



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۳۸۲۲

تجدید نظر اول

۱۳۹۳

INSO

3822

1st.Revision

2015

بتن - اتلاف آب (از یک آزمون ملات) از  
میان مواد مایع غشاساز عمل آورنده بتن -  
روش آزمون

**Concrete – Water loss [from a mortar  
specimen] through liquid membrane-  
forming curing compounds for concrete  
– Test Method**

**ICS: 91.100.30**

## 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 پیشنهادهای 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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

«بتن - اتلاف آب (از یک آزمون ملات) از میان مواد مایع غشاساز عمل آورنده بتن - روش آزمون»

### رئیس:

عباسی رزگله، محمد حسین  
(کارشناس مهندسی مواد)

### سمت و / یا نمایندگی

اداره کل نظارت بر اجرای استانداردهای  
صنایع غیرفلزی

### دبیر:

ارشد، بهمن  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

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

امیری، احمد  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت بنیاد بتن آذربادگان

تقی‌زادیه، نادر  
(کارشناس ارشد زمین شناسی)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک اداره کل  
راه و شهرسازی آذربایجان شرقی

حیدرپور، هادی  
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس

روا، افشین  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ظهوری، رضا  
(کارشناس مهندسی عمران)

بتن آماده لطفی

عدالتی، حسین  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

بتن آماده آذران

مشاور، عاطف  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت تکین ساز آزما

مشک‌آبادی، کامبیز  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

آزمایشگاه جهاد تحقیقات سهند

موسوی، محمد  
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت اتحاد بناب

مهدی پور، مهدی  
(کارشناس مهندسی عمران)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ وسایل
۳	۴ مواد
۴	۵ شرایط محیطی
۴	۶ تعداد آزمون‌ها
۴	۷ تعیین نسبت اجزاء و اختلاط ملات
۵	۸ آماده‌سازی آزمون‌ها
۵	۹ آماده‌سازی سطح و آب‌بندی لبه‌ها
۶	۱۰ اعمال ماده عمل‌آورنده
۷	۱۱ تعیین مقدار مواد غیر فرار در مواد عمل‌آورنده
۷	۱۲ مدت زمان آزمون
۷	۱۳ روش محاسبه
۸	۱۴ گزارش آزمون
۸	۱۵ دقت و اریبی
۱۰	پیوست الف (الزامی) استانداردسازی نرخ تبخیر در اتاقک‌های آزمون

## پیش گفتار

استاندارد «بتن- اتلاف آب (از یک آزمون ملات) از میان مواد مایع غشاساز عمل‌آورنده بتن- روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۷۴ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در پانصد و هفتاد و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۳/۱۲/۱۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۲: سال ۱۳۷۴ می‌شود.

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

ASTM C156: 2011, Standard Test Method for Water Loss [from a Mortar Specimen] Through Liquid Membrane-Forming Curing Compounds for Concrete

# بتن - اتلاف آب (از یک آزمون ملات) از میان مواد مایع غشاساز عمل آورنده بتن - روش آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش آزمایشگاهی برای تعیین کارایی مواد مایع غشاساز برای عمل‌آوری بتن است، به این صورت که قابلیت مواد در کاهش اتلاف رطوبتی از آزمون‌های ملاتی در مدت گیرش اولیه اندازه-گیری می‌شود.

این استاندارد برای تعیین قابلیت نگهداری رطوبت توسط مواد غشاساز و تعیین کارایی آن‌ها در عمل‌آوری مناسب محیطی بتن کاربرد دارد. همچنین از این استاندارد می‌توان برای تعیین ترکیبات، مشخصات یا تشخیص مناسب بودن مواد عمل‌آورنده استفاده کرد. این استاندارد، میزان توانایی مواد عمل‌آورنده مورد آزمون را در جلوگیری از اتلاف رطوبت از ملات سیمان هیدرولیکی را به کاربر ارائه می‌کند. از آنجایی که حفظ رطوبت در بتن تازه به تکمیل واکنش هیدراته‌شدن کمک می‌کند، عدم موفقیت مواد در کمینه کردن اتلاف رطوبتی می‌تواند منجر به کاهش مقاومت، ترک‌خوردگی، جمع‌شدگی، کاهش مقاومت سایشی یا ترکیبی از این‌ها در بتن سخت‌شده شود.

نتایج آزمون آزمایشگاهی تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله دقت کنترل دما، رطوبت و گردش هوا در اتاقک عمل‌آوری، آماده‌سازی و آب‌بندی آزمون‌های ملات، سن و شرایط سطحی آزمون‌های ملات در زمان اعمال ماده عمل‌آورنده و یکنواختی و مقدار مصرف ماده غشاساز هستند. بنابراین، نتایج به‌دست آمده می‌تواند خیلی متغیر باشد که دقت نتایج در بند ۱۵ ارائه شده است.

**هشدار ۱-** مخلوط‌های تازه حاوی سیمان هیدرولیکی سوزش‌آور است و در صورت تماس طولانی ممکن است باعث سوختگی‌های شیمیایی در پوست و بافت شود.

**هشدار ۲-** این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند، بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت و قبل از استفاده، محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

## 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 تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۱۹، ماسه مرجع برای استفاده در آزمون سیمان‌های هیدرولیکی - ویژگی‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۶۵۹، اندازه‌گیری چگالی پوشش‌های مایع، جوهرها و محصولات مرتبط

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۵۱۸، سیمان - قسمت ۱: ویژگی‌ها

2-4 ASTM C87, Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar

2-5 ASTM C230/C230M, Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement

2-6 ASTM C305, Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency

2-7 ASTM D1653, Test Methods for Water Vapor Transmission of Organic Coating Films

2-8 ASTM D2369, Test Method for Volatile Content of Coatings

2-9 ASTM E178, Practice for Dealing With Outlying Observations

### ۳ وسایل

۱-۳ مخلوط‌کن مکانیکی ملات، مطابق با استاندارد ASTM C305 یا یک مخلوط‌کن با حجم کافی و با همان الزامات استاندارد مذکور.

۲-۳ میز روانی، مطابق با استاندارد ASTM C230/C230M.

۳-۳ قالب‌ها، آن‌ها باید از فلز، شیشه، لاستیک سخت یا پلاستیک ساخته شوند. آن‌ها باید نفوذناپذیر بوده و به‌صورت صلب ساخته شوند تا از تغییر شکل آن‌ها در مدت قالب‌گیری آزمون‌ها یا جابجایی قالب حاوی ملات تازه، جلوگیری شود. مساحت سطح آن‌ها حداقل باید برابر  $12000 \text{ mm}^2$  و ارتفاع آن‌ها حداقل باید  $19 \text{ mm}$  باشد. سطح فوقانی قالب باید به‌صورت دایره‌ای، مربع یا مستطیلی (طول آن از دو برابر عرض بیشتر نشود) باشد. قسمت فوقانی قالب باید لبه‌دار بوده تا سطح تراز ثابتی برای اتکای تخته‌ماله فراهم کند و روند شیاردار کردن و آب‌بندی را تسهیل نماید. لبه قالب باید موازی با سطح تحتانی آن باشد.

یادآوری - مراقب باشید تا از مقادیر زیاد روغن، گریس یا مواد رها ساز در قالب‌ها استفاده نشود، به‌ویژه در امتداد لبه فوقانی قالب، که مواد آب‌بند اعمال می‌شود. برای جلوگیری از آلودگی لبه فوقانی قالب در مدت اعمال مواد رها ساز، استفاده از نوار چسب روی آن می‌تواند مفید باشد.

۳-۴ چمچه<sup>۱</sup>، از جنس فولاد زنگ‌نزن با جامی به درازای  $75 \text{ mm}$  تا  $100 \text{ mm}$  و پهنای  $50 \text{ mm}$  تا  $75 \text{ mm}$  برای انتقال ملات از دیگ مخلوط‌کن به قالب.

۳-۵ دستکش‌ها، در زمان قالب‌گیری آزمون‌ها از دستکش‌های لاستیکی یا پلاستیکی استفاده کنید.

---

1- Spoon



۳-۶ کوبه<sup>۱</sup>، باید از مواد غیرجاذب و غیرساینده نظیر لاستیک نیمه‌سخت یا چوب بلوط عمل‌آمده که با غوطه‌وری در پارافین به مدت ۱۵min و در دمای تقریبی  $200^{\circ}\text{C}$  غیرجاذب شده است، ساخته شود. کوبه باید به شکل مستطیلی با سطح مقطع  $(25 \times 50)\text{mm}$  و طول مناسب ( $150\text{mm}$  تا  $300\text{mm}$ ) باشد.

۳-۷ تخته‌ماله، با ابعاد تقریبی  $(75 \times 280)\text{mm}$  و ضخامت  $20\text{mm}$ .

یادآوری- تخته‌ماله دسته‌دار با ابعاد ذکر شده در بالا را به راحتی می‌توان از بازار تهیه کرد. در صورتی که سطح ماله به‌طور قابل توجهی ساییده شود، ماله باید روکش یا جایگزین شود.

۳-۸ قلم مو، قلم موی نقاشی با موهای نسبتاً نرم به طول  $50\text{mm}$  برای تمیز کردن سطح آزمون قبل از آب‌بندی.

۳-۹ اتاقک عمل‌آوری، با قابلیت نگهداری دمای  $(37.8 \pm 1.1)^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی  $(32 \pm 2)\%$ . این اتاقک باید طوری طراحی شود که حرکت هوای تهویه‌شده به راحتی باعث تبخیر حلال از مواد عمل‌آورنده و خروج آن از اتاقک شود. جریان هوای روی آزمون‌ها باید به گونه‌ای تنظیم شود تا نرخ تبخیر برابر با  $2$  تا  $3/4$  g/h ایجاد کند، که مطابق روش ارائه شده در پیوست الف اندازه‌گیری می‌شود. نخست باید نرخ تبخیر برای هر موقعیت آزمون در داخل اتاقک اندازه‌گیری شده و همچنین باید به صورت سالیانه یا هر زمان که تغییراتی در اتاقک داده شود، دوباره اندازه‌گیری شود. برای تمامی موقعیت‌های آزمون در اتاقک عمل‌آوری، گستره نرخ‌های تبخیر باید گزارش شود.

۳-۱۰ ترازو، با قابلیت تعیین جرم قالب پر شده آزمون با دقت  $0.1\text{g}$  یا کمتر.

۳-۱۱ اعمال‌کننده<sup>۲</sup>، برای اعمال پاشش. هر وسیله‌ای که بتواند مواد عمل‌آورنده را به‌طور یکنواخت و با حداقل اضافه‌پاشی اعمال کند، مورد قبول است. در مواردی که ماده عمل‌آورنده با قلم مو یا غلطک اعمال می‌شود، از وسایل توصیه شده توسط سازنده مواد استفاده شود.

## ۴ مواد

۴-۱ سیمان پرتلند، مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۵۱۸.

۴-۲ ماسه استاندارد دانه‌بندی شده، مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۱۹.

۴-۳ مواد آب‌بند، مواد آب‌بند نباید تحت تأثیر مواد عمل‌آورنده قرار بگیرد، آن‌ها باید به‌طور موثر از اتلاف رطوبت میان مرز آزمون و دیواره قالب جلوگیری کنند.

یادآوری- پارچه آغشته به موم، به راحتی از منابع علمی قابل تأمین بوده و برای آب‌بندی مناسب می‌باشد.

---

1- Tamper  
2- Applicator

## ۵ شرایط محیطی

به غیر از مواردی که به صورت دیگری مشخص شده است، دمای اتاق و تمامی مواد در زمان آزمون باید برابر  $23 \pm 2$  °C بوده و رطوبت اتاق نیز باید  $(50 \pm 10)\%$  باشد.

## ۶ تعداد آزمون‌ها

۶-۱ برای آزمون مواد عمل‌آورنده، مجموعه‌ای متشکل از سه آزمون یا بیشتر باید ساخته شود. یادآوری - هنگامی که بیش از یک مجموعه از آزمون‌ها آماده می‌شود، بهتر است هر مجموعه به صورت یک گروه در نظر گرفته شود، تا زمان میان قالب‌گیری و اعمال ماده عمل‌آورنده در حد امکان یکسان باشد. این امر ممکن است نیازمند اختلاط ملات به صورت جداگانه برای هر مجموعه باشد.

۶-۲ برای تعیین مقدار مصرف ماده عمل‌آورنده (MA)، کل مساحت سطح فوقانی آزمون شامل آب‌بند و لبه قالب را با استفاده از فرمول هندسی مناسب، بر حسب  $\text{mm}^2$  حساب کنید.

یادآوری - سطح (A) مورد استفاده در محاسبه کاهش جرم در واحد سطح (L) مطابق بند ۱۳-۲ از روی ابعاد سطحی اندازه‌گیری شده در لبه‌های داخلی ماده آب‌بند، محاسبه می‌شود.

## ۷ تعیین نسبت اجزاء و اختلاط ملات

### ۱-۷ تعیین نسبت اجزاء

برای تعیین مقدار ماسه ملات، ماسه خشک را به خمیر سیمانی که نسبت وزنی آب به سیمان آن ۰٫۴ است، اضافه کنید، تا روانی آن مطابق روش ارائه شده در استاندارد ASTM C87 در ۱۰ بار ریزش میز روانی برابر  $(35 \pm 5)$  mm شود. مخلوط به کار رفته برای تعیین نسبت ماسه به سیمان را دور بریزید.

یادآوری - نسبت ماسه به سیمان با توجه به نوع سیمان متغیر است. در آغاز، نسبت ۲٫۵ به ۱ پیشنهاد می‌شود. روانی را می‌توان روی مخلوط ملاتی به اندازه Kg (۳ تا ۴) که مطابق استاندارد ASTM C305 در یک مخلوط‌کن اختلاط شده است، تعیین کرد. مخلوط مورد استفاده برای تعیین نسبت ماسه به سیمان به این دلیل دور ریخته می‌شود که مدت و شرایط اختلاط ملات روی نتایج نهایی اتلاف رطوبتی اثر می‌گذارند و باید کنترل شوند.

### ۲-۷ اختلاط

اجزای سازنده ملات را در یک مخلوط‌کن اختلاط کنید تا در مدت حداکثر ۶ min پس از ترکیب آب و سیمان، مخلوط همگنی حاصل شود.

یادآوری - به طور کلی ترتیب موثر اختلاط مواد به این صورت است که ابتدا سیمان را به کل آب در دیگ مخلوط‌کن اضافه نموده و آن را به مدت ۳۰ s مخلوط کنید. سپس آن را به مدت ۳۰ s در سرعت کم اختلاط کنید، بدون متوقف ساختن آن، ماسه را در مدت ۳۰ s به آن اضافه کرده و اختلاط را به مدت ۱ min ادامه دهید. مخلوط‌کن را به مدت ۱ min متوقف سازید. در ۱۵ s اول، مواد چسبیده به دیواره دیگ را به داخل آن بریزید. مجدداً مخلوط‌کن را به مدت ۱ min دیگر به کار انداخته و بلافاصله آزمون‌ها را قالب‌گیری کنید.

## ۸ آماده‌سازی آزمون‌ها

۸-۱ قبل از استفاده از قالب‌ها، آن‌ها را کاملاً تمیز کنید. استفاده از رها ساز قالب به شرطی مجاز است که مراقبت لازم برای جلوگیری از اعمال آن به لبه فوقانی قالب انجام شود تا با مواد آب‌بند تداخلی ایجاد نکند.

۸-۲ قالب را تا نیمه پر کنید و با پشت چمچه، ملات را پخش کنید تا لایه‌ای با ضخامت یکنواخت حاصل شود. هر  $1000\text{mm}^2$  از سطح آزمون را با یک ضربه کوبه با سطح مقطع  $(25 \times 50)\text{mm}$  متراکم کنید، تعداد ضربات مورد نیاز برای تراکم کل سطح به نزدیکترین عدد صحیح گرد شود. لایه دوم ملات را کمی بیش از لبه فوقانی قالب بریزید و مانند لایه اول متراکم کنید. با استفاده از یک کوبه با پهنای  $25\text{mm}$  و درازای  $(150\text{ تا }300)\text{mm}$  فرورفتگی‌های ایجاد شده در اثر کوبش را پر کنید و با محکم فشار دادن آن به سمت پایین، سطح را تراز کنید. در قالب‌های مستطیلی با یک‌بار عبور تخته‌ماله به‌صورت اره‌ای در راستای محور طولی آزمون، سطح آزمون را با لبه فوقانی قالب تراز کنید. تخته‌ماله را از طرف سطح  $75\text{mm}$  به‌طور محکم در تماس با ملات و لبه‌های قالب قرار دهید تا یک سطح متراکم یکنواخت عاری از حفره و ترک ایجاد شود.

۸-۳ بلافاصله پس از قالب‌گیری، سطوح بیرونی قالب‌ها را پاک کنید. آزمون‌ها را در اتاقک عمل‌آوری قرار داده و شرایط مشخص شده در بند ۳-۹ را برقرار کنید. آزمون‌ها باید در یک سطح تراز قرار گرفته و در معرض ارتعاش نباشند. مابین آزمون‌های مجزا و همچنین مابین آزمون‌ها و دیوارهای جانبی اتاقک باید  $(50\text{ تا }175)\text{mm}$  فاصله داده شود. این فاصله‌گذاری باید برای تمامی آزمون‌ها یکسان باشد. برای پر کردن فضاهای خالی در اتاقک از آزمون‌های ساختگی<sup>۱</sup> استفاده کنید.

## ۹ آماده‌سازی سطح و آب‌بندی لبه‌ها

۹-۱ بلافاصله پس از ناپدید شدن آب سطحی آزمون‌ها، آن‌ها را از اتاقک خارج نموده و سطح آن‌ها را به آرامی با قلم مو برس بزنید، این کار باید با نیروی کافی صورت بگیرد تا شیره و لعاب سطحی را بزدايد بدون این که خراشی بر سطح ملات ایجاد شود. در صورتی که پس از برس‌زنی، آب سطحی ظاهر شود، آزمون را به داخل اتاقک برگردانده و بلافاصله پس از ناپدید شدن آب سطحی، آزمون را از اتاقک خارج نموده و دوباره سطح آن را با قلم مو برس بزنید. ملات باید بدون آب سطحی بوده ولی سطح زیر آن نباید خشک باشد. شرایط مناسب سطحی زمانی حاصل می‌شود که برس‌زنی باعث جمع شدن آب آزاد در سطح آزمون نشده یا لکه ایجاد نکند، که می‌تواند با مالیدن آرام سرانگشت روی یک ناحیه مشخص شود.

یادآوری - مدت قرارگیری آزمون در اتاقک و اتلاف رطوبت اولیه آن که منجر به شرایط مناسب سطحی می‌شود، بستگی به مشخصات اتاقک عمل‌آوری و دیگر شرایط آزمایشگاهی دارد. یکنواختی شرایط سطحی آزمون را می‌توان با تنظیم مدت قرارگیری آزمون در اتاقک یا مقدار اتلاف رطوبت اولیه آن، حفظ کرد. در صورت هر گونه تغییر در شرایط آزمون (ماسه، سیمان و غیره)، مدت قرارگیری یا اتلاف رطوبت اولیه و یا هر دو مورد باید مجدداً تعیین شود.

---

1- Dummy

۹-۲ مابین لبه آزمون و قالب، یک شیار V شکل با عمق تقریبی ۳ mm و پهنای حداکثر ۳ mm ایجاد کنید. شیار را با مواد آببند پر کنید، طوری که فاصله پخش‌شدگی آن از لبه قالب به طرف سطح آزمون بیش از ۶ mm نباشد.

یادآوری- برای برداشتن مقادیر اضافی پخش‌شدگی مواد آببند، استفاده از سر تیز ماله، کاردک، در قوطی بازکن مثلثی یا تخته‌ملائی<sup>۱</sup> که سر آن با کاردک یا تیغه چاقو تیز شده است، برای این کار موثر گزارش شده است.

## ۱۰ اعمال ماده عمل‌آورنده

۱۰-۱ چگالی ماده عمل‌آورنده (Dm) را مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۶۵۹ تعیین کنید.

۱۰-۲ جرم ماده عمل‌آورنده اعمال شده (MA) را با دقت ۰٫۱ g بر اساس مقدار مشخص شده مصرف آن تعیین کنید، کل مساحت سطح را مطابق بند ۶-۲ و چگالی ماده عمل‌آورنده (Dm) را محاسبه کنید. اگر میزان مصرف ماده عمل‌آورنده مشخص نشده باشد، از مقدار  $5 \text{ m}^2/1$  استفاده کنید. روش اعمال ماده عمل‌آورنده باید مطابق با توصیه‌های سازنده باشد.

۱۰-۳ بلافاصله پس از آب‌بندی آزمون، آن را با دقت ۰٫۱ g وزن کنید ( $M_1$ ). سپس ماده عمل‌آورنده را به‌طور یکنواخت و به میزان مشخص شده اعمال کنید. ماده عمل‌آورنده باید به‌سرعت و در یک زمان فقط روی یک آزمون اعمال شود.

یادآوری- برای کنترل اضافه‌پاشی و بخارهای حلال حاصل از پاشش مواد عمل‌آورنده بهتر است از اتاقک پاشش یا هود آزمایشگاهی استفاده کنید. بنابراین سرعت حرکت جریان هوا در مجاورت آزمون باید حداقل باشد، تا از اتلاف زیاد مواد فرار در مدت پاشش و قبل از توزین نهایی، تا حد امکان جلوگیری شود. عمل پاشش باید با حداقل فشار و با نرخ جریان هوایی صورت بگیرد که الگوی پاشش قابل‌قبولی بتواند حاصل شود.

۱۰-۴ مناسب بودن پوشش را با مقایسه جرم اولیه آزمون قبل از اعمال ماده عمل‌آورنده ( $M_1$ ) با جرم آن پس از پوشش‌دهی، تعیین کنید. جرم نهایی باید برابر جرم اولیه آزمون به‌اضافه جرم از قبل تعیین شده ماده عمل‌آورنده برای مصرف باشد، که مستلزم توزین مکرر آزمون در مدت اعمال ماده عمل‌آورنده است تا پوشش کامل حاصل شود. در صورت اعمال ماده عمل‌آورنده با قلم مو، مناسب بودن پوشش را می‌توان با توزین ظرف، قلم مو و ماده عمل‌آورنده قبل و بعد از اعمال آن به آزمون، تعیین کرد. کل زمان اعمال ماده عمل‌آورنده نباید از ۲ min فراتر رود. جرم نهایی ( $M_2$ ) را با دقت ۰٫۱ g وزن کنید. اگر مقدار نهایی ماده عمل‌آورنده اعمال شده بیش از ۱۰٪ از مقدار محاسبه‌شده آن برای ایجاد پوشش تعیین‌شده، متفاوت باشد، آزمون باید مردود شود.

یادآوری- در ویرایش قبلی این استاندارد، پوشش به‌وسیله توزین وسایل پوشش‌دهی و ماده عمل‌آورنده قبل و بعد از اعمال آن به آزمون تعیین می‌شد، که روش خیلی دقیقی نبود.

۱۰-۵ بی‌درنگ آزمون‌ها را به داخل اتاقک عمل‌آوری برگردانید.

**یادآوری** - کاهش نامعمول جرم آزمون در اثر نشت قالب یا آببندی ناقص را می‌توان با توزین آن h (۳ تا ۴) پس از اعمال ماده عمل‌آورنده تشخیص داد. اگر یک آزمون به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیش از سایر آزمون‌ها کاهش جرم نشان دهد، آزمون مزبور احتمالاً معیوب خواهد بود و در صورتی که فقط سه آزمون مورد آزمون قرار گیرد، آزمون باید ابطال شود (به بند ۱۳-۴ مراجعه کنید).

## ۱۱ تعیین مقدار مواد غیر فرار در مواد عمل‌آورنده

نسبت ماده غیر فرار در ماده عمل‌آورنده (NV) را مطابق با استاندارد ASTM D2669 تعیین کنید.

## ۱۲ مدت زمان آزمون

آزمون‌ها را باید به مدت ۷۲h در اتاقک آزمون نگهداری کنید، سپس آن‌ها را خارج نموده و بلافاصله وزن کنید ( $M_3$ ). خریدار می‌تواند زمان آزمون دیگری را مشخص نماید.

## ۱۳ روش محاسبه

### ۱-۱۳ کاهش جرم

۱-۱-۱۳ کاهش جرم از هر آزمون را مطابق زیر بر حسب g محاسبه کنید:

$$ML = M_1 + (NV \times MA) - M_3 \quad (1)$$

که در آن:

$ML$  کاهش جرم آزمون، بر حسب g؛

$M_1$  جرم آزمون آب‌بندی‌شده، بر حسب g؛

$NV$  جرم ماده غیر فرار در ماده عمل‌آورنده، بر حسب g؛

$MA$  جرم ماده عمل‌آورنده اعمال‌شده، بر حسب g ( $MA = M_2 - M_1$ )؛

$M_2$  جرم آزمون بلافاصله پس از اعمال ماده عمل‌آورنده، بر حسب g؛

$M_3$  جرم آزمون در انتهای آزمون، بر حسب g.

### ۲-۱۳ سطح آزمون

۱-۲-۱۳ با اندازه‌گیری ابعاد آزمون در لبه‌های داخلی ماده آب‌بند با دقت ۱mm، با استفاده از فرمول هندسی مناسب سطح آزمون ( $A$ ) را بر حسب  $mm^2$  تعیین کنید.

۳-۱۳ برای هر آزمون، کاهش جرم در واحد سطح ( $L$ ) را مطابق زیر بر حسب  $Kg/m^2$  محاسبه کنید:

$$L = 1000 \times ML/A \quad (2)$$

### ۴-۱۳ ابطال نتایج

در صورت وجود مجموعه‌ای متشکل از سه آزمون یا بیشتر، اگر اختلاف اتلاف رطوبتی مابین آزمون‌های با بیشترین مقدار اتلاف رطوبتی و آزمون‌های با کمترین مقدار اتلاف رطوبتی بیش از  $0.15 \text{ kg/m}^2$  باشد، آزمون را

باید تکرار کنید و میانگین تمامی آزمون‌ها را در آزمون‌های اصلی و مجدد به دست آورید. اگر پس از تکرار آزمون، مشخص شود که نتیجه یک آزمون مجزا در آزمون اصلی یا مجدد، الزامات استاندارد ASTM E178 را برآورده نمی‌کند، باید مردود شده و مجدداً میانگین جدید آزمون‌ها محاسبه شود، بدون این که نتیجه مزبور در آن لحاظ شود.

## ۱۴ گزارش آزمون

اطلاعات زیر را برای مواد مورد آزمون گزارش کنید:

۱-۱۴ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۱۴ نام، آدرس و علامت تجاری سازنده؛

۳-۱۴ نوع ماده عمل آورنده؛

۴-۱۴ شماره سری تولید کارخانه؛

۵-۱۴ مقدار مواد ارائه شده با نمونه؛

۶-۱۴ تاریخ نمونه برداری؛ و

۷-۱۴ محل نمونه برداری.

۸-۱۴ شناسه آزمون؛

۹-۱۴ مساحت سطح آزمون در داخل ماده آب بند و ارتفاع آزمون‌های ملاتی؛

۱۰-۱۴ علامت تجاری سیمان مورد استفاده؛

۱۱-۱۴ نسبت‌های وزنی اجزای ملات؛

۱۲-۱۴ روش اعمال ماده عمل آورنده؛

۱۳-۱۴ مدت زمان آزمون؛

۱۴-۱۴ گستره نرخ‌های تبخیر در داخل اتاقک آزمون؛

۱۵-۱۴ میزان مصرف ماده عمل آورنده؛ و

۱۶-۱۴ میانگین اتلاف آب در واحد سطح.

## ۱۵ دقت و اریبی<sup>۱</sup>

۱-۱۵ دقت

تلاش‌ها برای اندازه‌گیری دقیق دقت این روش آزمون ادامه دارد. در ویرایش قبلی این استاندارد، تفاوت شیوه‌های آزمون در بیانیه دقت در نظر گرفته شده بود. انحراف معیار کاربر واحد  $0.13 \text{ Kg/m}^2$  و انحراف معیار چندین آزمایشگاه  $0.30 \text{ Kg/m}^2$  گزارش شده است (به استاندارد ASTM C156-80a مراجعه کنید).

## ۲-۱۵ اریبی

به دلیل عدم وجود مواد مرجع قابل قبول مناسب برای تعیین اریبی این روش آزمون، هیچ اظهار نظری در مورد آن نشده است.

## پیوست الف

### (الزامی)

#### استانداردسازی نرخ تبخیر در اتاقک‌های آزمون

الف-۱ این پیوست، روشی برای اندازه‌گیری نرخ تبخیر آب از یک سطح استاندارد در یک دستگاه قابل کنترل از نظر شرایط محیطی (دما، رطوبت و گردش هوا) را ارائه می‌کند. که در آن، نرخ اتلاف آب در یک دوره زمانی که برای تعیین نرخ مشخصه کافی است، تقریباً ثابت می‌باشد. با مقایسه نتایج موقعیت‌های مختلف اتاقک آزمون می‌توان یکنواختی شرایط محیطی را در سراسر اتاقک تعیین نمود. مقایسه‌های بین آزمایشگاهی می‌تواند در تفسیر منطقی اختلاف نتایج مفید باشد.

#### الف-۲ وسایل

الف-۲-۱ پیمانۀ<sup>۱</sup>، یک پیمانۀ نفوذپذیر مطابق با استاندارد ASTM D1653.

الف-۲-۲ کاغذ صافی، صفحات مدور ۷ cm.

الف-۲-۳ فیلر جاذب، گوی‌های نخی جاذب.

الف-۲-۴ سرپوش قالب، مقوای سفت یا صفحه ورق فلزی با ابعاد مشابه با سطح فوقانی قالب آزمون و با سوراخی به قطر ۶۳ mm در مرکز آن.

الف-۲-۵ ترازو، یک ترازو با ظرفیت حداقل ۲۰۰g که حساسیت و دقت اندازه‌گیری آن ۰/۰۱ g یا کمتر است.

#### الف-۳ روش انجام آزمون

سه گوی نخی جاذب خشک‌شده را در پیمانۀ نفوذپذیر بریزید تا لایه اسفنجی یکنواختی حاصل شود. پیمانۀ را با آب مقطر پر کنید، کاغذ صافی مدور را روی پیمانۀ قرار دهید. سرپوش قالب را در بالای قالب خالی آزمون قرار دهید و با نوار چسب در جایش محکم کنید. پیمانۀ را در سوراخ مرکز قالب قرار دهید. قالب و پیمانۀ را در موقعیت مورد نظر در داخل اتاقک آزمون قرار دهید و به مدت ۱ h صبر کنید تا به تعادل دمایی برسد. جرم پیمانۀ را با دقت ۰/۰۱ g تعیین کرده و بلافاصله به داخل اتاقک برگردانید. به مدت (۵ تا ۷) h و در فواصل زمانی ۱ h مجدداً آن را توزین کنید. در هر فاصله زمانی، جرم و کل زمان سپری شده را با دقت ۲ min ثبت کنید.

#### الف-۴ روش محاسبه

الف-۴-۱ کل کاهش جرم در هر فاصله زمانی را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$L = m_i - m_t$$

(الف-۱)



که در آن:

$L$  کاهش جرم تجمعی؛

$m_i$  جرم اولیه؛

$m_t$  جرم در زمان  $t$ .

الف-۴-۲ نمودار مربوط به کاهش جرم تجمعی ( $L$ ) نسبت به زمان سپری شده ( $t$ ) را ترسیم کنید و شیب دوره آزمون را تعیین کنید. مقدار کاهش جرم را بر حسب گرم در ساعت گزارش کنید. شیب را همچنین می‌توان بر اساس روش کوچکترین مربعات محاسبه کرد. میزان کاهش بهتر است در کل دوره آزمون تقریباً ثابت بماند.

الف-۵ دقت واریبی

الف-۵-۱ دقت، داده‌های مربوط به بیانیه دقت در حال جمع‌آوری است.

الف-۵-۶ اریبی، این روش آزمون فاقد اریبی بوده زیرا نرخ تبخیر فقط بر اساس این روش آزمون تعیین می‌شود.