



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۶۱۷۰

تجدید نظر اول

آذر ۱۳۸۷

**ISIRI**

6170

**1st. revision**

Dec. 2008

سیمان -

تعیین هوای ملات سیمان هیدرولیکی -  
روش آزمون

**Cement - Determination of air content of  
hydraulic cement mortar -  
Test method**

**ICS:91.100.10**

## به نام 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* 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 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 شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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. مؤسسه 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 سا زمانها 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، مؤسسه استاندارد 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 آنها 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 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-تعیین هوای ملات سیمان هیدرولیکی - روش آزمون"  
(تجدید نظر اول)

رئیس

سمت و/یا نمایندگی

اسماعیلی طاهری، محسن  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

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

دبیر

زمانی فر، الهام  
(کارشناس ارشد شیمی)

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

اعضاء (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امینیان، نیما  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران) انجمن بتن ایران

آشوری، کاظم  
(کارشناس مهندسی شیمی) شرکت سیمان شمال

تاجیک، حمیدرضا  
(کارشناس ارشد شیمی) شرکت سیمان آبیگ

ترک قشقائی، سیمین  
(کارشناس شیمی) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

عرب، جابر  
(کارشناسی ارشد شیمی) سرپرست آزمایشگاه شیمی و فیزیک  
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

رفیعی، محمود  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی) مجتمع صنعتی سیمان تهران

زنگانه، حامد  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران) دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سازور، رسول  
(کارشناس شیمی) انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان کشور

سیاه پوش، سهیلا  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

شرقی، عبدالعلی  
(دکتری مهندسی عمران)  
عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

صائب، نرگس  
(کارشناس مکانیک خاک)  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

غضنفری، فرشته  
(کارشناس شیمی)  
کارشناس آزمایشگاه شیمی و فیزیک  
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

فتحی پور، احمد  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)  
مجتمع صنعتی سیمان تهران

فیروزیار، فهیمه  
(کارشناس شیمی)  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مصطفوی، بیتا  
(کارشناس ارشد شیمی)  
موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ وسایل
۵	۴ واکنش‌گرها و مواد
۵	۵ تعیین ظرفیت حرارتی دستگاه
۷	۶ نمونه‌گیری و نمونه
۸	۷ روش آزمون
۱۰	۸ محاسبه
۱۱	۹ تکرار آزمون
۱۱	۱۰ بیان نتایج
۶	۱۰ دقت و انحراف
۶	۱۱ گزارش آزمون

## پیش‌گفتار

استاندارد "سیمان - تعیین هوای ملات سیمان هیدرولیکی - روش آزمون" نخستین بار در سال ۱۳۸۰ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک (سهامی خاص) و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در دویست و یکمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۸۷/۹/۲۰ تصویب شد، اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه 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.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۷۰ سال ۱۳۸۰ شده است.

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

ASTM C185-02, 2007: Standard Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar.

# سیمان - تعیین هوای ملات سیمان هیدرولیکی - روش آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مقدار هوای ملات سیمان هیدرولیکی در شرایطی که ذکر خواهد شد، می باشد.

۱-۲ این روش آزمون مشخص کننده این است که سیمان هیدرولیکی مورد آزمون دارای خواص هوازا یا غیر هوازا مطابق استاندارد بند ۲-۳ می باشد. مقدار هوای بتن تحت تاثیر عوامل زیادی از جمله پتانسیل هوازایی سیمان قرار می گیرد.

هشدار ۱- این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده قبل از استفاده محدودیت های اجرایی آنرا مشخص کند.

هشدار ۲- مخلوط های 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 آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها 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 اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۱۶: سال ۱۳۷۳، ویژگی های سیمان بنایی.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۹: سال ۱۳۷۸، ویژگی های سیمان پرتلند.

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 183-02: 2007, Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement.

2-5 ASTM C 230/C 230M-03: 2007, Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement.

2-6 ASTM C 305-99ei: 2007, Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.

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 595-05: 2005, Specification for Blended Hydraulic Cements.

2-9 ASTM C 778-02: 2005, Specification for Standard Sand.

- 2-10 ASTM C 1005-05: 2007, Specification for Reference Masses and Devices for Determining Mass and Volume for Use in the physical Testing of Hydraulic Cements.
- 2-11 ASTM C 1157-03: 2007, Performance Specification for Hydraulic Cement.
- 2-12 ASTM C 1328-05: 2007, Specification for Plastic Stucco Cement.
- 2-13 ASTM C 1329-05: 2007, Specification for Mortar Cement.
- 2-14 ASTM E 438-92: 2006, Specification for Glasses in Laboratory Apparatus.
- 2-15 ASTM E 694-99: 2007, Specification for Laboratory Glass Volumetric Apparatus.
- 2-16 IEEE/ASTM SI 10 Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System.

### ۳ خلاصه روش آزمون

۱-۳ ملاتی با ماسه استاندارد و سیمان مورد آزمون آماده کنید. از مقدار آب کافی که روانی مورد نیاز را به ملات بدهد، استفاده کنید. ملات را در ظرف آزمون<sup>۶</sup> با حجم مشخص متراکم کرده، جرم آن را تعیین کنید. مقدار هوا را از چگالی اندازه‌گیری شده ملات، چگالی معلوم اجزای اصلی تشکیل دهنده و نسبت‌های اختلاط محاسبه کنید.

### ۴ وسایل مورد نیاز

۱-۴ میز روانی، قالب روانی، و کولیس مطابق با استاندارد بند ۲-۵.

### ۲-۴ ظرف آزمون

ظرف استوانه‌ای دارای قطر داخلی (  $76 \pm 2$  ) میلی‌متر و ارتفاعی تقریباً ۸۸ میلی‌متر که با (  $400 \pm 1$  ) میلی‌لیتر آب (  $23.0 \pm 2.0$  ) درجه سلسیوس تنظیم شده است. (یادآوری را ببینید). در این آزمون حجم ظرف برحسب میلی‌لیتر از تقسیم جرم آب موجود در آن برحسب گرم به عدد ۰٫۹۹۷۶ به دست می‌آید. هیچ تصحیحی در جرم به دلیل اثر شناوری هوا اعمال نمی‌شود. ظرف آزمون دارای ضخامت دیواره یکسان است. ضخامت دیواره و کف ظرف آزمون نباید کمتر از ۲٫۹ میلی‌متر باشد. جرم کل ظرف آزمون خالی نباید بیشتر از ۹۰۰ گرم باشد و باید از فلزی ساخته شده باشد که در اثر تماس با ملات سیمان در مقابل خوردگی مقاوم باشد.

یادآوری - ظرف آزمون ۴۰۰ میلی‌لیتری را واسنجی کنید. برای این کار آن را با آب مقطر (  $23.0 \pm 2.0$  ) درجه سلسیوس پر کنید به طوری که آب کمی از سطح ظرف بالا بیاید. سپس روی آن یک صفحه شیشه‌ای تمیز قرار دهید تا آب اضافه از زیر شیشه خارج شود. اگر در زیر شیشه حباب هوا مشاهده نگردید معلوم می‌شود که هوا کاملاً خارج شده است. در این هنگام اطراف ظرف را کاملاً خشک و بعد وزن کنید.

۳-۴ مخلوط‌کن، کاسه، و پره مطابق با استاندارد بند ۲-۶.

### ۴-۴ تیغه

یک تیغه راست استیل که طول آن کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر و ضخامت آن کمتر از ۱٫۵ و بیشتر از ۳٫۵ میلی‌متر باشد.



#### ۵-۴ ابزار توزین و وزنه‌ها

ابزار توزین و وزنه‌ها مطابق با استاندارد بند ۲-۱۰. دقت و صحت ابزار توزین را برای کل بار دو کیلوگرمی ارزیابی کنید.

#### ۶-۴ ظروف مدرج شیشه‌ای

ظروف مدرج شیشه‌ای با گنجایش ۲۵۰ میلی‌لیتر مطابق با استانداردهای بند ۲-۱۴ و بند ۲-۱۵.

#### ۷-۴ کوبه

مطابق با استاندارد بند ۲-۳. پیشانی کوبه که به سطح ملات ضربه می‌زند باید مسطح و با دسته آن زاویه قائم داشته باشد.

#### ۸-۴ میله ضربه‌زن

قطعه چوبی سخت دارای قطر تقریبی ۱۶ میلی‌متر و طول تقریبی ۱۵۲ میلی‌متر می‌باشد.

#### ۹-۴ قاشق

یک قاشق فلزی معمولی با طول کمتر از ۲۳۰ میلی‌متر و قطر تقریبی کاسه ۱۰۰ میلی‌متر باشد.

#### ۵ دما و رطوبت

۱-۵ دمای محیط و مواد خشک را ( $23.0 \pm 0.5$ ) درجه سلسیوس نگه‌دارید.

۲-۵ آب اختلاط و ظرفی که در ( $23 \pm 2$ ) درجه سلسیوس واسنجی شده.؟؟

۳-۵ رطوبت نسبی آزمایشگاه کمتر از ۵۰٪ نباشد.

#### ۶ ماسه استاندارد

۱-۶ از ماسه نوع ۳۰-۲۰ مطابق با استاندارد بند ۲-۹ استفاده کنید.

#### ۷ نمونه‌گیری

۱-۷ سیمان را مطابق با استاندارد بند ۲-۴ نمونه‌گیری کنید.

#### ۸ روش آزمون

۱-۸ ترکیب اجزای ملات استاندارد عبارت است از: ۳۵۰ گرم سیمان، ۱۴۰۰ گرم ماسه استاندارد نوع ۳۰-۲۰ و مقدار کافی آب تا روانی  $6.6 \pm 87.5$  (مطابق بند ۸-۳) تعیین می‌شود.

**یادآوری-** این روش آزمون برای سیمان‌های هیدرولیکی که مطابق استانداردهای بند ۲-۲، ۲-۸ و ۲-۱۱ می‌باشند، مناسب است. سیمان‌های بنایی<sup>۷</sup> (مطابق استاندارد بند ۲-۱)، سیمان‌های ملاتی<sup>۸</sup> (مطابق استاندارد بند ۲-۱۳) و سیمان‌های پلاستیکی<sup>۹</sup> (اندودکاری) (مطابق استاندارد بند ۲-۱۲) به ماسه، جرم و روانی متفاوت احتیاج دارند. که مناسب با مشخصات اجرایی می‌باشد.

7- Masonry Cement  
8- Mortar Cement  
9- Plastic Cement

## ۲-۸ اختلاط ملات

ملات را مطابق استاندارد بند ۲-۶ مخلوط کنید.

## ۳-۸ تعیین روانی

میز روانی را با دقت خشک کنید، قالب روانی را در مرکز آن قرار دهید. یک لایه ملات با ضخامت حدود ۲۵ میلی‌متر را با قاشق در داخل قالب ریخته و آن را ۲۰ بار با کوبه متراکم کنید. فشار تراکم باید تا حدی باشد که از پرسیدن قالب به‌طور یک‌نواخت اطمینان حاصل شود. دوباره قالب را با ملات به ضخامت ۲۰ میلی‌متر بیشتر از ارتفاع ظرف پر کنید، و آن را همان‌طور که برای لایه اول بیان شد، متراکم کنید. سپس ملات اضافی را از روی سطح تراز قالب با کشیدن تیغه با حرکت اره‌ای در سرتاسر سطح قالب بردارید. روی میز روانی را تمیز و خشک کنید، به‌خصوص دقت کنید تا کاملاً آب از اطراف لبه قالب روانی پاک شود. یک دقیقه بعد از اتمام عمل اختلاط، بی‌درنگ قالب را بالا بکشید. بلافاصله میز را ده بار مطابق با استاندارد بند ۲-۵ رها کنید. روانی نتیجه افزایش در میانگین قطر توده ملات است که توسط کولیس تعیین می‌شود، دست کم چهار قطر را در بازه‌های<sup>۱۰</sup> مساوی اندازه‌گیری کنید و به‌صورت درصدی از قطر اصلی بیان کنید. ملات‌های آزمایشی را با درصد‌های مختلف آب بسازید تا به روانی تعیین شده برسید. برای هر بار آزمون ملات تازه تهیه کنید.

## ۴-۸ تعیین جرم ۴۰۰ میلی‌لیتر ملات

هنگامی که مقدار آب لازم برای تهیه ملاتی با روانی  $6.6 \pm 87.5$  به‌دست آمد، بعد از اندازه‌گیری روانی فوراً با استفاده از باقی‌مانده ملات موجود در کاسه، جرم ۴۰۰ میلی‌لیتر ملات را تعیین کنید. برای تعیین جرم ۴۰۰ میلی‌لیتر از بخشی از ملات که در تعیین روانی به کار برده شده است، استفاده نکنید. ظرف ۴۰۰ میلی‌لیتر را در سه لایه یک‌سان با قاشق به آرامی پر کنید. پیرامون سطح داخلی ظرف هر لایه ۲۰ بار کوبیده شود. برای آخرین لایه تقریباً ۲۰ میلی‌متر ملات بیشتر از ارتفاع ظرف بریزید. موقعیت کوبه هنگام کوبیدن به این ترتیب است که قسمت پهن آن موازی با شعاع و عمود بر سطح داخلی ظرف می‌باشد. هر لایه یک دور کامل با فشار به میزانی که ظرف را به اندازه کافی پر و فضاهای خالی در ملات را حذف کند، کوبیده شود. بعد از این که ظرف آزمون مطابق روش ذکر شده پر و ضربه زده شد، با میله چوبی (مطابق بند ۴-۸) به پنج نقطه دور ظرف با فواصل تقریباً مساوی آهسته ضربه بزنید. این عمل برای خارج کردن هوای مانده بین لایه‌های ملات است (بادآوری را ببینید). بین ملات و سطح داخلی ظرف، فضای خالی نباید مشاهده شود. سپس اضافه ملات را بردارید و آن را با بالای ظرف، با تیغه تراز کنید به این ترتیب که تیغه را دوبار با حرکت اره مانند روی ملات بکشید به‌طوری‌که جهت حرکت دومی، عمود بر حرکت اولی باشد. چنانچه هنگام تراز کردن با تیغه، دانه‌های ماسه روی لبه ظرف بیاید این دانه‌ها را بردارید و عمل تراز کردن را تکرار کنید. پر کردن و تراز کردن را طی مدت ۱/۵ دقیقه انجام دهید. همه ملات و آبی که به خارج ظرف چسبیده است را پاک کنید. جرم ظرف و محتویاتش را تعیین کنید. جرم ظرف را از آن کسر، و جرم ملات را برحسب گرم یادداشت کنید.

یادآوری - این عمل با قرار دادن ظرف آزمون روی سطح اتکای مسطح و ثابتی که قطری کمتر از قطر ظرف آزمون دارد، به سادگی انجام می شود.

## ۹ محاسبه

۱-۹ مقدار هوای ملات را از معادله ای که براساس مقادیر ملات استاندارد در بند ۸-۱ بیان شده است، محاسبه کنید. وزن مخصوص سیمان پرتلند ۳/۱۵ و ماسه استاندارد (نوع ۳۰-۲۰)، ۲/۶۵ است. در سیمان هیدرولیکی غیر پرتلند وزن مخصوص آن جانشین عدد ۳/۱۵ شده، معادله بر طبق آن دوباره طراحی می شود:

$$100 - W \left[ \frac{182.7 + P}{2000 + 4P} \right] = \text{مقدار هوا بر حسب درصد حجمی} \quad (۱)$$

که در آن:

W جرم ۴۰۰ میلی لیتر از ملات بر حسب گرم؛  
P درصد آب اختلاط براساس جرم سیمان به کار رفته.

یادآوری - معادله ۱ از معادله زیر منتج شده است.

$$100 [1 - (W_a / W_c)] = \text{مقدار هوا بر حسب درصد حجمی} \quad (۲)$$

که در آن:

W<sub>a</sub> جرم واقعی هر واحد حجم که با این روش آزمون مطابق بند ۸ تعیین می شود؛  
W<sub>a</sub> = W/400 g/mL, که در آن W جرم بر حسب گرم ۴۰۰ میلی لیتر ملات (بند ۸-۴ را ببینید)؛  
W<sub>c</sub> جرم نظری در واحد حجم که براساس ملات بدون هوا و با استفاده از مقدار مواد و وزن مخصوص مطابق بندهای ۸-۱ و ۹-۱ به شرح زیر محاسبه می شود.

$$W_c = \frac{350 + 1400 + 350 \times P \times 0.01}{\frac{350}{3.15} + \frac{1400}{2.65} + \frac{350 \times P \times 0.01}{1}}$$

$$W_c = \frac{(5 + 0.01P)}{(1.827 + 0.01P)}$$

که در آن:

P درصد آب اختلاط براساس جرم سیمان.  
W<sub>c</sub> و W<sub>a</sub> را جای گذاری می کنیم:

$$100 \left( 1 - \frac{W}{400} \times \frac{1.827 + 0.01P}{5 + 0.01P} \right) = \text{مقدار هوای ملات بر حسب درصد حجمی}$$

$$100 - \frac{W}{4} \times \frac{(1.827 + 0.01P)}{(5 + 0.01P)} = \text{مقدار هوای ملات بر حسب درصد حجمی}$$

$$100 - 2.5W \frac{(182.7 + P)}{(5000 + 10P)} = \text{مقدار هوای ملات بر حسب درصد حجمی}$$

$$100 - W \frac{(185.7 + P)}{(2000 + 4P)} = \text{مقدار هوای ملات بر حسب درصد حجمی}$$

۲-۹ هوای هر بچ<sup>۱۱</sup> را فقط یکبار تعیین کنید..

**یادآوری** - گاهی اوقات در این روش آزمون با مشکل مواجه می‌شوید، به این معنی که مقدار هوای ملات را به‌طور غیرطبیعی بیش از حد مجاز استاندارد سیمان هیدرولیکی به‌دست می‌آورید که جهت کاهش پتانسیل هوازایی ماسه می‌توانید ماسه را با آب آشامیدنی آن قدر بشوئید تا محلولی که از آن خارج می‌شود، شفاف و بی‌رنگ شود.

۲-۹ هنگامی که این روش آزمون به‌عنوان عامل آزمون پذیرش استفاده می‌شود، مقدار هوا را تا نزدیک ۱٪ گزارش کنید.

## ۱۰ دقت و انحراف

۱-۱۰ انحراف از استاندارد یک آزمایش‌گر (درون آزمایشگاهی) ۰٫۵۶٪ در محدوده مقدار هوای ۸٪ تا ۱۹٪ به‌دست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمون صحیح انجام شده توسط همان آزمایش‌گر برای مقدار هوا بر روی بچ‌های مشابه نباید بیش از ۱٫۶٪ هوا، اختلاف داشته باشند.

۲-۱۰ انحراف از استاندارد چند آزمایشگاه ۱٫۰٪ در محدوده مقدار هوای ۸٪ تا ۱۹٪ به‌دست آمده است. بنابراین نتایج دو آزمایشگاه مختلف بر روی بچ‌های مشابه نباید بیش از ۲٫۸٪ هوا اختلاف داشته باشند.

## ۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل مواد زیر باشد:

۱-۱۱ انجام آزمون طبق استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۷۰؛

۲-۱۱ تاریخ تحویل نمونه به آزمایشگاه؛

۳-۱۱ تاریخ انجام آزمون؛

۴-۱۱ شناسنامه محصول (شامل: نام تولیدکننده، تاریخ تولید، محل تولید و ...)

۵-۱۱ محل انجام آزمون؛

۶-۱۱ ذکر هرگونه موارد مغایر با این استاندارد؛

۷-۱۱ نام، نام خانوادگی و امضای آزمایش‌گر؛

۸-۱۱ نام، نام خانوادگی و امضای تاییدکننده.