



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۰۱۳-۴

چاپ اول

بهمن ۱۳۹۲

INSO

17013-4

1st.Edition

Jan.2013

سنگدانه - آزمون‌های خواص حرارتی و  
هوازدگی - قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی  
ناشی از خشک شدن - روش آزمون

**Aggregates – Tests for Thermal and  
Weathering Properties – Part 4:  
Determination of Drying Shrinkage –  
Test Method**

ICS: 91.100.30

## 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 مؤسسه 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  
«سنگدانه - آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدگی - قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک  
شدن - روش آزمون»

**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)

خاکی، علی  
(دکتر مهندسی عمران)

دانشگاه فنی و حرفه‌ای کشور

رحمتی، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت پاکدشت بتن

زینی‌وند، محمد  
(کارشناس شیمی)

پژوهشگاه استاندارد

ساکنیان، رهبر  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت تیغاب

سامانیان، حمید  
(کارشناس ارشد مهندسی مواد-سرامیک)

پژوهشگاه استاندارد

عباسی، محمدرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

مرکز آموزش عالی انقلاب اسلامی

کشاوری، محمد  
(کارشناس ارشد شیمی-فیزیک)

اداره کل نظارت بر اجرای استانداردهای  
صنایع غیرفلزی

گنجی، مجتبی  
(کارشناس ارشد مکانیک سنگ)

انجمن صنفی تولیدکنندگان شن و ماسه  
استان تهران

اداره کل نظارت بر اجرای استانداردهای  
صنایع غیرفلزی

پژوهشگاه استاندارد

شرکت صحرای شن و ماسه

مجتبوی، سیدعلیرضا  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

مهدی‌خانی، بهزاد  
(دکتر مواد-سرامیک)

نوری، عباس  
(کارشناس مهندسی معدن)

## 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 اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ نمونه‌برداری
۲	۶ وسایل
۴	۷ مواد
۴	۸ آماده‌سازی زیرنمونه‌های آزمون
۴	۹ آماده‌سازی منشورهای آزمون
۶	۱۰ روش انجام آزمون
۷	۱۱ محاسبات و بیان نتایج
۷	۱۲ گزارش آزمون
۸	پیوست الف- شرایط سنگدانه‌ی با اندازه‌ی بزرگ‌تر
۹	پیوست ب- دقت
۱۰	پیوست پ- کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه- آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدگی- قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهارصد و پنجاه و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۷ مورد تصویب قرار گرفته است، 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.

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

EN 1367-4: 2008, Tests for thermal and weathering properties of aggregates – Part 4: Determination of drying shrinkage

## مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدگی سنگدانه‌ها است.

## سنگدانه - آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی - قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین یک روش مرجع مورد استفاده برای آزمون نوع و در صورت اختلاف، برای تعیین اثر سنگدانه‌ها بر جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن بتن است. برای اهداف دیگر، به‌طور ویژه کنترل تولید کارخانه‌ای، روش‌های دیگری که رابطه کاری مناسب محرز شده‌ای با روش مرجع دارند ممکن است به‌کار برده شود.

این استاندارد بر مبنای آزمون بتن‌هایی با نسبت‌های اختلاط ثابت و سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۰mm است.

**یادآوری ۱-** راهنمایی در مورد اندازه‌های بزرگ‌تر در پیوست الف داده شده است. داده دقت برای تغییر در اندازه سنگدانه و مقدار آب بتن آزمون، در دسترس نیست.

**یادآوری ۲-** در حالت‌هایی که جمع‌شدگی فقط یک منبع از سنگدانه درشت یا فقط یک منبع از سنگدانه ریز (ماسه) نیاز است، بهتر است ترکیب دیگری، به ترتیب، با یک سنگدانه درشت یا ریز با مقدار جمع‌شدگی شناخته شده‌ی کم استفاده شود.

**یادآوری ۳-** سنگدانه‌های با جذب آب و/یا تخلخل زیاد ممکن است در بتن‌های با مقدار آب ثابت به کارایی ناکافی در مخلوط برای تراکم کامل آزمون‌ها منجر شوند. این محتمل است که با ترکیب سنگدانه‌های دارای مقدار جذب آب مخلوط بیش‌تر از ۳/۵٪ یا چگالی دانه‌ای خشک‌شده در گرم‌خانه کم‌تر از  $2/45 \text{ Mg/m}^3$  ظاهر شود. در چنین مواردی یک انحراف در روش (بدون داده‌های دقت) با یکی از تغییرات زیر در مخلوط بتن ممکن است انجام شود:

- استفاده از سنگدانه‌ها در شرایط اشباع با سطح خشک؛

- استفاده از افزودنی کاهنده آب.

توصیه می‌شود یک یادآوری در مورد جزییات هر گونه اصلاح در طرح اختلاط، در گزارش آزمون آورده شود.

### 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 جزیی 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 موردنظر 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 موردنظر است.

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹، ویژگی‌های سیمان پرتلند

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۳۹، سنگدانه - روش‌های کاهش نمونه‌های آزمایشگاهی



- 2-2 EN 932-1, Tests for general properties of aggregates - Part 1: Methods for sampling  
2-4 EN 932-5, Tests for general properties of aggregates - Part 5: Common equipment and calibration  
2-5 EN 933-2, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

#### نمونه آزمایشگاهی

نمونه انتخاب شده برای آزمون آزمایشگاهی

یادآوری - نمونه آزمایشگاهی به‌طور کلی مرحله قبل از آخرین مرحله در یک برنامه نمونه‌برداری است.

۲-۳

#### زیرنمونه (Subsample)

نمونه‌ای به‌دست آمده از افزایش‌های نمونه‌برداری یا به‌وسیله کاهش مقدار نمونه از یک نمونه توده‌ای

۳-۳

#### بخش آزمون (Test Portion)

نمونه‌ای که همه آن در یک آزمون منفرد استفاده می‌شود.

### ۴ اصول آزمون

سنگدانه‌های مورد آزمون با سیمان و آب، مخلوط شده و به داخل منشورهایی با ابعاد مشخص ریخته می‌شود. منشورها در معرض ترشدگی و سپس خشک‌شدن در دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  قرار می‌گیرند و تغییر طول ناشی از تغییر حالت تر به حالت خشک تعیین می‌شود. جمع‌شدگی بیش از حد ناشی از خشک‌شدن بتن به سنگدانه نسبت داده می‌شود و به‌صورت میانگین تغییر طول منشورها برحسب درصد طول خشک نهایی آن‌ها بیان می‌شود.

### ۵ نمونه‌برداری

نمونه آزمایشگاهی مورد استفاده برای آزمون باید طبق استاندارد EN 932-1 برداشته شود.

### ۶ وسایل

همه‌ی وسایل، باید با الزامات عمومی استاندارد EN 932-5 مطابقت داشته باشند، مگر آن‌که طور دیگری بیان شده باشد.

۶-۱ مقسم نمونه، با اندازه مناسب برای بزرگ‌ترین اندازه دانه، یا به‌طور جای‌گزین، یک بیلچه صاف و یک سطح افقی سخت و تمیز، برای مثال یک سینی فلزی مورد استفاده برای چهارقسمتی کردن.

۶-۲ الک‌های آزمون، مطابق با استاندارد EN 933-2، متناسب با اندازه‌های سنگدانه‌های مورد آزمون.  
۶-۳ ترازو، با حداقل ظرفیت ۵kg و حداقل دقت ۰٫۱٪.

۶-۴ قالب‌های تکی یا چندتایی، مناسب برای ریختن سه منشور بتنی به ابعاد  $(200 \pm 2) \text{ mm} \times (50 \pm 2) \text{ mm} \times (50 \pm 2) \text{ mm}$  دارای پین‌ها یا گل‌میخ‌های نیم‌کره‌ای یا تورفتگی‌های فولادی زنگ‌نزن به قطر ۸mm که به‌طور ایمن به مرکز وجوه داخلی دو انتهای  $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  قالب ثابت شده است.

۶-۵ میز لرزاننده، قادر به متراکم کردن کامل بتن در قالب‌ها.

۶-۶ ابزار اندازه‌گیری، شامل یک اندازه‌گیر عقربه‌ای با تقسیمات  $0.02 \text{ mm}$  و دارای حداکثر خطای  $\pm 0.02 \text{ mm}$  در هر نیم‌دورگردش. این اندازه‌گیر باید به‌طور دقیق در یک قاب اندازه‌گیری سوار شود و باید دارای یک انتهای تورفته‌ای باشد که بتواند روی پین‌ها یا گل‌میخ‌های نیم‌کره‌ای یا تورفتگی‌های فولادی زنگ‌نزن با قطر ۸mm چسبیده به منشورها (بند ۹-۳) قرار گیرد. انتهای دیگر قاب باید یک نشیمن‌گاه با تورفتگی مشابه داشته باشد که بتواند روی پین‌ها در انتهای مقابل منشورها قرار داده شود.

یک میله‌ی مرجع از جنس آلیاژ فولادی با انبساط حرارتی کم، به طول  $(205 \pm 1) \text{ mm}$ ، دارای دو انتهای نیم-کره‌ای ۶mm که باید به‌عنوان طول استاندارد، برای خوانش‌های اندازه‌گیر استفاده شود. سپس براساس آن هرگونه تغییرات بین اندازه‌گیری‌های ابعادی منشورها اصلاح شود. میله مرجع باید طوری نشان‌گذاری شود که انتهای آن بتواند حین اندازه‌گیری‌ها از بالا نگه‌داشته شود.

یادآوری- ابزارهای اندازه‌گیری جای‌گزین مثل مبدهای تفاضلی تغییر طول، می‌تواند به‌جای اندازه‌گیر عقربه‌ای به‌کار برده شود، در صورتی‌که تا حد ممکن عملکردی حداقل برابر با پین‌ها یا گل‌میخ‌های نیم‌کره‌ای یا تورفتگی‌های فولادی زنگ‌نزن داشته باشند.

۶-۷ گرم‌خانه‌ی تهویه‌دار، که به‌طور دماپای<sup>۱</sup> قابل کنترل بوده و قادر به نگهداری دماهای  $(50 \pm 2)^\circ \text{C}$  و  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$  باشد.

یادآوری- گرم‌خانه‌های جداگانه برای هر گستره دمایی می‌تواند به‌کاربرده شود.

۶-۸ دماسنج، قادر به اندازه‌گیری دمای گرم‌خانه در  $50^\circ \text{C}$  و  $110^\circ \text{C}$  با دقت  $0.5^\circ \text{C}$ .

۶-۹ خشکانه‌ها، به اندازه کافی بزرگ به منظور قرار دادن سه منشور بتنی به ابعاد  $50 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  دارای ژل سیلیس بدون آب به عنوان خشکاننده.

۶-۱۰ سینی، که قادر به گرم شدن در گرم‌خانه تهویه‌دار بدون آسیب یا تغییر جرم باشد.

۶-۱۱ ابزار زمان‌سنج، به‌گونه‌ای که گستره کاملی از دوره‌های زمانی را با دقت  $\pm 1 \text{ min}$  اندازه‌گیری کند.

۶-۱۲ مخلوط‌کن مکانیکی، که قادر به اختلاط تمامی اجزای بتن در محدوده زمانی مشخص شده باشد.

یادآوری- به‌طور جای‌گزین اختلاط دستی می‌تواند به‌کار برده شود.

۶-۱۳ یک ورق پوششی نفوذناپذیر صاف، با اندازه مناسب، از جنس لاستیک، پلی اتیلن یا فولاد.

## ۷ مواد

۷-۱ سیمان نوع ۴۲۵-۱ طبق استاندارد ملی ۳۸۹.

۷-۲ آب، مقطر یا یون زدایی شده.

۷-۳ پین‌ها یا گل‌میخ‌های نیم‌کره‌ای یا تورفتگی‌های فولادی زنگ‌نزن با قطر ۸mm (بند ۶-۴ را ببینید).

## ۸ آماده‌سازی زیرنمونه‌های آزمون

۸-۱ نمونه‌های آزمایشگاهی سنگدانه درشت و سنگدانه ریز (ماسه) را با روش مشخص شده در استاندارد ملی ۱۳۹۳۹ به منظور ایجاد زیرنمونه‌ها بردارید، طوری که بعد از خشک‌شدن در گرم‌خانه و الک کردن به‌طور تقریبی ۱۶۰۰g از ذرات با اندازه بین ۱۰mm تا ۲۰mm، ۸۰۰g از ذرات با اندازه بین ۴mm تا ۱۰mm و ۱۳۰۰g از ذرات با اندازه بین ۰mm تا ۴mm (ماسه) بدهد.

۸-۲ زیرنمونه‌ها را روی سینی‌های کم‌عمق پخش کنید و برای مدت حداقل ۱۶h در گرم‌خانه (بند ۶-۷) که در دمای  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$  تنظیم شده است، خشک کنید.

۸-۳ تمامی مواد فرااندازه را از سنگدانه ریز (ماسه) و تمامی مواد فرااندازه و فرااندازه را از هر کدام از دو زیرنمونه سنگدانه درشت از نمونه خارج کنید.

## ۹ آماده‌سازی منشورهای آزمون

### ۹-۱ نسبت‌بندی

سه منشور آزمون را با استفاده از مقادیر سیمان، سنگدانه‌ها و آب مورد نیاز برای ساخت سه منشور همان‌طور که در جدول ۱ مشخص شده است بریزید.

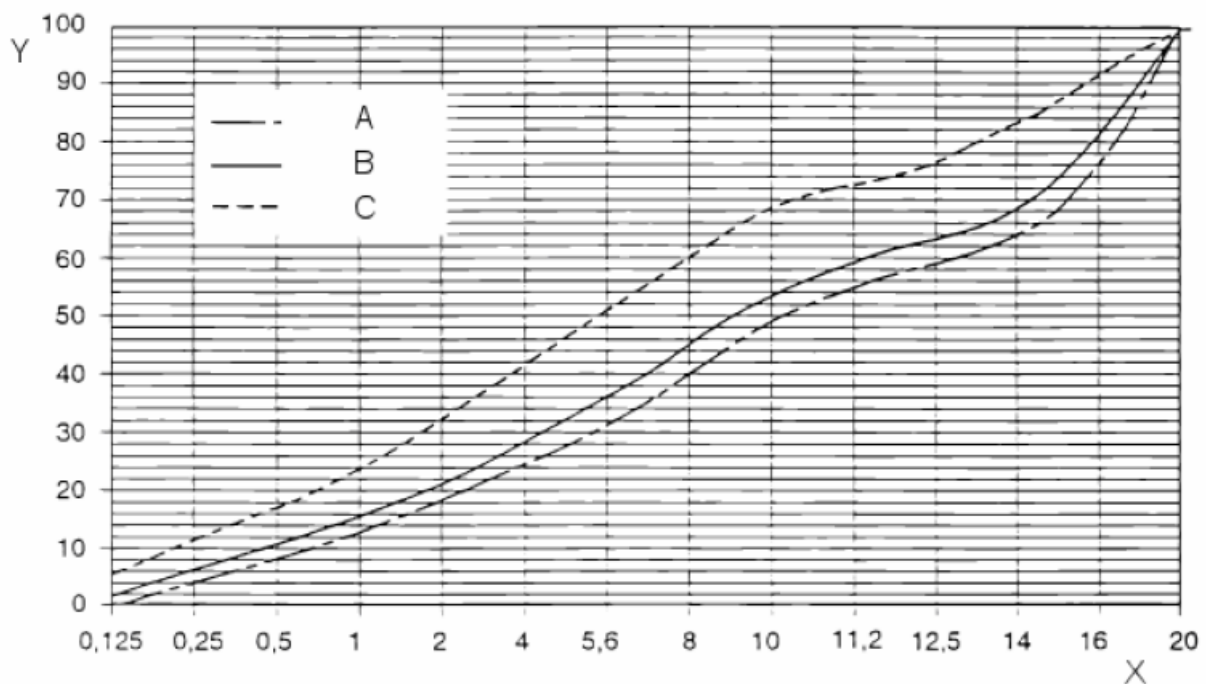
جدول ۱- جرم مواد تشکیل‌دهنده‌ی منشورهای آزمون

جرم g	مواد تشکیل‌دهنده
$550 \pm 5$	سیمان
$3300 \pm 5$	سنگدانه درشت (۲۰mm تا ۴mm) و سنگدانه ریز (ماسه)
$300 \pm 5$	آب

سنگدانه درشت و سنگدانه ریز (ماسه) باید با حدود مشخص شده در جدول ۲ و منحنی دانه‌بندی نشان‌داده شده در شکل ۱ مطابقت داشته باشند.

جدول ۲- حدود دانه‌بندی سنگدانه در منشورهای بتنی

حدود دانه‌بندی کلی			اندازه الک mm
حد بالای مقدار عبوری %	مقدار عبوری ترجیحی %	حد پایین مقدار عبوری %	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰
۹۲	۸۲	۷۶	۱۶
۸۳	۶۹	۶۵	۱۴
۷۸	۶۴	۶۰	۱۲,۵
۷۶	۶۰	۵۶	۱۱,۲
۷۰	۵۵	۵۰	۱۰
۶۱	۴۶	۴۱	۸
۵۲	۳۸	۳۲	۵,۶
۴۳	۳۰	۲۶	۴
۳۳	۲۲	۲۰	۲
۲۵	۱۷	۱۴	۱
۱۸	۱۲	۱۰	۰,۵
۱۲	۸	۵	۰,۲۵
۶	۲	۰	۰,۱۲۵



راهنما:

X اندازه الک، میلی‌متر  
Y درصد تجمعی عبوری

A حد پایینی  
B ترجیحی  
C حد بالایی

شکل ۱- حدود دانه‌بندی برای سنگدانه در منشورهای بتنی

## ۹-۲ اختلاط و ریختن

۹-۲-۱ بتن مورد نیاز برای سه منشور را با استفاده از یک نمونه آزمایشگاهی کوچک با مخلوط کن مکانیکی مخلوط کنید. در ابتدا سیمان و سنگدانه ریز (ماسه) را به مدت ۲min به صورت خشک مخلوط کنید. سنگدانه درشت را اضافه کنید و تا مادامی که مخلوط یکنواخت شود به صورت خشک مخلوط کنید. آب را اضافه کنید و به مدت ۲min تا ۳min مخلوط کنید.

۹-۲-۲ مخلوط را به قالبهای تکی یا چندتایی منتقل کنید و میز لرزاننده را برای متراکم کردن بتن در قالبها در دو لایه تقریبا برابر، به مدت کافی تا این که تراکم کامل به دست آید به کار برید. اگر تراکم کامل نتواند به دست آید آزمون باید رها شود.

۹-۲-۳ با کامل شدن تراکم بتن، سطوح منشور را با یک ماله صاف کنید.

## ۹-۳ نگهداری منشورها

۹-۳-۱ بلافاصله بعد از کامل شدن تراکم، منشورها را با یک ورق نفوذناپذیر صاف (برای مثال ورق لاستیکی، پلی اتیلنی یا فولادی نازک) که در تماس با لبه های بالایی قالبها قرار می گیرد بپوشانید. منشورها را در این شرایط به مدت  $(24 \pm 2)h$  در دمای محیطی  $(20 \pm 2)^\circ C$  رها کنید.

۹-۳-۲ بعد از  $(24 \pm 2)h$  منشورها را برای شناسایی شماره گذاری کنید و یک انتهای هر منشور را به عنوان قسمت بالای منشور معرفی کنید، اطمینان یابید که این انتها اغلب در حین اندازه گیری های بعدی در سمت بالا قرار داشته باشد.

۹-۳-۳ منشورها را از قالب در آورید. جایی که تورفتگی ها مورد استفاده قرار نمی گیرند، پین های فولادی زنگ نزن با قطر ۸mm را داخل دندانها در دو انتهای هر منشور بچسبانید.

یادآوری- یک دوغاب سیمان/آب برای چسباندن پینها در محل، رضایت بخش است. بیش از نیمی از هر پین به منظور کمک به نگهداری، بهتر است در دوغاب خوابانده شود.

۹-۳-۴ بعد از آن که سطح پینها یا گل میخ های نیمه کروی یا تورفتگی ها تمیز شد، منشورها را در یک اتاق مرطوب (مه آلود) با رطوبت نسبی بیش از ۹۵٪ و دمای  $(20 \pm 2)^\circ C$  قرار دهید یا این که روی منشورها پوشش نمدار و یک ورق پلی اتیلنی قرار داده و به مدت  $(24 \pm 2)h$  بیش تر در محیط با دمای  $(20 \pm 2)^\circ C$  نگاه دارید.

## ۱۰ روش انجام آزمون

۱۰-۱ همه اندازه گیری ها را در دمای  $(20 \pm 2)^\circ C$  انجام دهید. در دوره های زمانی مشخص شده در بند ۱۰-۲ و ۱۰-۳، هر منشور را با استفاده از ابزارهای مشخص شده در بند ۶-۶ با قرار دادن منشور (قسمت نشان دار شده در بالا قرار گیرد) در قاب و به دست آوردن یک حداقل خوانش با نزدیک ترین تقسیم بندی با چرخش آهسته منشور اندازه بگیرید. قبل و بعد از هر بار اندازه گیری، طول ابزار اندازه گیری را با میله مرجع واریسی کنید و اگر تفاوت در این خوانشها بزرگ تر از  $0.102mm$  بود، منشورها را دوباره اندازه بگیرید. تفاوت اندازه گیری طول بین منشور و میله مرجع را با تقریب  $0.102mm$  ثبت کنید.

۱۰-۲ در حدود  $(48 \pm 2)h$  از زمان کامل شدن تراکم منشورها، منشورها را در آب با دمای  $(20 \pm 2)^\circ C$  به مدت  $(120 \pm 2)h$  غوطه‌ور کنید. سپس منشورها را از آب بیرون بیاورید، پین‌ها یا گل‌میخ‌های نیمه‌کروی یا تورفتگی‌ها را با پارچه خشک تمیز، پاک کنید و هر منشور را طبق بند ۱۰-۱ اندازه بگیرید، تفاوت در طول هر منشور و میله‌ی مرجع،  $w$ ، را ثبت کنید. منشورها را در گرم‌خانه (بند ۶-۷) در دمای  $(110 \pm 5)^\circ C$  قرار دهید، اطمینان یابید که دسترسی آزاد به هوا برای تمامی وجوه منشورها وجود داشته باشد.

۱۰-۳ بعد از  $(72 \pm 2)h$ ، منشورها را از گرم‌خانه بیرون آورید و اجازه دهید تا در خشکانه به مدت  $(24 \pm 2)h$  سرد شود. هر منشور را طبق بند ۱۰-۱ اندازه بگیرید، تفاوت در طول هر منشور و میله‌ی مرجع،  $d$ ، را ثبت کنید.

۱۰-۴ بعد از این‌که اندازه‌گیری خشک انجام شد، طول واقعی منشورها در مجاورت پین‌ها یا گل‌میخ‌های نیمه‌کروی یا تورفتگی‌ها را تا نزدیک‌ترین میلی‌متر،  $l$ ، اندازه بگیرید و به عنوان طول خشک ثبت کنید.

## ۱۱ محاسبات و بیان نتایج

۱۱-۱ جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن هر منشور،  $S$ ، را برحسب درصد طبق رابطه ۱ محاسبه کنید:

$$S = \frac{(w - d)}{l} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

$w$  اندازه‌گیری اولیه (تر)، برحسب میلی‌متر؛

$d$  اندازه‌گیری خشک، برحسب میلی‌متر؛

$l$  طول خشک، برحسب میلی‌متر است.

۱۱-۲ جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن را به‌صورت میانگین سه تعیین تا نزدیک‌ترین  $0.1\%$  بیان کنید.

۱۱-۳ اگر گستره بین مقادیر جمع‌شدگی منشورهای منفرد بیش از  $0.6mm$  و  $12\%$  میانگین جمع‌شدگی سه منشور باشد، آزمون باید غیررضایت‌بخش در نظر گرفته شده و یک آزمون بیش‌تر باید با استفاده از منشورهای تازه انجام شود.

## ۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید دارای موارد زیر باشد:

۱۲-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۱۲-۲ منبع، نوع و اندازه‌های سنگدانه‌ی ارایه شده برای آزمون؛

۱۲-۳ در صورت وجود، منبع، نوع و اندازه‌های سنگدانه‌های مورد مصرف به‌عنوان سایر اجزای تشکیل‌دهنده؛

۱۲-۴ تاریخ گزارش و نام آزمایشگاه آزمون و امضای آزمون‌گر.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

#### شرایط سنگدانه‌ی با اندازه‌ی بزرگ‌تر

در صورتی سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۲۰mm می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که اگر ابعاد خطی منشورهای آزمون به نسبت بزرگ‌ترین اندازه‌ی سنگدانه‌ی مورد مصرف افزایش یافته و اندازه‌ی نمونه و نسبت‌های مخلوط بتن نیز به‌طور هماهنگ افزایش پیدا کند. برای افزایش‌های قابل ملاحظه در اندازه، زمان‌های تر کردن و خشک‌کردن طولانی‌تری ممکن است ضروری شود. داده‌ی دقت مندرج در پیوست ب به این تغییر اعمال نمی‌شود.

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### دقت

ب-۱ یک تجربه با همکاری ۱۰ آزمایشگاه بر روی یک ترکیب سنگدانه در سال ۱۹۸۵ انجام شده است. یک نمونه شاهد (نمونه‌ی آزمایشگاهی) از یک انباشته برای هر کدام از سه بخش اندازه‌ی مورد نیاز برداشته شد. رویه‌ی یکسان ۱۹ مرتبه تکرار شد تا یک مجموعه شامل ۲۰ نمونه‌ی آزمایشگاهی برای هر بخش اندازه تولید شود. به‌طور تصادفی از هر بخش دو نمونه آزمایشگاهی که به هر آزمایشگاه مشارکت‌کننده فرستاده شده بود انتخاب شد. از هر کدام درخواست شد تا با استفاده از رویه نمونه‌برداری شاهد، دو بخش آزمون از هر نمونه آزمایشگاهی را تهیه و سپس پیمان‌های منشورها را با استفاده از یک بخش آزمون از بخش اندازه در هر پیمان‌ه بسازند. داده‌های این تجربه طبق اصول مندرج در استاندارد ISO 5725:1986 [۲] تحلیل شد و نتایج حاصل از یک پیمان‌ه از منشورها از یک آزمایشگاه به‌علت این‌که نتیجه خارج از گستره میانی منشور بود، رد شد.

ب-۲ داده‌های دقت درحالتی که «نتیجه‌ی آزمون» شامل میانگین جمع‌شدگی خشک سه منشور از یک پیمان‌ه است، در جدول ب ۱ آورده شده است. تعاریف  $r_1$ ،  $R_1$  و  $R_2$  در استاندارد EN 932-6 [۱] داده شده است.

جدول ب ۱- تخمین‌های دقت

$R_2$	$R_1$	$r_1$	میانگین جمع‌شدگی (S)
%	%	%	%
۰٫۰۲۵۲	۰٫۰۲۵۱	۰٫۰۱۰۷	۰٫۱۱۵۰

هر انحراف ناشی از تفاوت‌ها در عملکرد گرم‌خانه‌ی خشک‌کن از یک اجرا به بعد، یا هر انحراف طولانی مدت دیگر که ممکن است بین یک آزمون و آزمون دیگر ایجاد شود، در  $R_2$  و  $R_1$  جدول ب ۱ نقش خواهد داشت و در  $r_1$  نقش نخواهد داشت.

ب-۳ داده‌های دقت جدول ب ۱ فقط به یک سطح جمع‌شدگی ۰٫۱۱۵٪ وابسته است. سایر داده‌های دقت برای یک روش مرتبط نزدیک به آزمون از فرض متفاوت بودن ضرایب دقت، نسبت به سطح نتایج پشتیبانی می‌کند، به‌طوری‌که سطح اطمینان ۹۵٪ می‌تواند به‌عنوان نتیجه آزمون به‌علاوه یا منهای درصدی از نتیجه‌ی آزمون محاسبه شود.

ب-۴ بر مبنای  $R_2/\sqrt{2}$  از جدول ب ۱ برحسب درصدی از مقدار میانگین، ۰٫۱۱۵، بیان شده (۱۵٫۵٪) مقدار میانگین، بهتر است نتیجه آزمون در سطح اطمینان ۹۵٪ به‌علاوه یا منهای ۱۵٫۵٪ از نتیجه آزمون محاسبه شود.



پیوست پ

(اطلاعاتی)

کتابنامه

[1] EN 932-6, Tests for general properties of aggregates - Part 6: Definitions of repeatability and reproducibility

[2] ISO 5725:1986 (all parts), Precision of testing methods - Determination of repeatability and reproducibility by inter-laboratory tests