



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۴۶۷

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

19467

1st.Edition

2015

خاک - اندازه گیری پتانسیل اکسایش -
کاهش

Soil-Measurement of Oxidation-Reduction
Potential

ICS:13.080.30

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 عبار 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
«خاک - اندازه گیری پتانسیل اکسایش - کاهش»

رئیس:

کرمی، رامین
(دکتری مهندسی زمین شناسی)

دبیر:

حاتمی، امیر
(فوق لیسانس شیمی)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آریز، افشین
(فوق لیسانس خاکشناسی)

چرمزاده، مهرناز
(فوق لیسانس شیمی)

دایی، مینا
کارشناس شرکت زرگستر روبینا

زرگر، مهناز
(فوق لیسانس کشاورزی)

شجاعی، محمدطلا
(فوق لیسانس مهندسی زمین شناسی)

صفیرزاده، سعید
(فوق لیسانس خاکشناسی)

فتاحی نیا، مهناز
(فوق لیسانس شیمی)

کجباف، نسیم
(فوق لیسانس شیمی)

سمت و / یا نمایندگی

هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

کارشناس شرکت پرشیا پژوهش شریف

مدیر مطالعات کاربردی شرکت کشت و صنعت
فارابی

مدیر کنترل کیفی شرکت صنایع شیمیایی شبهم
خوزستان

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

کارشناس شرکت کود زیست فناوری سبز

معاون فنی اداره کل آزمایشگاه فنی و مکانیک
خاک

کارشناس شرکت کشت و صنعت فارابی

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

کارشناس

گیلاسی، فهیمه
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول آزمون
۳	۵ وسایل
۴	۶ نمونه برداری
۵	۷ کالیبراسیون و استانداردسازی
۶	۸ روش انجام آزمون
۷	۹ دقت و انحراف
۸	۱۰ گزارش آزمون
۹	پیوست الف (اطلاعاتی) رهنمودهای مرجع برای تفسیر رهنمودهای ORP

پیش گفتار

استاندارد "خاک- اندازه گیری پتانسیل اکسایش-کاهش" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت پرشیا پژوهش شریف تهیه و تدوین شده است و در پنجاه و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۶ 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 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

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

ASTM G200-09(2014), Standard Test Method for Measurement of Oxidation-Reduction Potential (ORP) of Soil

مقدمه

پتانسیل اکسایش-کاهش (ORP) خاک همراه با دیگر خصوصیات خاک مانند مقاومت الکتریکی (استانداردهای ASTM G 57 و ASTM G 187 را ببینید) برای پیش‌بینی تمایل خوردگی سازه‌های فلزی مدفون (برای مثال خطوط لوله و کالورت^۱) استفاده می‌شود. ORP خاک یکی از عواملی است که روی عمر سرویس سازه اثر می‌گذارد. اندازه‌گیری آن در طراحی سازه‌های مدفون جدید و در ارزیابی سازه‌های مدفون موجود استفاده می‌شود.

اندازه‌گیری ORP خاک حساس به زمان است. برای مشخص کردن درست خوردگی خاک، بهتر است اندازه‌گیری پس از خارج کردن نمونه خاک از زمین، هر چه سریع‌تر انجام شود.

مسئولیت تعیین معنی‌دار بودن اندازه‌گیری‌های ORP گزارش شده، بر عهده کاربر این استاندارد است. ORP به تنهایی نباید در مشخص کردن خوردگی یک خاک خاص استفاده شود. اندازه‌گیری‌های ORP هنگام ارزیابی واکنش‌های مرتبط با اکسیژن، مناسب هستند.

اندازه‌گیری‌های ORP، می‌توانند گاهی اوقات کاملاً متغیر و غیرتجدیدپذیر باشند. این موضوع تا قسمتی به ناهمگن بودن کلی یک خاک معین بستگی دارد. همچنین به تولید اکسیژن افزایش یافته درون نمونه پس از استخراج بستگی دارد. تفسیر ORP خاک باید برحسب گستره کلی آن به جای یک اندازه‌گیری مطلق در نظر گرفته شود.

اندازه‌گیری‌های ORP می‌توانند برای تعیین این موضوع که آیا یک خاک خاص مستعد تقویت خوردگی تحت تاثیر عوامل میکروبی (MIC)^۲ است یا نه، استفاده شوند. این اندازه‌گیری‌ها همچنین می‌توانند در تشخیص هوازی بودن یا بی‌هوازی بودن شرایط خاک استفاده شوند. پیوست الف رهنمودهایی را برای تفسیر کلی داده‌های ORP ارائه می‌کند.

1 - Culverts

2 - Microbiologically influenced corrosion

خاک - اندازه‌گیری پتانسیل اکسایش-کاهش

هشدار - در این استاندارد به تمام موارد ایمنی مرتبط با کاربرد آن اشاره نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری ایمنی، سلامتی و تعیین حدود قوانین کاربری قبل از استفاده به عهده کاربر می‌باشد.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش کار و تجهیزات آزمون مرتبط برای اندازه‌گیری پتانسیل اکسایش-کاهش (ORP)^۱ نمونه‌های خاک خارج شده از زمین است. روش کار بند ۸ برای اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی مناسب است. اندازه‌گیری درست پتانسیل اکسایش-کاهش در آنالیز خوردگی خاک و تاثیر آن روی نرخ‌های خوردگی سازه فلزی مدفون کمک می‌کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۷۳۷، کیفیت آب - اندازه‌گیری پتانسیل اکسایش-کاهش آب

2-2 ASTM E 691, Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

2-3 ASTM G 3, Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing

2-4 ASTM G 15, Terminology Relating to Corrosion and Corrosion Testing (Withdrawn 2010)

2-5 ASTM G 57, Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method

2-6 ASTM G 187, Test Method for Measurement of Soil Resistivity Using the Two-Electrode Soil Box Method

1- Oxidation-reduction potential

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM G 15، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند.

۱-۳

محلول کالیبراسیون

محلول تجاری قابل دسترس با ORP پایدار که برای کالیبراسیون یک سیستم اندازه‌گیری (سنجه و پراب) استفاده می‌شود.

۲-۳

ORP

اختصار برای پتانسیل اکسایش-کاهش

۳-۳

الکتروود ORP (پراب)

الکتروود دو جزئی ترکیبی تجاری قابل دسترس (پراب)، که به طور ویژه برای اندازه‌گیری ORP هنگامی که در اتصال با یک سنجه ORP سازگار استفاده می‌شود، طراحی شده است. پراب ترکیبی متشکل از یک الکتروود پلاتینی و یک الکتروود مرجع که عموماً نقره/نقره کلرید است، می‌باشد. برای اندازه‌گیری‌های خاک، پراب باید به اندازه کافی محکم باشد تا سختی‌های اندازه‌گیری را تحمل کند. علی‌رغم آن، اغلب پراب شکننده، باید به منظور جلوگیری از خرابی و نگه‌داشتن اعتبار اندازه‌گیری، با احتیاط استفاده شود.

۴-۳

سنجه ORP

یک سنجه الکتریکی تجاری قابل دسترس که به طور ویژه برای اندازه‌گیری ORP با امپدانس داخلی^۱ بزرگ‌تر از $10\ \Omega$ طراحی شده است. سنجه هنگامی که زمان استفاده به یک الکتروود مناسب متصل شود، اغلب قادر به اندازه‌گیری ORP و pH است. ولت‌مترها یا سنجه‌های چندگانه استاندارد با امپدانس داخلی نوعی کم‌تر از $10\ \Omega$ برای اندازه‌گیری‌های ORP خاک مناسب نیستند. سنجه‌های نوع جیبی نیز که در آنها الکتروود قسمت یکپارچه محفظه سنجه است نیز مناسب نیستند.

1- Internal impedance

پتانسیل اکسایش-کاهش (خاک)

مقدار پتانسیل الکتریکی، تمایل یک خاک به انتقال الکترون‌ها بین گونه‌های شیمیایی خود را تعیین می‌کند. این پتانسیل، پتانسیل اندازه‌گیری شده یک الکتروود فلزی بی‌اثر (معمولاً پلاتین) نسبت به الکتروود مرجعی مانند نقره/نقره کلرید است.

یک خاک با پتانسیل بالاتر و مثبت‌تر تمایل فزاینده‌ای به جذب الکترون و کاهش (شرایط هوازی خاک) دارد. یک خاک با پتانسیل پایین‌تر یا منفی تمایل فزاینده‌ای به از دست دادن الکترون و اکسایش (شرایط بی‌هوازی خاک) دارد. پتانسیل اکسایش-کاهش خاک نوعاً با واحد میلی‌ولت (mV) یا ولت (۱ ولت برابر ۱۰۰۰ میلی‌ولت است) گزارش می‌شود. قرارداد علامت و الکتروودهای مرجع مطابق استاندارد ASTM G 3 می‌باشند.

پتانسیل ردوکس

معادل با پتانسیل اکسایش-کاهش است.

نمونه خاک

همان نمونه خاک مورد آزمون است. حداقل اندازه نمونه (نوعی)، ۹۴۶٫۳ g (۱ qt) است.

۴ اصول آزمون

روش اندازه‌گیری شرح داده شده در بند ۸ این استاندارد، برای تعیین ORP نمونه خاک، در تعیین خوردگی آن نمونه، کمک می‌کند.

ORP خاک می‌تواند در وضعیت میدانی یا آزمایشگاه اندازه‌گیری شود.

هر چند هدف اصلی این استاندارد، اندازه‌گیری ORP خاک است، می‌تواند به عنوان یک نشانگر معمول ORP در آب زیرزمینی باشد. استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۷۳۷، به طور ویژه برای اندازه‌گیری‌های درست ORP نمونه‌های آبی توسعه یافته است.

۵ وسایل

۱-۵ تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری ORP خاک، در میدان یا آزمایشگاه به شرح زیر می‌باشند.

۱-۱-۵ سنج ORP

۲-۱-۵ الکتروود ORP ترکیبی با دو الکتروود سازگار (پراب)، یک پراب اصلی و یک پراب پشتیبان، توصیه می‌شود.

یادآوری- در این استاندارد برای اندازه‌گیری‌های ORP خاک از یک الکتروود ترکیبی تجاری قابل دسترس (فلز بی‌اثر و مرجع ترکیب شده در یک پراب) استفاده می‌شود. الکتروودهای ترکیبی ORP تجاری قابل دسترس معمولاً پلاتین (فلز بی‌اثر) با نقره/نقره کلرید (مرجع) در الکتروولیت پتاسیم کلرید با غلظت 3.5 mol/l تا 4 mol/l می‌باشند.

۵-۱-۳ دستورکارهای عملیاتی، برای سنج و الکتروود ORP

۵-۱-۴ محلول (های) کالیبراسیون، برای تصدیق درستی سیستم اندازه‌گیری در گستره مقادیر ORP مورد انتظار به کار می‌روند. محلول‌های کالیبراسیون باید بدون آلودگی بمانند. این محلول‌ها نوعاً عمر نگهداری حداکثر یک سال داشته و نباید وقتی عمر نگهداری آنها تمام شد، استفاده شوند. محلول‌های کالیبراسیون می‌توانند از طریق تجاری تهیه شده یا در آزمایشگاه با استفاده از بافرهای pH استاندارد (۴ و ۷) و کین هیدرون مخلوط شوند.

یادآوری- مقادیر محلول کالیبراسیون ORP تجاری قابل دسترس باید برای الکتروود ترکیبی (پلاتین و نقره/نقره کلرید) استفاده شده، مناسب باشد. کیت‌های کالیبراسیون که بافرهای pH و محلول‌های کین هیدرون را به کار می‌گیرند، عموماً برای الکتروود ترکیبی پلاتین و نقره/نقره کلرید استفاده می‌شوند.

۵-۱-۵ کیسه‌های پلاستیکی یا پلی‌اتیلنی شفاف، با اندازه 3.785 l (۱ gal) یا دیگر وسایل مناسب برای جمع‌آوری نمونه خاک و فشردگی نمونه، هنگام آزمون. یک کیسه تمیز و خشک باید برای هر نمونه استفاده شود. کیسه را مجدداً استفاده نکنید.

۵-۱-۶ بطری آب فشان^۱ و مسواک نرم، بطری با دهانه بلند (یا مشابه) پر شده با آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده و یک مسواک نرم (یا مشابه) برای تمیز کردن الکتروود ORP پس از هر اندازه‌گیری. روش‌های تمیزکاری بهتر است مطابق دستورکارهای مکتوب سازنده پراب بوده و به هیچ عنوان پراب را خراب نکند. یا در غیر این صورت اندازه‌گیری ORP مورد توافق قرار می‌گیرد.

۶ نمونه‌برداری

۶-۱ عموماً، نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده مورد آزمون در آزمایشگاه، باید در ظرف یا کیسه‌های پلی‌اتیلنی قابل درزبندی قرار داده شوند. این کار اجازه می‌دهد ظروف با مکان، تاریخ/زمان جمع‌آوری نمونه شناسایی شوند.

۶-۲ نمونه‌های خاک باید نماینده ناحیه مورد نظر باشند. چنانچه چینه^۲ مورد نظر حاوی انواع متعددی خاک باشد، مطلوب است از هر نوع به صورت جداگانه نمونه برداشته شود. باید بگذارید دمای نمونه‌های خاک مورد آزمون در آزمایشگاه، پیش از اندازه‌گیری ORP به دمای اتاق (حدوداً 20°C) برسد. اندازه‌گیری‌های میدانی، باید دمای نمونه را در طول آزمون منعکس کنند.

1-Squirt bottle

2-Stratum

۷ کالیبراسیون و استانداردسازی

۷-۱ سنجه ORP را مطابق دستورکارهای مکتوب سازنده، روشن کنید. زمان کافی برای گرم شدن/پایدارشدن دستگاه را که توسط سازنده تعیین شده است، بدهید.

۷-۲ "صفر" دستگاه را با کوتاه کردن اتصال ورودی، مطابق دستورکارهای سازنده کنترل کنید. برای یک اتصال نوع BNC و کابل پراب، یک گیره کاغذ بین اتصال مرکزی ورودی سنجه و غلاف خارجی (اتصال به زمین) کفایت می‌کند. با ورودی کوتاه شده، سنجه را در صورت لزوم مطابق دستورکارهای سازنده به صورتی تنظیم کنید که مقدار حداکثر $\pm 0.5 \text{ mV}$ را نشان دهد. یک سنجه که نمی‌تواند در محدوده $\pm 0.5 \text{ mV}$ صفر شود، ممکن است معیوب باشد و نباید استفاده شود.

۷-۳ پراب ORP را با سه بار تعویض آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده به وسیله یک جریان روان از آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده از آب‌فشان یا منبع دیگر، تمیز کنید.

۷-۴ روش کار کالیبراسیون با استفاده از محلول کالیبراسیون تجاری قابل دسترس، با پراب ORP تمیز شده متصل به سنجه ORP با عملکرد مناسب، جزء پراب ORP را در یک یاچند محلول کالیبراسیون قرار داده و پاسخ‌ها را اندازه‌گیری کنید. برای سنجه‌های نوع غیرقابل تنظیم، قرائت ORP باید در محدوده 30 mV از پتانسیل محلول کالیبراسیون تعیین شده برای پراب پلاتین و نقره/نقره کلرید باشد. برای سنجه‌های قابل تنظیم، قرائت را مطابق دستورکارهای سازنده تا پتانسیل تعیین شده برای محلول کالیبراسیون تنظیم کنید. هنگامی که یک قرائت اولیه پایدار به دست آمد، پراب را خارج کرده و درون نمونه تازه‌ای از همان محلول کالیبراسیون قرار دهید. قرائت دوم نباید بیش‌تر از 10 mV با قرائت اول اختلاف داشته باشد. پراب ORP را بین قرائت‌ها، در صورتی که بیش‌تر از یک محلول کالیبراسیون استفاده می‌شود (یعنی محلول‌ها با مقادیر ORP مختلف) با آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده بشوید.

۷-۵ روش کار کالیبراسیون با استفاده از بافرهای pH و محلول کالیبراسیون کین هیدرون، درون یک بشر با حجم حداقل 100 ml ، $14/8 \text{ ml}$ بافر با pH ۷ بریزید. با یک میله اپلیکاتور چوبی، در حال هم‌زدن مداوم، کین هیدرون اضافه کنید تا بافر با pH ۷ فوق اشباع شود. مقدار کمی کین هیدرون باید به صورت حل نشده باقی بماند. در بشر دیگر، این کار را با استفاده از بافر با pH ۴ تکرار کنید. پراب ORP تمیز شده متصل به سنجه ORP با عملکرد مناسب را درون بشر پر شده با مخلوط بافر ۷/کین هیدرون قرار دهید. الکتروود را به آرامی هم زده و اجازه دهید کنار بشر بماند. اجازه دهید پایدار شده (۶۰ ثانیه) و قرائت را یادداشت کنید. یک الکتروود ترکیبی ORP نقره/نقره کلرید و پلاتین که به طور مناسب کار می‌کند، باید در محدوده $\pm 15 \text{ mV}$ از مقادیر زیر باشد:

قرائت و دما

$$20^\circ \text{C} = +96 \text{ mV}$$

$$25^\circ \text{C} = +90 \text{ mV}$$

$$30^\circ \text{C} = +83 \text{ mV}$$

الکتروود ORP را شسته و آن را به آرامی، با یک دستمال نرم خشک کنید. آن را در بشر با مخلوط بافر ۴ /کین هیدرون قرار دهید. الکتروود را به آرامی هم زده و اجازه دهید کنار بشر بماند. اجازه دهید پایدار شده (۶۰ ثانیه) و قرائت را یادداشت کنید. این قرائت باید بین $+170 \text{ mV}$ و $+185 \text{ mV}$ بالای قرائت در مخلوط بافر ۷ باشد.

۶-۷ مخلوط‌های بافر/کین هیدرون باید هر زمان که الکتروودهای ORP کالیبره شده‌اند، به طور تازه ساخته شوند. مخلوط‌ها را ذخیره نکنید یا پس از دوساعت استفاده کنید، زیرا مقادیر آنها با زمان می‌تواند، تغییر کند.

۸ روش انجام آزمون

۸-۱ تمامی سنگ‌ها، قلوه‌سنگ‌ها، سنگ‌ریزه‌ها، ریشه و شاخه‌های کوچک و دیگر مواد آسیب‌رسان را که می‌تواند جزء حساس پراب ORP را شکسته یا بساید، از نمونه خاک خارج کنید. نمونه مناسب را در یک کیسه پلاستیکی شفاف قرار دهید.

۸-۲ سنج ORP را تنظیم کرده و پراب ORP را مطابق بند ۷ کالیبره و تمیز کنید. پراب باید پس از خروج از محلول (های) کالیبراسیون، با آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده، شسته شود.

۸-۳ پراب ORP را به دقت و به صورت عمودی داخل مرکز نمونه خاک به صورتی که حداقل 5.08 cm از غلاف پراب (بخش پایینی) پوشیده شود، قرار دهید. باید حداقل 5.08 cm خاک در تمام جهات دور پراب باشد. از اعمال فشار خودداری کنید، زیرا جزء حساس، شکننده بوده و ممکن است بشکند.

۸-۴ خاک دور غلاف پراب و جزء حساس را فشار دهید تا از تماس کامل و محکم بین جزء حساس و خاک اطمینان حاصل کنید. برای خاک‌های "نرم" (سست) بهتر است پراب به آرامی، در حالی که خاک دور نوک پراب را در صورت لزوم و به آهستگی متراکم می‌کنید، داخل نمونه خاک شود.

۸-۵ با پراب ساکن، قرائت سنج را مشاهده کنید. برای این کار منتظر بمانید تا قرائت پایدار شده یا دو دقیقه صبر کنید، هر کدام که زودتر رخ داد. سنج‌های ORP خاصی تابع پایداری/قفل-نگه داشتن دارند که می‌تواند در صورت مقتضی برای گرفتن یک قرائت پایدار براساس پردازش و الگوریتم ویژه سنج استفاده شود. برای این روش آزمون، قرائت‌هایی که در یک دوره دو دقیقه‌ای کمتر از 30 mV تغییر می‌کنند را باید با حداقل پتانسیل مثبت یا حداکثر پتانسیل منفی ثبت شده، پایدار در نظر گرفت.

یادآوری-در خاک‌های خاصی (برای مثال ماک‌های^۱ سنگین)، می‌تواند گستره قابل ملاحظه‌ای در ORP یک نمونه معین از یک مکان اندازه‌گیری به مکان دیگر وجود داشته باشد. در چنین مواردی، بهترین حالت آن است که با الکتروود در تعداد کمی مکان در محدوده نمونه ردیابی کرده تا حداقل پتانسیل مثبت یا حداکثر پتانسیل منفی تعیین شود.

۸-۶ در حالی که هر گونه مواد چسبیده را از ناحیه حس‌گر جدا می‌کنید، پراب را با آب مقطر یا آب یون‌زدایی شده تمیز کنید.

۷-۸ مراحل بندهای ۳-۸ تا ۶-۸ را با قرار دادن پراب در مکان‌های مختلف درون نمونه، دوبار تکرار کنید. برای هر مکان، وقتی قرائت پایدار شد، حداقل پتانسیل مثبت یا حداکثر پتانسیل منفی اندازه‌گیری شده را قرائت و ثبت کنید.

۹ دقت و انحراف

۹-۱ دقت، دقت این روش آزمون، توسط ارزیابی آماری یک مطالعه بین آزمایشگاهی مطابق استاندارد ASTM E 691 تعیین شده است. داده‌های این ارزیابی در گزارش تحقیقاتی G01-1023 : RR مربوط به مطالعه بین آزمایشگاهی موجود است. خلاصه‌ای از این داده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- داده‌های آماری حاصل از مطالعه بین آزمایشگاهی (ILS) برای اندازه‌گیری ORP خاک

حد تجدیدپذیری، R	حد تکرارپذیری، r	انحراف استاندارد تجدیدپذیری، S _R	انحراف استاندارد تکرارپذیری، S _x	انحراف استاندارد میانگین‌ها، S _x	میانگین میانگین‌ها y	ردیف
۷۲٫۰	۵۷٫۴	۲۵٫۷	۲۰٫۵	۱۹٫۵	۲۳۱٫۹	نمونه خاک ۱
۸۴٫۸	۸۱٫۸	۳۰٫۳	۲۹٫۲	۱۸٫۶	۱۰۶٫۶	نمونه خاک ۲
۶۸٫۹	۴۵٫۴	۲۴٫۶	۱۶٫۲	۲۰٫۷	۳۵۸٫۴	نمونه خاک ۳

۹-۱-۱ تکرارپذیری، تکرارپذیری به تغییرات نتایج به دست آمده توسط یک آزمون‌گر با تجهیزات یکسان و شرایط عملیاتی یکسان در آزمون‌های متوالی اشاره دارد. در مورد اندازه‌گیری‌های ORP خاک، تکرارپذیری می‌تواند با واریانس انحراف استاندارد‌های تکرارپذیری مشخص شود. نتایج مطالعات بین آزمایشگاهی، انحراف استاندارد تکرارپذیری ۲۳ mV را نشان می‌دهد. حدود تکرارپذیری ۹۵٪، ۲٫۸ (S_r) یا ۶۳ mV است.

۹-۱-۲ تجدیدپذیری، تجدیدپذیری به تغییرات نتایج به دست آمده توسط آزمون‌گرهای مختلف که نمونه‌های خاک یکسان را اندازه‌گیری می‌کنند، اشاره دارد. در مورد اندازه‌گیری‌های ORP خاک، تجدیدپذیری می‌تواند با واریانس انحراف استاندارد‌های تجدیدپذیری مشخص شود. نتایج مطالعات بین آزمایشگاهی انحراف استاندارد تجدیدپذیری ۲۷ mV را نشان می‌دهد. حدود تجدیدپذیری ۹۵٪، ۲٫۸ (S_R) یا ۷۵ mV است.

۹-۱-۳ از آن جا که مقدار ORP تنها برحسب این روش آزمون تعریف می‌شود، برای اندازه‌گیری ORP خاک با این روش آزمون، انحرافی نمی‌توان تعیین کرد.

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۰ روش آزمون استفاده شده مطابق این استاندارد ملی؛
- ۲-۱۰ هر گونه جزئیات ضروری برای شناسایی کامل نمونه؛
- ۳-۱۰ سه اندازه گیری ORP؛
- ۴-۱۰ دمای هوای محیط در زمان اندازه گیری؛
- ۵-۱۰ توضیحات نمونه خاک شامل مکان، عمق و دیگر اطلاعات مربوطه؛
- ۶-۱۰ تاریخ و زمانی که نمونه خاک از زمین استخراج می شود؛
- ۷-۱۰ سازنده، شماره مدل و شماره سریال سنج ORP؛
- ۸-۱۰ سازنده، شماره مدل و شماره سریال پراب ORP؛
- ۸-۱۰ مقدار (های) تعیین شده ORP و تاریخ های خرید (و یا تاریخ های انقضای) محلول های کالیبراسیون؛
- ۹-۱۰ هر گونه مورد غیر معمول مشاهده شده در حین اندازه گیری؛
- ۱۱-۱۰ هر گونه عملیاتی که در این استاندارد ملی بیان نشده یا به طور اختیاری در نظر گرفته می شود؛
- ۱۲-۱۰ تاریخ انجام آزمون؛
- ۱۳-۱۰ نام و امضای آزمون گر.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

رهنمودهای مرجع برای تفسیر رهنمودهای ORP

الف-۱ توصیه می‌شود از تشخیص اندازه‌گیری‌های ORP به تنهایی در مشخص کردن خوردندگی خاک استفاده نشود. رهنمودهای مرجع برای تفسیر بامعنی بودن خوردندگی داده‌های ORP شامل موارد زیر است :

الف-۱-۱ یکی از موارد کاربرد اندازه‌گیری ORP، برای تعیین این موضوع است که آیا یک خاک خاص مستعد تقویت حمله خوردندگی تحت تاثیر عوامل میکروبی (MIC) است یا نه. جدول زیر ارتباط کلی برای مواد آهنی برپایه روش ارزیابی آزمون خاک موجود در فهرست الف استاندارد ANSI/AWWA C 105 A21.5-99 را شرح می‌دهد.

جدول الف-۱- احتمال مستعدبودن خاک به تقویت خوردندگی تحت تاثیر عوامل میکروبی

پتانسیل منفی	احتمال بالا
۰ mV یا پتانسیل مثبت کمتر از ۱۰۰ mV	احتمال متوسط
پتانسیل مثبت مساوی یا بزرگ‌تر از ۱۰۰ mV	احتمالا حمله MIC صورت نمی‌گیرد

الف-۱-۲ یولینگ^۱ گزارش کرد که اندازه‌گیری‌های ORP می‌توانند مشخص کنند که شرایط خاک هوازی است یا بی‌هوازی. تحت شرایط هوازی، مقدار اکسیژن بالا بوده و ORP حساس‌تر از مقدار اندازه‌گیری شده برای خاک بی‌هوازی است. نتیجه کلی آن است که شرایط خاک هوازی نسبتاً ملایم است. خوردندگی شدیدتر تحت شرایط بی‌هوازی دیده می‌شود. این مشاهده را حداقل به صورت جزئی با پتانسیل مورد نیاز برای فعالیت میکروبی بی‌هوازی در خاک‌های با ORP پایین، می‌توان شرح داد.

الف-۱-۳ پتانسیل‌های الکتروود مرجع در دمای 25°C به صورت جدول ۳ است.

جدول ۳- پتانسیل‌های الکتروود مرجع در دمای 25°C

۰ mV	NHE (الکتروود هیدروژن نرمال)
۲۴۱ mV	SCE (الکتروود کالومل اشباع)
۲۳۶ mV	SSCE (الکتروود کالومل اشباع شده با سدیم)
۱۹۹ mV	نقره/نقره کلرید (پتاسیم کلرید اشباع)
۶۴۰ mV	جیوه/جیوه (I) سولفات (پتاسیم سولفات اشباع)