



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۳۲۰۱-۵  
تجدید نظر اول  
۱۳۹۷

INSO

3201-5

1st Revision

2019

Identical with:  
ISO 1920-5: 2018

آزمون بتن - قسمت ۵: چگالی و عمق  
نفوذ آب

Testing of concrete- Part 5: Density  
and water penetration depth

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۵-۳۲۰۱ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۱-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto: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](mailto: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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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

### «آزمون بتن - قسمت ۵: چگالی و عمق نفوذ آب»

#### رئیس:

هیأت علمی - مجتمع آموزش عالی جهاد دانشگاهی خوزستان

سیاه‌پلو، نوید

(دکتری مهندسی عمران)

#### دبیر:

رئیس اداره نظارت بر اجرای استاندارد - اداره کل استاندارد استان خوزستان

مندل‌زاده، غلامرضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مهندس ناظر - شرکت مهندسی مشاور فرادید

اندامی، سید محمدحسین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر عامل - شرکت پارس اروند آسیا

بختیاری‌نژاد، امید

(دکتری مهندسی عمران)

معاونت واحد تحقیق و توسعه - شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

پوریکتا، پولاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

رئیس هیئت مدیره - انجمن بتن ایران

تدین، محسن

(دکتری مهندسی عمران)

کارشناس - اداره کل راه و شهرسازی استان خوزستان

خدادادی، سینا

(کارشناسی مهندسی برق)

مدیر عامل - شرکت فراز رخس کاوه پارسیان

دغاغله، کریم

(کارشناسی مدیریت اجرایی)

عضو - سازمان نظام مهندسی خوزستان

رحمتی، پیمان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس دفتر فنی - اداره کل نوسازی مدارس استان خوزستان

سیدشرفی، سید هادی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

طهماسبی، علی رضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

علی پور، نوشین

(کارشناسی ارشد شیمی)

فاتحی، محمدرضا

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فخرایی نژاد، سیامک

(کارشناسی مهندسی عمران)

قبادی نیا، حمزه

(کارشناسی مهندسی عمران)

**ویراستار:**

محسنی، خلیل

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

مدیر عامل - شرکت کیفیت سازان دیار کارون

مدیر واحد تحقیق و توسعه - شرکت صنایع شیمی ساختمان

آبادگران

کارشناس تدوین - اداره کل استاندارد استان خوزستان

عضو - سازمان نظام مهندسی کشور و کمیته تدوین آئین نامه های

مؤسسه بتن آمریکا

مدیر کنترل کیفیت - شرکت بنیاد بتن خوزستان

سرپرست اداره آموزش و ترویج - اداره کل استاندارد استان

خوزستان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ تعیین چگالی بتن سخت شده
۲	۱-۴ کلیات
۲	۲-۴ وسایل
۲	۳-۴ آزمون‌ها
۳	۴-۴ روش‌های اجرای آزمون
۳	۱-۴-۴ کلیات
۳	۲-۴-۴ جرم آزمونۀ به صورت دریافت شده
۳	۳-۴-۴ جرم آزمونۀ اشباع شده با آب
۴	۴-۴-۴ جرم آزمونۀ خشک شده در گرم‌خانه
۴	۵-۴-۴ حجم به‌دست آمده از طریق جابه‌جایی آب
۵	۶-۴-۴ حجم، با استفاده از اندازه‌گیری‌های واقعی
۵	۷-۴-۴ حجم با استفاده از ابعاد معین بررسی شده
۶	۸-۴-۴ نتیجه آزمون
۷	۵ تعیین نفوذ آب تحت فشار
۷	۱-۵ اصول
۷	۲-۵ وسایل
۹	۳-۵ آزمون
۹	۴-۵ روش اجرای آزمون
۹	۱-۴-۵ آماده‌سازی و تثبیت شرایط آزمون
۱۰	۲-۴-۵ اعمال فشار آب
۱۰	۳-۴-۵ بررسی آزمون
۱۱	۵-۵ نتیجه آزمون
۱۱	۶ گزارش آزمون
۱۱	۱-۶ کلیات
۱۱	۲-۶ گزارش آزمون چگالی

صفحه	عنوان
۱۱	۳-۶ گزارش آزمون عمق نفوذ آب
۱۳	پیوست الف (آگاهی دهنده) دقت روش تعیین چگالی
۱۴	پیوست ب (آگاهی دهنده) مثال هایی از گزارش آزمون
۱۷	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «آزمون بتن - قسمت ۵: چگالی و عمق نفوذ آب» که نخستین بار در سال ۱۳۹۱ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی / منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هشتصد و بیست و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد 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 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 ۵-۳۲۰۱: سال ۱۳۹۱ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 1920-5: 2018, Testing of concrete- Part 5: Density and water penetration test



مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۳۲۰۱ می‌باشد. سایر قسمت‌های آن عبارت‌اند از:

– قسمت ۱: نمونه‌برداری

– Part 2: Properties of fresh concrete

– Part 3: Making and curing test specimens

– Part 4: Strength of hardened concrete

– Part 6: Sampling, preparing and testing of concrete cores

– قسمت ۷: آزمون‌های غیر مخرب بر روی بتن سخت شده- روش آزمون

– قسمت ۸: تعیین انقباض و ترکیدگی بتن بر اثر از دست دادن آب در نمونه‌های آماده شده در کارگاه یا در آزمایشگاه

– قسمت ۹: تعیین خزش سیلندرهای بتن در اثر تراکم

– قسمت ۱۰: تعیین مدول الاستیسته استاتیکی در آزمون فشار

– قسمت ۱۱: تعیین مقاومت بتن در برابر کلراید، انتشار دو سویه

– قسمت ۱۲: تعیین مقاومت بتن در برابر کربناته شدن به روش تسریع شده- روش آزمون

– Part 13: Properties of fresh self compacting concrete

## آزمون بتن - قسمت ۵: چگالی و عمق نفوذ آب

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌هایی برای آزمون چگالی بتن سخت شده و عمق نفوذ آب در آن می‌باشد.

### 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 مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 1920-3, Testing of concrete- Part 3: Making and curing test specimens

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند<sup>۱</sup>:

۱-۳

#### چگالی

density

نسبت جرم مقدار معینی از بتن سخت شده به حجم آن می‌باشد.

یادآوری - چگالی برحسب  $\text{kg/m}^3$  بیان می‌شود.

---

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های [www.iso.org/obp](http://www.iso.org/obp) و [www.electropedia.org/](http://www.electropedia.org/) قابل دسترس است.

#### ۴ تعیین چگالی بتن سخت شده

##### ۱-۴ کلیات

این روش آزمون برای بتن سبک، معمولی و سنگین کاربرد دارد.  
این روش آزمون در بین بتن سخت شده در حالات زیر تفاوت دارد:

– به صورت دریافت شده<sup>۱</sup> (بدون عملیات اضافی)؛

– اشباع شده؛

– خشک شده در گرم‌خانه.

جرم و حجم آزمونه بتن سخت شده تعیین شده و چگالی آن محاسبه می‌گردد.

##### ۲-۴ وسایل

۱-۲-۴ کولیس قطر سنج و خطکش، قادر به اندازه‌گیری ابعاد آزمونه تا محدوده  $\pm 0,5\%$

۲-۲-۴ ترازو، مجهز به رکاب برای وزن کردن آزمونه در هوا و آب تا درستی  $0,1\%$  جرم (به شکل ۱ مراجعه شود).

۳-۲-۴ مخزن آب، مجهز به وسیله‌ای جهت نگهداشتن آب در سطحی ثابت و دارای اندازه کافی به طوری که امکان غوطه‌ور کردن کامل آزمونه روی رکاب در آب را تا عمقی ثابت فراهم کند. (به شکل ۱ مراجعه شود).

۴-۲-۴ گرم‌خانه تهویه‌دار، با قابلیت نگهداری دما در  $10,5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

##### ۳-۴ آزمونه‌ها

حداقل حجم آزمونه باید ۱ l باشد. اگر حداکثر اندازه اسمی سنگ‌دانه از ۲۵ mm تجاوز کند، حداقل حجم آزمونه برحسب  $\text{mm}^3$  نباید کمتر از  $50 D^3$  باشد، که در آن  $D$  حداکثر اندازه اسمی سنگ‌دانه درشت برحسب mm است.

معمولاً توصیه می‌شود برای تعیین چگالی، از کل آزمونه دریافتی استفاده شود.

اگر شکل و اندازه آزمونه به گونه‌ای است که امکان استفاده از کل آن نباشد، می‌توان آزمونه کوچک‌تری مطابق با الزامات ارائه شده در بالا، از آزمونه اصلی با اره برید.

#### ۴-۴ روش‌های اجرای آزمون

##### ۱-۴-۴ کلیات

##### ۱-۱-۴-۴ واسنجی وسایل

وسایل مورد استفاده باید در زمان استفاده واسنجی باشد. توصیه می‌شود ترازو، وسیله وزن کردن آزمون‌ها در آب و گرم‌خانه حداقل یک بار در سال واسنجی شوند.

##### ۲-۱-۴-۴ تعیین جرم

این استاندارد تعیین جرم آزمون را در سه حالت زیر مجاز می‌داند:

الف- به صورت دریافت شده؛

ب- اشباع شده از آب؛

پ- خشک شده در گرم‌خانه.

##### ۳-۱-۴-۴ تعیین حجم

این استاندارد سه روش را برای تعیین حجم آزمون مجاز می‌داند:

الف- از طریق جابه‌جایی آب (روش مرجع)؛

ب- از طریق محاسبه، با استفاده از اندازه‌گیری‌های واقعی؛

پ- برای مکعب‌ها از طریق محاسبه، با استفاده از ابعاد معین بررسی شده.

##### ۲-۴-۴ جرم آزمون به صورت دریافت شده

آزمون به صورت دریافت شده را تا درستی  $\pm 0.1\%$  جرم آزمون وزن کنید.

مقدار را برحسب kg و به صورت  $m_r$  ثبت کنید.

##### ۳-۴-۴ جرم آزمون اشباع شده با آب

آزمون را در آب در دمای  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  تا زمانی که جرم آن در مدت ۲۴ h به مقدار کمتر از  $0.2\%$  تغییر کند، غوطه‌ور کنید. قبل از هر بار وزن کردن، آب باقی‌مانده را با استفاده از پارچه نمناک از سطح پاک کنید.

ممکن است فرض شود که آزمون‌های بتن معمولی که در آب به‌طور پیوسته به مدت حداقل ۷۲ h پیش از آزمون عمل آوری شده‌اند، این الزام را برآورده می‌سازند.

مقدار جرم اشباع شده را برحسب kg و به صورت  $m_s$  ثبت کنید.

یادآوری - در مناطق با اقلیم گرم، شرایط می‌تواند متفاوت باشد. در این صورت می‌توان از دمای جایگزین  $20 \pm 2$  استفاده کرد.

#### ۴-۴-۴ جرم آزمونه خشک شده در گرم‌خانه

آزمونه را در گرم‌خانه تهویه‌دار در دمای  $10.5 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$  تا زمانی که جرم آن در مدت ۲۴ h به مقدار کمتر از ۰٫۲٪ تغییر کند، خشک کنید.

پیش از هر بار وزن کردن آزمونه را تا دمایی نزدیک به دمای اتاق در یک ظرف خشک هوابندی شده یا دسیکاتور خنک کنید.

مقدار جرم خشک شده در گرم‌خانه را برحسب kg و به صورت  $m_o$  ثبت کنید.

#### ۵-۴-۴ حجم به‌دست آمده از طریق جابه‌جایی آب

##### ۱-۵-۴-۴ کلیات

این روش برای آزمونه‌هایی با هر شکلی مناسب است و تنها روش مناسب برای آزمونه‌های با شکل نامنظم می‌باشد.

آزمونه باید در شرایط اشباع باشد.

این روش برای آزمونه‌های بتن بدون ریزدانه، بتن تهیه شده با سنگ‌دانه سبک که در آب شناور می‌شود، بتن با خلل و فرج‌های بزرگ یا آزمونه‌هایی که مقدار رطوبت آن‌ها قرار نیست تغییر کند، مناسب نمی‌باشد. هر چند اگر پوششی نفوذناپذیر به آزمونه‌ها اعمال شده باشد، ممکن است این روش مورد استفاده قرار گیرد.

##### ۲-۵-۴-۴ تعیین جرم در آب

بگذارید وسیله هیدرواستاتیکی ترازو (رکاب در آب) به تعادل برسد. اطمینان حاصل کنید که رکاب خالی آویزان شده از ترازو کاملاً در مخزن آب غوطه‌ور شده است و اینکه رکاب با کف مخزن تماسی ندارد.

عمق غوطه‌وری رکاب و جرم ظاهری آن را برحسب kg و به صورت  $m_{st}$  ثبت کنید.

آزمونه را در رکاب قرار داده و به طور کامل در آب تا همان عمقی که رکاب خالی را غوطه‌ور کرده بودید، غوطه‌ور کنید.

مراقب باشید تا از گیر افتادن حباب‌های هوا در اطراف نمونه و روی رکاب اجتناب شود.

آزمونه و رکاب کاملاً غوطه‌ور شده را وزن کنید. جرم ظاهری ( $m_{st} + m_w$ ) را برحسب kg ثبت کنید.

#### ۳-۵-۴-۴ تعیین جرم در هوا

آزمونه را از رکاب بردارید و آب باقی مانده را با استفاده از یک پارچه مرطوب از سطوح پاک کنید. آزمونه را بر روی ترازو وزن کنید.

جرم آزمونه در هوا را برحسب kg و به صورت  $m_a$  ثبت کنید.

#### ۴-۵-۴-۴ محاسبه حجم

حجم آزمونه را با استفاده از فرمول ۱ محاسبه کنید:

$$V = \frac{m_a - [(m_{st} + m_w) - m_{st}]}{\rho_w} \quad (1)$$

که در آن:

$V$  حجم آزمونه، برحسب  $m^3$ ؛

$m_a$  جرم آزمونه در هوا، برحسب kg؛

$m_{st}$  جرم ظاهری رکاب غوطه‌ور شده، برحسب kg؛

$m_w$  جرم ظاهری آزمونه غوطه‌ور شده، برحسب kg؛

$\rho_w$  چگالی آب در دمای  $20^\circ C$  برحسب  $kg/m^3$  که  $998 kg/m^3$  در نظر گرفته می‌شود.

**یادآوری ۱-** در مناطق با اقلیم گرم، شرایط می‌تواند متفاوت باشد. در این صورت می‌توان چگالی آب را در دمای  $27^\circ C$  تعیین کرد و در نتیجه مقدار آن را  $997 kg/m^3$  در نظر گرفت.

**یادآوری ۲-** برای آزمونه‌هایی با شکل نامنظم، اندازه‌گیری حجم با استفاده از جابه‌جایی آب را می‌توان به‌وسیله یک ظرف واسنجی شده مناسب انجام داد.

#### ۶-۴-۴ حجم، با استفاده از اندازه‌گیری‌های واقعی

برای محاسبه حجم باید تنها آزمونه‌های آسیب‌نندیده، منشور مانند یا استوانه‌ای را مورد استفاده قرار داد.

در جایی که هیچ مستندی دال بر این که آزمونه در قالب واسنجیه شده، قالب‌گیری شده است، وجود نداشته باشد، هر یک از ابعاد باید مطابق با استاندارد ISO 1920-3 اندازه‌گیری شوند.

میانگین اندازه‌گیری‌های واقعی در نظر گرفته شده و ثبت شده برای هر بعد باید برای محاسبه حجم آزمونه،  $V$ ، برحسب  $m^3$  مورد استفاده قرار گرفته و تا چهار رقم معنی‌دار گرد شود.

#### ۷-۴-۴ حجم، با استفاده از ابعاد معین بررسی شده

برای محاسبه حجم باید تنها آزمونه‌های آسیب‌نندیده، منشور مانند یا استوانه‌ای را مورد استفاده قرار داد.

در جایی که مستندی دال بر این که نمونه‌ها در قالب‌های واسنجی شده ساخته شده‌اند، وجود داشته باشد (به استاندارد ISO 1920-3 مراجعه شود)، باید تنها بررسی شود که هر بعد در محدوده  $\pm 0.5\%$  اندازه تعیین شده باشد.

حجم نمونه،  $V$ ، باید از ابعاد معین شده محاسبه گردیده و برحسب  $m^3$  بیان شده و تا چهار رقم معنی‌دار گرد شود.

یادآوری - نمونه‌های آسیب‌نندیده، عاری از هر گونه ترک یا اثرات جدایی دانه‌ها می‌باشند.

#### ۸-۴-۴ نتیجه آزمون

چگالی را با استفاده از مقدار تعیین شده برای جرم نمونه و حجم آن با استفاده از فرمول ۲ محاسبه کنید:

$$D = \frac{m}{V} \quad (2)$$

که در آن:

$D$  چگالی که مرتبط با شرایط آزمون و روش تعیین حجم می‌باشد، برحسب  $kg/m^3$ ؛

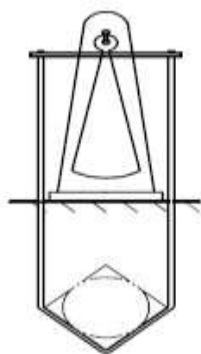
$m$  جرم نمونه در شرایط آزمون، برحسب  $kg$ ؛

$V$  حجم، تعیین شده به روشی ویژه، برحسب  $m^3$  می‌باشد.

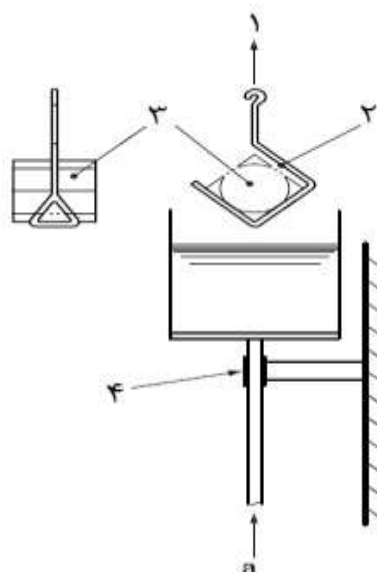
شرایط آزمون در زمان آزمون (به زیربند ۴-۴-۱-۲ مراجعه شود) و روش مورد استفاده برای تعیین حجم آزمون (به زیربند ۴-۴-۱-۳ مراجعه شود) را گزارش کنید.

نتیجه تعیین چگالی را با تقریب  $10 kg/m^3$  بیان کنید.

یادآوری - با توجه به دقت روش تعیین چگالی به پیوست الف مراجعه شود.



ب- شکل جایگزین رکاب آویزان در بالای مکانیزم ترازو



الف- رکاب آویزان در زیر مکانیزم ترازو

راهنما:

- ۱ ترازو
- ۲ رکاب
- ۳ آزمونۀ بتن
- ۴ هادی

a مخزن آب به طور عمودی حرکت می کند.

شکل ۱- تنظیم نوعی رکاب برای تعیین حجم آزمونۀ های بتن از طریق جابه جایی آب

## ۵ تعیین نفوذ آب تحت فشار

### ۱-۵ اصول

این روش عمق نفوذ آب تحت فشار در بتن سخت شده ای را تعیین می کند که با آب عمل آوری شده، به صورت دریافت شده، اشباع یا خشک شده در گرمخانه است (در آزمایشگاه قالب گیری شده یا مغزه های آنها از محل هایشان استخراج شده است).

آب تحت فشار به سطح بتن سخت شده اعمال می شود. آن گاه آزمونۀ شکافته شده و عمق نفوذ آب به سمت جلو ثبت و اندازه گیری می شود.

### ۲-۵ وسایل

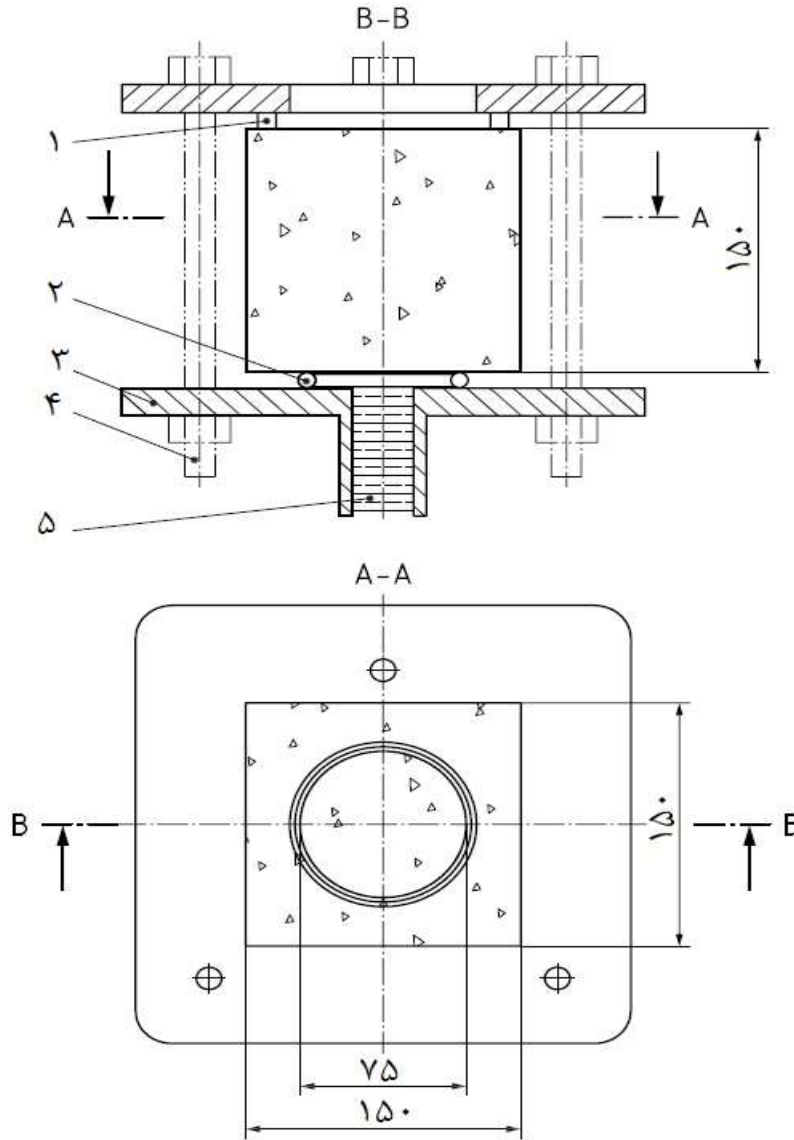
۱-۲-۵ تجهیزات آزمون، که باید متشکل از هر تجهیزاتی باشد که آزمونۀ با ابعاد معین در آن قرار گیرد به شیوه ای که فشار آب بتواند بر ناحیه آزمون عمل کرده و فشار اعمال شده به طور پیوسته، نمایش داده شود.

مثالی از چیدمان آزمون در شکل ۲ نشان داده شده است.



ترجیح بر این است که وسایل آزمون امکان مشاهده سایر وجوه آزمون را بدهند. فشار آب ممکن است به سطح آزمون از پایین به بالا یا از بالا به پایین اعمال شود. باید از یک آب‌بند مناسب که از لاستیک یا مواد مشابه دیگری ساخته شده است، استفاده کرد تا آب‌بندی لازم را فراهم کند. ابعاد ناحیه آزمون باید تقریباً نصف طول ضلع یا قطر سطح آزمون باشد.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راهنما:

- |   |              |   |               |
|---|--------------|---|---------------|
| ۱ | قطعه آب‌بندی | ۴ | میله رزوه شده |
| ۲ | حلقه درزبندی | ۵ | آب تحت فشار   |
| ۳ | صفحه پیچ شده |   |               |

شکل ۲- مثالی از چیدمان آزمون

## ۵-۲-۲ برس سیمی

ابزاری دستی متشکل از موهای زبر ساخته شده از سیم، اغلب سیم فولادی، و یک دسته می‌باشد.

## ۵-۳ آزمون

آزمونه آسپ‌نندیده باید مکعبی، استوانه‌ای یا منشوری با حداقل طول ضلع یا قطر ۱۵۰ mm باشد. از مغزه یا آزمونه‌های بریده شده با اره نیز ممکن است استفاده شود.

نسبت ارتفاع به طول ضلع (یا ارتفاع به قطر) باید بزرگتر یا مساوی ۰/۵ باشد، اما ارتفاع نباید کمتر از ۱۰۰ mm باشد.

در حالی که توصیه می‌شود ابعاد آزمونه به طور کلی مطابق با استاندارد ISO 1920-3 باشد، رواداری‌ها برای این آزمون اهمیت ندارند.

یادآوری - آزمونه‌های آسپ‌نندیده، عاری از هر گونه ترک یا اثرات جدایی دانه‌ها می‌باشند.

## ۵-۴ روش اجرای آزمون

### ۵-۴-۱ آماده‌سازی و تثبیت شرایط آزمونه

آزمون را می‌توان بر روی موارد زیر انجام داد:

- آزمونه‌اشباع شده؛

- آزمونه خشک شده در گرم‌خانه؛

- آزمونه‌های به صورت دریافت شده (مغزه‌های بریده شده از سازه‌های موجود).

آزمونه اشباع شده باید به مدت ۲۸ روز مطابق با استاندارد ISO 1920-3 با آب عمل‌آوری شده باشد. آزمایشگاه، آزمونه اشباع شده با حداکثر رطوبت نسبی ۵۰٪ را در مدت حداقل ۱۴ روز خشک می‌کند. در صورتی که آزمونه، بتن اشباع شده باشد، توصیه می‌شود در سطح آن هیچ آب سطحی که به آسانی در دسترس باشد، وجود نداشته باشد.

در صورتی که آزمونه، بتن خشک شده در گرم‌خانه باشد، توصیه می‌شود به مدت ۳ روز در یک محفظه محیطی تحت دما و رطوبت نسبی کنترل شده به ترتیب  $50^{\circ}\text{C}$  و ۸۰٪ و به دنبال آن ۱۰ روز انبارش در یک ظرف آب‌بندی شده در دمای  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (برای کشورهای استوایی  $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) پیش تثبیت شرایط شود.

آزمون را هنگامی که آزمونه‌ها حداقل ۲۸ روز عمر دارند، آغاز کنید. پس از این که آزمونه قالب‌برداری شد، فوراً سطح نمونه را با برس سیمی زبر کنید تا لایه سطحی و سست خمیر سیمان در صورت وجود از روی سطح آزمون برداشته شود، به طوری که آزمونه در معرض فشار آب قرار گیرد. در صورتی که آزمونه‌های به

صورت دریافت شده، از سازه‌های موجود استخراج شده باشند، ممکن است سطح بریده شده زیر شده با ماسه‌پاشی مورد استفاده قرار گیرد.

#### ۵-۴-۲ اعمال فشار آب

آب مورد استفاده با آب شیر قابل شرب (لوله‌کشی شهری) باشد.

آزمونه را در وسیلهٔ آزمون قرار داده و فشار آب  $50 \text{ kPa} \pm 500 \text{ kPa}$  را به مدت  $2 \text{ h} \pm 72 \text{ h}$  اعمال کنید. فشار آب را به سطح ماله‌کشی شدهٔ آزمون اعمال نکنید.

در طول مدت آزمون، در فواصل معین ظاهر سطوحی از آزمون که در معرض فشار آب قرار ندارند را مشاهده کنید تا متوجه وجود آب شوید. اگر نشت آب مشاهده شد، آن‌گاه چگونگی آن را ثبت و اعتبار نتیجه را بررسی کنید.

#### ۵-۴-۳ بررسی آزمون

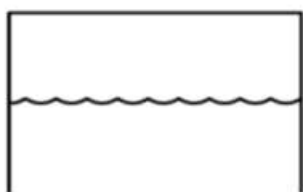
پس از آن که فشار آب به مدت  $2 \text{ h} \pm 72 \text{ h}$  اعمال شد، آزمون را از وسیلهٔ آزمون بردارید. وجهی را که فشار آب بر روی آن اعمال شده است را پاک کنید تا آب اضافی برداشته شود.

فوراً آزمون را در جهت عمود بر وجهی که فشار آب بر روی آن اعمال شده است، دو نیم کنید. در هنگام دو نیم کردن آزمون و در طول بررسی آن، وجهی از آزمون که فشار آب بر روی آن اعمال شده است را رو به پایین قرار دهید.

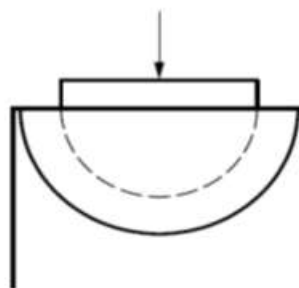
به محض این که سطح دو نیم شده، تا حدی که بتوان نفوذ آب به سمت جلو را به وضوح دید، خشک شد، جبههٔ آب را روی آزمون نشانه‌گذاری کنید.

توصیه می‌شود جبههٔ آب با جبهه‌های نفوذ آب قابل قبول مقایسه شود. (به شکل ۳ مراجعه شود).

اگر جبههٔ آب قابل قبول باشد، حداکثر عمق نفوذ زیر ناحیهٔ آزمون را اندازه‌گیری کرده و آن را با تقریب mm ثبت کنید.



ب- غیر قابل قبول



الف- قابل قبول

شکل ۳- جبهه‌های آب

## ۵-۵ نتیجه آزمون

حداکثر عمق نفوذ که با تقریب mm بیان می‌شود، نتیجه آزمون می‌باشد.

## ۶ گزارش آزمون

### ۱-۶ کلیات

گزارش آزمون (به پیوست ب مراجعه شود.) علاوه بر الزامات برای هر روش آزمون، باید شامل موارد زیر نیز باشد:

الف- شناسه آزمون؛

ب- موقعیت محل آزمون؛

پ- زمان / تاریخ دریافت آزمون؛

ت- هر گونه انحراف از روش‌های آزمون استاندارد؛

ث- اظهارنامه توسط شخصی که از نظر فنی مسئول انجام آزمون مطابق با این استاندارد به جز موارد اشاره شده در مورد ت می‌باشد.

### ۲-۶ گزارش آزمون چگالی

علاوه بر الزامات زیربند ۶-۱، گزارش آزمون چگالی باید شامل موارد زیر باشد:

- توصیف آزمون (مانند مکعبی با اندازه ضلع ۱۰۰ mm، قطر مغزه ۱۵۰ mm)؛

- شرایط آزمون در زمان آزمون (به صورت دریافت شده، اشباع شده، خشک شده در گرم‌خانه)؛

- زمان / تاریخ تعیین جرم و حجم؛

- جرم آزمون؛

- روش تعیین حجم (اندازه معین بررسی شده / اندازه تعیین شده / جابه‌جایی آب)؛

- حجم آزمون؛

- چگالی محاسبه شده آزمون.

### ۳-۶ گزارش آزمون عمق نفوذ آب

علاوه بر الزامات زیربند ۶-۱، گزارش آزمون عمق نفوذ آب باید شامل موارد زیر باشد:

- نوع آزمون (اشباع شده و عمل‌آوری شده با آب، خشک شده در گرم‌خانه یا به صورت دریافت شده)؛

- شکل و اندازه آزمون؛

- تاریخ شروع آزمون؛
- جهت اعمال فشار آب (به بالا یا پایین آزمونه، عمود بر یا موازی با جهت قالب‌گیری)؛
- هرگونه انحراف جبهه نفوذ آب از انواع قابل قبول؛
- حداکثر عمق نفوذ برحسب mm؛
- هرگونه نشت و بررسی دقیق اعتبار نتیجه آزمون (در صورت اقتضا)؛
- منحنی جبهه نفوذ؛
- سن آزمونه در هنگام آزمون.

پیوست الف  
(آگاهی دهنده)

دقت روش تعیین چگالی

داده‌های دقت در جدول الف-۱ ارائه شده‌اند. این داده‌ها برای مقادیر اندازه‌گیری شده چگالی در گستره  $2300 \text{ kg/m}^3$  تا  $2400 \text{ kg/m}^3$  که بر روی مکعب‌های بتن گرفته شده از نمونه یکسان، انجام شده و تحت شرایطی که هر نتیجه آزمون از یک تعیین چگالی اشباع شده واحد از یک مکعب واحد به دست آمده است، کاربرد دارد. این داده‌ها نشان‌دهنده تغییرپذیری هستند که در هنگام نمونه‌برداری، ساخت و عمل‌آوری مکعب‌ها (مطابق با استاندارد ISO 1920-3) و نیز در اندازه‌گیری چگالی آن‌ها رخ می‌دهد.

جدول الف-۱- داده‌های دقت برای اندازه‌گیری‌های چگالی اشباع شده بتن سخت شده

شرایط تجدیدپذیری		شرایط تکرارپذیری		روش آزمون
$R$ $\text{kg/m}^3$	$S_R$ $\text{kg/m}^3$	$r$ $\text{kg/m}^3$	$S_r$ $\text{kg/m}^3$	
از طریق محاسبه:				
۵۷	۲۰/۵	۳۹	۱۳/۹	مکعب‌های ۱۰۰ mm
۵۷	۲۰/۵	۲۸	۹/۹	مکعب‌های ۱۵۰ mm
از طریق جابه‌جایی آب:				
۳۶	۱۲/۸	۱۸	۶/۵	مکعب‌های ۱۰۰ mm
۳۰	۱۰/۶	۱۸	۶/۴	مکعب‌های ۱۵۰ mm

**یادآوری ۱-** تفاوت بین دو نتیجه آزمون از نمونه‌ای یکسان توسط یک آزمون‌گر با استفاده از وسیله‌ای یکسان در کوتاه‌ترین فاصله زمانی امکان‌پذیر، به طور متوسط در بیش از یک مورد در ۲۰ مورد اجرای عادی و صحیح روش آزمون، از مقدار تکرارپذیری،  $r$ ، تجاوز نمی‌کند.

**یادآوری ۲-** نتایج آزمونی که بر روی نمونه‌ای یکسان در کوتاه‌ترین فاصله زمانی امکان‌پذیر توسط دو آزمون‌گر، هر یک با استفاده از وسیله خودشان به دست آمده است، به طور متوسط در بیش از یک مورد در ۲۰ مورد اجرای عادی و صحیح روش آزمون، با مقدار تجدیدپذیری،  $R$ ، تفاوت ندارد.

**یادآوری ۳-** برای اطلاعات بیش‌تر درباره دقت و برای تعاریف اصطلاحات آماری مورد استفاده در ارتباط با دقت به استاندارد ISO 5725 (تمام قسمت‌ها) مراجعه شود.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

مثال‌هایی از گزارش آزمون

ب-۱ مثالی از گزارش آزمون چگالی بتن سخت شده

سازمان آزمون

مشتری

مرجع گزارش آزمون تأیید صلاحیت

مکان آزمون

نمونه

تاریخ و زمان دریافت آزمون:

شناسه آزمون:

توصیف آزمون:

موارد غیرعادی آزمون:

جزئیات آماده‌سازی آزمون:

تاریخ/ زمان تعیین جرم و حجم آزمون:

تعیین جرم

شرایط آزمون در زمان آزمون: به صورت دریافت شده/ اشباع شده/ خشک شده در گرم‌خانه:

kg

جرم آزمون (kg) ( $m_s$  یا  $m_o$ ):

تعیین حجم

روش تعیین حجم: اندازه معین بررسی شده/ اندازه واقعی (اندازه‌گیری شده)/ جابه‌جایی آب

اندازه معین بررسی شده

ارجاع به واسنجی قالب

اندازه گیری های تأییدی: mm × ×

اندازه گیری های واقعی

اندازه گیری های تأییدی: mm × ×

حجم آزمون:

$$\boxed{m^3}$$

جابه جایی آب

جرم ظاهری رکاب غوطه ور شده

kg  $(m_{st})$

جرم ظاهری رکاب غوطه ور شده + آزمون غوطه ور شده

kg  $(m_{st} + m_w)$

جرم ظاهری آزمون

kg  $(m_w)$

جرم آزمون در هوا

kg  $(m_a)$

حجم آزمون =

$$\frac{m_a - [(m_{st} + m_w - m_{st})]}{998} \quad \boxed{m^3}$$

تعیین چگالی

چگالی آزمون در شرایط به صورت دریافت شده / اشباع شده / خشک شده در گرم خانه با تعیین حجم از طریق اندازه معین بررسی شده / اندازه واقعی / جابه جایی آب

$$\boxed{kg/m^3}$$

$$D = \frac{m}{V}$$

به جز موارد بالا، این آزمون مطابق با استاندارد ISO 1920-5 انجام شده است.

مسئولیت فنی

شخص مسئول:

نام:

سمت:

امضاء:

شناسه گزارش آزمون

شماره گزارش آزمون:

تاریخ صدور:



ب-۲ مثالی از گزارش آزمون عمق نفوذ آب

سازمان آزمون

مشتری

مرجع گزارش آزمون تأیید صلاحیت

مکان آزمون

مورد آزمون

تاریخ دریافت آزمون:

شناسه آزمون:

توصیف آزمون:

ابعاد:

روز

سن (اگر معلوم باشد) در زمان آزمون:

آزمون

تاریخ شروع آزمون:

جهت اعمال فشار آب:

زمان مشاهده:

مکان نشت (در صورت وجود):

بررسی اعتبار نتیجه آزمون:

نتیجه آزمون

mm

حداکثر عمق نفوذ آب:

به جز موارد بالا، این آزمون مطابق با استاندارد ISO 1920-5 انجام شده است.

مسئولیت فنی

سمت:

نام:

شخص مسئول:

امضاء:

شناسه گزارش آزمون

تاریخ صدور:

شماره گزارش آزمون:

یادآوری - منحنی نفوذ به پیوست ارسال می شود.

## کتابنامه

[1] ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) for measurement methods and results

یادآوری ۱- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۴۴۲: سال ۱۳۸۳، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری- قسمت ۱: تعاریف و اصول کلی، با استفاده از استاندارد ISO 5725-1: 1994/Cor 1:1998 تدوین شده است.

یادآوری ۲- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۴۴۲: سال ۱۳۸۴، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری- قسمت ۲: روش پایه برای تعیین تکرارپذیری و تجدیدپذیری روش اندازه‌گیری استاندارد، با استفاده از استاندارد ISO 5725-2: 1994/Cor 1:2002 تدوین شده است.

یادآوری ۳- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۷۴۴۲: سال ۱۳۸۳، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری- قسمت ۳: اندازه‌های میانی یک روش اندازه‌گیری استاندارد، با استفاده از استاندارد ISO 5725-3: 1994/Cor 1:2001 تدوین شده است.

یادآوری ۴- استاندارد ملی ایران شماره ۴-۷۴۴۲: سال ۱۳۸۹، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری- قسمت ۴: روش‌های پایه برای تعیین صحت در یک روش اندازه‌گیری، با استفاده از استاندارد ISO 5725-4: 1994 تدوین شده است.

یادآوری ۵- استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۹۷۰۷: سال ۱۳۹۳، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری- قسمت ۶: کاربرد عملی مقادیر درستی، با استفاده از استاندارد ISO 5725-6: 1994/Cor 1:2001 تدوین شده است.