



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۳۹۹۲

چاپ اول

ISIRI

13992

1st. Edition

سیمان - نمونه‌گیری و تعیین تعداد
آزمون‌های سیمان هیدرولیکی آماده برای
فروش - آیین کار

**Cement- Sampling and Determination of the
Amount of Testing of Hydraulic Cement
Ready for Sale- Code of Practice**

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 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. بدین 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)^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.

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 استانداردهای 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) و سایل سنچش، مؤسسه استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس 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) و سایل سنچش، 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 Electrotechnical Commission

3 - International Organization of Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سیمان - نمونه‌گیری و تعیین تعداد آزمون‌های سیمان هیدرولیکی آماده برای فروش - آیین کار»

رئیس:

اسماعیلی طاهری، محسن
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

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

دبیران: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسدی مهماندوستی، الهام
(دکتری زمین شناسی)

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

زمانی‌فر، الهام
(دکتری شیمی معدنی)

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

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آشوری، کاظم
(کارشناس مهندسی شیمی)

شرکت سیمان شمال

اکبری، محمد
(کارشناس مهندسی عمران)

سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

امینیان، نیما
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

انجمن بتن ایران

تاجیک، حمیدرضا
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت سیمان آبیگ

ترک قشقائی، سیمین
(کارشناس شیمی)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

درخشانفر، محمد
(کارشناس مهندسی مواد)

سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

زنگانه، حامد
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سازور، رسول
(کارشناس شیمی)

انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان کشور

شرقی، عبدالعلی
(دکتری مهندسی عمران)

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

عرب، جابر
(کارشناس ارشد شیمی)

مدیر آزمایشگاه شیمی و فیزیک
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

غضنفری، فرشته
(کارشناس شیمی)

معاون آزمایشگاه شیمی و فیزیک
شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

فتحی پور، احمد
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

مجمع صنعتی سیمان تهران

محمودی، سعید
(کارشناس مهندسی معدن)

شرکت سیمان آبیک

مهرداد، سمیه
(مترجم زبان انگلیسی)

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

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ نوع و مقدار نمونه‌ها
۴	۵ الزامات زمان انجام آزمون‌ها
۵	۶ محل نمونه‌گیری
۸	۷ آماده سازی نمونه
۸	۸ تعیین تعداد آزمون‌ها
۱۱	۹ عدم انطباق و آزمون مجدد

پیش‌گفتار

استاندارد «سیمان- نمونه‌گیری و تعیین تعداد آزمون‌های سیمان هیدرولیکی آماده برای فروش- آیین کار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک (سهامی خاص) تهیه و تدوین شده و در سیصد و سی و نهمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۰/۰۶/۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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.

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

ASTM C183 -08: Standard Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement.

سیمان - نمونه‌گیری و تعیین تعداد آزمون‌های سیمان هیدرولیکی آماده برای فروش - آیین کار

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه روش‌هایی برای نمونه‌گیری و تعیین تعداد آزمون‌های سیمان هیدرولیکی، پس از تولید و آماده‌عرضه برای فروش می‌باشد.

۱-۲ روش‌های بیان شده در این استاندارد برای نمونه‌گیری از سیمان هیدرولیکی پس از تولید و آماده‌عرضه برای فروش، به کار می‌رود. روش‌های بیان شده تعداد آزمون‌هایی را که می‌توان بر اساس آن تطبیق یا عدم تطبیق سیمان‌ها با الزامات و مشخصات خریدار را تعیین و گزارش کرد، مشخص می‌کند.

۱-۳ روش‌های بیان شده در این استاندارد را نمی‌توان به عنوان روش‌های نمونه‌گیری برای کنترل کیفی در فرآیند تولید به کار برد.

۱-۴ این آیین کار به عنوان روشی برای نمونه‌گیری از سیمان بنایی (استاندارد بند ۲-۱۲)، سیمان پرتلند (استاندارد بند ۲-۱۵)، سیمان هیدرولیکی آمیخته (استاندارد بند ۲-۲۲)، سیمان هیدرولیکی منبسط‌شونده (استاندارد بند ۲-۲۳)، سیمان خمیری (استاندارد بند ۲-۲۶) سیمان ملات (استاندارد بند ۲-۲۷) و سیمان هیدرولیکی با کارایی خاص (استاندارد بند ۲-۲۵)، می‌باشد.

۱-۵ در بیشتر آیین‌نامه‌های ساختمانی و مشخصات اجرایی الزاماتی برای عملکرد مناسب سیمان هیدرولیکی خریداری شده به لحاظ مشخصاتی هم‌چون استاندارد بندهای ۲-۱۲، ۲-۱۵، ۲-۲۲، ۲-۲۵، ۲-۲۶، ۲-۲۷ یا ۲-۲۳ بیان شده است. اگر در آیین‌نامه یا مشخصه‌ای، نمونه‌گیری از سیمان تولیدی ضرورت داشته باشد، به کارگیری مقررات معین‌شده در بند ۱-۶ قابل اجرا می‌باشد. بر اساس چنین نمونه‌گیری و آزمونی، مقدار زیادی سیمان فروخته نمی‌شود. مطالب مفیدی راجع به نمونه‌گیری و آزمون سیمان هیدرولیکی برای تطابق با مشخصات در راهنما بند ۲-۳۰ ارائه شده است.

۱-۶ اگر در آیین‌نامه یا مشخصات اجرایی، نمونه‌گیری و آزمون از سیمان هیدرولیکی تولیدی الزامی شده باشد، برای تطبیق نمونه‌ها با مشخصات قابل قبول مربوطه از روش‌های بیان شده در این آیین کار باید استفاده شود. نتایج آزمون‌های انجام شده به روش‌های مشخص شده به عنوان پایه‌ای برای پذیرش یا رد بهر نمونه‌گیری شده به کار می‌رود.

۱-۷ آزمون کردن همه سیمان‌ها با استفاده از تمامی روش‌های آزمون بیان شده در بند ۲ ضروری نمی‌باشد.

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 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 می‌شوند. 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 ۳۹۰: سال ۱۳۸۸، سیمان-تعیین نرمی سیمان هیدرولیکی با دستگاه نفوذپذیری هوا-روش‌های آزمون.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۱: سال ۱۳۸۷، سیمان - تعیین انبساط به روش اتوکلاو- روش آزمون.

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۲: سال ۱۳۸۸، سیمان-تعیین زمان گیرش سیمان هیدرولیکی با سوزن و یکات-روش‌های آزمون.

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۴: سال ۱۳۸۸، سیمان-تعیین حرارت هیدراسیون سیمان هیدرولیکی- روش آزمون.

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۷۰: سال ۱۳۸۷، سیمان - تعیین هوای ملات سیمان هیدرولیکی- روش آزمون.

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۲: سال ۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی اندازه‌گیری عناصر اصلی.

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۹۳: سال ۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی قسمت اول- اندازه‌گیری عناصر فرعی.

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۹۳: سال ۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی قسمت دوم - اندازه‌گیری کلسیم اکسید آزاد.

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۴: سال ۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی - اندازه‌گیری گوگرد به صورت سولفید.

۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۵: سال ۱۳۸۱، سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی تعیین سدیم اکسید و پتاسیم اکسید.

۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۹۰: سال ۱۳۸۷، سیمان - تعیین پتانسیل انبساط ملات‌های سیمان پرتلند در معرض سولفات- روش آزمون.

2-12 ASTM C 91-05: Specification for Masonry Cement.

2-13 ASTM C 109/C 109 M-08: Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube Specimens).

- 2-14 ASTM C 115- 96a (2003): Test Method for Fineness of Portland Cement by the Turbidimeter.
- 2-15 ASTM C 150/150M-11: Specification for Portland Cement.
- 2-16 ASTM C 157/C 157M-08: Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete.
- 2-17 ASTM C 227-03: Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method).
- 2-18 ASTM C 265-08: Test Method for Water-Extractable Sulfate in Hydrated Hydraulic Cement Mortar.
- 2-19 ASTM C 266-08: Test Method for Time of Setting of Hydraulic- Cement Paste by Gillmore Needles.
- 2-20 ASTM C 451-08: Test Method for Early Stiffening of Hydraulic Cement (Paste Method).
- 2-21 ASTM C 563-07: Test Method for Optimum SO_3 in Hydraulic Cement Using 24-h Compressive Strength.
- 2-22 ASTM C 595/595M-11: Specification for Blended Hydraulic Cements.
- 2-23 ASTM C 845-04: Specification for Expansive Hydraulic Cement.
- 2-24 ASTM C 1012-04: Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution.
- 2-25 ASTM C 1157-09: Performance Specification for Hydraulic Cement.
- 2-26 ASTM C 1328-05: Specification for Plastic (Stucco) Cement.
- 2-27 ASTM C 1329-05: Specification for Mortar Cement.
- 2-28 ASTM E 11-09: Specification for Wire-Cloth and Sieves for Testing Purposes.
- 2-29 ASTM IEEE/ASTM SI 10 Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System.
- 2-30 ACI 225.1R Guide to the Selection and Use of Hydraulic Cements.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

بهر^۱ (سری سیمانی)

بهر به مقدار مشخصی از سیمان که در هر نوبت مورد بررسی قرار می‌گیرد، گفته می‌شود. یک بهر ممکن است، یک سیلو یا مخزن یا بیشتر باشد که به طور متوالی پر شده است. همچنین یک بهر ممکن است مقدار سیمان موجود در یک یا چند دستگاه انتقال باشد که نشان‌دهنده سیمان برداشت شده از همان سیلو یا مخزن است.

کاهش تعداد آزمون‌ها^۱

آزمون فقط بر روی دو نمونه از هر بهر انجام می‌شود. ضریب احتمال در این روش کار به گونه‌ای می‌باشد که چنانچه نتایج حاصل از دو نمونه، الزامات کامل این روش را تامین کرد، می‌توان با سطح اطمینان ۹۵٪ بیان کرد که نمونه‌ها با محدوده مشخص شده مطابقت دارد.

۴ نوع و مقدار نمونه‌ها

۴-۱ نمونه سیمانی که از روی تجهیزات انتقال، سیلو (دپوی ذخیره شده) یا یک محموله هنگام انتقال برداشته می‌شود به عنوان نمونه لحظه‌ای^۲ بیان می‌شود. می‌توان نمونه تهیه شده به کمک یک ابزار نمونه‌گیری خودکار که با فاصله زمانی ده دقیقه‌ای به طور پیوسته از جریان سیمان نمونه‌گیری می‌کند را جزء نمونه لحظه‌ای دسته‌بندی کرد. نمونه‌های لحظه‌ای که در یک دوره زمانی با فواصل معین اخذ شده است را می‌توان با هم ترکیب کرده، نمونه‌ای متوسط^۳ نماینده سیمان تولیدی در آن دوره زمانی فراهم آورد. ۴-۲ جرم همه نمونه‌ها، خواه لحظه‌ای یا متوسط، باید حداقل پنج کیلوگرم باشد.

۴-۳ در صورتی که در قرارداد خرید مشخص شده باشد، خریدار می‌تواند نماینده‌ای را برای نظارت بر نمونه‌گیری، بسته‌بندی و انتقال نمونه‌ها معرفی کند.

۴-۴ نمونه‌ها با پوشش ضد رطوبت بسته‌بندی شده، سپس در ظروف غیرقابل نفوذ در مقابل هوا که دارای شماره‌گذاری متوالی هستند قرار داده می‌شوند. همان‌طور که در تهیه نمونه‌ها توصیه شده است، در قرارداد خرید باید مشخص شود که هزینه نمونه‌گیری، بسته‌بندی و آزمون نمونه‌ها به عهده چه کسی می‌باشد.

یادآوری - مشخص شده که ظروف نمونه پلی وینیل کلرید، بر پتانسیل حباب‌های نمونه سیمان تاثیر دارد. ممکن است چنین مشکلی در مورد ظروفی که از سایر پلاستیک‌ها ساخته شده‌اند، نیز مشاهده شود.

۵ الزامات زمان انجام آزمون‌ها

۵-۱ علاوه بر آزمون‌های کارخانه تولیدکننده سیمان، چنانچه خریدار، آزمون‌های سیمان هیدرولیکی را در سایر آزمایشگاه‌ها انجام می‌دهد، باید در برنامه زمان‌بندی هماهنگی لازم بین خریدار، تولیدکننده و آزمایشگاه برای نمونه‌گیری، انتقال نمونه و انجام آزمون صورت گرفته نتایج آزمون‌ها در زمان معین فراهم شود.

۵-۲ تولیدکننده سیمان، باید در زمان مناسب (مطابق جدول ۱)، قبل از حصول نتایج آزمون‌ها در زمان معین شده، نمونه سیمان لحظه‌ای را برای انجام آزمون‌ها تحویل دهد.

۵-۳ با رعایت بندهای ۵-۱ و ۵-۲، آزمایشگاه آزمون‌کننده باید نتایج آزمون را در مدت زمانی کمتر از تعداد روزهای تعیین شده، پس از نمونه‌گیری ارائه کند.

1 - Reduced Testing Rate

2 - Grab sample

3 - Composite sample

جدول ۱- حداقل زمان مورد نیاز برای انجام آزمون

مدت زمان (روز)	روش های آزمون	ردیف
۸	استانداردهای بند ۲-۱۳ (مقاومت فشاری) (نتایج یک روزه)، ۲-۱ (نرمی با دستگاه نفوذپذیری هوا)، ۲-۲ (انبساط به روش اتوکلاو)، ۲-۳ (گیرش با سوزن ویکت)، ۲-۵ (هوای ملات سیمان)، ۲-۶ (آزمون شیمیایی اندازه گیری عناصر اصلی)، ۲-۱۴ (نرمی با کدری سنجی)، ۲-۱۸ (سولفات قابل استخراج با آب ملات سیمان)، ۲-۱۹ (گیرش با سوزن گیل مور)، ۲-۲۰ (سفت شدن سریع)، ۲-۲۱ (مقدار بهینه SO_3)	۱
۱۰	استاندارد بند ۲-۱۳ (مقاومت فشاری) (نتایج سه روزه)	۲
۱۴	استانداردهای بند ۲-۴ (حرارت هیدراسیون) و ۲-۱۳ (مقاومت فشاری) (نتایج هفت روز)	۳
۲۱	استانداردهای بند ۲-۱۷ (واکنش پذیری قلیایی)، ۲-۱۱ (انبساط ملات سیمان در معرض سولفات) و ۲-۲۴ (تغییر طول ملات های سیمان در معرض محلول سولفات) (نتایج ۱۴ روزه)	۴
۳۵	استانداردهای بند ۲-۱۳ (مقاومت فشاری) و ۲-۴ (حرارت هیدراسیون) (نتایج ۲۸ روزه)	۵
۴۱	استاندارد بند ۲-۱۶ (تغییر طول ملات سیمان و بتن سخت شده) (نتایج ۳۴ روزه)	۶
۶۳	استاندارد بند ۲-۱۷ (واکنش پذیری قلیایی) (نتایج ۵۶ روزه)	۷
۹۸	استاندارد بند ۲-۱۷ (واکنش پذیری قلیایی) (نتایج ۹۱ روزه)	۸

۶ محل نمونه گیری

۶-۱ می توان در هر یک از محل های زیر از سیمان نمونه گیری کرد.

۶-۱-۱ نمونه گیری از تجهیزات انتقال به سیلو^۱

چنانچه سیمان با تجهیزات به سیلو انتقال می یابد از روی تجهیز یک نمونه با جرم حداقل پنج کیلوگرم در فاصله های زمانی یکسان (دست کم هر شش ساعت یک بار) اخذ کنید.

1 - From the Conveyor Delivering to Bulk Storage

۶-۱-۲ نمونه‌گیری هنگام انتقال سیمان از سیلو به سیلوی دیگر

هنگامی که سیمان از یک سیلو به سیلوی دیگر انتقال می‌یابد، برای هر ۳۶۰ تن سیمان یا نسبتی معادل آن، یک نمونه لحظه‌ای از جریان انتقال اخذ کنید. به هر حال تعداد نمونه‌های اخذ شده نباید کمتر از دو عدد باشد. سپس آن‌ها را با هم ترکیب کنید تا یک نمونه متوسط به دست آید.

۶-۱-۳ سایر روش‌های نمونه‌گیری

اگر هیچ یک از روش‌های نمونه‌گیری بیان شده قابل اجرا نباشد، در صورت تأیید خریدار، می‌توان یکی از روش‌های زیر را جهت نمونه‌گیری به کاربرد:

۶-۱-۳-۱ نمونه‌گیری از مجرای تخلیه سیلوها

سیمان را از مجاری تخلیه که در طول نمونه‌گیری دارای جریان یک‌نواخت می‌باشند، اخذ کنید. مقدار سیمان تخلیه شده از هر مجرای تخلیه را برآورد کنید^۱. اگر نمونه‌گیری از یک سیلوی استوانه‌ای با ارتفاع زیاد انجام می‌شود، همه نمونه‌ها را از یک مجرا اخذ کنید. هنگام نمونه‌گیری از مخزن‌های چهار وجهی، هرگاه مقدار سیمان در مخزن بیش از ۱۱۰۰ تن باشد، تعداد نمونه‌های برداشت شده از هر مجرای تخلیه نباید بیش از نصف محتوای مخزن یا بیش از ۱۸۰۰ تن باشد. برای نمونه‌گیری انبار فله در محل تخلیه وقتی که سیمان در مجراها جاری می‌شود، نمونه‌ها را در این فواصل طوری بگیرید که به ازای هر ۳۶۰ تن سیمان در مخزن یا سیلو، حداقل دو نمونه لحظه‌ای اخذ شده باشد.

۶-۱-۳-۲ نمونه‌گیری از انبار فله و سیلو با لوله شکاف‌دار

اگر ارتفاع سیمانی که نمونه‌گیری می‌شود بیش از ۲/۱ متر نباشد، نمونه‌ها را با استفاده از یک نمونه‌گیر لوله شکاف‌دار، مشابه آنچه که در شکل ۱ نشان داده شده است، بگیرید. طول لوله نمونه‌گیر شکاف‌دار باید بین ۱/۵ متر تا ۱/۸ متر بوده، به طور تقریبی دارای قطر خارجی ۳۵ میلی‌متر باشد. لوله نمونه‌گیر شکاف‌دار از دو لوله تلسکوپی برنجی صیقل داده شده دارای شکاف‌هایی که با چرخش لوله داخلی باز و بسته می‌شود، تشکیل شده است. لوله خارجی دارای یک سر تیز به منظور تسهیل در نفوذ است. نمونه‌ها را از ارتفاع‌های مختلف سیمان و محل‌هایی که به خوبی توزیع شده‌اند، بگیرید تا نمونه‌های گرفته شده بیانگر سیمان مورد بررسی باشند.

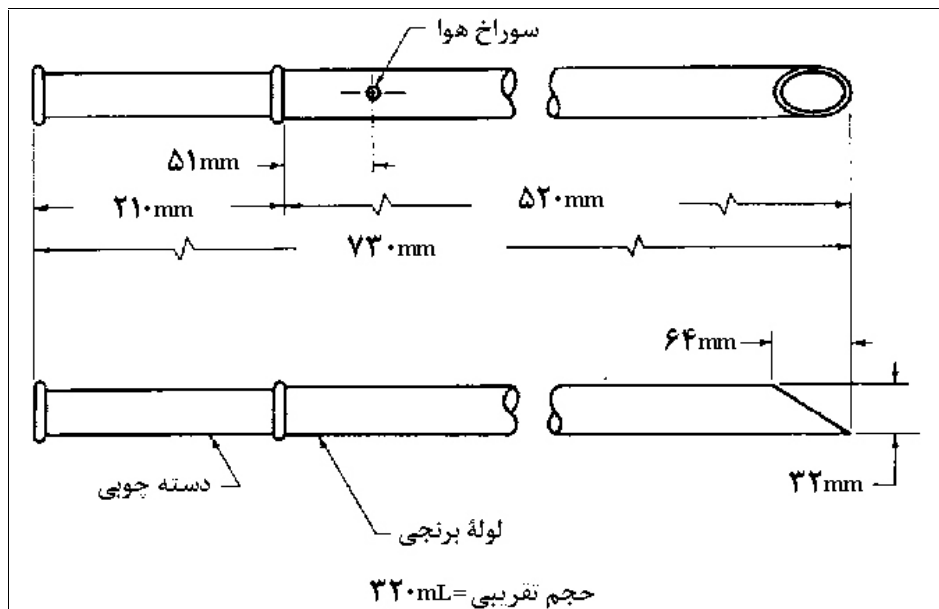


شکل ۱- لوله شکاف‌دار نمونه‌گیر برای سیمان فله‌ای

۱- به عنوان مثال می‌توان مقدار سیمان تخلیه شده از هر مجرای تخلیه را به این ترتیب $0.7 \times h^2 \times 0.55$ برآورد کرد که در آن h ارتفاع سیمان در بالای مجرای تخلیه به متر است.

۳-۳-۱-۶ نمونه‌گیری از سیمان پاکتی (بسته‌بندی شده) با لوله نمونه‌گیر

لوله نمونه‌گیر (شکل ۲ را ببینید) را به طور مورب داخل دهانه پاکت کرده، انگشت شصت خود را روی سوراخ هوا قرار دهید. سپس نمونه‌گیر را به سمت بیرون بکشید. به ازای هر ۴/۵ تن یا کسری از آن یک پاکت انتخاب و از آن یک نمونه بگیرید.



شکل ۲- لوله نمونه‌گیر برای نمونه‌گیری از سیمان پاکتی

۴-۳-۱-۶ نمونه‌گیری از بونکر^۱

(الف) یک بونکر

اگر فقط یک بونکر بارگیری می‌شود و بارگیری به‌طور پیوسته و همگی از یک منبع مشخص انجام می‌شود، یک نمونه پنج کیلوگرمی بگیرید. اگر عمل بارگیری به‌طور پیوسته انجام نمی‌شود یا عمل بارگیری نامشخص است، پنج قسمت یا بیشتر از محل‌های مختلف در بار را نمونه‌گیری کرده، با هم مخلوط کنید تا آزمونه فراهم آید.

(ب) چند بونکر

برای نمونه‌گیری از چند بونکر که از یک منبع مشخص و در یک روز بارگیری شده‌اند، به ازای هر ۹۰ تن سیمان یا نسبتی معادل آن یک نمونه گرفته شود، به هر حال کمتر از دو نمونه نگیرید. سیمان حاصل از چنین نمونه‌هایی را به عنوان یک سری مورد بررسی قرار دهید و مطابق با فرآیند بیان شده در بخش مقدار آزمون، ارزیابی کنید.

۲-۶ نگهداری نمونه‌ها

هنگامی که نمونه‌ها اخذ شد، آن‌ها را بلافاصله درون ظروف غیرقابل نفوذ رطوبت و هوا قرار دهید تا از جذب رطوبت و قرار گرفتن در معرض هوا جلوگیری شود. اگر نمونه‌ها در قوطی گذاشته می‌شوند قوطی را کاملاً پر کرده، بلافاصله آن‌ها را مهر و موم کنید. از کیسه‌های کاغذی با چندین لایه ضد رطوبتی یا کیسه‌های

پلاستیکی که به اندازه کافی مقاوم هستند و آسیب نمی‌بینند، استفاده کنید. در صورت امکان آن‌ها را بلافاصله بعد از پرشدن مهر و موم کرده به‌طوری که هوای اضافی از سطح نمونه حذف شده، از جذب رطوبت و هوازگی نمونه جلوگیری شود. نمونه‌ها باید مطابق بند ۷ آماده شوند.

۷ آماده سازی نمونه

۷-۱ قبل از آزمون، هر نمونه را با الک ۸۵۰ میکرونی (شماره ۲۰) یا هر الک دیگری که تقریباً دارای چشمه‌هایی با همین اندازه است، الک کنید. در مرحله مخلوط نمودن نمونه، کلوخه‌ها را شکسته و مصالح نامناسب را بردارید. مصالح نامناسب و کلوخه‌های سخت‌شده که هنگام الک کردن و یا تمیز کردن شکسته نمی‌شوند را دور بریزید. سیمان را در ظرف‌های ضد رطوبتی و غیرقابل نفوذ با هوا نگهداری کنید تا از قرار گرفتن در معرض هوا و جذب رطوبت پیش از شروع آزمون جلوگیری شود.

۸ تعیین تعداد آزمون‌ها

۸-۱ کلیات

خریدار باید تعداد آزمون‌هایی را که برای تعیین حرارت هیدراسیون (طبق استاندارد بند ۲-۴)، واکنش‌پذیری قلیایی (طبق استاندارد بند ۲-۱۷) و مقاومت سولفات (طبق استاندارد بند ۲-۲۴) مورد نیاز است مشخص نماید. سایر آزمون‌ها را بر روی نمونه‌های لحظه‌ای یا متوسط که در این بخش با توجه به دستورالعمل انتخاب نمونه‌ها جهت آزمون مشخص شده‌اند، انجام دهید. تنها آزمون‌هایی که برای شرایط عمومی مورد نیاز هستند را انجام دهید.

۸-۲ آزمون معمول

تعداد نمونه‌های مورد آزمون را مطابق با جدول ۲ تعیین کنید. آزمون به تعداد معمول باید طبق شرایط زیر انجام شود:

۸-۲-۱ قبل از دریافت سوابق کیفی،

۸-۲-۲ هنگامی که هیچ نمونه‌ای از آسیای سیمان مشخصی در یک سال آزمون نشده باشد،

۸-۲-۳ هنگامی که سوابق کیفی کاملاً بر روی داده‌های بیش از دو سال استوار باشد،

۸-۲-۴ هنگامی که محاسبه مجدد حد بحرانی به دلیل نبود کنترل مشخص، مطابق با آنچه که در محدوده نمودار کنترل نشان داده شده، ضروری باشد.

یادآوری- اخذ نمونه‌های لحظه‌ای تصادفی در زمان نامناسب، از قبیل اخذ بلافاصله پس از تعمیر یا تنظیم تجهیزات کارخانه‌ای یا برداشت از محل نامناسب، همچون نمونه‌گیری از مصالح بالایی بونکر، به خوبی نشان‌دهنده خصوصیات یک سیمان نیست. بنابراین نباید به عنوان اساس رد یا پذیرش یک بهر سیمان به کار رود.

۸-۳ کاهش تعداد آزمون‌ها

پس از کسب سوابق کیفی، آزمون را حداقل به تعداد کاهش یافته انجام دهید. اگر نتایج آزمون‌ها در شرایط مرزی قرار گرفت، تعداد آزمون‌ها را به تعداد معمول مطابق جدول ۲ افزایش دهید.

جدول ۲- تعداد آزمون‌ها

تعداد بهر	تعداد آزمون‌ها	
	تعداد معمول	تعداد کاهش یافته
۲	۲	۲
۳	۳	۲
۴ تا ۱۰	۴	۲
۱۱ تا ۲۰	۶	۲
بالای ۲۰	۸	۲

یادآوری- هنگامی که در سوابق کیفی یک الزام مشخص ممکن است در شرایط مرزی قرار گیرد و تأخیر جزئی در تکمیل آزمون‌ها به دلیل انجام آزمون‌های اضافی (به عنوان مثال مقاومت فشاری) صورت بگیرد، بهتر است آزمون‌ها به تعداد معمول انجام شود.

۸-۴ انتخاب نمونه‌ها برای آزمون

نمونه‌های مورد آزمون در هر بهر را با یکی از روش‌های تصادفی انتخاب کنید. روش زیر جهت این امر پیشنهاد می‌شود. نشانگرهایی که به طور متوالی شماره‌گذاری شده و تعداد آنها برابر با تعداد نمونه‌ها می‌باشد را در یک ظرف ریخته، مخلوط کنید. تا زمانی که تعداد نمونه‌های انتخاب شده برابر با تعداد معمول نمونه‌های مورد آزمون گردد، نشانگرها را از درون ظرف بردارید. اگر آزمون به تعداد کاهش یافته انجام می‌شود، نشانگرهای خارج شده را مخلوط کرده، دو عدد از نمونه‌های مورد آزمون را انتخاب کنید.

۸-۵ دریافت سوابق کیفی و نمودارهای کنترل

۸-۵-۱ سوابق کیفی

سوابق کیفی باید نشان دهند که سیمان و داده‌هایی که در فاصله زمانی کمتر از دو سال به دست آمده‌اند، از همان منبع سیمان مورد آزمون می‌باشد. باید نتایج آزمون برای بیش از ۴۰ نمونه که معرف حداقل هفت بهر سیمانی هستند، در دسترس باشند. ویژگی این نمونه‌ها باید مطابق با دستورالعمل‌های اجرایی این استاندارد باشد. یک جفت نمونه باید شامل دو آزمونه متوالی از یک بهر باشند. در صورت امکان، می‌توان از چندین جفت از یک بهر مشابه استفاده کرد. تعداد جفت نمونه‌هایی که نشان‌دهنده یک بهر بزرگ هستند را می‌توان به شرح زیر کاهش داد. زیر مجموعه‌ای از دسته نمونه‌های آزمون شده را که به طور متوالی شماره‌گذاری شده، نشان‌دهنده کل بهر هستند را با یکی از روش‌های تصادفی انتخاب کنید. شماره‌های مشخص‌کننده زیرگروه را به طور صعودی مرتب کرده، به ترتیب لیست، جفت جفت انتخاب کنید. سپس برای هر جفت محدوده نتایج آزمون اختلاف بین نتایج دو آزمونه از یک جفت را محاسبه کنید. برای محاسبه میانگین

محدوده، مقدار تمام محدوده‌ها را با هم جمع کرده، مجموع آن‌ها را بر تعداد کل محدوده‌های مورد استفاده تقسیم کنید تا مقدار میانگین محدوده ($\bar{r}$) به دست آید. برای هر ویژگی شیمیایی و یا فیزیکی میانگین محدوده ($\bar{r}$) را محاسبه کنید.

۸-۵-۲ حد بحرانی

حد بحرانی (C) را برای هر ویژگی شیمیایی و یا فیزیکی، محاسبه کنید. نخست، میانگین محدوده ($\bar{r}$) را در ضریب احتمال ۲/۴۹ ضرب کنید، عدد حاصل را جهت سهولت کار d نامیده می‌شود. اگر الزامات دارای یک حد مشخص شده حداکثر باشند با کاهش d از حد مشخص شده، مقدار C را به دست آورید و اگر الزامات دارای یک حد مشخص شده حداقل باشند d را به حد مشخص شده بیافزایید. نمودارهای سوابق کیفی را ترسیم کنید.

یادآوری- اگر نتایج آزمون گرد نشود، مقدار میانگین محدوده ($\bar{r}$) و در نتیجه C اصلاح خواهد شد. برای مثال، اگر نتیجه آزمون برای مقدار SiO_2 ، ٪ ۲۱/۷۸ باشد، بهتر است این مقدار به صورت ٪ ۲۱/۸ گرد شود. برای آزمون ریزدانه‌ها اگر مقدار حاصل ۳۲۴۳ باشد بهتر است این مقدار به ۳۲۴۰ گرد شود.

۸-۵-۳ نمودار کنترلی

برای نشان دادن ضرورت محاسبه مجدد حد بحرانی، نمودار کنترلی را ترسیم کنید. مقدار میانگین محدوده ($\bar{r}$) که در بند ۸-۵-۲ به دست آمده را در ضریب احتمال ۳/۲۶۷ ضرب کرده تا حداکثر مقدار کنترلی قابل قبول برای اختلاف بین هر دو جفت از نتایج متوالی آزمون به دست آید. مقیاس افقی نمودار، دسته‌های متوالی دوتایی و مقیاس عمودی مقدار اختلاف بین هر جفت از نتایج متوالی آزمون می‌باشد. اگر در نمودار کنترلی نقاطی بالای حد کنترلی قرار گرفت ممکن است محاسبه مجدد حد بحرانی (C) ضرورت داشته باشد. چنانچه دو نقطه متوالی بالای حد کنترلی یا سه نقطه متوالی بالای حد کنترل در هر دسته پنج تایی از نقاط متوالی قرار گیرد محاسبه مجدد حد بحرانی ضروری می‌باشد. در این صورت لازم است آزمون به تعداد کاهش یافته متوقف و آزمون به تعداد معمول انجام و گزارش کیفی جدید تهیه شود.

یادآوری- مثال‌هایی از محاسبه $\bar{r}$ ، d ، سوابق کیفی و نمودارهای کنترلی در جدول ۳ و شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. محدوده مشخصات به کاررفته در این مثال‌ها فرضی می‌باشد.

۸-۵-۴ چنانچه سیمان هیدرولیکی طبق استاندارد بند ۲-۱۵ نمونه‌گیری شود، تولیدکننده مقدار بهینه SO_3 سیمان را طبق تبصره D جدول ۱ استاندارد بند ۲ انتخاب کرده باشد، حد بحرانی ارائه شده در بند ۸-۵-۲ برای محدوده مشخصات SO_3 عملی نمی‌باشد. مقدار حد بحرانی که با محاسبه طبق بندهای ۸-۵-۲ و ۸-۵-۳ برای SO_3 به دست می‌آید در این مورد الزامی نمی‌باشد.

۸-۵-۵ چنانچه سیمان هیدرولیکی طبق استاندارد بند ۲-۲۲ نمونه‌گیری شده، تولیدکننده مقدار بهینه SO_3 سیمان را طبق تبصره A جدول ۱ استاندارد بند ۲ انتخاب کرده باشد، حد بحرانی ارائه شده در بند ۸-۵-۲ برای محدوده مشخصات SO_3 عملی نمی‌باشد. مقدار حد بحرانی که با محاسبه طبق بندهای ۸-۵-۲ و ۸-۵-۳ برای SO_3 به دست می‌آید در این مورد الزامی نمی‌باشد.

۸-۶ گزارش انجام آزمون به تعداد معمول

هنگامی که آزمون به تعداد معمول انجام می‌شود، اگر سیمان مورد بررسی دارای الزامات مشخص شده بود، آن را به عنوان سیمان دارای مشخصات گزارش کنید. اگر سیمان مورد بررسی هر کدام از الزامات تعیین شده را برآورده نکرد، آن را فاقد الزامات مشخص شده گزارش کنید.

۸-۷ گزارش انجام آزمون به تعداد کاهش یافته

هنگامی که آزمون به تعداد کاهش یافته انجام می‌شود اگر میانگین نتایج در محدوده مشخص شده، بیش از حد بحرانی است سیمان را دارای الزامات مشخص شده گزارش کنید. اگر میانگین نتایج برای یک یا چند الزام بین حد بحرانی و حد مشخص شده می‌باشد، نمونه‌های بیشتری (به طوری که تعداد آزمون‌ها از تعداد معمول بیشتر نباشد) را برای آن الزام آزمون کنید. چنانچه در تکمیل آزمون‌های اضافی، همه نتایج دارای الزامات مشخص شده باشد، سیمان را دارای الزامات مشخص شده گزارش کنید. هرگاه سیمان مورد بررسی هر کدام از الزامات مشخص شده را برآورده نکرد، سیمان را فاقد الزامات مشخص شده گزارش کنید.

۸-۸ در صورتی که سیمان مورد بررسی فاقد الزامات مشخص شده گزارش شود، در گزارش مشخص کنید کدام الزام در سیمان برآوردن نشده است، همچنین مقدار قابل دستیابی را تعیین کنید.

۹ عدم انطباق و آزمون مجدد

۹-۱ اگر هر یک از نتایج آزمون، فاقد الزامات مشخص شده باشد، نباید بهر سیمان را فاقد الزامات مشخص شده گزارش کرد مگر این که با آزمون مجدد که در بند ۹-۲ ارائه شده عدم انطباق با الزامات مشخص شده، تأیید شود.

۹-۲ هرگاه نتیجه حاصل از آزمون اولیه با الزامات یک ویژگی تطابق نداشته باشد از آزمون دیگری جهت آن ویژگی خاص استفاده می‌شود که آنرا آزمون مجدد می‌نامند. یک آزمون مجدد ممکن است متشکل از یک محاسبه خاص یا چندین محاسبه تکراری باشد.

۹-۳ آزمون‌های مجدد در صورت امکان باید مطابق با دستورالعمل‌های مشخص شده اجرایی انجام شوند و اگر این دستورالعمل‌ها ارائه نشده باشند، روش زیر باید مورد استفاده قرار گیرد:

۹-۳-۱ آزمون مجدد را بر روی قسمتی از نمونه که جهت آزمون اولیه به کار رفته، انجام دهید. در صورت لزوم، جهت تعیین ویژگی که مستلزم آزمون مجدد است، از روش‌های گزینشی استفاده کنید. در چنین مواردی تنها به نتایج حاصل از روش‌های گزینشی اکتفا کنید. آزمون مجدد باید شامل تعداد مقادیر مورد نیاز در آزمون اولیه باشد. اگر آزمون مجدد در محدوده دقت آزمایشگاهی انجام می‌شود تعداد آزمون‌ها برابر با مقدار مشخص شده از توابع تکراری (توابع دوتایی یا سه تایی) می‌باشد. اگر دو یا چند تابع مورد نیاز باشد، مطابق با مشخصات اجرایی، مقادیر گزارش شده باید به صورت میانگین نتایج محدوده روش آزمون با سطح اطمینان ۹۵٪ ارائه شود.

جدول ۳- داده‌های آزمون سیمان نوع یک با قلیایی کم

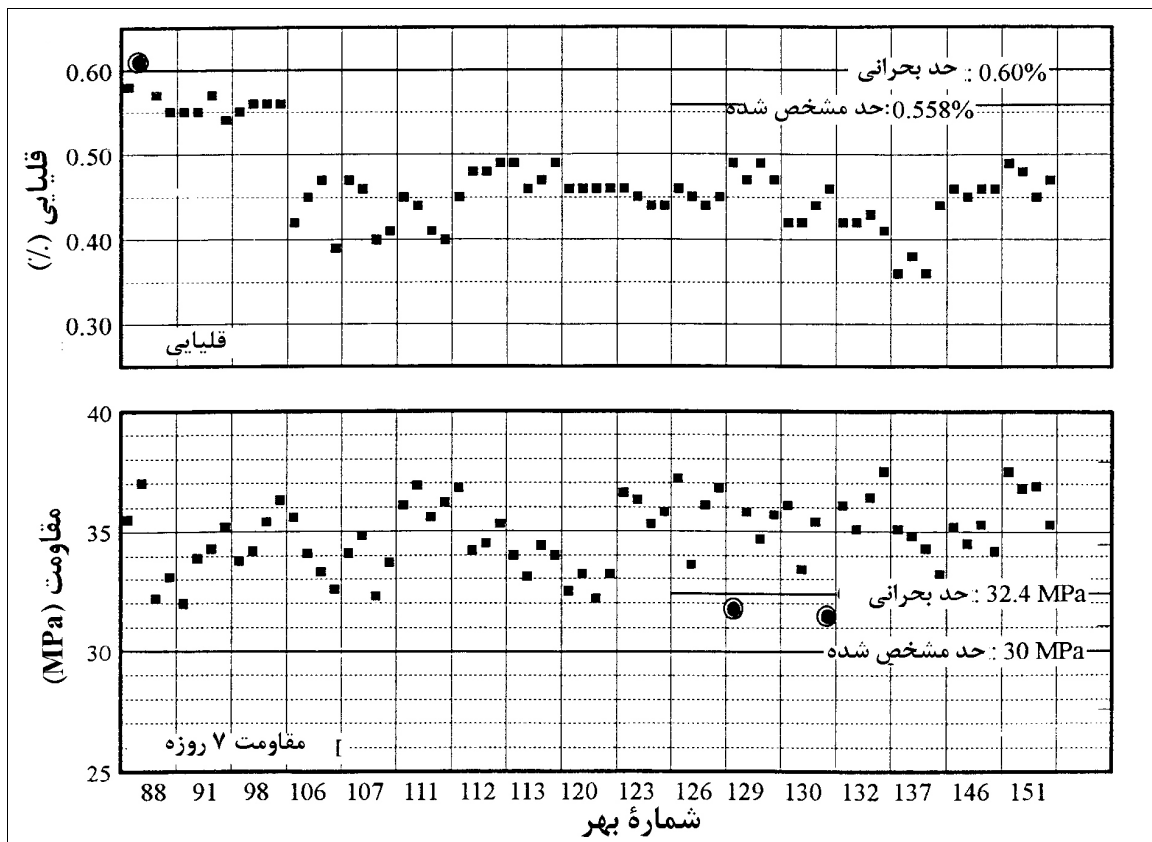
شماره سری	شماره نمونه	درصد قلیایی	درصد تغییرات	مقاومت ۷ روزه میانگین ۳ آزمون		تغییرات	
				(psi)	Mpa	(psi)	Mpa
۸۸	۱	۰/۵۸		۵۱۵۰	۳۵/۵		
	۱۳	۰/۶۱	۰/۰۳	۵۳۵۸	۳۷/۰		۲۰/۸
	۱۷	۰/۵۷		۴۶۷۵	۳۲/۲		
۹۱	۲۱	۰/۵۵	۰/۰۲	۴۸۰۰	۳۳/۱		۱۲/۵
	۱	۰/۵۵		۴۶۳۳	۳۲/۰		
	۵	۰/۵۵	۰/۰۰	۴۹۱۷	۳۳/۹		۲۸/۳
۹۸	۱۳	۰/۵۷		۴۹۷۵	۳۴/۳		
	۲۱	۰/۵۴	۰/۰۳	۵۱۰۸	۳۵/۲		۱۳/۳
	۵	۰/۵۵		۴۸۹۶	۳۳/۸		
۱۰۶	۱۳	۰/۵۶	۰/۰۱	۴۹۵۷	۳۴/۲		۶/۱
	۱۷	۰/۵۶		۵۱۳۳	۳۵/۴		
	۲۱	۰/۵۶	۰/۰۰	۵۲۶۷	۳۶/۳		۱۳/۳
۱۰۷	۵	۰/۴۲		۵۱۵۸	۳۵/۶		
	۱۳	۰/۴۵	۰/۰۳	۴۹۵۰	۳۴/۱		۲۰/۸
	۱۷	۰/۴۷		۴۸۳۲	۳۳/۳		
۱۱۱	۲۱	۰/۳۹	۰/۰۸	۴۷۲۸	۳۲/۶		۱۰/۴
	۴	۰/۴۷		۴۹۳۸	۳۴/۱		
	۸	۰/۴۶	۰/۰۱	۵۰۴۲	۳۴/۸		۱۰/۴
۱۱۲	۱۲	۰/۴۰		۴۶۸۳	۳۲/۳		
	۲۰	۰/۴۱	۰/۰۱	۴۸۹۲	۳۳/۷		۲۰/۸
	۴	۰/۴۵		۵۲۳۳	۳۶/۱		
۱۱۳	۸	۰/۴۴	۰/۰۱	۵۳۵۰	۳۶/۹		۱۱/۷
	۱۲	۰/۴۱		۵۱۶۳	۳۵/۶		
	۲۰	۰/۴۰	۰/۰۱	۵۲۴۶	۳۶/۲		۸/۳
۱۱۴	۳	۰/۴۵		۵۳۳۳	۳۶/۸		
	۷	۰/۴۸	۰/۰۳	۴۹۵۸	۳۴/۲		۳۷/۵
	۱۵	۰/۴۸		۴۹۹۶	۳۴/۵		
۱۱۵	۱۹	۰/۴۹	۰/۰۱	۵۱۱۳	۳۵/۳		۱۱/۷
	۲	۰/۴۹		۴۹۳۷	۳۴/۰		
	۱۵	۰/۴۶	۰/۰۳	۴۸۰۳	۳۳/۱		۱۳/۳
۱۱۶	۲۰	۰/۴۷		۴۹۹۴	۳۴/۴		
	۲۴	۰/۴۹	۰/۰۲	۴۹۲۵	۳۴/۰		۶/۹

ادامه جدول ۳- داده‌های آزمون سیمان نوع یک با قلیایی کم

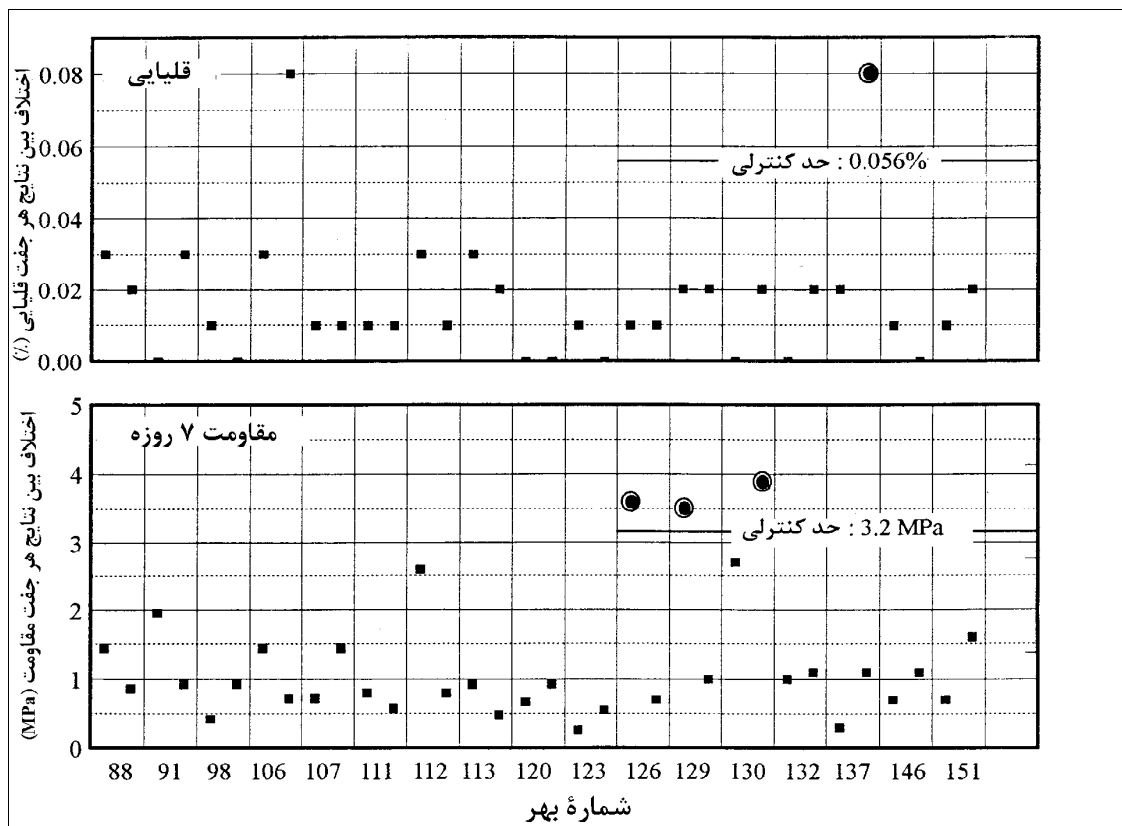
تغییرات	مقاومت ۷ روزه میانگین ۳ آزمون		درصد تغییرات	درصد قلیایی	شماره نمونه	شماره سری
	Mpa	(psi)				
۹۸	۰٫۶۷	۴۷۱۷	۳۲٫۵	۰٫۴۶	۱	۱۲۰
		۴۸۱۴	۳۳٫۲	۰٫۴۶	۶	
		۴۶۷۵	۳۲٫۲	۰٫۴۶	۱۱	
۱۳۳	۰٫۹۲	۴۸۰۸	۳۳٫۲	۰٫۴۶	۲۱	۱۲۳
		۵۳۰۴	۳۶٫۶	۰٫۴۶	۶	
۳۸	۰٫۲۶	۵۲۶۷	۳۶٫۳	۰٫۴۵	۱۱	
		۵۱۱۷	۳۵٫۳	۰٫۴۴	۲۱	۲۶
۷۹	۰٫۵۵	۵۱۹۶	۳۵٫۸	۰٫۴۴	۲۶	
۲۸۱۱	۱۹٫۳۹			۰٫۳۴	۴۰	جمع

جدول ۴- محاسبه حد بحرانی و حد کنترلی

مقاومت (psi)	مقاومت Mpa	قلیایی	محدوده
۴۳۵۰	۳۰٫۱۰	۰٫۶۰	محدوده مشخص شده
۱۴۱	۰٫۹۶۹	۰٫۰۱۷	$\bar{r}$
۳۵۰	۲٫۴۱۳	۰٫۰۴۲	$d=۲٫۴۹\bar{r}$
(۴۳۵۰+۳۵۰)	(۳۰+۲٫۴)	(۰٫۶۰-۰٫۰۴۲)	حد بحرانی
۴۷۰۰	۳۲٫۴	۰٫۵۵۸	
۴۵۹	۳٫۱۷	۰٫۰۵۵۵	$۳٫۲۶۷\bar{r}$
۴۵۹	۳٫۲	۰٫۰۵۶	حد کنترلی



شکل ۳- نمودار سوابق کیفی



شکل ۴- نمودار کنترلی