



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۴۹۸۱

تجدید نظر دوم

۱۳۹۶

INSO

4981

2nd. Revision

2018

سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد)
و فضاهای خالی - روش آزمون

**Aggregate- Determination of bulk density
(unit weight) and voids- Test method**

ICS: 91.100.10

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ - ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج-ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: Standard @ isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov>

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.org.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، 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 پیشنهادات 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 سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد 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 پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد 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. سازمان 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 سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان 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 عمل کرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 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

«سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد)، و فضاهای خالی - روش آزمون»

رئیس:

میرمحمدی، میر صالح
(دکتری زمین شناسی)

دانشگاه تهران

دبیر:

خدابنده، ناهید
(کارشناسی شیمی)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

ویسه، سهراب
(دکتری مهندسی معدن)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امینی، علی
(کارشناسی مهندسی شیمی)

شرکت آریانا پارس

انتظاری، آیدا
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

گروه صنعتی سانا عایق

باریکانی، مهدی
(دکتری مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

بوربور، فاطمه
(کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی بین الملل)

شرکت صنایع عایق سپاهان

تابش، حسن آقا
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جاهدی املشی، سعید
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت صنایع عایق سپاهان

حسین زاویه، علی
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

شرکت گیلان میکا

شفیع زاده، محمد علی
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

شرکت تارابگین

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/ یا محل اشتغال:

عاشقان نژاد، امیر هوشنگ (کارشناسی مهندسی مکانیک)	گروه صنایع گیتی پسند
کرمی، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت پشم شیشه ایران
لنکرانی، مهرناز (کارشناسی ارشد معماری)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور
محرمی، آرزو (کارشناسی ارشد شیمی)	شرکت جذب ستاره
محمدی زیارانی، ماکان (کارشناسی ارشد شهرسازی)	شرکت لیکا
مفیدی، صادق (کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی)	شرکت بهران انرژی
مظلومی ثانی، مهناز (کارشناسی شیمی)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
نمد مالیان اصفهانی، علیرضا (دکتری مدیریت)	شرکت لیکا
هاشمی، محمد (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت سازه پایدار الهیه
هدایتی، محمد جعفر (کارشناسی فیزیک)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
یوسفی، علی اکبر (دکتری مهندسی شیمی)	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

ویراستار:

شرقی، عبدالعلی (دکتری مهندسی عمران)	دانشگاه شهید بهشتی
--	--------------------

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
خ	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول کلی
۳	۵ وسایل
۵	۶ نمونه برداری
۵	۷ نمونه مورد آزمون
۶	۸ واسنجی پیمانه
۶	۹ انتخاب روش
۷	۱۰ روش میله زنی
۷	۱۱ روش جیگ
۸	۱۲ روش بیلچه زنی
۸	۱۳ روش محاسبه
۹	۱۴ گزارش آزمون
۱۱	۱۵ دقت و اریبی

پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه- تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی- روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۹۰ تدوین و منتشر شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تایید در کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هفتصد و سی و هشتمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 همگami و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد 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 استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱: سال ۱۳۹۰ می‌شود.

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

ASTM C29/C29M: 2017, Standard Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate

سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی - روش آزمون

هشدار - این استاندارد کلیه مسائل ایمنی را در صورت وجود، بیان نمی‌کند، مسئولیت با کاربر استاندارد است که از روش‌های ایمنی و بهداشتی مناسب استفاده و محدودیت‌های متداول در کاربرد این استاندارد را قبل از استفاده معین کند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین چگالی انبوهی سنگدانه در حالت متراکم یا فله‌ای و فضاهای خالی محاسبه شده بین دانه‌ها در سنگدانه ریز، سنگدانه درشت یا مخلوط سنگدانه بر اساس همان اندازه‌گیری است.

این استاندارد برای سنگدانه‌هایی که حداکثر اندازه اسمی آن‌ها بزرگ‌تر از ۱۲۵ mm نباشد، کاربرد دارد. یادآوری - وزن واحد، واژه متداول مورد استفاده برای بیان خاصیت تعیین شده در این روش آزمون است که وزن بر واحد حجم (دقیق‌تر آن، جرم بر واحد حجم یا چگالی) است.

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C125, Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۹۰، سنگ دانه های بتن - واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125: 2009 تدوین شده است.

2-2 ASTM C127, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین وزن مخصوص انبوهی و جذب آب سنگدانه‌های درشت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C127: 2015 تدوین شده است.

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

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

2-4 ASTM C138/ C138M, Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱: سال ۱۳۹۰، آزمون وزن مخصوص، بازدهی و هوای موجود در بتن (روش وزنی)، با استفاده از استاندارد ASTM C127: 2009 تدوین شده است.

2-5 ASTM C670, Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

2-6 ASTM C702 / C702M, Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶: سال ۱۳۹۰، مصالح ساختمانی - سنگدانه - کاهش دادن نمونه، با استفاده از استاندارد ASTM C702: 2009 تدوین شده است.

2-7 ASTM D75/D75M, Standard Practice for Sampling Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷، سنگدانه - نمونه برداری از سنگدانه‌ها - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D75: 2009 تدوین شده است.

2-8 ASTM C 123 Terminology Relating to Textile

2-9 ASTM E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2-10 AASHTO Standard T19/T19M, Method of Test for Unit Weight and Voids in Aggregate

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C125، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

۱-۳

فضاهای خالی

voids

فضاهای خالی بر حجم واحد سنگدانه، فضاهای بین دانه‌ها در یک توده سنگدانه است که توسط مواد جامد اشغال نشده باشد.

۲-۳

بحث

discussion

فضاهای خالی داخل دانه‌ها، چه نفوذپذیر و چه نفوذناپذیر شامل فضاهای خالی که با این روش آزمون تعیین می‌شوند، نیستند.

۴ اصول آزمون

۱-۴ این روش آزمون اغلب برای تعیین مقادیر چگالی انبوهی که برای استفاده در بسیاری از روش‌های انتخاب نسبت‌ها برای مخلوط‌های بتن ضروری است، به کار می‌رود.

۲-۴ چگالی انبوهی را برای تعیین روابط جرم به حجم برای تبدیل‌ها در قراردادهای خرید نیز می‌توان به کار برد. با این وجود، روابط بین درجه تراکم سنگدانه‌ها در یک دستگاه حمل و نقل یا دپو و آن‌چه در این روش آزمون به دست می‌آید ناشناخته است. علاوه بر این رابطه بین درجه تراکم سنگدانه در یک دستگاه حمل و نقل و دپو معمولاً حاوی رطوبت جذب شده و رطوبت سطحی (که دومی بر انباشتگی اثر می‌گذارد) است، در حالی که این روش آزمون، چگالی انبوهی براساس حالت خشک را تعیین می‌کند.

۳-۴ این روش آزمون شامل روشی برای محاسبه درصد فضاهای خالی بین دانه‌های سنگدانه بر اساس چگالی انبوهی تعیین شده در این روش است.

۵ وسایل**۱-۵ ترازو**

ترازویی با درستی 0.05 kg یا 0.1% بار آزمون، هر کدام که بزرگ‌تر است در هر نقطه‌ای در گستره کاربرد. گستره کاربرد باید از جرم پیمان خالی تا جرم پیمان به اضافه محتوایش در چگالی 1920 kg/m^3 در نظر گرفته شود.

۲-۵ میله ضربه‌زن

یک میله فولادی مستقیم گرد به قطر $(16 \pm 2) \text{ mm}$. طول میله ضربه‌زن باید حداقل 100 mm بزرگ‌تر از عمق پیمان یا قالبی که در آن ضربه‌زدن با میله انجام می‌شود، بوده ولی در سرتاسر طول بزرگ‌تر از 750 mm نباشد (به یادآوری زیربند ۵-۳ مراجعه شود). میله باید دارای یک انتها یا هر دو انتهای ضربه زننده با نوک نیم کره گرد شده با همان قطر میله باشد. طول میله باید مستقیم با رواداری 0.05% در سرتاسر آن باشد.

۳-۵ پیمانه

یک ظرف استوانه‌ای ساخته شده از فولاد یا فلز مناسب دیگر که با الزامات این بخش مطابقت داشته باشد، و ترجیحاً مجهز به دسته‌هایی باشد. پیمانه باید آب‌بند بوده و به‌قدر کافی صلب باشد تا شکل خود را تحت کاربرد خشن^۱ حفظ کند. پیمانه باید دارای ارتفاع حداقل ۸۰٪ و نه بیش‌تر از ۱۵۰٪ قطر باشد. حجم پیمانه باید با حدود جدول ۱ برای اندازه سنگدانه مورد آزمون مطابقت داشته باشد. ضخامت فلز پیمانه باید مطابق جدول ۲ باشد. لبه بالایی باید صاف و مسطح به اندازه ۰/۳ mm بوده و باید با کف در کم‌تر از ۰/۵ درجه موازی باشد (به یادآوری این زیربند مراجعه شود). دیواره داخلی پیمانه باید سطحی صاف و پیوسته داشته باشد.

یادآوری - لبه بالایی در صورتی به‌طور رضایت بخشی مسطح است که یک اندازه‌گیر فیلر ۰/۳ mm را نتوان بین لبه و یک قطعه شیشه مسطح ۶ mm یا ضخیم‌تر که بر روی پیمانه قرار داده می‌شود، فرو برد. بالا و پایین در صورتی به‌طور رضایت بخشی موازیند که شیب بین قطعه‌های شیشه تخت در تماس با بالا و پایین از ۰/۸۷٪ در هر جهت بیش‌تر نباشد.

۱-۳-۵ پیمانه‌های بزرگ‌تر از حجم اسمی ۲۸ L برای صلبیت باید از فولاد ساخته شود یا حداقل ضخامت‌های فلز ارائه شده در جدول ۲ باید به‌طور مناسبی افزایش یابد.

جدول ۱- حجم پیمانه‌ها

حداکثر اندازه اسمی سنگدانه mm	حجم پیمانه ^{الف} m ³ (L)
۱۲/۵	۰/۰۰۲۸ (۲/۸)
۲۵/۰	۰/۰۰۹۳ (۹/۳)
۳۷/۵	۰/۰۱۴ (۱۴)
۷۵	۰/۰۲۸ (۲۸)
۱۰۰	۰/۰۷۰ (۷۰)
۱۲۵	۰/۱۰۰ (۱۰۰)
^{الف} اندازه مشخص شده پیمانه باید در آزمون سنگدانه‌های دارای اندازه حداکثر اسمی مساوی یا کوچک‌تر از آن‌چه در جدول آمده، به‌کار رود. حجم واقعی پیمانه باید حداقل ۹۵٪ حجم اسمی فهرست شده باشد.	

جدول ۲- الزامات پیمانها

ضخامت فلز، حداقل mm			حجم پیمانه L
بقیه دیوار	۳۸ mm بالایی دیوار ^{الف}	کف	
۲/۵	۲/۵	۵/۰	< ۱۱
۳/۰	۵/۰	۵/۰	شامل ۱۱ - ۴۲
۳/۸	۶/۴	۱۰/۰	شامل ۴۲ - ۸۰ >
۵/۰	۷/۶	۱۳/۰	شامل ۸۰ - ۱۳۳ >
^{الف} ضخامت افزوده شده در بخش بالایی دیوار را می توان به وسیله قرار دادن یک نوار مسلح در دورتادور بخش بالایی پیمانه به دست آورد.			

۴-۵ بیلچه یا ملاقه

یک بیلچه یا ملاقه با اندازه مناسب برای پر کردن پیمانه با سنگدانه است.

۵-۵ تجهیزات واسنجی

۱-۵-۵ شیشه مسطح، یک قطعه شیشه مسطح ترجیحاً با ضخامت حداقل ۶ mm و اندازه حداقل ۲۵ mm بزرگ تر از قطر پیمانه ای که باید واسنجی شود.

۲-۵-۵ گریس، مقداری گریس شاسی، پمپ آب یا گریس مشابه است.

۳-۵-۵ دماسنج، یک دماسنج دارای محدوده ای از حداقل ۱۰ °C تا ۳۲ °C و قابل خوانش تا حداقل ۵°C باشد.

۴-۵-۵ ترازو، یک ترازو مطابق آنچه که در زیربند ۱-۵ شرح داده شده است.

۶ نمونه برداری

۱-۶ از سنگدانه مطابق استاندارد ASTM D75/D75M نمونه برداری کنید. نمونه را مطابق استاندارد ASTM C702/C702M، به مقدار مورد آزمون کاهش دهید.

۷ نمونه مورد آزمون

۱-۷ اندازه نمونه باید تقریباً ۱۲۵٪ تا ۲۰۰٪ مقدار مورد نیاز برای پر کردن پیمانه باشد و باید به صورتی جابه جا شود تا از جداسازی جلوگیری گردد. نمونه سنگدانه را تا رسیدن به جرم ثابت ترجیحاً در یک گرمخانه در دمای ۵ ± ۱۱۰ °C خشک کنید.

۸ واسنجی پیمانہ

۸-۱ پیمانہ‌ها باید حداقل یک بار در سال یا هر وقت که دلیلی برای زیر سؤال بردن درستی واسنجی وجود داشته باشد، دوباره واسنجی شوند.

۸-۲ جرم صفحه شیشه‌ای و پیمانہ را با تقریب 0.05 kg تعیین کنید.

۸-۳ یک لایه نازک گریس را بر لبه پیمانہ قرار دهید تا از نشت آب از پیمانہ جلوگیری شود.

۸-۴ پیمانہ را با آبی که در دمای اتاق است پر کنید و با صفحه شیشه‌ای به‌ترتیبی بپوشانید که حباب‌ها و آب اضافی از بین برود. هرگونه آبی را ممکن است بر روی پیمانہ یا صفحه شیشه‌ای سرریز شده است، پاک کنید.

۸-۵ جرم آب، صفحه شیشه‌ای و پیمانہ را با تقریب 0.05 kg تعیین کنید.

۸-۶ دمای آب را با تقریب 0.5°C اندازه‌گیری کنید و چگالی آن را از جدول ۳، در صورت لزوم با درونیابی، تعیین کنید.

جدول ۳- چگالی آب

چگالی آب kg/m^3	دما $^\circ\text{C}$
۹۹۹/۰۱	۱۵/۶
۹۹۸/۵۴	۱۸/۳
۹۹۷/۹۷	۲۱/۱
۹۹۷/۵۴	۲۳/۰
۹۹۷/۳۲	۲۳/۹
۹۹۶/۵۹	۲۶/۷
۹۹۵/۸۳	۲۹/۴

۸-۷ حجم پیمانہ ، V ، را محاسبه کنید. به‌طور متناوب ضریب، F ، را برای پیمانہ محاسبه کنید.

یادآوری- برای محاسبه چگالی انبوهی، حجم پیمانہ باید برحسب m^3 یا ضریب به صورت $\frac{1}{m^3}$ باشد. با این وجود، برای راحتی، اندازه پیمانہ را می‌توان برحسب L بیان کرد.

۹ انتخاب روش آزمون

۹-۱ روش بیلچه زنی برای چگالی انبوهی فله‌ای فقط هنگامی که به‌طور مشخص قید شده باشد باید استفاده شود. در غیر این صورت چگالی انبوهی متراکم باید به‌وسیله روش میله زنی برای سنگدانه‌هایی که

دارای حداکثر اندازه اسمی ۳۷/۵ mm یا کم‌تراند یا به‌وسیله روش جیگ^۱ برای سنگدانه‌هایی با حداکثر اندازه اسمی بزرگتر از ۳۷/۵ mm و کم‌تر از ۱۲۵ mm تعیین شود.

۱۰ روش میله زنی

۱-۱۰ پیمانۀ را تا یک سوم پر کنید و سطح آن را با انگشتان تراز نمایید. لایه سنگدانه را با ۲۵ ضربه میله ضربه‌زن که به‌طور مساوی بر روی سطح توزیع شود، میله بزنید. پیمانۀ را تا دو سوم آن پر کنید و مجدداً میله زدن را برای تراز شدن سطح آن مطابق قبل ادامه دهید. در پایان، پیمانۀ را تا سرریز شدن پر کنید و به ترتیبی که قبلاً شرح داده شد دوباره میله بزنید. سطح سنگدانه را با انگشتان دست یا خط کش تراز کنید به ترتیبی که برجستگی‌های کوچک قطعات بزرگ‌تر سنگدانه درشت با فرو رفتگی‌های بزرگ‌تر در سطح زیر قسمت فوقانی پیمانۀ موازنه شود.

۲-۱۰ در میله زنی لایه اول، نگذارید که میله با فشار به کف پیمانۀ برخورد کند. در میله زنی لایه دوم و سوم، از نیروی زیاد استفاده کنید اما نباید بیش‌تر از نیرویی باشد که میله به داخل لایه قبلی سنگدانه فرو رود.

یادآوری- در میله زنی اندازه‌های بزرگتر سنگدانه درشت به ویژه سنگدانه‌های گوشه‌دار، ممکن است نتوان به داخل لایه تحکیم شده نفوذ کرد. اگر از نیروی زیاد استفاده می‌شود باید به هدف روش پای‌بند بود.

۳-۱۰ جرم پیمانۀ را به اضافه محتویات آن و جرم پیمانۀ را به تنهایی تعیین کنید و مقادیر را با تقریب ۰/۰۵ kg یادداشت کنید.

۱۱ روش جیگ

۱-۱۱ پیمانۀ را در سه لایه تقریباً مساوی مطابق زیربند ۱-۱۰ پر کنید، هر لایه را با قرار دادن پیمانۀ بر روی یک پایه محکم مانند کف بتنی که از طرف‌های مقابل به طور متناوب حدود ۵۰ mm بالا آمده باشد و به پیمانۀ امکان دهد که با یک ضربه تند و شدید بیافتد. دانه‌های سنگدانه، با این روش کار خود در یک حالت به شدت متراکم قار خواهند گرفت. هر لایه را با ۵۰ بار انداختن پیمانۀ به روشی که شرح داده شد، روی هر طرف ۲۵ بار، متراکم کنید. سطح سنگدانه را با انگشتان یا یک خط کش به ترتیبی تراز کنید که هر برجستگی کوچک قطعات بزرگتر سنگدانه درشت تقریباً با فضاهای خالی بزرگتر زیر سطح فوقانی پیمانۀ موازنه شود.

۲-۱۱ جرم پیمانۀ به اضافه محتویاتش و جرم پیمانۀ به تنهایی را تعیین و مقادیر را با تقریب ۰/۰۵ kg

1- Jig

گزارش کنید.

۱۲ روش بیلچه زنی

۱-۱۲ پیمانۀ را به وسیله یک بیلچه یا ملاقه سرریز کنید، به طوری که سنگدانه از ارتفاعی که بیش از ۵۰ mm بالای قسمت فوقانی پیمانۀ نباشد خالی شود. مواظب باشید که تا حد امکان از جدا شدگی دانه‌های با اندازه مختلف که نمونه را تشکیل می‌دهد جلوگیری شود. سطح سنگدانه را با انگشتان و یا یک خط کش به ترتیبی تراز کنید که هر برجستگی کوچک قطعات بزرگ‌تر سنگدانه درشت تقریباً با فضاهای خالی بزرگ‌تر زیر سطح فوقانی پیمانۀ موازنه شود.

۲-۱۲ جرم پیمانۀ را به اضافه محتویاتش و جرم پیمانۀ را به تنهایی تعیین و مقادیر را با تقریب ۰/۰۵ kg گزارش کنید.

۱۳ روش محاسبه

۱-۱۳ چگالی انبوهی

چگالی انبوهی را برای روش میله زنی، روش جیگ یا روش بیلچه زنی با استفاده از معادله (۱) یا معادله (۲) محاسبه کنید:

$$M=(G-T)/V \quad (۱)$$

$$M=(G-T) \times F \quad (۲)$$

که در آن‌ها:

M چگالی انبوهی سنگدانه، برحسب kg/m^3 ؛

G جرم سنگدانه به اضافه پیمانۀ، برحسب kg ؛

T جرم پیمانۀ، برحسب kg ؛

V حجم پیمانۀ، برحسب m^3 ؛

F ضریب پیمانۀ، برحسب m^{-3} .

۱-۱-۱۳ چگالی انبوهی تعیین شده به وسیله این روش آزمون برای سنگدانه‌ها در شرایط خشک شده در گرم‌خانه است. اگر چگالی انبوهی در شرایط اشباع با سطح خشک باشد، از همین روش آزمون استفاده کنید و چگالی انبوهی SSD را با استفاده از معادله (۳) محاسبه کنید.

$$M_{SSD} = M[I + (A/100)] \quad (۳)$$

که در آن:

M_{SSD} چگالی انبوهی در شرایط SSD، برحسب kg/m^3 ؛

A جذب آب برحسب %، تعیین شده مطابق استانداردهای ASTM C127 و ASTM C128.

۲-۱۳ مقدار فضاهای خالی

مقدار فضای خالی در سنگدانه را با استفاده از چگالی انبوهی تعیین شده یا توسط روش میله زنی، روش جیگ یا روش بیلچه زنی مطابق معادله (۴) محاسبه کنید:

$$(۴) \quad 100[(S \times W) - M] / (S \times W) = \text{درصد فضاهای خالی}$$

که در آن:

M چگالی انبوهی سنگدانه، برحسب kg/m^3 ؛

S وزن مخصوص انبوهی (بر اساس خشک) تعیین شده مطابق استانداردهای ASTM C127 و ASTM C128؛

W چگالی آب، در دمای متعارف (برابر $\text{kg/m}^3 998$).

۳-۱۳ حجم پیمانه

حجم پیمانه را مطابق معادله‌های (۵) و (۶) محاسبه کنید:

$$(۵) \quad V = (W - M) / D$$

$$(۶) \quad F = D / (W - M)$$

که در آن‌ها:

V حجم پیمانه، برحسب m^3 ؛

W جرم آب، صفحه شیشه‌ای و پیمانه، برحسب kg ؛

M جرم صفحه شیشه‌ای و پیمانه، برحسب kg ؛

D چگالی آب در دمای اندازه‌گیری شده، برحسب kg/m^3 ؛

F ضریب پیمانه، برحسب m^{-3} .

۱۴ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

ب- مشخصات فراورده:

— نام فراورده، کارخانه، تولید کننده، یا تامین کننده؛

— نوع فراورده؛

پ- روش آزمون:

— سابقه قبل از آزمون و نمونه برداری، برای مثال نام نمونه بردار و محل نمونه برداری؛

— تاریخ اجرای آزمون؛

— اطلاعات کلی مربوط به آزمون؛

ت- نتایج:

ت-۱- نتایج کلیه مقادیر چگالی انبوهی را با تقریب 10 kg/m^3 ، به طور منفرد و مقدار میانگین را به ترتیب زیر گزارش کنید:

— چگالی انبوهی به روش میله زنی، یا؛

— چگالی انبوهی به روش جیگ، یا؛

— چگالی انبوهی فله‌ای.

ت-۲- نتایج برای میزان فضاهای خالی را با تقریب 1% به ترتیب زیر گزارش کنید:

— فضاهای خالی در سنگدانه متراکم شده به روش میله زنی، برحسب $\%$ ، یا؛

— فضاهای خالی در سنگدانه متراکم شده به روش جیگ، برحسب $\%$ ، یا؛

— فضاهای خالی در سنگدانه فله‌ای، برحسب $\%$.

۱۵ دقت واریبی^۱

۱-۱۵ تخمین دقت این روش آزمون بر اساس نتایج به دست آمده از برنامه نمونه تخصصی آزمایشگاه مرجع مواد آشتو^۲ با آزمون‌های انجام شده با این روش آزمون و روش استاندارد AASHTO T19/T19M بوده است. تفاوت مهمی بین این دو روش وجود ندارد. داده‌ها بر اساس تحلیل بیش از ۱۰۰ نتیجه آزمون دوتایی از ۴۰ آزمایشگاه تا ۱۰۰ آزمایشگاه قرار دارد.

۲-۱۵ سنگدانه درشت (چگالی انبوهی)

۱-۲-۱۵ دقت آزمون گر منفرد

مشخص شده است که انحراف معیار آزمون گر منفرد 14 kg/m^3 (1S) است. بنابراین، نتایج دو آزمونی که توسط همان آزمون گر بر روی مواد مشابه به درستی انجام شده نباید بیش از 40 kg/m^3 (d2S) تفاوت داشته باشد.

۲-۲-۱۵ دقت چندآزمایشگاهی

مشخص شده است که انحراف معیار چند آزمایشگاهی 30 kg/m^3 (1S) است. بنابراین، نتایج دو آزمونی که توسط دو آزمایشگاه مختلف بر روی مواد مشابه به درستی انجام شده نباید بیش از 85 kg/m^3 (d2S) تفاوت داشته باشد.

۳-۲-۱۵ این اعداد به ترتیب حدود (1S) و (d2S) مطابق استاندارد ASTM C702 است. تخمین‌های دقت به دست آمده از تحلیل داده‌های نمونه تخصصی AMRL برای چگالی انبوهی برای روش میله زدن سنگدانه‌های با وزن معمول با حداکثر اندازه اسمی $25/0 \text{ mm}$ و با استفاده از یک پیمانه 14 L به دست آمده است.

۳-۱۵ سنگدانه ریز (چگالی انبوهی)

۱-۳-۱۵ دقت آزمون گر منفرد

مشخص شده است که انحراف معیار آزمون گر منفرد 14 kg/m^3 (1S) است. بنابراین، نتایج دو آزمونی که توسط همان آزمون گر بر روی مواد مشابه به طور کامل انجام شده نباید بیش از 40 kg/m^3 (d2S) تفاوت داشته باشد.

1- Bias

2- AASHTO Materials Reference Laboratory (AMRL)

۱۵-۳-۲ دقت چند آزمایشگاهی

مشخص شده است که انحراف معیار چند آزمایشگاهی 44 kg/m^3 (1S) است. بنابراین، نتایج دو آزمونی که توسط دو آزمایشگاه مختلف بر روی مواد مشابه به طور کامل انجام شده نباید بیش از 125 kg/m^3 (d2S) تفاوت داشته باشد.

۱۵-۳-۳ این اعداد حدود (1S) و (d2S) مطابق استاندارد ASTM C670 است. تخمین‌های دقت به دست آمده از آنالیز داده‌های نمونه AMRL برای چگالی انبوهی فله‌ای از آزمایشگاه‌هایی که از یک پیمانۀ ۲/۸ L استفاده کرده‌اند به دست آمده است.

۱۵-۴ هیچ داده‌ای در مورد دقت میزان فضاهای خالی در دسترس نیست. با این وجود از آن جا که مقدار فضاهای خالی در سنگدانه از چگالی انبوهی و وزن مخصوص انبوهی محاسبه می‌شود، دقت میزان فضاهای خالی بازتابی از دقت این پارامترهای اندازه‌گیری شده در زیربند ۱۵-۲ و زیربند ۱۵-۳ این استاندارد و استانداردهای ASTM C127 و ASTM C128 است.

۱۵-۵ اریبی

در این استاندارد، روش آزمون اندازه‌گیری چگالی انبوهی و مقدار فضاهای خالی، هیچ اریبی ندارد چون مقادیر چگالی و میزان فضاهای خالی را می‌توان تنها از نظر یک روش آزمون تعریف کرد.