



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۴۵۰۴
تجدیدنظر اول
۱۳۹۷

INSO
14504
1st.Revision
2018

بلوک بتنی سبک سلولی غیر اتوکلاوی -
ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

**Non-Autoclaved cellular lightweight
concrete block- Specifications and test
methods**

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۵۰۴ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«بلوک بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:

شرقی، عبدالعلی
(دکتری مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه شهید بهشتی

دبیر:

عباسی رزگله، محمدحسین
(کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ارشد، بهمن
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

پورخورشیدی، علیرضا
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تولایی، مهدی
(کارشناسی ارشد مدیریت و کارشناسی شیمی)

اداره کل استاندارد استان قم

دشتی، یحیی
(کارشناسی ارشد معماری)

انجمن بتن سبک سلولی

ذوقی، حسن
(دکتری مهندسی عمران)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

رضانیا، محمدرضا
(کارشناسی مهندسی عمران)

بتن سبک رضا شیراز

زارع، سعید
(دکتری مهندسی مواد)

انجمن بتن سبک سلولی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشگاه استاندارد	سامانیان، حمید (کارشناسی ارشد مهندسی مواد-سرامیک)
انجمن بتن سبک سلولی	گروسی، حمید (کارشناسی مهندسی شیمی)
سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، سیدعلیرضا (کارشناسی مهندسی مواد - سرامیک)
سازمان ملی استاندارد ایران	محرری، حسن (کارشناسی ارشد معماری)
پژوهشگاه استاندارد	مهدیخانی، بهزاد (دکتری مهندسی مواد- سرامیک)
آزمایشگاه آرمان صنعت تدبیر اندیش	موسوی، سیدمحمد (کارشناسی مهندسی عمران)
انجمن بتن سبک سلولی	نیسانی، امیر (کارشناسی مهندسی عمران)
اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی	وفایی، ولی (کارشناسی شیمی)

ویراستار:

سازمان ملی استاندارد ایران	مجتبوی، سیدعلیرضا (کارشناسی مهندسی مواد-سرامیک)
----------------------------	--

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ شکل، ابعاد و رواداری‌ها
۶	۵ مواد تشکیل دهنده
۷	۶ تولید
۷	۷ ویژگی‌های ظاهری
۸	۸ الزامات فیزیکی
۱۰	۹ نمونه‌برداری
۱۰	۱۰ آزمون‌های مستقل
۱۱	۱۱ نشانه‌گذاری
۱۱	۱۲ روش‌های آزمون
۱۷	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) راهنمای تولید

پیش‌گفتار

استاندارد «بلوک بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۹۰ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در ششصد و هفتاد و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۷/۳/۲۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۵۰۴: سال ۱۳۹۰ و استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۵۰۴a (اصلاحیه شماره ۱): سال ۱۳۹۳ می‌شود.

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

۱- گزارش تحقیقاتی شماره: گ-۶۷۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، سال ۱۳۹۲: بلوک‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو نشده (مشخصات و روش تولید)

2- IS 2185-4: 2008, Concrete masonry units- Specification, part 4- Preformed form Cellular Concrete Blocks

بلوک بتنی سبک سلولی^۱ غیراتوکلاوی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌ها و روش‌های آزمون بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی با چگالی 400 kg/m^3 تا 1800 kg/m^3 است که در ساخت دیوار به کار برده می‌شود.

یادآوری- بلوک‌های بتنی سبک سلولی که در فرایند ساخت آن‌ها از اتوکلاو استفاده می‌شود، در دامنه کاربرد این استاندارد قرار ندارند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۰: سال ۱۳۸۷، بلوک سیمانی توخالی- قسمت دوم - روش‌های آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۶۲۱: مصالح ساختمانی- فرآورده‌های با مقاومت حرارتی متوسط و زیاد- تعیین مقاومت حرارتی- روش لوح گرم محافظت شده و جریان حرارت سنج

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۸: آب اختلاط بتن

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۵۱۴: سنگدانه‌های ملات بنایی- ویژگی‌ها

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۴۱۷: عامل کفزا برای تولید بتن سلولی با استفاده از کف آماده - ویژگی‌ها

2-6 BS EN 1745, Masonry and masonry products- Methods for determining thermal properties

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

بتن سبک سلولی

cellular lightweight concrete

بتن سبک سلولی، بتنی دارای سلول‌ها یا حفرات ریز هوا و یا گاز است، که به‌طور یکنواخت در آن توزیع شده‌اند. این بتن از اختلاط آب، سیمان پرتلند، مصالح با پایه سیلیس و عامل ایجاد تخلخل (مواد کف‌ساز و یا مواد گازساز) تولید می‌شود.

یادآوری- سلول‌های هوا ممکن است به صورت کف و از طریق یک لوله مخصوص تولید و به مخلوط‌کن اضافه و به طور کامل با مخلوط بتن آمیخته گردند و یا این‌که توسط مواد گازساز طی یک واکنش شیمیایی در درون مخلوط بتن ایجاد شوند. در بتن سلولی، کنترل چگالی با جایگزین کردن سلول‌های ماکروسکوپی هوا به‌جای تمام یا بخشی از سنگدانه ریز به‌دست می‌آید. به‌طور کلی در این نوع بتن، سنگدانه درشت به‌کار برده نمی‌شود.

۲-۳

بلوک

block

یک قطعه بنایی بتنی، که هرکدام از ابعاد خارجی آن بزرگ‌تر از ابعاد یک آجر متداول بوده و دارای ابعادی باشد که اندازه و جرم آن امکان حمل دستی آن را توسط یک شخص میسر سازد. همچنین برای پرهیز از تداخل با دال و پنل، ارتفاع بلوک نباید بیش از طول یا ۶ برابر عرض آن باشد.

۳-۳

چگالی بلوک

block density

نسبت جرم یک بلوک در حالت خشک شده در گرم‌خانه، به حجم کل آن (شامل سوراخ‌ها، حفرات، کام، زبانه، برآمدگی‌ها و تورفتگی‌های کناری) می‌باشد.

یادآوری- چگالی بلوک برحسب kg/m^3 بیان می‌شود.

۴-۳

جمع شدگی ناشی از خشک شدن

drying shrinkage

تفاوت بین طول آزمونه‌ای که در آب با شرایط مشخص غوطه‌ور شده و سپس تا طول ثابت تحت شرایط مشخص خشک شده است نسبت به طول خشک آزمونه، برحسب درصد می‌باشد.

۵-۳

تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت

moisture movement length change

تفاوت بین طول آزمونه‌ای که تا رسیدن به طول ثابت، خشک شده است و سپس در آب با شرایط مشخص غوطه‌ور شده است، نسبت به طول خشک آزمونه، برحسب درصد می‌باشد.

۶-۳

سطح ناخالص

gross area

کل سطح اشغال شده توسط بلوک، بر روی وجه بستر آن، که شامل سطوح حفرات و تورفتگی‌ها می‌باشد.

۷-۳

ارتفاع

height

بعد عمودی در حالت چیدمان بلوک، بدون هرگونه کام و زبانه یا سایر ابزارهایی که برای فراهم کردن گیر مکانیکی طراحی شده است.

۸-۳

طول

length

بعد افقی در حالت چیدمان بلوک، بدون کام و زبانه یا سایر ابزارهایی که برای فراهم کردن گیر مکانیکی طراحی شده است.

۹-۳

عرض

width

ضخامت در حالت چیدمان بلوک، برابر با فاصله بین وجوه در بردارنده طول و ارتفاع است.

۴ شکل و ابعاد و رواداری‌ها

۱-۴ شکل

شکل بلوک‌ها باید محدود به سطوح قائم (راست گوشه) باشد.

بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی می‌توانند به شکل مکعب مستطیل، یا اشکال ویژه هندسی تولید شوند. سطح نمای بلوک‌ها می‌تواند صاف یا نقش‌دار باشد. برای ایجاد اتصالات بهتر، سطوح جانبی این بلوک‌ها (سطوح غیر نما) می‌تواند دارای کام و زبانه باشد.

بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی می‌توانند به صورت توپر یا تو خالی باشند.

یادآوری- توصیه می‌شود در سطوح ملات‌گیر، درزهایی با مقطع مستطیل یا به صورت کام و زبانه ایجاد شوند که عمق آن کمتر از ۵ mm و بیشتر از ۳۰ mm میلی‌متر نباشد، البته در سطح فوقانی بلوک، عمق درز (کام یا زبانه) کمتر از ۳۰ mm و بیشتر از ۳۵ mm نباشد.

۲-۴ ابعاد

۱-۲-۴ ابعاد اسمی مدولار و ترجیحی بلوک بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی مطابق جدول ۱ می‌باشد.

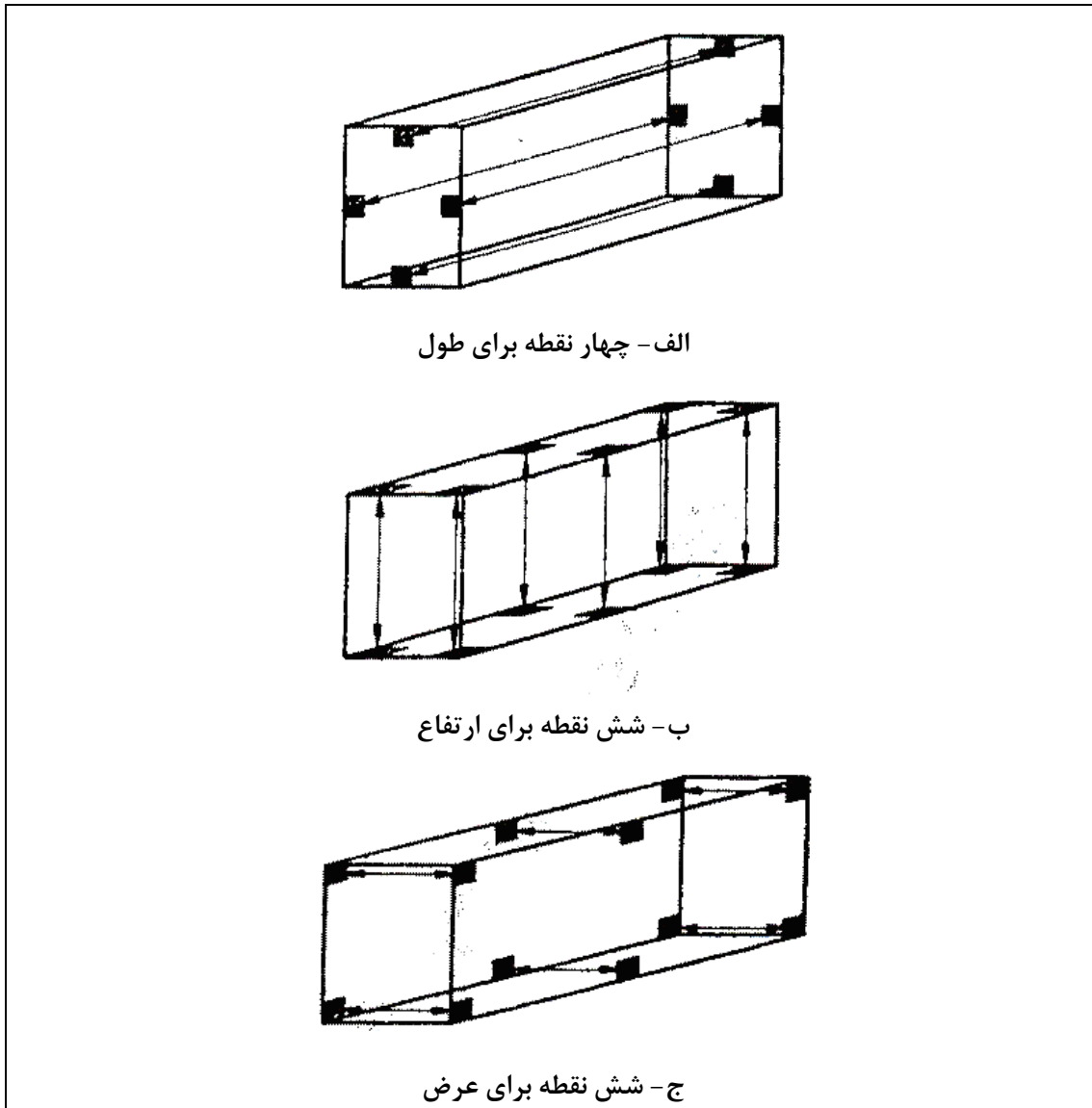
جدول ۱- ابعاد ترجیحی بلوک بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی

اندازه mm	بعد
۶۰۰ ، ۵۰۰ ، ۴۰۰	طول
۳۰۰ ، ۲۵۰	ارتفاع
۲۵۰ ، ۲۰۰ ، ۱۵۰ ، ۱۰۰	عرض

۲-۲-۴ حداکثر رواداری‌های مجاز ابعاد واقعی آزمونه‌ها از ابعاد اسمی، هنگامی که طبق زیربند ۱-۱۲ آزمون می‌شوند، برای ارتفاع و عرض $\pm 3 \text{ mm}$ و برای طول $\pm 4 \text{ mm}$ می‌باشد.

یادآوری- در صورتی که بلوک دارای کام و زبانه باشد، ابعاد واقعی و اسمی، بدون در نظر گرفتن کام و زبانه بوده و به سفارش خریدار تعیین می‌شوند. براساس اندازه اسمی اعلام‌شده از سوی تولید کننده، رواداری در هر بعد باید در محدوده رواداری فوق الذکر باشد.

۳-۲-۴ حداکثر تغییرات مجاز در تمامی اندازه‌گیری‌های هر بعد هر آزمونه (طبق شکل ۱)، هنگامی که طبق زیربند ۱-۱۲ آزمون می‌شود، برای ارتفاع و عرض $\pm 3 \text{ mm}$ و برای طول $\pm 5 \text{ mm}$ می‌باشد.



شکل ۱- نقاط اندازه گیری ابعاد و تغییرات ابعاد

۵ مواد تشکیل دهنده

مواد تشکیل دهنده بلوک‌های بتنی سبک سلولی شامل سیمان پرتلند، آب، مصالح پرکننده، مواد مکمل سیمانی، عوامل ایجاد تخلخل، الیاف و دیگر افزودنی‌های مجاز می‌باشد.

۱-۵ سیمان پرتلند

سیمان پرتلند باید با یکی از استانداردهای ملی ایران مطابقت داشته باشد.

۲-۵ آب

آب مورد استفاده در تولید این بتن‌ها باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۸ مطابقت داشته باشد.

۳-۵ مصالح پرکننده

از ماسه به‌عنوان اصلی‌ترین ماده پرکننده در توده بتن استفاده می‌شود. توصیه می‌شود ماسه مصرفی با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۵۱۴ مطابقت داشته و مقدار آن برای چگالی نهایی فرآورده مناسب انتخاب شود. در ساخت این نوع بلوک‌ها از مصالح پرکننده دیگری مانند انواع پودر سنگ و پودر کانی‌های معدنی می‌توان استفاده کرد.

۴-۵ مواد مکمل سیمانی

استفاده از مواد مکمل سیمانی نظیر پوزولان، خاکستر بادی، دوده سیلیس مجاز است. در صورت استفاده از سیمان پرتلند معمولی، سیمان پرتلند زودسخت شونده یا سیمان پرتلند ضدسولفات، می‌توان از خاکستر بادی به‌صورت مخلوط یکنواخت با سیمان استفاده کرد.

۵-۵ عوامل ایجاد ساختار سلولی

ایجاد ساختار سلولی می‌تواند با استفاده از کف تولید شده به‌صورت مکانیکی (توسط تجهیزات مربوطه مثل کف‌ساز^۱) و یا با استفاده از مواد گازساز و بر مبنای واکنش شیمیایی در بتن صورت پذیرد.

۱-۵-۵ عامل کفزا

کف به‌کار رفته باید چگالی و ترکیب شیمیایی مناسبی داشته باشد تا بتواند سلول‌های کف پایدار را در بتن تولید کند، به‌طوری‌که در برابر اثرات فیزیکی و شیمیایی اعمال شده در حین اختلاط، انتقال، پمپ کردن، جای‌دهی و گیرش بتن پایداری داشته باشد. توصیه می‌شود عامل کفزا با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۴۱۷ مطابقت داشته باشد.

1 - Foam generator

یادآوری- عامل‌های کف‌زا ممکن است از پروتئین هیدرولیز شده و یا بر مبنای مواد شیمیایی فعال سطحی همراه با افزودن پایدارکننده‌های کف، نمک‌های فلزی، عامل‌های فعال سطحی و بهبود دهنده‌ها تشکیل شده باشند. این دو با عناوین فوم پروتئینه و فوم شیمیایی شناخته می‌شوند.

۵-۵-۲ عامل گازساز (هوازا)

مواد گازساز در مخلوط بتن باید به گونه‌ای عمل نمایند که بلوک بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی تولید شده، الزامات این استاندارد را برآورده نماید. از پودر آلومینیم به عنوان عامل ایجاد حباب در بتن استفاده می‌شود.

یادآوری- برای روان شدن مخلوط و پخش شدن همگن پودر آلومینیم در داخل توده ملات بتن از انواع روان‌کننده‌ها استفاده می‌شود. روان‌کننده باعث کاهش انرژی کشش سطحی ذرات می‌شود که در نتیجه پودر آلومینیم به‌طور یکنواخت در کل توده پخش خواهد شد. الیاف

استفاده از الیاف مناسب مورد مصرف در بتن، برای مثال الیاف پلی‌پروپیلن مجاز است.

۵-۶ افزودنی‌ها

افزودنی‌ها یا افزودنی‌های فهرست شده در زیر می‌توانند به‌عنوان افزودنی به مخلوط بتن یا افزونه به سیمان اضافه شوند:

- افزودنی‌های زودگیرکننده، کاهنده آب-روان‌کننده طبق استاندارد ملی ۲-۲۹۳۰؛

- افزودنی‌های آب‌بندکننده؛

- رنگدانه‌ها.

یادآوری- توصیه می‌شود سازگاری بین افزودنی‌ها با یکدیگر و با سایر تشکیل‌دهنده‌ها در مخلوط توسط آزمون‌های مورد توافق خریدار و تولیدکننده تعیین شود.

۶ تولید

توصیه می‌شود مراحل تولید مطابق با پیوست الف صورت گیرد.

۷ ویژگی‌های ظاهری

۷-۱ برای بلوک‌هایی که در دیوارهای غیرنمایان به‌کار می‌روند، باید توسط تولیدکننده تمهیداتی نظیر شیاردار کردن یا دنداندار کردن سطح بلوک، به‌منظور ایجاد چسبندگی مناسب مصالح بعدی به سطح بلوک ایجاد شود.

۲-۷ ممکن است در وجه نما دارای بافت و یا طرح باشند که از ریختن بتن به داخل قالبی که دارای بافت طرح‌دار است ساخته می‌شوند.

۳-۷ بلوک‌های رنگی می‌توانند با استفاده از رنگدانه‌های معدنی در بتن و یا استفاده از سیمان رنگی در بتن و یا رنگ‌آمیزی سطح نمای آن‌ها به محض خارج کردن از قالب‌ها تولید شوند.

۴-۷ بلوک‌هایی که در دیوارهای نمایان به کار می‌روند باید عاری از هرگونه لکه، رنگ‌نگرفتگی، رنگ‌پریدگی و هرگونه عیبی که ظاهر مورد انتظار دیوار نهایی را خدشه دار کند، باشند.

۸ الزامات فیزیکی

۱-۸ کلیات

بلوک‌ها باید سالم و بدون ترک، لب‌پریدگی، بیرون‌زدگی یا هر عیب و نقصی که ممکن است در نصب مناسب آن‌ها مشکل ایجاد کند و یا اینکه استحکام یا کارایی آن‌ها را کم کند، باشند. از این رو، باید تمام بلوک‌ها در هنگام استفاده، بازرسی شده و از مصرف قطعات معیوب خودداری شود.

در یک محموله، حداکثر ۵ درصد لب‌پریدگی یا بیرون‌زدگی کم‌تر از ۲۵ mm در هر یک از ابعاد، می‌تواند وجود داشته باشد.

۲-۸ ابعاد

ابعاد تمام آزمون‌ها و رواداری‌های ابعادی باید با الزامات زیربند ۴-۲ مطابقت داشته باشد.

۳-۸ چگالی

چگالی بلوک در حالت خشک شده در گرمخانه باید طبق زیربند ۱۲-۲ آزمون شود. میانگین چگالی سه آزمون و نتایج منفرد با توجه به رده چگالی اعلام شده باید طبق جدول ۲ باشد.

یادآوری- برای تعیین چگالی باید آزمون سالم (به‌طور کامل) مورد آزمون قرار گیرد.

۴-۸ مقاومت فشاری

مقاومت فشاری باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۰-۱۳۸۷، اندازه‌گیری شده و الزامات جدول ۲ را برآورده نماید.

یادآوری ۱- مقاومت فشاری مندرج در جدول ۲، براساس سطح خالص آزمون می‌باشد، سن آزمون‌ها در هنگام شکست باید ۲۸ روزه (از تاریخ تولید) باشد. در صورت اعلام تولیدکننده آزمون‌ها می‌توانند در سنین کمتر نیز شکسته شوند.

یادآوری ۲- یادآوری ۱ زیربند ۳-۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۰-۱۳۸۷ برای آزمون بلوک بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی کاربرد ندارد.

۵-۸ جذب آب

جذب آب باید طبق زیربند ۱۲-۳ اندازه‌گیری شده و میانگین جذب آب سه بلوک باید طبق جدول ۲ باشد.

جدول ۲ - الزامات مقاومت فشاری، چگالی و جذب آب بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی

حداکثر جذب آب (در حالت خشک شده در گرم‌خانه) %	چگالی (در حالت خشک شده در گرم‌خانه)		حداقل مقاومت فشاری (MPa)		رده مقاومت فشاری
	محدوده چگالی منفرد Kg/m ³	چگالی اسمی Kg/m ³	میانگین	منفرد	
۲۵	۵۰۰-۹۰۰	۷۰۰	۲٫۵	۲٫۰	۲٫۵
۲۰	۹۰۰-۱۱۰۰	۱۰۰۰	۳٫۵	۳٫۰	۳٫۵
۱۷٫۵	۱۱۰۰-۱۳۰۰	۱۲۰۰	۶٫۵	۵٫۵	۶٫۵
۱۵	۱۳۰۰-۱۵۰۰	۱۴۰۰	۱۲٫۰	۹٫۰	۱۲
۱۲٫۵	۱۵۰۰-۱۷۰۰	۱۶۰۰	۱۷٫۵	۱۴٫۵	۱۷٫۵
۱۰	۱۷۰۰-۱۹۰۰	۱۸۰۰	۲۵٫۰	۲۲٫۰	۲۵

۶-۸ جمع‌شدگی خطی ناشی از خشک شدن

میزان جمع‌شدگی خطی بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی، باید طبق زیربند ۱۲-۴ اندازه‌گیری شود و میانگین سه نمونه برای بلوک‌های با رده مقاومتی ۲٫۵ یا ۳٫۵ نباید بیش‌تر از ۰٫۰۸٪ و برای بلوک‌های با رده مقاومتی بالاتر از ۳٫۵ نباید بیش‌تر از ۰٫۰۵٪ باشد.

۷-۸ تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت

تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت در بلوک‌های خشک شده در حالت غوطه‌وری در آب، که از میانگین سه بلوک به‌دست می‌آید، هنگامی که طبق زیربند ۱۲-۵ اندازه‌گیری می‌شود، باید حداقل ۰٫۰۱٪ از مقدار جمع-شدگی مشخص شده در زیربند ۸-۶ کم‌تر باشد یعنی میانگین سه نمونه برای بلوک‌های با رده مقاومتی ۲٫۵ یا ۳٫۵ نباید بیش‌تر از ۰٫۰۷٪ و برای بلوک‌های با رده مقاومتی بالاتر از ۳٫۵ نباید بیش‌تر از ۰٫۰۴٪ باشد.

۸-۸ هدایت حرارتی

در صورت نیاز، تولیدکننده حداکثر ضریب هدایت حرارتی بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی که طبق استاندارد ملی ۸۶۲۱ یا استاندارد BS EN 1745 اندازه‌گیری می‌شود و همچنین روش آزمون انتخابی را اعلام می‌نماید. در این صورت ضریب هدایت حرارتی اندازه‌گیری شده، نباید از حداکثر اعلام شده بیشتر باشد. یادآوری - ضریب هدایت حرارتی بلوک‌های بتنی سبک سلولی غیراتوکلاوی که به عنوان عایق حرارتی در ساختمان معرفی و استفاده می‌شوند، نباید از مقادیر تعیین شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، بیش‌تر باشد.

۹ نمونه برداری

۹-۱ نمونه‌های انتخاب شده باید از لحاظ رده مقاومتی، چگالی و ابعاد یکسان بوده و معرف انبوه بلوک‌هایی که از آن‌ها نمونه برداری شده است، باشند.

۹-۲ برای هر محموله ده هزار عددی بلوک یا کمتر از آن، یک نمونه شامل ۲۳ بلوک باید برداشته شود، و به ازای هر ده هزار عدد بلوک بیش‌تر از آن نیز باید یک نمونه شامل ۲۳ بلوک برداشته شود.

۹-۳ تعداد آزمون‌های مورد نیاز برای انجام آزمون‌ها طبق جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳- حداقل تعداد آزمون به تفکیک نوع آزمون

تعداد نمونه	نوع آزمون
۲۳	ابعاد و ویژگی ظاهری
۳	چگالی
۸	مقاومت فشاری
۳	جذب آب
۳	جمع‌شدگی خشک شدن و سپس حرکت رطوبت ^{الف}
۳	هدایت حرارتی
<p>^{الف} سه بلوک باقی‌مانده می‌تواند نگهداری شده و در صورت نیاز برای انجام آزمون مجدد جمع‌شدگی خطی و تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت مورد استفاده قرار گیرد.</p>	

۱۰ آزمون‌های مستقل

اگر مشتری و یا نماینده او انجام آزمون مستقل را درخواست کند، نمونه برداری باید قبل از و یا بلافاصله بعد از تحویل بلوک‌ها انجام شده و آزمون‌های مورد نظر طبق این استاندارد در حضور مشتری و یا نماینده‌اش صورت گیرد. تولیدکننده باید بلوک‌های مورد نیاز برای آزمون را بدون دریافت هزینه تامین کند.

در صورتی که توافق قبلی بین تولیدکننده و خریدار در خصوص هزینه انجام آزمون‌ها صورت نگرفته باشد، هزینه انجام آزمون‌ها باید به شرح زیر پرداخت شود:

- توسط تولیدکننده: اگر نتیجه آزمون با این استاندارد منطبق نبود.
- توسط خریدار: اگر نتیجه آزمون با این استاندارد منطبق بود.

۱۱ نشانه‌گذاری

بر روی بسته‌بندی بلوک‌ها مانند بسته‌بندی روی پالت (در صورت کاربرد) و یا روی بارنامه اطلاعات زیر باید حک یا چاپ شده باشد:

۱۱-۱ نام تولیدکننده یا نشان تجاری تولیدکننده؛

۱۱-۳ تاریخ تولید و تاریخ توصیه شده برای شروع مصرف؛

۱۱-۴ رده مقاومت فشاری؛

۱۱-۵ چگالی اسمی؛

۱۱-۶ ابعاد اسمی؛

۱۱-۷ حداکثر مقدار هدایت حرارتی (در صورت نیاز و کاربرد)؛

۱۱-۸ نشان استاندارد و کد ده رقمی پروانه کاربرد علامت استاندارد، در صورت دارا بودن پروانه کاربرد علامت استاندارد.

۱۲ روش‌های آزمون

۱۲-۱ ابعاد

۱۲-۱-۱ وسایل

۱۲-۱-۱-۱ خطکش فولادی، با ریزنگری ۱ mm.

۱۲-۱-۲ روش اجرای آزمون

تمامی آزمون‌ها را نشانه‌گذاری کنید، هر یک از ابعاد آزمون را در نقاط نشان داده شده در شکل ۱ با دقت ۱ mm اندازه‌گیری کنید. میانگین اندازه‌گیری هر بعد را به‌عنوان اندازه آن بعد بیان کنید.

۱۲-۲ چگالی

۱۲-۲-۱ وسایل

۱۲-۲-۱-۱ ترازو، با ریزنگری ۱ g و ظرفیت حداقل ۲۰ kg؛

۱۲-۲-۲ گرم‌خانه، با قابلیت تنظیم و نگهداری دما در ۱۰۰ °C تا ۱۱۵ °C؛

۱۲-۱-۱-۳ خطکش فولادی، با ریزنگری ۱ mm.

۱۲-۲-۲ آماده‌سازی آزمون‌ها

سه عدد بلوک کامل را از نمونه انتخاب و به‌عنوان آزمون علامت‌گذاری کنید.

۱۲-۲-۳ روش اجرای آزمون

آزمونه‌ها را به مدت حداقل ۲۴ h در گرم‌خانه با دمای °C ۱۰۰ تا °C ۱۱۵ قرار دهید، پس از سرد شدن در محیط، جرم هر آزمون را اندازه بگیرید (m_1)، سپس آزمون را دوباره به مدت ۲ h در گرم‌خانه قرار دهید و پس از سرد شدن آن در محیط، جرم آن را اندازه‌گیری کنید (m_2). در صورتی که مقدار کاهش وزن آزمون خشک شده در دو اندازه‌گیری ($m_1 - m_2$) نسبت به جرم (m_1) کم‌تر از ۰٫۲٪ بود آزمون به جرم ثابت خشک رسیده است و جرم (m_2) را به عنوان جرم ثابت خشک (m_d) نام‌گذاری کنید، در غیر این صورت فرایند خشک کردن را تا رسیدن به جرم ثابت خشک ادامه دهید. ابعاد هر آزمون را طبق زیربند ۱۲-۱ اندازه‌گیری کرده و حجم هر آزمون (V) را برحسب cm^3 محاسبه نمایید.

یادآوری- آزمون‌ها وقتی به جرم ثابت خشک می‌رسند که تفاوت دو توزین متوالی در فاصله زمانی ۲ h قرارگیری در گرم‌خانه بیش از ۰٫۲٪ جرم آزمون نباشد.

۱۲-۲-۴ روش محاسبه و بیان نتیجه

چگالی هر بلوک را با استفاده از رابطه (۱) محاسبه و میانگین چگالی سه بلوک را به عنوان نتیجه آزمون گزارش کنید:

$$D = \frac{m_d}{V} \times 1000 \quad (1)$$

که در آن:

D چگالی آزمون، برحسب kg/m^3 ؛

m_d جرم ثابت خشک آزمون، برحسب g ؛

V حجم آزمون، برحسب cm^3 که از طریق محاسبه به‌دست آمده است.

۱۲-۳ جذب آب

۱۲-۳-۱ وسایل

۱۲-۳-۱-۱ ترازو، با ریزنگری g ۱ و ظرفیت حداقل kg ۲۰؛

۱۲-۳-۱-۲ قفس مناسب، ساخته شده از یک ماده زنگ‌نزن که در برابر آب مورد تهاجم قرار نگیرد و به اندازه کافی بزرگ باشد که آزمون در آن قرار گیرد. برای جبران فشار آزمون به سمت بالا یک وزنه به اندازه کافی سنگین به پایه قفس متصل باشد.

۱۲-۳-۱-۳ گرم‌خانه تهویه‌دار، با قابلیت تنظیم و نگهداری دما در °C ۱۰۰ تا °C ۱۱۵؛

۱۲-۳-۱-۴ مخزن آب، جهت نگهداری آزمون‌ها.

۱۲-۳-۲ آماده‌سازی آزمون‌ها

سه عدد بلوک کامل را از نمونه انتخاب و به‌عنوان آزمون علامت‌گذاری کنید.

۱۲-۳-۳ روش اجرای آزمون

آزمونه‌ها را درون قفس قرار داده و به مدت ۲۴ h در آب با دمای °C ۱۶ تا °C ۲۷ غرقاب کنید، تا اشباع شود. سپس آزمونه‌ها را از آب خارج کنید و به مدت یک دقیقه بر روی شبکه فلزی با چشمه‌های حداقل ۹,۵mm قرار داده تا آب سطحی آزمونه‌ها خارج شود، آب باقی‌مانده قابل رویت را با یک پارچه مرطوب جمع‌آوری کنید. جرم آزمونه را اندازه بگیرید (m_s). سپس آزمونه را به روش مندرج در زیربند ۱۲-۲-۳ تا رسیدن به جرم ثابت، خشک کنید و پس از سرد شدن در هوا، جرم خشک آن را اندازه بگیرید (m_d).

۱۲-۳-۴ روش محاسبه و بیان نتیجه

جذب آب هر بلوک (W_A) را برحسب درصد با استفاده از رابطه (۲) محاسبه و میانگین جذب آب سه بلوک را به عنوان نتیجه آزمون گزارش کنید:

$$W_A = \frac{m_s - m_d}{m_d} \times 100 \quad (2)$$

که در آن:

W_A جذب آب آزمونه، برحسب درصد؛

m_s جرم آزمونه اشباع شده پس از ۲۴ h غرقاب کردن، برحسب g؛

m_d جرم ثابت خشک آزمونه، برحسب گرم.

۱۲-۴ جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن

۱۲-۴-۱ وسایل

۱۲-۴-۱-۱ ابزار برش، برای بریدن آزمونه؛

۱۲-۴-۱-۲ مقایسه‌کننده طول، برای تعیین تغییر طول آزمونه باید به شکلی طراحی شده باشد که بتواند داخل آن جای بگیرد و تماس کامل و مناسبی با گل‌میخ‌های آزمونه داشته باشد تا بتوان خوانش‌های مقایسه‌گر را به راحتی و با سرعت انجام داد.

۱۲-۴-۱-۲-۱ مقایسه‌کننده طول جهت تعیین تغییرات طول آزمونه‌ها باید مجهز به یک اندازه‌گیر عقربه‌ای یا رقومی (دیجیتالی)، یا هر وسیله اندازه‌گیری مدرج دیگری برای خوانش mm ۰,۰۲۵ یا کم‌تر بوده و دارای دامنه مناسبی حداقل برابر mm ۸ برای اندازه‌گیری تغییرات کوچک در طول‌های متفاوت آزمونه‌ها باشد.

۱۲-۴-۱-۲-۲ زبانه‌های مقایسه‌کننده طول باید صاف و پرداخت‌کاری شده و از قبل تحت عملیات حرارتی قرار گرفته باشد. این زبانه‌ها باید (توسط پیچ) به حلقه‌هایی متصل شده باشند. حلقه‌ها باید mm (۱,۵±۰,۱) جلوتر از سطح صاف زبانه‌ها باشند. حلقه‌ها باید اجازه چرخش آزادانه به گل‌میخ‌ها را بدهند و قطر داخلی حلقه‌ها نباید بیش از mm ۰,۵ بزرگ‌تر از متوسط قطر قسمتی از گل‌میخ‌ها که داخل آن قرار می‌گیرد باشد.

۱۲-۴-۱-۲ طراحی باید شرایطی را ایجاد کند تا بتوان وسیله اندازه‌گیری را به وسیله یک میله مرجع در بازه‌های زمانی معین کنترل کرد.

۱۲-۴-۱-۳ میله مرجع، از جنس فولاد زنگ‌نزن دارای طول کلی (160 ± 3) mm یا (100 ± 3) mm باشد. دو انتهای میله مرجع باید تحت عملیات حرارتی، سخت‌کاری و پرداخت و ماشین‌کاری قرار بگیرد. آن قسمت از میله مرجع که تا درون حلقه مقایسه‌گر امتداد می‌یابد باید دارای قطر (6 ± 0.25) mm و طول آن باید بیش‌تر از عمق حلقه باشد. به‌جز نوک میله که بعد از عملیات حرارتی به آن متصل می‌شود هیچ قسمتی از میله مرجع نباید تحت عملیات حرارتی قرار بگیرد.

حدود ۱۰۰ mm میانی طول میله مرجع باید به وسیله غلاف لاستیکی با ضخامت جداره حداقل ۳ mm برای به حداقل رساندن اثر تغییرات دما در طی جابه‌جایی پوشانده شود. میله مرجع باید در یکی از دو انتها به منظور تعیین جهت، علامت‌گذاری شود.

۱۲-۴-۱-۴ پین‌ها یا گل‌میخ‌ها، از جنس فولاد زنگ‌نزن یا هر فلز مقاوم در برابر خوردگی دیگری با سختی مشابه می‌باشد. گل‌میخ‌ها باید به شکلی قرار گیرند که محور طولی آن‌ها با محور طولی نمونه هم‌راستا باشد شکل آن‌ها باید به گونه‌ای باشد که تماس مستقیم و قابل اطمینان با مقایسه‌کننده طول را فراهم کند. گل-میخ‌ها به اندازه‌ای باشند که پس از نصب در دو انتهای نمونه افزایش طولی در حدود ۵ mm را در هر طرف ایجاد نمایند.

۱۲-۴-۱-۵ گرم‌خانه فن‌دار باید شرایط زیر را داشته باشد:

۱۲-۴-۱-۵-۱ حداقل حجم داخلی گرم‌خانه باید ۸ لیتر به ازای هر نمونه باشد و حجم کلی گرم‌خانه نباید از ۵۰ لیتر کم‌تر باشد.

۱۲-۴-۱-۵-۲ گرم‌خانه باید به‌طور مناسبی هوابندی شده باشد و به منظور حفظ گردش موثر هوا در اطراف نمونه‌ها در حین خشک کردن نمونه‌ها، مجهز به فن باشد.

۱۲-۴-۱-۵-۳ باید قادر به تامین و حفظ دمای $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ باشد.

رطوبت نسبی هوا در گرم‌خانه باید در حدود ۱۷٪ با استفاده از محلول کلسیم کلرید کنترل شود. بشقاب‌ها یا سینی‌هایی که این محلول درون آن قرار می‌گیرد باید سطحی معادل حداقل 10 cm^2 به‌ازای هر لیتر از حجم گرم‌خانه را داشته باشد. این ظروف باید حاوی مقدار کافی از کلسیم کلرید جامد بر روی محلول در سراسر آزمون باشند.

۱۲-۴-۲ آماده‌سازی آزمون‌ها

۱۲-۴-۲-۱ سه عدد بلوک کامل را از نمونه انتخاب و به‌عنوان آزمون علامت‌گذاری کنید. سه عدد بلوک دیگر هم باید در دمای اتاق در یک ظرف هوا بندی شده کنار گذاشته شود، تا اگر در مراحل بعدی تکرار آزمون ضرورت پیدا کرد مورد استفاده قرار گیرند.

یادآوری- به منظور تسهیل در ذخیره‌سازی، به‌جای بلوک‌ها می‌توان برش‌هایی به اندازه مندرج در زیربند ۱۲-۴-۲-۲ از این بلوک‌ها را در ظروف هوابندی شده مجزا، در دمای اتاق، تا زمانی که لازم باشد ذخیره کرد.

۱۲-۴-۲-۲ از هر بلوک یک آزمونه منشوری با طول تقریبی ۱۵ cm و سطح مقطع عرضی (۷/۵ cm × ۷/۵ cm) برای بلوک‌های توپر و یا سطح مقطع (۷/۵ cm × ضخامت دیواره) در سایر بلوک‌ها، ترجیحا از مرکز بلوک و در راستای طول بلوک برش دهید. دو عدد پین یا گل‌میخ (زیربند ۱۲-۴-۱-۴) را در مرکز دو سطح مقطع عرضی منشور با استفاده از ملات سیمانی یا چسباننده مناسب دیگر بچسبانید. سپس سطح پین‌ها یا گل‌میخ‌ها را از سیمان یا ماده چسباننده تمیز کنید و به‌منظور جلوگیری از خوردگی، با گریس بپوشانید. سپس این آزمونه‌ها را به مدت ۴ روز، به طور کامل در آب غوطه‌ور کنید. حداقل در ۴ h آخر دمای آب را در محدوده $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$ ، نگه‌دارید.

۱۲-۴-۳ روش اجرای آزمون

۱۲-۴-۳-۱ بلافاصله بعد از بیرون آوردن آزمونه‌ها از آب، سطح پین‌ها یا گل‌میخ‌ها را از گریس پاک کنید. دمای آزمایشگاه را در محدوده $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$ ، تنظیم و حفظ کنید. میله مرجع را در مقایسه‌کننده طول مستقر کنید. اندازه‌گیر را صفر کنید. آزمونه‌ها را به نوبت در مقایسه‌کننده طول قرار دهید و عدد اندازه‌گیر را خوانده و یادداشت کنید (I₁).

۱۲-۴-۳-۲ آزمونه‌ها را به مدت حداقل ۴۴ h درون گرم‌خانه تحت شرایط دما و رطوبت مندرج در زیربند ۱۲-۴-۱-۵ قرار دهید، به‌طوری‌که تمامی سطوح آزمونه‌ها به‌طور مناسبی در معرض هوای گرم‌خانه قرار گیرد. سپس آزمونه‌ها را از گرم‌خانه بیرون آورده و به‌مدت حداقل ۴ h درون خشکانه حاوی کلسیم کلرید جامد یا محلول اشباع کلسیم کلرید قرار دهید تا خنک شود. دوباره میله مرجع را در مقایسه‌کننده طول، مستقر و اندازه‌گیر را صفر کنید. آزمونه‌های خشک شده را به نوبت در مقایسه‌کننده طول قرار دهید و عدد اندازه‌گیر را خوانده و یادداشت کنید.

۱۲-۴-۳-۳ مرحله قبل را تکرار کنید، اعداد اندازه‌گیر مرتبط با هر آزمونه را با اعداد به‌دست آمده از مرحله قبل مقایسه کنید، در صورتی که اختلاف دو اندازه مرتبط با هر آزمونه در دو مرحله بیش از ۰/۰۰۵ mm باشد، این فرایند را تا جایی تکرار کنید که اختلاف مذکور کمتر از ۰/۰۰۵ mm بشود و این خوانش مربوط به هر آزمونه را ثبت کنید (I₂) و سپس طول هر آزمونه را تا نزدیک‌ترین ۱ mm اندازه‌گیری و ثبت کنید (L_d).

یادآوری- در حین فرایند خشک کردن، از قرار دادن آزمونه‌هایی با رطوبت بیش از آزمونه‌های مورد نظر، در گرم‌خانه پرهیز کنید.

۱۲-۴-۴ روش محاسبه و بیان نتیجه

جمع‌شدگی خشک شدن هر آزمونه را با رابطه (۳) محاسبه کنید و میانگین سه آزمونه را گزارش کنید:

$$\text{جمع‌شدگی خشک‌شدن} = \frac{I_1 - I_2}{L_d} \times 100 \quad (3)$$

که در آن:

l_1 خوانش اندازه‌گیر مرتبط با آزمون مرطوب، برحسب mm؛

l_2 خوانش اندازه‌گیر مرتبط با آزمون خشک، برحسب mm؛

L_d طول آزمون خشک، برحسب mm است.

۱۲-۵ تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت

۱۲-۵-۱ روش اجرای آزمون

پس از اتمام آزمون جمع‌شدگی خشک شدن، همان آزمون‌ها را به مدت ۴ روز در آب غوطه‌ور کنید. حداقل در ۴ h آخر دمای آب را در محدوده $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$ ، نگاه دارید. سپس تغییر طول آزمون‌های مرطوب نسبت به میله مرجع را تا نزدیک‌ترین 0.005 mm اندازه بگیرید (l_3).

۱۲-۵-۲ روش محاسبه و بیان نتیجه

تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت هر آزمون را طبق رابطه (۴)، برحسب درصد، به دست آورید و میانگین سه آزمون را گزارش کنید:

$$\text{تغییر طول ناشی از حرکت رطوبت} = \frac{l_3 - l_2}{L_d} \times 100 \quad (4)$$

که در آن:

l_3 خوانش اندازه‌گیر مرتبط با آزمون دوباره مرطوب‌شده، برحسب mm؛

l_2 خوانش اندازه‌گیر مرتبط با آزمون خشک (از زیربند ۱۲-۴)، برحسب mm؛

L_d طول آزمون خشک، برحسب mm است.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

راهنمای تولید

الف-۱ طرح اختلاط

طرح اختلاط بتن که مشخص کننده نسبت‌های اجزای تشکیل دهنده است باید طوری انتخاب شود که مشخصات نهایی بلوک‌های مورد درخواست به دست آید.

الف-۲ تنظیم ترکیب

توصیه می‌شود مقادیر اجزای تشکیل دهنده بر مبنای وزن و با در نظر گرفتن مقدار رطوبت اجزا تنظیم شود.

الف-۳ مخلوط کردن

اجزاء در مخلوط‌کن مکانیکی مخلوط می‌شوند. این اجزاء می‌توانند در یک کامیون مخلوط‌کن سیار نیز مخلوط شوند. توصیه می‌شود ابتدا آب به درون مخلوط‌کن وارد و سپس سیمان و الیاف (در صورت استفاده) اضافه و بعد از تهیه دوغاب، سایر مواد اضافه و به‌طور کامل مخلوط شوند. برای تولید بتن سبک سلولی کفی لازم است کف آماده به مخلوط سیمان، ماسه، خاکستر بادی و آب در پیمانانه مخلوط‌کن اضافه شود. این کف با آمیخته کردن عصاره مواد کفزا با آب و هوای فشرده در نسبت‌هایی که از قبل تعیین شده است در دستگاه تولیدکننده کف، تولید می‌شود. در تولید بتن سلولی گازی، فرآیند اصلی ایجاد حباب توسط واکنش شیمیایی حاصل از عامل گازساز صورت می‌گیرد. معمول‌ترین روش‌های ایجاد گاز یا حباب در تولید بتن گازی استفاده از پودر آلومینیوم است. برای تولید بتن سبک سلولی غیراتوکلاوی ممکن است از ترکیب مواد کفزا و روش‌های هوازایی استفاده شود. در این مورد می‌توان به استفاده هم‌زمان از پودر آلومینیم و چسب رزین اشاره نمود.

پس از مخلوط کردن کامل مواد با یکدیگر بتن حاصل با چگالی خیس مورد نظر برای ریختن در قالب آماده می‌شود. هنگامی که برای بتن سبک سلولی کفی از کامیون مخلوط‌کن استفاده می‌شود بهتر است کف آماده در محل بتن ریزی قبل از پمپ کردن یا انتقال بتن به داخل قالب‌ها اضافه شود، مگر آن‌که نشان داده شود یک مخلوط با چگالی و سایر ویژگی‌های مورد درخواست، بعد از افزودن کف در ایستگاه مرکزی تولید بتن، بتواند در محل کارگاه، تحویل داده شود.

الف-۴ قالب‌ها

قالب‌های بزرگ با حجم تقریبی یک متر مکعب برای تولید کیک اولیه به کار می‌روند. پس از گذشت زمان مناسب و گیرش اولیه، نسبت به برش محصول در ابعاد و اندازه‌های مورد نظر توسط دستگاه برش اقدام خواهد شد. قالب‌های تکی با اندازه‌های مورد درخواست بلوک‌ها نیز ممکن است با چوب، فولاد، پلاستیک‌های سخت، آلومینیم، بتن یا سایر مواد ساخته شوند. لازم است سطوح قالب با یک عامل جداکننده قالب (روغن قالب) از قبل پوشش داده شود.

الف-۵ انتقال و جای‌دهی

توصیه می‌شود تجهیزات انتقال و جای‌دهی به‌گونه‌ای باشند که بتن را به شکل یکنواخت و بدون جداشدگی و یا تغییر در چگالی و دیگر مشخصات فیزیکی تحویل دهند.

یادآوری- سیالیت بتن سبک سلولی به‌گونه‌ای است که قالب‌ها را بخوبی پر کرده و نیاز به لرزاندن یا تراکم بیرونی ندارد.

الف-۶ بازکردن قالب‌ها از بلوک‌های ساخته شده

بلوک‌های تولیدی در حالت استفاده از قالب‌های منفرد با توجه به دمای محیط و کیفیت سیمان مورد استفاده معمولاً ۲۴ ساعت بعد از ریختن بتن از قالب‌ها خارج می‌شوند، در صورت عدم استفاده از قالب‌های منفرد، شرایط و زمان بازکردن با توجه به تجهیزات و شرایط تولید، متفاوت خواهد بود. در حالتی که فرآیندهای عمل‌آوری تسریع شده به کار برده شود این زمان ممکن است کمتر باشد. پس از تخلیه از قالب، محصول به محوطه عمل‌آوری/ انباشتن انتقال داده می‌شود. در سامانه‌های برشی زمان برش (۳ تا ۵) ساعت پس از بتن ریزی خواهد بود.

الف-۷ عمل‌آوری

بعد از تخلیه قالب‌ها بلوک‌ها به‌صورت شبکه‌ای چیده شده و در محیط مسقف به دور از تابش مستقیم خورشید برای سه روز مرطوب نگه‌داشته شده و عمل‌آوری به نحو مناسبی انجام تا خواص نهایی مورد نظر ایجاد شود.

الف-۸ خشک کردن

لازم است بعد از عمل‌آوری، زمان لازم برای تکمیل فرآیند جمع‌شدگی اولیه (معمولاً ۲۸ روز) به محصول اختصاص داده شود.