



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۳۰۲

تجدیدنظر سوم

۱۳۹۴

INSO

302

3rd.Revision  
2015

سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها

Concrete Aggregates - Specifications



ICS:91.100.15

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون ( و اسنجی ) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون ( و اسنجی ) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «سنگدانه‌های بتن – ویژگی‌ها»

(تجدیدنظر سوم)

#### رئیس:

تدین، محسن  
(دکتر مهندسی عمران)

#### دبیر:

عباسی رزگله، محمدحسین  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

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

بیک خورمیزی، عباس  
(کارشناس مهندسی عمران)

توسلی، سعید  
(کارشناس مهندسی مکانیک)

حاج جعفری، بهرام  
(کارشناس مهندسی عمران)

خاکی، علی  
(دکتر مهندسی عمران)

خانابابی، حمید رضا  
(کارشناس ارشد مهندسی معدن- فرآوری مواد معدنی)

رحمتی، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

رئیس قاسمی، امیرمازیار  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

#### سمت و/یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه بوعلی سینا،  
انجمن بتن ایران، مرکز تحقیقات راه، مسکن  
و شهرسازی

سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت بنیاد بتن جنوب شرق

اداره کل استاندارد استان تهران

شرکت مهندسی مشاور تژه

عضو هیات علمی دانشگاه شهید رجایی

مدیر کنترل کیفیت کارخانجات شن و ماسه  
قم

شرکت پاکدشت بتن

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شرکت تیغاب	ساکنیان، رهبر (کارشناس مهندسی عمران)
پژوهشگاه استاندارد	سامانیان، حمید (کارشناس ارشد مهندسی مواد-سرامیک)
اداره کل استاندارد استان گیلان	سیاوش، محمد (کارشناس مهندسی عمران)
عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی	شرقی، عبدالعلی (دکتر مهندسی عمران)
مدرس دانشکده فنی انقلاب اسلامی	عباسی، محمدرضا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
مدیر کنترل کیفیت کارخانجات شن و ماسه قم	عبدیان، محمود رضا (کارشناس ارشد مهندسی معدن- فرآوری مواد معدنی)
اداره کل استاندارد استان خراسان شمالی	فرجی، احمدرضا (کارشناس ارشد زمین شناسی)
اداره کل استاندارد استان ایلام	کریمی، فرزانه (کارشناس مهندسی عمران)
اداره کل استاندارد استان یزد	گلبخش منشادی، محمد حسین (کارشناس مهندسی عمران)
انجمن صنفی تولیدکنندگان شن و ماسه استان تهران و البرز	گنجی، مجتبی (کارشناس ارشد مکانیک سنگ)
سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، سیدعلیرضا (کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)
اداره کل استاندارد استان فارس	محرری، حسن (کارشناس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان کردستان

مردوخی، شاهو  
(کارشناس مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان فارس

معافی، حسن  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت صحرای شن و ماسه

نوری، امیرعباس  
(کارشناس مهندسی معدن)

## فهرست مندرجات

صفحه	فهرست
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ ویژگی‌های اجباری سنگدانه ریز (ماسه)
۷	۵ ویژگی‌های اجباری سنگدانه درشت (شن)
۱۰	۶ ویژگی‌های فیزیکی اختیاری
۱۵	۷ ویژگی‌های شیمیایی اختیاری
۱۶	۸ روش‌های نمونه‌برداری و آزمون
۱۷	۹ ارزیابی انطباق
۱۸	۱۰ اطلاعاتی که باید توسط تولیدکننده ارائه شود
۱۹	۱۱ نشانه‌گذاری (برگه تحویل)
۲۰	پیوست الف (الزامی) کنترل تولید کارخانه
۲۶	پیوست ب (اطلاعاتی) اطلاعات مورد نیاز برای توصیف سنگدانه‌ها در موارد خاص
۲۷	پیوست پ (اطلاعاتی) روش‌های ارزیابی انبساط زیان‌آور ناشی از واکنش‌زایی بالقوه سنگدانه
۳۳	پیوست ت (اطلاعاتی) راهنمایی در مورد استفاده از سنگدانه‌ها در بتن
۳۴	پیوست ث (اطلاعاتی) مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن
۳۶	پیوست ج (اطلاعاتی) ویژگی‌های نرمة (پرکننده، فیلر)
۳۷	پیوست چ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها» نخستین بار در سال ۱۳۴۵ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای سومین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در ششصد و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۴/۸/۱۷ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲: سال ۱۳۸۱ و اصلاحیه شماره یک آن (به شماره ۳۰۲ا): سال ۱۳۸۸ است.

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

ASTM C 33/C 33M: 2013, Standard Specification for Concrete Aggregates



دکتر بتن

DrBeton.ir

مرکز توسعه بتن ایران



# سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

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

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

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.

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

**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 زیبایی شناختی بتن مهم است (بتن نمایان)، اندازه‌های محدودکننده بیش‌تری ممکن است در مورد ناخالصی‌هایی که بتوانند سطح بتن را لکه‌دار کنند مورد توجه قرار گیرد. مشخص کننده باید با توجه به ویژگی‌های سنگدانه معین کند که سنگدانه مورد نظر در حوزه کاربری در دسترس بوده یا بتواند در دسترس قرار گیرد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶، سنگدانه‌ها- مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰) در

سنگدانه‌های معدنی با شستشو- روش آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۸، سنگدانه‌ها- مقاومت سنگدانه درشت کوچک‌اندازه در برابر سایش و

ضربه در دستگاه لس‌آنجلس- روش آزمون



- ۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۹، سنگدانه- سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم- روش آزمون
- ۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷، سنگدانه‌ها- دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت- روش آزمون
- ۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۸، سنگدانه‌ها- کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست- روش آزمون
- ۲-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹، سنگدانه- ناخالصی‌های آلی سنگدانه‌های ریز مورد مصرف در بتن- روش آزمون
- ۲-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰، سنگدانه- تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه ریز- روش آزمون
- ۲-۸ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲، سنگدانه- تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت- روش آزمون
- ۲-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۴، آزمون ذرات سبک در سنگدانه
- ۲-۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶، سنگدانه- کاهش دادن نمونه سنگدانه تا اندازه آزمون- آیین کار
- ۲-۱۱ استاندارد ملی ایران شماره ۸۴۴۷، سنگدانه- تعیین مقاومت سنگدانه‌های درشت در مقابل سایش و ضربه در دستگاه لس‌آنجلس- روش آزمون
- ۲-۱۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸، سنگدانه‌های بتن- واژه‌نامه
- ۲-۱۳ استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۰۴۴۷، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خصوصیات ساختاری- قسمت نهم- تعیین نرمه به روش متیلن بلو
- ۲-۱۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱، خاک- روش تعیین حد روانی، حد خمیری و نشانه خمیری- روش‌های آزمون
- ۲-۱۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷، سنگدانه- نمونه‌برداری از سنگدانه‌ها- آیین کار
- ۲-۱۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۹، سنگدانه- دانه‌های پهن، دانه‌های دراز، دانه‌های هم پهن و هم دراز در سنگدانه درشت- روش آزمون
- ۲-۱۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۶۸، سنگدانه- تعیین درصد شکستگی سنگدانه‌های درشت- روش آزمون
- ۲-۱۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۶۵، سنگدانه‌های بتن- فرآوری و تحویل- راهنما
- ۲-۱۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۰۱۳، سنگدانه- آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی- قسمت ۱: تعیین مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن- روش آزمون
- ۲-۲۰ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۷۰۱۳، سنگدانه- آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی- قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن- روش آزمون
- ۲-۲۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۸۷۴، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی- قسمت ۱: تعیین مقاومت سایشی (میکرو دوال)- روش آزمون
- ۲-۲۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۴۸۷۴، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی- قسمت ۸: تعیین عدد صیقلی شدن سنگ- روش آزمون

- ۲-۲۳ استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۴۸۷۴، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی - قسمت ۹: تعیین مقاومت سایشی در برابر تایر یخ‌شکن (آزمون نوردیک)- روش آزمون
- ۲-۲۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص شیمیایی- قسمت ۱: تجزیه شیمیایی- روش‌های آزمون
- ۲-۲۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۲۷، بتن- تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن سریع- روش آزمون

- 2-26 ASTM C 87, Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar
- 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 BS EN 196-21, Methods of testing cement - Part 21: Determination of chloride, carbon dioxide and alkali content of cement
- 2-29 BS EN 932-3, Tests for general properties of aggregates - Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description
- 2-30 BS EN 933-7, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 7: Determination of shell content- Percentage of shells in coarse aggregates
- 2-31 BS EN 933-8, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 8: Assessment of fines - Sand equivalent test
- 2-32 BS EN 933-10, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 10: Assessment of fines - Grading of filler aggregates (air jet sieving)
- 2-33 BS EN 1097-2, Testing for mechanical and physical properties of aggregates - Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation
- 2-34 BS EN 1097-3, Testing for mechanical and physical properties of aggregates - Part 1: Determination of loose bulk density and voids

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸، به کار می‌رود.

### ۴ ویژگی‌های اجباری سنگدانه ریز (ماسه)

#### ۱-۴ مشخصات عمومی

سنگدانه ریز (ماسه) شامل ماسه طبیعی (گردگوشه)، ماسه شکسته (تیزگوشه) یا ترکیبی از آن دو می‌باشد.

#### ۲-۴ دانه‌بندی

۱-۲-۴ سنگدانه ریز (ماسه) باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷ مورد آزمون دانه‌بندی قرار گیرد و با الزامات جدول ۱ یا بند ۲-۲-۴ یا بند ۳-۲-۴ مطابقت داشته باشد.

یادآوری- بتن با سنگدانه ریز (ماسه) با دانه‌بندی‌های نزدیک به مرز حداقل برای درصد عبوری 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. افزودن مواد حباب ساز، درصد معینی سیمان اضافی یا افزودن مواد مضاف 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)
رده ۲	رده ۱	
۱۰۰	۱۰۰	۹,۵mm (۳/۸ اینچ)
۱۰۰ تا ۸۹	۱۰۰ تا ۹۵	۴,۷۵mm (نمره ۴)
۱۰۰ تا ۶۰	۱۰۰ تا ۸۰	۲,۳۶mm (نمره ۸)
۸۰ تا ۳۰	۸۵ تا ۵۰	۱,۱۸mm (نمره ۱۶)
۵۰ تا ۱۵	۶۰ تا ۲۵	۶۰۰ $\mu\text{m}$ (نمره ۳۰)
۳۰ تا ۵	۳۰ تا ۵	۳۰۰ $\mu\text{m}$ (نمره ۵۰)
۱۰ تا ۲	۱۰ تا ۲	۱۵۰ $\mu\text{m}$ (نمره ۱۰۰)
۰ تا ۰,۳الف	۰ تا ۰,۳الف	۷۵ $\mu\text{m}$ (نمره ۲۰۰)
<b>ضریب نرمی<sup>ب</sup></b>		
۳,۸ تا ۲,۳	۳,۱ تا ۲,۳	ضریب نرمی

الف برای بتنی که در معرض سایش قرار نمی‌گیرد، حداکثر مواد عبوری از الک  $75\mu\text{m}$  می‌تواند برابر با ۵,۰ درصد باشد.

ب اگر ذرات ریزتر از الک  $75\mu\text{m}$  عاری از رس یا شیل باشد، این حد برای بتن در معرض سایش ۵,۰ درصد و سایر بتن‌ها ۷,۰ درصد می‌باشد.

ج ضریب نرمی را از مجموع درصدهای تجمعی مانده روی الک‌های  $4,75\text{mm}$ ،  $2,36\text{mm}$ ،  $1,18\text{mm}$ ،  $600\mu\text{m}$ ،  $300\mu\text{m}$ ،  $150\mu\text{m}$  و تقسیم عدد به دست آمده بر ۱۰۰ به دست آورید.

۲-۲-۴ دانه‌بندی به نحوی باشد که بیش از ۴۵ درصد جرمی آزمون بین دو الک متوالی مندرج در جدول ۱ (یعنی عبوری از هر الک و مانده روی الک بعدی) قرار نگیرد و ضریب نرمی نیز کمتر از  $2,3$  و بیش‌تر از  $3,8$  نباشد.

۳-۲-۴ سنگدانه ریزی که الزامات بند ۱-۲-۴ یا ۲-۲-۴ را برآورده نمی‌کند، باید این الزام را برآورده کند که تولیدکننده (یا تامین‌کننده) بتواند به خریدار یا نویسنده مشخصات نشان دهد بتن با رده مشخص که با سنگدانه ریز مورد نظر ساخته شده، دارای خواصی حداقل برابر با بتن مرجع که با اجزای مشابه ساخته شده است می‌باشد، با این استثنا 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 ۳» درج شود.

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

**یادآوری-** مدول نرمی مبنا باید از آزمون‌های قبلی تعیین شود، یا اگر آزمون‌های قبلی وجود ندارد از میانگین مقادیر مدول نرمی برای ده نمونه آخر (یا 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 تغییری در مدول نرمی مبنا به‌وجود آید.

۴-۲-۵ صرف‌نظر از نوع رده دانه‌بندی، در هر صورت درصد جرمی مواد عبور کرده از الک  $75\mu\text{m}$  باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶ اندازه‌گیری شده و مقدار آن برای سنگدانه ریز (ماسه) مورد مصرف در بتن در معرض سایش، نباید از ۳۰٪ درصد جرمی بیش‌تر باشد و برای سنگدانه ریز (ماسه) مورد مصرف در سایر بتن‌ها نیز نباید از ۵۰٪ درصد جرمی بیش‌تر باشد.

**یادآوری ۱-** اگر ذرات ریزتر از الک  $75\mu\text{m}$ ، عاری از رس یا شیل باشد، این حد برای بتن در معرض سایش ۵۰٪ درصد و سایر بتن‌ها ۷۰٪ درصد می‌باشد.

**یادآوری ۲-** برای سنگدانه ریزی که دارای ذرات ریزتر از الک  $75\mu\text{m}$  بیش از حد مجاز (یعنی بین ۳۰٪ درصد تا ۵۰٪ درصد برای بتن در معرض سایش و بین ۵۰٪ درصد تا ۷۰٪ درصد برای سایر انواع بتن‌ها) باشد، به منظور اطمینان از این‌که این ذرات عبوری از الک  $75\mu\text{m}$ ، عاری از رس یا شیل می‌باشد، ممکن است به ارزیابی بیش‌تری نیاز باشد. ذرات ریزتر از الک  $75\mu\text{m}$  ممکن است دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای از کانی‌های رسی یا مواد زیان‌آور دیگری که در بند پ-۲-۱-۲ اشاره شده است 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 ذرات ریزتر از الک  $75\mu\text{m}$  بیش از مقدار تعیین شده، ممکن است قابلیت بیش‌تری برای وجود کانی‌های رسی داشته باشد.

برای توصیف ذرات ریز، روش‌های متعددی نظیر سنگ‌نگاری (استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۲)، هیدرومتری (استاندارد ASTM D 422)، تعیین جذب متیلن بلو (استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۰۴۴۷) و تجزیه پراش اشعه X در دسترس است، از آنجایی‌که این روش‌ها 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 هیدرومتری، 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 نشان داده است که سنگدانه ریزی که دارای جذب متیلن بلو کم‌تر از  $5\text{mg/g}$  می‌باشد، عموماً برای استفاده در بتن مناسب است. سنگدانه ریزی که این مقادیر 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 ۷۵µm آزمون حد روانی طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱ انجام شود و نتیجه نشانه خمیری (PI) آن کم تر از ۲ باشد، می توان آن ذرات را غیر رسی در نظر گرفت.

#### ۳-۴ مواد زیان آور

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

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

روش آزمون	حداکثر مجاز (درصد جرمی)	نوع	
طبق استاندارد ملی ۴۹۷۸	۳/۰	کلوخته های رسی و ذرات سست	
طبق استاندارد ملی ۴۹۸۴	۰/۵	جایی که سطح ظاهری بتن مهم است	
	۱/۰	سایر انواع بتن	
طبق استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	۰/۰۲	Cl <sub>0.02</sub>	
	۰/۰۴	Cl <sub>0.04</sub>	
	۱/۰	سنگدانه کوره آهن گدازی	سولفات قابل حل در اسید
	۰/۸	سایر سنگدانه ها	سولفور کل
	۲/۰	سنگدانه کوره آهن گدازی	ترکیبات حاوی سولفور <sup>ب</sup>
	۱/۰	سایر سنگدانه ها	

<sup>الف</sup> برای شرایط مهاجم کلریدی حداکثر مجاز ۰/۰۲ درصد می باشد. در صورتی که شرایط مهاجم کلریدی وجود نداشته باشد یا حد نباشد، حد ۰/۰۴ قابل قبول است. در صورتی که مقدار کلرید هر یک از سنگدانه ها از حدود مشخص شده بالاتر باشد، مصرف کننده لازم است طبق مشخصات فنی پروژه یا آیین نامه های ذیربط مجموع را کنترل کند.

<sup>ب</sup> بند ۷-۲ را نیز ببینید.

#### ۲-۳-۴ ناخالصی های آلی

۳-۴-۱-۲ سنگدانه های ریز باید براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹ مورد آزمون ناخالصی های آلی قرار گیرند و الزامات آن را برآورده نمایند. به جز مواردی که در بندهای ۳-۴-۲-۳ و ۳-۴-۲-۳ می آید، سنگدانه هایی که براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹ مورد آزمون ناخالصی های آلی قرار می گیرند و رنگی تیره تر از رنگ مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹ تولید می کنند نباید پذیرفته شوند.

۳-۴-۲-۲ در صورتی که تغییر رنگ حاصل از انجام آزمون بر روی سنگدانه های ریز، ناشی از وجود مقادیر کم ذغال سنگ، لیگنیت یا ذرات مشابه باشد، استفاده از این سنگدانه ها بلامانع است.

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

#### ۴-۴ سلامت

سنگدانه ریز برای مصرف در بتن رویارو با یخ‌بندان و آب‌شدگی، پس از ۵ دوره آزمون سلامت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۹، هنگام استفاده از سولفات سدیم نباید افت وزنی بیش از ۱۰ درصد یا در صورت استفاده از سولفات منیزیم نباید افت وزنی بیش از ۱۵ درصد داشته باشد.

#### ۴-۵ سنگدانه واکنش‌زا با قلیایی‌ها

سنگدانه مورد مصرف در بتنی که در معرض خیس‌شدگی، رویارویی زیاد در برابر شرایط جوی مرطوب، یا در تماس با زمین مرطوب قرار خواهد گرفت، نباید حاوی ذراتی باشد که با قلیایی‌های سیمان واکنش زیان‌آور ایجاد نموده و باعث انبساط شدید ملات یا بتن گردد. چنانچه سنگدانه‌ها دارای واکنش‌زایی زیان‌آور با قلیایی‌ها باشند، ممکن است مصرف سیمان‌های کم‌قلیا (حاوی کم‌تر از ۰٫۶ درصد قلیایی‌هایی که به صورت سدیم اکسید معادل  $(Na_2O+0.658K_2O)$  می‌باشند) مشکل را مرتفع کند. همچنین با افزودن یک ماده افزودنی ممکن است بتوان از انبساط زیان‌آور حاصل از واکنش قلیایی-سنگدانه جلوگیری کرد. بنابراین به-کارگیری سنگدانه‌های واکنش‌زا در چنین حالاتی ممنوع نیست. به طور کلی، متداول‌ترین نوع واکنش بین قلیایی‌ها و برخی کانی‌های سیلیسی بی‌شکل (آمورف)<sup>۱</sup> رخ می‌دهد. همچنین در صورتی که ارزیابی تاریخچه عملکرد درازمدت سنگدانه واکنش‌زای مورد نظر در بتن‌های رویارو با شرایط مشابه پروژه، نشان‌دهنده عملکرد رضایت‌بخش سنگدانه باشد، می‌توان از چنین سنگدانه‌ای استفاده کرد (پیوست پ را ببینید).

#### ۴-۶ درصد فضای خالی سنگدانه‌های ریز (ماسه) غیر متراکم

مقدار فضای خالی سنگدانه ریز (ماسه) غیر متراکم، باید طبق استاندارد ASTM C1252 اندازه‌گیری و توسط تولیدکننده اعلام شود. مقدار آن باید در محدوده  $\pm 15$  درصد نسبت به مقدار اعلام شده توسط تولیدکننده قرار گیرد.

### ۵ ویژگی‌های اجباری سنگدانه درشت (شن)

#### ۵-۱ مشخصات عمومی

سنگدانه درشت (شن) باید شامل شن طبیعی (گردگوشه)، شن شکسته (تیزگوشه)، سنگ شکسته، سرباره کوره آهن‌گدازی (هواسرد شده)، یا ترکیبی از آن‌ها باشد.

#### ۵-۲ دانه‌بندی

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

**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 به صورت دو رقمی

یا سه رقمی می‌باشد، این شن‌ها در هنگام بارگیری و تخلیه و انبارش، مستعد جداشدگی هستند و اکیدا توصیه می‌شود به- صورت دو یا سه اندازه‌ی جداگانه تولید، حمل و انبار شوند.

جدول ۳- الزامات دانه‌بندی سنگدانه درشت

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

۳-۵ مواد زیان‌آور

۳-۵-۱ مقدار مواد زیان‌آور 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

نوع	حداکثر مجاز (درصد جرمی)	روش آزمون
مواد ریزتر از الک ۷۵μm	۱٫۰ <sup>الف</sup>	طبق استاندارد ملی ۴۴۶
کلوخه‌های رسی و ذرات سست	۲٫۰	طبق استاندارد ملی ۴۹۷۸
چرت (با وزن مخصوص ذرات اشباع با سطح خشک کم‌تر از ۲٫۴)	۳٫۰	طبق استاندارد ملی ۴۹۸۴
مجموع کلوخه‌های رسی و ذرات سست و چرت	۳٫۰	طبق استانداردهای ملی ۴۹۷۸ و ۴۹۸۴
ذغال سنگ و لیگنیت	۰٫۵	طبق استاندارد ملی ۴۹۸۴
کلریدهای محلول در آب <sup>ب</sup> (برای سنگدانه بتن مسلح)	Cl <sub>0.02</sub>	طبق استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸
	Cl <sub>0.04</sub>	
ترکیبات حاوی سولفور <sup>پ</sup>	سولفات قابل حل در اسید	طبق استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸
	سنگدانه کوره آهن‌گدازی	
	سولفور کل	سایر سنگدانه‌ها
		سنگدانه کوره آهن‌گدازی

<sup>الف</sup> این حد در هر یک از حالات زیر قابل افزایش است:

- اگر مواد ریزتر از الک ۷۵μm، اساساً عاری از رس یا شیل باشد، این حد به ۱٫۵ درصد می‌تواند افزایش یابد؛ یا

- اگر مشخص شده است که منبع سنگدانه ریز مورد مصرف در بتن دارای مواد ریزتر از الک ۷۵μm کمتر از حداکثر مجاز برای سنگدانه ریز (جدول ۱) است، در این صورت حداکثر مواد ریزتر از الک ۷۵μm (L) تا حد  $L=1+[P/(100-P)](T-A)$  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 الک ۷۵μm موجود در سنگدانه ریز است، طبق این محاسبه مقدار حداکثر مواد ریزتر از الک ۷۵μm 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 الک ۷۵μm را دارا هستند بیش‌تر نشود.

<sup>ب</sup> برای شرایط مهاجم کلریدی حداکثر مجاز ۰٫۰۲ درصد می‌باشد. در صورتی که شرایط مهاجم کلریدی وجود نداشته باشد یا حد نباشد حد ۰٫۰۴ قابل قبول است. 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.

<sup>پ</sup> بند ۲-۷ را نیز ببینید.

#### ۴-۵ سلامت

سنگدانه درشت (شن) برای مصرف در بتن رویارو با یخ‌بندان و آب‌شدگی، پس از ۵ دوره آزمون سلامت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۹، هنگام استفاده از سولفات سدیم نباید میانگین افت وزنی بیش از ۱۲ درصد و در هنگام استفاده از سولفات منیزیم نباید میانگین افت وزنی بیش از ۱۸ درصد داشته باشد.

#### ۵-۵ سایش لس آنجلس

مقاومت سنگدانه درشت (شن) در برابر سایش و ضربه از طریق آزمون سایش لس آنجلس طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۸ یا ۸۴۴۷ اندازه‌گیری می‌شود. افت وزنی حاصل از این آزمون نباید بیش از ۵۰ درصد باشد.

**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 کوره آهن‌گدازی از الزامات



سایش مستثنی است. چگالی توده‌ای (وزن واحد) سرپاره کوره آهن‌گدازی نباید از  $1/120 \text{ g/cm}^3$  کم‌تر باشد. دانه‌بندی سرپاره 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. بند ۶-۲ را نیز ببینید.

#### ۵-۶ دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز

آزمون دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۹ و در حالت نسبت ۱ به ۳ انجام شود. حداکثر مقدار مجاز دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز در این حالت ۱۵ درصد جرمی می‌باشد.

#### ۵-۷ سنگدانه واکنش‌زا با قلیایی‌ها

سنگدانه مورد مصرف در بتنی که در معرض خیس‌شدگی، رویارویی زیاد در برابر شرایط جوی مرطوب، یا در تماس با زمین مرطوب قرار خواهد گرفت، نباید حاوی ذراتی باشد که با قلیایی‌های سیمان واکنش زیان‌آور ایجاد نموده و باعث انبساط شدید ملات یا بتن گردد. چنانچه سنگدانه‌ها دارای واکنش‌زایی زیان‌آور با قلیایی‌ها باشند، ممکن است مصرف سیمان‌های کم‌قلیا (حاوی کم‌تر از ۰/۶ درصد قلیایی‌هایی که به‌صورت سدیم اکسید معادل  $(\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O})$  می‌باشند) مشکل را مرتفع کند. همچنین با افزودن یک ماده افزودنی ممکن است بتوان از انبساط زیان‌آور حاصل از واکنش قلیایی-سنگدانه جلوگیری کرد. بنابراین به-کارگیری سنگدانه‌های واکنش‌زا در چنین حالاتی ممنوع نیست. به‌طور کلی، متداول‌ترین نوع واکنش بین قلیایی‌ها و برخی کانی‌های سیلیسی بی‌شکل (آمورف) رخ می‌دهد. همچنین در صورتی که ارزیابی تاریخچه عملکرد درازمدت سنگدانه واکنش‌زای مورد نظر در بتن‌های رویارو با شرایط مشابه پروژه، نشان‌دهنده عملکرد رضایت‌بخش سنگدانه باشد، می‌توان از چنین سنگدانه‌ای استفاده کرد (پیوست پ را ببینید).

#### ۵-۸ درصد شکستگی

درصد شکستگی سنگدانه‌ها باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۶۸ اندازه‌گیری شده و مقدار آن با مشخص کردن تعداد وجوه شکستگی در محدوده  $\pm 15$  درصد نسبت به مقدار اعلام شده باشد.

#### 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 منشاء 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 به صورت یک طبقه تحت عنوان اظهارشده XX بیان شود.

### ۲-۶ 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 ملی ایران شماره ۴۴۸ یا ۸۴۴۷ 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

طبقه LA	عدد 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
LA <sub>40</sub>	۴۰
LA <sub>50</sub>	۵۰

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

طبقه 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

### ۳-۶ 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 ۱-۱۴۸۷۴ 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 $M_{DE}$
۱۰	$M_{DE10}$
۱۵	$M_{DE15}$
۲۰	$M_{DE20}$
۲۵	$M_{DE25}$
۳۵	$M_{DE35}$
>۳۵	اطهارشده، $M_{DE}$

۴-۶ 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 ملی ایران شماره ۸-۱۴۸۷۴ 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

طبقه PSV	عدد صیقلی شدن سنگ
PSV <sub>68</sub>	۶۸
PSV <sub>62</sub>	۶۲
PSV <sub>56</sub>	۵۶
PSV <sub>50</sub>	۵۰
PSV <sub>44</sub>	۴۴
اطهارشده، PSV	مقادیر میانی و آن‌هایی که کوچک‌تر از ۴۴ هستند

۵-۶ 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 ملی ایران شماره ۸-۱۴۸۷۴ 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

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

۶-۶ 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 ۹-۱۴۸۷۴ 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

عدد سایش نوردیک	طبقه $A_N$
۷	$A_N7$
۱۰	$A_N10$
۱۴	$A_N14$
۱۹	$A_N19$
۳۰	$A_N30$
مقادیر میانی و آن‌هایی که بزرگ‌تر از ۳۰ هستند	$A_N$ اظهار شده

۷-۶ شکل سنگدانه درشت

در صورت نیاز، شاخص شکل و یا شاخص پهن (پولکی) بودن سنگدانه‌های درشت (شن) براساس استاندارد BS EN 933-4 یا استاندارد BS 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

شاخص پهن (پولکی) بودن	طبقه FI
۱۵	FI <sub>15</sub>
۲۰	FI <sub>20</sub>
۳۵	FI <sub>35</sub>
۵۰	FI <sub>50</sub>
>۵۰	FI اظهار شده

جدول ۱۲ - طبقه‌های بیش‌ترین مقادیر شاخص شکل

شاخص پهن (پولکی) بودن	طبقه SI
۱۵	SI <sub>15</sub>
۲۰	SI <sub>20</sub>
۴۰	SI <sub>40</sub>
۵۵	SI <sub>55</sub>
>۵۵	اظهار شده SI

#### ۶-۷ چگالی توده‌ای

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

#### ۶-۸ چگالی دانه‌ها و جذب آب

در صورت نیاز، چگالی دانه‌ها و جذب آب سنگدانه‌های ریز یا سنگدانه‌های درشت براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰ یا استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲ تعیین و نتایج همراه با میانگین اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده اعلام شود.

#### ۶-۹ دوام

##### ۶-۹-۱ مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن

اگر سنگدانه‌های مقاوم در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن برای استفاده در بتن رویارو با شرایط یخ‌بندان و آب‌شدگی مورد نیاز باشد، مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۱۳-۱ 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
۱	F <sub>1</sub>
۲	F <sub>2</sub>
۴	F <sub>4</sub>
>۴	اظهار شده F

<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 ملی ایران شماره ۱۷۰۱۳-۱ ارایه شده است، ممکن است مناسب‌تر باشد، در این صورت حدهای این جدول قابل اعمال نخواهد بود.

## ۶-۹-۲ 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 ملی ایران شماره ۴-۱۳۰۱۷۰ انجام شود و نتیجه آن نباید از ۰/۰۷۵ درصد 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 رویارویی با هوا باشند، اعمال نمی‌شود.

## ۷ ویژگی‌های شیمیایی اختیاری

### ۷-۱ 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.

### ۷-۲ ترکیبات حاوی سولفور

#### ۷-۲-۱ 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 ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸ تعیین می‌شود، باید مطابق با طبقه مرتبط مشخص شده در جدول ۱۴ اظهار شود.

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 کوره آهن-گدازی هوا سرد شده	AS <sub>0.2</sub>	۰/۲
	AS <sub>0.8</sub>	۰/۸
سرباره کوره آهن‌گدازی هوا سرد شده	AS <sub>1.0</sub>	۱/۰

### ۷-۲-۲ سولفور کل

در صورت نیاز، مقدار سولفور کل سنگدانه‌ها که براساس بند ۱۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸ اندازه‌گیری شده، نباید برای سرباره کوره آهن‌گدازی بیش از ۲/۰ درصد جرمی و برای غیر از سرباره کوره آهن‌گدازی بیش از ۱/۰ درصد جرمی باشد.

اگر پیروتیت (یک فرم ناپایدار از FeS، پیریت مغناطیسی) در سنگدانه وجود داشته باشد احتیاط‌های ویژه‌ای لازم است که در این صورت حداکثر مقدار سولفور کل ۰/۱ درصد باید در نظر گرفته شود.

1 - Acid-soluble Sulfate

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

۷-۳-۱ سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی، باید براساس بند ۱۹-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸ آزمون شود و عاری از فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات باشد.

۷-۳-۲ سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی، باید براساس بند ۱۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸ آزمون شود و عاری از فروپاشیدگی آهن باشد.

### ۷-۴ 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 BS EN 196-21 بر روی آزمون‌های تهیه شده طبق بند ۱۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸، 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 برای آزمون دانه‌بندی و آزمون مواد ریزتر از الک  $75\mu\text{m}$  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 واکنش‌زایی بالقوه با قلیایی‌ها، در صورت نیاز، آزمون‌های جداگانه‌ای به کار برید.

جدول ۱۵- آزمون‌ها و استانداردهای روش آزمون

نام آزمون	استاندارد مرجع	نوع (الزامی/اختیاری)
نمونه‌برداری	استاندارد ملی ۱۱۲۶۷	الزامی
کاهش دادن مقدار نمونه‌ها به اندازه مورد نیاز برای انجام آزمون	استاندارد ملی ۷۱۴۶	الزامی
دانه‌بندی	استاندارد ملی ۴۹۷۷	الزامی
مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر	استاندارد ملی ۴۴۶	الزامی
کلوخه‌های رسی و ذرات سست	استاندارد ملی ۴۹۷۸	الزامی
ذغال سنگ و لیگنیت، چرت (ذرات سبک)	استاندارد ملی ۴۹۸۴	الزامی
ناخالصی‌های آلی	استاندارد ملی ۴۹۷۹	الزامی
سلامت سنگدانه	استاندارد ملی ۴۴۹	الزامی
دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز	استاندارد ملی ۱۱۲۶۹	الزامی
درصد شکستگی	استاندارد ملی ۱۱۵۶۸	الزامی
سایش لس‌آنجلس	استاندارد ملی ۴۴۸ یا ۸۴۴۷	الزامی
ترکیبات حاوی سولفور	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	الزامی

جدول ۱۵- ادامه

نوع (الزامی/اختیاری)	استاندارد مرجع	نام آزمون
الزامی	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	کلریدهای محلول در آب
الزامی	استاندارد ASTM C1252	درصد فضای خالی سنگدانه‌های ریز غیرمترکم
اختیاری	استاندارد ملی ۴۹۸۰ یا ۴۹۸۲	چگالی و جذب آب سنگدانه‌های ریز یا سنگدانه‌های درشت
اختیاری	استاندارد BS EN 1097-3	چگالی توده‌ای
اختیاری	پیوست پ	مواد واکنش‌زا
اختیاری	استاندارد BS EN 932-3	سنگ‌نگاری
اختیاری	استاندارد BS EN 1097-2	مقاومت در برابر شکست (عدد ضربه)
اختیاری	استاندارد ملی ۱-۱۴۸۷۴	مقاومت در برابر سایش میکرودوال
اختیاری	استاندارد ملی ۸-۱۴۸۷۴	مقاومت در برابر صیقلی شدن (عدد صیقلی شدن سنگ)
اختیاری	استاندارد ملی ۸-۱۴۸۷۴	مقاومت در برابر خراش سطحی (عدد خراش سنگدانه)
اختیاری	استاندارد ملی ۹-۱۴۸۷۴	مقاومت در برابر سایش ناشی از تایر یخ‌شکن
اختیاری	استاندارد BS EN 196-21	مقدار کربنات
اختیاری	استاندارد ملی ۱-۱۷۰۱۳	مقاومت سنگدانه درشت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن
اختیاری	استاندارد ملی ۴-۱۷۰۱۳	جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن
اختیاری	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات
اختیاری	استاندارد ملی ۱-۱۹۰۳۸	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 به منظور اطمینان از این که سنگدانه‌ها با الزامات مشخص شده در این استاندارد انطباق دارد اعمال می‌شود. الزامات مرتبط با هدف 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)، به منظور اثبات این که 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.

#### ۹-۴ صدور گواهی

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

سازمان صدور گواهی باید گزارش بازرسی تکمیل شده سازمان بازرسی‌کننده را بررسی کند و با در نظر گرفتن تمامی آزمون‌های انجام شده بر مبنای درخواست سازمان بازرسی‌کننده و سایر شرایط و ضوابط صدور گواهی، در مورد این که باید گواهی اعطا یا تجدید(تکرار) شود تصمیم‌گیری کند.

یادآوری- بازرسی و صدور گواهی توسط سازمان ملی استاندارد ایران یا از طرف 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)؛

۱-۱-۲ نوع سنگدانه ریز/درشت (طبیعی(گردگوشه)، شکسته(تیزگوشه) یا ترکیبی از آن‌ها)؛

۱-۱-۳ درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه ریز/درشت برای ساخت بتن مسلح ممنوع است/نیست.»؛

۱-۱-۴ درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه ریز/درشت برای ساخت بتن رویارو با یخ‌بندان و آب-شدگی پی‌درپی ممنوع است/نیست.»؛

۱-۱-۵ درج این عبارت که: «استفاده از این سنگدانه ریز برای ساخت بتن در معرض سایش ممنوع است/نیست.»؛

۱-۱-۶ رده دانه‌بندی سنگدانه ریز یا درشت؛

۱-۱-۷ مدول نرمی مبنا (برای سنگدانه ریز) و درصد فضای خالی سنگدانه‌های ریز غیرمترکم؛

۱-۱-۸ حداقل درصد شکستگی در یک یا دو وجه (برای سنگدانه درشت)؛

۱-۱-۹ مشخصه سنگ‌نگاری (در صورت نیاز)؛

۱-۱-۱۰ انطباق با الزامات اختیاری مندرج در بند ۶ و ۷ (در صورت نیاز)؛

۱-۱-۱۱ چگالی دانه‌ها و جذب آب (در صورت نیاز)؛

۱-۱-۱۲ هرگونه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز برای شناسایی سنگدانه‌ها؛

##### ۲-۱۰ 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 ارایه دهد.

### ۱۱ نشانه‌گذاری (برگه تحویل)

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

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

۲-۱۱ نام و نشانی خریدار؛

۳-۱۱ تاریخ تحویل؛

۴-۱۱ شماره برگه تحویل؛

۵-۱۱ اطلاعات مندرج در ردیف‌های ۱۰-۱-۱ تا ۱۰-۱-۸؛ (اطلاعات سایر ردیف‌های بند ۱۰-۱ می‌تواند به صورت کدی باشد که قابلیت ره‌گیری تا برگه داده تولیدکننده را داشته باشد)؛

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

۷-۱۱ حداکثر رطوبت سنگدانه ریز در هنگام تحویل (در صورت نیاز)؛

**یادآوری-** در صورتی که حداکثر رطوبت سنگدانه ریز در هنگام تحویل (در هنگام بارگیری جهت تحویل به خریدار) در متن قرارداد درج نشده باشد، نباید از ۵ درصد بیش‌تر باشد. شایان ذکر است به منظور جلوگیری از جدایش سنگدانه‌های ریز و جلوگیری از پراکنده شدن ذرات ریز در هوا توسط باد، نیاز است که مقدار کمی رطوبت در سنگدانه وجود داشته باشد.

۸-۱۱ شماره وسیله حمل؛

۹-۱۱ آدرس محل تحویل؛

۱۰-۱۱ 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 تامین‌کننده 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 ملی ایران شماره ۱۳۷۶۵ که در این بند نیامده است، توصیه می‌شود.

## پیوست الف (الزامی) کنترل تولید کارخانه

### 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.

الف - اقدامات ابتدایی برای جلوگیری از تولید نامنطبق؛  
ب - شناسایی، ثبت، اصلاح و اقدام اصلاحی در مورد هرگونه نقص و اشتباه.

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

در هر کارخانه تولیدی سنگدانه، تولیدکننده باید یک شخص با کفایت را منصوب کند تا اطمینان دهد که روش‌های کنترل تولید کارخانه‌ای مشخص شده در این استاندارد اجرا شده و برقرار نگه‌داشته می‌شود. این فرد می‌تواند مدیر کنترل کیفیت کارخانه 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 (راه‌نما) 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 واگذاری (پیمان کار 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، نمونه برداری و آزمون‌ها

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

تواتر انجام آزمون‌ها به طور 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 زمان بندی 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	مورد / خصوصیت	روش آزمون	حداقل تواتر آزمون <sup>الف</sup>
۱	تجهیزات تولید	بررسی چشمی	روزانه
۲	منبع مواد (بازرسی مواد ورودی)	بررسی چشمی	هر محموله
۳	دانه‌بندی	استاندارد ملی ۴۹۷۷	روزانه
۴	مواد ریزتر از الک ۷۵µm	استاندارد ملی ۴۴۶	
۵	کلوخه‌های رسی و ذرات سست	استاندارد ملی ۴۹۷۸	هر هفته یک‌بار
۶	دانه‌های هم‌پهن و هم‌دراز (سنگدانه درشت)	استاندارد ملی ۱۱۲۶۹	
۷	درصد شکستگی	استاندارد ملی ۱۱۵۶۸	
۸	کلریدهای محلول در آب	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	هر شش ماه یک‌بار و در حالتی که تغییری در مواد اولیه ورودی (مثل تغییر معدن تامین کننده مواد اولیه) مشاهده شود.
۹	ترکیبات حاوی سولفور	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	
۱۰	مواد آلی (سنگدانه ریز)	استاندارد ملی ۴۹۷۹	
۱۱	ذرات سبک	استاندارد ملی ۴۹۸۴	
۱۲	سایش لس آنجلس (سنگدانه درشت)	استاندارد ملی ۴۴۸ یا ۸۴۴۷	
۱۳	سلامت سنگدانه	استاندارد ملی ۴۴۹	
۱۴	چگالی دانه‌ها و جذب آب	استانداردهای ملی ۴۹۸۰ یا ۴۹۸۲	
۱۵	سنگ‌نگاری <sup>ب</sup>	استاندارد BS EN 932-3	هر سه سال یک بار و در حالتی که تغییرات عمده‌ای در منبع تولید مشاهده شود.
۱۶	آزمون‌های واکنش‌زایی سنگدانه قلیایی <sup>ب</sup>	پیوست پ	هر سه ماه یک‌بار
۱۷	کیفیت نرمه <sup>ب</sup>	پیوست ج	هر سه ماه یک‌بار

<sup>یادآوری</sup> - انجام آزمون‌های اجباری در تمام نمونه‌برداری‌های انجام شده توسط یا از طرف نهاد صدور گواهی الزامی است.  
<sup>الف</sup> این حداقل‌ها با توجه به بند الف-۶-۳ می‌تواند افزایش یا کاهش یابد.  
<sup>ب</sup> انجام این آزمون برای نمونه‌برداری انجام شده توسط شخص ثالث، ضروری نیست.

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 (خردشدن ضربه‌ای)	بتن پرمقاومت و کفپوش بتنی	استاندارد BS EN 1097-2	هر شش ماه یک‌بار
۲	مقاومت در برابر سایش میکرودوال	لایه رویی	استاندارد ۱۴۸۷۴-۱	هر سال یک‌بار
۳	مقاومت در برابر خراش (ساییدگی)	لایه رویی	استاندارد ملی ۱۴۸۷۴-۸	هر سال یک‌بار
۴	مقاومت در برابر خراش سطحی و سایش ناشی از تایر یخ‌شکن	رمپ‌ها، پارکینگ‌های عمومی، جاده‌ها، باند فرودگاه‌ها	استاندارد ملی ۱۴۸۷۴-۸ و ۱۴۸۷۴-۹	هر سال یک‌بار
۵	مقدار کربنات کلسیم	برای سنگدانه‌های ریز مورد مصرف در بتن پرداختی (ملات)	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱ و BS EN 196-21	هر سال یک‌بار

<sup>یادآوری</sup> - 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 <sup>الف</sup>	برای سنگدانه‌های درشت حاصل از لایروبی	استاندارد BS EN 933-7	هر سال یکبار
۲	پایداری حجمی (جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدگی) <sup>الف</sup>	برای موارد بند ۶-۹-۲	استاندارد ملی ۱۷۰۱۳-۲	هر دو سال یکبار
۳	مقدار کلرید	برای سنگدانه‌های حاصل از لایروبی	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	هر هفته یکبار
۴	ترکیبات حاوی سولفور	برای موارد بند ۷-۲	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	هر شش ماه یکبار
۵	فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات	برای سرباره آهن‌گذاری	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	هر شش ماه یکبار
۶	فروپاشیدگی آهن	برای سرباره آهن‌گذاری	استاندارد ملی ۱۹۰۳۸-۱	هر شش ماه یکبار

<sup>الف</sup> 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 فراورده 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 فراورده‌های متعدد مشترک باشد در چنین مواردی می‌توان نتایج آزمون‌های به‌دست آمده برای یک فراورده را برای تعدادی از فراورده‌ها 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 نگه‌دارد.

#### الف-۸ کنترل سنگدانه‌های 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 نشان‌دار 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 ملی ایران شماره 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 مبنا (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 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 چشمگیری 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 نگه‌دارد. سوابق آموزشی کارکنان باید به طور مناسب نگه‌داری شود.



## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

#### اطلاعات مورد نیاز برای توصیف سنگدانه‌ها در موارد خاص

علاوه بر اطلاعات درج شده در بند ۱۰، ارزیابی اطلاعات زیر نیز ممکن است لازم باشد:

ب-۱ گزارش سنگ‌نگاری؛

ب-۲ مقاومت در برابر سایش و ضربه، صیقلی شدن، خراش (ساییدگی) سطحی، سایش میکرودوال، سایش ناشی از تاپیر 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 سخت‌شدن یا پرداخت سطوح بتنی تاثیر گذارند؛

ب-۸ فروپاشیدگی دی‌کلسیم سیلیکات یا آهن (برای سرباره کوره آهن‌گدازی).

## پیوست پ

### (اطلاعاتی)

## روش‌های ارزیابی انبساط زیان‌آور ناشی از واکنش‌زایی بالقوه سنگدانه

### پ-۱ مقدمه

#### پ-۱-۱ روش‌های آزمایشگاهی

روش‌های زیادی برای ارزیابی انبساط زیان‌آور ناشی از واکنش‌زایی بالقوه سنگدانه معرفی و برخی از آن‌ها به عنوان استاندارد پذیرفته شده‌اند. در هر حال توافق عمومی در مورد ارتباط بین نتایج این آزمون‌ها و مقدار انبساط مورد انتظار در هنگام بهره‌برداری وجود ندارد. بنابراین، ارزیابی مناسب بودن سنگدانه باید بر مبنای داور، تفسیر داده‌های آزمون و نتایج حاصل از عملکرد سازه‌های بتنی حاوی همان سنگدانه و مصالح سیمانی مشابه که دارای مقادیر قلیایی یکسان می‌باشند صورت گیرد. نتایج آزمون‌هایی که این پیوست به آن‌ها ارجاع شده است می‌تواند به این ارزیابی‌ها کمک کند. هنگام تفسیر نتایج انبساط آزمون‌های آزمایشگاهی، نباید فقط به مقادیر انبساط در یک سن مشخص توجه شود، بلکه باید شکل منحنی انبساط که ممکن است مشخص کننده توقف انبساط در یک سطح، یا ادامه آن با آهنگ ثابت یا فزاینده می‌باشد نیز مد نظر قرار گیرد.

#### پ-۱-۲ ارزیابی سوابق ثبت شده

در صورتی که داده‌های معتبر و قابل مقایسه از سوابق ثبت شده بتن، در دسترس باشد در اغلب موارد بر نتایج حاصل از آزمون آزمایشگاهی ترجیح داده شود. برای این که سوابق ثبت شده به طور رضایت‌بخشی معتبر در نظر گرفته شوند باید اطلاعات سنگدانه‌ها، مواد سیمانی و شرایط رویارویی به مدت حداقل ده سال و تا حدود زیادی مشابه با شرایط بهره‌برداری آتی باشد. در صورتی که عمر بهره‌برداری در شرایط مرطوب طولانی‌تر در نظر گرفته شود چنانچه نتایج آزمون نشان دهد که امکان واکنش‌زایی زیان‌آور سنگدانه وجود دارد، دوره‌های زمانی طولانی‌تری برای سوابق ثبت شده باید در نظر گرفته شود.

#### پ-۱-۳ کاهش اثر<sup>۱</sup> واکنش قلیایی - سنگدانه

اگر از طریق ارزیابی آزمایشگاهی یا سوابق ثبت شده، واکنش‌زایی بالقوه زیان‌آور سنگدانه تشخیص داده شده باشد، به کار بردن سنگدانه باید با معیارهای شناخته شده‌ای در راستای جلوگیری از انبساط بیش از حد ناشی از واکنش قلیایی-سنگدانه صورت گیرد. روش‌هایی برای کاهش اثر واکنش قلیایی-سیلیسی در بند پ-۳ و واکنش قلیایی-کربناتی در بند پ-۴ ارائه شده است.

## پ-۲ سوابق

پ-۲-۱۱ اطلاعات پایه‌ای در مورد واکنش قلیایی-سنگدانه در مرجع شماره [۲۰] کتاب‌نامه، استاندارد ASTM C294 و استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۲ که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است و اطلاعات تکمیلی مندرج در مراجع شماره [۲۱ و ۲۲] مندرج در کتاب‌نامه آورده شده است. این مراجع به واکنش قلیایی-سیلیسی و نیز به واکنش قلیایی-کربناتی اشاره می‌کنند.

### پ-۲-۱-۱ استاندارد ASTM C294 (تشریح نظری سنگدانه‌های بتن)

این استاندارد توصیفی از اجزای تشکیل دهنده سنگدانه‌های معدنی را دربردارد و در مورد کانی‌های مشارکت‌کننده در انبساط زیان‌آور ناشی از واکنش قلیایی‌ها بحث می‌کند.

### پ-۲-۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۲ (راهنمای سنگ‌نگاری یا تشریح میکروسکوپی سنگدانه-ها)

این استاندارد روشی را برای بررسی یک نمونه سنگدانه یا نمونه معدن بالقوه سنگدانه‌ارایه می‌دهد، تا مشخص نماید چه کانی‌های بالقوه زیان‌آور واکنش‌زا و به چه مقدار در این نمونه‌ها وجود دارد.

### پ-۲-۱-۳ واکنش قلیایی - سیلیسی

کانی‌های معینی که واکنش‌های بالقوه زیان‌آور قلیایی-سیلیسی ایجاد می‌کنند، شناسایی شده‌اند. این مواد شامل اشکالی از سیلیس مانند اوپال، کالسدونی، تری‌دیمیت (کوارتز دما بالا)، کریستوبالیت (کوارتز دما و فشار بالا) کوارتز کریپتوکریستالین (نهان بلور) و میکروکریستالین (ریزبلور)، کوارتز فشرده یا کوارتز به‌شدت خردشده و شیشه‌های آتشفشانی خنثی تا اسیدی (غنی از سیلیس) مانند آنچه در ریولیت، آندزیت یا داسیت به‌وجود می‌آید می‌باشد. وجود و مقادیر این مواد از طریق بررسی سنگ‌نگاری مشخص می‌شود و در ارزیابی واکنش-زایی بالقوه زیان‌آور قلیایی یک سنگدانه مفید است. حضور برخی از این مواد مانند اوپال در مقادیر بسیار کم (برای مثال یک درصد)، نیز می‌تواند باعث واکنش‌های بالقوه زیان‌آور سنگدانه شود.

### پ-۲-۱-۴ واکنش قلیایی کربناتی

واکنش دولومیت موجود در سنگ‌های کربناتی خاص با قلیایی‌ها، در بتنی که حاوی چنین سنگدانه‌های درشت دانه‌ای هستند منجر به انبساط زیان‌آور بتن می‌شود. سنگ‌های کربناتی با واکنش‌زایی سریع دارای بافت خاصی از بلورهای نسبتاً بزرگ دولومیت پراکنده شده در زمینه ریزبافت کلسیت و رس است. همچنین ترکیب مشخصه این سنگ‌ها شامل بخش کربناتی دارای مقادیر زیادی از دولومیت و کلسیت به‌صورت توأم و باقی‌مانده نامحلول در اسید حاوی مقادیر قابل توجهی از رس است. سنگ‌های دولومیتی با خلوص معینی نیز ممکن است انبساطی با آهنگ کند را در بتن ایجاد کنند.

### پ-۳ واکنش قلیایی-سیلیسی

#### پ-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۲ (روش شیمیایی)

نتایج به دست آمده از این آزمون، مقادیری را برای کمی کردن سیلیس نامحلول (SC) و قلیابیت (RC) برای هر سه بخش آزمون حاصل از نمونه آماده شده ارائه می‌دهد. سنگدانه‌هایی که نقطه حاصل از نتایج (SC) و (RC) در شکل شماره ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۲ در منطقه زیان‌آور منحنی توپر واقع می‌شوند معمولاً به صورت بالقوه واکنش‌زا محسوب می‌شوند.

در استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۲ در مورد تفسیر نتایج و مراجع کاربردی مطالبی ارائه شده است. اگر نتایج آزمون، ویژگی زیان‌آور یا به طور بالقوه زیان‌آور را نشان دهد، سنگدانه‌ها باید مطابق با استاندارد ASTM C227 یا ASTM C1293 از نظر انبساط بالقوه بتن بررسی شوند.

یادآوری- در هر حال، امروزه آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۲ در نزد متخصصین چندان اعتبار ندارد.

#### پ-۳-۲ استاندارد ASTM C227 (روش منشور ملات برای مخلوط سیمان-سنگدانه)

نتایج این روش آزمون، وقتی که با سیمان حاوی قلیایی زیاد انجام شود، اطلاعاتی را در مورد احتمال وقوع انبساط بالقوه زیان‌آور نشان می‌دهد. مقدار قلیایی سیمان پرتلند برحسب سدیم اکسید موجود ( $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ ) باید حداقل ۰٫۸ درصد باشد. مخلوطی از سنگدانه و مواد سیمانی که در این آزمون انبساط شدیدی را ایجاد می‌کند باید بالقوه واکنش‌زا در نظر گرفته شود. در عین حال که مرز مشخصی بین ترکیبات واکنش‌زا و غیر واکنش‌زا به طور روشن تعریف نشده است، اما اگر انبساط سه ماهه بیش از ۰٫۵ درصد و انبساط شش ماهه بیش از ۰٫۱۰ درصد باشد، به طور کلی شدیداً واکنش‌زا محسوب می‌شود. اگر انبساط سه ماهه بیش از ۰٫۰۵ درصد و انبساط شش ماهه کم‌تر از ۰٫۱۰ درصد باشد، نباید آن را به عنوان شدیداً واکنش‌زا در نظر گرفت. به هر حال هنگامی که نتایج شش ماهه در دسترس نیست، اطلاعات آزمون سه ماهه باید مورد توجه قرار گیرد. در صورتی که واکنش‌زایی سنگدانه‌ها کند (آهسته) باشد، حدود ذکر شده در بالا ممکن است محافظه‌کارانه نباشند. استاندارد ASTM C227 برای سنگدانه‌های با واکنش‌زایی کند مناسب نمی‌باشد و به کارگیری این آزمون برای این منظور توصیه نمی‌شود. سنگدانه‌هایی که از لحاظ واکنش‌زایی آهسته در مورد آن‌ها تردید وجود دارد باید با استفاده از استاندارد ASTM C1260 یا استاندارد ASTM C1293 ارزیابی شوند. استاندارد ASTM C227 همچنین با سنگدانه شیشه‌ای واکنش‌زای ویژه به منظور بررسی کاهش اثر سیمان‌های آمیخته براساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۲ همراه با انتخاب جدول ۲ مربوط به الزامات انبساط ملات و انتخاب حالت R در استاندارد ویژگی‌های عملکردی سیمان طبق استاندارد ASTM C1157 به کار می‌رود. این روش مشابه با روش استاندارد ASTM C441 برای افزودنی‌های معدنی و سرباره آسیاب شده می‌باشد.

یادآوری- در هر حال، امروزه آزمون ASTM C227 در نزد متخصصین کاربرد چندانی ندارد و سعی می‌شود از استاندارد ASTM C1260 یا ASTM C1293 استفاده شود. همچنین برای بررسی نحوه اثر سیمان‌های آمیخته یا افزودنی‌های معدنی و سرباره می‌توان از استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۰۶ استفاده کرد.

پ-۳-۳ استاندارد ASTM C1260 (منشور ملات برای واکنش‌زایی بالقوه تسریع شده قلیایی سنگدانه) این روش آزمون برای سنگدانه‌هایی که در طی یک دوره زمانی طولانی، انبساط زیان‌آور با آهنگ کند دارند به کار می‌رود. برخی از سنگدانه‌ها که عملکرد خوبی را در شرایط واقعی نشان داده‌اند ممکن است در این آزمون مردود شوند. نتایج این روش آزمون نباید برای عدم پذیرش سنگدانه‌ها به کار برده شود، مگر آن‌که اطلاعات تکمیلی نشان‌گر آن باشد که انبساط حاصله در واقع ناشی از واکنش قلیایی-سیلیسی است. در مدارک منتشر شده مرتبط با این روش آزمون توافق خوبی برای حدود انبساط وجود دارد:

(۱) انبساط کم‌تر از ۰/۱۰ درصد در ۱۶ روز بعد از قالب‌گیری نشان می‌دهد که در اغلب حالات، این سنگدانه‌ها رفتار بی‌ضرر دارند؛

(۲) انبساط بیش‌تر از ۰/۲۰ درصد در ۱۶ روز بعد از قالب‌گیری نشان می‌دهد که در اغلب حالات، این سنگدانه‌ها انبساط بالقوه زیان‌آور دارند؛

(۳) انبساط‌های بین ۰/۱۰ درصد تا ۰/۲۰ درصد در ۱۶ روز هر دو نوع سنگدانه بی‌ضرر و زیان‌آور را در بر دارد. اگر نتایج آزمون، انبساطی بیش از ۰/۱۰ درصد در ۱۶ روز را نشان دهد سنگدانه باید مطابق با استاندارد ASTM C1293 آزمون شود، مگر آن‌که تجربه مناسب شرایط عملکرد واقعی ثابت کند که آن سنگدانه انبساط زیان‌آور را در بتن به وجود نمی‌آورد (بند پ-۳-۵ را ببینید).

یادآوری- در هر حال، امروزه این آزمون کاربرد گسترده‌ای دارد، زیرا نتیجه آن در مدت نسبتاً کوتاهی به دست می‌آید.

پ-۳-۴ استاندارد ASTM C1293 (روش منشور بتنی برای واکنش‌زایی قلیایی - سیلیسی) در این روش آزمون، سنگدانه‌ها در مخلوط بتن حاوی سیمان پرتلند یا آمیخته از نظر انبساط بالقوه واکنش قلیایی-سیلیسی در یک منشور بتن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این روش آزمون با به کار بردن یک مقدار زیاد قلیایی و شرایط رویارویی استاندارد ASTM C227 تسریع می‌شود. راهنمایی لازم در مورد تفسیر نتایج در پیوست استاندارد ASTM C1293 ارائه شده است. هنگام ارزیابی سنگدانه‌ها به طور مستقل، سنگدانه‌های با انبساط ۰/۰۴ درصد یا بیش‌تر در طی یک سال، به عنوان سنگدانه واکنش‌زای بالقوه زیان‌آور در نظر گرفته می‌شود. هنگام ارزیابی مخلوط سنگدانه و سیمان حاوی پوزولان یا سرباره، این آزمون تا ۲ سال به طول می‌انجامد و حد انبساط مجاز در این حالت ۰/۰۴ درصد می‌باشد. این روش آزمون معتبرترین روش در بین روش‌های آزمون استاندارد برای ارزیابی سنگدانه‌ها از نظر واکنش‌زایی قلیایی-سیلیسی محسوب می‌شود.

#### پ-۳-۵ کاهش اثر واکنش قلیایی-سیلیسی

به‌طور معمول اگر با استفاده از روش آزمون ASTM C1260 یا روش آزمون ASTM C1293، نشان داده شود که سنگدانه‌ای واکنش‌زا نمی‌باشد یا انبساط بسیار کم به وجود می‌آورد یا بدون انبساط است، نیاز به هیچ اقدامی برای کاهش اثر واکنش‌زایی نیست. همچنین اگر سنگدانه در هنگام به کارگیری مواد سیمانی مشابه که مقدار قلیایی مشابه یا زیادتری دارند دارای عملکرد رضایت‌بخش طولانی مدت ثبت شده باشد، هیچ نوع اقدامی برای کاهش اثر لازم نیست. به عبارت دیگر، در مورد سنگدانه‌هایی که از نظر دارا بودن

واکنش‌زایی قلیایی-سیلیسی بالقوه زیان‌آور تشخیص داده شده‌اند باید اقدامات مشخصی برای جلوگیری از انبساط زیاد از حد آن‌ها به‌عمل‌آورد. این روش‌ها می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- استفاده از سیمان کم‌قلیا (با قلیایی معادل کم‌تر از ۰٫۶ درصد)؛
- سیمان‌های آمیخته (با توجه به عملکرد آن‌ها)؛
- به‌کارگیری مواد پوزولانی (منطبق با استاندارد مرتبط و کنترل اثربخشی آن‌ها)؛
- به‌کارگیری دوده سیلیسی (منطبق با استاندارد مرتبط)؛ یا
- استفاده از سرباره آسیاب شده (با کنترل اثربخشی آن).

اثربخشی مواد سیمانی یا افزودنی‌ها به تفکیک یا به‌صورت توأم می‌تواند از طریق انجام آزمون‌های خاص نشان داده شود.

پ-۳-۶ استاندارد **ASTM C441** (روش منشور ملات برای تعیین اثربخشی افزودنی‌های معدنی یا سرباره کوره آهن‌گدازی در جلوگیری از انبساط زیاد بتن ناشی از واکنش قلیایی-سیلیسی)

این استاندارد اثربخشی مصالح سیمانی موجود در منشورهای ملاتی ساخته شده طبق استاندارد **ASTM C227**، که حاوی سنگدانه از نوع شیشه بوروسیلیکاتی با واکنش‌زایی زیاد است، را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. استاندارد **ASTM C618** معیاری را برای استفاده از پوزولان‌ها همانند کاربرد خاکستر بادی و پوزولان‌های طبیعی خام یا کلسینه شده، هنگامی که مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۱۳ نمونه-برداری و آزمون شود از طریق مقایسه با یک ملات شاهد حاوی سیمان کم‌قلیا ایجاد می‌کند. استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۸ معیاری را برای به‌کارگیری استاندارد **ASTM C441** به‌منظور ارزیابی دوده سیلیسی برای کنترل انبساط ارائه می‌کند. پیوست X3 استاندارد **ASTM C689** بکارگیری آن را برای سرباره کوره آهن‌گدازی تشریح می‌کند. مصالح مشخص مورد مصرف در پروژه می‌تواند با طرح مخلوط ملات مطابق با مخلوط مورد استفاده ارزیابی شود. در ارزیابی نتایج این آزمون، باید دانست که شیشه بوروسیلیکاتی از اغلب سنگدانه‌های مورد استفاده در ساخت و ساز واکنش‌زا تر است؛ بنابراین، مقدار معینی از پوزولان یا سرباره مورد نیاز برای کنترل انبساط ناشی از واکنش با قلیایی‌های موجود در سیمان پرتلند مصرفی، ممکن است از مقدار مورد نیاز برای جلوگیری از انبساط زیان‌آور یک سنگدانه مشخص، بیش‌تر باشد.

پ-۳-۷ استاندارد **ASTM C1567** (روش تسریع شده منشور ملات برای واکنش‌زایی بالقوه قلیایی-سیلیسی مخلوط مواد سیمانی و سنگدانه)

این استاندارد انبساط مخلوط مشخصی از سنگدانه و مواد سیمانی تشکیل شده از سیمان هیدرولیکی، پوزولان یا سرباره کوره آهن‌گدازی یا دوده سیلیسی را که طبق استاندارد **ASTM C1260** ساخته و نگهداری شده است را ارزیابی می‌کند. از آنجایی که نمونه‌های ملات در محلول یک نرمال سدیم هیدروکسید نگهداری می‌شوند، این آزمون ممکن است اثربخشی مواد سیمانی را برای کاهش اثر انبساط، کم‌تر نشان می‌دهد. به‌طور کلی انبساط کم‌تر از ۰٫۱۰ درصد در سن ۱۶ روز نشان‌دهنده کنترل موثر انبساط ناشی از واکنش قلیایی-سیلیسی سنگدانه در مخلوط مواد سیمانی مورد نظر می‌باشد.

پ-۳-۸ به کارگیری استاندارد ASTM C1293 برای ارزیابی کاهش اثر واکنش‌زایی بالقوه سنگدانه‌ها در بند پ-۳-۴ مورد بحث قرار گرفته است.

#### پ-۴ واکنش قلیایی - کربناتی

پ-۴-۱ استاندارد ASTM C586 (روش استوانه‌های سنگی برای واکنش قلیایی-کربناتی) سنگ‌هایی که بالقوه قادر به واکنش زیان‌آور قلیایی-کربناتی هستند، نسبتاً نادرند و به ندرت در ساخت سنگدانه بتن استفاده می‌شوند. استاندارد ASTM C586 در پژوهش و غربال‌گری اولیه معادن به منظور تشخیص وجود مواد با انبساط بالقوه زیان‌آور مصرفی در بتن کاربرد موفقیت‌آمیزی داشته است.

یادآوری- برخی پژوهشگران معتقدند انبساط ۲۸ روزه بیش از ۰/۱۰ درصد، بالقوه زیان‌آور در نظر گرفته می‌شوند. همچنین انبساط بیش از ۰/۲۰ درصد در طی ۱۶ هفته به عنوان معیاری برای زیان‌آور بودن پیشنهاد شده است.

پ-۴-۲ استاندارد ASTM C1105 (روش منشور بتنی برای واکنش سنگ قلیایی-کربناتی) این روش آزمون برای ارزیابی مخلوط خاصی از مصالح موجود در بتن هنگامی که سنگدانه از نظر انبساط زیان‌آور در دوران بهره‌برداری ناشی از واکنش قلیایی-کربناتی مشکوک می‌باشد، به کار می‌رود. پیوست استاندارد ASTM C1105 اطلاعات عمومی و مراجعی را در مورد تفسیر نتایج ارائه می‌دهد. اگر یک مخلوط بتنی دارای میانگین انبساط ۶ آزمون بتنی برابر با یا بزرگ‌تر از ۰/۱۵ درصد طی سه ماه، ۰/۲۵ درصد طی شش ماه، یا ۰/۳۰ درصد طی یک سال باشد ممکن است به عنوان سنگدانه بالقوه واکنش‌زای زیان‌آور طبقه‌بندی شود. داده‌های حاصل از سنین بالاتر نسبت به بقیه داده‌ها ترجیح داده می‌شوند.

یادآوری- این آزمون تاحدودی شبیه به استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۴۹ می‌باشد که صرفاً برای سنگدانه‌های کربناتی به کار می‌رود.

#### پ-۴-۳ کاهش اثر واکنش قلیایی-کربناتی

معمولاً اگر سنگ کربناتی دارای بافت و ترکیباتی باشد که در آزمون استوانه سنگی (استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۵۶) یا آزمون منشور بتنی (ASTM C1105) انبساط بیش از حد را نشان ندهد، نیاز به اقدام خاصی برای کاهش اثر واکنش‌زایی ندارد. همچنین اگر این نوع از سنگدانه‌ها عملکرد رضایت‌بخش طولانی مدت ثبت شده با مواد سیمانی و شرایط مشابه باشد، هیچ نوع عملیاتی برای کاهش اثر نیاز نیست. به عبارت دیگر به کارگیری سنگ‌هایی که بالقوه واکنش‌زایی قلیایی-کربناتی زیان‌آور دارند در بتن توصیه نمی‌شود، مگر آن‌که بتوان نشان داد که روش‌های کاهش اثر، مؤثر واقع خواهد شد. به‌طور کلی در این حالت پوزولان‌ها مؤثر تشخیص داده نشده‌اند. روش‌های پیشنهاد شده برای کاهش اثر می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- اجتناب از به کارگیری سنگ‌های کربناتی واکنش‌زا، انتخاب معدن سنگ؛
- کاهش مصرف سنگدانه‌های واکنش‌زا تا حد کم‌تر از ۲۰ درصد کل سنگدانه‌های مصرفی در بتن؛
- استفاده از سنگدانه با حداکثر اندازه کوچک‌تر (استفاده کم‌تر از سنگدانه‌های با بیش‌ترین اندازه)؛
- به کارگیری سیمان با قلیایی بسیار کم (کم‌تر از ۰/۴ درصد معادل قلیایی).

## پیوست ت

### (اطلاعاتی)

#### راهنمایی در مورد استفاده از سنگدانه‌ها در بتن

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

ت-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، نشان‌دهنده مناسبی را برای مقاومت سنگدانه ارائه می‌دهد. هر چند، اگر بتن با مقاومت بالا مورد نیاز باشد ضرورت دارد که مقاومت سنگدانه‌ها در نظر گرفته شود.

ت-۱-۲ سنگدانه با عدد لس‌آنجلس 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.

ت-۱-۳ سنگدانه با عدد لس‌آنجلس 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 لس‌آنجلس بیش از ۴۰ باید برمبنای تجربه‌ی استفاده از آن‌ها، مورد ارزیابی قرار گیرد.

##### ت-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 هوا 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 ث

### (اطلاعاتی)

## مقاومت سنگدانه در برابر یخزدن و آب شدن

### ث-۱ کلیات

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

### ث-۲ آزمون‌های شاخصه<sup>۱</sup>

آزمون‌هایی که ممکن است نشانه‌ای از استعداد یخزدن و آب شدگی 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 آب شدگی تلقی شوند.

### ث-۲ بررسی سنگ‌نگاری

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

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

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

### ث-۳ جذب آب

اگر جذب آب سنگدانه که مطابق با استانداردهای ملی ۴۹۸۰ یا ۴۹۸۲ تعیین شده باشد، بیش از یک درصد نباشد، به نظر می‌رسد که سنگدانه در برابر یخزدن و آب شدن 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 درصد را دارا می‌باشند و دولومیت و سنگ ماسه ذغال‌دار

---

1 -Indicative Tests

ممکن است جذب آب بیش از ۲ درصد داشته باشند بدون اینکه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدگی نشان دهند. برای برخی سنگدانه‌های حاوی ذرات سنگ چخماق با تخلخل میکرونی، اندازه‌گیری چگالی، نشانه مناسب-تری را برای مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن نسبت به اندازه‌گیری جذب آب فراهم خواهد کرد.

#### ث-۴ آزمون‌های مستقیم

مقاومت سنگدانه در برابر یخ‌زدن و آب‌شدگی می‌تواند بر مبنای مقدار یخ‌زدن-آب‌شدن یا مقدار افت در برابر سولفات منیزیم (به استانداردهای ملی ۱-۱۷۰۱۳ و ۴۴۹ مراجعه شود)، ارزیابی گردد. روش مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۰۱۳ 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 ملی ایران شماره ۱-۱۷۰۱۳ به کار برده می‌شود، می‌توان هیچ الزامی را مشخص نکرد. اگر در هر حال افت جرمی به دست آمده از این آزمون بیش از ۸ درصد باشد، مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن باید با آزمون بتن طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۲۷ بررسی شود.

## پیوست ج

### (اطلاعاتی)

#### ویژگی‌های نرمه (پرکننده، فیلر)<sup>۱</sup>

##### ج-۱ دانه‌بندی نرمه

دانه‌بندی نرمه باید مطابق با الزامات جدول ج ۱ باشد. آزمون دانه‌بندی نرمه طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷ (با شستن) یا استاندارد BS EN 933-10 انجام می‌شود با این تفاوت که فقط از الک‌های ۱,۱۸mm، ۱۵۰µm و ۷۵µm برای آزمون استفاده می‌گردد.

جدول ج-۱- الزامات دانه‌بندی نرمه

درصد جرمی عبور کرده		اندازه الک به میلی‌متر (نمره الک)
رده ۲	رده ۱	
۱۰۰	۱۰۰	۱,۱۸mm (نمره ۱۶)
۷۰ تا ۱۰۰	۸۵ تا ۱۰۰	۱۵۰µm (نمره ۱۰۰)
۵۰ تا ۱۰۰	۷۰ تا ۱۰۰	۷۵µm (نمره ۲۰۰)

##### ج-۲ ناخالصی‌های آلی

ج-۲-۱ نرمه‌ها باید براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹ مورد آزمون ناخالصی‌های آلی قرار گیرند و الزامات آن را برآورده نمایند. به جز مواردی که در بندهای ج-۲-۲ می‌آید، سنگدانه‌هایی که براساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹ مورد آزمون ناخالصی‌های آلی قرار می‌گیرند و رنگی تیره‌تر از رنگ مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹ تولید می‌کنند نباید پذیرفته شوند.

ج-۲-۲ در صورتی که تغییر رنگ حاصل از انجام آزمون، ناشی از وجود مقادیر کم ذغال‌سنگ، لیگنیت یا ذرات مشابه باشد، استفاده از این سنگدانه‌ها بلامانع است.

##### ج-۳ نشانه خمیری

نشانه خمیری نرمه، باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱ اندازه‌گیری شود و مقدار آن نباید از ۴ بیش‌تر باشد.

##### ج-۴ جذب متیلن بلو

جذب متیلن بلو، باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۴۷-۹ اندازه‌گیری شود و مقدار آن نباید از ۵mg/g بیش‌تر باشد.

## پیوست چ

### (اطلاعاتی)

#### کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹، ویژگی‌های سیمان پرتلند
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۱۳، نمونه برداری و آزمایش پوزولان های طبیعی یا خاکستر بادی برای مصرف بعنوان یک افزودنی معدنی در بتن سیمان پرتلند- روش آزمون
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۵۶، بتن- اندازه گیری پتانسیل واکنش قلیایی سنگ‌های کربناتی به عنوان سنگدانه بتن با استفاده از روش استوانه سنگی- روش آزمون
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۲، سنگدانه‌ها- اندازه گیری واکنش قلیایی- سیلیسی به روش شیمیایی - روش آزمون
- [۵] استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۴۹، سنگدانه- قابلیت انبساط پذیری به روش بررسی تغییر در طول منشور های بتنی، ناشی از واکنش سنگدانه ها با قلیائی‌ها- روش آزمون
- [۶] استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۵۳، سنگدانه- قابلیت واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملات منشوری تسریع شده- روش آزمون
- [۷] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۸، دوده سیلیس (میکروسیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها
- [۸] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۵۲، سنگ‌شناسی سنگدانه ها در بتن- روش آزمون
- [۹] استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۰۶، سنگدانه- تعیین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی- سیلیسی ترکیبات مواد سیمانی و سنگدانه (روش منشور ملات تسریع شده)- روش آزمون
- [10] ASTM C227, Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method)
- [11] ASTM C294, Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates
- [12] ASTM C342, Test Method for Potential Volume Change of Cement-Aggregate Combinations
- [13] ASTM C441, Test Method for Effectiveness of Pozzolans or Ground Blast-Furnace Slag in Preventing Excessive Expansion of Concrete Due to the Alkali-Silica Reaction
- [14] ASTM C595, Specification for Blended Hydraulic Cements
- [15] ASTM C618, Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete
- [16] ASTM C989, Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars
- [17] ASTM C1105, Test Method for Length Change of Concrete Due to Alkali-Carbonate Rock Reaction

- [18] ASTM C1157, Performance Specification for Hydraulic Cement
- [19] BS EN 12620: 2002, Aggregates for Concrete
- [20] Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials, Klieger, Paul and Lamond, Joseph F., Eds, ASTM STP 169C, 1994, 623 pages. See Chapter 31 on “Petrographic Evaluation of Concrete Aggregates,” by Richard C. Mielenz, Chapter 32 on “Alkali-Silica Reactions in Concrete” by David Stark, and Chapter 33 on “Alkali-Carbonate Rock Reaction” by Michael A. Ozol.
- [21] “State-of-the-Art Report on Alkali-Aggregate Reactivity” by ACI Committee 221 on Aggregates, ACI 221.1R-98, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1998, 31 pages.
- [22] Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, Berube, M. A., Fournier, B., and Durand, Eds, Proceedings of the 11th International Conference, Quebec City, Canada, June 2000, 1402 pages. (Note—This conference and proceedings includes information on ASR and ACR in concrete by researchers and experts from all over the world. Copies of the volume can be obtained from the International Centre for Sustainable Development of Cement and Concrete, 405 Rochester Street, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0G1.)
- [23] Hooton, R.D., and Rogers, C.A., “Evaluation of Rapid Test Methods for Detecting Alkali-Reactive Aggregates,” Proceedings of Eighth International Conference on Alkali-Aggregate Reaction, Kyoto, 1989, pp. 439–444.
- [24] Fournier, B., and Berube, M.A., “Application of the NBRI Accelerated Mortar Bar Test to Siliceous Carbonate Aggregates Produced in the St. Lawrence Lowlands, Part 2: Proposed Limits, Rates of Expansion, and Microstructure of Reaction Products,” Cement and Concrete Research, Vol 21, 1991, pp. 1069–1082.
- [25] 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))
- [26] 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.