



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۲۲۶۹۴
چاپ اول
۱۳۹۷

INSO
22694
1st Edition
2019
Modification
with ASTM
C1688/C1688M:
2014

بتن - تعیین چگالی و حجم فضای خالی
بتن متخلخل تازه - روش آزمون

**Concrete- Determination of density and
void content of freshly mixed pervious
concrete- Test method**

ICS: 91.100.30

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

«بتن - تعیین چگالی و حجم فضای خالی بتن متخلخل تازه - روش آزمون»

رئیس:

انجمن بتن ایران و شرکت مهندسی مشاور سیناب غرب

تدین، محسن
(دکتری مهندسی عمران)

دبیر:

شرکت آپتوس ایران

بزرگمهرنیا، سعید
(دکتری مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

احمدی، بابک
(دکتری مهندسی عمران)

شرکت آپتوس ایران

اصغری، حمیدرضا
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

صنایع شیمیایی ساختمان آبادگران

پوریکتا، پولاد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شهرداری کرج

تیموری موگویی، محمد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت معیار گستر صدر

رئوف، مجتبی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت آپتوس ایران

سلیمیان، ماهان
(کارشناسی مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان البرز

شفیعی، هادی
(کارشناسی مهندسی مواد - سرامیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

عباسی رزگله، محمدحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

انجمن علمی بتن ایران

عدل پرور، محمدرضا
(دکتری مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

غنیمتی، مهدی
(دکتری شیمی)

ظهوری، شاهین
(دکتری مهندسی عمران)

نعمتی چاری، مهدی
(دکتری مهندسی عمران)

ویراستار:

عباسی رزگله، محمدحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل استاندارد استان البرز

شرکت آپتوس ایران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان |
|------|----------------------|
| ز | پیش‌گفتار |
| ۱ | ۱ هدف و دامنه کاربرد |
| ۱ | ۲ مراجع الزامی |
| ۳ | ۳ اصطلاحات و تعاریف |
| ۳ | ۴ خلاصه روش آزمون |
| ۴ | ۵ اهمیت و کاربرد |
| ۴ | ۶ وسایل |
| ۵ | ۷ نمونه‌برداری |
| ۵ | ۸ روش اجرای آزمون |
| ۶ | ۹ محاسبات |
| ۷ | ۱۰ گزارش |
| ۸ | ۱۱ دقت و اریبی |
| ۹ | پیوست الف |

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن - تعیین چگالی و حجم فضای خالی بتن متخلخل تازه - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هشتصد و چهل و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۷/۱۲/۲۲ 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM C1688/C1688M: 2014a, Standard test method for density and void content of freshly mixed pervious concrete

تعیین چگالی و حجم فضای خالی بتن متخلخل تازه - روش آزمون

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند و بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین چگالی بتن متخلخل تازه مخلوط شده در شرایط استانداردسازی شده و ارائه روابطی برای محاسبه حجم فضای خالی در بتن متخلخل است. نتایج این آزمون معرف چگالی و حجم فضای خالی اجرا شده در کارگاه نیست.

یادآوری - در متن این استاندارد به نکته‌ها و زیرنویس‌هایی ارجاع داده شده که اطلاعات فنی را ارائه می‌کند، این نکات و زیرنویس‌ها (به جز آن‌هایی که در جداول هستند) نباید به عنوان الزامات این روش آزمون در نظر گرفته شوند.

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:

2-1 ASTM C29/C29M, Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C29/C29M: 2017 تدوین شده است.

2-2 ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۸۶، سنگ دانه‌های بتن - واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125: 2005 تدوین شده است.

2-3 ASTM C127, Test Method for Density, 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.

2-4 ASTM C128, 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.

2-5 ASTM C150/C150M, Specification for Portland Cement

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹: سال ۱۳۷۸، سیمان پرتلند - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C150/C150M: 1994 تدوین شده است.

2-6 ASTM C172/C172M, Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete

2-7 ASTM C188, Test Method for Density of Hydraulic Cement

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۸: سال ۱۳۸۲، سیمان‌های هیدرولیکی - تعیین چگالی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C188: 1995 تدوین شده است.

2-8 ASTM C192/C192M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

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

2-9 ASTM C231/C231M, Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

2-10 ASTM C311, Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۱۳: سال ۱۳۹۳، نمونه‌برداری و آزمون پوزولان‌های طبیعی یا خاکستر بادی برای مصرف به عنوان یک افزودنی معدنی در بتن حاوی سیمان پرتلند - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C311: 2013 تدوین شده است.

2-11 ASTM C595/C595M, Specification for Blended Hydraulic Cements

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۳۲: سال ۱۳۸۰، ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی، با استفاده از استاندارد ASTM C595/C595M: 1998 تدوین شده است.

2-12 ASTM C989/C989M, Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars

2-13 ASTM C1157/C1157M, Performance Specification for Hydraulic Cement

2-14 ASTM C1240, Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۸: سال ۱۳۹۵، دوده سیلیس (میکروسیلیس) مورد استفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ASTM C1240: 2015 تدوین شده است.

2-15 ASTM D698, Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³))

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۸: سال ۱۳۸۷، خاک - مشخصات تراکم آزمایشگاهی خاک با تلاش استاندارد - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D698-00a: 2005 تدوین شده است.

2-16 ASTM D6926, Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۰۷۶: سال ۱۳۹۵، قیر و مواد قیری - آماده سازی نمونه‌های آسفالتی با استفاده از دستگاه مارشال - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D6926: 2010 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C125، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

بتن متخلخل

pervious concrete

بتن حاوی سیمان هیدرولیکی با نسبت‌های اختلاط مناسب دارای مقدار کافی از حفرات توزیع یافته، قابل مشاهده و مرتبط باهم به گونه‌ای که آب به تنهایی در اثر گرانش از درون آن عبور می‌کند.

یادآوری - چگالی نظری مقداری است که در آزمایشگاه تعیین می‌شود و فرض می‌گردد که برای تمام پیمانیهایی که با نسبت‌ها و اجزا تشکیل‌دهنده یکسان ساخته می‌شوند، ثابت باقی می‌ماند.

۴ خلاصه روش آزمون

یک نمونه از بتن متخلخل تازه در یک ظرف اندازه‌گیری استاندارد ریخته و متراکم می‌شود. بتن با استفاده از یک چکش پروکتور^۱ استاندارد (روش A) و یا یک چکش مارشال^۲ استاندارد (روش B) متراکم می‌شود. چگالی و حجم فضالی خالی بتن متخلخل براساس جرم اندازه‌گیری شده نمونه بتنی متراکم شده، حجم ظرف اندازه‌گیری و جرم کل مواد پیمانانه شده، محاسبه می‌شود.

1- Proctor hammer
2- Marshall hammer

۵ اهمیت و کاربرد

- ۱-۵ این روش آزمون فرایندی را برای تعیین چگالی و حجم فضای خالی بتن متخلخل تازه فراهم می‌کند.
- ۲-۵ این روش آزمون برای مخلوط‌های بتنی متخلخل حاوی سنگدانه‌های درشت با حداکثر اندازه اسمی ۲۵ میلی‌متر و یا کوچک‌تر کاربرد دارد.
- ۳-۵ چگالی اندازه‌گیری شده بتن متخلخل تازه ممکن است برای تایید نسبت‌های مخلوط به کار رود.
- ۴-۵ این روش با استفاده از یک روش تراکم استاندارد برای اندازه‌گیری چگالی و حجم فضای خالی یک مخلوط بتن متخلخل تازه استفاده می‌شود. نتایج آزمون معرف چگالی بتن درجا و حجم فضای خالی آن نیست. این روش نباید برای تعیین حجم فضای خالی بتن متخلخل اجرا شده در کارگاه یا بازده آن بتن مورد استفاده قرار گیرد.
- ۵-۵ چگالی تازه و حجم فضای خالی محاسبه‌شده در روش A و B این آزمون ممکن است با یکدیگر تفاوت داشته باشد. نتایج وقتی قابل مقایسه هستند که با استفاده از یک روش یکسان به دست آمده باشند. (روش A یا B).

۶ وسایل

- ۱-۶ ترازو، ترازو یا باسکول با درستی ۵۰ گرم و یا ۰/۳ درصد بار آزمون در بازه کاربردی، باید از وزن ظرف خالی تا وزن ظرف پرشده از بتن با چگالی ۲۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته شود (هر کدام که درستی بیشتری دارد).
- ۲-۶ چکش پروکتور استاندارد، وسیله‌ای است برای تراکم یک نمونه بتن متخلخل که در روش A کاربرد دارد و با استاندارد ASTM D698 مطابقت دارد.
- ۳-۶ چکش مارشال استاندارد، وسیله‌ای است برای تراکم یک نمونه بتن متخلخل که برای روش B کاربرد دارد و با استاندارد ASTM D6926 مطابقت دارد.
- ۴-۶ ظرف اندازه‌گیری^۱، ظرفی استوانه‌ای از جنس فولاد و یا هر فلز مناسب دیگر با ظرفیت (7 ± 0.6) لیتر و قطری برابر با ۰/۷۵ تا ۱/۲۵ برابر ارتفاع آن است. لبه بالایی ظرف اندازه‌گیری باید صاف و تراز در محدوده ۰/۳ میلی‌متر باشد.
- یادآوری ۱- ظرف اندازه‌گیری نباید از فلزی انتخاب شود که با خمیر سیمان واکنش سریع داشته باشد. اما ممکن است در مواردی مواد واکنش پذیر مانند آلیاژهای آلومینیم قابل استفاده باشد، در اثر واکنش اولیه یک لایه سطحی به سرعت روی

سطح تماس شکل گیرد به طوری که این لایه به عنوان یک پوشش محافظ عمل کرده و از خوردگی بیشتر فلز جلوگیری کند. ظرف یک هواسنج مطابق استاندارد ASTM C231/C231M می‌تواند الزامات این استاندارد را اندازه‌گیری کند.

یادآوری ۲- لبه بالایی ظرف اندازه‌گیری باید صاف باشد به صورتی که یک فیلر سیمی ۰/۳ میلی‌متر نتواند بین لبه ظرف اندازه‌گیری و یک قطعه شیشه مسطح به ضخامت ۶ میلی‌متر یا بیشتر که روی لبه بالایی ظرف اندازه‌گیری گذاشته شود، فرو رود.

۵-۶ صفحه صاف‌کننده^۱ (سرزن)، صفحه صاف‌کننده یا سرزن باید یک صفحه فلزی مسطح مستطیل شکل با ضخامت حداقل ۶ و یا یک صفحه شیشه‌ای یا اکریلیکی با ضخامت حداقل ۱۲ که طول و عرض آن حداقل ۵۰ از قطر ظرف اندازه‌گیری موردنظر، بیشتر باشد. لبه‌های صفحه باید صاف و رواداری آن ۲ باشد.

۶-۶ سرتاس^۲، اندازه آن باید به قدر کافی بزرگ باشد تا مقدار بتنی که از ظرف نمونه‌گیری (مانند فرغون، تاوه و...) برداشته می‌شود نماینده کل بتن باشد و آن قدر بزرگ نباشد که هنگام ریختن نمونه در داخل ظرف اندازه‌گیری از اطراف آن به بیرون بریزد.

۷ نمونه‌برداری

۱-۷ برای نمونه‌گیری از مخلوط بتن متخلخل تازه در کارگاه مطابق استاندارد ASTM C172/C172M تهیه نمایید.

۱-۱-۷ آزمون چگالی را کمتر از ۵ دقیقه، پس از برداشتن بخش نهایی نمونه مرکب، شروع کنید.

۲-۷ برای نمونه‌گیری از مخلوط بتن متخلخل تازه در آزمایشگاه مطابق ASTM C192/C192M تهیه نمایید.

۱-۲-۷ آزمون چگالی را حداکثر ظرف مدت ۵ دقیقه بعد از تهیه نمونه، شروع کنید.

۸ روش اجرای آزمون

۱-۸ ظرف اندازه‌گیری را بر روی یک سطح صاف، تراز و بدون لرزش قرار دهید. قبل از ریختن بتن متخلخل، داخل ظرف اندازه‌گیری را مرطوب نمایید. با استفاده از اسفنج مرطوب هرگونه آب اضافی یا راکد در ته ظرف را پاک کنید. بتن متخلخل را در دولایه با ضخامت تقریباً برابر با استفاده از سرتاس تشریح‌شده در بند ۶-۶ در ظرف اندازه‌گیری جای دهید. در هنگام پرکردن ظرف اندازه‌گیری، سرتاس را پیرامون آن برای اطمینان از توزیع یکنواخت بتن با کمترین جداشدگی حرکت دهید. برای روش A، چکش را به طور عمودی ۲۰ بار از ارتفاع ۳۰۵ میلی‌متر برای هر لایه رها کنید. برای روش B چکش را به طور عمودی ۱۰ بار از ارتفاع ۴۵۷ میلی‌متر برای هر لایه رها کنید. برای هر لایه، کوبش را در تمام سطح بتن متخلخل اعمال کنید که به صورت یکنواختی تراکم یابد. قبل از تراکم لایه آخر ظرف اندازه‌گیری را به اندازه سرریز شدن پر

1- Strike – Off Plate
2- Scoop

کنید. بعد از تکمیل تراکم، بتن متخلخل باید حدود ۳ میلی‌متر بالاتر از لبه ظرف اندازه‌گیری باشد. اگر بعد از نصف تعداد ضربات چکش در لایه آخر، بتن ناکافی به نظر رسد باید مقدار کمی بتن اضافه شود تا کمبود را جبران کند، همچنین اگر بعد از اعمال نیمی از تعداد ضربات چکش در لایه آخر بتن بیش از حد در ظرف اندازه‌گیری وجود داشته باشد بخش اضافی بتن را با ماله یا کاردک بردارید. تراکم لایه آخر را تکمیل کنید.

۲-۸ **تسطیح سطح بتن**، پس از تراکم، سطح بالایی بتن با استفاده از صفحه صاف‌کننده (سرزن) به طور دقیق صاف می‌شود، به نحوی که سطح بتن هم‌تراز لبه بالایی ظرف اندازه‌گیری گردد. برای صاف نمودن سطح، صفحه صاف‌کننده (سرزن) بر روی سطح بالایی ظرف اندازه‌گیری به طوری که تقریباً دو سوم سطح را بپوشاند قرار داده شود، سپس صفحه به صورت اره‌ای حرکت داده شود و از روی ظرف اندازه‌گیری جدا گردد. این عمل را با اعمال فشار عمودی و حرکت اره‌ای مجدداً دنبال نمایید تا سطح صاف نهایی به دست آید.

۳-۸ **تمیز کردن و توزین**، بعد از صاف کردن، تمام بتن اضافی را از سطح خارجی ظرف اندازه‌گیری تمیز و وزن خالص بتن در ظرف اندازه‌گیری را به درستی مطابق الزامات بند ۶-۱، اندازه‌گیری کنید.

۹ محاسبات

۱-۹ **چگالی (وزن واحد حجم)**، جرم خالص بتن برحسب کیلوگرم، با کم کردن جرم ظرف اندازه‌گیری خالی از پرشده به دست می‌آید. چگالی، با تقسیم کردن جرم خالص بتن بر حجم ظرف اندازه‌گیری طبق رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (1)$$

که در آن:

D چگالی بتن، برحسب کیلوگرم بر متر مکعب؛

M_c جرم ظرف اندازه‌گیری پرشده با بتن، برحسب کیلوگرم؛

M_m جرم ظرف اندازه‌گیری خالی، برحسب کیلوگرم؛

V_m حجم ظرف اندازه‌گیری، برحسب متر مکعب؛

۲-۹ **چگالی نظری** به صورت ذیل محاسبه کنید:

$$T = \frac{M_s}{V_s} \quad (2)$$

که در آن:

T چگالی نظری بتن که برای یک نمونه با فرض مقدار هوای صفر محاسبه شده است، برحسب کیلوگرم بر متر مکعب؛

M_s جرم کل مواد موجود در مخلوط بتن، برحسب کیلوگرم؛

V_s مجموع حجم مطلق اجزای تشکیل دهنده مخلوط بتن، برحسب متر مکعب؛

جرم کل مصالح پیمان شده عبارت است از مجموع وزن سیمان، سنگدانه‌های ریز و درشت در شرایط اشباع با سطح خشک، آب اضافه شده (شامل آب آزاد سنگدانه) به ترکیب و هر ماده دیگر استفاده شده در ترکیب می‌باشد. حجم مطلق هر ماده برحسب متر مکعب برابر با جرم ماده برحسب کیلوگرم تقسیم بر چگالی (وزن مخصوص) آن ماده است (به استاندارد ASTM C29/C29M مراجعه شود). برای ترکیبات سنگدانه‌ها چگالی و جرم را در شرایط اشباع با سطح خشک مبنای قرار دهید (توسط استاندارد ASTM C127 برای سنگدانه درشت و استاندارد ASTM C128 برای سنگدانه ریز تعیین می‌شود). وزن مخصوص برای مشخصات مجموعه سیمان‌ها (استاندارد ASTM C595/C595M و ASTM C1157/C1157M) و برای مشخصات مجموعه سیمان سربراه‌ای (استاندارد ASTM C989/C989M) باید توسط روش آزمون ASTM C188 تعیین شود. برای سیمان پرتلند تولید شده با الزامات استاندارد ASTM C150/C150M، استفاده از وزن مخصوص ۳/۱۵ مجاز است. وزن مخصوص خاکستر بادی مستقیم توسط استاندارد ASTM C311 و دوده سیلیس مستقیم از استاندارد ASTM C1240 باید تعیین شود.

۳-۹ درصد فضای خالی بتن را به صورت ذیل محاسبه کنید:

$$D = \frac{T - D}{T} \times 100 \quad (۳)$$

۱۰ گزارش

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۰ تاریخ، زمان و نام فرد نمونه‌بردار؛
- ۲-۱۰ شناسایی مخلوط و موقعیت نمونه‌برداری بتن؛
- ۳-۱۰ تاریخ آزمون؛
- ۴-۱۰ حجم ظرف اندازه‌گیری وزن مخصوص با تقریب ۰/۰۱ لیتر؛
- ۵-۱۰ چگالی اندازه‌گیری شده بتن با تقریب ۱/۰ کیلوگرم بر متر مکعب؛
- ۶-۱۰ چگالی نظری، با تقریب ۱/۰ کیلوگرم بر متر مکعب؛
- ۷-۱۰ درصد هوا، در صورت نیاز با تقریب ۰/۱ درصد؛
- ۸-۱۰ روش اجرایی تراکم به کار رفته (A یا B).

۱۱ دقت و اریبی

۱-۱۱ آزمایش تکرارپذیری توسط شش آزمایشگاه با استفاده از مخلوط بتن متخلخل و مصالح محلی انجام شد. هر آزمایشگاه سه سری را تهیه کرد و دو بار تکرار آزمایش را در هر سری انجام داد. محدوده چگالی بتن متخلخل تازه از ۱۷۵۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب شد.

یادآوری - آزمایش با استفاده از شش روش تراکم انجام شد:

- چکش پروکتور - ۲ لایه برابر ، ۲۰ بار در هر لایه؛

- چکش مارشال - ۲ لایه برابر ، ۵ بار در هر لایه؛

- چکش مارشال - ۲ لایه برابر ، ۱۰ بار در هر لایه؛

- بند ۲-۷ - دو لایه برابر ، ۵۰ سقوط در هر لایه در هر روش آزمایش؛

- روش میله‌ای - ۲ لایه برابر ، ۲۵ بار در هر لایه؛

- بدون تراکم - سطل خالی وزن مخصوص را پر کنید.

از شش روش تراکم ارزیابی شده، روش مورد استفاده چکش پروکتور و چکش مارشال میزان بالایی از تکرارپذیری را تولید کرده و یک فرایند ساده را به کار می‌برد.

۱-۱-۱۱ انحراف استاندارد یک کارور از وزن مخصوص مخلوط بتن متخلخل تازه با روش A، ۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شده است.

۲-۱-۱۱ انحراف استاندارد یک کارور از وزن مخصوص مخلوط بتن متخلخل تازه با روش B، ۲۱ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شده است.

۳-۱-۱۱ انحراف استاندارد چند کارور توسعه داده نشده است. تکرارپذیری این روش آزمون تعیین می‌شود.

۲-۱۱ برای این روش آزمون اریبی تعیین نشده است.

پیوست الف

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

الف - ۱ مشخص کردن بخش‌های حذف شده

- زیر بند ۳-۳: نمادها حذف شده است.

زیر بند ۶-۱: در ترجمه، عبارت " هرکدام که بزرگتر است " حذف شده است.

زیر بند ۶-۴: در ترجمه، عبارت " حجم ظرف اندازه‌گیری باید در استاندارد ASTM C29/C29M تعیین شود " حذف شده است.

زیر بند ۹-۲: یادآوری حذف شده است.

الف - ۲ مشخص کردن بخش‌های جایگزین شده

بند ۳: جایگزین زیر بند ۳-۱، ۳-۱-۱ و ۳-۲ شده است.

زیر بند ۳-۱: جایگزین زیر بند ۳-۲-۱ شده است.

زیر بند ۵-۴: عبارت " اجرا شده در کارگاه " جایگزین عبارت " درجا " شده است.

الف - ۳ مشخص کردن بخش‌های اضافه شده

زیر بند ۵-۳: عبارت " بتن متخلخل " به ترجمه اضافه شده است.

یادآوری ۱: عبارت " ظرف اندازه‌گیری " به ترجمه اضافه شده است.