASHTO T44, *Solubility of bituminous materials in organic solvents*

۳ خلاصه روش

نمونه در تری کلرواتیلن یا تولوئن حل شده و از میان صافی الیاف شیشه‌ای گذرانده می‌شود. مواد نامحلول شسته، خشک شده و توزین می‌شود.

۴ اهمیت و کاربرد

این استاندارد روش آزمونی برای اندازه‌گیری میزان حلالیت قیر در تری کلرواتیلن یا تولوئن است. بخش محلول در تری کلرواتیلن یا تولوئن، نشان‌دهنده اجزای چسباننده فعال می‌باشد.

نکته: کیفیت نتیجه‌های به‌دست‌آمده از این استاندارد به مهارت آزمایش‌گرها و ظرفیت، واسنجی و مناسب‌بودن تجهیزات و وسایل به‌کار رفته بستگی دارد. مؤسسه‌هایی که الزامات استاندارد ASTM D3666 را برآورده می‌کنند، عموماً توانایی انجام درست و بی‌انحراف آزمون / نمونه‌برداری / بازرسی / و غیره را دارند. کاربران این استاندارد آگاه باشند که پیروی از معیارهای استاندارد ASTM D3666 به‌تنهایی تضمین‌کننده اعتبار نتیجه‌ها نیست. معتبر بودن نتیجه‌ها به عوامل بسیاری بستگی دارد و استاندارد ASTM D3666 یا دیگر راهنماهای مشابه ابزاری برای ارزیابی و کنترل تعدادی از آنها را فراهم می‌آورد.

۵ دستگاه‌ها و مواد

مجموعه دستگاه صاف‌کردن در شکل ۱ نشان داده شده است. اجزای مختلف آن به شرح زیر می‌باشد:

۱-۵ **بوته قیر یا بوته گوج^۱**، باید سطوح داخلی و خارجی بوته قیر یا بوته گوج غیر از کف سطح بیرونی آن لعاب‌دار باشند. قطر بالایی آن ۴۴ mm و قطر پایینی آن ۳۶ mm است. ارتفاع بوته گوج باید ۲۰ mm تا ۳۰ mm باشد.

۲-۵ **صفحه صافی با میکرو الیاف شیشه‌ای**، به قطر ۳۲ mm تا ۳۴ mm، ریز متخلخل و نرخ جریان سریع که ذرات ۱/۵ μm از آن عبور نمی‌کند.

۳-۵ **بالن صافی**، با دیواره ضخیم و لوله‌ای جانبی به ظرفیت ۲۵۰ mL، ۵۰۰ mL یا ۱۰۰۰ mL.

۴-۵ **قیف**، با قطر داخلی ۴۰ mm تا ۴۲ mm.

^۱gouch crucible

۵-۵ لوله لاستیکی یا رابط، برای نگه داشتن بوتله روی قیف.

نکته: مجموعه وسایل مناسب دیگری که بتوانند صاف کردن با بوتله را بوسیله خلأ انجام دهند، می تواند استفاده شوند.

۶-۵ ارلن مایر، با ظرفیت ۱۲۵ mL.

۷-۵ گرم خانه، با قابلیت نگهداری دما در $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

۸-۵ ترازو، با کلاس GP2 طبق الزامات راهنمای استاندارد ASTM D4753.



شکل ۱: مجموعه دستگاه صاف کردن

۶ حلال

۱-۶ تری کلرواتیلن، رده فنی^۱

۲-۶ تولوئن، رده فنی.

نکته: رده فنی به عنوان رده صنعتی نیز شناخته می شود که معمولاً برای اهداف تجاری یا صنعتی استفاده می شود. این رده از نظر خلوص و کیفیت، عمومی ترین رده مواد شیمیایی است. مواد شیمیایی رده فنی برای فرایندهای غیرمهم و حساس مانند شستشوی ظروف شیشه ای آزمایشگاهی یا به عنوان مواد خام در تولید به کار برده می شود.

۷ احتیاطهای ایمنی

تولوئن و تری کلرواتیلن هردو حلال های سمی هستند و باید تهویه مناسبی برای آن فراهم شود. تولوئن اشتعال پذیر است. تری کلرواتیلن سرطان زا است. برگه های اطلاعات ایمنی هر یک از این حلال ها باید قبل از استفاده بررسی شود.

۸ آماده کردن بوتله

وسایل صاف کردن را همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، سرهم کنید. صفحه صافی را داخل بوتله کوچ قرار دهید، صافی را با حلال مرطوب کنید و با مکش خفیف در کف بوتله محکم قرار دهید. بوتله را به همراه یک لایه ضخیم از صفحه صافی، در گرم خانه ای با دمای $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ به مدت ۱۵ min قرار دهید و اجازه دهید در یک خشکانه^۲ به مدت (30 ± 5) min سرد شود. سپس جرم آن را تا نزدیک ترین ۰/۱ mg تعیین کنید و این جرم را A بنامید. بوتله را تا آماده شدن برای استفاده در داخل خشکانه نگه دارید.

۹ آماده سازی نمونه

اگر نمونه روان نیست، آن را تا رسیدن به دمای مناسب (روان شدن) حرارت دهید، اما دمای نمونه در هیچ حالتی نباید بیش از 100°C بالاتر از نقطه نرمی نمونه باشد. معمولاً دمایی که آزمون در آن انجام می شود معیار نیست، ممکن است آزمون در دمای آزمایشگاه انجام شود. با این وجود برای آزمون های داوری، بالن و نمونه حل شده باید قبل از صاف کردن در حمام آب با دمای $(38.0 \pm 0.3)^\circ\text{C}$ به مدت یک ساعت قرار گیرند.

^۱technical grade.^۲ desiccator

۱۰ روش اجرا

۱-۱۰ به احتیاط ایمنی در بند ۷ توجه کنید. تقریباً ۲ g از نمونه را درون ارلن مایر ۱۲۵ mL با وزن مشخص یا ظرف مناسب دیگری بریزید. اگر درصد مواد نامحلول بیشتر از ۰/۵٪ پیش‌بینی می‌شود، ممکن است مقدار نمونه کمتری لازم باشد. اجازه دهید نمونه تا رسیدن به دمای محیط سرد شود، سپس جرم آن را تا نزدیک‌ترین ۱ mg تعیین کنید و جرم به‌دست آمده را B بنامید. ۱۰۰ mL حلال را در مقادیر کم درون ظرف ریخته و به‌طور پیوسته هم بزنید تا همه نمونه و ذرات درشت حل شده و هیچ ذره حل نشده‌ای به ظرف نچسبد. درب بالن را ببندید یا ظرف را به طریق دیگری بپوشانید و به مدت حداقل ۱۵ min در محل مناسبی قرار دهید (به زیربند ۹-۱ مراجعه شود).

۲-۱۰ بوته‌ای که از قبل وزن‌سنجی و آماده شده است را در قیف قرار دهید. صفحه صافی را با مقدار کمی از حلال آغشته کرده و محلول را به آرامی از روی صفحه صافی در صورتی که نیاز باشد همراه با عمل مکش خفیف یا بدون آن صاف کنید. هنگام مشاهده مواد نامحلول روی صافی، بقیه آن را تا زمانی که محلول ریخته شده روی صافی به‌طور کامل از آن عبور کند، در ظرف نگه‌دارید. با مقدار کمی از حلال ظرف را بشوئید و با استفاده از یک جریان حلال از یک بطری شستشو، همه مواد نامحلول را به بوته منتقل کنید. در صورت لزوم با استفاده از یک هم‌زن هر ماده نامحلولی که به ظرف چسبیده را خارج کنید. هم‌زن و ظرف را از بالای بوته کاملاً بشوئید. مواد نامحلول در بوته را با حلال آنقدر بشوئید تا مایع زیر صافی بی‌رنگ شود، سپس با اعمال مکش قوی باقی‌مانده حلال را خارج کنید. بوته را از روی قیف برداشته، ته آزاد آن را از مواد نامحلول شسته و بوته را در طبقه بالایی گرم‌خانه یا حمام بخار قرار دهید تا بی‌خطر در گرم‌خانه خشک شود (به احتیاط‌های ایمنی در بند ۷ مراجعه شود). بوته را به مدت حداقل ۲۰ min در گرم‌خانه‌ای با دمای $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ قرار دهید. آن را در یک خشکانه به مدت (30 ± 5) min دقیقه خنک کرده، جرم آن را تا نزدیک‌ترین ۰/۱ mg تعیین کنید. خشک‌کردن و وزن‌سنجی را تا رسیدن به جرم ثابت $(\pm 0/3 \text{ mg})$ تکرار کنید. جرم به‌دست آمده را C بنامید.

نکته: برای به‌دست آوردن نتایج دقیق باید زمان خنک‌کردن در خشکانه، بعد از پایان مراحل حرارت‌دهی، تقریباً یکسان باشد (حدود ± 5 min). برای مثال، اگر جرم بوته خالی بعد از ۳۰ min ماندن و خنک‌شدن در خشکانه تعیین می‌شود، جرم بوته حاوی مواد نامحلول باید بعد از (30 ± 5) min ماندن و خنک‌شدن در خشکانه تعیین شود. بوته‌های خالی یا بوته‌های محتوی مواد نامحلول که به مدت یک شب در خشکانه نگهداری شده‌اند باید دوباره در گرم‌خانه به مدت حداقل ۳۰ min گرم شده، سپس در مدت تعیین شده در خشکانه قبل از تعیین جرم خنک شوند.

۱۱ محاسبه و گزارش

۱-۱۱ درصد کل مواد نامحلول یا درصد مواد محلول در حلال را به شرح زیر محاسبه کنید:

$$\text{درصد مواد نامحلول} = \left(\frac{C-A}{B} \right) \times 100 \quad (۱)$$

$$\text{درصد مواد محلول} = \left(\frac{B-(C-A)}{B} \right) \times 100 \quad (۲)$$

که در آن:

A جرم بوته و صافی،

B جرم نمونه؛

C جرم بوته، صافی و مواد نامحلول است.

۱۱-۲ مواد نامحلول کمتر از ۱٪ را تا نزدیک‌ترین ۰٫۱٪ و مواد نامحلول مساوی یا بیشتر از ۱٪ را تا نزدیک‌ترین ۰٫۱٪ گزارش کنید.

۱۲ دقت

بیان دقت از طریق بررسی آماری ۹۲ نتیجه آزمون، از چهار آزمایشگاه، بر روی دو نمونه قیر مختلف، در سه سطح تعیین شده است. به جدول ۱ مراجعه کنید.

جدول ۱: بیان دقت

مواد	میانگین	انحراف معیار تکرارپذیری S_r	انحراف معیار تجدیدپذیری S_R	حد تکرارپذیری r	حد تجدیدپذیری R
تری کلرواتیلن، حلالیت ۹۶٪ یا کمتر	۹۳٫۹۳	۰٫۳۰	۰٫۵۰	۰٫۸۵	۱٫۴۰
تری کلرواتیلن، حلالیت ۹۶٪ تا ۹۹٪	۹۶٫۸۲	۰٫۱۷	۰٫۴۴	۰٫۴۷	۱٫۲۲
تری کلرواتیلن، حلالیت ۹۹٪ تا ۱۰۰٪	۹۹٫۹۲	۰٫۰۱	۰٫۰۴	۰٫۰۳	۰٫۱۰
تولوئن، حلالیت ۹۶٪ یا کمتر	۹۲٫۹۵	۰٫۴۱	۱٫۳۷	۱٫۱۴	۳٫۸۴
تولوئن، حلالیت ۹۶٪ تا ۹۹٪	۹۷٫۳۷	۰٫۰۶	۰٫۱۱	۰٫۱۸	۰٫۳۰
تولوئن، حلالیت ۹۹٪ تا ۱۰۰٪	۹۹٫۸۵	۰٫۰۳	۰٫۰۸	۰٫۰۹	۰٫۲۴

۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

ب- تاریخ تحویل نمونه به آزمایشگاه؛

ج- تاریخ انجام آزمون؛

د- شناسنامه محصول (شامل: نام تولیدکننده، **تاریخ تولید**، محل تولید و...);

ه- نوع حلال مورد استفاده؛

و- نتیجه آزمون؛

ز- محل انجام آزمون؛

- ح- ذکر هرگونه موارد مغایر با این استاندارد؛
- ط- نام، نام خانوادگی و امضای آزمایش‌گر؛ و
- ی- نام، نام خانوادگی و امضای تاییدکننده.

پیوست «الف»
(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

ردیف	نشانی	تفاوت‌ها
۱	زیربند ۲-۱	مقادیر اندازه‌گیری برحسب یکاهای SI می باشد و زیربند ۲-۱ حذف شده است.
۲	زیربند ۴-۱	بند هشدار به ابتدای این استاندارد اضافه شده است.
۳	زیربند ۵-۱	حذف شده است.
۴	شکل ۱	با شکل واضح‌تری جایگزین شده است.
۵	بند ۶	نکته اضافه شده است.
۶	بند ۱۳	«گزارش آزمون» اضافه شده است.



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۴-۱۲۵۰۵: سال ۱۳۹۴ / اصلاحیه ۱: سال ۱۴۰۳

INSO 12505-4:2015/AMD1: 2024

(ASTM D2026/D2026M:2015 (2021) e1/AMD1: 2024, IDT)

قیر و مواد قیری - قیر محلول دیرگیر برای استفاده در راهسازی -
ویژگی‌ها - اصلاحیه ۱

**Bitumen and bituminous materials-
Cutback asphalt (slow – curing type) for
use in pavement construction- Specification- Amendment 1**

ICS: **91.100.5**; 93.080.20

استاندارد ملی ایران ۴-۱۲۵۰۵: سال ۱۳۹۴، اصلاحیه ۱: سال ۱۴۰۳، قیر و مواد قیری - قیر محلول دیرگیر برای استفاده در راهسازی - ویژگی‌ها

INSO 12505-4:2015/ AMD1: 2024, Bituminous materials- Cutback asphalt (slow – curing type) for use in pavement construction- Specification– Amendment 1

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاها تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به‌موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به‌موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به‌عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس‌جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان‌بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به‌عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به‌منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به‌منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به‌منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به‌عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

سمت و محل اشتغال

مشارکت‌کنندگان

رئیس:

معاون فنی و نظارت مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

احمدنیا، فرهاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- خاک و پی)

دبیر:

مدیرکل دفتر نظامات آموزشی- پژوهشی و تدوین ضوابط و

زمانی‌فر، الهام

استانداردها شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

(دکتری شیمی- معدنی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس آزمایشگاه قیر و آسفالت شرکت آزمایشگاه فنی و

امینی، ناهید

مکانیک خاک

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

ایار، پویان

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

مدیرعامل شرکت اسپرلوس آریان باروس

پرویزی، سعید

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری)

مدیر فنی آزمایشگاه قیران پخش ستاره ایرانیان

پورعبدالله، هادی

(کارشناسی شیمی کاربردی)

رئیس هیئت مدیره شرکت مهندسی قیر و آسفالت غرب

پیمبری، جمال

(کارشناسی مهندسی عمران)

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

جعفری، محمد

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

کارشناس اداره کل امور فنی و مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و

حسین‌پور، محمد

مکانیک خاک

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیات علمی دانشگاه یزد

خانی، حامد

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

مدیر تحقیق و توسعه شرکت نفت پاسارگاد

راهی، محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

مدیر کنترل کیفی شرکت نفت پاسارگاد

رسولی، بهزاد

(کارشناسی صنایع شیمیایی)

مشارکت‌کنندگان

عبدی‌پور وسطی، سپهر
(دکتری مهندسی عمران-راه و ترابری)

فروتن، سارا
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

مجتبوی، علیرضا
(کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک)

محمودی‌نیا، نادر
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری)

منیعی، سحر
(کارشناسی ارشد شیمی-آلی)

مهاجرانی، نیکوسادات
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری)

نیک سرشت، مهرآذین
(دکتری مهندس شیمی)

سمت و محل اشتغال

رئیس هیئت‌مدیره و معاونت فنی شرکت راه و ساختمان و
مهندسين مشاور سپهر بستر

کارشناس آزاد

سازمان ملی استاندارد ایران

مدیر کنترل و تضمین کیفیت شرکت کندوان پارس

رئیس توسعه محصول شرکت نفت پاسارگاد

کارشناس مسئول پژوهش شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مدیر تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت جنت

پیشگفتار

این اصلاحیه به استناد قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۷، بند ۱، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آنها اصلاحیه و/یا تصحیح نامه منتشر می شود.

این اصلاحیه در جلسه شماره ۱۰۶۶ مورخ ۱۴۰۳/۱۲/۲۱ کارگروه ملی تصویب استانداردهای مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی مصوب شده است.

این استاندارد بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «همسان» تهیه و تدوین شده:

– ASTM D2026/D2026M- 2015 (2021)e1, *Standard specification for cutback asphalt (slow-curing type)*

قیر و مواد قیری - قیر محلول دیرگیر برای استفاده در راهسازی - ویژگی‌ها - اصلاحیه ۱:

این اصلاحیه، اصلاحاتی را ارائه می‌کند که باید در متن استاندارد ملی ایران ۴-۱۲۵۰۵: سال ۱۳۹۴ اعمال شود؛ بنابراین، هر جا عبارت «حذف شود»، «اضافه شود» یا «جایگزین ... شود» در مورد یکی از اجزای استاندارد (مانند بند، زیربند، شکل، جدول و پیوست) بیان شده باشد، باید آن جزء از استاندارد را به همان ترتیب مشخص شده اصلاح کرد.

۳ ویژگی‌ها

جدول زیر جایگزین «جدول ۱» می‌شود.

جدول ۱- مشخصات قیرهای محلول دیرگیر

SC-۳۰۰۰		SC-۸۰۰		SC-۲۵۰		SC-۷۰		روش آزمون	الزامات
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل		
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۴۰	۷۰	12855INSO	گرانروی کینماتیک در °C ۶۰ ، mm ² /s
-	۱۰۷	-	۹۳	-	۷۹	-	۶۶	INSO۱۱۷۵ Inso 198	نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز، کلیولند)، °C
۰٫۵	-	۰٫۵	-	۰٫۵	-	۰٫۵	-	ASTM D۹۵	آب، %
قیر حاصل از آزمون تقطیر:									
۵	-	۱۲	۲	۲۰	۴	۳۰	۱۰	INSO۱۲۸۵۹	درصد حجمی کل مواد تقطیر شده تا °C ۳۶۰
آزمون‌ها روی باقی‌مانده قیر تقطیر:									
-	۹۹٫۰	-	۹۹٫۰	-	۹۹٫۰	-	۹۹٫۰	INSO۲۹۵۳	حلالیت ^(الف) ، %
۳۵۰۰۰	۴۰۰۰	۱۶۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰	۷۰۰۰	۴۰۰	INSO۱۲۸۵۵	گرانروی کینماتیک در °C ۶۰ ، mm ² /s
قیر باقی‌مانده حاصل از تبخیر:									
-	۸۰	-	۷۰	-	۶۰	-	۵۰	ASTM D۲۴۳	درصد وزنی قیر باقی‌مانده تبخیر با درجه نفوذ ۱۰۰
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	INSO۳۸۶۶	آزمون کشش‌پذیری (بر روی قیر باقی‌مانده تبخیر با درجه نفوذ ۱۰۰)، در °C ۲۵ ، cm
الف- حلالیت در N-پروپیل برومید می‌تواند به عنوان روش جایگزین حلالیت در تری کلرواتیلن به کار برده شود.									
نکته- اگر کشش‌پذیری قیر در °C ۲۵ کمتر از ۱۰۰ cm باشد، به شرط آن که کشش‌پذیری قیر در °C ۱۵ و نرخ کشش ۵ cm/min، حداقل ۱۰۰ cm باشد، قابل قبول است.									



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۱۲۸۵۹: سال ۱۴۰۳

تجدیدنظر اول

INSO 12859: 2025

1st Revision

(ASTM D402: 2024, MOD)

قیر و مواد قیری - تقطیر قیر محلول - روش آزمون

**Bitumen and bituminous materials-
Distillation of cutback asphalt- Test method**

ICS: 91.100.50, 93.080.20

استاندارد ملی ایران ۱۲۸۵۹: سال ۱۴۰۳، قیر و مواد قیری- تقطیر قیر محلول-روش آزمون - تجدیدنظر اول

**INSO 12859:2024, Bitumen and bituminous materials— Distillation of cutback asphalt —
Test method – 1st Revision**

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاها تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به‌موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به‌موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به‌عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس‌جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان‌بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به‌عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به‌منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به‌منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به‌منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به‌عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

سمت و محل اشتغال

مشارکت‌کنندگان

رئیس:

معاون فنی و نظارت مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

احمدنیا، فرهاد
کارشناسی ارشد مهندسی عمران- خاک و پی

دبیر:

مدیرکل دفتر نظامات آموزشی- پژوهشی و تدوین ضوابط و استانداردها شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی‌فر، الهام
دکتری شیمی- معدنی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس قیر و آسفالت شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

امینی، ناهید
(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

ایار، پویان
دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیرعامل شرکت اسپرلوس آریان باروس

پرویزی، سعید
کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیر فنی آزمایشگاه قیران پخش ستاره ایرانیان

پورعبدالله، هادی
کارشناسی شیمی کاربردی

رئیس هیئت مدیره شرکت مهندسی قیر و آسفالت غرب

پیمبری، جمال
(کارشناسی مهندسی عمران)

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

جعفری، محمد
دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

کارشناس اداره کل امور فنی و مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

حسین‌پور، محمد
دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

عضو هیات علمی دانشگاه یزد

خانی، حامد
دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیر آزمایشگاه شیمی و فیزیک شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

داوری، ثریا
کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری

مدیر تحقیق و توسعه شرکت نفت پاسارگاد

راهی، محمد
کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر

سمت و محل اشتغال

مدیر کنترل کیفی شرکت نفت پاسارگاد

رئیس هیئت مدیره و معاونت فنی شرکت راه و ساختمان و
مهندسین مشاور سپهر بستر

سازمان ملی استاندارد ایران

مدیر کنترل و تضمین کیفیت شرکت کندوان پارس

رئیس توسعه محصول شرکت نفت پاسارگاد

کارشناس مسئول پژوهش شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مدیر تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت جنت

مشارکت کنندگان

رسولی، بهزاد
کارشناسی صنایع شیمیایی

عبدی پور وسطی، سپهر
دکتری مهندسی عمران-راه و ترابری

مجتبوی، علیرضا
کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک

محمودی نیا، نادر
کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری

منیعی، سحر
کارشناسی ارشد شیمی-آلی

مهاجرانی، نیکوسادات
کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری

نیک سرشت، مهرآذین
دکتری مهندس شیمی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ خلاصه روش
۲	۴ اهمیت و کاربرد
۲	۵ دستگاه‌ها
۲	۱-۵ بالن تقطیر
۳	۲-۵ مبرد
۳	۳-۵ لوله رابط تقطیر
۳	۴-۵ پوشش محافظ
۳	۵-۵ نگهدارنده پوشش محافظ و بالن
۴	۶-۵ منبع حرارت
۵	۷-۵ ظرف جمع‌آوری
۶	۸-۵ ظرف باقی‌مانده تقطیر
۷	۹-۵ دماسنج
۷	۶ احتیاط‌های ایمنی
۸	۷ نمونه‌برداری
۸	۸ آماده‌سازی نمونه و دستگاه
۱۰	۹ روش اجرا
۱۴	۱۰ محاسبه و گزارش
۱۵	۱۱ دقت و اریبی
۱۵	۱۲ گزارش آزمون
۱۷	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

پیشگفتار

این استاندارد به استناد بند ۱ ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آن‌ها اصلاحیه و/یا تصحیح‌نامه منتشر می‌شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۱۰۶۷ مورخ ۱۴۰۳/۱۲/۱۱ کارگروه ملی تصویب استانداردهای مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مصوب شده است.

این استاندارد، استاندارد ملی زیر را باطل می‌کند و جایگزین آن می‌شود:

– استاندارد ملی ایران ۱۲۸۵۹: سال ۱۳۸۹، قیر و مواد قیری- تقطیر قیرهای محلول - روش آزمون

این استاندارد بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و تفاوت‌های آن با منبع در پیوست «الف» ارائه شده است:

– ASTM D402/D402M: 2024, *Standard test method for distillation of cutback asphalt*

قیر و مواد قیری - تقطیر قیر محلول - روش آزمون

هشدار: در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج 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 این استاندارد، تقطیر قیرهای محلول را بیان می‌کند.

۲-۱ مقادیر ارایه شده بر حسب یکاهای SI یا اینچ-پوند، به صورت جداگانه به عنوان استاندارد در نظر گرفته می‌شوند. مقادیر ارایه شده در هر سامانه ممکن است دقیقاً با هم برابر نباشند، بنابراین هر سامانه باید به صورت مستقل از دیگری استفاده شود. ترکیب مقادیر از دو سامانه ممکن است منجر به عدم انطباق با استاندارد شود.

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن‌ها به صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع داده شده، جزئی از الزامات^۲ این استاندارد محسوب می‌شود. درخصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. درخصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع (شامل هرگونه اصلاحیه/تصحیح‌نامه) کاربرد دارد.

- ASTM D86, *Test method for distillation of petroleum products and liquid fuels at atmospheric pressure*
- ASTM D370, *Practice for dehydration of oil-type preservatives*
- ASTM D3666, *Specification for minimum requirements for agencies testing and inspecting road and paving materials*
- ASTM D4311/D4311M, *Practice for determining asphalt volume correction to a base temperature*
- ASTM D8055, *Guide for selecting an appropriate electronic thermometer for replacing Mercury thermometers in D04 road and paving standards*
- ASTM E1, *Specification for ASTM liquid-in-glass thermometers*
- ASTM E77, *Test method for inspection and verification of thermometers*
- ASTM E230/E230M, *Specification for temperature-electromotive force (emf) tables for standardized thermocouples*
- ASTM E644, *Test methods for testing industrial resistance thermometers*
- IEC 60584 *Thermocouples—Part 3: Extension and compensating cables—tolerances and identification system*

^۱ توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۴ مراجعه شود) ارایه شده است.

^۲ requirements

۳ خلاصه روش

مقدار ۲۰۰ mL از نمونه در بالنی به گنجایش ۵۰۰ mL تا رسیدن به دمای 360°C (680°F) با نرخ کنترل شده تقطیر می شود و حجم مواد تقطیر شده در دماهای مشخص اندازه گیری می شود. باقی مانده تقطیر و همچنین مواد تقطیر شده، در صورت نیاز می تواند مورد آزمون قرار گیرد.

۴ اهمیت و کاربرد

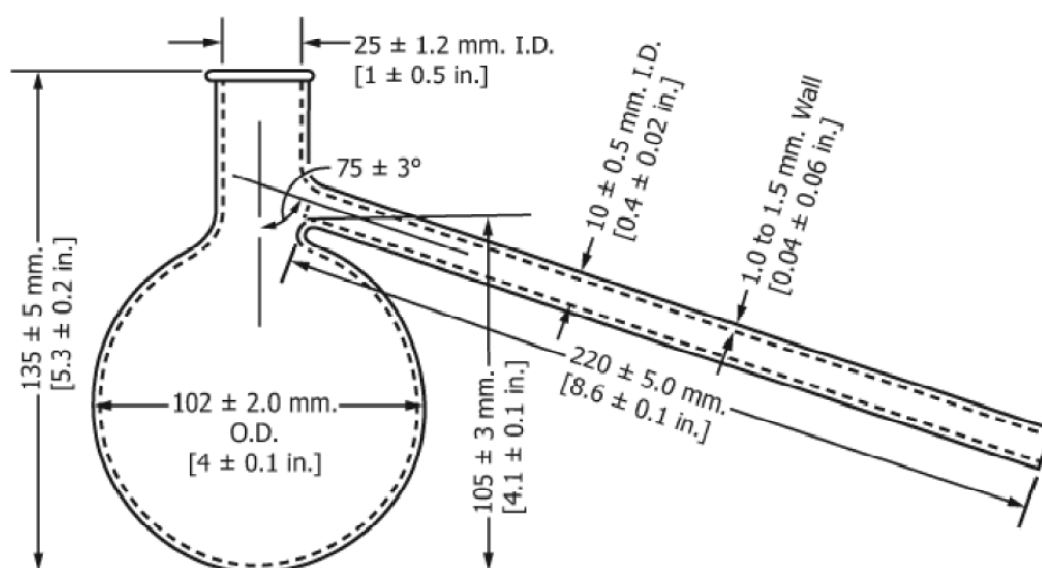
در این فرایند، مقدار اجزای فرار و بخارشدنی تشکیل دهنده قیر محلول اندازه گیری می شوند. خصوصیات باقی مانده پس از تقطیر لزوماً مشابه قیر مورد استفاده در ترکیب اصلی (قیر محلول) و همچنین قیر باقیمانده در هر زمان مشخص پس از مصرف قیر محلول در پروژه نیست. وجود مواد سیلیکونی در قیر محلول، می تواند بر ویژگی های باقی مانده تقطیر با به تعویق انداختن خروج مواد فرار پس از ریختن قیر باقیمانده درون ظرف مناسب، تأثیر بگذارد.

نکته: کیفیت نتیجه های به دست آمده از این استاندارد به مهارت آزمایش گر ها و ظرفیت، واسنجی و مناسب بودن تجهیزات و وسایل به کار رفته بستگی دارد. مؤسسه هایی که الزامات استاندارد ASTM D3666 را برآورده می کنند، عموماً توانایی انجام درست و بی انحراف آزمون / نمونه برداری / بازرسی / و غیره را دارند. کاربران این استاندارد آگاه باشند که پیروی از معیارهای استاندارد ASTM D3666 به تنهایی تضمین کننده اعتبار نتیجه ها نیست. معتبر بودن نتیجه ها به عوامل بسیاری بستگی دارد و استاندارد ASTM D3666 یا دیگر راهنماهای مشابه ابزاری برای ارزیابی و کنترل تعدادی از آنها را فراهم می آورد.

۵ دستگاه ها

۱-۵ بالن تقطیر

بالن شیشه ای به گنجایش ۵۰۰ mL، با یک لوله اتصال جانبی و ابعادی که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- بالن تقطیر

۲-۵ مبرد (چگالنده)^۱

با روکش شیشه‌ای استاندارد، که طول اسمی روکش آن ۲۰۰ mm تا ۳۰۰ mm (۷/۹ in. تا ۱۱/۸ in.) بوده و طول لوله داخلی آن (450 ± 10) mm (۱۷/۷+۰/۴ in.) است (به شکل ۳ مراجعه شود).

۳-۵ لوله رابط تقطیر^۲

لوله شیشه‌ای با جداره ضخیم (۱ mm (۰/۰۴ in.)) که قسمت بالای آن تقویت شده و زاویه آن تقریباً 10.5° باشد. قطر داخلی لوله رابط در انتهای بزرگ آن باید تقریباً ۱۸ mm (۰/۷ in.) بوده، و در انتهای کوچک نیز کمتر از ۵ mm (۰/۲ in.) نباشد. سطح پایینی لوله رابط از انتهای بزرگتر به انتهای کوچکتر باید روی یک منحنی صاف رو به پایین باشد. خط داخلی انتهای خروجی لوله رابط باید قائم باشد، و خروجی آن باید با زاویه $(45 \pm 5)^\circ$ نسبت به خط داخلی بریده یا سائیده شده باشد (نباید با شعله آتش گرد شده باشد).

۴-۵ پوشش محافظ

یک محفظه فولادی، که سطح داخلی آن با مواد غیرقابل احتراق به ضخامت ۳ mm (۰/۱ in.) پوشیده شده و پنجره‌های تلق نسوز و شفاف، به شکل و ابعاد نشان داده شده در شکل ۲ بر روی آن تعبیه شده است. این محفظه برای محافظت از بالن شیشه‌ای در برابر جریان هوا و کاهش **تابش** استفاده می‌شود. سرپوش محفظه باید به شکل دو قطعه نیم‌دایره‌ای جدا به ضخامت ۶/۴ mm (۰/۲۵ in.) از جنس مواد غیرقابل احتراق ساخته شود.

۵-۵ نگهدارنده پوشش محافظ و بالن

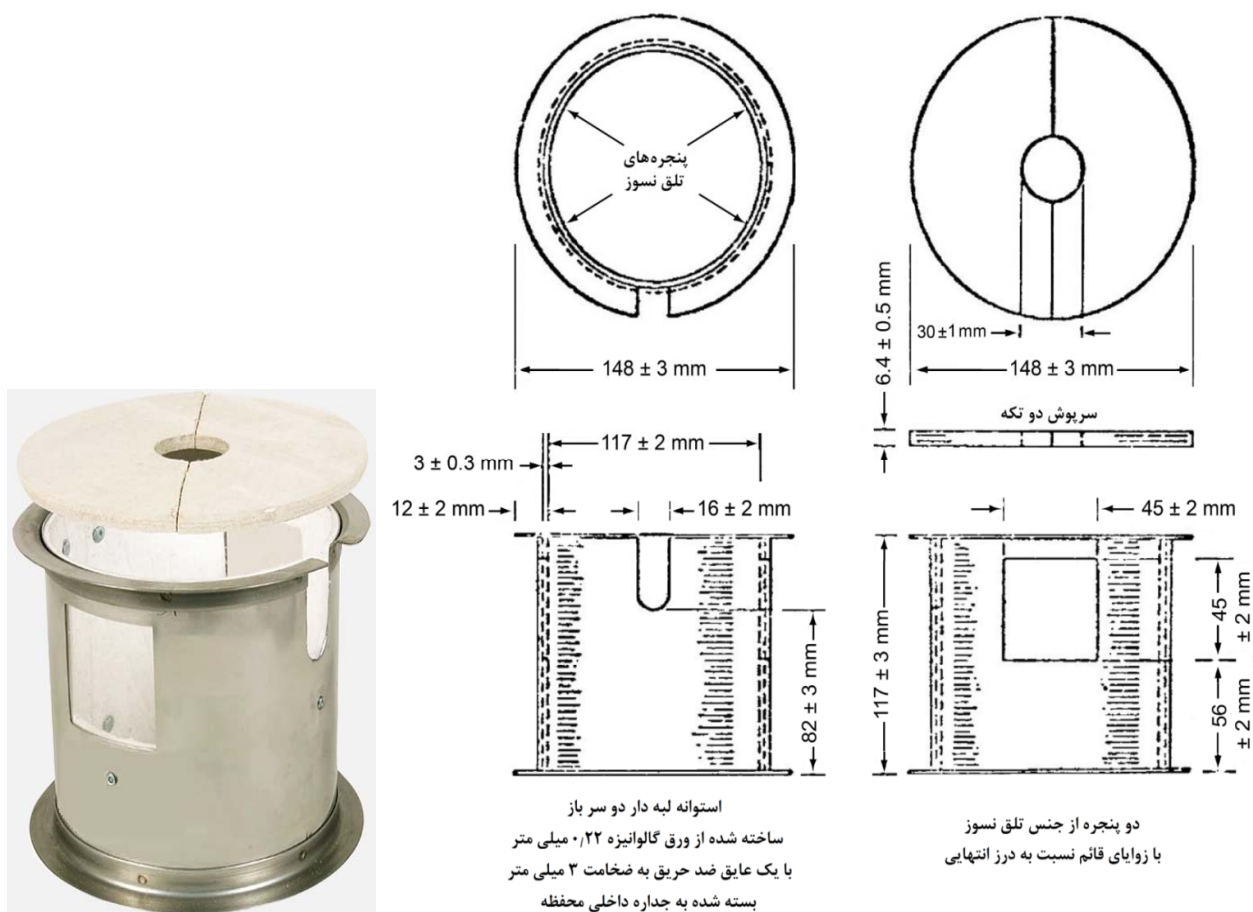
دو صفحه هر یک به مساحت 15 cm^2 ($2/3 \text{ in.}^2$) از توری فلزی کرومی شماره ۱۶ که بر روی یک حلقه یا سه‌پایه قرار گرفته است.

۶-۵ منبع حرارت

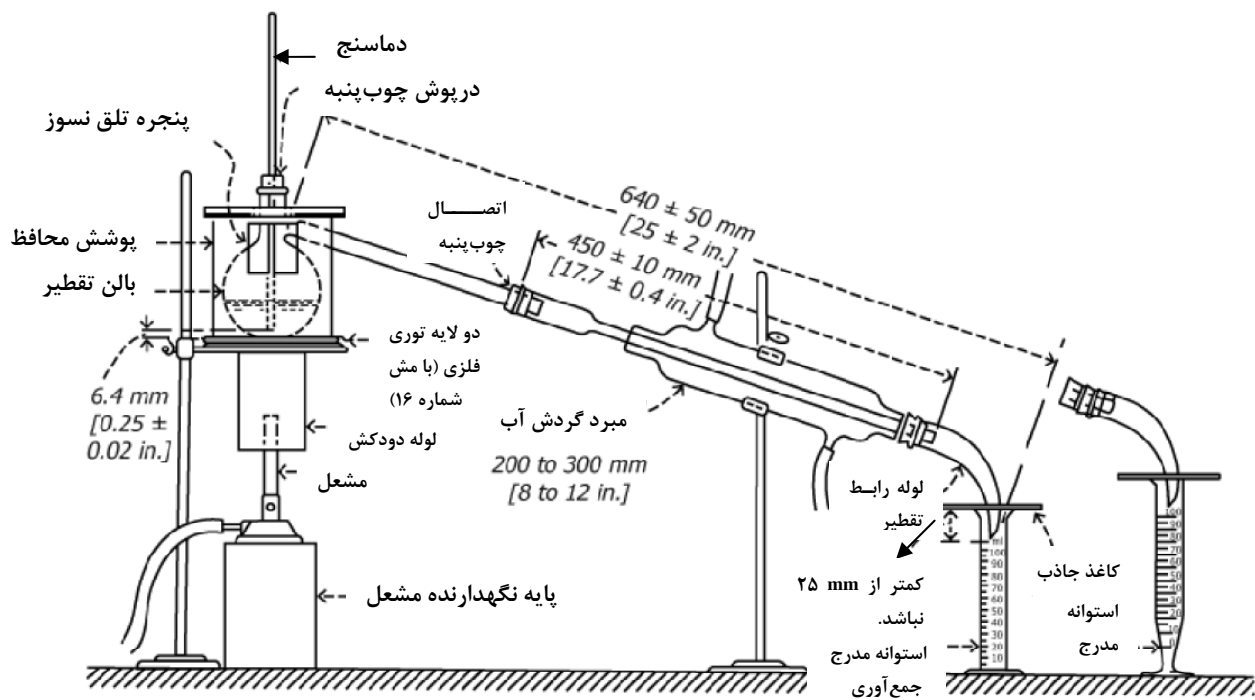
۱-۶-۵ مشعل گازی قابل تنظیم از نوع تیریل^۳ (مشعل‌های بونزن) یا مشابه آن.

۲-۶-۵ یک دستگاه گرم‌کن برقی مجهز به پوشش محافظ و نگهدارنده دستگاه گرم‌کن است. پوشش محافظ و نگهدارنده دستگاه گرم‌کن باید یک قطعه نسوز با دهانه‌ای به قطر ۷۹ mm (۳/۱ in.) بوده که به شکل اریب برش خورده باشد و در سطح بالایی به قطر ۸۶ mm (۳/۴ in.) برسد تا بالن ۵۰۰ mL بر روی آن قرار گیرد. هنگامی که بالن بر روی قطعه نسوز قرار داده می‌شود، فاصله بین کف بالن و المنت‌های گرم‌کننده دستگاه باید تقریباً ۳ mm (۰/۱ in.) باشد.

¹ condenser² adapter³ tirrill-type



شکل ۲- پوشش محافظ و سرپوش آن



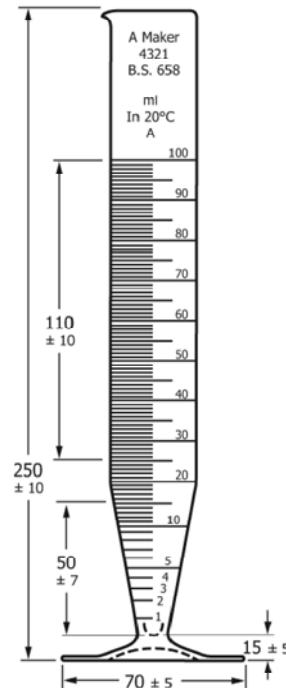
شکل ۳- دستگاه تقطیر

۷-۵ ظرف جمع‌آوری

استوانه مدرج استاندارد به گنجایش ۱۰۰ mL یا یک استوانه پایه کلاغی (ته‌مخروطی)^۱ به گنجایش ۱۰۰ mL طبق مشخصات نشان داده شده در شکل ۴.

نکته - در مواردی که حجم کل مواد برای تقطیر شدن کم بوده و دقت بالاتری نیاز باشد، استوانه‌هایی با گنجایش کمتر با ریزنگری ۰/۱ mL را می‌توان به کار برد.

همه ابعاد بر حسب میلی‌متر است



شکل ۴- استوانه مدرج پایه کلاغی با گنجایش ۱۰۰ mL

۸-۵ ظرف باقی‌مانده تقطیر

ظرف فلزی بدون درز با درپوش ساده فشاری که روی بدنه ظرف قرار می‌گیرد به قطر (۷۵ ± ۵) mm (in) و ارتفاع (۵۵ ± ۵) mm (in) و ((۲/۲ ± ۰/۲) طبق شکل ۵.

¹ - crow receiver



شکل ۵- ظرف باقیمانده تقطیر

۹-۵ دماسنج

برای اندازه‌گیری دمای نمونه در حین تقطیر به کار برده می‌شود. دماسنج باید دارای محدوده دمای اندازه‌گیری 150°C تا 400°C (300°F تا 760°F) و درستی دست کم $1/5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{F}$ بوده و یکی از موارد زیر باشد (به نکته زیربند ۳-۹-۵ مراجعه شود):

۱-۹-۵ دماسنج ASTM 8C (8F) مطابق با الزامات استاندارد ASTM E1 که باید طبق یکی از روش‌های استاندارد ASTM E77 واسنجی شود.

۲-۹-۵ دماسنج مقاومتی پلاتینی^۱ (PRT) با قابلیت خوانش تا نزدیک‌ترین $0/5^{\circ}\text{C}$ (1°F) و **نزدیک به** Pt 100 نوع A که دارای سه یا چهار خروجی سیم بوده و طول غلاف سرتاسری آن حداقل ۵۰ mm (۲ in.) بزرگ‌تر از عمق غوطه‌وری باشد. این دماسنج (کاوند و نمایشگر دما) باید طبق روش‌های استاندارد ASTM E644 واسنجی شود. برای اطمینان از اندازه‌گیری‌های دقیق در محدوده $1/5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{F}$ تصحیحاتی باید اعمال شود. این دماسنج مقاومتی پلاتینی دما را تا نزدیک‌ترین $0/5^{\circ}\text{C}$ (1°F) نشان می‌دهد.

۳-۹-۵ ترموکوپل کلاس ۱، نوع T، K یا J (طبق استاندارد ASTM E230/E230M، IEC 60584) با طول سیم کافی که اجازه می‌دهد شمارشگر دور از منبع حرارت قرار گیرد با پوششی که بتواند در معرض دمای بالا مقاومت کند. حسگر سازگار با فاصله می‌تواند دما را تا نزدیک‌ترین $0/5^{\circ}\text{C}$ (1°F) نشان دهد. برای اطمینان از اندازه‌گیری‌های دقیق در محدوده $1/5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{F}$ اصلاحاتی باید اعمال شود.

نکته – استاندارد ASTM D8055 راهنمایی‌های بیشتری را برای انتخاب جایگزین‌های مناسب برای دماسنج‌های جیوه در شیشه ارائه می‌دهد.

¹Platinum Resistance Thermometer

۶ احتیاط‌های ایمنی

۱-۶ هشدار-جیوه، توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)^۱ و بسیاری از سازمان‌های ایالتی آن کشور، به عنوان یک ماده خطرناک که می‌تواند سبب آسیب به سیستم اعصاب مرکزی، کلیه و کبد شود، مشخص شده است. جیوه یا بخارات آن برای سلامتی خطرناک و خورنده مواد است. باید هنگام کار کردن با جیوه و محصولات حاوی جیوه احتیاط شود. برای مشاهده جزئیات به برگه داده ایمنی مواد (MSDS)^۲ و اطلاعات بیشتر، به وب‌گاه (<http://www.epa.gov/mercury/faq.htm>) مراجعه کنید. کاربران باید آگاه باشند که خرید و فروش جیوه یا محصولات حاوی جیوه در محل زندگیشان ممکن است منع قانونی داشته باشد.

۷ نمونه‌برداری

۱-۷ نمونه را به‌طور کامل هم بزنید و در صورت لزوم گرم کنید، تا از همگن بودن آن قبل از برداشتن قسمتی از آن برای آزمون، اطمینان حاصل گردد.

۲-۷ اگر آب به حدی در نمونه وجود داشته باشد، که باعث کف کردن یا بالا آمدن آن شود، یک نمونه حداقل ۲۵۰ mL را با حرارت دادن درون یک بالن تقطیر به اندازه کافی بزرگ برای جلوگیری از کف کردن و وارد شدن نمونه به درون لوله جانبی، آب‌گیری کنید (خشک کنید). پس از اتمام کف کردن نمونه، فرایند تقطیر را متوقف کنید. اگر کمی مواد نفتی سبک نیز تقطیر شده باشد، آن را جدا کنید و پس از این که محتویات بالن به اندازه کافی سرد شد تا باعث تبخیر مواد نفتی فرار نشود، آن را درون بالن تقطیر بریزید. قبل از برداشتن قسمتی از نمونه برای آزمون، محتویات بالن تقطیر را به‌طور کامل هم بزنید. روش جایگزینی در دستورالعمل استاندارد ASTM D370 بیان شده است.

۸ آماده‌سازی نمونه و دستگاه

۱-۸ جرم نمونه مواد مورد نیاز را به صورت زیر تعیین کنید:

۱-۱-۸ دمای نمونه (T_x) را تا نزدیک‌ترین عدد کامل تعیین کنید.

۲-۱-۸ وزن ۲۰۰ mL نمونه را با استفاده از وزن مخصوص مواد قیری در دمای $15/6^{\circ}\text{C}$ (60°F) به صورت زیر محاسبه کنید:

۱-۲-۱-۸ وزن مخصوص نمونه را با ضرب کردن وزن مخصوص در عدد $0/99907 \text{ g/mL}$ (چگالی آب در دمای $15/6^{\circ}\text{C}$ (60°F)) به چگالی تبدیل کنید (به معادله (۱) مراجعه شود).

¹ environmental protection agency (EPA)

² material safety data sheet (MSDS)

$$(۱) \quad \text{وزن مخصوص نمونه در دمای } ۱۵/۶^{\circ}\text{C} = \left(\frac{\text{Density}_{\text{sample at } 15.6^{\circ}\text{C}}}{\text{Density}_{\text{water at } 15.6^{\circ}\text{C}}} \right)$$

که در آن:

$$\text{چگالی آب در دمای } ۱۵/۶^{\circ}\text{C} = ۰/۹۹۹۰۷ \text{ g/mL}$$

۸-۲-۱-۲ ضریب تصحیح حجم را برای تبدیل چگالی از دمای پایه $۱۵/۶^{\circ}\text{C}$ (۶۰°F) به دمای نمونه اندازه‌گیری شده با استفاده از جدول ۲ استاندارد ASTM D4311/D4311M تعیین کنید.

۸-۲-۱-۳ چگالی نمونه را در دمای مشاهده شده با تقسیم چگالی در دمای $۱۵/۶^{\circ}\text{C}$ (۶۰°F) بر ضریب تصحیح حجم محاسبه کنید (به معادل ۲ مراجعه شود).

$$(۲) \quad \text{چگالی نمونه در دمای } T_x = \left(\frac{\text{Density}_{\text{sample at } 15.6^{\circ}\text{C}}}{\text{Volume Correction Factor}} \right)$$

۸-۲-۱-۴ برای تعیین جرم نمونه مورد نیاز، چگالی نمونه را در حجم مورد نیاز ضرب کنید (به معادل ۳ مراجعه شود).

$$(۳) \quad \text{جرم نمونه در دمای } T_x \times \text{چگالی نمونه در دمای } T_x = \text{جرم نمونه مورد نیاز}$$

که در آن:

$$\text{حجم نمونه} = ۲۰۰ \text{ mL}$$

۸-۲-۱-۵ بالن تقطیر را در داخل پوشش محافظی که شامل دو لایه توری فلزی قرار گرفته روی یک حلقه یا سه‌پایه است، بگذارید. لوله مبرد را با اتصال چوب‌پنبه‌ای محکم به لوله جانبی بالن تقطیر متصل کنید. مبرد را به گونه‌ای به پایه ببندید که محور حباب بالن که از مرکز گلولی آن می‌گذرد، به حالت قائم باشد. لوله رابط تقطیر را به انتهای لوله مبرد به گونه‌ای متصل کنید که فاصله گلولی بالن تا خروجی رابط $(۶۵۰ \pm ۵۰) \text{ mm}$ ($(۲۵/۶ \pm ۲/۰) \text{ in.}$) باشد (به شکل ۳ مراجعه شود).

۸-۲-۱-۶ دماسنج را از درون درپوش **فلاسک** که به‌طور محکم در گلولی بالن تقطیر قرار گرفته است، وارد بالن کنید تا جایی که حباب دماسنج با کف آن در تماس قرار گیرد. با کمک گرفتن از خطوط درجه‌بندی یا یک علامت نشانه روی دماسنج برای تخمین فاصله ۶ mm ($۰/۲ \text{ in.}$) در بالای چوب‌پنبه، دماسنج را تقریباً ۶ mm بالاتر از کف بالن قرار دهید.

۸-۲-۱-۷ با یک پوشش محافظ یا دودکش مناسب از مشعل محافظت کنید. استوانه مدرج را به گونه‌ای قرار دهید که خروجی لوله رابط تقطیر به اندازه حداقل ۲۵ mm ($۱/۰ \text{ in.}$) داخل آن شود، اما نباید از خط درجه‌بندی ۱۰۰ mL پایین‌تر باشد. روی استوانه مدرج را با یک تکه کاغذ جاذب یا جنس مشابه آن که توزین شده و برای وارد شدن لوله رابط تقطیر به اندازه مناسب برش خورده، به خوبی بپوشانید.

۸-۲-۱-۸ قبل از شروع فرایند تقطیر، بالن، لوله مبرد، لوله رابط تقطیر و استوانه مدرج باید تمیز و خشک باشند. ظرف باقیمانده تقطیر را در جایی که جریان هوا وجود نداشته باشد، روی درپوش آن قرار دهید.

۸-۶ آب سرد را از لوله بیرونی مبرد عبور دهید. در صورت لزوم، برای جلوگیری از تشکیل میعان‌ات جامد در لوله مرکزی مبرد، از آب گرم استفاده کنید.

۹ روش اجرا

۹-۱ اگر ارتفاع آزمایشگاهی که آزمون تقطیر در آن انجام می‌شود، بیشتر از ۱۵۰ m (۵۰۰ ft) از سطح دریا فاصله داشته باشد، باید دماهایی که در فرایند تقطیر مشاهده می‌شود، تصحیح گردد. دماهای تصحیح‌شده برای در نظر گرفتن اثر ارتفاع بر فرایند تقطیر در جدول ۱ نشان داده شده است. اگر فشار هوای معمول در محل آزمایشگاه بر حسب میلی‌متر جیوه مشخص باشد، دماهای مشاهده شده را با استفاده از ضرایب مشخص‌شده در جدول ۲ تصحیح کنید. در صورت استفاده از دماسنج مایع در شیشه تصحیح مربوط به خوانش‌های بالاتر از خط غوطه‌وری دماسنج (ساقه بیرون‌مانده)^۱ نیاز نیست.

۹-۲ حرارت را به گونه‌ای اعمال کنید که در مدت ۵ min تا ۱۵ min، اولین قطره از انتهای لوله جانبی بالن تقطیر خارج شود. فرایند تقطیر را به گونه‌ای ادامه دهید که نرخ تقطیر قطره‌ها به شرح زیر حفظ شود: تعداد قطره‌ها در انتهای لوله رابط تقطیر:

- تا رسیدن به دمای 260°C (500°F)، ۵۰ تا ۷۰ قطره در هر دقیقه

- بین دماهای 260°C تا 316°C (500°F تا 600°F)، ۲۰ تا ۷۰ قطره در هر دقیقه

- مدت زمان تقطیر از دمای 316°C تا 360°C (600°F تا 680°F)، نباید بیشتر از ۱۰ min باشد.

۹-۲-۱ حجم مواد تقطیرشده به درون استوانه مدرج در هر یک از دماهای اصلاح‌شده زیر را تا نزدیک‌ترین ۰/۵ mL یادداشت کنید. تا 190°C (374°F)، تا 225°C (437°F)، تا 260°C (500°F) و تا 316°C (600°F). اگر مقدار حجم مواد تقطیرشده کم باشد، از یک استوانه مدرج با ریزنگری ۰/۱ mL که درون حمام شفافی در دمای $(15.6 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ غوطه‌ور شده است، استفاده کنید.

نکته - برای بعضی از قیرهای محلول مقدار مواد تقطیر شده در محدوده دماهایی تا 316°C (600°F) بسیار کم است. در این موارد، حفظ نرخ تقطیر به شرح فوق غیرعملی است، و اگر نرخ افزایش دما بیشتر از 5°C (9°F) در دقیقه حفظ شود، هدف روش آزمون محقق می‌شود.

¹ emergent stem of the thermometer

جدول ۱: دماهای اصلاح شده فرایند تقطیر در ارتفاعات مختلف بر حسب °C (°F)

دماهای فرایند تقطیر برای ارتفاعات مختلف °C (°F)					
ارتفاع از سطح دریا (ft) m	دمای متناظر ۱۹۰ °C (۳۷۴ °F) برای ثبت حجم مواد تقطیر شده	حجم مواد تقطیر شده تا دمای ۲۲۵ °C (۴۳۷ °F)	حجم مواد تقطیر شده تا دمای ۲۶۰ °C (۵۰۰ °F)	حجم مواد تقطیر شده تا دمای ۳۱۶ °C (۶۰۰ °F)	خاموش کردن منبع حرارت و یادداشت حجم کل مواد تقطیر شده تا دمای ۳۶۰ °C (۶۸۰ °F)
۳۰۰ - (-۱۰۰۰)	۱۹۲ (۳۷۷)	۲۲۷ (۴۴۰)	۲۶۲ (۵۰۳)	۳۱۸ (۶۰۴)	۳۶۲ (۶۸۴)
۱۵۰ - (-۵۰۰)	۱۹۱ (۳۷۵)	۲۲۶ (۴۳۹)	۲۶۱ (۵۰۲)	۳۱۷ (۶۰۲)	۳۶۱ (۶۸۲)
۰ (۰)	۱۹۰ (۳۷۴)	۲۲۵ (۴۳۷)	۲۶۰ (۵۰۰)	۳۱۶ (۶۰۰)	۳۶۰ (۶۸۰)
۱۵۰ (۵۰۰)	۱۸۹ (۳۷۳)	۲۲۴ (۴۳۶)	۲۵۹ (۴۹۹)	۳۱۵ (۵۹۸)	۳۵۹ (۶۷۸)
۳۰۰ (۱۰۰۰)	۱۸۹ (۳۷۱)	۲۲۳ (۴۳۴)	۲۵۸ (۴۹۷)	۳۱۴ (۵۹۷)	۳۵۸ (۶۷۶)
۴۵۰ (۱۵۰۰)	۱۸۸ (۳۷۰)	۲۲۳ (۴۳۳)	۲۵۷ (۴۹۶)	۳۱۳ (۵۹۵)	۳۵۷ (۶۷۵)
۶۰۰ (۲۰۰۰)	۱۸۷ (۳۶۹)	۲۲۲ (۴۳۱)	۲۵۷ (۴۹۴)	۳۱۲ (۵۹۳)	۳۵۶ (۶۷۳)
۷۵۰ (۲۵۰۰)	۱۸۶ (۳۶۸)	۲۲۱ (۴۳۰)	۲۵۶ (۴۹۳)	۳۱۱ (۵۹۲)	۳۵۵ (۶۷۱)
۹۰۰ (۳۰۰۰)	۱۸۶ (۳۶۶)	۲۲۰ (۴۲۹)	۲۵۵ (۴۹۱)	۳۱۱ (۵۹۰)	۳۵۴ (۶۷۰)
۱۰۵۰ (۳۵۰۰)	۱۸۵ (۳۶۵)	۲۲۰ (۴۲۷)	۲۵۴ (۴۹۰)	۳۱۰ (۵۸۹)	۳۵۳ (۶۶۸)
۱۲۰۰ (۴۰۰۰)	۱۸۴ (۳۶۴)	۲۱۹ (۴۲۶)	۲۵۴ (۴۸۸)	۳۰۹ (۵۸۷)	۳۵۲ (۶۶۶)
۱۳۵۰ (۴۵۰۰)	۱۸۴ (۳۶۳)	۲۱۸ (۴۲۵)	۲۵۳ (۴۸۷)	۳۰۸ (۵۸۶)	۳۵۱ (۶۶۵)
۱۵۰۰ (۵۰۰۰)	۱۸۳ (۳۶۲)	۲۱۸ (۴۲۴)	۲۵۲ (۴۸۶)	۳۰۷ (۵۸۴)	۳۵۱ (۶۶۳)
۱۶۵۰ (۵۵۰۰)	۱۸۲ (۳۶۰)	۲۱۷ (۴۲۲)	۲۵۱ (۴۸۴)	۳۰۶ (۵۸۳)	۳۵۰ (۶۶۲)
۱۸۰۰ (۶۰۰۰)	۱۸۲ (۳۵۹)	۲۱۶ (۴۲۱)	۲۵۱ (۴۸۳)	۳۰۶ (۵۸۱)	۳۴۹ (۶۶۰)
۱۹۵۰ (۶۵۰۰)	۱۸۱ (۳۵۸)	۲۱۶ (۴۲۰)	۲۵۰ (۴۸۲)	۳۰۵ (۵۸۰)	۳۴۸ (۶۵۸)
۲۱۰۰ (۷۰۰۰)	۱۸۰ (۳۵۷)	۲۱۵ (۴۱۹)	۲۴۹ (۴۸۱)	۳۰۴ (۵۷۹)	۳۴۷ (۶۵۷)
۲۲۵۰ (۷۵۰۰)	۱۸۰ (۳۵۶)	۲۱۴ (۴۱۸)	۲۴۸ (۴۷۹)	۳۰۳ (۵۷۷)	۳۴۶ (۶۵۶)
۲۴۰۰ (۸۰۰۰)	۱۷۹ (۳۵۵)	۲۱۴ (۴۱۷)	۲۴۸ (۴۷۸)	۳۰۳ (۵۷۶)	۳۴۶ (۶۵۴)
۲۵۵۰ (۸۵۰۰)	۱۷۹ (۳۵۴)	۲۱۳ (۴۱۵)	۲۴۷ (۴۷۷)	۳۰۲ (۵۷۵)	۳۴۵ (۶۵۳)
۲۷۰۰ (۹۰۰۰)	۱۷۸ (۳۵۳)	۲۱۲ (۴۱۴)	۲۴۶ (۴۷۶)	۳۰۱ (۵۷۳)	۳۴۴ (۶۵۱)

جدول ۲: ضرایب محاسبه دمای اصلاح شده

اصلاح ^{الف} برای هر ۱۰ mm (۰/۴ in.) میلی‌متر جیوه اختلاف فشار (°F) °C	دمای اسمی (°F) °C
(۰/۹۲۵) ۰/۵۱۴	۱۶۰ (۳۲۰)
(۰/۹۵۷) ۰/۵۳۱	۱۷۵ (۳۴۷)
(۰/۹۸۹) ۰/۵۴۹	۱۹۰ (۳۷۴)
(۱/۰۶۳) ۰/۵۹۱	۲۲۵ (۴۳۷)
(۱/۱۱۶) ۰/۶۲۰	۲۵۰ (۴۸۲)
(۱/۱۳۸) ۰/۶۳۲	۲۶۰ (۵۰۰)
(۱/۱۷۰) ۰/۶۵۰	۲۷۵ (۵۲۷)
(۱/۲۲۳) ۰/۶۸۰	۳۰۰ (۵۷۲)
(۱/۲۵۷) ۰/۶۹۸	۳۱۵/۶ (۶۰۰)
(۱/۲۷۷) ۰/۷۰۹	۳۲۵ (۶۱۷)
(۱/۳۵۱) ۰/۷۵۱	۳۶۰ (۶۸۰)
^{الف} اگر فشار هوا پایین‌تر از ۷۶۰ mm (۲۹/۹ in.) جیوه باشد، مقدار اصلاح باید از دمای اسمی کم شود و در غیر این صورت، باید به آن افزوده شود.	

۳-۹ هنگامی که دمای تقطیر به مقدار اصلاح شده °C ۳۶۰ (°F ۶۸۰) رسید، **گرمادهی را متوقف کنید** و بالن را همراه با دماسنج بردارید. درحالی که بالن تقطیر در وضعیت ریختن نگه‌داشته شده است، دماسنج را خارج کرده، بلافاصله محتویات بالن را درون ظرف باقی‌مانده بریزید. مدت زمان سپری شده از لحظه خاموش کردن حرارت تا لحظه شروع تخلیه محتویات بالن نباید از ۶۰ s بیشتر شود. هنگام ریختن باقیمانده تقطیر درون ظرف مخصوص آن، لوله جانبی بالن باید به‌طور مشخص به حالت افقی نگه داشته شود تا از برگشت مواد تقطیرشده درون لوله جانبی به باقیمانده تقطیر جلوگیری شود.

نکته - تشکیل پوسته روی سطح قیر باقی‌مانده هنگام خنک شدن، بخارهای داخل آن را محبوس کرده و هنگامی که پوسته با هم‌زدن نمونه دوباره با آن ترکیب می‌شود، باعث افزایش نتایج درجه نفوذ باقی‌مانده می‌گردد. اگر در حین خنک‌شدن، تشکیل پوسته شروع شد، باید به آرامی کنار زده شود. این کار را می‌توان با یک کاردک باریک با کمترین آشفتگی در نمونه انجام داد.

۴-۹ مواد تقطیرشده‌ای که درون لوله مبرد قرار دارد یا در گلولی آن گیر کرده است را به درون استوانه مدرج تخلیه کنید و حجم کل مواد تقطیرشده جمع‌آوری شده به درون استوانه را به عنوان حجم مواد تقطیرشده تا °C ۳۶۰ (°F ۶۸۰) یادداشت کنید.

۵-۹ در مدت خنک شدن باقی‌مانده تقطیر تا زمانی که بلندشدن بخار از آن متوقف می‌شود، مواد باقی‌مانده را به‌طور کامل هم بزنید و سپس، هنگامی که مواد باقی‌مانده تقطیر به دمای °C (۱۳۵±۵)

(°F) (275 ± 9) رسید، برای انجام آزمون‌های تعیین ویژگی‌ها مانند درجه نفوذ، کندروانی، یا نقطه نرمی، به درون ظرف یا قالب آزمون بریزید. انجام آزمون‌های طبق روش‌های استاندارد را از مرحله ریختن نمونه درون ظرف ادامه دهید.

۶-۹ در صورت تمایل، مواد تقطیرشده یا مخلوط مواد تقطیرشده در آزمون‌های مختلف را برای تقطیر بیشتر طبق روش ASTM D86 می‌توان آزمون کرد.

۱۰ محاسبه و گزارش

۱-۱۰ قیر باقی‌مانده

مقدار درصد حجمی قیر باقیمانده را به نزدیک‌ترین ۰٫۱ طبق روش زیر محاسبه کنید:

$$R = [(200-TD)/200] \times 100 \quad (۴)$$

که در آن:

R درصد حجمی قیر باقی‌مانده؛ و

TD : کل مواد تقطیرشده تا 360°C (680°F) بر حسب mL.

۱-۱-۱۰ مقدار قیر باقی‌مانده محاسبه‌شده را به عنوان باقی‌مانده تقطیر تا 360°C (680°F) برحسب درصد حجمی گزارش کنید.

۲-۱۰ کل مواد تقطیرشده

درصد حجمی کل مواد تقطیرشده را به نزدیک‌ترین ۰٫۱ طبق روش زیر محاسبه کنید:

$$TD\% = (TD/200) \times 100 \quad (۵)$$

۱-۲-۱۰ مقدار محاسبه‌شده را به عنوان کل مواد تقطیرشده تا 360°C (680°F) برحسب درصد حجمی گزارش کنید.

۳-۱۰ اجزای تقطیر

۱-۳-۱۰ درصدهای حجمی نسبت به حجم نمونه اولیه را با تقسیم کردن حجم مشاهده‌شده در هر بخش (برحسب mL) به عدد ۲ تعیین کنید و بر حسب درصد حجمی، به شرح زیر تا نزدیک‌ترین ۰٫۱ درصد گزارش کنید.

- تا دمای 190°C (374°F)

- تا دمای 225°C (437°F)

- تا دمای 260°C (500°F)

– تا دمای °C ۳۱۶ (°F ۶۰۰)

۱۰-۳-۲ درصد‌های حجمی نسبت به حجم کل مواد تقطیر شده را با تقسیم کردن حجم مشاهده شده هر بخش بر حسب mL به حجم به دست آمده تا °C ۳۶۰ (°F ۶۸۰) بر حسب mL و ضرب کردن آن در عدد ۱۰۰ تعیین کنید. درصد حجمی مواد تقطیر شده تا دماهای زیر نسبت به کل مواد تقطیر شده تا °C ۳۶۰ (°F ۶۸۰) را تا نزدیک ترین ۰/۱ درصد گزارش کنید.

– تا دمای °C ۱۹۰ (°F ۳۷۴)

– تا دمای °C ۲۲۵ (°F ۴۳۷)

– تا دمای °C ۲۶۰ (°F ۵۰۰)

– تا دمای °C ۳۱۶ (°F ۶۰۰)

۱۰-۴ اگر آزمون‌های تعیین درجه نفوذ، کندروانی یا آزمون‌های دیگری انجام شده باشند، نتایج آنها را با اشاره به این روش آزمون یا هر روش تقطیر دیگری گزارش کنید. به عنوان مثال: «مقدار نفوذ (ASTM D5) قیر باقی‌مانده از آزمون استاندارد ASTM D402».

۱۱ دقت و اریبی

۱۱-۱ معیارهای زیر باید برای قضاوت پذیرش نتایج آزمون (با احتمال ۹۵٪) استفاده شود:

۱۱-۱-۱ تکرارپذیری

در صورتی که نتایج دوتایی به دست آمده از یک آزمون گر بیشتر از ۱/۰٪ حجم نمونه اولیه با یکدیگر اختلاف داشته باشند، نتایج مورد تردید است.

۱۱-۱-۲ تجدیدپذیری

در صورتی که نتایج گزارش شده توسط هر یک از دو آزمایشگاه بیشتر از مقادیر زیر با یکدیگر اختلاف داشته باشند، نتایج مورد تردید است.

جدول ۳: تجدیدپذیری

درصد حجمی نمونه اولیه	اجزای مختلف فرایند تقطیر
۳/۵	تا دمای °C ۱۷۵ (°F ۳۴۷)
۲/۰	بالتر از دمای °C ۱۷۵ (°F ۳۴۷)
۲/۰	باقی مانده تقطیر، درصد حجمی مقدار اختلاف با حجم نمونه اولیه:

نکته – گزارش اصلی که برای ایجاد این بیانیه دقت استفاده شده است به صورت الکترونیکی در دسترس نیست. این احتمال وجود دارد که این بیانیه دقت بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده توسط ایجاد کنندگان/کاربران این استاندارد بوده و به عنوان بخشی از استاندارد اصلی منتشر شده در سال ۱۹۳۴ قرار داده شده باشد.

۱۱-۲ معیارهای قضاوت تغییرپذیری نتایج آزمون‌ها بر روی قیر باقی‌مانده از تقطیر تعیین نشده است.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد؛

ب- تاریخ تحویل نمونه به آزمایشگاه؛

پ- تاریخ انجام آزمون؛

ت- شناسنامه محصول (شامل: نام تولیدکننده، تاریخ تولید، محل تولید)؛

ث- نتایج آزمون؛

ز- محل انجام آزمون؛

ح- ذکر هرگونه موارد مغایر با این استاندارد؛

ط- نام، نام‌خانوادگی و امضای آزمایش‌گر؛ و

ی- نام، نام‌خانوادگی و امضای تاییدکننده.

پیوست «الف»
(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

ردیف	نشانی	تفاوت‌ها
۱	زیربند ۱-۳	حذف شده است.
۲	زیربند ۱-۴	حذف شده است و بند هشدار به ابتدای این استاندارد اضافه شده است.
۴	شکل ۲	تصویر پوشش محافظ به شکل ۲ اضافه شده است.
۵	شکل ۵	اضافه شده است.
۶	بند ۱۲	«گزارش آزمون» اضافه شده است.



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۲۹۴۹: سال ۱۴۰۳

تجدیدنظر چهارم

INSO 2949:2022

4th Revision

(AASHTO T102:2022, MOD)

قیر و مواد قیری - آزمون لکه مواد قیری -
روش آزمون

Bitumen and bituminuos materials-
Spot test for asphaltic materials- Test method

ICS: 91.100.50

استاندارد ملی ایران ۲۹۴۹: سال ۱۴۰۳، قیر و مواد قیری - آزمون لکه مواد قیری -
روش آزمون - تجدیدنظر چهارم

**INSO 2949:2022, Bitumen and bituminuos materials-
Spot test for asphaltic materials- Test method 4th Revision**

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاها تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان‌بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

مشارکت‌کنندگان

سمت و محل اشتغال

رئیس:

احمدنیا، فرهاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- خاک و پی)

معاون فنی و نظارت مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

دبیر:

زمانی‌فر، الهام

(دکتری شیمی- معدنی)

مدیرکل دفتر نظامات آموزشی- پژوهشی و تدوین ضوابط و استانداردها شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسماعیلی طاهری، محسن

(کارشناس ارشد مهندسی عمران- ژئوتکنیک)

شرکت عمران دشت فراساز

امینی، ناهید

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

کارشناس آزمایشگاه قیر و آسفالت شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

ایار، پویان

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

پرویزی، سعید

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری)

مدیرعامل شرکت اسپرلوس آریان باروس

پورعبدالله، هادی

(کارشناسی شیمی کاربردی)

مدیر فنی آزمایشگاه قیران پخش ستاره ایرانیان

پیمبری، جمال

(کارشناسی مهندسی عمران)

رئیس هیئت مدیره شرکت مهندسی قیر و آسفالت غرب

جعفری، محمد

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

حسین‌پور، محمد

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

کارشناس اداره کل امور فنی و مهندسی شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

خانی، حامد

(دکتری مهندسی عمران- راه و ترابری)

عضو هیات علمی دانشگاه یزد

داوری، ثریا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری)

مدیر آزمایشگاه شیمی و فیزیک شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

سیمت و محل اشتغال

مدیر تحقیق و توسعه شرکت نفت پاسارگاد

مدیر کنترل کیفی شرکت نفت پاسارگاد

رئیس هیئت مدیره و معاونت فنی شرکت راه و ساختمان و
مهندسين مشاور سپهر بستر

سازمان ملی استاندارد ایران

مدیر کنترل و تضمین کیفیت شرکت کندوان پارس

رئیس توسعه محصول شرکت نفت پاسارگاد

کارشناس مسئول پژوهش شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مدیر تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت جنت

مشارکت کنندگان

راهی، محمد
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

رسولی، بهزاد
(کارشناسی صنایع شیمیایی)

عبدی پور وسطی، سپهر
(دکتری مهندسی عمران-راه و ترابری)

مجتبوی، علیرضا
(کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک)

محمودی نیا، نادر
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری)

منیعی، سحر
(کارشناسی ارشد شیمی-آلی)

مهاجرانی، نیکوسادات
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری)

نیک سرشت، مهرآذین
(دکتری مهندس شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اهمیت و کاربرد
۳	۴ دستگاه‌ها
۳	۱-۴ فلاسک
۳	۲-۴ درب چوب‌پنبه‌ای
۳	۳-۴ کاغذ صافی
۳	۴-۴ صفحه شیشه‌ای
۳	۵-۴ پیپت یا بورت
۳	۶-۴ دماسنج
۳	۷-۴ ترازو
۴	۸-۴ حمام آب
۴	۵ مواد
۵	۶ نمونه‌برداری
۵	۷ روش اجرا
۶	۸ رویه در موارد مورد اختلاف
۷	۹ هم‌ارزهای زایلین
۷	۱۰ گزارش آزمون
۸	۱۱ دقت و اریبی
۹	پیوست «الف» (آگاهی) زایلین
۱۰	پیوست «ب» (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

پیشگفتار

این استاندارد به استناد قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۷، بند ۱، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آن‌ها اصلاحیه و/یا تصحیح‌نامه منتشر می‌شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۱۰۶۷ مورخ ۱۴۰۳/۱۲/۱۱ کارگروه ملی تصویب استانداردهای ... مصوب شده است.

این استاندارد، استاندارد ملی زیر را باطل می‌کند و جایگزین آن می‌شود:

– استاندارد ملی ایران ۲۹۴۹، سال ۱۳۸۸، قیر و مواد قیری – آزمون لکه مواد قیری – روش آزمون

این استاندارد/اصلاحیه بر مبنای پذیرش منبع زیر به روش «تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و تفاوت‌های آن با منبع در پیوست «ب» ارائه شده است:

منبع/منابع مورد استفاده در تهیه و تدوین این استاندارد/اصلاحیه، به شرح زیر است:

– AASHTO T102: 2022, *Standard test method for spot test for asphaltic materials*

قیر و مواد قیری - آزمون لکه مواد قیری - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ این روش آزمون، تنها برای مواد قیری مشتق شده از نفت خام کاربرد داشته و برای قیرهای طبیعی حاوی مواد غیرقیری نامحلول در زایلن توصیه نمی‌شود.

۲-۱ درجه مثبت بودن موادی که با استفاده از حلال‌های استاندارد به عنوان مثبت طبقه‌بندی شده‌اند، توسط «همارز زایلن» تعیین می‌شود. همارز زایلن کمترین درصد حجمی زایلن در حلال تشکیل‌دهنده از زایلن و نفتای استاندارد یا زایلن و هپتال نرمال است که لکه منفی را برای ماده مورد آزمون ایجاد می‌کند. این موارد به ترتیب، با عناوین «همارز نفتا- زایلن» و «همارز هپتان- زایلن» معرفی می‌شوند. افزایش درصد زایلن در حلال‌ها باید با مقادیر ۰/۵٪ باشد. چنانچه هیچ معیاری از همارزهای زایلی مشخص نشده باشند، فقط نفتای استاندارد باید به عنوان حلال آزمون استفاده شود.

۳-۱ مقادیر بیان شده برحسب واحدهای SI، به عنوان استاندارد در نظر گرفته می‌شود.

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

۴-۱ کیفیت نتایج حاصل از این استاندارد به میزان صلاحیت افراد انجام‌دهنده آزمون و توانایی، واسنجی و نگهداری تجهیزات مورد استفاده بستگی دارد. سازمان‌هایی که معیارهای استاندارد AASHTO R18 را برآورده می‌کنند، به طور کلی قادر به انجام صحیح و عینی بازرسی، نمونه‌برداری و آزمون هستند. کاربران این استاندارد، باید توجه داشته باشند که تطبیق با استاندارد AASHTO R18 به‌تنهایی تضمین‌کننده نتایج قابل اعتماد نخواهد بود. نتایج قابل اعتماد به عوامل بسیاری بستگی دارد، پیروی از پیشنهاد‌های استاندارد AASHTO R18 یا هر راهنمای قابل قبول دیگر وسیله‌ای برای ارزیابی و کنترل برخی از این عوامل است.

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن‌ها به‌صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع‌داده‌شده، جزئی از الزامات^۱ این استاندارد محسوب می‌شود. درخصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. درخصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع (شامل هرگونه اصلاحیه/تصحیح‌نامه) کاربرد دارد.

- AASHTO M81, Cutback asphalt (rapid-curing type)
- AASHTO M82, Cutback asphalt (medium-curing type)
- AASHTO M226, Viscosity-graded asphalt binder

¹ requirements

- AASHTO M231, *Weighing devices used in the testing of materials*
- AASHTO M339M/M339, *Thermometers used in the testing of construction materials*
- AASHTO R18, *Establishing and implementing a quality management system for construction materials testing laboratories*
- AASHTO R66, *Sampling asphalt materials*
- AASHTO T78, *Distillation of cutback asphalt products*
- ASTM D86, *Standard test method for distillation of petroleum products and liquid fuels at atmospheric pressure*
- ASTM D611, *Standard test methods for aniline point and mixed aniline point of petroleum products and hydrocarbon solvents*
- ASTM D1015:2019, *Standard test method for freezing points of high-purity hydrocarbons*
- ASTM E1, *Standard specification for astm liquid-in-glass thermometers*
- ASTM E879, *Standard specification for thermistor sensors for general purpose and laboratory temperature measurements*
- ASTM E1137/E1137M, *Standard specification for industrial platinum resistance thermometers*
- IEC 60751:2008, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors*

۳ اهمیت و کاربرد

۳-۱- آزمون لکه برای تعیین این موضوع انجام می‌شود که آیا مواد قیری در حین فراوری بیش از حد حرارت دیده است یا نه. نتیجه «مثبت»، نشان‌دهنده حرارت دیدن بیش از حد مواد قیری و نتیجه «منفی» نشان‌دهنده عدم حرارت دیدن بیش از اندازه این مواد است.

۳-۲- آزمون لکه به عنوان شاخصی برای سازگاری اجزای قیر به کار می‌رود. لکه منفی نشان‌دهنده سازگاری خوب و لکه مثبت نشان‌دهنده سازگاری ضعیف است.

۳-۳- آزمون لکه برای مواد قیری مشخص شده در استانداردهای AASHTO M81، AASHTO M82 و AASHTO M226 اختیاری است.

۴ دستگاه‌ها

۱-۴ فلاسک

فلاسک (دمابان) با گنجایش ۵۰ mL، از نوع فلورانس^۱ یا سوکسله^۲ با دهانه گشاد و ته تخت به قطر تقریبی ۴۵ mm و ارتفاع ۶۰ mm.

۲-۴ درپوش فلاسک

درپوش فلاسک می‌تواند چوب‌پنبه‌ای یا لاستیکی همراه با لوله شیشه‌ای به قطر سوراخ ۶/۴ mm و طول ۲۰۰ mm.

۳-۴ کاغذ صافی

کاغذ صافی واتمن^۳ نمره ۵۰ (اندازه ۷۰ mm کافی است).

۴-۴ صفحه شیشه‌ای

یک صفحه شیشه‌ای شفاف و صیقلی که ابتدا با تری‌کلرواتیلن تمیز، سپس به وسیله آب و صابون شسته، خشک و با ماده شیشه‌شوی مناسب تمیز و دوباره خشک می‌شود. صفحه شیشه‌ای باید عاری از گرد و غبار و پرز باشد. بعد از تمیز کردن، زمانی که یک قطره از مخلوط قیر روی شیشه ریخته می‌شود باید به سمت خارج حرکت کند تا لکه بیضی شکل صافی را تشکیل دهد. اگر پیرامون لکه دنداندار و ناصاف است، شیشه باید دوباره به وسیله مایع شیشه‌شوی مناسب شسته شود تا زمانی که قطره مخلوط قیر به طور صحیح (همانطور که گفته شد) به بیرون جاری شود.

۵-۴ پیپت یا بورت

پیپت یا بورت با درجه‌بندی ۰/۱ mL.

۶-۴ دماسنج

دماسنج برای اندازه‌گیری دمای حمام آب باید مطابق الزامات استاندارد AASHTO M339M/M339 با محدوده دمایی حداقل ۱۵ °C تا ۴۵ °C و درستی ± 0.1 °C (به نکته مراجعه کنید)

نکته - انواع دماسنج مناسب برای استفاده شامل دماسنج‌های جیوه‌ای ASTM E1، دماسنج‌های مقاومت حرارتی ASTM E879، دماسنج‌های مقاومت پلاتینی سفارش ویژه Pt-100RTD استاندارد ASTM E1137/E1137M یا دماسنج‌های مقاومت پلاتینی سفارش ویژه استاندارد IEC 60751:2008 می‌باشد.

¹ Felorence

² Soxhlet

³ Whatman

۷-۴ ترازو

از نوع G_1 با ظرفیت کافی مطابق استاندارد AASHTO M231

۸-۴ حمام آب

با توان نگهداشت دما $(32.0 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$.



شکل ۱: نمای کلی از وسایل مورد استفاده در آزمون لکه

۵ مواد

۱-۵ نفتای استاندارد به طور مستقیم از فراورده‌های بالای ستون تقطیر نفت خام به دست می‌آید و **بدون** هرگونه مواد حاصل از شکست^۱ مولکولی است. نفتای استاندارد باید مطابق الزامات جدول ۱ باشد. عدد **آنیلینی** حلال باید طبق استاندارد ASTM D611 اندازه‌گیری شود.

جدول ۱: مشخصات نفتا

وزن بر حسب استاندارد ^۲ A.P.I	۴۹ تا ۵۰
تقطیر:	
نقطه ابتدای جوش	بیش از $149 ^\circ\text{C}$
دمای تقطیر بیش از ۵۰ درصد نفتا	$(168 \text{ تا } 179) ^\circ\text{C}$
نقطه انتهای جوش	کمتر از $210 ^\circ\text{C}$

^۱ cracked products

^۲ gravity A.P.I

عدد آنیلینی	°C (۵۹ تا ۶۳)
-------------	---------------

۲-۵ زایلن باید از نظر شیمیایی خالص بوده و در صورت تقطیر مطابق استاندارد ASTM D86، محدوده دمای جوش آن °C ۱۳۷ تا °C ۱۴۰ باشد.

۳-۵ هپتان نرمال باید مطابق الزامات بیان شده در جدول ۲ باشد.

جدول ۲: هپتان

عدد اکتان موتور برحسب استاندارد ASTM	0.10 ± 0.02
چگالی در °C ۲۰، برحسب g/mL	0.68375 ± 0.00015
ضریب شکست، ND در °C ۲۰	1.38775 ± 0.00015
نقطه انجماد الف، برحسب °C	حداقل -۹۰٫۷۲
تقطیر	
دمای تقطیر بیش از ۵۰ درصد هپتان، برحسب °C	98.43 ± 0.05
تفاوت دمای ایجاد شده زمانی که حجم حلال تقطیر شده از ۲۰٪ تا ۸۰٪ افزایش یابد، برحسب °C	حداکثر ۰٫۲۰
الف مطابق استاندارد ASTM D1015 برای نقطه انجماد مواد هیدروکربن با خلوص بالا تعیین می‌شود.	

۶ نمونه‌برداری

برای قیرهای خالص، آزمون باید بر روی ماده اولیه که مطابق با استاندارد AASHTO R66 نمونه‌برداری شده است، انجام شود. برای قیرهای محلول، آزمون بر روی باقی‌مانده تقطیر حاصل از استاندارد AASHTO T78 انجام شود.

۷ روش اجرا

۱-۷ g (0.02 ± 0.01) از نمونه باید در فلاسک قرار داده شود. اگر نمونه در دمای محیط به راحتی روان نمی‌شود، در این صورت فلاسک باید تا زمانی که نمونه بتواند به صورت لایه نازکی پخش و کف فلاسک را بپوشاند به دقت حرارت داده شود. سپس به نمونه اجازه داده شود تا رسیدن به دمای محیط خنک شود.

۲-۷ mL 10.2 از حلال مشخص شده را با پیپت یا بورت، داخل فلاسک بریزید. به سرعت درب چوب پنبه‌ای با لوله‌ای به طول ۲۰۰ mm را در گلویی فلاسک قرار داده و فلاسک را با حرکت چرخشی سریع به مدت ۵ s بچرخانید. سپس فلاسک را تا گلویی آن در حمام آبی که به آرامی در حال جوشیدن است به مدت ۵۵ s غوطه‌ور کنید.

۳-۷ فلاسک را از حمام آب خارج کنید و به مدت ۵ s بچرخانید. به طور متناوب هر یک دقیقه فلاسک را مجدداً به مدت ۵۵ s غوطه‌ور و سپس خارج کرده، به مدت ۵ s بچرخانید. این عمل را تا زمانی که پراکندگی به طور کامل اتفاق بیافتد، انجام دهید.

۴-۷ بعد از پراکندگی کامل که با کج کردن فلاسک مشخص می‌شود، انتهای لوله شیشه‌ای تا زیر سطح محلول پایین آورده می‌شود و فلاسک به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط خنک می‌گردد.

۵-۷ مخلوط قیر و حلال به مدت ۱۵ min در حمام آبی که قادر به نگهداری دما در $(32.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ است، گرم می‌شود. مخلوط قیر و حلال باید به طور کامل به هم زده شود. با میله هم‌زن تمیز یک قطره از مخلوط گرم باید روی کاغذ صافی شماره ۵۰ از نوع وات‌من قرار داده شود. پس از ۵ min لکه با نگه داشتن کاغذ در فاصله‌ای به طول بازو، به گونه‌ای که سطح کاغذ تقریباً زاویه قائمی با خط دید آزمایشگر دارد، در نور مناسب (ترجیحاً در نور طبیعی) که از پشت فرد آزمایشگر می‌تابد، بررسی شود. اگر قطره به صورت لکه دایره‌ای قهوه‌ای یا قهوه‌ای متمایل به زرد با هسته توده‌ای تیره رنگ یا هسته حلقوی در مرکز مشاهده شود آزمون با نتیجه «مثبت» گزارش می‌شود.

۶-۷ اگر قطره به صورت لکه دایره‌ای قهوه‌ای یکنواخت ایجاد شد، مخلوط قیر-حلال در دمای اتاق و در نور ملایم درون فلاسک در بسته شده قراردادده شود. تا ۲۴ h پس از اولین آزمون دوباره آزمایش شود. مخلوط را تا دمای $(32.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ و به مدت ۱۵ min مانند قبل گرم و به شدت هم زده تا یکنواخت شود. یک قطره از مخلوط قیر و حلال را بر روی کاغذ صافی قرار دهید. اگر قطره از مخلوط ۲۴ ساعته همچنان یک لکه دایره‌ای قهوه‌ای یکنواخت ایجاد می‌کند، آزمون با نتیجه «منفی» گزارش می‌شود، اما اگر یک هسته حلقوی یا هسته جامد تیره‌تر همانطور که در زیربند ۵-۷ توضیح داده شد، اکنون در مرکز لکه تشکیل شده باشد، آزمون با نتیجه «مثبت» گزارش می‌شود.

۸ روش اجرا در موارد مورد اختلاف

۱-۸ در موارد مورد اختلاف کل آزمون باید دوباره تکرار شود. هرگونه کاهش در میزان حلال که در طول مراحل پراکندگی ایجاد می‌شود باید با اضافه کردن حلال جبران شود. فلاسک باید پس از پراکندگی کامل، در نور ملایم در دمای $(25.0 \pm 1.7)^\circ\text{C}$ به مدت ۲۴ h پیش از انجام آزمون نگهداری شود. یک قطره از مخلوط قیر و حلال که به مدت ۱۵ min تا دمای $(32.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ گرم شده است باید روی کاغذ صافی قرار داده شود. اگر تشخیص نتیجه آزمون از ظاهر قطره مخلوط ۲۴ h مانده بر روی کاغذ صافی هنوز محل اختلاف باشد، آزمون همانطور که در ادامه بیان می‌شود بر روی صفحه شیشه‌ای انجام شود.

۲-۸ قطره‌ای از مخلوط ۲۴ h مانده باید روی صفحه شیشه‌ای، که با افق زاویه 45° می‌سازد، قرار داده شود. اگر قطره در هنگام جریان در مرکز مسیر خود، نوارهای کدر و مات ایجاد کرد، به طوری که محدوده آن نسبت به نواحی صاف، شفاف و صیقلی مجاور کاملاً قابل تشخیص باشد نتیجه آزمون «مثبت» گزارش می‌شود. این مشاهده باید به وسیله نوری که از روی زمینه تیره منعکس شده است، انجام پذیرد.

۳-۸ اگر قطره مخلوط ۲۴ h مانده به صورت لایه نازک قهوه‌ای رنگ یکنواخت، شفاف و صیقلی بدون نوارهای مرکزی بیان شده در زیربند ۲-۸ جریان پیدا کرد، نتیجه آزمون باید «منفی» گزارش شود.

۹ هم‌ارزهای زایلن

۱-۹ روشی که برای آزمون «هم‌ارزهای زایلن» استفاده می‌شود، باید مشابه مواردی باشد که در بند ۷ بیان شده است، با این تفاوت که حلال باید از ترکیب زایلن و نفتای استاندارد یا زایلن و هپتان نرمال تشکیل شده باشد.

۲-۹ برای اندازه‌گیری «هم‌ارز زایلن»، دو یا تعداد بیشتری از نمونه‌های قیری مورد بررسی باید در مخلوط‌های حلال مورد نظر پراکنده شود. درصد زایلن در این مخلوط‌ها باید با افزایش (حجمی) پیوسته ۵٪ تغییر کند تا زمانی که دو محلول قیری متوالی ایجاد شده، با اختلاف ۵٪ زایلن یکی لکه مثبت را نشان دهد و دیگری (که دارای ۵٪ حلال زایلن بیشتر است) لکه منفی را نشان دهد. درصد زایلن به کار رفته در مخلوط دو حلال متوالی، هم‌ارز زایلن را مشخص می‌کند. به عنوان مثال در یک مورد «هم‌ارز نفتا- زایلن ۱۰٪ تا ۱۵٪ یا «هم‌ارز هپتان- زایلن ۲۵-۲۰٪» است.

۳-۹ هنگامی که پذیرش مواد بر پایه مقدار هم‌ارز زایلن مشخص شده باشد تعیین کمترین درصد زایلن که «لکه منفی» تولید می‌کند احتیاج نیست. نمونه ممکن است در صورت لزوم با حلالی متشکل از درصد‌های زایلن- نفتای استاندارد یا زایلن- هپتان نرمال مشخص شده که درصد زایلن آن مشخص شده است (همان‌طور که در قبل گفته شد) آزمون شود. هرگاه با یک مخلوط حلال مشخص نتیجه آزمون برای ماده‌ای منفی گردید مقدار هم‌ارز زایلن به صورت «کمتر از آن مقدار» گزارش می‌شود. به عنوان مثال «کمتر از ۲۰٪ مخلوط هم‌ارز نفتا- زایلن» و یا «کمتر از ۲۵٪ مخلوط هم‌ارز هپتان- زایلن»، باید گزارش شود.

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۱۰ انجام آزمون طبق این استاندارد؛

۲-۱۰ تاریخ تحویل نمونه به آزمایشگاه؛

۳-۱۰ شناسنامه محصول (شامل: نام تولیدکننده، تاریخ تولید، محل تولید)؛

۴-۱۰ تاریخ انجام آزمون؛

۵-۱۰ حلال مورد استفاده در آزمون؛

۶-۱۰ نتیجه «مثبت» یا «منفی»؛

۷-۱۰ هم‌ارز زایلن (در صورت تعیین)؛

۸-۱۰ محل انجام آزمون؛

۹-۱۰ ذکر هرگونه موارد مغایر با این استاندارد؛

۱۰-۱۰ نام، نام خانوادگی و امضای **آزمون‌گر**؛

۱۱-۱۰ نام، نام خانوادگی و امضای تاییدکننده.

۱۱ دقت و اریبی

۱-۱۱ دقت

پژوهش لازم برای تعیین دقت انجام نشده است.

۲-۱۱ اریبی

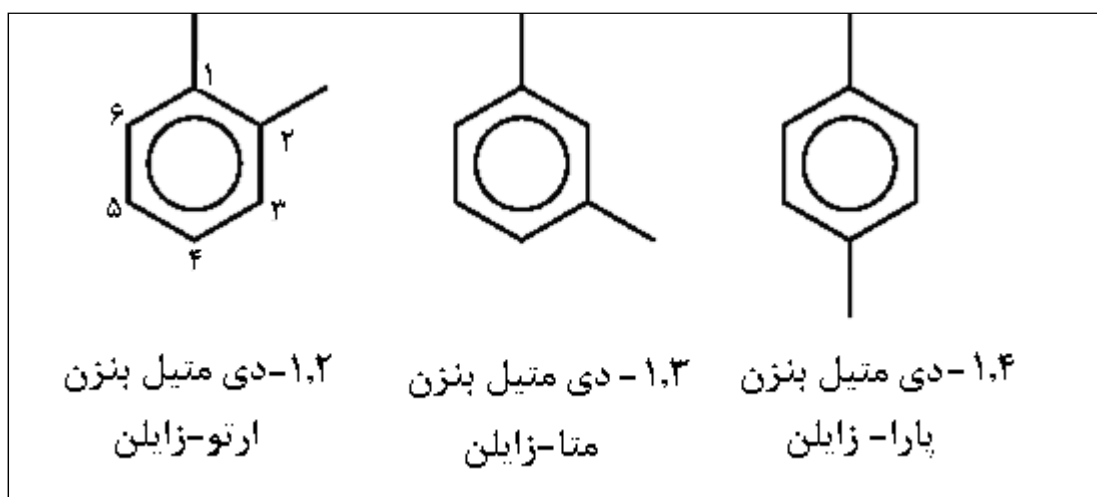
از آن‌جا که مقادیر حاصل از این آزمون فقط با استفاده از این روش آزمون به دست می‌آیند، این روش آزمون اریبی ندارد.

پیوست «الف»
(آگاهی دهنده)

زایلن

الف-۱ تعریف

زایلن حلالی خوشبو، بی رنگ و به شدت قابل اشتعال با فرمول شیمیایی C_8H_{10} ($C_6H_4C_2H_6$) است که مخلوطی از سه مشتق بنزن می باشد. زایلن به صورت ایزومرهای پارا، متا و اورتو دی متیل بنزن وجود دارد (شکل الف-۱) و تفاوت آن ها در قرارگیری شاخه متیل روی اتم های کربن حلقه بنزن می باشد. خواص شیمیایی این ایزومرها تا حدودی با یکدیگر متفاوت است به عنوان مثال نقطه ذوب متا زایلن بین $47/87^\circ C$ و $13/26^\circ C$ در نوع پارا زایلن در تغییر است. نقطه جوش برای تمام زایلن ها در حدود $140^\circ C$ و چگالی آن در حدود $0/87 \text{ g/mL}$ می باشد.



شکل الف-۱: زایلن

پیوست «ب»
(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

جدول ب-۱: تغییرات استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

ردیف	نشانی	تفاوت‌ها
۱	شکل ۱	به انتهای بند ۴ اضافه شده است.
	نکته	نکته‌های زیربندهای ۱-۵ و ۳-۵ حذف شده است.
۲	زیربند ۸-۲	عبارت « به طوری که محدوده آن نسبت به نواحی صاف، شفاف و صیقلی مجاور کاملاً قابل تشخیص باشد» و عبارت « این مشاهده باید به وسیله نوری که از روی زمینه تیره منعکس شده است، انجام پذیرد» اضافه شده است.
۳	بند ۱۰	زیربند ۱۰-۱، زیربند ۱۰-۲، زیربند ۱۰-۴، زیربند ۱۰-۸، زیربند ۱۰-۹، زیربند ۱۰-۱۰ و زیربند ۱۰-۱۱ به بند ۱۰ اضافه شده است.
۳۴	پیوست الف	برای ایجاد درک بهتر اضافه شده است.