



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۵۰۹۶

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO

15096

1st Edition

2018

Modification of
ASTM C1040:
2016a

تعیین چگالی درجای بتن سخت نشده و
سخت شده از جمله بتن غلتکی با استفاده
از روش های هسته ای - روش آزمون

**Determination of the In-place density of
unhardened and hardened concrete,
including roller compacted concrete by
nuclear methods – Test method**

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۰۹۶ (چاپ اول) : سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

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 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

«تعیین چگالی در جای بتن سخت نشده و سخت شده از جمله بتن غلتکی با استفاده از روش‌های هسته‌ای - روش آزمون»

سمت و/یا محل اشتغال:

سازمان انرژی اتمی - شرکت پارس ایزوتوپ

رئیس:

مرادی، مرتضی
(کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)

دبیر:

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین

یاحقی، عفت
(دکتری مهندسی هسته‌ای)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین

بنیادی، زهرا
(دکتری تخصصی زمین‌شناسی)

پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی

جانعلی‌پور شهرانی، محمدرضا
(کارشناسی ارشد فیزیک)

سازمان انرژی اتمی - شرکت مهندسی مشاور افق هسته‌ای

جمشیدی، وحید
(کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)

سازمان انرژی اتمی

دولت‌دار، رضا
(کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای)

سازمان انرژی اتمی

رضایی، محمد هادی
(دکتری مهندسی عمران)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی‌فر، الهام
(دکتری شیمی معدنی)

پژوهشگاه استاندارد

سعیدی رضوی، بهزاد
(دکتری تخصصی زمین‌شناسی)

پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی

سمیع‌پور، فرهاد
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

سید شرفی، سید مسعود

نیروگاه اتمی بوشهر

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

صابری، رضا

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده راکتور

(دکتری مهندسی عمران)

عربلو، رضا

پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی

(کارشناسی فیزیک)

غلامی، رضا

سازمان انرژی اتمی

(کارشناسی مهندسی عمران)

مختاری، احسان

شرکت مهندسی مشاور طرح نواندیشان

(دکتری زمین‌شناسی)

نعمتی چاری، مهدی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

(دکتری مهندسی عمران)

واحدی‌گرده، سجاد

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای - پژوهشکده راکتور

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

هیزجی، روح‌الله

سازمان انرژی اتمی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

ویراستار:

قشقایی، محمد مهدی

پژوهشگاه استاندارد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - زلزله)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ کلیات
۳	۵ دستگاه
۴	۶ کالیبراسیون
۶	۷ استانداردسازی
۷	۸ روش اجرای آزمون عبور مستقیم (برای بتن سخت‌نشده)
۸	۹ روش اجرای آزمون پس‌پراکندگی (برای بتن سخت‌نشده و سخت‌شده)
۱۰	۱۰ گزارش آزمون
۱۰	۱۱ دقت و آریبی
۱۲	پیوست الف (الزامی) تعیین دقت دستگاه
۱۳	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) نکات آزمون هسته‌ای
۱۵	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد منبع

پیش‌گفتار

استاندارد «تعیین چگالی درجای بتن سخت‌نشده و سخت‌شده از جمله بتن غلتکی با استفاده از روش‌های هسته‌ای-روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتصد و نود و سومین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۷/۰۷/۰۷ 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 C1040/C1040M: 2016a, Standard test methods for In-Place density of unhardened and hardened concrete, including roller compacted concrete, by nuclear methods

مقدمه

این استاندارد برای تعیین چگالی درجای بتن سخت‌نشده و سخت‌شده از جمله بتن غلتکی با استفاده از روش‌های هسته‌ای، تهیه و تدوین شده است. این استاندارد، یک روش سریع و غیرمخرب بوده که در آن، چگالی با یک سنجش‌گر هسته‌ای که شامل چشمه و آشکارساز گاما می‌باشد، اندازه‌گیری می‌شود. در این روش، پرتو گامای گسیل شده از چشمه در ماده تحت آزمون، نفوذ کرده و چگالی با توجه به اندازه‌گیری پرتو گامای پراکنده شده توسط آشکارساز، تعیین می‌شوند.

تعیین چگالی در جای بتن سخت نشده و سخت شده از جمله بتن غلتکی با استفاده از روش های هسته ای - روش آزمون

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط فیزیک بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن و همچنین در نظر گرفتن محدودیت های قانونی، برعهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین چگالی در جای بتن سخت نشده و سخت شده از جمله بتن غلتکی، به وسیله پرتوگاما است.

۱-۲ در این استاندارد، دو روش ارائه شده است:

- روش الف: عبور مستقیم (به بند ۸ مراجعه شود)؛

- روش ب: پس پراکندگی (به بند ۹ مراجعه شود).

یادآوری- برای اطلاع از برخی نکات و مخاطرات هسته ای این استاندارد و دستورهای پیشگیرانه، به پیوست ب مراجعه شود.

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 می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مرجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است.

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

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

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

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۹۰، سنگ دانه های بتن- واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125: 2009 تدوین شده است.

2-3 ASTM C138, 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: 2013a تدوین شده است.

2-4 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۴ کلیات

۱-۴ روش‌های آزمون ارائه شده در این استاندارد، برای تعیین چگالی درجای بتن سخت‌نشده به‌عنوان تکنیک‌های سریع و غیرمخرب به کار می‌روند. روش آزمون پس‌پراکندگی، نیز به همین منظور روی بتن سخت‌شده کاربرد دارد. فرضیه‌های اساسی در این روش‌های آزمون، آن است که پراکندگی کامپتون^۱، برهم‌کنش غالب بوده و ماده تحت آزمون، همگن است.

۲-۴ روش‌های آزمون در این استاندارد، برای کنترل و کمک به آزمون پذیرش بتن در دوره ساخت، ارزیابی کیفیت بتن پس از دوره ساخت و همچنین تحقیق و توسعه کاربرد دارد.

یادآوری - هنگام استفاده از این استاندارد، باید در پایش درجه تراکم دقت شود. درجه تراکم عبارت است از نسبت چگالی واقعی به دست آمده، به بیشینه چگالی که برای یک بتن خاص، قابل دستیابی می‌باشد. روش‌های ارائه شده در این استاندارد برای تعیین چگالی واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اندازه‌گیری چگالی، با هر روش آزمونی، تابعی از اجزای سازنده بتن بوده و ممکن است با تغییرات عادی و قابل قبول آن اجزا تا حدودی تغییر کند.

۳-۴ نتایج آزمون ممکن است به دلیل وجود میلگرد فولادی، ترکیب شیمیایی اجزای بتن و ناهمگونی نمونه، تحت تأثیر قرار گیرد. میزان تغییرات ناشی از این تأثیرات، با طراحی دستگاه و پیروی کاربر از بندهای مناسب در این استاندارد، به حداقل می‌رسد. نتایج آزمون‌های پس‌پراکندگی نیز ممکن است تحت تأثیر چگالی مصالح لایه‌های زیرین قرار گیرند. روش پس‌پراکندگی در این استاندارد، آریبی فضایی^۲ را نشان می‌دهد و حساسیت دستگاه به ماده زیرین آن، با فاصله از سطح بتن کاهش می‌یابد.

یادآوری - به‌طور معمول سنجش گر خوانش پس‌پراکندگی، چگالی ماده را در فاصله ۷۵ mm تا ۱۰۰ mm (۳ in. تا ۴ in.) نشان می‌دهد.

1- Compton scattering
2- Spatial bias

۵ دستگاه

۱-۵ جزئیات دقیق ساختار دستگاه ممکن است متفاوت باشد، اما به طور کلی دقت دستگاه باید الزامات ارائه شده در پیوست الف را برآورده کند. دستگاه باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۱-۵ چشمه گاما

چشمه کپسولی و بسته‌ای از مواد پرتوزا مانند سزیم-۱۳۷ (به زیربند ب-۳ پیوست ب مراجعه شود).

۲-۱-۵ آشکارساز

هر نوع آشکارساز پرتو گاما مانند تیوب گایگر-مولر^۱، بلور سوسوزن^۲ یا شمارشگر تناسبی.

۳-۱-۵ پروب

برای اندازه‌گیری‌های روش عبور مستقیم، چشمه گاما یا آشکارساز باید در یک پروب تعبیه شود تا درون حفره ایجاد شده در ماده تحت آزمون قرار گیرد. پروب باید برای آزمون‌هایی که در عمق‌های پروب از ۵۰ mm تا ۳۰۰ mm (۲ in. تا ۱۲ in.) انجام می‌شود، در فواصل ۵۰ mm (۲ in.) نشانه‌گذاری شود. پروب باید از نظر مکانیکی به گونه‌ای ساخته شود تا هنگام هدایت به صورت دستی، به طور مطمئنی در عمق مورد نظر قرار گیرد.

۴-۱-۵ ابزار خوانش‌گر

ابزاری مناسب است که داده‌ها را به صورت مستقیم یا با مقیاس خوانش می‌کند.

۵-۱-۵ محفظه سنجش‌گر

چشمه، آشکارساز، ابزار خوانش‌گر و منبع تغذیه مناسب باید در یک محفظه با بدنه محکم قرار گیرند که نسبت به نفوذ رطوبت و غبار مقاوم باشد.

۶-۱-۵ استاندارد مرجع

یک بلوک یکنواخت با چگالی ثابت که برای بررسی عملکرد تجهیزات، شمارش زمینه و تجدیدپذیری نرخ شمارش استفاده می‌شود.

۷-۱-۵ صفحه راهنما و وسیله ایجاد حفره

برای اندازه‌گیری‌ها به روش عبور مستقیم، یک صفحه راهنما و وسیله‌ای مانند پین یا میله حفاری که قطر اسمی آن کمی بزرگ‌تر از قطر پروب است، برای ایجاد حفره‌ای عمود بر سطح بتن لازم می‌باشد.

1- Geiger-Mueller
2- Scintillation crystal

۸-۱-۵ محفظه تنظیم کالیبراسیون

محفظه باید در برابر نفوذ آب، محکم و مقاوم بوده و دارای حداقل ابعاد داخلی کافی برای انجام تنظیم منحنی کالیبراسیون باشد (به زیربند ۶-۲ مراجعه شود)، به گونه‌ای که اندازه نهایی محفظه تأثیری در پاسخ‌های دستگاه نداشته باشد. حجم محفظه باید مطابق با استاندارد ASTM C29/C29M تعیین شود.

یادآوری- برای اندازه‌گیری‌ها به روش پس‌پراکندگی، محفظه‌ای با ابعاد $150 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$ ($6 \text{ in.} \times 18 \text{ in.} \times 18 \text{ in.}$)، الزامات را برای اکثر تجهیزات تجاری موجود در بازار، برآورده می‌کند. برای اندازه‌گیری‌ها به روش عبور مستقیم در عمق 50 mm (2 in.)، محفظه‌ای با ابعاد $100 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ ($4 \text{ in.} \times 24 \text{ in.} \times 24 \text{ in.}$)، این الزامات را برآورده می‌کند.

۹-۱-۵ ترازو

ترازو باید دارای دقت 0.2 kg از بار آزمون در هر نقطه‌ای از گستره کاربرد باشد. گستره کاربرد باید از وزن محفظه خالی برای تنظیم کالیبراسیون تا وزن محفظه اندازه‌گیری به همراه محتویات آن تا چگالی 2600 kg/m^3 (160 lb/ft^3) در نظر گرفته شود.

۱۰-۱-۵ صفحه یا میله ترازکننده^۱

این صفحه یا میله باید یک صفحه تخت فلزی یا شیشه‌ای یا میله فلزی با طول حداقل 50 mm (2 in.) بزرگتر از طول، عرض یا قطر محفظه تنظیم کالیبراسیون باشد. صفحه یا میله ترازکننده باید به اندازه کافی صلب، مستقیم و صاف باشد تا سطح بتن را صاف کرده و با لبه‌های محفظه تنظیم کالیبراسیون تراز باشد.

۶ کالیبراسیون (واسنجی)

۱-۶ منحنی‌های کالیبراسیون ابزار اندازه‌گیری، با تعیین نرخ شمارش هسته‌ای برای چندین ماده با چگالی‌های مختلف و معلوم، ایجاد می‌شود. نرخ شمارش (یا نسبت شمارش) برحسب هر چگالی معلوم، رسم شده و یک منحنی از میان نقاط به دست آمده، عبور داده می‌شود. روش مورد استفاده برای ایجاد منحنی کالیبراسیون، باید با روش مورد استفاده در تعیین چگالی، یکسان باشد. مواد مورد استفاده برای کالیبراسیون، باید چگالی یکنواختی داشته باشند.

یادآوری- منحنی‌های کالیبراسیون توسط سازندگان سنجش‌گر، ارائه می‌شوند یا می‌توانند با استفاده از بلوک‌هایی با چگالی معلوم یا محفظه‌های تهیه‌شده از مواد یکنواخت و بدون تغییر که تا چگالی معینی متراکم شده‌اند، ایجاد شوند. مواد مطلوب برای استفاده در بلوک‌ها شامل گرانیات، آلومینیم، گچ، سنگ آهک و منیزیم است.

۲-۶ تنظیم منحنی‌های کالیبراسیون

در صورت لزوم برای جبران اثرات ترکیب شیمیایی قبل از استفاده، تنظیمات منحنی کالیبراسیون دستگاه را انجام دهید. هنگامی که ترکیب شیمیایی بتن مورد آزمون به‌طور معنی‌داری از آنچه که برای منحنی کالیبراسیون ثبت شده است متفاوت باشد، چنین تنظیماتی ضروری است. همچنین اگر تجهیزات آزمون تغییر کرده باشد، تنظیمات ضروری است. تنظیمات به‌ویژه برای اندازه‌گیری با روش پس‌پراکندگی مهم است. تنظیمات لازم را با استفاده از همان حالت عملکردی و در همان عمق (در صورت استفاده از روش عبور مستقیم) انجام دهید. یک روش اجرایی توصیه شده برای انجام این تنظیمات به شرح زیر است:

۱-۲-۶ مخلوط بتنی را مشابه ترکیب ماده مورد آزمون، آماده کنید.

۲-۲-۶ محفظه تنظیمات کالیبراسیون را با بتن، پُر کنید و برای تولید مواد یکنواخت و همگن با چگالی تقریباً برابر با آنچه در ساخت به‌دست خواهد آمد، متراکم کنید.

یادآوری- متراکم‌سازی ممکن است توسط روش مورد استفاده برای آزمون تعیین وزن واحد (به استاندارد ASTM C138/ C138M مراجعه شود) یا با روش‌های دیگر، مانند بیل‌زدن بتن و سپس رها کردن متناوب انتهای محفظه روی یک سطح صلب انجام شود.

۳-۲-۶ با صفحه یا میله ترازکننده، سطح بتن درون محفظه کالیبراسیون را صاف کنید. مراقب باشید سطح بتن، صاف و با لبه محفظه تراز باشد.

یادآوری- اختلاف تراز میانگین ۲ mm ($\frac{1}{16}$ in.)، بین سطح بتن و لبه محفظه‌ای با عمق ۱۵۰ mm (۶ in.)، خطای ۱٪ تا ۲٪ را در چگالی وزنی بتن ایجاد می‌کند.

۴-۲-۶ بتن داخل محفظه را با تقریب حدود ۰٫۲ kg (۰٫۵ lb) وزن کرده و چگالی وزنی را مطابق فرمول (۱) تعیین کنید:

$$W = \frac{W_c}{V} \quad (1)$$

که در آن:

W چگالی وزنی بتن برحسب kg/m^3 (lb/ft^3);

W_c جرم بتن برحسب kg (lb);

V حجم محفظه برحسب m^3 (ft^3).

۵-۲-۶ دستگاه اندازه‌گیری را در مرکز سطح بتن درون محفظه قرار داده و بلافاصله سه خوانش زمان‌بندی شده خودکار را به روش عبورمستقیم یا پس‌پراکندگی، انجام دهید. پایه دستگاه اندازه‌گیری را ۹۰ درجه و سپس در چرخش‌های بعدی، 180° و 270° حول محور قائم بچرخانید. در هر موقعیت، سه

خوانش زمان بندی شده خودکار به دست آورید. در هر بار چرخش، دستگاه باید در مرکز و بالای سطح بتن قرار گیرد تا از اثر لبه‌ها روی خوانش دستگاه جلوگیری شود.

۶-۲-۶ با استفاده از منحنی کالیبراسیون، از میانگین ۱۲ خوانش به دست آمده در زیربند ۶-۲-۵ چگالی را تعیین کنید.

۷-۲-۶ اختلاف بین دو خوانش چگالی حاصل از زیربندهای ۶-۲-۴ و ۶-۲-۶ را تعیین کنید.

۸-۲-۶ مراحل بیان شده در زیربندهای ۶-۲-۲ تا ۶-۲-۷ را روی دو مخلوط بتن دیگر با همان نسبت‌ها تکرار کنید. فاکتور تنظیم را با استفاده از میانگین گیری از سه مقدار به دست آمده از زیربندهای ۶-۲-۷ و ۶-۲-۸ تعیین کنید. اگر یکی از سه مقدار فوق از مقدار میانگین، بیشتر از 25 kg/m^3 (1.5 lb/ft^3) تفاوت داشته باشد، از آن به عنوان یک داده پرت صرف نظر کرده و فاکتور تنظیم را با میانگین گیری از دو مقدار باقی مانده دوباره محاسبه کنید.

۹-۲-۶ از فاکتور تنظیم تعیین شده در زیربند ۶-۲-۸ استفاده کرده و یک منحنی کالیبراسیون نرخ شمارش تصحیح شده را رسم کنید که باید موازی با منحنی کالیبراسیون اولیه بوده و دارای جابه جایی به مقدار نشان داده شده در زیربند ۶-۲-۸ باشد. مقدار فاکتور تنظیم باید همواره پیوست دستگاه باشد و برای تعیین تمام چگالی‌هایی که از منحنی کالیبراسیون اولیه (تنظیم نشده) به دست آمده است، به کار برده شود.

یادآوری - در بعضی از شرایط، برای مثال جایی که تغییرات ترکیبات شیمیایی حداقل است، تنظیمات منحنی کالیبراسیون ممکن است با بلوک‌های بتنی سخت شده، یکنواخت و بدون تغییر^۱ ثبت شود.

۷ استانداردسازی

۱-۷ لازم است استانداردسازی تجهیزات بر اساس استاندارد مرجع، در ابتدای استفاده روزانه و هر زمانی که در صحت اندازه گیری‌های آزمون تردید وجود دارد، انجام شود.

یادآوری - در برخی از مدل‌های قدیمی تر دستگاه که نرخ‌های شمارش به شدت تحت تأثیر دمای محیط است؛ ممکن است استانداردسازی مکرر لازم باشد.

۲-۷ زمان روشن ماندن دستگاه برای رسیدن به حالت پایدار (گرم شدن) باید مطابق با توصیه‌های سازنده باشد.

۳-۷ حداقل پنج بار خوانش یا در صورت توصیه توسط سازنده، تعداد خوانش بیشتر روی استاندارد مرجع انجام دهید، یا اگر دستگاه به سیستم خودکار ذخیره شمارش مجهز است، یک شمارش ۴ دقیقه‌ای یا طولانی‌تر انجام دهید.

۴-۷ اگر بیشتر از یک مرتبه عدد خوانده شده، خارج از حد تعیین شده طبق فرمول (۲) باشد، استانداردسازی را تکرار کنید. اگر دومین استانداردسازی نیز مطابق فرمول (۲) نباشد، دستگاه را از نظر مشکل در عملکرد بررسی کنید. اگر هیچ مشکلی یافت نشود، یک N_0 (میانگین شمارش) جدید را با میانگین گیری حداقل ۱۰ شمارش روی استاندارد مرجع، ثبت کنید.

$$|N_s - N_0| < 1.96\sqrt{N_0} \quad (2)$$

که در آن:

N_s شمارش اندازه گیری شده حال حاضر در بررسی عملکرد دستگاه و

N_0 میانگین شمارش های ثبت شده قبلی در استاندارد مرجع.

در دستگاه هایی که شمارش دارای پیش مقیاس است یعنی اعداد قبل از نمایش بر یک عامل ثابت، k ، تقسیم می شوند فرمول (۲) باید با فرمول (۳) جایگزین شود:

$$|N_s - N_0| < 1.96\sqrt{N_0/k} \quad (3)$$

۱-۴-۷ اگر از سیستم خودکار ذخیره شمارش استفاده شود و شمارش جدید خارج از محدوده فرمول (۲) باشد، استانداردسازی را تکرار کنید.

۲-۴-۷ اگر استانداردسازی دوم نیز مطابق فرمول (۲) نباشد، دستگاه را از نظر مشکل عملکرد بررسی کنید.

۳-۴-۷ اگر مشکلی یافت نشود، یک N_0 جدید برابر میانگین شمارش به دست آمده در زیربند ۲-۴-۷ را ثبت کنید.

۵-۷ اگر N_0 جدید بیش از ۱۰٪ با آنچه که در شمارش استاندارد در منحنی کالیبراسیون (مطابق با زیربند ۱-۶) ثبت شده اختلاف داشته باشد، کالیبراسیون را دوباره انجام دهید.

۸ روش اجرای آزمون عبور مستقیم (برای بتن سخت نشده)

۱-۸ محل آزمون را طوری انتخاب کنید تا وقتی سنجش گر در مکان آزمون قرار داده می شود آن گاه:

۱-۱-۸ هر نقطه ای در محور چشمه-آشکارساز باید حداقل ۲۳۰ mm (۹ in.) از هر لبه بتن ریزی و یا هر شیء دیگر فاصله داشته باشد.

۲-۱-۸ در حجم محدود شده توسط طول پروب و تیوب‌های آشکارساز، نباید میلگرد فولادی وجود داشته باشد.

۳-۱-۸ محل آزمون باید تا عمق ۲۵ mm (۱ in.) بیشتر از عمقی که پروب در آن قرار داده شده، حاوی بتن باشد. در طرح‌های پوشش بتنی نازک، ممکن است نیاز به حذف لایه زیرین اولیه ۲۵ mm تا ۵۰ mm (۱ تا ۲ in.) قبل از قرار دادن پوشش روی یک منطقه کوچک باشد.

۲-۸ سطح بتن را با تخته ماله صاف کنید. در صورت لزوم از صفحه راهنما و دستگاه ایجاد حفره (مطابق زیربند ۵-۱-۷) برای ایجاد حفره‌ای عمود بر سطح و کمی بزرگ‌تر از پروب استفاده کنید. در برخی از بتن‌ها، ممکن است پروب بدون استفاده از صفحه راهنما و دستگاه ایجاد حفره، به‌طور مستقیم داخل بتن قرار گیرد.

۳-۸ پروب را طوری قرار دهید که وجهی از پروب که به سمت مرکز سنجش‌گر قرار دارد در تماس مستقیم با دیواره حفره باشد. سایر چشمه‌های پرتوزا را در فاصله‌ای از سنجش‌گر نگه دارید که خوانش‌ها تحت تأثیر قرار نگیرند.

یادآوری - حداقل فاصله توصیه شده از سایر چگالی‌سنج‌های هسته‌ای (چشمه‌ها)، ۱۰ m (۳۰ ft) است.

۴-۸ از همان زمانی که برای گرم شدن دستگاه در استانداردسازی به کار رفته است، استفاده کنید. به‌طور خودکار خوانش زمان‌بندی شده را حداقل برای ۱ دقیقه انجام دهید و چگالی درجا را از منحنی کالیبراسیون تنظیم شده، تعیین کنید. به همین ترتیب چگالی درجا را از کالیبراسیون تنظیم نشده تعیین کرده و سپس فاکتور تنظیم کالیبراسیون را اعمال کنید. اگر دستگاه دارای نمایش‌گر خوانش مستقیم است که برای اعمال فاکتور تنظیم کالیبراسیون برنامه‌ریزی نشده است، فاکتور تنظیم (مطابق زیربند ۶-۲-۸) را اعمال کرده و چگالی نمایش داده شده را با استفاده از این فاکتور تنظیم، اصلاح کنید.

۹ روش اجرای آزمون پس‌پراکندگی (برای بتن سخت‌نشده و سخت‌شده)

۱-۹ محل آزمون را طوری انتخاب کنید تا وقتی سنجش‌گر در مکان آزمون قرار داده شود آن‌گاه:

۱-۱-۹ هر نقطه‌ای در محور چشمه-آشکارساز باید حداقل ۲۳۰ mm (۹ in.) از هر لبه بتن‌ریزی و یا هر شیء دیگر فاصله داشته باشد.

۲-۱-۹ در فاصله‌ای کمتر از ۷۵ mm (۳ in.) از سطح پوشش بتنی، نباید هیچ میلگرد فولادی مستقیماً زیر محور چشمه-آشکارساز قرار گرفته باشد. به جزء موردی که در یادآوری زیر اشاره شده است.

یادآوری - کاربر ممکن است با مدل خاصی از دستگاه و حالت‌های عملیاتی مواجه شود که اجازه دهد تا سنجش‌گر، بالای میلگرد فولادی که در فاصله ۴۰ mm ($1\frac{1}{4}$ in.) از سطح پوشش بتنی قرار دارد، کار کند.

۲-۹ محل آزمون را به روش زیر آماده کنید:

۱-۲-۹ سطح روی بتن سخت نشده را با تخته‌ماله صاف کنید.

۲-۲-۹ برای دستیابی به بهترین نتایج در مورد بتن سخت شده، صاف‌ترین سطح ممکن را پیدا کنید. تمام مواد سست را تمیز کنید. حداکثر فضای خالی که در زیر سنجش‌گر قرار دارد، نباید بیشتر از ۳ mm ($\frac{1}{8}$ in.) باشد. برای پُر کردن این فضاهای خالی از ماسه ریز و برای صاف کردن سطح از صفحات سخت یا سایر ابزار مناسب استفاده کنید.

۳-۹ سنجش‌گر را در جایش محکم کنید. دیگر چشمه‌های پرتوزا را در فاصله‌ای از سنجش‌گر نگه دارید که روی خوانش تأثیر نداشته باشند.

۴-۹ از همان زمانی که برای گرم شدن دستگاه در استانداردسازی به کار رفته است، استفاده کنید. به‌طور خودکار خوانش زمان‌بندی شده را حداقل برای یک دقیقه انجام دهید و چگالی درجا را از منحنی کالیبراسیون تنظیم شده، تعیین کنید. به‌همین ترتیب چگالی درجا را از کالیبراسیون تنظیم نشده تعیین کرده و سپس فاکتور تنظیم کالیبراسیون را اعمال کنید. اگر دستگاه دارای نمایش‌گر خوانش مستقیم است که برای اعمال فاکتور تنظیم کالیبراسیون برنامه‌ریزی نشده، فاکتور تنظیم (مطابق زیربند ۶-۲-۸) را اعمال کرده و چگالی نمایش داده شده را با استفاده از این فاکتور تنظیم اصلاح کنید.

یادآوری - در لایه‌هایی با ضخامت کمتر از ۷۵ mm (۳ in.)، اگر چگالی مواد لایه‌های زیرین تفاوت معنی‌داری با بتن موجود داشته باشد، ممکن است خوانش‌ها نادرست باشند. برای برخی از مُدل‌های سنجش‌گر، روش اجرایی تصحیح‌شده در این خصوص موجود است.

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۰ ارجاع به این استاندارد ملی ایران به همراه روش آزمون به کار رفته (روش عبور مستقیم یا روش پس پراکنندگی)؛

۲-۱۰ ماهیت بتن (سخت شده یا سخت نشده)؛

۳-۱۰ عمق پروپ اگر از روش عبور مستقیم استفاده شده است؛

۴-۱۰ ضخامت لایه مورد آزمون؛

۵-۱۰ شناسه مواد خام؛

۶-۱۰ نسبت های مخلوط؛

۷-۱۰ نرخ شمارش برای استاندارد سازی و

۸-۱۰ نرخ شمارش برای هر خوانش در آزمون و مقدار چگالی متوسط تبدیل شده یا مقدار چگالی خوانش مستقیم تصحیح شده، بر حسب kg/m^3 (lb/ft^3).

۱۱ دقت و آریبی

۱-۱۱ دقت

۱-۱-۱۱ برنامه آزمون با روش زمان بندی روبین^۱

برنامه آزمون با روش زمان بندی روبین روی پنج دستگاه و پنج کاربر اجرا شده است. همه آزمون ها روی یک مکان واحد از بتن غلتکی (RCC)^۲ انجام شده است. به منظور تولید موادی با دوازده ویژگی متفاوت و با تکیه بر تنوع طبیعی مواد در میان مکان ها، دوازده مکان برای اندازه گیری آماده شده اند. هر ترکیب دستگاه-کاربر، سه بار چگالی را در هر مکان تعیین کرده است. قبل از هر بار اندازه گیری، دستگاه برداشته شده و دوباره برای تعیین چگالی نصب شده است. این مطالعه منجر به حصول ۶۰ مجموعه نتایج با تعیین سه چگالی شده است. تمام دستگاه ها، مربوط به یک سازنده بوده اند.

۲-۱-۱۱ دقت تک کاربر، تک دستگاه

انحراف معیار تک کاربر و تک دستگاه، $8,0 \text{ kg/m}^3$ ($0,5 \text{ lb/ft}^3$) به دست آمده است. بنابراین، انتظار نمی رود نتایج دو آزمون انجام شده توسط کاربر یکسان بیش از $22,4 \text{ kg/m}^3$ ($1,4 \text{ lb/ft}^3$) تفاوت داشته باشد.

1- Round Robin

2 - Roller compacted concrete

۳-۱-۱۱ دقت چند دستگاه و چندکاربر

انحراف معیار چند دستگاه و چندکاربر، 1670 kg/m^3 (170 lb/ft^3) به دست آمده است. بنابراین، انتظار نمی‌رود نتایج دو آزمون انجام شده توسط کاربر یکسان، بیشتر از 449 kg/m^3 (278 lb/ft^3) تفاوت داشته باشد^۱.

۲-۱۱ آریبی

با توجه به این که بتن مرجع استاندارد با چگالی مشخص وجود ندارد، آریبی در این استاندارد، بیان نشده است.

۱- این اعداد به ترتیب محدودیت‌های اولین سیگما، ($1s$)، و اختلاف دو سیگما، ($d2s$)، را نشان می‌دهد که در استاندارد ASTM C670، توضیح داده شده است.

پیوست الف

(الزامی)

تعیین دقت دستگاه

الف-۱ دقت شمارش ابزار

الف-۱-۱ دقت شمارش ابزار به صورت تغییر در چگالی تعریف می شود که مطابق با تغییر یک انحراف معیار (یک سیگما) ناشی از واپاشی تصادفی چشمه پرتوزا است. دقت شمارش ابزار با استفاده از شیب منحنی کالیبراسیون و انحراف معیار آماری نرخ شمارش مطابق فرمول (الف-۱) تعیین می شود:

$$P = \sigma / S \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

P دقت شمارش ابزار برحسب kg/m^3 یا lbm/ft^3 ؛

σ انحراف معیار برحسب (شمارش/دقیقه) cpm؛

S شیب برحسب cpm/ kg/m^3 یا cpm/ lbm/ft^3 .

الف-۱-۲ شیب منحنی کالیبراسیون در نقطه 2240 kg/m^3 (140 lb/ft^3) و انحراف معیار با ۱۰ خوانش خودکار زمان بندی شده مجزا روی ماده ای با چگالی $2240 \pm 80 \text{ kg/m}^3$ ($140 \pm 5 \text{ lb/ft}^3$) محاسبه می شود. سنجش گر بعد از جای گذاری برای اولین شمارش حرکت داده نمی شود. برای یک سنجش گر با خوانش مستقیم، دقت شمارش ابزار، P ، برحسب kg/m^3 (lb/ft^3)، انحراف معیار ۱۰ خوانش چگالی خودکار زمان بندی شده مجزا است.

الف-۱-۳ مقدار P ، باید حداقل هر سه ماه، یکبار تعیین شود. مقدار P باید کمتر از 16 kg/m^3 (110 lb/ft^3) برای اندازه گیری به روش پس پراکندگی و کمتر از 8 kg/m^3 (0.5 lb/ft^3) برای اندازه گیری به روش عبور مستقیم باشد.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

نکات آزمون هسته‌ای

ب-۱ چگالی‌سنج‌های هسته‌ای ممکن است از یکی از دو روش پس‌پراکندگی یا روش عبور مستقیم برای تعیین چگالی مواد استفاده کنند. در روش پس‌پراکندگی برای تعیین چگالی، چشمه در نزدیک‌ترین فاصله از ماده تحت آزمون و در همان صفحه آشکارساز پایین آورده می‌شود. فوتون‌های پرتو گامای گسیل شده از چشمه در ماده تحت آزمون، نفوذ کرده و فوتون‌های پرتو گامای پراکنده شده توسط آشکارسازها اندازه‌گیری می‌شوند. اندازه‌گیری‌هایی که با روش پس‌پراکندگی انجام می‌شود، تا عمق تقریبی ۷۵ mm (۳ in.) زیر قسمت پایینی سنجش‌گر، مؤثرترین اندازه‌گیری‌ها هستند و تقریباً فقط ۷٪ از خوانش، ناشی از عمق بیشتر از ۷۵ mm (۳ in.) است. در روش عبور مستقیم برای اندازه‌گیری چگالی، میله حاوی چشمه از طریق پایه سنجش‌گر در حفره آماده شده با استفاده از میله حفاری تا عمق مطلوب پایین آورده می‌شود. فوتون‌های پرتو گاما از چشمه به درون ماده آزمون حرکت کرده، با برخورد با الکترون‌های موجود در ماده به آشکارسازها در سنجش‌گر می‌رسند و در آن‌جا اندازه‌گیری می‌شوند. در هر دو روش از پرتو گاما (فوتون‌های پرتو گاما) استفاده می‌شود که پرتوهای الکترومغناطیسی پرنانژی با طول موج کوتاه بوده و منشأ آن‌ها هسته اتم می‌باشد. همان‌طور که در زیربند ۴-۱ توضیح داده شده است، یکی از مفروضات ذاتی و اساسی در این روش‌های آزمون، این است که پراکندگی کامپتون برهم‌کنش غالب است. پراکندگی کامپتون برهم‌کنش بین یک فوتون گاما با یک الکترون مداری است که در آن فوتون گاما، مقداری انرژی از دست می‌دهد و در جهت دیگری منحرف می‌شود.

ب-۲ باید توجه کرد که حجم بتن ارائه شده در اندازه‌گیری‌ها، نامعین است و با هندسه چشمه-آشکارساز تجهیزات مورد استفاده، و با مشخصات مواد مورد آزمون تغییر می‌کند. به‌طور کلی، با ثابت گرفتن تمام شرایط، هرچه ماده چگال‌تر باشد، حجم کوچکتری در اندازه‌گیری پس‌پراکندگی درگیر می‌شود. چگالی که به این طریق تعیین می‌شود، لزوماً چگالی میانگین، درون حجم درگیر در اندازه‌گیری نیست. به‌طور معمول، خوانش‌های سنجش‌گر پس‌پراکندگی در فاصله ۷۵ mm تا ۱۲۵ mm (۳ in. تا ۵ in.) از ماده، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. ۵۰٪ تا ۷۰٪ از نرخ شمارش اندازه‌گیری شده، در ۲۵ mm (۱ in.) بالایی از ماده، تعیین شده و ۸۰٪ تا ۹۰٪ آن، مربوط به ۵۰ mm (۲ in.) بالایی است. در جایی که این مواد چگالی یکنواختی دارند، این مشخصه از این روش آزمون هیچ تأثیری ندارد. با این حال، میلگرد فولادی و لایه زیرین بتنی هر دو اغلب در حجمی هستند که ممکن است بر خوانش‌های سنجش‌گر تأثیر بگذارند. همچنین، میزان تأثیر تغییرات عمودی چگالی، مانند مواردی که به‌وسیله میلگرد فولادی به‌وجود می‌آید، به عمقی که فولاد در آن قرار دارد، بستگی دارد.

ب-۳ ضوابط و پروانه استفاده از چشمه‌های سزیم-۱۳۷ و سایر چشمه‌های پرتوزا در چگالی‌سنج‌ها توسط مراجع قانونی و ذی‌صلاح^۱ ارائه می‌شود. هدف اصلی این ضوابط، استفاده از این مواد، به نحوی که برای بهره‌بردار، سایر کارکنان و عموم جامعه ایمن باشد، است. در این استاندارد تمام موارد ایمنی درج نشده است. و هنگام استفاده از این استاندارد باید تمامی محدودیت‌های قانونی و مقررات مراجع ذی‌صلاح شامل قواعد و ضوابط مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور در نظر گرفته شود. برای رعایت این الزامات قانونی، کارفرما و مالک تجهیزات اندازه‌گیری باید دستورالعمل‌های بهره‌برداری و روش‌های اجرایی استفاده را همراه با روش‌های اجرایی ایمنی معمول مانند آزمون‌های نشت چشمه، ثبت و ارزیابی داده‌دُزسنجی داخلی کارکنان، قواعد کار با پرتو در کاربرد چاه‌پیمایی، ضوابط دریافت پروانه اشتغال در چاه‌پیمایی و غیره را مقرر کند. همچنین افرادی که از این تجهیزات استفاده می‌کنند، باید دوره‌های حفاظت در برابر پرتو را به صورت رسمی تحت نظارت مراجع قانونی و ذی‌صلاح گذرانده و با مخاطرات ایمنی امکان‌پذیر آشنا باشند. به ویژه توصیه می‌شود کاربران این تجهیزات روش‌های اجرایی مدونی را به منظور از بین بردن ایمن ملات (پس‌ماند بتن) هنگام تمیز کردن میله چشمه پس از اندازه‌گیری به روش عبورمستقیم، تهیه کنند.

ب-۴ در این استاندارد تعیین چگالی با روش‌های هسته‌ای، غیرمستقیم است. رابطه بین نرخ شمارش سنجش‌گر هسته‌ای و چگالی، لزوماً توسط آزمون همبستگی روی مواد با چگالی‌های میانگین معلوم، تعیین می‌شود. منحنی‌های کالیبراسیون ایجاد شده با این روش به علت تفاوت در ترکیب شیمیایی لزوماً برای تمام بتن‌ها برقرار نمی‌باشد. این اثرات به‌ویژه در اندازه‌گیری‌ها با روش پس‌پراکندگی معنی‌دار است. به علت این ملاحظات، در این استاندارد مقرراتی برای تنظیم منحنی کالیبراسیون بر مبنای پروژه به پروژه گذاشته شده است.

۱- مرجع قانونی و ذی‌صلاح کشور در حال حاضر، سازمان انرژی اتمی ایران- مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور، است.

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد منبع

پ-۱ کلیات

تغییرات اعمال شده در متن استاندارد منبع در زیربندهای زیر ارائه شده است.

پ-۱-۱ بخش‌های جایگزین شده

- زیربند ۴-۱ منبع، با «هشدار» جایگزین شده است.

- عنوان بند ۴ منبع، از «کاربرد و استفاده» به «کلیات» تغییر کرده است

پ-۱-۲ بخش‌های اضافه شده

- مقدمه اضافه شده است.

- پیوست آگاهی‌دهنده پ اضافه شده است.

پ-۱-۳ بخش‌های حذف شده

- بند ۳-۱ منبع، حذف شده است.

- بند ۱۲ منبع، حذف شده است.