



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۴۹۸۵

تجدید نظر دوم

۱۳۹۶

INSO

4985

2nd. Revision

2017

سبکدانه‌ها برای بتن سازه‌ای - ویژگی‌ها

**Lightweight Aggregates for Structural
Concrete- Specifications**

ICS: 91.100.30

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ - ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج-ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: Standard @ isiri.org.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

Standard Square, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: Standard @ isiri.org.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 موسسه 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 پیشنهادهای 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 ذیصلاح 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 شود 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)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان استاندارد 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 عمل کرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 Electro Technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 -Contact Point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«سبکدانه‌ها برای بتن سازه‌ای - ویژگی‌ها»

رئیس

سمت و / یا محل اشتغال:

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تابش، حسن آقا
(کارشناسی ارشد راه و ساختمان)

دبیران:

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

خدابنده، ناهید
(کارشناسی شیمی)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

ویسه، سهراب
(دکتری مهندسی معدن)

اعضا: (به ترتیب حروف الفبا)

شرکت آریانا پارس

امینی، علی
(کارشناسی مهندسی شیمی)

گروه صنعتی سانا عایق

انتظاری، آیدا
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

باریکانی، مهدی
(دکتری مهندسی پلیمر)

شرکت صنایع عایق سپاهان

بوربور، فاطمه
(کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی بین‌الملل)

شرکت صنایع عایق سپاهان

جاهدی املشی، سعید
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت گیلان میکا

حسین زاویه، علی
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

شرکت پال سیستم

خورسندی، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

گروه صنایع گیتی پسند

عاشقان نژاد، امیر هوشنگ
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

سمت و / یا محل اشتغال:

اعضا: (به ترتیب حروف الفبا)

گروه صنعتی سانا عایق	قریب، آرمان (کارشناسی ارشد مدیریت)
سازمان ملی استاندارد ایران	قزلباش، پرچهر (کارشناسی فیزیک)
شرکت پشم شیشه ایران	کرمی، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)
شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور	لنکرانی، مهرناز (کارشناسی ارشد معماری)
شرکت جذب ستاره	محرمی، آرزو (کارشناسی ارشد شیمی)
شرکت لیکا	محمدی زیارانی، ماکان (کارشناسی ارشد شهرسازی)
شرکت بهران انرژی	مفیدی، صادق (کارشناسی ارشد انرژی)
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	مظلومی ثانی، مهناز (کارشناسی شیمی)
شرکت لیکا	نمد مالیان اصفهانی، علیرضا (دکتری مدیریت)
شرکت سازه پایدار الهیه	هاشمی، محمد (کارشناسی مهندسی عمران)
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	هدایتی، محمد جعفر (کارشناسی فیزیک)

ویراستار

سازمان ملی استاندارد ایران	ماجدی اردکانی، محمد حسین (دکتری راه و ساختمان)
----------------------------	---

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۴	۳ الزامات
۴	۱-۳ ویژگی‌های شیمیایی
۴	۲-۳ ویژگی‌های فیزیکی
۴	۱-۲-۳ ویژگی‌های فیزیکی سبکدانه‌های مورد آزمون
۶	۲-۲-۳ ویژگی‌های فیزیکی آزمون‌های بتن حاوی سبکدانه‌های مورد آزمون
۷	۴ نمونه برداری
۸	۵ تعداد آزمون‌ها
۸	۱-۵ آزمون‌های سنگدانه
۸	۲-۵ آزمون‌های بتن
۸	۶ روش‌های اجرای آزمون
۸	۱-۶ مقاومت فشاری
۸	۲-۶ مقاومت کششی شکافتی
۸	۳-۶ چگالی بتن
۸	۴-۶ جمع شدگی بتن
۹	۵-۶ آزمون مواد بیرون پریده
۹	۶-۶ آزمون یخ زدن - آب شدن
۱۰	۸-۶ چگالی انبوهی فله‌ای غیرمترکم
۱۰	۹-۶ کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده
۱۰	۱۰-۶ چگالی نسبی
۱۱	۷ عدم پذیرش
۱۱	۸ گواهی‌نامه
۱۱	۹ نشانه‌گذاری

پیش گفتار

استاندارد «سبکدانه‌ها برای بتن سازه‌ای- ویژگی‌ها» نخستین بار در سال ۱۳۷۷ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هفتمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۶/۰۵/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع 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 استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۵: سال ۱۳۹۰ می‌شود.

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

ASTM C330/C330M: 2014, Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

سبکدانه برای بتن سازه‌ای - ویژگی‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی سبکدانه‌های مورد نظر برای استفاده در بتن سازه‌ای است. در این استاندارد هدف اصلی، کاهش چگالی بتن همراه با حفظ مقاومت فشاری است. روش‌های آرایه شده در این استاندارد برای کنترل کارگاهی بتن مورد نظر نیست.

دو نوع اصلی سبکدانه‌های مشمول این استاندارد ویژگی‌ها، به شرح زیر می‌باشند:

سنگدانه‌های تهیه شده از منبسط کردن، اماچ کردن^۱، یا هم‌جوش کردن^۲ محصولات، مانند سرباره کوره آهن‌گدازی، رس، دیاتومیت، خاکستر بادی، شیل، یا سنگ لوح؛

سنگدانه‌های تهیه شده از فرآوری مواد طبیعی مانند پومیس^۳، اسکوریا^۴ یا توف^۵؛

سنگدانه‌ها باید عمدتاً شامل مواد سلولی سبک و مواد معدنی دانه‌ای باشند.

یادآوری - این استاندارد به منظور اطمینان از ویژگی‌های سبکدانه‌های قابل قبول مورد استفاده در بیشتر بتن‌ها آرایه شده است. مشخص شده است که این استاندارد برای بتن‌ها با شرایط و مقاصد خاص، کم و بیش محدودیت‌هایی بیش از حد نیاز قابل شده است، به‌طور مثال در شرایط مقاومت در برابر آتش، خاکریز و ساختمان‌های بتنی به‌جای استفاده از طرح اختلاط به آزمون بارگذاری تاکید دارد.

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 می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام آور است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C29, Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate - Test method

-
- 1- Pelletizing
 - 2- Sintering
 - 3- Pumice
 - 4 - Scoria
 - 5 -Tuff

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین وزن واحد و فضای خالی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C29:2016 تدوین شده است.

2-2 ASTM C31/C31M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵: سال ۱۳۹۰، بتن - ساخت و عمل آوری آزمون‌ها در کارگاه - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C31:2009 تدوین شده است.

2-3 ASTM C33/C33M, Specification for Concrete Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۲: سال ۱۳۷۸، سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C33:1994 تدوین شده است.

2-4 ASTM C39/C39M, Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۸: سال ۱۳۹۰، بتن - مقاومت فشاری آزمون‌های استوانه‌ای - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C39:2005 تدوین شده است.

2-5 ASTM C40/C40M, Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۹: سال ۱۳۹۳، روش آزمون ناخالصی‌های آلی سنگدانه‌های ریز برای بتن، با استفاده از استاندارد ASTM C40:2011 تدوین شده است.

2-6 ASTM C114, Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره سال ۱۳۹۲:۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی، با استفاده از استاندارد ASTM C114:2000 تدوین شده است.

2-7 ASTM C127, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C127:2015 تدوین شده است.

2-8 ASTM C128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate

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

2-9 ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

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

2-10 ASTM C142, Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۸: سال ۱۳۹۳، روش آزمون کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده در سنگدانه، با استفاده از استاندارد ASTM C142: 2010 تدوین شده است.

2-11 ASTM C151, Standard Test Method for Autoclave Expansion of Hydraulic Cement

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۱: سال ۱۳۸۷، سیمان‌های هیدرولیکی - روش آزمون تعیین انبساط، با استفاده از استاندارد ASTM C151: 2005 تدوین شده است.

2-12 ASTM C157/C157M, Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۳۹: سال ۱۳۹۲، تغییر طول ملات و بتن سیمان هیدرولیکی سخت شده - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C157/C157M: 2008 تدوین شده است.

2-13 ASTM C192/C192M, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۱: سال ۱۳۹۳، بتن - ساخت و عمل آوری آزمون‌های بتن در آزمایشگاه - آئین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C192/C192M: 2014 تدوین شده است.

2-14 ASTM C496/C496M, Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۷: سال ۱۳۹۴، بتن - تعیین مقاومت کششی دونیم کردن آزمون‌های استوانه‌ای - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C496/C496M: 2011 تدوین شده است.

2-15 ASTM C567, Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۷۳۳: سال ۱۳۹۲، تعیین چگالی بتن سبک سازه‌ای - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C567/C567M: 2011 تدوین شده است.

2-16 ASTM C641, Standard Test Method for Iron Staining Materials in Lightweight Concrete Aggregates

2-17 ASTM C666/C666M, Standard 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 C666:2008 تدوین شده است.

2-18 ASTM C702 Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶: سال ۱۳۹۳، مصالح ساختمانی - سنگدانه - کاهش دادن نمونه سنگدانه تا اندازه آزمون - روش کار، با استفاده از استاندارد ASTM C702/C702M:2011 تدوین شده است.

2-19 ASTM D75, Standard Practice for Sampling Aggregates

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

۳ الزامات

۱-۳ ویژگی‌های شیمیایی

سبکدانه‌ها نباید شامل مقادیر زیادی از مواد زیان آور باشند. این مواد به روش‌های زیر تعیین می‌شوند:

۱-۱-۳ ناخالصی‌های آلی

سبکدانه‌هایی که برای ناخالصی‌های آلی مطابق استاندارد ASTM C40 مورد آزمون قرار می‌گیرند، اگر رنگی تیره‌تر از رنگ استاندارد ایجاد کنند باید مردود شناخته شوند، مگر آن‌که نشان داده شود تغییر رنگ به دلیل وجود مقادیر کوچکی از مواد غیر زیان‌آور برای بتن است.

۲-۱-۳ شاخص لکه شدگی

سنگدانه‌ای که مورد آزمون لکه شدگی مطابق استاندارد ASTM C641 قرار گیرد و شاخص لکه شدگی ۶۰ یا بیش‌تر را ایجاد کند باید مردود شناخته شود. این امر در صورتی است که در تجزیه شیمیایی لکه ایجاد شده، مشخص شود که حاوی مقدار آهن بیان شده، به صورت Fe_2O_3 ، معادل یا بیش‌تر از ۱٫۵ میلی‌گرم بر ۲۰۰ گرم نمونه است.

۳-۱-۳ افت وزن در اثر سرخ شدن

چنانچه سبکدانه مطابق استاندارد ASTM C114 مورد آزمون قرار گیرد، افت وزن در اثر سرخ شدن آن نباید بیش از ۵ درصد باشد.

یادآوری- بعضی سنگدانه‌ها ممکن است حاوی کربنات‌ها یا آب هیدراسیون باشند که در افت سرخ شدن سهمیم هستند اما ممکن است بر کیفیت محصول اثر نگذارند. بنا براین، هنگام ارزیابی یک سنگدانه، باید به خصوصیات موادی که باعث افت سرخ شدن می‌شوند توجه کرد.

۲-۳ ویژگی‌های فیزیکی

۱-۲-۳ ویژگی‌های فیزیکی سبکدانه‌های مورد آزمون

۱-۱-۱-۳ کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده

مقدار کل کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده نباید از ۲٪ وزنی سبکدانه خشک بیش‌تر باشد.

۳-۱-۱-۳ دانه بندی

دانه بندی سبکدانه باید با الزامات جدول ۱ مطابقت داشته باشد.
یادآوری- سطوح ذرات سبکدانه‌های تولید شده در فرآیندهای حرارتی^۱ ریزتر از الک ۷۵µm (نمره ۲۰۰) زیان آور نیستند و ممکن است تا حدی پوزولانی باشند.

۳-۱-۱-۳ یکنواختی دانه بندی

برای اطمینان از یکنواختی قابل قبول در دانه‌بندی محموله‌های سبکدانه، مدول نرمی باید در مورد نمونه‌های برداشته شده از محموله‌ها در فواصل مشخص شده توسط خریدار تعیین شود. اگر مدول نرمی سنگدانه هر محموله بیش از ۷٪ با نمونه ارایه شده برای آزمون‌های پذیرش، تفاوت داشته باشد، محموله سبکدانه باید مردود شناخته شود، مگر آن‌که تولیدکننده ثابت کند که با آن سنگدانه، بتنی با خصوصیات مورد نیاز را می‌توان تهیه کرد.

جدول ۱- الزامات دانه‌بندی سبکدانه برای بتن سازه‌ای

درصد وزنی عبور کرده از الک‌های دارای چشمه‌های مربعی										اندازه اسمی (mm)	نوع سنگدانه
۷۵µm	۱۵۰µm	۳۰۰µm	۱٫۱۸mm	۲٫۳۶mm	۴٫۷۵mm	۹٫۵mm	۱۲٫۵mm	۱۹mm	۲۵mm		
نمره ۲۰۰	نمره ۱۰۰	نمره ۵۰	نمره ۱۶	نمره ۸	نمره ۴	۳/۸ in	۱/۲ in	۳/۴ in	۱ in		
...	۵۰-۲۵	۱۰-۳۵	۴۰-۸۰	...	۸۵-۱۰۰	۱۰۰	...	...	...	۰-۴٫۷۵	ریز
۰-۱۰	...	...	...	...	۰-۱۰	...	۲۵-۶۰	...	۹۵-۱۰۰	۴٫۷۵-۲۵	درشت
۰-۱۰	...	...	...	...	۰-۱۵	۱۰-۵۰	...	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۴٫۷۵-۱۹	
۰-۱۰	...	...	...	۰-۱۰	۰-۲۰	۴۰-۸۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	...	۴٫۷۵-۱۲٫۵	
۰-۱۰	...	...	۰-۱۰	۰-۲۰	۵-۴۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰	...	...	۲٫۳۶-۹٫۵	
۰-۱۰	۲-۱۵	۵-۲۰	...	...	۵۰-۸۰	...	۹۵-۱۰۰	۱۰۰	...	۰-۱۲٫۵	مخلوط
۰-۱۰	۵-۱۵	۱۰-۲۵	...	۳۵-۶۵	۶۵-۹۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	...	...	۰-۹٫۵	ریز و درشت

۴-۱-۱-۳ چگالی انبوهی فله‌ای غیرمتراکم

چنانچه سبکدانه مطابق استاندارد ASTM C29/C29M مورد آزمون قرار گیرد، چگالی انبوهی غیرمتراکم آن باید مطابق با الزامات نشان داده شده در جدول ۲ با استفاده از یک پیمانانه ۱۴ لیتری، باشد.

1- Pyro-processed

۳-۱-۱-۵ یکنواختی چگالی انبوهی فله‌ای غیرمتراکم

چگالی انبوهی فله‌ای خشک محموله‌های سبکدانه نمونه برداری و آزمون شده، نباید بیش از ۱۰٪ نسبت به نمونه ارایه شده برای آزمون‌های پذیرش، اختلاف داشته باشد و نباید از حدود جدول ۲ فراتر رود.

جدول ۲- الزامات حداکثر چگالی انبوهی فله‌ای خشک برای سبکدانه مورد مصرف در بتن سازه‌ای

مشخصه اندازه	حداکثر چگالی انبوهی فله‌ای خشک kg/m^3
سنگدانه ریز	۱۱۲۰
سنگدانه درشت	۸۸۰
مخلوط سنگدانه ریز و درشت	۱۰۴۰

۳-۱-۱-۶ چگالی نسبی

چگالی نسبی، در صورتی که ذکر شده باشد، باید مطابق با زیربند ۶-۱۰ تعیین شود.

۳-۲-۲-۲ ویژگی‌های فیزیکی آزمون‌های بتن حاوی سبکدانه‌های مورد آزمون

۳-۲-۲-۱-۱ مقاومت فشاری باید مطابق استاندارد ASTM C39/C39M، چگالی باید مطابق استاندارد ASTM C567 و مقاومت کششی شکافتی^۱ (دو نیم شدن) مطابق استاندارد ASTM C496/C496M تعیین شود.

مقاومت فشاری و چگالی باید میانگین ۳ آزمون و مقاومت کششی شکافتی باید میانگین ۸ آزمون باشد. امکان تولید بتن سازه‌ای با استفاده از سبکدانه تحت آزمون باید وجود داشته باشد، به طوری که از همان پیمانانه بتن یک یا چند الزام از مقاومت فشاری و مقاومت کششی شکافتی در جدول ۳ را بدون تجاوز از مقادیر حداکثر چگالی مربوط، برآورده سازد.

یادآوری - مقادیر متوسط برای مقاومت و مقادیر چگالی مربوط، باید با درون‌یابی به‌دست آید. موادی که الزام حداقل میانگین مقاومت کششی شکافتی را برآورده نمی‌سازند، به شرطی می‌تواند استفاده شود که طرح برای جبران مقدار کم‌تر اصلاح شود.

۳-۲-۲-۲-۳ سنگدانه‌های طبیعی

سنگدانه‌های طبیعی هنگامی که جانشین بخشی از سبکدانه‌ها یا همه سبکدانه‌ها شوند باید با الزامات قابل کاربرد استاندارد ASTM C33 مطابقت داشته باشند.

گزارش آزمون باید سهم کلیه اجزا و مشخصات سنگدانه طبیعی را برای اطمینان از انطباق با این الزامات حداقلی، ارایه دهد.

۳-۲-۲-۳ جمع شدگی در اثر خشک شدن

جمع شدگی در اثر خشک شدن آزمون‌های بتنی که مطابق با زیربند ۴-۶ آماده سازی، عمل آوری و آزمون شده نباید از ۰/۰۷٪ بیش تر باشد.

جدول ۳- الزامات مقاومت فشاری و مقاومت کششی دو نیم‌کردن

میانگین مقاومت فشاری ۲۸ روزه حداقل MPa	میانگین مقاومت کششی شکافتی حداقل MPa	چگالی معادل محاسبه شده حداکثر kg/m ³
تمام سبکدانه‌ها		
۲۸	۲/۲	۱۷۶۰
۲۱	۲/۱	۱۶۸۰
۱۷	۲/۰	۱۶۰۰
مخلوطی از سنگدانه معمولی و سبکدانه		
۲۸	۲/۳	۱۸۴۰
۲۱	۲/۱	۱۷۶۰
۱۷	۲/۱	۱۶۸۰

۴-۲-۲-۳ بیرون پریدگی‌ها

آزمون‌های بتن آماده شده مطابق زیربند ۴-۶ و زیربند ۵-۶ و آزمون شده مطابق استاندارد ASTM C151 نباید هیچ‌گونه بیرون پریدگی سطحی نشان دهند.

۵-۲-۲-۳ مقاومت در برابر یخ‌زدن - آب شدن

چنانچه لازم باشد، تولیدکننده یا تامین‌کننده سنگدانه باید با آزمون یا عملکرد میدانی اثبات شده نشان دهد که سبکدانه هنگام استفاده در بتن، مقاومت لازم را در برابر یخ‌زدن - آب شدن برای عملکرد رضایت بخش در مصرف مورد نظر دارد.

۴ نمونه برداری

۱-۴ از سبکدانه مطابق با استاندارد ASTM D75 نمونه‌برداری شود.

۲-۴ مقدار نمونه مطابق با استاندارد ASTM C702 به اندازه‌های مورد نیاز آزمون، کاهش داده شود.

۵ تعداد آزمون‌ها

۱-۵ آزمون‌های سنگدانه

یک نمونه نماینده برای هر آزمون ناخالصی‌های آلی، شاخص لکه شدگی، افت سرخ شدن، دانه بندی، چگالی انبوهی و کلوخه‌های گل، لازم است.

۲-۵ آزمون‌های بتن

حداقل ۳ آزمون برای هر یک از آزمون‌های بتن به شرح زیر مورد نیاز است: مقاومت فشاری، جمع‌شدگی، چگالی، مقاومت در برابر یخ زدن- آب شدن و وجود موادی که باعث بیرون‌پريدگی می‌شود. حداقل ۸ آزمون بتن برای آزمون‌های مقاومت کششی شکافتی مورد نیاز است.

۶ روش‌های اجرای آزمون

۱-۶ مقاومت فشاری

مقاومت فشاری باید مطابق استاندارد ASTM C39/C39M، تعیین شود. آزمون‌ها مطابق با استاندارد ASTM C192/C192M و استاندارد ASTM C31/C31M ساخته شوند. آزمون‌ها مطابق با استاندارد ASTM C192/C192M و استاندارد ASTM C31/C31M تا زمان آزمون عمل‌آوری شوند، مگر آن‌که به صورت دیگری مشخص شده باشد. چنان‌چه مشخص شده باشد، روش عمل‌آوری جایگزین، مجاز است. روش جایگزین باید مطابق با استاندارد ASTM C192/C192M یا روش عمل‌آوری استاندارد مطابق استاندارد ASTM C31/C31M برای هفت روز اول باشد، پس از آن آزمون‌ها باید از عمل‌آوری مرطوب خارج شوند و در 23 ± 2 °C با رطوبت نسبی $(50 \pm 5)\%$ تا رسیدن زمان آزمون قرار گیرند.

۲-۶ مقاومت کششی شکافتی

آزمون‌های استوانه‌ای به ابعاد $305\text{mm} \times 152\text{mm}$ مطابق با استاندارد ASTM C192/C192M ساخته و عمل‌آوری شوند و آزمون مقاومت کششی شکافتی مطابق استاندارد ASTM C496/C496M انجام شود.

۳-۶ چگالی بتن

چگالی باید مطابق استاندارد ASTM C567 تعیین شود.

۴-۶ جمع شدگی بتن

جمع شدگی بتن مطابق استاندارد ASTM C157/C157M انجام شود جز موارد زیر:

۱-۴-۶ مخلوط بتن با استفاده از 335kg/m^3 سیمان، مواد مضاف (در صورت وجود) و با مقدار هوای $(6 \pm 1)\%$ تهیه شود. مقدار آب تنظیم شود به طوری که اسلامپ 50mm تا 100mm به وجود آید. بتن در

قالب‌های فولادی کاملاً متراکم گردد. قالب فولادی نباید در مقطع عرضی کوچک‌تر از $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ و بزرگ‌تر از $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ باشد و به قدر کافی طویل باشد که طول اندازه‌گیر 250mm را فراهم سازد. سطح بتن باید توسط ماله فلزی ماله کشی شود.

۲-۴-۶ روش عمل‌آوری

برای جلوگیری از تبخیر آب از بتن سخت نشده، آزمون با یک صفحه غیرجاذب، غیرواکنش‌زا یا ورق پلاستیکی سخت، با دوام و غیرقابل نفوذ یا گونی خیس پوشانده شود. هنگامی که گونی خیس برای پوشش استفاده می‌شود، گونی باید تا وقتی که آزمون‌ها از قالب خارج شوند خیس بماند (به یادآوری مراجعه شود). آزمون‌ها بیش از 20h و کم‌تر از 48h پس از قالب‌گیری از قالب‌ها خارج شوند و در یک اتاق رطوبت با دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی که کم‌تر از 95% نباشد، قرار داده شوند. در عمر هفت روز، آزمون‌ها از اتاق رطوبت خارج شده، طول آن‌ها اندازه‌گیری شود و در یک محفظه عمل‌آوری در دمای $(37.8 \pm 1.1)^\circ\text{C}$ با رطوبت نسبی $(32 \pm 2)\%$ قرار داده شوند.

یادآوری ۱- یک ورقه پلاستیک بر روی گونی، تر نگه داشتن آن را تسهیل می‌کند.

یادآوری ۲- هوای بلافاصله بالای یک محلول اشباع منیزیم کلراید^۱ در 37.8°C حدود 32% رطوبت نسبی دارد.

۳-۴-۶ گزارش آزمون جمع‌شدگی بتن

پس از نگه‌داری آزمون‌ها در یک محفظه برای مدت 28 روز، هر آزمون خارج شده و در کم‌تر از 15s تغییر طول آن با تقریب 0.1% طول موثر اندازه‌گیر تعیین شود. تغییر طول به صورت جمع‌شدگی خشک شدن آزمون گزارش شود. میانگین جمع‌شدگی خشک شدن آزمون‌ها به عنوان جمع‌شدگی خشک شدن بتن گزارش گردد.

۵-۶ آزمون مواد بیرون پریده

آزمون‌های بتن را برای آزمون مواد بیرون پریده مطابق با روش آماده سازی نمونه‌های جمع‌شدگی بتن آماده کنید. آزمون‌ها مطابق استاندارد ASTM C151 عمل‌آوری شده و در اتوکلاو قرار گیرند. آزمون‌های اتوکلاو شده برای تعداد بیرون پریدگی که در سطح ایجاد شده به طور چشمی بازرسی شوند. تعداد بیرون پریدگی در آزمون گزارش گردد.

۶-۶ آزمون یخ زدن - آب شدن

آزمون یخ زدن - آب شدن بتن مطابق استاندارد ASTM C666/C666M با انجام تغییرات زیر در بخش آزمون‌ها و روش آزمون انجام شود. چنانچه به صورت دیگری مشخص شده باشد آزمون‌های بتن سبک‌دانه از محفظه عمل‌آوری مرطوب در عمر 14 روزه خارج شده و اجازه داده شود برای 14 روز دیگر در هوا در

1- MgCl_2

رطوبت نسبی $(50 \pm 5)\%$ و در دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ خشک شوند. سپس آزمون‌ها برای مدت ۲۴h قبل از آزمون یخ زدن-آب شدن، در آب قرار داده شوند.

۷-۶ آزمون دانه بندی

روش آزمون استاندارد ASTM C136 دنبال شود به جز آن که جرم نمونه سبکدانه ریز باید مطابق جدول ۴ باشد.

نمونه سنگدانه درشت باید شامل 2830cm^3 یا بیش‌تر از مواد مورد استفاده در تعیین چگالی انبوهی باشد. الک کردن مکانیکی سنگدانه باید به مدت ۵min انجام گیرد.

جدول ۴- جرم نمونه برای آزمون دانه بندی سبکدانه ریز

چگالی انبوهی فله‌ای اسمی سنگدانه kg/m^3	جرم نمونه g
۸۰-۲۴۰	۵۰
۲۴۰-۴۰۰	۱۰۰
۴۰۰-۵۶۰	۱۵۰
۵۶۰-۷۲۰	۲۰۰
۷۲۰-۸۸۰	۲۵۰
۸۸۰-۱۰۴۰	۳۰۰
۱۰۴۰-۱۱۲۰	۳۵۰

۸-۶ چگالی انبوهی فله‌ای غیرمتراکم

سنگدانه باید در شرایط در گرمخانه خشک شده با استفاده از روش بیلچه زنی مطابق استاندارد ASTM C29/C29M مورد آزمون قرار گیرد.

۹-۶ کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده

سبکدانه باید مطابق با استاندارد ASTM C142 مورد آزمون تعیین کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده قرار گیرد.

۱۰-۶ چگالی نسبی

چگالی نسبی مطابق استاندارد ASTM C127 و استاندارد ASTM C128 تعیین شود.

۷ عدم پذیرش

موادی که با الزامات این استاندارد مطابقت نداشته باشند، باید مردود شناخته شوند. دلیل عدم پذیرش باید به صورت نوشتاری به فوریت به تولیدکننده یا تامین‌کننده گزارش شود.

۸ گواهی‌نامه

چنانچه در سفارش خرید یا قرارداد مشخص شده باشد، باید یک گواهی‌نامه توسط تولیدکننده یا تامین‌کننده برای خریدار تهیه شود که مواد مطابق با این استاندارد نمونه برداری و آزمون شده است و مشخص شود که با الزامات این استاندارد مطابقت دارد. هنگامی که در سفارش خرید یا قرارداد مشخص شده باشد، گزارشی از نتایج آزمون باید تهیه شود.

۹ نشانه‌گذاری

تولیدکننده یا تامین‌کننده سبکدانه باید اطلاعات زیر را در برگه فروش ارائه دهد:

- ۱-۹ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۲-۹ مقدار سبکدانه، برحسب تن؛
- ۳-۹ دانه بندی سبکدانه مطابق این استاندارد یا دانه بندی جایگزین مطابق توافق با خریدار؛
- ۴-۹ مشخصه گروه سبکدانه بر حسب اندازه اسمی الک؛
- ۵-۹ مشخص کردن اندازه سبکدانه (ریز، درشت و یا مخلوط)؛
- ۶-۹ هر استثنا یا موارد اضافه شده به این استاندارد.