



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۷۹۰

چاپ اول

آذر ماه ۱۳۸۷

**ISIRI**

**11790**

**1st. edition**

**Dec. 2008**

سیمان هیدرولیکی -

تعیین پتانسیل انبساط ملات‌های سیمان  
پرتلند در معرض سولفات-روش آزمون

**Hydraulic cement-  
Determination of potential expansion of  
portland-Cement mortar exposed to sulfate  
Test method**

**ICS:91.100.10**

## هنام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* 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 فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

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

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. 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 کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه 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، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2 - International Electro technical Commission
- 3 - International Organization of Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"سیمان هیدرولیکی - تعیین پتانسیل انبساط ملات‌های سیمان پرتلند در معرض سولفات -  
روش آزمون"

سمت و / یا نمایندگی

مدیر کل دفتر پژوهش و تحقیقات علمی  
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

رئیس

اسماعیلی طاهری، محسن  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دبیر

کارشناس دفتر پژوهش و تحقیقات علمی  
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی فر، الهام  
(کارشناس ارشد شیمی)

اعضاء (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

انجمن شرکت‌های ساختمانی

احدی، رضا  
(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

قائم مقام فنی و مشاور هیئت مدیره  
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اسمعیلی، علی محمد  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت سیمان آپیک

تاجیک، حمیدرضا  
(کارشناس ارشد شیمی)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ترک قشقائی، سیمین  
(کارشناس شیمی)

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

شرقی، عبدالعلی  
(دکتری مهندسی عمران)

سازمان حمایت از حقوق مصرف‌کنندگان و  
تولیدکنندگان

صفاری، سعید  
(کارشناس زمین‌شناسی)

غضنفری، فرشته  
(کارشناس شیمی)

سرپرست آزمایشگاه شیمی و فیزیک  
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

فیروزیار، فهیمه  
(کارشناس شیمی)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ وسایل مورد نیاز
۲	۴ دما و رطوبت
۲	۵ مصالح
۳	۶ تعداد و ابعاد آزمون‌ها
۳	۷ آماده‌سازی قالب‌های آزمون
۳	۸ نسبت اختلاط، غلظت و روش اختلاط ملات
۴	۹ روش آزمون
۴	۱۰ اندازه‌گیری طول
۵	۱۱ محاسبه
۵	۱۲ دقت و انحراف
۵	۱۳ گزارش آزمون

## پیش‌گفتار

استاندارد "سیمان هیدرو لیکی - تعیین پتانسیل انبساط ملات‌های سیمان پرتلند در معرض سولفات - روش آزمون" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه و شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک (سهامی خاص) تهیه و تدوین شده و در دویست و نهمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۸۷/۹/۲۰ 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، به‌عنوان 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 تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استاندارد ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM C452-06: 2008 Standard Test Method for Potential Expansion of Portland-Cement Mortar Exposed to Sulfate.

## سیمان هیدرولیکی - تعیین پتانسیل انبساط ملات‌های سیمان پرتلند در معرض سولفات - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین انبساط ملات‌های منشوری ساخته شده از مخلوط سیمان پرتلند و گچ به طوری که مخلوط دارای ۷۰ درصد جرمی تری‌اکسیدگوگرد ( $SO_3$ ) باشد، است. این روش آزمون فقط برای سیمان‌های پرتلند قابل اجرا می‌باشد.

۱-۲ این روش آزمون نخست توسط کسانی که مایل به تحقیق در مورد روش‌های تعیین پتانسیل مقاومت در برابر سولفات سیمان پرتلند بودند، به کار برده می‌شد. همچنین این روش برای انطباق الزامات سیمان پرتلند ضد سولفات با استاندارد بند ۲-۲ استفاده می‌شود.

**هشدار ۱-** 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 آنرا مشخص کند.

**هشدار ۲-** مخلوط‌های سیمانی هیدرولیکی تازه، سوزنده است و در صورت تماس طولانی ممکن است باعث سوختگی شیمیایی پوست و بافت آن شود.

### 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 مورد نظر 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 مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹: سال ۱۳۷۸، ویژگی‌های سیمان پرتلند.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۲۹: سال ۱۳۸۱، آزمون شیمیایی گچ و محصولات گچی.

**2-3** ASTM C 109/C 109M-05: 2005, Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens).

**2-4** ASTM C 230/C 230M-03: 2007, Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement.

**2-5** ASTM C 305-99ei: 2007, Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.

**2-6** ASTM C 490-04: 2005, Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Past, Mortar, and Concrete.

- 2-7 ASTM C 511-05: 2005, Specification for Mixing Rooms, Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes.
- 2-8 ASTM C 778-02: 2005, Specification for Standard Sand.
- 2-9 ASTM C 1005-05: 2007, Specification for References Masses and Devices for Determining Mass and Volume for Use in the physical Testing of Hydraulic Cements.
- 2-10 ASTM D 1193-:01 2005, Specification for Reagent Water.
- 2-11 IEEE/ASTM SI-10 Practice for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System.

### ۳ وسایل مورد نیاز

- ۱-۳ ابزار توزین، وزنه‌ها و ظروف شیشه‌ای مدرج مطابق با استاندارد بند ۲-۹.
- ۲-۳ میز روانی مطابق با استاندارد بند ۲-۴.
- ۳-۳ مخلوط‌کن، کاسه و پره مطابق با استاندارد بند ۲-۵.
- ۴-۳ ماله و کوبه مطابق با استاندارد بند ۲-۳.
- ۵-۳ قالب‌ها و دستگاه اندازه‌گیر تغییرات طول<sup>۱</sup> مطابق با استاندارد بند ۲-۶.

### ۴ دما و رطوبت

- ۱-۴ اتاق قالب‌گیری، مصالح خشک، و آب اختلاط
- دمای اتاق قالب‌گیری، مصالح خشک و آب اختلاط را در  $(23.0 \pm 4.0)$  درجه سلسیوس نگه‌دارید و رطوبت نسبی اتاق قالب‌گیری کمتر از ۵۰٪ نباشد.
- ۲-۴ اتاقک یا اتاق رطوبت مطابق با استاندارد بند ۲-۷.

### ۵ مصالح

- ۱-۵ برای ساختن ملات آزمون از نوع ماسه‌ای که مشخصات آن مطابق الزامات جدول ۱ استاندارد بند ۲-۸ می‌باشد، استفاده کنید.
- ۲-۵ برای افزودن گچ به سیمان پرتلند، از گچ طبیعی درجه عالی با ۱۰۰ درصد عبوری از الک ۱۵۰ میکرومتر (شماره ۱۰۰)، دست کم ۹۴ درصد عبوری از الک ۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)، و دست کم ۹۰ درصد عبوری از الک ۴۵ میکرومتر (شماره ۳۲۵) استفاده کنید. درصد سیمان و گچ که لازم است با هم مخلوط شده تا مخلوطی شامل ۷۱۰ درصد جرمی تری‌اکسید گوگرد ( $SO_3$ ) حاصل شود با استفاده از روابط زیر محاسبه کنید:

$$\text{درصد سیمان} = \frac{(g - 7.0)}{(g - c)} \times 100$$

<sup>1</sup> - Length Comparator



$$\text{درصد گچ} = \frac{(7.0 - c)}{(g - c)} \times 100$$

که در آن:

c مقدار تری اکسید گوگرد ( $\text{SO}_3$ ) سیمان پرتلند بر حسب درصد؛

g مقدار تری اکسید گوگرد ( $\text{SO}_3$ ) گچ بر حسب درصد؛

۷۰ مقدار تری اکسید گوگرد ( $\text{SO}_3$ ) مخلوط سیمان و گچ بر حسب درصد.

۳-۵ اگر مقدار تری اکسید گوگرد ( $\text{SO}_3$ ) گچ نامعلوم باشد، طبق روش استاندارد بند ۲-۵ مقدار آن را به دست آورید. مقدار تری اکسید گوگرد ( $\text{SO}_3$ ) را تا نزدیک ۰/۱ درصد تعیین کنید.

#### ۴-۵ خلوص آب

مرجع آب طبق نوع IV استاندارد بند ۲-۱۰ می باشد مگر نوع دیگری گفته شده باشد.

#### ۶ تعداد و ابعاد آزمونها

۱-۶ شش آزمون به ابعاد  $25\text{mm} \times 25\text{mm} \times 285\text{mm}$  بسازید. دو بیج<sup>۱</sup> ملات از هر سیمان تهیه کنید، از هر بیج سه آزمون بسازید.

۲-۶ در آزمونهای معمول از آزمونهای  $25\text{mm} \times 25\text{mm} \times 16\text{mm}$  می توان استفاده کرد اما در موارد اختلاف، نتایج به دست آمده با آزمونهای  $25\text{mm} \times 25\text{mm} \times 285\text{mm}$  ارجحیت دارد.

#### ۷ آماده سازی قالبهای آزمون

۱-۷ قالبها را مطابق استاندارد بند ۲-۶ آماده کنید.

#### ۸ نسبت اختلاط، غلظت و روش اختلاط ملات

۱-۸ ۴۰۰ گرم (سیمان به اضافه گچ) و ۱۱۰۰ گرم ماسه برای هر بیج ملات استفاده کنید. ۱۹۴ میلی لیتر آب اختلاط برای سیمانهای پرتلند غیرهوازا و ۱۸۴ میلی لیتر آب اختلاط برای سیمانهای پرتلند هوازا استفاده کنید.

۲-۸ نخست آب اختلاط را در جام ریخته سپس گچ را اضافه کرده با سرعت کم به مدت ۱۵ ثانیه مخلوط کنید، سپس مخلوط کن را متوقف کرده سیمان را افزوده مطابق استاندارد بند ۲-۵ عمل اختلاط را ادامه دهید.

#### ۹ روش آزمون

#### ۱-۹ قالب گیری آزمونها

<sup>۱</sup> - Batch

۹-۱-۱ بلافاصله پس از تکمیل آزمون روانی ملات را به جام بازگردانید، ملاتی را که به دیواره جام چسبیده به درون آن بتراشید و با سرعت متوسط ( $1 \pm 285$ ) دور بر دقیقه به مدت ۱۵ ثانیه دوباره مخلوط کنید. پره و جام را از مخلوط کن جدا کرده پره را در داخل جام تکان دهید تا ملات چسبیده به آن جدا شود. قالب را در دو لایه پر کرده، هر لایه را با کوبه متراکم کنید. ملات را در گوشه‌ها، اطراف گل‌میخ‌های اندازه‌گیری و در تمام سطح قالب با کوبه متراکم کنید تا یک آزمون یک‌نواخت به دست آید. پس از متراکم کردن لایه بالایی، ملات اضافی را برداشته سطح آن را با لبه بالایی قالب تراز و با اندکی حرکت ماله سطح ملات را کاملاً مسطح کنید.

## ۹-۲ نگره‌داری آزمونه‌ها

### ۹-۲-۱ نگره‌داری اولیه

قالب‌های حاوی آزمونه‌ها را در اتاقک رطوبت با دمای ( $2 \pm 23$ ) درجه سلسیوس به مدت ۲۲ ساعت تا ۲۳ ساعت عمل‌آوری کنید. سپس آزمونه‌ها را از قالب‌ها خارج و علامت‌گذاری کنید. قبل از اندازه‌گیری طول اولیه حداقل به مدت ۳۰ دقیقه در آب با دمای ( $2 \pm 23$ ) درجه سلسیوس قرار دهید.

### ۹-۲-۲ نگره‌داری ثانویه

بعد از آنکه منشورها از قالب خارج و اندازه‌گیری شدند. آن‌ها را به‌طور افقی در آب با دمای ( $2 \pm 23$ ) درجه سلسیوس نگره‌دارید. آزمونه‌ها باید با دست کم ۶ میلی‌متر فاصله از همه جهات به جز تکیه‌گاه، نگره‌داری شوند. روی آزمونه‌ها باید با دست کم ۱۳ میلی‌متر آب پوشیده شود. حجم آبی که استفاده می‌شود نباید از ۵ برابر حجم منشورها بیشتر باشد تا از آبشویی اضافی آزمونه‌ها جلوگیری شود. آب نگره‌داری آزمونه‌ها را هر هفت روز تا ۲۸ روز اول و هر ۲۸ روز بعد از آن با آب تازه عوض کنید.

## ۱۰ اندازه‌گیری طول

۱۰-۱ آزمونه‌ها را از مخزن آب نگره‌داری خارج کنید و هم‌زمان قبل از اندازه‌گیری با پارچه نم‌گیر خشک کنید. سپس طول آن‌ها را با دستگاه اندازه‌گیر تغییرات طول اندازه‌گیری کنید.

۱۰-۲ اولین خوانش در سن  $15 \pm 24$  h از زمان اختلاط سیمان و آب انجام می‌شود. اندازه‌گیری بعدی آزمونه‌ها در سن ۱۴ روز می‌باشد.

یادآوری- جهت دسترسی به اطلاعات بیشتر می‌توانید آزمون را پس از ۱۴ روز مجدداً به آب نگره‌داری برگردانده، در فواصل دیگر طول آن را اندازه‌گیری کنید.

## ۱۱ محاسبه

۱۱-۱ تفاوت طول آزمونه را در خوانش ۲۴ ساعت و ۱۴ روز تا نزدیک ۰٫۰۰۱ درصد نسبت به طول موثر شاخص محاسبه کرده، آن را به‌عنوان انبساط آزمونه در آن دوره گزارش کنید. همه آزمونه‌هایی که بعد از ۱۴

روز باقی می‌مانند باید شامل دست کم سه آزمون از هر سیمان باشند با یک محدوده مجاز که به تعداد آزمون‌های باقی‌مانده بستگی دارد.

تعداد آزمون‌ها	حداکثر محدوده مجاز %
۳	۱۰
۴	۱۱
۵	۱۲
۶	۱۲

۱۱-۲ میانگین نتایج به دست آمده آزمون‌ها را تا نزدیک ۰/۰۰۱ درصد گزارش کنید.

## ۱۲ دقت و انحراف

### ۱-۱۲ دقت

۱-۱۲-۱ انحراف از استاندارد یک آزمایش‌گر برای انبساط‌های بین ۰/۰۱ درصد و ۰/۰۴ درصد، ۰/۰۰۳ درصد به دست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمون صحیح انجام شده توسط یک آزمایش‌گر و مصالح یکسان نباید بیش از ۰/۰۰۹ درصد از یکدیگر اختلاف داشته باشند.

۱-۱۲-۲ انحراف از استاندارد چند آزمایشگاه برای انبساط‌های بین ۰/۰۱ درصد و ۰/۰۴ درصد، ۰/۰۰۵ درصد به دست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمون صحیح انجام شده با مصالح یکسان در دو آزمایشگاه مختلف نباید بیش از ۰/۰۱۴ درصد از یکدیگر اختلاف داشته باشند.

۱-۱۲-۳ دقت این روش آزمون با آزمون مشترک<sup>۱</sup> ارزیابی می‌شود.

### ۲-۱۲ انحراف

از آنجایی که ماده مرجع پذیرفته شده مناسبی برای تعیین انحراف این روش آزمون وجود ندارد، اظهار نظری روی انحراف به وجود آمده نمی‌شود.

## ۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل مواد زیر باشد:

۱-۱۳ انجام آزمون طبق همین استاندارد ملی ایران شماره ؛

<sup>۱</sup> - Cooperative testing

- ۲-۱۳ تاریخ تحویل نمونه به آزمایشگاه؛
- ۳-۱۳ تاریخ انجام آزمون؛
- ۴-۱۳ شناسنامه محصول (شامل: نام تولیدکننده، تاریخ تولید، محل تولید و ...):
- ۵-۱۳ محل انجام آزمون؛
- ۶-۱۳ ذکر هرگونه موارد مغایر با این استاندارد؛
- ۷-۱۳ نام، نام خانوادگی و امضای آزمایش‌گر؛
- ۸-۱۳ نام، نام خانوادگی و امضای تاییدکننده.