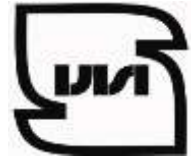




جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۲۲۱

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO

17221

1st Edition

2019

Modification of
ASTM C1252:
2017

سنگدانه - فضای خالی سنگدانه ریز
غیرمتراکم (ناشی از شکل ذرات، بافت
سطحی و دانه‌بندی) - روش‌های آزمون

**Aggregate - Uncompacted void content of
fine aggregate (as influenced by particle
shape, surface texture, and grading) - Test
methods**

ICS:91.100.10

استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۲۱ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وب‌گاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592Valiasr 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 ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

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 استاندارد 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سنگدانه - فضای خالی سنگدانه ریز غیرمتراکم (ناشی از شکل ذرات، بافت سطحی و دانه‌بندی) - روش‌های آزمون»

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس:

عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی قم

عامل سخی، مسعود
(دکتری مهندسی عمران)

دبیر:

مدیرعامل شرکت دقیق سنگ آزما

خانابائی، حمیدرضا
(کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر کنترل کیفیت شرکت سدید بتن پردیس

اکبریان فرد، محمداحسان
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

معاون فنی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک قم

امینی، هاشم
(کارشناسی زمین‌شناسی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت چسب و رزین قم

تولائی، علیرضا
(کارشناسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان قم

تولائی، مهدی
(کارشناسی ارشد مدیریت)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک شهرکرد

جعفری، علیرضا
(کارشناسی مهندسی معدن)

مدیر مجتمع تولیدی-پژوهشی امیرکبیر شهرداری قم
(آسفالت، شن و ماسه، قطعات بتنی)

خاکبازان، امیرحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

کارشناس شرکت دقیق سنگ آزما

خانابائی، امیرحسین
(کارشناسی مهندسی عمران)

مدیرعامل شرکت پردیس سازه شرق

خرمی، حسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدرس دانشگاه پیام نور مرکز قم	خلج، فاطمه (کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)
مدیرعامل شرکت کانسارن بینالود	دلیر، علی (کارشناسی حقوق مالی اقتصادی)
کارشناس دفتر تدوین	رشیدوندی، وحید (کارشناسی ارشد نانوفناوری)
کارشناس اداره کل استاندارد استان قم	رحیم‌زاده، عبدالحسین (کارشناسی مدیریت صنعتی)
اداره کل راه و شهرسازی استان قم	طلوعی، داوود کارشناسی مهندسی عمران
مدیر فنی شرکت دقیق سنگ آزما	عبدیان، محمودرضا (کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی)
عضو هیئت‌علمی دانشگاه هرمزگان	عساکره، عادل (دکتری مهندسی عمران)
کارشناس شرکت کانسارن بینالود	همتی، جواد (دکتری زمین‌شناسی اقتصادی)
کارشناس شرکت کانسارن بینالود	همتی، میترا (کارشناسی زمین‌شناسی)

ویراستار:

کارشناس اداره کل استاندارد استان قم	تولائی، مهدی (کارشناسی ارشد مدیریت)
-------------------------------------	--

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ خلاصه روش آزمون
۳	۵ کلیات
۵	۶ وسایل
۷	۷ نمونه‌برداری
۷	۸ واسنجی استوانه
۸	۹ آماده‌سازی نمونه‌های آزمونی
۹	۱۰ روش اجرایی
۱۰	۱۱ روش محاسبه
۱۱	۱۲ گزارش دهی
۱۲	۱۳ دقت و اریبی
۱۴	پیوست الف (آگاهی‌دهنده)

پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه- فضای خالی سنگدانه ریز غیرمترکم (ناشی از شکل ذرات، بافت سطحی و دانه‌بندی) - روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است. در هشتصد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۲۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

ASTM C1252: 2017, Standard test methods for uncompacted void content of fine aggregate (as influenced by particle shape, surface texture, and grading)

سنگدانه - فضای خالی سنگدانه ریز غیرمتراکم (ناشی از شکل ذرات، بافت سطحی و دانه‌بندی) - روش‌های 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 هدف از تدوین این استاندارد تعیین میزان فضای خالی آزاد در نمونه‌ی سنگدانه ریز غیرمتراکم است. با اندازه‌گیری درصد فضای خالی می‌توان زاویه‌داری، کروی بودن و بافت سطحی سنگدانه‌های ریز مختلف را در یک دانه‌بندی مشخص و یکسان با هم مقایسه کرد. وقتی میزان فضای خالی بر مبنای دانه‌بندی سنگدانه ریز دریافتی اندازه‌گیری شود، می‌تواند شاخصی از آن سنگدانه ریز بر کارایی مخلوط مورد استفاده باشد.

۱-۲ سه روش جهت اندازه‌گیری فضای خالی وجود دارد. دو مورد آن‌ها از دانه‌بندی سنگدانه ریز استفاده می‌کند. (دانه‌بندی استاندارد یا دانه‌بندی دریافتی) و دیگری از چندین بخش ابعادی مجزا برای تعیین فضای خالی استفاده می‌کند.

۱-۲-۱ **نمونه دانه‌بندی شده استاندارد (روش آزمون الف)**، این روش آزمون از دانه‌بندی استاندارد سنگدانه ریزی استفاده می‌کند که برگرفته از تلفیق بخش‌های مجزا است و بر مبنای دانه‌بندی یک نمونه سنگدانه ریز با الک حاصل شده است. به بخش آماده‌سازی نمونه‌های آزمون برای دانه‌بندی مراجعه کنید.

۱-۲-۲ **بخش‌های ابعادی مجزا (روش آزمون ب)**، این روش آزمون از هر سه بخش ابعادی سنگدانه ریز استفاده می‌کند. الف- ۲/۳۶ میلی‌متر (نمره ۸) تا ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۱۶)، ب- ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۱۶) تا ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰) و پ- ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰) تا ۳۰۰ میکرومتر (نمره ۵۰). برای این روش آزمون هر محدوده دانه‌بندی به‌صورت مجزا آزمون می‌شود.

۱-۲-۳ **دانه‌بندی دریافتی (روش آزمون پ)**، در این روش آزمون بخشی از سنگدانه ریز که کوچک‌تر از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) است استفاده می‌شود.

۱-۲-۴ برای راهنمای روش مورد استفاده به بند ۵ مراجعه 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:

2-1 ASTM B88 Specification for Seamless Copper Water Tube

2-2 ASTM B88M Specification for Seamless Copper Water Tube (Metric)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷۲۰: سال ۱۳۹۲، لوله‌های مسی بدون درز آب-ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM B88M: 2005 تدوین شده است.

2-3 ASTM C29/C29M Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C29/C29M: 2017 تدوین شده است.

2-4 ASTM C117 Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها - مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰) در سنگدانه‌های معدنی با شستشو - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C117: 2013 تدوین شده است.

2-5 ASTM C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

2-3 ASTM C128 Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه ریز - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C128:2015 تدوین شده است.

2-7 ASTM C136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷: سال ۱۳۹۶، سنگدانه‌ها - دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C136: 2014 تدوین شده است.

2-8 ASTM C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

2-9 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 - آئین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C702: 2011 تدوین شده است.

2-10 ASTM C778 Specification for Standard Sand

2-11 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 2014 ASTM D75: تدوین شده است.

2-12 ACI 116R Cement and Concrete Terminology

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C125 یا گزارش ACI 116R به کار می‌رود.

۴ خلاصه روش آزمون

۴-۱ ظرف استوانه‌ای واسنجی شده به حجم اسمی ۱۰۰ میلی‌لیتر به وسیله سنگدانه ریز با دانه‌بندی مشخص که می‌تواند از درون قیف به صورت آزادانه از ارتفاع ثابت، درون ظرف استوانه‌ای وارد شود پر می‌گردد. سنگدانه ریز درون ظرف استوانه‌ای، تخلیه شده و وزن آن توسط ترازو تعیین می‌شود. میزان فضای خالی غیرمتراکم بر مبنای اختلاف بین حجم ظرف استوانه‌ای و حجم مطلق سنگدانه ریز درون ظرف استوانه‌ای، محاسبه می‌شود. میزان فضای خالی غیرمتراکم با استفاده از چگالی نسبی خشک (وزن مخصوص) سنگدانه ریز محاسبه می‌شود. روی هر نمونه دو مرتبه اندازه‌گیری انجام شده و میانگین نتایج اعلام می‌شود.

۴-۱-۱ برای نمونه دانه‌بندی شده (روش آزمون الف یا روش آزمون پ) درصد فضای خالی، مستقیماً تعیین شده و مقدار میانگین از دو اندازه‌گیری گزارش می‌شود.

۴-۱-۲ برای بخش‌های دانه بندی مجزا (روش آزمون ب) متوسط درصد فضای خالی با استفاده از نتایج آزمون‌های هر سه بخش ابعادی مجزا محاسبه می‌شود.

۵ کلیات

۵-۱ روش‌های آزمون الف و ب، درصد فضای خالی را بر مبنای شرایط استاندارد مشخص می‌کند که وابسته به شکل ذره و بافت سنگدانه ریز است. اگر توسط این روش‌های اجرایی فضای خالی افزایش یافت نشان می‌دهد که گوشه‌داری بیشتر، کروی بودن کمتر، بافت سطحی ناصاف‌تر یا ترکیبی از آن‌هاست. کاهش در نتایج فضای خالی ناشی از کروی بودن و گرد شدگی بیشتر یا سطح نرم سنگدانه ریز یا ترکیبی از آن‌هاست.

۲-۵ روش آزمون پ، فضای خالی غیرمتراکم بخش عبوری از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) مواد دریافتی را اندازه‌گیری می‌کند. فضای خالی به دانه‌بندی، شکل ذرات و بافت بستگی دارد.

۳-۵ فضای خالی که بر مبنای نمونه دانه‌بندی شده استاندارد (روش آزمون الف) تعیین می‌شود با فضای خالی میانگین سه بخش ابعادی مجزا که روی همان نمونه به صورت جداگانه آزمون شده است (روش آزمون ب) قابل مقایسه نیست. نمونه‌ای متشکل از ذرات هم‌اندازه، دارای فضای خالی بیشتری نسبت به نمونه دانه‌بندی شده است. بنابراین هر یک از دو روش را می‌توانید به‌عنوان سنجش مقایسه‌ای شکل و بافت استفاده کنید و مشخص کنید کدام روش باید برای گزارش‌دهی استفاده شود. اگر دانه‌بندی از نمونه‌ای به نمونه دیگر تغییر کند، روش آزمون پ مستقیماً شکل و بافت را مشخص نمی‌کند.

۱-۳-۵ نمونه دانه‌بندی شده استاندارد (روش آزمون الف) برای بیان ویژگی شکل ذرات سنگدانه ریز دانه‌بندی شده در یک آزمون فوری مفید است. معمولاً مواد مورد استفاده در تهیه نمونه دانه‌بندی استاندارد می‌توانند از باقیمانده بخش‌های دانه‌بندی بعد از یک‌بار دانه‌بندی سنگدانه ریز حاصل شوند.

۲-۳-۵ فراهم کردن و آزمون بخش‌های دانه‌بندی مجزا (روش آزمون ب) نسبت به نمونه دانه‌بندی شده نیاز به زمان بیشتر و نمونه اولیه‌ی بیشتری دارد؛ اما روش آزمون (ب) اطلاعات بیشتری مربوط به ویژگی‌های بافت و شکل ابعاد مجزا ارائه می‌دهد.

۳-۳-۵ نمونه‌های آزمونی در دانه‌بندی دریافتی (روش آزمون پ) ممکن است برای انتخاب نسبت‌های مخلوط‌های متنوع مفید باشد. به‌طور کلی جهت بهبود فضای خالی بالا پیشنهاد می‌شود از ذرات نرمه اضافی در سنگدانه ریز یا مواد سیمانی بیشتر برای پر کردن فضای خالی بین ذرات استفاده شود.

۴-۳-۵ چگالی نسبی خشک (وزن مخصوص) سنگدانه ریز برای محاسبه فضای خالی استفاده می‌شود. اثربخشی روش‌های آزمون تعیین فضای خالی و ارتباط آن با شکل و بافت ذرات به چگالی نسبی (وزن مخصوص) برابر یا تقریباً برابر بخش‌های دانه‌بندی، بستگی دارد. فضای خالی در واقع تابعی از حجم هر بخش دانه‌بندی است. اگر نوع سنگ یا کانی‌ها یا تخلخل آن در هر بخش دانه‌بندی به‌طور قابل‌توجهی متفاوت باشد، ممکن است لازم باشد وزن مخصوص هر بخش دانه‌بندی مورد استفاده در آزمون تعیین شود.

۴-۵ اطلاعات فضای خالی حاصل از روش‌های آزمون الف، ب یا پ به‌عنوان شاخصی از خواص زیر مفید می‌باشند:

آب ترکیبی موردنیاز در بتن سیمان هیدرولیکی، قابلیت روانی، قابلیت پمپ کردن، فاکتورهای کارپذیری هنگام تشکیل دوغاب یا ملات یا در آسفالت، تأثیر سنگدانه ریز روی استحکام و فضای خالی در سنگدانه معدنی یا استحکام بخش سنگدانه ریز لایه اساس سنگدانه.

۶ وسایل

۱-۶ **استوانه قائم با ظرفیت حدود ۱۰۰ میلی لیتر**، با قطر داخلی حدود ۳۹ میلی متر و ارتفاع داخلی حدود ۸۶ میلی متر که از لوله آب مسی توخالی مطابق با الزامات نوع M استاندارد ASTM B88 یا نوع C استاندارد ASTM B88M ساخته شده است. زیر استوانه باید فلزی با ضخامت حداقل ۶ میلی متر باشد. باید با لوله کاملاً آب بندی شده باشد و توسط تجهیزاتی محور استوانه با قیف هم راستا باشد (به شکل ۱ مراجعه کنید).

۲-۶ **قیف**، سطح جانبی مخروط ناقص دارای شیب (4 ± 60) درجه نسبت به افق بوده و دهانه خروجی کمینه آن دارای قطر (6 ± 12.7) میلی متر می باشد. بخش قیفی شکل باید فلزی بوده درون آن صاف و ارتفاع حداقل ۳۸ میلی متر باشد. باید دارای حجم حداقل ۲۰۰ میلی لیتر بوده یا باید از ظرف شیشه ای یا فلزی تهیه شود که حجم مورد نیاز را تأمین کند (به شکل ۲ مراجعه کنید).

یادآوری - سر پیکنومتر C9455 برای بخش قیفی شکل مناسب است به جز اندازه دهانه خروجی که باید افزایش یابد و هرگونه تیغه و دندانه موجود باید توسط سوهان کاری یا سمباده زنی قبل از استفاده برداشته شود. سر پیکنومتر باید با یک قوطی شیشه ای مناسب که انتهای آن برداشته شده مورد استفاده قرار گیرد (به شکل ۲ مراجعه کنید).

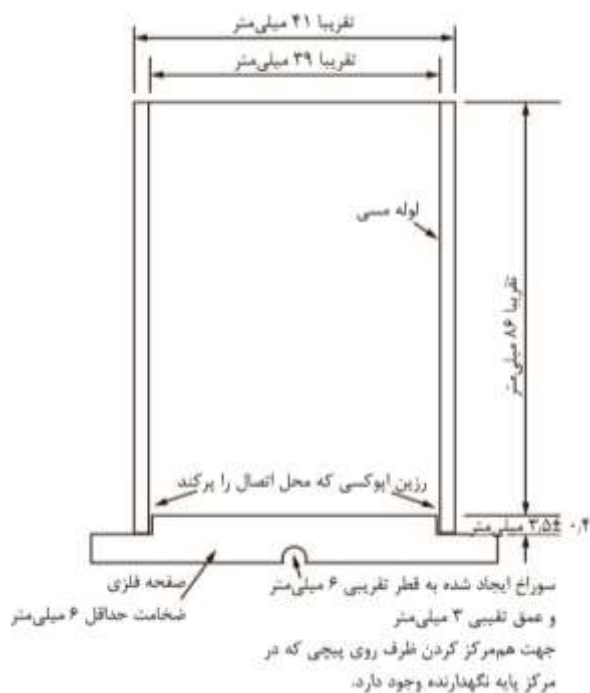
۳-۶ **پایه قیف**، یک تکیه گاه سه یا چهار پایه که قادر است قیف را در موقعیتی که محور استوانه قیف (با تغییر زاویه ۴ درجه و تغییر مکان ۲ میلی متر) و محور استوانه را در یک راستا محکم نگه دارد. دهانه خروجی قیف باید در فاصله 2 ± 115 میلی متر بالای استوانه قرار گیرد. نحوه تنظیم مناسب در شکل ۲ نشان داده شده است.

۴-۶ **صفحه شیشه ای**، صفحه شیشه ای مربعی به ابعاد تقریبی (60×60) میلی متر با ضخامت حداقل ۴ میلی متر که برای واسنجی استوانه استفاده می شود.

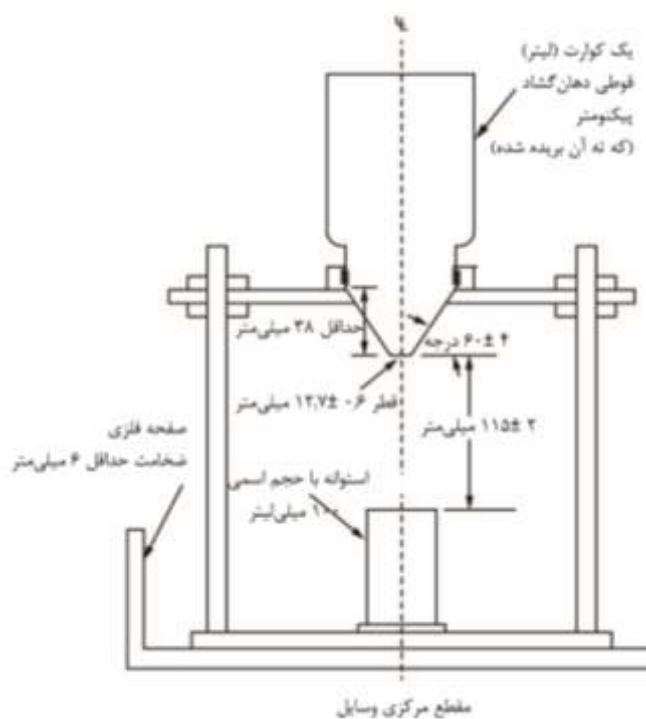
۵-۶ **تابه**، تابه فلزی یا پلاستیکی با اندازه مناسب برای نگهداری پایه قیف و جلوگیری از هدر رفتن مواد. وظیفه این تابه جمع آوری و نگهداری ذرات سنگدانه ریزی است که در حین پر کردن و صاف کردن از استوانه سرریز می شوند.

۶-۶ **سرتاس فلزی**، با طول لبه حدود ۱۰۰ میلی متر و عرض حداقل ۲۰ میلی متر با لبه های صاف. انتهای آن باید زاویه قائم با لبه ها داشته باشد. لبه صاف تیغه سرتاس، جهت صاف کردن ذرات سنگدانه ریز استفاده می شود.

۶-۷ ترازو، دارای درستی و خوانش تا $\pm 0,1$ گرم در بازه‌ی مورد استفاده و قادر به توزین استوانه و محتویاتش باشد.



شکل ۱- استوانه با حجم اسمی ۱۰۰ میلی‌لیتر



شکل ۲- وسایل نگهدارنده مناسب قیف با استوانه در یک مکان

۷ نمونه برداری

نمونه‌های مورد استفاده در این آزمون به یکی از این سه روش به دست می‌آید: مطابق با استانداردهای ASTM C702 و ASTM D75 یا نمونه‌های حاصل از دانه‌بندی که برای استاندارد ASTM C136 استفاده شده است، یا سنگدانه‌ی استخراج شده از آزمون آسفالت. برای روش آزمون الف و ب، نمونه را روی الک ۱۵۰ میکرومتر (نمره ۱۰۰) یا ۷۵ میکرومتر (نمره ۲۰۰) مطابق با استاندارد ASTM C117 بشوید، سپس خشک نمایید و مطابق با استاندارد ASTM C136 در بخش‌های دانه‌بندی مجزا الک کنید. بخش‌های دانه‌بندی مورد نیاز که از یک یا چند دانه‌بندی به دست آمده است را در شرایط خشک و ظروف مجزا برای هراندازه نگه دارید. برای روش آزمون پ یک بخش از نمونه دریافتی را مطابق روش اجرایی خشک کردن طبق استاندارد ASTM C136 خشک کنید.

۸ واسنجی استوانه

۸-۱ ظرف استوانه‌ای را خالی کرده، خشک نموده و لبه بالایی آن را با یک لایه نازک گریس آغشته کنید. استوانه گریسی و صفحه شیشه‌ای را وزن کنید. استوانه را با آب تازه جوشیده، دیونیزه با دمای (۱۸ تا ۲۴) درجه سلسیوس پر کرده و دمای آب را ثبت کنید. صفحه شیشه‌ای را روی آن قرار دهید و مطمئن شوید حباب هوایی باقی نمانده است. سطوح بیرونی را خشک کرده و مجموعه استوانه، صفحه‌ی شیشه‌ای و آب را وزن کنید. در مرحله نهایی توزین، گریس را حذف کنید و جرم استوانه خالی، خشک و تمیز را برای انجام آزمون‌های بعدی تعیین نمایید.

۸-۲ حجم استوانه را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید.

$$V = \frac{1000 M}{D}$$

که در آن

V حجم استوانه، (بر حسب میلی‌لیتر)؛

M جرم خالص آب، (بر حسب گرم)؛

D چگالی آب (به جدول استاندارد ASTM C29/C29M که چگالی در دمای مورد استفاده را نشان می‌دهد مراجعه کنید)

حجم را با تقریب ۰/۱ میلی‌لیتر تعیین کنید.

یادآوری - اگر حجم استوانه بیشتر از ۱۰۰/۰ میلی‌لیتر باشد، بهتر است لبه بالایی استوانه را تا زمانی که حجم آن دقیقاً ۱۰۰/۰ میلی‌لیتر شود، بسایید تا محاسبات بعدی تسهیل شود.

۹ آماده‌سازی نمونه‌های آزمونی

۱-۹ روش آزمون الف - نمونه دانه‌بندی استاندارد

مقادیر متوالی سنگدانه ریزی که مطابق با استاندارد ASTM C136 خشک و الک شده‌اند را وزن و ترکیب کنید.

بخش ابعادی مجزا	وزن / گرم
۲/۳۶ میلی‌متر تا ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۸ تا نمره ۱۶)	۴۴
۱/۱۸ میلی‌متر تا ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۱۶ تا نمره ۳۰)	۵۷
۶۰۰ میکرومتر تا ۳۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰ تا نمره ۵۰)	۷۲
۳۰۰ میکرومتر تا ۱۵۰ میکرومتر (نمره ۵۰ تا نمره ۱۰۰)	۱۷
جمع	۱۹۰

رواداری هر مقدار ± 0.2 گرم است.

۲-۹ روش آزمون ب - بخش‌های دانه‌بندی مجزا

یک نمونه مجزا به مقدار ۱۹۰ گرم را از سنگدانه ریز آماده کرده و مطابق با روش آزمون ASTM C136 خشک کرده و الک کنید. برای هر بخش ابعادی داریم:

بخش ابعادی مجزا	وزن / گرم
۲/۳۶ میلی‌متر تا ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۸ تا نمره ۱۶)	۱۹۰
۱/۱۸ میلی‌متر تا ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۱۶ تا نمره ۳۰)	۱۹۰
۶۰۰ میکرومتر تا ۳۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰ تا نمره ۵۰)	۱۹۰

رواداری هر کدام از مقادیر ± 1 گرم است. نمونه‌ها را باهم مخلوط نکنید. هراندازه ابعادی به‌صورت جداگانه آزمون می‌شود.

۳-۹ روش آزمون پ - دانه‌بندی دریافتی

از نمونه خشک‌شده و عبوری از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) مطابق با استاندارد ASTM C136 به میزان 190 ± 1 گرم، جدا کنید.

۴-۹ چگالی نسبی (وزن مخصوص) سنگدانه ریز

اگر چگالی نسبی خشک (وزن مخصوص) سنگدانه ریز مشخص نباشد، با استفاده از استاندارد ASTM C128 و زیر الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) آن را مشخص کنید. به غیر از بخش‌های دانه‌بندی که چگالی نسبی (وزن مخصوص) آن‌ها با چگالی نسبی (وزن مخصوص) نمونه کلی بیش از ۰/۰۵ اختلاف داشته باشد، دیگر مقادیر را برای محاسبات بعدی استفاده کنید. در این موارد باید چگالی نسبی (وزن مخصوص) بخش (بخش‌های) دانه‌بندی که آزمون شده‌اند مشخص شود. شاخص تفاوت در چگالی نسبی (وزن مخصوص) اندازه‌های ابعادی متفاوت، مقایسه‌ی چگالی نسبی (وزن مخصوص) سنگدانه ریز در دانه‌بندی‌های مختلف است. چگالی نسبی (وزن مخصوص) را می‌توان در حین دانه‌بندی با یا بدون بخش‌های دانه‌بندی مشخص، اندازه‌گیری کرد. اگر اختلاف چگالی‌های نسبی (وزن مخصوص) بیش از ۰/۰۵ باشد، چگالی نسبی (وزن مخصوص) بخش دانه‌بندی ۲/۳۶ میلی‌متر (نمره ۸) تا ۱۵۰ میکرومتر (نمره ۱۰۰) را برای استفاده در روش الف یا بخش‌های دانه‌بندی مجزا برای استفاده در روش ب، به‌وسیله اندازه‌گیری مستقیم یا محاسبه چگالی نسبی (وزن مخصوص) هم‌زمان با دانه‌بندی با و بدون بخش ابعادی موردنظر تعیین کنید. تغییر چگالی نسبی (وزن مخصوص) به میزان ۰/۰۵، محاسبه درصد فضای خالی محاسبه‌شده را حدود ۱٪ تغییر خواهد داد.

۱۰ روش اجرای آزمون

۱-۱۰ هر نمونه آزمونی را تا همگن شدن با سرتاس مخلوط کنید. قسمت قوطی و قیف را در تکیه‌گاه و مرکز استوانه همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده‌شده قرار دهید. با انگشت دهانه قیف را مسدود کنید و نمونه آزمون را درون قیف بریزید. با سرتاس مواد قیف را صاف کنید و انگشت را بردارید و اجازه دهید نمونه آزادانه درون استوانه تخلیه شود.

۲-۱۰ پس از آنکه قیف خالی شد، توده سنگدانه ریز اضافی روی استوانه را به‌وسیله قسمت عرضی سرتاس به‌صورت عمودی با حرکت سریع صاف کنید. سپس سرتاس را به‌صورت افقی و به‌آرامی روی استوانه قرار دهید. تا پایان عملیات، مراقب باشید تا از هرگونه لرزش یا مزاحمتی که موجب فشردگی سنگدانه در استوانه شود، اجتناب کنید (به یادآوری مراجعه کنید). ذرات چسبیده را از بیرون ظرف جمع کنید و وزن استوانه و محتویات آن را با تقریب ۰/۱ گرم تعیین کنید. همه ذرات سنگدانه ریز را برای انجام آزمون دوم نگه‌دارید.

یادآوری ۱- صفحه راهنمای صاف کننده برای درست قرار دادن لبه صاف کاربرد استفاده می‌شود و اجازه می‌دهد تا عملیات صاف کردن به سرعت و قبل از اضافه شدن مواد انجام گیرد. استفاده از این وسیله می‌تواند درستی روش آزمون و مقایسات بین آزمایشگاهی را افزایش دهد. صفحه راهنمای صاف کردن می‌تواند صفحه‌ای صاف با سوراخی به قطر ۵۴ میلی‌متر باشد که با استوانه هم مرکز و موازی است و در بالای آن قرار گرفته است. (به شکل ۳ مراجعه کنید)



شکل ۳- صفحه راهنمای صاف کننده

یادآوری ۲- پس از صاف کردن سطح استوانه، برای حمل راحت‌تر و جلوگیری از ریختن ذرات هنگام جابجایی می‌توانید به آرامی به سطح استوانه ضربه وارد کنید تا نمونه فشرده شود و بتوان ظرف را به ترازو منتقل کرد.

۱۰-۳ نمونه باقیمانده در تابه را با استوانه مخلوط کنید و روش مذکور را تکرار نمایید. میانگین دو نتیجه را محاسبه کنید. به بند ۱۱ مراجعه کنید.

۱۰-۴ جرم استوانه خالی را ثبت نمایید. همچنین در هر مرحله جرم استوانه و سنگدانه ریز را نیز ثبت کنید.

۱۱ روش محاسبه

۱۱-۱ فضاهای خالی هر اندازه گیری را با استفاده از رابطه محاسبه کنید.

$$U = \frac{V - (F/G)}{V} \times 100$$

که در آن:

V حجم استوانه، (بر حسب میلی‌لیتر)؛

F جرم خالص سنگدانه ریز در استوانه (جرم کلی منهای جرم استوانه)، (بر حسب گرم)؛

G چگالی نسبی خشک (وزن مخصوص) سنگدانه ریز؛

U فضاهای خالی غیرمتراکم، (درصد).

۱۱-۲ برای نمونه دانه‌بندی استاندارد (روش آزمون الف) میانگین فضاهای خالی غیرمتراکم را برای دو اندازه-گیری محاسبه کرده و نتیجه را به عنوان U_s گزارش کنید.

۱۱-۳ برای بخش‌های دانه‌بندی مجزا (روش آزمون ب) محاسبه را با روش زیر انجام دهید:

۱۱-۳-۱ ابتدا میانگین فضاهای خالی غیرمتراکم را روی هر سه بخش ابعادی نمونه محاسبه کنید:

U_1 فضاهای خالی غیرمتراکم ۲/۳۶ میلی‌متر (نمره ۸) تا ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۱۶)، (بر حسب درصد)؛

U_2 فضاهای خالی غیرمتراکم ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۱۶) تا ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰)، (بر حسب درصد)؛

U_3 فضاهای خالی غیرمتراکم ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰) تا ۳۰ میکرومتر (نمره ۵۰)، (بر حسب درصد).

۱۱-۳-۲ سپس متوسط فضاهای خالی غیرمتراکم (U_m) شامل نتایج هر سه ابعاد فوق را محاسبه کنید:

$$U_m = \frac{(U_1 + U_2 + U_3)}{3}$$

۱۱-۴ برای دانه‌بندی دریافتی (روش آزمون پ) میانگین فضاهای خالی غیرمتراکم را برای دو اندازه‌گیری محاسبه کرده و نتیجه آن را به‌عنوان U_R گزارش کنید.

۱۲ گزارش دهی

۱۲-۱ اطلاعات زیر را برای نمونه دانه‌بندی استاندارد (روش آزمون الف) گزارش کنید:

۱۲-۱-۱ فضاهای خالی غیرمتراکم (U_s) به درصد با تقریب ۰/۱ درصد

۱۲-۱-۲ مقدار چگالی نسبی (وزن مخصوص) که در محاسبات استفاده می‌شود.

۱۲-۲ درصد فضای خالی را با تقریب ۰/۱ درصد برای بخش‌های دانه‌بندی مجزا (روش آزمون ب) گزارش کنید.

۱۲-۲-۱ فضاهای خالی غیرمتراکم برای این بخش‌های دانه‌بندی:

الف- ۲/۳۶ میلی‌متر تا ۱/۱۸ میلی‌متر (نمره ۸ تا نمره ۱۶)، ب- ۱/۱۸ میلی‌متر تا ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۱۶ تا نمره ۳۰)، پ- ۶۰۰ میکرومتر تا ۳۰ میکرومتر (نمره ۳۰ تا نمره ۵۰)

۲-۲-۱۲ متوسط فضاهای خالی غیرمتراکم (U_m)

۳-۲-۱۲ مقادیر چگالی نسبی (وزن مخصوص) که در محاسبات استفاده می‌شود درحالی‌که مقادیر چگالی نسبی (وزن مخصوص) بر روی هر نمونه دانه‌بندی یا بخش‌های مجزا به کار برده شده در آزمون تعیین می‌شود.

۳-۱۲ اطلاعات زیر را برای نمونه دریافت شده (روش آزمون پ) گزارش کنید:

۱-۳-۱۲ فضاهای خالی غیرمتراکم (U_R) به درصد با تقریب ۰٫۱ درصد

۲-۳-۱۲ مقدار چگالی نسبی (وزن مخصوص) که در محاسبات استفاده می‌شود.

۱۳ دقت و اریبی

۱-۱۳ دقت

معیار پذیرش نتایج آزمون بر مبنای روشی است که در زیر ارائه می‌شود:

یادآوری ۱- ارقام ستون ۲، انحراف معیاری است که متناسب با مواد و شرایط آزمون ستون ۱ تعریف شده است. ارقام ستون ۳ در محدوده‌ای است که نباید از اختلاف بین نتایج دو آزمون صحیح تجاوز کند.

شاخص نوع و مواد	انحراف معیار ^(الف)	محدوده قابل قبول دو نتیجه آزمون
ماسه استاندارد دانه‌بندی شده ^(ب)	۰٫۱۳٪	۰٫۳۷٪
سنگدانه ریز تولیدی کارخانه ^(پ)	۰٫۳۳٪	۰٫۹۴٪
دقت چند آزمایشگاهی:		
ماسه استاندارد دانه‌بندی شده ^(ب)	۰٫۳۳٪	۰٫۹۳٪
سنگدانه ریز تولیدی کارخانه ^(پ)	۱٫۱٪	۳٫۱٪

^{الف} این اعداد به ترتیب محدوده اول و دومی که در استاندارد ASTM C670 تعریف شده را ارائه می‌دهد.

^ب این تعیین دقت بر مبنای سنگدانه استاندارد دانه‌بندی شده در استاندارد ASTM C778 بیان شده که برای سنگدانه گرد شده و دانه‌بندی شده از ۶۰۰ میکرومتر (نمره ۳۰) تا ۱۵۰ میکرومتر (نمره ۱۰۰) می‌باشد و ممکن است برای دیگر انواع سنگدانه مناسب نباشد.

^پ این تعیین دقت بر مبنای نتایجی است که در برنامه نمونه آزمون مهارت مصالح آزمایشگاه مرجع (AMRL) AASHTO حاصل شده است.

یادآوری ۲- داده‌ها بر اساس آنالیز ۱۰۳ جفت نتایج آزمون از ۱۰۳ آزمایشگاه حاصل شده است. این آزمایش‌ها مطابق با روش پ (نمونه دانه‌بندی دریافتی) بر روی سنگدانه ریز تولید کارخانه‌ای انجام شده است.

۲-۱۳ اریبی

از آن‌جا که هیچ مواد مرجع قابل قبول برای تعیین اریبی این روش آزمون وجود ندارد، اریبی تعیین نشده است.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

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

- بند ۱: زیربندهای ۱-۳ و ۱-۵ حذف شده‌اند.

- بند ۱۳: یادآوری ۶ ذیل زیربند ۱۳-۱ حذف شده است.