



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۰۶۱

چاپ اول

فروردین ۱۳۹۲

INSO

16061

1st. Edition

Apr.2013

آب با خلوص بالا - تعیین در خط آنیون‌ها و
دی‌اکسید کربن در آب با خلوص بالا به
وسیله‌ی تعویض کاتیونی و هدایت کاتیونی
گاززدائی شده - روش آزمون

**High Purity Water - On-Line Determination
of Anions and Carbon Dioxide in High
Purity Water by Cation Exchange and
Degassed Cation Conductivity- Test Method**

ICS:17.220.20

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

« آب با خلوص بالا - تعیین در خط آنیون‌ها و دی‌اکسیدکربن در آب با خلوص بالا به وسیله‌ی تعویض کاتیونی و هدایت کاتیونی گاززدائی شده - روش آزمون »

سمت و / یا نمایندگی

پژوهشکده شیمی و پتروشیمی پژوهشگاه استاندارد

رئیس:

احمدی، حاجی رضا
(کارشناسی ارشد شیمی کاربردی)

دبیر:

افتخاری دافچاهی، سمیه
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت رویان پژوهان سینا

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد استان همدان

اعتضاد زاده، پرناز
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان همدان

ایزدی، حسین
(کارشناسی فیزیک)

شرکت کاوش خاک آریا

پیری، احسان
(کارشناسی مهندسی معدن)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهار

پیری، جمشید
(کارشناسی ارشد ژئوفیزیک)

اداره کل استاندارد استان همدان

ردائی، احسان
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

سازمان ملی استاندارد ایران

رضوی، رخساره
(کارشناسی فیزیک)

آزمایشگاه مرجع شیمی تجزیه

عندلیبی، مریم
(کارشناسی شیمی)

اداره کل استاندارد استان همدان

هاشمی، محمد
(کارشناسی فیزیک)

دانشگاه بوعلی سینا همدان

هاشمی، مهدی
(دکتری شیمی تجزیه)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ تداخلات
۲	۶ وسایل
۳	۷ مواد و/یا واکنشگرها
۴	۸ نمونه‌برداری
۴	۹ کالیبراسیون
۴	۱۰ روش اجرایی آزمون
۵	۱۱ گزارش آزمون
۵	۱۲ دقت و اریبی
۱۳	پیوست الف (اطلاعاتی) اثر دمای آب سیال ورودی
۱۵	پیوست ب (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد " آب با خلوص بالا- تعیین در خط آنیون‌ها و دی‌اکسیدکربن در آب با خلوص بالا به وسیله‌ی تعویض کاتیونی و هدایت کاتیونی گاززدائی شده- روش آزمون " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت رویان پژوهان سینا تهیه و تدوین شده و در یک صد نود و هشتمین اجلاس‌یه کمیته ملی استاندارد اندازه شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۰ 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 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 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 مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D 4519:2010, Standard Test Method for On-Line Determination of Anions and Carbon Dioxide in High Purity Water by Cation Exchange and Degassed Cation Conductivity

مقدمه

این روش آزمون را می‌توان به عنوان یک روش تشخیص مفید برای اندازه‌گیری ناخالصی‌ها و آشکارسازی منابع آن‌ها در آب با خلوص بالا، محصول میعان بخار آب در نیروگاه‌های برق و در فرایند تصفیه آب صنایع خاصی که به آب با خلوص بالا نیازمند هستند، به شمار آورد.

اندازه‌گیری این قبیل ناخالصی‌ها در این صنایع بسیار مهم می‌باشد چراکه بروز مشکل یا آلودگی محصول در این صنایع ممکن است منجر به حوادثی از قبیل نشت کندانسور شود. همچنین ممکن است افت کیفیت آب از عملکرد ناقص تجهیزات تصفیه میعانات بخار و تامین آب اتفاق افتد.

اندازه‌گیری پیوسته فراهم شده با این روش آزمون بسیار مورد علاقه هستند و می‌تواند ضرورت تصحیح فرایند تصفیه آب یا روش‌های عملکردی و تجهیزات را نشان دهد. تجهیزات برای این روش آزمون را می‌توان نسبت به روش‌های آزمایشگاهی دقیق از قبیل کروماتوگرافی یونی و جذب اتمی، بسیار سخت‌گیرانه‌تر و سازگار برای نصب در شرایط عملکردی واحد صنعتی در نظر گرفت.

آب با خلوص بالا - تعیین در خط آنیون‌ها و دی‌اکسیدکربن در آب با خلوص بالا به وسیله‌ی تعویض کاتیونی و هدایت کاتیونی گاززدائی شده - روش آزمون

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن به عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش آزمون اندازه‌گیری در خط^۱ آنیون‌ها و دی‌اکسیدکربن در آب با خلوص بالا و بخار متراکم شده از طریق تبادل هیدروژنی، گاززدایی توسط جوشاندن و اندازه‌گیری هدایت الکتریکی در دمای 25°C می‌باشد.

۱-۲ این استاندارد برای اندازه‌گیری آنیون‌ها (از قبیل Cl^- ، SO_4^{2-} ، NO_3^- و F^-) با مقادیر کمتر از $2\mu\text{g/l}$ (۲ ppb) و کربن دی‌اکسید با مقادیر 0.1 mg/l (ppm) تا 10 mg/l در آب با خلوص بالا و بخار متراکم شده کاربرد دارد.

۱-۳ هدایت همه‌ی آنیون‌ها به (جزء OH^-) اندازه‌گیری می‌شود و اگر بیش از یک آنیون وجود داشته باشد، هدایت یک آنیون تک تعیین نمی‌شود. اگر فقط یک آنیون وجود داشته باشد (از قبیل Cl^- ، SO_4^{2-}) با مراجعه به جداول ۱ و ۲ یا شکل‌های ۱ تا ۳ غلظت‌های کلرید یا سولفات و CO_2 حاصل می‌شود.

۱-۴ درستی این روش آزمون با استفاده از یک دستگاه ریزپردازنده‌ی پیشرفته برای اندازه‌گیری هدایت و دما و محاسبات مناسب برای تصحیح دما در 25°C ثابت شده است.

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 موردنظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، آب مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

- 2-2 ASTM D 1066, Practice for Sampling Steam
- 2-3 ASTM D 1125, Test Methods for Electrical Conductivity and Resistivity of Water
- 2-4 ASTM D 1129, Terminology Relating to Water
- 2-5 ASTM D 1192, Guided for Equipment for Sampling Water and Steam in Closed Conduits
- 2-6 ASTM D 2777, Practice for Determination of Precision and Bias of Applicable Methods of Committee D19 on Water
- 2-7 ASTM D 3370, Practices for Sampling Water from Closed Conduits

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استانداردهای ASTM D 1125:2009 و ASTM D 1129:2010 به کار می‌رود.

۴ اصول آزمون

در این روش آزمون غلظت آنیون‌ها (از قبیل SO_4^{2-} ، Cl^-) با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آنیون‌ها بعد از عبور محصول میعان خنک شده یا آب با خلوص بالا ابتدا از میان یک تعویض کننده کاتیونی، در شکل هیدروژنی، و سپس از میان یک کمک گرمکن الکتریکی تعیین می‌شوند. با عبور از رزین کاتیونی، کاتیون‌ها (شامل آمونیاک و آمین‌ها) در آب با یون‌های هیدروژن جایگزین می‌شوند. این کار تداخلات در اندازه‌گیری آنیون‌ها را حذف می‌کند. با سه سل هدایت دستگاه، هدایت سیال ورودی، هدایت کاتیون در دمای نمونه‌ی ورودی و هدایت سیال خروجی در دمای جوش آب در فشار اتمسفر پس از حذف گاز اسیدی (فرار) اندازه‌گیری می‌شود. سپس مقادیر هدایت برای دمای $25^\circ C$ تصحیح می‌شود. در صورتیکه اندازه‌گیری هدایت سیال ورودی برای تعیین هدایت آنیون کل لازم نباشد، تعیین آن ارزیابی کامل‌تری از نمونه را فراهم می‌کند که می‌تواند تخمین مقدار آمین را نیز امکان‌پذیر کند. اندازه‌گیری هدایت‌های کاتیون‌ها و سیال خروجی از کمک گرمکن برای تعیین ترکیب سیال ورودی (کل آنیون‌ها و مقدار گاز اسیدی) لازم می‌باشند. سپس ارجاع به جداول ۱ و ۲ یا شکل‌های ۱ تا ۳ یا هر دو اندازه‌گیری‌ها را تکمیل می‌کند.

۵ تداخلات

۱-۵ توجه ویژه به کنترل درست شار و دما به عنوان عوامل به وجود آورنده‌ی خطا، بسیار مهم است. برای اطلاعات بیشتر به پیوست الف-۱، الف-۲ و الف-۳ مراجعه کنید.

۶ وسایل

۱-۶ وسیله‌ی مبادله کننده‌ی یونی و جوش‌آور

۶-۲ وسیله‌ی ثابت سرستون^۱، برای فراهم کردن ۱/۵ m، فشار فوقانی به آب ورودی به دستگاه

۶-۳ تجهیزات ثابت کننده دما، برای تنظیم دمای سیال ورودی تا $(25 \pm 0.5)^\circ\text{C}$.

۶-۴ دستگاه‌های هدایت‌سنجی و حسگرها، برای اندازه‌گیری هدایت نمونه، جهت تعیین غلظت آنیون‌ها و کربن دی‌اکسید از دستگاه‌هایی استفاده کنید که قابلیت برقراری دمای خاص مورد نیاز برای این روش آزمون (تا 25°C) را برای آب فوق خالص اسیدی، بر پایه‌ی HCl یا H_2SO_4 ، داشته باشند.

۶-۵ کارتریج تبادل هیدروژن، قطر داخلی ۴۱ mm، ارتفاع ۳۰ cm، حاوی ۴۵۰ g رزین تبادل کاتیونی اسیدی قوی به شکل H^+ با ۸٪ استایرن دی‌ونیل بنزن اتصال عرضی شده، اندازه ذرات استاندارد ($297 \mu\text{m}$ در ۱۱۹۰) را می‌توان استفاده کرد. با ۱۵۰۰ ml هیدروکلریک اسید (۶+۱) در سرعت جریان ۴۰ ml/min تا ۵۰ ml/min بازیابی کنید. سپس با ۳۰۰ ml آب نوع درجه ۲ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: سال ۱۳۸۱، در سرعت جریان مشابه آبکشی کنید. سپس با ۳۵۰۰ ml آب درجه ۲ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: سال ۱۳۸۱، در سرعت جریان ۱۰۰ ml/min تا ۱۵۰ ml/min آبکشی کنید. هنگام شروع به کار قسمت پائین آن را آبکشی کنید.

یادآوری - قطر داخلی ستون، ارتفاع لایه رزین، دمای نمونه‌ی ورودی (بند ۱۰-۳) و سرعت جریان بهره‌برداری (بند ۱۰-۴) استاندارد شده باشند تا نتایج قابل مقایسه‌ی حاصل شود. این مقادیر نمی‌توانند مقادیر بهینه باشند. توصیه می‌شود کاربر پارامترهای موثر بر اندازه‌گیری را تشخیص دهد.

۶-۶ نرم افزاز جهت اندازه‌گیری خودکار آنیون‌ها و کربن‌دی‌اکسید.

۷ مواد و/یا واکنشگرها

۷-۱ خلوص واکنشگرها، چنانچه مورد دیگر ذکر نشده باشد، از واکنشگرهایی با درجه خلوص شیمیائی در همه آزمون‌ها استفاده کنید.

۷-۲ آب خالص، چنانچه مورد دیگر ذکر نشده باشد، باید آب مورد استفاده درجه ۲ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: سال ۱۳۸۱ باشد.

۷-۳ محلول ذخیره کلرید ($1 \text{ ml} = 0.1 \text{ mg Cl}^-$)، ۰/۱۶۴۹ g سدیم کلرید که در دمای 10.5°C به وزن ثابت رسیده است را در آب حل کنید و تا حجم یک لیتر در بالن پلی اتیلنی تمیز رقیق کنید.

۷-۴ محلول استاندارد کلرید ($1 \text{ ml} = 0.001 \text{ mg}$)، ۱۰ ml از محلول ذخیره‌ی کلرید (بند ۷-۳) را با یک لیتر آب رقیق کنید.

۷-۴-۱ از محلول کلرید استاندارد در صورت مطلوب بودن برای کالیبراسیون دستگاه‌ها استفاده می‌شود یا به دستورالعمل دستگاه مراجعه می‌شود.

۷-۵ هیدروکلریک اسید (۱+۶)، ۱۰۰ ml هیدروکلریک اسید غلیظ (sp.g=۱٫۱۹) را به ۶۰۰ ml آب اضافه کنید.

۸ نمونه برداری

۸-۱ نمونه برداری را مطابق با استانداردهای ASTM D 1066:2011، ASTM D 1192 و ASTM D 3370:2010 انجام دهید.

۹ کالیبراسیون

۹-۱ کالیبراسیون دستگاه را می توان از طریق مکش محلول های آبی Cl^- با غلظت های معلوم (به شکل NaCl) یا SO_4^{2-} (به شکل Na_2SO_4) به داخل دستگاه و مشاهده ی افزایش های هدایت انجام داد. به طور ترجیحی می توان از نمودار کالیبراسیون نشان داده شده در کتابچه همراه دستگاه یا مقالات ارجاع داده شده [۱]، [۲]، [۳] و [۴] استفاده کرد.

۹-۲ اگر کالیبراسیون دستگاه با استفاده از محلول کلرید با غلظت معلوم مورد نظر است، گستره ی 0.01 mg/l تا 0.1 mg/l (۱ ppb تا ۱۰ ppb) را می توان با تزریق 0.2 ml/min تا 2 ml/min محلول کلرید استاندارد (بند ۷-۴-۱) به 200 ml/min جریان توسط یک پمپ پرستالتیک کوچک، از طریق یک سوزن زیر پوستی داخل شده به اتصالات لوله های پلاستیکی، پوشش داد.

۱۰ روش اجرایی آزمون

۱۰-۱ لوله ها را قبل از شروع ورود جریان آب مورد آزمون، با عبور دادن جریانی از آب با خلوص بالا از داخل دستگاه به طور کامل شستشو دهید.

۱۰-۲ قبل از شروع کار با دستگاه به کتابچه ی سازنده ی دستگاه مراجعه کنید. به دلیل نوع تکنیک اندازه گیری، پیروی کامل از دستورالعمل سازنده به منظور دستیابی به نتایج دقیق بسیار مهم است. برای مشاهده ی اثرات ناشی از تغییر شرایط عملکردی و مواد تداخل کننده به پیوست الف-۱ تا الف-۴ مراجعه کنید.

۱۰-۳ آب با خلوص بالا یا محصول میعان مورد آزمون را به ورودی دستگاه متصل کنید. توصیه می شود دمای آب به طور ترجیحی 25 ± 0.5 °C باشد. جریان باید ابتدا از داخل وسیله ی ثابت نگه دارنده ی فشار سپس از داخل تعویض کننده ی یونی هیدروژن و کمک گرمکن الکتریکی (جوش آور) وارد و از خروجی کمک گرمکن خارج شود (به شکل ۴ و شکل ۵ مراجعه کنید).

۱۰-۴ جریان عبوری از دستگاه را در سرعت جریان مناسب، 200 ml/min ، یا سرعت جریان مشخص شده توسط سازنده ی دستگاه تنظیم کنید. استفاده از یک وسیله ی ثابت نگه دارنده ی فشار برای حفظ سرعت

جریان پایدار بسیار مهم است، در غیر این صورت ممکن است با تغییر سرعت جریان، بازدهی رزین تعویض کننده کاتیونی تغییر کند.

۱۰-۵ سرعت جریان پیشنهادی را به مدت ۲۴ h یا بیشتر در سیستم برقرار کنید تا مقدار هدایت قرائت شده برای آب خالص در خروجی نهایی کمینه $0.055 \mu S/cm$ شود. در شروع مجدد ممکن است قبل از اینکه کمینه هدایت به دست آید به چندین ساعت فعالیت دستگاه نیاز شود.

۱۰-۶ برای تعیین غلظت معادل یون کلرید یا یون سولفات بر اساس هدایت خوانده شده در سل هدایت نهائی، به جدول ۱ یا شکل ۱ و شکل ۲ و یا هر دو مراجعه کنید.

۱۰-۷ به منظور به دست آوردن مواد فرار بر حسب کربن دی اکسید در جدول ۲، هدایت آب خالص ($0.055 \mu S/cm$) را از هدایت سل خروجی نهایی کم کنید. سپس این مقدار را از هدایت کاتیونی بدست آمده از سلی که بلافاصله بعد از رزین تعویض کاتیونی قرار دارد، کم کنید. این مقدار هدایت حاصله را برای پیدا کردن غلظت مواد فرار بر حسب غلظت کربن دی اکسید در جدول ۲ یا شکل ۳ استفاده کنید.

۱۰-۷-۱ مثال: اگر مقدار هدایت خوانده شده سل نهائی $0.087 \mu S/cm$ (معادل با ۵ ppb کلرید در سیستم غنی از یون کلرید) باشد، از آن، مقدار $0.055 \mu S/cm$ برای هدایت آب خالص کم می شود تا مقدار $0.032 \mu S/cm = 0.087 - 0.055$ به دست آید. سپس این عدد را (0.032) از هدایت کاتیونی بابت مواد فرار کم کنید، $0.021 \mu S/cm = (0.032 - 0.042)$ ، که از روی جدول ۲ مقدار 0.21 با $50 \mu g/l$ (ppb) کربن دی اکسید معادل خواهد شد. این کم کردن برای احتساب هدایت آنیون (به غیر از کربن دی اکسید) بدست آمده در اندازه گیری هدایت کاتیونی لازم است.

۱۰-۸ طول عمر کارتریج کاتیونی بسته به غلظت آمین در سیال ورودی از یک ماه تا چند ماه متغیر است.

۱۱ گزارش آزمون

نتایج را بر حسب میکروگرم بر لیتر کلرید یا SO_4^{2-} و یا هر دو و CO_2 بدست آمده از جداول ۱ و ۲ و یا شکل های ۱ تا ۳ و یا هر دو، را بیان کنید.

۱۲ دقت و اریبی

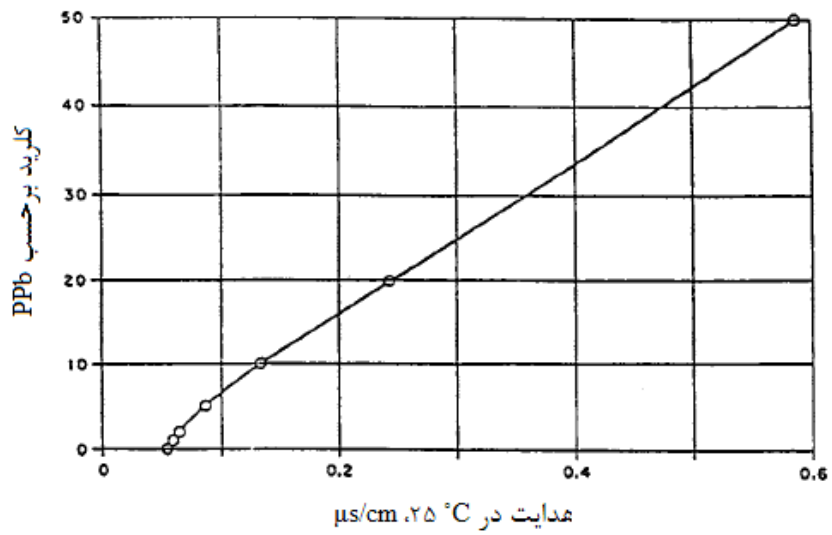
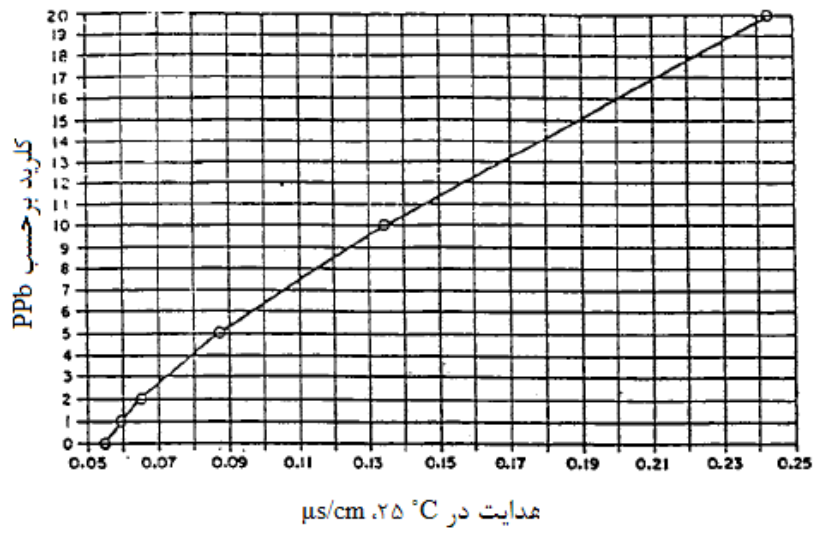
۱۲-۱ از آنجائیکه این روش آزمون شامل نمونه برداری و اندازه گیری پیوسته می باشد، مطابق استاندارد ASTM D 2777:2013 قابل استفاده نیست. نتایج در [۱]، [۲]، [۳] و [۴] نشان می دهند که در گستره ی $0 \mu g/l$ تا $50 \mu g/l$ بین مقادیر هدایت اندازه گیری شده و تئوری یون های Cl^- ، SO_4^{2-} توافق خوبی وجود دارد.

جدول ۱- افزایش در هدایت آب خالص بر حسب یون کلرید یا یون سولفات

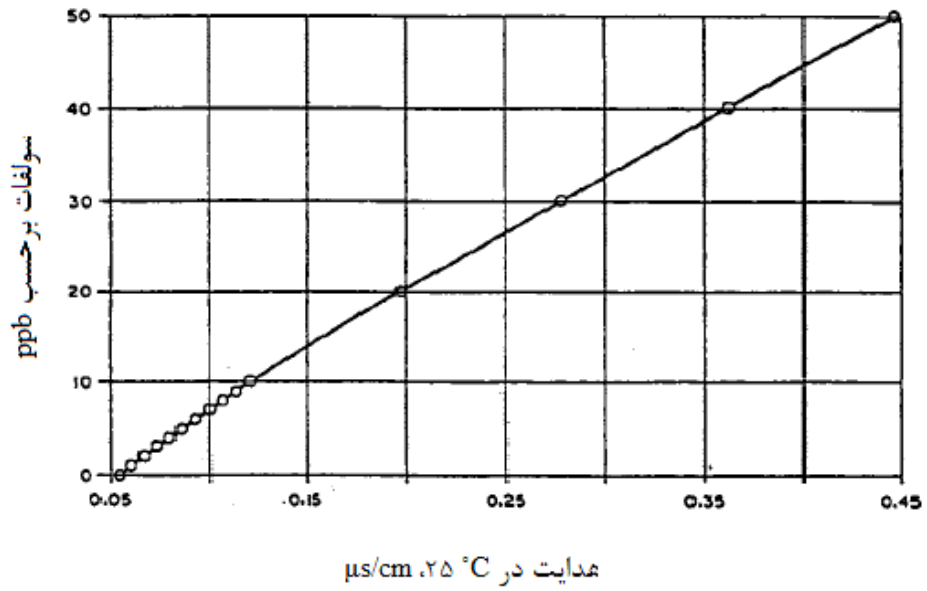
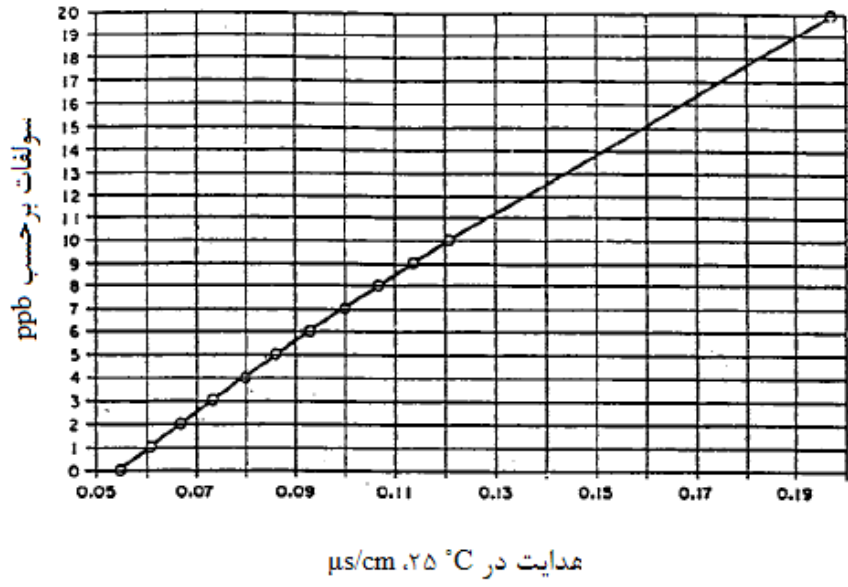
غلظت سولفات‌ها (PPB)	هدایت ناشی از سولفات‌ها	غلظت کلریدها (PPB)	هدایت ناشی از کلریدها
۰٫۰	۰٫۰۵۴۸	۰٫۰	۰٫۰۵۴۸
۱	۰٫۰۶۰۸	۱	۰٫۰۵۹۵
۲	۰٫۰۶۶۹	۲	۰٫۰۶۵۱
۳	۰٫۰۷۳۲	۳	۰٫۰۷۱۷
۴	۰٫۰۷۹۷	۴	۰٫۰۷۹۱
۵	۰٫۰۸۶۲	۵	۰٫۰۸۷۲
۶	۰٫۰۹۲۹	۶	۰٫۰۹۵۸
۷	۰٫۰۹۹۷	۷	۰٫۱۰۴۹
۸	۰٫۱۰۶۶	۸	۰٫۱۱۴۵
۹	۰٫۱۱۳۷	۹	۰٫۱۲۴۳
۱۰	۰٫۱۲۰۸	۱۰	۰٫۱۳۴۴
۲۰	۰٫۱۹۶۹	۲۰	۰٫۲۴۲۷
۳۰	۰٫۲۷۸۰	۳۰	۰٫۳۵۶۰
۴۰	۰٫۳۶۱۶	۴۰	۰٫۴۷۰۹
۵۰	۰٫۴۴۵۵	۵۰	۰٫۵۸۶۵
۶۰	۰٫۵۳۲۰	۶۰	۰٫۷۰۲۳
۷۰	۰٫۶۱۸۱	۷۰	۰٫۸۱۸۳
۸۰	۰٫۷۰۴۴	۸۰	۰٫۹۳۴۵
۹۰	۰٫۷۹۰۹	۹۰	۱٫۰۵۰۷
۱۰۰	۰٫۸۷۷۵	۱۰۰	۱٫۱۶۶۹
۲۰۰	۱٫۷۴۷۰	۲۰۰	۲٫۲۲۰۹
۵۰۰	۴٫۳۶۲	۵۰۰	۵٫۸۲۵۲

جدول ۲- هدایت نمونه در لحظه‌ی خروج از ستون کاتیونی، در دمای ۲۵°C، بسته به غلظت CO₂، اجزاء آنیونی
 آنیونی کم شده‌اند

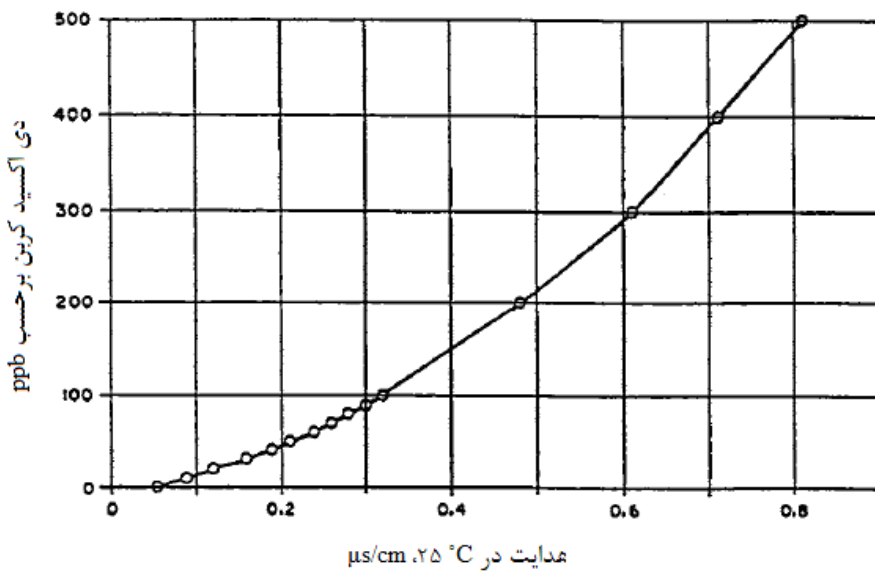
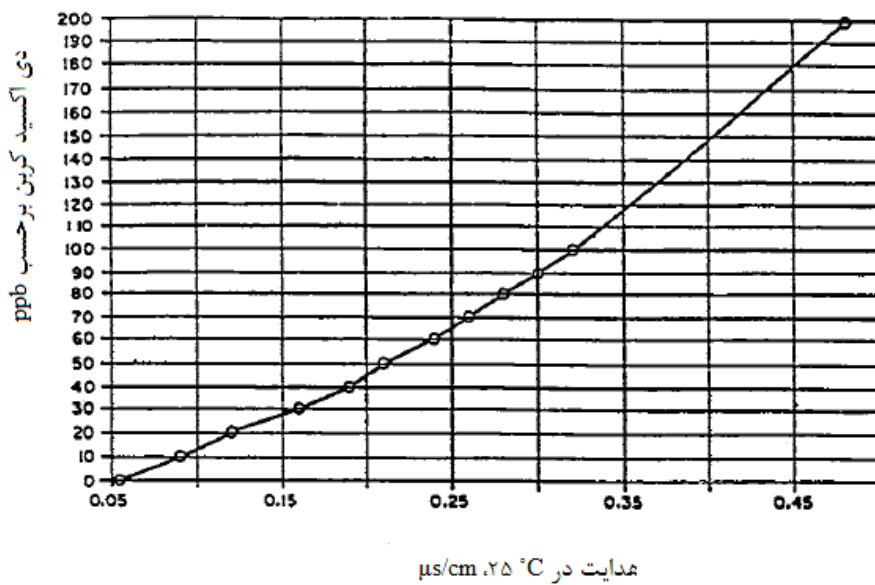
کربن دی اکسید		هدایت
ppb	ppm	μs/cm
۰	۰	۰/۵۴۸
۱۰	۰/۰۱	۰/۰۹
۲۰	۰/۰۲	۰/۱۲
۳۰	۰/۰۳	۰/۱۶
۴۰	۰/۰۴	۰/۱۹
۵۰	۰/۰۵	۰/۲۱
۶۰	۰/۰۶	۰/۲۴
۷۰	۰/۰۷	۰/۲۶
۸۰	۰/۰۸	۰/۲۸
۹۰	۰/۰۹	۰/۳
۱۰۰	۰/۱	۰/۳۲
۲۰۰	۰/۲	۰/۴۸
۳۰۰	۰/۳	۰/۶۱
۴۰۰	۰/۴	۰/۷۱
۵۰۰	۰/۵	۰/۸۱
۶۰۰	۰/۶	۰/۸۹
۷۰۰	۰/۷	۰/۹۷
۸۰۰	۰/۸	۱/۰۴
۹۰۰	۰/۹	۱/۱۱
....	۱/۰	۱/۱۷
....	۲/۰	۱/۶۹
....	۳/۰	۲/۰۹
....	۴/۰	۲/۴۲
....	۵/۰	۲/۷۲
....	۶/۰	۲/۹۸
....	۷/۰	۳/۲۳
....	۸/۰	۳/۴۶
....	۹/۰	۳/۶۷
....	۱۰	۳/۸۸
....	۲۰	۵/۴۶



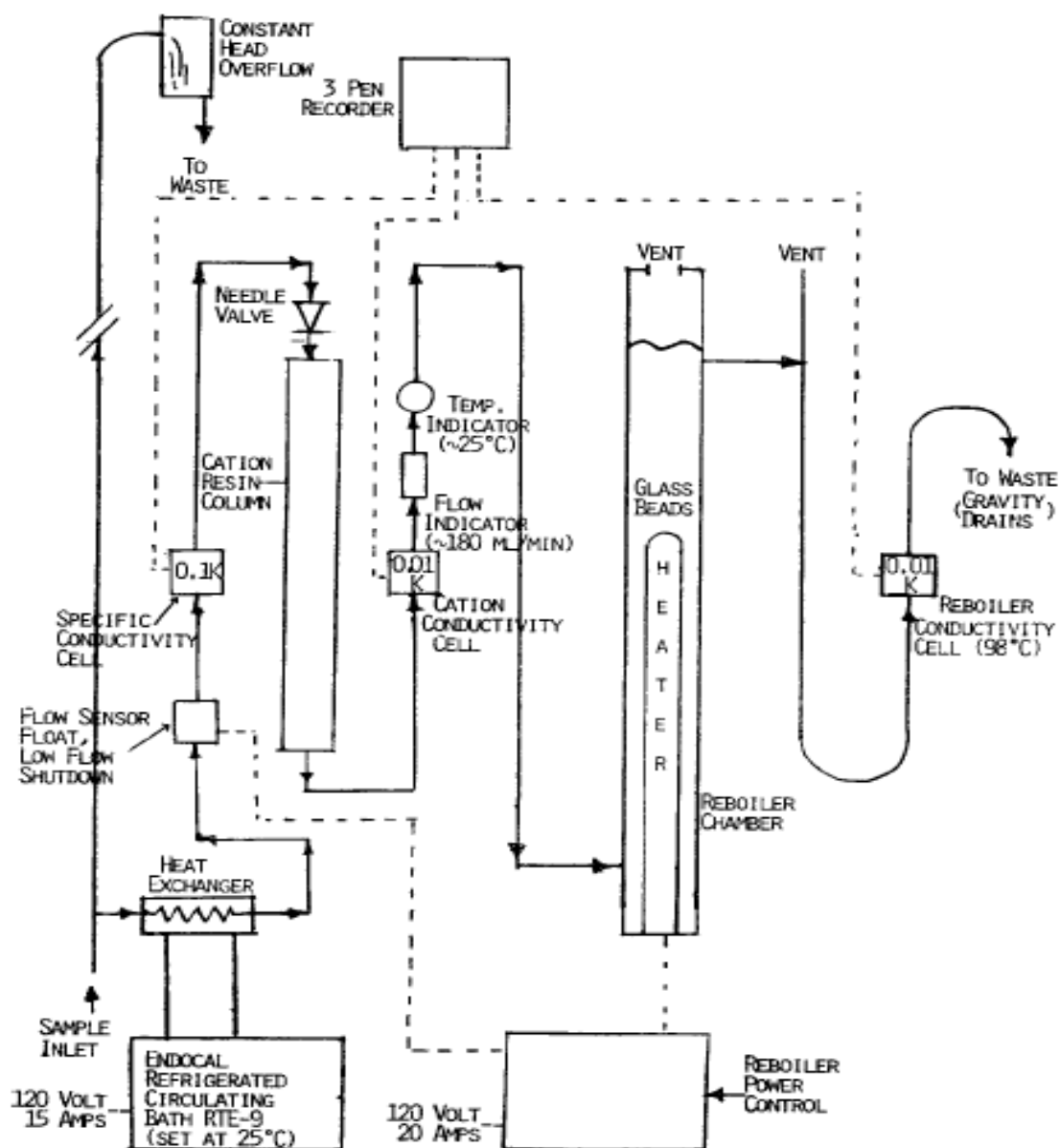
شکل ۱- یون کلرید در برابر هدایت



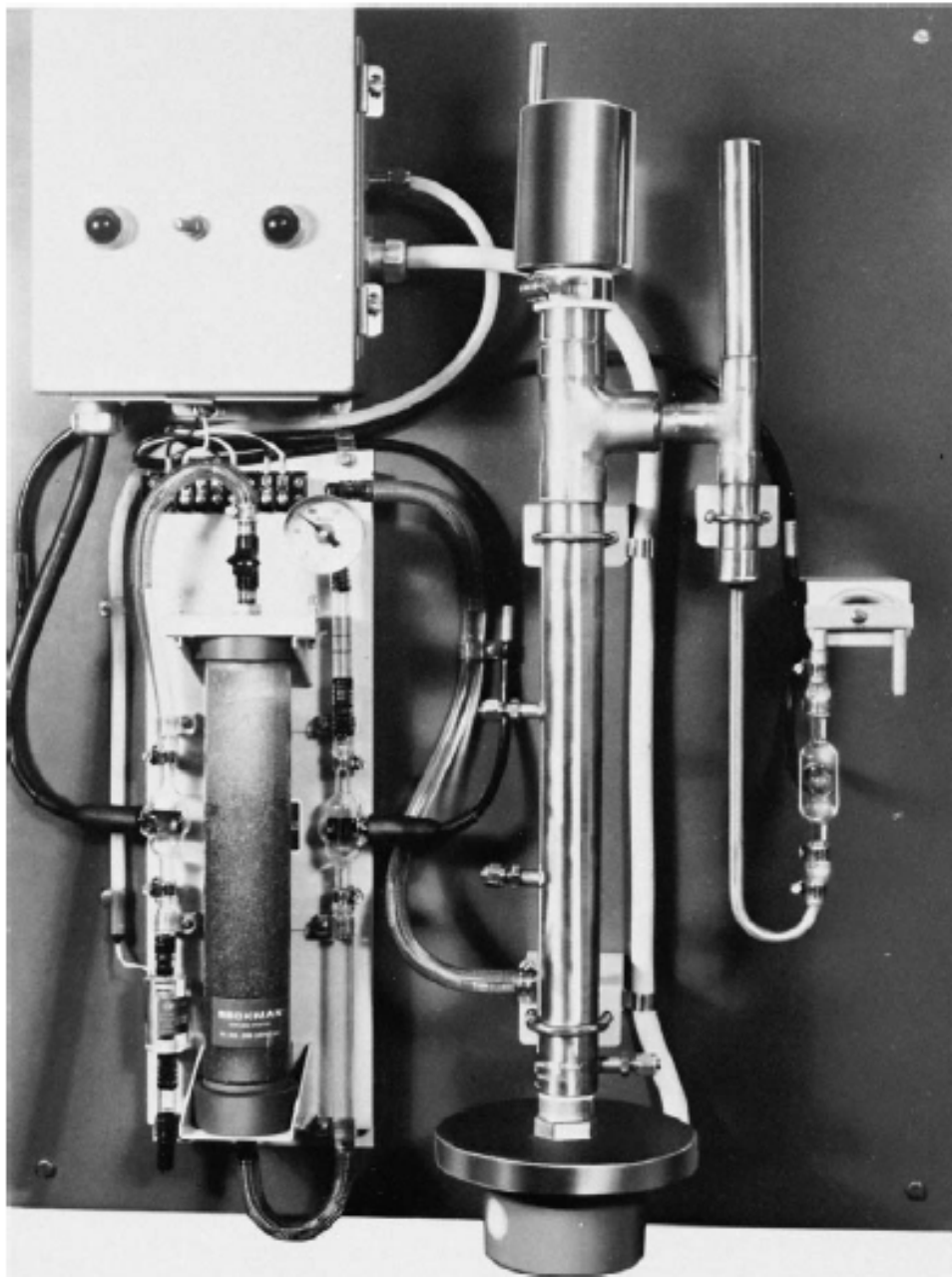
شکل ۲- یون سولفات در برابر هدایت



شکل ۳- دای اکسید کربن در برابر هدایت



شکل ۴- نمودار نمونه‌وار برای دستگاه تعویض کننده یونی- گاز زدای مکانیکی

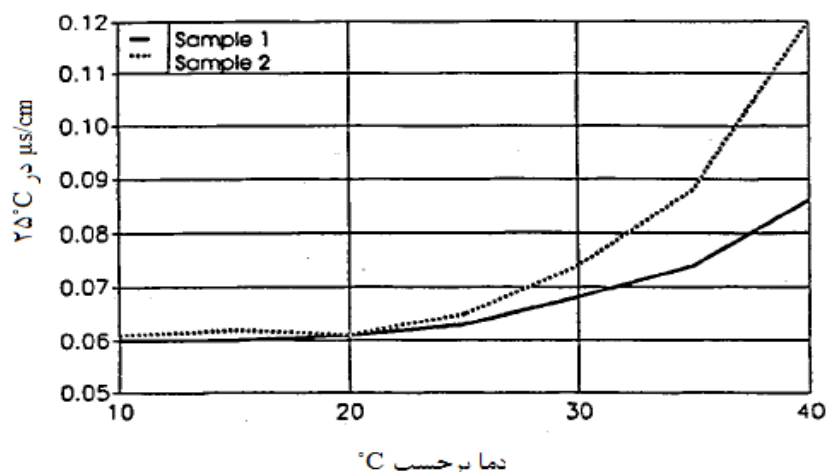


شکل ۵- دستگاه تعویض کننده یونی- گاززدای مکانیکی
(وسیله ی جوش آورنده ی مجدد میعانات Larson-Lane)

پیوست الف (الزامی)

الف ۱- اثر دمای آب ورودی

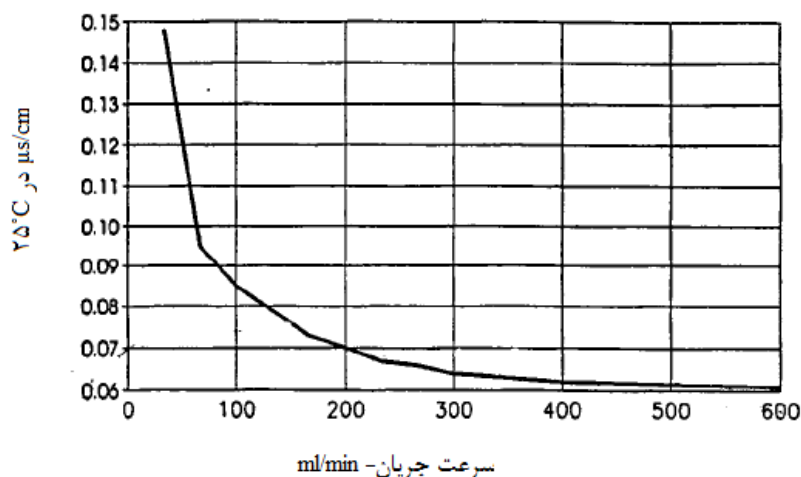
قدرت نگهداری رزین کاتیونی با افزایش دما کاهش پیدا می‌کند. بنابراین ثابت نگهداری دما، برای اجتناب از تغییر در خط مبنای اندازه‌گیری بسیار مهم است. شکل الف-۱، اثرات دمای آب ورودی را در برابر هدایت (در 25°C) آب خروجی یک ستون کاتیونی هنگام استفاده از آب با هدایت $0.1055 \mu\text{s}/\text{cm}$ را نشان می‌دهد.



شکل الف ۱- کارایی رزین کاتیونی، مقدار تراوش یون در برابر سرعت جریان برای رزین TCD از نوع IWC در لوله‌ای به قطر 50 mm

الف ۲- اثرات سرعت نمونه

رزین کاتیونی یک بازده دینامیکی بهینه در سرعت جریان نمونه‌ی داده شده دارد. شکل الف ۲ تغییرات در هدایت سیال خروجی ستونی با قطر داخلی 50 mm همراه با 450 gr رزین کاتیونی را در برابر سرعت جریان نشان می‌دهد. همانگونه که توسط این نمودار نشان داده شده است، بسیار مهم است که جریان در 200 ml/min در سرتاسر رزین به منظور بیشینه کردن بازده رزین و کمینه کردن خارج شدن رزین فراهم شود. در حالی که قطر داخلی این کارتریج از قطر داخلی کارتریج شرح داده در این استاندارد (41 mm) بزرگتر است، نتایج یکسان و نیاز به کنترل دقیق جریان مورد انتظار می‌باشد. هر گونه انحراف در سرعت جریان باعث تغییرات در خط مبنای اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین توصیه می‌شود به منظور کاهش خطاهای اندازه‌گیری در حداقل میزان نگهداری شود.



شکل الف ۲- کارایی رزین کاتیونی، مقدار تراوش یون در برابر دما برای رزین TCD از نوع IWC در لوله‌ای به قطر ۵۰ mm

الف ۳- تصحیح دمای دستگاه

در گذشته دستگاه‌های هدایت‌سنجی بدون تصحیح دما برای این روش آزمون استفاده می‌شدند. این کار به دلیل نوسانات دما در خروجی کمک گرمکن (جوش آور) و مشکل در احتساب دقیق تغییرات هدایت حاصل از تغییر در دمای جوش اتمسفری آب، به خطاهای بزرگتری منجر می‌شد. با توجه به شیب تند نمونه‌های آب خالص (۵٪/°C) و تغییرات دمایی بزرگ (اغلب بیش از ۵°C)، خطاهای بزرگی وارد می‌شدند که به حساب آورده نمی‌شد. با ابزار ریزپردازنده‌ی مدرن که دما را به صورت بسیار درست اندازه‌گیری کرده و با استفاده از الگوریتم‌های تصحیح دمای مناسب، هدایت را به هدایت معادل در (۲۵°C) تصحیح و خطاهای مرتبط با دمای سیال خروجی و فشار اتمسفری را کمینه کرد.

الف ۴- اسیدهای آلی

فرض بر این است که حضور اسیدهای آلی (به عنوان مثال، استیک و فرمیک) ممکن است روی درستی نتایج نهایی (هدایت کاتیونی گاززدایی شده) برای Cl^- ، SO_4^{2-} تاثیر گذار باشند. ارزیابی اثرات اسیدهای آلی باقی‌ماندن در فاز مایع و مشارکت در هدایت گاززدایی شده به Cl^- ، SO_4^{2-} را تایید می‌کند.

پيوسٽ ب
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[۱] Lane, R. W., Sollo, F. W., Neff, C. H., “Continuous Monitoring of Anions in Feedwater by Electrical Conductivity,” Illinois State Water Survey Reprint 473, Reprinted from “Water and Steam, Their Properties and Current Industrial Applications“, Pergammon Press, Oxford and New York, 1980

[۲] Electric Power Research Institute, “Monitoring Cycle Water Chemistry in Fossil Plants,” EPRI GS-7556, Vol 1: Monitoring Results

[۳] Continuous Conductivity Monitoring of Anions in High-Purity Water, ASTM STP 742, ASTM, 1981, p. 195

[۴] Internal report from Carl C. Scheerer, C.I.P.S., Springfield, IL, April 18, 1989