



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۸۹۶

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

19896

1st.Edition

2015

بتن - تعیین نفوذ یون کلرید در بتن به روش
حوضچه سازی - روش آزمون

Concrete- Determining the Penetration of
Chloride Ion into Concrete by Ponding-
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 کمیسیونهای فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام میشود و کوششی هم گام 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، صادر کنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیشنویس استانداردهای ملی ایران برای نظر خواهی به مراجع ذینفع و اعضای کمیسیونهای 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 سازمانهای علاقه مند و ذیصلاح 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 براساس 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 رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای 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 سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستمهای مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمونگاهها و مراکز واسنجی (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران اینگونه سازمانها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر و ظایف 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

«تعیین نفوذ یون کلرید در بتن به روش حوضچه‌سازی- روش آزمون»

رئیس:

مدیرعامل شرکت توسعه فناوری بتن خاص

جمشیدی ، نیما
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

مدیر موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی
بنیادین پایدار سازه آریا

مصطفی‌زاده ، سیدحجت
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیرفنی انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه
تهران

افتخار ، محمدحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس شیمی مهندسان مشاور صاداف

احمدی‌پور ، الهام
(کارشناس ارشد شیمی- فیزیک)

عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا

تدین، محسن
(دکتری مهندسی عمران)

کارشناس فنی آزمایشگاه اداره کل استاندارد
هرمزگان

ترابی‌زاده ، محمدرضا
(کارشناس مهندسی عمران)

دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران

دهقان‌خلیلی ، حسام
(دانشجوی دکتری مهندسی عمران)

دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی
شریف

ذاکری ، ایمان
(دکتری مهندسی عمران)

مدیر تحقیق و توسعه شرکت توسعه فناوری
بتن خاص

رضاپور ، سهیل
(دکترای مهندسی عمران)

دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر و
کارشناس حقیقی تدوین استاندارد

رهبر رنجی، احمد
(دکترای مهندسی کشتی‌سازی)

کارشناس فنی مهندسان مشاور صاداف

شایانمهر ، مریم
(کارشناسی ارشد زمین شناسی)

مدیر مرکز تحقیقات راه، مسکن و
شهرسازی واحد خلیج فارس

طباطبایی عقدا ، سیدطاها
(دانشجوی دکتری مهندسی عمران)

مریبه گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد
اسلامی واحد بندرعباس

طیبه ، سعیده
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس فنی حوزه معاونت فنی و عمرانی
شهرداری شیراز

ظهرایی ، مصطفی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران
دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس

عذباشی ، فرهاد
(دانشجوی دکتری مهندسی عمران)

مدیر بخش بتن آزمایشگاه همکار استاندارد
آزما سازه کاوان

مصطفی زاده ، سیدمحسن
(کارشناس مهندسی عمران)

مدیر فنی شرکت فرآیند ساخت پارسه

هاشمی ، پویان
(کارشناس مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
۲	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیش گفتار
۶	۱ هدف و دامنه کاربرد
۶	۲ مراجع الزامی
۷	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ اصول آزمون
۷	۵ وسایل
۷	۶ مواد لازم
۸	۷ آزمون‌ها
۸	۸ روش انجام آزمون
۱۰	۹ گزارش آزمون
۱۲	پیوست (اطلاعاتی)

پیش‌گفتار

استاندارد «تعیین نفوذ یون کلرید در بتن به‌روش حوضچه‌سازی - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا تهیه و تدوین شده است و در پانصد و چهل و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۰/۲۱ 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.

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

ASTM C1543: 2010, Standard Test Method for Determining the Penetration of Chloride Ion into Concrete by Ponding

تعیین نفوذ یون کلرید در بتن به روش حوضچه‌سازی - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین نفوذ یون کلرید در بتن از حوضچه محلول سدیم کلرید است. این روش برای همه انواع بتن‌ها، از جمله بتن‌های اصلاح‌شده (محافظت‌شده یا پوشش‌داده شده) با استفاده از سامانه‌هایی مانند آب‌بندکننده‌ها، آب‌بندکننده‌های نفوذگر و یا روکش‌های نازک، کاربرد دارد.

۱-۲ این استاندارد به منظور ارزیابی مواد و مصالح و نیز طرح مخلوط مواد برای کاربردهای عملی ساخت و ساز و همچنین تحقیق و توسعه مناسب است.

۱-۳ این استاندارد، می‌تواند به منظور برقراری رابطه همبستگی بین اندازه‌گیری غیرمستقیم نفوذ یون کلرید در بتن (نظیر استاندارد بند ۲-۵) و نفوذ واقعی یون کلرید تحت شرایط کنترل‌شده، استفاده شود.

۱-۴ این استاندارد، معیاری برای طول عمر بهره‌برداری مورد انتظار برای یک مخلوط بتنی و یا ماده آب‌بندی ارائه نمی‌دهد.

۱-۵ اگر تعیین ضریب انتشار ظاهری یون کلرید مورد نظر باشد، توصیه می‌شود از استاندارد ۲-۶ استفاده شود.

هشدار- 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 کرده 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 مدارکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای 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 به شماره ۱۷۰۴۱، بتن- مقاومت در برابر پوسته پوسته شدن سطحی بتن در مقابل مواد شیمیایی یخ‌زدا - روش آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۸۹۴۶، بتن - اندازه‌گیری محلول در اسید و ملات و بتن سخت‌شده - روش آزمون

2-3 ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

2-4 ASTM C192/C192M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

2-5 ASTM C1202, Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration

2-6 ASTM C1556, Test Method for Determining the Apparent Chloride Diffusion Coefficient of Cementitious Mixtures by Bulk Diffusion

2-7 AASHTO T259, Method of Test for Resistance of Concrete to Chloride Ion Penetration

۳ اصطلاحات و تعاریف

اصطلاحات و تعاریف استفاده شده در این استاندارد در استاندارد بند ۲-۱، تعریف شده‌اند.

۴ اصول آزمون

حوضچه‌ای حاوی محلول سدیم کلرید بر روی آزمون‌های بتنی ایجاد می‌شود و پس از طی دوره زمانی معین نمونه‌هایی از اعماق معین آزمون استخراج می‌شود و برای تعیین مقدار کلرید به روش شیمیایی مورد آزمایش قرار می‌گیرند. حوضچه‌سازی بر روی آزمون‌های بتنی باید پس از دوره عمل‌آوری مورد نظر انجام شود و در گزارش نهایی باید چگونگی شرایط و روش عمل‌آوری قید شود. اطلاعاتی درباره ساز و کار نفوذ کلرید به درون بتن در پیوست داده شده است.

۵ وسایل

۱-۵ صفحات شیشه‌ای یا ورقه‌های پلی‌اتیلنی با ابعاد مناسب برای پوشش سطح بالایی حوضچه آزمون.

۲-۵ قالب‌هایی با اندازه‌های مناسب برای ساخت آزمون مورد نیاز طبق استاندارد بند ۲-۲.

۶ مواد لازم

محلول حوضچه، محلول ۳ درصد وزنی سدیم کلرید (NaCl) در آب مقطر.

یادآوری- چنانچه ارزیابی اثرات ویژه‌ای مورد نظر باشد، ممکن است از محلول‌های دیگر حاوی کلرید یا غلظت‌های دیگر سدیم کلرید استفاده شود. غلظت محلول را می‌توان با استفاده از یک هیدرومتر واسنجی شده، بررسی کرد تا مقدار جرمی آن معین شود.

۷ آزمون‌ها

۱-۷ آزمون‌های مورد استفاده در این استاندارد، تاوه‌های (دال‌های) بتنی با حداقل مساحت 0.30 مترمربع (300 سانتی‌متر مربع) و ضخامت (15 ± 90) میلی‌متر هستند. برای سنجش هر عامل متغیر، باید حداقل دو آزمون آماده شود.

۲-۷ آزمون‌هایی که به منظور حوضچه‌سازی قالب‌گیری شده‌اند را مطابق با استاندارد بند ۲-۱ بسازید و عمل‌آوری نمایید، مگر آن‌که خواسته دیگری مشخص شده باشد.

۳-۷ نمونه‌ای را برای تعیین یون کلرید تهیه کنید. برای این منظور، در هنگام ساخت آزمون‌های اصلی، یک آزمون استوانه‌ای به قطر 100 میلی‌متر و ارتفاع 200 میلی‌متری از همان نمونه مخلوط به‌کار رفته در ساخت آزمون‌های اصلی تهیه کنید.

۴-۷ دیواره‌ای به ارتفاع تقریبی 20 میلی‌متر را دور تا دور سطح بالایی آزمون ایجاد کنید تا محلول را در خود نگه دارد. دیواره باید از موادی باشد که به آزمون بچسبد یا کلا به عنوان بخشی از آزمون قالب‌گیری شود. دیواره باید به نحوی باشد که در تمام طول دوره آزمون سطح بالایی آزمون را زیر پوششی از محلول قرار دهد (یادآوری را ببینید).

یادآوری - فوم‌های پلی‌استایرن متراکم با ضخامت 12 میلی‌متر تا 25 میلی‌متر و نوارهای اکریلیک با ضخامت 6 میلی‌متر که با یک چسب یا درزگیر سیلیکونی (چسب آکواریوم) به آزمون متصل شوند، پیشنهاد می‌شوند.

۵-۷ سطوح جانبی آزمون‌ها را با یک ماده مناسب بپوشانید تا از تبخیر و هدر رفت جانبی رطوبت جلوگیری شود (یادآوری را ببینید). اجازه دهید تا پوشش اعمال شده در سطوح جانبی آزمون‌ها طبق دستور سازنده مواد، عمل‌آوری گردد.

یادآوری - از یک رزین اپوکسی با زمان گیرش سریع و گرانروی کافی، به منظور چسبیدن به سطوح عمودی، با موفقیت استفاده شده است.

۸ روش انجام آزمون

۱-۸ پس از اتمام عمل‌آوری، سطح آزمون را با محلول موردنظر تا عمق (5 ± 15) میلی‌متر پر کنید.

۸-۲ یک صفحه شیشه‌ای یا یک ورقه پلی‌اتیلنی را بر روی آزمون قرار دهید تا تبخیر آب را کند نماید.

۸-۳ آزمون‌ها را در دمای (23.0 ± 2) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (50 ± 5) درصد، نگه‌دارید. امکان گردش هوا در زیر آزمون‌ها فراهم نمایید.

۸-۴ در فواصل زمانی مشخص، عمق محلول روی سطح آزمون را پایش نمایید و با افزودن محلول تازه، ارتفاع محلول را در مقدار مشخص شده حفظ نمایید. در فواصل زمانی ۲ ماهه در طول مدت آزمایش، محلول را تخلیه و محلول تازه جایگزین کنید.

۸-۵ مدت زمان انجام آزمایش و فواصل نمونه‌برداری را با توجه به هدف آزمون انتخاب کنید (یادآوری را ببینید).

یادآوری - توصیه می‌شود که اولین نمونه‌برداری را بعد از ۳ ماه از شروع حوضچه‌سازی، انجام دهید. نمونه‌برداری بعدی می‌تواند بعد از ۶ ماه و ۱۲ ماه از شروع حوضچه‌سازی و پس از آن در فواصل ۱۲ ماهه انجام شود.

۸-۶ نمونه‌برداری

۸-۶-۱ قبل از نمونه‌برداری، محلول را تخلیه نمایید و اجازه دهید که سطح آزمون خشک شود. پس از تکمیل عمل خشک کردن بلورهای نمک را با یک برس سیمی از سطح آزمون پاک کنید.

۸-۶-۲ از آزمون با مغزه‌گیری، نمونه‌گیری کنید. قطر مغزه باید حداقل ۳ برابر بزرگترین قطر اسمی سنگدانه‌ها باشد.

۸-۶-۳ به عنوان روش جایگزین می‌توانید با استفاده از یک چکش ضربه‌ای-دورانی، مطابق استاندارد بند ۲-۲، نمونه پودر شده از آزمون بتنی استخراج نمایید.

۸-۶-۴ نقاط نمونه‌برداری را حداقل ۲۵ میلی‌متر دورتر از لبه داخلی دیواره و دیگر نقاطی که قبلاً نمونه‌برداری شده‌اند انتخاب کنید. نمونه‌برداری باید حداقل از اعماقی که در زیر آمده‌اند، انجام شود تا نمایه‌ای از نفوذ کلرید حاصل شود:

بازوهای عمقی نمونه‌برداری (میلی‌متر)

۱۰ - ۲۰

۲۵ - ۳۵

۴۰ - ۵۰

۵۵ - ۶۵

۸-۶-۵ اگر هدف از انجام آزمون، ایجاد نمایه دقیق نفوذ کلرید باشد، نمونه برداری باید از طریق برداشتن یک مغزه از آزمون انجام شود. مغزه باید به نحوی دقیق برش عرضی زده شود و آسیاب گردد تا بتن پودر شده از عمقها و ضخامت‌های مطلوب بدست آید. (یادآوری را ببینید).

یادآوری - با استفاده از این شیوه می‌توان نمایه نفوذ یون کلرید را با دقت یک میلی‌متر به دست آورد. برای این منظور باید حداقل در ۶ نقطه، آزمون انجام شود.^۱

۸-۶-۶ اگر بعد از نمونه برداری، دوباره آزمون حوضچه‌سازی شود، حفره حاصل از مغزه برداری را با یک ماده مناسب با نفوذپذیری پایین پر نمایید (یادآوری را ببینید). موقعیت نقطه نمونه برداری باید بطور واضح قابل شناسایی باشد تا از نمونه برداری مجدد از آن اجتناب شود.

یادآوری - برای این منظور، ملات اپوکسی با موفقیت استفاده شده است.

۸-۷ مقدار کلرید نمونه شاهد و هر عمقی از آزمون‌های حوضچه‌سازی شده را مطابق استاندارد بند ۲-۲ تعیین کنید. مقدار کلرید اولیه را از مقدار بدست آمده از هر عمق آزمون حوضچه‌سازی کم کنید تا مقدار کلرید نفوذی به دست آید.

۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۹-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۹-۲ نوع و منبع سیمان‌های هیدرولیکی؛

۹-۳ نوع و منبع دیگر مواد سیمانی؛

۹-۴ نوع و منبع سنگدانه‌های ریز و درشت؛

۹-۵ نوع و منبع افزودنی شیمیایی؛

۹-۶ طرح مخلوط بتن؛

۹-۷ نوع و سازنده هر سامانه محافظتی یا پوششی مورد استفاده؛

۹-۸ شرایط و مدت زمان عمل‌آوری و دیگر روش‌های آماده‌سازی آزمون‌های خاص که انجام شده‌اند؛

۹-۹ شرایط رطوبتی که آزمون قبل از حوضچه‌سازی در معرض آن قرار گرفته است؛

1 -Hearn, N., Hooton, R.D., and Mills, R. H., "Pore Structure and Permeability" STP 169C, Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete Making Materials, P. Klieger and J. F. Lamond, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1994, pp. 240-262.

- ۹-۱۰ نوع و غلظت محلول حوضچه‌سازی اگر با آنچه که در بند ۷-۱، تعیین شده، متفاوت است؛
- ۹-۱۱ مقدار کلرید آزمون به صورت تابعی از عمق و مدت زمان حوضچه‌سازی برای هر آزمون؛
- ۹-۱۲ مقدار کلرید اولیه بتن.

پیوست
(اطلاعاتی)
انتقال جرم در بتن

۱-۱- انتقال جرم در بتن

پ-۱-۱ این آزمون، مقدار یون کلرید را در عمق‌های منتخب در آزمون بتنی که طی مدت طولانی و معین در معرض محلول سدیم کلرید قرار گرفته است بدست می‌دهد. اختلاف مقدار یون کلرید در عمق و در طی زمان، حرکت و جابجایی یون کلراید از محلول حوضچه به درون سطح بتن آزمون اندازه‌گیری می‌شود. کم و بیش، چند ساز و کار مختلف در این انتقال موثر هستند که به ساختار حفرات، شرایط رطوبتی و پوشش حفاظتی سطح آزمون بستگی دارد.

پ ۱-۱-۱ نفوذپذیری، مشخصه‌ای است که سهولت حرکت سیال در بتن را تشریح می‌کند^۱. عامل کنترل کننده اولیه در بتن، نفوذپذیری سامانه حفرات خمیر سیمان و ناحیه انتقالی بین خمیر و سنگدانه می‌باشد^۲. پیوستگی سامانه حفرات به مقدار آب آزاد اولیه بتن و درجه پرکنندگی محصولات هیدراته‌شده بستگی دارد. حفرات مویینه، حفراتی هستند که در ابتدا توسط آب آزاد اولیه ایجاد می‌شوند و بازو و قطر آن‌ها (۳ تا ۳۰۰۰ نانومتر) است^۳. ارتباط این حفرات مویینه در زمان‌های مختلف در طی عمر بتن به صورت تابعی از نسبت آب به سیمان و شرایط عمل‌آوری قطع می‌شوند^۴.

اگر بتن در شرایط مرطوب نگهداری شود، این زمان‌ها تقریباً به صورت زیر می‌باشد:

نسبت آب به سیمان	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۷	بیش از ۰٫۷
مدت	۳روز	۱۴روز	۶ماه	۱سال	هیچگاه

1- Young, J. F., "A Review of the Pore Structure of Cement Paste and Concrete and its Influence on Permeability," SP-108, Proceedings, Permeability of Concrete, D. Whiting, Ed., American Concrete Institute, Detroit, MI, 1988, pp. 1-18.

2- Hearn, N., Hooton, R. D., and Mills, R. H., "Pore Structure and Permeability," STP 169C, Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials, P. Klieger and J. F. Lamond, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1994, pp. 240-262.

3- Philleo, R. E., "Freezing and Thawing Resistance of High-Strength Concrete," NCHRP Synthesis of Highway Practice 129, Transportation Research Board, 1986, p. 31.

4- Powers, T. C., Copeland, L. E., and Mann, H. M., "Capillary Continuity or Discontinuity in Cement Paste," Journal of the PCA Research And Development Lab, Vol 1, No. 2, 1959, pp. 38-48 (Reprinted as PCA R&D Bulletin 110 1988).

پ ۱-۱-۲- بتن‌های حاوی یک پوزولان یا سرباره آسیاب شده و کوره آهن‌گدازی، کاهش مداوم ندارد و پیوستگی حفرات را زمانی طولانی‌تر از سیمان پرتلند خالص، نشان می‌دهند.

پ ۱-۱-۳- حرکت سیال در سامانه حفرات مویینه به شرایط رطوبتی سامانه حفرات مویینه بستگی دارد. هنگامی که بتن در شرایط نزدیک به حالت اشباع است، حرکت سیال به دلیل جریان، لایه‌ای انجام می‌شود. نرخ جریان به فشار ایجاد شده جریان (در این حالت گرانش) و پیچ و خم مسیر جریان (حفرات پیوسته) بستگی دارد. وقتی فشار بخار (رطوبت نسبی) به کمتر از ۱ و به حدود ۰/۴۵ برسد، انتشار بخار و کشش مویینه (جذب و عرق کردن) حرکت رطوبت را عمده‌تر می‌کند. در فشار بخار کمتر از ۰/۴۵، حرکت سیال به کمک جذب سطحی و انتشار سطحی کنترل می‌گردد.

پ ۱-۱-۴- در شرایط غیراشباع، وقتی بخشی از سامانه مویینگی در معرض هوا و بخش دیگر در معرض آب قرار می‌گیرد، کشش مویینه، اصلی‌ترین نقش در حرکت آب از ناحیه اشباع به ناحیه غیراشباع را دارد. در این آزمون، اگر آزمون قبل از قرارگیری در معرض محلول، خشک شده باشد، کشش مویینه نقش مهمی را در نفوذ اولیه کلرید خواهد داشت. در هر حال، حتی اگر آزمون در شرایط اشباع در معرض محلول حوضچه قرار گیرد، تماس سطح زیرین با هوا، منجر به خشک شدن آن می‌گردد و در نتیجه، رطوبت از بخش داخلی به کمک کشش مویینه به سمت سطح زیرین حرکت می‌کند و باعث افزایش جریان از محلول سدیم کلرید و حوضچه به درون آزمون می‌شود.

پ ۱-۱-۵- انتشار یونی، حرکت یون‌ها در درون یک محلول می‌باشد. در این روش آزمون، ساز و کار انتشار یون کلرید، گرادیان (تفاوت) غلظت محلول سدیم کلرید حوضچه و بخش داخلی آزمون بتنی است. بیشتر سازه‌های بتنی دارای رطوبت کافی در سامانه حفرات خود هستند و به نحوی اجازه می‌دهند تا یون‌های محلول انتشار یابند، گرچه رطوبت نسبی درون آن‌ها کمتر از صددرصد باشد.