



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۳۲۰۵

تجدید نظر دوم

۱۳۹۵

INSO

3205

2nd .Revision

2017

بتن - ساخت و عمل آوری آزمون‌ها در
کارگاه - آیین کار

Concrete-Making and curing concrete
test specimens in the filed- Code of
practice

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵ (تجدید نظر دوم): سال ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: 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](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

«بتن - ساخت و عمل آوری آزمون‌ها در کارگاه - آیین کار»

(تجدید نظر دوم)

رئیس:

عامل سخی، مسعود
(دکتری مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - دانشگاه صنعتی قم

دبیر:

تولائی، مهدی
کارشناسی مهندسی شیمی

رئیس اداره آموزش و تدوین و ترویج استاندارد - اداره کل
استاندارد استان قم

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسماعیلی، فائزه
(کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی)

عضو مستقل

اکبریان، محمداحسان
(کارشناسی ارشد عمران)

مدیر کنترل کیفیت سدید بتن

امینی، هاشم
(کارشناسی عمران و معدن)

معاون فنی - آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان قم

برزگر سلوکلائی، حسین
(کارشناسی عمران)

مدیر تحقیق و توسعه - سدید بتن

جعفری ایوری، سیدعلی
(کارشناسی مهندسی عمران)

رئیس - اداره استاندارد گنبدکاووس

حاجی مهدی، مجتبی
(کارشناسی ارشد صنایع)

مسئول تضمین کیفیت - شرکت نانو بتن امین

حسینی، سیدعلی
(کارشناسی عمران)

کارشناس مقاومت مصالح - آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان
قم

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

خانابایی، حمیدرضا (کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی)	کارشناس استاندارد - مدیرعامل شرکت دقیق سنگ آزما
عساکره، عادل (دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)	عضو هیئت علمی - دانشگاه هرمزگان
عبدیان، محمودرضا (کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی)	کارشناس استاندارد - مدیر فنی شرکت دقیق سنگ آزما
فلاح، عباس (کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)	کارشناس - دفتر تدوین استانداردهای ملی
کریمی، عبدالرضا (دکتری مهندسی محیط زیست)	عضو هیئت علمی - دانشگاه صنعتی قم
محمدصادقی، علی (کارشناسی عمران)	کارشناس - اداره کل استاندارد استان قم
نیک روش، سعید (کارشناسی مهندسی عمران)	کارشناس مسئول ساختمانی - اداره کل استاندارد استان اصفهان
واحدی موحد، مدیر کنترل کیفیت سقف بهمن (کارشناسی معدن)	مدیر کنترل کیفیت - شرکت سقف بهمن

ویراستار:

فلاح، عباس (کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی)	کارشناس - دفتر تدوین استانداردهای ملی
--	---------------------------------------

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ کلیات
۳	۵ وسایل
۳	۱-۵ قالب‌ها
۴	۲-۵ قالب‌های استوانه‌ای
۴	۳-۵ قالب‌های تیر خمشی (منشوری)
۴	۴-۵ میله تراکم
۴	۵-۵ لرزنده‌ها
۵	۶-۵ چکش لاستیکی
۵	۷-۵ ابزار برداشتن و ریختن
۵	۸-۵ ابزار پرداخت
۵	۹-۵ وسایل اندازه‌گیری اسلامپ
۵	۱۰-۵ ظرف نمونه‌گیری
۵	۱۱-۵ دستگاه اندازه‌گیری مقدار هوا
۵	۱۲-۵ ابزار اندازه‌گیری دما
۶	۶ الزامات آزمون
۶	۱-۶ آزمون‌های استوانه‌ای
۶	۲-۶ آزمون‌های تیر خمشی
۷	۳-۶ کاردان فنی کارگاه
۷	۷ نمونه‌برداری بتن
۷	۸ اسلامپ، مقدار هوا و دما
۷	۱-۸ اسلامپ
۷	۲-۸ مقدار هوا
۷	۳-۸ دما
۸	۹ قالب‌گیری آزمون‌ها
۸	۱-۹ محل قالب‌گیری
۸	۲-۹ قالب‌گیری آزمون‌های استوانه‌ای

۹	۳-۹	قالب‌گیری آزمون‌های تیرخمشی
۱۰	۴-۹	تراکم
۱۱	۵-۹	پرداخت
۱۱	۶-۹	نشانه‌گذاری آزمون‌ها
۱۲	۱۰	عمل‌آوری
۱۲	۱-۱۰	عمل‌آوری استاندارد
۱۴	۲-۱۰	عمل‌آوری در کارگاه
۱۴	۳-۱۰	عمل‌آوری بتن سازه‌ای سبک
۱۵	۱۱	انتقال آزمون‌ها به آزمایشگاه
۱۵	۱۲	گزارش

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن - ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها در کارگاه - آیین‌کار» که نخستین بار در سال ۱۳۷۱ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۲۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 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 ۳۲۰۵: سال ۱۳۹۰ می‌شود.

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

ASTM C31: 2015a, Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field

بتن - ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها در کارگاه - آیین کار

هشدار ۱- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

هشدار ۲- مخلوط‌های دارای سیمان هیدرولیک تازه، سوزاننده می‌باشد و در تماس طولانی ممکن است باعث سوختگی شیمیایی پوست و بافت آن شود.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه روش‌هایی برای ساخت و عمل‌آوری آزمون‌های استوانه‌ای و تیر خمشی از نمونه‌های معرف بتن تازه در یک پروژه ساختمانی است.

۱-۲ نمونه‌گیری و تهیه آزمون‌های قالب‌گیری شده باید پس از انجام همه اصلاحات کارگاهی مخلوط بتن از جمله افزودن آب و افزودنی‌ها صورت گیرد. این استاندارد برای تهیه آزمون‌هایی از بتن‌هایی که اسلامپ آن‌ها قابل اندازه‌گیری نیست یا به آزمون‌هایی با ابعاد یا اشکال دیگر نیاز است، کاربرد ندارد.

۱-۳ در متن این استاندارد به یادآوری‌هایی ارجاع می‌شود که شامل مطالب توضیحی است و نباید به‌عنوان الزامات استاندارد در نظر گرفته شود.

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 می‌شوند.

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

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C125: Terminology relating to concrete aggregates.

2-2 ASTM C138/138M: Test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱: سال ۱۳۹۳، بتن - تعیین وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی)- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C138/138M:2013a تدوین شده است.

2-3 ASTM C143/C143M: Test method for slump of hydraulic cement concrete.

- 2-4** ASTM C172/C172M: Practice for sampling freshly mixed concrete.
- 2-5** ASTM C173/C173M: Test method for air content of freshly mixed concrete by the volumetric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳: سال ۱۳۹۵، بتن تازه - روش آزمون تعیین اندازه‌گیری مقدار هوای موجود (روش حجمی)، با استفاده از استاندارد ASTM C173:2014 تدوین شده است.
- 2-6** ASTM C231/C231M: Test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method.
- 2-7** ASTM C330/C330M: Specification for lightweight aggregates for structural concrete.
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۵: سال ۱۳۹۰، سنگدانه سبک برای بتن سازه‌ای - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C330:2009 تدوین شده است.
- 2-8** ASTM C403/C403M: Test method for time of setting of concrete mixtures by penetration resistance.
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۶: سال ۱۳۹۳، بتن - تعیین زمان گیرش مخلوط‌های بتنی با اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C403/C403M: 2008 تدوین شده است.
- 2-9** ASTM C470/C470M: Specification for molds for forming concrete test cylinders vertically.
- 2-10** ASTM C511: Specification for moist cabinets, moist rooms, and water storage tanks used in the testing of hydraulic cements and concretes.
- 2-11** ASTM C617/C617M: Practice for capping cylindrical concrete specimens.
- 2-12** ASTM C1064/C106M: Test method for temperature of freshly mixed portland cement concrete.
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۸: سال ۱۳۹۳، بتن - تعیین دمای بتن سیمان هیدرولیکی تازه اختلاط شده - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C1064/C1064M: 2012 تدوین شده است.
- 2-13** ASTM C1077: Practice for agencies testing concrete and concrete aggregates for use in construction and criteria for testing agency evaluation
- 2-14** ACI 309R Guide for consolidation of concrete

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۴ کلیات

۴-۱ این استاندارد دربردارنده الزامات ساخت، عمل‌آوری، نگهداری و حمل‌آزمونه‌های بتن در شرایط کارگاهی می‌باشد.

۴-۲ اگر عمل‌آوری آزمونه‌ها ساخته‌شده مطابق زیربند ۱۰-۱ این استاندارد باشد، می‌توان از داده‌های نتایج آزمون به‌منظور اهداف زیر استفاده کرد:

۴-۲-۱ آزمون پذیرش برای مقاومت مشخصه؛

۴-۲-۲ بررسی مناسب بودن نسبت‌های اختلاط برای دستیابی به مقاومت؛

۴-۲-۳ کنترل کیفیت.

۴-۳ اگر عمل‌آوری آزمونه‌های ساخته‌شده مطابق زیربند ۱۰-۲ این استاندارد باشد، می‌توان از داده‌های نتایج آزمون به‌منظور اهداف زیر استفاده کرد:

۴-۳-۱ تعیین قابلیت خدمت‌پذیری سازه (قرار دادن یک سازه تحت بار)؛

۴-۳-۲ مقایسه نتیجه آزمونه‌هایی که در کارگاه عمل‌آوری شده‌اند (زیربند ۱۰-۲) با نتایج آزمون حاصل از آزمونه‌های عمل‌آوری شده استاندارد (زیربند ۱۰-۱) یا با نتایج حاصل از روش‌های دیگر آزمون در محل؛

۴-۳-۳ ارزیابی مناسب بودن عمل‌آوری و نگهداری بتن در سازه؛

۴-۳-۴ الزامات زمان برداشتن قالب یا شمع.

۵ وسایل

۵-۱ قالب‌ها

قالب‌های آزمونه یا بست‌های الحاقی آن در محل تماس با بتن باید از فولاد، چدن یا مواد غیرجاذب دیگر ساخته شده‌باشد تا با بتن‌های حاوی سیمان پرتلند یا سایر سیمان‌های هیدرولیکی واکنش ندهد. قالب‌ها باید در تمام شرایط به‌کارگیری، شکل و ابعاد خود را حفظ کنند. این قالب‌ها باید هنگام به‌کارگیری به‌گونه‌ای آب‌بندی شده باشند که با ریختن آب درون آن‌ها، آب به بیرون تراوش نکند. شرایط آزمون‌های نشت آب در استاندارد ASTM C470/C/C470M بیان شده است. اگر جلوگیری از نشت آب، در محل درزها ضرورت داشته باشد، باید از یک درزگیر مناسب مانند گریس سنگین^۱، خاک رس قالب‌بندی یا موم ریزبلور^۲ استفاده

1 - Heavy grease

2- microcrystalline wax

کرد. برای محکم نگه داشتن دیواره قالب روی صفحه زیرین، باید از وسایل معینی، استفاده کرد. پیش از به کارگیری دیواره قالبها باید آنها را با لایه نازکی از روغن معدنی یا ماده‌ای واکنش ناپذیر مناسب پوشاند.

۲-۵ قالب‌های استوانه‌ای

قالب‌های استوانه‌ای برای آزمون‌های بتنی، باید مطابق با استاندارد ASTM C470/C470M باشند.

۳-۵ قالب‌های تیر خمشی (منشوری)^۱

شکل و ابعاد قالب‌های تیر خمشی برای تهیه آزمون‌ها، باید مطابق با توضیحات زیر بند ۲-۶ این استاندارد بوده و سطوح داخلی قالبها باید صاف باشد. دیواره‌ها و کف قالب باید با یکدیگر زاویه قائم داشته باشند و راست، مستقیم و بدون تاب باشند. در قالب‌هایی با ارتفاع یا عرض ۱۵۰ mm یا بیشتر، حداکثر تغییرات ابعاد مقطع اسمی قالب نباید بیشتر از ۳ mm باشد. قالبها باید آزمون‌هایی با حداقل طول را شکل دهند، اما طول این آزمون‌ها نباید بیش از ۲ mm کوتاه‌تر از الزامات طول، طبق زیر بند ۲-۶ این استاندارد باشد.

۴-۵ میله تراکم

میله فولادی گرد، صاف و مستقیم می‌باشد که ابعاد آن در جدول ۱ داده شده است. طول میله تراکم باید حداقل ۱۰۰ mm بزرگ‌تر از عمق قالب نمونه برداری باشد؛ اما طول کلی آن نباید از ۶۰۰ mm بیشتر باشد (به یادآوری مراجعه شود). یک سر میله تراکم یا هر دو سر آن باید به صورت نیم کره با قطری به اندازه قطر میله باشد.

یادآوری - طول میله تراکم ۴۰۰ mm تا ۶۰۰ mm و مطابق با الزامات زیربندهای ۲-۲، ۳-۲، ۵-۲ و ۶-۲ باشد.

جدول ۱- الزامات قطر میله تراکم

قطر قالب استوانه‌ای یا عرض قالب تیر خمشی mm	قطر میله تراکم mm
۱۵۰ >	۱۰ ± ۲
۱۵۰ ≤	۱۶ ± ۲

۵-۵ لرزاننده‌ها

دستگاه‌های لرزاننده درونی^۲ (خرطومی) باید مورد استفاده قرار گیرند. بسامد لرزاننده در هنگام به کارگیری آن در بتن، باید حداقل ۹۰۰۰ لرزه در هر دقیقه (۱۵۰ Hz) باشد. قطر یک لرزاننده مدور نباید بیش از

1-Beam mold

2-Internal vibrators

یک چهارم قطر قالب استوانه‌ای یا یک چهارم عرض قالب تیر خمشی باشد. لرزاننده‌هایی با اشکال دیگر باید محیطی معادل محیط دایره یک لرزاننده مدور مناسب ایجاد کنند. مجموع طول میله لرزاننده و بخش لرزاننده باید حداقل ۷۵mm از عمق بخشی که لرزاننده می‌شود، بیشتر باشد. بسامد لرزاننده باید به‌طور دوره‌ای با یک لرزش سنج یا ابزار مناسب دیگری بررسی شود.

یادآوری - برای اطلاعات اندازه و بسامد لرزاننده‌های مختلف و روش بررسی بسامد به‌طور دوره‌ای به استاندارد ASTM C1077 مراجعه شود.

۶-۵ چکش لاستیکی

باید از چکشی با سر لاستیکی به وزن $kg (0.2 \pm 0.06)$ استفاده شود.

۷-۵ ابزار برداشتن و ریختن

اندازه ابزار برداشتن و ریختن لازم است به‌اندازه‌ای باشد تا از ظرف نمونه‌گیری، مقداری نمونه را که نماینده کل بتن است بردارد و هنگام ریختن بتن درون قالب بتن به اطراف نریزد. ابزار مناسب برای ریختن بتن درون قالب استوانه‌ای، سرتاس می‌باشد. استفاده از بیلچه یا سرتاس برای ریختن بتن در قالب تیرخمش مجاز است.

۸-۵ ابزار پرداخت

ابزار پرداخت، کمچه یا ماله دستی است.

۹-۵ وسایل اندازه‌گیری اسلامپ

وسایل اندازه‌گیری اسلامپ باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C143/C143M باشد.

۱۰-۵ ظرف نمونه‌گیری

ظرف نمونه‌گیری باید یک پیمانه فلزی محکم مناسب، فرغون، یا یک صفحه غیر جاذب تمیز، تخت با ابعاد مناسب باشد تا بتوان کل نمونه را با بیلچه یا کمچه مناسب، مجدداً به سهولت باهم مخلوط کرد.

۱۱-۵ دستگاه اندازه‌گیری مقدار هوا

وسایل لازم برای اندازه‌گیری مقدار هوا باید مطابق با استاندارد ASTM C173/C173M یا استاندارد ASTM C231/C231M باشد.

۱۲-۵ ابزار اندازه‌گیری دما

ابزار اندازه‌گیری دما باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C1064/C106M باشد.

۶ الزامات آزمون

۱-۶ آزمونهای استوانه‌ای

آزمونهای مقاومت فشاری یا کششی باید به شکل قالب استوانه‌ای باشند و در وضعیت ایستاده قرار گیرند. تعداد و اندازه آزمونهای استوانه‌ای باید توسط کارشناس آزمون مشخص شود. علاوه بر این، طول آزمون باید دو برابر قطر، و قطر نمونه استوانه‌ای باید حداقل سه برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه درشت باشد. هنگامی که حداکثر اندازه اسمی سنگدانه درشت بیشتر از ۵۰mm باشد، نمونه بتن باید مطابق با استاندارد ASTM C172/C172M به روش الک کردن تر با عبور از الک ۵۰mm عمل شود. برای آزمونهای پذیرش مقاومت فشاری خاص، اندازه استوانه‌ها باید ۳۰۰mm×۱۵۰mm یا ۲۰۰mm×۱۰۰mm باشد.

۲-۶ آزمونهای تیر خمشی

آزمونهای مقاومت خمشی باید به صورت تیر بتنی باشد که در وضعیت افقی بتن‌ریزی شود و در همان وضعیت سخت گردد. طول آزمونها باید حداقل ۵۰mm بزرگ‌تر از سه برابر ارتفاع آزمونها باشند. نسبت عرض به ارتفاع آزمونهایی که قالب‌ریزی می‌شوند نباید بیش از ۱/۵ باشد.

۱-۲-۶ حداقل ابعاد قالب آزمونهای تیر خمشی، باید مطابق جدول ۲ باشد. مگر توسط کارشناس آزمون ابعاد دیگر مشخص شده باشد. ابعاد مقطع استاندارد تیر خمشی باید ۱۵۰mm×۱۵۰mm باشد.

۲-۲-۶ هنگامی که حداکثر اندازه اسمی سنگدانه درشت بیشتر از ۵۰mm باشد، با نمونه بتن باید مطابق با استاندارد ASTM C172/C172M به روش الک کردن تر با عبور از الک ۵۰mm عمل شود.

۳-۲-۶ کارشناس آزمون باید تعداد و ابعاد آزمون را برای تعیین میانگین نتایج آزمون مشخص کند. (یادآوری ۱ و یادآوری ۲ همین زیربند ملاحظه شود). هنگام مقایسه نتایج آزمون و برای بررسی کیفیت مخلوط بتن و آزمون پذیرش، همان ابعاد نمونه باید مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری ۱- مدول گسیختگی می‌تواند با استفاده از آزمونهای با ابعاد متفاوت تعیین شود. با این حال عموماً مدول گسیختگی با کاهش ابعاد آزمون افزایش پیدا می‌کند. نسبت مقاومت تیرهای خمشی با ابعاد متفاوت به یکدیگر، به حداکثر ابعاد سنگدانه بستگی دارد. داده‌های آزمایشگاهی به دست آمده از دو مطالعه متفاوت نشان داده است که در صورت استفاده از حداکثر ابعاد سنگدانه بین ۱۹mm تا ۲۵mm و قالبهای ۱۵۰mm×۱۵۰mm و قالبهای ۱۰۰mm×۱۰۰mm نسبت بین مدول گسیختگی ممکن است از ۰/۹۰ تا ۱/۰۷ متفاوت باشد. همچنین برای سنگدانه‌های با ابعاد حداکثر بین ۹/۵mm و ۳۷/۵mm و قالبهای ۱۵۰mm×۱۵۰mm و قالبهای ۱۱۵mm×۱۱۵mm نسبت بین مدول گسیختگی ممکن است از ۰/۸۶ تا ۱/۰۰ متفاوت باشد

یادآوری ۲- نشان داده شده است که تغییر نتایج آزمونهای منفرد با کاهش ابعاد آزمونها افزایش می‌یابد.

جدول ۲ - حداقل ابعاد مقطع تیر خمشی

حداکثر ابعاد اسمی سنگدانه mm	حداقل ابعاد مقطع mm
≤۲۵	۱۰۰×۱۰۰
۵۰ ≤ حداقل ابعاد مقطع <۲۵	۱۵۰×۱۵۰

۳-۶ کاردان فنی کارگاه

کاردان‌های فنی کارگاه که تهیه و عمل‌آوری آزمون‌ها را برای آزمون پذیرش انجام می‌دهند باید شرایط گواهینامه استاندارد ASTM C1077 را داشته باشند.

۷ نمونه‌برداری بتن

۱-۷ نمونه‌های مورد استفاده برای ساخت آزمون‌هایی تحت شرایط این استاندارد، باید طبق استاندارد ASTM C172/C172M تهیه شوند، مگر این‌که روش دیگری برای تهیه نمونه‌ها تأیید شده باشد.

۲-۷ مشخصات کامل نمونه را با لحاظ کردن محل دقیق و زمان نمونه‌برداری ثبت کنید.

۸ اسلامپ، مقدار هوا و دما

۱-۸ اسلامپ

مقدار اسلامپ هر بهر^۱ از بتن را که آزمون‌ها از آن تهیه می‌شوند بلافاصله پس از مخلوط کردن مجدد در ظرف نمونه‌گیری طبق استاندارد ASTM C143/C143M اندازه‌گیری و ثبت کنید.

۲-۸ مقدار هوا

مقدار هوا را طبق استاندارد ASTM C173/C173M یا استاندارد ASTM C231/C231 تعیین و ثبت کنید. بتن به‌کاررفته در انجام آزمون تعیین مقدار هوا نباید برای تهیه دیگر آزمون‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۸ دما

دما را طبق استاندارد ASTM C1064/C106M تعیین و ثبت کنید.

یادآوری - در برخی از مشخصات ممکن است اندازه‌گیری وزن واحد حجم بتن نیاز باشد. ممکن است حجم بتن تهیه‌شده از هر بهر در برخی پروژه‌ها خواسته شود. همچنین ممکن است اطلاعات بیشتر در اندازه‌گیری مقدار هوا مدنظر باشد. استاندارد ASTM C138/C138M برای اندازه‌گیری وزن واحد حجم، بازده^۲ و مقدار هوای بتن تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1 - Batch
2 - yield

۹ قالب‌گیری آزمون‌ها

۱-۹ محل قالب‌گیری

آزمون‌ها را بلافاصله روی یک سطح تراز و صلب، بدون هیچ لرزش و عامل مزاحم دیگر، در محلی که تا حد امکان نزدیک به محل نگهداری است، قالب‌گیری کنید.

۲-۹ قالب‌گیری آزمون‌های استوانه‌ای

میله تراکم مناسبی طبق زیربند ۴-۵ این استاندارد و جدول ۱، یا دستگاه لرزاننده مناسبی طبق زیربند ۵-۵ انتخاب کنید. روش تراکم را از جدول ۳ تعیین کنید، مگر این‌که روش دیگری مشخص شده باشد. اگر برای تراکم از میله استفاده می‌شود، الزامات قالب‌گیری را از جدول ۴، و اگر برای تراکم از لرزاننده استفاده می‌شود، الزامات قالب‌گیری را از جدول ۵ تعیین کنید. بیلچه‌ای با اندازه مناسب، طبق زیربند ۵-۷ انتخاب کنید. هنگام ریختن بتن درون قالب، بیلچه را در اطراف دهانه قالب طوری جابجا کنید که در هر بار توزیع بتن، جداشدگی آن به حداقل برسد. هر لایه بتن را به‌اندازه موردنیاز متراکم کنید. هنگام ریختن لایه نهایی، بتن را قدری بیشتر بریزید که پس از تراکم قالب را پرکند.

جدول ۳- الزامات روش تراکم

روش تراکم	اسلامپ mm
میله زدن یا لرزاندن	≥ 25
لرزاندن	< 25

جدول ۴- الزامات قالب‌گیری به روش میله زدن

تعداد ضربه در هر لایه	تعداد لایه‌هایی با ارتفاع تقریباً مساوی	نوع و اندازه آزمون mm
۲۵	۲	قالب استوانه‌ای با قطر ۱۰۰
۲۵	۳	۱۵۰
۵۰	۴	۲۲۵
به زیربند ۳-۹ مراجعه شود. به زیربند ۳-۹ مراجعه شود.	۲ ۳ لایه با ارتفاع مساوی یا تعداد لایه‌های بیشتر با ارتفاع مساوی که اندازه هر کدام از ۱۵۰mm بیشتر نباشد	قالب تیرخمش‌ی با عرض ۱۰۰ تا ۲۰۰ > ۲۰۰

جدول ۵- الزامات قالب‌گیری به روش لرزاندن

ارتفاع تقریبی هر لایه mm	تعداد دفعات وارد کردن لرزاننده در هر لایه	تعداد لایه‌ها	نوع و اندازه آزمون ابعاد بر حسب mm
نصف ارتفاع آزمون	۱	۲	قالب استوانه‌ای با قطر ۱۰۰
نصف ارتفاع آزمون	۲	۲	۱۵۰
نصف ارتفاع آزمون	۴	۲	۲۲۵
ارتفاع آزمون ۲۰۰ و نزدیک‌ترین اندازه عملیاتی	زیربند ۲-۴-۹ ملاحظه شود. زیربند ۲-۴-۹ ملاحظه شود.	۲ ۲ یا بیشتر	قالب تیرخمش‌ی با عرض ۱۰۰ تا ۲۰۰ > ۲۰۰

۳-۹ قالب‌گیری آزمون‌های تیرخمش‌ی

میله تراکم مناسبی طبق زیربند ۴-۵ و جدول ۱ یا دستگاه لرزاننده مناسبی طبق زیربند ۵-۵ انتخاب کنید. روش تراکم را با استفاده از جدول ۳ تعیین کنید، مگر اینکه روش دیگری مشخص شده باشد. اگر برای تراکم از میله استفاده می‌شود، الزامات قالب‌گیری را از جدول ۴ و اگر برای تراکم از لرزاننده استفاده می‌شود الزامات قالب‌گیری را از جدول ۵ مشخص کنید. برای هر 14cm^2 از مساحت سطح بالایی قالب تیرخمش‌ی یک ضربه منظور کنید و بر این اساس تعداد کل ضربه‌های تراکم را در هر لایه تعیین کنید. طبق زیربند ۵-۷ ابزار مناسبی را برای جابجایی انتخاب کنید. با بیلچه یا سرتاس، بتن را تا ضخامتی که برای هر لایه لازم

است در داخل قالب بریزید. بتن را طوری درون قالب بریزید، تا در هر لایه مقدار آن به‌طور یکنواخت توزیع شده و مقدار جداسدگی به حداقل برسد. هر لایه باید به‌اندازه موردنیاز متراکم شود. هنگام ریختن لایه نهایی، بتن را مقداری اضافه‌تر بریزید تا پس از تراکم، قالب را پر کند.

۴-۹ تراکم

روش‌های تراکم در این استاندارد، روش تراکم با میله تراکم و دستگاه لرزاننده درونی (خرطومی) می‌باشد.

۱-۴-۹ روش تراکم با میله زدن

بتن را با تعداد لایه‌های موردنیاز به حجم تقریباً مساوی در قالب بریزید، با سرگرد میله با توزیع یکنواخت ضربه‌ها در سطح قالب، هر لایه را متراکم کنید. اجازه دهید تا هنگام تراکم لایه بالاتر، میله تراکم حدود ۲۵mm در لایه زیرین فرورود. پس از تراکم هر لایه، به آرامی با چکش لاستیکی به سطوح خارجی قالب در حدود (۱۰ تا ۱۵) ضربه بزنید تا حفره‌های به‌جامانده از تراکم با روش میله زدن پر شوند و حباب‌های بزرگ هوای به‌جامانده خارج شوند. برای ضربه زدن به قالب‌هایی که در صورت استفاده از چکش ممکن است دچار فرورفتگی یا تغییر شکل دائمی شوند، از کف دست استفاده کنید. پس از ضربه زدن، هر لایه بتن را در امتداد سطوح جانبی و دوسر قالب تیرخمش با یک ماله یا ابزار مناسب دیگر، هموار کنید. هنگام تراکم لایه بالایی، قالب‌های کاملاً پر نشده را باید با بتن‌های مورد آزمون پر کنید. بتن اضافی باید از قالب‌های پر شده، برداشته شود.

۲-۴-۹ روش تراکم با لرزاندن

برای نوع خاص بتن، لرزاننده و قالب محتوی آزمونه، مدت‌زمان لرزش یکنواخت را حفظ کنید. مدت‌زمان لرزش موردنیاز، به کارایی بتن و میزان تأثیر لرزاننده بستگی دارد. معمولاً پس از اعمال لرزش کافی، سطح بتن تقریباً هموار می‌شود و حباب‌های بزرگ هوا در سرتاسر سطح بالایی از بین می‌روند. لرزش را فقط تا هنگامی که تراکم بتن به حد مطلوبی برسد، ادامه دهید (به یادآوری مراجعه شود). قالب‌ها را پر کنید و لایه‌ها را به‌دفعات تقریباً یکسان و موردنیاز بلرزانید. قبل از آغاز لرزش هر لایه، کل بتن لازم برای هر لایه را درون قالب بریزید. در هنگام تراکم آزمونه، لرزاننده را به آرامی درون قالب فروروده، اجازه ندهید لرزاننده به کف یا کناره‌های قالب تکیه دهد. لرزاننده را به آرامی از قالب خارج کنید به‌طوری که هیچ حباب بزرگ هوا در آزمونه باقی نماند. هنگام ریختن لایه آخر، سطح بتن بیش از ۶mm بالاتر از لبه بالایی قالب نباشد.

یادآوری - معمولاً در هر بار فرورودن لرزاننده در بتن با اسلامپ بیش‌تر از ۷۵mm، بیش از ۵ ثانیه لرزش لازم نیست. ممکن است برای بتن‌هایی با اسلامپ کمتر، مدت‌زمان لرزش بیشتری موردنیاز باشد اما به‌ندرت مدت‌زمان لرزش در هر بار بیش از ۱۰ ثانیه می‌باشد.

۹-۴-۲-۱ قالب‌های استوانه‌ای

تعداد دفعات لرزش در هر لایه، در جدول ۵ نشان داده شده است. هنگامی که بیشتر از یک بار لرزش در هر لایه لازم باشد، زمان لرزش در هر لایه به اندازه‌های یکسان تقسیم کنید. در هنگام لرزش اجازه دهید لرزاننده به درون لایه‌ای که لرزاننده می‌شود و لایه زیرین آن در حدود ۲۵mm فرورود. پس از لرزش هر لایه، با یک چکش لاستیکی دست کم ۱۰ بار به سطوح بیرونی قالب ضربه بزنید تا حفره‌های باقی مانده بسته شوند و حباب‌های هوای به جامانده، خارج شوند. برای ضربه زدن به قالب‌هایی که در صورت استفاده از چکش ممکن است دچار فرورفتگی یا تغییر شکل دائمی شوند، از کف دست استفاده کنید

۹-۴-۲-۲ قالب‌های تیر خمشی

لرزاننده را در نقاطی که از یکدیگر بیش از ۱۵۰mm فاصله ندارند و در امتداد خط مرکزی طول آزمونه می‌باشند، وارد کنید. برای آزمونه‌هایی با عرض بیش از ۱۵۰mm، لرزاننده را یک درمیان در امتداد دو خط موازی با طول وارد کنید. اجازه دهید میله لرزاننده تا حدود ۲۵mm به لایه زیرین فرورود. پس از لرزش هر لایه، با یک چکش لاستیکی دست کم ۱۰ بار به سطوح بیرونی قالب ضربه بزنید تا حفره‌های باقی مانده بسته شوند و حباب‌های هوای به جامانده، خارج شوند.

۹-۵-۱ پرداخت

پرداخت را با کمترین دست‌خوردگی انجام دهید تا سطحی هموار و هم‌تراز با کناره یا لبه قالب، بدون فرورفتگی یا برآمدگی‌های بزرگ‌تر از ۳mm ایجاد شود.

۹-۵-۱-۱ پرداخت قالب‌های استوانه‌ای

پس از تراکم بتن، سطوح بالایی را تا جایی که قوام بتن اجازه می‌دهد با میله تراکم و یا ماله دستی یا کمچه پرداخت کنید. در صورت نیاز، سطح بالایی آزمونه‌های استوانه‌ای تازه تهیه شده را با لایه‌نازکی از خمیر سفت سیمان پرتلند که با آزمونه عمل‌آوری و سخت می‌شود طبق استاندارد ASTM C617/C617M کلاهدک‌گذاری کنید.

۹-۵-۲-۱ پرداخت قالب‌های تیر خمشی

پس از تراکم بتن، از ماله دستی یا کمچه برای صاف کردن سطح بالایی قالب با رواداری لازم جهت ایجاد سطحی تخت و تراز، استفاده کنید.

۹-۶-۱ نشانه‌گذاری آزمونه‌ها

با استفاده از روشی که سبب آسیب رساندن به سطح آزمونه‌ها نشود، آزمونه‌های بتنی را که بر اساس نمونه‌های شناسایی شده نمونه‌برداری شده‌اند نشانه‌گذاری کنید. کلاهدک‌های جداشدنی را نشانه‌گذاری نکنید. به محض جدا کردن قالب‌ها، آزمونه‌ها را نشانه‌گذاری کنید تا شناسایی آن‌ها امکان‌پذیر باشد.

۱۰ عمل آوری

۱-۱۰ عمل آوری استاندارد

روش عمل آوری استاندارد روشی است که در آن آزمون‌ها برای اهداف بیان شده در زیربند ۴-۲ ساخته و عمل آوری می‌شوند.

۱-۱-۱۰ نگهداری آزمون‌ها

در صورتی که نتوان آزمون‌ها را در محل عمل آوری اولیه قالب‌گیری کرد، بلافاصله پس از پرداخت، آن‌ها را برای نگهداری به محل عمل آوری اولیه، انتقال دهید. ناترازی سطح محل نگهداری باید حداکثر در حدود ۲۰ mm در هر متر باشد. برای جابه‌جایی آزمون‌های استوانه‌ای که در قالب‌های یک‌بارمصرف تهیه شده‌اند، از کمچه بزرگ یا ابزار مشابه آن که می‌تواند کف قالب را نگه‌دارد، استفاده کنید. در صورت آسیب دیدن سطح بالایی آزمون‌ها هنگام انتقال به محل نگهداری اولیه، بلافاصله آن‌ها را دوباره پرداخت کنید.

۲-۱-۱۰ عمل آوری اولیه

آزمون‌ها باید بلافاصله پس از قالب‌گیری و پرداخت به مدت ۴۸ ساعت در بازه دمایی °C (۱۶ الی ۲۷) در محیطی که مانع از افت رطوبت آزمون‌ها می‌شود، نگهداری شوند. برای مخلوط‌های بتنی با مقاومت مشخصه ۴۰ MPa یا بیشتر، دمای عمل آوری اولیه باید بین °C (۲۰ تا ۲۶) باشد. هنگام عمل آوری اولیه می‌توان از روش‌های مختلفی برای حفظ و ثابت نگه‌داشتن دما و رطوبت استفاده کرد. باید یک روش مناسب یا ترکیبی از روش‌ها را به کاربرد (به یادآوری مراجعه شود). همه آزمون‌ها باید از تابش مستقیم نور خورشید و در صورت استفاده از منابع‌های حرارتی تابشی دیگر، محافظت شوند. دمای مخزن نگهداری آزمون‌ها، باید در صورت لزوم با ابزارهای سرمایشی و گرمایشی کنترل شود. حداقل و حداکثر دمای مخزن را با دماسنج مخصوص اندازه‌گیری نموده و یادداشت کنید. در صورت به‌کارگیری قالب‌های مقوایی نازک، از تماس سطح بیرونی قالب‌ها با پارچه کنفی (چتایی) مرطوب یا منابع دیگر آب جلوگیری کنید.

یادآوری- به‌کارگیری یک یا چند روش زیر در هنگام عمل آوری اولیه آزمون‌ها، باعث ایجاد رطوبت مناسب می‌شود:

الف- آزمون‌های قالب‌گیری شده را با پوشش‌های پلاستیکی بپوشانید و بلافاصله پس از قالب‌گیری در آب اشباع شده از هیدروکسید کلسیم (آهک)، غوطه‌ور کنید؛

ب- آزمون‌ها را در جعبه‌های چوبی یا سازه‌های دیگری که به‌طور مناسب ساخته شده‌اند، قرار دهید؛

پ- آن‌ها را در محفظه‌های پر از ماسه مرطوب قرار دهید؛

ت- آن‌ها را با پوشش‌های پلاستیکی که قابلیت برداشتن دارند، بپوشانید؛

ث- آن‌ها را درون کیسه‌های پلاستیکی قرار دهید.

ج- برای اجتناب از خشک شدن آزمون‌ها، تمهیداتی اندیشیده می‌شود. بدین منظور از پارچه کنفی (چتایی) مرطوب درون محفظه استفاده می‌شود اما از تماس پارچه با سطح بتن باید جلوگیری شود. آن‌ها را با پوش‌های پلاستیکی یا صفحات غیر جاذب بیوشانید. دمای مناسب محیط را هنگام عمل‌آوری اولیه آزمون‌ها، می‌توان با یک یا برخی از روش‌های زیر کنترل کرد:

۱- استفاده از سامانه تهویه؛

۲- استفاده از یخ؛

۳- استفاده از ابزار سرمایشی یا گرمایشی که قابلیت تنظیم خودکار دما را دارند؛

۴- به کارگیری روش‌های گرمادهی مانند استفاده بخاری یا لامپ‌های حرارتی.

می‌توان از روش‌های مناسب دیگری برای تأمین الزامات دمای نگهداری و محدود کردن افت رطوبتی معین‌شده، استفاده کرد. گرمای ایجادشده در مراحل اولیه برای مخلوط‌های بتنی با مقاومت معین 40 MPa یا بیشتر، ممکن است دمای مخلوط را بیش از دمای لازم برای نگهداری افزایش دهد. غوطه‌وری در آب اشباع‌شده با هیدروکسید کلسیم، می‌تواند راحت‌ترین روش حفظ دمای موردنیاز برای نگهداری باشد. آزمون‌هایی که در قالب‌های مقوایی نازک یا قالب‌های دیگر که هنگام غوطه‌وری در آب منبسط می‌شوند، قرار دارند، نباید در آب اشباع‌شده با هیدروکسید کلسیم نگهداری شوند. نتایج آزمون مقاومت زود هنگام آزمون‌هایی که در دمای 16°C نگهداری می‌شوند ممکن است کمتر و هنگامی که در دمای 27°C نگهداری می‌شوند ممکن است بیشتر باشد؛ به عبارت دیگر، نتایج آزمون مقاومت در سنین بالا، ممکن است برای دمای نگهداری اولیه بالاتر، کمتر باشد.

۱۰-۱-۳ عمل‌آوری نهایی

۱۰-۱-۳-۱ آزمون‌های استوانه‌ای

پس از تکمیل عمل‌آوری اولیه، حدود ۳۰ دقیقه پس از جابجایی قالب‌ها، آزمون‌ها را در آب قرار دهید، طوری که در تمام مدت، آب با دمای $(2 \pm 23)^\circ\text{C}$ روی سطح آزمون‌ها قرار گرفته باشد. از مخزن‌های نگهداری آب یا اتاق‌های رطوبت مطابق با استاندارد ASTM C511 استفاده کنید، مگر اینکه آزمون‌ها با مخلوط ماسه و گوگرد مذاب، کلاهدک‌گذاری شده باشند یا بلافاصله پیش از انجام آزمون باشد. هنگام کلاهدک‌گذاری با مخلوط ماسه و گوگرد مذاب، ابتدا و انتهای آزمون‌های استوانه‌ای باید به اندازه کافی خشک باشد تا مانع از تشکیل بخار یا حباب‌های هوای بزرگ‌تر از 6 mm در سطح یا زیر کلاهدک شود، همان‌گونه که در استاندارد ASTM C617/C617M بیان شده است. در فاصله زمانی حداکثر سه ساعت قبل از انجام آزمون، در صورتی که رطوبت آزاد بر روی آزمون‌های استوانه‌ای وجود داشته و دمای محیط بین 20°C تا 30°C باشد، رعایت دمای عمل‌آوری استاندارد ضرورتی ندارد.

۱۰-۱-۳-۲ آزمون‌های تیرخمشی

عمل‌آوری آزمون‌های تیرخمشی همانند آزمون‌های استوانه‌ای است (زیربند ۱۰-۱-۳-۱-۱ ملاحظه شود). با این تفاوت که این آزمون‌ها باید حداقل تا ۲۰ ساعت پیش از انجام آزمون در آب اشباع‌شده با هیدروکسید کلسیم و در دمای $(2 \pm 23)^\circ\text{C}$ نگهداری شوند. باید از خشک شدن سطوح آزمون‌های تیرخمشی در فاصله زمانی بین خروج از مخزن آب و اتمام آزمون جلوگیری شود.

یادآوری - خشک شدن جزئی سطح آزمون‌های خمشی می‌تواند باعث ایجاد تنش‌های کششی در تارهای بالایی و پایینی مقطع آزمون‌ها شود که این امر مقاومت خمشی را به‌طور چشم‌گیری کاهش خواهد داد.

۱۰-۲ عمل‌آوری در کارگاه

عمل‌آوری در کارگاه روشی است که در آن آزمون‌ها برای اهداف بیان‌شده در زیربند ۴-۳ ساخته و عمل‌آوری می‌شوند.

۱۰-۲-۱ آزمون‌های استوانه‌ای

آزمون‌های استوانه‌ای را تا حد امکان نزدیک سازه‌ای که بتن‌ریزی شده است، نگهداری کنید. همه سطوح آزمون‌های استوانه‌ای را تا حد امکان مشابه با روش قالب‌بندی سازه، در برابر برخی عوامل محیطی محافظت کنید. دما و رطوبتی مشابه شرایط محیطی سازه برای آزمون‌های استوانه‌ای فراهم کنید. آزمون‌ها را در شرایط رطوبتی حاصل از روش عمل‌آوری معین، مورد آزمون قرار دهید. برای دستیابی به چنین شرایطی، به‌ویژه سازه‌ای که تحت بار قرار می‌گیرد، آزمون‌های ساخته‌شده را هم‌زمان با قالب برداری سازه از قالب خارج و آزمون کنید.

۱۰-۲-۲ آزمون‌های تیرخمشی

آزمون‌های تیرخمشی را تا آن‌جایی که عملی باشد با روشی مشابه عمل‌آوری بتن موجود در سازه عمل‌آوری کنید. در پایان مدت (4 ± 48) ساعت، پس از قالب‌گیری، آزمون‌های قالب‌گیری شده را به محل نگهداری برده، از قالب خارج کنید. آزمون‌هایی که مربوط به دال‌های رویه مستقر در بستر راه هستند را با قرار دادن بر روی زمین، به‌گونه‌ای که سطوح بالایی آن‌ها رو به بالا باشد، نگهداری کنید. کناره‌ها و انتهای آزمون‌ها را بر روی زمین یا ماسه مرطوب و سطوح بالایی را در معرض عملیات عمل‌آوری مشخص قرار دهید. آزمون‌هایی را که نماینده بتن موجود در سازه هستند تا حد امکان نزدیک به سازه‌ای که معرفی آن می‌باشند با همان شرایط دما و رطوبت نگهداری کنید. در پایان دوره عمل‌آوری، آزمون‌ها را در محل مشابه وضعیت سازه، در معرض هوا قرار دهید. همه آزمون‌های تیرخمشی را از محل نگهداری خارج کنید. برای اطمینان از یکنواختی شرایط رطوبتی برای همه آزمون‌ها، آن‌ها را بلافاصله قبل از انجام آزمون، به مدت (4 ± 24) ساعت، در آب اشباع‌شده با هیدروکسید کلسیم در دمای 23 ± 2 °C قرار دهید. برای جلوگیری از خشک شدن آزمون‌ها در فاصله زمانی بین خروج از شرایط عمل‌آوری و انجام آزمون، اقدام‌های احتیاطی لازم که در زیربند ۱۰-۳-۱-۲ بیان‌شده است را رعایت کنید.

۱۰-۳ عمل‌آوری بتن سازه‌ای سبک

استوانه‌های بتن سازه‌ای سبک را مطابق با استاندارد ASTM C330/C330M عمل‌آوری کنید.

۱۱ انتقال آزمون‌ها به آزمایشگاه

۱-۱۰ قبل از انتقال طبق بند ۹، آزمون‌ها را عمل‌آوری و محافظت کنید. آزمون‌ها حداقل تا هشت ساعت پس از گیرش نهایی، نباید انتقال داده شوند (به یادآوری مراجعه شود). حین انتقال، آزمون‌ها را در بستر انعطاف‌پذیر و نرم مناسب قرار دهید تا از آسیب‌های ناشی از تکان و لرزش مصون بمانند. در هوای سرد، با مواد عایق مناسب از یخ زدن آزمون‌ها محافظت کنید. با پیچیدن آزمون‌ها در پلاستیک، پارچه کنفی (چتایی) مرطوب، محصور کردن در شن و ماسه مرطوب یا احاطه کردن با پوشش‌های هوابند مناسب روی قالب‌های پلاستیکی از افت رطوبت در هنگام انتقال جلوگیری کنید. زمان انتقال نباید بیش از چهار ساعت باشد.

یادآوری- زمان گیرش را طبق استاندارد ASTM C403/C403M می‌توان اندازه‌گیری کرد.

۱۲ گزارش

گزارش باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد.

- ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- شماره آزمون؛
- موقعیت بتنی که نمونه‌ها از آن تهیه شده‌اند؛
- تاریخ، زمان و نام اختصاصی آزمون‌های قالب‌گیری شده؛
- نتایج آزمون‌های اسلامپ، مقدار هوا و دمای بتن و نتایج آزمون‌های دیگر بر روی بتن تازه و موارد تخلف از روش استاندارد مرجع؛
- روش عمل‌آوری. برای روش عمل‌آوری استاندارد، روش عمل‌آوری اولیه با بیشینه و کمینه دما و روش عمل‌آوری نهایی را گزارش کنید.
- در روش عمل‌آوری در کارگاه، محل نگهداری آزمون‌ها، روش محافظت از مواد زیان‌آور، دما، رطوبت محیط و زمان خارج کردن از قالب‌ها را گزارش کنید.