



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۵۵۲۷

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO
15527
1st.Edition
2018

سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن
محافظ در برابر پرتو- ویژگی‌ها

Aggregates for radiation-shielding
concrete- Specification

ICS: 91.100.30; 13.280

استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۵۲۷ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 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

Website: <http://www.isiri.gov.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، نهادهای 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، به‌عنوان 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، به‌عنوان 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد 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

«سنگدانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو – ویژگی‌ها»

رئیس:

سعیدی رضوی، بهزاد
(دکتری زمین‌شناسی)

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشگاه استاندارد

دبیر:

جمشیدی، وحید
(کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)

سازمان انرژی اتمی - شرکت مهندسين مشاور افق هسته‌ای

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

انصار کبوتر آهنگی، مستانه
(کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)

سازمان انرژی اتمی

بنیادی، زهرا
(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی)

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین

جانعلی‌پور شهبانی، محمدرضا
(کارشناسی ارشد فیزیک حالت جامد)

پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی

دولت‌دار، رضا
(کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)

سازمان انرژی اتمی

رضایی، محمد هادی
(دکتری مهندسی عمران)

سازمان انرژی اتمی

رُکُرک، بهروز
(دکتری مهندسی هسته‌ای)

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده راکتور

سمیع‌پور، فرهاد
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی

سید شرفی، سید مسعود
(کارشناسی ارشد عمران سازه)

نیروگاه اتمی بوشهر

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

صابری، رضا (دکتری مهندسی عمران)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده راکتور
عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناسی مهندسی مواد - سرامیک)	سازمان ملی استاندارد
عربلو، رضا (کارشناسی فیزیک)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی
غلامی، محمد جواد (کارشناسی ارشد شهرسازی)	کمیته پدافند غیر عامل و مدیریت بحران
گندم‌کار، مهدی (کارشناسی ارشد عمران - محیط زیست)	سازمان حفاظت محیط زیست - دفتر پایش فراگیر آلودگی محیط زیست
محمدی، حسین (دکتری مهندسی هسته‌ای)	سازمان انرژی اتمی
مؤمنی‌نیا، وحید (کارشناسی مهندسی عمران)	نیروگاه اتمی بوشهر
نعمتی چاری، مهدی (دکتری مهندسی عمران)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
نصیری، احمد (کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای - راکتور)	سازمان انرژی اتمی - شرکت مهندسين مشاور افق هسته‌ای
واحدی گرده، سجاد (کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه)	پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده راکتور
یاحقی، عفت (دکتری مهندسی هسته‌ای - پرتوپزشکی)	دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین
یونسی، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	سازمان انرژی اتمی

ویراستار:

قشقایی، محمد مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - زلزله)

پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ طبقه‌بندی
۳	۵ ترکیب و چگالی نسبی (وزن مخصوص)
۶	۶ دانه‌بندی سنگ‌دانه
۶	۶-۱ دانه‌بندی الک
۶	۶-۲ ضریب نرمی
۸	۷ مواد زیان‌آور
۸	۸ مقاومت سنگ‌دانه‌های درشت در مقابل سایش
۸	۹ روش‌های نمونه‌برداری و آزمون
۱۱	۱۰ نشانه‌گذاری
۱۲	۱۱ دقت و آریبی
۱۲	۱۱-۱ دقت
۱۲	۱۱-۲ آریبی
۱۳	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع
۱۴	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو-ویژگی‌ها» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتصد و هشتاد و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۷/۰۴/۲۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM C637:2014, Standard Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete

سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو-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 و اجرای آن و همچنین در نظر گرفتن محدودیت‌های قانونی، بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن‌های محافظ در برابر پرتو است. در این استاندارد، ترکیب یا چگالی نسبی زیاد سنگ‌دانه‌ها، یا هر دو، موضوع اصلی هستند.

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 C33, Specification for Concrete Aggregates

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲: سال ۱۳۹۴، سنگ‌دانه‌های بتن-ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C33: 2013 تدوین شده است.

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

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۹۰، سنگ‌دانه‌های بتن-واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125: 2009 تدوین شده است.

2-3 ASTM C127, Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲: سال ۱۳۹۰، روش آزمون تعیین وزن مخصوص انبوهی و جذب آب سنگ‌دانه‌های درشت، با استفاده از استاندارد ASTM C127: 2009 تدوین شده است.

2-4 ASTM C128, Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه ریز - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C128: 2015، تدوین شده است.

2-5 ASTM C131, Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۸: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها - مقاومت سنگدانه در مقابل سایش و ضربه دستگاه لس‌آنجلس - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C131/C131M: 2014، تدوین شده است.

2-6 ASTM C136, Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷: سال ۱۳۹۳، روش آزمون دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت توسط الک، با استفاده از استاندارد ASTM C136/C136M: 2014 تدوین شده است.

2-7 ASTM C219, Terminology Relating to Hydraulic Cement

2-8 ASTM C535, Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۴۴۷: سال ۱۳۸۴، سنگدانه - تعیین مقاومت سنگدانه‌های درشت‌دانه در مقابل سایش و ضربه دستگاه لس‌آنجلس - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C535: 2003، تدوین شده است.

2-9 ASTM C638, Descriptive Nomenclature of Constituents of Aggregates for Radiation-Shielding Concrete

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای ASTM C219 و ASTM C125، به کار می‌رود.

۴ طبقه‌بندی

این استاندارد برای انواع سنگ‌دانه‌های زیر، کاربرد دارد:

- سنگ‌دانه‌های کانی طبیعی با چگالی بالا، یا مقدار آب ثابت^۱ بالا، یا هردوی آن‌ها. این موارد شامل سنگ‌دانه‌هایی هستند که اساساً شامل موادی نظیر باریت^۲، مگنتیت^۳، هماتیت^۴، ایلمنیت^۵ و سرپانتین^۶ یا متشکل از آن‌ها هستند.
- سنگ‌دانه‌های مصنوعی مانند آهن، فولاد، فرو فسفر^۷ و فریت^۸ یا دیگر ترکیبات حاوی بُر (به استاندارد ASTM C638 مراجعه شود).
- سنگ‌دانه ریز متشکل از ماسه‌های طبیعی یا مصنوعی شامل کانی‌هایی با چگالی بالا. سنگ‌دانه درشت ممکن است از کان سنگ خُرد شده، سنگ خُرد شده، یا محصولات مصنوعی یا ترکیبات یا مخلوط‌های آن‌ها، تشکیل شده باشند.

۵ ترکیب و چگالی نسبی (وزن مخصوص)

۱-۵ داده‌های مربوط به ترکیب شیمیایی و چگالی نسبی مواد سنگ‌دانه مشمول این استاندارد، در جدول ۱ ارائه شده است.

۲-۵ کمینه چگالی نسبی برای هر اندازه و نوع سنگ‌دانه باید توسط خریدار مشخص شود.

۱-۲-۵ یکنواختی چگالی نسبی

چگالی نسبی در حالت اشباع با سطح خشک (SSD)^۹ برای دو محموله^{۱۰} متوالی از سنگ‌دانه، نباید بیشتر از ۳٪ با نمونه تحویل داده شده برای آزمون‌های پذیرش^{۱۱} تفاوت داشته باشد. چگالی نسبی میانگین کل محموله باید برابر یا بزرگ‌تر از کمینه مشخص شده باشد.

1- Fixed water content
2- Barite
3- Magnetite
4- Hematite
5- Ilmenite
6- Serpentine
7- Ferrophosphorus
8- Boron frit
9- Saturated Surface-Dry
10- Shipments
11- Source approval tests

۳-۵ کمینه مقدار آب ثابت کان‌سنگ‌های آبدار، باید توسط خریدار مشخص شود. اگر دمای طراحی، T ، با آنچه که در زیربند ۹-۱-۳-۵ ارائه شده است، متفاوت باشد، مقدار دمای طراحی باید توسط خریدار تعیین شود.

۱-۳-۵ یکنواختی مقدار آب ثابت

برای سنگ‌دانه‌های آبدار، مقدار آب ثابت دو محموله متوالی از سنگ‌دانه، نباید کمتر از ۹۵٪ کمینه مقدار مشخص شده باشد. میانگین مقدار آب ثابت کل محموله، باید برابر یا بزرگ‌تر از مقدار کمینه مشخص شده باشد.

جدول ۱- ترکیب و چگالی نسبی سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو

ماده سازنده غالب	طبقه‌بندی ماده	ترکیب شیمیایی سازنده اصلی ^A	چگالی نسبی سنگ‌دانه‌های موجود
سرپانتین ^B	سنگ خرد شده، سیلینت آبدار	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	۲/۴ تا ۲/۶۵
لیمونیت ^C	سنگ خرد شده، کان سنگ آهن آبدار	$(HFeO_2)_x(H_2O)_y$	۳/۴ تا ۳/۸
گوتیت ^C	سنگ خرد شده، کان سنگ آهن آبدار	$HFeO_2$	۳/۵ تا ۴/۵
باریت	شن ^۱ یا سنگ خرد شده	$BaSO_4$	۴/۰ تا ۴/۴
ایلمنیت	سنگ خرد شده، کان سنگ آهن	$FeTiO_3$	۴/۲ تا ۴/۸
هماتیت	سنگ خرد شده، کان سنگ آهن	Fe_2O_3	۴/۶ تا ۵/۲
مگنتیت	سنگ خرد شده، کان سنگ آهن	$FeFe_2O_4$	۴/۶ تا ۵/۲
آهن	ساخته شده از آهن/فولاد	Fe	۶/۵ تا ۷/۵
فرو فسفر ^D	مصنوعی	Fe_nP	۵/۸ تا ۶/۳
فریت بُر ^E	مصنوعی	$B_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, CaO$	۲/۶ تا ۲/۸
کاربید بُر	مصنوعی	B_4C, B_2O_3, C	۲/۵
کلسیم بُراید	مصنوعی	CaB_6, C	۲/۵

^A توصیه می‌شود، خریدار هنگامی که لازم است تولید تابش ثانویه با طول عمر زیاد در حفاظ، کمینه شود یا از به‌کارگیری موادی که ذاتاً پرتوزا هستند، ممانعت شود، محدودیت‌هایی را برای مقدار عناصر مزاحم تعیین کند.

^B مقدار آب ثابت سرپانتین در گستره ۱۰٪ تا ۱۳٪ وزنی قرار می‌گیرد.

^C مقدار آب ثابت لیمونیت و گوتیت در گستره ۸٪ تا ۱۲٪ وزنی قرار می‌گیرد.

^D هنگامی که فرو فسفر در بتن سیمان پرتلند مورد استفاده قرار گیرد، گازهای اشتعال‌پذیر و احتمالاً سمی تولید خواهد کرد که در صورت محبوس بودن می‌تواند فشار بالایی ایجاد کند (به منابع [۱] و [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود).

^E مقدار آب ثابت فریت بُر کمتر از ۰/۵٪ است.

۶ دانه‌بندی سنگ‌دانه

۱-۶ دانه‌بندی الک

سنگ‌دانه‌های ریز و درشت مورد استفاده در بتن‌ریزی متداول، باید در محدوده‌های ارائه شده در استاندارد ASTM C33، دانه‌بندی شوند. مگر آن‌که با تأیید خریدار، مقدار ۲۰٪ از ماده‌ای که از الک ۹/۵ mm (۳/۸ اینچ) عبور می‌کند، از الک ۱۵۰ μm (شماره ۱۰۰) نیز عبور کند و حداکثر ۱۰٪ مواد از الک ۷۵ μm (شماره ۲۰۰) عبور کند، به شرطی که مقداری که از الک ۷۵ μm (شماره ۲۰۰) عبور می‌کند، عاری از رُس یا شیل باشد.

۱-۱-۶ سنگ‌دانه‌های ریز و درشت مورد استفاده در بتن پیش‌آکنده^۱، باید مطابق با الزامات جدول ۲، دانه‌بندی شوند.

۲-۱-۶ هنگامی که فریت بُر به عنوان بخشی از سنگ‌دانه ریز استفاده می‌شود، دانه‌بندی باید به گونه‌ای انجام شود که ۱۰۰٪ آن، از الک ۴/۷۵ mm (شماره ۴) عبور کند و بیشتر از ۵٪ آن از الک ۶۰۰ μm (شماره ۳۰) عبور نکند.

۲-۶ ضریب نرمی

اگر ضریب نرمی^۲ سنگ‌دانه ریز، بیشتر از ۰/۲ از مقدار ثبت شده^۲ مربوط به نمونه ارائه شده برای پذیرش، تفاوت داشته باشد، سنگ‌دانه ریز باید مرجوع شود. مگر آن‌که اقدامات اصلاحی مناسبی در نسبت‌های مخلوط بتن به‌منظور جبران اختلاف در دانه‌بندی انجام شود.

1- Preplaced Aggregate Concrete

در ساخت بتن پیش‌آکنده، سنگ‌دانه‌های درشت در درون قالب یا در فضای مورد نظر چیده شده یا با وسایل مناسب و به نحوی مشخص ریخته، توزیع و متراکم می‌شوند. سپس ملات سیمان، تحت فشار و به‌طور مداوم و یکنواخت در فضای خالی بین سنگ‌دانه‌ها تزریق می‌شود.

2- Fineness modulus

جدول ۲- الزامات مربوط به دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های ریز و درشت مورد استفاده در بتن پیش‌آکنده

درصد عبوری		اندازه الک
دانه‌بندی ۲	دانه‌بندی ۱	
برای سنگ‌دانه با بیشینه اندازه اسمی ۲۵ mm (۱ اینچ)	برای سنگ‌دانه با بیشینه اندازه اسمی ۳۷/۵ mm ($1\frac{1}{4}$ اینچ)	
سنگ‌دانه درشت		
...	۱۰۰	۵۰ mm (۲ اینچ)
۱۰۰	۹۵ تا ۱۰۰	۳۷/۵ mm ($1\frac{1}{4}$ اینچ)
۹۵ تا ۱۰۰	۴۰ تا ۸۰	۲۵/۰ mm (۱ اینچ)
۴۰ تا ۸۰	۲۰ تا ۴۵	۱۹/۰ mm ($\frac{3}{4}$ اینچ)
۰ تا ۱۵	۰ تا ۱۰	۱۲/۵ mm ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۰ تا ۲	۰ تا ۲	۹/۵ mm ($\frac{3}{8}$ اینچ)
سنگ‌دانه ریز		
...	۱۰۰	۲/۳۶ mm (شماره ۸)
۱۰۰	۹۵ تا ۱۰۰	۱/۱۸ mm (شماره ۱۶)
۷۵ تا ۹۵	۵۵ تا ۸۰	۶۰۰ μ m (شماره ۳۰)
۴۵ تا ۶۵	۳۰ تا ۵۵	۳۰۰ μ m (شماره ۵۰)
۲۰ تا ۴۰	۱۰ تا ۳۰	۱۵۰ μ m (شماره ۱۰۰)
۰ تا ۱۰	۰ تا ۱۰	۷۵ μ m (شماره ۲۰۰)
ضریب نرمی		
۱/۶۰ تا ۱/۱۰۰	۲/۱۰ تا ۱/۳۰	
دانه‌بندی سنگ‌دانه		
سنگ‌دانه ریز	سنگ‌دانه درشت	چگالی نسبی سنگ‌دانه ریز
دانه‌بندی ۱	دانه‌بندی ۱	تا ۳/۰
دانه‌بندی ۲	دانه‌بندی ۱	بیشتر از ۳/۰
دانه‌بندی ۲	دانه‌بندی ۲	گستره کامل

۷ مواد زیان آور

۱-۷ سنگدانه‌های ریز و درشت باید الزامات استاندارد ASTM C33 را برآورده کنند.

۲-۷ فریت بر نباید حاوی بیشتر از ۲٪ ماده محلول آبی باشد.

یادآوری- این حد بر مبنای مخلوط بتنی است که حاوی بیشتر از 300 kg/m^3 فریت بر نباشند.

۸ مقاومت سنگدانه‌های درشت در مقابل سایش

۱-۸ کاهش وزن در اثر سایش سنگدانه‌های درشت، هنگامی که مطابق با استاندارد ASTM C131 یا استاندارد ASTM C535 مورد آزمون قرار می‌گیرند، نباید بیشتر از ۵٪ باشد. سنگدانه‌های درشتی که تطابق لازم با این الزام را ندارند در صورتی که مقاومت مورد نظر بتن را تأمین کنند، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۹ روش‌های نمونه‌برداری و آزمون

۱-۹ نمونه‌برداری و آزمون سنگدانه‌ها را مطابق با روش‌های ذکر شده در استاندارد ASTM C33 انجام دهید، مگر در موارد زیر:

۱-۱-۹ چگالی نسبی

چگالی نسبی در حالت اشباع با سطح خشک را برای سنگدانه‌های ریز مطابق با استاندارد ASTM C128 و برای سنگدانه‌های درشت مطابق با استاندارد ASTM C127 تعیین کنید، مگر این که جرم این نمونه آزمون برای سنگدانه‌های ریز و درشت باید به صورت تقریبی برابر با حاصل ضرب جرم مشخص شده در نسبت زیر باشد:

چگالی نسبی

۲٫۶۵

که در این نسبت برای تعیین چگالی نسبی، از مقدار بزرگ‌تر ارائه شده در جدول ۱، استفاده شود.

۹-۱-۲ دانه‌بندی

دانه‌بندی مطابق با استاندارد ASTM C136 انجام شود مگر این که جرم این نمونه آزمون برای سنگ‌دانه‌های ریز و درشت باید به صورت تقریبی برابر با حاصل ضرب جرم مشخص شده در نسبت زیر باشد:

$$\frac{\text{چگالی نسبی}}{۲,۶۵}$$

که در این نسبت برای تعیین چگالی نسبی از مقدار بزرگ‌تر ارائه شده در جدول ۱، استفاده شود.

۹-۱-۳ مقدار آب ثابت

در صورتی که میزان کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن سنگ‌دانه به دلیل مقدار آب ثابت، $\geq 90\%$ یا بیشتر باشد، مقدار آب ثابت، F ، را با استفاده از آزمون کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن مطابق با زیربند ۹-۱-۳-۱ تعیین کنید. در صورتی که میزان کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن به دلیل مقدار آب ثابت، کمتر از $\geq 90\%$ باشد، مقدار آب ثابت را با استفاده از «روش زنجیره‌ای»^۱ (مطابق زیربند ۹-۱-۳-۲) تعیین کنید. در مواردی که اختلاف وجود دارد، از نتایج حاصل از روش زنجیره‌ای به عنوان مبنایی برای پذیرش یا رد سنگ‌دانه استفاده کنید. برای این که نشان دهید $\geq 90\%$ یا بیشتر از کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن مرتبط با آب ثابت است، از روش زنجیره‌ای استفاده کنید. هنگامی که آزمون‌های کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن روی نمونه‌های سنگ‌دانه از منبع یکسانی انجام می‌شوند، مقدار آب ثابت را در اولین نمونه و در هر دهمین نمونه بعد از آن، با روش زنجیره‌ای تعیین کنید.

۹-۱-۳-۱ برای آزمون کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن، نمونه‌ای از سنگ‌دانه با وزن 20 g تا 50 g (W) را خرد کنید تا از الک 4.75 mm (شماره ۴) عبور کند. نمونه را درون کوره‌ای با دمای T که به هوای آزاد راه دارد، حرارت داده تا به وزن ثابت برسد. داخل یک خشکانه، نمونه حرارت داده شده را خنک کنید و سپس آن را وزن کنید (W_T). نمونه را بار دیگر داخل آون قرار دهید، تا دمای سرخ‌شدن، t ، حرارت دهید، سپس داخل خشکانه سرد کرده و وزن نهایی را تعیین کنید (W_t). هنگامی که حرارت دادن بیشتر، در دمای طراحی، T ، منجر به افت وزنی کمتر از 0.1% شود، نمونه به وزن ثابت رسیده است.

۹-۱-۳-۲ در آزمون زنجیره‌ای حدود 1 g (W') از نمونه کاملاً خرد و نرم شده را در دمای T حرارت دهید تا به وزن ثابت (W'_T) برسد. سپس نمونه (W'_T) را در جریانی از گاز آرگن در دمای سرخ‌شدن، t ، حرارت دهید. بخار آب و مواد گازی جدا شده از نمونه حرارت دیده را از درون منیزیم پرکلرات عبور دهید. افزایش وزن (W'_g) در منیزیم پرکلرات نشان دهنده مقدار آب ثابت نمونه در دمای T است. همچنین وزن نمونه خشک شده (W'_t) را در دمای سرخ‌شدن، t ، تعیین کنید.

1- Train method

۳-۳-۱-۹ مقدار آب ثابت را در دمای T با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر محاسبه کنید:

آزمون کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن:

$$F, Percent = \left[\frac{(W_T - W_t)}{W_T} \right] \times 100 \quad (۱)$$

که در آن:

W_T نمونه حرارت داده شده تا وزن ثابت برحسب g؛

W_t نمونه حرارت داده شده و خنک شده برحسب g؛

آزمون زنجیره‌ای

$$F, Percent = (W'_g - W'_T) \times 100 \quad (۲)$$

که در آن:

W'_g افزایش وزن نمونه برحسب g؛

W'_T وزن نمونه آب‌زدایی‌شده^۱ برحسب g؛

۴-۳-۱-۹ درصد ماده فرار غیرآبی، V ، را مطابق فرمول (۳) تعیین کنید:

آزمون زنجیره‌ای:

$$V, Percent = \left\{ \frac{[W' - (W'_t + W'_g)]}{W'_T} \right\} \times 100 \quad (۳)$$

که در آن:

W' وزن نمونه برحسب g؛

W'_t وزن نمونه آب‌زدایی‌شده برحسب g؛

W'_g افزایش وزن نمونه برحسب g؛

W'_T نمونه حرارت داده شده تا وزن ثابت برحسب g.

۹-۳-۱-۵ بخار آب خارج شده از نمونه با حرارت دادن در دمای T به عنوان بخشی از ماده فرار غیرآبی در نظر گرفته می‌شود. آب جذب شده در دمای 110°C به عنوان بخشی از ماده فرار غیرآبی در نظر گرفته نمی‌شود. درصد جذب را با استفاده از استانداردهای ASTM C127 و ASTM C128 تعیین کنید.

۹-۳-۱-۶ مقادیر دمای طراحی، T ، و دمای سرخ‌شدن، t ، باید مطابق جدول ۳ باشد.

جدول ۳- مقادیر دما برای سنگ‌دانه‌های آبدار

دمای طراحی، T $^{\circ}\text{C}$	دمای سرخ‌شدن، t $^{\circ}\text{C}$	سنگ‌دانه آبدار
۱۱۰	۵۰۰	کان‌سنگ آهن
۳۰۰	۹۰۰	سرپانتین

نمونه را تا رسیدن به وزن ثابت در یک دمای مشخص حرارت دهید، مگر آن‌که به‌گونه دیگری تأیید شده باشد. نمونه را پس از رسیدن به دمای اتاق در خشکانه، وزن کنید. اندازه‌گیری مقادیر آب ثابت در محدوده 0.3% باید مجدداً بررسی شود.

۹-۱-۴ ماده محلول در آب در فریت بُر

مقدار 5.00 g از نمونه‌ای که از الک $600\text{ }\mu\text{m}$ (شماره ۳۰) عبور می‌کند و روی الک $300\text{ }\mu\text{m}$ (شماره ۵۰) باقی می‌ماند را به مدت ۱۶ ساعت در تماس با 100 ml آب مقطر در دمای $(5 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ قرار دهید. نمونه را با حدود 200 ml آب داغ $(5 \pm 7)^{\circ}\text{C}$ ، شستشو و فیلتر کنید و سپس در دمای $(10 \pm 125)^{\circ}\text{C}$ به مدت یک ساعت خشک کنید. باقی‌مانده روی فیلتر، s را با تقریب 0.1 g ، وزن کنید. درصد ماده محلول در آب، W_S ، را با تقریب 0.1% از فرمول (۴) محاسبه کنید.

$$W_S = [(5.00 - s)/s] \times 100 \quad (4)$$

که در آن:

s باقی‌مانده روی فیلتر برحسب g است.

۱۰ نشانه‌گذاری

تولیدکننده یا تأمین‌کننده سنگ‌دانه باید حداقل اطلاعات زیر را ارائه دهد:

۱-۱۰ ارجاع به این استاندارد ملی؛

۲-۱۰ درج این عبارت که «از این سنگدانه برای ساخت بتن محافظ در برابر پرتو استفاده می‌شود»؛

۳-۱۰ منبع تأمین سنگدانه؛

۴-۱۰ طبقه‌بندی نوع سنگدانه؛

۵-۱۰ دانه‌بندی سنگدانه؛

۶-۱۰ مقدار برحسب کیلوگرم یا تُن؛

۷-۱۰ هرگونه اطلاعات یا محدودیتی که هنگام سفارش، از طرف خریدار تعیین شده است.

۱۱ دقت و اُریبی

۱-۱۱ دقت

در این استاندارد، فقط دقت آزمون مواد محلول آبی فریت بُر، بیان شده است. دقت برای مقدار آب ثابت برای آزمون کاهش وزن در اثر سرخ‌شدن یا برای روش آزمون زنجیره‌ای، ارزیابی نشده است.

۱-۱-۱۱ برای تخمین دقت مواد محلول آبی در فریت بُر، داده‌های یک آزمایشگاه در دسترس بوده است، بنابراین فقط یک تخمین درون آزمایشگاهی از دقت ایجاد شده است. این تخمین بر پایه ۱۵ آنالیز تکراری از ۵ بهر فریت ساخته شده توسط یک شرکت بوده است. ۱۵ تکرار در ۵ روز مجزا، به صورت ۳ تکرار در یک روز انجام شده و میانگین ماده محلول آبی در بازه $1,23\%$ تا $1,75\%$ در بین ۵ بهر قرار گرفته است.

۲-۱-۱۱ دقت درون آزمایشگاهی - انحراف معیار درون آزمایشگاهی در چندین بار از تعیین ماده محلول آبی در فریت بُر، $0,244\%$ است. بنابراین دو آنالیز از یک ماده در 95% موارد نباید بیشتر از $0,627\%$ اختلاف داشته باشد.

۲-۱۱ اُریبی

به دلیل این‌که ماده مرجع قابل پذیرش مناسبی برای تعیین اُریبی این استاندارد وجود ندارد، اُریبی در این استاندارد، بیان نشده است.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

الف-۱ کلیات

تغییرات اعمال شده در متن استاندارد منبع در زیربندهای زیر ارائه شده است.

الف-۱-۱ بخش‌های جایگزین شده

- زیربند ۱-۳ منبع، با «هشدار» قبل از هدف و دامنه کاربرد استاندارد، جایگزین شده است.

- شماره بند/زیربندهای منبع، مطابق با جدول الف-۱ در این استاندارد، تغییر پیدا کرده است.

جدول الف-۱- تغییر شماره بندها/زیربندها در مقایسه با استاندارد منبع

بند / زیربند در استاندارد	بند / زیربند معادل در منبع
۱۱	۱۰
۱-۱۱	۱-۱۰
۲-۱۱	۲-۱۰

الف-۱-۲ بخش‌های اضافه شده

- بند ۱۰ استاندارد با عنوان «نشانه‌گذاری»، اضافه شده است.

- پیوست آگاهی‌دهنده الف اضافه شده است.

الف-۱-۳ بخش‌های حذف شده

- زیربند ۱-۲ منبع، حذف شده است.

- بند ۱۱ منبع، حذف شده است.

کتابنامه

- [1] Clendenning, T. G., Kellam, B., and MacInnis, C., “*Hydrogen Evolution from Ferrophosphorous Aggregate in Portland Cement Concrete*,” Journal of the American Concrete Institute, No. 12, December 1968. (Proceedings, Vol 65, pp. 1021–1028),
- [2] Mather, Bryant, discussion of Davis, Harold S., “*Concrete for Radiation Shielding—In Perspective*,” and closure by author in “*Concrete for Nuclear Reactors*,” Journal of the American Concrete Institute SP-34, Vol 1, 1972, pp. 11–13