



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۳۷۵۹

چاپ اول

ISIRI

13759

1st. Edition

سنگ‌دانه‌های ریز و درشت مورد مصرف در
بتن - تعیین جرم واحد حجم و جذب آب
ذرات - روش پیکنومتر

**Fine and course aggregates for concrete-
Determination of the particle
mass-per-volume and water absorption
Pyknometer method**

ICS:91.100.30

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (واسنجی) و وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2- International Electro technical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
" سنگ‌دانه‌های ریز و درشت در بتن -
تعیین جرم واحد حجم و جذب آب ذرات - روش پیکنومتر "

رئیس:

احمدیان، حسین
(دکترای مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

شهرداری تبریز

دبیران:

فرشی حقرو، ساسان
(کارشناسی مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی
آذربایجان شرقی

فرشی حقرو، عطاله
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت آی بتن

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفباء)

بدلی افشرد، بابک
(کارشناس مهندسی کامپیوتر)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی
آذربایجان شرقی

پرتویان، آریتا
(کارشناس ارشد مدیریت)

کارخانه سیمان صوفیان

پیرا، رویا
(کارشناس شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی
آذربایجان شرقی

حضرتی، راحله
(فوق لیسانس شیمی آلی)

کارشناس استاندارد

حضرتی، مریم
(کارشناس مهندسی شهرسازی)

کارشناس

کارشناس استاندارد

رستمی، شهرام
(فوق لیسانس شیمی معدنی)

دانشگاه شهید بهشتی

شرقی، عبدالعلی
(دکترای مهندسی عمران)

شرکت بهین پرتو

ضیایی، محمد
(کارشناس ارشد مهندسی برق)

آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی

فرشی حق‌رو، علی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت صدر سازه رسام

کاظم‌نیا، حمیدرضا
(کارشناس مهندسی عمران)

دانشگاه آزاد تبریز

موسوی، سید آرش
(دکترای مهندسی عمران)

پیش گفتار

استاندارد " سنگدانه‌های ریز و درشت در بتن - تعیین جرم واحد حجم و جذب آب ذرات - روش پیکنومتر " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در سیصد و بیست و ششمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمان مورخ ۸۹/۱۲/۱۹ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک 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 می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 7033: 1987, (E) Fine and course aggregates for concrete - Determination of the particle mass-per-volume and water absorption - Pycnometer method

سنگ‌دانه‌های ریز و درشت مورد مصرف در بتن تعیین جرم واحد حجم و جذب آب ذرات - روش پیکنومتر

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه‌گیری جرم واحد حجم و جذب آب ذرات سنگ‌دانه‌های ریز و درشت مورد مصرف در بتن است. این روش بر مبنای استفاده از پیکنومتر برای تعیین حجم سنگ‌دانه‌های بتن استوار است. این روش برای سنگ‌دانه‌هایی که اندازه اسمی ذرات آن‌ها بزرگ‌تر از ۴mm است کاربرد دارد و جایگزینی برای روش تعادل هیدرواستاتیکی^۱ که در استاندارد ISO 6783 بیان شده است، می‌باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده‌است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 4847, Concrete – Sampling of normal weight aggregates.

2-2 ISO 6274, Concrete – Sieve analysis of aggregates.

2-3 ISO 6783, Course aggregates for concrete – Determination of particle density and water absorption – Hydrostatic balance method.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

جرم واحد حجم ذرات^۲

1- Hydrostatic

2- Particle mass-per-volume

نسبت جرم ذرات سنگ‌دانه در یک نمونه به حجم اشغال شده توسط ذرات که شامل مواد چسباننده و حفره‌های قابل نفوذ و غیر قابل نفوذ است. حفره‌های قابل نفوذ (یا باز)، حفره‌هایی هستند که وقتی ذرات در شرایط اشباع قرار دارند و سطح آنها خشک است، با آب پر می‌شوند. جرم در واحد حجم به صورت جرم در واحد حجم سنگ دانه‌ها مثلاً برحسب کیلوگرم در متر مکعب بیان می‌شود.

۲-۳

جذب آب^۱

جذب آب، افزایش جرم نمونه ذرات سنگ‌دانه خشک به علت نفوذ آب در حفره‌های قابل نفوذ آنها است. این کمیت به صورت درصد جرم خشک نمونه تعریف می‌شود.

۴ وسایل

۱-۴ ترازو یا باسکول^۲ با ظرفیت کافی و دقتی معادل با $\pm 0.1\%$ از جرم نمونه که توزین می‌شود.

۲-۴ ظرف و یا فلاسکی از جنس ماده ضد آب، که از این به بعد به عنوان پیکنومتر از آن یاد می‌شود و آزمایش سنگ‌دانه به آسانی می‌تواند در داخل این ظرف ریخته شود و تکرارپذیری برداشتن دوباره این حجم از محتویات آن $\pm 0.1\%$ است. حجم ظرف پر شده تا خط نشانه باید حداقل 50% و حداکثر 200% بزرگ‌تر از فضای لازم برای جادادن آزمایش باشد.

۳-۴ آون با تهویه مناسب، با قابلیت تثبیت دما با کمک ترموستات در $(5 \pm 0.5)^\circ\text{C}$.

۴-۴ گنجایه فلزی، در اندازه مناسب برای جا دادن نمونه و به شکلی که به خوبی در داخل آون جا شود.

۵-۴ منبع آب، عاری از هر نوع ناخالصی (مثل هوای محلول) که چگالی آب را به طور چشم‌گیری تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۶-۴ برای آزمون سنگ دانه‌های ریز، وجود ابزارهای زیر ضروری است:

۱-۶-۴ قالب، از جنس ماده ضد آب به شکل یک مخروط ناقص با ابعاد اسمی 40 mm در بالا 90 mm در پایین و ارتفاع 75 mm .

۲-۶-۴ کوبه فلزی^۳ به جرم $(15 \pm 340)\text{ g}$ با سطح کوبش^۴ صاف و دایروی به قطر $(3 \pm 23)\text{ mm}$.

۳-۶-۴ سینی کم عمق، از جنس یک ماده ضد آب که مساحت قسمت تخت و ارتفاع لبه آن به ترتیب، کم‌تر از 0.1 m^2 متر مربع و 50 mm نباشد.

۴-۶-۴ وسیله تولید جریان هوای گرم مانند سشوار.

۷-۴ برای آزمون سنگ دانه‌های درشت، وجود ابزارهای زیر ضروری است:

۱-۷-۴ گنجایه با اندازه مناسب برای جادادن نمونه پوشیده شده با آب.

1- Water absorption
2- Scale or balance
3- Metal Tamper
4- Tamping

۴-۷-۲ دو قطعه پارچه نرم و جاذب آب، به طوری که اندازه هیچ یک از آن‌ها کمتر از ۷۵۰ mm در ۴۵۰ mm نباشد.

۴-۷-۳ الک آزمون، متناظر با حداکثر و حداقل مقادیر اسمی اندازه ذرات سنگ دانه‌ها که این الک در واقع، نمونه سنگ‌دانه‌های مورد آزمون را معین می‌نماید.

۵ نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از سنگ‌دانه‌ها را، مطابق استاندارد ISO 4847 انجام دهید. در نمونه‌برداری از سنگ‌دانه‌های ریز، مثلاً با اندازه اسمی ذرات حداکثر ۴ mm تا ۱۵ mm، جرم نمونه نباید کمتر از ۱ kg باشد. جرم نمونه‌های سنگ‌دانه درشت نباید کمتر از ۲ kg باشد.

۶ روش انجام آزمون

نمونه آماده شده را به صورت مناسبی در داخل سینی (۴-۸ برای سنگ‌دانه‌های ریز) و یا گنجایه (۴-۱۰ برای سنگ‌دانه‌های درشت) قرار دهید. آب (۴-۵) را اضافه نمایید و اطمینان حاصل کنید که تمام نمونه در داخل آب فرو رفته باشد. بلافاصله بعد از غرق شدن کامل نمونه، حباب‌های هوای باقی‌مانده در داخل آب را با حرکت دادن آرام نمونه با یک وسیله خارجی از بین ببرید. نمونه را حدود ۲۴ h در داخل آب نگه دارید که باید دمای آب در ۲۰ h از این ۲۴ h در $(\pm 20)^\circ\text{C}$ نگه داشته شود. سپس به دقت آب را به روش سرریز کردن^۲ از نمونه جدا کنید و مراقب باشید تا هیچ ماده‌ای از دست نرود. نمونه را با استفاده از روش زیر به حالت اشباع با سطح خشک در آورید:

۱-۶ برای سنگ‌دانه‌های ریز

نمونه را به شکل یک لایه‌ی یکنواخت روی کف سینی پخش کنید. سپس نمونه را در معرض یک جریان هوای گرم ملایم قرار دهید تا رطوبت سطحی آن خشک شود. همچنین در بازه‌های زمانی متوالی آن را به هم بزنید تا از خشک شدن یکنواخت نمونه اطمینان حاصل کنید. یعنی زمانی فرا رسد که هیچ رطوبت آزادی در نمونه وجود نداشته باشد و سنگ‌دانه‌ها به هم دیگر نچسبند. در حال به هم زدن بگذارید نمونه تا دمای اتاق خنک شود. قالب (۴-۶) را کاملاً با قسمتی از نمونه پر کنید و با کوبه (۴-۷) ۲۵ بار به آرامی بکوبید. فضای خالی‌شده در قالب را بعد از عمل کوبیدن پر نکنید. قالب را بلند کنید تا سنگ‌ریزه‌های داخل آن فرو بریزند. اگر مخروط سنگ‌دانه‌ها فرو نریزد عمل خشک کردن را ادامه دهید و آزمون مخروط را دوباره انجام دهید تا زمانی که مخروط از داخل قالب فرو بریزد. سپس یک نمونه با جرمی بیش‌تر از ۰٫۵ kg از سنگ دانه‌های اشباع با سطح خشک را برداشته و جرم آن (m_a) را با وزن کردن به دست آورید.

۱- در مقایسه با روش تعادل هیدرواستاتیکی (به استاندارد ISO 6783 مراجعه کنید)، ذرات ریزتر از ۰٫۰۶۳ mm، ۰٫۰۷۵ mm یا ۰٫۰۸۰ mm باید با شستشو بر روی الک‌های متناظر حذف شوند.

2- Decantation

۲-۶ برای سنگ دانه های درشت

نمونه سنگ دانه را از مخزن (۴-۱۰) بردارید و آن‌ها را روی پارچه خشک (۴-۱۱) قرار داده و سطح آن را خشک کنید. وقتی قطعه پارچه اول نتواند آب بیشتری جذب کند، نمونه را به روی پارچه دوم منتقل کنید. نمونه را به صورت لایه‌ای با ارتفاع کم‌تر از اندازه یک سنگ، روی پارچه دوم پهن کنید تا در معرض هوای محیط و دور از نور مستقیم خورشید یا هر منبع گرمایی دیگر قرار گیرد و تمامی لایه‌های نازک آب قابل مشاهده، محو شود اما سنگ دانه هنوز هم ظاهر مرطوبی داشته باشد. جرم نمونه سنگ دانه (m_a) را با وزن کردن به دست آورید.

نمونه سنگ دانه را در پیکنومتر (۴-۲) قرار دهید و با آب پر کنید. دمای آب را یادداشت کنید. پیکنومتر را به آرامی تکان دهید یا بچرخانید تا تمامی حباب‌های داخل آن خارج شود. پیکنومتر را تا اندازه واسنجی شده دوباره از آب پر کنید. سطح خارجی پیکنومتر را خشک نموده و با استفاده از وزن کردن جرم کلی (m_b)، پیکنومتر، آب و نمونه سنگ دانه را به دست آورید.

پیکنومتر را داخل گنجایه فلزی (۴-۴) خالی نمایید و دقت کنید که تمام ذرات سنگ دانه منتقل شده باشند. دوباره پیکنومتر را تا مقدار واسنجی شده از آب پر نمایید و دمای آب را یادداشت کنید. نباید اختلاف دمای آب در دو اندازه‌گیری کم‌تر از 1°C باشد. سطح خارجی پیکنومتر را خشک نموده و با استفاده از وزن کردن جرم کل (m_c) پیکنومتر و آب را به دست آورید.

زمانی که قرار است نسبت جرم ذره در واحد حجم، بر مبنای نمونه خشک شده با آن به دست آید، آب را با استفاده از سرریز کردن، از داخل نمونه داخل گنجایه فلزی بریزید و گنجایه فلزی را همراه با نمونه در داخل آن با دمای $(5 \pm 10.5)^\circ\text{C}$ به مدت ۲۴ h و یا تا زمانی که جرم آن‌ها ثابت شود، قرار دهید. جرم (m_d) نمونه خشک شده به وسیله ی آن را یادداشت نمایید.

۷ محاسبات

۱-۷ جرم ذره در واحد حجم (ρ_{PS})، را بر مبنای روش اشباع سطح خشک از معادله (۱) به دست آورید:

$$\rho_{PS} = \frac{m_a}{m_a - (m_b - m_c)} \times \rho_w \quad (1)$$

که در آن:

ρ_w جرم واحد حجم (چگالی) آب در دمای انجام آزمون، بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب^۱؛

m_a جرم نمونه سنگ دانه‌های اشباع با سطح خشک، بر حسب گرم؛

m_b جرم کل پیکنومتر، نمونه سنگ دانه و آب، بر حسب گرم؛

m_c جرم کل پیکنومتر و آب داخل آن، بر حسب گرم.

۱- چگالی آب خالص در 20°C ، 998.2 kg/m^3 و در 25°C 997.5 kg/m^3 است.

۲-۷ جرم ذره در واحد حجم (ρ_{ps})، بر مبنای روش خشک کردن در آون را از معادله (۲) به دست آورید:

$$\rho_{PS} = \frac{m_d}{m_a - (m_b - m_c)} \times \rho_w \quad (۲)$$

که در آن:

m_d جرم نمونه سنگ‌دانه‌های خشک‌شده در آون، بر حسب گرم؛
سایر کمیت‌ها مشابه بند ۷-۱ است.

۳-۷ قدرت جذب آب (a) بر حسب درصد جرم خشک را از معادله (۳) به دست آورید:

$$a = \frac{100 \times (m_a - m_d)}{m_d} \quad (۳)$$

که در آن m_a و m_b مشابه بندهای ۷-۱ و ۷-۲ تعریف می‌شوند.

۴-۷ در صورت انجام آزمون با نمونه‌های فرعی تهیه شده از نمونه اصلی، میانگین مقادیر به دست آمده برای a ، ρ_{PS} و ρ_{PO} باید محاسبه شود.

۵-۷ مقادیر مربوط به جرم ذره در واحد حجم، باید با تقریب 10 kg/m^3 و میزان جذب آب باید با تقریب 0.1% محاسبه شود.

۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۸ مشخصات کامل نمونه؛
- ۲-۸ نوع و حداکثر اندازه ذرات سنگ‌دانه؛
- ۳-۸ شرایط رطوبتی نمونه موقع دریافت؛
- ۴-۸ جرم نمونه مورد آزمون؛
- ۵-۸ شکل و اندازه پیکنومتر مورد استفاده در آزمون؛
- ۶-۸ دمای آب مورد استفاده در آزمون؛
- ۷-۸ اشاره مستقیم به اینکه جرم واحد ذرات محاسبه شده بر مبنای کدام یک از دو روش مذکور است؛
- ۸-۸ نتایج آزمون؛
- ۹-۸ تاریخ انجام آزمون؛
- ۱۰-۸ ارجاع به شماره این استاندارد؛

۹ صحت

جرم واحد حجم برای سنگ‌دانه‌های ریز یا درشت بتنی، با استفاده از روش فوق، باید با صحت $\pm 1 \cdot \text{kg/m}^3$ تعیین شوند.