



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۴۴۹

تجدید نظر اول

**ISIRI**

449

**1st. revision**

سنگدانه-سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات  
سدیم یا منیزیم - روش آزمون

**Aggregate- Soundness of Aggregates by use  
of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate-  
Test 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 براساس 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) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML) است و به عنوان تنهاریابط<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 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 استانداردهای 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) و وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران بها 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 Electrotechnical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"سنگدانه - سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم - روش آزمون"

رئیس:	سمت و/ یا نمایندگی
محسنی ، داود ( کارشناس زمین شناسی )	شرکت سرمایه گذاری مسکن
دیبیر:	
وفایی ، ولی ( کارشناس شیمی )	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی خراسان رضوی
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آوری ، علیرضا ( کارشناس مهندسی عمران )	کارشناس
خراسانی زاده، علی ( کارشناس مهندسی عمران )	شرکت مهندسی طوس آب
شرقی ، عبدالعلی ( دکترای مهندسی عمران )	هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی
غلامی ، غلامرضا ( کارشناس ارشد زمین شناسی )	شرکت مهندسی مشاور کاوش پی
فرقانی، حامد ( کارشناس مهندسی عمران )	شرکت مهندسی سپاد اندیش
قربانزاده، اسماعیل ( فوق دیپلم تاسیسات )	شرکت سرمایه گذاری مسکن
محمدی ، حامد ( کارشناس شیمی )	اداره کل اسناندارد و تحقیقات صنعتی خراسان رضوی
کیوتری، مهدی ( کارشناس زمین شناسی )	شرکت مهندسی پی تحکیم
ملکی ، محمدعلی ( کارشناس زمین شناسی )	اداره کل آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک خراسان رضوی
موقر، هادی ( کارشناس مهندسی عمران )	شرکت آذر تیرچه
ولی زاده، امیر رضا ( کارشناس مهندسی عمران )	واحد تولیدی شن الترانگ (استان)

## پیش گفتار

استاندارد « سنگدانه-سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم - روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۷۰ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و تایید کمیسیونهای مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در سیصد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآوردههای ساختمانی مورخ ۸۹/۷/۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استاندارد ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران روش آزمایش مقاومت مصالح سنگی در مقابل عوامل جوی شماره ۴۴۹: سال ۱۳۷۰ می شود.

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

ASTM C88 : 2005 ,Standard test Methods for Soundness of Aggregates by use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate.

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	۱ آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	۲ کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	۳ پیش‌گفتار
۱	۴ هدف و دامنه کاربرد
۱	۵ مراجع الزامی
۲	۶ نمونه برداری
۸	۷ روش آزمون
۱۱	۸ گزارش آزمون
۱۲	۹ دقت آزمون
۱۳	۱۰ اربیی

## سنگدانه-سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم-

### روش آزمون

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون سلامت سنگدانه در مقابل عوامل جوی می باشد و این استاندارد برای سنگدانه‌های مورد مصرف در بتن و دیگر مصارف کاربرد دارد. این روش با غوطه‌ور کردن متوالی نمونه در محلول اشباع سولفات سدیم یا منیزیم انجام می‌گیرد. سپس نمونه به منظور آب زدایی تمام یا بخشی از نمک‌های رسوب کرده در خلل و فرج سنگدانه در گرم‌خانه خشک می‌گردد. نیروی انبساط داخلی نتیجه تبلور نمک در اثر غوطه‌وری های مکرر می‌باشد و مشابه انبساط حاصل از یخ زدگی آب در سنگدانه است. در زمانی که اطلاعات فنی ثبت شده در مورد سنگدانه‌هایی که در معرض شرایط جوی قرار گرفته موجود نباشد، این روش آزمون می‌تواند اطلاعات مفیدی در ارزیابی سنگدانه ارائه کند.

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 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 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 مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲ ، سنگدانه‌های بتن-ویژگی‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷ ، روش آزمون دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت توسط الک

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶ ، سنگدانه-کاهش دادن نمونه سنگدانه تا اندازه آزمون - روش کار

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷ ، سنگدانه-نمونه برداری از سنگدانه‌ها-آیین کار.

2-5 ASTM C670-03, Practice for preparing precision & Bias statements for test methods for construction materials.

2-6 ASTM E11-04, Specification for wire cloth sieve for testing purpose.

2-7 ASTM E100-05, Specification for ASTM hydrometers

2-8 ASTM E323-80(2008), Specification for perforated -plate sieves for testing purposes.

### ۳ اصول آزمون

این روش آزمون شامل روش اجرایی برای تخمین اولیه سلامت سنگدانه مورد استفاده در بتن آماده و دیگر مصارف را بیان می‌کند. باید توجه داشت که نتایج آزمون حاصل از دو نمک مورد نظر با هم اختلاف دارند. در این روش آزمون ترجیح داده می‌شود از سولفات منیزیم استفاده شود، زیرا هنگام استفاده از سولفات منیزیم معمولاً "حدود درصد کاهش وزن، بیشتر از هنگامی است که از سولفات سدیم استفاده می‌شود .

### ۴ نمونه برداری

نمونه برداری باید مطابق با استاندارد بند ۴-۲ انجام شود.

### ۵ آماده سازی نمونه

#### ۱-۵ سنگدانه‌ی ریز

نمونه سنگدانه ریز را باید از الک ۹٫۵ میلی متر عبور داده و عبوری از الک را روی الک نمره ۳۰۰ میکرون کاملاً شسته و در دمای  $(\pm 5) 110$  درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت، خشک کرد و سپس با استفاده از یک سری الک که در جدول ۱ آمده است، نمونه را به قسمت‌هایی با اندازه‌های مختلف دانه‌بندی کرد، و مقدار نمونه به اندازه

ای باشد که بیشتر از ۱۰۰ گرم آزمونه بین هر دو الک متوالی که در سری الک‌های جدول ۱ مشخص شده اند، باقی بماند (عموماً ۱۱۰ گرم آزمونه کافی است). ذرات ریزی که بین چشمه های الک گیر می‌کنند نباید داخل آزمونه گردند، آزمونه ها را باید در ظروف جداگانه برای آزمون نگهداری کرد.

**یادآوری** - وزن آزمونه عبور کرده از هر الک باید مساوی یا بیشتر از پنج درصد مقدار نمونه باقی مانده روی آن الک باشد.

**جدول ۱- دانه بندی سنگدانه ریز**

شماره آزمونه	عبور کرده از الک	باقی مانده روی الک	حدود وزن آزمونه (گرم)
۱	۶۰۰ میکرون	۳۰۰ میکرون	۱۰۰
۲	۱/۱۸ میکرون	۶۰۰ میکرون	۱۰۰
۳	۲/۳۶ میلی متر	۱/۱۸ میلی متر	۱۰۰
۴	۴/۷۵ میلی متر	۲/۳۶ میلی متر	۱۰۰

#### ۲-۵ سنگدانه‌ی درشت

ابتدا مواد ریز دانه نمونه را با عبور از الک شماره ۴/۷۵ میلی‌متر جدا کرده و سنگدانه درشت را کاملاً شسته و در دمای  $(110 \pm 5)$  درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک کرد و سپس با استفاده از سری الک که در جدول شماره ۲ آمده است. نمونه را با قسمت‌های با اندازه‌های مختلف دانه‌بندی کرد. سپس مقادیر مورد نیاز برای هر یک از آزمونه هارا مطابق جدول شماره ۲ انتخاب کنید. آزمونه‌ها شامل مانده روی دو الک متفاوت می‌باشد، سنگدانه‌های هر آزمونه را برای مشخص شدن وزن کل، مخلوط کنید، وزن آزمونه‌ها و اجزاء آنها را ثبت کنید. در صورت وجود ذرات بزرگ تر از ۱۹ میلی متر، تعداد ذرات موجود در نمونه را ثبت کنید.



جدول ۲- دانه بندی سنگدانه درشت

شماره نمونه	اندازه الک (میلی متر)	وزن (گرم)	توضیح
۱	۴/۷۵ الی ۹/۵	۳۰۰±۵	-----
۲	۹/۵ الی ۱۹	۱۰۰۰±۱۰	شامل: (۳۳۰±۵) گرم اندازه ۹/۵ الی ۱۲/۵ میلی متر و (۱۰±۶۷۰) گرم اندازه ۱۲/۵ میلی متر الی ۱۹ میلی متر
۳	۱۹ الی ۳۷/۵	۱۵۰۰±۵۰	شامل: (۵۰۰±۳۰) گرم اندازه ۱۹ میلی متر الی ۲۵ میلی متر و (۱۰۰۰±۵۰) گرم اندازه ۲۵ میلی متر الی ۳۷/۵ میلی متر
۴	۳۷/۵ الی ۶۳	۵۰۰۰±۳۰۰	شامل: (۲۰۰۰±۲۰۰) گرم اندازه ۳۷/۵ میلی متر الی ۵۰ میلی متر و (۳۰۰۰±۳۰۰) گرم اندازه ۵۰ میلی متر الی ۶۳ میلی متر
۵	برای اندازه های بزرگ تر باید (۷۰۰۰±۷۰۰) گرم به ازای حدود هر اندازه ۱۲/۵ میلی متر اضافه گردد		

**یادآوری** - هنگامی که سنگدانه مورد آزمون شامل مقدار قابل ملاحظه ای از مواد درشت دانه و ریز دانه باشد، به طوری که بیشتر از ۱۰ درصد وزنی درشت تر از الک ۹/۵ میلی متر و بیشتر از ۱۰ درصد وزنی مواد ریزتر از الک ۴/۷۵ میلی متر باشد، در این صورت مواد درشت دانه با روش آزمون سنگدانه درشت و مواد ریز دانه با روش آزمون سنگدانه ریز مورد آزمون قرار می گیرد و نتایج برای سنگدانه درشت و ریز با ذکر درصد وزنی به طور جداگانه گزارش می شود.

## ۶ مواد و/یا شناساگرها

۱-۶ محلول سولفات سدیم اشباع محلول اشباع سولفات سدیم را باید با حل کردن ۲۱۵ گرم نمک سولفات سدیم خالص شیمیایی (C.P یا U.S.P یا معادل آن) بدون آب تبلور و یا ۷۰۰ گرم نمک متبلور با ۱۰ مولکول آب تبلور در یک لیتر آب با دمای ۲۵ الی ۳۰ درجه سلسیوس تهیه کرد. با توجه به این که این نمکها کاملاً پایدار نیستند، بنابراین مطلوب است، مقداری بلور به صورت مازاد در محلول باقی بماند، به همین منظور توصیه می شود

حداقل ۳۵۰ گرم نمک بدون آب تبلور و یا ۷۵۰ گرم نمک متبلور برای هر لیتر آب استفاده شود. در هنگام اضافه کردن نمک تا زمان استفاده در فواصل معین، محلول باید به هم زده شود.

هنگامی که نیاز به مصرف محلول نباشد، به منظور کاهش تبخیر و جلوگیری از آلوده شدن محلول باید آن را در یک ظرف در بسته نگهداری کرد. محلول را تا درجه حرارت  $(21 \pm 1)$  درجه سلسیوس سرد کرده، بهم زده اجازه دهید تا محلول در آن درجه حرارت، حداقل به مدت ۴۸ ساعت قبل از مصرف باقی بماند. قبل از هر بار مصرف، نمک حل نشده در ظرف را خرد و کاملاً به هم زده و سپس وزن مخصوص آن را تعیین کنید. در هنگام استفاده، وزن مخصوص محلول باید در محدوده‌ی ۱/۱۵۱ الی ۱/۱۷۴ قرار گیرد. محلول‌های استفاده شده را باید دور ریخت و یا آن‌ها را صاف کرده و وزن مخصوص آن را تعیین و تنظیم کرد.

### ۲-۶ محلول سولفات منیزیم اشباع

محلول سولفات منیزیم را باید با حل کردن ۳۵۰ گرم نمک سولفات منیزیم خالص شیمیایی (C.P یا U.S.P یا معادل آن) بدون آب تبلور و یا ۱۲۳۰ گرم نمک متبلور ۷ مولکول آب تبلور در یک لیتر آب با دمای ۲۵ الی ۳۰ درجه سلسیوس تهیه کرد با توجه به این که این نمک‌ها پایدار نیستند، مطلوب است مقداری بلور به صورت مازاد در محلول باقی بماند. به همین منظور توصیه می‌گردد حداقل ۱۴۰۰ گرم نمک متبلور برای هر لیتر آب استفاده شود. در هنگام اضافه کردن نمک و همچنین در فواصل معین، باید قبل از مصرف، محلول را کاملاً به هم زد.

هنگامی که نیاز به مصرف محلول نباشد، باید جهت کاهش تبخیر و جلوگیری از آلوده شدن محلول، آن را در یک ظرف در بسته نگهداری کرد. محلول را تا دمای  $(21 \pm 1)$  درجه سلسیوس سرد کرده و اجازه دهید تا محلول در آن درجه حرارت حداقل به مدت ۴۸ ساعت قبل از مصرف باقی بماند. قبل از هر بار مصرف، نمک حل نشده در ظرف را خرد و کاملاً به هم زده و سپس وزن مخصوص آن را تعیین کنید. در هنگام استفاده وزن مخصوص باید در محدوده ۱/۲۹۵ الی ۱/۳۰۸ قرار گیرد.

محلول‌های استفاده شده را باید دور ریخت و یا آن‌ها را صاف و وزن مخصوص آن را تعیین و تنظیم کرد.

### ۳-۶ محلول کلرید باریم ۵ درصد $BaCl_2$

محلول کلرید باریم ۵ درصد را با حل کردن ۵ گرم کلرید باریم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تهیه کنید. یادآوری - برخی از سنگدانه‌های حاوی کربنات کلسیم و یا منیزیم می‌تواند مورد حمله شیمیایی توسط محلول سولفات سدیم یا منیزیم تازه تهیه شده قرار گیرد و باعث کاهش وزن زیادی در نتیجه آزمون شود. اگر آزمون با این اشکال مواجه شد و

یا نتایج آن مورد تردید قرارگیرد، باید آزمون را با محلول صاف شده ای که قبلاً" برای همان نوع سنگ کربنات به کار رفته و دارای الزامات بندهای ۶-۱ و ۶-۲ است، تکرار کنید.

## ۷ وسایل

### ۷-۱ الک

الک با چشمه‌های مربع مطابق استاندارد بند ۲-۶ برای الک کردن نمونه، از سری الک‌های جدول شماره ۳ استفاده شود

جدول ۳-اندازه الک

ردیف	اندازه الک	ردیف	اندازه الک
۱	۱۵۰ میکرون	۱۰	۱۲/۵ میلی متر
۲	۳۰۰ میکرون	۱۱	۱۶ میلی متر
۳	۶۰۰ میکرون	۱۲	۱۹ میلی متر
۴	۱/۱۸ میلی متر	۱۳	۲۵ میلی متر
۵	۲/۳۶ میلی متر	۱۴	۳۱/۵ میلی متر
۶	۴ میلی متر	۱۵	۳۷/۵ میلی متر
۷	۴/۷۵ میلی متر	۱۶	۵۰ میلی متر
۸	۸ میلی متر	۱۷	۶۳ میلی متر
۹	۹/۵ میلی متر	۱۸	با توزیع افزایش ۱۲/۵ میلی متری

### ۷-۲ ظروف آزمون

ظروف آزمون برای غوطه‌وری آزمون‌ها در محلول، مطابق روش‌های شرح داده شده در این آزمون باید به صورت مشبک و به گونه‌ای که آزمون کاملاً" با محلول در تماس بوده و در زمان آبکشی آزمون از محلول، باعث کاهش مقدار سنگدانه نگردد.

یادآوری ۱- سبدهای توری یا الک هایی با چشمه های مناسب، به عنوان ظروف آزمون قابل قبول می‌باشد.

### ۳-۷ سامانه کنترل درجه حرارت محلول

روش‌های مناسب برای کنترل درجه حرارت محلول در طی مدت غوطه‌وری آزمونه در محلول سولفات سدیم و سولفات منیزیم، باید وجود داشته باشد.

### ۴-۷ ترازو

ترازو برای سنگدانه ریز با دقت اندازه گیری ۰/۱ گرم و ظرفیت توزین بالاتراز محدوده آزمون و برای سنگدانه های درشت با دقت اندازه گیری ۰/۱ درصد و یا یک گرم و ظرفیت بالاتر از محدوده‌ی آزمون مورد نیاز می‌باشد.

### ۵-۷ گرم‌خانه

باید توانایی حرارت دهی پیوسته در محدوده  $(110 \pm 5)$  درجه سلسیوس را دارا باشد و سرعت تبخیر در این درجه حرارت باید حداقل ۲۵ گرم بر ساعت برای مدت ۴ ساعت در طول دوره خشک کردن باشد.

برای تعیین سرعت تبخیر باید از بشرهای نوع گریفین با ظرفیت ۱ لیتر که هر کدام حاوی ۵۰۰ گرم آب با دمای  $(21 \pm 2)$  درجه سلسیوس را استفاده کرد و آن‌ها را در مرکز و گوشه های طبقات گرم‌خانه قرار داد. بشرهای حاوی آب را باید به مدت ۴ ساعت بدون آن که در گرم‌خانه باز شود، حرارت داد. در زمان انجام آزمون باید تنها بشر حاوی آب در گرم‌خانه قرار داشته باشد.

### ۶-۷ دستگاه اندازه گیری وزن مخصوص

برای اندازه‌گیری وزن مخصوص از یک هیدرومتر، مطابق با استاندارد بند ۲-۷ یا یک ظرف شیشه‌ای مناسب مدرج و ترازو که بتواند وزن مخصوص مایع را با تقریب  $0.01 \pm$  گرم بر سانتی مترمکعب اندازه گیری کند استفاده شود.

## ۸ روش انجام آزمون

### ۸-۱ نگه داری آزمونه در محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم

آزمونه‌ها را در محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم تهیه شده مطابق بند ۶-۱ و ۶-۲ برای مدت حداقل ۱۶ ساعت و حداکثر ۱۸ ساعت غوطه‌ور کنید، به طوری که محلول روی آزمونه را تا ارتفاع ۱۲/۵ میلی‌متر بپوشاند. جهت جلوگیری از تبخیر و ورود ذرات خارجی به محلول، باید در ظروف پوشیده شود. در طی زمان غوطه‌وری آزمونه، درجه حرارت محلول نیز باید در  $(21 \pm 1)$  درجه سلسیوس ثابت نگه داشته شود.

**یادآوری** - از یک توری مناسب فلزی وزن شده برای غوطه‌وری سنگدانه‌های بسیار سبک به منظور اطمینان از غوطه‌وری آن ها استفاده کنید.

### ۸-۲ خشک کردن آزمون بعد از غوطه‌وری

پس از پایان مدت غوطه‌وری، نمونه سنگدانه را از محلول خارج کنید و به مدت  $(5 \pm 15)$  دقیقه اجازه دهید تا آب موجود در نمونه زهکشی شود. سپس آن را گرم‌خانه قرار داده تا خشک گردد. درجه حرارت گرم‌خانه باید قبل از قرار دادن آزمون به  $(5 \pm 110)$  درجه سلسیوس رسیده باشد. آزمون ها را تا رسیدن به وزن ثابت خشک کنید. جهت به دست آوردن زمان مورد نیاز برای رسیدن به وزن ثابت، باید مطابق روش زیر عمل کرد:

آزمون وزن شده را در گرم‌خانه با دمای  $(5 \pm 110)$  درجه سلسیوس قرار دهید و بعد از گذشت زمان ۲ ساعت الی ۴ ساعت، آزمون را از گرم‌خانه خارج کرده و بلافاصله بدون سرد کردن، آن را توزین و مجدداً در گرم‌خانه قرار داده و عملیات را تا زمانی انجام دهید که کاهش وزن بین دو توزین متوالی در مدت زمان ۴ ساعت کمتر از ۰/۱ درصد باشد. بعد از رسیدن آزمون به وزن ثابت، آن را تا درجه حرارت محیط، سرد کرده و سپس آن را در محلول تهیه شده مطابق بند ۸-۱ برای دوره‌ی بعدی غوطه‌ور کنید.

**یادآوری** - زمان مورد نیاز برای خشک کردن آزمون های مختلف ممکن است به دلایل زیادی با هم اختلاف داشته باشد. بازده خشک شدن به دلایلی نظیر چسبیدن نمک به ذرات و افزایش سطح چسبندگی به علت خرد شدن، می‌تواند کاهش یابد و همچنین اندازه مختلف سنگدانه ها می‌تواند باعث اختلاف در سرعت خشک شدن شود. زمان خشک شدن برای سنگدانه‌های ریز، به دلیل اینکه سطح بزرگ‌تری دارند و فضای بین ذرات آن‌ها محدود است، آهسته‌تر انجام می‌گیرد، ولی این مورد را می‌توان به وسیله شکل و اندازه‌ی ظرف اصلاح کرد.

### ۸-۳ تعداد دوره های آزمون

تعداد دوره‌های آزمون به روش غوطه‌وری و خشک کردن را آن قدر تکرار کنید تا به تعداد دوره‌های مورد نظر برسد. پس از کامل شدن دوره نهایی آزمون، آزمون‌ها را سرد و با آب کاملاً شستشو داده تا عاری از سولفات سدیم یا سولفات منیزیم شود. پایان عمل شستشو زمانی است که آب حاصل از شستشو با کلرید باریم رسوبی ایجاد نکند. شستشو به وسیله چرخش آب از بین آزمون ها در ظرف در دمای  $(6 \pm 43)$  درجه سلسیوس انجام می‌گیرد. این

عمل ممکن است به وسیله قرار دادن آزمونه در یک ظرف حاوی آب گرم انجام می‌گیرد و عمل شستشو به روش سر ریز شدن آب گرم ادامه می‌یابد. در فرایند شستشو، آزمونه نباید تحت ضربه و یا سایش قرار گیرد، زیرا ممکن است باعث شکستن ذرات آزمونه گردد.

**یادآوری** - آب حاوی سولفات‌ها، زمانی که به عنوان آب شستشو مصرف می‌گردد، اگر با محلول کلرید باریم کنترل شود، تیره می‌شود. تیرگی محلول آب باید به این نحو ارزیابی شود که آب شستشو با همان درجه حرارت و درجه‌ی تیرگی به عنوان آب عاری از سولفات‌ها فرض شود.

#### ۴-۸ آزمون کمی

آزمون‌های کمی مطابق روش زیر انجام می‌گیرد:

بعد از خارج کردن آزمونه‌ها از محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم، آن را در دمای  $(110 \pm 5)$  درجه سلسیوس خشک کرده تا به وزن ثابت برسد.

سنگدانه ریز را با همان سری الک قبل از انجام آزمون الک نموده و سنگدانه درشت را مطابق جدول شماره ۴ که براساس اندازه سنگدانه مشخص شده الک کنید.

الک کردن سنگدانه‌ی ریز، باید مشابه روش تهیه‌ی آزمونه‌ها باشد. الک کردن سنگدانه‌ی درشت باید به وسیله دست و با تکان دادن کافی الک انجام دهید تا مطمئن شوید، اندازه‌های ریزتر، از چشمه‌های الک عبور کرده باشد. هیچ عمل دیگری که باعث شکستن یا عبور ذرات از الک شود را انجام ندهید. مقدار سنگدانه‌ای که روی هر الک باقی مانده را وزن کنید، اختلاف بین هر یک از این مقادیر و وزن اولیه برابر است با کاهش وزن در طی آزمون که باید به صورت درصد، نسبت به وزن اولیه در جدول ۵ گزارش شود.

#### جدول ۴-اندازه الک

محدوده اندازه سنگدانه درشت (میلی متر)	الکهای مورد استفاده در تعیین کاهش وزن (میلی متر)
۱۰۰-۹۰	۷۵
۹۰-۷۵	۶۳
۷۵-۶۳	۵۰
۶۳-۳۷/۵	۳۱/۵
۳۷/۵-۱۹	۱۶
۱۹-۹/۵	۸
۹/۵-۴/۷۵	۴

#### ۵-۸ آزمون کیفی

آزمون کیفی برای سنگدانه ی درشت تر از ۱۹ میلی متر مطابق روش زیر انجام می گردد:

۱-۵-۸ جدا کردن هر یک از ذراتی که تحت تاثیر آزمون قرار گرفته اند.

۲-۵-۸ ثبت تعداد ذراتی که نشان دهنده ی نوع صدمه است.

**یادآوری** - صدمات بسیاری از اثر محلول سولفات سدیم یا سولفات منیزیم را می توان بر روی سنگدانه ها انتظار داشت که عمدتاً " به صورت تجزیه شدن، دو نیم شدن (شکافته شدن)، پوسته پوسته شدن، ترک خوردن، خرد شدن و غیره می توان طبقه بندی کرد. گرچه فقط ذرات بزرگ تر از ۱۹ میلی متر برای آزمون کیفی مورد نیاز است، اما توصیه می گردد ذرات کوچک تر هم مورد آزمون کیفی قرار گیرد تا مشخص شود آن ها هم به صورت دو نیم شدن قابل تجزیه می باشند یا خیر.

#### ۹ بیان نتایج

۱-۹ وزن هر قسمت از هر نمونه قبل از انجام آزمون را تعیین کنید.

۲-۹ وزن مواد ریزتر از الک هایی که در بند ۴-۸ تعیین شده است، بعد از انجام آزمون بر حسب درصد وزن هر قسمت تعیین شود.

۳-۹ میانگین کاهش وزن بشرح زیر تعیین گردد.

۱-۳-۹ ابتدا کاهش وزن سنگدانه‌های انتخاب شده روی هر الک تعیین گردد.

۲-۳-۹ نسبت درصد کاهش وزنی سنگدانه‌های انتخاب شده روی هر الک تعیین شود.

۳-۳-۹ نسبت درصد‌های بند ۲-۳-۹ باید به نسبت درصد دانه بندی (درصد مانده روی هر الک در دانه بندی نمونه) تعیین شود.

۴-۳-۹ جمع نسبت درصد حاصل بند ۳-۳-۹ نشان دهنده میانگین کاهش وزنی کل نمونه خواهد بود.

۴-۹ موارد زیر استثناء می باشند:

۱-۴-۹ برای سنگدانه های ریز با کمتر از ۱۰ درصد درشتتر از الک ۹/۵ میلی متر با فرض این که کاهش وزن سنگدانه ریز تر از ۳۰۰ میکرون برابر با صفر است و در مورد سنگدانه درشت تر از ۹/۵ میلی متر برابر با کاهش وزن اندازه ی کوچکتر قبلی منظور شود.

۲-۴-۹ برای سنگدانه درشت با کمتر از ۱۰ درصد سنگدانه ریزتر از الک ۴/۷۵ میلی متر با فرض این که کاهش وزن سنگدانه ریزتر از ۴/۷۵ میلی متر برابر با اندازه بزرگتر بعدی فرض شود.

۳-۴-۹ سنگدانه هایی که شامل مقدار قابل ملاحظه ای از دو مواد ریزدانه و درشت دانه باشد و مطابق بند ۴-۸ به دو صورت مجزا مورد آزمون قرار گرفته . میانگین کاهش وزن را به صورت مجزا برای سنگدانه ی ریزتر از ۴/۷۵ میلی متر و درشت تر از ۴/۷۵ میلی متر محاسبه کنید. با توجه به این که مقدار هر از یک از دو قسمت سنگدانه ریز و درشت دانه برابر ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شده است. گزارش نتایج جداگانه بر حسب درصد ریزتر از ۴/۷۵ میلی متر و درشت تر از ۴/۷۵ میلی متر نسبت به دانه بندی اولیه اعلام شود.

۴-۴-۹ برای محاسبه ی میانگین وزنی ، اگر هر یک از اندازه های اعلامی در بند ۵-۱ یا ۲-۵ کمتر از ۵ درصد کل سنگدانه باشد، کاهش وزن برابر میانگین کاهش وزن اندازه کوچک تر قبلی و اندازه بزرگ تر بعدی در نظر گرفته می شود. اگر یکی از اندازه ها وجود نداشته باشد، کاهش وزن برابر با کاهش وزن اندازه ی کوچک تر قبلی یا بزرگ تر بعدی، هر کدام که موجود باشد، انجام می شود.

۵-۴-۹ درصد کاهش وزنی به نزدیک ترین عدد صحیح گرد و گزارش شود.



۹-۴-۶ در مورد سنگدانه ی درشت تر از ۱۹ میلی متر، قبل از آزمون باید تعداد ذرات هر قسمت قبل از آزمون و تعداد ذراتی که مورد صدمه قرار گرفته اند بعد از آزمون بر حسب نوع اثر مانند تجزیه شدن، دونیم شدن، خردشدن، ترک برداشتن، پوسته شدن و غیره که در جدول ۶ نشان داده شده است را ثبت کرد.

۹-۴-۷ نوع محلول (سولفات سدیم یا منیزیم) و زمان تهیه آن در گزارش قید شود.

یادآوری - جدول شماره ۵ به عنوان جدول پیشنهادی به منظور ثبت اعداد آزمون نشان داده شده است و این اعداد می تواند برای هر دو نوع نمک (سولفات سدیم یا منیزیم) با توجه به کیفیت آن ها تعیین گردد.

### ۱۰ دقت

۱۰-۱ برای سنگدانه ی درشت با میانگین وزن ۶ درصد تا ۱۶ درصد برای محلول سولفات سدیم و ۹ درصد تا ۲۰ درصد برای سولفات منیزیم، شاخص های دقت، مطابق جدول ۷ می باشد.

### جدول ۷ - دقت

چندین آزمایشگاه	ضریب تغییر	اختلاف بین دو آزمون ( درجه متوسط )
سولفات سدیم	۴۱	۱۱۶
سولفات منیزیم	۲۵	۷۱
آزمون کننده مستقل	---	---
سولفات سدیم	۲۴	۶۸
سولفات منیزیم	۱۱	۳۱

### ۱۰-۲ اریبی

به خاطر در اختیار نبودن مواد مرجع مناسب در مورد اریبی، در این روش آزمون اعلام نظر نمی گردد.

جدول ۵ - جدول پیشنهادی به منظور ثبت اعداد آزمون

ردیف	اندازه الک				وزن مانده روی هر الک دردانه بندی نمونه ٪	وزن قسمت های از نمونه قبل از آزمون گرم	عبور کرده از الک بعد از آزمون ٪	کاهش وزن نسبت به مانده روی هر الک در نمونه ٪
<b>سنگدانه ریز</b>								
۱	ریزتر از الک ۱۵۰ میکرون				۶	-----	-----	-----
۲	۱۵۰ الی ۳۰۰ میکرون				۱۱	-----	-----	-----
۳	۳۰۰ الی ۶۰۰ میکرون				۲۶	۱۰۰	۴/۲	۱/۱
۴	۶۰۰ میکرون الی ۱/۱۸ میلی متر				۲۵	۱۰۰	۴/۸	۱/۲
۵	۱/۱۸ میلی متر الی ۲/۳۶ میلی متر				۱۷	۱۰۰	۸	۱/۴
۶	۲/۳۶ میلی متر الی ۴/۷۵ میلی متر				۱۱	۱۰۰	۱۱/۲	۱/۲
۷	۴/۷۵ میلی متر الی ۹/۵ میلی متر				۴	-----	*۱۱/۲	۰/۴
۸	مجموع				۱۰۰	-----	-----	۵
<b>سنگدانه درشت</b>								
۱	۶۳ میلی متر الی ۳۷/۵ میلی متر	۶۳ میلی متر الی ۵۰ میلی متر (۲۸۲۵ گرم)	۲۰	۴۷۸۳	۴/۸	۱		
۲	۳۷/۵ میلی متر الی ۱۹ میلی متر	۳۷/۵ میلی متر الی ۲۵ میلی متر (۱۰۱۲ گرم)	۴۵	۱۵۲۵	۸	۳/۶		
۳	۱۹ میلی متر الی ۹.۵ میلی متر	۱۹ میلی متر الی ۱۲/۵ میلی متر (۶۷۵ گرم)	۲۳	۱۰۰۸	۹/۶	۲/۲		
۴	۹/۵ میلی متر الی ۴/۷۵ میلی متر	۱۲/۵ میلی متر الی ۹/۵ میلی متر (۳۳۳ گرم)	۱۲	۲۹۸	۱۱/۲	۱/۳		
۵	مجموع				۱۰۰	-----	-----	۵
* برای این گروه از ریز دانه درصد کاهش وزن برابر اندازه کوچکتر قبلی است، زیرا این مقدار کمتر از ۵ درصد کل نمونه است.								

جدول شماره ۶-آزمون های کیفی برای سنگدانه درشت

اندازه الک میلی متر	نوع صدمه								تعداد ذرات قبل از آزمون	ردیف
	دو نیم شدن		خرد شدن		ترک برداشتن		پوسته شدن			
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۳۷/۵ الی ۶۳	۷	۲	--	--	۷	۲	--	--	۲۹	۱
۱۹ الی ۳۷/۵	۱۰	۵	۲	۱	۸	۴	--	--	۵۰	۲

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.