



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۴۹۷۷

تجدید نظر اول

۱۳۹۳

INSO

4977

1st.Revision

2015

سنگدانه‌ها - دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و  
درشت - روش آزمون

**Aggregates - Sieve Analysis of Fine and  
Coarse Aggregates -Test Method**

**ICS: 91.100.15**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد 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.

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 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 ذی صلاح 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 شوند 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران 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، 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 Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «سنگدانه‌ها - دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت - روش آزمون»

#### رئیس:

شرقی، عبدالعلی  
(دکترا مهندسی عمران)

سمت و/یا نمایندگی  
عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

#### دبیر:

عباسی رزگله، محمدحسین  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پوریکتا، پولاد  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

خورشیدزاده، محمد مهدی  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان کرمان

رحمتی، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت پاکدشت بتن

سامانیان، حمید  
(کارشناس ارشد مهندسی مواد-سرامیک)

پژوهشگاه استاندارد

عیسایی، مهین  
(کارشناس شیمی)

شرکت شیمی ساختمان

قهری، هما  
(کارشناس ارشد شیمی)

پژوهشگاه استاندارد

گنجی، مجتبی  
(کارشناس ارشد مکانیک سنگ)

انجمن صنفی تولیدکنندگان شن و ماسه  
استان تهران

اداره کل نظارت بر اجرای استانداردهای  
صنایع غیرفلزی

مجتبوی، سیدعلیرضا  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

پژوهشگاه استاندارد

مهدی‌خانی، بهزاد  
(دکتر مهندسی مواد-سرامیک)

آزمایشگاه شرکت صحرای شن و ماسه

نوری، امیرعباس  
(کارشناس مهندسی معدن)

سازمان ملی استاندارد ایران

نوری، نگین  
(کارشناس شیمی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصول آزمون
۲	۴ وسایل
۳	۵ نمونه‌برداری
۵	۶ روش انجام آزمون
۷	۷ محاسبات و بیان نتایج
۸	۸ گزارش آزمون
۸	۹ دقت و اریبی

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه‌ها - دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت - روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۷۷ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تأیید کمیسیون-های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در پانصدوشصت و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۰ تصویب شد، 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 می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۴۹۷۷ : سال ۱۳۷۷ است.

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

ASTM C136/C136M: 2014, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

## سنگدانه‌ها - دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین توزیع اندازه دانه‌ها در سنگدانه ریز و درشت با الک کردن است.  
۲-۱ در برخی استانداردهای ویژگی‌های سنگدانه که به این استاندارد ارجاع داده شده است، الزامات دانه‌بندی سنگدانه مخلوط (ریز و درشت) مطرح شده است، دستورالعمل‌های این استاندارد برای چنین سنگدانه‌هایی نیز کاربرد دارد.

۳-۱ این استاندارد در اصل برای تعیین دانه‌بندی مواد پیشنهاد شده برای استفاده به عنوان سنگدانه یا مصالح مصرفی به عنوان سنگدانه کاربرد دارد. نتایج این آزمون برای تعیین انطباق توزیع اندازه دانه با الزامات ویژگی‌ها و برای فراهم کردن داده‌های ضروری برای کنترل تولید فراورده‌های گوناگون سنگدانه و مخلوط‌های دارای سنگدانه به کار برده می‌شود. این داده‌ها همچنین ممکن است در تعمیم رابطه بین تخلخل و بسته‌بندی (آرایش دانه‌ها) نیز مفید باشد.

یادآوری- تعیین دقیق مقدار مواد ریزتر از ۷۵ میکرومتر (الک شماره ۲۰۰)، با استفاده از این استاندارد نمی‌تواند به دست آید. برای تعیین مقدار مواد ریزتر از ۷۵ میکرومتر باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ عمل کرد.

هشدار- این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

### 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 مدارکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.  
استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸، سنگدانه‌های بتن-واژه‌نامه

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶، سنگدانه‌ها - مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰) در سنگدانه-های معدنی با شستشو - روش آزمون

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷، سنگدانه- نمونه‌برداری از سنگدانه‌ها - آیین کار

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶، مصالح ساختمانی - سنگدانه - کاهش دادن نمونه سنگدانه تا اندازه آزمون - روش کار

2-5 ASTM C637, Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete

2-6 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

2-7 ASTM E11, Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes

2-8 AASHTO T27, Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

### ۳ اصول آزمون

یک نمونه از سنگدانه خشک با جرم معلوم از میان یک سری الک‌ها به ترتیب اندازه چشمه از بزرگ به کوچک، عبور داده شده و توزیع اندازه دانه‌ها تعیین می‌شود.

### ۴ وسایل

#### ۱-۴ ترازوها

دقت و خوانایی ترازوهایی که در آزمون سنگدانه‌های ریز و درشت مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید دارای شرایط زیر باشد:

۱-۱-۴ برای سنگدانه‌های ریز، در هر نقطه‌ای درون گستره کاربرد دارای خوانایی تا ۰٫۱ گرم و دقت تا ۰٫۱ گرم یا ۰٫۱ درصد بار آزمون، هر کدام که بزرگ‌تر است، باشد.

۲-۱-۴ برای سنگدانه‌های درشت و یا مخلوطی از سنگدانه‌های ریز و درشت، در هر نقطه‌ای درون گستره کاربرد دارای خوانایی و دقت تا ۰٫۵ گرم یا ۰٫۱ درصد بار آزمون، هر کدام که بزرگ‌تر است، باشد.

#### ۲-۴ الک‌ها

توری الک‌ها باید به‌گونه‌ای روی قاب الک مستقر شده باشد که از هدر رفتن ذرات در هنگام الک کردن جلوگیری شود. توری الک و قاب‌های الک استاندارد باید با الزامات استاندارد ASTM E11 مطابقت داشته باشد. قاب‌های غیراستاندارد الک باید تا جایی که قابل اعمال است با الزامات استاندارد ASTM E11 مطابقت داشته باشد.

**یادآوری** - استفاده از الک با قاب‌هایی به قطر بزرگ‌تر از ۲۰۳ میلی‌متر، برای آزمون سنگدانه‌های درشت به منظور کاهش بار بیش از حد الک‌ها توصیه می‌شود.



#### ۳-۴ لرزاننده مکانیکی

اگر از یک ابزار الک کردن مکانیکی استفاده می‌شود، باید الک‌ها را طوری تکان دهد که دانه‌ها در روی الک به بالا و پایین پریده و غلتانده شده و یا به طور دیگری گردانده شده تا در جهت‌های مختلف روی سطح الک کردن قرار گیرند. عمل الک کردن باید آنچنان باشد که معیار کافی بودن الک کردن شرح داده شده در بند ۴-۶ در دوره زمانی مناسب را برآورده کند.

**یادآوری-** استفاده از یک لرزاننده مکانیکی هنگامی که مقدار نمونه ۲۰ کیلوگرم یا بیشتر است توصیه می‌شود، و برای نمونه‌های کم‌تر، شامل سنگدانه‌های ریز نیز می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. زمان بیش از حد مقرر (بیش از حدود ۱۰ دقیقه) برای رسیدن به الک کردن مطلوب ممکن است باعث سایش نمونه گردد. برای تمام مقادیر نمونه‌ها، استفاده از یک لرزاننده مکانیکی عملی نیست، از آنجا که الک‌های با سطح بزرگ در عمل برای سنگدانه‌های درشت با اندازه اسمی بزرگ موردنیاز است، چنانچه برای نمونه کوچکی از سنگدانه درشت یا سنگدانه ریز مورد استفاده قرار گیرد، به احتمال زیاد باعث از بین رفتن قسمتی از نمونه می‌شود.

#### ۳-۴ گرم‌خانه

یک گرم‌خانه با اندازه مناسب که بتواند دمای یکنواخت  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  را نگه‌دارد.

#### ۵ نمونه‌برداری

۱-۵ نمونه را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷ بردارید. مقدار نمونه کارگاهی باید برابر مقادیر داده شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷ و یا چهار برابر مقادیر مورد نیاز در بندهای ۴-۵ و ۵-۵ (به غیر از مورد اصلاح شده در بند ۵-۶)، هر کدام بیش‌تر است، باشد.

۲-۵ نمونه را به‌طور کامل مخلوط کرده و آن را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶ تا رسیدن به مقدار مناسب برای آزمون کاهش دهید. آزمون باید به‌طور تقریبی مقدار موردنظر را در حالت خشک داشته باشد و باید نتیجه نهایی کاهش مقدار نمونه باشد. کاهش تا یک مقدار دقیق از پیش تعیین شده نباید انجام شود.

**یادآوری -** هرگاه دانه‌بندی با الک، شامل تعیین مقدار مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر، تنها آزمون موردنظر باشد، می‌توان مقدار نمونه را در کارگاه کاهش داد تا از حمل مقدار اضافی نمونه به آزمایشگاه جلوگیری شود.

۳-۵ سنگدانه ریز: جرم آزمون بعد از خشک شدن باید حداقل ۵۰۰ گرم باشد.

۴-۵ سنگدانه درشت: جرم آزمون سنگدانه درشت باید مطابق با الزامات جدول ۱ باشد.

۵-۵ مخلوط‌هایی از سنگدانه ریز و درشت: جرم آزمون مخلوط‌های سنگدانه ریز و درشت باید مشابه با سنگدانه درشت طبق بند ۴-۵ باشد.

۶-۵ سنگدانه‌های درشت با اندازه بزرگ: مقدار نمونه مورد نیاز برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۵۰ میلی‌متر یا بزرگ‌تر، به گونه‌ای است که کاهش نمونه و انجام آزمون بدون استفاده از مقسم‌ها و لرزاننده‌های مکانیکی بزرگ امکان‌پذیر نیست. به عنوان یک گزینه هنگامی که چنین وسیله‌ای در دسترس نیست، به جای ترکیب کردن و مخلوط کردن افزایشی نمونه و سپس کاهش نمونه آزمایشگاهی تا اندازه آزمون،

دانه‌بندی را بر روی یک تعداد از نمونه‌ها تقریباً برابر با تعداد افزایش‌های نمونه‌ای که مجموع جرم آن‌ها با الزامات بند ۴-۵ مطابقت داشته باشد انجام دهید.

جدول ۱- حداقل جرم آزمون سنگدانه درشت

حداقل جرم آزمون (کیلوگرم)	بزرگ‌ترین اندازه اسمی، اندازه الک با چشمه‌های مربعی-میلی‌متر (اینچ)
۱	۹٫۵ (۳/۸ اینچ)
۲	۱۲٫۵ (۱/۲ اینچ)
۵	۱۹٫۰ (۳/۴ اینچ)
۱۰	۲۵٫۰ (۱ اینچ)
۱۵	۳۷٫۵ (۱ ۱/۲ اینچ)
۲۰	۵۰ (۲ اینچ)
۳۵	۶۳ (۲ ۱/۲ اینچ)
۶۰	۷۵ (۳ اینچ)
۱۰۰	۹۰ (۳ ۱/۲ اینچ)
۱۵۰	۱۰۰ (۴ اینچ)
۳۰۰	۱۲۵ (۵ اینچ)

۷-۵ در صورتی که مقدار مواد ریزتر از ۷۵ میکرومتر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ تعیین می‌شود، موارد زیر را دنبال کنید:

۱-۷-۵ برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۱۲٫۵ میلی‌متر یا کمتر، آزمون یکسانی را برای آزمون استاندارد ملی ۴۴۶ و این استاندارد استفاده کنید. ابتدا نمونه را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ از طریق خشک کردن نهایی آزمون کنید، سپس آن را در حالت خشک طبق بندهای ۲-۵ تا ۷-۵ این استاندارد الک کنید.

۲-۷-۵ برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه اسمی بزرگ‌تر از ۱۲٫۵ میلی‌متر، از یک آزمون منفرد طبق بند ۷-۵-۱ استفاده کنید، به‌طور جایگزین از آزمون‌های جداگانه برای استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ و این استاندارد می‌توان استفاده کرد.

۳-۷-۵ در صورتی که براساس استاندارد ویژگی‌ها، تعیین مقدار کل مواد ریزتر از ۷۵ میکرومتر با شستن و الک کردن خشک الزامی شده است، روش شرح داده شده در بند ۱-۷-۵ را به کار برید.

## ۶ روش انجام آزمون

۱-۶ آزمون را در دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  تا رسیدن به وزن ثابت خشک کنید.

**یادآوری-** به منظور فرایندهای کنترل، به ویژه در مواردی که نیاز به نتایج سریع است، به طور کلی خشک کردن سنگدانه درشت در آزمون دانه بندی ضرورت ندارد. رطوبت تأثیر کمی روی نتایج دارد، به جز در موارد زیر:

الف- بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه کوچکتر از حدود ۱۲٫۵ میلی متر باشد؛

ب- سنگدانه درشت دارای مقدار قابل ملاحظه ای دانه های ریزتر از ۴٫۷۵ میلی متر باشد؛

ج- سنگدانه درشتی که به مقدار زیاد جاذب باشد (برای مثال سنگدانه سبک).

می توان آزمون ها را در دماهای بالاتر ایجاد شده با صفحه های داغ بدون اثرگذاری بر نتایج نیز خشک کرد، مشروط بر این که فشار بخار خارج شده به اندازه ای نباشد که باعث شکستن ذرات شود و همچنین نباید دماها به قدری زیاد باشد که باعث از هم پاشیدگی شیمیایی سنگدانه شود.

۲-۶ برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز براساس استاندارد ویژگی های مصالح مورد آزمون، الک هایی با چشمه های مناسب انتخاب کنید. برای فراهم کردن اطلاعات دیگر مانند ضریب نرمی، یا تنظیم مقدار مواد روی یک الک، از الک های اضافی مورد درخواست یا ضروری دیگری استفاده کنید. الک ها را براساس اندازه چشمه ای آنها از درشت به ریز و از بالا به پایین روی هم قرار داده و نمونه را بر روی الک بالایی بریزید. الک ها را با دست و یا دستگاه مکانیکی، برای مدت کافی تکان دهید. زمان مناسب الک کردن از تجربه یا بررسی توسط اندازه گیری یک آزمون واقعی به منظور برآورده کردن معیار تشریح شده در بند ۴-۶ مشخص می شود.

۳-۶ مقدار مواد روی هر الک را در حدی محدود کنید که در موقع الک کردن تمامی ذرات بتوانند چندین مرتبه در مقابل چشمه های الک قرار گیرند. برای الک هایی با چشمه های کوچکتر از ۴٫۷۵ میلی متر، مقدار مواد باقی مانده روی هر الک پس از پایان الک کردن نباید بیش از  $7\text{kg/m}^2$  مساحت سطح الک باشد. برای الک های با چشمه های ۴٫۷۵ میلی متر و بزرگتر، مقدار مواد روی هر الک برحسب کیلوگرم نباید بیش از ۲٫۵ برابر اندازه چشمه برحسب میلی متر ضرب در مساحت سطح الک برحسب مترمربع باشد. این مقدار برای پنج اندازه متداول قاب الک در جدول ۲ ارایه شده است. در هیچ حالتی وزن مصالح روی الک، نباید به اندازه ای باشد که باعث تغییر شکل ماندگار توری الک شود.

جدول ۲- حداکثر مقدار مجاز مصالح باقی مانده بر روی یک الک، کیلوگرم

ابعاد اسمی الک الف					اندازه چشمه الک mm
۵۸۰mm در ۳۷۲mm	۳۵۰mm در ۳۵۰mm	قطر الف ۳۰۴٫۸mm	قطر الف ۲۵۴mm	قطر الف ۲۰۳٫۲mm	
مساحت الک کردن، $\text{m}^2$					
۰٫۲۱۵۸	۰٫۱۲۲۵	۰٫۰۶۷۰	۰٫۰۴۵۷	۰٫۰۲۸۵	
۶۷٫۴	ب	ب	ب	ب	۱۲۵
۵۳٫۹	۳۰٫۶	ب	ب	ب	۱۰۰
۴۸٫۵	۲۷٫۶	۱۵٫۱	ب	ب	۹۰
۴۰٫۵	۲۳٫۰	۱۲٫۶	۸٫۶	ب	۷۵

جدول ۲- ادامه

ابعاد اسمی الک الف					اندازه چشمه الک mm
۵۸۰mm در ۳۷۲mm	۳۵۰mm در ۳۵۰mm	قطر الف ۳۰۴٫۸mm	قطر الف ۲۵۴mm	قطر الف ۲۰۳٫۲mm	
مساحت الک کردن، m <sup>2</sup>					
۰٫۲۱۵۸	۰٫۱۲۲۵	۰٫۰۶۷۰	۰٫۰۴۵۷	۰٫۰۲۸۵	
۳۴٫۰	۱۹٫۳	۱۰٫۶	۷٫۲	۳	۶۳
۲۷٫۰	۱۵٫۳	۸٫۴	۵٫۷	۳٫۶	۵۰
۲۰٫۲	۱۱٫۵	۶٫۳	۴٫۳	۲٫۷	۳۷٫۵
۱۳٫۵	۷٫۷	۴٫۲	۲٫۹	۱٫۸	۲۵٫۰
۱۰٫۲	۵٫۸	۳٫۲	۲٫۲	۱٫۴	۱۹٫۰
۶٫۷	۳٫۸	۲٫۱	۱٫۴	۰٫۸۹	۱۲٫۵
۵٫۱	۲٫۹	۱٫۶	۱٫۱	۰٫۶۷	۹٫۵
۲٫۶	۱٫۵	۰٫۸۰	۰٫۵۴	۰٫۳۳	۴٫۷۵

الف- مساحت الک برای الک با قاب گرد بر مبنای قطر موثر برابر با قطر اسمی منتهای ۱۲٫۷mm محاسبه شده است؛ به علت این که طبق استاندارد ASTM E11 درز بین توری الک و قاب تا ۶٫۳۵mm مجاز است. بنابراین قطر موثر الک کردن برای یک الک با قطر قاب ۲۰۳٫۲mm برابر با ۱۹۰٫۵ است. درز بین توری الک و قاب در الک‌های تولید شده توسط برخی تولیدکنندگان اندازه کامل ۶٫۳۵mm را نقض نمی‌کند.

ب- الک‌های مشخص شده کم‌تر از پنج چشمه کامل دارند و توصیه می‌شود برای آزمون الک کردن استفاده نشوند، مگر این که طبق بند ۶-۶ عمل شود.

۶-۳-۱ از بار بیش از حد مصالح بر روی یک الک منفرد با یکی از روش‌های زیر جلوگیری کنید:

۶-۳-۱-۱ یک الک اضافی با اندازه چشمه بین الکی که بار بیش از حد روی آن است و الک بزرگ‌تری که در مجموعه اصلی الک‌ها بلافاصله بعد از آن است، قرار دهید.

۶-۳-۱-۲ آزمون را به دو یا چند بخش تقسیم کنید، هر بخش را به‌طور جداگانه الک کنید. جرم‌های باقی‌مانده روی هر الک مشخص را قبل از محاسبه درصد مانده روی آن الک ترکیب کنید.

۶-۳-۱-۳ از الک‌های دارای قاب بزرگ‌تر استفاده کنید و مساحت بزرگ‌تری را برای الک کردن فراهم کنید.

یادآوری - مقدار  $7\text{kg/m}^2$  برای الک معمولی به قطر  $203.2\text{mm}$  (با قطر موثر الک کردن  $190.5\text{mm}$ ) معادل  $200\text{g}$  است.

۶-۴ الک کردن را به اندازه کافی و کامل ادامه دهید، به‌طوری که پس از کامل شدن الک کردن، در حین یک دقیقه الک کردن دستی پیوسته بیش از ۱٪ جرمی از مصالح مانده روی هر الک منفرد از همان الک عبور نکند. برای الک کردن دستی برای هر الک به‌طور مجزا، از یک زیر الکی استفاده کرده و روی آنرا درپوش بگذارید و به حالت کمی شیب‌دار در یک دست نگاه دارید. الک را با یک حرکت به سمت بالا برخلاف دست دیگر با سرعت حدود ۱۵۰ بار در دقیقه به شدت تکان دهید و در هر ۲۵ بار تکان دادن الک، آنرا به اندازه حدود یک‌ششم دور بگردانید. برای الک‌های بزرگ‌تر از  $4.75$  میلی‌متر باید الک کردن تا حدی ادامه یابد که فقط یک لایه از دانه روی الک باقی بماند. اگر اندازه الک‌های مورد استفاده حرکت دادن الک به طریق فوق را غیرعملی می‌سازد، برای بررسی کفایت الک کردن از الک‌هایی به قطر  $203$  میلی‌متر استفاده کنید.

۵-۶ در مورد مخلوط‌های سنگدانه ریز و درشت، به منظور جلوگیری از بارگیری بیش از حد الک‌های منفرد به بند ۳-۱-۶ مراجعه کنید.

۱-۵-۶ روش دیگر این است که بخش مواد ریزتر از ۴۷۵ mm را طبق استاندارد ملی ۷۱۴۶ با استفاده از یک مقسم کاهش دهید. در صورت استفاده از این روش، جرم هر یک از قسمت‌های آزمون اولیه را از رابطه (۱) به دست آورید.

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B \quad (1)$$

که در آن :

$A$  جرم قسمتی از آزمون براساس کل آزمون؛

$W_1$  جرم قسمت ریزتر از ۴۷۵ mm در کل آزمون؛

$W_2$  جرم قسمت کاهش یافته از مواد ریزتر ۴۷۵mm که به‌طور واقعی الک شده است؛

$B$  جرم قسمتی از نمونه در بخش کاهش یافته الک شده است.

۶-۶ زمانی که از لرزاننده مکانیکی الک استفاده نمی‌شود، الک کردن دستی دانه‌های بزرگ‌تر از ۷۵mm را با تعیین الک با کوچک‌ترین چشمه‌ای که تمامی ذرات از آن عبور کند انجام دهید. آزمون را با کوچک‌ترین الک استفاده شده شروع کنید. در صورت لزوم دانه‌ها را روی الک بچرخانید تا فرصت لازم برای عبور از چشمه به خصوصی را داشته باشد؛ به هر حال، برای عبور دانه‌ها از یک چشمه هیچ نیروی به آن‌ها اعمال نکنید.

۷-۶ جرم مواد مانده روی هر الک را با استفاده از ترازوی منطبق با الزامات مشخص شده در بند ۴-۱ تا نزدیک‌ترین ۰/۱٪ تعیین کنید. توصیه می‌شود وزن کل مواد بعد از الک کردن نسبت به وزن اولیه آزمون بررسی شود. اگر این مقادیر بیش از ۰/۳٪ براساس جرم خشک آزمون اولیه اختلاف داشته باشند، توصیه می‌شود نتایج برای اهداف پذیرش استفاده نشوند.

۸-۶ اگر آزمون از قبل طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ آزمون شده باشد، جرم مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر که توسط آن استاندارد به دست آمده را به وزن مواد عبور کرده از الک ۷۵ میکرومتر که با الک کردن خشک همان آزمون براساس این استاندارد به دست آمده است اضافه کنید.

## ۷ روش محاسبه و بیان نتایج

۱-۷ درصد‌های عبور کرده، درصد‌های کلی باقی‌مانده، و درصد‌های بخش‌های با اندازه‌های مختلف را با دقت ۰/۱٪، براساس جرم کل نمونه خشک اولیه محاسبه کنید. اگر همان آزمون ابتدا براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ مورد آزمون قرار گرفته شده باشد، جرم مواد ریزتر از ۷۵ میکرومتر توسط شستشو را در محاسبه دانه‌بندی منظور کنید و وزن کل آزمون خشک قبل از شستشو به روش استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ را به عنوان مبنای محاسبه همه درصد‌ها در نظر بگیرید.

۷-۲ در صورت نیاز، مدول نرمی را از جمع درصد‌های کلی مواد درشت‌تر از هر یک از الک‌های زیر (درصد‌های تجمعی مانده)، و تقسیم حاصل جمع بر ۱۰۰ به دست آورید:

۱۵۰ میکرومتر (شماره ۱۰۰)، ۳۰۰ میکرومتر (شماره ۵۰)، ۶۰۰ میکرومتر (شماره ۳۰)، ۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)، ۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)، ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)، ۹/۵ میلی‌متر (۳/۸ اینچ)، ۱۹/۰ میلی‌متر (۳/۴ اینچ)، ۳۷/۵ میلی‌متر (۱/۲ اینچ) و الک‌های بزرگ‌تر با افزایش اندازه چشمه‌ها به نسبت ۲ به ۱.

## ۸ گزارش آزمون

بسته به چگونگی ویژگی‌های مواد مورد آزمون، گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

- ۸-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۸-۲ درصد کل مواد عبور کرده از هر الک، یا
- ۸-۳ درصد کل مواد باقی‌مانده روی هر الک، یا
- ۸-۴ درصد مواد باقی‌مانده بین الک‌های متوالی؛
- ۸-۵ درصدها را تا نزدیک‌ترین عدد صحیح گزارش کنید، مگر وقتی که درصد مواد عبور کرده از الک ۷۵ میکرومتر کم‌تر از ۱۰٪ باشد که در این صورت باید تا نزدیک‌ترین ۰/۱٪ گزارش شود.
- ۸-۶ در صورت نیاز، مدول نرمی باید تا نزدیک‌ترین ۰/۱ گزارش شود.

## ۹ دقت و اریبی

### ۹-۱ دقت

تخمین‌هایی از دقت برای این استاندارد در جدول ۳ فهرست شده است. این داده‌ها بر مبنای تحلیل‌های نتایج آزمون ۶۵ تا ۲۳۳ آزمایشگاه که ۱۸ زوج از آزمون‌های کفایت تخصصی سنگدانه‌های درشت و نتایج آزمون ۷۴ تا ۲۲۲ آزمایشگاه که ۱۷ زوج از آزمون‌های کفایت تخصصی سنگدانه‌های ریز می‌باشد. مقادیر ارایه شده در جدول ۳ برای گستره‌های متفاوتی از درصد کلی عبور کرده از یک الک داده شده‌اند.

جدول ۳- دقت

نوع سنگدانه و دقت	درصد کلی مواد عبور کرده		انحراف استاندارد (1s) الف/	محدوده قابل قبول دو نتیجه (d2s) الف/
	> ۹۵	< ۱۰۰		
درشت ب- سنگدانه دقت یک کاربر	> ۹۵	< ۱۰۰	۰/۳۲	۰/۹
	> ۸۵	< ۹۵	۰/۸۱	۲/۳
	> ۸۰	< ۸۵	۱/۳۴	۳/۸
	> ۶۰	< ۸۰	۲/۲۵	۶/۴

جدول ۳- ادامه

نوع سنگدانه و دقت	درصد کلی مواد عبور کرده		انحراف استاندارد (1s) الف.٪	محدوده قابل قبول دو نتیجه (d2s) الف.٪
	>=20	<60		
دقت چند کاربر	>=20	<60	۱,۳۲	۳,۷
	>=15	<20	۰,۹۶	۲,۷
	>=10	<15	۱,۰۰	۲,۸
	>=5	<10	۰,۷۵	۲,۱
	>=2	<5	۰,۵۳	۱,۵
	>=0	<2	۰,۲۷	۰,۸
	>=95	<100	۰,۳۵	۱,۰
	>=85	<95	۱,۳۷	۳,۹
	>=80	<85	۱,۹۲	۵,۴
	>=60	<80	۲,۸۲	۸,۰
	>=20	<60	۱,۹۷	۵,۶
	>=15	<20	۱,۶۰	۴,۵
	>=10	<15	۱,۴۸	۴,۲
	>=5	<10	۱,۲۲	۳,۴
	>=2	<5	۱,۰۴	۳,۰
دقت یک کاربر	>=0	<2	۰,۴۵	۱,۳
	>=95	<100	۰,۲۶	۰,۷
	>=60	<95	۰,۵۵	۱,۶
	>=20	<60	۰,۸۳	۲,۴
	>=15	<20	۰,۵۴	۱,۵
	>=10	<15	۰,۳۶	۱,۰
	>=2	<10	۰,۳۷	۱,۱
	>=0	<2	۰,۱۴	۰,۴
	>=95	<100	۰,۲۳	۰,۶
	>=60	<95	۰,۷۷	۲,۲
دقت چند کاربر	>=20	<60	۱,۴۱	۴,۰
	>=15	<20	۱,۱۰	۳,۱
	>=10	<15	۰,۷۳	۲,۱
	>=2	<10	۰,۶۵	۱,۸
	>=2	<10	۰,۶۵	۱,۸

سنگدانه ریز

جدول ۳- ادامه

محدوده قابل قبول دو نتیجه (d2s) الف %	انحراف استاندارد (1s) الف %	درصد کلی مواد عبور کرده		نوع سنگدانه و دقت	
		<۲	≥۰		
۰٫۹	۰٫۳۱				
الف- این اعداد به ترتیب نشان دهنده (1s) و (d2s) شرح داده شده در استاندارد ASTM C670 می‌باشند. ب - تخمین‌های دقت بر مبنای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۱۹٫۰ mm می‌باشند.					

### ۲-۹ اریبی

به دلیل این که ماده مرجع مناسب قابل پذیرش برای تعیین اریبی این روش آزمون وجود ندارد، اریبی بیان نشده است.