



استاندارد ملی ایران



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

۲۰۲۶۰

INSO

20260

1st.Edition

2015

Iranian National Standardization Organization

چاپ اول

۱۳۹۴

تعیین مشخصات پسماند-آزمون رفتار
فروشويی - تاثير pH بر فروشويی با افزایش
اولیه اسید/باز

**Characterization of waste —Leaching
behaviour test —Influence of pH on
leaching with initial acid/base addition**

ICS:13.030.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 موسسهٔ 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران 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 غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد، به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک (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.

سازمان ملی استاندارد 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. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها ناظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاهای کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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

«تعیین مشخصات پسماند-آزمون رفتار فروشوبی- تاثیر pH بر فروشوبی با افزایش اولیه اسید/باز»

سمت و/یا نمایندگی

دانشگاه صنعتی سهند

رئیس:

ولی‌پور، جواد

(دکترای شیمی تجزیه)

دبیر:

شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان

سلیمانی، جابر

(دکترای مهندسی کشاورزی)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

انجمان صنفی مدیران کنترل کیفی و
مسئولین فنی صنایع استان آذربایجان شرقی

آل احمدی، ام البنین

(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان

حسینزاده، مليحه

(دکترای پزشکی)

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
استان آذربایجان شرقی

سالک زمانی، علی

(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

سالک زمانی، مریم

(فوق لیسانس علوم تغذیه)

آزمایشگاه سپهرشیمی تبریز

شعار، سایه

(دکترای شیمی معدنی)

آزمایشگاه پژوهش گستر خلاق

طهماسب پور، مسعود

(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

علی پور، علی
(فوق لیسانس شیمی کاربردی)
اداره کل حفاظت محیط زیست استان
آذربایجان شرقی

فداکار، رضا
(دکترای شیمی تجزیه)
کارشناس

قدیمی، فریده
(فوق لیسانس شیمی آلبومی)
اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

کاظمیان، نعیمه
(فوق لیسانس شیمی کاربردی)
شرکت آب و فاضلاب شهری استان
آذربایجان شرقی

مقدس، جعفر صادق
(دکترای مهندسی شیمی)
دانشگاه صنعتی سهند

نهرلی، آیسان
(لیسانس مهندسی محیط‌زیست)
کارشناس

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	هدف و دامنه کاربرد ۱
۱	مراجع الزامی ۲
۱	اصطلاحات و تعاریف ۳
۳	نمادها و کوتاهنوشتها ۴
۴	اصول آزمون ۵
۴	واکنشگرها ۶
۵	وسایل ۷
۶	آمادهسازی نمونه ۸
۷	روش آزمون ۹
۱۲	تیمار، نگهداری و آنالیز محصول شویش ۱۰
۱۲	آزمون بلانک ۱۱
۱۲	ویرگی‌های عملکردی ۱۲
۱۳	گزارش آزمون ۱۳
۱۵	پیوست الف (اطلاعاتی) مثالی از برگه داده‌ها
۱۶	پیوست ب (اطلاعاتی) اجرا و کاربردهای آزمون-تأثیر pH بر رفتار فروشويی
۲۳	پیوست پ (اطلاعاتی) اندازه‌گیری مقدماتی مصرف اسید/باز
۲۸	پیوست ت (اطلاعاتی) مثال‌هایی از ظرفیت‌های خنثی‌سازی اسید و باز برای پسماند، خاک، رسوبات و مصالح ساختمانی
۳۱	پیوست ث (اطلاعاتی) داده‌های مربوط به تکرارپذیری و تجدیدپذیری
۵۰	کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد «تعیین مشخصات پسماند-آزمون رفتار فروشويی - تاثير pH بر فروشويی با افزایش اولیه اسید/باز» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان تهیه و تدوین شده است و در هفتادوسومین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد محیط‌زیست مورخ ۱۳۹۴/۸/۱۳ 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 موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها 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 مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BSEN 14429: 2015, Characterization of waste —Leaching behaviour test —Influence of pH on leaching with initial acid/base addition

مقدمه

این استاندارد اساسا برای پشتیبانی از الزامات برای آزمون رفتار فروشوي^۱ تدوين شده است. در اين استاندارد، روش آزمونی برای تعیین تاثير H_p بر فروشوي پذيری ترکيبات معدني از مواد پسماند مشخص شده است.

برای تعیین مشخصات کامل رفتار فروشوي پسماند، تحت شرایط مشخص شده، به کارگيري روش هاي آزمون دیگر مورد نياز است (به استاندارد EN 12920 مراجعه کنيد).

افرادی که با آناليزهای پسماند و لجن^۲ سر و کار دارند، باید از ريسکهای معمول آن نوع از مواد، بدون در نظر گرفتن پارامتری که قرار است اندازه گيري شود، آگاه باشند. نمونههای پسماند و لجن ممکن است دارای مواد خطرناکی (برای مثال سمی، واکنش دهنده، قابل اشتعال و عفونی) باشند که موجب واکنشهای بیولوژیکی و یا شیمیایی شوند.

از اين رو، کار با اين نمونهها باید با مراقبت های ویژه ای همراه باشد. گازهایی که می توانند بر اثر فعالیت بیولوژیکی یا شیمیایی تولید شوند، به صورت بالقوه اشتعال پذير هستند و بطری های درزبندی شده را تحت فشار قرار می دهند. احتمال دارد بطری های تحت فشار^۳ به ایجاد گلوله های انفجاری^۴ خطرناک، گردوغبار و یا آئروسل منجر شوند. با توجه به تمامی خطرات وابسته با اين روش، رعایت مقررات ملی لازم است.

در کشورهای مختلف، آزمون هایی برای تعیین مشخصات و ارزیابی ترکیباتی که می توانند از مواد پسماند فروشوي شوند، تدوين شده است. رهایش^۵ ترکیبات محلول به مجرد تماس با آب به عنوان یکی از مکانیسم های عمده رهایش در نظر گرفته می شوند که منجر به ريسک بالقوه برای محیط زیست در طول چرخه عمر مواد پسماند (سناریوی دفع یا استفاده مجدد) می شود. هدف از اين آزمون ها، تعیین خصوصیات^۶ فروشوي مواد پسماند است. پیچیدگی فرآيند فروشوي، ساده سازی روش ها را لازم الاجرا می کند. امكان پرداختن به تمامی جنبه های مربوط به رفتار فروشوي در قالب استانداردي واحد ميسر نیست.

روش های اجرایی برای تعیین مشخصات رفتاری مواد پسماند را اساساً می توان به سه مرحله تقسیم بندی کرد (با استفاده از آزمون های مختلف نسبت به هدف). سلسه مراتب آزمون زیر برای دفع پسماند مطرح است [۱] و [۲].

الف- تعیین مشخصات اساسی شامل تعیین مشخصات کامل پسماند از طریق جمع آوری همه اطلاعات ضروری برای مدیریت ایمن پسماند در کوتاه مدت و بلند مدت است. تعیین مشخصات اساسی ممکن است اطلاعاتی را در مورد پسماند (نوع و منشاء، ترکیب، قوام^۷، فروشوي پذيری و غیره)، همراه با اطلاعاتی برای درک رفتار پسماند

1-Leaching behavior testing

2-Sludge

3-Bursting bottles

4-Shrapnel

5-Release

6-Properties

7-Consistency

در سناریوی مدیریت مورد نظر، مقایسه خصوصیات پسماند در برابر مقادیر حدی^۱، و تشخیص متغیرهای کلیدی (پارامترهای بحرانی مانند نسبت مایع/جامد (L/S)^۲، ترکیب فروشویش گر^۳، عوامل کنترل کننده فروشویی پذیری از از قبیل pH، پتانسیل ردوکس^۴، ظرفیت کمپلکس کنندگی و پارامترهای فیزیکی) به منظور آزمون انطباق و گزینه هایی برای ساده سازی این آزمون، فراهم کند. تعیین مشخصات ممکن است نسبت هایی را بین نتایج آزمون تعیین مشخصات اساسی و نتایج به دست آمده از روش های اجرایی آزمون ساده سازی شده و همین طور اطلاعاتی را در مورد تنابع^۵ مناسب برای آزمون انطباق عرضه کند. علاوه بر رفتار فروشویی، ترکیب پسماند با استی معلوم معلوم باشد یا با استفاده از آزمون تعیین شود. آزمون هایی که برای تعیین مشخصات اساسی به کار گرفته می شوند، با استی همیشه در آزمون های انطباق لحاظ شوند.

ب- آزمون انطباق به این منظور صورت می گیرد که اثبات کند نمونه های امروز با جمعیت نمونه های آزمون شده از قبل از طریق تعیین مشخصات اساسی، متناسب هستند، و از این طریق برای انجام انطباق با مقادیر حدی مقرر ای مورد استفاده قرار می گیرند. بنابراین، آزمون انطباق با استی همیشه قسمتی از برنامه تعیین مشخصات اساسی باشد. آزمون انطباق بر متغیرهای کلیدی و رفتار فروشویی مشخص شده به وسیله آزمون های تعیین مشخصات، تمرکز دارد. همچنین قسمت هایی از آزمون های تعیین مشخصات می تواند برای اهداف انطباق مورد استفاده قرار گیرد.

پ- آزمون های تصدیق در محل^۶ به عنوان بررسی سریع برای تایید این که پسماند، مشابه آنی است که برای آزمون های تعیین مشخصات یا انطباق مورد استفاده قرار گرفته است، به کار گرفته می شوند. آزمون های تصدیق در محل، لزوماً آزمون های فروشویی نیستند.

روش اجرایی آزمون تشریح شده در این استاندارد، آزمون تعیین مشخصات اساسی است و در گروه الف قرار می گیرد.

فروشویی در این استاندارد، در نتیجه واکنش بین مقادیر از بیش انتخاب شده اسید یا باز و آزمون های مواد پسماند، در مقادیر مختلف pH انجام می شود. کاهش اندازه به منظور تسهیل به تعادل رسیدن انجام می شود. این آزمون از «آزمون وابسته به pH با کنترل پیوسته pH» (آزمون ایستای pH، به استاندارد EN 14997 مراجعه کنید) متفاوت است، که در آن، pH در مقادیر از بیش انتخاب شده در طول مدت کامل آزمون با اندازه گیری پیوسته و اضافه کردن اتوماتیک اسید یا باز، کنترل می شود. هدف از آزمون، رسیدن به تعادل در انتهای روش اجرایی آزمون است.

1-Limit values

2-Liquid/solid ratios

3-Leachant composition

4-Redox potential

5-Frequency

6-On-site verification

یادآوری- در پیوست ب کاربردهای اختصاصی هم آزمون وابسته به pH با اضافه کردن اولیه اسیدباز، و هم آزمون وابسته به pH با کنترل پیوسته pH ذکر شده است.

تعیین مشخصات پسماند-آزمون رفتار فروشوبی- تاثیر pH بر فروشوبی با افزایش اولیه اسید/باز

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن روشی برای تعیین تاثیر pH بر فروشوبی پذیری ترکیبات معدنی از ماده پسماند است. شرایط تعادل تعریف شده در این استاندارد، با اضافه کردن مقادیر از پیش تعیین شده اسید یا باز برای رسیدن به مقادیر pH نهایی مطلوب، برقرار می شود. حاصل این روش آزمون محصولات شویشی^۱ است که متعاقباً از نظر فیزیکی و شیمیایی، تعیین مشخصه می شوند.

یادآوری ۱- این استاندارد، یک آزمون ویژه پارامتری ارائه می کند، هم چنان که در استاندارد EN 12920 مشخص شده است.
یادآوری ۲- استفاده از این روش آزمون، به تهایی، برای تعیین رفتار دقیق فروشوبی پسماند تحت شرایط مشخص شده، کافی نیست.

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 می شود.
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای 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 تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.
استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، آب-مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه -ویژگی ها و روش های آزمون
 - ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۸۶، آب-حفظat و جابجایی نمونه های آب - آین کار
- 2-3 EN 14346:2006, Characterization of waste — Calculation of dry matter by determination of dry residue or water content
- 2-4 EN 14899, Characterization of waste — Sampling of waste materials — Framework for the preparation and application of a Sampling Plan
- 2-5 EN 15002, Characterization of waste — Preparation of test portions from the laboratory sample
- 2-6 EN 16192, Characterization of waste — Analysis of eluates

۳ اصطلاحات و تعاریف

برای اهداف این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود.

۱-۳

مانده خشک

w_{dr}

مانده خشک، کسر جرمی باقیمانده از نمونه پس از فرایند خشک کردن در دمای 105°C است.

۲-۳

محصول شویش

محصول شویش، محلول به دست آمده از آزمون فروشوبی است.

۳-۳

تعادل

حصول شرایطی که در آن نوسان pH در طی مدت زمان بررسی، در آخرین چهار ساعت آزمون زیر $^{+0.3}$ واحد pH باشد.

۴-۳

نمونه آزمایشگاهی

نمونه یا زیرنمونه^۱(های) که به آزمایشگاه فرستاده شده یا از آن جا دریافت شده است.

یادآوری ۱-هنگامی که نمونه آزمایشگاهی از طریق تقسیم‌های فرعی، برش، خردایش، اره کردن، مغزه‌گیری، یا با تلفیقی از این عملیات، آماده‌سازی بیشتری می‌باید (کوچک‌تر می‌شود)، ماده به دست آمده آزمایه^۲ نامیده می‌شود. هنگامی که هیچ نوع آماده‌سازی برای نمونه آزمایشگاهی لازم نباشد، نمونه آزمایشگاهی، آزمایه خواهد بود. آزمونه^۳ از آزمایه برای اجرای آزمون یا آنالیز جدا می‌شود.

نمونه آزمایشگاهی از نقطه‌نظر نمونه‌برداری، نمونه نهایی است اما از نقطه‌نظر آزمایشگاهی، نمونه اولیه است.

یادآوری ۲- چندین نمونه آزمایشگاهی را می‌توان آماده‌سازی کرد و به آزمایشگاه‌های مختلف یا همان آزمایشگاه، برای اهداف مختلف فرستاد. در حالت اخیر، مجموعه قاعده‌تا به عنوان تکنمونه آزمایشگاهی در نظر گرفته می‌شود و با همان عنوان مستند می‌شود.

۵-۳

فروشوبیش گر

مایعی که با آزمونه در روش اجرایی فروشوبی تماس داده می‌شود.

۶-۳

نسبت مایع به جامد

L/S

نسبت بین مقدار مایع (L) و جامد (S) در آزمون، نسبت مایع به جامد نامیده می‌شود.

یادآوری - L/S - به صورت l/kg ماده خشک بیان می‌شود.

1-Subsample

2-Test sample

3-Test portion

۷-۳

سوسپانسیون

سوسپانسیون، مخلوطی از فروشوشیگر و آزمونه است.

۸-۳

آزمونه

مقدار یا حجمی از آزمایه معمولاً با وزن یا حجم مشخص، که برای آنالیز برداشته می‌شود.

۹-۳

آزمایه

نمونه‌ای که از نمونه آزمایشگاهی تهیه می‌شود و از آن آزمونه‌هایی برای آزمون یا آنالیز برداشته می‌شود.

۴ نمادها و کوتنهنوشت‌ها

برای اهداف این استاندارد، نمادها و کوتنهنوشت‌های زیر به کار می‌روند.

ANC ظرفیت خنثی‌سازی اسید^۱

BNC ظرفیت خنثی‌سازی باز^۲

DM ماده خشک^۳

DOC کربن آلی حل شده^۴

L_s نسبت مایع به جامد

M_d جرم آزمونه خشک شده

m_d جرم آزمایه پس از خشک کردن

M_w جرم آزمونه خشک نشده

m_r جرم آزمایه قبل از خشک کردن

t_0 زمان در شروع آزمون فروشوشی

$V_{A/B}$ حجم اسید یا باز استفاده شده در فروشوشیگر

V_{demin} حجم آب کانی‌زدوده^۵ مورد استفاده در فروشوشیگر

V_L حجم فروشوندۀ اضافه شده

w_{dr} ماندۀ خشک نمونه

1-Acid neutralization capacity

2-Base neutralization capacity

3-Dry matter

4-Dissolved organic carbon

5-Demineralized

۵ اصول آزمون

این استاندارد، روشی را برای تعیین تاثیر pH بر فروش‌پذیری ترکیبات معدنی از ماده پسماند، توصیف می‌کند.

آزمونهای مجزا در نسبت ثابت شده L/S با فروش‌گرهای حاوی مقادیر از پیش‌انتخاب شده اسید یا باز به منظور رسیدن به مقادیر pH ایستا^۱ در انتهای دوره استخراج، فروش‌پذیری می‌شوند. هر فروش‌گر در سه مرحله در شروع آزمون اضافه می‌شود. دست کم هشت مقدار نهایی pH برای پوشش دادن حداقل محدوده pH بین ۲ تا ۱۲ (برای مثال هر کدام شامل کمترین مقدار ≤ 2 و بالاترین مقدار ≥ 12) مورد نیاز است. مقادیر اسید یا باز مورد نیاز برای پوشش دادن محدوده pH می‌تواند از نتایج تیتراسیون مقدماتی، از داده‌های آزمایشگاهی موجود درباره ماده‌ای که باید آزمون شود، یا از تقسیم اختیاری بیشترین مصرف از پیش‌تعیین شده اسید یا باز، اخذ شود. آزمون‌ها در مدت زمان تماس ثابت انجام می‌شوند، در انتهای این زمان، فرض بر این است که تعادل برای اکثر ترکیبات در اکثر مواد پسماند، که باید تعیین مشخصه شوند، برقرار شده است. رسیدن به تعادل تعریف شده در این استاندارد، در انتهای دوره استخراج تصدیق می‌شود.

نتایج بر حسب mg/l ترکیبات برای هر مقدار نهایی pH بیان می‌شوند. برای هر مقدار نهایی pH، کمیت اسیدی که اضافه شده است به صورت mol H⁺/kg DM و کمیت باز اضافه شده به صورت mol OH⁻/kg DM بیان می‌شود (mol OH⁻/kg DM برای ارائه گرافیکی به صورت mol H⁺/kg DM – بیان می‌شود).

یادآوری - ارائه نتایج به صورت‌های دیگر امکان‌پذیر است (از جمله mg فروش‌پذیر شده در kg ماده خشک). این آزمون مبتنی بر رسیدن به تعادل و اندازه‌گیری انحلال‌پذیری است، لذا نمی‌توان مقدار کسر جرمی ماده انحلال‌پذیر را تعیین کرد. همچنین ظرفیت خنثی‌سازی اسید یا باز (BNC, ANC) پسماند، تعیین می‌شود.

محدوده pH تحت پوشش در این آزمون، ممکن است به محدوده pH مرتبط به ماده خاصی و مشکل مورد نظر، محدود شود (به بند ۲-۹ مراجعه کنید).

۶ واکنش‌گرها

جز در موارد ذکر شده، فقط از واکنش‌گرهایی با درجه تجزیه‌ای شناخته شده استفاده کنید.

۱-۶ آب مقطور، آب کانی‌زدوده، آب یون‌زدایی شده یا آبی با خلوص معادل ($pH < 7.5$) با هدایت از 10 mS/m مطابق با آب درجه ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸.

۲-۶ نیتریک اسید، با غلظت 1 mol/l تا 0.5 mol/l .

۳-۶ سدیم هیدروکسید، با غلظت 1 mol/l تا 0.5 mol/l .

سدیم هیدروکسید به خاطر جذب احتمالی CO₂ ناپایدار است. بنابراین، توصیه می‌شود که محلول تازه تهیه شود.

۷ وسایل

۱-۷ کلیات

به منظور حصول اطمینان از عملکرد مناسب و عدم حضور عناصر مزاحم که ممکن است بر نتیجه آزمون تاثیر بگذارند، مواد و تجهیزات مشخص شده در بندهای ۱-۲-۷، ۴-۲-۷ و ۹-۲-۷ را قبل از استفاده، کنترل کنید.
تجهیزات مشخص شده در بندهای ۲-۲-۷، ۶-۲-۷ و ۷-۲-۷ را کالیبره کنید.

۲-۷ تجهیزات آزمایشگاهی

علاوه بر وسایل معمول آزمایشگاهی، دستگاههای زیر نیز مورد نیاز است:

- ۱-۲-۷ وسیله همزن، همزن تامبلر^۱ (۵ r/min تا ۱۰ r/min) یا میز غلطکی^۲ با چرخش ۱۰ r/min.
۲-۲-۷ ترازوی تجزیه‌ای، با درستی^۳ دست کم ۰.۱ g.

۳-۲-۷ بطری‌های شیشه‌ای یا پلاستیکی، به عنوان مثال از جنس پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE)^۴/پلی‌پروبیلن (PP)^۵/پلی‌تترافلوروواتیلن (PTFE)^۶/پلی‌اتیلن‌ترفتالات (PET)^۷.
از بطری‌هایی درپیچ‌دار با حجم مناسب (ml) ۲۵۰ برای آزمونهای g ۱۵ از جرم خشک، ml ۵۰۰ برای آزمونهای g ۳۰ از جرم خشک و ۱۱ برای آزمونهای g ۶۰ از جرم خشک)، استفاده کنید.
برای جمع‌آوری محصول شویش و نگهداری نمونه‌های آن از بطری‌های درپیچ‌دار با حجم مناسب استفاده کنید (آبکشی شده طبق استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۸۶).

۴-۲-۷ تجهیزات خردایشی، سنگ‌شکن فکی^۸ یا وسیله برش.

یادآوری- خردایش برای اجتناب از ریزکردن غیرلازم در اندازه‌های خیلی ریز همانند فرآیندی که در آسیاب دوار^۹، آسیاب ساقمه‌ای^{۱۰} یا وسایل مشابه اتفاق می‌افتد، صورت می‌گیرد.
۵-۲-۷ صافی‌های غشایی، با اندازه منافذ ۰.۴۵ μm.

صافی‌های غشایی برای دستگاه صافی، از مواد بی‌اثری ساخته می‌شوند که با پسماند سازگار باشند. برای حذف DOC، صافی باید با آب کانی‌زدوده از پیش آبکشی یا به طرق مشابه تمیز شوند.

۶-۲-۷ pH متر، با درستی دست کم ۰.۰۵ واحد pH.

۷-۲-۷ هدایت‌سنج، با درستی دست کم ۰.۱ mS/m.

۸-۲-۷ دستگاه سنجش پتانسیل ردوکس (اختیاری).

۹-۲-۷ دستگاه صافی خلاء یا دستگاه صافی فشار.

1-End-over-end tumbler

2-Roller table

3-Accuracy

4-High density polyethylene

5-Polypropylene

6-Polytetrafluoroethylene

7-Polyethyleneterephthalate

8-Jaw crusher

9-Rotary swing mill

10-Ball mill

۷-۲-۱ دستگاه الک، با الکی با اندازه صفحه اسمی ۱ mm

به خاطر خرد کردن و الک کردن، ممکن است تا اندازه‌ای آلودگی نمونه ایجاد شود، که می‌تواند بر مقادیر فروشوبی شده برخی از ترکیبات نگرانی‌زا تاثیر بگذارد، برای مثال Co و W از تجهیزات خردایشی تنگستن کاربید یا Cr، Ni، Mo و V از تجهیزات فولاد زنگ‌زن.

۸ آماده‌سازی نمونه

۱-۸ نمونه آزمایشگاهی

نمونه آزمایشگاهی باید دست کم جرمی معادل ۱ kg جرم خشک داشته باشد. در مواردی که ماده کمتری در دسترس باشد، باید توجیه لازم در گزارش آزمون آورده شود.

نمونه‌برداری را مطابق استاندارد EN 14899 انجام دهید تا نمونه آزمایشگاهی معرف به دست آید.

۲-۸ آماده‌سازی آزمایه

آزمون‌ها باید بر روی موادی انجام شوند که اندازه دانه^۱ ۹۵٪ (درصد جرمی) آنها کمتر از ۱ mm باشد. به منظور حصول اطمینان از این نکته، باید با استفاده از دستگاه الک (به بند ۷-۲-۴ مراجعه کنید)، الک شوند تا ذرات بزرگتر جدا شوند. اگر مقدار مواد بزرگتر از ۵٪ (جرمی) فراتر رود، کل آن باید خرد شود. هر ماده غیرقابل خردایش (برای مثال قسمت‌های فلزی مانند پیچ و مهره) باید از قسمت بزرگتر جدا شود و وزن و ماهیت آنها ثبت شود. مواد خردشده و خرد نشده باید با هم مخلوط شوند تا آزمایه را تشکیل دهند.

مواد مرطوبی که امکان الک کردن آنها وجود ندارد، باید قبل از الک کردن و/یا خردایش خشک شوند. دمای خشک کردن نباید از ۴۰ °C تجاوز کند.

کاهش اندازه و خشک کردن، و در صورت نیاز، زیرنمونه‌برداری را مطابق مشخصات تعیین‌شده در استاندارد EN 15002 انجام دهید.

یادآوری ۱- در صورتی که معلوم شود مواد به طور کامل از الک ۱ mm عبور می‌کنند، هیچ الزامی برای الک کردن وجود ندارد.

یادآوری ۲- مواد خردشده می‌توانند به مجرد نگهداری به واسطه کهنه شدن سطوح تازه، تغییر کنند. پس، بنابراین، ترجیح بر این است که مواد در کوتاه‌ترین زمان ممکن پس از خرد کردن مورد آزمون قرار گیرند.

توصیه می‌شود موادی با pH طبیعی بالا تحت نیتروژن خرد شوند تا از تماس با هوا که ممکن است باعث کربن‌شدن شود، اجتناب گردد.

۳-۸ اندازه‌گیری مانده خشک

کل آزمایه منطبق با معیارهای اندازه (بند ۲-۸) نباید بیشتر خشک شوند. مانده خشک (w_{dr}) آزمایه باید بر روی یک آزمونه مجزا اندازه‌گیری شود.

مانده خشک باید مطابق استاندارد EN 14346 در دمای ۱۰۵ °C ± ۳ °C باشد. مانده خشک با استفاده از معادله (۱) محاسبه می‌شود:

$$w_{dr} = 100 \times \frac{m_d}{m_r} \quad (1)$$

که در آن:

مانده خشک پسماند بیان شده به صورت درصد (%): w_{dr}

جرم آزمایه پس از خشک کردن، بر حسب (g): m_d

جرم آزمایه قبل از خشک کردن، بر حسب (g): m_r

۴-۸ آماده سازی آزمونه

مطابق با استاندارد EN 15002 با استفاده از شکافنده نمونه^۱ یا مخروطسازی و ربع سازی^۲، دست کم هشت آزمونه آماده کنید. بر اساس ناهمگنی نمونه و حجم محصول شویش مورد الزام برای آنالیز، اندازه آزمونه (M_d) باید g ۳۰ یا g ۶۰ باشد (با رواداری % ± ۱۰).

جرم آزمونه خشک نشده M_w را که باید برای آزمون مورد استفاده قرار گیرد، با استفاده از معادله (۲) محاسبه کنید:

$$M_w = \frac{M_d}{w_{dr}} \times 100 \quad (2)$$

که در آن:

جرم آزمونه خشک نشده بر حسب گرم (g): M_w

جرم آزمونه خشک شده بر حسب گرم (g): M_d

مانده خشک پسماند بیان شده به صورت درصد (%): w_{dr}

۹ روش اجرای آزمون

۱-۹ زمان تماس

روش اجرایی آزمون فروشويی از سه مرحله معين، تشکيل شده است:

- دوره A (اضافه کردن اسييد باز) از $t_0 + 4h$ تا $t_0 + 4h$ برای اضافه کردن اسييد باز در سه مرحله:

- دوره B (دوره تعادل) از $t_0 + 44h$ تا $t_0 + 44h$ دوره تعادل;

- دوره C (دوره تصدیق) از $t_0 + 44h$ تا $t_0 + 48h$ برای تصدیق شرایط تعادل.

پس از هر يك از اين دورهها pH را در مایع تعیین کنید.

کل دوره تماس (A+B+C) ۴۸ h است.

۲-۹ محدوده pH

آزمون باید محدوده pH بين ۲ تا ۱۲ (يعني هم داري کمترین مقدار ۲ ≤ و هم بالاترین مقدار ۱۲ ≥) را با حداقل هشت مقدار pH آزمون شده از جمله pH طبیعی (بدون اضافه کردن اسييد يا باز) را پوشش دهد. بیشترین اختلاف بين دو مقدار pH متولى نباید از ۱,۵ واحد pH تجاوز کند.

1-Sample splitter

2-Coning and quartering

یادآوری- برای حصول اطمینان از این که مقادیر pH مناسب بتوانند در یک اجرا به دست آیند، بطری‌های اضافی را می‌توان آماده نمود و فقط بطری‌هایی را که دارای مقادیر pH نهایی مطلوب باشند، برای آزمون حفظ کرد.

محدوده pH تحت پوشش این آزمون، ممکن است به محدوده pH مرتبط با ماده ویژه و مشکل مورد نظر، محدود شود. همچنین محدوده pH ای که باید پوشش داده شود به خصوصیات ویژه ماده پسماند، اطلاعات موجود درباره این ماده و سوالاتی که با اجرای آزمون باید پاسخ داده شوند، بستگی دارد. تعداد سطوح pH در نظر گرفته شده، در صورت نیاز می‌تواند در حوزه pH خاصی، کاهش یا افزایش یابد. رهایش اندازه‌گیری شده در pH پایین (pH=۲) را می‌توان برای تخمین موجودیت بالقوه برای فروشی، که خاصیت مرتبطی برای مدل‌سازی ژئوشیمیایی است، به کار گرفت.

۳-۹ آزمون فروشی

۱-۳-۹ کلیات

روش اجرایی زیر برای هر یک از مقادیر pH انتخاب شده‌ای که مورد آزمون قرار خواهند گرفت، به کار گرفته می‌شود.

۲-۳-۹ آماده‌سازی فروشی

صرف اسید یا باز را برای رسیدن به مقادیر pH مرتبط تخمین بزنید. نماد A mol H⁺/kg (ماده خشک) برای پیش‌تخمین مصرف اسید و نماد B mol OH⁻/kg (ماده خشک) برای پیش‌تخمین مصرف باز مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این نمادها برای تعیین قدرت اسید و باز مورد نیاز استفاده کنید.

صرف اسید یا باز برای مقادیر pH مورد نظر ممکن است از اطلاعات موجود، از روش‌های اجرایی مقدماتی در پیوست پ یا از اطلاعات موجود در پیوست ت استخراج شود.

حجم V مایع را برای ایجاد L/S = 10 l/kg ± 0.2 l/kg برای اندازه واقعی آزمونه M_w (به بند ۴-۸ مراجعه کنید) از جمله حجم اسید یا باز محاسبه کنید.

$$V = 10 \times M_d \quad (3)$$

که در آن:

$$V \text{ حجم کل مایع در آزمون بر حسب ml}$$

$$M_d \text{ جرم خشک آزمونه بر حسب گرم (g)}$$

یادآوری- در رابطه با نسبت L/S در این معادله معادل "L" و M_d معادل "S" است.

مقدار فروشی‌گری را که باید به اندازه واقعی آزمونه اضافه شود تا محتوای رطوبت آزمونه را جبران کند، مطابق

معادله (۴) محاسبه کنید:

$$V_L = V - \left(\frac{100}{w} dr - 1 \right) \times M_d \quad (4)$$

که در آن:

$$V_L \text{ حجم فروشی‌گری است که باید اضافه شود، بر حسب ml}$$

$$w \text{ حجم کل مایع در آزمون، بر حسب ml}$$

جرم خشک آزمونه، بر حسب گرم (g) (به بند ۴-۸ مراجعه کنید); M_d
 مانده خشک پسماند بیان شده بر حسب درصد (%) (به بند ۳-۸ مراجعه کنید).
 فروشویش گر را از آب کانی زدوده (به بند ۱-۶ مراجعه کنید) و اسید یا باز (به بند های ۲-۶ یا ۳-۶ مراجعه کنید) مطابق با مصرف اسید/باز برای pH مربوطه، تهیه کنید.
 فروشویش گر تنظیم شده با اسید را به صورت زیر تهیه کنید:

$$V_L = V_{demin} + V_A \quad (5)$$

$$V_A = \frac{A \times M_d}{C_A} \quad (6)$$

که در آن:

$$\text{حجم فروشویش گر تهیه شده، بر حسب ml} \quad V_L$$

$$\text{حجم آب کانی زدوده به کار رفته، بر حسب ml} \quad V_{demin}$$

$$\text{حجم اسید مورد نیاز، بر حسب ml} \quad V_A$$

$$\text{صرف اسید برای رسیدن به pH مورد نظر، بر حسب mol H}^+/\text{kg ماده خشک;} \quad A$$

$$\text{جرم آزمونه خشک، بر حسب گرم (g) (به بند ۴-۸ مراجعه کنید);} \quad M_d$$

$$\text{غلظت اسید، بر حسب مول بر لیتر (mol/l) (به بند ۲-۶ مراجعه کنید).} \quad C_A$$

فروشویش گر تنظیم شده با باز را به صورت زیر تهیه کنید:

$$V_L = V_{demin} + V_B \quad (7)$$

$$V_B = \frac{B \times M_d}{C_B} \quad (8)$$

که در آن:

$$\text{حجم فروشویش گر تهیه شده، بر حسب ml} \quad V_L$$

$$\text{حجم آب کانی زدوده به کار رفته، بر حسب ml} \quad V_{demin}$$

$$\text{حجم باز مورد نیاز، بر حسب ml} \quad V_B$$

$$\text{صرف باز برای رسیدن به pH مورد نظر، بر حسب mol OH}^-/\text{kg ماده خشک;} \quad B$$

$$\text{جرم آزمونه خشک، بر حسب گرم (g) (به بند ۴-۸ مراجعه کنید);} \quad M_d$$

$$\text{غلظت باز، بر حسب مول بر لیتر (mol/l) (به بند ۳-۶ مراجعه کنید);} \quad C_B$$

حجم V_L فروشویش گر را به سه قسمت مساوی $V_L/3$ تقسیم کنید.

۳-۳-۹ روش اجرایی فروشویی

آزمون را در دمای ${}^{\circ}\text{C} \pm 5$ ${}^{\circ}\text{C}$ انجام دهید.

مطابق با اندازه آزمونه، بطری ای با اندازه مناسب انتخاب کنید. برای مقادیر M_d برابر با ۱۵ g، ۳۰ g و ۶۰ g اندازه های بطری به ترتیب ۱۰۰۰ ml، ۵۰۰ ml و ۲۵۰ ml مناسب خواهد بود.

بطری را قبل از استفاده، با پر کردن از نیتریک اسید ۱ mol/l (به بند ۲-۶ مراجعه کنید) تمیز کنید، و آن را دست کم به مدت ۲۴ h به همان حال رها کنید و سپس آن را به صورت فلاشینگ با آب کانیزدوده بشویید (به بند ۱-۶ مراجعه کنید).

یکی از آزمونهای را در بطری شسته شده، قرار دهید.

حجم فروشویش گر $V_L/3$ را در سه زمان مختلف اضافه کنید:

- قسمت اول را در t_0 :

- قسمت دوم را در $t_0+30\text{ min}$:

- قسمت سوم را در $t_0+2\text{ h}$:

در بطری را بیندید و سوسپانسیون (به بند ۱-۷ مراجعه کنید) را بین هر اضافه کردن فروشویش گر هم بزنید. pH را قبل از اضافه کردن قسمتهای دوم و سوم اندازه بگیرید و ثبت کنید و اگر در آن زمان، انحراف از مقادیر pH مورد انتظار مشاهده شد، بطری‌های اضافی را با اضافه کردن اسید/باز اصلاح شده تهیه کنید.

به هم زدن پس از آخرین اضافه کردن فروشویش گر تا زمان $t = t_0+48\text{ h}$ ادامه دهید.

در مورد برخی از مواد پسماندها ممکن است گاز (برای مثال CO_2 , H_2) ایجاد شود. توصیه می‌شود توجه لازم هنگام باز کردن بطری‌ها برای رها کردن فشار (ترجیحاً در زیر هود)، معطوف شود. همچنین ممکن است در طی آزمون، فشار قابل مشاهده‌ای ایجاد شود که به صورت تورم بطری خود را نشان دهد. در چنین مواردی، فشار را می‌توان در خلال آزمون رها کرد.

برای مقادیر بالای pH ($\text{pH} > 9$) خروج CO_2 ممکن است فرآیند فروشویی را تحت تاثیر قرار دهد. می‌توان با به حداقل رساندن زمان تماس با هوا در اثنای اجرای آزمون، این حالت را کاهش داد.

مقدار pH را در « $t_0+4\text{ h}$ », « $t_0+44\text{ h}$ »، « $t_0+44\text{ h}$ » اندازه گیری و ثبت کنید. به منظور اندازه گیری pH، هم زدن را متوقف کنید و به محلوت به مدت ۵ min فرصت دهید تا ساکن شود. pH را با داخل کردن الکترود به درون فروشویش گر در داخل بطری، اندازه گیری کنید.

یادآوری ۱- مقدار pH در « $t_0+4\text{ h}$ » برای بررسی اینکه تصحیح pH کافی با اضافه کردن اسید یا باز به دست آمده است، به کار گرفته می‌شود.

از آن جا که pH به صورت مستقیم در سوسپانسیون اندازه گیری می‌شود، الکترود pH را قبل و بین اندازه گیری‌ها کاملاً بشویید و خشک کنید تا سوسپانسیون را آلوده نکند.

مقدار pH ای که قبل از صاف کردن در « $t_0+48\text{ h}$ » اندازه گیری می‌شود، تنها pH ای است که به آنالیز محصول شویش مربوط است. هدایت (بند ۷-۲-۷) را اندازه گیری کنید و پتانسیل ردوکس را به صورت اختیاری اندازه گیری کنید (۸-۲-۷).

یادآوری ۲- از آن جا که فرایند صاف کردن می‌تواند pH را در محصول شویش تغییر دهد، لذا مقدار pH به صورت مستقیم در بطری در « $t_0+48\text{ h}$ » اندازه گیری می‌شود.

انحراف pH بین $t_0+4\text{ h}$ و $t_0+44\text{ h}$ را گزارش کنید.

اختلاف بین pH در « $t_0+48\text{ h}$ » و pH در « $t_0+44\text{ h}$ » نباید از $0\text{--}3$ واحد pH تجاوز کند، که وقوع این امر محدودیتی برای رسیدن به تعادل است (به بند ۳-۳ مراجعه کنید). اگر این الزام برآورده نشود، باید به صورت ویژه‌ای در گزارش ثبت شود.

اگر نقاط pH آزمایشگاهی خیلی زیادی منحرف شوند (بیش از سه مورد در بین هشت مورد)، این نتیجه حاصل می‌شود که ماده به pH در دامنه ویژه‌ای از pH دارای حساسیت فرینی^۱ است، و این امر می‌تواند در تفسیرهای بعدی نتایج آزمون پراهمیت باشد و باید به صورت ویژه در گزارش آزمون گنجانده شود.

یادآوری ۳- هنگامی که رسیدن به تعادل برای کاربرد ویژه‌ای ضروری باشد، اما در آزمون محقق نشود، امکان این وجود دارد که آزمون را به مدت حداقل هفت روز برای همه هشت نقطه آزمایشگاهی pH (مقادیر pH انتخاب شده) ادامه داد تا از وابستگی نتایج در 48 h با نتایج به دست آمده در زمان‌های فروشوبی طولانی‌تر اجتناب شود. در این حالت، انحراف pH در 24 h در $0\text{--}3$ واحد pH محدود شود (حداکثر بین روزهای ششم و هفتم).

نقشه‌های آزمایشگاهی pH را که با این شرایط جدید مطابقت ندارند، نباید مورد استفاده قرار گیرند و این واقعیت باید در گزارش ثبت شود. این روش اجرایی خاص، قسمتی از این استاندارد نیست. به مدت $15\text{ min} \pm 5\text{ min}$ صبر کنید تا جامدات معلق تهنشین شوند.

قبل از هر استفاده، قسمتی از دستگاه صافی را در تماس با محصول شویش قرار دارد، با نیتریک اسید (بند ۲-۶) آبکشی کنید و با آب (بند ۱-۶) بشویید.

سوسپانسیون را از طریق صافی غشایی $45\text{ }\mu\text{m}$ (بند ۷-۵) و با استفاده از دستگاه صافی، صاف کنید. بلافارسله تیمار محصول شویش را به همان صورتی که در بند ۱۰ تعیین شده است، انجام دهید.

۴-۹ pH طبیعی

عملیات بند ۳-۹ را برای آزمونه اما بدون اضافه کردن اسید یا باز تکرار کنید. به همان صورتی که در بند ۹-۳ توضیح داده شد، مقدار pH را پس از 4 h ، 44 h و 48 h اندازه‌گیری کنید. مقدار pH اندازه‌گیری شده قبل از صاف کردن در « $t_0+48\text{ h}$ » تنها مقدار مرتبط با آنالیز محصول شویش است. هدایت (بند ۷-۲) را اندازه‌گیری کنید و پتانسیل ردوکس (بند ۷-۸) را به صورت اختیاری اندازه‌گیری کنید.

هدایت خیلی پایین در محصول شویش در pH طبیعی ممکن است تولید کلوفیدها را افزایش دهد که این امر ممکن است صافی‌ها را مسدود کند و غلظت‌های اندازه‌گیری شده را افزایش دهد. می‌توان با اضافه کردن NaNO_3 به فروشوبیش گر در غلظت‌های قابل مقایسه با غلظت‌های اسید یا باز در نزدیکترین مقادیر pH آزمون شده، از این امر اجتناب کرد.

استفاده از NaNO_3 (مقدار و غلظت) باید گزارش شود.

۱۰ تیمار، نگهداری و آنالیز محصول شویش

محصول شویش را برای استفاده در آنالیزهای شیمیایی مختلف، به تعداد مناسبی از زیرنمونه‌ها تقسیم کنید. زیرنمونه‌های محصول شویش را بسته به عناصری که باید آنالیز شوند، مطابق با الزامات استاندارد ۹۸۸۶ حفظ و نگهداری کنید.

غلظت‌های ترکیبات مورد نظر را با به کارگیری روش‌های آنالیز محصول شویش مطابق با استاندارد EN 16192 تعیین کنید.

۱۱ آزمون بلانک^۱

به منظور بررسی چگونگی عملکرد کامل روش اجرایی، میزان تاثیر فروشویش‌گر، دستگاه‌ها و صافی‌های غشایی در نتایج، باید به صورت دوره‌ای با اجرای آزمون بلانک تعیین شود.

تناوب آزمون بلانک مرتبط با تعداد آزمون‌هایی است که آزمایشگاه انجام می‌دهد و باید در سیستم کنترل کیفی آزمایشگاه در خصوص آن، اطمینان حاصل شود.

آزمون‌های مختلف بلانک را با اجرای روش اجرایی مطابق با بندهای ۳-۹ و ۱۰ بدون مواد جامد با اضافه کردن موارد زیر به دست آورید:

- حداقل مقدار هم اسید و هم باز با حجم‌های مشابه مورد استفاده در آزمون‌ها به فروشویش‌گر؛
- اسید مورد استفاده برای به دست آوردن pH برابر با ۲؛
- باز مورد استفاده برای به دست آوردن pH برابر با ۱۲؛

محصولات شویش آزمون‌های بلانک باید حداقل الزامی را که عبارت است از این که غلظت هر عنصر مورد نظر بايستی کمتر از ۱۰٪ غلظت در محصول شویش باشد، محقق کنند. اگر غلظت یک عنصر زیر حد تشخیص روش تجزیه‌ای مورد استفاده باشد، الزامات آزمون بلانک در صورتی محقق خواهد شد که آزمون بلانک کمتر از همان حد تشخیص باشد. اگر این الزام محقق نشود، کاهش آلودگی ضرورت می‌یابد.
نتایج آزمون بلانک باید موجود باشند.

نتایج اندازه‌گیری آزمون بلانک را از نتایج آزمون کسر نکنید.

یادآوری- آزمون با هدف رسیدن به تعادل انجام می‌گیرد که در آن نقش تجهیزات لحاظ شده است. بنابراین، کسر نتایج آزمون بلانک منجر به غلظت تعادلی نادرست خواهد شد.

۱۲ ویژگی‌های عملکردی

ویژگی‌های عملکردی روش که به صورت صحه‌گذاری بین مقایسه‌ای موازی، بین روش قابل مقایسه ۱۳۱۳ مربوط به US EPA و این استاندارد صورت گرفته است در پیوست ث ارائه شده است. جدول ۱ حاوی مقادیر نوعی به دست آمده برای حدود تکرارپذیری و تجدیدپذیری در محدوده‌های مشاهده شده آنهاست. مقادیر نوعی از داده‌های جداول ث ۲ و ث ۳ با در نظر گرفتن مقدار میانه و گرد کردن اعداد، مشتق شده است.

جدول ۱ - مقادیر نوعی و محدوده‌های مشاهده شده حدود تکرارپذیری و تجدیدپذیری

محدوده مشاهده شده٪	مقدار نوعی٪	نتایج صحه‌گذاری رفتار فروشوبی وابسته به pH موادی از پسماند و پسماند پایدارشده
۲۵-۴	۱۰	حد تکرارپذیری، r
۶۱-۶	۲۶	حد تجدیدپذیری، R

حد تجدیدپذیری تفاوت هایی (مشتی یا منفی) را که می‌تواند (با حد اطمینان آماری ۹۵٪) بین یک نتیجه آزمون منفرد به دست آمده به وسیله یک آزمایشگاه با استفاده از امکانات موجود خود و نتیجه آزمون دیگری که به وسیله آزمایشگاه دیگری با به کار بردن امکانات خود تحت شرایط زیر به دست آمده است، وجود داشته باشد را، بیان می‌کند: آزمون‌ها مطابق با همه الزامات این استاندارد اجرا شدند و نمونه‌های دو آزمایشگاه از همان نمونه مقدماتی میدانی به دست آمدند و تحت روش‌های اجرایی یکسان آماده‌سازی شدند. حد تکرارپذیری به اندازه‌گیری‌های به دست آمده از یک آزمایشگاه مربوط است که تمام دیگر شرایط یکسان هستند. حد تجدیدپذیری و حد تکرارپذیری نمونه‌برداری را تحت پوشش قرار نمی‌دهند، اما همه تمهیمات انجام گرفته بر روی نمونه آزمایشگاهی مشتمل بر تهیه آن از نمونه میدانی اولیه را پوشش می‌دهند.

یادآوری - همان طور که در جداول ۱، ۳ و ۲ ارائه شده است، در صورتی که اندازه‌گیری رفتار فروشوبی وابسته به pH موادی از پسماند و پسماند پایدارشده مطابق با این استاندارد اجرا شوند، حد تکرارپذیری (r) و حد تجدیدپذیری (R) مقادیر نشان‌دهنده دقت قابل دستیابی می‌باشند.

تعداد محدودی از مواد و پارامترها مورد آزمون قرار گرفتند. در نتیجه، برای دیگر مواد و پارامترها، ویژگی‌های عملکردی ممکن است خارج از حدودی که از صحه‌گذاری اندازه‌گیری رفتار فروشوبی وابسته به pH موادی از پسماند و پسماند پایدارشده به دست آمده‌اند، قرار گیرند. به ویژه در مورد مواد نسبتاً ناهمگن، ممکن است حدود تکرارپذیری و تجدیدپذیری بزرگ‌تر از مقادیر ارائه شده در جداول ۱، ۳ و ۲ باشند.

۱۳ گزارش آزمون

به منظور مطابقت با این استاندارد، گزارش آزمون باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

الف - ارجاع به شماره این استاندارد ملی؛

ب - تاریخ دریافت نمونه آزمایشگاهی؛

پ - گزارش نمونه‌برداری مطابق با بند ۸-۱؛

ت - تاریخ انجام آزمون (شروع و خاتمه)؛

ث - شناسه‌گذاری کامل نمونه آزمایشگاهی (از جمله مانده خشک)؛

ج - پیش‌تیمار (برای مثال روش کاهش اندازه، خشک کردن، تقسیم‌بندی مجدد) و شرایط نگهداری؛

چ - محدوده دما در طی اجرای آزمون؛

ح - فواصل انتخابی pH و تعداد آزمونهای (N) آزمون شده در خلال این فاصله pH؛

خ - جرم آزمونه خشک (g)؛

د- حجم‌ها (ml) و غلظت‌های (mol/l) اسید، حجم‌ها (ml) و غلظت‌های (mol/l) باز و مقادیر مربوطه H^+ یا OH^- ؛ (mol/kg DM)

ذ- حجم فروشیش گر (ml) و L/S حاصل (l/kg)؛

ر- تشکیل گاز، حسب اقتضا؛

ز- مقادیر pH در $t_0+44\text{h}$ ، $t_0+48\text{h}$ و $t_0+4\text{h}$ و تفاوت pH بین $t_0+4\text{h}$ و $t_0+44\text{h}$ و $t_0+48\text{h}$ ؛

ژ- روش حفظ عناصر مختلف مطابق با بند ۹؛

س- گزارش تجزیه‌ای مطابق با بند ۹؛

ش- تاریخ آخرین آزمون بلانک، نتایج بلانک باید به محض درخواست ارائه شوند؛

ص- هر انحرافی از روش آزمون و دلیل این انحراف همراه با تمامی شرایطی که نتایج را تحت تاثیر قرار داده‌اند؛

ض- داده‌ها را برای نتایج آزمون در برگه داده‌ها ثبت کنید.

یادآوری- مثالی از برگه داده‌ها در پیوست الف ارائه شده است.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثالی از برگه داده‌ها

جدول الف۱- مثالی از برگه داده‌ها برای ثبت نتایج آزمون

شماره بطری								یکا	
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
								g	جرم آزمونه خشک
								ml	حجم اسید
								mol/l	غلظت اسید
								ml	حجم باز
								mol/l	غلظت باز
								mol/kg DM	OH^- یا H^+
								ml	حجم فروشویش گر
								l/kg	L/S حاصل
									$t_0+4\text{h}$ در pH
									$t_0+44\text{h}$ در pH
									$t_0+48\text{h}$ در pH
									$(t_0+4\text{h}) - (t_0+44\text{h})$ در ΔpH
									$(t_0+44\text{h}) - (t_0+48\text{h})$ در ΔpH
								mg/l	ترکیب ۱:
								mg/l	ترکیب ۲:
								mg/l	ترکیب ۳:
								mg/l	ترکیب ۴:
								mg/l	ترکیب ۵:
								mg/l	ترکیب ۶:
									غیره

پیوست ب

(اطلاعاتی)

اجرا و کاربردهای آزمون-تاثیر pH بر رفتار فروشوبی

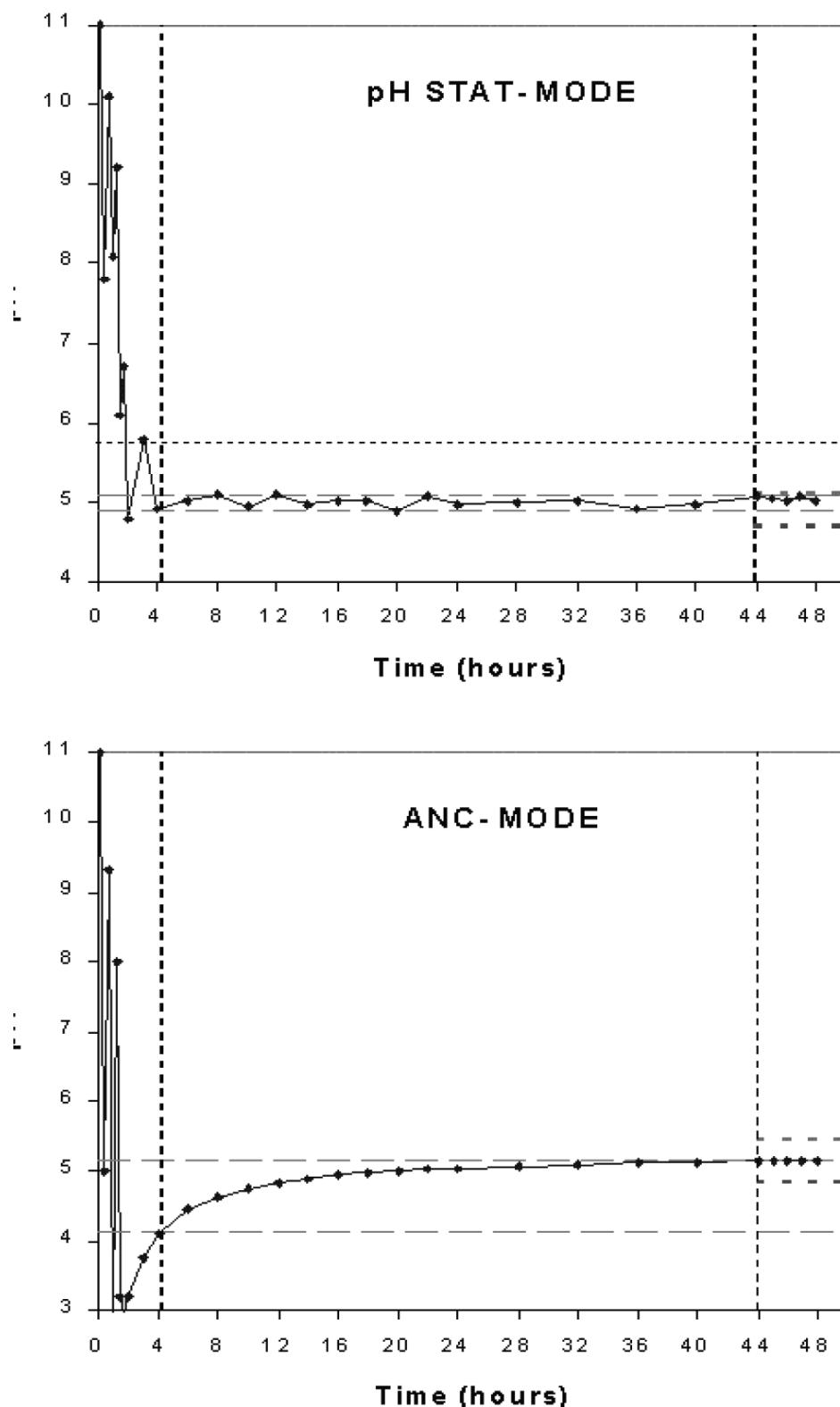
ب-۱

تبیین دو روش اجرای آزمون: تاثیر pH بر رفتار فروشوبی

هدف این استاندارد و استاندارد EN 14997، تعیین تاثیر pH بر رهایش ترکیبات معدنی از مواد پسماند است.

در آزمون تشریح شده در این استاندارد، شرایط تعادل در مقادیر مختلف pH، در نتیجه واکنش بین مقادیر از پیش انتخاب شده اسید یا باز و آزمونهای مواد پسماند، برقرار می شود. کاهش اندازه به منظور تسهیل به تعادل رسانی، انجام گردید.

علاوه بر تاثیر pH بر فروشوبی، آزمون به این امر می پردازد که تاثیر pH بر فروشوبی از طریق کنترل پیوسته pH برای کنترل اتحال پذیری در مقادیر بدقت مشخص شده pH، مناسب است. آزمون به این می پردازد که تاثیر pH بر فروشوبی با کنترل پیوسته pH، به ویژه زمانی که مواد مورد آزمون دارای ظرفیت بافری خیلی پایینی می باشند یا در مورد تعیین تاثیر pH بر فروشوبی در pH ای که تغییر کوچک pH منجر به تغییر شدید در رهایش می شود، مناسب است.



شکل ب۱- تغییرات نوعی pH در خلال دو روش آزمون برای تعیین تاثیر pH بر رفتار فروشوبی یک مادهٔ قلیایی در pH نهایی حدود ۵

ب-۲ بیان نتایج

- نتایج را می‌توان با سه نوع نمایش گرافیکی، بیان کرد. آنها نمایش بصری از نتایج آزمون را به صورت روندی میسر می‌کنند (به بند ب-۳ مراجعه کنید):
- pH در « t_0+48h » (به بند ۲-۳-۹ مراجعه کنید) در مقابل مقادیر اسید یا باز اضافه شده (منحنی ANC یا BNC) که به صورت H^+OH^- mol اضافه شده به ازای kg ماده خشک بیان می‌شود؛
 - غلظت هر ترکیب آنالیز شده در محصولات شویش در مقیاس لگاریتمی بر حسب mg/l در مقابل pH در « t_0+48h »؛
 - غلظت هر ترکیب آنالیز شده در محصولات شویش در مقیاس خطی بر حسب mg/l در مقابل مقادیر اسید یا باز اضافه شده H^+ mmol یا OH^- mmol بر kg ماده خشک).
- یادآوری- همچنین در سومین روش نمایش بصری، pH در t_0+48h می‌تواند به عنوان دومین محور عرض‌ها اضافه شود. در صورتی که مقادیر فروشويی شده (U_x) mg/kg ماده پسماند خشک) مورد نياز باشند، می‌توان آن‌ها را به صورت مستقیم با ضرب کردن غلظتها بر حسب l در مقدار $L/S=10$ l/kg (به صورت معمول ماده خشک) محاسبه کرد.

ب-۳ دامنه کاربرد و محدودیت‌های کاربرد میدانی آزمون

- ب-۳-۱ اظهارات درباره استفاده از نتایج آزمون وابسته به pH برای ارزیابی تاثیرات پیرشدگی^۱ رفتار فروشويی بستگی به pH دارد، و pH ماده ممکن است در عمل تغییر کند. در مورد مواد قلیایی، تغییرات pH عمده‌تاً ناشی از کربندهشدن است. کربندهشدن فرآیندی طبیعی است که از طریق آن CO_2 موجود در هوای وسیله مواد قلیایی جذب می‌شود. در نتیجه، کربندهشدن مواد قلیایی عامل مهمی است که منجر به تغییرات pH شده و ترکیب معدنی ماده (به طور عمده با تشکیل مواد کربناتی) را تغییر می‌دهد. پیرشدگی و در معرض هوا قرار گرفتن، شرایط عمومی‌تری هستند که ممکن است موجب چندین تغییر همزمان در ماده شوند (برای مثال فرآیندهای کربندهشدن و اکسیداسیون احیا) و می‌تواند منجر به تشکیل مواد پایدارتر یا جاگیری مواد در فازهای جذبی پایدارتر گردد.

از کارهای آزمایشگاهی بر روی مواد قلیایی تازه و همان مواد به صورت کربناته در آزمایشگاه یا میدان (برای مثال محصولات سیمانی، انواع سرباره، خاکستر حاصل از سوزاندن پسماند جامد شهری)، در نتیجه فرآیندهای کربندهشدن، تغییر عمده بر فروشويی‌پذیری برای Ca (تشکیل کلسیت)، Mg، Ba و Sr مشاهده شد. در خیلی از موارد، عناصر کم‌مقدار، ویژگی‌های فروشويی مشابه با محصولات تازه نشان دادند، که این امر را می‌توان با دیگر عوامل کنترل‌کننده اتحلال‌پذیری، غیر از آنهایی که تحت تاثیر کربندهشدن قرار می‌گیرند، توضیح داد [۱۶، ۱۷، ۱۸]. به معنای دقیق کلمه، آزمون محصول تازه، اطلاعات ارزشمندی را درباره چگونگی تغییر فروشويی به عنوان تابعی از pH به مجرد کربندهشدن، فراهم خواهد کرد. ماهیت این اطلاعات تنها تا زمانی کیفی است که صرفا محصول تازه آزمون شود، زیرا مشخص شده است که عناصر

کم مقدار مانند فلزات در اثر کربندهشدن، رفتار فروشوبی وابسته به pH متفاوتی، در مقایسه با مواد تازه نشان می دهد [۲۱، ۲۲]. افزون بر این، هنگامی که موادی مانند Ba، Ca، Mg، و Sr مورد نظر باشند (تعیین مشخصات مواد کربنده شده، تخمین بهتری را در آن مورد ارائه می کند)، تعیین مشخصات مواد تازه، ضرورت‌آ به تغییرات شیمیایی مقتضی نمی پردازد. بنابراین، آزمون مواد تازه و قدیمی، هر دو (برای مثال پس از پیش‌تیمار) تغییرات کمی‌تر قابل توجهی را در فروشوبی پذیری عناصر در صورت اعمال چنین تغییراتی که همچنین تحت شرایط میدانی مناسب هستند، ارائه می کند [۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲].

برای اهداف تفسیر آزمون، درک اینکه در مورد کاربردهای فلهای مواد قلیایی، مرزهای بیرونی‌تر ماده مواجهه یافته، تحت تاثیر عواملی چون تماس با اتمسفر (CO_2 و O_2)، تماس با اتمسفر خاک (با سطح CO_2 بالاترحدود سه برابر) و خنثی‌سازی بهوسیله ظرفیت بافری خاک، قرار می‌گیرند، دارای اهمیت است. اگرچه ممکن است مناطق داخلی‌تر شرایط قلیایی را مدت طولانی‌تری حفظ کنند، سطح بیرونی مواجهه یافته تا حد زیادی، تاثیر مشاهده شده (بسته به شرایط استفاده) را تعیین می‌کند. بسته به رفتار وابسته به pH عنصر مورد نظر، این امر ممکن است به رهایش پایین‌تری (برای مثال در مورد Pb) یا رهایش افزایش بافت‌های (برای مثال در مورد اکسی آئیون‌ها) در مقایسه با خصوصیات ماده تازه تولید شده، منجر گردد.

دیگر کاربرد نتایج آزمون وابسته به pH می‌تواند توصیف مکانیسم‌های شیمیایی که فروشوبی عناصر عمده و جزئی را کنترل می‌کنند، باشد. به منظور اجرایی کردن چنین ارزیابی، محدوده‌ای از مقادیر pH در آزمون مورد نیاز است که بخشی از آن‌ها، بیرون از پنجه pH مرتبط برای محصولات ساختمانی خنثی یا قلیایی در عمل (برای مثال محدوده pH بین ۸ تا ۱۲) است. این مقادیر در محدوده مقادیر pH ای که باقیستی در آزمون پوشش داده شوند، گنجانده می‌شوند و محدوده pH بین ۲ تا ۱۲ گسترش می‌یابد (به بند ۲-۹ مراجعه کنید). آگاهی از این مکانیسم‌ها برای تغییرات محتمل در فروشوبی در مقیاس زمان‌های طولانی‌تر و/یا ایجاد مبنایی برای بهبود کیفیت محیط‌زیست مرتبط است. برای رسیدن به این هدف، تلفیقی از آزمون و مدل‌سازی ژئوشیمیایی در جایی که فرضیه مکانیسم‌های فروشوبی قابل فرض باشد و به وسیله مقایسه با رفتار فروشوبی مشاهده شده از آزمون وابسته به pH آزمون شود، می‌تواند به کار گرفته شود. مثال‌هایی از این کاربردها در مراجع [۱۰، ۱۲، ۱۸، ۱۶، ۲۱ و ۲۲] ارائه شده است.

آزمون وابسته به pH برای گستره وسیعی از پسماندهای خط‌نراک، غیرخط‌نراک، پسماند جامد شهری، سرباره‌های صنعتی، پسماند معدن، گستره وسیعی از محصولات ساختمانی، خاک‌ها، خاک آلوده شده، رسوبات، گل و لای (لجن)، پسماند شیشه‌ای^۱، پسماند پایدارشده، گرد و خاک موجود در هوای پسماند هسته‌ای در مقادیر کم مناسب است. روش برای همه مواد معدنی سازگار است همان طور که به طور نوعی ۳۰ عنصر عمده، جزئی و کم‌مقدار با ICP-OES و روش‌های اضافی برای آئیون‌ها (برای مثال Cl، Br، F، Po-210، Pb-210، Tc-99) به کار برده سولفات) آنالیز شده‌اند. علاوه بر این، روش برای نوکلئیدهای پرتوزا (Po-210، Pb-210، Tc-99) به کار برده

شده است. و سرانجام، روش برای آلاینده‌های آلی، که نه به تنها بی بلکه از طریق برهم‌کنش با DOC بر تغییرات pH تاثیرگذار هستند، به کار گرفته شده است.

۲-۳ مثال‌هایی از کاربرد نتایج آزمون و ملاحظاتی بر روی دامنه کاربرد
این آزمون اطلاعاتی را درباره تاثیر pH بر فروشی تحت شرایط آزمایشگاهی مشخص شده در این استاندارد، فراهم می‌کند [۱۰-۱۵] و تاثیرات دیگر پارامترها مانند تاثیر دیگر اسیدها و بازها غیر از نیتریک اسید/سدیم هیدروکسید مورد استفاده در این آزمون، تاثیر کربن آلی حل شده، تاثیر کمپلکسه شدن، تاثیر شرایط ردوکس را به طور مستقیم لحاظ نمی‌کند.

این روش آزمون همان طور که در استاندارد 12920 EN تعریف شده است، آزمون ویژه پارامتری است. به کارگیری این روش آزمون، به تنها بی برای تعیین دقیق رفتار فروشی پسماند تحت شرایط ویژه، کافی نیست.

یادآوری- این امر، قاعده‌تا مستلزم کاربرد چندین روش آزمون، مدل‌سازی رفتاری و صحه‌گذاری مدل به صورت تعریف شده در استاندارد 12920 EN است.

بنابراین، به شرطی که نیتریک اسید/سدیم هیدروکسید مورد استفاده در آزمون همانند دیگر شرایط آزمایشگاهی برای سناریوی مورد نظر، مرتبط باشند، این آزمون برای موارد زیر مفید خواهد بود:

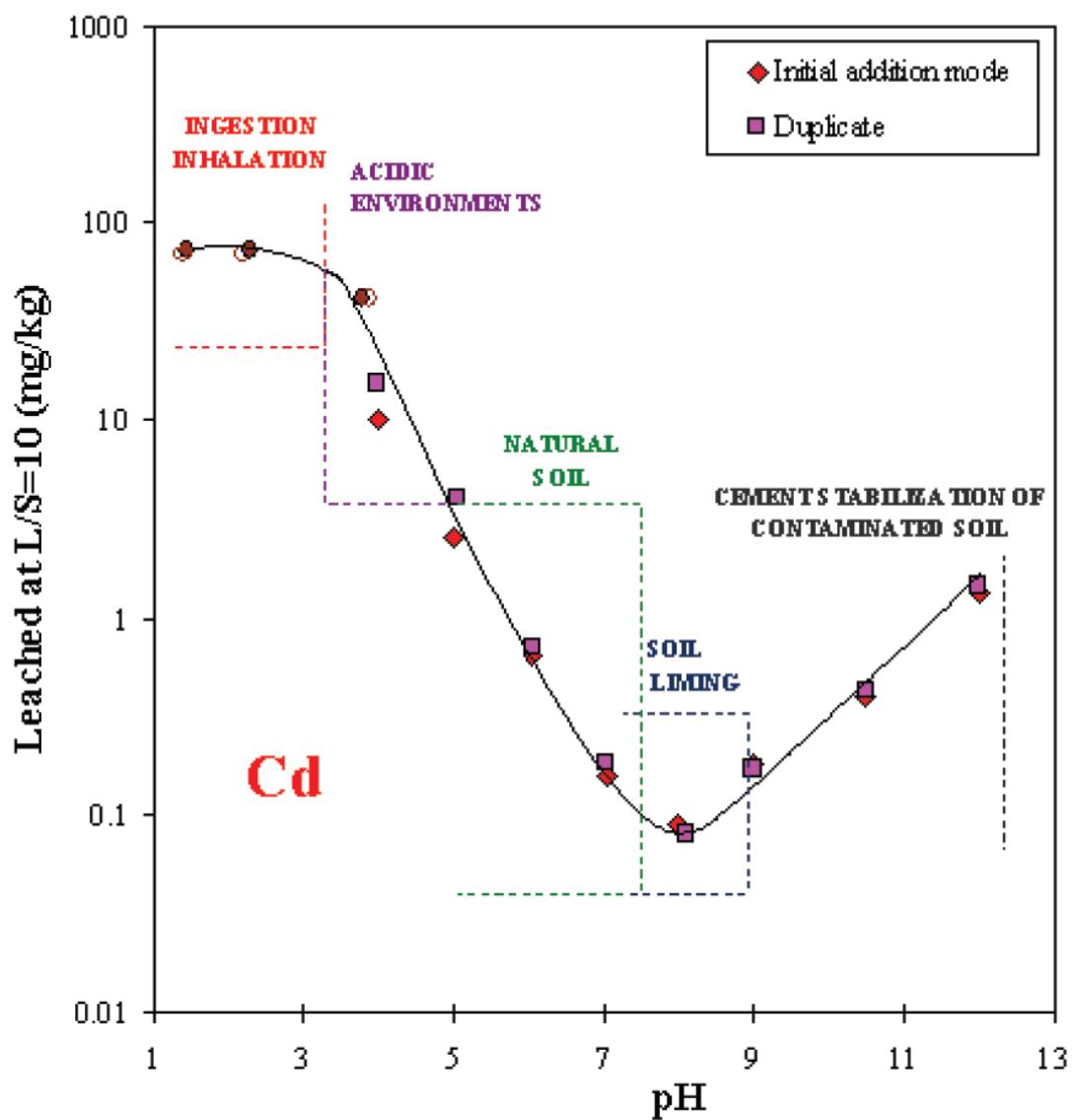
- تعیین کمیت و کیفیت مقاومت مواد به حمله اسید-باز از طریق غلظت اندازه‌گیری شده به عنوان تابعی از pH و اسید/باز مورد نیاز برای رسیدن به pH نهایی؛
- تشخیص روندهای رفتار شیمیایی و سطوح دسترپذیری اجزاء در مقادیر مختلف pH تحت شرایط آزمایشگاهی تعریف شده در این آزمون. این مقادیر می‌توانند به عنوان درونداد، برای مدل‌سازی رفتار شیمیایی با استفاده از مدل‌های اختصاصی ساز ژئوشیمیایی^۱ به کار گرفته شوند. در خیلی از موارد، همچنین بینشی را درباره ارتباط کنترل‌های ویژه انحلال‌پذیری و مکانیسم‌های رهایش (برای مثال فرضیه فرموله شده درباره مکانیسم‌های حل شدن) به وجود می‌آورد؛

- ایجاد مبنایی از مراجع برای آزمون‌های مختلف فروشی، همان طور که نشان داده شده است pH یکی از عامل‌های عمدۀ کنترل‌کننده افتراق آزمون‌ها از هم‌دیگر است؛

- مقایسه رفتار فروشی همان پارامتر از پسماندهای مختلف یا گروه‌های مختلف مواد، با توجه به pH با قابلیت اثبات تشابهاتی در شرایط کنترل‌کننده انحلال‌پذیری بدون در نظر گرفتن بافت ماده؛
- تولید داده‌هایی برای تغذیه مدل‌های رفتاری دینامیک، برای مثال تحت رابطه زیر:
حلالیت = $f = \text{pH}^{+}/\text{g meqH}^{+}$ در بافتار فیزیکو-شیمیایی مرتبط با حضور دیگر ترکیبات در آن ماده [۱۱، ۱۲]. برای تامین چنین داده‌هایی نمی‌توان همیشه از مقالات موجود کمک گرفت؛
در مقابل، موارد زیر از مقاصد این آزمون نیست:

-کمی‌سازی حداکثر کسر قابل حذف، به طوری که غلظت‌های به دست آمده مربوط به وضعیت حالت پایای نزدیک به تعادل شیمیایی باشند. برای مثال، مقادیر به دست آمده برای کمترین pH و در بالاترین pH فقط می‌توانند به عنوان رسیدن به حداکثر کسر قابل حذف فلزات و اکسی آنیون‌های مربوط در نظر گرفته شوند؛ رسیدن به سکویی در رهایش، می‌تواند چنین حداکثری را نشان دهد؛ بازسازی وضعیت‌های واقعی در سناریوهای اختصاصی، زیرا حداقل اطلاعاتی درباره L/S پایین مورد نیاز خواهد بود.

ب- ۴ مثال: تعیین حساسیت فروشوبی به pH در محدوده pH مرتبه از نظر زیست محیطی این آزمون، بینشی را درباره حساسیت فروشوبی اجزای یک ماده خاص نسبت به pH فراهم می‌کند (به شکل ب ۲ مراجعه کنید). مشخص شده است که این عامل، یک پارامتر عمده در کنترل رهایش در تقریباً همه مواد است. آشکارا، محدوده مناسب pH برای کاربرد مورد نظر ممکن است محدود شود. به هر حال، برای اهداف تعیین مشخصات، از آن جا که کاربردهای مختلف اطلاعات، وابسته به حوزه‌های مختلف pH است، محدوده کامل pH دست کم از ۲ تا ۱۲ دارای اهمیت است. در شکل ب ۲ رفتار فروشوبی تحت تاثیر pH برای Cd از خاک لجن دار^۱ نشان داده شده است [۵]. برداشتی از تکرارپذیری روش می‌تواند از آزمون دوتایی به دست آید. آزمون با اضافه کردن مقدماتی اسید/باز اجرا شد. شکل ب ۲، همچنین محدوده‌های نوعی pH برخی پسماندها-شرایط تلفیق سناریوها را نشان می‌دهد.



شکل ب-۲- نمایش تأثیر pH بر رفتار فروشویی خاک لجن دار در محدوده pH ۲ تا ۱۲ (اجرای آزمون با اضافه کردن مقدماتی اسید/باز)، و کاربرد آن در ارتباط با سناریوهای مختلف برای همان ماده.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

اندازه‌گیری مقدماتی مصرف اسید/باز

پ-۱ کلیات

به منظور تعیین مقدار و غلظت اسید/باز دو روش امکان‌پذیر است:

۱) روش تیتراسیون برای تخمین ANC و BNC؛

۲) تقسیم اختیاری حداکثر مصرف اسید/باز به مقادیر فرین pH.

پ-۲ روش اجرایی تیتراسیون برای تخمین ANC و BNC

پ-۲-۱ واکنشگرهای و سایل آزمایشگاهی

الف- بطری‌های ساخته شده از PTFE، PP، PE یا

ب- وسیله همزن یا متلاطم کننده: وسیله همزن مغناطیسی، با استفاده از میله مغناطیسی همزن پوشش‌داده شده

با PTFE، یا وسیله همزن مکانیکی، ساخته شده از شیشه یا

پ- نیتریک اسید، با غلظت 1 mol/l تا 0.1 mol/l .

ت- سدیم هیدروکسید، با غلظت 1 mol/l تا 0.5 mol/l .

ث- آب مقطر، آب کانی‌زدوده یا آبی با خلوص معادل ($\text{pH} < 7$) با هدایت 0.5 mS/m .

ج- pH متر، با درستی دست کم 0.05 pH واحد.

چ- تیتراتور (اختیاری).

پ-۲-۲ آزمونه

آزمونه‌ها مطابق با روش اجرایی بند ۸ آماده‌سازی می‌شوند. توصیه می‌شود که بر اساس ناهمگنی نمونه، اندازه

آزمونه M_d ، g، 15 یا 30 یا 60 (وزن خشک) (با رواداری $\pm 10\%$) باشد.

پ-۲-۳ روش کار

پ-۲-۳-۱ آماده‌سازی

آزمونه‌ها را در بطری‌های آبکشی‌شده قرار دهید، یکی را برای تیتراسیون اسیدی و دیگری را برای تیتراسیون قلیایی. آزمون پس از اضافه کردن اسید یا باز تا رسیدن به نسبت نهایی 10 برای L/S ادامه می‌یابد. اگر به دلیل مصرف بالای اسید یا باز از سوی ماده در مقدار خاص pH نسبت L/S از 11 تجاوز کرد، از اسید یا باز قوی‌تر باید برای تنظیم pH استفاده کنید.

مقدار V از آب کانی‌زدوده برای ایجاد نسبت مایع به جامد (L/S) حدود 9 ، به بطری‌ها اضافه کنید. مقدار V را به صورت زیر با فرض اینکه چگالی آب برابر 1 g/ml است محاسبه کنید:

$$V = 9 \times M_d - (M_w - M_d) \quad (پ-۱)$$

که در آن:

V مقدار آب کانی‌زدوده اضافه شده به بطری‌ها، بر حسب ml

M_w جرم آزمونه خشک نشده، بر حسب گرم (g)؛

M_d جرم آزمونه خشک شده، بر حسب گرم (g).

مقدار V آب اضافه شده را ثبت کنید.

یادآوری - اگر اطلاعات دال بر این باشد که ماده مورد نظر L/S قوی است، ANC یا BNC اولیه دیگری را می‌توان استفاده کرد تا اجازه دهد که مقدار نهایی L/S در $11 \leq$ باقی بماند.

پ-۲-۳ pH طبیعی

دو بطری پرشده را در دستگاه هم زن قرار دهید. به مدت 1 h به هم بزنید یا تکان دهید. پس از ساکن شدن محلول برای مدت زمان ۱۰ min، pH محصول شویش را به طور مستقیم در داخل بطری اندازه بگیرید.

پ-۲-۳-۲ تیتراسیون اسید

قسمتی از اسید (بند پ-۱-۲ قسمت پ) را به صورت دستی یا با استفاده از تیتراتور به درون یکی از بطری‌های بند پ-۱-۳-۲ اضافه کنید و ۳۰ min پس از هم زدن یا تکان دادن، مستقیماً pH را در درون بطری اندازه‌گیری کنید. مقدار و غلظت اسید اضافه شده و pH به دست آمده را ثبت کنید.

مقدار اسید مورد نیاز برای کاهش pH برای مواد و قسمت‌های اولیه مختلف، متفاوت است، بنابراین، لازم است برای دیدن بزرگی^۱ اولین پاسخ توسط ماده، این مقدار کوچک باشد.

در مواردی که مقادیر بالای اسید لازم باشد، اضافه کردن دستی اسید قوی در شروع اندازه‌گیری عملی است و ممکن است زمان پاسخ کوتاه‌تر از ۳۰ min مورد استفاده قرار گیرد.

به اضافه کردن قسمت‌هایی از اسید و اندازه‌گیری pH پس از ۳۰ min هم زدن یا تکان دادن بعد از هر اضافه کردن، ادامه دهید. تا زمانی به این کار ادامه دهید که تمام فاصله‌های pH از pH طبیعی (بند پ-۲-۳-۲) تا pH برابر با ۲ یا پایین‌تر، به دست آیند و فاصله بین مقادیر به دست آمده pH کوچک‌تر از ۱,۵ واحد pH باشد. مقادیر و غلظت‌های اسید اضافه شده و مقادیر pH به دست آمده را ثبت کنید.

پ-۲-۴ اضافه کردن باز

قسمتی از باز (بند پ-۱-۲ قسمت ت) را درون دیگر بطری بند پ-۲-۳-۲ اضافه کنید و ۳۰ min پس از هم زدن یا تکان دادن، مستقیماً pH را در درون بطری اندازه‌گیری کنید. مقدار و غلظت باز اضافه شده و pH به دست آمده را ثبت کنید.

مقدار باز مورد نیاز برای افزایش pH برای مواد و قسمت‌های اولیه مختلف متفاوت است، بنابراین، لازم است برای دیدن بزرگی اولین پاسخ توسط ماده، این مقدار کوچک باشد.

در مواردی که مقادیر بالای باز لازم باشد، اضافه کردن دستی باز قوی در شروع اندازه‌گیری عملی است و ممکن است از زمان پاسخ کوتاه‌تر از ۳۰ min استفاده کرد.

به اضافه کردن قسمت‌هایی از باز و اندازه‌گیری pH پس از ۳۰ min هم زدن یا تکان دادن بعد از هر اضافه کردن، ادامه دهید. تا زمانی به این کار ادامه دهید که تمام فاصله‌های pH از pH اولیه (بند

پ-۳-۲) تا pH برابر با ۱۲ یا بالاتر، به دست آیند و فاصله بین مقداری به دست آمده pH کوچکتر از ۱/۵ واحد pH باشد.

توصیه می‌شود که به منظور اجتناب از تخمین نادرست ANC یا BNC، در مورد مواد خیلی قلیایی در pH برابر با ۲ و در مورد مواد با ظرفیت بافری بالا در pH برابر با ۱۲، به مدت ۲۴ h صبر کنید.

پ-۲-۴ بیان نتایج

منحنی pH بر اساس مقدار اسید یا باز بیان شده بر حسب H^+/kg mol و OH^-/kg mol گرافیکی H^+/kg mol را به صورت H^+/kg mol-نمایش دهید.

پ-۳ تقسیم اختیاری حداکثر مصرف اسید/باز برای مقدار فرین pH

پ-۳-۱ کلیات

در مورد مواد پسماندی با ظرفیت اسید-باز خیلی قوی، هنگامی که حداکثر مصرف اسید یا باز برای رسیدن به مقدار pH به ترتیب ۲ و ۱۲ نامعلوم باشد، ممکن است تیتراسیون دستی منجر به افزایش طول مدت زمان آزمون شود. در این روش pH خنثی و مصرف اسید و باز به ترتیب در مقدار pH برابر ۲ و ۱۲ تخمین زده می‌شود.

پ-۳-۲ واکنشگرها و وسائل آزمایشگاهی

الف- بطربهای ساخته شده از PE، PTFE یا

ب- وسیله همزن یا متلاطم کننده: وسیله همزن مغناطیسی، با استفاده از میله مغناطیسی همزن پوشش داده شده با PTFE، یا وسیله همزن مکانیکی، ساخته شده از شیشه یا PTFE
پ- تیتراتور.

ت- نیتریک اسید، با غلظت 1 mol/l تا 1 mol/l $14/4$.

ث- سدیم هیدروکسید، با غلظت 1 mol/l تا 1 mol/l 5 .

ج- آب قطر، آب کانیزدوده یا آبی با خلوص معادل ($7<\text{pH}<5$) با هدایت $0,5 \text{ mS/m}$ <.

پ-۳-۳ آزمونه

آزمونهای مطابق روش اجرایی بند ۸ آماده سازی می‌شوند. توصیه می‌شود که بر اساس ناهمگنی نمونه، اندازه آزمونه M_d ، g ، 15 یا 30 یا 60 (وزن خشک) (با رواداری $\pm 10\%$) باشد.

پ-۴-۳ روش کار

پ-۴-۳-۱ آماده سازی

آزمونهای را در بطربهای شسته شده قرار دهید، یکی را برای تیتراسیون اسیدی و دیگری را برای تیتراسیون قلیایی. آزمون پس از اضافه کردن اسید یا باز تا رسیدن به نسبت نهایی 10 برای L/S ادامه می‌یابد. اگر به دلیل مصرف بالای اسید یا باز از سوی ماده در مقدار خاص pH نسبت L/S از 11 تجاوز کرد، از اسید یا باز قوی‌تر باید برای تنظیم pH استفاده کنید.

مقدار V از آب کانی‌زدوده برای ایجاد نسبت مایع به جامد (L/S) حدود ۹، به بطری‌ها اضافه کنید. مقدار V را به صورت زیر با فرض این که چگالی آب برابر 1 g/ml است محاسبه کنید:

$$V = 9 \times M_d - (M_w - M_d) \quad (2)$$

که در آن:

V مقدار آب کانی‌زدوده اضافه‌شده به بطری‌ها، بر حسب ml

M_w جرم آزمونه خشک‌نشده، بر حسب گرم (g);

M_d جرم آزمونه خشک‌شده، بر حسب گرم (g).

مقدار V آب اضافه‌شده را ثبت کنید.

یادآوری - اگر اطلاعات دال بر این باشد که ماده مورد نظر ANC یا BNC قوی است، L/S اولیه دیگری را می‌توان استفاده کرد تا اجازه دهد که مقدار نهایی L/S در $11 \leq$ باقی بماند.

p-۴-۳ pH طبیعی ۲-۴-۳

دو بطری پرشده را در وسیله هم زن قرار دهید. به مدت 1 h به هم بزنید یا تکان دهید. پس از ساکن شدن به مدت 10 min pH محصول شویش را به طور مستقیم در داخل بطری اندازه بگیرید.

p-۴-۳ تیتراسیون اسید ۳-۴-۳

یکی از بطری‌های تهیه‌شده در بند p-۱-۴-۳ را با اسید (بند p-۲-۳-۲ قسمت ت) در دستگاه تیتراسیون تنظیم‌شده در pH ۲، تیتر کنید. مصرف اسید را در طول دوره تیتراسیون 24 h تایید کنید. مقدار و غلظت اضافه‌شده اسید، و مقدار pH به دست آمده را ثبت کنید.

اگر نیاز باشد که زمان مورد نیاز برای کامل شدن آخرین نقطه pH، کاهش یابد، ممکن است اندازه نمونه‌ها تا زیر 0.5 mm کاهش یابد (اگر هیچ آنالیزی پیش‌بینی نشده باشد).

اگر این تجهیزات موجود نباشند، ممکن است هر چه زودتر تیتراسیون دستی با انتظار در طول دوره شب با هدف رسیدن به pH برابر با ۲ برای صحه‌گذاری آخرین نقاط pH اندازه‌گیری شده، انجام گیرد.

p-۴-۳ تیتراسیون باز ۴-۴-۳

دیگر بطری تهیه‌شده در بند p-۱-۴-۳ را با باز (بند p-۲-۳ قسمت ث) در دستگاه تیتراسیون تنظیم‌شده در pH ۱۲، تیتر کنید. مصرف باز را در طول دوره تیتراسیون 24 h تایید کنید. مقدار و غلظت اضافه‌شده اسید، و مقدار pH به دست آمده را ثبت کنید.

اگر این تجهیزات موجود نباشند، ممکن است هر چه زودتر تیتراسیون دستی با انتظار در طول دوره شب با هدف رسیدن به pH برابر با ۱۲ برای صحه‌گذاری آخرین نقاط pH اندازه‌گیری شده، انجام گیرد.

اگر نیاز باشد که زمان مورد نیاز برای کامل شدن آخرین نقطه pH، کاهش یابد، ممکن است اندازه نمونه‌ها تا زیر 0.5 mm کاهش یابد (اگر هیچ آنالیزی پیش‌بینی نشده باشد).

پ-۳ بیان نتایج

مقدار مصرف اسید برای رسیدن به pH ۲ و مقدار مصرف باز برای رسیدن به pH ۱۲ را همراه با مقدار مصرف اسید برای رسیدن به pH طبیعی ثبت کنید.

مقدار اسید را با دو برابر کردن تعداد مقادیر pH مورد نظر برای آزمون در محدوده pH اسیدی، تقسیم کنید (محدوده pH ایجادشده در نتیجه اضافه کردن اسید).

مقدار باز را با دو برابر تعداد مقادیر pH مورد نظر برای آزمون در محدوده pH قلیایی، تقسیم کنید (محدوده pH ایجادشده در نتیجه اضافه کردن باز).

مثال: اگر بین pH خنثی و pH برابر ۲، پنج مقدار pH جستجو شود و اگر حداکثر مصرف اسید برابر $5 \text{ mol H}^+/\text{kg}$ باشد، $10 \text{ mmol H}^+/\text{kg}$ تا $50 \text{ mmol H}^+/\text{kg}$ با فواصل یکنواخت تهیه کنید.

یادآوری ۱- این روش محدودیتهای ارزیابی نادرست ANC و BNC و انتخاب هفت محلولی که باید پس از رسیدن به pH ایستا آنالیز شوند را برطرف می‌کند. این همچنین انتخاب محلول‌هایی را که به همان pH منجر می‌شوند، میسر می‌سازد، برای مثال در بین سکوی pH بالقوه مربوط به ظرفیت بافری ماده (برای مثال کربنات‌ها) مورد توجه از نقطه نظر رفتار.

یادآوری ۲- به دلیل بافره کردن بافت، قاعده‌تا قسمت‌های با فواصل مساوی منجر به مقادیر نهایی pH مناسب نخواهند شد. دو برابر کردن تعداد بطری‌ها، تضمینی برای به دست آوردن مقادیر نهایی pH با فواصل مناسب نیست. این امکان جود دارد که از طریق درون‌یابی، از منحنی pH نهایی در برابر مصرف اسید/باز، مقادیر مناسب مورد نیاز تخمین زده شود.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از ظرفیت‌های خنثی‌سازی اسید و باز برای پسماند، خاک، رسوبات و مصالح ساختمانی

ت-۱ مثال‌هایی از ظرفیت‌های خنثی‌سازی اسید و باز

از داده‌های مطالعات قبلی [۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰]، داده‌هایی راجع به ظرفیت خنثی‌سازی اسید و باز برای گستره وسیعی از مواد به دست آمده است. یعنی معلومات قبلی از آزمون وابسته به pH می‌تواند در بند ۲-۳-۹ به کار گرفته شود. ممکن است اطلاعات به دست آمده برای نمونه مورد نظر به طور کامل صحیح نباشند. به هر حال، تنوع بین گروه یک ماده، اساساً خیلی زیاد نیست.

در شکل ت-۱، ظرفیت‌های خنثی‌سازی اسید و باز برای پسماند، خاک و مصالح ساختمانی ارائه شده است، که می‌تواند به عنوان نقاط شروع برای انجام آزمون وابسته به pH به کار گرفته شود. این اطلاعات انتخاب قدرت مناسب اسید یا باز و همچنین تخمین اسید یا باز مورد نیاز برای وزن نمونه معین را برای رسیدن به مقدار نهایی pH مورد نظر میسر می‌سازند. این اطلاعات می‌توانند در محل پیش‌تیتراسیون تشریح شده در پیوست پ استاندارد، جای گیرند.

انتخاب قدرت اسیدی بر اساس ظرفیت بافری ماده است. در مورد ظرفیت پایین بافری در موادی مانند خاک، سرباره متالورژی، خاکستر آجر و تجمعات خاکستر، باید کمترین قدرت اسید/باز تعریف شده در استاندارد به کار گرفته شود.

برای آزمون وابسته به pH با استفاده از کنترل پیوسته pH، که هدف آن رسیدن به مقادیر pH ثابت و از پیش تعیین شده است، قدرت اسیدی بحرانی‌ترین عامل است. برای آزمون وابسته به pH با اضافه کردن مقدماتی اسید/باز اولیه، لازم است که مقادیر مناسب اسید/باز مورد نیاز برای اضافه کردن تعیین شود. قاعده‌تا بیشتر بطری‌ها در حالت اخیر آزمون تهیه می‌شوند، که از بین آنها مقادیر نهایی pH برای آنالیزهای بیشتر انتخاب می‌شوند.

$$A_{\text{pHX}} = 1000 \times ANC_{\text{pHX}} \times \frac{M}{N_{\text{pHX}}} \quad (\text{ت-۱})$$

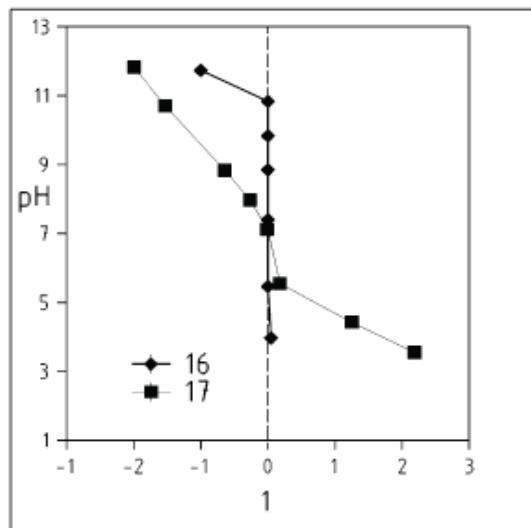
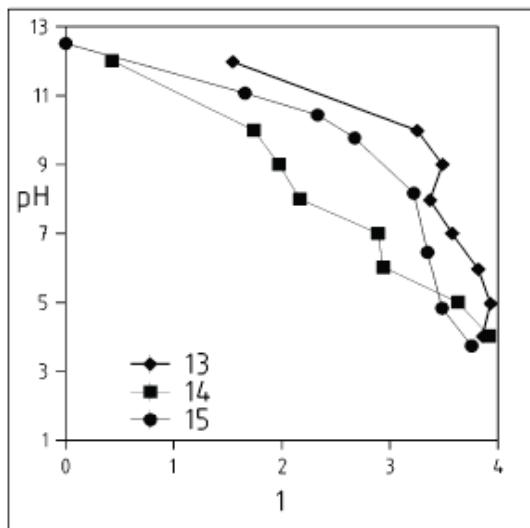
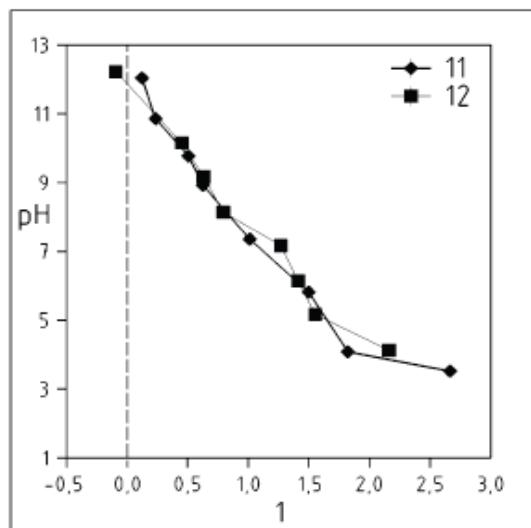
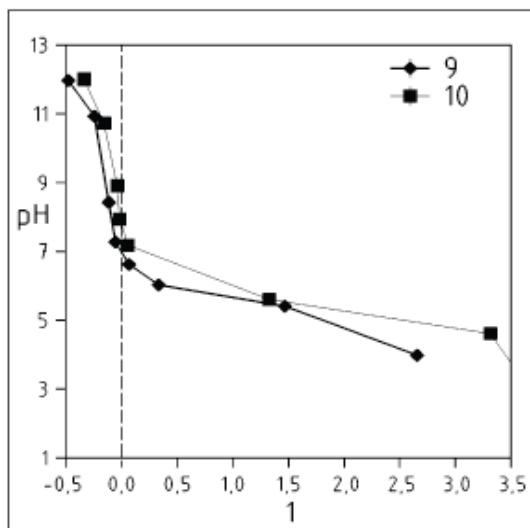
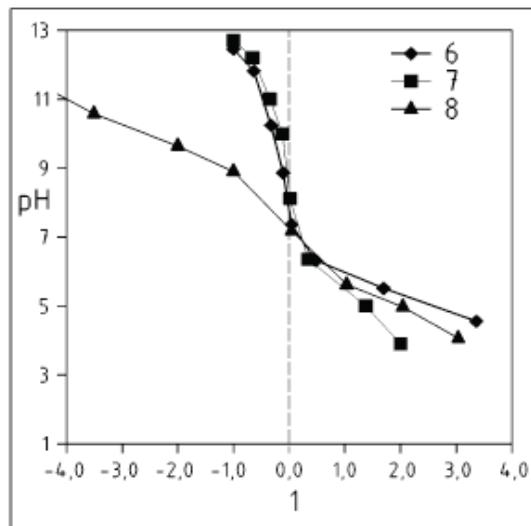
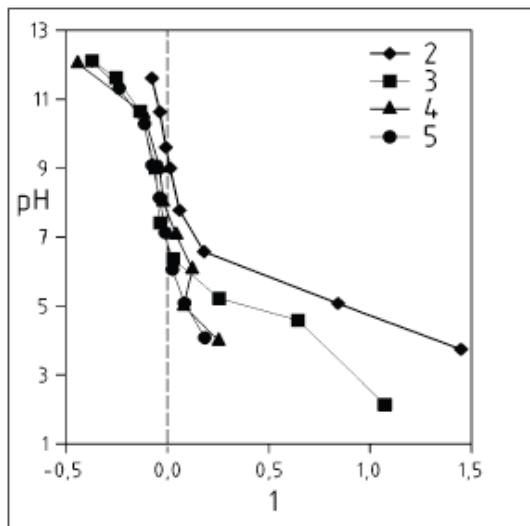
که در آن:

$$A_{\text{pHX}} \quad \text{مقدار اسید مورد نیاز برای رسیدن به } X = \text{pH} \quad \text{برای نمونه‌ای با وزن } M \text{ بر حسب ml}$$

$$ANC_{\text{pHX}} \quad \text{ظرفیت خنثی‌سازی اسید در } X = \text{pH} \quad \text{بر حسب mol/kg}$$

$$N_{\text{pHX}} \quad \text{نرماییت اسید انتخاب شده بر اساس ظرفیت بافری در حوالی } X = \text{pH} \quad \text{بر حسب mol/l}$$

$$M \quad \text{وزن نمونه بر حسب kg}$$



راهنما	
(mol/kg) ANC/BNC ۱	
۲ خاک آلوده شده - A -	
۳ خاک آلوده شده - B -	
۴ خاک اروپایی (SMT4-CT96-2066)	
۵ خاک اروپایی (SMT4-CT96-2066)	
۶ کمپوست MSW از CW1 ادغام شده	
۷ کمپوست CW5 از جداسازی منبع	
۸ لجن فاضلاب (روسیایی) - SEW1	
۹ رسوبات رودخانه کانت - SED3	
۱۰ رسوبات دریاچه - SED1	
۱۱ خاکستر پایین MSWI	
(SMT4-CT96-2066) MSWI BA ۱۲	
۱۳ خاکستر بادی سیمان - C1FA	
۱۴ سرباره کوره انفجاری سیمان - C2FA	
۱۵ سیمان پرتلند	
۱۶ سرباره متالورژی	
Ni ۱۷ لجن	

یادآوری- اضافه کردن باز به صورت مقادیر منفی نشان داده شده است.

شکل ت ۱- منحنی های خنثی سازی اسید/ باز برای گستره وسیعی از مواد

ت-۲ استفاده از داده های ظرفیت خنثی سازی اسید و باز

داده های آزمون تعیین مشخصات ANC/BNC می تواند برای ارزیابی مقدار اسید (به صورت H^+) یا باز (به صورت OH^-) مورد نیاز برای رسیدن به pH نهایی مورد نظر در پسماند، به کار گرفته شود. همچنین این ویژگی می تواند با جمع زدن ظرفیت های بافری برای تعیین pH نهایی پسماند مخلوط شده در محل دفن پسماند به کار گرفته شود (به شرط اینکه هیچ برهم کنش شیمیایی بین پسماندهای مختلف وجود نداشته باشد). این داده ها، همچنین می توانند برای ارزیابی تاثیر مزاحمت های خارجی، مانند کربنه شدن و اکسیداسیون (تولید اسید ناشی از اکسیداسیون سولفید) بر مقدار pH پسماند، به کار رود (به عنوان اولین تقریب، تنها تولید H^+ در نظر گرفته می شود بدون لحاظ کردن اثر اختصاصی کربنه شدن یا سولفات در محلول بر احلال پذیری عناصر مختلف). این داده ها همچنین می توانند برای ارزیابی توسعه pH جلویی با عواقب بالقوه تغییرات در رفتار فروشویی یا دیرپایی مواد سیمانی به کار رود (ممکن است کربنه شدن منجر به از دست رفتن یکپارچگی ساختاری پسماند سیمانی پایدار شده گردد). لازم است که تاثیرات خارجی با یکاهای یکسان محاسبه شوند تا مقایسه امکان پذیر شود، بنابراین باید کربنه شدن از طریق حجم گاز، غلظت CO_2 ، تبدیل شدن به مول های مربوطه ظرفیت خنثی سازی H^+ ارزیابی گردد.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

داده‌های مربوط به تکرارپذیری و تجدیدپذیری

ث-۱ مواد مورد استفاده در مطالعه مقایسه‌ای بین آزمایشگاهی

مقایسه بین آزمایشگاهی رفتار فروشی وابسته به pH موادی از پسماند و پسماند تثبیت شده در ۱۰ آزمایشگاه آمریکایی و دو آزمایشگاه اروپایی بر روی سه ماده انجام گرفت. موادی که برای مقایسه بین آزمایشگاهی انتخاب شدند، نمایانگر پسماند و پسماند پایدار شده بودند (اطلاعات دقیق را می‌توان در گزارش نهایی مطالعه بین آزمایشگاهی اشاره شده در مراجع [۱۳، ۱۴] پیدا کرد.

جدول ث-۱، فهرستی از انواع مواد انتخاب شده برای آزمون و مواد آنالیز شده را نشان می‌دهد.

جدول ث-۱- انواع مواد آزمون شده و مواد آنالیز شده در مقایسه بین آزمایشگاهی رفتار فروشی وابسته به pH از مواد پسماند و پسماند پایدار شده

نوع ماده آزمون شده	کد نمونه	دسته اندازه دانه
خاکستر بادی زغال	EaFA	ماده خیلی ریز
خاک آلوده شده از محل دفن پسماند	CFS	دانه های ریز (<2 mm)
پسماند سیمانی پایدار شده	SWA	مواد مونولیتیک با اندازه کاهش یافته

ث-۲ نتایج مقایسه بین آزمایشگاهی

ارزیابی آماری بر اساس استاندارد ISO 5725-2 و پس از تبدیل لگاریتمی نتایج آزمون صورت گرفت. مقادیر میانگین، انحراف استاندارد نسبی تکرارپذیری (RSD_r) و انحراف استاندارد نسبی تجدیدپذیری (RSD_R) به دست آمدند (جدوال ث-۲ و ث-۳).

جدول ث ۲ - نتایج مطالعات مقایسه‌ای بین آزمایشگاهی رفتار فروشوبی وابسته به pH موادی از پسماند و پسماند ثبیت شده (بخش ۱)

محدوده غلظت						مورد استفاده	حذف شده	جمع آوری شده	آزمایشگاهها	محدوده غلظت						غلظت			
RSD _r %	نیکل mg/l	دیاکل mg/l	pH	EN	نیکل مورد استفاده					تعداد <DLT	نیکل	اطلاعات	RSD _R %	RSD _r %	نیکل mg/l	نیکل mg/l	pH	عامل	بافت
۶	۲,۲۲	۱,۹۷	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۱۷	۸	۱,۷۶	۰,۹۹	۲,۰	Sb	CFS	۱۳۱۳		
۵	۱,۰۱	۰,۹۲۳	۴,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۹	۱۳	۱,۲۲	۰,۶۴	۴,۰					
۹	۰,۱۲۵	۰,۱۰۶	۵,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۴۳	۲۱	۰,۲۴	۰,۰۷۱	۵,۵					
۱۹	۰,۰۳۸	۰,۰۲۶	۶,۸		۲۷	•	۲۷		۸	۲۳	۱۸	۰,۰۵۱	۰,۰۲۲	۷,۰					
۴	۰,۰۳۸	۰,۰۳۵	۸,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۳۳	۱۶	۰,۰۴۹	۰,۰۱۶	۸,۰					
۳	۰,۰۴۶	۰,۰۴۳	۹,۶		۲۷	•	۲۷		۸	۲۱	۱۷	۰,۰۴۴	۰,۰۲۴	۹,۰					
۸	۰,۰۴۳	۰,۰۳۷	۱۰,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۱۸	۱۴	۰,۰۳۸	۰,۰۲۰	۱۰,۵					
۱۲	۰,۰۱۳	۰,۰۱۰	۱۲,۳		۲۷	•	۲۷		۸	۴۷	۱۸	۰,۰۲۰	۰,۰۰۵	۱۲,۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۷۴	۴۳	۰,۰۱۸	۰,۰۰۴	۱۳,۰					
۵۲	۶۹,۹	۲۰,۶	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۷۱	۸	۷۷,۶	۴۸,۵	۲,۰	As	CFS	۱۳۱۳		
۱۵	۱,۰۳	۰,۷۶۸	۴,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۲۶	۲۴	۲,۹۸	۰,۹۹	۴,۰					
۶	۰,۱۳۸	۰,۱۲۱	۵,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۳۷	۲۹	۰,۲۷	۰,۰۷۱	۵,۵					
۱۱	۰,۰۳۴	۰,۰۲۷	۶,۸		۲۷	•	۲۷		۸	۳۱	۱۹	۰,۰۵۰	۰,۰۱۴	۷,۰					
۲۱	۰,۰۵۳	۰,۰۳۶	۸,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۳۷	۲۵	۰,۰۴۷	۰,۰۱۳	۸,۰					
۶	۰,۰۶۷	۰,۰۶۰	۹,۶		۲۷	•	۲۷		۸	۲۴	۱۶	۰,۰۴۸	۰,۰۲۲	۹,۰					
۶	۰,۰۹۱	۰,۰۸۲	۱۰,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۲۵	۹	۰,۱۳۶	۰,۰۵۴	۱۰,۵					
۶	۰,۱۷۹	۰,۱۵۸	۱۲,۳		۲۷	•	۲۷		۸	۳۰	۱۲	۰,۳۱۱	۰,۱۲۲	۱۲,۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۸۵	۲۹	۰,۷۰۵	۰,۱۰۷	۱۳,۰					

ادامه جدول ث

محدوده غلظت							مورد استفاده	حذف شده	جمع آرای شده	آزمایشگاهها	محدوده غلظت					غلظت			
RSD _r %	دکتر mg/l	دیاگل mg/l	pH	EN	تعداد کل مورد استفاده	<DLT	تعداد کل	اطلاعات	RSD _R %	RSD _r %	دکتر mg/l	دیاگل mg/l	pH	عامل	بافت	روش EPA			
۴۴	۰,۰۲۵	۰,۰۱۰	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۱۳۶	۱۵	۰,۰۱۰	۲,۶	۲,۰	Ba	CFS	۱۳۱۳		
۳	۰,۰۲۹	۰,۰۲۸	۴,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۹	۱۳	۰,۰۴۱	۲,۶	۴,۰					
۲	۰,۰۲۱	۰,۰۲۰	۵,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۳۶	۹	۰,۰۴۹	۲,۶	۵,۵					
۲	۰,۰۹۹	۰,۰۹۵	۶,۸		۲۷	•	۲۷		۸	۳۶	۷	۰,۱۲۹	۴,۴	۷,۰					
۵	۰,۰۶۸	۰,۰۶۱	۸,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۲۰	۶	۰,۱۲۳	۵,۵	۸,۰					
۵	۰,۰۷۴	۰,۰۶۷	۹,۶		۲۷	•	۲۷		۸	۱۴	۴	۰,۱۰۷	۶,۸	۹,۰					
۳	۰,۱۱۰	۰,۱۰۳	۱۰,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۲۲	۱۳	۰,۱۹۴	۸,۴	۱۰,۵					
۶۸	۰,۰۲۵	۰,۰۰۷	۱۲,۳		۲۷	•	۲۷		۸	۳۵	۲۷	۰,۰۱۸	۹,۶	۱۲,۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۲۸۰	۱۰۸	۰,۳۸۲	۱۰,۵	۱۳,۰					
۱۷	۱,۲۰	۰,۸۹	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۷	۶	۰,۹۰۳	۱۲,۳	۲,۰	B	CFS	۱۳۱۳		
۴	۰,۷۰	۰,۶۵	۴,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۲	۴	۰,۷۰۶	۰,۴۷۶	۴,۰					
۱	۰,۳۵	۰,۳۵	۵,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۹	۸	۰,۳۸۱	۲,۶	۵,۵					
۳	۰,۱۶	۰,۱۶	۶,۸		۲۷	•	۲۷		۸	۹	۷	۰,۲۰۳	۴,۴	۷,۰					
۱	۰,۲۵	۰,۲۴	۸,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۰	۸	۰,۱۵۶	۵,۵	۸,۰					
۲	۰,۳۲	۰,۳۰	۹,۶		۲۷	•	۲۷		۸	۱۴	۷	۰,۱۷۴	۶,۸	۹,۰					
۲	۰,۴۷	۰,۴۵	۱۰,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۹	۵	۰,۱۷۳	۸,۴	۱۰,۵					
۱۴	۱,۰۶	۰,۸۲	۱۲,۳		۲۷	•	۲۷		۸	۱۵	۱۱	۰,۱۱۴	۹,۶	۱۲,۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۲۴	۱۲	۰,۱۰۴	۱۰,۵	۱۳,۰					
													۱۲,۳						

ادامه جدول ث

محدوده غلظت							مورد استفاده	حذف شده	جمع آوری شده	آزمایشگاهها	محدوده غلظت					غلظت			
RSD _r %	دکتر mg/l	دیاکل mg/l	pH	EN	نیاز کل مواد استفاده	تعداد <DLT					اطلاعات:	RSD _R %	RSD _r %	دکتر mg/l	دیاکل mg/l	pH	عامل	بافت	روش EPA
۴	۶۱,۶	۵۷,۱	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۱۱	۴	۵۱,۴	۴۱,۹	۲,۰	Cd	CFS	۱۳۱۳		
۲	۵۴,۱	۵۱,۸	۴,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۵	۶	۵۲,۵	۳۲,۴	۴,۰					
۱	۲۷,۵	۲۷,۰	۵,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۲۵	۱۸	۴۱,۴	۱۳,۹	۵,۵					
۳	۴,۵	۴,۳	۶,۸		۲۷	•	۲۷		۸	۶۳	۲۸	۸,۶	۱,۹	۷,۰					
۷	۰,۱۹	۰,۱۶	۸,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۲۳۳	۵۵	۴,۶	۰,۰۷	۸,۰					
۲	۰,۰۱۳	۰,۰۱۳	۹,۶		۲۷	•	۲۷		۸	۱۳۲	۳۵	۰,۲۵	۰,۰۱۲	۹,۰					
۳۳	۰,۰۰۴	۰,۰۰۲	۱۰,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۶۸	۵۱	۰,۰۰۵	۰,۰۰۱	۱۰,۵					
NA	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۲,۳		۲۷	•	۲۷		۸	۱۱۴	۴۹	۰,۰۱۰	۰/۰۰۱	۱۲,۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۱۵۸	۱۰۸	۰,۴	۰,۰۰۲	۱۳,۰					
۸	۲۰,۲۲	۱۷۲۸	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۷	۵	۱۷۲۰	۱۳۷۹	۲,۰	Ca	CFS	۱۳۱۳		
۱	۱۳۸۵	۱۳۷۰	۴,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۷	۴	۱۴۲۷	۱۱,۹	۴,۰					
۱	۹۸۰	۹۷۱	۵,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۷	۵	۱۰,۰	۸۰۰	۵,۵					
۲	۷۲۸	۷۰۳	۶,۸		۲۷	•	۲۷		۸	۵	۳	۷۳۷	۶۲۸	۷,۰					
۲	۷۲۰	۶۹۱	۸,۴		۲۷	•	۲۷		۸	۵	۲	۷۰,۶	۵۸۷	۸,۰					
۱	۶۸۰	۶۷۱	۹,۶		۲۷	•	۲۷		۸	۶	۲	۷۱۲	۵۶۳	۹,۰					
۲	۶۷۴	۶۵۳	۱۰,۵		۲۷	•	۲۷		۸	۶	۳	۶۶۶	۵۳۶	۱۰,۵					
۱	۶۹۶	۶۸۶	۱۲,۳		۲۷	•	۲۷		۸	۷	۳	۶۷۰	۵۲۶	۱۲,۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۵۱	۸	۶۸۱	۱۹۵	۱۳,۰					

ادامه جدول ث

محدوده غلظت							مورد استفاده	حذف شده	جمع آوری شده	آزمایشگاهها	محدوده غلظت					غلظت			
RSD _r %	دکتر mg/l	دیاکل mg/l	pH	EN	نیاز کل مورد استفاده	<DLT					اطلاعات:	RSD _R %	RSD _r %	دکتر mg/l	دیاکل mg/l	pH	عامل	بافت	روش EPA
۱۲	۱۰.۴	۸.۳	۲.۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۱۶	۶	۱۲.۵	۷.۹۹	۲.۰	Pb	CFS	۱۳۱۳		
۱	۵.۶۹	۵.۶۵	۴.۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۰	۵	۷.۲۷	۴.۹۵	۴.۰					
۱	۷.۶۷	۷.۵۶	۵.۵		۲۷	•	۲۷		۸	۱۹	۱۲	۷.۴۹	۴.۰۶	۵.۵					
۳	۰.۹۳	۰.۸۸	۶.۸		۲۷	•	۲۷		۸	۴۲	۱۷	۱.۸۳	۰.۶۱	۷.۰					
۲۶	۰.۱۲	۰.۰۷	۸.۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۱۲	۲۶	۱.۲	۰.۱۱	۸.۰					
۱۷	۰.۰۸	۰.۰۶	۹.۶		۲۷	•	۲۷		۸	۵۳	۱۵	۰.۳۱	۰.۰۶۷	۹.۰					
۴۲	۰.۲۰	۰.۰۸	۱۰.۵		۲۷	•	۲۷		۸	۸۰	۴۵	۱.۱	۰.۱۳	۱۰.۵					
۲۲	۹.۲	۶.۳	۱۲.۳		۲۷	•	۲۷		۸	۵۰	۳۲	۱۳	۳.۰	۱۲.۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۳۵۰	۱۵۲	۱۳	۰.۰۰۷	۱۳.۰					
۳۰	۰.۰۹	۰.۰۵	۲.۶	۱۴۴۲۹	۲۷	•	۲۷		۸	۴۷	۲۲	۰.۲۷	۰.۰۷۰	۲.۰	Mo	CFS	۱۳۱۳		
۵	۰.۰۱۶	۰.۰۱۵	۴.۴		۲۷	•	۲۷		۸	۴۷	۴۳	۰.۰۲۷	۰.۰۰۴	۴.۰					
۲۵	۰.۰۱۴	۰.۰۰۹	۵.۵		۲۷	•	۲۷		۸	۳۵	۱۱	۰.۰۱۳	۰.۰۰۴	۵.۵					
۴	۰.۰۱۷	۰.۰۱۶	۶.۸		۲۷	•	۲۷		۸	۲۱	۱۷	۰.۰۱۸	۰.۰۰۸	۷.۰					
۸	۰.۱۰۵	۰.۰۸۹	۸.۴		۲۷	•	۲۷		۸	۱۱۰	۲۷	۰.۱۶	۰.۰۰۹	۸.۰					
۴	۰.۴۷	۰.۴۴	۹.۶		۲۷	•	۲۷		۸	۱۱۴	۲۱	۰.۴۶	۰.۰۴۹	۹.۰					
۱	۰.۹۲	۰.۹۱	۱۰.۵		۲۷	•	۲۷		۸	۳۰	۷	۱.۲	۰.۴۹	۱۰.۵					
۴	۱.۳۸	۱.۲۷	۱۲.۳		۲۷	•	۲۷		۸	۱۵	۴	۱.۸۹	۱.۲۰	۱۲.۰					
					۲۷	•	۲۷		۸	۳۶	۱۵	۲.۷	۰.۸۵	۱۳.۰					

ادامه جدول ث ۱

محدوده غلظت						مورد استفاده	حذف شده	جمع آوری شده	آزمایشگاهها	محدوده غلظت				غلظت			
RSD _r %	دکتر mg/l	داققل mg/l	pH	EN	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	اطلاعات:	RSD _R %	RSD _r %	دکتر mg/l	داققل mg/l	pH	عامل	بافت	روش EPA	
۲۱	۰,۵۲	۰,۳۴	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	۰	۲۷		۸	۳۰	۹	۰,۸۶	۰,۴۱	۲,۰	Se	CFS	۱۳۱۳
۲	۰,۲۹	۰,۲۸	۴,۴		۲۷	۰	۲۷		۸	۱۱	۶	۰,۲۹	۰,۲۱	۴,۰			
۵	۰,۱۴	۰,۱۳	۵,۵		۲۷	۰	۲۷		۸	۱۷	۱۲	۰,۱۷	۰,۰۹۵	۵,۵			
۱۵	۰,۱۳	۰,۱۰	۶,۸		۲۷	۰	۲۷		۸	۱۶	۱۴	۰,۱۱	۰,۰۵۹	۷,۰			
۸	۰,۱۴	۰,۱۲	۸,۴		۲۷	۰	۲۷		۸	۱۹	۱۴	۰,۱۷	۰,۰۷۶	۸,۰			
۴	۰,۲۰	۰,۱۸	۹,۶		۲۷	۰	۲۷		۸	۱۹	۹	۰,۱۸	۰,۰۹۷	۹,۰			
۴	۰,۳۵	۰,۳۲	۱۰,۵		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۸	۹	۰,۰۶	۰,۲۳	۱۰,۵			
۹	۰,۹۴	۰,۷۹	۱۲,۳		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۱	۱۲	۰,۶۸	۰,۳۱	۱۲,۰			
					۲۷	۰	۲۷		۸	۴۶	۲۰	۰,۷۷	۰,۲۶	۱۳,۰			
۲۱	۰,۵۹	۰,۴۰	۲,۶	۱۴۴۲۹	۲۷	۰	۲۷		۸	۱۴	۸	۰,۵۶	۰,۳۵	۲,۰	V	CFS	۱۳۱۳
۵	۰,۰۶۳	۰,۰۵۷	۴,۴		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۷	۱۲	۰,۱۱۱	۰,۰۴۴	۴,۰			
۲	۰,۰۴۴	۰,۰۴۲	۵,۵		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۰	۴	۰,۰۵۳	۰,۰۲۸	۵,۵			
۳	۰,۰۳۴	۰,۰۳۲	۶,۸		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۱	۴	۰,۰۴۳	۰,۰۲۴	۷,۰			
۵	۰,۰۳۴	۰,۰۳۱	۸,۴		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۰	۳	۰,۰۴۲	۰,۰۲۴	۸,۰			
۲	۰,۰۳۲	۰,۰۳۱	۹,۶		۲۷	۰	۲۷		۸	۱۹	۳	۰,۰۴۱	۰,۰۲۲	۹,۰			
۱	۰,۰۳۰	۰,۰۲۹	۱۰,۵		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۵	۳	۰,۰۴۰	۰,۰۲۰	۱۰,۵			
۲	۰,۰۳۰	۰,۰۲۹	۱۲,۳		۲۷	۰	۲۷		۸	۲۸	۵	۰,۰۴۲	۰,۰۱۸	۱۲,۰			
					۲۷	۰	۲۷		۸	۵۴	۷	۰,۰۴۹	۰,۰۱۳	۱۳,۰			

ادامه جدول ث ۱

RSD_r انحراف استاندارد تکرارپذیری است

RSD_R انحراف استاندارد تجدیدپذیری است

P تعداد آزمایشگاه‌های باقیمانده در ارزیابی آماری است

یادآوری ۱- تمامی آزمایشگاه‌ها سه تکرار برای هر آزمون را با یکی از آزمایشگاه‌ها (آزمایشگاه مرجع) با شش تکرار به اشتراک گذاشتند.

یادآوری ۲- هیچ آنالیز پرتوی انجام نگرفت.

یادآوری ۳- به خاطر غلظت‌های بلانک، هیچ اطلاعاتی از آنالیز حذف نشد (برای مثال حذف کردن).

یادآوری ۴- هیچ اطلاعاتی به هیچ دلیلی فیلتر نشد.

یادآوری ۵- اطلاعات غلطی نوشته شده به صورت ایتالیک مقادیر تنظیم شده برای DLT $\frac{1}{2}$ می‌باشند.

یادآوری ۶- برای آزمون CEN تنها می‌توان RSD_r را محاسبه کرد.

جدول ث ۳ - نتایج مطالعات مقایسه‌ای بین آزمایشگاهی رفتار فروشوبی وابسته به pH موادی از پسماند و پسماند پایدار شده (بخش ۲)

محدوده غلظت			EN ۱۴۹۹۷			محدوده غلظت			EN ۱۴۴۲۹			مورد استفاده	حذف شده	نهج آور	شدید	آزمایشگاهها	محدوده غلظت			روش EPA ۱۳۱۳		
RSD _r %	دکتر mg/l	داقل mg/l	pH	RSD _r %	دکتر mg/l	داقل mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	تعداد کل	نالجی:	p	RSD _R %	RSD _r %	دکتر mg/l	داقل mg/l	pH	عامل	بافت		
۱۴	۱,۳۰	۱,۰۲	۲,۸	۲	۰,۳۹	۰,۳۸	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۰,۸	۱۲۹	۳۲	۰,۲۶	۲,۰	Sb	SWA			
۲۸	۰,۳۳	۰,۲۱	۴,۵	۱۶	۰,۴۸	۰,۴۵	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۷۴	۲۶	۱,۸	۰,۲۶	۴,۰					
۵	۰,۳۰	۰,۲۷	۷,۰	۵	۰,۷۸	۰,۷۱	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۳	۱۴	۱,۶	۰,۴۱	۵,۵					
۵	۰,۳۳	۰,۳۰	۸,۵	۱۱	۱,۰۹	۰,۸۸	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۰	۱۳	۲,۰	۰,۵۵	۷,۰					
۵	۰,۳۹	۰,۳۶	۹,۸	۶	۱,۴۸	۱,۳۳	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۳۵	۱۳	۲,۱	۰,۶۶	۸,۰					
۴۳	۰,۸۶	۰,۴۵	۱۱,۰	۵	۰,۸۰	۰,۷۳	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۳۱	۸	۲,۳	۰,۷۶	۹,۰					
۴۵	۱,۳	۰,۶۷	۱۱,۹	۷	۰,۶۰	۰,۵۳	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۴۲	۲۰	۲,۷	۰,۸۳	۱۰,۵					
۱۲	۱,۶۹	۱,۳۷	۱۲,۸	۱۷	۱,۷	۱,۲	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۷۳	۳۲	۴,۹	۰,۸۷	۱۲,۰					
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۹	۲۷	۸,۵	۱,۶	۱۳,۰					
۷	۰,۰۱	۰,۴۵	۲,۸	۲	۳,۹۰	۳,۷۸	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۷۵	۵۹	۲۰	۴,۷	۲,۰	As	SWA			
۱۱	۰,۱۲	۰,۰۷	۴,۵	۸	۱,۰۳	۰,۸۸	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۸	۲۰	۵,۱	۱,۲	۴,۰					
۴	۰,۲۲	۰,۲۱	۷,۰	۳	۰,۰۷	۰,۰۷	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۹	۳۵	۱,۰	۰,۱۵	۵,۵					
۶	۰,۳۶	۰,۳۳	۸,۵	۱۳	۰,۱۵	۰,۱۲	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۱	۱۹	۰,۴۱	۰,۰۹	۷,۰					
۳	۰,۲۲	۰,۲۱	۹,۸	۱	۰,۱۸	۰,۱۸	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۴۷	۲۰	۰,۳۷	۰,۰۹	۸,۰					
۱۶	۰,۳۰	۰,۲۲	۱۱,۰	۴	۰,۱۶	۰,۱۴	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۶۲	۳۱	۰,۷۷	۰,۱۲	۹,۰					
۳۶	۱,۱۵	۰,۵۷	۱۱,۹	۲	۰,۳۲	۰,۳۱	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۱۲۴	۲۲	۱,۲	۰,۱۳	۱۰,۵					
۳	۵,۹۳	۵,۶۳	۱۲,۸	۱۰	۲,۳	۱,۹	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۲۲	۳۴	۴,۶	۰,۲۹	۱۲,۰					
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۱	۲۲	۱۷	۴,۱	۱۳,۰					

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	حذف شده	مُعَوِّر شده	زمیشگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313		
RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	p	RSD _R %	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	عامل بافت
۲	۱,۱۹	۱,۱۵	۲,۸	۲	۰,۸۳	۰,۸۰	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۹۱	۶۵	۱,۱۸	۰,۲۵	۲,۰	Ba SWA
۱	۱,۷۹	۱,۷۵	۴,۵	۲۱	۱,۱۶	۰,۸۲	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۲۰	۱۰	۱,۰۴	۰,۵۵	۴,۰	
۳	۱,۸۶	۱,۷۴	۷,۰	۱۷	۱,۹	۱,۴	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۲۶	۱۱	۲,۰۳	۰,۷۶	۵,۵	
۳	۲,۰۳	۱,۹۲	۸,۵	۷	۱,۴۳	۱,۲۵	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۷	۷	۱,۴۹	۰,۸۶	۷,۰	
۶	۱,۱۶	۱,۰۳	۹,۸	۷	۱,۳۰	۱,۱۳	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۶	۷	۱,۳۴	۰,۷۵	۸,۰	
۷	۰,۶۴	۰,۵۵	۱۱,۰	۸	۱,۱۲	۰,۹۵	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۲۱	۸	۱,۲۴	۰,۶۰	۹,۰	
۱۱	۰,۳۴	۰,۲۸	۱۱,۹	۳	۰,۶۲	۰,۵۸	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۳۸	۱۱	۱,۴	۰,۴۲	۱۰,۵	
۱۰	۰,۱۲	۰,۱۰	۱۲,۸	۱۳	۰,۰۷	۰,۰۵	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۵۱	۱۴	۰,۵۸	۰,۱۲	۱۲,۰	
								۳۳	۰	۳۳		۱۳۶	۱۰۶	۰,۶	۰,۰۱	۱۳,۰	
۶	۷,۰۰	۶,۲۶	۲,۸	۱	۴,۹۸	۴,۹۴	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۶۶	۲۸	۹,۴	۱,۶	۲,۰	B SWA
۱۳	۱۱,۰	۸,۷۶	۴,۵	۵	۴,۰۲	۳,۶۴	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۲۶	۶	۷,۵	۲,۶	۴,۰	
۴	۴,۲۶	۳,۹۳	۷,۰	۸	۲,۵۰	۲,۱۵	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۲۵	۸	۶,۹	۲,۳	۵,۵	
۱۱	۲,۰۵	۱,۶۸	۸,۵	۴	۱,۹۰	۱,۷۴	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۶	۱۰	۴,۳	۲,۶	۷,۰	
۴	۰,۸۳	۰,۷۷	۹,۸	۱	۱,۲۴	۱,۲۴	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۴	۹	۳,۰	۱,۸	۸,۰	
۴۲	۰,۵	۰,۳	۱۱,۰	۳	۰,۷۵	۰,۷۱	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۹	۷	۲,۰	۱,۳۵	۹,۰	
۶۱	۰,۷	۰,۳	۱۱,۹	۴	۰,۱۶	۰,۱۵	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۸	۹	۱,۴۰	۰,۶۰	۱۰,۵	
۲۴	۱,۹	۱,۳	۱۲,۸	۱۳	۰,۳۳	۰,۲۵	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۱۰	۱۶	۱,۱۶	۰,۰۷	۱۲,۰	
								۳۳	۰	۳۳		۵۴	۱۸	۳,۴	۰,۶۶	۱۳,۰	

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	گزف شده	نمای اوری	شده	زمیشگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313				
RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	تعداد کل مورد انسجامه	تعداد <DLT	تعداد کل	تعداد آنالیز	p	RSD _R %	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	عامل	بافت	
1	۴۰۳۰	۳۹۳۰	۲,۸	۱	۳۰۸۰	۳۰۷۰	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۶۱	۴۶	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۲,۰	Ca	SWA	
۴	۸۳۰۰	۷۷۰۰	۴,۵	۴	۵۱۰۰	۴۷۰۰	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۳	۷	۸۲۰۰	۳۴۰۰	۴,۰			
۱	۶۸۰۰	۶۶۰۰	۷,۰	۳	۸۵۰۰	۸۰۵۰	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۸	۱۲	۱۰۱۰۰	۳۹۰۰	۵,۵			
۶	۵۴۰۰	۴۸۰۰	۸,۵	۳	۷۷۸۰	۷۳۹۰	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۳	۵	۹۴۰۰	۴۰۰۰	۷,۰			
۱۱	۳۱۰۰	۲۶۰۰	۹,۸	۱	۵۲۰۰	۵۰۶۰	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۲۵	۸	۷۸۰۰	۳۱۰۰	۸,۰			
۱۳	۶۶۰	۵۳۰	۱۱,۰	۱	۲۲۰۰	۲۱۶۰	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۹	۱۸	۶۳۰۰	۲۳۰۰	۹,۰			
۱۸	۱۲۰	۸۵	۱۱,۹	۲	۲۲۰	۲۱۰	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۹۴	۲۸	۳۱۰۰	۳۰۰	۱۰,۵			
۲۳	۹,۵	۸,۵	۱۲,۸	۱۶	۵,۳	۳,۸	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۱۵	۳۶	۱۹۰	۱۳	۱۲,۰			
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۳۳	۶۰	۲۰	۰,۲	۱۳,۰			
۴	۶۶	۶,۱	۲,۸	۱	۱۲۶	۱۲۷	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۸۹	۶۷	۲۴	۶,۲	۲,۰	Cr	SWA	
۷	۰,۲۳	۰,۲۰	۴,۵	۵	۱,۵۳	۱,۳۷	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۷۰	۲۹	۷,۴	۰,۷	۴,۰			
۶	۰,۰۳۹	۰,۰۳۵	۷,۰	NA	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۷۷	۷۴	۰,۵	۰,۰۰۶	۵,۵			
۱۸	۰,۰۱۵	۰,۰۱۱	۸,۵	۸	۰,۰۱۱	۰,۰۰۹	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۹۸	۹۹	۰,۰۵	۰/۰۱	۷,۰			
۵۳	۰,۰۴۱	۰,۰۱۷	۹,۸	۱	۰,۰۱۱	۰,۰۱۱	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۱۴۴	۷۶	۰,۰۳	۰/۰۱	۸,۰			
۲۹	۰,۱۹	۰,۱۲	۱۱,۰	۱۵	۰,۰۱۳	۰,۰۱۰	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۰۸	۶۶	۰,۰۵	۰,۰۰۲	۹,۰			
۳۴	۰,۶۷	۰,۳۹	۱۱,۹	۲۴	۰,۰۳۴	۰,۰۲۱	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۱۴۹	۵۳	۰,۱۵	۰,۰۰۳	۱۰,۵			
۱۸	۲,۴	۱,۸	۱۲,۸	۱۳	۰,۰۷	۰,۰۴۵	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۲۷	۴۲	۱,۲	۰,۰۲	۱۲,۰			
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۰۲	۵۹	۷,۵	۰,۶	۱۳,۰			

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN ۱۴۹۹۷	محدوده غلظت			EN ۱۴۴۲۹	مورد استفاده	گزف شده	نمای اوری	شده	زمیگاه	محدوده غلظت			روش EPA ۱۳۱۳		
RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	تعداد آنکارا	p	RSD _R %	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	عامل بافت
۳	۰,۱۸۰	۰,۱۷۰	۲,۸	۱	۰,۱۶۷	۰,۱۶۶	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۸	۳۸	۰,۳۳	۰,۰۸	۲,۰	Co SWA
۶	۰,۱۰۷	۰,۰۹۶	۴,۵	۷	۰,۱۳	۰,۱۱	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۶	۱۰	۰,۲۵	۰,۱۰	۴,۰	
۱۸	۰,۰۰۵	۰,۰۰۴	۷,۰	۳۲	۰,۰۳۷	۰,۰۲۰	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۳	۱۶	۰,۲۳	۰,۰۵۶	۵,۵	
۸	۰,۰۰۳	۰,۰۰۳	۸,۵	۸	۰,۰۰۷	۰,۰۰۶	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۸۲	۵۷	۰,۱۶	۰,۰۰۹	۷,۰	
۳۱	۰,۰۰۳	۰,۰۰۲	۹,۸	۱	۰,۰۰۳	۰,۰۰۳	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۶۸	۴۱	۰,۰۳	۰,۰۰۳	۸,۰	
۱۴	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۱۱,۰	۴۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۱	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۰	۳۷	۰,۰۱	۰,۰۰۱	۹,۰	
۱۰۰	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۱۱,۹	NA	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۵۹	۱۶	۰,۰۱	۰,۰۰۱	۱۰,۵	
۱۰۰	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۱۲,۸	NA	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۸	۷	۰,۰۱	۰,۰۰۱	۱۲,۰	
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۹	۱۸	۰,۰۱	۰,۰۰۱	۱۳,۰	
۱۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۶	۲,۸	۱۰	۰,۰۰۳	۰,۰۰۳	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۴۸	۱۰۶	۰,۰۴	۰,۰۰۳	۲,۰	Mo SWA
۸	۰,۰۱	۰,۰۱	۴,۵	۱۸	۰,۰۱۳	۰,۰۰۹	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۶۸	۲۳	۰,۰۲	۰,۰۰۵	۴,۰	
۴	۰,۰۱۳	۰,۰۱۲	۷,۰	۱۷	۰,۰۷۹	۰,۰۵۶	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۲	۳۲	۰,۰۳	۰,۰۰۷	۵,۵	
۲	۰,۰۱۸	۰,۰۱۸	۸,۵	۵	۰,۱۳۵	۰,۱۲۳	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۸	۳۶	۰,۱۰	۰,۰۲۰	۷,۰	
۳	۰,۰۲۰	۰,۰۱۸	۹,۸	۲	۰,۱۳۷	۰,۱۳۳	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۴۱	۱۵	۰,۱۶	۰,۰۳۷	۸,۰	
۲	۰,۰۱۸	۰,۰۱۷	۱۱,۰	۴	۰,۱۴۹	۰,۱۳۸	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۸	۱۱	۰,۱۸	۰,۰۶۷	۹,۰	
۱	۰,۱۶	۰,۱۵	۱۱,۹	۲	۰,۱۵۸	۰,۱۵۳	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۲۰	۶	۰,۱۹	۰,۰۸۹	۱۰,۵	
۲	۰,۰۱۳	۰,۰۱۳	۱۲,۸	۱۰	۰,۰۵۷	۰,۰۴۷	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۹	۵	۰,۲۱	۰,۰۹۴	۱۲,۰	
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۳	۹	۰,۱۸	۰,۰۸۲	۱۳,۰	

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	نیافر پنهان	نیافر اوری	شده	زمیشگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313		
RSD _r %	نیافر mg/l	نیافر mg/l	pH	RSD _r %	نیافر mg/l	نیافر mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	تعداد کل آنالیز	p	RSD _R %	RSD _r %	نیافر mg/l	نیافر mg/l	pH	عامل بافت
۱	۴۳,۳	۴۲,۴	۲,۸	۱	۲۹,۵	۲۹,۲	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۸۸	۴۱	۶۹	۹,۳	۲,۰	Se SWA
۶	۹۹	۸۹	۴,۵	۱۲	۶۰	۴۸	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۵	۷	۹۹	۴۰	۴,۰	
۱	۱۲۴	۱۲۲	۷,۰	۳	۱۱۶	۱۰۹	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۷	۹	۱۳۰	۵۸	۵,۵	
۴	۱۲۸	۱۱۹	۸,۵	۳	۱۲۰	۱۱۳	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۹	۵	۱۵۰	۷۷	۷,۰	
۴	۱۲۶	۱۱۷	۹,۸	۲	۱۱۲	۱۰۸	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۱۸	۶	۱۴۰	۷۶	۸,۰	
۱	۱۱۱	۱۰۸	۱۱,۰	۲	۱۰۲	۹۸	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۹	۱۰	۱۳۰	۷۲	۹,۰	
۲	۱۰۹	۱۰۶	۱۱,۹	۱	۱۰۳	۱۰۱	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۲۰	۵	۱۲۸	۶۴	۱۰,۵	
۱	۱۱۷	۱۱۶	۱۲,۸	۱۵	۴۴	۳۳	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۹	۵	۱۳۰	۶۲	۱۲,۰	
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۲	۱۰	۱۱۶	۵۴	۱۳,۰	
۲	۰,۳۵	۰,۳۴	۲,۸	۲	۰,۳۳	۰,۳۲	۴,۰	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۱۷۵	۹۴	۱,۶	۰,۲۳	۲,۰	V SWA
۵	۰,۱۹	۰,۱۷	۴,۵	۱۷	۰,۱۲	۰,۰۹	۵,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۵۳	۲۹	۰,۳۱	۰,۰۶	۴,۰	
۱	۰,۲۰	۰,۲۰	۷,۰	۳	۰,۲۰	۰,۱۸	۷,۱	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۳۷	۱۰	۰,۲۳	۰,۰۸	۵,۵	
۲	۰,۱۸	۰,۱۷	۸,۵	۲	۰,۲۱	۰,۲۰	۷,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۷	۵	۰,۲۶	۰,۱۱	۷,۰	
۴	۰,۱۵	۰,۱۴	۹,۸	۵	۰,۲۰	۰,۱۸	۸,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۲۵	۶	۰,۲۴	۰,۱۲	۸,۰	
۵	۰,۱۱	۰,۱۰	۱۱,۰	۲	۰,۱۲	۰,۱۲	۹,۸	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۶	۱۰	۰,۲۷	۰,۱۲	۹,۰	
۱۷	۰,۱۸	۰,۱۳	۱۱,۹	۱	۰,۱۰	۰,۰۹	۱۱,۳	۳۰	۳	۳۳		۱۰	۴۲	۸	۰,۲۶	۰,۰۹	۱۰,۵	
۱۰	۰,۰۹	۰,۰۹	۱۲,۸	۲	۰,۱۴	۰,۱۴	۱۲,۳	۳۳	۰	۳۳		۱۰	۴۷	۱۴	۰,۳۷	۰,۰۹	۱۲,۰	
								۳۳	۰	۳۳		۱۰	۲۶	۱۷	۰,۸۱	۰,۲۳	۱۳,۰	

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	جذب شده	جی اوری	شده		زمینگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313		
RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	RSD _r %	Δ اکثر mg/l	Δ قابل mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	<DLT	تعداد کل	تعداد کل	p	RSD _R %	RSD _r %	Δ mg/l	Δ قابل mg/l	pH	عامل	بافت
۱۴	۰,۰۲۲	۰,۰۱۷	۲,۸	۲۲	۰,۰۴۱	۰,۰۲۶	۴,۰	۳۱	۵	۳۶		۱۱	۳۸	۲۹	۰,۰۱۱	۰,۰۰۴	۲,۰	Sb	SWA
۷	۰,۰۵۳	۰,۰۴۶	۴,۵	۲۳	۰,۱۰	۰,۰۶۴	۵,۱	۲۰	۱۶	۳۶		۱۱	۶۷	۶۷	۰,۰۴۹	۰,۰۰۴	۴,۰		
۳	۰,۲۰۲	۰,۱۸۹	۷,۰	۴	۰,۱۹۲	۰,۱۷۷	۷,۱	۱۴	۲۲	۳۶		۱۱	۳۲	۱۷	۰,۱۴	۰,۰۵۰	۵,۵		
۱۱	۰,۲۳	۰,۱۹	۸,۵	۹	۰,۲۰	۰,۱۷	۷,۸	۳۲	۴	۳۶		۱۱	۲۷	۱۴	۰,۰۲۴	۰,۰۰۲	۷,۰		
۳	۰,۲۲۸	۰,۲۱۵	۹,۸	۵	۰,۱۹	۰,۱۷	۸,۳	۳۵	۱	۳۶		۱۱	۲۷	۱۲	۰,۰۲۵	۰,۱۰	۸,۰		
۴	۰,۲۰۰	۰,۱۸۷	۱۱,۰	۶	۰,۲۲۵	۰,۲۰	۹,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۳۰	۱۱	۰,۰۲۹	۰,۰۰۸	۹,۰		
۶	۰,۱۷۷	۰,۱۵۸	۱۱,۹	۷	۰,۲۰۵	۰,۱۷۹	۱۱,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۳۵	۱۰	۰,۰۲۷	۰,۱۱	۱۰,۵		
۸	۰,۱۶	۰,۱۳	۱۲,۸	۱	۰,۱۷۷	۰,۱۷۳	۱۲,۳	۲۱	۱۵	۳۶		۱۱	۱۸	۱۲	۰,۰۲۳	۰,۱۱	۱۲,۰		
								۳۰	۶	۳۶		۱۱	۲۰	۱۱	۰,۰۲۸	۰,۱۶	۱۳,۰		
۵۵	۰,۸	۰,۳	۲,۸	۱۱	۰,۰۵۶	۰,۰۴۵	۴,۰	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۶۴	۱۱	۳,۲	۰,۴۷	۲,۰	As	SWA
۱۱	۰,۰۹۷	۰,۰۷۹	۴,۵	۱	۰,۰۷۳	۰,۰۷۱	۵,۱	۱۹	۱۷	۳۶		۱۱	۳۷	۱۱	۰,۰۲۰	۰,۰۶	۴,۰		
۳	۰,۱۰۹	۰,۱۰۴	۷,۰	۱۲	۰,۰۷۲	۰,۰۵۷	۷,۱	۱۹	۱۷	۳۶		۱۱	۵۷	۱۴	۰,۱۹	۰,۰۴	۵,۵		
۲۰	۰,۳۶	۰,۲۵	۸,۵	۱۴	۰,۱۱۲	۰,۰۸۵	۷,۸	۱۹	۱۷	۳۶		۱۱	۵۰	۱۵	۰,۱۹	۰,۰۴	۷,۰		
۲	۰,۶۹	۰,۶۷	۹,۸	۴	۰,۱۸۹	۰,۱۷۵	۸,۳	۲۷	۹	۳۶		۱۱	۴۱	۱۸	۰,۰۴۶	۰,۰۹	۸,۰		
۳	۱,۰	۰,۹۵	۱۱,۰	۱۷	۱,۰	۰,۷۲	۹,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۰	۱۴	۰,۰۹۲	۰,۲۴	۹,۰		
۱۰	۱,۳۵	۱,۱۲	۱۱,۹	۱۹	۱,۶	۱,۱	۱۱,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۸	۱۲	۱,۵	۰,۶۰	۱۰,۵		
۱۸	۱,۸	۱,۳	۱۲,۸	۸	۱,۸	۱,۶	۱۲,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۳	۹	۲,۷	۰,۷۴	۱۲,۰		
								۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۷	۱۵	۱,۴	۲,۷	۱۳,۰		

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	ذرف شده	ذرع اوری	شده	از میشگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313		
RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	اتلاف پُر ن	p	RSD _R %	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	عامل بافت
15	0,11	0,64	2,8	2	-0,240	-0,229	4,0	33	3	36		11	9	7	1,15	0,74	2,0	Ba SWA
5	0,45	0,41	4,5	2	-0,250	-0,238	5,1	33	3	36		10	20	8	0,42	0,21	4,0	
1	0,366	0,362	7,0	4	-0,243	-0,224	7,1	33	3	36		11	14	4	0,37	0,22	5,5	
4	0,42	0,39	8,5	5	-0,275	-0,250	7,8	33	3	36		11	11	4	0,35	0,23	7,0	
6	0,67	0,60	9,8	4	-0,268	-0,249	8,3	33	3	36		11	11	8	0,38	0,26	8,0	
4	0,77	0,71	11,0	5	-0,454	-0,417	9,8	33	3	36		11	21	9	0,71	0,36	9,0	
1	0,799	0,783	11,9	6	-0,402	-0,354	11,3	33	3	36		11	28	21	1,3	0,5	10,5	
3	0,862	0,814	12,8	4	1,20	1,10	12,3	33	3	36		11	23	12	1,597	0,746	12,0	
								33	3	36		11	68	41	2,411	0,168	13,0	
4	2,26	2,02	2,8	1	2,60	2,54	4,0	36	0	36		11	6	3	2,24	2,65	2,0	B SWA
1	4,03	4,02	4,5	1	4,17	4,09	5,1	36	0	36		11	5	3	2,92	3,31	4,0	
1	4,48	4,41	7,0	3	4,42	4,20	7,1	36	0	36		11	6	4	5,0	3,9	5,5	
1	4,35	4,30	8,5	1	4,45	4,35	7,8	36	0	36		11	6	6	5,7	4,1	7,0	
1	4,55	4,49	9,8	1	4,26	4,17	8,3	36	0	36		11	9	9	6,7	3,8	8,0	
2	2,95	2,82	11,0	4	4,03	3,72	9,8	36	0	36		11	5	3	4,5	3,8	9,0	
4	2,42	2,13	11,9	5	4,19	3,79	11,3	36	0	36		11	7	3	4,7	3,6	10,5	
6	2,97	2,66	12,8	1	2,66	2,57	12,3	33	3	36		11	13	4	5,0	3,2	12,0	
								33	3	36		11	27	5	5,2	2,2	13,0	

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	ذرف شده	جعی زری	شده	آزمایشگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313		
RSD _r %	↓ mg/l	↓ mg/l	pH	RSD _r %	↓ mg/l	↓ mg/l	pH	تعداد کل مورد استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	آنالیز:	p	RSD _R %	RSD _r %	↓ mg/l	↓ mg/l	pH	عامل بافت
۲	۱۴۴	۱۳۷	۲,۸	۱	۱۵۰	۱۴۷	۴,۰	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۸	۴	۱۴۲	۹۹	۲,۰	Ca SWA
۱	۱۵۶	۱۵۴	۴,۰	۱	۱۵۴	۱۵۰	۰,۱	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴	۲	۱۵۳	۱۳۳	۴,۰	
۱	۱۵۷	۱۵۶	۷,۰	۳	۱۵۸	۱۵۰	۷,۱	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۵	۴	۱۷۰	۱۴۲	۵,۰	
۱	۱۴۰	۱۳۷	۸,۰	۱	۱۵۵	۱۵۴	۷,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۶	۵	۱۹۹	۱۴۲	۷,۰	
۱	۱۱۸	۱۱۵	۹,۸	۱	۱۴۶	۱۴۲	۸,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۱۰	۹	۲۲۳	۱۲۸	۸,۰	
۶	۶۶	۵۹	۱۱,۰	۵	۱۱۴	۱۰۵	۹,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۶	۳	۱۳۸	۱۱۰	۹,۰	
۱۶	۳۸	۲۹	۱۱,۹	۳	۸۷,۴	۸۳,۳	۱۱,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۹	۴	۱۰۲	۷۴	۱۰,۰	
۲۶	۲۳	۱۵	۱۲,۸	۱	۳۷,۷	۳۷,۲	۱۲,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۱۸	۱۰	۶۰	۳۲	۱۲,۰	
								۳۶	۰	۳۶		۱۱	۳۳	۱۷	۲۳	۸۶	۱۳,۰	
۱۱	۱,۱۰	۰,۹۰	۲,۸	۶	۰,۵۰	۰,۴۵	۴,۰	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۱۴	۷	۲,۰	۱,۳	۲,۰	Cr SWA
۵۶	۰,۰۹۷	۰,۰۴۳	۴,۰	۱۷	۰,۰۰۳	۰,۰۰۲	۰,۱	۳۵	۱	۳۶		۱۱	۱۰۰	۳۴	۰,۶	۰,۰۵	۴,۰	
۱۴	۰,۰۲۲	۰,۰۱۷	۷,۰	۱۹	۰,۰۴۳	۰,۰۳۰	۷,۱	۲۶	۱۰	۳۶		۱۱	۲۰۵	۱۰۳	۰,۰۵	۰,۰۰۱	۵,۰	
۲۱	۰,۱۲	۰,۰۸۶	۸,۰	۱۰	۰,۰۵۲	۰,۰۴۳	۷,۸	۳۵	۱	۳۶		۱۱	۱۵۵	۸۹	۰,۱۶	۰,۰۰۱	۷,۰	
۱۴	۰,۲۸	۰,۲۲	۹,۸	۶	۰,۰۹۹	۰,۰۸۸	۸,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۱۰۰	۳۱	۰,۳۵	۰,۰۱	۸,۰	
۱۰	۰,۳۹	۰,۳۳	۱۱,۰	۱۵	۰,۳۰	۰,۲۲	۹,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۱	۱۳	۰,۴۱	۰,۰۹	۹,۰	
۳	۰,۴۷	۰,۴۵	۱۱,۹	۵	۰,۴۰	۰,۳۶	۱۱,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۸	۱۰	۰,۴۶	۰,۱۸	۱۰,۰	
۹	۰,۶۱	۰,۵۱	۱۲,۸	۵	۰,۵۰	۰,۴۶	۱۲,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۲	۹	۰,۴۸	۰,۲۴	۱۲,۰	
								۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۲	۱۱	۰,۶۷	۰,۳۴	۱۳,۰	

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	ذرف شده	جعی زری	شده		از میشگار	محدوده غلظت			روش EPA 1313			
RSD _r %	↓ mg/l	↓ mg/l	pH	RSD _r %	↓ mg/l	↓ mg/l	pH	تعداد کل مورد	استفاده	تعداد <DLT	تعداد کل	اتلاف:	p	RSD _R %	RSD _r %	↓ mg/l	↓ mg/l	pH	عامل	بافت
11	0,35	0,29	2,8	2	0,226	0,219	4,0	36	•	36		11	7	5	0,48	0,35	2,0	Co	SWA	
3	0,214	0,202	4,5	1	0,227	0,221	5,1	36	•	36		11	8	6	0,26	0,20	4,0			
5	0,051	0,046	7,0	5	0,053	0,048	7,1	36	•	36		11	15	11	0,26	0,13	5,5			
42	0,002	0,001	8,5	2	0,025	0,024	7,8	36	•	36		11	85	39	0,16	0,01	7,0			
100	0,001	0,001	9,8	29	0,005	0,003	8,3	21	15	36		11	159	50	0,067	0,001	8,0			
100	0,001	0,001	11,0	NA	0,001	0,001	9,8	29	7	36		11	51	38	0,004	0,001	9,0			
100	0,001	0,001	11,9	NA	0,001	0,001	11,3	34	2	36		11	24	16	0,003	0,001	10,5			
100	0,001	0,001	12,8	NA	0,001	0,001	12,3	36	•	36		11	NA	NA	0,001	0,001	12,0			
								36	•	36		11	NA	NA	0,001	0,001	13,0			
28	0,23	0,14	2,8	1	0,09	0,08	4,0	36	•	36		11	32	7	0,53	0,19	2,0	Mo	SWA	
45	0,2	0,1	4,5	1	0,16	0,16	5,1	35	1	36		11	16	6	0,154	0,087	4,0			
4	2,49	2,30	7,0	3	2,07	2,92	7,1	36	•	36		11	44	22	0,9	0,2	5,5			
3	2,18	2,02	8,5	1	2,35	2,28	7,8	36	•	36		11	32	26	3,5	0,8	7,0			
1	2,48	2,40	9,8	1	2,50	2,42	8,3	36	•	36		11	14	12	4,9	2,3	8,0			
1	2,62	2,54	11,0	4	2,6	2,3	9,8	36	•	36		11	9	3	4,07	2,88	9,0			
1	2,69	2,64	11,9	1	2,71	2,62	11,3	36	•	36		11	8	4	4,46	2,15	10,5			
1	2,70	2,66	12,8	1	2,70	2,64	12,3	36	•	36		11	4	4	4,45	2,35	12,0			
								36	•	36		11	8	4	4,62	3,19	13,0			

ادامه جدول ث

محدوده غلظت			EN 14997	محدوده غلظت			EN 14429	مورد استفاده	ذرف شده	جع زری	شده	آزمایشگاه	محدوده غلظت			روش EPA 1313			
RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	تعداد کل مورد	استفاده <DLT	تعداد کل	آنالیز:	p	RSD _R %	RSD _r %	Δ mg/l	Δ mg/l	pH	عامل	بافت
۳۲	۰,۴۱	۰,۲۵	۲,۸	۳۹	۰,۱۴	۰,۰۷	۴,۰	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۵۲	۱۰	۱,۰	۰,۲۰	۲,۰	Se	SWA
۱	۰,۱۷	۰,۱۵	۴,۵	۵	۰,۱۹	۰,۱۷	۵,۱	۱۱	۲۵	۳۶		۱۱	۴۳	۲۱	۰,۲۴	۰,۰۴	۴,۰		
۴	۰,۹۸	۰,۹۲	۷,۰	۴	۱,۰۲	۰,۹۴	۷,۱	۲۹	۷	۳۶		۱۱	۳۲	۱۳	۰,۴۷	۰,۱۷	۵,۵		
۱۰	۲,۲	۱,۸	۸,۵	۵	۱,۲۷	۱,۱۵	۷,۸	۳۵	۱	۳۶		۱۱	۳۵	۱۶	۱,۶	۰,۳۴	۷,۰		
۱	۴,۲۶	۴,۱۵	۹,۸	۲	۱,۹۱	۱,۸۴	۸,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۳۲	۱۵	۲,۶	۰,۷	۸,۰		
۱	۵,۴۲	۵,۳۳	۱۱,۰	۴	۴,۶۶	۴,۲۶	۹,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۱	۷	۴,۰	۲,۰	۹,۰		
۲	۶,۰۰	۵,۷۹	۱۱,۹	۱	۵,۶۸	۵,۵۴	۱۱,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۸	۴	۵,۹	۴,۰	۱۰,۵		
۱	۶,۱۱	۶,۰۹	۱۲,۸	۱	۶,۱۵	۶,۰۱	۱۲,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۷	۴	۶,۶	۵,۱	۱۲,۰		
								۳۶	۰	۳۶		۱۱	۹	۴	۸,۴	۵,۳	۱۳,۰		
۴۶	۱,۱	۰,۵	۲,۸	۴	۰,۰۹	۰,۰۸	۴,۰	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۷	۱۲	۶,۶	۲,۹	۲,۰	V	SWA
۱۲	۰,۱۳	۰,۱۰	۴,۵	۲	۰,۰۷	۰,۰۷	۵,۱	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۳۲	۱۷	۰,۲۳	۰,۰۸	۴,۰		
۲	۰,۲۰	۰,۱۹	۷,۰	۴	۰,۱۷	۰,۱۶	۷,۱	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۲۶	۱۰	۰,۱۵	۰,۰۷	۵,۵		
۷	۰,۳۳	۰,۲۹	۸,۵	۷	۰,۲۱	۰,۱۹	۷,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۰	۱۱	۰,۳۸	۰,۱۱	۷,۰		
۳	۱,۰۵	۰,۹۹	۹,۸	۲	۰,۲۴	۰,۲۳	۸,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۳	۱۵	۰,۶۱	۰,۱۳	۸,۰		
۴	۲,۰۱	۱,۸۷	۱۱,۰	۱۶	۱,۱	۰,۸	۹,۸	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۷	۱۱	۱,۱	۰,۲۲	۹,۰		
۱۱	۳,۳	۲,۷	۱۱,۹	۶	۲,۷	۲,۴	۱۱,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۴۰	۱۲	۲,۸	۰,۶۹	۱۰,۵		
۱۹	۵,۲	۳,۷	۱۲,۸	۱	۳,۰۷	۳,۰۰	۱۲,۳	۳۶	۰	۳۶		۱۱	۱۵	۷	۳,۶	۲,۰	۱۲,۰		
								۳۶	۰	۳۶	۰	۱۱	۱۳	۷	۵,۹	۳,۷	۱۳,۰		

ادامه جدول ث ۳

RSD_r انحراف استاندارد تکرارپذیری است

RSD_R انحراف استاندارد تجدیدپذیری است

P تعداد آزمایشگاه‌های باقیمانده در ارزیابی آماری است

یادآوری ۱- تمام آزمایشگاه‌ها سه تکرار برای هر آزمون را با یکی از آزمایشگاه‌ها (آزمایشگاه مرجع) با شش تکرار به اشتراک گذاشتند.

یادآوری ۲- هیچ آنالیز پرتوی انجام نگرفت.

یادآوری ۳- به خاطر غلظت‌های بلانک، هیچ اطلاعاتی از آنالیز حذف نشد (برای مثال حذف کردن).

یادآوری ۴- برخی از اطلاعات به دلیل مشکلات اجرایی (برای مثال ناسازگاری اندازه‌گیری‌های pH با ساختار هدف‌گذاری شده آزمون) فیلتر شدند.

یادآوری ۵- اطلاعات غلظتی نوشته شده به صورت ایتالیک مقادیر تنظیم شده برای DLT $\frac{1}{2}$ می‌باشند.

یادآوری ۶- برای آزمون‌های CEN تنها می‌توان RSD_r را محاسبه کرد.

كتاب نامه

- [1] EN 12457-1, Characterisation of waste — Leaching — Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges — Part 1: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 2 l/kg for materials with high solid content and with particle size below 4 mm (without or with size reduction)
- [2] EN 12920, Characterization of waste — Methodology for the determination of the leaching behavior of waste under specified conditions
- [3] EN 14997, Characterization of waste — Leaching behaviour test — Influence of pH on leaching with continuous pH control
- [4] ISO 5725-2:1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method
- [5] van der Sloot H.A., Harmonisation of leaching/extraction procedures for sludge, compost, soil and sediment analyses. In: Methodologies for Soil and sediment fractionation studies, (Quevauviller Ph., ed.). Royal Society of Chemistry, 2002, pp. 142–70
- [6] van der Sloot H.A., Developments in evaluating environmental impact from utilization of bulk inert wastes using laboratory leaching tests and field verification. *Waste Manag.* 1996, 16 (1-3) pp. 65–81
- [7] van der Sloot H.A., Heasman L., Quevauviller Ph., eds. Harmonization of leaching/extraction tests, 1997. *Studies in Environmental Science*, Volume 70. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, 292 pp
- [8] Kosson D.S., van der Sloot H.A., Integration of Testing Protocols for Evaluation of Contaminant Release from Monolithic and Granular Wastes. In: *Waste Materials In Construction - Putting Theory into Practice*. *Studies in Environmental Science* 71. (Goumans J.J.J.M., Senden G.J., van der Sloot H.A., eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 1997, pp. 201–16
- [9] Experimental program relating to the implementation of pH-dependence tests. Study carried out within the scope of the French mirror commission of WG 6 (X 30 Y)(in French). POLDEN INSAVALOR report (ADEME agreement n° 9974078), 2000
- [10] Meima J.A., van Zomeren A., Comans R.N.J., The complexation of Cu with dissolved organic carbon in municipal solid waste incinerator bottom ash leachates. *Environ. Sci. Technol.* 1999, 33 pp. 1424–1429
- [11] Tiruta-Barna L., Barna R., Moszkowicz P., Modelling of solid/liquid/gas mass transfer for environmental evaluation of cement-based solidified waste. *Environ. Sci. Technol.* 2001, (35) pp. 149–156
- [12] Dijkstra J.J., van der Sloot H.A., Comans R.N.J., Process identification and model development of contaminant transport in MSWI bottom ash. *Waste Manag.* 2002, 22 (5) pp. 531–541
- [13] Garrabrants A.C., Kosson D.S., Stefanski L., Delapp R., Seignette P.F.A.B., van der Sloot H.A., Kariher P. and Baldwin M., Interlaboratory Validation of the Leaching Environmental Assessment Framework (LEAF) Method 1313 and Method 1316, EPA 600/R-12/623, September 2012
- [14] van der Sloot H.A., Kosson D.S., Garrabrants, A.C., Comans R. and Hjelmar O., Parallel validation of CEN/TC 292 characterisation leaching methods with US EPA validation, CEN/TC 292/WG 6 N 631, June 2012

- [15] IUPAC — International Union of Pure and Applied Chemistry, Analytical Chemistry Division Commission on Analytical Nomenclature. Nomenclature for sampling in analytical chemistry (Recommendations 1990). *Pure Appl. Chem.* 1990, 62 (6) pp. 1193–1208
- [16] van der Sloot H.A., van Zomeren A., Meeussen J.C.L., Seignette P., Bleijerveld R., Interpretation of test method selection, validation against field data, and predictive modelling for impact evaluation of stabilised waste disposal. *J. Hazard. Mater.* 2007, 141 pp. 354–369
- [17] Engelsen C.J., Wibetoe G., van der Sloot H.A., Lund W., Petkovic G., Field site leaching from recycled concrete aggregates applied as sub-base material in road construction. *Sci. Total Environ.* 2012, 427–428 pp. 86–97
- [18] Dijkstra J.J., van der Sloot H.A., Comans R.N.J., The leaching of major and trace elements from MSWI bottom ash as a function of pH and time. *Appl. Geochem.* 2006, 21 (2) pp. 335–351
- [19] Kosson D.S., van der Sloot H.A., Garrabrants A.C. and Seignette P.F.A.B., Laboratory-to-Field Comparisons and Recommendations for Leaching Evaluation using the Leaching Environmental Assessment Framework (LEAF). EPA-600/R-14/061 (May 2014)
- [20] Postma J.F., van der Sloot H.A., van Zomeren A., Ecotoxicological response of three waste samples in relation to chemical speciation modelling of leachates. In: Ecotoxicological characterization of waste – Results and experiences from a European ring test. Eds: J. Römbke, R. Becker & H. Moser, Springer Science+Business Media, Inc. Norwell (MA), 2009
- [21] Dijkstra J.J., Van Zomeren A., Meeussen J.C.L., Comans R.N.J., Effect of Accelerated Aging of MSWI Bottom Ash on the Leaching Mechanisms of Copper and Molybdenum. *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40 (14) pp. 4481–4487
- [22] Meima J.A., Comans R.N.J. The leaching of trace elements from municipal solid waste incinerator bottom ash at different stages of weathering. *Appl. Geochem.* 1999, 14 pp. 159–171
- [23] US EPA SWA-846, EPA method 1313, Liquid-solid partitioning as a function of extract pH using a parallel batch extraction procedure, 2012;
<http://www.epa.gov/wastes/hazard/testmethods/sw846/index.htm>
- [24] Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste
- [25] Council Decision 2003/33/EC of 19 December 2002