



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۳۸۲۱
تجدیدنظر دوم
۱۳۹۸

INSO
3821
2nd Revision
2020

Modification of
ASTM
C138/C138M:
2017a

بتن - تعیین چگالی (وزن مخصوص)، بازدهی و
مقدار هوای بتن (روش وزنی) - روش آزمون

Concrete- Determination of density (unit weight), yield and air content of concrete (Gravimetric)- Test method

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۱ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۸

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ 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 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 (وزن مخصوص)، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی) - روش آزمون»

(تجدیدنظر دوم)

رئیس:

سخت و/یا محل اشتغال:
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

احمدی، بابک

(دکتری مهندسی عمران)

دبیر:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ارشد، بهمن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی

آسایش، محمد صادق

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

آمره‌ئی، الهام

(کارشناسی مهندسی صنایع شیمیایی)

شرکت خانه‌سازی پیش‌ساخته آذربایجان

امین بخش، آرمان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

آزمایشگاه آراد خاک بهینه کاوش

حیدری‌زاد، حمیدرضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان آذربایجان شرقی

دهقان، صمد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت نفت پاسارگاد تبریز

رسولی، بهزاد

(کارشناسی مهندسی صنایع شیمیایی)

دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناسی مهندسی مواد)

شرکت صنعت شیمی ساختمان

عیسائی، مهین

(کارشناسی ارشد شیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی	فرشی حق‌رو، ساسان (دکتری مهندسی عمران)
شرکت فهاب بتن	فروتن‌مهر، بابک (کارشناسی مهندسی عمران)
دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی	مجتبوی، سید علیرضا (کارشناسی مهندسی مواد)
اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی	محمدزاده، شهرام (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
مجتمع بتن آماده شمال غرب سپاه (امامیه)	محمودی، توحید (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
شرکت بنیاد بتن آذربادگان	محمودی، ولی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
شرکت آدوپن پلاستیک پرشین	مظفری، زینب (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
آزمایشگاه آرمان صنعت تدبیر اندیش	موسوی، محمد (کارشناسی مهندسی عمران)
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی	مولائی، عیسی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

ویراستار:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

روا، افشین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ وسایل
۵	۵ نمونه
۵	۶ روش اجرا
۶	۷ محاسبه
۸	۸ گزارش
۸	۹ دقت و اریبی
۹	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) محاسبه‌های نمونه
۱۲	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد منبع

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن- تعیین چگالی (وزن مخصوص)، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی)- روش آزمون» که نخستین‌بار در سال ۱۳۷۴ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هشتصد و هفتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۸/۱۲/۳ 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 ۳۸۲۱: سال ۱۳۹۳ می‌شود.

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

ASTM C138/C138M: 2017a, Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

بتن - تعیین چگالی (وزن مخصوص)، بازدهی و مقدار هوای بتن (روش وزنی) - روش آزمون

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 تازه سیمان هیدرولیکی سوزش‌آور است و در صورت تماس طولانی مدت می‌تواند باعث سوختگی‌های شیمیایی در پوست و بافت آن شود.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین چگالی (به یادآوری ۱ مراجعه شود) بتن تازه و ارائه فرمول‌هایی برای محاسبه بازدهی، عیار سیمان و مقدار هوای بتن است. بازدهی عبارت از حجم بتن تولید شده از یک مخلوط با مقادیر مشخص از اجزای سازنده است.

یادآوری ۱- در واژه‌نامه‌های پیشین برای توصیف این خاصیت از واژه «وزن مخصوص» استفاده شده است، که همان جرم واحد حجم است.

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: 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 C31/C31M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵: ۱۳۹۵، بتن- ساخت و عمل‌آوری آزمون‌ها در کارگاه- آیین‌کار، با استفاده از استاندارد ASTM C31/C31M: 2015a تدوین شده است.

- 2-3 ASTM C143/C143M, Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete
- 2-4 ASTM C150/C150M, Specification for Portland Cement
- 2-5 ASTM C172/C172M, Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete
- 2-6 ASTM C173/C173M, Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳: ۱۳۹۵، بتن آماده - اندازه گیری هوای بتن به روش حجمی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C173/C173M: 2014 تدوین شده است.

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

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

- 2-8 ASTM C231/C231M, Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۹۰۴: ۱۳۹۷، بتن تازه - تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط شده به روش فشاری - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C231/C231M: 2017a تدوین شده است.

- 2-9 ASTM C1758/C1758M, Practice for Fabricating Test Specimens with Self-Consolidating Concrete

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۶۹۳: ۱۳۹۷، بتن - ساخت آزمون های بتن خودتراکم - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C1758/C1758M: 2015 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ نمادها

در این استاندارد، نمادهای زیر به کار می رود:

A مقدار هوای بتن (درصد فضای خالی)؛

C عیار واقعی سیمان، بر حسب kg/m^3 ؛

C_b جرم سیمان در پیمانانه، بر حسب kg ؛

D چگالی (وزن مخصوص) بتن، بر حسب kg/m^3 ؛

M کل جرم مواد پیمانانه شده، بر حسب kg (به یادآوری ۳ مراجعه شود)؛

M_c جرم ظرف پر شده با بتن، بر حسب kg ؛ یا

M_m جرم ظرف، بر حسب kg ؛

R_y بازدهی نسبی؛

T چگالی نظری بتن که برای یک نمونه عاری از هوا محاسبه می‌شود، برحسب kg/m^3 (به یادآوری ۲ مراجعه شود)؛

Y بازدهی، حجم بتن تولید شده در هر پیمانانه، برحسب m^3 ؛

Y_d حجم بتنی که پیمانانه برای تولید آن طراحی شده است، برحسب m^3 ؛

V حجم مطلق کلی اجزای سازنده در پیمانانه، برحسب m^3 ؛

V_m حجم ظرف، برحسب m^3 .

یادآوری ۲- چگالی نظری معمولاً یک اندازه‌گیری آزمایشگاهی است، فرض می‌شود که مقدار آن برای تمام پیمانانه‌های ساخته شده با اجزا و نسبت‌های یکسان، ثابت است.

یادآوری ۳- جرم کل مواد موجود در پیمانانه، مجموع جرم‌های سیمان، سنگدانه ریز و درشت در شرایط مورد استفاده، آب اختلاط اضافه شده به پیمانانه و دیگر مواد جامد یا مایع به کار رفته، است.

۴ وسایل

۱-۴ ترازو

ترازو یا باسکول با درستی g ۴۵ یا $\frac{0.3}{100}$ بار آزمون، هر کدام که در گستره مورد استفاده بزرگ‌تر است. گستره مورد استفاده باید با توجه به جرم ظرف خالی و جرم ظرف با مواد داخل آن با چگالی kg/m^3 ۲۶۰۰ در نظر گرفته شود.

۲-۴ میله تراکم

یک میله فولادی راست، صاف و مدور به قطر mm (2 ± 16) است. طول میله باید حداقل mm ۱۰۰ بیش‌تر از عمق ظرف مورد استفاده برای میل‌زنی باشد و طول کلی آن بیش از mm ۶۰۰ نباشد (به یادآوری ۴ مراجعه شود). انتها یا دو انتهای میله باید نیم‌دایره‌ای و با همان قطر سطح مقطع میله باشد.

یادآوری ۴- یک میله با طول mm (۴۰۰ تا ۶۰۰)، الزامات استانداردهای ASTM C31/C31M، ASTM C138/C138M، ASTM C143/C143M، ASTM C173/C173M و ASTM C231/C231M را برآورده می‌کند.

۳-۴ لرزاننده داخلی

بسامد لرزاننده در زمان کار در داخل بتن باید حداقل برابر ۹۰۰۰ ارتعاش در دقیقه (150Hz) باشد. قطر خارجی یا ابعاد بیرونی عضو لرزاننده باید حداقل mm ۱۹ و حداکثر mm ۳۸ باشد. مجموع طول میله لرزاننده و عضو لرزاننده باید حداقل mm ۷۵ بیش‌تر از عمق قسمتی که متراکم می‌شود، باشد. بسامد لرزاننده باید با یک سرعت‌سنج ارتعاشی در فواصل زمانی حداکثر دو سال، بررسی شود. در صورتی که سازنده لرزاننده، زمان تایید کوتاه‌تر، روش تایید یا وسیله تایید دیگری را توصیه کند، باید از آن‌ها پیروی کرد.

۴-۴ ظرف

ظرف استوانه‌ای که از فولاد یا فلز مناسب دیگر، ساخته شده است (به یادآوری ۵ مراجعه شود). حداقل ظرفیت آن بر اساس اندازه اسمی سنگدانه موجود در بتن مورد آزمون، باید مطابق با الزامات جدول ۱ باشد. تمام ظرف‌ها به جز ظرف هواسنج که برای آزمون‌های این استاندارد نیز استفاده می‌شود، باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C29/C29M باشد. در صورت استفاده از ظرف هواسنج، آن‌ها باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C231/C231M بوده و حجم آن باید طبق روش ارائه شده در استاندارد ASTM C29/C29M، واسنجی شود. لبه بالایی ظرف هواسنج باید صاف و تراز با رواداری ۰/۳ mm باشد (به یادآوری ۶ مراجعه شود).

یادآوری ۵- فلز ظرف نباید به آسانی با خمیر سیمان واکنش دهد. ولی در مواردی می‌توان از مواد واکنش‌پذیر مانند آلیاژهای آلومینیوم استفاده کرد که در اثر واکنش اولیه یک‌لایه سطحی به سرعت شکل می‌گیرد، که از خوردگی بیش‌تر فلز محافظت می‌کند.

یادآوری ۶- لبه بالایی ظرف باید صاف و تخت باشد، طوری که فیلر ۰/۳ mm را نتوان بین لبه ظرف و صفحه شیشه‌ای به ضخامت ۶ mm یا بیش‌تر که روی لبه بالایی ظرف گذاشته می‌شود، عبور داد.

جدول ۱- ظرفیت پیمانها

حداکثر اندازه اسمی سنگدانه درشت mm	حجم ظرف ^a l
۲۵,۰	۶
۳۷,۵	۱۱
۵۰	۱۴
۷۵	۲۸
۱۱۲	۷۰
۱۵۰	۱۰۰

^a اندازه ظرف نشان داده شده باید برای آزمون بتن با سنگدانه‌هایی با حداکثر اندازه اسمی برابر یا کوچک‌تر از مقادیر ارائه‌شده، به کار رود. حجم واقعی ظرف باید حداقل ۹۵٪ حجم اسمی فهرست‌شده باشد.

۴-۵ صفحه تسطیح

صفحه فلزی صاف مستطیلی با ضخامت حداقل ۶ mm یا صفحه شیشه‌ای یا اکریلیکی با ضخامت حداقل ۱۲ mm، که طول و عرض آن حداقل ۵۰ mm بزرگ‌تر از قطر ظرف موردنظر است. لبه‌های صفحه باید راست و صاف با رواداری ۲ mm باشد.

۶-۴ چکش^۱

برای ظرف‌هایی با ظرفیت ۱۴ l یا کم‌تر، از یک چکش (با سر لاستیکی یا پوست خام) با جرم (200 ± 600) g و برای ظرف‌های بزرگ‌تر از ۱۴ l از چکش با جرم (200 ± 1000) g استفاده کنید.

۷-۴ کمچه

اندازه آن باید بحد کافی بزرگ باشد، تا مقدار بتن برداشته شده از ظرف نمونه‌گیری معرف کل بتن باشد و آن‌قدر نیز بزرگ نباشد که در هنگام ریختن بتن در ظرف آزمون، از اطراف آن ریزش کند.

۵ نمونه

۱-۵ از بتن تازه مطابق با استاندارد ASTM C172/C172M، نمونه‌برداری کنید.

۶ روش اجرا

۱-۶ روش تراکم بر اساس اسلامپ موردنیاز انتخاب می‌شود، مگر این که روش تراکم در مشخصات فنی تعیین شده باشد. روش‌های تراکم شامل میل‌زنی و لرزش داخلی است. بتن‌هایی با اسلامپ بیش‌تر از ۷۵ mm را با میل‌زنی و با اسلامپ (۲۵ تا ۷۵) mm را با میل‌زنی یا لرزش و با اسلامپ کم‌تر از ۲۵ mm را با لرزش متراکم کنید.

یادآوری ۷- برای بتن غیر خمیری (خشک) که معمولاً در تولید لوله و بلوک بنایی به کار می‌رود، این روش کاربرد ندارد.

۲-۶ قبل از ریختن بتن در ظرف، سطح داخلی آن را مرطوب کرده و آب اضافی کف آن را بردارید. جرم ظرف خالی را با درستی مطابق با الزامات زیربند ۴-۱ تعیین کنید. ظرف را روی یک سطح صاف، تراز و ثابت قرار داده و بتن را با استفاده از کمچه (طبق زیربند ۴-۷) در داخل آن بریزید. هنگام ریختن بتن، کمچه را دور محیط دهانه ظرف حرکت دهید، تا از توزیع یکنواخت بتن با حداقل جداشدگی اطمینان حاصل شود. ظرف را در تعداد لایه‌های موردنیاز مطابق با روش تراکم (زیربند ۶-۳ یا ۶-۴) پر کنید.

۱-۲-۶ در صورت استفاده از بتن خودتراکم، ظرف را مطابق با استاندارد ASTM C1758/C1758M پر کنید. بلافاصله پس از اتمام پر کردن، روند را از زیربند ۶-۶ ادامه دهید.

۳-۶ میل‌زنی بتن را در سه لایه با حجم تقریباً مساوی در ظرف بریزید. در صورت استفاده از ظرف با ظرفیت اسمی ۱۴ l یا کم‌تر، هر لایه را با ۲۵ ضربه توسط میله تراکم و در صورت استفاده از ظرف با ظرفیت اسمی ۲۸ l، هر لایه را با ۵۰ ضربه متراکم کنید. برای ظرف‌های بزرگ‌تر، به‌ازای هر 20 cm^2 از سطح، یک ضربه وارد کنید. هر لایه را به‌طور یکنواخت توسط انتهای گرد میله تراکم و با تعداد ضربه لازم میل‌زنی کنید. لایه زیرین را در سرتاسر عمق آن میل‌زنی کنید. در میل‌زنی این لایه مراقب باشید تا آسیبی به کف

1- Mallet

ظرف وارد نشود. در میلزنی دو لایه بالایی اجازه دهید تا میله به اندازه تقریباً ۲۵ mm در لایه پایینی نفوذ کند. پس از میلزنی هر لایه، با یک چکش مناسب (طبق زیربند ۴-۶) ۱۰ تا ۱۵ بار به جوانب ظرف ضربه بزنید. نیروی ضربات باید به صورتی باشد که فضاهای خالی به جا مانده از میلزنی پر شده و حباب‌های بزرگ هوا که ممکن است محبوس شده باشد، خارج شوند. لایه آخر طوری ریخته شود که ظرف سرریز نشود.

۴-۶ لرزش داخلی ظرف را با دو لایه تقریباً مساوی پر کرده و بلرزانید. قبل از شروع لرزش هر لایه، تمام بتن آن لایه را در ظرف بریزید. برای هر لایه، لرزاننده را در سه محل مختلف قرار دهید. هنگام تراکم لایه زیرین، مراقب باشید تا لرزاننده با کف یا جوانب ظرف تماس نداشته باشد. در تراکم لایه نهایی، لرزاننده باید تقریباً ۲۵ mm در لایه زیرین نفوذ کند. موقع خارج کردن لرزاننده دقت کنید تا هیچ‌گونه حباب هوا در آزمونه باقی نماند. مدت زمان لازم برای ارتعاش به کارپذیری بتن و کارایی لرزاننده دارد (به یادآوری ۸ مراجعه شود). لرزش را فقط تا زمانی ادامه دهید، که بتن به تراکم مناسب دست پیدا کند (به یادآوری ۹ مراجعه شود). مدت زمان ارتعاش برای نوع خاصی از بتن، لرزاننده و ظرف ثابت است.

یادآوری ۸- ارتعاش معمولاً زمانی کفایت می‌کند که سطح بتن نسبتاً صاف می‌شود.

یادآوری ۹- ارتعاش بیش از حد می‌تواند منجر به جداشدگی یا اتلاف مقدار محسوسی از هوای عمدی لازم در بتن شود.

۵-۶ در پایان تراکم، بتن داخل ظرف نباید به طور قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر یا کم‌تر باشد. مقدار بهینه بتن تقریباً ۳ mm بالاتر از لبه فوقانی قالب است. کسری بتن را می‌توان با اضافه کردن مقدار کمی بتن اصلاح کرد. اگر در پایان تراکم، ظرف حاوی مقدار بتن بیش‌تری باشد، بخش اضافی بتن را بلافاصله بعد از پایان تراکم و قبل از تسطیح ظرف با ماله یا کمچه بردارید.

۶-۶ صاف کردن سطح پس از تراکم، سطح بالایی بتن را با استفاده از صفحه تسطیح به‌طور یکنواخت صاف کنید، طوری که سطح ظرف کاملاً تراز شود. برای صاف کردن سطح، صفحه تسطیح روی سطح بالایی ظرف قرار دهید، طوری که دو سوم سطح را بپوشاند و با حرکت اره‌ای آن سطح موردنظر را صاف کنید. سپس با قرار دادن صفحه روی سطح ظرف، طوری که همان دو سوم سطح را بپوشاند و با پیشروی آن با فشار عمودی و حرکت اره‌ای تمام سطح را پوشش دهید، پیشروی را تا جایی ادامه دهید که کاملاً از ظرف خارج شود. با حرکت لبه صفحه به صورت مایل سطحی صاف ایجاد کنید.

۷-۶ تمیز کردن و توزین پس از صاف کردن، تمام بتن اضافی روی سطح خارجی ظرف را تمیز کرده و جرم بتن و ظرف را با درستی مطابق با الزامات زیربند ۴-۱ تعیین کنید.

۷ محاسبه

۱-۷ چگالی (وزن مخصوص)

جرم خالص بتن برحسب kg را با کم کردن جرم ظرف (M_m) از جرم ظرف پر شده (M_c) محاسبه کنید. چگالی بتن (D) برحسب kg/m^3 را با تقسیم جرم خالص بتن بر حجم ظرف (V_m)، به صورت زیر محاسبه کنید:

$$D = (M_c - M_m) / V_m \quad (1)$$

۲-۷ چگالی نظری

چگالی نظری بتن را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$T = M / V \quad (2)$$

۱-۲-۷ حجم مطلق هر یک از اجزا بر حسب m^3 ، برابر با جرم اجزا بر حسب kg تقسیم بر ۱۰۰۰ برابر چگالی نسبی (وزن مخصوص نسبی) آن است. برای اجزای سنگدانه، چگالی نسبی و جرم در حالت اشباع با سطح خشک (SSD)^۱ در نظر گرفته می شود. برای سیمان، چگالی نسبی واقعی را طبق استاندارد ASTM C188 تعیین کنید. برای سیمان های پرتلند مطابق با استاندارد ASTM C150/C150M، استفاده از مقدار ۳/۱۵ به عنوان چگالی نسبی مجاز است. برای سایر انواع سیمان ها و مواد سیمانی کمکی، چگالی نسبی باید از طریق آزمون تعیین شده و یا توسط سازنده مواد مشخص شود.

۳-۷ بازدهی

بازدهی بتن را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$Y = M / D \quad (3)$$

۴-۷ بازدهی نسبی

بازدهی نسبی عبارت از نسبت حجم حقیقی به دست آمده بتن به حجم بتنی که پیمانانه برای تولید آن طراحی شده است (به یادآوری ۱۰ مراجعه شود). بازدهی نسبی را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$R_y = Y / Y_d \quad (4)$$

یادآوری ۱۰- مقدار بازدهی نسبی (R_y) بزرگ تر از ۱/۰۰ بیان گر تولید اضافی بتن بوده و مقدار کم تر از ۱/۰۰ نشان می دهد که حجم بتن تولید شده کم تر از حجم طرح ریزی شده است.

۵-۷ عیار سیمان

عیار واقعی سیمان را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$C = C_b / Y \quad (5)$$

۶-۷ مقدار هوا

مقدار هوای بتن را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$A = [(T - D) / T] \times 100 \quad (6)$$

یا

$$A = [(Y - V) / Y] \times 100 \quad (7)$$

۸ گزارش

- ۱-۸ اطلاعات زیر را گزارش کنید:
- ۱-۱-۸ کارت اطلاعات پیمانانه بتن؛
- ۲-۱-۸ تاریخ آزمون؛
- ۳-۱-۸ حجم ظرف مورد استفاده برای تعیین چگالی با تقریب l^1 ۰٫۰۱؛
- ۴-۱-۸ چگالی (وزن مخصوص) با تقریب kg/m^3 ۱٫۰؛
- ۵-۱-۸ چگالی نظری (در صورت درخواست) با تقریب kg/m^3 ۱٫۰؛
- ۶-۱-۸ بازدهی (در صورت درخواست) با تقریب m^3 ۰٫۱؛
- ۷-۱-۸ بازدهی نسبی (در صورت درخواست) با تقریب ۰٫۰۱؛
- ۸-۱-۸ عیار سیمان (در صورت درخواست) با تقریب kg ۰٫۵؛
- ۹-۱-۸ مقدار هوا (در صورت درخواست) با تقریب $\%$ ۰٫۱.

۹ دقت و اریبی

۱-۹ تخمین‌های دقت ارائه شده برای این روش آزمون بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از مکان‌های مختلف توسط انجمن ملی بتن آماده آمریکا است. این داده‌ها معرف مخلوط‌های بتن با گستره اسلامپ mm (۷۵ تا ۱۵۰) و با گستره چگالی kg/m^3 (۱۸۴۲ تا ۲۴۸۳) بوده و شامل بتن هوادار و بدون هوا می‌شوند. این مطالعه با استفاده از ظرف‌های l ۷ و l ۱۴ انجام شده است.

۱-۱-۹ دقت یک کاربر، انحراف معیار یک کاربر در اندازه‌گیری چگالی بتن تازه برابر kg/m^3 ۱۰٫۴ تعیین شده است (حد 1s طبق استاندارد ASTM C670). بنابراین، نتایج دو آزمون که به‌درستی توسط یک کاربر روی نمونه یکسان بتن انجام می‌شود، نباید بیش از kg/m^3 ۲۹٫۶ متفاوت از یکدیگر باشند (حد d2s طبق استاندارد ASTM C670).

۲-۱-۹ دقت چند کاربر، انحراف معیار چند کاربر در اندازه‌گیری چگالی بتن تازه برابر kg/m^3 ۱۳٫۱ به‌دست آمده است (حد 1s طبق استاندارد ASTM C670). بنابراین، نتایج دو آزمون که به‌درستی توسط دو کاربر روی نمونه بتن یکسان انجام می‌شود، نباید بیش از kg/m^3 ۳۷٫۰ متفاوت از یکدیگر باشند (حد d2s طبق استاندارد ASTM C670).

۲-۹ اریبی، از آن‌جا که چگالی فقط بر اساس این روش آزمون تعیین می‌شود، این روش آزمون فاقد اریبی است.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

محاسبه‌های نمونه

الف-۱ داده‌های مخلوط بتن

الف-۱-۱ مقادیر زیر برای یک مخلوط با حجم طرح ریزی شده 10 m^3 ، پیمانہ شده است:

سیمان ۳۵۶۰ kg

سنگدانه درشت ۱۰۹۷۵ kg

سنگدانه ریز ۸۰۷۰ kg

آب اضافه شده ۱۲۱۶ kg

کل جرم مواد پیمانہ شده ۲۳۸۲۱ kg

الف-۱-۲ خصوصیات سنگدانه‌ها به شرح زیر است:

سنگدانه درشت:

(مقدار رطوبت: ۲٪، جذب آب: ۰٫۸٪، چگالی نسبی (وزن مخصوص) در حالت SSD: ۲٫۷۲)

سنگدانه ریز:

(مقدار رطوبت: ۴٪، جذب آب: ۱٫۱٪، چگالی نسبی (وزن مخصوص) در حالت SSD: ۲٫۶۳)

الف-۱-۳ خصوصیات بتن تازه که در پای کار اندازه‌گیری شده است، به صورت زیر می‌باشد:

اسلامپ ۱۱۵ mm

مقدار هوا ۵٫۰٪

چگالی (وزن مخصوص) 2335 kg/m^3

الف-۲ بازدهی بتن (Y) را به صورت زیر محاسبه کنید:

(الف-۱) $Y = M / D =$ (کل جرم مواد پیمانہ شده) / (چگالی بتن)

$$Y = 23821 \div 2355 = 10.12 \text{ m}^3$$

الف-۳ بازدهی نسبی (R_y) را به صورت زیر محاسبه کنید:

(الف-۲) $R_y = Y / Y_d =$ (بازدهی طرح) / (بازدهی)

$$R_y = 10.12 \div 10.10 = 1.012$$

الف-۴ نسبت‌های سنگدانه ریز و درشت در مخلوط را به حالت اشباع با سطح خشک (SSD) تبدیل کنید. ابتدا با تقسیم مقدار سنگدانه پیمان به [مقدار رطوبت (به صورت اعشاری) + ۱]، جرم سنگدانه خشک را تعیین کنید. سپس جرم سنگدانه خشک را در [مقدار جذب آب (به صورت اعشاری) + ۱] ضرب کنید تا جرم سنگدانه SSD به دست آید.

$$\text{جرم سنگدانه درشت در حالت خشک} = ۱۰۹۷۵ \div ۱,۰۲ = ۱۰۷۶۰ \text{ kg}$$

$$\text{جرم سنگدانه درشت در حالت SSD} = ۱۰۷۶۰ \times ۱,۰۰۸ = ۱۰۸۴۶ \text{ kg}$$

$$\text{آب مازاد نسبت به حالت SSD سنگدانه درشت} = ۱,۲\% \times ۱۰۷۶۰ = ۱۲۹ \text{ kg}$$

$$\text{جرم سنگدانه ریز در حالت خشک} = ۸۰۷۰ \div ۱,۰۴ = ۷۷۶۰ \text{ kg}$$

$$\text{جرم سنگدانه ریز در حالت SSD} = ۷۷۶۰ \times ۱,۰۱۱ = ۷۸۴۵ \text{ kg}$$

$$\text{آب مازاد نسبت به حالت SSD سنگدانه ریز} = ۲,۹\% \times ۷۷۶۰ = ۲۲۵ \text{ kg}$$

آب مازاد نسبت به حالت SSD سنگدانه‌ها + آب اضافه شده به پیمان = کل آب اختلاط

$$\text{کل آب اختلاط} = ۱۲۱۶ + ۲۲۵ + ۱۲۹ = ۱۵۷۰ \text{ kg}$$

الف-۵ با تقسیم نسبت‌های مخلوط بر مقدار بازدهی واقعی (Y) (در این مثال: $۱,۰۲ \text{ m}^3$)، مقادیر محاسبه شده برای پیمان را در هر مترمکعب به دست آورید (به جدول الف-۱ مراجعه شود). برای سنگدانه‌ها و کل آب اختلاط از مقادیر مربوط به حالت SSD استفاده کنید. حجم مطلق هر یک از اجزا در هر مترمکعب مخلوط برابر با جرم اجزا بر حسب kg، تقسیم بر ۱۰۰۰ برابر چگالی نسبی (وزن مخصوص نسبی) آن است.

جدول الف-۱- مقادیر محاسبه شده برای پیمان در هر مترمکعب

مقادیر محاسبه شده برای پیمان kg/m^3	حجم مطلق m^3	جرم kg	
۳۴۹	۱,۱۳	۳۵۶۰	سیمان
۱۰۶۳	۳,۹۹	۱۰۸۴۶	سنگدانه درشت (حالت SSD)
۷۶۹	۲,۹۸۳	۷۸۴۵	سنگدانه ریز (حالت SSD)
۱۵۴	۱,۵۷	۱۵۷۰	آب اختلاط
	۹,۶۷۳	۲۳۸۲۱	جمع کل

الف-۶ چگالی نظری (T) را با فرض بدون هوا بودن به صورت زیر محاسبه کنید:

$$T = M / V = \frac{\text{کل جرم مواد پیمان شده}}{\text{حجم مطلق اجزای مخلوط}} \quad (\text{الف-۳})$$

$$T = ۲۳۸۲۱ \div ۹,۶۷۳ = ۲۴۶۳ \text{ kg/m}^3$$

الف-۷ مقدار هوا (A) را با استفاده از یکی از معادله‌های (الف-۴) یا (الف-۵) محاسبه کنید:

$$A = [(T - D) / T] \times 100 = [\text{چگالی نظری} - \text{چگالی}] / \text{چگالی نظری} \times 100 \quad (\text{الف-۴})$$

$$A = [(2463 - 2335) / 2463] \times 100 = 5,2 \%$$

یا

$$A = [(Y - V) / Y] \times 100 = [\text{بازدهی واقعی} / (\text{مجموع حجم‌های مطلق} - \text{بازدهی واقعی})] \times 100 \quad (\text{الف-۵})$$

$$A = [(10,2 - 9,673) / 10,2] \times 100 = 5,2 \%$$

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد منبع

ب-۱ کلیات

برای کاربرد این استاندارد در داخل کشور، تغییراتی در مقایسه با استاندارد منبع، به شرح زیر اعمال شده است:

ب-۲ بخش‌های حذف شده

- در بند هدف و دامنه کاربرد، زیربند ۱-۲ استاندارد منبع حذف شده است.
- در بند هدف و دامنه کاربرد، زیربند ۱-۳ استاندارد منبع حذف شده است.
- در بند هدف و دامنه کاربرد، زیربند ۱-۵ استاندارد منبع حذف شده است.
- در زیربند ۳-۱ نماد Y_f حذف شده است.
- بند ۱۰ استاندارد منبع (کلمات کلیدی) حذف شده است.

ب-۳ بخش‌های جایگزین شده

- در بند هدف و دامنه کاربرد، زیربند ۱-۴ استاندارد منبع با عنوان هشدار ۱ و ۲ به ابتدای متن استاندارد انتقال داده شده است.