



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۴۴۸۵

چاپ اول

ISIRI

14485

1St. Edition

منیزیم فرو سیلیسیم - اندازه گیری
کلسیم و منیزیم

**Magnesium Ferrosilicon-
Determination of Calcium and
Magnesium**

ICS:77.040.30

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 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 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 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)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 گرانبها 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
«منیزیم فروسیلیسیم - اندازه گیری کلسیم و منیزیم»

رئیس:

سمیعی، سپیده
(دکترای شیمی معدنی)

سمت و / یا نمایندگی

هیات علمی دانشگاه شهید چمران

دبیر:

زرگر، بهروز
(دکترای شیمی تجزیه)

دانشیار گروه شیمی دانشگاه شهید چمران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی، سودابه

(لیسانس شیمی)

کارشناس آزمایشگاه گروه ملی صنعتی فولاد
ایران

اقبال، فریده

(فوق لیسانس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات
صنعتی استان خوزستان

بهروزی، سحر

(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت جهاد زمزم

بیرگانی نیا، صولت

(لیسانس مهندسی مواد)

رئیس کنترل کیفیت گروه ملی صنعتی
فولاد ایران

پولادگر، عبدالعلی

(لیسانس مهندسی مکانیک)

رئیس آزمایشگاه گروه ملی صنعتی فولاد
ایران

چراغی، حسین

(فوق لیسانس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات
صنعتی استان خوزستان

حاتمی، امیر

(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

کارشناس

کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات
صنعتی استان خوزستان

خوشنام، فرزانه
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

فتاحی‌نیا، مهناز
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

قمی، متینه
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه
شهیدچمران اهواز

کی شمس، لیلی
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس جهاد دانشگاهی خوزستان

گل محمدی قانع، حامد
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

لطیفیان، مرضیه
(لیسانس شیمی)

کارشناس

نقدی، تینا
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس فنی شرکت جهاد زمزم

والی زاده، مژگان
(لیسانس شیمی)

پیش گفتار

استاندارد " منیزیم فرو سیلیسیم- اندازه گیری کلسیم و منیزیم " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در ششصد و هفتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلز شناسی مورخ ۹۰/۹/۲۴ 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 ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM E 372: 2006, Standard Test Method for Determination of Calcium and Magnesium in Magnesium Ferrosilicon

منیزیم فرو سیلیسیم - اندازه گیری کلسیم و منیزیم

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم در آلیاژهای منیزیم فروسیلیسیم می باشد.

این روش برای اندازه گیری منیزیم در محدوده غلظتی از ۲٪ تا ۱۲٪ و کلسیم از ۰٫۲۵٪ تا ۲٫۰٪ کاربرد دارد. این استاندارد برای تجزیه شیمیایی منیزیم فروسیلیسیم با ترکیبات شیمیایی در گستره جدول ۱ کاربرد دارد.

جدول ۱- حدود شیمیایی عناصر

محدوده غلظتی	عناصر
ماکزیمم %	آلومینیم
حداکثر ۲٫۰	کلسیم
۰٫۲۵ تا ۳٫۰۰	کربن
حداکثر ۰٫۵۰	سرب
حداکثر ۱٫۰	کروم
حداکثر ۰٫۵۰	منیزیم
۲۰۰ تا ۱۲۰۰	منگنز
حداکثر ۱٫۰	سیلیسیم
۴۰۰۰ تا ۵۵۰۰	گوگرد
حداکثر ۰٫۲۵	تیتانیوم
حداکثر ۰٫۲	

هشدار- در این استاندارد از مواد، عملیات و تجهیزات خطرناک استفاده می شود. در این استاندارد به تمام موارد ایمنی مرتبط با کاربرد آن اشاره نشده است. مسئولیت برقراری ایمنی و سلامتی و تعیین حدود قوانین کاربری قبل از استفاده به عهده کاربر می باشد.

یادآوری- این روش آزمون برای تجزیه شیمیایی فلزات و آلیاژهای آنها در ابتدا به منظور آزمون این مواد برای قبول ویژگی های ترکیبی می باشد. فرض شده است که همه استفاده کنندگان از این روش آزمون، افراد آموزش دیده و قادر به انجام روش های آزمایشگاهی معمول با مهارت و ایمنی می باشند. انجام آزمون در آزمایشگاه های مجهز و مناسب مورد انتظار است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که مدارکی با ذکر تاریخ ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ 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:

2-1 ASTM E29 , 2008 Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

2-2 ASTM E32 , 86(2006)e1 Standard Practices for Sampling Ferroalloys and Steel Additives for Determination of Chemical Composition

2-3 ASTM E50 , 2011 Standard Practices for Apparatus, Reagents, and Safety Considerations for Chemical Analysis of Metals, Ores, and Related Materials

2-4 ASTM E60 , 2011 Standard Practice for Analysis of Metals, Ores, and Related Materials by Spectrophotometry

۳ اصول آزمون

نمونه در نیتریک اسید و هیدروفلوئوریک اسید حل شده و ته‌نشینی با آمونیوم هیدروکسید برای جداسازی عناصر دیگر از کلسیم و منیزیم انجام می‌شود.

منیزیم و کلسیم به همراه کلسیم در قسمت‌های مجزا بعد از افزودن تری اتانول آمین و پتاسیم سیانید برای پوشاندن مقادیر کم باقی‌مانده‌های آهن، مس، نیکل، منگنز و آلومینیم که ممکن است وجود داشته باشد تیتر می‌شوند. کلسیم با دی سدیم (اتیلن دی نیتریلو) تترا استات (EDTA)^۱ در pH برابر ۱۲ تیتر می‌شود. منیزیم به همراه کلسیم با محلول EDTA در pH برابر ۱۰ تیتر شده و غلظت منیزیم به وسیله تصحیح حجم EDTA مورد نیاز برای تیتر کلسیم محاسبه می‌شود.

۴ مزاحمت‌ها

حذف یا پوشاندن عناصر مزاحمی که به طور معمول در منیزیم فرو سیلیسیم وجود دارند، ضروری می‌باشد.

۵ مواد و/یا واکنشگرها

۵-۱ محلول بافر آمونیوم کلرید، (pH=۱۰٫۰)

1-Ethylenedinitrilotetraacetic acid

۶۰g آمونیوم کلرید (NH₄Cl) را در ۲۰۰ ml آب حل کرده و ۵۷۰ ml آمونیوم هیدروکسید (NH₄OH) افزوده و تا حجم ۱ l رقیق کنید.

۲-۵ محلول استاندارد کلسیم، ۰٫۲۰۰۲ mg کلسیم در یک میلی لیتر ۰٫۵۰۰۰g کلسیم کربنات (CaCO₃) (با خلوص حداقل ۹۹٫۹٪) را در ۱۰۰ ml اسید کلریدریک (HCl) (۵:۹۵) حل کنید. به مدت یک دقیقه بجوشانید و خنک کرده و به بالن حجم سنجی ۱ l منتقل، رقیق کرده و مخلوط کنید.

۳-۵ محلول استاندارد دی سدیم اتیلن دی نیتریلو-تترا استات دو آبه (EDTA)، با غلظت ۰٫۰۰۵ M ۱٫۸۶۱۳ g (EDTA) وزن کرده و به بالن حجم سنجی ۱ l منتقل، رقیق کرده و مخلوط کنید.

۱-۳-۵ محلول را مطابق زیر استاندارد کنید.

۲۵ ml محلول کلسیم (۱ ml = ۰٫۲۰۰۲ mg Ca) را با استفاده از یک پی پت به یک بشر ۲۵۰ ml منتقل کنید. ۱ ml محلول منیزیم کلرید (MgCl₂) و ۱۰۰ ml آب افزوده و مطابق بند ۴-۸ عمل کنید.

یادآوری - توصیه می شود ظروف استفاده شده برای نگهداری محلول رقیق EDTA با محلول EDTA قلیایی (۱۰g/l) از قبل شسته شده و با آب آبکشی شوند.

۲-۳-۵ هم ارز کلسیم محلول EDTA را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$(1) \quad \text{هم ارز کلسیم (mg/ml)} = A/B$$

که در آن:

A کلسیم بر حسب mg ؛

B محلول EDTA مورد نیاز برای تیترا محلول کلسیم بر حسب ml.

۳-۳-۵ هم ارز منیزیم محلول را به صورت زیر محاسبه کنید.

$$(2) \quad \text{هم ارز منیزیم (mg/ml)} = C \times 0.6068$$

که در آن:

C هم ارز کلسیم محاسبه شده در بند ۲-۳-۵ است.

۴-۵ محلول شناساگر اریوکروم بلک T (۶ g/l متانول)

۰٫۳ g از اریوکروم بلک T و ۱ g از سدیم بورات ده آبه (Na₂B₄O₇·10H₂O) را در ۵۰ ml متانول حل کنید. از محلولی که از بیش از ۸ ساعت از تهیه آن گذشته است، استفاده نکنید.

۵-۵ مخلوط هیدروکسی نفتول بلو^۱

g ۱۰ از شناساگر را به ۱۰۰ سدیم کلرید اضافه کرده و کاملاً مخلوط کنید.

۶-۵ منیزیم کلرید (۲/۵g/l)

g ۰/۲۵ از منیزیم کلرید شش آبه (MgCl₂.6H₂O) را در ۵۰ ml آب حل کرده و تا حجم ۱۰۰ ml رقیق کنید.

۷-۵ محلول پتاسیم سیانید (۵۰g/l)

g ۲ پتاسیم هیدروکسید (KOH) را در آب حل کرده و g ۵ پتاسیم سیانید (KCN) افزوده و تا حجم ۱۰۰ ml رقیق و به یک بطری پلاستیکی منتقل کنید.

هشدار - آماده سازی، نگهداری و استفاده از KCN نیاز به مراقبت و توجه دارد. از تنفس بخارات و تماس پوست با ماده شیمیایی و محلول آن اجتناب کنید. در زیر یک هود با تهویه مناسب کار کنید.

۸-۵ محلول بافر پتاسیم هیدروکسید (pH = ۱۲/۵)

g ۵۳۱ از KOH را در آب حل کرده و g ۵۰ پتاسیم سیانید (به هشدار بند ۷-۵ مراجعه کنید)، افزوده و تا حجم یک لیتر رقیق کنید. محلول را در ظرف نگهدارنده پلاستیکی ذخیره کنید.

۹-۵ محلول تری اتانول آمین (۲۰۰ml/l)

ml ۲۰ محلول تری اتانول آمین را با ۱۰۰ ml آب رقیق کنید.

۶ وسایل

۱-۶ بشر، تترا فلورو اتیلن - فلوروکربن ۵۰۰ ml

۲-۶ pH متر

۳-۶ نور سنج، مطابق با الزامات استاندارد ASTM E 60

۷ نمونه برداری

نمونه برداری را مطابق با استاندارد ASTM E 32 انجام دهید.

۸ روش انجام آزمون

۱-۸ g ۱۰ نمونه را با تقریب ۰/۱mg وزن کرده و به یک بشر ۵۰۰ ml تری فلورواتیلن - فلورو کربنی خشک منتقل کنید. ۱۰ ml نیتریک اسید اضافه کنید. ۱۰ ml هیدروفلوئوریک اسید با احتیاط افزوده و به آرامی حرارت دهید تا نمونه حل شود. دیواره های داخلی بشر را با مقدار کمی آب شستشو دهید. ۲۰ ml از پرکلریک اسید (HClO₄) افزوده و روی یک صفحه داغ با سطح دمایی کم تر از ۳۰۰ °C قرار دهید. محلول را تبخیر کنید تا بخارات HClO₄ تشکیل شوند. محلول را سرد کرده و ۱۰ ml از محلول هیدروکلریک اسید

1- Hydroxy naphtol blue

(۱:۱) افزوده و حرارت دهید تا نمک‌ها حل شوند. محتویات را به یک بشر شیشه‌ای ۶۰۰ ml انتقال داده و روی صفحه داغ تبخیر کنید تا تقریباً خشک شود. روی شعله قرار داده و تبخیر کنید تا به طور کامل خشک شود (هیچ بخاری وجود نداشته باشد). ۲۰ ml هیدروکلریک اسید (۱:۱) افزوده و دیواره‌های داخلی بشر را با مقدار کمی آب شسته و حرارت دهید تا نمک‌ها حل شوند.

۸-۲ ۲۰۰ ml آب و ۵ g از NH_4Cl را به محلول حاصل اضافه کنید. حرارت دهید تا به جوش آید. بشر را از روی صفحه داغ برداشته و خنک کنید. NH_4OH افزوده تا آهن شروع به رسوب کند. با استفاده از pH متر، pH را با افزودن قطره قطره NH_4OH برابر $۰٫۲۵ \pm ۴٫۲۵$ تنظیم کنید. تا دمای اتاق خنک کرده و به یک بالن حجم سنجی ۵۰۰ ml انتقال داده و به حجم رسانده و مخلوط کنید. اجازه دهید محلول برای مدت یک ساعت ساکن بماند تا رسوبات ته نشین شوند.

۸-۳ تقریباً ۲۰۰ ml از محلول را از میان کاغذ صافی متوسط ۱۲/۵ cm درون یک بشر خشک، صاف کنید. ۵۰ ml از محلول را با استفاده از پی‌پت درون یک بشر ۲۵۰ ml منتقل کنید.

۸-۴ تیتراسیون کلسیم

۵ ml محلول تری اتانول آمین افزوده و هم بزنید. بلافاصله ۵ ml محلول بافر KOH اضافه کنید (به هشدار بند ۷-۵ مراجعه کنید).

۱۰۰ mg از مخلوط شناساگر هیدروکسیل نفتول بلو اضافه کنید. با محلول EDTA (۰٫۰۵ M) تا ناپدید شدن آخرین مقادیر جزئی رنگ قرمز تیترا کنید.

۸-۵ تیتراسیون منیزیم و کلسیم

قسمت دیگری از محلول صاف شده حاصل از بند ۸-۳ را با پی‌پت به یک بشر ۲۵۰ ml مطابق جدول ۲ اضافه کنید.

جدول ۲- مقدار منیزیم مورد نیاز

منیزیم %	وزن نمونه g	قسمت برداشته شده برای اندازه‌گیری منیزیم ml
۲۰ تا ۵۰	۱۰	۵۰
۵۰ تا ۱۲۰	۱۰	۲۵

۸-۶ ۵ ml از محلول تری اتانول آمین افزوده و به هم زده و فوراً ۱۰ ml محلول بافر NH_4Cl اضافه کنید. ۵ ml محلول KCN (به هشدار بند ۵-۷ مراجعه کنید) و ۳ تا ۵ قطره محلول اریوکروم بلک T اضافه کنید. با محلول EDTA (۰٫۰۵ M) تا ناپدید شدن آخرین مقادیر جزئی رنگ قرمز تیترا کنید.

یادآوری - در حال رسیدن به نقطه پایانی، رنگ محلول از قرمز به آبی تا سبز-آبی تغییر می‌کند. ظهور رنگ سبز-آبی نشان دهنده عبور از نقطه پایان تیتراسیون است.

۹ محاسبه

۱-۹ درصد کلسیم را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\%Ca = [(A \times B) / C] \times 100 \quad (۳)$$

که در آن:

A محلول EDTA مورد نیاز برای تیتراسیون کلسیم (بند ۸-۴)؛

B کلسیم هم ارز محلول EDTA بر حسب mg/ml (بند ۵-۳-۲)؛

C نمونه نشان دهنده قسمت نهایی بر حسب mg.

۲-۹ درصد منیزیم را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\%Mg = \frac{[D - A/E] \times F}{G} \times 100 \quad (۴)$$

که در آن:

A محلول EDTA مورد نیاز برای تیتراسیون کلسیم (بند ۸-۴) بر حسب ml؛

D محلول EDTA مورد نیاز برای تیتراسیون منیزیم و کلسیم (بند ۸-۶) بر حسب ml؛

E قسمت برداشته شده تقسیم شده بر ۵۰ برای تیتراسیون منیزیم و کلسیم (بند ۸-۵) بر حسب ml؛

F منیزیم معادل محلول EDTA (بند ۵-۳-۳) بر حسب mg/ml؛

G نمونه نشان دهنده قسمت نهایی بر حسب mg.

۱۰ دقت و انحراف

۱-۱۰ دقت

هشت آزمایشگاه در آزمون این روش شرکت کرده و نتایج به دست آمده در جدول ۳ و ۴ خلاصه شده‌اند.

نمونه‌ها با غلظت‌های کلسیم و منیزیم نزدیک به حد بالایی هدف برای آزمون در دسترس نبودند.

جدول ۳- اطلاعات آماری کلسیم

نمونه آزمون	درصد کلسیم	تکرار پذیری (R ₁)	تجدید پذیری (R ₂)
۴۸ سیلیسیم-۴۵ آهن	۰٫۴۹۶	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۴
۴۶ سیلیسیم-۴۳ آهن	۱٫۰۶	۰٫۰۴	۰٫۰۸

جدول ۴- اطلاعات آماری منیزیم

نمونه آزمون	درصد منیزیم	تکرار پذیری (R ₁)	تجدید پذیری (R ₂)
۴۸ سیلیسیم-۴۵ آهن	۵٫۱۶	۰٫۱۳	۰٫۱۵
۴۶ سیلیسیم-۴۳ آهن	۸٫۹۸	۰٫۱۸	۰٫۳۰

۱۰-۲ انحراف

انحراف این روش به دلیل این که مواد استاندارد مرجع تأیید شده کافی در زمان آزمون در دست نبودند قابل ارزیابی نیست. کاربر برای تأیید با استفاده از مواد مرجع تأیید شده، در صورت در دسترس بودن، در خصوص کافی بودن صحت این روش برای استفاده توجه کند.

۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۱ روش آزمون مطابق این استاندارد ملی ایران؛

۲-۱۱ همه جزئیات لازم برای شناسایی نمونه؛

۳-۱۱ نتایج و واحدهایی که آن‌ها بیان شده؛

۴-۱۱ هر خصوصیت برجسته غیر معمول در طول اندازه‌گیری؛

۵-۱۱ هر عملی که شامل این استاندارد یا استانداردهای که به عنوان مرجع استفاده شده‌اند، نباشند به علاوه هر عملی در نظر گرفته شده، به صورت اختیاری؛

۶-۱۱ تاریخ آزمون.