



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۴۷۹

چاپ اول

۱۳۹۴



دارای محتوای رنگی

INSO

21479

1st.Edition

2016

بتن - پیش‌بینی نفوذ کلرید در بتن
سخت شده حاوی سیمان هیدرولیکی
با روش مهاجرت سریع - روش آزمون

Concrete - Predicting Chloride
Penetration of Hardend Hydraulic Cement
Concrete by the Rapid Migration
Procedure— Test method

ICS: 91.100.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« بتن - پیش‌بینی نفوذ کلرید در بتن سخت شده حاوی سیمان هیدرولیکی

با روش مهاجرت سریع - روش آزمون»

رئیس:

سمت و/یا محل اشتغال:
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
انجمن بتن ایران

تدین، محسن
(دکتری مهندسی عمران - سازه)

دبیر:

سازمان ملی استاندارد ایران

حسینی اقدم، سید رضا
(کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آزمایشگاه تارا بتن

اسدیگی، لیلا
(کارشناس زمین شناسی)

مجتمع تحقیقاتی - تولیدی ایران فرمیکو

افشار، معصومه
(کارشناس ارشد مهندسی معدن)

شرکت جهان بتن

الله بخش، فریبا
(کارشناس ارشد فیزیک)

شرکت آپتوس ایران

بزرگمهر، سعید
(کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه)

شرکت آرا بتن ارونند

تدین، علی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه‌های دریایی)

گروه تخصصی شهید رجایی

خزعلی، محمد حسین
(کارشناس ارشد مهندسی عمران - مهندسی و مدیریت ساخت)

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

زنگانه، حامد
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت مرصوص بتن

سقطچی غزاله
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سلطانی، بهروز

(کارشناس ارشد مهندسی عمران - زلزله)

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)

فروتن مهر، حسین

(کارشناس مهندسی عمران - راه و ساختمان)

قشقایی، محمد مهدی

(کارشناس ارشد مهندسی عمران - زلزله)

مجتبوی، سید علیرضا

(کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)

محمدی، زهرا

(کارشناس ارشد زمین شناسی)

نوفلاح، مهدی

(کارشناس فیزیک)

هاشمی، سارا

(کارشناس ارشد آلودگی خاک)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت آزاد راک کهن

سازمان ملی استاندارد ایران

انجمن صنفی تولید کنندگان بتن آماده و قصعات بتنی

کارشناس تدوین پژوهشگاه استاندارد

سازمان ملی استاندارد ایران

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شرکت دماوند سفید پاریسیان

انجمن صنفی تولید کنندگان بتن آماده و قصعات بتنی

فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ب | آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران |
| ج | کمیسیون فنی تدوین استاندارد |
| و | پیش‌گفتار |
| ۱ | ۱ هدف و دامنه کاربرد |
| ۱ | ۲ مراجع الزامی |
| ۲ | ۳ تعاریف |
| ۲ | ۱-۳ عمق نفوذ کلرید |
| ۲ | ۲-۳ انتشار |
| ۲ | ۳-۳ مهاجرت |
| ۲ | ۴ روش الف - روش آشتو |
| ۲ | ۱-۴ اصول آزمون |
| ۲ | ۲-۴ وسایل |
| ۵ | ۳-۴ مواد و واکنشگرها |
| ۵ | ۴-۴ نمونه‌برداری و تهیه آزمون‌ها |
| ۶ | ۵-۴ آمایش |
| ۶ | ۶-۴ روش آزمون الف |
| ۹ | ۷-۴ روش محاسبه و بیان نتایج |
| ۱۰ | ۸-۴ دقت و اریبی |
| ۱۰ | ۵ روش ب - روش نوردتست |
| ۱۰ | ۱-۵ اصول آزمون |
| ۱۱ | ۲-۵ وسایل |
| ۱۱ | ۳-۵ مواد و واکنشگرها |
| ۱۱ | ۴-۵ نمونه‌برداری و تهیه آزمون‌ها |
| ۱۱ | ۵-۵ آمایش |
| ۱۲ | ۶-۵ روش آزمون ب |
| ۱۴ | ۷-۵ روش محاسبه و بیان نتایج |
| ۱۵ | ۸-۵ دقت |
| ۱۶ | ۶ گزارش آزمون |
| ۱۷ | پیوست الف (اطلاعاتی) نمونه‌ای از دستگاه مهاجرت |

پیش‌گفتار

استاندارد « بتن - پیش‌بینی نفوذ کلرید در بتن سخت شده حاوی سیمان هیدرولیکی با روش مهاجرت سریع - روش آزمون » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در ششصد و چهل و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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.

منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

1- AASHTO T 357-15: 2015, Predicting Chloride Penetration of Hydraulic Cement Concrete by the Rapid Migration Procedure

2- NT BUILD 492: 1999, Chloride Migration Coefficient from Non-Steady-State Migration Experiments

بتن - پیش‌بینی نفوذ کلرید در بتن سخت شده حاوی سیمان هیدرولیکی

با روش مهاجرت سریع - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای ارزیابی سریع مقاومت بتن در برابر نفوذ کلرید با استفاده از آزمون‌های مهاجرت در شرایط ناپایدار است.

۲-۱ نتیجه این آزمون می‌تواند برای طبقه بندی بتن براساس سهولت نفوذ یون‌های کلرید در بتن، مورد استفاده قرار گیرد. این به نوبه خود نشانه‌ای از قابلیت خوردگی میلگرد بتن ناشی از ورود کلرید می‌باشد.

۳-۱ در این استاندارد دو روش آزمون «روش الف» و «روش ب» شرح داده می‌شود. روش الف بر مبنای روش آشتو است که در بند ۴ شرح داده می‌شود و روش ب نیز بر مبنای روش نوردتست می‌باشد که در بند ۵ بیان می‌شود. نحوه نمونه برداری و آماده سازی آزمون و تجهیزات و اصول آزمون برای هر دو روش تقریباً یکسان می‌باشد. اما در روش انجام آزمون، تفاوت‌هایی بین این دو روش وجود دارد.

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 ۵۸۱، بتن - ساخت و عمل آوری آزمون‌های بتن در آزمایشگاه - آیین کار

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵، بتن - ساخت و عمل آوری آزمون‌ها در کارگاه - آیین کار

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۰۶، بتن - تهیه و آزمون نمونه‌های مغزه‌گیری شده و تیرهای اهر شده بتنی - روش آزمون

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، آب - مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

2-5 AASHTO T 277, Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration

- 2-6 AASHTO T 357-15, Predicting Chloride Penetration of Hydraulic Cement Concrete by the Rapid Migration Procedure
- 2-7 NT BUILD 492, Chloride Migration Coefficient from Non-Steady-State Migration Experiments

۳ تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

عمق نفوذ کلرید

Chloride penetration depth

فاصله بین سطح قرار گرفته در معرض محلول کلرید و جبهه نفوذ کلرید، جایی که پس از افشاندن محلول نقره نیترات ۰/۱ نرمال، رنگ آن از سفید به قهوه‌ای تغییر می‌کند.

۲-۳

انتشار

Diffusion

حرکت مولکول‌ها یا یون‌ها در اثر یک اختلاف غلظت، یا به‌طور صریح‌تر، اختلاف پتانسیل شیمیایی، از یک ناحیه با غلظت زیاد به یک ناحیه با غلظت کم.

۳-۳

مهاجرت

Migration

حرکت یون‌ها تحت اثر یک میدان الکتریکی خارجی.

۴ روش الف - روش آستو

۱-۴ اصول آزمون

در این روش آزمون از مهاجرت الکتریکی برای تسریع حرکت یون‌های کلر به داخل یک آزمون بتنی و یک نشانگر رنگی برای اندازه‌گیری مقدار نفوذ کلرید، استفاده می‌شود. یک پتانسیل خارجی در راستای ارتفاع آزمون اعمال می‌شود تا یون‌های کلرید را وادار به مهاجرت به درون آزمون کند. پس از مدت زمان مشخصی، آزمون در راستای ارتفاع، دونیم شده و محلول نقره نیترات (نشانگر رنگی برای کلرید) بر روی یکی از سطح‌های تازه دونیم شده، افشاندن می‌شود. عمق نفوذ کلرید از وسعت رسوب سفید نقره کلرید قابل مشاهده، اندازه‌گیری می‌شود. نرخ نفوذ یون کلرید با استفاده از این عمق نفوذ تعیین و برای طبقه بندی بتن استفاده می‌شود.

۲-۴ وسایل

۱-۲-۴ اره الماسی خنک شونده با آب، با قابلیت برش عمود بر محور استوانه‌ها یا مغزه‌های بتنی با قطر ۱۰۰ میلی‌متر.

۲-۲-۴ تجهیزات آمایش^۱

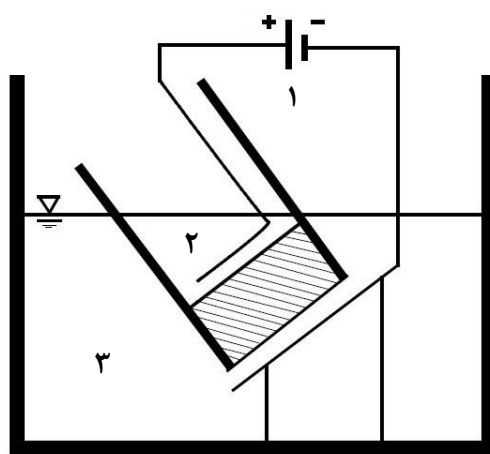
۱-۲-۲-۴ خشکانه خلاء، با قطر ۲۵۰ میلی‌متر یا بزرگ‌تر (با گنجایش حداقل سه آزمونه)، دارای دو اتصال لوله‌ای، که هر کدام مجهز به شیر قطع کن باشد.

۲-۲-۲-۴ پمپ خلاء، با قابلیت نگه‌داری فشار کمتر از پنج کیلوپاسکال (۳۷ میلی‌متر جیوه) در خشکانه خلاء.

یادآوری - از آنجایی که خلاء، آب را بیرون خواهد کشید، بهتر است پمپ با یک تله آبگیر (مانند یک سیفون) محافظت شود و یا روغن پمپ پس از هر بار استفاده تعویض شود.

۳-۲-۲-۴ اندازه‌گیر خلاء یا فشارسنج، قادر به خواندن سطح‌های خلاء به حد پایین یک کیلوپاسکال (پنج میلی‌متر جیوه).

۳-۲-۴ دستگاه مهاجرت، نمای کلی دستگاه مهاجرت در شکل ۱ نشان داده شده است (یادآوری و پیوست الف را ببینید).



راهنما:

- ۱ ولتاژ اعمال شده
- ۲ محلول سدیم هیدروکسید
- ۳ محلول سدیم کلرید

شکل ۱ - نمای کلی دستگاه مهاجرت

۱-۳-۲-۴ غلاف لاستیکی سیلیکونی، با قطر داخلی ۱۰۰ میلی‌متر، قطر خارجی ۱۱۵ میلی‌متر و طول حدود ۱۵۰ میلی‌متر.

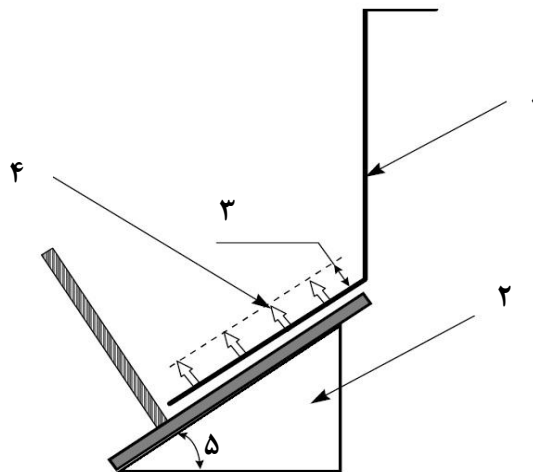
۲-۳-۲-۴ دو بست فولادی زنگ‌نزن، با عرض ۲۰ میلی‌متر و قطر ۱۰۵ میلی‌متر تا ۱۱۵ میلی‌متر (شکل ۳ را ببینید).

۳-۳-۲-۴ ظرف پلاستیکی (مخزن کاتولیت)، با طول ۳۷۰ میلی‌متر، عرض ۲۷۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۸۰ میلی‌متر.

۴-۳-۲-۴ کاند، یک ورقه فولادی زنگ‌نزن به ضخامت ۰٫۵ میلی‌متر که بر روی یک تکیه‌گاه پلاستیکی متصل شده است (شکل ۲).

۵-۳-۲-۴ آند، شبکه یا صفحه سوراخ‌دار فولادی زنگ‌نزن با ضخامت حدود ۰٫۵ میلی‌متر (شکل ۳).

یادآوری - طرح‌های دیگر دستگاه مهاجرت مورد قبول هستند، به شرطی که بتوانند در حین آزمون دماهای آزمون و محلول‌ها را در گستره ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس نگه‌دارند.



راهنما:

۴ فاصله انداز

۱ کاند

۵ ۳۲ درجه

۲ تکیه‌گاه پلاستیکی

۳ ۱۵ میلی‌متر تا ۲۰ میلی‌متر

شکل ۲ - کاند و تکیه‌گاه پلاستیکی

۶-۳-۲-۴ منبع تغذیه، با قابلیت فراهم کردن ولتاژ کنترل شده جریان مستقیم صفر ولت تا ۶۰ ولت با درستی ± 0.1 ولت.

۷-۳-۲-۴ آمپرسنج، با قابلیت نمایش جریان ± 1 میلی‌آمپر.

۴-۲-۳-۸ دماسنج یا ترموکوپل، با قابلیت قرائت ± 1 سلسیوس.

۴-۲-۳-۹ دستگاه مناسب برای دو نیم کردن آزمون، یک دستگاه مناسب برای دو نیم کردن آزمون به صورت طولی، برای مثال دستگاه آزمون فشاری مجهز به وسایل آزمون کشش شکافتی.

۴-۲-۳-۱۰ کولیس، با تفکیک پذیری 0.1 میلی‌متر.

۴-۲-۳-۱۱ خطکش، با تفکیک پذیری 1 میلی‌متر و حداقل طول 100 میلی‌متر.

۴-۲-۳-۱۲ بطری افشانه، برای افشاندن نقره نیترات.

۴-۳ مواد و واکنشگرها

۴-۳-۱ خلوص واکنشگرها، واکنشگرهای با درجه آزمایشگاهی^۱ در تمام آزمون‌ها باید استفاده شوند.

۴-۳-۲ خلوص آب، آب باید با درجه آزمایشگاهی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ باشد، مگر آن که ترتیب دیگری مقرر شده باشد.

۴-۳-۳ واکنشگرها

۴-۳-۳-۱ آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده.

۴-۳-۳-۲ محلول سدیم کلرید، 10 درصد جرمی، 100 گرم سدیم کلرید (NaCl) را در 900 گرم آب حل کنید.

۴-۳-۳-۳ محلول سدیم هیدروکسید، 0.3 نرمال، حدود 12 گرم سدیم هیدروکسید را در یک لیتر آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده حل کنید.

۴-۳-۳-۴ محلول نیترات نقره ($AgNO_3$)، 0.1 مولار.

۴-۳-۳-۵ آب بند (در صورت نیاز)، اپوکسی پنج دقیقه یا آب‌بند مناسب دیگری برای پوشاندن سطح جانبی آزمون (به جز دو سطح مورد آزمون).

۴-۴ نمونه‌برداری و تهیه آزمون‌ها

۴-۴-۱ آزمون‌ها دارای قطر 100 میلی‌متر و ضخامت 50 میلی‌متر می‌باشند که از استوانه‌های قالب‌گیری شده یا مغزه‌های حفاری شده با حداقل طول اولیه 100 میلی‌متر، بریده شده‌اند. استوانه‌ها یا مغزه‌ها بهتر است مطابق الزامات بیان شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۱، استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۵ و یا استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۰۶ باشند. بهتر است سه آزمون برای انجام آزمون استفاده شود.

۲-۴-۴ تهیه آزمون‌ها

۱-۲-۴-۴ در صورت استفاده از مغزه حفاری شده، بهتر است لایه خارجی بتن (برای مثال، نزدیک‌ترین لایه به سطح بتن اصلی) به ضخامت در حدود ۱۰ میلی‌متر تا ۲۰ میلی‌متر بریده شود (یادآوری را ببینید). پس از آن بهتر است قطعه‌ای به ضخامت (50 ± 2) میلی‌متر از طول مغزه باقیمانده، بریده و به‌عنوان آزمون استفاده شود. سطح انتهایی آزمون که به سطح اصلی نزدیکتر بوده است (برای مثال، سطحی که در مجاورت سطح خارجی حذف شده، بوده است) بهتر است در معرض محلول کلرید (کاتولیت) قرار گیرد.

۲-۲-۴-۴ در صورت استفاده از استوانه قالب‌گیری شده، بهتر است لایه خارجی بتن (برای مثال، نزدیک‌ترین لایه به سطح ماله کشی شده) به ضخامت در حدود ۲۵ میلی‌متر بریده شود (یادآوری را ببینید)، پس از آن بهتر است قطعه‌ای به ضخامت (50 ± 2) میلی‌متر از طول مغزه باقیمانده بریده و به‌عنوان آزمون استفاده شود. سطح انتهایی آزمون که به سطح ماله کشی شده اصلی نزدیکتر می‌باشد، بهتر است در معرض محلول کلرید (کاتولیت) قرار گیرد.

۳-۲-۴-۴ ضخامت دور آزمون بهتر است با دقت 0.1 میلی‌متر توسط یک کولیس در چهار محل با فاصله‌های برابر دور آزمون اندازه‌گیری شود. همه اندازه‌های ضخامت چهارگانه باید (50 ± 2) میلی‌متر باشند.

یادآوری - اصطلاح «بریدن» در اینجا به معنی اره کردن عمود بر محور یک مغزه یا استوانه به وسیله یک اره الماسی خنک شونده با آب است.

۵-۴ آمایش^۱

۱-۵-۴ هرگونه زواید را از سطح آزمون تمیز کنید و بشویید. آب اضافی را از سطح آزمون‌ها پاک کنید.

۲-۵-۴ در صورت نیاز، سطوح جانبی آزمون‌ها را با اپوکسی پنج دقیقه یا آب بند مناسب دیگری بپوشانید (یادآوری بند ۴-۲-۳-۵ را ببینید).

۳-۵-۴ پیش آمایش (اشباع خلاء)

۱-۳-۵-۴ آزمون‌های سطح خشک را در خشکانه خلاء قرار دهید. هر دو سطح انتهایی باید نمایان باشند.

۲-۳-۵-۴ خشکانه خلاء را درزگیری و پمپ خلاء را روشن کنید. بهتر است فشار مطلق در داخل خشکانه به محدوده یک تا پنج کیلو پاسکال ($7/5$ تا 37 میلی‌متر جیوه) در عرض چند دقیقه کاهش یابد. خلاء را به مدت سه ساعت نگاه دارید.

۳-۳-۵-۴ در حالی که پمپ خلاء هنوز روشن است، شیر آب را باز کنید و خشکانه را با آب شیر هواگیری شده پر کنید تا آزمون‌ها را بپوشاند. شیر آب را ببندید و خلا را به مدت یک ساعت دیگر نگاه دارید.

۴-۳-۵-۴ شیر مسیر خلاء را ببندید و پمپ خلاء را خاموش کنید. شیر مسیر خلاء را دوباره باز کنید تا هوا وارد خشکانه شود. آزمون‌ها را در این حالت به مدت (2 ± 18) ساعت نگاه دارید.

1- Conditioning

۶-۴ روش آزمون

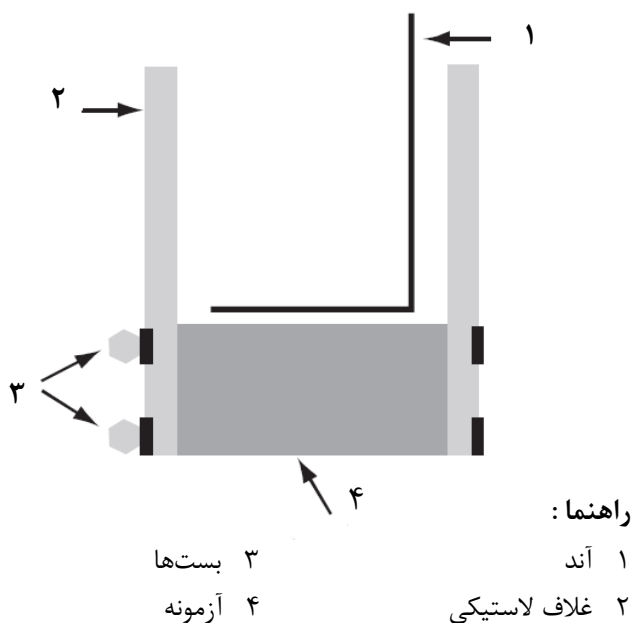
۱-۶-۴ استقرار

۱-۱-۶-۴ دمای محلول سدیم هیدروکسید و محلول سدیم کلرید را اندازه بگیرید. اگر دماها در محدوده (23 ± 2) درجه سلسیوس نیستند، دمای محلولها را قبل از شروع آزمون به (23 ± 2) سلسیوس برسانید.

۲-۱-۶-۴ کاتد را در مخزن کاتولیت قرار دهید و مخزن را با ۱۲ لیتر محلول سدیم کلرید پر کنید.

۲-۶-۴ برای هر یک از سه نمونه، یک غلاف لاستیکی دور نمونه قرار دهید. بستها را دور غلاف قرار دهید و به صورت چسبیده محکم کنید (مطابق شکل ۳).

یادآوری - در صورت استفاده از وسیله متفاوت از آنچه در این جا شرح داده شده (برای مثال سلولهای بند ۲-۵)، وسیله را مطابق با استاندارد قابل کاربرد یا دستورالعمل سازنده، راه اندازی کنید.



شکل ۳- نحوه چیدمان آزمون در غلاف لاستیکی و قراردعی آند

۱-۲-۶-۴ هر غلاف را برای کنترل نشستی با آب مقطر پر و در صورت نیاز بستها را محکم تر کنید (یادآوری ۱). آب را خالی کنید و نمونهها را بر روی کاتد در مخزن کاتولیت قرار دهید (یادآوری ۲).

یادآوری ۱- اگر سطح جانبی نمونه صاف نیست، یا اگر عیب قابل توجهی (برای مثال فضاهای خالی یا کرموشدگیهای بزرگ) بر روی سطح جانبی وجود دارد که ممکن است منجر به نشستی قابل توجهی شود، نواری از آب بند سیلیکون برای جلوگیری از نشت آب، بکار ببرید.

یادآوری ۲- اگر اجازه داده شده است بتن پس از پیش آمایش به طور قابل ملاحظه ای خشک شود، برای دقایقی آن را در آب شیر برای اشباع دوباره، قبل از قرار دادن آن بر روی کاتد، فرو ببرید.

۴-۶-۲-۲ غلاف را بالای آزمون با ۳۰۰ میلی‌لیتر از محلول سدیم هیدروکسید پر کنید. آند را در محلول سدیم هیدروکسید فرو ببرید.

۴-۶-۲-۳ این مجموعه را درون ظرف پلاستیکی (مخزن کاتولیت) قرار دهید.

یادآوری - در صورتی که پس از استقرار مجموعه، محلول سدیم هیدروکسید سطح آزمون را به طور کامل نپوشاند، ضروری است مرحله استقرار مجدداً بررسی گردد.

۴-۶-۳ اعمال ولتاژ

۴-۶-۳-۱ کاتد را به قطب منفی و آند را به قطب مثبت منبع تغذیه وصل کنید. منبع تغذیه را روشن و آن را برای پتانسیل $(\pm 0.1/60)$ ولت با جریان مستقیم تنظیم و جریان اولیه هر آزمون (A) را به نزدیک‌ترین ۰.۱۰۱ آمپر ثبت کنید.

۴-۶-۳-۲ محدوده‌های جریان جدول ۱ را بررسی و در صورت نیاز، پتانسیل را مطابق با مقادارهای داخل جدول مجدداً تنظیم کنید. اگر پتانسیل بازتنظیم می‌شود، مقادارهای جدید جریان اولیه هر آزمون را ثبت کنید. اگر جریان اولیه بزرگ‌تر از ۸۰۰ میلی‌آمپر است، آزمون را ادامه ندهید.

جدول ۱- شرایط آزمون

| مدت آزمون (ساعت) | ولتاژ اعمال شده (ولت) | جریان اولیه با پتانسیل ۶۰ ولت (میلی‌آمپر) |
|---------------------|--------------------------|--|
| ۱۸ | ۶۰ | کوچک‌تر از ۱۲۰ |
| ۱۸ | ۳۰ | ۱۲۰ تا ۲۴۰ |
| ۱۸ | ۱۰ | ۲۴۰ تا ۸۰۰ |
| آزمون نشود | آزمون نشود | بزرگ‌تر از ۸۰۰ |

۴-۶-۳-۳ برای هر آزمون، دمای اولیه محلول آنولیت را با استفاده از دماسنج یا ترموکوپل اندازه‌گیری و ثبت کنید.

۴-۶-۳-۴ بعد از ۱۸ ساعت، جریان و دمای نهایی هر آزمون و دمای محلول کاتولیت را ثبت کنید. منبع تغذیه را خاموش کنید.

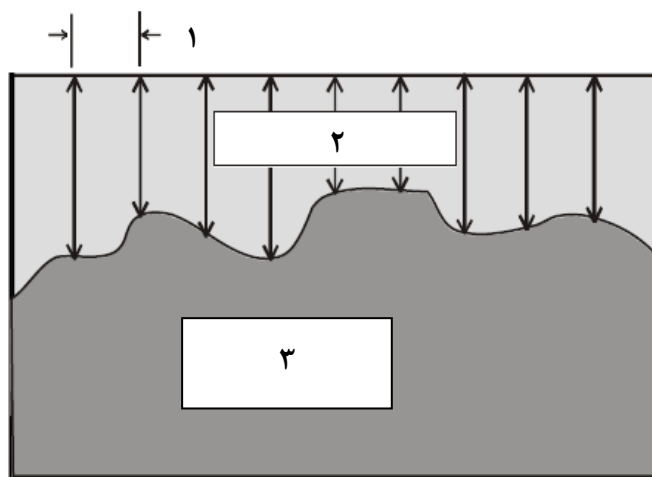
۴-۶-۳-۵ وسایل آزمون را جدا و آزمون‌ها را خارج کنید.

۴-۶-۴ اندازه‌گیری نفوذ کلرید:

۴-۶-۴-۱ آزمون‌ها را با آب مقطر بشویید. آب اضافی را از سطح آزمون‌ها پاک کنید. با استفاده از دستگاه مناسب (وسیله بند ۴-۲-۷)، آزمون را در راستای طولی دو نیم کنید. یک نیمه را برای اندازه‌گیری عمق نفوذ انتخاب کنید.

۴-۶-۴-۲ محلول نقره نترات ۰/۱ نرمال را بر روی سطح تازه شکافته شده بیافشانید. هنگامی که رسوب سفید کلرید نقره بر روی سطح شکافته شده به وضوح قابل مشاهده شد (پس از حدود ۱۵ دقیقه)، عمق نفوذ را اندازه بگیرید. عمق نفوذ را با استفاده از یک خط کش در فاصله‌های ۱۰ میلی‌متری، شروع شده از ۱۰ میلی‌متری لبه، همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، انجام دهید (یادآوری ۱ تا ۳). عمق بهتر است به نزدیک‌ترین میلی‌متر خوانده شود. بهتر است حداقل ۵ اندازه معتبر بدست آید.

یادآوری ۱ - اگر جبهه نفوذی که باید اندازه‌گیری شود به طور آشکار با سنگدانه مسدود شده است، اندازه‌گیری را به نزدیکترین جبهه‌ای که انسداد قابل توجهی با سنگدانه ندارد، انتقال دهید. در صورتی که بیش از ۵ عمق معتبر وجود دارد، از این عمق صرف نظر کنید.



راهنما:

- ۱ طول ۱۰ میلی‌متر
- ۲ اندازه‌گیری عمق نفوذ
- ۳ آزمون

شکل ۴ - اندازه‌گیری عمق نفوذ کلرید بر روی سطح دو نیم شده آزمون

یادآوری ۲ - در صورتی که حضور عیبی در آزمون (برای مثال فضاهای خالی یا کرم‌شدگی‌های بزرگ) منجر به جبهه نفوذ خیلی بلندتر از میانگین می‌شود، بهتر است در این محل اندازه‌گیری انجام نشود. این چنین نقص‌هایی را در گزارش آزمون یادداشت کنید.

یادآوری ۳ - برای حذف اثر احتمالی لبه که ناشی از غیر همگنی درجه اشباع و یا نشت احتمالی در طول آزمون می‌باشد، بهتر است هیچ اندازه‌گیری در طول ۱۰ میلی‌متری لبه‌ها انجام نشود.

۷-۴ روش محاسبه و بیان نتایج

۱-۷-۴ برای هر آزمون، عمق نفوذ (X_d) با حذف پایین‌ترین و بالاترین مقدار و میانگین‌گیری از سایر اندازه‌ها، تعیین می‌شود.

۲-۷-۴ نرخ نفوذ را با استفاده از رابطه (۱) محاسبه کنید:

$$M = \frac{X_d}{V \times h} \quad (1)$$

که در آن:

M نرخ نفوذ، بر حسب میلی‌متر بر ولت ساعت؛

X_d عمق نفوذ، بر حسب میلی‌متر؛

V ولتاژ اعمال شده، بر حسب ولت؛

h مدت آزمون، بر حسب ساعت.

۸-۴ دقت و اریبی

۱-۸-۴ دقت

۱-۱-۸-۴ دقت یک کاربر، ضریب انحراف یک کاربر یک نتیجه منفرد (که در آن یک نتیجه آزمون، همان‌گونه که در این روش تعیین شده است، میانگین سه اندازه‌گیری جداگانه است) مطابق با نتایج آزمون^۱ بین شش آزمایشگاه، ۸/۸ درصد معلوم شده است. بنابر این، نتایج دو آزمون درست انجام شده (هر کدام شامل میانگین سه اندازه‌گیری جداگانه) توسط کاربر یکسان بر روی نمونه‌های بتنی از یک پیمانانه یکسان، بهتر است بیش از ۲۵ درصد اختلاف نداشته باشند.

۲-۱-۸-۴ دقت چند کاربر، ضریب انحراف چند کاربر یک نتیجه منفرد (که در آن یک نتیجه آزمون، همان‌گونه که در این روش تعیین شده است، میانگین سه اندازه‌گیری جداگانه است) برای بتن با سیمان پرتلند یا برای بتن حاوی دوده سیلیسی، ۱۶ درصد و برای بتن حاوی سرباره، ۳۳/۶ درصد معلوم شده است. بنابراین، نتایج دو آزمون درست انجام شده (هر کدام شامل میانگین سه اندازه‌گیری جداگانه) بهتر است بیش از ۴۵ درصد برای بتن با سیمان پرتلند یا برای بتن حاوی دوده سیلیسی و بیش از ۶۷ درصد برای بتن حاوی سرباره، اختلاف نداشته باشند.

۳-۱-۸-۴ اریبی، با توجه به این‌که هیچ ماده مرجع پذیرفته شده مناسبی برای تعیین اریبی در این روش آزمون وجود ندارد، هیچ‌گونه توضیحی در خصوص اریبی منتشر نشده است.

1- The results from the Nordic round-robin test
2- By Hooton et al.
3- By Tang and Sorenson

۵ روش ب - روش نورد تست

۱-۵ اصول آزمون

یک پتانسیل الکتریکی خارجی در راستای ارتفاع آزمون عمل می‌شود و یون‌های کلرید را وادار به مهاجرت به داخل آزمون می‌کند. پس از مدت زمان مشخصی، آزمون در راستای ارتفاع شکافته و محلول نقره نیترات (نشانه‌گر رنگی برای کلرید) بر روی یکی از سطح‌های تازه شکافته، افشاندن می‌شود. عمق نفوذ کلرید از وسعت رسوب سفید نقره کلرید قابل مشاهده، اندازه‌گیری می‌شود. سپس ضریب مهاجرت در شرایط ناپایدار را می‌توان با استفاده از این عمق نفوذ محاسبه نمود.

۲-۵ وسایل

کلیه وسایل بند ۲-۴ در این روش استفاده می‌شوند.

۳-۵ مواد و واکنشگرها

۱-۳-۵ خلوص واکنشگرها، مطابق بند ۳-۴-۱.

۲-۳-۵ خلوص آب، مطابق بند ۳-۴-۲.

۳-۳-۵ واکنشگرها، کلیه واکنشگرهای بند ۳-۴-۳ به علاوه واکنشگر زیر:

۱-۳-۳-۵ کلسیم هیدروکسید، کلسیم هیدروکسید (Ca(OH)_2) با درجه صنعتی.

۴-۵ نمونه برداری و تهیه آزمون‌ها

۱-۴-۵ نمونه برداری مطابق بند ۴-۴-۱ می‌باشد.

۲-۴-۵ تهیه آزمون‌ها

۱-۲-۴-۵ در صورت استفاده از مغزه حفاری شده، بهتر است لایه خارجی بتن به ضخامت در حدود ۱۰ میلی‌متر تا ۲۰ میلی‌متر، بریده شود (یادآوری را ببینید)، پس از آن بهتر است قطعه‌ای به ضخامت (2 ± 50) میلی‌متر از طول مغزه باقیمانده بریده و به عنوان آزمون استفاده شود. سطح انتهایی که به لایه دورتر نزدیکتر بوده است، در معرض محلول کلرید (کاتولیت) قرار می‌گیرد.

۲-۲-۴-۵ در صورت استفاده از استوانه قالب‌گیری شده با قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر، قطعه‌ای به ضخامت (2 ± 50) میلی‌متر را به عنوان آزمون از بخش میانی استوانه برش دهید. سطح انتهایی آزمون که به سطح قالب‌گیری شده نزدیکتر می‌باشد، سطحی است که در معرض محلول کلرید (کاتولیت) قرار می‌گیرد.

یادآوری - اصطلاح «بریدن» در اینجا به معنی اره کردن عمود بر محور یک مغزه یا استوانه به وسیله یک اره الماسی خنک شونده با آب است.

۳-۲-۴-۵ در صورت استفاده از استوانه قالب‌گیری شده با قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر، ابتدا نمونه را دو نیم کنید (برای مثال به دو استوانه با قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر). سپس از یک نیمه، قطعه‌ای به ضخامت (2 ± 50) میلی‌متر را برش دهید. سطح انتهایی نمونه که به سطح اولین برش (سطح میانی) نزدیکتر بوده، سطحی است که در معرض محلول کلرید (کاتولیت) قرار می‌گیرد.

۴-۲-۴-۵ ضخامت را با دقت ۰٫۱ میلی‌متر توسط یک کولیس اندازه بگیرید.

۵-۵ آمایش

۱-۵-۵ مطابق بند ۴-۵-۱ عمل نمایید.

۲-۵-۵ مطابق بند ۴-۵-۲ عمل نمایید.

۳-۵-۵ پیش آمایش (اشباع خلاء)

۱-۳-۵-۵ مطابق بند ۴-۵-۳-۱ عمل نمایید.

۲-۳-۵-۵ مطابق بند ۴-۵-۳-۲ عمل نمایید.

۳-۳-۵-۵ در حالی که پمپ خلاء هنوز روشن است، شیر آب را باز کنید و خشکانه را با کلسیم هیدروکسید اشباع (با حل کردن مقدار زیادی کلسیم هیدروکسید در آب مقطر یا آب یون زدایی شده) پر کنید تا همه نمونه‌ها را بپوشاند. شیر آب را ببندید و خلا را برای یک ساعت دیگر نگاه دارید.

۴-۳-۵-۵ مطابق بند ۴-۵-۳-۴ عمل نمایید.

۶-۵ روش آزمون

۱-۶-۵ استقرار

مطابق بند ۴-۶-۱ عمل شود.

۲-۶-۵ اعمال ولتاژ

۱-۲-۶-۵ کاتد را به قطب منفی و آند را به قطب مثبت منبع تغذیه وصل کنید. منبع تغذیه را روشن و آن را برای پتانسیل ۳۰ ولت با جریان مستقیم تنظیم و جریان اولیه هر نمونه (A) را ثبت کنید.

۲-۲-۶-۵ محدوده‌های جریان جدول ۲ را بررسی و در صورت نیاز، پتانسیل را مطابق با مقادیرهای داخل جدول مجدداً تنظیم کنید. اگر پتانسیل بازتنظیم می‌شود، مقادیرهای جدید جریان اولیه هر نمونه را ثبت کنید.

۳-۲-۶-۵ برای هر نمونه، دمای اولیه محلول آنولیت را با استفاده از دماسنج یا ترموکوپل اندازه‌گیری و ثبت کنید.

۵-۶-۲-۴ مدت آزمون مناسب را با توجه به جریان اولیه از جدول ۲ انتخاب کنید. بعد از گذشت مدت آزمون، جریان و دمای نهایی هر آزمون و دمای محلول کاتولیت را ثبت کنید. منبع تغذیه را خاموش کنید.

۵-۶-۲-۵ وسایل آزمون را جدا و آزمون‌ها را خارج کنید.

جدول ۲- شرایط آزمون

| مدت آزمون (ساعت) | ولتاژ اعمال شده (ولت) | جریان اولیه با پتانسیل ۶۰ ولت (میلی آمپر) |
|-----------------------|----------------------------|--|
| ۹۶ | ۶۰ | کوچک‌تر از ۵ |
| ۴۸ | ۶۰ | ۵ تا ۱۰ |
| ۲۴ | ۶۰ | ۱۰ تا ۱۵ |
| ۲۴ | ۵۰ | ۱۵ تا ۲۰ |
| ۲۴ | ۴۰ | ۲۰ تا ۳۰ |
| ۲۴ | ۳۵ | ۳۰ تا ۴۰ |
| ۲۴ | ۳۰ | ۴۰ تا ۶۰ |
| ۲۴ | ۲۵ | ۶۰ تا ۹۰ |
| ۲۴ | ۲۰ | ۹۰ تا ۱۲۰ |
| ۲۴ | ۱۵ | ۱۲۰ تا ۱۸۰ |
| ۲۴ | ۱۰ | ۱۸۰ تا ۳۶۰ |
| ۶ | ۱۰ | بزرگ‌تر از ۳۶۰ |

یادآوری - برای آزمون‌هایی با مقدار چسباننده خاص، مانند ملات‌ها یا روان ملات‌های تعمیری، جریان اندازه‌گیری شده را برای قابل استفاده بودن با جدول ۲ اصلاح کنید. این کار را با ضرب جریان در یک ضریب (تقریباً برابر با نسبت مقدار چسباننده معمولی به مقدار چسباننده خاص) انجام دهید.

۵-۶-۳ اندازه‌گیری نفوذ کلرید (عمق نفوذ)

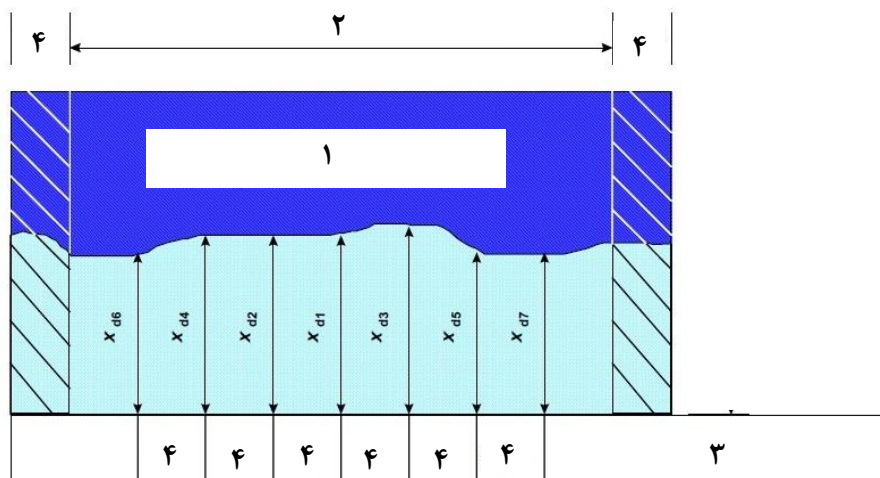
۵-۶-۳-۱ آزمون‌ها را با آب شیر بشویید. آب اضافی را از سطح آزمون‌ها پاک کنید. با استفاده از دستگاه مناسب (وسیله بند ۴-۲-۷)، آزمون را در راستای طولی دو نیم کنید. نیمه‌ای را که سطح آن به سطح‌های انتهایی اندازه‌گیری عمق نفوذ عمودتر است را برای اندازه‌گیری عمق نفوذ انتخاب کنید.

۵-۶-۳-۲ محلول نقره نیترات ۰/۱ نرمال را بر روی سطح تازه دو نیم شده بیافشانید. هنگامی که رسوب سفید کلرید نقره بر روی سطح دو نیم شده به وضوح قابل مشاهده شد (پس از حدود ۱۵ دقیقه)، عمق نفوذ را اندازه بگیرید. اندازه‌گیری عمق نفوذ را با استفاده از کولیس و یک خط کش مناسب از مرکز به هر دو لبه در فاصله‌های ۱۰ میلی‌متری (شکل ۵ را ببینید)، برای بدست آوردن ۷ عمق، انجام دهید (یادآوری ۱ تا ۳ را ببینید). عمق را با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه بگیرید.

یادآوری ۱ - اگر جبهه نفوذی که باید اندازه‌گیری شود به طور آشکار با سنگدانه مسدود شده است، اندازه‌گیری را به نزدیکترین جبهه‌ای که انسداد قابل توجهی با سنگدانه ندارد، انتقال دهید. در صورتی که بیش از پنج عمق معتبر وجود دارد، از این عمق صرف نظر کنید.

یادآوری ۲ - در صورتی که وجود عیبی در نمونه (برای مثال فضاهای خالی یا کرموشدگی‌های بزرگ) منجر به جبهه نفوذ خیلی بلندتر از میانگین می‌شود، بهتر است در این محل اندازه‌گیری انجام نشود. این چنین نقص‌هایی را در گزارش آزمون یادداشت کنید.

یادآوری ۳ - برای حذف اثر احتمالی لبه که ناشی از غیر همگنی درجه اشباع و یا نشت احتمالی در طول نمونه می‌باشد، بهتر است هیچ اندازه‌گیری در طول ۱۰ میلی‌متری لبه‌ها انجام نشود.



راهنما:

۴ طول ۱۰ میلی‌متر

۱ نمونه

۲ ناحیه اندازه‌گیری

۳ خط کش

شکل ۵ - اندازه‌گیری عمق‌های نفوذ کلرید

۷-۵ روش محاسبه و بیان نتایج

ضریب مهاجرت در شرایط ناپایدار را با استفاده از رابطه (۲) محاسبه کنید:

$$D_{\text{nssm}} = \frac{RT}{zFE} \cdot \frac{x_d - \alpha \sqrt{x_d}}{t} \quad (2)$$

$$E = \frac{U-2}{L}$$

$$\alpha = 2 \sqrt{\frac{RT}{zFE}} \cdot \text{erf}^{-1} \left(1 - \frac{2c_d}{c_0} \right)$$

که در آن:

D_{nssm} ضریب مهاجرت در شرایط ناپایدار، برحسب متر مربع بر ثانیه؛

z مقدار مطلق ظرفیت یون که برای کلرید برابر یک است؛

F ثابت فارادی، بر حسب ژول بر ولت مول که برابر $F=9.648 \times 10^4$ J/(V.mol) است.

U مقدار مطلق ولتاژ اعمال شده، بر حسب ولت؛

R ثابت گاز، بر حسب ژول بر کلوین مول که برابر $R=8.314$ J/(K.mol) است.

T مقدار میانگین دماهای اولیه و نهایی در محلول آنولیت، بر حسب کلوین؛

L ضخامت آزمونه، برحسب متر؛

X_d مقدار میانگین عمق‌های نفوذ، برحسب متر؛

t مدت آزمون، برحسب ثانیه؛

erf^{-1} معکوس تابع خطا؛

C_d غلظت کلرید که در آن رنگ تغییر می‌کند، برای بتن با سیمان پرتلند معمولی برابر 0.07 نرمال؛

C_0 غلظت کلرید در محلول کاتولیت، تقریباً برابر با دو نرمال؛

با توجه به این که:

$$erf^{-1}\left(1 - \frac{2 \times 0.07}{2}\right) = 1.28$$

می‌توان از معادله ساده شده زیر (رابطه ۳) ضریب مهاجرت در شرایط ناپایدار را محاسبه کرد:

$$D_{nssm} = \frac{0.0239(273 + T)L}{(U - 2)t} \left(x_d - 0.0238 \sqrt{\frac{(273 + T)L x_d}{U - 2}} \right) \quad (3)$$

که در آن:

D_{nssm} ضریب مهاجرت در شرایط ناپایدار، برحسب 10^{-12} متر مربع بر ثانیه؛

U مقدار مطلق ولتاژ به کارگرفته شده / اعمال شده، بر حسب ولت؛

T مقدار میانگین دماهای اولیه و نهایی در محلول آنولیت، بر حسب درجه سلسیوس؛

L ضخامت آزمونه، برحسب میلی‌متر؛

X_d مقدار میانگین عمق‌های نفوذ، برحسب میلی‌متر؛

t مدت آزمون، برحسب ساعت.

۸-۵ دقت

۱-۸-۵ تکرار پذیری^۱

مطابق با نتایج آزمون^۲ بین شش آزمایشگاه، ضریب تغییرات تکرارپذیری برابر با نه درصد است.

۲-۸-۵ تجدیدپذیری^۳

مطابق با نتایج آزمون^۲ بین شش آزمایشگاه، تغییرات تجدیدپذیری برای بتن حاوی سیمان پرتلند یا بتن حاوی دوده سیلیسی برابر ۱۳ درصد و برای بتن حاوی سیمان سرباره برابر ۲۴ درصد است.

۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۶ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۶ نام و نشانی آزمایشگاه محل آزمون؛

۳-۶ تاریخ و شماره شناسایی گزارش آزمون؛

۴-۶ نام و نشانی شخص یا سازمان متقاضی آزمون؛

۵-۶ نام و نشانی شخص یا سازمان تولیدکننده یا تامین کننده نمونه؛

۶-۶ تاریخ دریافت نمونه؛

۷-۶ شرح و توصیف نمونه شامل نمونه برداری، ترکیب و سن عمل آوری؛

۸-۶ هدف آزمون؛

۹-۶ روش انجام آزمون (روش الف یا روش ب)؛

۱۰-۶ هرگونه انحرافی از روش آزمون؛

۱۱-۶ نام و نشانی شخص آزمون کننده؛

۱۲-۶ تاریخ انجام آزمون؛

۱۳-۶ اطلاعات آزمون شامل ابعاد آزمونه، پتانسیل اعمال شده، جریان‌های اولیه و نهایی، و دماهای اولیه و نهایی؛

1- Repeatability

2- The results from the Nordic round-robin test

3- Reproducibility

۶-۱۴ عمق نفوذ میانگین (برای سه نمونه) و نرخ نفوذ به علاوه اندازه‌های عمق نفوذ جداگانه هر نمونه (روش الف)؛

۶-۱۵ عمق نفوذ میانگین و ضریب مهاجرت در شرایط ناپایدار به علاوه اندازه‌های عمق نفوذ جداگانه هر نمونه (روش ب)؛

۶-۱۶ هرگونه مشاهده غیر معمول، از جمله نقص‌های قابل توجه در نمونه یا یک جبهه نفوذ بزرگ ناشی از یک عیب یا نشت؛

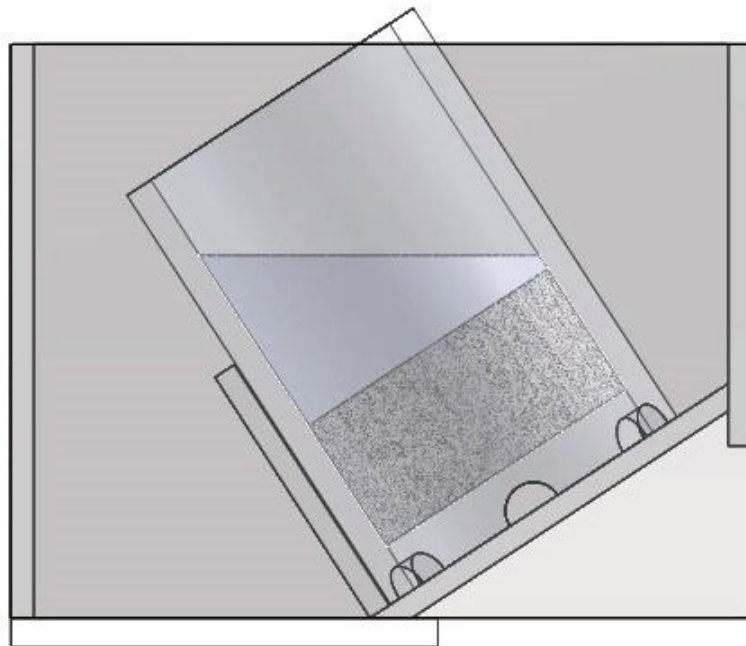
۶-۱۷ عدم دقت و یا عدم قطعیت نتایج آزمون؛

۶-۱۸ تاریخ و امضا.

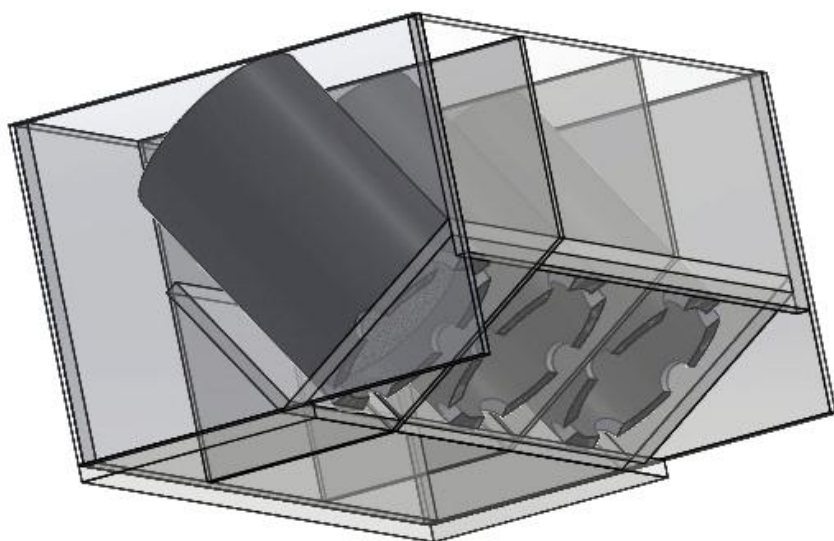
پیوست الف

(اطلاعاتی)

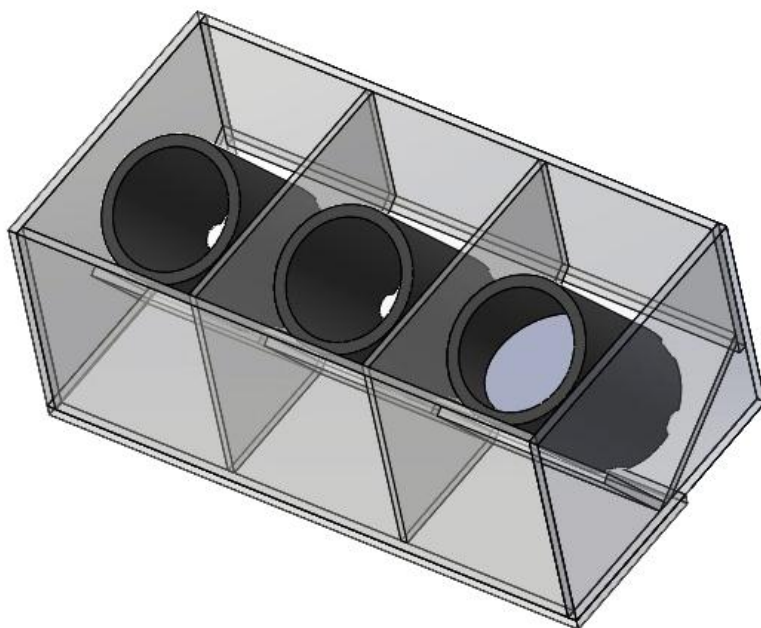
دستگاه توصیف شده در بخش ۵



شکل الف - ۱ - وضعیت آزمون و دستگاه



شکل الف - ۲ - نمای جانبی دستگاه



شکل الف - ۳ - نمای بالایی دستگاه