



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۶۸۵
تجدید نظر دوم
۱۳۹۹

INSO
1685
2nd Revision
2021

Modification of
ASTM D2419:
2014

خاک - تعیین مقدار هم‌ارز ماسه‌ای برای
خاک‌ها و مصالح ریزدانه - روش آزمون


دارای محتوای رنگی

**Soil — Determination of sand equivalent
value of soils and fine aggregate — Test
method**

ICS: 93.020

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وب‌گاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«خاک - تعیین مقدار هم‌ارز ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه - روش آزمون»

رئیس:

کولیوند، فرشاد
(دکتری مهندسی مکانیک سنگ)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی - دانشگاه لرستان

دبیر:

مهبد، علی
(دکتری مهندسی عمران)

مشاور - شرکت پایش کیفیت ماهان پیشگام

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

افضلی، مصطفی
(کارشناسی مهندسی عمران)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت بتن سازان استان کرمان

ایلاقی حسینی، حمید
(کارشناسی مهندسی عمران)

شهردار اختیارآباد - شهرداری کرمان

برخورداری، سجاد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سازمان نظام مهندسی ساختمان کرمان

جوادی، محمد
(دکتری مهندسی معدن)

معاونت فنی - شرکت ایمن‌سازان

جوزی، سبحان
(کارشناسی ارشد مهندسی معماری)

مدیر واحد طراحی - شرکت پارتاسازه کرمان

حسنوند، ارسلان
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت ایمن صنعت کرمان

حیدری، ابوذر
(کارشناسی مهندسی عمران)

کارشناس اجرا - آتی‌سازان درنیکا

داعی‌اله، میلاد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر گروه فنی - اداره کل نوسازی و تجهیز مدارس استان کرمان

رستمی، فهیمه
(کارشناسی شیمی)

کارشناس آزمایشگاه - شرکت بتن‌آزمای شرق

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سیدی، نسیمه
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

کارشناس آزمایشگاه- اداره کل زمین شناسی و اکتشافات معدنی
استان کرمان

شریفی، حمید رضا
(کارشناسی مهندسی عمران)

رئیس گروه- دفتر فنی استانداری استان کرمان

شهسواری، رسول
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس- بنیاد مسکن استان کرمان

غلامحسین پور، محسن
(کارشناسی ارشد مهندسی معماری)

کارشناس نظارت بر اجرا- شرکت نیمرخ

فرج‌الهی، عبدالمجید
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس شیمی فیزیک- اداره کل آزمایشگاه فنی و مکانیک
خاک استان کرمان

کرمی شاهرخی، مینو
(شیمی فیزیک)

کارشناس آزمایشگاه- دانشگاه شهید باهنر کرمان

کریم‌زاده کارنما، حکیمه
(کارشناس ارشد شیمی)

کارشناس مستقل

نریمان پور، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس طراحی- شرکت سازه‌نگاران کارمانیا

نظری، محسن
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

مدیر کنترل کیفیت- کارخانه سیمان ممتازان

نیکخواه، مرتضی
(کارشناسی مهندسی شیمی- کارشناسی ارشد MBA)

ویراستار:

عضو هیات علمی- دانشگاه لرستان

کولیوند، فرشاد
(دکتری مهندسی مکانیک سنگ)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ خلاصه روش آزمون
۳	۵ اهمیت و کاربرد
۴	۶ تداخل‌ها
۵	۷ دستگاه‌ها
۱۱	۸ مواد و واکنشگرها
۱۱	۱-۸ محلول ذخیره
۱۱	۱-۱-۸ محلول ذخیره با فرمالدهید
۱۱	۲-۱-۸ محلول ذخیره با گلووتارالدهید
۱۲	۳-۱-۸ محلول ذخیره با کاتن
۱۲	۲-۸ محلول کلسیم کلرید کاری
۱۲	۹ آماده‌سازی نمونه
۱۵	۱۰ آماده‌سازی دستگاه
۱۶	۱۱ روش اجرا
۲۱	۱۲ محاسبه و گزارش آزمون
۲۱	۱۳ دقت و اریبی
۲۱	۱-۱۳ دقت
۲۲	۱-۱-۱۳ دقت یک آزمونگر
۲۲	۲-۱-۱۳ دقت چند آزمایشگاهی
۲۲	۲-۱۳ اریبی
۲۳	پیوست الف (الزامی) روش اجرایی خوانش ماسه هنگام استفاده از شاخص خوانش ماسه استاندارد منبع نسخه سال ۱۹۶۹ میلادی و پایه مطابق با شکل‌های منبع نسخه سال ۱۹۶۹ میلادی
۲۵	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

پیش‌گفتار

استاندارد «خاک- تعیین مقدار هم‌ارز ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه- روش آزمون» که نخستین‌بار در سال ۱۳۵۷ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد پ، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای دومین‌بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۹/۱۱/۲۷ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی‌ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۵: سال ۱۳۹۳ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد زیر به روش «ترجمه تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

ASTM D2419:2014, Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate

مقدمه

این آزمون جهت تکمیل آزمون دانه‌بندی است و به‌عنوان یک آزمون صحرایی به‌منظور تعیین سریع نسبت ذرات ریز یا مواد رسی در خاک‌ها یا مواد دانه‌بندی شده برای تعیین تغییرات کیفیت مواد در حین تولید یا مصرف کاربرد دارد. این آزمون ویژه خاک‌هایی است که ریزدانه آن‌ها کم باشد و نشود حالت خمیری آن‌ها را به روش اتربرگ^۱ آزمون کرد. این روش آزمون بیانگر یک مقدار تجربی نسبت به مقدار نسبی، نرم‌شدگی دانه و شاخص رسی بودن خاصیت مواد رسی آزمون است. حداقل مقدار هم‌ارز ماسه‌ای ممکن است حد یا مرز مقدار مواد رسی مجاز در مصالح سنگی را مشخص کند. آزمون هم‌ارز ماسه‌ای ممکن است حالت خاک مثل جذب آب، خمیری شدن و تورم دانه‌های ریز را نشان دهد.

1- Atterberg

خاک - تعیین مقدار هم‌ارز ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه - 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 نسبی مصالح رسی یا ریزدانه‌هایی با خاصیت خمیری^۲ و گرد و خاک موجود در خاک دانه‌ای و مصالح ریزدانه عبوری از الک ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) در شرایط استاندارد است. این روش آزمون به‌عنوان یک آزمون صحرائی سریع به‌کار می‌رود. اصطلاح «هم‌ارز ماسه‌ای»^۳ به‌طور کلی بیانگر این مفهوم است که بیشتر خاک‌های دانه‌ای و مصالح ریزدانه، مخلوطی از ذرات درشت‌دانه مطلوب^۴، ذرات ماسه و ذرات رسی یا ریزدانه‌های دارای خاصیت خمیری و گرد و خاک هستند.

یادآوری ۱- برای مصالح ریزدانه حاوی گرد و غبار تمیز شکستگی (ذراتی رسی که کانی‌های رسی نیستند)، نتایج آزمون به مقدار ریزی موجود در مصالح بستگی دارد. در این مورد اگر ریزدانه‌ها برای آزمون مخرب باشند، ممکن است سایر آزمون‌ها مانند مقدار آبی متیلن^۵ (AASHTO T330) یا پراش پرتو ایکس (XRD)^۶ نیاز باشد.

یادآوری ۲- برخی آزمایشگاه‌ها آزمون را بر روی مصالح با حداکثر اندازه کوچک‌تر از ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) انجام می‌دهند. این کار با به دام انداختن^۷ خاک رس یا ریزدانه‌هایی با خاصیت خمیری و گرد و خاک زیر پوسته چسبیده به ذرات به اندازه ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) تا ۲/۳۶ mm (الک شماره ۸) جلوگیری می‌کند. آزمون بر روی مصالح با حداکثر اندازه کوچک‌تر ممکن است باعث کاهش مقادیر عددی نتایج آزمون شود.

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

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

- 2- Plastic fines
- 3- Sand equivalent
- 4- Desirable coarse particles
- 5- Methylene blue
- 6- X-Ray Diffraction
- 7- Trapping

2-1 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

2-2 ASTM C702, Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶: سال ۱۳۹۳، سنگدانه - کاهش دادن نمونه سنگدانه تا اندازه آزمون - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C702/C702M:2011 تدوین شده است.

2-3 ASTM D8, Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۱۷: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری - مصالح راهها و روسازی - واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM D8:2013 تدوین شده است.

2-4 ASTM D75, Practice for Sampling Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷: سال ۱۳۹۴، سنگدانه - نمونه برداری از سنگدانه ها - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D75/D75M:2014 تدوین شده است.

2-5 ASTM D653, Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

2-6 ASTM D3666, Specification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials

2-7 ASTM E11, Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2-8 T 176 Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of Sand Equivalent Test3

۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM D653، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می رود:

۱-۱-۳

اندازه رس

clay size

قسمتی از خاک یا مصالح ریزدانه تر از ۰٫۰۰۲ mm (در برخی موارد ۰٫۰۰۵ mm) است (به استاندارد ASTM D653 مراجعه شود).

۲-۱-۳

مصالح ریزدانه

fine aggregate

سنگدانه عبوری از الک ۹٫۵ mm که تقریباً به طور کامل از الک ۴٫۷۵ mm (الک شماره ۴) عبور کرده است و به طور عمده بر روی الک ۷۵ μm (الک شماره ۲۰۰) باقی می ماند (به استاندارد ASTM D8 مراجعه شود).

۳-۱-۳

ماسه

sand

ذرات سنگ که از الک ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) عبور کرده است و بر روی الک ۷۵ μm (الک شماره ۲۰۰) باقی می‌مانند (به استاندارد ASTM D653 مراجعه شود).

۲-۳

هم‌ارز ماسه‌ای

sand equivalent

معیاری از مقدار آلودگی به لای یا رس، یا ذرات سنگ‌دانه رسی در مصالح ریزدانه (یا خاک) است که با آزمون تعیین می‌شود (به استاندارد ASTM D653 مراجعه شود) (به بندهای ۴ و ۵ نیز مراجعه شود).

۳-۳

خاک

soil

رسوبات یا ذرات جامد غیریکپارچه و تحکیم‌نیافته تولیدشده توسط فرایند تجزیه فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها است که ممکن است شامل یا فاقد مواد آلی باشند (به استاندارد ASTM D653 مراجعه شود).

۴ خلاصه روش آزمون

یک حجم اندازه‌گیری شده از خاک یا مصالح ریزدانه و مقدار کمی از محلول پراکنده‌ساز^۱ را در یک استوانه پلاستیکی مدرج ریخته و تکان داده تا مواد رسی چسبیده به دور ذرات ماسه در آزمون نرم شده و جدا شوند. آزمون را با محلول پراکنده‌ساز اضافی «شستشو»^۲ داده تا مصالح رسی در بالای ماسه به صورت معلق^۳ قرار گیرند. پس از یک دوره ته‌نشست از پیش تعیین شده ارتفاع مصالح پراکنده‌شده (رس) خوانش می‌شود و ارتفاع ماسه درون سیلندر تعیین می‌شود. هم‌ارز ماسه‌ای، به صورت نسبت ارتفاع ماسه به ارتفاع مصالح پراکنده‌شده (خاک رس) ضرب در ۱۰۰ است.

۵ اهمیت و کاربرد

۱-۵ این روش آزمون یک مقدار تجربی را به میزان نسبی، نرمی و مشخصه مصالح رس‌مانند موجود در آزمون اختصاص می‌دهد.

۲-۵ می‌توان یک حداقل مقدار هم‌ارز ماسه‌ای تعیین کرد تا میزان مجاز مصالح رس‌مانند یا ریزدانه‌های رسی در سنگدانه را محدود کند.

1- Flocculating solution
2- Irrigated
3- Suspension

۳-۵ این روش آزمون یک روش سریع برجا برای تعیین تغییرات در کیفیت سنگدانه‌ها در طی تولید یا ساخت فراهم می‌کند.

یادآوری- کیفیت نتایج حاصل از این استاندارد به توانایی‌ها، صلاحیت کارکنان انجام‌دهنده روش اجرایی، واسنجی^۱ و نگهداری تجهیزات مورد استفاده بستگی دارد. نمایندگی‌هایی که معیارهای استاندارد ASTM D3666 را برآورده می‌کنند، به‌طور معمول قابلیت شایستگی و توانایی اجرای آزمون/نمونه‌برداری/بازرسی را دارند. به کاربران این استاندارد، تذکر داده می‌شود که مطابقت با استاندارد ASTM D3666، به خودی خود اطمینان از نتایج قابل قبول را تضمین نمی‌کند. نتایج قابل قبول، به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ روش ارزیابی برخی از این عوامل در استاندارد ASTM D3666 فراهم شده است.

۶ تداخل‌ها

۱-۶ دمای محلول کار را در طی اجرای این آزمون در دمای $(22 \pm 3)^\circ\text{C}$ نگهدارید.

یادآوری- اگر شرایط میدانی از نگهداری گستره دمایی جلوگیری می‌کند، توصیه می‌شود به‌طور منظم نمونه‌های مرجع به آزمایشگاهی که در آن کنترل مناسب دما امکان‌پذیر است ارسال شوند. همچنین ممکن است برای هر یک از مواد تحت آزمون که در آن کنترل دمایی مناسب امکان‌پذیر نیست، منحنی‌های تصحیح دما فراهم شود. با این حال توصیه می‌شود هیچ تصحیح کلی برای مواد مختلف و حتی در یک گستره کوچک از هم‌ارز ماسه‌ای مورد استفاده قرار نگیرد. نمونه‌هایی که حداقل الزامات هم‌ارز ماسه‌ای را با محلول کار در دمای کمتر از مقدار پیشنهادی برآورده می‌کنند لازم نیست دوباره آزمون شوند.

۲-۶ آزمون را در محلی بدون لرزش انجام دهید. ممکن است لرزش بیش از حد باعث شود که مواد معلق با سرعتی بیشتر از حد معمول ته‌نشین شوند.

۳-۶ استوانه‌های پلاستیکی را بیش از حد لازم در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار ندهید.

۴-۶ گاهی ممکن است لازم باشد قارچ‌های رشد کرده در ظرف محلول کار کلسیم کلرید، از داخل لوله انعطاف‌پذیر (لاستیکی) و لوله شستشو زدوده شوند. این قارچ‌ها به‌راحتی به‌صورت ماده لجنی در محلول یا کپک رشد می‌کنند در سطوح داخلی ظرف قابل مشاهده هستند.

۱-۴-۶ برای زدودن این قارچ‌ها، با رقیق کردن محلول سدیم هیپوکلریت (سفیدکننده کلردار خانگی) با همان اندازه آب، حلال تمیزکننده تهیه کنید.

۲-۴-۶ پس از دور ریختن محلول آلوده، ظرف محلول را با حلال شستشو تهیه شده پر کنید و اجازه دهید حدود یک لیتر از حلال شستشو از سرتاسر آب‌شویه^۲ و لوله شستشو عبور کند سپس انتهای لوله را با گیره ببندید تا از جریان حلال شستشو جلوگیری کرده و حلال درون لوله جمع شود. ظرف را دوباره پر کنید و اجازه دهید به‌مدت یک شب به همین صورت بماند.

۳-۴-۶ پس از خیس شدن، اجازه دهید حلال شستشو از درون مجموعه دستگاه آب‌شویه و لوله شستشو به خارج جریان پیدا کند.

1- Calibration
2- Siphon

۴-۴-۶ مجموعه دستگاه آب شویه را از ظرف محلول شستشو خارج کرده و هر دو را با آب تمیز شستشو دهید. مجموعه آب شویه و لوله شستشو را می‌توان به راحتی با اتصال شلنگ بین نوک لوله شستشو و شیر آب و جریان برگشت آب تازه از میان لوله، با آب شستشو داد.

۵-۶ گاهی اوقات ممکن است سوراخ‌های نوک لوله شستشو با ذرات ماسه مسدود شود. اگر این انسداد را نمی‌توان با هر روش دیگری باز کرد، با استفاده از سنجاق یا هر جسم نوک تیز دیگری به زور باز کنید، بسیار دقت کنید تا اندازه سوراخ‌های نوک لوله بزرگ نشود.

۶-۶ محلولی کاری که بیشتر از دو هفته از تهیه کردن آن گذشته است را دور بریزید.

۷-۶ ظرف(های) اختلاط و نگهداری محلول باید قبل از مخلوط کردن با محلول تازه، به‌طور کامل شستشو داده شوند.

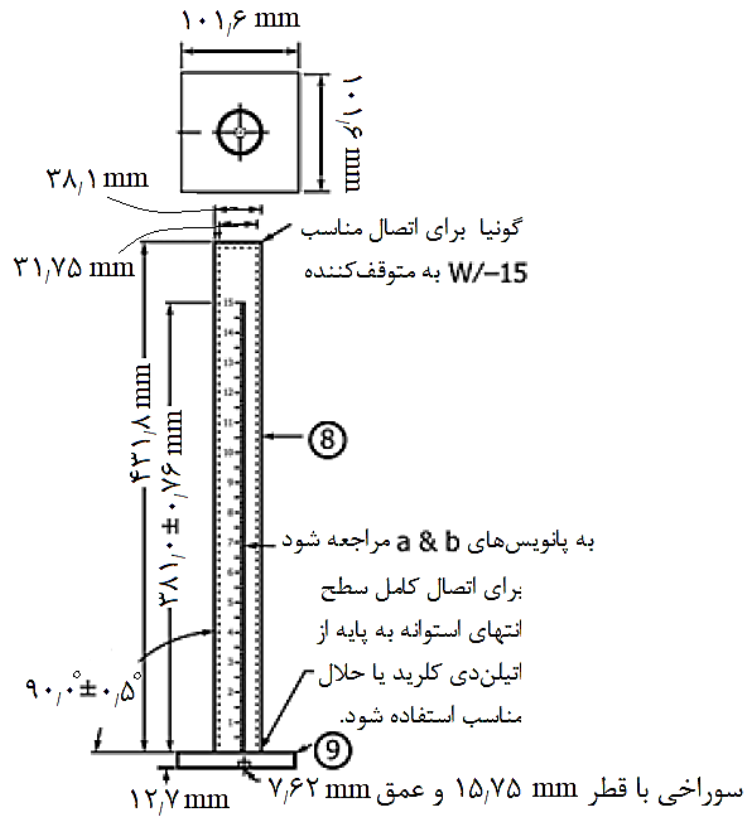
۸-۶ نباید محلول تازه تهیه شده را به محلول قدیمی (صرف نظر از مدت زمان ساخت آن) اضافه کرد.

۷ دستگاه‌ها

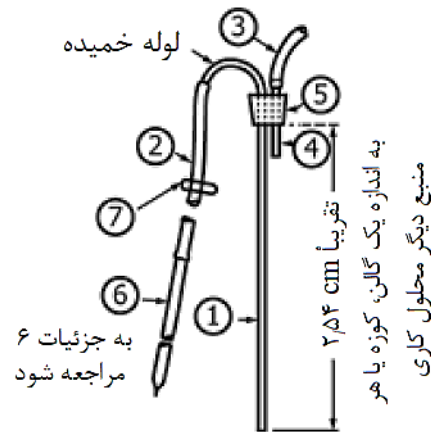
۱-۷ استوانه مدرج پلاستیکی اکریلیکی شفاف (مزور)^۱، درپوش لاستیکی، لوله شستشو، مجموعه پایه وزنه-وزنه‌دار و مجموعه آب شویه که همه باید مطابق با مشخصات مربوطه و ابعاد نشان داده شده در شکل ۱ باشند. برای مشاهده دستگاه جایگزین به پیوست الف مراجعه شود.



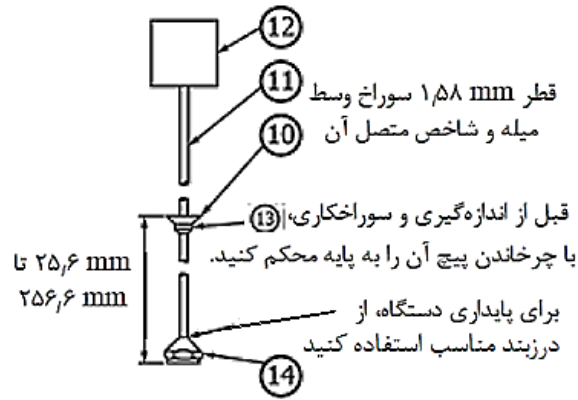
شکل ۱- به ترتیب از راست به چپ بطری، لرزاننده مکانیکی، لوله شستشو، مجموعه میله با وزنه، آب شویه، پیمانانه اندازه‌گیری، زمان‌سنج، قیف دهانه گشاد، الک و استوانه مدرج



هم گذاری B

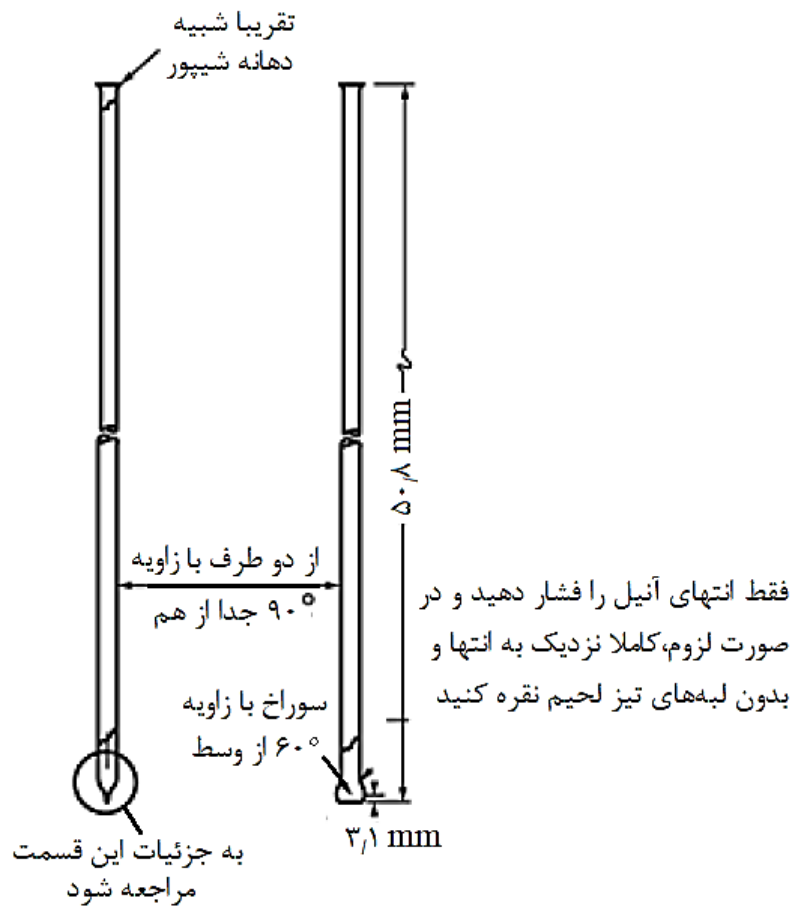


هم گذاری A

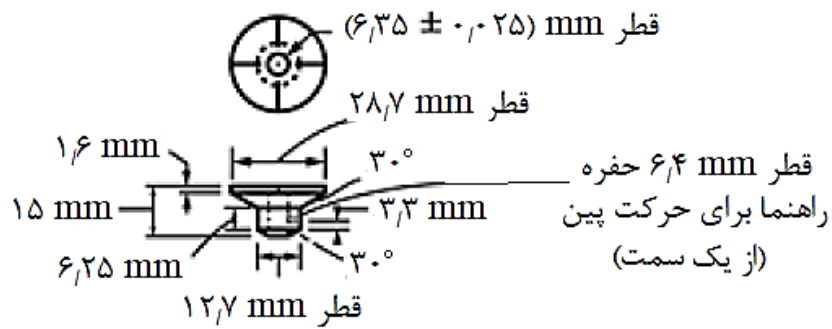


هم گذاری C

شکل ۲- دستگاه آزمون هم ارز ماسه ای

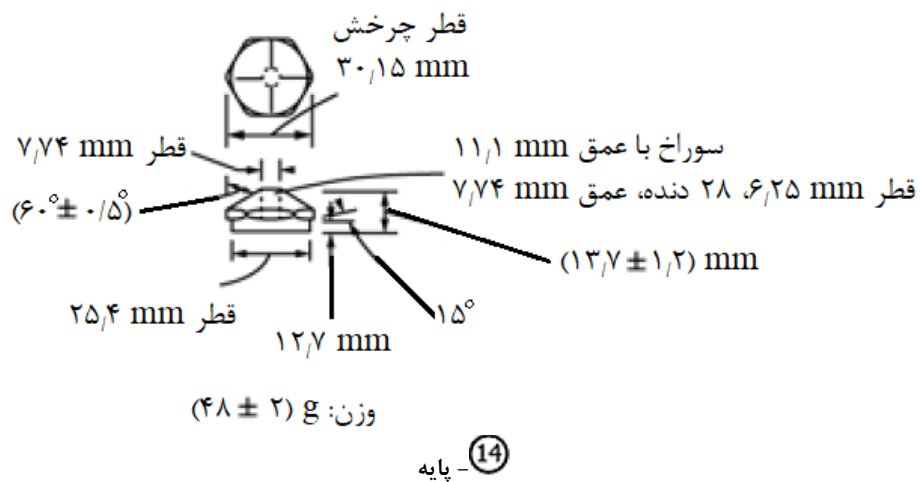
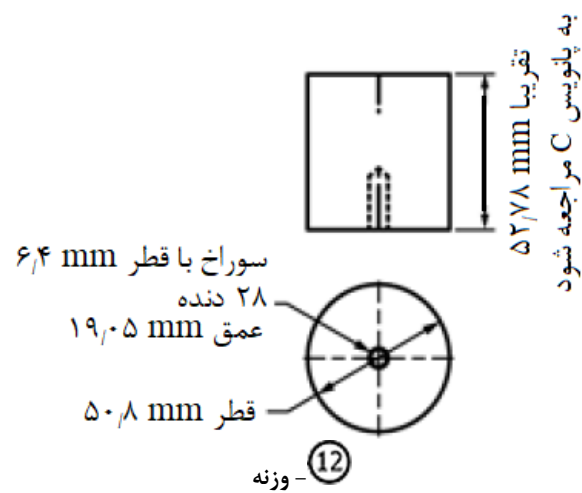
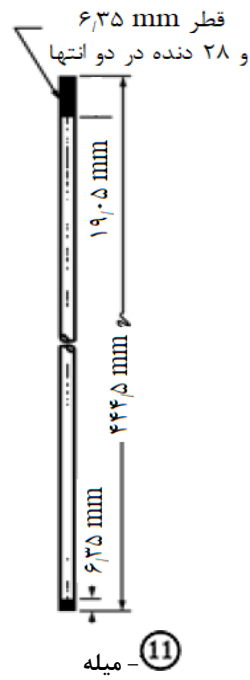


⑥ - جزئیات لوله شستشو



⑩ - شاخص خوانش ماشه

شکل ۲- دستگاه آزمون هم‌ارز ماسه‌ای (ادامه)



شکل ۲- دستگاه آزمون هم‌ارز ماسه‌ای (ادامه)

هم‌گذاری	قسمت	شرح	اندازه برحسب (mm)	جنس
A		مجموعه آبشویه (mm)		
	①	لوله آبشویه	به قطر ۶/۳۵ و به طول ۴۰۶/۴۰	لوله مسی (می‌تواند آبکاری شده باشد)
	②	شیلنگ آبشویه	به قطر داخلی ۴/۷۶ و به طول ۱۲۱۹/۲	لوله لاستیکی، لاستیکی خالص یا معادل آن
	③	شیلنگ خروج هوا	به قطر داخلی ۴/۷۶ و به طول ۵۰/۸	لوله لاستیکی، لاستیکی خالص یا معادل آن
	④	لوله دمیدن هوا	به قطر ۶/۴ و به طول ۵۰/۸	لوله مسی (می‌تواند آبکاری شده باشد)
	⑤	درپوش با دو سوراخ	نمره ۶	لاستیکی
	⑥	لوله شستشو	به قطر خارجی ۶/۳۵ و ضخامت جدار ۰/۸۸۹ و به طول ۵۰۰ از جنس فولاد زنگ نزن و نوع ۳۱۶	
	⑦	گیره	شیر زبانه‌دار شماره ۲۱۷۳ یا معادل BKH	
B ^{a,b}		مجموعه مدرج		
		لوله	قطر خارجی ۳۸/۱۰ و طول ۴۳۱/۸	پلاستیکی شفاف اکریلیک
		پایه	به ضخامت ۶/۳۵ و ضلع ۱۰۱/۶۰ × ۱۰۱/۶۰	پلاستیکی شفاف اکریلیک
C ^c		مجموعه پایه وزنه‌دار (mm)		
	⑩	شاخص خوانش ماسه	به قطر ۳۱/۷۵ و طول ۱۴/۹۹	نایلون ۱۰۱ از نوع ۶۶ حرارت دیده
	⑪	میله	به قطر ۶/۳۵ و طول ۴۴۴/۵۰	برنجی (می‌تواند آبکاری شده باشد)
	⑫	وزنه	به قطر ۵۰/۸ و طول ۵۲/۷۸	فولاد سرد نورد (می‌تواند آبکاری شده باشد)
	⑬	میله توپر	به قطر ۱/۵۹ و طول ۱۲/۷	فلز مقاوم در برابر خوردگی
	⑭	پایه	۱۳/۴۶ شش‌ضلعی	برنجی (می‌تواند آبکاری شده باشد)
	⑮	درپوش توپر	شماره ۷	لاستیکی
یادآوری - شاخص خوانش ماسه و ویژگی پایه در استاندارد ASTM D 2419:1969 مشخص شده است. شکل ۱ ممکن است هنگامی که این تجهیزات از قبل در دسترس باشند، مورد استفاده قرار گیرند.				
^a بهتر است درستی درجه‌بندی برای هر ۲۵/۴ mm مقدار (۰/۲۵) mm باشد. خطا در هر نقطه درجه‌بندی ۰/۷۶ mm ± نسبت به فاصله واقعی از صفر استوانه باشد.				
^b بهتر است خطوط درجه‌بندی استوانه به فاصله ۲/۵۴ mm از یکدیگر باشند و هر دهمین خط با یک عدد نشان داده شود. تمامی خطوط نشانه دارای طول ۵/۵ mm عرض ۰/۷۶ mm و ضخامت ۰/۳۷۵ mm می‌باشند.				
^c مجموعه پایه وزنه‌دار باید به وزن g (۱۰۰۰ ± ۵) باشد.				

شکل ۲- دستگاه آزمون هم‌ارز ماسه‌ای (ادامه)

۲-۷ پیمانه اندازه‌گیری، استوانه‌ای از جنس قلع با قطر تقریبی ۵۷ mm و ظرفیت ml (۸۵ ± ۵).

۳-۷ الک، ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴)، مطابق با الزامات استاندارد ASTM E11.

۴-۷ قیف، قیف دهانه گشاد، برای انتقال آزمون به داخل استوانه مدرج.

۵-۷ بطری‌ها، دو بطری به حجم ۳/۸ l برای نگهداری محلول ذخیره^۱ و محلول کار.

۶-۷ سینی مسطح، برای مخلوط کردن.

۷-۷ ساعت یا زمان‌سنج، برای خوانش و تعیین زمان برحسب دقیقه و ثانیه.

۸-۷ لرزاننده مکانیکی هم‌ارز ماسه‌ای، باید به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که بتواند استوانه مدرج پلاستیکی را در یک موقعیت افقی با حرکت رفت و برگشتی به‌موازات محور طولی آن در فاصله cm (۱/۰ ± ۲۰۳/۲) به تعداد cpm (۱۷۵ ± ۲) (مرتبه در دقیقه) تکان دهد. مثالی از دستگاه در شکل ۳ نشان داده است. لرزاننده باید بر روی سطحی محکم، ثابت و مسطح چفت و نصب شود.



شکل ۳- دستگاه لرزاننده مکانیکی

یادآوری- توصیه می‌شود قطعات متحرک لرزاننده مکانیکی برای حفاظت از کارور، به محافظ ایمنی مجهز شوند.

۷-۹ لرزاننده دستی هم‌ارز ماسه‌ای (اختیاری)، همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده یا مشابه آن، این دستگاه قادر است به کمک دست تعداد ۱۰۰ حرکت رفت و برگشت کامل در بازه زمانی $s(5 \pm 45)$ با فاصله $cm(0.5 \pm 12.7)$ را انجام دهد. افزاره باید به گونه‌ای طراحی شود که استوانه مدرج را در موقعیت افقی با حرکت رفت و برگشتی به موازات محور طولی جابجا کند. لرزاننده باید بر روی سطحی محکم، ثابت و مسطح چفت و نصب شود. در صورتی که تعداد آزمون‌ها کم باشد لرزاننده را می‌توان با دست نگه داشت.

۷-۱۰ گرم‌خانه، گرم‌خانه دارای اندازه مناسب، که قابلیت حفظ دمای $^{\circ}C(5 \pm 110)$ را دارد.

۷-۱۱ کاغذ صافی، شماره ۲۷ یا معادل آن.



شکل ۴- دستگاه لرزاننده دستی

۸ مواد و واکنشگرها

۱-۸ محلول ذخیره

مواد فهرست شده در زیربندهای ۲-۱-۸ تا ۳-۱-۸ می‌تواند برای تهیه محلول ذخیره مورد استفاده قرار گیرند. اگر استفاده از فرمالدهید^۱ به‌عنوان زیست‌کش^۲ نگران‌کننده باشد، بهتر است مواد فهرست شده در زیربندهای ۲-۱-۸ یا ۳-۱-۸ استفاده شود. چهارمین گزینه مصرف ندارد و هنگامی که زمان نگهداری محلول ذخیره برای گسترش رشد قارچ کافی نباشد، استفاده می‌شود.

۱-۱-۸ محلول ذخیره با فرمالدهید

۱-۱-۱-۸ کلسیم کلرید بدون آب، مقدار g ۴۵۴ از درجه صنعتی.

۲-۱-۱-۸ گلیسیرین USP، مقدار g ۲۰۵۰ (۱۶۴۰ ml).

۳-۱-۱-۸ فرمالدهید، (محلول حجمی % ۴۰) مقدار g ۴۷ (۴۵ ml).

۴-۱-۱-۸ مقدار g ۴۵۴ از کلسیم کلرید را در ۱/۸۹۱ آب مقطر حل کنید و پس از خنک کردن بدون تاخیر با کاغذ صافی دارای منافذ درشت صاف کنید. مقدار g ۲۰۵۰ گلیسیرین و g ۴۷ فرمالدهید به محلول صاف‌شده بیافزایید و آن را خوب مخلوط کرده و تا رسیدن به حجم ۳/۷۸۱ رقیق کنید.

۲-۱-۸ محلول ذخیره با گلوتارالدهید^۳

۱-۲-۱-۸ کلسیم کلرید دو آبه، مقدار g ۵۷۷ از درجه (A.C.S)

یادآوری - کلسیم کلرید دو آبه درجه ACS برای تهیه محلول ذخیره با گلوتارالدهید به کار می‌رود؛ زیرا آزمون‌ها نشان می‌دهند ناخالصی‌های موجود کلسیم کلرید بدون آب درجه صنعتی می‌تواند با گلوتارالدهید واکنش داده و رسوب ناشناخته ایجاد کند.

۲-۲-۱-۸ گلیسیرین USP، مقدار g ۲۰۵۰ (۱۶۴۰ ml).

۳-۲-۱-۸ ۱ و ۵-پنتان دی‌ال^۴ (گلوتارالدهید)، مقدار g ۵۹ محلول % ۵۰ در g ۵۹ آب (۵۳ ml).

۴-۲-۱-۸ مقدار g ۵۷۷ کلسیم کلرید دو آبه را در ۱/۸۹۱ آب مقطر حل کنید و پس از خنک کردن مقدار g ۲۰۵۰ گلیسیرین و g ۵۹ گلوتارالدهید را به محلول اضافه کنید. آن را خوب مخلوط کرده و تا رسیدن به حجم ۳/۷۸۱ L رقیق کنید.

یادآوری - ۱ و ۵-پنتان دی‌ال همچنین به گلوتارالدهید، گلوتریک دی‌آلدهید^۵ و نام تجاری یوکارسید^۶ ۲۵۰ شناخته می‌شود و می‌تواند از محلول % ۵۰ گلوتارالدهید به دست آید.

-
- 1- Formaldehyde
 - 2- Biocide
 - 3- Glutaraldehyde
 - 4- Pentanedial
 - 5- Glutaric dialdehyde
 - 6- UCARCIDE

۳-۱-۸ محلول ذخیره با کاتن^۱ (CG/ICP)

۱-۳-۱-۸ کلسیم کلرید دو آبه، مقدار g ۵۷۷ از درجه (A.C.S).

۲-۳-۱-۸ گلیسیرین USP، مقدار g ۲۰۵۰ (۱۶۴۰ ml).

۳-۳-۱-۸ کاتن، مقدار g ۶۳ (۵۳ ml).

۴-۳-۱-۸ مقدار g ۵۷۷ کلسیم کلرید دو آبه را در ۱/۸۹ l آب مقطر حل کنید و پس از خنک کردن مقدار g ۲۰۵۰ گلیسیرین و g ۶۳ کاتن به محلول اضافه کنید. آن را خوب مخلوط کرده و تا رسیدن به حجم 1 ۳/۷۸ رقیق کنید.

۲-۸ محلول کلسیم کلرید کاری

برای تهیه محلول کار کلسیم کلرید یک پیمانه اندازه گیری پر ml (۸۵ ± ۵) از محلول کلسیم کلرید ذخیره را با آب مقطر تا حجم 1 ۳/۸ رقیق کنید. برای تهیه محلول کار به روش معمولی از آب مقطر یا آب بدون املاح استفاده کنید. اگر مشخص شود که خلوص آب لوله کشی به اندازه ای است که روی نتایج آزمون تاثیر ندارد، استفاده از آن به جای آب مقطر یا آب بدون املاح مجاز است.

یادآوری - اثر آب لوله کشی بر روی نتایج آزمون هم‌ارز ماسه‌ای را می‌توان با مقایسه نتایج سه آزمون هم‌ارز ماسه‌ای با استفاده از آب مقطر با نتایج سه آزمون هم‌ارز ماسه‌ای با استفاده از آب لوله کشی محلی تعیین کرد. باید شش آزمون مورد نیاز برای این مقایسه از یک نمونه تهیه شوند و به روش شرح داده شده در این استاندارد در گرم‌خانه خشک شوند.

۹ آماده‌سازی نمونه

۱-۹ مواد را مطابق با استاندارد ASTM D75 نمونه برداری کنید.

۹-۲ نمونه را به‌طور کامل مخلوط کنید و در صورت لزوم با استفاده از روش‌های قابل اجرای استاندارد ASTM C702 کاهش دهید.

۹-۳ حداقل g ۱۵۰۰ از مواد عبوری از الک ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) را به روش زیر برداشت کنید.

۱-۳-۹ نمونه را بر روی الک ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) با حرکت افقی و عمودی الک و همزمان با عمل تکان دادن، نمونه در حال حرکت را به‌طور مداوم بر روی سطح الک نگه داشته و جدا کنید. الک کردن را تا زمانی که حداکثر یک درصد وزنی باقیمانده در مدت ۱ min از الک عبور کند، ادامه دهید. الک کردن را با دست یا ابزار مکانیکی انجام دهید. پس از تکمیل فرایند الک کردن مکانیکی، یکبار دیگر آزمون را به روش دستی تشریح شده در بالا، با یک لایه از مواد بر روی الک انجام دهید.

۸-۳-۹ هرگونه مواد کلوخ‌های موجود در بخش درشت‌دانه را خرد کنید تا از الک ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) عبور کند. از هاون و دسته هاون دارای روکش لاستیکی یا هر وسیله دیگری که سبب خرد شدن قابل ملاحظه در دانه‌ها نمی‌شود، استفاده کنید.

۳-۳-۹ هرگونه غشاء یا پوشش ریز چسبیده به مصالح درشت‌دانه را جدا کنید. این ریزدانه‌ها ممکن است با خشک کردن سطح مصالح درشت‌دانه سپس مالش دادن بین دست‌ها در بالای یک سینی مسطح جدا شوند.

۴-۳-۹ مواد عبوری از الک به‌دست آمده از زیربندهای ۲-۳-۹ و ۳-۳-۹ را به قسمت ریزدانه نمونه اضافه کنید.

۴-۹ آزمون‌ها را از مواد عبوری از الک ۴/۷۵ mm (الک شماره ۴) و مطابق با یکی از روش‌های توصیف شده در زیربندهای ۱-۴-۹ یا ۲-۴-۹ آماده کنید.

یادآوری- تجربیات نشان می‌دهد به‌دلیل این‌که مقدار مواد با روش دو قسمتی یا چهار قسمتی کردن کاهش می‌یابد، درستی تهیه کردن بخش‌های معرف نیز کاهش می‌یابد، به همین دلیل ضروری است که هنگام تهیه آزمون‌ها دقت بیشتری معطوف شود.

۱-۴-۹ آماده‌سازی آزمون، روش اجرایی الف

۱-۱-۴-۹ در صورت لزوم، برای جلوگیری از جدا شدن و هدر رفتن ریزدانه‌ها حین روش دو قسمتی یا چهار قسمتی کردن، مواد را مرطوب کنید. دقت کنید در هنگام اضافه کردن رطوبت به نمونه، شرایط جریان آزاد^۱ مواد حفظ شود.

۲-۱-۴-۹ چهار پیمانانه از نمونه را با استفاده از پیمانانه اندازه‌گیری تهیه کنید. هر بار با غوطه‌ور کردن پیمانانه و حرکت آرام آن به درون نمونه یک پیمانانه کاملاً پر تهیه کرده، حداقل چهار بار کف پیمانانه اندازه‌گیری را روی میز کار یا سطح سخت دیگری آهسته بکوبید تا پیمانانه‌ای یکپارچه و سر پر از مواد ایجاد شود یا لبه بالایی پیمانانه اندکی برآمده شود.

۳-۱-۴-۹ مقدار مواد موجود در این چهار پیمانانه را به روش وزنی یا حجمی در یک استوانه پلاستیکی خشک تعیین و ثبت کنید.

۴-۱-۴-۹ این مواد را به نمونه بازگردانده و روش دو قسمتی یا چهار قسمتی کردن نمونه و با استفاده از روش‌های اجرای در استاندارد ASTM C702 و انجام تنظیمات لازم، وزن یا حجم از پیش تعیین شده را تهیه کنید. هنگامی که این وزن یا حجم به‌دست آمد، ممکن است دو مرتبه متوالی با روش دو قسمتی یا چهار قسمتی کردن بدون تنظیم، مقدار مناسبی مواد برای پر کردن پیمانانه فراهم کرده، سپس یک آزمون را تهیه کنید.

۹-۴-۱-۵ آزمونه را تا رسیدن به وزن ثابت در دمای $(5 \pm 110)^\circ\text{C}$ خشک کرده و قبل از آزمون تا دمای اتاق خنک کنید.

یادآوری - نتایج هم‌ارز ماسه‌ای بر روی آزمونه‌هایی که خشک نشده‌اند معمولاً کمتر از نتایج حاصل از همان آزمونه‌هایی که خشک شده‌اند، خواهد بود. برای استفاده بهینه از زمان، هنگامی که نتایج هم‌ارز ماسه‌ای برای تعیین تطابق با حداقل مقدار قابل قبول با مشخصات، به کار برده می‌شود، انجام آزمون هم‌ارز ماسه‌ای بدون خشک کردن مجاز است. اگر نتیجه آزمون هم‌ارز ماسه‌ای کمتر از مقداری باشد که مشخص شده است، در این حالت ضروری است آزمون بر روی نمونه خشک تکرار شود. اگر هم‌ارز ماسه‌ای تعیین شده از آزمون بر روی یک آزمونه خشک، کمتر از حداقل حدود ویژگی باشد، لازم است دو آزمون اضافی بر روی آزمونه خشک از نمونه مشابه انجام شود. هم‌ارز ماسه‌ای تعیین شده برای نمونه باید مطابق با بند ۱۱ محاسبه شود.

۹-۴-۲ آماده‌سازی آزمونه، روش ب

۹-۴-۲-۱ برای حفظ شرایط جریان روانی مواد، آن‌ها را به اندازه کافی مرطوب کنید تا از جدایش یا اتلاف ریزدانه‌ها جلوگیری شود.

۹-۴-۲-۲ مقدار 1000 g تا 1500 g از مواد را به دو قسمت یا چهار قسمت تقسیم کنید. مواد را با یک بیلچه دستی در یک سینی دایره‌ای با گود کردن به سمت وسط ظرف، درحالی که ظرف به صورت افقی می‌چرخد، به طور کامل مخلوط کنید. توصیه می‌شود برای دستیابی به یکنواختی، اختلاط یا هم زدن حداقل یک دقیقه ادامه داشته باشد. برای بررسی شرایط رطوبت لازم مواد، یک قسمت کوچک از نمونه کاملاً مخلوط شده را با کف دست محکم فشار دهید. اگر قالب تشکیل شده با دقت لمس شد و بدون خرد شدن باقی ماند، مشخص می‌شود که مواد به گستره رطوبت صحیح رسیده است. اگر مواد بیش از حد خشک باشد قالب فرو می‌ریزد که در این حالت لازم است به مخلوط آب اضافه کنیم و دوباره مخلوط کرده و تا زمانی که مواد به شکل قالب باقی بماند این کار را ادامه داد. در صورت مشاهده آب آزاد در مواد، مواد برای آزمون خیلی مرطوب هستند و باید آب آن را خارج کرده و در معرض هوا خشک کنید، و برای اطمینان از یکنواختی به طور مکرر مواد را مخلوط کنید. این مواد بیش از حد مرطوب در آغاز بررسی به شکل یک قالب خوب در می‌آیند، بنابراین توصیه می‌شود فرایند خشک کردن را ادامه دهید تا زمانی که بررسی مواد خشک از طریق فشردن نشان دهد که قالب تشکیل شده نسبت به قالب اولیه نسبت به لمس کردن شکننده‌تر و حساس‌تر است. اگر مقدار رطوبت متداول در محدوده‌های توصیف شده در بالا باشد، می‌توان فوری نمونه‌برداری را انجام داد. اگر مقدار رطوبت تغییر کرده است تا در این محدوده‌ها قرار گیرد، توصیه می‌شود نمونه را در سینی قرار داده، روی آن را با یک سرپوشش یا پارچه مرطوب بیوشانید به طوری که در تماس با مواد نباشد و اجازه دهید حداقل به مدت 15 min در این حالت باقی بماند.

۹-۴-۲-۳ پس از حداقل زمان عمل‌آوری، دوباره مواد را به مدت یک دقیقه بدون افزودن آب مخلوط کنید. هنگامی که اختلاط کامل شد مواد را با یک بیلچه به شکل مخروط در آورید.

۹-۴-۲-۴ پیمانانه اندازه‌گیری را در یک دست گرفته و هنگامی که دست دیگر را محکم در مقابل تپه ماسه در جهت مخالف پیمانانه نگه داشته‌اید، آن را به طور مستقیم و با فشار تا تراز کف تپه ماسه فرو کنید.

۹-۴-۲-۵ هنگامی که پیمانانه کاملاً داخل کپه فرو رفت، با دست فشار کافی وارد کنید تا حداکثر

مقدار موادی که داخل پیمانۀ قرار می‌گیرد، لبریز شود. توصیه می‌شود با کف دست مواد را فشرده کنید تا درون پیمانۀ متراکم شوند. توصیه می‌شود مواد اضافی را با حرکت لبه ماله به‌صورت اره‌ای از بالای پیمانۀ برداشته و سطح پیمانۀ را صاف کنید.

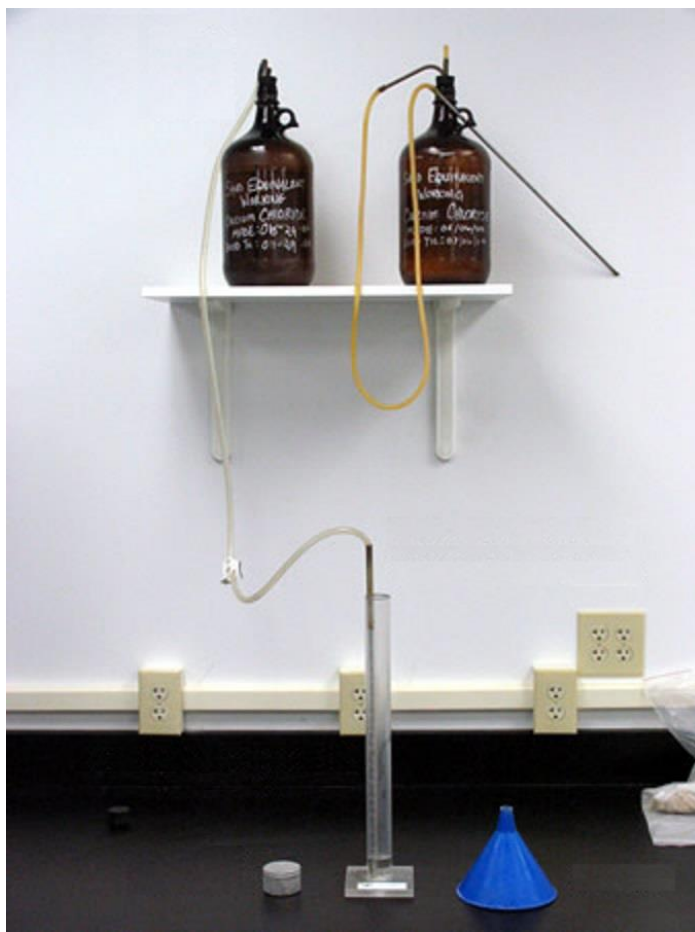
۹-۴-۲-۶ برای به‌دست آوردن آزمون‌های بیشتر، روش‌های بیان شده در زیربندهای ۹-۴-۲-۳ تا ۹-۴-۲-۵ را تکرار کنید.

۱۰ آماده‌سازی دستگاه

۱۰-۱ مجموعه آب‌شویه را به بطری ۳/۸ I حاوی محلول کار کلسیم کلرید متصل کنید. بطری را روی قفسه‌ای در فاصله (5 ± 90) cm بالاتر از سطح میز کار قرار دهید (به شکل ۵ مراجعه شود).

یادآوری- به‌جای بطری ۳/۸ I می‌توان از یک ظرف شیشه‌ای یا پلاستیکی با ظرفیت بیشتر استفاده کرد مشروط به این‌که سطح مایع محلول کار بین ۹۰ cm تا ۱۲۰ cm بالاتر از سطح کار نگه داشته شود.

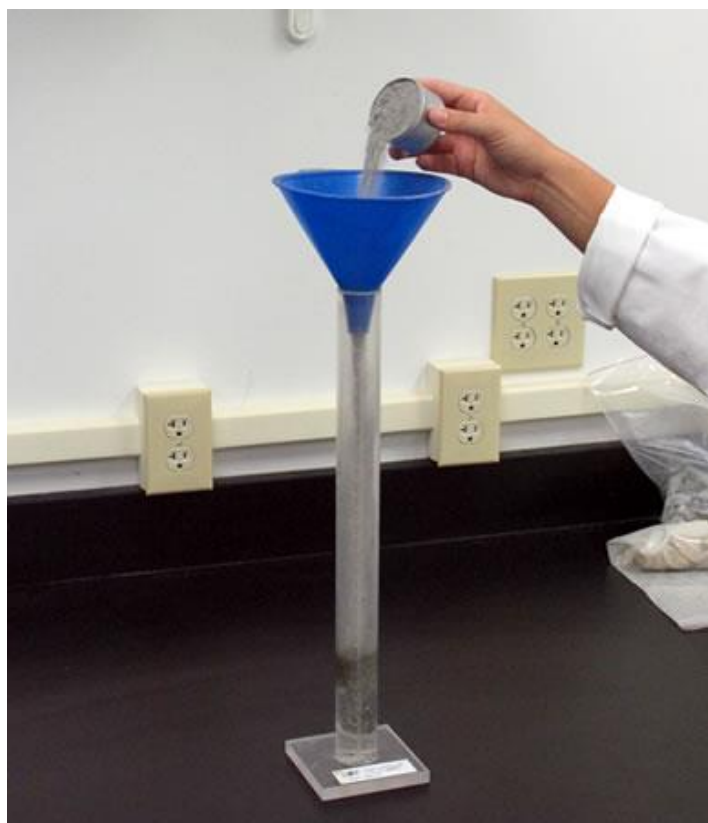
۱۰-۲ آب‌شویه را درحالی‌که گیره انتهایی باز است با دمیدن درون قسمت بالای بطری محلول از طریق یک قطعه لوله کوتاه انجام دهید.



شکل ۵- هم‌گذاری استوانه مدرج، لوله شستشو، پایه وزنه‌دار و آب‌شویه

۱۱ روش اجرا

- ۱-۱۱ به کمک دستگاه آبشویه (102 ± 3) mm (مشخص شده روی استوانه مدرج) از محلول کلسیم کلرید کاری را به درون استوانه پلاستیکی بریزید.
- ۲-۱۱ یکی از نمونه‌های آزمون را با استفاده از قیف، برای جلوگیری از پاشش نمونه به بیرون، درون استوانه پلاستیکی بریزید (به شکل ۶ مراجعه شود).



شکل ۶- انتقال آزمون‌ها از پیمانانه اندازه‌گیری به استوانه و آبشویه

- ۳-۱۱ به انتهای استوانه چندین بار سریع ضربه بزنید تا حباب‌های هوا آزاد شده و به‌طور کامل نمونه مرطوب شود.
- ۴-۱۱ اجازه دهید استوانه و آزمون مرطوب شده به مدت (10 ± 1) min به حالت دست‌نخورده باقی بماند.
- ۵-۱۱ در پایان زمان 10 min خیس‌اندن، استوانه را با درپوش مسدود کرده، سپس برای سست کردن مواد از ته استوانه به‌طور هم‌زمان استوانه را اندکی وارونه کرده و تکان دهید.
- ۶-۱۱ پس از سست کردن مواد از ته استوانه، استوانه و محتویات آن را با یکی از سه روش زیر تکان دهید:
- ۱-۶-۱۱ روش لرزاننده مکانیکی، استوانه‌ای که درب آن با درپوش بسته‌شده است را در لرزاننده مکانیکی هم‌ارز ماسه‌ای قرار دهید. زمان را تنظیم کرده اجازه دهید تا لرزاننده مکانیکی استوانه و محتویات آن را به مدت (45 ± 1) s تکان دهد.

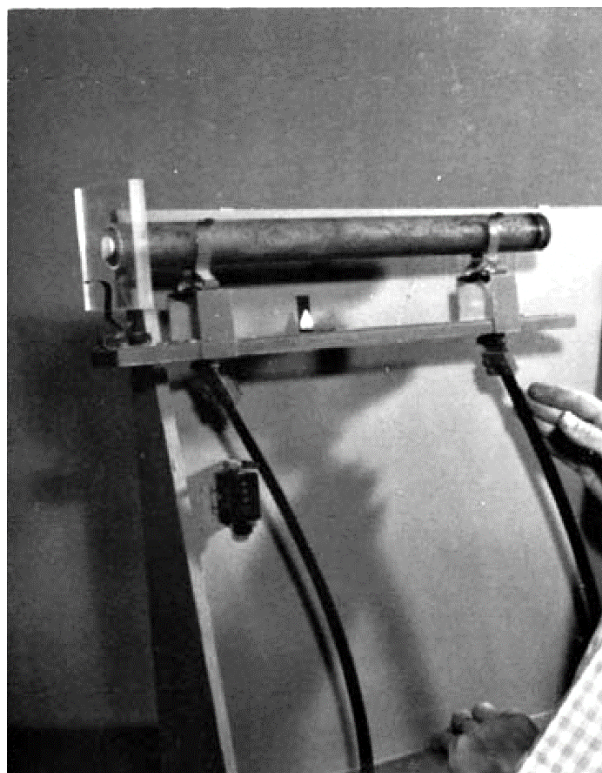
۱۱-۶-۲ روش لرزاننده دستی

۱۱-۶-۲-۱ استوانه‌ای که درب آن با درپوش بسته شده است را در سه گیره فنری موجود در نگهدارنده لرزاننده دستی هم‌ارز ماسه‌ای قرار داده، تنظیم‌کننده شمارشگر آن را دوباره روی صفر تنظیم کنید.

یادآوری- برای جلوگیری از ریختن مواد به بیرون، قبل از قرار دادن مواد در لرزاننده دستی مطمئن شوید که درپوش به‌صورت محکم در استوانه قرار گرفته است.

۱۱-۶-۲-۲ مستقیم در روبروی لرزاننده بایستید و با اعمال نیروی افقی سریع، به قسمت بالایی تسمه فولادی فشار وارد کنید تا شاخص به علامت نشان‌دهنده محدوده رفت و برگشت که در صفحه پشتی نشانه‌گذاری شده است، برسد. سپس دست را از روی تسمه برداشته و اجازه دهید حرکت فنری تسمه، استوانه و نگهدارنده آن را در جهت مخالف بدون کمک یا تاخیر حرکت دهد.

۱۱-۶-۲-۳ در طی هر تکان دست، به تسمه فولادی سمت راست نیروی کافی وارد کنید تا نشانگر را به علامت نشان‌دهنده محدوده رفت و برگشت برساند و یک حرکت نوسانی آرام ایجاد شود (به شکل ۷ مراجعه شود). مرکز علامت حد را نشانه‌گذاری کنید تا محدوده مناسب برای حرکت رفت و برگشتی قابل تشخیص باشد. همچنین عرض این علامت برابر با حداکثر تغییرات مجاز در فاصله رفت و برگشت است. زمانی که جهت حرکت عقربه در محدوده علامت نشان‌دهنده شده، عوض شود بدین معنی است که تکان مطلوب انجام شده است. به‌منظور حفظ حرکت مناسب می‌توان از حرکت ساعد و مچ دست، برای حرکت دادن لرزاننده استفاده کرد.



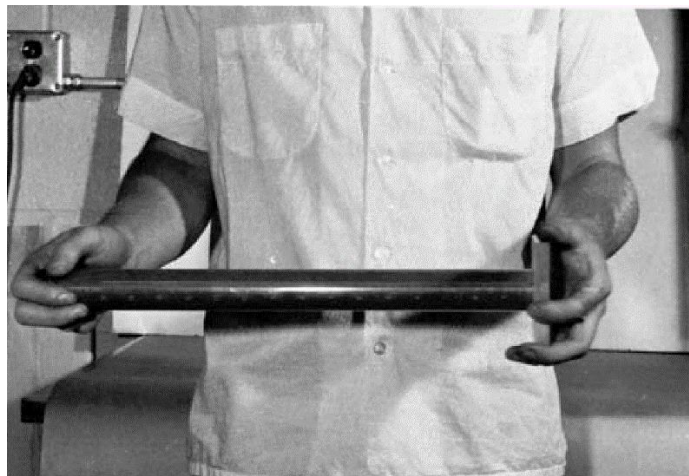
شکل ۷- استفاده از لرزاننده دستی

۱۱-۶-۳-۴ عمل تکان دادن را تا ۱۰۰ مرتبه ادامه دهید.

۱۱-۶-۳ روش دستی

۱۱-۶-۳-۱ استوانه را در حالت افقی مطابق شکل ۸ نگه دارید و در یک حرکت خطی افقی رفت و برگشتی به شدت تکان دهید.

۱۱-۶-۳-۲ استوانه را ۹۰ چرخه^۱ در بازه زمانی تقریباً ۳۰ s با حرکت دادن به صورت رفت و برگشتی در فاصله‌ای به طول (23 ± 3) cm تکان دهید. هر چرخه به صورت یک حرکت رفت و برگشت کامل تعریف می‌شود. استوانه را با این سرعت مناسب تکان دهید. لازم است برای حرکت استوانه با سرعت مناسب آزمونگر بدن و شانه‌هایش را آزاد نگه داشته و فقط از حرکت ساعدها استفاده کند.



شکل ۸- استفاده از روش دستی تکان دادن

۱۱-۷ پس از تکان دادن، استوانه را به صورت عمودی روی میز کار قرار داده، و درپوش آن را بردارید.

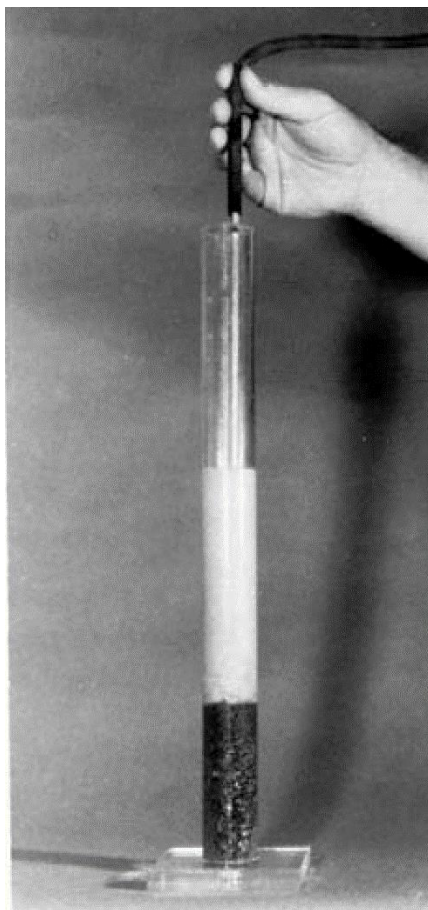
۱۱-۸ روش اجرایی شستشو

۱۱-۸-۱ در حین روش اجرایی شستشو، استوانه را به صورت عمودی نگه دارید به طوری که پایه استوانه در تماس با سطح میز کار باشد. لوله شستشو را درون استوانه وارد کرده، گیره بالای شیلنگ^۱ را بردارید و با پایین بردن آن موادی را که به دیواره‌های استوانه چسبیده است، بشویید. درحالی که محلول کار از نوک لوله شستشو جریان می‌یابد، لوله شستشو را با استفاده از سیخ زدن آرام و عمل چرخاندن از میان مواد کف استوانه با فشار وارد کنید. این فشار آب مواد ریز و نرم را به صورت معلق در بالای ذرات ماسه درشت قرار می‌دهد (به شکل ۹ مراجعه شود).

۱۱-۸-۲ عمل سیخ‌زنی و چرخاندن را درحالی که ذرات ریزتر به سوی بالا شسته می‌شوند ادامه دهید تا زمانی که استوانه تا درجه‌بندی $38/0$ cm پر شود. سپس لوله شستشو را به آرامی بدون قطع کردن جریان

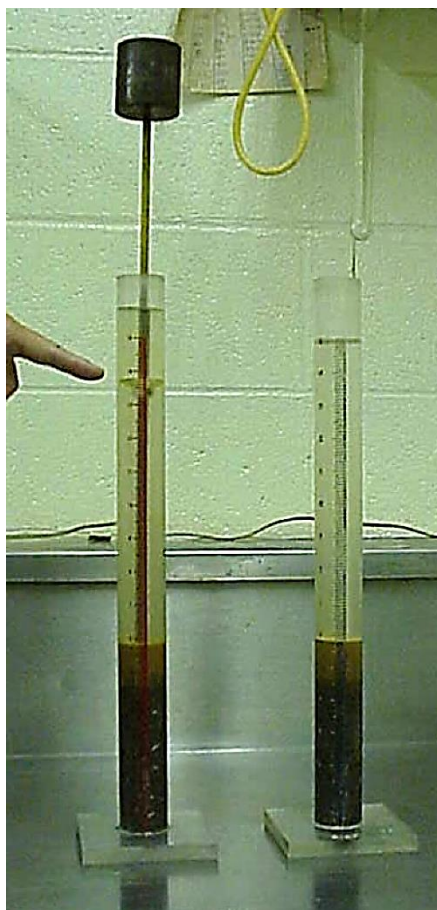
مایع به طوری که سطح مایع بعد از خارج کردن لوله در حدود 38.0 cm باقی بماند، بالا بکشید. جریان را طوری تنظیم کنید که درست قبل از خروج کامل لوله شستشو، سطح نهایی به 38.0 cm در استوانه مدرج برسد.

۹-۱۱ اجازه دهید استوانه و محتویات آن به مدت $(15 \pm 1200) \text{ s}$ به صورت ساکن باقی بماند. ثبت زمان بلافاصله پس از خروج لوله شستشو از استوانه شروع می‌شود.



شکل ۹- نحوه قرارگیری استوانه روی میز کار و فرایند شستشو

۱۰-۱۱ در پایان دوره زمانی ته‌نشینی 20 min ، سطح بالای رس معلق را مطابق با زیربند ۱۱-۱۲ خوانش کرده و ثبت کنید. عدد خوانش شده به «خوانش رس» اختصاص داده می‌شود. اگر در پایان زمان ته‌نشینی 20 min خط واضحی تشکیل نشد، اجازه دهید نمونه تا زمان حصول «خوانش رس» به صورت ساکن باقی بماند. سپس بلافاصله سطح بالای رس معلق را خوانش کرده و زمان کل ته‌نشینی را یادداشت کنید. اگر کل مدت زمان ته‌نشینی از 30 min بیشتر شد، آزمون را با استفاده از سه آزمون مجزا از مواد یکسان دوباره انجام دهید و ارتفاع ستون رس مربوط به کوتاه‌ترین مدت زمان ته‌نشینی را به عنوان خوانش رس یادداشت کنید.



شکل ۱۰- خوانش ماسه و رس

۱۱-۱۱ تعیین خوانش ماسه

۱۱-۱۱-۱ پس از خوانش رس، هم‌گذاری میله یا پایه وزنه‌دار را از سمت بالا در استوانه قرار دهید و مجموعه را به آرامی پایین آورده تا زمانی که بر روی سطح ماسه قرار گیرد. اجازه ندهید شاخص هنگام پایین آوردن مجموعه پایه وزنه‌دار، به دهانه استوانه ضربه بزند.

۱۱-۱۱-۲ هنگامی که هم‌گذاری پایه وزنه‌دار بر روی سطح ماسه قرار گرفت، هم‌گذاری را به سمت درجه‌بندی‌های روی استوانه بچرخانید تا شاخص سطح داخلی استوانه را لمس کند. از بالاترین سطح لبه بالایی که شاخص نشان می‌دهد، مقدار $25/4$ cm کم کرده و این مقدار را به‌عنوان «خوانش ماسه» ثبت کنید. (به قسمت ب شکل ۱۰ مراجعه شود).

یادآوری- برای استفاده از دستگاه پایه جایگزین و روش اندازه‌گیری، به پیوست الف مراجعه شود.

۱۱-۱۱-۳ هنگام خوانش ماسه، مراقب باشید که به هم‌گذاری پایه وزنه‌دار فشاری به سمت پایین اعمال نکنید زیرا می‌تواند خوانش نادرستی ایجاد کند.

۱۱-۱۲ اگر «خوانش رس» یا خوانش ماسه بین درجه‌بندی‌های $2/5$ mm قرار گیرند، سطح درجه‌بندی بالاتر را به‌عنوان عدد خوانش ثبت کنید.

۱۲ محاسبه و گزارش آزمون

۱-۱۲ هم‌ارز ماسه‌ای را با تقریب $\% 0.1$ طبق معادله (۱) محاسبه کنید:

$$(1) \quad SE = 100 \times (\text{خوانش رس} / \text{خوانش ماسه})$$

که در آن:

SE هم‌ارز ماسه‌ای.

۲-۱۲ اگر هم‌ارز ماسه‌ای محاسبه‌شده به‌صورت عدد صحیح نبود، آن را به‌صورت عدد صحیح بزرگ‌تر گزارش کنید. برای مثال اگر سطح خاک رس $8/0$ و سطح ماسه $3/3$ بود هم‌ارز ماسه‌ای محاسبه‌شده برابر است:

$$(2) \quad (3/3 / 8/0) \times 100 = 41/2$$

از آنجاکه هم‌ارز ماسه‌ای محاسبه‌شده عدد صحیح نیست هم‌ارز ماسه‌ای به‌صورت عدد صحیح بزرگ‌تر یعنی ۴۲ گزارش می‌شود.

۳-۱۲ اگر میانگین مجموعه‌ای از مقادیر هم‌ارز ماسه‌ای موردنظر باشد از مقادیر اعداد صحیح تعیین‌شده مطابق زیربند ۲-۱۲ میانگین بگیرید. اگر میانگین این مقادیر عدد صحیح نیست طبق مثال زیر آن را به عدد صحیح بزرگ‌تر افزایش دهید.

۱-۳-۱۲ مقادیر هم‌ارز ماسه‌ای را محاسبه کنید: $40/9$ ، $43/8$ ، $41/2$.

۲-۳-۱۲ پس از افزایش هر کدام از اعداد به عدد صحیح بزرگ‌تر، به‌ترتیب به اعداد ۴۲ و ۴۴ و ۴۱ تبدیل می‌شوند.

۳-۳-۱۲ میانگین این مقادیر مطابق معادله تعیین می‌شود.

$$(3) \quad (42 + 44 + 41) / 3 = 42/3$$

۴-۳-۱۲ از آنجا که مقدار میانگین عدد صحیح نیست، آن را به عدد صحیح بزرگ‌تر افزایش دهید. مقدار هم‌ارز ماسه‌ای به‌صورت ۴۳ گزارش می‌شود.

۱۳ دقت واریبی

۱-۱۳ دقت

تخمین‌های دقت زیر برای این روش آزمون بر اساس نتایج برنامه نمونه مرجع آزمایشگاه مرجع مواد (ARML)، با استفاده از این روش آزمون و استاندارد AASHTO T176 به‌دست آمده است. هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو روش وجود ندارد. گستره مقادیر میانگین هم‌ارز ماسه‌ای نمونه‌ها بر اساس آنالیز هشت جفت نتیجه آزمون از ۵۰ تا ۸۰ آزمایشگاه، تقریباً از ۶۰ تا ۹۰ متغیر است.

۱-۱-۱۳ دقت یک آزمونگر

انحراف استاندارد یک آزمونگر برای مقادیر هم‌ارز ماسه‌ای بیشتر از ۸۰ برابر ۱/۵ و برای مقادیر کمتر از ۸۰ برابر ۲/۹ تعیین شده است (1s)؛ بنابراین، بهتر است نتایج دو آزمون صحیح انجام شده توسط یک آزمونگر بر روی مواد یکسان به ترتیب بیشتر از ۴/۲ و ۸/۲ اختلاف نداشته باشد (d2s)^۱.

۲-۱-۱۳ دقت چند آزمایشگاهی

انحراف استاندارد چند آزمایشگاهی برای مقادیر هم‌ارز ماسه‌ای بیشتر از ۸۰ برابر ۴/۴ و برای مقادیر کمتر از ۸۰ برابر ۸/۰ تعیین شده است (1s)؛ بنابراین، بهتر است نتایج دو آزمون صحیح انجام شده در آزمایشگاه‌های مختلف روی مواد یکسان، به ترتیب بیش از ۱۲/۵ و ۲۲/۶ اختلاف نداشته باشد (d2s).

۳-۱-۱۳ داده‌های دقت بیشتری از یک مطالعه انجام شده شامل گردش جفت نمونه‌ها به بیش از ۲۰ آزمایشگاه در سه نوبت جداگانه، در دسترس است. گستره میانگین مقادیر هم‌ارز ماسه‌ای برای این نمونه‌ها تقریباً از ۳۰ تا ۵۰ متغیر است. این مواد حاوی ریزدانه‌های بیشتری نسبت به نمونه‌های AMRL گزارش شده در زیربندهای ۱-۱-۱۳ و ۲-۱-۱۳ بودند.

۱-۳-۱-۱۳ انحراف استاندارد چندآزمایشگاهی از آزمون‌های این سازمان (1s) ۳/۲ تعیین شده است؛ بنابراین، در آزمایشگاه‌های این سازمان، نتایج دو آزمون صحیح انجام شده در آزمایشگاه‌های مختلف روی مواد مشابه نباید بیش از ۹/۱ اختلاف داشته باشد (d2s).

۲-۱۳ اریبی

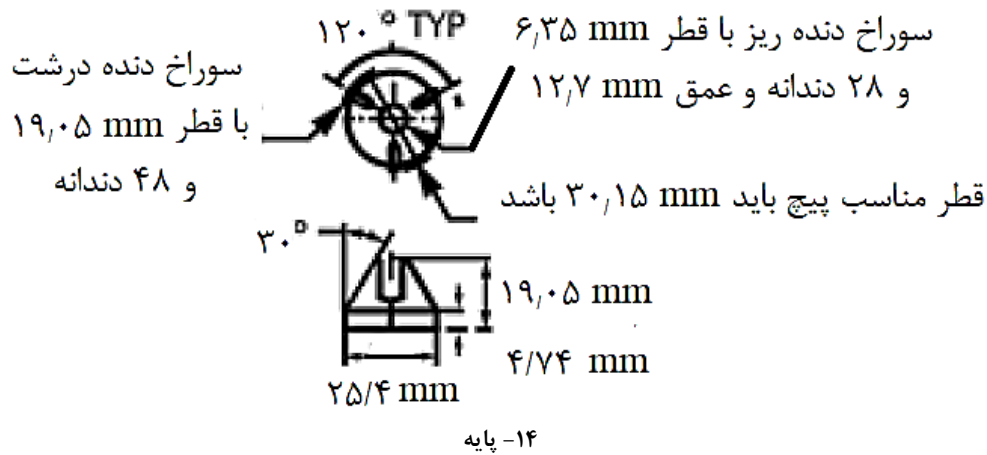
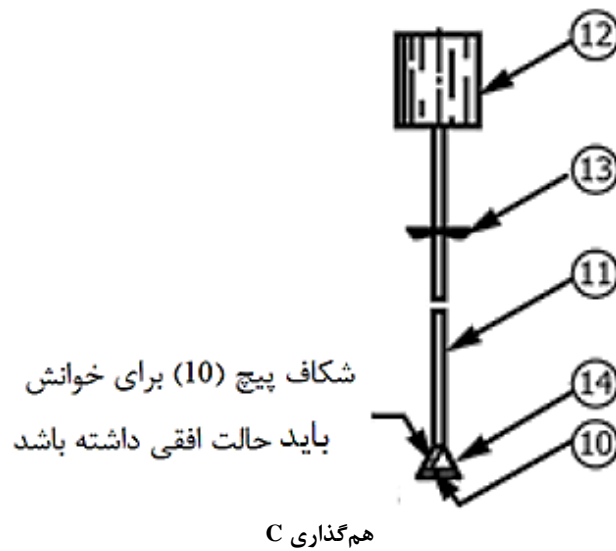
روش اجرایی در این استاندارد اریبی ندارد زیرا مقدار هم‌ارز ماسه‌ای فقط مطابق با این روش آزمون تعیین می‌شود.

۱- این مقادیر به ترتیب بیانگر محدوده‌های (1s) و (d2s) هستند که در استاندارد ASTM C670 شرح داده شده‌اند.

پیوست الف

(الزامی)

روش اجرایی خوانش ماسه هنگام استفاده از شاخص خوانش ماسه استاندارد منبع نسخه سال ۱۹۶۹ میلادی و پایه مطابق با شکل‌های منبع نسخه سال ۱۹۶۹ میلادی



شماره قسمت	توضیحات	اندازه mm	جنس (مواد)
⑩	پیچ تنظیم	پیچ دنده درشت استاندارد امریکا با شماره سری 3×48-3/4	برنز
⑪	میله	قطر و ۴۴۴٫۰۵ ارتفاع	برنج
⑫	وزنه	قطر و ۵۲٫۷۸ ارتفاع	ورق سرد نورد شده
⑬	غلاف	قطر و ۳۸٫۱۰ ارتفاع	برنج
⑭	پایه	قطر و ۲۵٫۴ ارتفاع	برنج

شکل الف-۱- هم‌گذاری پایه وزنه‌دار مطابق با استاندارد ASTM D2419:1969

الف-۱ تفاوت با تجهیزات استاندارد منبع نسخه سال ۱۹۶۹ میلادی

الف-۱-۱ شکل الف-۱ را برای پایه وزنه‌دار منبع سال ۱۹۶۹ میلادی (هم‌گذاری C) و برای جزییات پایه منبع سال ۱۹۶۹ میلادی به (به قسمت ۱۴ شکل الف-۱ مراجعه شود) مراجعه شود.

الف-۲ روش اجرایی خوانش ماسه هنگام استفاده از مجموعه پایه ۱۹۶۹

الف-۲-۱ پس از خوانش رس، مجموعه پایه وزنه‌دار را بالای استوانه که سرپوش غلاف در محل اصلی خود است روی دهانه استوانه قرار داده و مجموعه را به آرامی پایین بیاورید تا زمانی که مجموعه بر روی ماسه قرار گیرد. درحالی‌که پایه وزنه‌دار را پایین می‌آورید یکی از پیچ‌های تنظیم را در تماس با دیواره استوانه نزدیک درجه‌بندی‌ها به گونه‌ای نگه دارید که بتوانید آن را همیشه ببینید (به قسمت ۱۰ شکل الف-۱ مراجعه شود). هنگامی که میله با وزنه بر روی ماسه قرار گرفت، سطح افقی شکاف پیچ را به‌عنوان مقدار «خوانش ماسه» خوانده و ثبت کنید.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

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

ب-۱ بخش‌های جایگزین شده

- شکل ۳ منبع با یک شکل رنگی دارای کیفیت بهتر، جایگزین شده است.
- شکل ۴ منبع با یک شکل رنگی دارای کیفیت بهتر، جایگزین شده است.
- شکل ۵ منبع با یک شکل رنگی دارای کیفیت بهتر، جایگزین شده است.
- شکل ۶ منبع با یک شکل رنگی دارای کیفیت بهتر، جایگزین شده است.
- شکل ۱۰ منبع با یک شکل رنگی دارای کیفیت بهتر، جایگزین شده است.
- در استاندارد منبع شماره‌گذاری یادآوری‌ها به صورت پیوسته است که در این استاندارد در هر بند/زیربند جداگانه شماره‌گذاری شده‌اند.

ب-۲ بخش‌های اضافه شده

- مقدمه اضافه شده است.
- شکل ۱ اضافه شده است و شماره سایر شکل‌ها بر این اساس اصلاح شده است.