



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

**Iranian National Standardization Organization**



استاندارد ملی ایران  
۳۰۲  
تجدیدنظر چهارم  
۱۳۹۹

INSO  
302  
4th Revision  
2020

**سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها**

**Concrete Aggregate — Specifications**

ICS: 91.100.15

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

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.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

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، نهادها، 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، به عنوان 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، به عنوان 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای 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 بتن - ویژگی‌ها»

#### رئیس:

تدین، محسن

(دکتری مهندسی عمران)

#### دبیر:

عباسی رزگله، محمدحسین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

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

افشار، معصومه

(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

بزرگمهر، سعید

(دکتری مهندسی عمران)

بیژنی‌پور، مریم

(کارشناسی ارشد شیمی)

چینی، مهدی

(دکتری مهندسی عمران)

خاکی، علی

(دکتری مهندسی عمران)

رشیدوندی، وحید

(کارشناسی ارشد نانوفناوری)

رحمتی، علیرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

ساکیان دهکردی، رهبر

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سامانیان، حمید

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد-سرامیک)

#### سمت و/یا محل اشتغال:

انجمن بتن ایران و شرکت مهندسی مشاور سیناب غرب

سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت ایران فریمکو

شرکت آپتوس ایران

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان هرمزگان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دانشگاه فنی و حرفه‌ای

سازمان ملی استاندارد ایران

انجمن صنفی تولیدکنندگان بتن آماده و قطعات بتنی

شرکت تیغاب

پژوهشگاه استاندارد

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

پژوهشگاه استاندارد	سعیدی رضوی، بهزاد (دکتری زمین‌شناسی)
موسسه تحقیقات و فن آوری پارس	صمدی، وحید (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)
دانشگاه فنی و حرفه‌ای	عباسی، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
اداره کل استاندارد استان ایلام	کریمی، فرزانه (کارشناسی مهندسی عمران)
انجمن صنفی تولیدکنندگان بتن آماده و قطعات بتنی	کریمی، محرم (دیپلم ساختمان)
انجمن صنفی شن و ماسه استان تهران	گنجی، مجتبی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)
سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، سید علیرضا (کارشناسی مهندسی مواد - سرامیک)
کارشناس رسمی دادگستری	محرری، حسن (کارشناسی ارشد معماری)
کارشناس استاندارد	محمودی، سعید (کارشناسی مهندسی معدن)
پژوهشگاه استاندارد	مهدی‌خانی، بهزاد (دکتری مهندسی مواد-سرامیک)
پژوهشگاه استاندارد	مهراکبری، مرتضی (کارشناسی مهندسی شیمی)
کارشناس استاندارد	نوری، امیرعباس (کارشناسی مهندسی معدن)

**ویراستار:**

کارشناس رسمی دادگستری	محرری، حسن (کارشناسی ارشد معماری)
-----------------------	--------------------------------------

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۶	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ ویژگی‌های اجباری سنگدانه ریز (ماسه)
۶	۴-۱ مشخصات عمومی
۷	۴-۲ دانه‌بندی
۹	۴-۳ مواد زیان‌آور
۱۰	۴-۴ سلامت
۱۰	۴-۵ مقدار فضای خالی غیر متراکم سنگدانه‌های ریز (ماسه)
۱۰	۵ ویژگی‌های اجباری سنگدانه درشت (شن)
۱۰	۵-۱ مشخصات عمومی
۱۰	۵-۲ دانه‌بندی
۱۲	۵-۳ مواد زیان‌آور
۱۳	۵-۴ سلامت
۱۳	۵-۵ سایش لس‌آنجلس
۱۳	۵-۶ شکل دانه‌ها
۱۴	۵-۷ درصد شکستگی
۱۴	۶ ویژگی‌های فیزیکی اختیاری
۱۴	۶-۱ کلیات
۱۵	۶-۲ چگالی توده‌ای
۱۵	۶-۳ چگالی دانه‌ها و جذب آب
۱۵	۶-۴ مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش و ضربه (خردشدن ضربه‌ای)
۱۶	۶-۵ مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش میکرودوال
۱۶	۶-۶ مقاومت در برابر صیقلی‌شدن (عدد صیقلی‌شدن سنگ - PSV)
۱۷	۶-۷ مقاومت در برابر خراش (ساییدگی) سطحی (عدد خراش سنگدانه - AAV)
۱۷	۶-۸ مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن (میخ‌دار)
۱۷	۶-۹ شکل سنگدانه درشت
۱۸	۶-۱۰ دوام

صفحه	عنوان
۱۹	۷ ویژگی‌های شیمیایی اختیاری
۱۹	۷-۱ کلیات
۱۹	۷-۲ ترکیبات حاوی گوگرد
۲۰	۷-۳ اجزایی که بر پایداری حجمی سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی اثر دارند
۲۰	۷-۴ مقدار کربنات سنگدانه‌های ریز مصرفی در رویه بتنی
۲۰	۸ روش‌های نمونه‌برداری و آزمون
۲۱	۹ ارزیابی انطباق
۲۱	۹-۱ کلیات
۲۱	۹-۲ کنترل تولید کارخانه‌ای
۲۲	۹-۳ بازرسی شخص ثالث
۲۲	۹-۴ صدور گواهی
۲۳	۱۰ اطلاعاتی که باید توسط تولیدکننده ارائه شود
۲۳	۱۰-۱ اطلاعات اصلی
۲۴	۱۰-۲ اطلاعات تکمیلی
۲۴	۱۱ نشانه‌گذاری (برگه تحویل)
۲۵	۱۲ شرایط تحویل
۲۶	پیوست الف (الزامی) سامانه کنترل تولید کارخانه‌ای
۳۳	پیوست ب (الزامی) اطلاعات مورد نیاز برای توصیف سنگدانه‌ها در موارد خاص
۳۴	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) راهنمایی در مورد استفاده از سنگدانه‌ها در بتن
۳۵	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن
۳۷	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها» که نخستین بار در سال ۱۳۴۵ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای چهارمین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هشتاد و هشتاد و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۹/۵/۲۱ 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، به عنوان 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 خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲: سال ۱۳۹۴ می‌شود.

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

ASTM C33/C33M: 2018, Standard Specification for Concrete Aggregates

EN 12620: 2013, Aggregates for Concrete



## مقدمه

استاندارد ملی سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها از ابتدا با منظور نمودن شرایط سنگدانه در ایران و با نگاهی به استانداردهای معتبر در سطح جهان تدوین شده است. در ویرایش اخیر این استاندارد نیز همین رویکرد مد نظر قرار گرفت. به‌طور کلی ویژگی‌های اجباری سنگدانه با اقتباس از استاندارد ASTM C33 و ویژگی‌های اختیاری با اقتباس از استاندارد EN 12620 تهیه گردیده است.

## سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های سنگدانه‌های ریز و درشت (به غیر از سبکدانه‌ها، سنگدانه‌های سنگین یا سنگدانه‌های بازیافتی مثل سنگدانه‌های حاصل از نخاله‌های ساختمانی) برای مصرف در بتن است.

۱-۲ این استاندارد برای استفاده توسط یک پیمانکار، تامین‌کننده بتن یا سایر خریداران سنگدانه‌ها به عنوان بخشی از اسناد و مدارک فنی، مورد استفاده است.

**یادآوری-** این استاندارد برای اطمینان از کیفیت مطلوب مصالح برای اکثر بتن‌ها در نظر گرفته می‌شود و ممکن است برای کارهای معین یا در مناطق خاص، کم‌تر یا بیشتر از آنچه مورد نیاز است محدود کننده باشد، که ضرورت دارد از الزامات ویژه و خاص، متناسب با انتظار طرح استفاده کرد. برای مثال جایی که زیبایی‌شناسی بتن مهم است (بتن نمایان)، اندازه‌های محدودکننده بیشتری ممکن است در مورد ناخالصی‌هایی که بتوانند سطح بتن را لکه‌دار کنند مورد توجه قرار گیرد. تعیین‌کننده مشخصات باید با توجه به ویژگی‌های سنگدانه، معین کند که سنگدانه مورد نظر در حوزه کاربری در دسترس بوده یا بتواند در دسترس قرار گیرد.

۱-۳ این استاندارد همچنین برای مشخصات فنی پروژه‌ها به منظور تعیین کیفیت سنگدانه، بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه و سایر الزامات خاص دانه‌بندی کاربرد دارد. افراد مسئول انتخاب نسبت‌های اختلاط بتن، باید مسئولیت تعیین نسبت‌هایی از سنگدانه‌های ریز و درشت را بر عهده داشته باشند.

۱-۴ این استاندارد همچنین الزامات سامانه‌های کنترل تولید و معیارهایی برای ارزیابی انطباق با این استاندارد را دربرمی‌گیرد.

### 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:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۶۵، سنگدانه‌های بتن - فرآوری و تحویل - راهنما

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۸۵۸، روش‌های حمل و انبارش مصالح ساختمانی - آئین کار

**2-3 ASTM C29/C29M, Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱: سال ۱۳۹۷، سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C29/C29M: 2017 تدوین شده است.

**2-4 ASTM C40/C40M, Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹: سال ۱۳۹۳، سنگدانه - ناخالصی‌های آلی سنگدانه‌های ریز مورد مصرف در بتن - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C40/C40M: 2011 تدوین شده است.

**2-5 ASTM C87/C87M, Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar**

**2-6 ASTM C88, Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۹: سال ۱۳۹۵، سنگدانه - سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C88: 2013 تدوین شده است.

**2-7 ASTM C117, Test Method for Materials Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها - مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰) در سنگدانه‌های معدنی با شستشو - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C117: 2013 تدوین شده است.

**2-8 ASTM C123/C123M, Test Method for Lightweight Particles in Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۴: سال ۱۳۹۳، آزمون ذرات سبک در سنگدانه، با استفاده از استاندارد ASTM C123/C123M: 2014 تدوین شده است.

**2-9 ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates<sup>1</sup>**

**2-10 ASTM C127, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲: سال ۱۳۹۷، سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C127: 2015 تدوین شده است.

**2-11 ASTM C128, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate**

**۲-۱۲ یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰: سال ۱۳۹۷، سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه ریز - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C128: 2015 تدوین شده است.

**2-13 ASTM C131/C131M, Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine**

---

۱ - استاندارد ASTM C125: 2005 یکی از منابع مورد استفاده در تدوین استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸، سال ۱۳۸۶، سنگدانه‌های بتن - واژه‌نامه است.

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

**2-14 ASTM C136/C136M, Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates**

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

**2-15 ASTM C142/C142M, Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۸: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها- کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C142/C142M: 2010 تدوین شده است.

**2-16 ASTM C294, Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates**

**2-17 ASTM C295/C295M, Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete**

**2-18 ASTM C330/C330M, Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۵: سال ۱۳۹۶، سبکدانه‌ها برای بتن سازه‌ای - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C330/C330M: 2014 تدوین شده است.

**2-19 ASTM C331/C331M, Specification for Lightweight Aggregates for Concrete Masonry Units**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۵۷: سال ۱۳۹۶، سبکدانه‌ها برای بلوک‌های بنایی بتنی - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C331: 2014 تدوین شده است.

**2-20 ASTM C332, Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۲۲: سال ۱۳۹۰، سنگدانه -سنگدانه سبک جهت استفاده در بتن‌های عایق- ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C332: 2009 تدوین شده است.

**2-21 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 ۱۳۹۶، سنگدانه- تعیین مقاومت سنگدانه‌های درشت در مقابل سایش و ضربه در دستگاه لس‌آنجلس - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C535: 2016 تدوین شده است.

**2-22 ASTM C566, Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۳: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها-مقدار کل رطوبت قابل تبخیر با خشک کردن -روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C566: 2013 تدوین شده است.

**2-23 ASTM C637, Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۵۲۷: سال ۱۳۹۷، سنگدانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو- ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C637: 2014 تدوین شده است.

**2-24 ASTM C638, Descriptive Nomenclature of Constituents of Aggregates for Radiation-Shielding Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۵۲۸: سال ۱۳۹۷، اجزای تشکیل دهنده سنگ دانه‌های مورد استفاده در بتن محافظ در برابر پرتو - توصیف اجزاء، با استفاده از استاندارد ASTM C638: 2014 تدوین شده است.

**2-25 ASTM C666/C666M, Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۲۷: سال ۱۳۹۳، بتن - تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن سریع - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C666/C666M: 2014 تدوین شده است.

**2-26 ASTM C672 / C672M, Standard Test Method for Scaling Resistance of Concrete Surfaces Exposed to Deicing Chemicals**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۴۱: سال ۱۳۹۲، بتن - مقاومت در برابر پوسته پوسته شدن سطحی بتن در مقابل مواد شیمیایی یخ‌زدا - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C672/C672M: 2012 تدوین شده است.

**2-27 ASTM C1252, Standard Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particle Shape, Surface Texture, and Grading)**

**2-28 ASTM C1777, Standard Test Method for Rapid Determination of the Methylene Blue Value for Fine Aggregate or Mineral Filler Using a Colorimeter**

**2-29 ASTM C1778, Guide for Reducing the Risk of Deleterious Alkali-Aggregate Reaction in Concrete**

**2-30 ASTM D75/D75M, Practice for Sampling Aggregates**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷: سال ۱۳۹۴، سنگدانه - نمونه‌برداری از سنگدانه‌ها - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D75/D75M: 2014 تدوین شده است.

**2-31 ASTM D422, Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)**

**2-32 ASTM D2419, Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۵: سال ۱۳۹۳، خاک - تعیین مقدار هم ارز ماسه ای برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D2419: 2009 تدوین شده است.

**2-33 ASTM D3665, Practice for Random Sampling of Construction Materials**

**2-34 ASTM D4318, Soil Determination of liquid limit plastic limit and plasticity index Test methods**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱: سال ۱۳۹۶، خاک - روش تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانه خمیری - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D4318 تدوین شده است.

**2-35 ASTM D4791: 2010, Standard Test Method for Flat Particles Elongated Particles or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۹: سال ۱۳۹۳، سنگدانه - دانه‌های پهن، دانه‌های دراز، دانه‌های هم پهن و هم دراز در سنگدانه درشت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D4791: 2010 تدوین شده است.

**2-36 ASTM E11, Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves**

**2-37 AASHTO T 330, Method of Test for the Qualitative Detection of Harmful Clays of the Smectite Group in Aggregates Using Methylene Blue**

**2-38** EN 196-21, Methods of testing cement — Part 21: Determination of chloride, carbon dioxide and alkali content of cement

**2-39** EN 932-3, Tests for general properties of aggregates — Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۹۳۹: سال ۱۳۹۷، سنگدانه-آزمون‌های خواص کلی- قسمت ۳: دستورالعمل و واژگان فنی برای توصیف ساده سنگ‌کاری، با استفاده از استاندارد EN 932-3: 1997 تدوین شده است.

**2-40** EN 933-3, Tests for geometrical properties of aggregates — Part3: Determination of particle shape- Flakiness index

**2-41** EN 933-4, Tests for geometrical properties of aggregates — Part4: Determination of particle shape — Shape index

**2-42** EN 933-7, Tests for geometrical properties of aggregates — Part7: Determination of shell content – Percentage of shells in coarse aggregates

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۰۴۴۷: سال ۱۳۹۷، سنگدانه‌ها - خصوصیات ساختاری- قسمت ۷: تعیین درصد میزان پوسته نرم تنان در سنگدانه درشت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 933-7: 1997 تدوین شده است.

**2-43** EN 933-8, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 8: Assessment of fines — Sand equivalent test

**2-44** EN 933-9, Aggregates Tests for geometrical properties — Part 9: Assessment of fines methylene blue test

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۰۴۴۷: سال ۱۳۹۵، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خصوصیات ساختاری- قسمت نهم- تعیین نرمه به روش متیلن بلو، با استفاده از استاندارد EN 933-9: 1998 تدوین شده است.

**2-45** EN 933-10, Tests for geometrical properties of aggregates — Part 10: Assessment of fines — Grading of filler aggregates (air jet sieving)

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۱۰۴۴۷: سال ۱۳۹۷، سنگدانه - خصوصیات هندسی قسمت ۳: ارزیابی نرمی-دانه بندی سنگدانه های پر کننده-(الک کردن با جریان سریع هوا) - روش آزمون با استفاده از استاندارد EN 933-10: 2009 تدوین شده است.

**2-46** EN 1097-1, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Determination of the resistance to wear (micro-Deval)

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی- قسمت ۱: تعیین مقاومت سایشی (میکرو دوال)- روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1097-1: 2011 تدوین شده است.

**2-47** EN 1097-2, Testing for mechanical and physical properties of aggregates — Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation

**2-48** EN 1097-3, Testing for mechanical and physical properties of aggregates — Part 3: Determination of loose bulk density and voids

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۷، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی- قسمت ۳: تعیین چگالی انبوهی غیر متراکم و فضاهای خالی-روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1097-3: 1998 تدوین شده است.

**2-49 EN 1097-8, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 8: Determination of the polished stone value**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۴، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی- قسمت ۸: تعیین عدد صیقلی شدن سنگ- روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1097-8: 2008 تدوین شده است.

**2-50 EN 1097-9, Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Determination of the resistance to wear by abrasion from studded tyres. Nordic test**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی- قسمت ۹: تعیین مقاومت سایشی در برابر تایر یخ‌شکن (آزمون نوردیک)- روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1097-9: 2014 تدوین شده است.

**2-51 EN 1367-1, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۰۱۳: سال ۱۳۹۲، سنگدانه- آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی- قسمت ۱: تعیین مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن- روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1367-1: 2007 تدوین شده است.

**2-52 EN 1367-4, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 4: Determination of drying shrinkage**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۷۰۱۳: سال ۱۳۹۲، سنگدانه- آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی- قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن- روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1367-4: 2008 تدوین شده است.

**2-53 EN 1744-1, Tests for chemical properties of aggregates — Part 1: Chemical analysis**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص شیمیایی- قسمت ۱: تجزیه شیمیایی- روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1744-1: 2009 + A1: 2012 تدوین شده است.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM C125، به کار می‌رود.

### ۴ ویژگی‌های اجباری سنگدانه ریز (ماسه)

#### ۱-۴ مشخصات عمومی

سنگدانه ریز (ماسه) باید شامل یکی از موارد ماسه طبیعی (گردگوشه)، ماسه شکسته (تیزگوشه) یا ترکیبی از آن دو باشد.

**یادآوری-** این استاندارد فقط ویژگی‌های ضروری سنگدانه‌ها برای استفاده در بتن و روش‌های آزمون مرتبط با این استاندارد را ارائه می‌دهد.

۲-۴ دانه‌بندی

۱-۲-۴ سنگدانه ریز (ماسه) باید طبق استاندارد ASTM C136/C136M مورد آزمون دانه‌بندی قرار گیرد و با الزامات «جدول ۱ و بند ۲-۲-۴» یا «بند ۲-۲-۴» مطابقت داشته باشد.

یادآوری- بتن با سنگدانه ریز (ماسه) با دانه‌بندی‌های نزدیک به مرز حداقل برای درصد عبور کرده از الک‌های  $300 \mu\text{m}$  و  $150 \mu\text{m}$  گاهی اوقات مشکلاتی از نظر کارایی، پمپ کردن یا آب انداختن زیاد به همراه دارد. برای کاهش مشکلات کارایی و پمپ‌پذیری بتن و کاهش آب انداختن می‌توان حداقل درصد عبور کرده از الک‌های  $300 \mu\text{m}$  و  $150 \mu\text{m}$  به ترتیب به  $15\%$  و  $5\%$  افزایش داد. همچنین افزودن مواد حباب ساز، مواد مکمل سیمان، مواد پودری معدنی مجاز، روش‌هایی هستند که برای جبران کمبود ریزدانه‌ها و برای رفع چنین مشکلاتی به کار برده می‌شوند.

جدول ۱- الزامات دانه‌بندی و ضریب نرمی سنگدانه ریز (ماسه)

درصد جرمی عبور کرده			اندازه الک به میلی‌متر (نمره الک)
ویژه بتن خودتراکم	رده ۲	رده ۱	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹٫۵ mm (۸ □ ۳ اینچ)
۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰ تا ۸۵	۱۰۰ تا ۹۵	۴٫۷۵ mm (نمره ۴)
۱۰۰ تا ۶۵	۱۰۰ تا ۶۰	۱۰۰ تا ۸۰	۲٫۳۶ mm (نمره ۸)
۸۰ تا ۴۵	۸۰ تا ۳۵	۸۵ تا ۵۰	۱٫۱۸ mm (نمره ۱۶)
۶۰ تا ۳۰	۵۰ تا ۲۰	۶۰ تا ۲۵	۶۰۰ $\mu\text{m}$ (نمره ۳۰)
۴۰ تا ۱۵	۳۰ تا ۵	۳۰ تا ۵	۳۰۰ $\mu\text{m}$ (نمره ۵۰)
۲۰ تا ۱۰	۱۰ تا ۲	۱۰ تا ۰	۱۵۰ $\mu\text{m}$ (نمره ۱۰۰)
۵٫۰ تا ۲٫۰	۳٫۰ تا ۰	۳٫۰ تا ۰	۷۵ $\mu\text{m}$ (نمره ۲۰۰) الف
ضریب نرمی			
۳٫۱ تا ۲٫۳	۳٫۷ تا ۲٫۳	۳٫۱ تا ۲٫۳	ضریب نرمی
الف برای بتنی که تحت تأثیر سایش قرار نمی‌گیرد، حداکثر مواد عبوری از الک $75 \mu\text{m}$ برای سنگدانه ریز رده ۱ و ۲ می‌تواند برابر با $50\%$ و برای سنگدانه ریز ویژه بتن خودتراکم $70\%$ باشد. برای سنگدانه ریز شکسته، اگر ذرات ریزتر از الک $75 \mu\text{m}$ عاری از رس یا شیل باشد: این حد برای سنگدانه ریز شکسته رده ۱ و ۲ مورد مصرف در بتن تحت تأثیر سایش $50\%$ و سایر بتن‌ها $70\%$ می‌باشد و برای سنگدانه ریز شکسته ویژه بتن خودتراکم مورد مصرف در بتن تحت تأثیر سایش $90\%$ و سایر بتن‌ها $160\%$ می‌باشد.			

۲-۲-۴ دانه‌بندی علاوه بر الزامات جدول ۱، باید به نحوی باشد که بیش از  $45\%$  جرمی از نمونه، بین دو الک متوالی مندرج در جدول ۱ (یعنی عبوری از هر الک و مانده روی الک بعدی) قرار نگیرد.

۳-۲-۴ سنگدانه ریزی که الزامات بندهای ۱-۲-۴ و ۲-۲-۴ را برآورده نمی‌کند، باید این الزام را برآورده کند که تولیدکننده (یا تأمین‌کننده) بتواند به خریدار یا تعیین‌کننده مشخصات نشان دهد بتن با رده مشخص که با سنگدانه ریز مورد نظر ساخته شده، دارای خواصی مرتبط (به یادآوری ۲ مراجعه شود)، حداقل



برابر با بتن مرجع که با اجزای مشابه ساخته شده است می‌باشد، با این استثناء که سنگدانه ریز بتن مرجع باید از یک منبع دارای سابقه عملکرد قابل قبول در ساخت بتن مشابه انتخاب شده باشد. در این صورت محدوده درصد عبوری از هر الک مندرج در جدول ۱ باید با توافق خریدار تعیین شده و ارزیابی درصد عبوری از هر الک مطابق با این محدوده‌های تعیین شده صورت گیرد. در نشانه‌گذاری (برگه تحویل) این سنگدانه، «محدوده تعیین شده برای هر الک» و عبارت «دانه‌بندی رده برمبنای سفارش» درج شود.

**یادآوری ۱-** برای سنگدانه ریز شکسته‌ای که دارای مقادیر زیادی از ذرات ریزتر از الک  $75 \mu\text{m}$  می‌باشد، به منظور اطمینان از این که این ذرات عبوری از الک  $75 \mu\text{m}$ ، اساساً از گرد حاصل از سنگ مادر در حین عملیات خردایش تشکیل شده است، و بنابراین دارای سطح قابل توجهی از کانی‌های رسی یا دیگر اجزای مضر شرح داده شده در استاندارد ASTM C294 نمی‌باشد ممکن است به ارزیابی بیشتری نیاز باشد. برخی از گردهای ناشی از شکستن سنگ ممکن است در محدوده اندازه رس (ریزتر از  $2 \mu\text{m}$ ) ظاهر شود، باید به تمایز این مواد با کانی‌های رسی دقت شود. سنگدانه ریز طبیعی با مقادیر زیادی از ذرات عبوری از الک  $75 \mu\text{m}$ ، ممکن است قابلیت بیشتری برای وجود کانی‌های رسی داشته باشد.

برای توصیف این ذرات ریز، روش‌های متعددی نظیر تحلیل سنگ‌نگاری (استاندارد ASTM C295/C295M)، تحلیل آب‌سنجی (استاندارد ASTM D 422)، تعیین جذب متیلن بلو (استاندارد ASTM C1777 یا AASHTO T330) و تجزیه پراش اشعه X در دسترس است. از آنجایی که این شیوه‌ها برای اهداف تحقیقاتی مفیدند، هیچ حد مشخصی برای پیش‌بینی عملکرد مواد مذکور در بتن تحت شرایط به‌کارگیری گسترده و متنوع محرز نشده است. اعتقاد بر این است که روش‌های جذب متیلن بلو و تحلیل آب‌سنجی، دو روش سریع و قابل اعتماد برای توصیف ذرات ریزتر از الک  $75 \mu\text{m}$  به منظور تعیین مناسب بودن آن‌ها برای استفاده در بتن است. تحقیقات (منابع [1] و [2] کتاب‌نامه) نشان داده است که سنگدانه ریز شکسته‌ای که مواد عبور کرده از الک  $75 \mu\text{m}$  آن، دارای کمتر از ۴٪ جرمی مواد ریزتر از  $2 \mu\text{m}$  و جذب متیلن بلو کمتر از  $5 \text{ mg/g}$  می‌باشد، برای استفاده در بتن مناسب است. سنگدانه ریزی که این مقادیرش بیشتر باشد نیز ممکن است برای استفاده در بتنی که نشان داده شده دارای ویژگی‌های بتن تازه و سخت‌شده قابل قبولی است مناسب باشد. در صورتی که بر روی ذرات ریزتر از الک  $75 \mu\text{m}$  آزمون حد روانی طبق استاندارد ۱۰۷۳۱ انجام شود و نتیجه نشانه خمیری (PI) آن کمتر از ۲ باشد، می‌توان آن ذرات را غیر رسی در نظر گرفت.

**یادآوری ۲-** خواص مرتبط، آن خواصی از بتن است که برای کاربرد ویژه مورد نظر، دارای اهمیت است. مقررات ملی ساختمان و آیین‌نامه بتن ایران و مجموعه مقالات STP 169D (منبع [3] کتاب‌نامه) بحثی را در مورد خواص مهم بتن ارائه می‌دهد.

**۴-۲-۴** برای محموله‌های پی‌درپی سنگدانه ریز (ماسه) از یک منبع معین، مدول نرمی نباید بیشتر از ۰٫۲۰ از مدول نرمی مبنا تفاوت داشته باشد. مدول نرمی مبنا باید نمایان‌گر میانگین منبع تولید باشد و باید توسط تولیدکننده اعلام شود.

**یادآوری -** مدول نرمی مبنا از آزمون‌های قبلی تعیین می‌شود، یا اگر آزمون‌های قبلی وجود ندارد از میانگین مقادیر مدول نرمی برای ده نمونه اول (یا تمام نمونه‌ها اگر تعداد نمونه‌ها از ده کم‌تر باشد) از یک سفارش تعیین شود. نسبت اجزای مخلوط بتن ممکن است به مدول نرمی مبنای سنگدانه ریز (ماسه) مصرف شده بستگی داشته باشد. بنابراین، وقتی که معلوم شود مدول نرمی مبنای سنگدانه ریز (ماسه) مصرفی در بتن به طور قابل ملاحظه‌ای از مدول نرمی مبنا فاصله گرفته است، خریدار می‌تواند درخواست نماید تا تنظیم مناسبی در مدول نرمی مبنا به‌وجود آید.

**۵-۲-۴** صرف‌نظر از نوع رده دانه‌بندی، در هر صورت، درصد جرمی مواد عبور کرده از الک  $75 \mu\text{m}$  باید طبق استاندارد ASTM C117 اندازه‌گیری شده و مقدار آن مطابق با جدول ۱ باشد.

۳-۴ مواد زیان آور

۱-۳-۴ مقدار مواد زیان آور در سنگدانه ریز (ماسه) نباید از حدود داده شده در جدول ۲ بیشتر باشد.

جدول ۲- حدود مواد زیان آور در سنگدانه ریز (ماسه) برای بتن

روش آزمون	حداکثر مجاز (درصد جرمی)	نوع	
ASTM C142/C142M	۳/۰	کلوخه‌های رسی و ذرات سست	
ASTM C123/C123M	۰/۵	جایی که سطح ظاهری بتن مهم است	
	۱/۰	سایر انواع بتن	
EN 1744-1	۰/۰۲	وقتی شرایط مهاجم کلریدی وجود داشته باشد: $Cl_{0.02}$	کلریدهای محلول در آب الف (برای سنگدانه بتن مسلح)
	۰/۰۴	وقتی شرایط مهاجم کلریدی وجود نداشته باشد: $Cl_{0.04}$	
	۰/۴	سولفات قابل حل در آب	ترکیبات حاوی گوگرد <sup>ب</sup>
<p>الف در صورتی که مقدار کلرید هر یک از سنگدانه‌ها از حدود مشخص شده بالاتر باشد، مصرف کننده لازم است طبق مشخصات فنی پروژه یا آیین‌نامه‌های ذیربط مجموع را کنترل کند.</p> <p>ب به بند ۷-۲ مراجعه شود.</p>			

۲-۳-۴ ناخالصی‌های آلی

۱-۲-۳-۴ سنگدانه‌های ریز باید براساس استاندارد ASTM C40/C40M مورد آزمون ناخالصی‌های آلی قرار گیرند و الزامات آن را برآورده نمایند. به جز مواردی که در بندهای ۲-۲-۳-۴ و ۳-۲-۳-۴ می‌آید، سنگدانه‌هایی که براساس استاندارد ASTM C40/C40M مورد آزمون ناخالصی‌های آلی قرار می‌گیرند و رنگی تیره‌تر از رنگ مشخص شده در استاندارد ASTM C40/C40M تولید می‌کنند، نباید پذیرفته شوند.

۲-۲-۳-۴ در صورتی که تغییر رنگ حاصل از انجام آزمون بر روی سنگدانه‌های ریز، ناشی از وجود مقادیر کم زغال‌سنگ، لیگنیت یا ذرات مشابه باشد، استفاده از این سنگدانه‌ها بلامانع است.

۳-۲-۳-۴ استفاده از سنگدانه ریزی که در این آزمون مردود شده، در صورتی ممنوع نیست که از لحاظ اثر ناخالصی‌های آلی بر مقاومت ملات، آزمون شود و مقاومت نسبی ۷ روزه که طبق استاندارد ASTM C87 محاسبه شده است، کمتر از ۹۵٪ نباشد.

۳-۳-۴ در صورت درخواست خریدار، سنگدانه ریز مورد مصرف در بتن باید به منظور تعیین پتانسیل واکنش زیان آور قلیایی-سنگدانه مورد آزمون قرار گیرد. (به یادآوری زیر مراجعه شود).

یادآوری- استاندارد ASTM C1778 اطلاعاتی را در مورد شناسایی و جلوگیری از پتانسیل واکنش زیان آور قلیایی-سنگدانه ارائه می‌دهد. ملاحظات در مورد نسبت‌های مخلوط بتن، شرایط رویارویی و سطح ریسک، داده شده است.

#### ۴-۴ سلامت

۴-۴-۱ سنگدانه ریز به جز آنچه در بند ۴-۴-۲ آمده است، پس از ۵ دوره آزمون سلامت طبق استاندارد ASTM C88، در صورت استفاده از سولفات سدیم نباید افت وزنی بیش از ۱۰٪ یا در صورت استفاده از سولفات منیزیم نباید افت وزنی بیش از ۱۵٪ داشته باشد.

۴-۴-۲ سنگدانه ریزی که الزام بند ۴-۴-۱ را برآورده نمی‌کند، در صورتی که تأمین‌کننده به خریدار، نتایج رضایت‌بخش حاصل از آزمون‌های یخ‌زدن و آب شدن طبق استاندارد ASTM C666/C666M یا استاندارد ASTM C672/C672M بر روی بتن ساخته شده با این سنگدانه، را ارائه دهد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

#### ۴-۵ مقدار فضای خالی غیر متراکم سنگدانه‌های ریز (ماسه)

مقدار فضای خالی سنگدانه ریز (ماسه) غیرمتراکم، باید توسط تولیدکننده اعلام شود. مقدار آن باید طبق استاندارد ASTM C1252 اندازه‌گیری شود و در رابطه (۱) قرار گیرد.

$$0.85 D \leq M \leq 1.15 D \quad (1)$$

که در آن:

$M$  مقدار اندازه‌گیری شده فضای خالی سنگدانه‌های ریز غیر متراکم، برحسب درصد؛

$D$  مقدار اعلام شده فضای خالی سنگدانه‌های ریز غیر متراکم، برحسب درصد.

#### ۵ ویژگی‌های اجباری سنگدانه درشت (شن)

##### ۱-۵ مشخصات عمومی

سنگدانه درشت (شن) باید شامل یکی از موارد شن طبیعی (گردگوشه)، شن شکسته (تیزگوشه)، سنگ شکسته، سرباره هواسردشده کوره بلند آهن‌گدازی<sup>۱</sup>، یا ترکیبی از آنها باشد.

##### ۲-۵ دانه‌بندی

سنگدانه‌های درشت برای محدوده اندازه مشخص شده باید با الزامات دانه‌بندی شرح داده شده در جدول ۳ انطباق داشته باشند.

---

1 - Air-cooled blast furnace slag

جدول ۳- الزامات دانه‌بندی سنگدانه درشت

درصد وزنی عبور کرده از هر الک														محدوده اندازه اسمی mm	شماره رده دانه‌بندی
۳۰۰ μm	۱,۱۸ mm	۲,۳۶ mm	۴,۷۵ mm	۹,۵ mm	۱۲, mm	۱۹ mm	۲۵ mm	۳۷,۵ mm	۵۰ mm	۶۳ mm	۷۵ mm	۹۰ mm	۱۰۰ mm		
-	-	-	-	-	-	۵ تا ۰	-	۱۵ تا ۰	-	۶۰ تا ۲۵	-	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	۳۷,۵ تا ۹۰	۱
-	-	-	-	-	-	۵ تا ۰	-	۱۵ تا ۰	۷۰ تا ۳۵	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	۳۷,۵ تا ۶۳	۲
-	-	-	-	-	۵ تا ۰	-	۱۵ تا ۰	۷۰ تا ۳۵	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	۲۵,۰ تا ۵۰	۳
-	-	-	۵ تا ۰	-	۳۰ تا ۱۰	-	۷۰ تا ۳۵	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	-	-	-	۴,۷۵ تا ۵۰	۳۵۷
-	-	-	-	۵ تا ۰	-	۱۵ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	۱۹ تا ۳۷,۵	۴
-	-	-	۵ تا ۰	۳۰ تا ۱۰	-	۷۰ تا ۳۵	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	-	-	-	-	۴,۷۵ تا ۳۷,۵	۴۶۷
-	-	-	-	۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	۱۲,۵ تا ۲۵	۵
-	-	-	۵ تا ۰	۱۵ تا ۰	۴۰ تا ۱۰	۸۵ تا ۴۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	۹,۵ تا ۲۵	۵۶
-	-	۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	-	۶۰ تا ۲۵	-	۱۰۰ تا ۹۵	۱۰۰	-	-	-	-	-	۴,۷۵ تا ۲۵	۵۷
-	-	-	۵ تا ۰	۱۵ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	۹,۵ تا ۱۹	۶
-	-	۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۵۵ تا ۲۰	-	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	۴,۷۵ تا ۱۹	۶۷
-	-	۵ تا ۰	۱۵ تا ۰	۷۰ تا ۴۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	۴,۷۵ تا ۱۲,۵	۷
-	۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۳۰ تا ۱۰	۱۰۰ تا ۸۵	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۲,۳۶ تا ۹,۵	۸
۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۳۰ تا ۵	۵۵ تا ۲۰	۱۰۰ تا ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۱,۱۸ تا ۹,۵	۸۹
۵ تا ۰	۱۰ تا ۰	۴۰ تا ۱۰	۱۰۰ تا ۸۵	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱,۱۸ تا ۴,۷۵	۹ الف

الف هرچند شماره رده دانه‌بندی ۹ در استاندارد ASTM C125 به عنوان سنگدانه ریز تعریف شده است، ولی در این استاندارد، سنگدانه مذکور به عنوان سنگدانه درشت محسوب می‌شود. این سنگدانه با سنگدانه دارای رده دانه‌بندی ۸ ترکیب می‌شود تا سنگدانه با رده دانه‌بندی ۸۹ را بسازد.

**یادآوری-** محدوده‌هایی که در جدول ۳ نشان داده شده برای برآورده‌سازی شرایط کل کشور بسیار گسترده است. تولیدکننده برای کنترل کیفیت هر کاربرد خاص باید یک محدوده‌ی دانه‌بندی برای منبع معین و تجهیزات تولید، مشخص کند و دانه‌بندی را بین رواداری‌های قابل قبول از این محدوده کنترل نماید. به‌طور کلی هنگامی که شماره رده دانه‌بندی شن به‌صورت دو رقمی یا سه رقمی می‌باشد، این شن‌ها در هنگام بارگیری و تخلیه و انبارش، مستعد جداشدگی هستند و اکیداً توصیه می‌شود به‌صورت دو یا سه اندازه‌ی جداگانه تولید، حمل و انبار شوند.

۳-۵ مواد زیان آور

۱-۳-۵ مقدار مواد زیان آور در سنگدانه درشت (شن) نباید از حدود داده شده در جدول ۴ بیشتر باشد.

جدول ۴- مواد زیان آور در سنگدانه درشت (شن) برای بتن

روش آزمون	حداکثر مجاز (درصد جرمی)	نوع
ASTM C117	۱,۰ الف	مواد ریزتر از الک ۷۵ μm
ASTM C142/C142M	۲,۰	کلوخه‌های رسی و ذرات سست
ASTM C123/C123M	۳,۰	چرت <sup>۱</sup> (ذرات با وزن مخصوص در حالت اشباع با سطح خشک، کمتر از ۲,۴) <sup>۲</sup>
ASTM و ASTM C142/C142M C123/C123M	۳,۰	مجموع کلوخه‌های رسی و ذرات سست و چرت <sup>۳</sup>
ASTM C123/C123M	۰,۵	زغال سنگ و لیگنیت
EN 1744-1	۰,۰۲	وقتی شرایط مهاجم کلریدی وجود داشته باشد: Cl <sub>0,02</sub>
	۰,۰۴	وقتی شرایط مهاجم کلریدی وجود نداشته باشد: Cl <sub>0,04</sub>
EN 1744-1	۰,۴	سولفات قابل حل در آب
<p>الف این حد در هر یک از حالات زیر قابل افزایش است:</p> <p>- اگر مواد ریزتر از الک ۷۵ μm، اساساً عاری از رس یا شیل باشد، این حد به ۱,۵٪ می‌تواند افزایش یابد؛ یا</p> <p>- اگر مشخص شده است که منبع سنگدانه ریز مورد مصرف در بتن دارای مواد ریزتر از الک ۷۵ μm کمتر از حداکثر مجاز برای سنگدانه ریز (جدول ۱) است، در این صورت حداکثر مواد ریزتر از ۷۵ μm (L) تا حد <math>L=1+[P/(100-P)](T-A)</math> مجاز خواهد شد، که در آن P درصد ماسه در بتن به صورت درصدی از کل سنگدانه، T حد مقدار مجاز در سنگدانه ریز (طبق جدول ۱) و A مقدار واقعی مواد ریزتر از ۷۵ μm موجود در سنگدانه ریز است، طبق این محاسبه مقدار حداکثر مواد ریزتر از الک ۷۵ μm در سنگدانه درشت (شن) طوری تعیین می‌شود که مجموع این مواد در بتن از مقدار موجود برای حالتی که هم سنگدانه ریز و هم سنگدانه درشت (شن) مقدار حداکثر مجاز مواد ریزتر از ۷۵ μm را دارا هستند بیشتر نشود.</p> <p>ب برای سنگدانه مورد مصرف در بتن پی‌ها، شالوده‌ها، ستون‌ها و تیرهایی که در معرض شرایط جوی قرار ندارند و همچنین دال‌های کف داخلی و کف‌پوش‌های داخلی الزامی نیست.</p> <p>ج در صورتی که مقدار کلرید هر یک از سنگدانه‌ها از حدود مشخص شده بالاتر باشد، مصرف کننده لازم است طبق مشخصات فنی پروژه یا آیین‌نامه‌های ذریبط مجموع را کنترل کند.</p> <p>ت به بند ۲-۷ مراجعه شود.</p>		

۲-۳-۵ در صورت درخواست خریدار، سنگدانه درشت مورد مصرف در بتن باید به منظور تعیین پتانسیل واکنش زیان آور قلیایی-سنگدانه مورد آزمون قرار گیرد (به یادآوری زیربند ۴-۳-۳ مراجعه شود).

#### ۴-۵ سلامت

۱-۴-۵ سنگدانه درشت به جز آنچه در بند ۲-۴-۵ آمده است، پس از ۵ دوره آزمون سلامت طبق استاندارد ASTM C88، در صورت استفاده از سولفات سدیم نباید افت وزنی بیش از ۱۲٪ یا در صورت استفاده از سولفات منیزیم نباید افت وزنی بیش از ۱۸٪ داشته باشد.

۲-۴-۵ سنگدانه درشت که الزام بند ۱-۴-۵ را برآورده نمی‌کند، در صورتی که تأمین‌کننده به خریدار، نتایج رضایت‌بخش حاصل از آزمون‌های یخ‌زدن و آب شدن طبق استاندارد ASTM C666/C666M یا استاندارد ASTM C672/C672M بر روی بتن ساخته شده با این سنگدانه، را ارائه دهد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

#### ۵-۵ درصد افت وزنی در برابر سایش و ضربه به‌روش لس‌آنجلس

مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش و ضربه از طریق آزمون به‌روش لس‌آنجلس طبق استاندارد ASTM C131/C131M یا ASTM C535 اندازه‌گیری می‌شود. افت وزنی حاصل از این آزمون نباید بیش از ۴۰٪ باشد. در صورت مشترک بودن دانه‌بندی در دو روش آزمون اشاره شده، آزمون طبق استاندارد ASTM C131/C131M انجام شود.

**یادآوری ۱-** کاهش وزن در اثر سایش شن، شن شکسته یا سنگ شکسته باید با آزمایش بر روی اندازه یا اندازه‌هایی که مطابقت بسیار نزدیکی با دانه‌بندی یا دانه‌بندی‌ها مورد استفاده در بتن دارد تعیین شود. هنگامی که بیش از یک دانه‌بندی مورد استفاده است، حد کاهش وزن در اثر سایش باید در مورد هر یک از آن‌ها اعمال شود. سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی از الزامات سایش مستثنی است. چگالی توده‌ای (وزن واحد) سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی نباید از  $1,120 \text{ g/cm}^3$  کم‌تر باشد. دانه‌بندی سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی به‌کار رفته در آزمون چگالی توده‌ای (وزن واحد) باید مطابق با دانه‌بندی مورد استفاده در بتن باشد.

**یادآوری ۲-** در صورتی که در سفارش سنگدانه، حد پایین‌تری برای سایش لس‌آنجلس مشخص شده باشد، آن حد معیار پذیرش خواهد بود.

#### ۶-۵ شکل دانه‌ها

سنگدانه درشت از نظر شکل باید با الزامات زیربند ۱-۶-۵ یا زیربند ۲-۶-۵ مطابقت داشته باشد.

#### ۱-۶-۵ دانه‌های پهن<sup>۱</sup> و کشیده (دراز)<sup>۲</sup>

هنگامی که دانه‌های پهن و کشیده، طبق روش A استاندارد ASTM D4791: 2010 و در حالت نسبت ۱ به ۳ انجام شود، حداکثر مقدار مجاز مجموع «دانه‌های پهن» به‌علاوه «دانه‌های کشیده» به‌علاوه دانه‌های «هم پهن و هم کشیده» ۱۵٪ جرمی می‌باشد.

1 - Flat Particles  
2 - Elongated particles

یادآوری- در برخی منابع دانه‌های پهن را دانه‌های پولکی و دانه‌های کشیده را دانه‌های دراز یا سوزنی نیز گفته‌اند.

#### ۵-۶-۲ شاخص شکل و شاخص پهن بودن

هنگامی که شاخص شکل، SI، طبق استاندارد EN 933-4 و شاخص پهن بودن، FI، طبق استاندارد EN 933-3 تعیین شود، مقادیر به‌دست آمده برای شاخص شکل نباید از ۴۰٪ جرمی و برای شاخص پهن بودن نباید از ۳۵٪ جرمی بیشتر باشد.

#### ۵-۷ درصد شکستگی

درصد شکستگی سنگدانه‌های درشت باید توسط تولیدکننده اعلام شود. مقدار آن باید طبق استاندارد EN 933-5 اندازه‌گیری شده و در رابطه (۲) قرار گیرد.

$$0.85 D \leq M \leq 1.15 D \quad (2)$$

که در آن:

$M$  مقدار اندازه‌گیری شده شکستگی سنگدانه درشت، برحسب درصد؛

$D$  مقدار اعلام شده شکستگی سنگدانه درشت، برحسب درصد.

### ۶ ویژگی‌های فیزیکی اختیاری

#### ۶-۱ کلیات

ضرورت آزمون و اظهار نظر پیرامون خصوصیات مشخص شده در این بند باید به کاربرد خاص سنگدانه در استفاده نهایی، یا منشا سنگدانه محدود شود. در صورت نیاز، آزمون‌های مندرج در این بند باید برای تعیین مناسب بودن خصوصیات فیزیکی سنگدانه برای کاربرد مورد نظر انجام شود.

یادآوری- هنگامی که مقدار یک خصوصیت مورد نیاز است اما با محدوده‌های مشخص شده، تعریف نشده باشد این مقدار باید توسط تولیدکننده به‌صورت یک طبقه تحت عنوان اظهارشده XX بیان شود.

#### ۶-۲ چگالی توده‌ای

در صورت نیاز، چگالی توده‌ای براساس استاندارد EN1097-3 تعیین و نتیجه اعلام شود.

#### ۶-۳ چگالی دانه‌ها و جذب آب

در صورت نیاز، چگالی دانه‌ها و جذب آب سنگدانه‌های ریز یا سنگدانه‌های درشت براساس استاندارد ASTM C128 یا ASTM C127 تعیین و نتایج همراه با میانگین اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده اعلام شود.

۴-۶ مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش و ضربه (خردشدن ضربه‌ای)

در صورتی که مقاومت بیشتری در برابر سایش و ضربه نسبت به آنچه در بند ۵-۵ تحت عنوان سایش لس آنجلس تعیین شده است نیاز باشد، مقاومت در برابر سایش و ضربه که با عدد لس آنجلس (LA) نشان داده می‌شود، هنگامی که مطابق با استاندارد ASTM C131/C131M یا ASTM C535 تعیین می‌گردد با توجه به نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۵ باشد.

جدول ۵- طبقه‌های بیشترین مقادیر عدد لس آنجلس

طیقه LA	حداکثر افت جرمی در آزمون لس آنجلس %
LA <sub>15</sub>	≤۱۵
LA <sub>20</sub>	≤۲۰
LA <sub>25</sub>	≤۲۵
LA <sub>30</sub>	≤۳۰
LA <sub>35</sub>	≤۳۵

در صورت نیاز، عدد ضربه<sup>۱</sup> باید با روش مندرج استاندارد EN 1097-2 تعیین شود. عدد ضربه، بر اساس نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مشخص شده در جدول ۶ باشد.

جدول ۶ - طبقه‌های بیشترین عدد ضربه

طیقه SZ	عدد ضربه %
SZ <sub>18</sub>	≤۱۸
SZ <sub>22</sub>	≤۲۲
SZ <sub>26</sub>	≤۲۶
SZ <sub>32</sub>	≤۳۲
SZ <sub>اظهارشده</sub>	>۳۲

۵-۶ مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش میکرودوال<sup>۲</sup>

در صورت نیاز، مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش میکرودوال (ضریب میکرودوال، M<sub>DE</sub>) باید براساس استاندارد EN 1097-1 تعیین شود. ضریب میکرودوال، براساس نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۷ باشد.

1 - Impact value

2 - Wear



جدول ۷ - طبقه‌ها برای بیشترین مقادیر مقاومت در برابر سایش میکرودوال

ضریب میکرودوال	طبقه $M_{DE}$
$\leq 10$	$M_{DE10}$
$\leq 15$	$M_{DE15}$
$\leq 20$	$M_{DE20}$
$\leq 25$	$M_{DE25}$
$\leq 35$	$M_{DE35}$
$> 35$	اظهار شده، $M_{DE}$

۶-۶ مقاومت در برابر صیقلی شدن (عدد صیقلی شدن سنگ - PSV)<sup>۱</sup>

در صورت نیاز، مقاومت سنگدانه درشت (شن) مورد مصرف در بخش‌های سطح در برابر صیقل (عدد صیقلی شدن سنگ - PSV) باید براساس استاندارد EN 1097-8 تعیین شود. مقاومت در برابر صیقلی شدن، براساس نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۸ باشد.

جدول ۸ - طبقه‌های کم‌ترین ضرایب مقاومت در برابر صیقل

عدد صیقلی شدن سنگ	طبقه PSV
$\geq 68$	PSV <sub>68</sub>
$\geq 62$	PSV <sub>62</sub>
$\geq 56$	PSV <sub>56</sub>
$\geq 50$	PSV <sub>50</sub>
$\geq 44$	PSV <sub>44</sub>
مقادیر میانی و آن‌هایی که کوچک‌تر از ۴۴ هستند	اظهار شده، PSV

۷-۶ مقاومت در برابر خراش (ساییدگی) سطحی (عدد خراش سنگدانه - AAV)<sup>۲</sup>

در صورت نیاز، مقاومت سنگدانه درشت (شن) مورد مصرف در بخش‌های سطح در برابر خراش (عدد خراش سنگدانه - AAV) باید براساس استاندارد EN 1097-8 تعیین شود. مقاومت در برابر خراش سطحی، براساس نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۹ باشد.

1 - Polished Stone Value  
2- Aggregate Abrasion Value

جدول ۹ - طبقه‌های بیشترین عدد مقاومت در برابر خراش سطحی

طبقه	عدد خراش سنگدانه
AAV	
AAV <sub>10</sub>	≤۱۰
AAV <sub>15</sub>	≤۱۵
AAV <sub>20</sub>	≤۲۰
AAV <sub>اظهارشده</sub>	مقادیر میانی و آن‌هایی که بزرگ‌تر از ۲۰ هستند

۸-۶ مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن (میخ‌دار)

در صورت نیاز، مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن (عدد سایش نوردیک -  $A_N$ )<sup>۱</sup> باید براساس استاندارد EN 1097-9 تعیین شود. مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن، براساس نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۱۰ باشد.

جدول ۱۰ - طبقه‌های بیشترین ضرایب مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن

طبقه	عدد سایش نوردیک
$A_N$	
$A_N7$	≤۷
$A_N10$	≤۱۰
$A_N14$	≤۱۴
$A_N19$	≤۱۹
$A_N30$	≤۳۰
$A_N$ <sub>اظهارشده</sub>	مقادیر میانی و آن‌هایی که بزرگ‌تر از ۳۰ هستند

۹-۶ شکل سنگدانه درشت

در صورت نیاز، شاخص پهن (پولکی) بودن و یا شاخص شکل سنگدانه‌های درشت (شن) براساس استاندارد EN 933-4 یا استاندارد EN 933-3 تعیین می‌شود. هر کدام از این شاخص‌ها، براساس نوع کاربرد ویژه باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول‌های ۱۱ یا ۱۲ باشد.

جدول ۱۱ - طبقه‌های بیشترین مقادیر شاخص پهن (پولکی) بودن

طبقه	شاخص پهن (پولکی) بودن
FI	
FI <sub>15</sub>	≤۱۵
FI <sub>20</sub>	≤۲۰
FI <sub>25</sub>	≤۲۵

1- Nordic abration value

جدول ۱۲ - طبقه‌های بیشترین مقادیر شاخص شکل

شاخص شکل	طبقه SI
$\leq 15$	SI <sub>15</sub>
$\leq 20$	SI <sub>20</sub>
$\leq 30$	SI <sub>30</sub>

۱۰-۶ دوام

۱-۱۰-۶ مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخزدن و آب‌شدن

اگر سنگدانه‌های مقاوم در برابر یخزدن و آب‌شدن برای استفاده در بتن روبرو با شرایط یخزدن و آب‌شدن مورد نیاز باشد، مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخزدن و آب‌شدن باید طبق استاندارد EN 1367-1 تعیین و براساس طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۱۳ اظهار شود.

جدول ۱۳ - طبقه‌های بیشترین مقدار مقاومت در برابر یخزدن و آب‌شدن

مقاومت در برابر یخزدن و آب‌شدن درصد افت جرمی <sup>الف</sup>	طبقه F
$\leq 1$	F <sub>1</sub>
$\leq 2$	F <sub>2</sub>
$\leq 4$	F <sub>4</sub>
$> 4$	اظهاری شده <sup>ف</sup>
<sup>الف</sup> در شرایط آب‌وهوایی بسیار سرد و/یا اشباع با نمک یا نمک‌یخ‌زدا، انجام آزمون‌ها با استفاده از یک محلول نمک یا اوره که در پیوست ب استاندارد EN 1367-1 ارائه شده است، ممکن است مناسب‌تر باشد، در این صورت حدهای این جدول قابل اعمال نخواهد بود.	

۲-۱۰-۶ پایداری حجمی - جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن

هنگامی که به دلیل خواص سنگدانه، ترک ناشی از جمع‌شدگی در بتن ظاهر شود، جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن سنگدانه‌ها برای کاربرد در بتن‌های سازه‌ای باید طبق استاندارد EN 1367-4 انجام شود و نتیجه آن نباید از ۰٫۰۷۵٪ بیشتر باشد.

یادآوری - این الزام در شرایطی که خشک شدن بتن، به هیچ وجه اصلاً اتفاق نمی‌افتد، یا در صورتی که بتن حجیم با لایه‌ای از بتن حباب‌دار پوشیده شده باشد، یا در صورتی که عناصر سازه‌ای دارای میلگردگذاری زیاد و قرینه بدون روبرویی با هوا باشند، اعمال نمی‌شود.

## ۷ ویژگی‌های شیمیایی اختیاری

### ۱-۷ کلیات

ضرورت آزمون و اظهار نظر پیرامون خواص مشخص شده در این بند باید به کاربرد خاص سنگدانه در استفاده نهایی، یا منشاء سنگدانه محدود شود. در صورت نیاز، آزمون‌های مندرج در این بند باید برای تعیین مناسب بودن خصوصیات شیمیایی سنگدانه انجام شود.

### ۲-۷ ترکیبات حاوی گوگرد

#### ۱-۲-۷ سولفات‌های قابل حل در اسید<sup>۱</sup>

در صورت نیاز، مقدار سولفات قابل حل در اسید موجود در سنگدانه‌ها که مطابق با بند ۱۲ استاندارد EN 1744-1 تعیین می‌شود، مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۱۴ اظهار می‌شود.

جدول ۱۴ - طبقه‌های بیشترین مقدار سولفات قابل حل در اسید

نوع سنگدانه	طبقه AS	بیشترین مقدار سولفات محلول در اسید (درصد جرمی)
سنگدانه‌هایی با منشا غیر از سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی	AS <sub>0.2</sub>	≤۰٫۲
	AS <sub>0.8</sub>	≤۰٫۸
سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی	AS <sub>1.0</sub>	≤۱٫۰

#### ۲-۲-۷ گوگرد کل

در صورت نیاز، مقدار گوگرد کل سنگدانه‌ها که براساس استاندارد EN 1744-1 اندازه‌گیری شده، نباید برای سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی بیش از ۲٫۰٪ جرمی و برای غیر از سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی بیش از ۱٫۰٪ جرمی باشد.

اگر پیروتیت<sup>۲</sup> (یک فرم ناپایدار از FeS، پیریت مغناطیسی) در سنگدانه وجود داشته باشد احتیاط‌های ویژه‌ای لازم است، که در این صورت حداکثر مقدار گوگرد کل ۰٫۱٪ جرمی باید در نظر گرفته شود.

### ۳-۷ اجزایی که بر پایداری حجمی سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی اثر دارند

۱-۳-۷ سنگدانه سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی، باید براساس استاندارد EN 1744-1 آزمون شود و عاری از فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات باشد.

۲-۳-۷ سنگدانه سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی، باید براساس استاندارد EN 1744-1 آزمون شود و عاری از فروپاشیدگی آهن باشد.

1 - Acid-soluble Sulfate

2 - Pyrrhotite

۴-۷ مقدار کربنات سنگدانه‌های ریز مصرفی در رویه بتنی

وقتی که کنترل مقدار کربنات سنگدانه‌های ریز برای استفاده در بتن قسمت‌های سطحی نیاز است، مقدار کربنات باید مطابق با بند ۵ استاندارد EN 196-21 بر روی آزمون‌های تهیه شده طبق بند ۱۲-۳ استاندارد EN 1744-1، تعیین و نتایج اظهار شود.

۸ روش‌های نمونه‌برداری و آزمون

سنگدانه‌ها را مطابق روش‌های مندرج در جدول ۱۵ نمونه‌برداری و آزمون کنید، مگر آن‌که ترتیب دیگری در متن این استاندارد مقرر شده باشد. آزمون‌های لازم را روی آزمون‌هایی مطابق با الزامات مشخص شده در استانداردهای روش‌های آزمون انجام دهید. استفاده از یک آزمون دانه‌بندی و آزمون مواد ریزتر از الک ۷۵  $\mu\text{m}$  مجاز است. به کار بردن اندازه‌های جدا شده حاصل از آزمون دانه‌بندی برای انجام آزمون‌های سلامت و سایش قابل قبول است. در هر حال آماده کردن آزمون‌های اضافی الزامی خواهد بود. برای سایر آزمون‌ها و نیز ارزیابی پتانسیل واکنش‌زایی با قلیایی‌ها، در صورت نیاز، آزمون‌های جداگانه‌ای به کار برید.

جدول ۱۵- آزمون‌ها و استانداردهای روش آزمون

نوع (الزامی/اختیاری)	استاندارد مرجع	نام آزمون
الزامی	ASTM D75/D75M	نمونه‌برداری
الزامی	ASTM C136/C136M	دانه‌بندی
الزامی	ASTM C117	مواد ریزتر از الک ۷۵ $\mu\text{m}$
الزامی	ASTM C142/C142M	کلوخه‌های رسی و ذرات سست
الزامی	ASTM C123/C123M	زغال سنگ و لیگنیت
الزامی	ASTM C88	سلامت سنگدانه
الزامی	EN 1744-1	کلریدهای محلول در آب، در صورت ضرورت
الزامی	EN 1744-1	سولفات‌های محلول در آب
الزامی	ASTM C40/C40M	ناخالصی‌های آلی (سنگدانه ریز)
الزامی	ASTM C1252	درصد فضای خالی غیرمتراکم (سنگدانه ریز)
الزامی	ASTM C131/C131M یا ASTM C535	سایش لس‌آنجلس (سنگدانه درشت)
الزامی	ASTM D4791 یا EN 933-3 و EN 933-4	شکل دانه‌ها (سنگدانه درشت)
الزامی	EN 933-5	درصد شکستگی (سنگدانه درشت)
الزامی	ASTM C123/C123M	چرت (سنگدانه درشت)، در صورت ضرورت
اختیاری	EN 1744-1	سولفات‌های محلول در اسید و گوگرد کل
اختیاری	ASTM C1778	پتانسیل واکنش زیان‌آور قلیایی - سنگدانه

جدول ۱۵- آزمون‌ها و استانداردهای روش آزمون (ادامه)

نوع (الزامی/اختیاری)	استاندارد مرجع	نام آزمون
اختیاری	ASTM C127 یا ASTM C128	چگالی و جذب آب سنگدانه‌های ریز یا سنگدانه‌های درشت
اختیاری	EN 1097-3	چگالی توده‌ای
اختیاری	یا ASTM C295/C295M EN 932-3	سنگ‌نگاری
اختیاری	EN 1097-2	مقاومت در برابر شکست (عدد ضربه)
اختیاری	EN 1097-1	مقاومت در برابر سایش میکرودوال
اختیاری	EN 1097-8	مقاومت در برابر صیقلی شدن (عدد صیقلی شدن سنگ)
اختیاری	EN 1097-8	مقاومت در برابر خراش سطحی (عدد خراش سنگدانه)
اختیاری	EN 1097-9	مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن
اختیاری	EN 196-21	مقدار کربنات
اختیاری	EN 1367-1	مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن
اختیاری	EN 1367-4	جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن
اختیاری	EN 1744-1	فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات
اختیاری	EN 1744-1	فروپاشیدگی آهن

## ۹ ارزیابی انطباق

### ۹-۱ کلیات

تولیدکننده باید تضمین دهد که سنگدانه با الزامات مشخص شده در این استاندارد انطباق دارد. این انطباق باید به شکل یک گواهی صادر شده بر مبنای نتایج بازرسی شخص ثالث تصدیق شود.

### ۹-۲ کنترل تولید کارخانه‌ای

کنترل تولید کارخانه‌ای مشتمل بر یک کنترل پیوسته از تولید توسط تولیدکننده می‌باشد که به‌منظور اطمینان از این که سنگدانه‌ها با الزامات مشخص شده در این استاندارد انطباق دارد اعمال می‌شود.

الزامات کنترل تولید کارخانه‌ای و تواتر انجام آزمون‌ها در پیوست الف آورده شده است.

### ۹-۳ بازرسی شخص ثالث

بازرسی شخص ثالث بازرسی منظمی است از سامانه کنترل تولید کارخانه‌ای تولیدکننده و از سنگدانه‌های تولیدی، توسط یک مرجع بی‌طرف (سازمان بازرسی‌کننده)، به‌منظور اثبات این‌که چگونه سنگدانه‌ها با الزامات مشخص شده در این استاندارد انطباق دارند. بازرسی شخص ثالث باید مشتمل بر بازرسی اولیه، بازرسی‌های ادواری و در صورت نیاز بازرسی فوق‌العاده باشد. بازرسی اولیه باید هنگامی که اولین تولید

سنگدانه‌ها صورت می‌گیرد یا هنگامی که تغییر عمده‌ای در ماهیت مواد اولیه مورد مصرف یا شرایط تولید پدید آمده است انجام شود.

#### ۴-۹ صدور گواهی

نهاد صدور گواهی (سازمان ملی استاندارد ایران) باید نتایج بازرسی شخص ثالث را به منظور تعیین این‌که سنگدانه‌ها با الزامات مشخص شده در این استاندارد انطباق دارد بررسی کند و باید این انطباق را به شکل یک گواهی تصدیق کند.

تواتر انجام آزمون‌ها توسط یا از طرف نهاد صدور گواهی باید طبق جدول ۱۶ باشد.

جدول ۱۶ - تواتر انجام آزمون‌ها توسط یا از طرف نهاد صدور گواهی

ردیف	نام آزمون	روش آزمون	حداقل تواتر انجام آزمون توسط یا از طرف نهاد صدور گواهی
۱	دانه‌بندی	ASTM C136/C136M	تمام نمونه‌برداری‌ها
۲	مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر	ASTM C117	
۳	کلوخه‌های رسی و ذرات سست	ASTM C142/C142M	
۴	شکل دانه‌ها	EN یا ASTM D4791 EN 933-3 و 933-4	
۵	درصد شکستگی	EN 933-5	
۶	درصد فضای خالی غیرمتراکم سنگدانه‌های ریز	ASTM C1252	
۷	سایش لس آنجلس	ASTM C131/C131M یا ASTM C535	
۸	کلریدهای محلول در آب	EN 1744-1	
۹	سولفات‌های محلول در آب	EN 1744-1	
۱۰	ناخالصی‌های آلی	ASTM C40/C40M	
۱۱	سلامت سنگدانه	ASTM C88	
۱۲	زغال سنگ و لیگنیت	ASTM C123/C123M	
۱۳	چرت	ASTM C123/C123M	حداقل یک‌بار قبل از صدور گواهی (پروانه)، و پس از آن، حداقل یک‌بار در هر دوره اعتبار گواهی و نیز در حالتی که تغییری در مواد اولیه ورودی (مثل تغییر معدن تأمین کننده مواد اولیه) مشاهده شود. الف
۱۴	آزمون‌های اختیاری (فهرست‌شده در جدول ۱۵)		در صورتی که تولیدکننده ادعای انطباق با آن ویژگی(ها) را داشته باشد، در تمام نمونه‌برداری‌ها باید انجام شود.

الف در صورت عدم انطباق با الزام استاندارد، انجام آزمون در اولین نمونه‌برداری بعدی، ضروری است.

نهاد صدور گواهی باید گزارش بازرسی تکمیل شده سازمان بازرسی کننده را بررسی کند و با در نظر گرفتن تمامی آزمون‌های انجام شده بر مبنای درخواست سازمان بازرسی کننده و قوانین و سایر شرایط و ضوابط صدور گواهی، در مورد این که باید گواهی (پروانه) صدور یا تمدید شود تصمیم‌گیری کند.

**یادآوری-** بازرسی و صدور گواهی (پروانه کاربرد علامت استاندارد) توسط سازمان ملی استاندارد ایران براساس قوانین و مقررات این سازمان انجام می‌شود.

## ۱۰ اطلاعاتی که باید توسط تولیدکننده ارائه شود

### ۱-۱۰ اطلاعات اصلی

تولیدکننده سنگدانه باید اطلاعات زیر را فراهم کرده و ارائه دهد:

- ۱-۱-۱۰ منبع تامین سنگدانه‌ها (شامل نام و نشانی واحد تولیدی و نام و نشانی معدن)؛
- ۱-۱-۱۰ نوع سنگدانه ریز/درشت (طبیعی (گردگوشه)، شکسته (تیزگوشه) یا ترکیبی از آنها)؛
- ۱-۱-۱۰ درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه ریز/درشت برای ساخت بتن مسلح، ممنوع است/نیست.»؛
- ۱-۱-۱۰ درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه ریز/درشت برای ساخت بتن رویارو با یخ‌زدن و آب‌شدن پی‌درپی، ممنوع است/نیست.»؛
- ۱-۱-۱۰ درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه ریز برای ساخت بتن تحت تأثیر سایش، ممنوع است/نیست.»؛
- ۱-۱-۱۰ رده دانه‌بندی سنگدانه ریز یا سنگدانه درشت؛
- ۱-۱-۱۰ مدول نرمی مبنا (سنگدانه ریز)؛
- ۱-۱-۱۰ درصد فضای خالی غیرمتراکم (سنگدانه ریز)؛
- ۱-۱-۱۰ درصد شکستگی (سنگدانه درشت)؛
- ۱-۱-۱۰ در صورت نیاز، درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه درشت، صرفاً در موارد زیر مجاز است:
  - بتن پی‌ها، شالوده‌ها، ستون‌ها و تیرهایی که در معرض شرایط جوی قرار ندارند، و
  - دال‌های داخلی و کف‌پوش‌های داخلی.»
- ۱-۱-۱۰ در صورت نیاز، مشخصه سنگ‌نگاری؛
- ۱-۱-۱۰ در صورت نیاز، انطباق با الزامات اختیاری مندرج در بند ۶ و ۷؛



۱۰-۱-۱۳ در صورت نیاز، چگالی دانه‌ها و جذب آب؛

۱۰-۱-۱۴ در صورت نیاز، هرگونه اطلاعات تکمیلی برای شناسایی سنگدانه‌ها.

#### ۱۰-۲ اطلاعات تکمیلی

وقتی درخواست شود، تولید (عرضه) کننده هرگونه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز برای نوع کاربرد انتخاب شده سنگدانه‌های مورد نظر را باید ارائه دهد (پیوست ب را ببینید).

یادآوری- خریدار باید در زمان سفارش، هرگونه الزامات ویژه برای کاربرد خاص و هرگونه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز را به تولید(عرضه)کننده ارائه دهد.

#### ۱۱ برگه تحویل

تولیدکننده باید در هنگام تحویل، بارنامه یا مدرکی را به خریدار تحویل دهد که در آن اطلاعات ذیل درج شده باشد:

۱۱-۱ نام و نشانی واحد تولیدی و در صورت دارا بودن پروانه کاربرد علامت استاندارد درج علامت و کد ده رقمی نشان استاندارد؛

۱۱-۲ نام و نشانی خریدار؛

۱۱-۳ تاریخ تحویل؛

۱۱-۴ شماره برگه تحویل؛

۱۱-۵ اطلاعات مندرج در ردیف‌های ۱۰-۱ تا ۱۰-۹؛ (اطلاعات سایر ردیف‌های بند ۱۰-۱ می‌تواند به صورت کدی باشد که قابلیت ره‌گیری تا برگه داده تولیدکننده را داشته باشد)؛

۱۱-۶ مقدار سنگدانه‌ها برحسب کیلوگرم (یا تن)؛

۱۱-۷ حداکثر رطوبت کل سنگدانه در محل تحویل (در محل خریدار)؛

۱۱-۸ شماره وسیله حمل؛

۱۱-۹ آدرس محل تحویل؛

۱۱-۱۰ امضای نماینده تولیدکننده و نماینده خریدار؛

۱۱-۱۱ هرگونه اطلاعات تکمیلی که در زمان سفارش توسط خریدار مشخص شده است.

یادآوری-۱ خریدار در هنگام سفارش باید به تأمین‌کننده هر الزام خاصی که درباره ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اختیاری در نظر دارد و یا هر کاربرد خاص را مشخص کند.

یادآوری-۲ در نظر گرفتن سایر اطلاعات مندرج در بند ۷ استاندارد ۱۳۷۶۵ که در این بند نیامده است، توصیه می‌شود.

**یادآوری ۳-** هنگام نمونه برداری توسط شخص ثالث از واحد تولیدی، ممکن است برخی از اطلاعات برگه تحویل هنوز تکمیل نشده باشد. در این موارد باید علاوه بر برگه تحویل ناقص مرتبط با نمونه مورد نظر، یک برگه تحویل مربوط به آن تولید از سوابق موجود در واحد تولیدی، که قبلاً به طور کامل پر شده است، اخذ و هر دو برگه، به برگه نمونه برداری، ضمیمه شود.

## ۱۲ شرایط تحویل

- ۱-۱۲ با هر محموله از سنگدانه، باید برگه تحویل طبق بند ۱۱ همراه بوده و به خریدار تحویل داده شود.
- ۲-۱۲ سنگدانه در هنگام بارگیری در محل واحد تولیدی سنگدانه، نباید آب چکان باشد.
- ۳-۱۲ حداکثر رطوبت کل سنگدانه در هنگام تحویل در محل خریدار، نباید از مقدار مشخص شده در برگه تحویل بیشتر باشد. رطوبت کل سنگدانه طبق استاندارد ASTM C566 اندازه گیری می شود.

## پیوست الف

### (الزامی)

## سامانه کنترل تولید کارخانه‌ای

### الف-۱ کلیات

این پیوست الزامات مشخصی را برای سامانه‌های کنترل تولید کارخانه‌ای برای سنگدانه‌ها بیان می‌کند تا تضمین‌کننده مطابقت با الزامات تعیین شده در این استاندارد باشد و همچنین مشخص می‌کند که بر پایه چه اصولی، عملکرد این سامانه بنا شده است.

### الف-۲ سازماندهی

#### الف-۲-۱ مسئولیت و صلاحیت

مسئولیت و صلاحیت افرادی که مدیریت، اجرا و بررسی کار مؤثر بر کیفیت را برعهده دارند و همچنین ساختار سازمانی لازم مبتنی بر افرادی که دارای توانایی‌های زیر باشند، باید مدون شده باشد.

- اقدامات ابتدایی برای جلوگیری از تولید نامنطبق؛

- شناسایی، ثبت، اصلاح و اقدام اصلاحی در مورد هرگونه نقص و اشتباه.

#### الف-۲-۲ نماینده مدیریت برای کنترل تولید کارخانه‌ای

هر واحد تولیدی سنگدانه، تولیدکننده باید یک شخص با کفایت را برای اطمینان از این که روش‌های کنترل تولید کارخانه‌ای مشخص شده در این استاندارد اجرا شده و برقرار نگه‌داشته می‌شود، به کار گمارد. این فرد می‌تواند مدیر کنترل کیفیت واحد تولیدی باشد.

#### الف-۲-۳ بازنگری مدیریت

سامانه کنترل تولید کارخانه‌ای به کار رفته به منظور برآورده کردن الزامات مشخص شده در این پیوست، باید در بازه‌های زمانی مشخصی توسط مدیریت، ممیزی و بازنگری شود، تا مناسب بودن و اثربخشی آن را به طور پیوسته تضمین کند. سوابق چنین بازنگری‌هایی باید نگه‌داری شود.

#### الف-۲-۴ کنترل اسناد و داده‌ها

کنترل اسناد و داده‌ها باید اسناد و داده‌های مرتبط با الزامات مشخص شده در این استاندارد درباره خرید، فرآوری، بازرسی مواد و کنترل تولید کارخانه‌ای را دربرگیرد. برای کنترل اسناد و داده‌هایی که باید مستند شوند در دستورالعمل کنترل تولید مندرج در بند الف-۳، یک روش تشریح شده است. این کار باید تمامی

مسئولیت‌ها برای تصویب، صدور، توزیع و اجرای مستندات و داده‌های داخلی و خارجی و آماده‌سازی، صدور و ثبت هرگونه تغییر در مستندات را دربرگیرد.

#### الف-۲-۵ برون‌سپاری (پیمانکار فرعی)

اگر قسمتی از عملیات واگذار شود، باید روش مناسبی برای کنترل پیش‌بینی شود.

#### الف-۳ روش‌های کنترل

تولیدکننده باید دستورالعمل کنترل تولید کارخانه‌ای را تدوین کند و آن را برقرار نگه‌دارد، که این دستورالعمل بیان‌کننده روش‌هایی در ارتباط با آنچه که الزامات مدیریت کیفیت را برآورده می‌کند، باشد.

**یادآوری-** دستورالعمل کنترل باید توصیفی از تجهیزات مورد استفاده (نظیر سنگ‌شکن‌ها، سرندها، نوارهای نقاله، فیدرها و آهن‌رباهای جداکننده و دستگاه جداسازی با هوا، دستگاه جداسازی با آب، سامانه‌های بازیابی و تصفیه آب و سیلوهای ذخیره) و روش‌های به‌کار گرفته شده (نظیر: فرآوری خشک، فرآوری مرطوب) و نمودارهایی که مراحل تولید را به صورت جداگانه نشان می‌دهند، را نیز شامل شود.

#### الف-۴ اطلاعات در مورد مواد اولیه

مستنداتی که بیان‌کننده مشخصات مواد اولیه، منابع آن، وضعیت کیفی و کمی ذخیره معدنی و موقعیت دقیق معدن با سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)<sup>۱</sup> و در صورت نیاز هرگونه نقشه‌ای که نشان‌دهنده محل آن در معدن می‌باشد باید وجود داشته باشد.

#### الف-۵ مدیریت تولید

سامانه کنترل تولید باید الزامات ذیل را برآورده کند:

**الف-** این سامانه باید روش‌هایی را به منظور استقرار و کنترل انطباق تولید فراهم کند تا در هر مرحله از تولید، مطابقت با این استاندارد محرز شود.

**یادآوری-** ممکن است این موارد شامل روش‌هایی برای نگهداری و تنظیم عملکرد دستگاه‌ها و تجهیزات، بازرسی یا آزمون مواد نمونه‌برداری شده حین تولید، و یا اصلاح فرایند تولید در شرایط نامساعد جوی و غیره باشد.

**ب-** باید روش‌هایی برای کنترل انبارداری، مشخص کردن و نشانه‌گذاری محل‌های ذخیره‌سازی و کنترل موجودی آن‌ها وجود داشته باشد.

**پ-** باید روشی وجود داشته باشد که تضمین کند مواد برداشت شده از انباشت ذخیره از لحاظ سطح کیفی، پایین‌تر از حالت متوسط مورد قبول نباشد.

**ت-** محصولات باید در تمام مراحل تا مرحله توزیع و عرضه از لحاظ منبع و نوع قابل شناسایی باشند.

## الف-۶ بازرسی و آزمون

### الف-۶-۱ کلیات

تولیدکننده باید افراد واجد شرایط و وسایل و تجهیزات لازم را جهت بازرسی و انجام آزمون‌ها در اختیار داشته باشد.

### الف-۶-۲ تجهیزات

تولیدکننده باید مسئول کنترل واسنجی و نگهداری تجهیزات آزمون باشد. دقت اندازه‌گیری تجهیزات آزمون باید مطابق با استانداردهای روش‌های آزمون مربوطه بوده و دوره‌های واسنجی باید تعریف شده باشد. تجهیزات باید مطابق با روش‌های مستند استفاده و به وضوح علامت‌گذاری شوند. سوابق واسنجی تجهیزات باید در یک پرونده نگهداری شود.

### الف-۶-۳ محل و تواتر بازرسی، نمونه‌برداری و آزمون‌ها

یک روش مستند برای کنترل تولید باید وجود داشته باشد که در آن نوع و تعداد آزمون‌ها مشخص شده باشد. برنامه نمونه‌برداری و آزمون باید مطابق با جداول الف-۱ تا الف-۳ باشد.

تواتر انجام آزمون‌ها به‌طور کلی با دوره‌های تولید در ارتباط است، که یک دوره تولید می‌تواند با روزهای تولید یک هفته، یک ماه و یا یک سال تعریف شود.

**یادآوری-** منظور از یک دوره تولید، فعالیت خط تولید در یک بازه زمانی مشخص با مواد اولیه یک معدن، در شرایط یکسان از نظر اقلیم و عوامل تولید می‌باشد.

یکی از الزامات کنترل تولید، بررسی چشمی است. هر گونه عدم انطباقی که توسط بررسی چشمی مشخص می‌شود، ممکن است به افزایش تعداد آزمون‌ها منتهی شود.

هنگامی که مقادیر اندازه‌گیری شده به یک مقدار حدی نزدیک باشند، ممکن است تعداد آزمون‌های بیشتری نیاز شود.

در شرایط خاص مانند موارد زیر، با توجه به نظر نهاد بازرسی کننده، تعداد دوره‌های انجام آزمون که در جداول الف ۱ و الف ۲ ذکر شده‌اند می‌تواند کاهش یابد.

**الف-** تجهیزات تولیدی خودکار و پیشرفته؛

**ب-** تجربیات طولانی مدتی در ارتباط با ثابت بودن خصوصیات ویژه؛

**پ-** منابعی با مصالح بسیار یکنواخت؛

**ت-** جاری بودن سامانه مدیریت کیفیت مشتمل بر معیارهای استثنایی برای مراقبت و پایش فرایند تولید.

تولیدکننده باید برنامه زمان‌بندی انجام آزمون‌ها را با در نظر گرفتن حداقل الزامات مشخص شده در جداول الف ۱ تا الف ۳ فراهم کند.

آزمون‌های مشخص شده در جدول الف-۲ فقط زمانی لازم است که مطابقت در آن موارد، برای یک محصول خاص یا کاربرد نهایی آن نیاز باشد.

دلایل کاهش تعداد دوره‌های آزمون باید در مستندات کنترل تولید بیان شود.

جدول الف-۱ - آزمون‌های کنترل تولید برای ویژگی‌های کلی

ردیف	نام آزمون	روش آزمون/بررسی	حداقل تواتر آزمون الف
۱	منبع مواد (بازرسی مواد ورودی)	بررسی چشمی	هر محموله
۲	تجهیزات تولید	بررسی چشمی	روزانه
۳	دانه‌بندی	ASTM C136/C136M	روزانه
۴	مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر	ASTM C117	روزانه
۵	کلوخه‌های رسی و ذرات سست	ASTM C142/C142M	هفتگی
۶	شکل دانه‌ها	ASTM D4791 یا EN 933-4 و EN 933-3	هفتگی
۷	درصد شکستگی	EN 933-5	هفتگی
۸	درصد فضای خالی غیرمتراکم سنگدانه‌های ریز	ASTM C1252	هفتگی
۹	ناخالصی‌های آلی	ASTM C40/C40M	هر شش ماه یک‌بار و در حالتی که تغییری در مواد اولیه ورودی (مثل تغییر معدن تأمین‌کننده مواد اولیه) مشاهده شود.
۱۰	سلامت سنگدانه	ASTM C88	
۱۱	سایش لس آنجلس	ASTM C131/C131M یا ASTM C535	
۱۲	کلریدهای محلول در آب	EN 1744-1	
۱۳	سولفات‌های محلول در آب	EN 1744-1	
۱۴	زغال سنگ و لیگنیت و چرت	ASTM C123/C123M	هر سال یک‌بار و در حالتی که تغییری در مواد اولیه ورودی (مثل تغییر معدن تأمین‌کننده مواد اولیه) مشاهده شود.
۱۵	آزمون‌های اختیاری (فهرست‌شده در جدول ۱۵)		در دستورالعمل کنترل تولید توسط تولیدکننده مشخص و عملیاتی شود.

جدول الف-۲ - آزمون‌های کنترل تولید برای ویژگی‌های مورد نیاز سنگدانه‌ها برای کاربرد خاص

ردیف	مورد / خصوصیت	کاربرد انتخابی	روش آزمون	حداقل تواتر آزمون
۱	مقاومت در برابر شکست (عدد ضربه)	بتن پرمقاومت و کفپوش بتنی	EN 1097-2	هر شش ماه یکبار
۲	مقاومت در برابر سایش میکرودوال	لایه رویی	EN 1097-1	هر سال یکبار
۳	مقاومت در برابر خراش (ساییدگی)	لایه رویی	EN 1097-8	هر سال یکبار
۴	مقاومت در برابر خراش سطحی و سایش ناشی از تایر یخ‌شکن	رمپ‌ها، پارکینگ‌های عمومی، جاده‌ها، باند فرودگاه‌ها	EN 1097-8 و EN 1097-9	هر سال یکبار
۵	مقدار کربنات کلسیم	برای سنگدانه‌های ریز مورد مصرف در بتن پرداختی (ملات)	EN 1744-1 و EN 196-21	هر سال یکبار

یادآوری - انجام این آزمون‌ها برای نمونه‌برداری انجام شده توسط شخص ثالث، برای کاربرد غیرخاص ضروری نیست.

جدول الف-۳ - آزمون‌های کنترل تولید سنگدانه‌های حاصل از منابع خاص یا با فرایندهای تولید خاص

ردیف	مورد / خصوصیت	توضیح	روش آزمون	حداقل تواتر آزمون
۱	مقدار شیل الف	برای سنگدانه‌های درشت حاصل از لایروبی	EN 933-7	هر سال یکبار
۲	پایداری حجمی (جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدگی) الف	برای موارد بند ۶-۱۰-۲	EN 1367-4	هر دو سال یکبار
۳	مقدار کلرید	برای سنگدانه‌های حاصل از لایروبی	EN 1744-1	هر هفته یکبار
۴	ترکیبات حاوی گوگرد	برای موارد بند ۷-۲	EN 1744-1	هر شش ماه یکبار
۵	فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات	برای سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی		
۶	فروپاشیدگی آهن	برای سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی		

الف انجام این آزمون برای نمونه‌برداری انجام شده توسط شخص ثالث برای کاربرد غیر خاص، ضروری نیست.

الف-۷ مستندات

نتایج کنترل تولید شامل جزییات نمونه‌برداری (مانند محل، تاریخ و زمان) و فرآورده آزمون شده، و در صورت اقتضا، هر گونه اطلاعات اضافی مرتبط (مانند وضعیت آب و هوا) باید مستند شود.

یادآوری - در برخی موارد ممکن است بعضی از مشخصات بین فرآورده‌های متعدد مشترک باشد در چنین مواردی می‌توان نتایج آزمون‌های به‌دست آمده برای یک فرآورده را برای تعدادی از فرآورده‌ها تعمیم داد. این حالت در مواردی که محصول

شامل دو یا چند اندازه متفاوت باشد کاملاً صدق می‌کند. حتی اگر خصوصیات ذاتی فراورده تغییر نکرده باشد، توزیع دانه بندی ذرات یا یکنواختی آن‌ها باید بررسی شود.

در مواردی که فراورده بازرسی یا آزمون شده، الزامات مربوطه را برآورده نکند و یا در مواردی که نشانه‌هایی مبنی بر امکان برآورده نشدن الزامات وجود داشته باشد، هرگونه اقدامی را که برای برطرف کردن این شرایط انجام شده (مانند آزمون مجدد، اقدام اصلاحی در فرایند تولید)، باید مستند شود.

مستندات باید شامل سوابق دیگری که برای کنترل تولید براساس این پیوست مورد نیاز است، باشد.

مستندات باید در یک پرونده برای مدت حداقل پنج سال نگهداری شود.

هر کارخانه‌ای باید فهرستی از مستندات تمامی سنگدانه‌های در دسترس منطبق با این استاندارد را در دسترس نگاه دارد.

#### الف-۸ کنترل سنگدانه های نامنطبق

در پی یک بازرسی یا آزمون که نشان داده شود سنگدانه‌ای با الزامات این استاندارد انطباق ندارد، این سنگدانه باید:

الف- دوباره فراوری شود؛ یا

ب- به منظور استفاده دیگری با تعیین اولویت استفاده نشانه‌گذاری شود؛ یا

پ- مرجوع شده و به عنوان نامنطبق و غیرقابل استفاده نشان دار شود.

تولیدکننده باید تمام موارد عدم انطباق را ثبت و آن‌ها را بررسی کند، و در صورت نیاز، اقدام اصلاحی انجام دهد. اقدام اصلاحی ممکن است شامل موارد زیر باشد:

الف- تحقیق درباره علت عدم انطباق، به عنوان مثال بررسی اینکه آیا آزمون لازم به صورت درست انجام شده است و در صورت نیاز اصلاح آن؛

ب- تحلیل فرآیندها، عملیات، سوابق کیفیت، گزارش خدمات و شکایات مشتریان به منظور شناسایی و برطرف کردن دلایل عدم انطباق‌های بالقوه؛

پ- اقدامات پیشگیرانه مناسب برای تاثیرگذاری بر مشکلات بالقوه؛

ت- کنترل اثربخشی کلیه اقدامات انجام شده؛

ث- اجرا و مستند سازی تغییرات در روش‌ها که در نتیجه انجام اقدام اصلاحی به وجود آمده است.

#### الف-۹ جابه‌جایی، ذخیره‌سازی و آماده‌سازی در محیط‌های تولید

الف-۹-۱ تولیدکننده باید تمام ترتیبات لازم جهت حفظ کیفیت محصول در طول جابه‌جایی و ذخیره‌سازی، را فراهم کند. انبارش محصولات مطابق استاندارد ۱۳۷۶۵ انجام شود.



**یادآوری-** این ترتیبات باید به گونه‌ای باشد که از آلودگی و جداسازی فرآورده محافظت کرده و از تمیز بودن تجهیزات جابجایی و محل‌های ذخیره‌سازی اطمینان حاصل کرد.

**الف-۹-۲** هر انباشته باید دارای تابلویی باشد که در آن نوع سنگدانه (طبیعی (گردگوشه)، شکسته (تیزگوشه) یا ترکیبی از آن‌ها)، رده دانه‌بندی سنگدانه و مدول نرمی مینا (برای سنگدانه ریز) درج شده باشد.

#### **الف-۱۰ حمل و نقل و بسته بندی**

##### **الف-۱۰-۱ حمل و نقل**

سامانه کنترل تولید، باید به طور واضح مسئولیت‌های مرتبط با ذخیره‌سازی و تحویل فرآورده را تعریف کند و موارد مرتبط مندرج در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۶۵ و استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۸۵۸ را برآورده نماید.

**یادآوری-** هنگامی که مصالح به صورت توده‌ای حمل می‌شود، ممکن است لازم باشد تا سطح مواد برای جلوگیری از آلودگی پوشانده شوند.

##### **الف-۱۰-۲ بسته بندی**

اگر سنگدانه‌ها بسته‌بندی می‌شوند مواد بسته‌بندی و روش‌های آن باید به گونه‌ای باشند که باعث آلودگی و یا جداسازی فرآورده نشوند و فرآورده نباید تغییر محسوسی قبل و بعد از بسته‌بندی داشته باشد. برای این منظور تمامی احتیاط‌های ضروری حین جابه‌جایی و ذخیره‌سازی سنگدانه‌های بسته‌بندی شده باید روی بسته‌ها نشانه‌گذاری یا در اسناد پیوست مشخص شود.

##### **الف-۱۱ آموزش کارکنان**

تولیدکننده باید روش‌هایی برای آموزش کارکنانی که بر کیفیت فرآورده تاثیرگذار هستند تعیین نماید و آن‌ها را برقرار نگاهدارد. سوابق آموزشی کارکنان باید به طور مناسب نگهداری شود.

پیوست ب

(الزامی)

اطلاعات مورد نیاز برای توصیف سنگدانه‌ها در موارد خاص

علاوه بر اطلاعات درج شده در بند ۱۰، ارائه اطلاعات زیر نیز حسب درخواست خریدار یا ادعای تولیدکننده می‌تواند لازم باشد:

ب-۱ گزارش سنگ‌نگاری؛

ب-۲ مقاومت در برابر سایش و ضربه، صیقلی شدن، خراش (ساییدگی) سطحی، سایش میکرودوال، سایش ناشی از تایر یخ‌شکن، یخ‌زدن و آب شدن؛

ب-۳ جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن؛

ب-۴ مقدار کلرید قابل حل در اسید؛

ب-۵ مقدار سولفات؛

ب-۶ مقدار شیل؛

ب-۷ مقدار موادی که بر سرعت گیرش و سخت شدن یا پرداخت سطوح بتنی تاثیر گذارند؛

ب-۸ فروپاشیدگی دی کلسیم سیلیکات یا آهن (برای سرباره هوا سردشده کوره بلند آهن‌گدازی).

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

راهنمایی در مورد استفاده از سنگدانه‌ها در بتن

پ-۱ مقاومت سنگدانه‌های درشت (شن) در برابر سایش و ضربه

پ-۱-۱ سنگدانه‌ها معمولاً مقاومت بیشتری نسبت به بتن دارند، و برای مخلوطی از سنگدانه‌ها و سیمان با یا بدون مواد افزودنی، که دارای سابقه به‌کارگیری رضایت‌بخش می‌باشد، کنترل معمولی مقاومت به‌دست آمده از بتن تولیدی، شاخص مناسبی برای مقاومت سنگدانه است. هر چند، اگر بتن با مقاومت بالا مورد نیاز باشد ضرورت دارد که مقاومت سنگدانه‌ها در نظر گرفته شود.

پ-۱-۲ سنگدانه با عدد لس آنجلس LA<sub>15</sub>، LA<sub>20</sub> یا با عدد ضربه SZ<sub>18</sub> عموماً برای حالت‌های خاص مثل سطوحی که در معرض تآثیر یخ‌شکن هستند یا الزامات خاص جاده به کار برده می‌شود.

پ-۱-۳ سنگدانه با عدد لس آنجلس LA<sub>30</sub> یا با عدد ضربه SZ<sub>22</sub> می‌تواند برای کف‌پوش‌های جاده و سطوح کف که در معرض تنش‌های ضربه‌ای قرار دارند مورد استفاده قرار گیرد. سنگدانه‌های با عدد لس آنجلس بیش از ۴۰ باید بر مبنای تجربه‌ی استفاده از آن‌ها، مورد ارزیابی قرار گیرد.

پ-۲ مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن

مقاومت بتن در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن به درجه اشباع شدگی مواد تشکیل‌دهنده و نسبت آن‌ها در بتن بستگی دارد. مقدار حباب هوای عمدی موجود در بتن عامل مهمی است و بنابراین لازم است برای ارزیابی مقاومت سنگدانه‌ها در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن، مقاومت نمونه‌های بتن در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن مورد آزمون قرار گیرد.

## پیوست ت

### (آگاهی‌دهنده)

## مقاومت سنگدانه رویاروی یخزدن و آب‌شدن

### ت-۱ کلیات

استعداد سنگدانه برای ایجاد خسارت ناشی از یخزدن و آب‌شدن به شرایط محیطی، عمر مفید و توزیع اندازه حفرات در ذرات سنگدانه بستگی دارد.

### ت-۲ آزمون‌های شاخص<sup>۱</sup>

آزمون‌هایی که ممکن است نشانه‌ای از استعداد یخزدن و آب‌شدن را بدهند شامل بررسی دقیق سنگ‌نگاری یا یکی از آزمون‌های فیزیکی باشند. سنگدانه‌هایی که هرکدام از این آزمون‌ها را با موفقیت بگذرانند ممکن است به عنوان مقاوم در برابر یخزدن و آب‌شدن تلقی شوند.

### ت-۳ بررسی سنگ‌نگاری

بررسی سنگ‌نگاری نشانه‌ای از حضور ذرات ضعیف یا بسیار جاذبی که ممکن است در معرض (مستعد) آسیب‌دیدن ناشی از یخزدن و آب‌شدن باشد خواهد داد. جایی که حضور چنین ذراتی مشاهده شود یا احتمال آن‌ها وجود داشته باشد، برای ارزیابی مقاومت سنگدانه در برابر یخزدن و آب‌شدن، ممکن است یکی از آزمون‌های داده شده در بند ت-۴ به کار برده شود.

سنگدانه‌های مستعد حاصله از سنگ بسیار هوا زده و برخی کنگلومراها و سنگ‌های جوش‌خورده می‌توانند شامل برخی یا تمامی موارد زیر باشد:

شیست، میکا شیست، فیلیت، مارن، شیل، سنگ چخماق متخلخل، بازالت متخلخل دگرگون شده یا ذرات به‌هم‌چسبیده ضعیف توسط کانی‌های رسی.

### ت-۴ جذب آب

اگر جذب آب سنگدانه که مطابق با استاندارد ASTM C128 یا استاندارد ASTM C127 تعیین شده باشد، بیش از ۱٪ نباشد، به نظر می‌رسد که سنگدانه در برابر یخزدن و آب‌شدن مقاوم باشد.

در هر حال، بسیاری از سنگدانه‌های مناسب، مقادیر جذب آب بیشتری دارند. برای مثال، سنگ آهک و ماسه سنگ در بیشتر اوقات جذب آب بزرگ‌تر از ۴٪ را دارا می‌باشند و دولومیت و سنگ ماسه زغال‌دار ممکن

---

1 - Indicative Tests

است جذب آب بیش از ۲٪ داشته باشند بدون اینکه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن نشان دهند.

برای برخی سنگدانه‌های حاوی ذرات سنگ چخماق با تخلخل میکرونی، اندازه‌گیری چگالی، نشانه مناسب‌تری را برای مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن نسبت به اندازه‌گیری جذب آب فراهم خواهد کرد.

#### ت-۵ آزمون‌های مستقیم

مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن می‌تواند بر مبنای مقدار یخ‌زدن و آب‌شدن یا مقدار افت در برابر سولفات منیزیم (به استانداردهای ملی EN 1367-1 و ASTM C88 مراجعه شود)، ارزیابی گردد. روش مشخص شده در استاندارد EN 1367-1 به طور خاص برای سنگدانه در معرض آب دریا یا نمک یخ‌زدا مناسب است.

برای مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن هنگامی که آزمون تشریح شده در پیوست ب استاندارد EN 1367-1 به کار برده می‌شود، می‌توان هیچ الزامی را مشخص نکرد. اگر در هر حال افت جرمی به‌دست آمده از این آزمون بیش از ۸٪ باشد، مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن باید با آزمون بتن طبق استاندارد ASTM C666/C666M بررسی شود.

کتابنامه

- [1] Ahn, N. and Fowler, D. W., "An Experimental Study on the Guidelines for Using Higher Contents of Aggregate Microfines in Portland Cement Concrete," ICAR Research Report 102-1F, International Center for Aggregates Research, University of Texas, Austin, TX, 2001, 435 pp. ([http://www.icar.utexas.edu/publications/101\\_2F/101\\_2Cvr.pdf](http://www.icar.utexas.edu/publications/101_2F/101_2Cvr.pdf))
- [2] Norvell, J.K., Stewart, J.G., Juenger, M.C.G and Fowler, D.W., "Influence of Clay and Clay-Sized Particles on Concrete Performance, "Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE, Vol 19, No. 12, December 2007, pp. 1053–1059.
- [3] Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials, STP 169D, ASTM, 2006