



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۱۳۲۷۸  
تجدیدنظر اول  
۱۳۹۵

INSO  
13278  
1st.Revision  
2017

دوده سیلیس (میکرو سیلیس) مورد استفاده  
در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها

**Silica fume (micro silica) used in  
Cementitious mixtures - Specification**

ICS: 91.100.10



o:moorepeyman.ir

استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۸ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۵

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.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

### **Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No.1294 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](mailto:standard@isiri.org.ir)

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



[www.omoorepeyman.ir](http://www.omoorepeyman.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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
- 4- Contact point
- 5- Codex Alimentarius Commission



## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«دوده سیلیس (میکرو سیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها»

(تجدیدنظر اول)

### سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت سیمان اردستان

### رئیس:

موسوی، سید حسن  
(کارشناس ارشد صنایع)

### دبیر:

کارشناس استاندارد

محمدی راد، شهناز  
(کارشناس ارشد شیمی معدنی)

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت یکتا آزمون ایرانیان

اشکوب، احسان  
(کارشناس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

ایروانی، آزاده  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

انجمن کنترل کیفیت استان اصفهان

جوادی، زهرا  
(کارشناس مهندسی شیمی)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

جوانی راد، مهدی  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت بتن مهر جی

دری، مجتبی  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

شرقی، عبدالعلی  
(دکتری مهندسی عمران)

سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان تهران

محمدی راد، شهرام  
(کارشناس مهندسی عمران)



عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

### ویراستار:

شرقی، عبدالعلی  
(دکتری مهندسی عمران)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ ترکیب شیمیایی
۴	۵ ویژگی‌های فیزیکی
۴	۶ نحوه سفارش محصول
۵	۷ نمونه‌برداری
۶	۸ تعداد آزمون‌ها
۶	۹ آماده‌سازی آزمون
۶	۱۰ آزمون شیمیایی تعیین مقدار سیلیس و کل قلیاها
۷	۱۱ آزمون شیمیایی تعیین مقدار رطوبت و کاهش وزن در دمای بالا
۷	۱۲ آزمون فیزیکی تعیین چگالی
۸	۱۳ آزمون فیزیکی تعیین مقدار ذرات باقی‌مانده بر روی الک ۴۵ میکرون به روش تر
۸	۱۴ آزمون فیزیکی تعیین سطح ویژه
۸	۱۵ آزمون فیزیکی تعیین مقدار هوای ملات
۱۰	۱۶ شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده با سیمان پرتلند
۱۱	۱۷ واکنش‌پذیری با قلیایی‌های سیمان
۱۱	۱۸ مقاومت در برابر سولفات
۱۱	۱۹ چگالی توده‌ای
۱۲	۲۰ گزارش آزمون
۱۳	۲۱ دقت و اریبی
۱۴	۲۲ رد و آزمون مجدد
۱۵	۲۳ تأییدیه
۱۵	۲۴ بسته‌بندی و نشانه‌گذاری
۱۵	۲۵ انبار و بازرسی
۱۶	پیوست الف (آگاهی دهنده) تعیین مقدار و دیگر خواص دوده سیلیس



## پیش‌گفتار

استاندارد «دوده سیلیس (میکروسیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها» که نخستین‌بار در سال ۱۳۸۹ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در ششصد و هشتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۰۳ 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 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 ۱۳۲۷۸: سال ۱۳۸۹ می‌شود.

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

ASTM C1240: 2015, Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures



## دوده سیلیس (میکرو سیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشتی و ایمنی مناسب اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های دوده سیلیس (میکرو سیلیس) مورد استفاده در بتن و دیگر مخلوط‌های حاوی سیمان هیدرولیکی است.

- در صورت استفاده از دوده سیلیس دوغابی یا متراکم شده، آزمون‌های این استاندارد باید بر روی دوده سیلیس خام اولیه انجام شوند.

### 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 C109/C109M, Test method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube Specimens)

**2-2** ASTM C114, Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement

**یادآوری -** استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۲: سال ۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی اندازه‌گیری عناصر اصلی، با استفاده از استاندارد ASTM C114: 2000 تدوین شده است.

**2-3** ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

**یادآوری -** استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۸۶، سنگدانه های بتن - واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125: 2005 تدوین شده است.

**2-4** ASTM C135, Test Method for True Specific Gravity of Refractory Materials by Water Immersion

**2-5** ASTM C183, Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement

**یادآوری -** استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۹۲: سال ۱۳۹۰، سیمان - نمونه‌گیری و تعیین تعداد آزمون‌های سیمان هیدرولیکی آماده برای فروش - آئین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C183: 2008 تدوین شده است.

**2-6 ASTM C185, Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۷۰: سال ۱۳۸۷، سیمان - تعیین هوای ملات سیمان هیدرولیکی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C185: 2007 تدوین شده است.

**2-7 ASTM C219, Terminology Relating to Hydraulic Cement**

**2-8 ASTM C311/C311M, Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۱۳: سال ۱۳۹۳، نمونه‌برداری و آزمون پوزولان های طبیعی یا خاکستر بادی برای مصرف به‌عنوان یک افزودنی معدنی در بتن حاوی سیمان پرتلند - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C311/C311M: 2013 تدوین شده است.

**2-9 ASTM C430, Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by the 45-µm (No. 325) Sieve**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۸۸۰۷: سال ۱۳۹۳، روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۶: تعیین نرمی، با استفاده از استاندارد EN196-6: 2007 تدوین شده است.

**2-10 ASTM C441, Test Method for Effectiveness of Pozzolans or Ground Blast-Furnace Slag in Preventing Excessive Expansion of Concrete Due to the Alkali-Silica Reaction**

**2-11 ASTM C494/C494M, Specification for Chemical Admixtures for Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۲۹۳۰: سال ۱۳۸۳، بتن - مواد افزودنی شیمیایی بتن - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد EN 934-2: 2000 تدوین شده است.

**2-12 ASTM C604, Test Method for True Specific Gravity of Refractory Materials by Gas Comparison Pycnometer**

**2-13 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials**

**2-14 ASTM C1005, Specification for Reference Masses and Devices for Determining Mass and Volume for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements**

**2-15 ASTM C1012/C1012M, Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۰۷: سال ۱۳۹۲، ملات - تغییر طول ملات سیمان هیدرولیکی قرار گرفته در محلول سولفات - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C1012/C1012M: 2013 تدوین شده است.

**2-16 ASTM C1069, Test Method for Specific Surface Area of Alumina or Quartz by Nitrogen Adsorption**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۹۸۷: سال ۱۳۹۲، اندازه‌گیری مساحت سطح ویژه آلومینا یا کوارتز با جذب نیتروژن، با استفاده از استاندارد ASTM C1069: 2009 تدوین شده است.

**2-17 ASTM C1157, Performance Specification for Hydraulic Cement**

**2-18 ASTM C1437, Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۴۵: سال ۱۳۸۶، ملات سیمان هیدرولیکی - اندازه‌گیری روانی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C1437: 2001 تدوین شده است.



### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای ASTM C125 و ASTM C219، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

#### دوده سیلیس

##### silica fume

ماده پوزولانی بسیار ریز که عمدتاً از سیلیس غیربلوری تشکیل شده است و محصول جانبی فرآیند تولید سیلیسیم فلزی یا آمیزان های فرو سیلیسیم در کوره های قوس الکتریک می باشد (همچنین به عنوان دوده سیلیس و میکرو سیلیس متراکم، شناخته شده است).

۲-۳

#### دوده سیلیس متراکم

##### silica fume, densified

دوده سیلیسی که با چگالی توده بالا تولید شده است تا حمل و نقل آن آسان انجام شود.

۳-۳

#### دوده سیلیس غیر متراکم

##### silica fume, undensified

دوده سیلیسی که به فرم فرآوری نشده و خام تهیه یا جمع آوری شده است.

### ۴ ترکیب شیمیایی

دوده سیلیس باید با الزامات ترکیب شیمیایی شرح داده شده در جدول ۱ مطابقت داشته باشد.

جدول ۱- الزامات ترکیب شیمیایی

مقادیر بر حسب درصد	
۸۵٫۰	سیلیس (SiO <sub>2</sub> )، حداقل
۳٫۰	مقدار رطوبت، حداکثر
۶٫۰	کاهش وزن در دمای بالا (LOI)، حداکثر

## ۵ ویژگی‌های فیزیکی

دوده سیلیس باید با ویژگی‌های فیزیکی الزامی شرح داده شده در جدول ۲ مطابقت داشته باشد. ویژگی‌های فیزیکی اختیاری در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

### جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی الزامی

	ذرات بزرگ‌تر از ۴۵ میکرون:
۱۰	ذرات باقی‌مانده روی الک ۴۵ میکرون (نمره ۳۲۵) <sup>a</sup> ، حداکثر، درصد
۵	انحراف از میانگین ذرات باقیمانده روی الک ۴۵ میکرون (نمره ۳۲۵) <sup>b</sup> ، حداکثر، درصد
۱۰۵	شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده <sup>c</sup> ، باسیمان پرتلند در ۷ روز، حداقل، درصد
۱۵	سطح ویژه، حداقل، مترمربع بر گرم
<p><sup>a</sup> در هنگام آزمون دقت شود تا از به هم چسبیدن ذرات خیلی ریز جلوگیری شود.</p> <p><sup>b</sup> مقدار متوسط باید شامل ۱۰ آزمون قبلی و یا در صورتی که تعداد آزمون‌ها کمتر از ۱۰ مورد بود، شامل تمامی آن‌ها باشد.</p> <p><sup>c</sup> شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده، نشان‌دهنده مقاومت فشاری سیمان حاوی دوده سیلیس نیست، بلکه این عدد معیاری از واکنش‌پذیری یک دوده سیلیس مشخص با یک نوع سیمان مشخص است و ممکن است با تغییر منبع سیمان و دوده سیلیس تغییر نماید.</p>	

### جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکی اختیاری<sup>A</sup>

	الزامات مربوط به یکنواختی:
۲۰	هنگامی که تولید بتن با حباب هوا موردنظر باشد، میزان انحراف از میانگین مقدار ماده هواساز (حباب‌ساز) لازم برای ایجاد ۱۸ درصد حجمی حباب هوا در ملات نسبت به مقدار متوسط تعیین شده از ۱۰ آزمون قبلی و یا تمامی آزمون‌ها در صورتی که تعداد آن‌ها کمتر از ۱۰ مورد باشد، حداکثر، درصد
۸۰	واکنش‌پذیری با قلیایی‌های سیمان <sup>B</sup> : کاهش انبساط ملات در مدت ۱۴ روز، حداقل، درصد
۰٫۱۰	کنترل انبساط در محیط سولفات <sup>C</sup> : (مقاومت متوسط) ۶ ماه، حداکثر، درصد
۰٫۱۰۵	(مقاومت زیاد) ۶ ماه، حداکثر، درصد
۰٫۱۰۵	(مقاومت بسیار زیاد) یک سال، حداکثر، درصد
<p><sup>A</sup> در صورت درخواست خریدار انجام می‌شوند.</p> <p><sup>B</sup> آزمون‌های مشخص شده برای واکنش‌پذیری با قلیایی‌های سیمان، در صورت عدم استفاده از موادی که با مواد قلیایی سیمان هیدرولیکی واکنش تخریبی انجام می‌دهند، نباید درخواست گردند. آزمونی که برای اندازه‌گیری انبساط ملات انجام می‌گیرد باید باسیمانی با قلیایی بالا، مطابق با روش استاندارد ASTM C311/C311M، انجام گیرد. چنانچه سیمان مورد استفاده در کارگاه دارای قلیائیت بیشتری نسبت به سیمان مورد آزمایش باشد، این آزمون باید مجدداً باسیمان مورد استفاده در کارگاه تکرار شود.</p> <p><sup>C</sup> فقط یک حد باید مشخص گردد.</p>	

## ۶ نحوه سفارش محصول

خریدار باید هرگونه ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی اختیاری محصول را مشخص نماید.



## ۷ نمونه برداری

۷-۱ در صورتی که خریدار درخواست نماید که از دوده سیلیس نمونه برداری شده و مورد آزمون قرار گیرد تا مطابقت آن با این استاندارد مشخص گردد، نمونه برداری و آزمون باید مطابق با استاندارد ASTM C183 و با اعمال اصلاحات بیان شده در زیربند ۷-۳ این استاندارد صورت گیرد.

**یادآوری** - به دلیل تفاوت میان تولید پیوسته سیمان هیدرولیکی و تولید و جمع آوری دوده سیلیس، در هنگام نمونه برداری مطابق با استاندارد ASTM C183، باید دقت کافی به عمل آید. نحوه ذخیره و جمع آوری دوده سیلیس تا حد زیادی به طراحی سامانه جمع آوری بستگی دارد و ممکن است که در این طراحی، نقاطی برای نمونه برداری در نظر گرفته نشده باشند.

۷-۲ روش استاندارد اصلاح شده استاندارد ASTM C183، برای کنترل کیفیت محصول تولیدی تدوین نشده است، بنابراین برای تایید تولیدکننده موردنیاز نیست.

۷-۳ اصلاحاتی که در روش استاندارد ASTM C183، برای کاربرد آن در دوده سیلیس موردنیاز است به شرح زیر است.

۷-۳-۱ واژه‌های «سیمان» و «سیمان هیدرولیکی» در متن استاندارد باید با عبارت «دوده سیلیس» جایگزین شوند.

۷-۳-۲ نمونه‌ها چه لحظه‌ای<sup>۱</sup> گرفته شده و یا ترکیب شده<sup>۲</sup> باشند، باید وزن آن‌ها حداقل یک کیلوگرم باشد. در صورت لزوم، آزمون‌های تایید انطباق دوده سیلیس با ویژگی‌های استاندارد در آزمایشگاهی به غیر از آزمایشگاه تولیدکننده یا فروشنده انجام گیرد، برنامه زمانی نمونه برداری، زمان انتقال نمونه و برنامه زمانی انجام آزمون‌ها بین خریدار، تولیدکننده و آزمایشگاه آزمون کننده هماهنگ شود، به طوری که نتایج آزمون در هنگام تصمیم‌گیری در مورد رد یا پذیرش دوده سیلیس، آماده باشند.

۷-۳-۴ بند «نمونه برداری» به صورت زیر اصلاح می‌شود:

۷-۳-۴-۱ از اولین ۱۰۰ تن دوده سیلیس، دو نمونه اتفاقی یا دو نمونه مرکب برداشته شود. از هر یک از ۱۰۰ تن دوده سیلیس بعدی نیز یک نمونه اتفاقی یا یک نمونه مرکب بردارید. در هر نمونه برداری نباید کمتر از دو نمونه برداشته شود.

### ۷-۳-۴-۲ سیلوی ذخیره در نقاط تخلیه

نمونه برداری دوده سیلیس از دریچه تخلیه با یک جریان یکنواخت تا برداشت کامل انجام شود. در نمونه برداری از سیلوی ذخیره، حین خروج دوده سیلیس از دریچه تخلیه، فواصل زمانی را طوری تنظیم کنید که حداقل الزامات نمونه برداری ارائه شده در زیربند ۷-۳-۴-۱ را برآورده نماید.

۷-۳-۵ بند با عنوان «تعداد آزمون‌ها» با حذف پاراگراف اول، با عنوان «اصول کلی» اصلاح می‌گردد.

1- Grab  
2- Composite

## ۸ تعداد آزمون‌ها

۸-۱ به‌غیر از آزمون‌های بیان‌شده در زیربند ۸-۲، تمام آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی را بر روی نمونه‌های مخلوط شده که هر یک نماینده حداکثر ۴۰۰ تن می‌باشد، انجام دهید. هر نمونه مخلوط را با ترکیب کردن بخش‌های مساوی از نمونه‌ها که هر یک نماینده ۱۰۰ تن می‌باشد، تهیه کنید.

۸-۲ آزمون سطح ویژه، چگالی و شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده را بر روی نمونه‌های مخلوط که نماینده ۳۲۰۰ تن یا سه ماه تولید دوده سیلیس (هر کدام که بیشترین تعداد نمونه را دارد) انجام دهید. هر نمونه مخلوط را با ترکیب کردن بخش‌های مساوی از نمونه‌ها که هر یک نماینده ۴۰۰ تن یا یک ماه تولید می‌باشد، تهیه کنید.

## ۹ آماده سازی آزمون

۹-۱ نمونه‌های مرکب را مطابق با الزامات بند ۸، با گروه‌بندی همه آزمون‌ها، به صورتی آماده کنید که مشخص شود هر گروه، نماینده چه تعداد تناژ موردنیاز برای آزمون یا آزمون‌هایی است که نمونه مرکب از آن ساخته شده است. از هر یک از نمونه‌های داخل یک گروه، مقادیر مساوی از دوده سیلیس را به‌گونه‌ای بردارید که مقدار آن‌ها برای تهیه یک نمونه مرکب به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کافی باشد.

۹-۲ قبل از انجام آزمون، نمونه‌های منفرد و یا نمونه‌های مخلوط را کاملاً مخلوط کنید. مخلوط‌کن بتن آزمایشگاهی خشک و تمیز می‌تواند به میزان کافی این اختلاط را انجام دهد. دقت کنید که حجم دوده سیلیس در مخلوط‌کن، بین ۱۰ درصد تا ۵۰ درصد از کل ظرفیت مخلوط‌کن باشد. در صورت لزوم، یک ورقه فیلم پلی‌اتیلن را به کمک یک کش لاستیکی روی دریاچه جام مخلوط‌کن نصب کنید تا مانع از خروج مواد از داخل مخلوط‌کن شود. عمل اختلاط را به مدت  $(1 \pm 5)$  دقیقه ادامه دهید.

۹-۳ برای آزمون‌های مشخص شده، مواد را از یک نمونه کاملاً مخلوط شده با استفاده از یک وسیله نمونه‌برداری (لوله نمونه‌برداری، چمچه و غیره) به مقداری که برای تهیه یک آزمون موردنیاز است، بردارید. این آزمون را حداقل از ۶ نمونه فرعی به‌طور تصادفی تهیه کنید.

## ۱۰ آزمون شیمیایی تعیین مقدار سیلیس و کل قلیاها

از روش مرجع ارائه‌شده در استاندارد ASTM C114، در مورد سیمان‌هایی که مواد باقیمانده نامحلول بیش از یک درصد دارند، استفاده کنید. در تعیین میزان سدیم اکسید و پتاسیم اکسید، باید اقدامات احتیاطی مشخص شده در بخش کاربردی روش‌های آزمون در استاندارد ASTM C1157/C1157M را موردتوجه قرار داد. اغلب پوزولان‌ها به‌طور کامل در لیتیم بورات مذاب حل می‌شوند.



## ۱۱ آزمون شیمیایی تعیین مقدار رطوبت و کاهش وزن در دمای بالا

مطابق روش‌های آزمون استاندارد ASTM C311/C311M انجام گردد.

## ۱۲ آزمون فیزیکی تعیین چگالی

۱-۱۲ چگالی را یا مطابق روش آزمون استاندارد ASTM C135، اصلاح شده در زیربند ۱-۱-۱۲ و یا مطابق روش آزمون استاندارد ASTM C604 تعیین کنید.

۱-۱-۱۲ روش آزمون استاندارد ASTM C135 به شرح زیر اصلاح شده است.

### ۱۲-۲ وسایل

۱-۲-۱۲ دو بالن حجمی کلاس A به ظرفیت ۵۰۰ میلی لیتر؛

۱۲-۲-۲ ترازو، با درستی حداقل ۰٫۱ گرم؛

۱۲-۲-۳ حمام دمای ثابت که با دقت دمایی  $\pm 0,5$  درجه سلسیوس قابل تنظیم باشد.

۱۲-۳ آب یون زدایی شده.

### ۱۲-۴ روش اجرای آزمون

۱-۴-۱۲ چگالی مواد را همان طور که دریافت می‌شوند، مطابق روش زیر تعیین کنید (به بند ۱۲-۴-۲ مراجعه شود)، مگر این که به روش دیگری درخواست شده باشد. اگر تعیین چگالی بر روی نمونه حرارت داده شده مورد نیاز باشد، ابتدا آن را طبق روش آزمون کاهش وزن در دمای بالا، مطابق استاندارد ASTM C114، حرارت دهید.

۱۲-۴-۲ وزن بالن حجمی ۵۰۰ میلی لیتر ( $W_f$ ) را با دقت ۰٫۱ گرم تعیین کنید. مقدار ۳۰ گرم دوده سیلیس به آن اضافه کنید. وزن بالن و دوده سیلیس ( $W_a$ ) را با دقت ۰٫۱ گرم تعیین کنید. بالن را تا نیمه از آب پر کنید و آن را تکان دهید تا از تر شدن مواد داخل آن مطمئن شوید. سپس با افزودن آب، بالن را به حجم برسانید. بالن را در فواصل ۱۵ دقیقه‌ای تکان دهید تا زمانی که هوای داخل آن کاملاً خارج شود. می‌توانید این کار را با اعمال خلأ نیز انجام دهید. بعد از خروج همه حباب‌های هوا، بالن را در حمام در دمای ( $23 \pm 0,5$ ) درجه سلسیوس قرار دهید تا با حمام هم‌دما شود. سپس بالن را از داخل حمام خارج نموده و بلافاصله در همین دما، دوباره بالن را با اضافه کردن یا کم کردن آب به حجم برسانید. بخش بیرونی بالن را خشک کنید و وزن بالن و محتویات آن را تعیین کنید ( $W_s$ ).



## ۱۲-۵ روش محاسبه

طبق معادله (۱) انجام شود.

$$D_{sf} = ((W_a - W_f)) / (500ml - [(W_s - W_a) / D_w]) \quad (1)$$

که در آن:

$D_{sf}$  چگالی دوده سیلیس بر حسب تن بر مترمکعب؛

$W_f$  وزن بالن حجمی ۵۰۰ میلی لیتر بر حسب گرم؛

$W_a$  وزن بالن حجمی ۵۰۰ میلی لیتر بعلاوه وزن تقریباً ۳۰ گرم دوده سیلیس بر حسب گرم؛

$W_s$  وزن بالن حجمی بعلاوه دوده سیلیس که با آب به خط نشانه بالن رسیده است بر حسب گرم؛

$W_t$  وزن بالن حجمی بعلاوه آب که تا خط نشانه بالن پر شده است بر حسب گرم؛

$D_w$  برابر است با  $(W_t - W_f) / 500ml$  بر حسب تن بر مترمکعب.

۱۲-۶ میانگین دو اندازه گیری چگالی را به عنوان نتیجه آزمون گزارش کنید.

## ۱۳ آزمون فیزیکی تعیین مقدار ذرات باقی مانده بر روی الک ۴۵ میکرون به روش تر

به منظور تعیین ذرات باقیمانده روی الک ۴۵ میکرون، از روش استاندارد ASTM C430 استفاده نمایید. الک را مطابق روش استاندارد ASTM C430 واسنجی نمایید.

یادآوری - ذرات باقیمانده روی الک ۴۵ میکرون برای تعیین مقدار مواد ناخالصی استفاده می شود. (به زیربند الف-۲، پیوست الف مراجعه شود).

## ۱۴ آزمون فیزیکی تعیین سطح ویژه

سطح ویژه را با روش جذب نیتروژن، BET، مطابق با استاندارد ASTM C1069 تعیین کنید.

## ۱۵ آزمون فیزیکی تعیین مقدار هوای ملات

مقدار هوای محبوس در ملات را مطابق استاندارد ASTM C311/C311M انجام دهید با این تفاوت که از نسبت اختلاط و معادله  $W_c$  بیان شده طبق معادله (۲) و (۳) استفاده نمایید.



نسبت اختلاط:

۳۰۰	سیمان پرتلند (گرم)
۳۰	دوده سیلیس (گرم)
۱۱۷۰	ماسه استاندارد <sup>۱</sup> (گرم)
Y	آب، به مقدار کافی برای ایجاد روانی ۸۰ درصد تا ۹۵ درصد (ml)
Z	محلول رزینی وینسول خنثی، به مقدار کافی برای ایجاد مقدار هوای $(18 \pm 3)\%$ (ml)

$$W_c = \frac{300 + 1170 + 30 + (300 \times P \times 0,01)}{\frac{300}{3,15} + \frac{1170}{2,65} + \left(\frac{30}{D}\right) + \left[\frac{300 \times P \times 0,01}{1}\right]} \quad (2)$$

$$W_a = W/400 = 100[1 - (W_a/W_c)] \quad (3)$$

که در آن‌ها:

$W_a$  وزن واقعی ملات در واحد حجم که مطابق استاندارد ASTM C185 تعیین می‌شود، برحسب گرم بر میلی لیتر؛

$W$  وزن مشخص شده ۴۰۰ میلی لیتر ملات (مطابق استاندارد ASTM C185)، برحسب گرم؛

$W_c$  وزن برحسب واحد حجم محاسباتی که بر اساس ملات بدون هوا و با استفاده از مقادیر چگالی و مواد در مخلوط محاسبه شده است، برحسب گرم بر میلی لیتر؛

$P$  درصد آب اختلاط بعلاوه درصد محلول رزین وینسول خنثی بر اساس وزن سیمان؛

$D$  چگالی دوده سیلیس استفاده شده در مخلوط، برحسب تن بر مترمکعب.

۱۵-۲ میزان روانی ملات را مطابق استاندارد ASTM C109/C109M تعیین کنید.



## ۱۶ شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده با سیمان پرتلند

۱-۱۶ از بخش مربوط به شاخص فعالیت پوزولانی با سیمان پرتلند مطابق استاندارد ASTM C311/C311M استفاده کنید. با این تفاوت که آزمون را طوری تغییر دهید که حدود روانی (۱۰۰ درصد تا ۱۱۵ درصد) ثابت بوده و نسبت آب به مواد سیمانی ثابت بماند. مخلوط‌هایی که حدود روانی موردنظر را ندارند، باید با مخلوط‌های جدیدی که طبق روش‌های زیر ساخته می‌شوند، جایگزین شوند. مواد افزودنی فوق کاهنده آب را مستقیماً به آب درون پیمانانه اضافه کنید، سپس سیمان و سایر مواد تشکیل‌دهنده را افزوده، شروع کنید به مخلوط کردن. آزمون‌ها را با مشخصات ارائه‌شده در زیر تهیه کنید. سه قالب مکعبی هم برای مخلوط شاهد و هم مخلوط آزمون، تهیه کنید.

### ۱-۱-۱۶ مخلوط شاهد

۱-۱-۱-۱۶ سیمان پرتلند، ۵۰۰ گرم؛

۲-۱-۱-۱۶ ماسه استاندارد دانه‌بندی شده، ۱۳۷۵ گرم؛

۳-۱-۱-۱۶ آب برای ایجاد روانی ۱۰۰ درصد تا ۱۱۵ درصد، ۲۴۲ میلی‌لیتر؛

۴-۱-۱-۱۶ اگر روانی مخلوط در محدوده موردنظر نباشد، برای رسیدن به آن، مواد افزودنی فوق کاهنده آب (روان کننده) به صورت پودری، مطابق مشخصات استاندارد ASTM C494/C494M از نوع F، اضافه کنید.

### ۲-۱-۱۶ مخلوط آزمون

۱-۲-۱-۱۶ سیمان پرتلند، ۴۵۰ گرم

۲-۲-۱-۱۶ دوده سیلیس، ۵۰ گرم

۳-۲-۱-۱۶ ماسه استاندارد دانه‌بندی شده، ۱۳۷۵ گرم

۴-۲-۱-۱۶ آب، ۲۴۲ میلی‌لیتر

از فوق روان کننده به صورت پودری برای ایجاد روانی ۱۰۰ درصد تا ۱۱۵ درصد، مطابق با نوع F، استاندارد ASTM C494/C494M استفاده کنید. پودر روان کننده را مستقیماً به آب اختلاط در مخلوط‌کن اضافه کنید. سپس سیمان یا مخلوط سیمان و دوده سیلیس را افزوده و مخلوط کردن را شروع کنید.

۳-۱-۱۶ میزان روانی را مطابق بندهای مربوط در استاندارد ASTM C1437 تعیین کنید.





#### ۴-۱-۱۶ نگهداری آزمون‌ها

پس از گذشت ۲۴ ساعت از عمل‌آوری در اتاق مرطوب ((دمای  $(23 \pm 2)$ ) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بیشتر از ۹۵ درصد) مکعب‌ها را در محفظه‌های هوابندی شده شیشه‌ای به مدت ۶ روز در دمای  $(65 \pm 2)$  درجه سلسیوس نگاه دارید.

۵-۱-۱۶ مقاومت فشاری سه آزمون از مخلوط شاهد و سه آزمون از مخلوط آزمون را ۷ روز پس از قالب‌گیری مطابق با استاندارد ASTM C109/C109M تعیین کنید.

#### ۱۷ واکنش‌پذیری با قلیایی‌های سیمان

کاهش انبساط ملات را مطابق با روش استاندارد ASTM C441/C441M تعیین کنید. با این تفاوت که مقدار دوده سیلیس در مخلوط آزمون، باید ۱۰ درصد وزنی مواد سیمانی باشد.

#### ۱۸ مقاومت در برابر سولفات

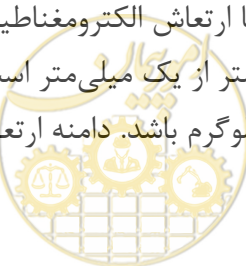
مقاومت در برابر سولفات را مطابق با روش استاندارد ASTM C1012/C1012M تعیین کنید. با این تفاوت که مقدار دوده سیلیس استفاده‌شده در مخلوط آزمون، ده درصد وزنی مواد سیمانی باشد.

#### ۱۹ چگالی توده‌ای

۱-۱۹ چگالی توده‌ای دوده سیلیس به صورت وزن واحد حجم دوده سیلیسی غیر متراکم تعریف می‌شود.  
۲-۱۹ این روش آزمون به منظور تعیین چگالی توده‌ای دوده سیلیسی است که به صورت کنترل‌شده از محفظه‌ای به محفظه دیگر منتقل شده و تحت کمترین مقدار فشرده شدن قرار گرفته است. کاربرد عمده آن در ارتباط با تشخیص وضعیت مواد (تازه تولیدشده یا متراکم شده)، تعیین ظرفیت ذخیره‌سازی در سیلو و کامیون و شرایط حمل‌ونقل آن است.

#### ۳-۱۹ وسایل

۱-۳-۱۹ ترازو، مطابق با استاندارد ASTM C1005 بوده و دارای حساسیت ۰٫۱ گرم باشد.  
۲-۳-۱۹ میز لرزان، میزی که رویه‌ی آن با ارتعاش الکترومغناطیسی می‌لرزد و دارای یک سامانه کنترل شدت نوسان کم دامنه، با ارتعاش خطی کمتر از یک میلی‌متر است. اندازه‌ی سطح‌رویی میز باید تقریباً  $(250 \times 175)$  میلی‌متر و ظرفیت آن ۵ کیلوگرم باشد. دامنه ارتعاش باید با توجه به ویژگی‌های مواد به کار برده شده قابل تنظیم باشد.



۱۹-۳-۳ ظرفی از جنس فولاد ضدزنگ و بدون شیر خروجی، با حجم حداقل یک لیتر که با دقت  $\pm 1$  میلی لیتر واسنجی شده است.

#### ۱۹-۴ روش انجام آزمون

۱۹-۴-۱ وزن ظرف فولادی خشک و تمیز را با دقت ۱ گرم تعیین کنید.

۱۹-۴-۲ آن را از دوده سیلیس پر نموده و با استفاده از میز لرزان با سرعت متوسط و به مدت ۱۵ ثانیه بلرزانید و سپس دوده سیلیس را به تدریج به آن اضافه نمایید تا پر شود.

۱۹-۴-۳ با یک ماله یا کاردک سطح دوده سیلیس را صاف کنید تا سطحی هموار و صاف از دوده سیلیس به دست آید. سطح را با لبه‌های ظرف فولادی تراز کنید. دوده سیلیسی را که به سطوح خارجی و لبه‌های ظرف فولادی چسبیده است را کاملاً تمیز و پاک نمایید.

۱۹-۴-۴ ظرف فولادی پر از دوده سیلیس را با تقریب ۱ گرم تعیین کنید.

#### ۱۹-۵ روش محاسبه

وزن خالص دوده سیلیس برحسب گرم را بر حجم ظرف فولادی برحسب میلی لیتر تقسیم کنید. حاصل را در ۱۰۰۰ ضرب کنید تا چگالی توده‌ای برحسب کیلوگرم بر مترمکعب به دست آید.

#### ۲۰ گزارش آزمون

۲۰-۱ گزارش آزمون شامل اطلاعات زیر است:

۲۰-۱-۱ مقدار سیلیس ( $\text{SiO}_2$ )، برحسب درصد؛

۲۰-۱-۲ مقدار رطوبت، برحسب درصد؛

۲۰-۱-۳ کاهش وزن در دمای بالا، برحسب درصد؛

۲۰-۱-۴ ذرات بزرگ‌تر از ۴۵ میکرون، برحسب درصد؛

۲۰-۱-۵ چگالی توده‌ای، برحسب کیلوگرم بر مترمکعب؛

۲۰-۱-۶ چگالی، برحسب تن بر مترمکعب؛

۲۰-۱-۷ نام تولیدکننده و علامت تجاری، در صورت امکان؛

۲۰-۱-۸ شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده؛

۲۰-۱-۹ سطح ویژه، برحسب مترمربع بر گرم؛

۲۰-۱-۱۰ قلیایی‌های کل معادل با  $\text{Na}_2\text{O}$ ، برحسب درصد.



۲۰-۲ اطلاعات زیر در صورت درخواست از سوی خریدار، گزارش شود:

۱-۲-۲۰ مقدار ماده هوازا و مقایسه‌ی آن با ده آزمون قبلی، برحسب درصد؛

۲-۲-۲۰ کاهش انبساط ملات، برحسب درصد؛

۳-۲-۲۰ میزان انبساط در برابر سولفات، برحسب درصد.

## ۲۱ دقت و اریبی

### ۱-۲۱ دقت

۱-۱-۲۱ آزمون شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده

۱-۱-۱-۲۱ دقت با یک کاربر- دقت این آزمون مطابق استاندارد ASTM C670 ارزیابی می‌گردد.

۲-۱-۱-۲۱ دقت اجرای آزمون در چند آزمایشگاه - دقت این آزمون مطابق استاندارد ASTM C670 ارزیابی می‌گردد.

### ۳-۱-۱-۲۱ اریبی

چون هیچ ماده مرجع مناسب قابل قبولی برای تعیین اریبی برای روش‌هایی که برای اندازه‌گیری شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده و چگالی وجود ندارد، هیچ اظهارنظری در مورد اریبی انجام نمی‌گیرد.

### ۲-۱-۲۱ آزمون چگالی

#### ۱-۲-۱-۲۱ دقت با یک کاربر

انحراف استاندارد میان نتایج یک آزمون با یک کاربر (نتیجه آزمون که به‌عنوان میانگین دو اندازه‌گیری جداگانه بیان می‌شود)، ۰/۰۳۵ تن بر مترمکعب به‌دست‌آمده است؛ بنابراین، نتیجه‌ی دو آزمون دقیق انجام‌شده توسط یک کاربر بر روی یک نمونه دوده سیلیس، نباید بیش از ۰/۰۹۹ تن بر مترمکعب باهم تفاوت داشته باشد.

#### ۲-۲-۱-۲۱ دقت چند آزمایشگاه

انحراف استاندارد میان نتایج یک آزمون بین چند آزمایشگاه (نتیجه آزمون که به‌عنوان میانگین دو اندازه‌گیری جداگانه بیان می‌شود)، ۰/۰۴۷ تن بر مترمکعب به‌دست‌آمده است؛ بنابراین، نتیجه‌ی دو آزمون دقیق انجام‌شده در آزمایشگاه‌های مختلف بر روی یک نمونه دوده سیلیس، نباید بیش از ۰/۱۳۲ تن بر مترمکعب از مقدار میانگین آن‌ها تفاوت داشته باشد.



### ۲۱-۱-۲-۳ اریبی

چون هیچ ماده مرجع مناسب قابل قبولی برای تعیین اریبی برای روش‌هایی که برای اندازه‌گیری شاخص فعالیت مقاومت پوزولانی تسریع شده و چگالی وجود ندارد، هیچ اظهارنظری در مورد اریبی نمی‌توان کرد.

### ۲۱-۱-۳ چگالی توده‌ای

#### ۲۱-۱-۳-۱ دقت

دقت این روش آزمون برای دوده سیلیس متراکم شده و هم متراکم نشده صحیح است. این نتیجه از هشت نمونه دوده سیلیس در یک آزمایشگاه به‌دست آمده است. چگالی توده نمونه‌های مختلف بین ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود. تعداد ده آزمایشگاه در این مطالعه شرکت کردند.

#### ۲۱-۱-۳-۲ دقت با یک کاربر

انحراف استاندارد یک کاربر در آزمون چگالی توده، ۴/۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمده است؛ بنابراین، نتیجه‌ی دو آزمون دقیق انجام‌شده توسط یک کاربر بر روی یک نمونه دوده سیلیس، نباید بیش از ۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب باهم تفاوت داشته باشد.

#### ۲۱-۱-۳-۳ دقت چند آزمایشگاه

انحراف استاندارد میان نتایج یک آزمون بین چند آزمایشگاه، ۱۴/۸ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمده است. نتیجه‌ی دو آزمون دقیق انجام‌شده در آزمایشگاه‌های مختلف بر روی یک نمونه دوده سیلیس، نباید بیش از ۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب باهم تفاوت داشته باشد.

### ۲۱-۱-۳-۴ اریبی

چون هیچ ماده مرجع قابل قبولی برای تعیین هرگونه اریبی مربوط به این روش آزمون وجود ندارد، هیچ اظهارنظری در مورد اریبی نمی‌توان کرد.

## ۲۲ رد و آزمون مجدد

خریدار حق دارد موادی را که مطابق با الزامات این استاندارد نباشند را رد نماید. رد شدن محصول باید فوراً به‌صورت مکتوب به تولیدکننده و یا فروشنده گزارش شود. در صورت عدم رضایت از نتایج آزمون‌ها، تولیدکننده یا فروشنده می‌توانند برای آزمون مجدد درخواست کنند.



### ۲۳ تأییدیه

وقتی در سفارش خرید یا قرارداد خریدار ذکر شود که باید تأییدیه‌ای ارائه گردد که نشان دهد نمونه‌ها مطابق این استاندارد آزمون شده و الزامات مشخص شده برآورده شده‌اند. همچنین در صورت درخواست خریدار، باید گزارشی از نتایج آزمون نیز ارائه گردد

### ۲۴ بسته‌بندی و نشانه‌گذاری

وقتی دوده سیلیس به صورت بسته‌بندی تحویل داده شود، در صورت امکان، نام تولیدکننده یا توزیع‌کننده و وزن دوده سیلیس موجود در آن باید به طور واضح بر روی هر بسته درج گردد. اطلاعات مشابه باید در بارنامه مربوط به محموله دوده سیلیس فله‌ای و یا بسته‌بندی شده (به صورت خشک یا دوغابی) ارائه گردند. تمام بسته‌ها باید در زمان بازرسی در شرایط خوب و مناسب باشند.

### ۲۵ انبار و بازرسی

دوده سیلیس باید طوری ذخیره شود که امکان دسترسی آسان برای بازرسی و شناسایی هر محموله وجود داشته باشد. امکانات برای بازرسی و نمونه‌برداری باید در مکانی که مواد از آن جا بارگیری می‌شوند، فراهم باشد.



## پیوست الف

### (آگاهی دهنده)

#### تعیین مقدار و دیگر خواص دوده سیلیس

##### الف- ۱ مقدار سیلیس

چون مقدار سیلیس غیر بلوری یکی از ویژگی‌های مهم تعیین شاخص فعالیت پوزولانی دوده سیلیس می‌باشد، تعیین مقدار کل سیلیس اهمیت بالایی دارد. اندازه‌گیری سیلیس به روش وزن سنجی (روش‌تر) با استفاده از کربنات سدیم ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) که در روش استاندارد ASTM C114 و روش‌های مشابه شرح داده شده است، کاملاً اجرایی می‌باشد. روش‌های ابزاری از جمله طیف‌سنجی فلورسانس اشعه‌ی ایکس (XRF)، پلاسما جفت شده‌ی القایی (ICP)، طیف‌سنجی انتشار نوری (AAS-OES) و طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS) نیز به‌صورت موفقیت‌آمیز برای تعیین مقدار کل سیلیس در مواد با سیلیس بالا استفاده می‌شوند. دوده سیلیس مرجع SRM 2696 در موسسه مربوطه استاندارد برای استفاده در ارزیابی شیمیایی و روش‌های تجزیه و تحلیل دوده سیلیس در دسترس است و در رابطه با مشخصات محصول به کار می‌رود. از آن‌جا که سیلیس مدنظر در این استاندارد حداقل ۸۵ درصد وزن دوده سیلیس را تشکیل می‌دهد، در مواد مرجع با سیلیس بالا مانند SRM 1413 که دارای آلومینای بالا (۸۲٫۷۷ درصد) و پودر سیلیس (۹۹٫۹ درصد) می‌باشد، استفاده از روش‌های ابزاری تجزیه و تحلیل ممکن است مناسب باشد.

باید توجه داشت که روش وزن سنجی تمام ترکیبات شیمیایی عنصر سیلیسیم در ماده را به‌صورت سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) تعیین می‌نماید، حال آن‌که روش‌های آزمون ابزاری تمام ترکیبات شیمیایی سیلیس را به‌صورت مقدار کل سیلیسیم (Si) نشان می‌دهند که البته به‌صورت مقدار  $\text{SiO}_2$  گزارش می‌شود. فرض می‌شود کل و یا تقریباً کل سیلیسیم موجود در دوده سیلیس به‌صورت  $\text{SiO}_2$  است.

##### الف- ۲ ذرات بزرگ‌تر از ۴۵ میکرون

الک ۴۵ میکرون (نمره ۳۲۵) برای تعیین مقدار مواد ناخالصی موجود به کار می‌رود. چون دوده سیلیس بسیار ریزتر از ذرات سیمان یا خاکستر آتشفشانی است، این ذرات از منافذ الک عبور نموده و مواد ناخالصی روی آن باقی می‌مانند. اغلب ذرات فوق‌العاده ریز به هم چسبیده و تشکیل کلوخه می‌دهند. البته باید داوری درستی در مورد متمایز نمودن ذرات کلوخه که به‌راحتی متلاشی می‌شوند و مواد ناخالصی صورت گیرد.

##### الف- ۳ تعیین نسبت اختلاط برای انجام آزمون‌های مختلف

آزمون‌هایی مانند شاخص فعالیت پوزولانی به روش تسریع شده باسیمان پرتلند، واکنش‌پذیری با قلیایی‌های سیمان و کنترل انبساط در برابر سولفات به مخلوط‌هایی نیاز دارد که دوده سیلیس مورد آزمون جایگزین مقدار مشخصی از سیمان می‌گردد. برای مقاصد این استاندارد، ۱۰ درصد وزن سیمان با دوده سیلیس جایگزین می‌گردد. همچنین نسبت آب به مواد سیمانی با اندازه‌گیری میزان پخش شونده‌ی بین ۱۰۰ درصد

و ۱۱۵ درصد جایگزین شده است. با افزایش درصد جایگزینی دوده سیلیس، کارایی مخلوط کم می‌گردد، در نتیجه ممکن است افزودن آب بیشتر و یا یک ماده روان کننده به مخلوط برای ایجاد کارایی بهتر ضروری باشد؛ بنابراین محدود کردن مقدار دوده سیلیس در مخلوط به ۱۰ درصد و افزودن آب با یک‌میزان پخش شوندگی مشخص، یک‌راه حل ارزشمند خواهد بود. اگرچه افزودن ماده‌ی فوق روان کننده احتمالاً مقاومت بیشتری به وجود می‌آورد، ولی چون هدف این استاندارد مقایسه‌ی مواد تحت شرایط مشابه است و نه به دست آوردن مقاومت بیشتر، الزامی به استفاده از فوق روان کننده نیست.

#### الف-۴ کنترل انبساط در برابر سولفات

با جایگزینی ۵ درصد تا ۱۵ درصد وزنی از سیمان توسط دوده سیلیس، مقادیر رضایت‌بخش در کاهش انبساط در مخلوط‌های آزمایشگاهی به دست آمده است. هر دوده سیلیس تولیدشده باید به منظور به دست آوردن درصد جایگزینی مناسب برای رسیدن به انبساط موردنظر در سولفات، با سیمان پرتلند دارای مقدار  $C_3A$  بالا، مورد آزمون قرار گیرد.

