



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۸۰۷-۳

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18807-3

1st.Edition

2015

روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۳:  
تعیین زمان گیرش و تعیین سلامت (انبساط)  
به روش لوشاتلیه

**Methods of testing cement - Part 3:  
Determination of setting times and  
soundness(expansion) by Le Chatelier  
method**

ICS: 91.100.10

## 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 گران بها 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  
«روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۳: تعیین زمان گیرش و تعیین سلامت (انبساط) به روش  
لوشاتلیه»

سمت و / یا نمایندگی  
انجمن بتن ایران

رئیس:  
تدین، محسن  
(دکترای مهندسی عمران)

سازمان ملی استاندارد ایران

دبیر:  
مجتبوی، سید علیرضا  
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

شرکت سیمان شرق

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)  
اردکانیان، علی  
(کارشناس شیمی)

شرکت سیمان سامان غرب

اسگرو، آرزو  
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت سیمان تهران

ایزد پناه، عبدالرحیم  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

شرکت سیمان هرمزگان

بیژنی، کورش  
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت سیمان هگمتان

جهانگیریان، مهدی  
(کارشناس مدیریت)

شرکت بتن البرز

حسینی مقدم، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی معدن)

شرکت سیمان سپاهان

خانی، هوشنگ  
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

شرکت سیمان شرق	رحمانی، مزدک (کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)
مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتن	رحمتی، علیرضا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
کارشناس استاندارد	سازور، رسول (کارشناس شیمی)
پژوهشگاه استاندارد	سامانیان، حمید (کارشناس ارشد مهندسی مواد- سرامیک)
سازمان ملی استاندارد ایران	عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)
شرکت سیمان دشتستان	قاسمی، جواد (کارشناس مهندسی صنایع شیمیایی)
شرکت سیمان بجنورد	لطفی، مجید (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)
شرکت سیمان کردستان	محمدی مقدم، ابراهیم (کارشناس ارشد مهندسی مواد)
شرکت سیمان آبیک	محمودی، سعید (کارشناس مهندسی معدن)
انجمن صنفی بتن	مسبوق، سید مهیار (کارشناس مهندسی عمران)
شرکت سیمان اردستان	موسوی، سید حسن (کارشناس ارشد سیستم بهره‌وری)
شرکت سیمان غرب	نجفی، مسعود (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصول
۲	۴ آزمایشگاه، وسایل و مواد
۲	۱-۴ آزمایشگاه
۲	۲-۴ وسایل و مواد
۳	۵ آزمون قوام استاندارد
۳	۱-۵ دستگاه
۳	۲-۵ روش انجام آزمون
۶	۶ آزمون زمان گیرش
۶	۱-۶ وسایل
۸	۲-۶ تعیین زمان گیرش اولیه
۹	۷ آزمون سلامت (انبساط)
۹	۱-۷ وسایل
۱۲	۲-۷ روش انجام آزمون
۱۳	۳-۷ گزارش
۱۳	۴-۷ آزمون مجدد
۱۴	پیوست (الف) اطلاعاتی روش‌های جایگزین برای آزمون زمان گیرش

## پیش‌گفتار

استاندارد «روش‌های آزمون سیمان - قسمت ۳: تعیین زمان گیرش و تعیین سلامت(انبساط) به روش لوشاتلیه» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران، تهیه و تدوین شده است و در پانصد و پنجاه و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۱۲ 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:

EN 196-3:2005 + A1:2008, Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting time and soundness

## سیمان - روش‌های آزمون - قسمت ۳: تعیین زمان گیرش و تعیین سلامت (انبساط)

### به روش لوشاتلیه

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین زمان گیرش سیمان و تعیین سلامت (انبساط) سیمان به روش لوشاتلیه است.

۲-۱ این روش برای سیمان‌های معمول (رایج) مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۷۵۱۸ و دیگر مواد و سیمان‌هایی که به این استاندارد ارجاع داده‌اند کاربرد دارد.

۳-۱ این روش ممکن است برای سیمان‌های دیگر نظیر سیمان‌های با زمان گیرش اولیه بسیار کوتاه کاربرد نداشته باشند.

۴-۱ این استاندارد روش‌های مرجع را بیان میکند و اجازه می‌دهد از روش‌ها و تجهیزات جایگزین دیگر نظیر آن-چه در یادآوری‌ها مشخص شده، به شرط واسنجی با روش‌های مرجع، استفاده شود، ولی در صورت بروز اختلاف فقط روش‌ها و تجهیزات مرجع استفاده می‌شود.

یادآوری- با انجام واسنجی رابطه بین نتایج حاصل از روش‌های دیگر با روش‌های مرجع به دست می‌آید، که می‌توان با اعمال ضریب تصحیح، آن نتایج را به نتایج مرجع تبدیل نمود.

#### 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 ۱-۱۷۵۱۸: سال ۱۳۹۳، سیمان-قسمت ۱-ویژگی‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۸۰۷، روش‌های آزمون سیمان-قسمت ۱: تعیین مقاومت

## ۳ اصول

قوام(روانی)<sup>۱</sup> استاندارد خمیر سیمان توسط مقاومت مشخص شده آن در برابر نفوذ میله استاندارد تعیین می‌شود. آب مورد نیاز برای چنین خمیری توسط آزمون نفوذ با مقادیر آب متفاوت تعیین می‌شود. زمان گیرش با مشاهده نفوذ سوزن به مقدار مشخص داخل خمیر سیمان با قوام استاندارد، تعیین می‌شود. سلامت سیمان به‌روش لوشاتلیه با مشاهده انبساط حجم خمیر سیمان با قوام استاندارد، که توسط جابجایی نسبی دو شاخک نشان داده شده، تعیین می‌شود.

## ۴ آزمایشگاه، وسایل و مواد

### ۴-۱ آزمایشگاه

دمای آزمایشگاهی که در آن آزمون‌ها آماده و آزمون می‌شوند باید  $(20 \pm 2)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی آن نباید کم‌تر از ۵۰ درصد باشد. دما و رطوبت نسبی آزمایشگاه و همچنین دمای آب محفظه نگه‌داری باید حداقل یک‌بار در روز، در طول ساعات کار ثبت شود. سیمان، آب و وسایل مورد استفاده در ساخت آزمون‌ها، باید در دمای  $(20 \pm 2)$  درجه سلسیوس دارا باشند. یادآوری- پیوست الف را برای شرایط نگه‌داری به‌کار رفته هنگام آزمون زمان گیرش با استفاده از روش‌های جایگزین، ببینید. در جایی که محدوده دما داده شده است، دمای مورد نظر که در آن کنترل انجام می‌شود باید مقدار میانه محدوده داده شده باشد.

### ۴-۲ وسایل و مواد

#### ۴-۲-۱ الزامات عمومی

رواداری‌های نشان داده شده در شکل‌های ۱ و ۲ برای عمل‌کرد صحیح وسایل در روش انجام آزمون مهم است. هنگامی که اندازه‌گیری‌های کنترلی دوره‌ای نشان می‌دهد رواداری‌ها برآورده نشده است، آن وسیله باید تنظیم، تعمیر یا کنار گذاشته شود. سوابق اندازه‌گیری‌های کنترلی باید نگه‌داری شود. پذیرش اندازه‌گیری در تجهیزات جدید باید جرم، حجم، و ابعاد را پوشش دهد که در این استاندارد، توجه خاص به آن ابعاد بحرانی که برای آن رواداری مشخص شده، نشان داده شده است. در مواردی که مواد و وسایل می‌توانند نتایج را تحت تاثیر قرار دهند باید از مواد و وسایل مشخص شده مطابق استاندارد استفاده شود. ابعاد تقریبی نشان داده شده در شکل به‌عنوان راهنما برای سازندگان، عرضه‌کنندگان و کاربران این وسایل ارائه شده است. ابعادی که دارای رواداری هستند، رعایت آن‌ها الزامی است.



۴-۲-۲ ترازو، با قابلیت توزین با درستی  $\pm 1$  گرم.

۴-۲-۳ استوانه مدرج یا بورت، با قابلیت اندازه‌گیری با درستی  $\pm 1$  میلی‌لیتر.

۴-۲-۴ مخلوط‌کن، مطابق با استاندارد بند ۲-۱.

یادآوری- در صورتی که فاصله بین تیغه و کاسه در حد پایین رواداری قرار داشته باشد، خمیری همگن‌تری به دست می‌آید.

۴-۲-۵ آب، برای ساخت نمونه‌ها باید آب تقطیر شده یا یون زدایی شده به کار رود. و برای نگه‌داری و جوشاندن می‌توان از آب آشامیدنی استفاده کرد.

۴-۲-۶ زمان سنج، با قابلیت اندازه‌گیری با درستی  $\pm 1$  ثانیه.

۴-۲-۷ خط‌کش، با قابلیت اندازه‌گیری با درستی  $\pm 0.5$  میلی‌متر.

## ۵ آزمون قوام استاندارد

### ۵-۱ دستگاه

از دستگاه ویکات<sup>۱</sup> دستی به همراه میله مطابق آنچه در شکل‌های ۱-۱، ۱-۲ و ۱-۳ نشان داده شده است استفاده کنید. میله باید از فلز ضدزنگ، در داخل یک استوانه قائم با حداقل طول موثر بیش‌تر از ۴۵ میلی‌متر و قطر (۱۰۰/۰۵ $\pm$ ۰/۰۵) میلی‌متر باشد. مجموع جرم قسمت‌های متحرک باید (۳۰۰ $\pm$ ۱) گرم باشد. جابه‌جایی آن باید عمودی و بدون اصطکاک قابل ملاحظه باشد و و محور آن‌ها باید با محور میله منطبق باشد.

قالب ویکات (شکل ۱-۱ رابینید) برای خمیر سیمان مورد آزمون، باید از جنس لاستیک سخت، پلاستیک یا برنج باشد. قالب باید استوانه‌ای یا ترجیحاً مخروطی شکل با عمق (۲۰/۲ $\pm$ ۰/۲) میلی‌متر و قطر داخلی (۱۰ $\pm$ ۷۵) میلی‌متر باشد. قالب باید به اندازه کافی سخت باشد و باید به همراه صفحه تخت زیر قالبی به ضخامت حداقل ۲٫۵ میلی‌متر با سطحی بزرگ‌تر از سطح قالب و با جنسی مقاوم در برابر خمیر سیمان مانند شیشه، باشد. یادآوری ۱- ممکن است جنس قالب از فلزات دیگر باشد که بشرط رعایت عمق مشخص شده و واسنجی شدن، استفاده از آن بلامانع است.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود آزمایشگاه از زیر قالبی‌های با ضخامت یکسان استفاده کند تا دستگاه ویکات یک‌بار تنظیم شود.

### ۵-۲ روش انجام آزمون

#### ۵-۲-۱ اختلاط خمیر سیمان

۵۰۰ گرم سیمان و مقداری آب، به‌عنوان مثال ۱۲۵ گرم، با درستی  $\pm 1$  گرم توزین کنید. هنگامی که آب به صورت حجمی به مخلوط اضافه می‌شود باید با درستی  $\pm 1$  میلی‌لیتر اندازه‌گیری گردد. رواداری زمان مراحل مختلف اختلاط با توجه به زمان روشن و خاموش کردن مخلوط کن، حدود  $\pm 2$  ثانیه می‌باشد.

مراحل مختلف عمل اختلاط به شرح زیر است:

الف- سیمان و آب را با احتیاط بدون هدر رفتن آن‌ها طی مدت ۱۰ ثانیه در داخل کاسه مخلوط‌کن بریزید.

۱- خواندن اصلی این لغت، ویکا است.

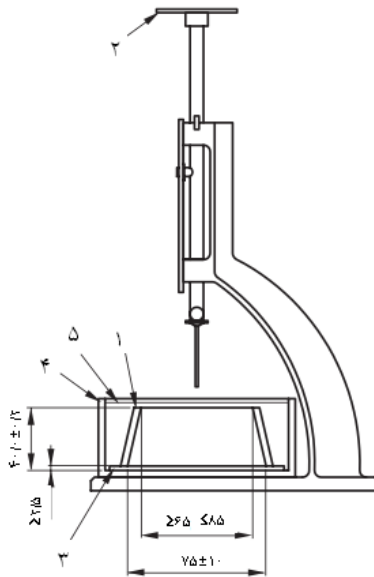
ب- بلافاصله ضمن شروع زمان سنجی، مخلوط کن را با سرعت کم (دور کند) روشن کنید. زمان شروع را به تقریب دقیقه، به عنوان «زمان صفر» ثبت کنید.

یادآوری ۱- «زمان صفر»، مبنای محاسبه گیرش اولیه و نهایی می باشد است.

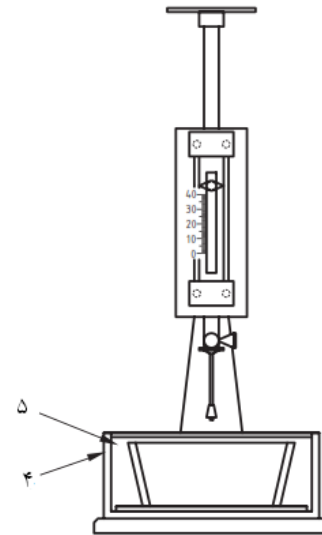
طی زمان ۳۰ ثانیه با لیسه از جنس پلاستیکی یا لاستیکی مناسب، خمیرهای چسبیده به دیواره و کف کاسه بتراشید و در مرکز کاسه قرار دهید.

ت- مخلوط کن را مجدداً با سرعت کم (دور کند) راه اندازی کنید و برای ۹۰ ثانیه دیگر روشن نگه دارید. زمان کل اختلاط باید ۳ دقیقه شود.

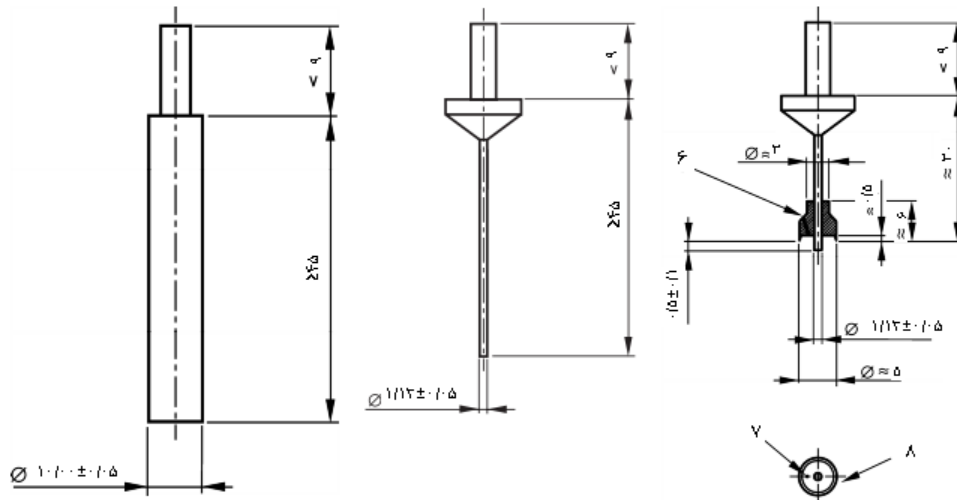
یادآوری ۲- هر روش اختلاط دیگری نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد به شرط آن که با روش مرجع واسنجی شده باشد.



شکل ۱-۱ نمای جانبی با سوزن گیرش اولیه



شکل ۱-۲ نمای روبرو با سوزن گیرش نهایی



شکل ۳-۱ میله قوام استاندارد شکل ۴-۱ سوزن گیرش اولیه شکل ۵-۱ سوزن گیرش نهایی

با متعلقات

راهنما:

- |   |              |
|---|--------------|
| ۵ آب  | ۱ قالب       |
| ۶ روزنه هوا (قطر تقریبی ۱٫۵)                | ۲ وزنه تصحیح |
| ۷ دریچه هوا                                 | ۳ زیر قالبی  |
| ۸ نمایی از زیر سوزن گیرش نهایی و متعلقات آن | ۴ ظرف آب     |

شکل ۱- وسایل و یکات دستی برای تعیین قوام استاندارد و زمان گیرش

**یادآوری** - اگر جرم میله و سوزن با متعلقات و یا بدون آن همیشه یکسان باشد، تنها یک وزن اصلاح شده برای هر دستگاه ویکات لازم است، به عنوان مثال  $(970 \pm 0.5)$  گرم.

### ۵-۲-۲ پر کردن قالب

قالب روغن کاری شده بر روی زیر قالبی روغن کاری شده قرار دهید، بلافاصله خمیر سیمان را به آرامی به داخل قالب قرار دهید. بدون لرزاندن یا متراکم کردن، خمیر در داخل قالب، بیش از سطح قالب پر کنید. هرگونه سوراخ و حفره در خمیر سیمان را با ضربه‌های آرام به کناره‌های قالب از بین ببرید، سپس به وسیله یک سرزن و با حرکت اره‌ای خمیر اضافی را از سطح قالب بردارید تا سطح بالایی کاملاً صاف شود.

**یادآوری** - توجه داشته باشید برخی روغن‌ها بر روی گیرش سیمان تاثیر گذارند، روغن‌های پایه معدنی برای این منظور مناسب‌تر هستند.

**هشدار** - خمیر سیمان مرطوب به شدت قلیایی است و می‌تواند باعث سوختگی پوست شود. از تماس مستقیم پوست با آن اجتناب و برای کار با آن از دستکش استفاده کنید.

### ۵-۲-۳ تعیین قوام استاندارد

به صورت دستی دستگاه ویکات را با پایین آوردن میله، برای قرار گرفتن روی صفحه زیر قالبی و تنظیم نشان‌گر و یا صفحه مدرج روی صفر تنظیم کنید. میله را به حالت آماده به کار بالا ببرید. بلافاصله قالب و زیر قالبی را به دستگاه ویکات انتقال و در مرکز زیر میله قرار دهید. میله را به آرامی پایین آورید تا زمانی که با خمیر تماس پیدا کند. در این موقعیت بین ثانیه ۱ تا ۲ ثانیه، به منظور اجتناب از سرعت اولیه و یا شتاب اجباری قطعات متحرک، مکث کنید. سپس قطعات متحرک را به سرعت آزاد کرده و اجازه دهید که میله به صورت عمودی به مرکز خمیر نفوذ کند. سپس بعد از  $(10 \pm 240)$  ثانیه بعد از زمان صفر، میله را آزاد کنید. خط‌کش مدرج را حداقل ۵ ثانیه پس از توقف نفوذ و یا ۳۰ ثانیه پس از آزادسازی میله، هر کدام که زودتر است بخوانید و ثبت کنید. فاصله بین وجه پایینی میله و زیر قالبی را، به عنوان نتیجه برای مقدار آب خمیر به صورت درصدی از جرم سیمان نشان می‌دهد. بعد از هر نفوذ بلافاصله میله را تمیز کنید.

آزمون را با خمیرهای حاوی مقدار آب‌های مختلف تکرار کنید تا زمانی که فاصله بین میله و زیر قالبی  $(2 \pm 6)$  میلی‌متر بشود. درصد آب آن خمیر را با تقریب ۰٫۵ درصد به عنوان آب قوام استاندارد ثبت کنید.

## ۶ آزمون زمان گیرش

### ۶-۱ وسایل

### ۶-۱-۱ کلیات

دستگاه شرح داده شده در این بند دستگاهی است که در روش مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه زمان گیرش خودکار منطبق با الزامات روش مرجع باید استفاده شود.

**یادآوری ۱** - دستگاه‌های زمان گیرش خودکار یا دستی دیگری، بر اساس اصول آزمون یکسان، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد بشرط آن که مطابق دستگاه روش مرجع واسنجی شده باشد.

**یادآوری ۲** - تجربه نشان داده است که روش مرجع، که در آن نمونه‌ها در زیر آب آزمون می‌شوند، برای برخی از سیمان‌هایی با زمان گیرش کند، مناسب نیستند. یک روش جایگزین آزمون در پیوست الف آورده شده است. ویژگی‌های سیمان‌ها و سایر محصولات زمانی که با این روش جایگزین، آزمون می‌شوند، بیان خواهد شد.

**۶-۱-۲ ظرف نگهداری**، برای فروبردن قالب پر شده در آب و نگهداری آن در دمای  $(20 \pm 1.0)$  درجه سلسیوس. یادآوری - ظروف مختلف نگهداری می‌تواند استفاده شود به شرط آن که سطح آزمون غرقاب گردد.

**۶-۱-۳ محفظه کنترل دما**، شامل حمام آب یا اتاقک، با قابلیت تنظیم در دمای  $(20 \pm 1.0)$  درجه سلسیوس، مناسب برای ظروف نگهداری.

#### **۶-۱-۴ وسایل و یکات (دستی یا خودکار) برای گیرش اولیه**

میله قوام استاندارد را از دستگاه خارج کنید و سوزن گیرش اولیه که در شکل ۱-۴ نشان داده شده است جای آن قرار دهید. سوزن باید از جنس فولاد و شکل استوانه راست، با طول موثر حداقل ۴۵ میلی‌متر و قطر  $(1.13 \pm 0.05)$  میلی‌متر باشد. مجموع جرم قسمت‌های متحرک باید  $(300 \pm 1)$  گرم باشد. جابه‌جایی آن باید عمودی و بدون اصطکاک قابل ملاحظه و محور آن باید با سوزن هم‌راستا باشد.

دستگاه ویکات را با سوزن (شکل ۱-۴) تنظیم کنید، با پایین آوردن سوزن روی زیر قالبی مورد استفاده، در داخل ظرف قرار دهید، و نشان‌گر را روی صفر تنظیم کنید. سوزن را به حالت آماده به کار بالا ببرید.

#### **۶-۱-۵ وسایل و یکات (دستی یا خودکار) برای گیرش نهایی**

به منظور تسهیل مشاهده دقیق نفوذهای کوچک سوزن، سوزن گیرش اولیه را به حلقه به قطر حدود ۵ میلی‌متر (شکل ۱-۵) تجهیز کنید. مجموع جرم قطعات متحرک باید  $(300 \pm 1)$  گرم باشد. حرکت آن‌ها دقیقاً عمودی و بدون اصطکاک قابل ملاحظه، و محور آن‌ها باید با سوزن منطبق باشد.

**یادآوری** - دستگاه گیرش خودکار، که در آن سوزن گیرش نهایی (شکل ۱-۵) استفاده می‌شود، به شرطی که مطابق روش مرجع واسنجی شده باشد، می‌تواند به کار رود.

#### **۶-۲ تعیین زمان گیرش اولیه**

##### **۶-۲-۱ روش انجام آزمون**

قالب ویکات را مطابق بند ۲-۲-۵ با خمیر قوام استاندارد پر کنید.

قالب پر شده به همراه زیر قالبی را در ظرف نگهداری قرار دهید و آب به داخل آن اضافه کنید طوری که سطح رویی خمیر به عمق حداقل ۵ میلی‌متر زیر آب فرو رفته باشد، و در محفظه کنترل دما در  $(20.0 \pm 1)$  درجه سلسیوس نگهداری کنید. پس از یک زمان مناسب، قالب، زیر قالبی و ظرف را زیر سوزن دستگاه ویکات قرار دهید. سوزن را به آرامی پایین آورید تا زمانی که در تماس با خمیر قرار گیرد. در این موقعیت به منظور اجتناب

از سرعت اولیه و یا شتاب اجباری قطعات متحرک بین ۱ ثانیه تا ۲ ثانیه مکث کنید. سپس قطعات متحرک را به سرعت آزاد کرده و اجازه دهید سوزن به صورت عمودی در خمیر نفوذ کند. خطکش مدرج را زمانی که نفوذ متوقف شده است، و یا ۳۰ ثانیه پس از آزادسازی سوزن، هر کدام که زودتر است بخوانید.

عدد خوانده شده را ثبت کنید، که فاصله بین انتهای سوزن و زیر قالبی را، همراه با زمان از صفر نشان می دهد (۵-۲-۱ را ببینید). نفوذ را در نمونه‌های مشابه در موقعیت‌های با فاصله متفاوت، نه کم‌تر از ۸ میلی‌متر از لبه قالب و یا ۵ میلی‌متر از نفوذ ماقبل و حداقل ۱۰ میلی‌متر از موقعیت آخرین نفوذ، در فواصل زمانی، به عنوان مثال در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه‌ای، تکرار کنید. بین نفوذها، نمونه را در ظرف در محفظه کنترل دما قرار دهید. بعد از هر نفوذ سوزن و یکات را بلافاصله تمیز کنید. اگر تعیین زمان گیرش نهایی قرار است انجام شود نمونه را دوباره در محفظه کنترل دما قرار دهید.

زمان سپری شده بین زمان مبنا یا صفر و زمانی که در آن فاصله بین سوزن و زیر قالبی  $(3 \pm 6)$  میلی‌متر است، به دقیقه گرد می‌شود، زمان گیرش اولیه سیمان است.

### ۶-۲-۲ گزارش

زمان سپری شده از زمان مبنا یا صفر تا زمانی که در آن فاصله بین سوزن و صفحه پایه  $(3 \pm 6)$  میلی‌متر است را به عنوان زمان گیرش اولیه سیمان، که تا ۵ دقیقه گرد شده است، گزارش کنید. یادآوری- در این روش آزمون، درون‌یابی پیش بینی شده است، بنابراین می‌توان با کاهش فواصل زمانی اندازه‌گیری، به فاصله ذکر شده، یعنی  $(3 \pm 6)$  میلی‌متر دست یافت.

### ۶-۳ تعیین زمان گیرش نهایی

#### ۶-۳-۱ روش انجام آزمون

قالب پر استفاده شده در بند ۶-۲ را روی زیرقالبی آن برگردانید به طوری که آزمون زمان گیرش نهایی بر روی وجهی از نمونه که ابتدا در تماس با زیرقالبی بود انجام شود. قالب و زیرقالبی را در ظرف نگهداری آب فرو برده و مجموعه را در محفظه کنترل دما در دمای  $(1 \pm 20.0)$  درجه سلسیوس نگهداری کنید. پس از یک زمان مناسب، قالب، زیرقالبی و ظرف را زیر سوزن دستگاه ویکات، قرار دهید. سوزن را به آرامی پایین آورید تا زمانی که در تماس با خمیر باشد. به منظور اجتناب از سرعت اولیه و یا شتاب اجباری قطعات متحرک در آن موقعیت بین ۱ تا ۲ ثانیه مکث کنید. سپس قطعات متحرک را به سرعت آزاد کنید و اجازه دهید که سوزن به صورت عمودی در خمیر نفوذ کند. خطکش را زمانی که نفوذ متوقف شده است، و یا ۳۰ ثانیه پس از آزادسازی سوزن، هر کدام که زودتر است، بخوانید.

نفوذ را در نمونه‌های یکسان در موقعیت‌های با فاصله نه کم‌تر از ۸ میلی‌متر از لبه قالب و یا ۵ میلی‌متر از یکدیگر و حداقل ۱۰ میلی‌متر از موقعیت آخرین نفوذ، در فواصل زمانی، به عنوان مثال در فواصل زمانی

۳۰ دقیقه تکرار کنید. بین نفوذها نمونه را در ظرف محفظه دمای کنترل دما نگه دارید. بعد از هر نفوذ سوزن و یکات را بلافاصله تمیز کنید.

زمانی که در آن سوزن برای اولین بار ۰٫۵ میلی‌متر در نمونه نفوذ کند را، همراه با زمان مبنا یا صفر ثبت کنید. این زمانی است که حلقه دور سوزن اثری بر روی سطح خمیر می‌گذارد و می‌توان با کاهش فاصله زمانی بین اندازه‌گیری‌های نفوذها وقتی به زمان گیرش نهایی نزدیک می‌شویم، دقت کار را بالا برد. زمان گیرش نهایی باید با تکرار آزمون در دو موقعیت دیگر تایید شود.

### ۶-۳-۲ گزارش آزمون

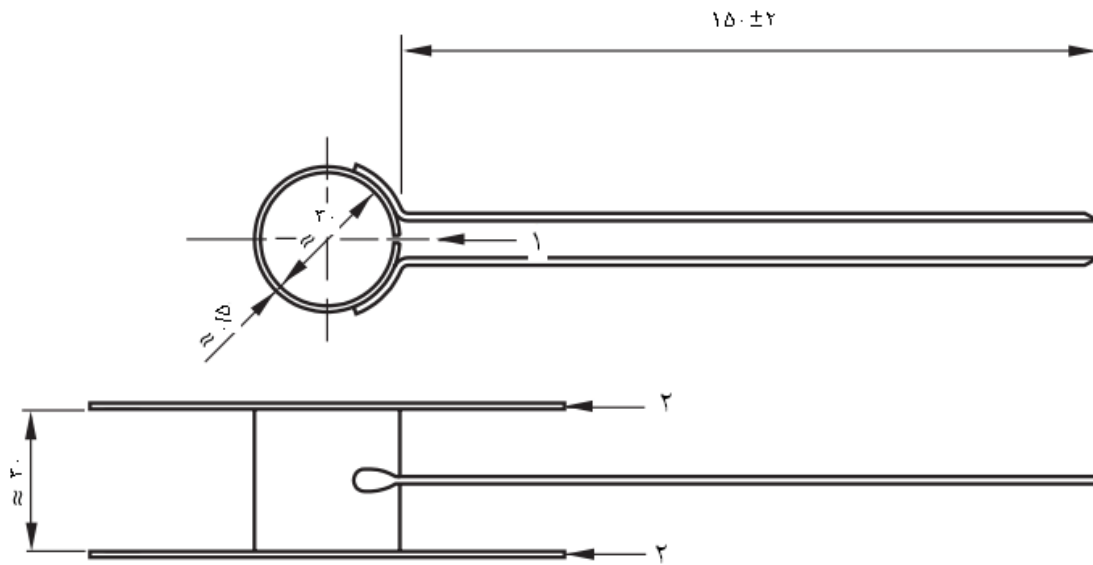
زمان سپری شده، اندازه گیری شده از صفر تا زمانی که در آن سوزن برای اولین بار ۰٫۵ میلی‌متر در نمونه نفوذ کرده را، به عنوان زمان گیرش نهایی سیمان، با تقریب ۱۵ دقیقه گزارش کنید.

### ۷ آزمون سلامت (انبساط)

#### ۷-۱ وسایل

۷-۱-۲ وسیله لوشاتلیه، قالب استوانه‌ای شکل شکافدار از جنس فلز فنی نظیر فلز برنج با دو شاخک است، که باید ابعاد آن مطابق اندازه‌های مندرج شکل ۲-۱ باشد. انعطاف پذیری آن باید طوری باشد که وقتی وزنه  $(300 \pm 1)$  گرمی مطابق شکل ۲-۳ به آن وصل می‌کنیم فاصله بین انتهای دو شاخک بدون تغییر شکل دائمی نباید کم‌تر از ۱۵٫۰ میلی‌متر باشد.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



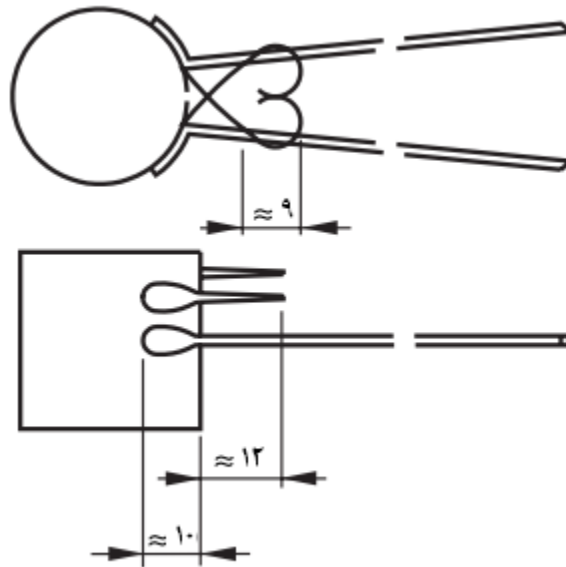
راهنما:

۱ شکاف

۲ صفحه پوششی

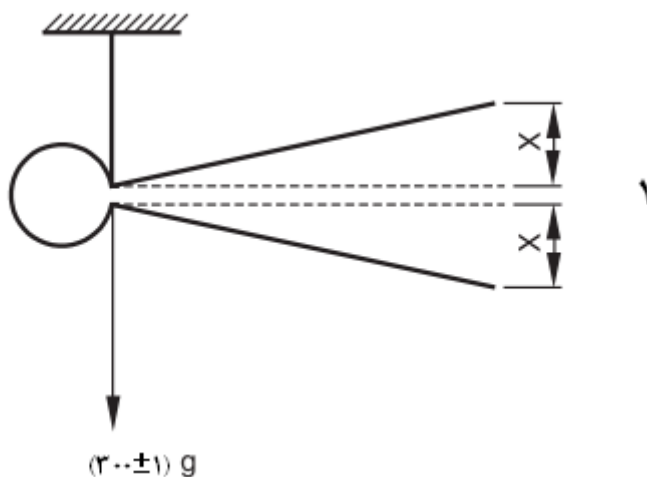
شکل ۱-۲ نمایی از دستگاه آزمون لوشاتلیه برای تعیین سلامت سیمان





یادآوری- در نظر گرفتن دو حلقه نشان داده شده برای نیمه بالایی قالب، که در هر طرف بخش مرکزی لحیم شده است، از قالب درآوردن نمونه خمیر سخت شده پس از آزمون را تسهیل می کند.

شکل ۲-۲ - نمونه دستگاه لوشاتلیه برای تعیین سلامت سیمان - آرایش اختیاری حلقه‌ها برای از قالب درآوردن



راهنما:

۱ افزایش جدایی انتها شاخک‌ها ( $2 \times \geq 15/0$ )

### شکل ۲-۳ - نمونه دستگاه لوشاتلیه برای تعیین سلامت سیمان - آزمون حالت ارتجاعی

یک جفت پایه و صفحات پوششی از مواد نفوذ ناپذیر، غیر خورنده توسط خمیر سیمان، به عنوان مثال شیشه صاف، باید برای هر قالب تهیه شود. هر صفحه باید بزرگ‌تر از قالب باشد. صفحه پوششی باید حداقل ۷۵ گرم وزن داشته باشد. برای برآوردن این شرط می‌توان یک وزنه کوچک اضافی روی صفحه قرار داد.

۲-۱-۷ - حمام آب، با وسیله گرمایشی و ظرفیت کافی غوطه‌وری آزمون‌های لوشاتلیه و توانایی افزایش دمای آب از  $(20 \pm 2)$  درجه سلسیوس تا جوشیدن در مدت  $(5 \pm 30)$  دقیقه.

۳-۱-۷ - اتاق یا محفظه رطوبت، با ابعاد مناسب و قابلیت نگهداری دما در  $(20 \pm 1)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حداقل ۹۰ درصد.

### ۲-۷ روش انجام آزمون

خمیر سیمان با قوام استاندارد را آماده کنید. یک قالب لوشاتلیه روغن‌کاری شده را بر روی صفحه پایه چرب شده قرار دهید و آن را بلافاصله و بدون تراکم یا لرزش تنها با استفاده از دست‌ها پر کنید و با سرزن صاف کنید. در طی پر کردن قالب، از باز شدن شکاف قالب جلوگیری کنید، به عنوان مثال با فشار ملایم انگشتان و یا با استفاده از یک نوار لاستیکی مناسب.

هشدار ۱ - خمیر سیمان مرطوب به شدت قلیایی است و می‌تواند موجب سوختگی پوست شود. با پوشیدن دستکش‌های حفاظتی از تماس مستقیم با پوست در طول عملیات دستی اجتناب شود.

قالب را با صفحه پوششی روغن کاری شده بپوشانید، در صورت لزوم وزنه را اضافه کرده، و سپس بلافاصله قالب و بقیه متعلقات را در اتاق و یا محفظه رطوبت قرار دهید. آن را برای مدت  $(24 \pm 0.5)$  ساعت در دمای  $(1 \pm 20)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حداقل ۹۰ درصد نگهداری کنید.

**یادآوری ۱-** می توان قالب را بین صفحات پوششی آن با وزنه اضافی، در صورت لزوم، در یک حمام آبی گذاشت و به مدت  $(24 \pm 0.5)$  ساعت در زیر آب با دمای  $(1 \pm 20)$  درجه سلسیوس نگهداری کرد، به شرطی که این روش با روش مرجع واسنجی شده باشد.

در پایان مدت  $(24 \pm 0.5)$  ساعت فاصله (A) بین نوک شاخک‌ها با تقریب  $0.5$  میلی‌متر را اندازه‌گیری کنید. سپس قالب را به تدریج تا رسیدن به نقطه جوش در طول  $(5 \pm 30)$  دقیقه حرارت دهید و حمام آب را در دمای جوش به مدت  $(5 \pm 180)$  دقیقه حفظ کنید.

**یادآوری ۲-** در جایی که بتوان ثابت نمود که انبساط پس از یک دوره کوتاه‌تر جوشیدن با دوره جوشیدن  $180$  دقیقه یکسان است، می‌توان از چنین دوره کوتاه‌تری استفاده کرد.

در پایان جوشیدن فاصله (B) بین نوک شاخک‌ها با تقریب  $0.5$  میلی‌متر اندازه‌گیری کنید.

**هشدار ۲ -** هنگام دست زدن به نمونه داغ مراقب باشید.

قالب را از گرما خارج کنید و اجازه دهید تا رسیدن به دمای آزمایشگاه، خنک شود. فاصله (C) را، بین نوک شاخک‌ها، با تقریب  $0.5$  میلی‌متر اندازه‌گیری کنید.

### ۷-۳ گزارش

اندازه‌گیری‌های A و C را ثبت و اختلاف (C - A) را، به میلی‌متر محاسبه کنید. اگر انبساط از حد خاص برای سیمان تجاوز کرد آزمون تکراری باید انجام شود. مقدار (C - A)، و یا میانگین دو مقدار زمانی که آزمون تکراری انجام شده است، را به میلی‌متر گزارش کنید.

**یادآوری-** هرگاه بتوان نشان داد که شرایط آزمون به تفاوت معنی داری بین اندازه‌گیری‌های B و C منجر نشده است، می‌توان تفاوت (B - A) را گزارش داد زیرا این امر باعث کاهش زمان مورد نیاز برای آزمون می‌شود.

### ۷-۴ آزمون مجدد

اگر سیمان تازه موفق به دستیابی به الزامات سلامت نشود پس از انبار کردن آن باید دوباره آزمون انجام شود. به این منظور، سیمان را در یک لایه به ضخامت حدود  $70$  میلی‌متر پخش کرده و به مدت ۷ روز در هوای آزاد در دمای  $(2 \pm 20)$  سلسیوس و رطوبت نسبی بیش‌تر از ۵۰ درصد نگهداری کنید. سپس آزمون را تکرار کنید.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

## روش‌های جایگزین برای آزمون زمان گیرش

### الف-۱ اصول آزمون

تجهیزات مورد استفاده و روش آماده سازی آزمون همانند آن چه در بند ۶ توضیح داده شده است می‌باشد اما با الزامات اضافی برای یک اتاق و یا محفظه رطوبت با ابعاد کافی و نگهداری در دمای  $(1 \pm 20)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بیش‌تر از ۹۰ درصد.

یادآوری- زمانی که این روش‌های جایگزین مورد استفاده قرار می‌گیرد، ویژگی‌های سیمان و سایر محصولات بیان خواهد شد.

### الف-۲ روش زمان گیرش اولیه

دستگاه ویکات را با سوزن (شکل ۱-۴) تنظیم کنید، با پایین آوردن سوزن روی زیر قالبی مورد استفاده، در داخل ظرف قرار دهید، و نشان‌گر را روی صفر تنظیم کنید. سوزن را به حالت آماده به کار بالا ببرید. قالب ویکات را مطابق با بند ۲-۲-۵، با خمیر قوام استاندارد مخلوط شده، پر کنید.

قالب پر و صفحه پایه را در اتاق و یا کابینت رطوبت قرار داده و بعد از زمان مناسب، قالب، صفحه پایه و ظرف را زیر سوزن دستگاه ویکات قرار دهید. سوزن را به آرامی تا زمانی که در تماس با خمیر باشد پایین آورید. به منظور اجتناب از سرعت اولیه و یا شتاب ناشی از قطعات متحرک در این موقعیت بین ۱ ثانیه تا ۲ ثانیه مکث کنید. سپس قطعات متحرک را به سرعت آزاد کرده و اجازه دهید سوزن به صورت عمودی در خمیر نفوذ کند. مقیاس را زمانی که نفوذ متوقف شده است، و یا ۳۰ ثانیه پس از آزادسازی سوزن، هر کدام که زودتر باشد بخوانید. مقدار خوانده شده را ثبت کنید، که فاصله بین پایان سوزن و صفحه پایه، همراه با زمان از صفر را نشان می‌دهد. نفوذ در همان نمونه را در فاصله مناسب بیش‌تر از ۸ میلی‌متر از لبه قالب و یا ۵ میلی‌متر از یکدیگر و حداقل ۱۰ میلی‌متر از محل نفوذ قبلی، در فواصل فاصله زمانی مناسب، به عنوان مثال در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه تکرار کنید. بین نفوذها نمونه را در یک اتاق و یا کابینه رطوبت نگه دارید. بعد از هر نفوذ سوزن ویکات را بلافاصله تمیز کنید. اگر تعیین زمان گیرش نهایی انجام می‌شود، نمونه را حفظ کنید.

### الف-۳ گزارش زمان گیرش اولیه

زمان اندازه‌گیری شده از صفر که در آن فاصله بین سوزن و صفحه پایه  $(3 \pm 6)$  میلی‌متر است را به عنوان زمان گیرش اولیه سیمان با تقریب ۵ دقیقه گزارش دهید.

**الف-۴ روش زمان گیرش نهایی**

قالب پر شده را برگردانده و روند توضیح داده شده در ۳-۶ را با نمونه نگه‌داری شده در اتاق و یا محفظه رطوبت در رطوبت کنترل شده انجام دهید.

**الف-۵ گزارش زمان گیرش نهایی**

زمان اندازه‌گیری شده از صفر که در آن سوزن ابتدا تنها ۰/۵ میلی‌متر در نمونه نفوذ کرده را به عنوان زمان گیرش نهایی سیمان، با تقریب ۱۵ دقیقه گزارش دهید.