



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۹۵۰

تجدیدنظر سوم

۱۴۰۰

INSO

2950

3rd Revision

2022

Modification of
ASTM D5/D5M:
2020

مواد قیری — تعیین درجه نفوذ —
روش آزمون

Bituminous materials —
Determination of penetration —
Test method

ICS: 93.080.20

استاندارد ملی ایران شماره ۲۹۵۰ (تجدیدنظر سوم): سال ۱۴۰۰

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 - 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 ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران 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 فنی 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 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 زیست محیطی 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 استاندارد کالاها 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 زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« مواد قیری - تعیین درجه نفوذ - روش آزمون »

رئیس:

اسماعیلی طاهری، محسن
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

زمانی فر، الهام
(دکتری شیمی معدنی)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ایار، پویان

(دکتری مهندسی عمران)

بزرگزاد، مهتری

(کارشناس شیمی)

پرویزی، سعید

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

پورشیرازی، محمدعلی

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

پورعبدالله، هادی

(کارشناس شیمی کاربردی)

ترکاشوند، مهدی

(کارشناسی مهندسی معدن)

حسین پور، محمد

(دکتری مهندسی عمران)

خانی، حامد

(دکتری مهندسی عمران)

سمت و / یا محل اشتغال

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شرکت پرشیا قیر توس

سندیکای شرکت‌های ساختمانی ایران

قیران پخش ستاره ایرانیان

شرکت ناژ

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

عضو هیات علمی دانشگاه یزد

سمت و / یا محل اشتغال

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت پالایش حصار مهران	ذوقی، فاطمه (کارشناسی شیمی کاربردی)
شرکت نفت پاسارگاد	راهی، محمد (کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)
شرکت نفت پاسارگاد	رسولی، بهزاد (کارشناسی صنایع شیمیایی)
شرکت ساختمانی کندوان پارس	صاحب‌الزمانی، سید حمیدرضا (دکتری مهندسی عمران)
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	صادقی، زهرا (کارشناس ارشد شیمی)
شرکت نفت جی	فروتن، سارا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	محمودی‌نیا، نادر (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	منصوریان، احمد (دکترای مهندسی عمران)
شرکت نفت پاسارگاد	منیعی، سحر (کارشناس ارشد شیمی)
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	مهاجرانی، نیکوسادات (کارشناس ارشد مهندسی عمران)

ویراستار

سازمان ملی استاندارد ایران

فلاح، عباس
(کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ خلاصه روش
۳	۵ اهمیت و کاربرد
۳	۶ وسایل
۷	۷ آماده‌سازی آزمون
۸	۸ شرایط آزمون
۸	۹ روش اجرا
۹	۱۰ گزارش آزمون
۱۰	۱۱ دقت و اریبی
۱۱	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد

منبع

پیش‌گفتار

استاندارد «مواد قیری- تعیین درجه نفوذ - روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۶۸ 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 پ، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای سومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در نهصد و پنجاه و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۴۰۰/۱۱/۹ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶ 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 ۲۹۵۰: سال ۱۳۸۶ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد زیر به روش «ترجمه تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

1- ASTM D5/D5M: 2020, Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials.

مواد قیری - تعیین درجه نفوذ - روش آزمون

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد آن را بیان نمی‌کند. 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^۱

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش آزمون برای تعیین درجه نفوذ قیرهای جامد^۲ و نیمه جامد^۳ است.
۲-۱ سوزن‌ها، ظروف و سایر موارد شرح داده شده در این روش آزمون برای تعیین درجه نفوذ تا مقدار حداکثر ۵۰۰^۴ کاربرد دارد.

یادآوری - برای اطلاع از شرایط آزمون و مقادیر دقت و اریبی نتایج آزمون باقیمانده امولسیون^۵ به بخش مربوط به آزمون درجه نفوذ در استاندارد ASTM D244 مراجعه شود.

۳-۱ در متن این استاندارد به یادآوری‌ها و زیرنویس‌هایی ارجاع شده است که حاوی مطالب توضیحی است. این یادآوری‌ها و زیرنویس‌ها (به استثنای موارد موجود در جدول‌ها و شکل‌ها) به عنوان الزامات استاندارد در نظر گرفته نمی‌شوند.

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 ملی ایران محسوب می‌شود.
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 آن مراجع برای این استاندارد الزام‌آور است.
استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM D8, Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۱۷: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری - مصالح راه‌ها و روسازی - واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ASTM D8: 2005 تدوین شده است.

۱ - توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۵ مراجعه شود) ارائه شده است.

2- Solid

3- Semi-Solid

۴ - واحد درجه نفوذ، دهم میلی‌متر است، حتی اگر نوشته نشود.

5- Emulsion residue

2-2 ASTM D36/D36M, Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۶۸: سال ۱۳۹۳، قیر و مواد قیری- تعیین نقطه نرمی قیر با ابزار حلقه و گلوله - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D36/36M: 2014 تدوین شده است.

2-3 ASTM D244, Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۳۵: سال ۱۳۹۴، قیر و مواد قیری- قیرهای امولسیون - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D244: 2009 تدوین شده است.

2-4 ASTM D3666, Specification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials

2-5 ASTM D8055, Guide for Selecting an Appropriate Electronic Thermometer for Replacing Mercury Thermometers in D04 Road and Paving Standards

2-6 ASTM E1, Specification for ASTM Liquid-in-Glass Thermometers

2-7 ASTM E77, Test Method for Inspection and Verification of Thermometers

2-8 ASTM E563, Practice for Preparation and Use of an Ice-Point Bath as a Reference Temperature

2-9 ASTM E644, Test Methods for Testing Industrial Resistance Thermometers

2-10 AASHTO T49, Standard Method of Test for Penetration of Bituminous Materials

2-11 ANSI B46.1, Surface Texture

2-12 ISO 468 Surface Roughness – Parameters, Their Values and General Rules for Specifying Requirements

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM D8، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

درجه نفوذ

penetration

میزان قوام^۱ یک ماده قیری است که بر مبنای اندازه نفوذ یک سوزن استاندارد با وزن مشخص در راستای قائم (بر حسب mm ۰/۱) به درون یک نمونه قیر با دمای معین در یک مدت تعریف شده بیان می‌شود.

۴ خلاصه روش آزمون

۴-۱ آزمون قیر تحت شرایط کنترل شده، ابتدا ذوب شده و سپس سرد می‌شود. با استفاده از یک دستگاه نفوذسنج که به وسیله آن یک سوزن استاندارد تحت شرایط معین به آزمون وارد می‌گردد، میزان نفوذ اندازه‌گیری می‌شود.

۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ آزمون نفوذ برای اندازه‌گیری قوام به کار می‌رود. درجه نفوذ بیشتر، نشان‌دهنده قوام کمتر است.

یادآوری - کیفیت نتیجه‌های به دست آمده از این استاندارد به مهارت آزمایش‌گرها و ظرفیت، واسنجی و مناسب بودن تجهیزات و وسایل به کار رفته بستگی دارد. مؤسسه‌هایی که الزامات استاندارد ASTM D3666 برآورده می‌کنند، عموماً توانایی انجام درست و بی‌انحراف آزمون، نمونه‌برداری، بازرسی و غیره را دارند. کاربران این استاندارد آگاه باشند که پیروی از معیارهای استاندارد ASTM D3666 به تنهایی تضمین‌کننده اعتبار نتیجه‌ها نیست. معتبر بودن نتیجه‌ها به عوامل بسیاری بستگی دارد و استاندارد ASTM D3666 ابزاری برای ارزیابی تعدادی از آنها را فراهم می‌آورد.

۶ وسایل

۶-۱ دستگاه نفوذ

هر دستگاهی که نگه‌دارنده سوزن (رقاصک^۱) آن در راستای قائم و با اصطکاک ناچیز حرکت کند و بتواند عمق نفوذ را تا نزدیک‌ترین ۰.۱ mm نشان دهد، قابل قبول خواهد بود. وزن نگه‌دارنده سوزن باید (47.5 ± 0.5) g بوده و وزن مجموعه سوزن و نگه‌دارنده باید (50.0 ± 0.5) g باشد. با توجه به این که آزمون نفوذ در شرایط مختلف با وزن‌های ۱۰۰ g و ۲۰۰ g انجام می‌شود، وزنه‌های (50.0 ± 0.5) g و (100 ± 0.5) g نیز باید برای آن شرایط تهیه شود. سطحی که ظرف آزمون روی آن قرار می‌گیرد، باید مسطح بوده و زاویه نگه‌دارنده سوزن با این سطح حدود 90° باشد. بهتر است دستگاه دارای یک شاخص تراز کردن باشد. به منظور کنترل وزن نگه‌دارنده سوزن باید بتوان آن را به آسانی از دستگاه جدا کرد.

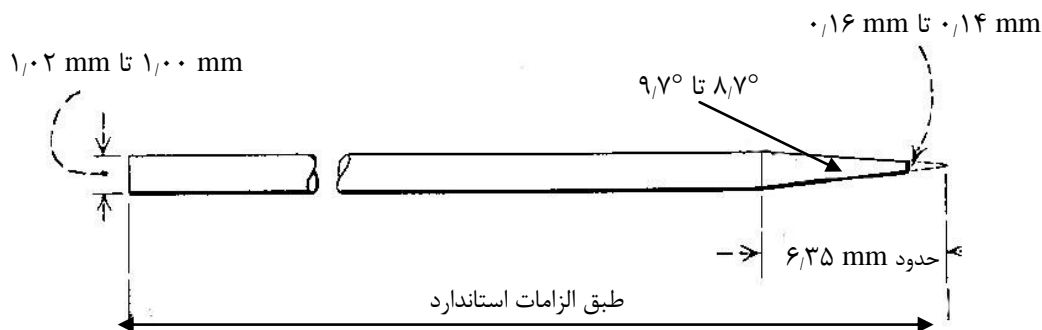
۶-۱-۱-۱ صحت عملکرد شاخص تراز کردن دستگاه باید دست کم سالانه با یک تراز دستی تأیید شود.

۶-۲ سوزن نفوذ

۶-۲-۱ سوزن باید از جنس فولاد سخت کاری شده ضدزنگ آبداده، نوع C-۴۴۰ یا معادل آن با سختی HRC ۵۴ تا ۶۰ ساخته شود. طول سوزن استاندارد باید حدود ۵۰ mm و طول سوزن‌های بلند حدود ۶۰ mm بوده و قطر آنها باید ۱.۰۰ mm تا ۱.۰۲ mm باشد. انتهای سوزن باید به شکل مخروطی با زاویه حدود 87° تا

۹,۷° درجه باریک شود. مخروط باید با محور سوزن هم راستا بوده و کل انحراف خط تقاطع بین سطح قسمت مخروطی و سطح قسمت مستقیم، در راستای محور سوزن، نباید از ۰,۲ mm بیشتر باشد. نوک تراشیده شده قسمت مخروطی سوزن باید دارای قطری در محدوده ۰,۱۴ mm تا ۰,۱۶ mm بوده و زاویه آن با محور سوزن در حدود ۲° درجه باشد (به شکل شماره ۱ مراجعه شود). همه لبه‌های سطح تراش خورده نوک مخروط باید عاری از برآمدگی و تیزی باشد. مقدار میانگین حسابی مربوط به ارتفاع زبری سطح (Ra) مخروط تراشیده شده سوزن، در صورت اندازه‌گیری بر اساس استاندارد ANSI B46.1 یا استاندارد ISO 468 باید در حدود ۰,۲ μm تا ۰,۳ μm باشد. ارتفاع زبری سطح (Ra) قسمت ساق سوزن نیز باید ۰,۲۵ μm تا ۰,۱۲۵ μm باشد. سوزن باید به یک سوزن‌گیر از جنس فلز غیرخورنده متصل شده باشد. قطر سوزن‌گیر باید (۰,۵ ± ۰,۲) mm و طول آن باید (۱ ± ۰,۳۸) mm باشد. طول نمایان شده سوزن استاندارد باید در حدود ۴۰ mm تا ۴۵ mm و طول نمایان شده سوزن بلند در حدود ۵۰ mm تا ۵۵ mm باشد. سوزن باید به‌طور محکم به سوزن‌گیر متصل شده باشد. انحراف نوک سوزن (خوانش شاخص کل) و هر قسمتی از سوزن نسبت به محور سوزن‌گیر نباید بیش از ۱ mm باشد. وزن مجموعه سوزن‌گیر و سوزن باید (۰,۵ ± ۰,۲۵) g باشد (برای تنظیم وزن می‌توان یک سوراخ در انتهای سوزن‌گیر یا یک پخی در اطراف آن ایجاد کرد). علائم شناسه انحصاری باید بر روی سوزن‌گیر حک شود و یک شناسه واحد نباید توسط یک سازنده در یک دوره سه ساله مجدداً استفاده شود.

۲-۲-۶ سوزن‌های مورد استفاده در آزمون‌های کنترل کیفیت و بررسی مطابقت ویژگی‌های قیر با مشخصات استاندارد، باید الزامات زیرین ۱-۲-۶ را برآورده سازند. سوزن‌ها باید هر دوازده ماه بررسی شوند.



شکل ۱- سوزن برای آزمون نفوذ

۳-۶ ظرف آزمون

یک ظرف استوانه‌ای فلزی یا شیشه‌ای ته‌صاف با ابعاد بیان شده در جدول ۱ باید استفاده شود.

یادآوری - ظروف فلزی به قطر و ارتفاع برابر ۵۵ mm و ۳۵ mm، ۷۰ mm و ۴۵ mm و ۸۰ mm و ۵۰ mm، عموماً در بازار موجود هستند.

جدول ۱- ابعاد ظرف آزمون

ارتفاع داخلی ظرف (mm)	قطر ظرف (mm)	محدوده درجه نفوذ
۸ - ۱۶	۳۳ - ۵۰	کمتر از ۴۰
۳۴ - ۴۰	۴۸ - ۵۶	کمتر از ۲۰۰
۴۵ - ۷۰	۵۵ - ۸۰	بین ۲۰۰ و ۳۵۰
۷۰ - ۸۰	۵۵ - ۷۰	بین ۳۵۰ و ۵۰۰

یادآوری - ظروف فلزی به قطر و ارتفاع برابر ۵۵ mm و ۳۵ mm، ۷۰ mm و ۴۵ mm و ۸۰ mm و ۵۰ mm، عموماً در بازار موجود هستند.

۱-۳-۶ در آزمون‌های داوری، برای قیرهایی با درجه نفوذ کمتر از ۲۰۰ از ظرف آزمون به قطر و ارتفاع ۵۵ mm و ۳۵ mm، قیرهایی با درجه نفوذ بین ۲۰۰ و ۳۵۰ از ظرف آزمون به قطر و ارتفاع ۷۰ mm و ۴۵ mm و قیرهایی با درجه نفوذ بیشتر از ۳۵۰ از ظرف آزمون به قطر و ارتفاع برابر ۷۰ mm و ۸۰ میلی‌متر استفاده شود.

۴-۶ حمام آب

حمامی با قابلیت نگهداری دمای آب در $(25 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ یا هر دمای آزمون دیگری در محدوده 0.1°C استفاده می‌شود. حمام باید دارای یک طبقه مشبک باشد که محل قرارگیری آن حداقل ۵۰ mm بالاتر از کف و حداقل ۱۰۰ mm پایین‌تر از سطح مایع درون حمام باشد. اگر در نظر باشد که آزمون درجه نفوذ درون حمام انجام شود، باید یک طبقه اضافی با استحکام کافی برای نگهداری دستگاه نفوذسنج درون حمام تعبیه شود. برای تعیین درجه نفوذ در دماهای پایین می‌توان درون حمام از آب شور استفاده کرد.

یادآوری - استفاده از آب مقطر برای حمام پیشنهاد می‌گردد. از آلودگی آب درون حمام با مواد فعال در سطح، مواد جداکننده یا سایر مواد شیمیایی جلوگیری کنید. این آلودگی‌ها ممکن است در مقادیر درجه نفوذ به‌دست آمده تأثیر بگذارد.

۵-۶ ظرف انتقال

در صورت استفاده، ظرف انتقال باید دارای گنجایش حداقل ۳۵۰ mL با عمق کافی آب برای پوشش ظرف بزرگ آزمون باشد. این ظرف همچنین باید ابزار مناسبی برای قرارگیری محکم و جلوگیری از حرکت ظرف آزمون داشته باشد. به این منظور یک سه پایه با سه نقطه اتکا برای ظرف آزمون مناسب است.

۶-۶ ابزار زمان سنجی

برای نفوذسنج‌های دستی، استفاده از هرگونه ابزار زمان‌سنجی مناسب مانند زمان‌سنج الکتریکی، کرومومتر، یا دیگر وسایل فعال‌شونده با فنر امکان‌پذیر است، به شرط آنکه ریزنگری s ۰٫۱ یا کمتر داشته و درستی اندازه‌گیری آن برای یک مدت زمان s ۶۰، در محدوده s ۰٫۱ ± باشد. یک ثانیه‌شمار صوتی با تنظیم یک ضربان در هر s ۰٫۵ نیز می‌تواند استفاده شود. مدت زمان برای ۱۱ ضربان باید s (۰٫۱ ± ۵) طول بکشد. هر ابزار زمان‌سنجی خودکار که به دستگاه نفوذسنج متصل باشد، باید به‌دقت و اسنجی شود تا مدت زمان موردنظر برای آزمون را در محدوده s ۰٫۱ ± اعمال کند.

۶-۷ دماسنج

برای اندازه‌گیری دمای حمام آب بیان شده در زیربند ۶-۲ در حین انجام آزمون طبق بند ۹ این استاندارد از یک دماسنج مناسب استفاده می‌شود. این دماسنج باید یکی از موارد زیر باشد (به یادآوری زیربند ۶-۷-۶ مراجعه شود):

۶-۷-۱ یک دماسنج غوطه‌وری جزئی مایع در شیشه با محدوده اندازه‌گیری مناسب و ریزنگری و حداکثر خطای مقیاس °C ۰٫۱ مطابق با الزامات استاندارد ASTM E1 باشد. این دماسنج را طبق یکی از روش‌های استاندارد ASTM E77 استانداردسازی کنید یا استانداردسازی اولیه آن را در نقطه یخ طبق روش استاندارد ASTM E563 صحه‌گذاری کنید. اگر دماسنج مقدار °C (۰٫۱ ± ۰٫۱) را در نقطه یخ نشان ندهد، باید دوباره استانداردسازی شود.

۶-۷-۱-۱ دماسنج‌های مایع در شیشه مناسبی که به‌طور معمول استفاده می‌شوند، در جدول ۲ بیان شده است.

جدول ۲- دماسنج‌های شیشه‌ای مورد استفاده

محدوده اندازه‌گیری (°C)	شماره ASTM
۱۹ تا ۲۷	17C
-۸ تا +۳۲	63C
۲۵ تا ۵۵	64C

۶-۷-۲ دماسنج مقاومت پلاتینی (PRT)^۱ با قابلیت خوانش تا نزدیک‌ترین °C ۰٫۱، با درجه تحمل Pt 100 Class AA که دارای سه یا چهار خروجی سیم بوده و طول غلاف سرتاسری آن حداقل ۵۰ mm بزرگ‌تر از عمق غوطه‌وری باشد. مجموعه دماسنج مقاومت پلاتینی (شامل پروب و نمایشگر دما) را طبق روش‌های

^۱ Platinum Resistance Thermometer

استاندارد ASTM E644 استانداردسازی کنید. در صورت نیاز باید اصلاحاتی انجام شود تا از اندازه‌گیری صحیح دما در محدوده 0.1°C اطمینان حاصل شود.

۶-۷-۳ رزیستور کنترلی دما^۱ با غلاف فلزی و توانایی خوانش تا نزدیک‌ترین 0.1°C ، که طول غلاف سرتاسری آن حداقل 50 mm بزرگ‌تر از عمق غوطه‌وری باشد. مجموعه رزیستور کنترلی دما (شامل پروب و نمایشگر دما) را طبق روش استاندارد ASTM E644 استانداردسازی کنید. در صورت نیاز باید اصلاحاتی انجام شود تا از اندازه‌گیری صحیح دما در محدوده 0.1°C اطمینان حاصل شود.

یادآوری - راهنمایی بیشتر برای انتخاب گزینه‌های مناسب دماسنجی الکتریکی، به عنوان جایگزین دماسنج‌های جیوه در شیشه، در استاندارد ASTM D8055 بیان شده است.

۷ آماده‌سازی آزمون

۷-۱ چنانچه نمونه قیر دریافتی به اندازه کافی روان نباشد، آن را با دقت حرارت دهید و برای جلوگیری از افزایش موضعی دما، آن را همزمان با حرارت‌دهی هم بزنید تا برای ریختن، به حد کافی روان شود. هیچگاه دما نباید برای قیر قطرانی، بیش از 60°C بالاتر از نقطه نرمی مورد انتظار طبق روش استاندارد ASTM D36/D36M یا برای قیر نفتی، بیش از 90°C بالاتر از نقطه نرمی مورد انتظار باشد. نمونه‌ها را به کمترین مدت لازم برای اینکه به اندازه کافی روان شوند، حرارت دهید. نمونه را هم بزنید تا کاملاً یکنواخت گردد. از محبوس شدن حباب هوا در داخل نمونه جلوگیری کنید.

۷-۲ نمونه را در داخل ظرف آزمون تا ارتفاعی بریزید که وقتی آزمون تا دمای آزمون خنک شد، ارتفاع آن حداقل 1.2 برابر عمقی باشد که انتظار می‌رود سوزن تا آن عمق نفوذ کند. برای هر تغییر در شرایط آزمون، آزمون‌های جداگانه‌ای آماده کنید. چنانچه قطر ظرف آزمون کمتر از 65 mm باشد و انتظار رود که مقدار درجه نفوذ آزمون بیشتر از 200 باشد، برای هر تغییر در شرایط آزمون، سه آزمون جداگانه تهیه کنید. یادآوری - چنانچه مقدار نمونه مواد قیری کافی باشد، پیشنهاد می‌شود که ظرف آزمون تا نزدیکی لبه آن پر شود.

۷-۳ آزمون‌ها را در هوای 15°C تا 30°C خنک کنید. سپس ظروف آزمون را به همراه ظرف انتقال، در صورت استفاده، در حمام آبی قرار دهید که در دمای آزمون مورد نظر نگه‌داشته شده است. مدت خنک کردن آزمون در هوا و مدت هم‌دما شدن آزمون در حمام آب باید مطابق جدول ۳ باشد.

یادآوری - اگر شرایط اقتضا کند، مناسب است که ظروف آزمون را برای محافظت از گرد و غبار به‌طور مختصر بپوشانید. یک روش راحت برای انجام این کار، پوشاندن ظرف آزمون با یک بشر لبه‌دار یا شیشه ساعت معکوس است.

¹ Thermistor

جدول ۳- مدت زمان خنک شدن و هم‌دما شدن آزمون

مدت هم‌دما شدن در حمام آب (min)	مدت خنک شدن در هوا (min)	ابعاد ظرف آزمون (ارتفاع × قطر) (mm)
۲۰ تا ۴۰	۲۰ تا ۴۰	۳۳ × ۸
۴۵ تا ۹۰	۴۵ تا ۹۰	۳۳ × ۱۶ (یا کمتر)
۶۰ تا ۹۰	۶۰ تا ۹۰	۵۵ × ۳۵
۹۰ تا ۱۲۰	۹۰ تا ۱۲۰	بزرگتر از مورد فوق

۸ شرایط آزمون

۸-۱ در مواردی که شرایط آزمون مشخص نشده باشد، دمای آزمون، وزن سوزن و مدت زمان نفوذ باید به ترتیب، 25°C ، 100 g گرم و 5 s در نظر گرفته شود. شرایط دیگری که در جدول ۴ مشخص شده است، می‌تواند برای انجام آزمون در موارد خاص استفاده شود. در این موارد، شرایط انجام آزمون باید گزارش شود.

جدول ۴- حالت‌های خاص شرایط انجام آزمون نفوذ

مدت زمان نفوذ (s)	وزن سوزن (g)	دمای آزمون ($^{\circ}\text{C}$)
۶۰	۲۰۰	۰
۶۰	۲۰۰	۴
۵	۵۰	۴۵
۵	۵۰	۴۶٫۱

۹ روش اجرا

۹-۱ نگه‌دارنده سوزن (رقاصک) و مجرای هادی نگهدارنده سوزن را از نظر عدم وجود آب و مواد خارجی دیگر بررسی کنید. چنانچه انتظار می‌رود درجه نفوذ بیشتر از 350 باشد، از سوزن بلند و در غیر این صورت، از سوزن کوتاه استفاده کنید. سوزن نفوذ را با تولوئن یا یک حلال مناسب دیگر تمیز کرده، با پارچه تمیز خشک کنید و سوزن را در نگهدارنده آن در دستگاه نفوذسنج قرار دهید. اگر شرایط آزمون مشخص نشده باشد، وزنه 50 g را روی نگهدارنده سوزن قرار دهید تا وزن کل مجموعه سوزن، نگهدارنده و وزنه سربار به $(100 \pm 0.1)\text{ g}$ برسد.

۹-۲ اگر در نظر باشد آزمون نفوذ با دستگاه نفوذسنج قرار گرفته درون حمام انجام شود، ظرف آزمون را مستقیماً روی پایه دستگاه نفوذ که در آب غوطه‌ور شده است، قرار دهید. ظرف آزمون باید کاملاً در آب درون حمام فرو رفته باشد. اگر در نظر باشد آزمون نفوذ با دستگاه نفوذسنج خارج از حمام انجام شود، ظرف آزمون را

درون ظرف انتقال قرار داده و آب برداشته شده از حمام با دمای ثابت را درون ظرف انتقال بریزید تا ظرف آزمون را به طور کامل بپوشاند. سپس ظرف انتقال را روی پایه دستگاه نفوذسنج قرار دهید.

۳-۹ از شاخص تراز دستگاه نفوذسنج جهت اطمینان از تراز بودن دستگاه استفاده کنید.

۴-۹ عقربه یا شاخص دستگاه نفوذسنج را روی مقدار صفر تنظیم کنید یا مقدار قرائت گیج دستگاه را یادداشت کنید. سوزن را به آرامی پایین بیاورید تا نوک آن در تماس با سطح آزمون قرار گیرد. برای انجام این کار، سوزن را به اندازه‌ای پایین بیاورید که نوک واقعی سوزن با تصویر منعکس شده از آن روی سطح آزمون که با تاباندن نور یک لامپ قرار گرفته در محل مناسب ایجاد می‌شود، در تماس قرار گیرد. نگه‌دارنده سوزن را سریعاً به مدت مشخص شده آزاد کنید و سپس مقدار نفوذ را برحسب 0.1 mm اندازه‌گیری کنید. اگر ظرف حرکت کند، نتیجه آزمون را نادیده بگیرید.

۵-۹ اندازه‌گیری نفوذ سوزن را حداقل سه بار در نقاطی بر روی سطح آزمون که از لبه ظرف و از یکدیگر حداقل 10 mm فاصله داشته باشند، انجام دهید. اگر از ظرف انتقال استفاده می‌شود، آزمون و ظرف انتقال را در فاصله بین اندازه‌گیری‌ها به حمام با دمای ثابت برگردانید. برای هر اندازه‌گیری از یک سوزن تمیز استفاده کنید. اگر درجه نفوذ بیشتر از ۲۰۰ باشد، حداقل از سه سوزن برای آزمون استفاده کنید و سوزن‌ها را پس از استفاده درون آزمون باقی بگذارید، تا سه اندازه‌گیری انجام شود. اگر قطر ظرف آزمون کمتر از 65 mm بوده و درجه نفوذ مورد انتظار بیش از ۲۰۰ باشد، برای هر یک از سه ظرف آزمون آماده شده طبق زیربند ۷-۲ فقط یک اندازه‌گیری نفوذ انجام دهید.

یادآوری - اگر قطر ظرف آزمون 55 mm و درجه نفوذ مورد انتظار بیش از ۲۰۰ باشد، اغلب نمی‌توان بدون برخورد سوزن سوم با دو سوزن دیگر که درون آزمون باقی مانده است، نگه‌دارنده سوزن سوم را تنظیم کرد تا نوک آن با سطح آزمون در تماس قرار گیرد. برای آزمون‌های معمول کنترل کیفیت، استفاده از یک ظرف آزمون برای هر سه مرتبه اندازه‌گیری نفوذ با برداشتن سوزن‌های اول و دوم از درون آزمون قابل قبول است، به شرط آنکه اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار نفوذ از مقادیر مشخص شده در زیربند ۱۰-۱ بیشتر نشود.

۱۰ گزارش آزمون

۱-۱۰ میانگین سه اندازه‌گیری درجه نفوذ را که اختلاف بین بیشترین و کمترین آنها از مقادیر زیر بیشتر نباشد، به صورت نزدیک‌ترین عدد صحیح گزارش کنید:

درجه نفوذ	۰ تا ۴۹	۵۰ تا ۱۴۹	۱۵۰ تا ۲۴۹	۲۵۰ تا ۵۰۰
حداکثر اختلاف بین بیشترین و کمترین میزان نفوذ	۲	۴	۱۲	۲۰

۱۱ دقت و اریبی

۱-۱۱ مقادیر دقت برای این آزمون با استفاده از پایگاه داده‌های آزمون‌های مهارت آزمایشگاه‌های مرجع آشتو (AMRL) به دست آمده که شامل داده‌های آزمون‌های جفت بوده و تقریباً ۱۶۰۰۰ تکرار آزمون نفوذ در دمای °C ۲۵ و ۴۰۰۰ تکرار آزمون نفوذ در دمای °C ۴ را در بر می‌گیرد. همچنین مواد قیری برای پایگاه داده شامل قیرهای خالص تقطیری و قیرهای ترکیبی با مقدار درجه نفوذ در محدوده ۲۹ تا ۲۸۶ در دمای °C ۲۵ بوده است. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که دقت آزمون از معادلات زیر پیروی می‌کند: در معادلات زیر، x ، نتیجه آزمون نفوذ و σ ، انحراف معیار نتایج آزمون نفوذ است.

$$\begin{aligned} \sigma &= 0,8 && \text{اگر } x < 60, \text{ آنگاه} \Leftarrow \\ \sigma &= 0,8 + 0,03(x-60) && \text{اگر } x > 60, \text{ آنگاه} \Leftarrow \end{aligned} \quad \text{دقت یک آزمون گر در } 25^\circ\text{C}:$$

$$\begin{aligned} \sigma &= 2,5 && \text{اگر } x < 60, \text{ آنگاه} \Leftarrow \\ \sigma &= 2,5 + 0,05(x-60) && \text{اگر } x > 60, \text{ آنگاه} \Leftarrow \end{aligned} \quad \text{دقت چند آزمایشگاه در } 25^\circ\text{C}:$$

$$\sigma = 0,8 + 0,02(x) \quad \text{دقت یک آزمون گر در } 4^\circ\text{C}:$$

$$\sigma = 2,5 + 0,08(x) \quad \text{دقت چند آزمایشگاه در } 4^\circ\text{C}:$$

۱۱-۲ حداکثر اختلاف قابل قبول بین دو نتیجه (با اطمینان ۹۵٪) را می‌توان با ضرب کردن انحراف معیار تخمین زده شده در زیربند ۱-۱۱ در ضریب ۲/۸۳ و گرد کردن به نزدیک‌ترین عدد کامل تعیین کرد. ۱۱-۳ این روش آزمون بدون مقدار اریبی است، زیرا مقادیر نفوذ فقط براساس این روش آزمون تعیین می‌شود.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

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

الف-۱ بخش‌های حذف شده

- مقادیر اندازه‌گیری برحسب یکاهای SI می باشد و زیربند ۱-۳ حذف شده است.
- بند هشدار به ابتدای این استاندارد اضافه شده است و زیربند ۱-۵ و ۱-۶ حذف شده است.

الف-۲ بخش‌های جایگزین شده

- در زیربند ۳-۶ «ظرف آزمون» جایگزین عبارت «ظرف نمونه» شده است.

الف-۳ بخش‌های اضافه شده

- جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ اضافه شده است.