

INSO

16848

1st.Edition

Nov.2013



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۸۴۸

چاپ اول

آبان ۱۳۹۲

ارزیابی دوام قطعات دیواره حایل و سایر
محصولات مرتبط ساخته شده به روش قالب
گیری خشک در برابر یخزدن و آب شدن -
روش آزمون

**Evaluating the Freeze-Thaw Durability of
Dry-Cast Segmental Retaining Wall Units
and Related Concrete Units1- Test Method**

ICS:91.080.40

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، 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 نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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

« ارزیابی دوام قطعات دیواره حایل و سایر محصولات مرتبط ساخته شده به روش قالب‌گیری خشک در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن - روش آزمون »

رئیس:

صمدیان، بهروز

(دانشجوی دکترای عمران - مکانیک خاک)

سمت و / یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد
سنندج

دبیر:

مردوخ، شاهر

(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس اداره کل استاندارد استان کردستان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بهمنی، زانیار

(کارشناس مهندسی عمران)

مدیر کنترل کیفیت شرکت بنیاد بتن
کردستان

جواهری، هومن

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان کردستان

سالاری، بهزاد

(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس اداره کل میراث فرهنگی استان
کردستان

سالاری، علی اکبر

(کارشناس مهندسی عمران)

شهردار شهر بابا رشانی بیجار

سلطانی، اردلان هیوا

(کارشناس مهندسی مکانیک)

کارشناس اداره کل استاندارد استان کردستان

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد
سازمان ملی استاندارد ایران

کشاوری، محمد

(کارشناس ارشد شیمی)

کارشناس اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد
سازمان ملی استاندارد ایران

مجتبوی، علیرضا

(کارشناس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد
سازمان ملی استاندارد ایران

مولانایی، ادريس
(کارشناس مهندسی عمران)

عضو نظام مهندسی استان کردستان

پیش‌گفتار

استاندارد «ارزیابی دوام قطعات دیواره حایل و سایر محصولات مرتبط ساخته شده به روش قالب‌گیری خشک در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در چهارصد و سی و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۲/۰۸/۰۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM C1262:2010, Standard Test Method for Evaluating the Freeze-Thaw Durability of Dry-Cast Segmental Retaining Wall Units and Related Concrete Units

ارزیابی دوام قطعات دیواره حایل و سایر محصولات مرتبط ساخته شده به روش قالب- گیری خشک در برابر یخ زدن و آب شدن - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روشی برای ارزیابی مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن قطعات دیواره‌ی حایل (SRW)^۱ مطابق بند ۱-۲ و سایر محصولات مشابه است. نمونه‌های آزمون در محلول‌هایی مورد آزمون قرار می‌گیرند که این محلول‌ها از آب و یا محلول ۳ درصدی نمک، بسته به نوع مصرف این محصولات در شرایط واقعی، تهیه می‌شوند.

یادآوری ۱- محصولات بتنی مشابه شامل قطعات بتنی توخالی و توپر مورد استفاده در بنایی، آجرهای بتنی و بتن‌های نهایی مورد استفاده در سقف است.

این استاندارد برای ارزیابی و مشخص کردن تأثیر انجماد آب و ذوب شدن یخ بر روی قطعات دیواره‌ی حایل و سایر محصولات مرتبط در حضور آب و یا محلول‌های نمکی کاربرد دارد. این استاندارد قصد ایجاد یک ابزار و روش کمی برای تعیین میزان طول عمر برای یک نوع خاص از محصولات بتنی را ندارد.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود آزمایشگاه مجری این روش آزمون مطابق با استاندارد بند ۲-۴ مورد ارزیابی قرار گرفته باشد.

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن برعهده‌ی کاربر این استاندارد است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی شماره‌ی ۱۶۸۴۷، قطعات دیواره حایل با قالب گیری خشک - ویژگی‌ها

2-2 ASTM C140, Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units,

2-3 ASTM C1232 , Terminology of Masonry,

2-4 ASTM C1093, Practice for Accreditation of Testing Agencies for Masonry.

۳ اصطلاحات و تعاریف

اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۳ برای این استاندارد نیز به کار می‌رود.

۴ وسایل

۴-۱ محیط یخ‌زدن و آب‌شدن

استفاده از محیطی (اتاقک) که شامل موارد و خصوصیات زیر باشد:

۴-۱-۱ جریان هوای فشرده؛

۴-۱-۲ شامل یک کنترل‌کننده‌ی دما، با قابلیت برنامه‌ریزی جهت انجام حداقل دو چرخه‌ی یخ‌زدن-آب‌شدن در روز در هر بار آزمون و به‌صورت خودکار؛

۴-۱-۳ بازه دمایی حداقل بین $^{\circ}\text{C}$ (۲۴- تا ۳۸)؛

۴-۱-۴ قابلیت حفظ دمای هوای داخل محفظه در بازه‌ی تعریف شده در حین هر چرخه آزمون.

۴-۲ محفظه‌ها

استفاده از محفظه‌هایی با شرایط زیر:

۴-۲-۱ ساخته شده از مواد پلاستیکی غیر صلب؛

۴-۲-۲ حجم مناسب برای نگهداری هر نمونه و نگهدارنده‌های آزمون مطابق با آنچه در شکل ۱ نمایش داده شده است؛

۴-۲-۳ دارای ابعاد مناسب برای تامین حداقل فضای mm (۳ تا ۳۸) پیرامون نمونه برای حضور محلول؛

۴-۲-۴ دارای دریچه آب‌بند برای کاهش میزان تبخیر؛

۴-۲-۵ دارای سطح صاف مناسب و تراز به‌طوری‌که میزان تراز سطح نمونه از یک لبه نسبت به لبه مجاور و پس از قرار گیری داخل نگهدارنده از mm ۲ تجاوز نکند.

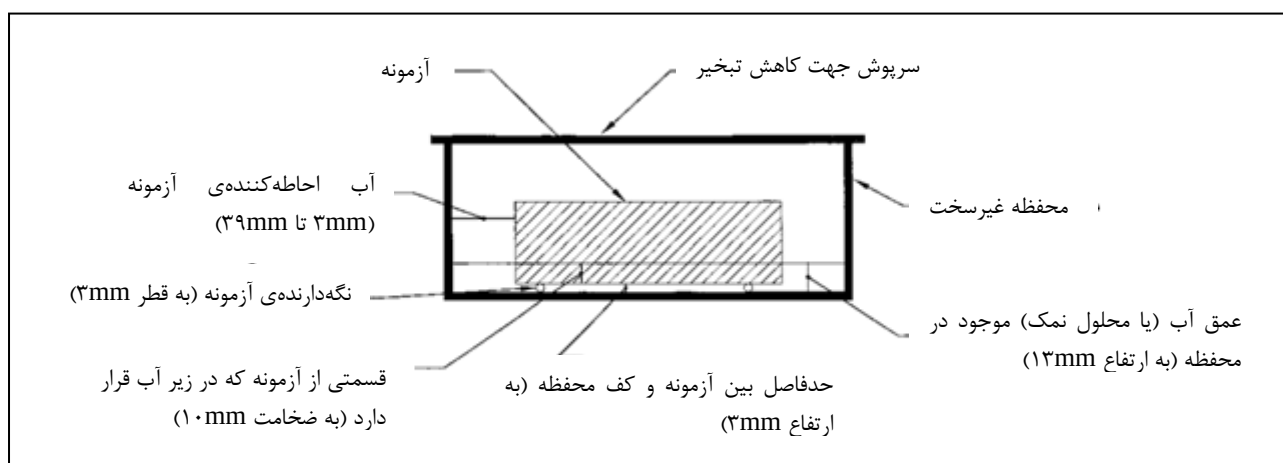
۴-۳ نگهدارنده‌های آزمون - نگهداری نمونه بالاتر از کف محفظه، که نمونه را بالاتر از ته ظرف نگه می‌دارد با مشخصات زیر:

۴-۳-۱ میله‌های با اندازه‌ی mm (1 ± 3) ؛

۴-۳-۲ ساخته شده از موادی مقاوم به خوردگی و جذب و با خاصیت صلب بودن (برنج، پلاستیک و شبیه آن)؛

۴-۳-۳ قابلیت و توانایی نگهداری نمونه در هر دو وجه طولی و عرضی (مطابق با یادآوری زیر).

یادآوری - نگهدارنده‌هایی با قابلیت تنظیم در راستای طولی و عرضی را می‌توان به‌عنوان نمونه‌هایی از نگهدارنده‌های مورد نظر نام برد.



شکل ۱- آزمون در ظرف یخ‌بندان و ذوب شدگی

۴-۴ تجهیزات اندازه‌گیری دما

۴-۴-۱ ابزار اندازه‌گیری دمای مرجع

ابزار اندازه‌گیری دما باید قابلیت نمایش و همچنین دقت برابر با $\pm 0.2^\circ\text{C}$ در طول بازه دمایی مورد استفاده داشته باشد. یک گواهی برای میزان صحت ابزار مورد نظر باید در آزمایشگاه برای بررسی موجود باشد. حداقل یک‌بار مایع داخل دماسنج را از لحاظ صحت بررسی کنید. میزان صحت پایداری خوانش دماسنج‌های مرجع مقاومتی را نیز هم‌چنین هر ۱۲ ماه یک‌بار بررسی کنید. وجود مستندات مربوط به بررسی این صحت با قابلیت ردیابی از طریق مرکز ملی اندازه‌شناسی، ضروری است.

۴-۴-۲ ثبت کننده دما

اتفاق آزمون را با ابزاری به منظور ثبت دمای هوای داخل محفظه در بازه‌های زمانی ۱۵ دقیقه و یا کمتر تجهیز کنید، این ابزار باید صحت و قابلیت نمایش تا 1°C را داشته باشد. صحت این ابزار را هر ۶ ماه مورد بررسی قرار دهید. در حین آزمون داده‌های گرفته شده از این ابزار را حداقل در هر ۲۰ چرخه یک‌بار مورد ارزیابی قرار دهید تا از تطابق دمای چرخه‌ها با الزامات خواسته شده دمایی که در بند ۶-۲-۱ و ۶-۲-۲ آمده است، اطمینان حاصل کنید. ذخیره‌ای از این ارزیابی‌های دمایی باید به‌نحوی موجود باشد که شامل تاریخ-های بررسی، تطابق و یا عدم تطابق شرایط دمایی و فرد کنترل کننده این شرایط باشد.

یادآوری ۱- الزامات ذکر شده همچنین می‌تواند توسط یک ابزار ثبت خودکار دما با ایجاد نمودار دمایی نیز برآورده گردد. از تغییرات دمایی ناچیز رؤیت شده حین باز و بسته شدن درب محفظه باید چشم پوشی نمود.

یادآوری ۲- زمان مناسب برای ارزیابی نتایج دمایی هنگامی است که برای جمع‌آوری پسماندهای محفظه، آزمون متوقف شده است.

۴-۴-۳ برای بررسی صحت ابزار اندازه‌گیری دما، دماسنج مرجع را در محفظه آزمون و نزدیک به حس‌گر دماسنج دستگاه طوری قرار دهید که قابل خوانش باشد. درب محفظه را بسته و ۵ دقیقه تامل کنید. میزان دمای نشان داده شده توسط دماسنج مرجع را به محض باز نمودن درب محفظه خوانش کنید و نتیجه دمایی هر دو ابزار را ثبت کنید. در صورتی که میزان دماهای نشان داده شده بیش از 1°C تفاوت داشت، ابزار اندازه‌گیری دمای محفظه را تنظیم و یا تعویض کنید.

۴-۵ ترازو - وزن نمونه‌ها توسط ابزاری باید اندازه‌گیری شود که حداقل ظرفیت این ابزار ۵۰٪ بیشتر از وزن بزرگ‌ترین نمونه‌های مورد آزمون باشد و میزان صحت این ترازو نیز باید حداقل ۱g باشد. مقیاس اندازه‌گیری برای کاغذهای صافی و پسماندهای جدا شده از نمونه‌های مورد آزمون قرار گرفته نیز باید مطابق با الزامات بند ۶-۲-۳ بوده و صحت حداقل ۰/۲g را داشته باشد.

۵ نمونه برداری و آماده سازی روش‌های آزمون

۵-۱ انتخاب نمونه (آزمونه)

۵-۱-۱ پنج نمونه کامل قطعات دیواره‌ی حایل که نمایان‌گر مشخصات مربوطه می‌باشند انتخاب کنید. نمونه‌های انتخابی باید عاری از خرابی‌های ظاهری و هرگونه ترک قابل مشاهده باشند.

۵-۲ نمونه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن - نمونه‌ها باید قطعاتی برش خورده از محصولات کامل باشند. از برش (اره) نمونه‌هایی که قبلاً توسط آون خشک شده‌اند پرهیز کنید. قبل از انجام آزمون از خشک کردن حرارتی نمونه‌ها پرهیز کنید.

۵-۲-۱ از هر پنج نمونه یک قسمت را برش بزنید. برش از سطحی که در نما قابل رویت باشد، زده شود مگر این‌که سطح نما یک شکل معماری و یا این‌که سطح نما صاف نباشد (یادآوری زیر). در مواردی که سطح نمای محصول دارای اشکال معماری خاص و یا ناصاف است، آن‌را از قسمت دیگر محصول که صاف است برش زده و در این برش اطمینان حاصل کنید که این سطح بیشتر از ۵۰mm از سطح دارای اشکال معماری یا ناصافی فاصله داشته باشد. بلافاصله پس از برش، ذرات باقی‌مانده و جدا شده از سطح را توسط آب جاری و یک برس مویی نرم جدا کنید. نمونه‌ها را هرگز در آب غوطه‌ور نکنید. هر نمونه باید توسط یک شماره خاص بر روی سطحی که قالب‌گیری نشده است، نشانه‌گذاری شود.

یادآوری - سطوح دارای خلل و فرج معمولاً برای ایجاد نقوش معماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌هرحال مقاصد دیگری نیز نظیر پرداخت، تراش و خم نمودن نیز میتواند در تغییرات معماری در این سطوح مدنظر باشد.

۵-۲-۲ اره‌کاری و برش نمونه‌ها باید به شیوه‌ای دقیق و درست با کم‌ترین لرزه‌ی اره صورت پذیرد. استفاده از اره‌ای با تیغه الماسه با سختی مناسب پیشنهاد می‌شود.

۵-۲-۳ تکه‌های برش‌خورده را بر روی لبه‌های با مش ۱۰mm و یا کم‌تر به‌نحوی قرار دهید که سطح هوای بین این تکه‌های برش‌خورده کمتر از ۲۵mm نباشد. نمونه‌ها را حداقل به مدت ۴۸h در مجاورت هوای معمولی آزمایشگاه قرار دهید تا خشک شوند، دمای هوا $(24 \pm 8)^{\circ}\text{C}$ و رطوبت هوای آزمایشگاه باید کمتر از ۸۰٪ باشد.

۵-۲-۴ ضخامت هر نمونه باید ۳۲mm با رواداری ۲mm باشد، مگر آن‌که ضخامت محصول جواب‌گوی حداقل میزان ضخامت نباشد که در این‌صورت نمونه باید شامل دو تکه باشد. سطح ترکیبی حاصل از دو تکه نمونه باید حداقل 161cm^2 بوده و از 225cm^2 تجاوز نکند. دو تکه را باید به‌عنوان یک نمونه کامل مورد آزمون قرار داد.

هنگامی که آزمون‌های مقاومت فشاری و میزان جذب آب علاوه بر آزمون یخ‌زدن و آب‌شدن برای محصول مورد نظر باشد، برای هر آزمون از هر پنج نمونه قطعه‌ای جداگانه از قطعات دیواره‌ی حایل برای تسهیل برقراری ارتباط بین نتایج تهیه کنید. در صورتی که این امر امکان‌پذیر نمی‌باشد، برای آزمون‌های میزان جذب آب و مقاومت فشاری از نمونه‌های دیگری که در بند ۲-۲ نمونه‌برداری شده‌اند، اقدام به برش کنید. آزمون‌های مقاومت فشاری و جذب آب را مطابق با بند ۲-۲ بر روی نمونه‌هایی غیر از نمونه‌های آزمون یخ‌زدن و آب‌شدن انجام دهید.

یادآوری - درحالی که میزان مقاومت فشاری و جذب آب برای نمونه توسط تحقیقات به‌عمل آمده نشان‌دهنده شاخص‌های قابل اعتمادی از میزان دوام این محصولات نباشد، این اطلاعات مرجع مناسبی برای مواد مورد استفاده در محصولات ساخته شده می‌باشند.

۶ روش انجام آزمون

۱-۶ قرارگیری نمونه (آزمونه) در شرایط آزمون

۱-۱-۶ پس از تهیه نمونه‌های آزمون یخ‌زدن و آب‌شدن مطابق با بند ۵، نمونه‌ها را رو به پایین به‌نحوی که سطح غیر برش خورده نمونه در تماس با نمونه پشتیبان باشد، قرار دهید. میزان مناسبی از محلول آزمون را که دارای دمای °C (۱۶ تا ۲۷) وارد محفظه کنید تا به عمق ۱۳mm با رواداری ۲ mm دست یابید mm (۱۳±۲) یادآوری‌های ۱ و ۲. از ریختن مستقیم محلول بر روی نمونه جلوگیری کنید. محلول مورد استفاده باید یا از آب لوله‌کشی قابل شرب بوده و یا محلول نمکی (۱±۳) درصدی محلول کلرید سدیم (یادآوری ۳) باشد. درب محفظه را بسته و محفظه را به‌صورت تراز در شرایط آزمایشگاهی مطابق با بند ۶-۲-۳ قرار دهید. **یادآوری ۱-** ضخامت قسمتی از نمونه که زیر سطح محلول است ۱۰ میلی‌متر می‌باشد. فاصله بین کف ظرف محتوی محلول و سطح نمونه برابر با ۳ میلی‌متر است.

یادآوری ۲- راهی جهت دستیابی تکرارپذیر به عمق مورد نظر، اضافه نمودن حجم مشخصی از آب است که با توجه به نمونه مورد آزمون و هم‌چنین ظرف محتوی محلول واسنجی گردیده است.

یادآوری ۳- محلول نمک ۳٪ را می‌توان از طریق اضافه نمودن ۱۳/۶۰۸g کلریدسدیم به ۴۳۹/۹۲g آب تهیه نمود.

۲-۱-۶ پس از (۱۵±۶۰)min، درب محفظه را باز نموده و محلول را تا رسیدن به سطح مطلوب مطابق با بند ۱-۱-۶ اضافه کنید و مجدداً درب محفظه را کامل ببندید و آب‌بند کنید. پس از (۱±۲۳)h نمونه‌ها را از داخل محلول خارج نموده و جهت زهکش شدن پس از قرار دادن نمونه روی الک با مش ۱۰mm و یا بیشتر به مدت ۱min قرار دهید و محلول موجود بر روی نمونه را با کمک یک دستمال مرطوب تمیز کنید. سپس بلافاصله نمونه را با دقت نزدیک به ۱g اندازه‌گیری و آن را Wp بنامید.

یادآوری - ذکر نتایج به دست آمده جرم اندازه‌گیری شده Wp مطابق با بند ۱-۶-۲ نه در جمع‌بندی آزمون و نه در محاسبات مربوطه افت جرم انتهای آزمون مورد نیاز نیست. با این وجود از آن‌جایی که جرم نمونه خشک شده تا زمانی که آزمون یخ‌زدن و آب‌شدن با اضافه نمودن میزان جرم پسماندهای جدا شده از نمونه به میزان جرم نمونه باقی‌مانده تکمیل نشده، مشخص نشده

است، این شاخص به عنوان مرجع وزنی برای تخمین درصد جرم کاسته شده جهت برآورد عملکرد نسبی بین آزمون‌ها مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۱-۶-۳ نمونه‌ها را به محفظه بازگردانید و سطح محلول را مطابق با بند ۱-۶-۱ تنظیم کنید.

۱-۶-۴ دمای محلول اضافه شده به محفظه باید بین $^{\circ}\text{C}$ (۱۶ تا ۲۷) باشد.

۲-۶ آزمون چرخه‌ای

۱-۲-۶ آزمون را با چرخه انجماد شروع کنید. محفظه را داخل محیط انجماد قرار دهید. هر محفظه باید دارای فضای هوا حداقل 13min از هر طرف باشد. حین آزمون محفظه‌ها باید با دقت 2min تراز باشند. در چرخه انجماد هوای داخل محفظه را در محدوده $^{\circ}\text{C}$ (-18 ± 5) برای چرخه‌ای به طول حداقل 4h و حداکثر 5h نگه دارید. چرخه زمانی شامل زمان مورد نیاز برای رسیدن دمای هوای محیطی به دمای مورد نظر نمی‌باشد. به صورت منظم در انتهای یک چرخه انجماد درب محفظه را باز نموده و بازرسی چشمی را بر روی نمونه‌ها اعمال کنید تا از انجماد کل محلول پیرامون نمونه اطمینان حاصل کنید. در صورتی که این انجماد حاصل نشود، زمان چرخه انجماد را افزایش دهید تا از انجماد کامل محلول اطمینان حاصل کنید.

یادآوری - دماسنج میله‌ای باید جهت نمایش میزان دمای پیرامون محفظه مورد استفاده قرار گیرند. در صورتی که نمونه‌های گرم داخل محفظه فریز قرار گیرند، دمای محفظه یخ‌زن افزایش خواهد یافت. شروع چرخه انجماد تنها زمانی مورد قبول واقع می‌شود که هوای داخل محفظه فریز به بازه دمایی مجاز رسیده باشد. معمولاً پایش مستمر دمای محفظه فریز مورد نیاز نمی‌باشد، اما باید پایش دما در چرخه‌های ابتدایی جهت حصول اطمینان از مجاورت نمونه‌ها در دمای مورد نظر در زمان تعریف شده برای برآورده نمودن الزامات آزمون، صورت پذیرد. رویه‌های مشابه با این رویه نیز باید در چرخه‌های آب‌شدن مطابق با بند ۲-۶-۶ صورت پذیرد.

۲-۲-۶ پس از چرخه یخ‌زدن بلافاصله چرخه ذوب را شروع کنید. در حین چرخه آب‌شدن دمای هوای محفظه آب‌شدن را در محدوده $^{\circ}\text{C}$ (24 ± 5) قرار دهید. این مدت زمان نباید از $2/5\text{h}$ ساعت و از 96h بیشتر باشد. زمان چرخه شامل زمان رسیدن دما به دمای مورد نظر نمی‌باشد. هر محفظه نگه‌دارنده نمونه باید توسط حداقل 13mm هوا از هر طرف احاطه شده باشد. در صورتی که هوای پیرامون محفظه‌های نگه‌دارنده نمونه در حین چرخه آب‌شدن در حال گردش نباشد، محفظه‌ها باید به صورت تک‌لایه‌ای بدون قرار گیری عمودی محفظه‌ها در محفظه آب‌شدن قرار گیرند. به صورت منظم پس از هر چرخه آب‌شدن درب محفظه را باز نموده و نمونه‌ها مورد بازرسی چشمی قرار دهید تا از عدم وجود هر گونه تکه یخ اطمینان حاصل کنید. در صورتی که هنوز علائمی از وجود تکه‌های یخ در محفظه وجود داشت، مدت زمان چرخه آب‌شدن را تا زمان اطمینان از آب‌شدن کلیه تکه‌های یخ افزایش دهید.

۲-۶-۳ یک چرخه یخ‌زدن و آب‌شدن را می‌توان با سپری نمودن یک چرخه کامل یخ‌زدن و یک چرخه کامل آب‌شدن قلمداد نمود.

۲-۶-۴ در فواصل 20 چرخه برای زمانی که از آب استفاده می‌شود و فواصل 10 چرخه برای نمونه‌های مورد آزمون تحت محلول نمکی، محفظه‌های نگه‌دارنده نمونه را از داخل محفظه‌های دمایی خارج نموده و مطابق با بند ۳-۶ ذرات جدا شده از نمونه را جمع‌آوری کنید. محفظه‌های نگه‌داری نمونه را برای بررسی ظاهری وضعیت نمونه‌ها باز نموده و سطح محلول را مطابق با بند ۱-۶-۱ تنظیم کنید.

یادآوری - شواهدی دال بر این مطلب وجود دارد که تناوب نمونه برداری بر روی نتایج تأثیرگذار می‌باشد. بنابراین انحرافات در تناوب‌های نمونه‌برداری و استخراج ذرات جدا شده برای حالت تحقیقاتی طبق این روش مناسب‌تر از زمانی است که قصد از تحقیق بررسی میزان تطابق با الزامات باشد. جمع‌آوری و گزارش میزان ذرات جمع‌آوری شده در تناوب‌های معمولی منجر به ایجاد اطلاعات مفیدی درباره عملکرد نمونه‌ها حین زمان آزمون شده و همچنین برای ایجاد رابطه بین نتایج کاهش جرم نمونه و تعداد چرخه‌های آزمون کمک شایان ذکری می‌کند.

۶-۲-۵ هرزمانی که محفظه‌های نگه‌دارنده نمونه در یک محفظه یخ‌زن چند طبقه جابه‌جا می‌گردد، محفظه باید در سطح و طبقه‌ای بالاتر از وضعیت قبلی قرار داده شود. درحالی‌که محفظه نمونه در بالاترین طبقه محفظه دمایی قرار داشت، آن را به پایین‌ترین طبقه انتقال دهید. همچنین محفظه‌های نمونه را حین انتقال به طبقات دیگر به‌صورت عقب به جلو و چپ به راست نیز بگردانید.

۶-۲-۶ در صورتی‌که روش آزمون برای بررسی تطابق شرایط یک سری نمونه با دوام مورد انتظار برای این محصولات به کار بسته شود، تعداد چرخه‌ها تا زمان رسیدن به تعداد ذکر شده تکرار کنید. پس از تکمیل تعداد چرخه ذکر شده، ذرات جدا شده از نمونه را طبق بند ۶-۳ جمع‌آوری کنید.

۶-۳ جمع‌آوری ذرات جدا شده از نمونه

۶-۳-۱ جرم کاغذ صافی با مقاومت به رطوبت بالا و سطحی صاف را که با آزمایشگاه به شرایط هم‌دمایی رسیده است، با دقت $0.2g$ اندازه‌گیری کنید، آن را W_f بنامید. یک نمونه را از محفظه نگه‌دارنده آزمون بیرون آورید. بلافاصله نمونه را توسط آب جاری شستشو دهید (در صورتی‌که نمونه با آب نمک مورد آزمون قرار گرفته است، با آب نمک شستشو دهید) و احتیاط کنید تا آب (آب نمک) شستشو دهنده و ذرات سست جدا شده از نمونه در محفظه نمونه بریزد. کلیه ذرات جدا شده از آزمون را بعنوان پسماندهای نمونه، کشف کنید. محلول آزمون موجود در محفظه نمونه را از کاغذ صافی عبور دهید تا ذرات جدا شده از نمونه را جمع‌آوری کنید. نمونه را داخل محفظه قرار داده و توسط نوک انگشتان و به کمک یک قطره چکان (با حجم بیشتری نسبت به قطره چکان و توانایی ایجاد جریان بیشتر آب) آزمون را شستشو دهید و اطمینان حاصل کنید که کلیه ذرات سست جدا شده از آزمون و محلول شستشو داخل محفظه مربوطه بریزد. قسمت رویی آزمون نباید هیچ‌گاه زیر سطح محلول قرار گیرد و عمق محلول شستشو نیز نباید از $13mm$ تجاوز کند. آزمون را از داخل محفظه نمونه بیرون آورده، محلول شستشو را از کاغذ صافی عبور داده و با جریان محلول از خارج شدن و عبور محلول حاوی ذرات جدا شده از آزمون از کاغذ صافی اطمینان حاصل کنید. پسماندهای آزمون‌هایی که با آب نمک مورد آزمون قرار گرفته‌اند را سه بار با آب شستشو دهید تا از خارج شدن نمک محلول اطمینان حاصل کنید.

یادآوری - عملیات صاف کردن را می‌توان با استفاده از کاغذهای صافی با نرخ عبور بیشتر و یا ایجاد مکش در جریان و یا ترکیبی از این دو روش تسریع بخشید. استفاده از این دو روش تا زمانی‌که چشم غیر مسلح قادر به دیدن عبور ذرات نباشد، مورد قبول می‌باشد. در صورتی‌که علایمی از عبور ذرات مشاهده شد، استفاده از کاغذهای صافی با نرخ پایین‌تر الزامی است.

۶-۳-۲ در صورتی‌که آزمون ادامه‌دار باشد، آزمون‌ها را داخل محفظه و بر روی نگه‌دارنده‌ها بازگردانید. از برقرار بودن الزامات مربوط به سطح صاف مطابق با بند ۴-۲-۵ استاندارد در محفظه نمونه اطمینان حاصل

کنید. در صورتی که صافی مورد نظر برقرار نبود، از محفظه دیگری استفاده کنید و محلول جدیدی را داخل محفظه نمونه مطابق با بند ۶-۱-۱ ریخته و درب محفظه را آببند کنید.

۶-۳-۳ مراحل توضیح داده شده در بند ۶-۳-۱ و ۶-۳-۲ را برای هر نمونه تکرار کنید.

۶-۳-۴ کاغذهای صافی و پسماندهای جمع‌آوری شده از هر آزمون را در دمای °C (۱۰۰ تا ۱۱۵) برای مدت زمانی معادل حداقل ۴h و شرایطی که اندازه‌گیری‌های متناوب جرم از دست رفته در بازه‌های زمانی ۲h با رواداری ۱۵min نشان‌دهنده‌ی اختلاف کمتر از ۰٫۲ درصدی با جرم قبلی اندازه‌گیری شده باشد، خشک کنید. کاغذ صافی و ذرات جدا شده از نمونه را در محیط آزمایشگاهی برای مدت زمان ۲h با رواداری ۱۵min قرار دهید تا به شرایط هم‌دمایی با محیط آزمایشگاه برسند. جرم کاغذ صافی و ذرات جدا شده از نمونه را با دقت ۰٫۲g اندازه‌گیری کنید و آن را W_{f+r} بنامید. جرم ذرات جدا شده را مطابق با فرمول (۱) محاسبه کنید:

$$W_r = W_{f+r} - W_f \quad (1)$$

که در آن:

W_r جرم ذرات جدا شده از نمونه، برحسب گرم؛

W_{f+r} جرم ذرات خشک شده جدا شده از نمونه و کاغذ صافی، برحسب گرم؛

W_f جرم اولیه کاغذ صافی، برحسب گرم است.

۶-۳-۵ در انتهای آزمون یخ‌زدن و آب‌شدن هر آزمون را با دمای °C (۱۰۰ تا ۱۱۵) به مدت $(1 \pm 24)h$ خشک کنید. جرم آزمون خشک شده در آن را با دقت حداقل ۱g اندازه‌گیری کنید و آن را W_{final} بنامید. جرم اولیه نمونه، $W_{initial}$ ، را مطابق با فرمول (۲) محاسبه کنید:

$$W_{initial} = W_{final} + W_{residue} \quad (2)$$

که در آن:

$W_{initial}$ جرم محاسبه شده اولیه نمونه، برحسب گرم؛

W_{final} جرم نهایی نمونه، برحسب گرم؛

$W_{residue}$ جرم نهایی جدا شده که معادل مجموع جرم‌های جدا شده در هر مرحله ارزیابی برحسب گرم است.

۷ محاسبه و گزارش

افت جرم نهایی در هر مرحله را برحسب گرم و به صورت درصدی از جرم اولیه نمونه $W_{initial}$ مطابق بند ۶-۳-۵ گزارش کنید. زمانی که ضخامت نمونه برش خورده کمتر از ۳۲mm باشد، درصد افت جرم و میزان تجمعی جرم کاسته شده باید پس از ضرب در ضخامت واقعی نمونه بر ۳۲mm تقسیم و سپس گزارش شود. این مقادیر را برای هر نمونه و همچنین میانگین مقادیر برای نمونه‌ها بیان کنید.

یادآوری - در صورتی که نتایج آزمون‌های مقاومت فشاری و جذب (مطابق بند ۲-۲) از نمونه‌های مربوطه نیز موجود باشد، توصیه می‌شود این نتایج نیز به همراه نتیجه آزمون گزارش شود.

۸ دقت و اریبی^۱

داده‌های مربوط به دقت و اریبی این آزمون موجود نیست.