



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۸۷۴-۱

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

14874-1

1st.Edition

2015

سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص فیزیکی و  
مکانیکی - قسمت ۱: تعیین مقاومت سایشی  
(میکرو دوال) - روش آزمون

**Aggregates - Tests for Mechanical and  
Physical Properties of Aggregates  
Part 1: Determination of the Resistance to  
Wear (micro-Deval) – 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 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 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 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، 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) و 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 - خواص فیزیکی و مکانیکی سنگدانه‌ها - قسمت ۱: تعیین مقاومت سایشی (میکرو  
دوال)»

**رئیس:**

شرقی، عبدالعلی  
(دکتر 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)

بلغاری، محمود  
(کارشناس ارشد معماری)

گروه ساختمانی شادمان

پوریکتا، پولاد  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

حسینی اقدم، سیدرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سازمان ملی استاندارد ایران

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

عیسائی، مهین  
(کارشناس شیمی)

شرکت شیمی ساختمان

قهری، هما  
(کارشناس ارشد شیمی)

پژوهشگاه استاندارد

انجمن صنفی تولیدکنندگان شن و ماسه  
استان تهران

گنجی، مجتبی  
(کارشناس ارشد مکانیک سنگ)

سازمان ملی استاندارد ایران

مجتبوی، سیدعلیرضا  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

شرکت پاکدشت بتن

ملکشاهی، ایمان  
(کارشناس مهندسی عمران)

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
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ وسایل
۴	۶ آماده‌سازی آزمون‌ها
۵	۷ روش انجام آزمون
۶	۷ محاسبه و بیان نتایج
۶	۸ گزارش آزمون
۷	پیوست الف (الزامی) تعیین مقاومت سایشی میکرودوال بالاست راه‌آهن
۹	پیوست ب (اطلاعاتی) تعیین ضریب میکرودوال در شرایط خشک
۱۰	پیوست پ (اطلاعاتی) محدوده اندازه دانه جایگزین برای آزمون میکرودوال
۱۱	پیوست ت (اطلاعاتی) دقت
۱۲	پیوست ث (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه- خواص فیزیکی و مکانیکی سنگدانه‌ها- قسمت ۱: تعیین مقاومت سایشی (میکرو دوال)» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پانصد و شصت و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

EN 1097-1: 2011, Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 1: Determination of the resistance to wear (micro-Deval)

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای سنگدانه‌ها- خواص فیزیکی و مکانیکی سنگدانه‌ها است.

# سنگدانه - خواص فیزیکی و مکانیکی سنگدانه‌ها - قسمت ۱: تعیین مقاومت سایشی (میکرودوال)

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش مرجع برای اندازه‌گیری مقاومت سایشی سنگدانه‌های درشت (متن اصلی) و سنگدانه‌های بالاست راه‌آهن (پیوست الف) به روش میکروودوال در حالت آزمون نوع و یا برای قضاوت است. برای اهداف دیگر، در کنترل تولید کارخانه‌ای ویژه، روش‌های دیگری که رابطه مناسبی با روش مرجع بیان شده در این استاندارد فراهم کند می‌تواند به کار برده شود. نمونه به‌طور معمول در شرایط مرطوب آزمون می‌شود، اما آزمون در شرایط خشک نیز می‌تواند انجام شود. این استاندارد برای سنگدانه‌های طبیعی، شکسته یا سنگدانه‌های بازیافتی مورد استفاده در ساخت بنا یا مهندسی عمران کاربرد دارد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای 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 ۱۳۹۳۹، سنگدانه - روش‌های کاهش نمونه‌های آزمایشگاهی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۵۸، شیشه آلات آزمایشگاهی - استوانه‌های مدرج

2-3 EN 932-5, Tests for general properties of aggregates - Part 5: Common equipment and calibration

2-4 EN 933-1:1997, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle sizedistribution - Sieving method

2-5 ISO 3290-1, Rolling bearings - Balls - Part 1: Steel balls

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

بخش آزمون (Test Portion)

نمونه‌ای که همه آن در یک آزمون منفرد استفاده می‌شود.



۲-۳

### آزمونه (Test Specimen)

نمونه‌ای که برای یک تعیین منفرد به کار برده می‌شود، زمانی که یک روش آزمون به بیش از یک تعیین برای یک ویژگی نیاز داشته باشد.

۳-۳

### نمونه آزمایشگاهی (Laboratory Sample)

نمونه‌ای که از یک توده نمونه، برای آزمون آزمایشگاهی کاهش یافته است.

۴-۳

### جرم ثابت (Constant Mass)

توزین‌های جداگانه بعد از حداقل یک ساعت خشک کردن متوالی، به طوری که بیش از ۰٫۱٪ اختلاف نداشته باشند.

**یادآوری-** در بسیاری از حالات، جرم ثابت می‌تواند بعد از این که یک بخش آزمون در یک دوره از پیش تعیین شده در یک گرم‌خانه مشخص تحت دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  خشک شد، به دست آید. آزمایشگاه‌های آزمون می‌توانند زمان مورد نیاز برای رسیدن به جرم ثابت انواع و اندازه‌های مشخص از یک نمونه که در یک گرم‌خانه با ظرفیت خشک کردن مشخص، خشک می‌شوند را تعیین کنند.

## ۴ اصول آزمون

این آزمون ضریب میکرودوال را تعیین می‌کند. ضریب میکرودوال، درصدی از سنگدانه اولیه‌ای است که در اثر غلتاندن به اندازه‌ی کوچک‌تر از ۱٫۶mm کاهش یافته است. این آزمون شامل اندازه‌گیری سایش ایجادشده در اثر اصطکاک بین سنگدانه‌ها و بار سایش در یک استوانه (جام) گردان<sup>۱</sup> تحت شرایط تعریف شده است. هنگامی که غلتاندن کامل شد، درصد مانده روی الک ۱٫۶mm به منظور محاسبه ضریب میکرودوال به کار برده می‌شود.

روش مشروح در این استاندارد، روش مرجع است و با آزمون سنگدانه خشک همراه با اضافه کردن آب، مقدار ضریب میکرودوال ( $M_{DE}$ ) به دست می‌آید. در پیوست ب جزئیاتی از چگونگی انجام این آزمون بدون افزودن آب ارایه شده است که در این صورت مقدار  $M_{DS}$  به دست خواهد آمد.

**یادآوری-** مقدار ضریب میکرودوال کم‌تر، نشان‌دهنده مقاومت بهتر در برابر سایش است.

## ۵ وسایل

تمام وسایل باید با الزامات عمومی استاندارد EN 932-5، مطابقت داشته باشند.

## ۱-۵ وسایل عمومی

۱-۱-۵ ترازو، قادر به توزین نمونه و بار با درستی ۰/۱٪ جرم بخش آزمون.

۲-۱-۵ الک‌های آزمون، ۱/۶mm، ۸mm، ۱۰mm (یا ۹/۵mm)، ۱۱/۲mm (یا ۱۲/۵mm) و ۱۴mm.

یادآوری-

۳-۱-۵ گرم‌خانه تهویه‌دار، با اندازه مناسب که بتواند دمای یکنواخت  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  را نگه‌دارد.

۴-۱-۵ ابزاری برای شستن نمونه الک شده.

۵-۱-۵ ابزاری برای کاهش نمونه‌های آزمایشگاهی به بخش آزمون، آن‌طور که در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳۹ تشریح شده است.

۶-۱-۵ استوانه (یا استوانه‌های) اندازه‌گیری شیشه‌ای مدرج، طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۵۸، یا ابزار دیگری برای اندازه‌گیری  $(2.5 \pm 0.05)$  آب.

## ۲-۵ وسایل تکمیلی مورد نیاز برای تعیین ضریب میکرودوال سنگدانه

۱-۲-۵ در شکل ۱ نمونه‌ای از وسیله میکرودوال نشان داده شده است. وسیله میکرودوال باید دارای مشخصه‌های اساسی تعیین شده در بندهای ۲-۲-۵، ۳-۲-۵، ۴-۲-۵، ۵-۲-۵ و ۶-۲-۵ باشد.

۲-۲-۵ این وسیله باید از چهار استوانه توخالی، بسته شده در یک انتها، دارای قطر داخلی  $(200 \pm 1)$  mm و طول داخلی از یک بستر تا دریچه داخلی  $(154 \pm 1)$  mm تشکیل شده باشد. جام‌ها باید از فولاد زنگ‌نزن با حداقل ضخامت ۳mm ساخته شده و بر روی دو شفتی که حول یک محور افقی می‌چرخند قرار گرفته باشد.

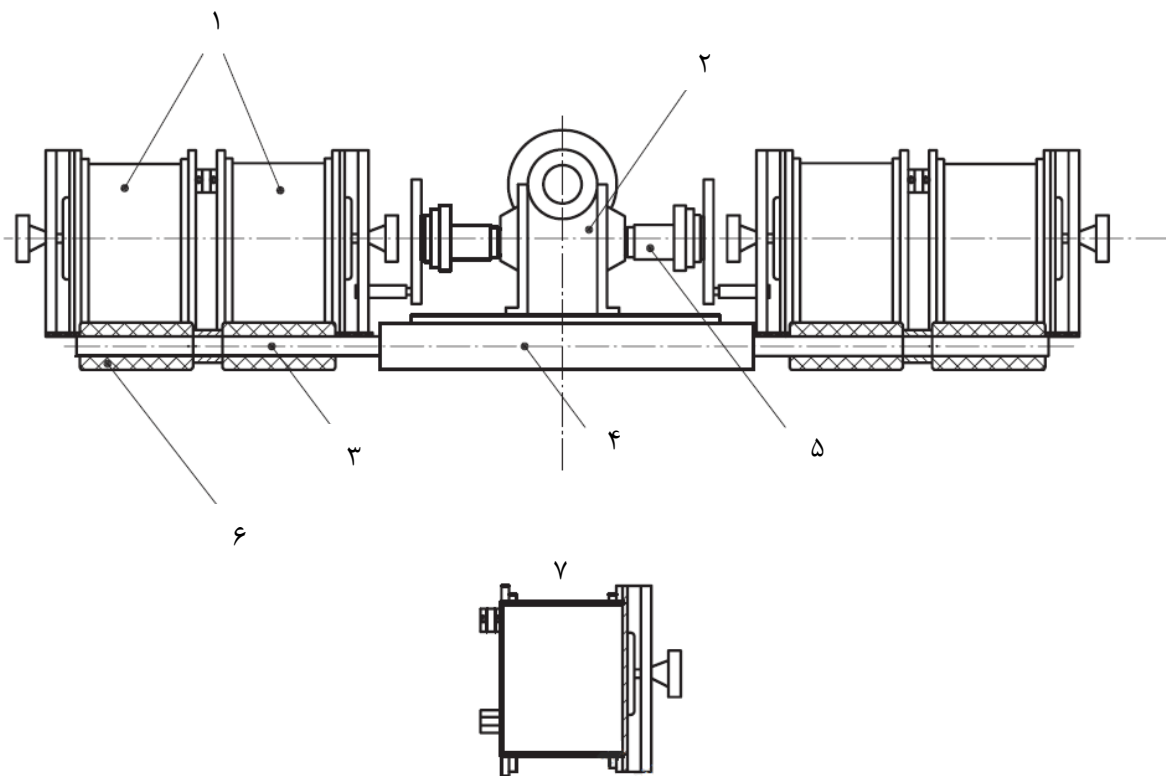
۳-۲-۵ داخل جام‌ها باید عاری از پیش‌آمدگی‌های ناشی از جوش‌کاری یا روش اتصال باشد. جام‌ها باید توسط دریچه‌هایی مسطح با ضخامت حداقل ۸mm بسته شده و با مواد آب‌بند و درزگیرهای غباربند متصل شوند.

۴-۲-۵ بار سایش باید از گوی‌های فولادی منطبق با استاندارد ISO 3290-1 و با قطر  $(10 \pm 0.5)$  mm تشکیل شده باشد.

یادآوری- قطر گوی‌ها می‌تواند به سرعت و با عبور دادن آن‌ها روی میله‌های موازی با فاصله ۹/۵mm بررسی شود.

۵-۲-۵ یک موتور مناسب (با توان در حدود ۱kW) برای حرکت دادن جام‌ها تحت یک سرعت منظم گردش  $(100 \pm 5)$  r/min.

۶-۲-۵ یک شمارنده‌انداز یا ابزار دیگر باید متصل شود، که موتور را بعد از تعداد مشخصی گردش متوقف کند.



راهنما:

- ۱ جام‌ها
- ۲ موتور الکتریکی و چرخ‌دنده‌های کاهش
- ۳ محور ثابت
- ۴ قاب
- ۵ جفت‌شدگی انعطاف‌پذیر<sup>۱</sup>
- ۶ چرخ متحرک
- ۷ مقطع عرضی یک جام

شکل ۱- نمایی از یک نمونه وسیله میکرودوال

## ۶ آماده‌سازی آزمون‌ها

جرم آزمون ارسال شده به آزمایشگاه باید دارای حداقل ۲kg و با گستره اندازه بین ۱۰ تا ۱۴) mm باشد.

**یادآوری-** بخش‌اندازه‌های جایگزین برای کاربردهای نهایی دیگر در پیوست پ آورده شده است. آزمون بخش‌اندازه‌های دیگر ممکن است نتایج متفاوتی از آنچه که با استفاده از سنگدانه با اندازه بین ۱۰ تا ۱۴) mm را بدهند و بهتر است بخش‌اندازه مورد استفاده در گزارش آزمون آورده شود.

آزمون باید بر روی سنگدانه عبور کرده از الک ۱۴mm و مانده روی الک ۱۰mm انجام شود. به‌علاوه، دانه-بندی بخش آزمون باید حداقل با یکی از الزامات زیر منطبق باشد:

الف- بین ۳۰٪ و ۴۰٪ از الک ۱۱٫۲mm عبور کند؛ یا

ب- بین ۶۰٪ و ۷۰٪ از الک ۱۲٫۵mm عبور کند.

نمونه آزمایشگاهی را با استفاده از الک‌های ۱۰mm، ۱۱٫۲mm (یا ۱۲٫۵mm) و ۱۴mm الک کنید تا بخش-های جداگانه در گستره ۱۰mm تا ۱۱٫۲mm (۱۲٫۵mm) و ۱۱٫۲mm (یا ۱۲٫۵mm) تا ۱۴mm به دست آید. هر بخش را به طور جداگانه طبق استاندارد EN 933-1 بشوید و آن‌ها را در گرم‌خانه تحت دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید.

اجازه دهید بخش‌ها تا دمای محیط خنک شوند. دو بخش را برای آماده کردن نمونه آزمایشگاهی اصلاح شده ۱۰mm تا ۱۴mm که با الزامات تکمیلی دانه‌بندی ارایه شده در پاراگراف ۲ این بند منطبق باشد مخلوط کنید.

نمونه آزمایشگاهی اصلاح شده که با بخش‌های مخلوط شده آماده گردیده است را به اندازه مورد نیاز برای آزمون طبق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳۹ کاهش دهید. بخش آزمون باید شامل دو نمونه و هر کدام از نمونه‌ها باید دارای جرم  $(500 \pm 2)\text{g}$  باشد.

## ۷ روش انجام آزمون

هر نمونه را داخل یک استوانه مجزا قرار دهید. مقدار  $(500 \pm 5)\text{g}$  از گوی‌های فلزی را به هر استوانه اضافه کنید.

**یادآوری-** هنگامی که آزمون بر روی بخش‌اندازه‌های جایگزین طبق پیوست پ انجام می‌شود، جرم گوی‌های مورد استفاده بهتر است طبق جدول پ ۱ باشد.

مقدار  $(2,5 \pm 0,05)\text{l}$  آب به هر استوانه اضافه کنید.

درب هر استوانه را محکم ببندید، و هر استوانه را روی دو شفت قرار دهید.

جام‌ها را با سرعت  $(100 \pm 5)\text{r/min}$  به تعداد  $(1200 \pm 10)$  دوران بچرخانید.

بعد از آزمون، سنگدانه‌ها و گوی‌های فولادی را در یک ظرف (بشقاب) جمع‌آوری کنید، دقت کنید که هیچ سنگدانه‌ای از دست نرود. با استفاده از یک بطری شستشو، با دقت داخل استوانه و درپوش را بشوید، و آب شستشو را برگردانید.

مواد و تمامی آب شستشو را روی الک  $1,6\text{mm}$  که برای حفاظت روی آن یک الک  $8\text{mm}$  قرار گرفته است خالی کنید. مواد را با جریانی از آب تمیز بشوید.

با دقت دانه‌های سنگدانه مانده روی الک محافظ  $8\text{mm}$  را از گوی‌های فولادی جدا کنید. دقت کنید که هیچ دانه سنگدانه‌ای از دست نرود. می‌توان دانه‌های سنگدانه را با دست برداشت، یا گوی‌ها را با استفاده از آهن‌ربا از الک برداشت.

دانه‌های سنگدانه مانده روی الک محافظ  $8\text{mm}$  را در یک ظرف بریزید. مواد مانده روی الک  $1,6\text{mm}$  را نیز به آن ظرف اضافه کنید.

ظرف و محتویاتش را در یک گرم‌خانه تحت دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  تا رسیدن به جرم ثابت، خشک کنید. تعیین جرم مانده روی الک  $1,6\text{mm}$  را طبق استاندارد EN 933-1 کامل کنید. جرم باقی مانده روی الک  $1,6\text{mm}$  را تا نزدیک‌ترین گرم ثبت کنید ( $m$ ).

## ۸ روش محاسبه و بیان نتایج

برای هر آزمون ضریب میکرودوال،  $M_{DE}$ ، را تا نزدیک‌ترین  $0,1$  واحد با استفاده از معادله (۱) محاسبه کنید:

$$M_{DE} = \frac{500-m}{5} \quad (1)$$

که در آن:

$M_{DE}$  ضریب میکرودوال (در شرایط مرطوب)؛

$m$  جرم بخش اندازه مانده روی الک  $1,6\text{mm}$ ، برحسب گرم است.

با استفاده از مقادیر به دست آمده برای دو آزمون، میانگین مقادیر ضریب میکرودوال را محاسبه کنید. مقدار میانگین را به عنوان ضریب میکرودوال نمونه مورد نظر در آزمایشگاه گزارش کنید. مقدار میانگین را تا نزدیک‌ترین عدد صحیح بیان کنید.

یادآوری - بیانیه‌ای در مورد دقت آزمون میکرودوال در پیوست ت ارائه شده است.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون، حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۹ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۹ نام و منبع نمونه؛

۳-۹ رده دانه‌بندی سنگدانه ورودی جهت آزمون؛

۴-۹ شرایط آزمون (تر یا خشک)؛

۵-۹ نتیجه (نتایج) آزمون، شامل مقدار ضریب میکرودوال برای هر آزمون و مقدار میانگین؛

۶-۹ تاریخ انجام آزمون.

## پیوست الف

### (الزامی)

## تعیین مقاومت سایشی میکرودوال بالاست راه آهن

شماره بندهای زیر به بندهای متناظر در متن اصلی ارجاع می‌دهد. این بندها مواردی را که باید به بندهای متن اصلی اضافه شود یا اصلاحاتی صورت گیرد را بیان می‌کند.

### ۵ وسایل

#### ۱-۵ وسایل عمومی

۱-۵-۲ الک‌های آزمون، الک‌های با اندازه‌های ۱۱٫۲mm (یا ۱۲٫۵mm) و ۱۴mm باید با الک‌های ۳۱٫۵mm، ۴۰mm و ۵۰mm جایگزین شوند.

یادآوری- به جای الک ۴۰mm می‌توان از الک ۳۷٫۵mm نیز استفاده کرد، مشروط بر آن‌که با توافق مشتری و نیز با درج عبارتی مبنی بر این موضوع در گزارش آزمون صورت گیرد.

#### ۲-۵ وسایل تکمیلی مورد نیاز برای تعیین ضریب میکرودوال سنگدانه

۲-۵-۲ طول داخلی هر استوانه توخالی باید  $(400 \pm 2)$ mm باشد.

۲-۵-۴ بار سایش نیاز نیست.

### ۶ آماده سازی آزمون‌ها

جرم آزمون ارسال شده به آزمایشگاه باید دارای حداقل ۲۵kg و با بخش اندازه بین ۳۱٫۵mm تا ۵۰mm باشد. بخش اندازه باید از دو آزمون تشکیل شود.

نمونه آزمایشگاهی را با استفاده از الک‌های ۳۱٫۵mm، ۴۰mm و ۵۰mm الک کنید تا بخش‌های اندازه جداگانه در گستره‌های  $(31.5 \text{ تا } 40)$ mm و  $(40 \text{ تا } 50)$ mm به دست آید. هر بخش را به طور جداگانه، طبق استاندارد EN 933-1 بشویید و آن‌ها را در گرم‌خانه تحت دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید. اجازه دهید بخش‌ها تا دمای محیط خنک شوند.

جرم بخش اندازه  $(31.5 \text{ تا } 40)$ mm را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳۹ تقسیم کنید و کاهش دهید تا دو بخش اندازه، هر کدام با جرم  $(500 \pm 50)$ g به دست آید. این عمل را برای بخش اندازه ۴۰mm تا ۵۰mm تکرار کنید.

یک بخش اندازه  $(31.5 \text{ تا } 40)$ mm را با یک بخش اندازه  $(40 \text{ تا } 50)$ mm مخلوط کنید تا یک آزمون کلی با جرم  $(1000 \pm 100)$ g حاصل شود. این عمل را برای دو بخش اندازه دیگر تکرار کنید.

## ۷ روش انجام آزمون

از گوی‌های فلزی استفاده نکنید. مقدار  $I(0.5 \pm 0.2)$  آب به هر استوانه اضافه کنید و استوانه‌ها را به تعداد  $(10 \pm 1400)$  دوران، بچرخانید.

## ۸ محاسبه و بیان نتایج

برای هر آزمون ضریب میکرودوال،  $M_{DE, RB}$ ، را با معادله (الف) محاسبه کنید:

$$M_{DE, RB} = \frac{10000 - m}{100} \quad (\text{الف})$$

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون، حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱-۹ ارجاع به پیوست الف این استاندارد ملی ایران؛
- ۲-۹ نام و منبع نمونه؛
- ۳-۹ رده دانه‌بندی سنگدانه ورودی جهت آزمون؛
- ۴-۹ نتیجه (نتایج) آزمون، شامل مقدار ضریب میکرودوال برای هر آزمون و مقدار میانگین؛
- ۵-۹ تاریخ انجام آزمون.

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### تعیین ضریب میکرودوال در شرایط خشک

##### ب-۱ مقدمه

این پیوست تغییراتی را در روش داده شده در متن استاندارد شرح می‌دهد مبنی بر این که آزمون بدون اضافه کردن آب به هر استوانه انجام شود تا مقدار  $M_{DS}$  به دست آید. این روش می‌تواند اطلاعات اضافی در مورد مشخصه‌های آزمون فراهم کند، ولی توصیه می‌شود به عنوان جایگزینی برای روش مرجع، استفاده نشود.

**یادآوری-** اگر شفت‌های مشروح در بند ۵-۲-۲ دارای طول کافی برای نگه‌داشتن چهار استوانه باشد، تعیین ضریب میکرودوال در شرایط خشک می‌تواند هم‌زمان با روش مرجع انجام شود.

##### ب-۲ وسایل

بهبتر است وسایل شرح داده شده در بند ۵ به کار برده شود، به جز این که ابزار اندازه‌گیری حجم آب اضافه شده (بند ۵-۱-۶) نیاز نیست.

##### ب-۳ آماده سازی آزمون‌ها

توصیه می‌شود دو آزمون خشک شده در گرم‌خانه، هر کدام دارای جرم  $(500 \pm 2)g$  همان‌طور که در بند ۶ شرح داده شده است، تهیه کنید.

##### ب-۴ روش انجام آزمون

بهبتر است روش شرح داده شده در بند ۷ را انجام دهید، به جز آن که به هر بخش آزمون در هر جام، آب اضافه نکنید.

##### ب-۵ روش محاسبه و بیان نتایج

ضریب میکرودوال را طبق بند ۸ محاسبه کنید، به جز آن که به جای  $M_{DE}$  از  $M_{DS}$  برای ضریب میکرودوال سنگدانه در شرایط خشک استفاده کنید.

##### ب-۶ گزارش آزمون

توصیه می‌شود گزارش آزمون طبق بند ۹ باشد و در آن انجام آزمون در شرایط خشک بیان شود.



## پیوست پ

### (اطلاعاتی)

#### محدوده اندازه دانه جایگزین برای آزمون میکرودوال

تغییرات زیر در روش مرجع (بند ۶) می‌تواند اطلاعات اضافی برای کاربردهای نهایی ویژه فراهم کند. محدوده‌های اندازه دانه جایگزین برای آزمون میکرودوال که در جدول پ ۱ بیان شده است یک روش انتخابی برای آزمون بخش‌های اندازه به‌غیر از بخش اندازه mm (۱۰ تا ۱۴) در روش آزمون مرجع فراهم می‌کند. جرم‌های متفاوت بارهای گوی برای هر محدوده اندازه دانه داده شده است. این جرم‌ها به منظور دستیابی به نتایج مربوط به بخش‌های غیرمتداول طوری انتخاب شده‌اند که به بخش متداول mm (۱۰ تا ۱۴) نزدیک باشند، هرچند ممکن است با هدف وفق دادن نوع سنگدانه مورد آزمون، جرم بار گوی اصلاح شود.

**یادآوری-** این رابطه برای تمام سنگدانه‌ها یکسان نیست و توصیه نمی‌شود بخش‌های اندازه جایگزین برای ارزیابی نتایج شناسایی روش مرجع mm (۱۰ تا ۱۴) مورد استفاده قرار گیرد. الک‌های آزمون با اندازه مناسب، به‌جای آنچه در بند ۶ مشخص شده است، بهتر است با محدوده اندازه دانه مورد نظر سازگار باشد. توصیه می‌شود از یک محافظ الک با اندازه مناسب مشخص شده در بند ۷ استفاده شود.

جدول پ ۱- محدوده اندازه دانه جایگزین بخش اندازه mm (۱۰ تا ۱۴)

جرم بار گوی g	درصد عبوری از الک میانی %	اندازه الک میانی mm	محدوده اندازه دانه mm
۲۰۰۰±۵	۳۰ تا ۴۰	۵	۴ تا ۶٫۳
۲۸۰۰±۵	۶۰ تا ۷۰	۶٫۳	۴ تا ۸
۴۰۰۰±۵	۳۰ تا ۴۰	۸	۶٫۳ تا ۱۰
۴۴۰۰±۵	۶۰ تا ۷۰	۱۰	۸ تا ۱۱٫۲
۵۴۰۰±۵	۶۰ تا ۷۰	۱۴	۱۱٫۲ تا ۱۶

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون، حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۹ ارجاع به پیوست پ این استاندارد ملی ایران؛

۲-۹ ضریب میکرودوال،  $M_{DE}$ ؛

۳-۹ محدوده اندازه دانه و جرم بار گوی؛

۴-۹ تاریخ انجام آزمون.

پیوست  
(اطلاعاتی)  
دقت

تکرارپذیری  $r$  و تجدیدپذیری  $R$  بر مبنای دو بار تکرار آزمون بر روی هر کدام از سه مصالح که توسط ۲۰ آزمایشگاه در ۱۱ کشور اروپایی آزمون شده است، به دست آمده است. با استفاده از بخش اندازه  $(10$  تا  $14)$  mm برای رده‌های ۵ تا ۲۵ نتایج زیر محرز شده است:

$$r=0.893+0.003x \quad \text{تکرارپذیری}$$

$$R=0.260+0.137x \quad \text{تجدیدپذیری}$$

که در رابطه‌های فوق:

$x$  رده‌ی مقدار است.

نتایج طبق استاندارد ISO 5725-2: 1994 [2] تفسیر شده‌اند.

پيوس ت

(اطلاعاتي)

كتاب نامه

- [1] ISO 5725-2:1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results  
- Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a  
standard measurement method
- [2] NF P18-572:1990, Granulats - Essai d'usure micro-Deval