



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۶۱۱-۲۳

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

11611-23

1st.Edition

2016

کیفیت آب - نمونه برداری - قسمت ۲۳:
نمونه برداری غیرفعال از آب های سطحی -
راهنما

Water quality – Sampling –
Part 23:
passive sampling in surface waters –
Guidance

ICS:13.060.45

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

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 کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه 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 نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«کیفیت آب - نمونه برداری - قسمت ۲۳: نمونه برداری غیرفعال از آب های سطحی - راهنما»

رئیس:

کیانی، مریم

(کارشناسی ارشد صنایع غذایی)

سمت و / یا محل اشتغال

کارشناس اداره کل استاندارد استان هرمزگان

دبیر:

باقرزاده همایی، عیسی

(کارشناسی ارشد شیمی)

مدیر کل استاندارد استان هرمزگان

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمد غلامی، سولماز

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

کارشناس اداره کل استاندارد استان هرمزگان

ستوده، مرضیه

(کارشناسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان هرمزگان

سعیدی پور، عظیمه

(دکترای شیمی آلی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان هرمزگان

سلیمی زاده، مریم

(کارشناسی ارشد علوم خاک)

کارشناس مسئول اداره کل حفاظت محیط زیست
استان هرمزگان

شیبانی تدرجی، نجمه

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

کارشناس اداره کل استاندارد استان هرمزگان

علی پور، ولی

(دکترای بهداشت محیط)

عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی
وخدمات بهداشتی و درمانی استان هرمزگان

فیروزی، رسول

(کارشناسی ارشد مترجمی زبان انگلیسی)

کارشناس مترجمی دانشگاه علامه طباطبایی

مدیر آزمایشگاه کیفیت آزمایش جنوب

مهدی زاده، سلما
(کارشناسی شیمی)

ویراستار :

کارشناس سازمان ملی استاندارد ایران (مرکز اندازه شناسی)

اوحدی، افشین
(کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ اصول
۷	۵ کار با وسایل نمونه‌برداری غیرفعال
۹	۶ برآورد زمان مناسب برای استقرار در محل
۹	۷ تهیه و پیاده‌سازی وسیله نمونه برداری غیرفعال
۱۱	۸ تضمین کیفیت
۱۳	۹ انتخاب محل نمونه برداری و ملاحظات ایمنی
۱۴	۱۰ استقرار و بازیابی وسایل نمونه برداری غیرفعال
۱۸	۱۱ احصای تجزیه و تحلیل از وسایل نمونه برداری غیر فعال و آمادگی برای آنالیز
۱۸	۱۲ تجزیه و تحلیل
۱۹	۱۳ محاسبات
۲۲	۱۴ گزارش آزمون
۲۴	پیوست الف (آگاهی دهنده) جدول‌های فراهم آورنده چکیده انواع اصلی وسایل نمونه برداری غیرفعال و روش‌های کالیبراسیون آن‌ها
۲۷	پیوست ب (الزامی) مواد و دستگاه‌های لازم برای استفاده در عرصه وجهت استقرار وسایل نمونه‌برداری غیر فعال
۲۸	پیوست پ (آگاهی دهنده) سنجش‌های کنترل کیفیت

پیش‌گفتار

استاندارد «کیفیت آب- نمونه برداری- قسمت ۲۳- نمونه برداری غیرفعال از آب‌های سطحی- راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط، تهیه و تدوین شده است، در یکصد و بیست و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۵/۰۲/۱۳ تصویب شد. اینک این استاندارد 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.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ISO 5667-23: 2011, Water quality - Sampling -Part 23: Passive sampling in surface waters- Guidance.

مقدمه

دستگاه های نمونه برداری غیرفعال می توانند برای پایش غلظت طیف گسترده ای از آنالیت ها، از جمله فلزات، آنیون های غیرآلی، ترکیبات آلی قطبی (برای مثال: آفت کش های قطبی و ترکیبات دارویی)، ترکیبات آلی غیرقطبی (از جمله آفت کش های غیرقطبی) و مواد شیمیایی صنعتی (مثل هیدروکربن های پلی آروماتیک و بی فنیل های چند کلره)، در محیط های آبی مورد استفاده قرار گیرند.

سطح آلاینده ها در آب های سطحی به صورت سنتی از طریق نمونه برداری نقطه‌ای (که به نام‌های نمونه برداری با بطری یا نمونه برداری با قلاب هم شناخته می‌شود)، مورد پایش بوده است. این نمونه برداری، تصویری لحظه‌ای از سطح آلاینده ها را در یک زمان مشخص نشان می دهد. سطح آلاینده ها در آب های سطحی اغلب در طول زمان نوسان می‌کنند، بنابراین بهتر است برای به دست آوردن یک نمونه معرف از کیفیت شیمیایی آب، در یک بازه‌ی زمانی طولانی از آب نمونه برداری شود. این امر، می‌تواند از طریق انجام نمونه برداری نقطه‌ای مکرر، پایش مستمر، پایش زیستی^۱ یا نمونه برداری غیرفعال، حاصل شود. نمونه‌برداری غیرفعال، عبارت است از به کارگیری یک وسیله‌ی نمونه برداری غیرفعال که برای جمع آوری نمونه ها در یک بازه زمانی چند روزه یا چند هفته‌ای، از یک شیب نفوذ استفاده می کند. پس از این مرحله، مرحله‌ی استخراج و تجزیه آلاینده ها در آزمایشگاه خواهد بود.

وسایل نمونه برداری غیرفعال می توانند در حالت های حرکت یا سکون مورد استفاده قرار گیرند. درحالت سکون، نمونه بردار غیرفعال با سطحی که از آن نمونه برداری می شود به تعادل رسیده و مقدار غلظت را در لحظه دریافت از محیط، نشان می دهد. در حالت حرکتی، وسیله نمونه برداری غیرفعال به شیوه یکپارچه^۲ نمونه برداری کرده و مقدار غلظت متوسط زمانی- وزنی^۳ آلاینده را در آب، در بازه‌ی زمانی مواجهه^۴ اندازه-گیری می کند. در مواقعی که جذب نمونه^۵ به درون فاز دریافت کننده^۶ تحت کنترل غشا باشد، در این صورت وسیله نمونه برداری غیرفعال، در بازه‌ی زمانی میان زمان استقرار^۷ و دوره‌ی زمانی مواجهه، تا رسیدن به نیمی از میزان حداکثری جمع آوری در فاز دریافت کننده، به صورت نمونه بردار های یکپارچه، عمل می کند. کنترل غشایی به این معنا است که مقاومت انتقالی^۸ غشا، از مقاومت انتقالی لایه‌ی مرزی آب بیشتر است. در آب های راکد، جذب نمونه عموماً تحت کنترل لایه‌ی مرزی آب می باشد. در شرایط بسیار پرتلاطم، جذب آن توسط غشا کنترل می شود. در شرایطی که جذب نمونه، توسط لایه‌ی مرزی آب کنترل شود، نمونه بردارهای غیرفعال به شیوه‌ای مشابه با نمونه برداری هایی رفتار می کنند که در آن ها جذب، تحت کنترل غشا است، اما نرخ میزان نمونه‌برداری بستگی به شرایط جریان دارد. هر گاه در طول زمان، وضعیت

-
- 1-Biomonitoring
 - 2-Integrative
 - 3-Time-weighted
 - 4-Exposure period
 - 5-Uptake
 - 6-Receiving phase
 - 7-Deployment
 - 8-Transport resistance

جریان تغییر پیدا کند، اگر تلاطم آب پایین باشد جذب نمونه می تواند تحت کنترل لایه‌ی مرزی آب صورت گیرد و با افزایش تلاطم، کنترل آن به وسیله غشا انجام می شود.

انتشار نمونه^۱ به درون فاز دریافت کننده، تحت تأثیر غلظت آلاینده محلول آزاد انجام می گیرد، نه غلظت آلاینده های متصل به ذرات جامد و ترکیبات آلی با جرم ملکولی بالا (مثل: اسید فولیک و اسید هیومیک). این تکنیک، میزان غلظت متوسط زمانی- وزنی جزء محلول آزاد آلاینده را نشان می دهد که وسیله نمونه برداری غیرفعال در مجاورت آن قرار گرفته است. در بعضی از وسایل نمونه برداری غیرفعال که کار نمونه برداری از آب جهت بررسی فلزات آن را بر عهده دارند، غلظت آنالیت اندازه گیری شده شامل غلظت جزء محلول آزاد و جزء آنالیت متصل به ترکیبات آلی و غیرآلی با جرم ملکولی پایین می شود که می توانند در لایه‌ی تراوش، نفوذ کرده و پراکنده شوند. آلاینده های متصل به ترکیبات دارای جرم ملکولی بالا، با سرعت بسیار پایینی در لایه‌ی انتشار^۲ پخش می شوند. غلظت اندازه گیری شده توسط یک وسیله نمونه برداری غیر- غیرفعال، می تواند با غلظت اندازه گیری شده در نمونه برداری نقطه‌ای^۳، متفاوت باشد. در نمونه برداری نقطه‌ای، جزئی از آلاینده که اندازه گیری می شود متأثر از عواملی چون نسبت آلاینده های متصل به ذرات جامد و ترکیبات آلی بزرگ و اقدامات تصفیه‌ای انجام شده (مثل گذراندن از صافی ۰/۴۵ میکرومتر یا صافی های بسیار ریز)، پیش از تجزیه نمونه می باشد. وسایل اندازه گیری غیرفعال در نمونه برداری از آب‌های سطحی، عمدتاً شامل یک فاز دریافت کننده می باشند (عمدتاً از جنس یک حلال، پلیمر، یا جاذب)، که میل ترکیبی بالایی برای ترکیب با آلاینده داشته و در نتیجه، آن ها را جمع‌آوری می کنند. این فاز دریافت کننده می تواند در پشت یک غشا قرار گرفته یا توسط غشا احاطه شود که آنالیت‌های موردنظر از طریق همین غشا به درون فاز دریافت کننده تراوش می کنند. شمای این گونه وسایل نمونه برداری غیرفعال در شکل ۱ ارائه شده است. وسیله نمونه بردار غیرفعال، در ساده‌ترین صورت ممکن، شامل یک غشای بدون حفاظ^۴ و یک ماده‌ی جاذب حجیم یا فیبری می باشد که به عنوان فاز دریافت کننده و هم به عنوان غشای تراوش عمل می کند. در این گونه وسایل نمونه برداری غیرفعال، پلیمر هم به عنوان فاز دریافت کننده و هم به عنوان غشای تراوش عمل می کند. پلیمرهای مورد استفاده در این چنین وسایل نمونه برداری غیرفعال، دارای تراوایی بالایی هستند و جذب نمونه توسط لایه‌ی مرزی آب کنترل می شود. جذب نمونه در نرخ جریان‌های بسیار بالا، تحت کنترل غشا در می آید.

ترکیبات مختلفی از لایه‌ی تراوش و فاز دریافت کننده برای انواع مختلف آلاینده ها (مانند: ترکیبات آلی غیرقطبی، ترکیبات آلی قطبی و ترکیبات غیرآلی) استفاده می شوند. وسایل نمونه برداری غیرفعال، برای کار با هر یک از این دسته آلاینده‌های اصلی، طراحی می شوند.

1-Diffusion
2-Diffusion layer
3-Spot or bottle
4-Naked membrane

وسایل نمونه‌برداری غیرفعال، می‌توانند در حالت‌های مختلفی از قبیل: کیفی یا نیمه کمی^۱ مورد استفاده قرار گیرند که به‌عنوان مثال: می‌توانند در شناسایی منابع آلودگی، کاربرد داشته باشند. هرگاه داده‌های کالیبراسیون مناسب در دسترس باشد، این وسایل می‌توانند به‌طور کمی برای اندازه‌گیری غلظت انواع محلول آزاد آلاینده، مورد استفاده قرار گیرند.

کیفیت آب - نمونه برداری - قسمت ۲۳: نمونه برداری غیرفعال از آب های سطحی - راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش های اجرایی آنالیز محور برای اندازه گیری غلظت های متوسط زمانی- وزنی و غلظت های تعادلی جزء محلول آزاد ترکیبات آلی و آلی فلزی^۱ و مواد غیرآلی، از جمله فلزات، در آب های سطحی، از طریق نمونه برداری غیرفعال می باشد.

این استاندارد برای آب های سطحی کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر، ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۵۲، هوا - اتاق های تمیز و محیط های کنترل شده - قسمت اول - طبقه بندی تمیزی هوا؛

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۶۱، کیفیت آب - نمونه برداری - نمونه برداری از دریاچه های طبیعی و مصنوعی- آئین کار؛

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۸۶، آب- حفاظت و جابجایی نمونه های آب- آئین کار؛

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۶۱۱، کیفیت آب- نمونه برداری- راهنمای طراحی برنامه های نمونه برداری؛

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۲۲۶۲، کیفیت آب - نمونه برداری - آئین کار نمونه برداری از رودخانه ها و نهرها.

2-6 ISO 5667-9, Water quality — Sampling — Part 9: Guidance on sampling from marine waters

2-7 ISO 5667-14, Water quality — Sampling — Part 14: Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling

2-8 ISO 6107-2, Water quality — Vocabulary — Part 2

2-9 ISO/TS 13530, Water quality — Guidance on analytical quality control for chemical and physicochemical water analysis

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف به کار برده شده در استاندارد ISO 6107-2، اصطلاحات با تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

ترکیب استاندارد بازیابی تجزیه‌ای

analytical recovery standard

ترکیبی است که قبل از فرآیند تجزیه، به فاز دریافت کننده‌ی وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، اضافه شده و از سطوح بازیابی آن در طول مرحله‌ی تجزیه، برای ارائه‌ی اطلاعات درباره‌ی کارایی بازیافت، استفاده می‌شود.

۲-۳

کنترل میدانی

field control

وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، جهت کنترل کیفیت می‌باشد که از آن، برای ثبت اطلاعات هر ماده شیمیایی جمع شده در این وسیله، در طی مراحل ساخت وسیله، مونتاژ، انبارداری، حمل و نقل، استقرار، بازیابی و تجزیه پس از آن، استفاده می‌شود.

۳-۳

نمونه برداری غیرفعال

passive sampling

تکنیک نمونه برداری مبتنی بر انتشار یک آنالیت از محیط نمونه برداری شده به درون یک فاز دریافت کننده در وسیله‌ی نمونه برداری غیرفعال، در نتیجه‌ی اختلاف میان پتانسیل شیمیایی آنالیت در دو محیط است؛ جریان خالص آنالیت از یک محیط به محیط دیگر، تا زمانی ادامه می‌یابد که تعادل در سیستم برقرار باشد یا تا زمانی که بازه‌ی زمانی انجام نمونه برداری به پایان رسد.

۴-۳

مرحله‌ی تلفیقی در نمونه برداری غیرفعال

integrative phase of passive sampling

مرحله‌ای از نمونه برداری است که طی آن، نرخ جذب یک آنالیت به درون فاز دریافت کننده‌ی وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، تقریباً خطی است و طی آن، جذب وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، متناسب با غلظت متوسط زمانی- وزنی یک آنالیت در محیط است.

۵-۳

ترکیب مرجع عملکردی

performance reference compound (PRC)

ترکیبی است که پیش از مرحله مواجهه^۱ به وسیله نمونه برداری افزوده می‌شود و از چنان میل ترکیبی نسبت به آن، برخوردار است که در طول مرحله مواجهه، در این وسیله پراکنده می‌شود و با فرآیندهای نمونه برداری و تجزیه، تداخلی ندارد.

یادآوری ۱- از نرخ تخلیه (حذف) ترکیبات PRC، برای ارائه اطلاعات درباره‌ی خصوصیات جنبشی جذب در مکان^۲ آلاینده‌ها استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- در حال حاضر، ترکیبات PRC جهت استفاده در وسایل نمونه‌برداری غیرفعال، نه برای نمونه برداری از آب به منظور بررسی فلزات و نه ترکیبات آلی قطبی موجود در آن، موجود نیستند.

یادآوری ۳- مرحله مواجهه، مرحله‌ای است که وسیله نمونه‌برداری، در معرض تماس با نمونه قرار می‌گیرد.

۶-۳

نمونه شاهد

reagent blank

کسری از معرف که از آن در فرآیند آماده‌سازی^۳ وسایل نمونه‌برداری غیرفعال استفاده می‌شود. این ماده پس از استقرار تجهیز، برای تشخیص وجود هر آلودگی ناشی از به‌کار بردن معرف‌ها، مورد تجزیه قرار می‌گیرد.

1-Exposure
2-In situ uptake
3-Treatment

۷-۳

بازیابی

recovery spike

وسیله نمونه‌برداری غیرفعال به منظور کنترل کیفیت، از قبل با جرم مشخصی از ترکیب استاندارد بازیابی تجزیه‌ای، غنی می‌شود تا سطح بازیابی آلاینده را از وسیله، پس از مرحله استقرار، نشان دهد.

۸-۳

طبقه‌ی وسیله نمونه‌برداری غیرفعال

passive sampling device class

طبقه وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، مبتنی بر طبقه‌ی آلاینده‌ای است که این وسیله برای جمع‌آوری آن، طراحی شده است.

یادآوری - طبقات مختلف وسیله‌ی نمونه‌برداری غیرفعال عبارت هستند از:

- ترکیبات آلی قطبی؛

- ترکیبات آلی غیرقطبی؛

- ترکیبات غیرآلی، از جمله فلزات.

۹-۳

کنترل غشایی

membrane control

جایی است که انتشار، از طریق غشای وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، بر انتقال کل جرم و مقاومت در برابر انتقال جرمی آنالیت‌ها از فاز توده آب به فاز دریافت کننده، غلبه می‌کند.

۱۰-۳

لایه‌ی مرزی آب

water boundary layer

لایه گرانیوزیرین آب که نزدیک به سطح آب است و به علت برهم‌کنش‌های هیدرودینامیکی پیچیده یک سطح با آب به وجود آمده و باعث مقاومت در برابر انتشار از فاز توده‌ای آب به درون فاز دریافت کننده می‌شود و با افزایش تلاطم فاز توده‌ای آب، ضخامت آن کاهش می‌یابد.

۱۱-۳

نرخ نمونه برداری

sampling rate

حجم مشخصی از آب که در هر دفعه از آنالیت پاک می‌شود و به صورت حاصل ضرب ضریب انتقال کل جرم و سطحی از فاز دریافت کننده که در مواجهه با محیط بیرونی قرار دارد به دست می‌آید.

یادآوری - نرخ نمونه برداری در واحد لیتر در روز بیان می‌شود.

۱۲-۳

وسیله استقرار

deployment device

ساختاری است که می‌توان وسایل نمونه برداری غیرفعال را به آن متصل کرده یا در طی مرحله استقرار، وسایل نمونه برداری را درون آن نگهداری کرد. این وسیله برای اطمینان از این موضوع، مناسب است که وسایل نمونه برداری غیرفعال در مدت زمان استقرار، در مکان استقرار^۱، در جای خود باقی می‌مانند.

مثال‌ها عبارت هستند از: الک فلزی، دیرک یا قفسه، مجهز به طناب مهارکننده، و در جای ضروری، جسم شناور و لنگر.

۴ اصول

ویژگی‌های کلی یک وسیله نمونه برداری غیرفعال، در شکل ۱ نشان داده شده است. ساختار انواع مختلف این وسیله، متناسب با طبقات مختلف آلاینده، از قبیل ترکیبات آلی قطبی، ترکیبات آلی غیرقطبی و ترکیبات غیرآلی (از جمله فلزات)، در جدول الف-۱ به طور اجمالی ارائه شده است. روش‌های اجرایی رایج برای واسنجی طرح‌های مختلف این وسیله، در جدول الف-۲ به طور خلاصه شرح داده شده است.

آلاینده‌ها در یک بازه زمانی معین درحین مواجهه با آب سطحی، در فاز دریافت کننده‌ی وسیله نمونه برداری غیرفعال جمع می‌شوند. این آلاینده‌ها در آزمایشگاه از داخل این وسیله استخراج شده و مقدار هر یک از آلاینده‌های جمع شده با تجزیه‌های شیمیایی تعیین می‌شود.

جذب یک آلاینده به درون فاز دریافت کننده یک وسیله نمونه برداری، از یک روند درجه یک^۲ تا یک مقدار بیشینه تبعیت می‌کند. (به شکل ۲ مراجعه شود). جرم جمع شده پس از زمان مواجهه‌ی t (یعنی m_t)، با استفاده از معادله‌ی (۱) به دست می‌آید:

1-Deployment site
2-First-order approach

(۱)

$$m_t = M_{\max} [1 - \exp(-k_e t)]$$

که در آن:

M_{\max} بیشینه جرم جمع شده است؛

K_e ثابت درجه یک با نرخ بالا است (ثابت نرخ تبادل کل)، که به ویژگی‌های وسیله نمونه برداری و آلاینده بستگی دارد (به یادآوری مراجعه شود).

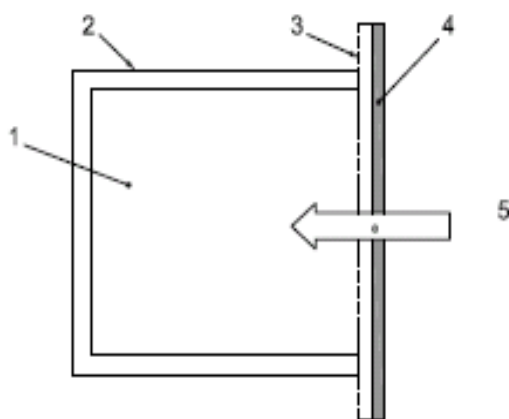
یادآوری - پارامترهایی که ثابت با نرخ بالا (K_e) را ایجاد می‌کنند در بند ۱۳ مورد بحث قرار می‌گیرند.

جذب در طی دوره‌ی زمانی مواجهه که از زمان استقرار ($t=0$) تا زمان جمع شدن نیمی از بیش‌ترین مقدار ممکن در فاز دریافت کننده، طول می‌کشد ($t=t_{0.5}$)، تقریباً به صورت خطی انجام می‌گیرد. در این شرایط و مشروط به این که انتقال جرم آلاینده از لحاظ خطی مرتبط با غلظت آن در آب باشد، وسیله نمونه برداری غیرفعال در حالت تلفیقی کار کرده و می‌توان از آن برای اندازه‌گیری غلظت متوسط زمانی- وزنی آلاینده‌ای که این وسیله در مواجهه با آن قرار داده شده است استفاده کرد.

زمان لازم جهت جمع شدن نیمی از حداکثر آلاینده‌ی ممکن در فاز دریافت کننده ($t_{0.5}$) با استفاده از معادله (۲) قابل محاسبه است:

$$t_{0.5} = \frac{\ln 2}{K_e} \quad (۲)$$

در زمان‌های مواجهه‌ی طولانی‌تر، هر قدر به m_{\max} نزدیک‌تر می‌شویم، وسیله نمونه برداری غیرفعال در حالت تعادل کار می‌کند و مقدار غلظت را تنها در زمان بازیابی مواد از درون خود ارائه می‌دهد.



راهنما:

۱ فاز دریافت کننده

۲ چارچوب

۳ غشای تراوش

۴ لایه‌ی مرزی آب

۵ آب

a انتشار آلاینده

شکل ۱- شمائی از یک دستگاه نمونه برداری غیرفعال

یادآوری ۱- غشاء تراوش متشکل از دو قسمت لایه تراوش و لایه مرزی آب می باشد.

یادآوری ۲- در برخی از طراحی‌های وسیله نمونه برداری غیرفعال، چارچوب دستگاه با یک غشا جایگزین می شود که فاز دریافت کننده را کاملاً احاطه می کند. در برخی وسایل (از جمله نوارهای پلی اتیلنی یا ورقه های لاستیکی از جنس سیلیکون)، فاز دریافت کننده، در داخل چارچوب^۱ نگه داری نمی شود، بلکه بدون حفاظ در درون یک قاب نگه دارنده قرار داده می شود.

در این گونه وسایل، غشای تراوش وجود ندارد، بلکه لایه‌ی مرزی آب، نقش لایه‌ی تراوش را ایفا می کند.

۵ کار با وسایل نمونه برداری غیرفعال

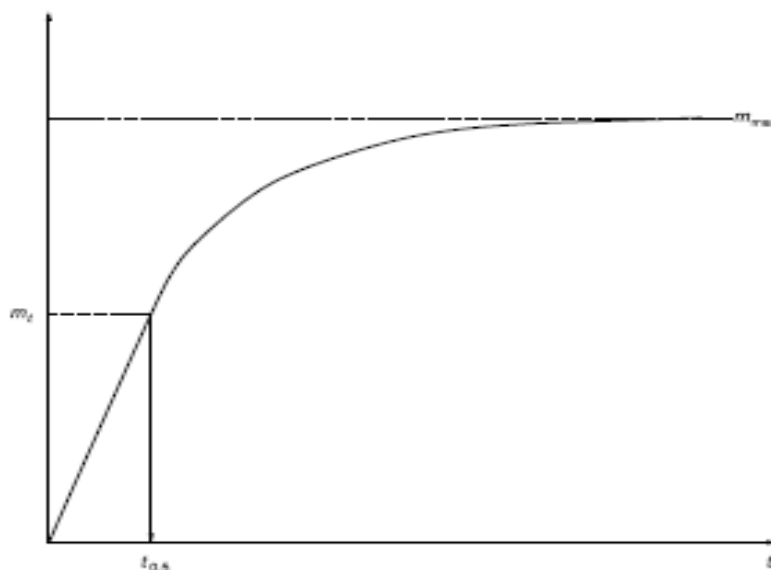
۱-۵ کلیات

۱-۱-۵ اطمینان حاصل کنید که پیش بینی‌های احتیاطی برای کار با مواد شیمیایی لحاظ شده و رعایت شوند.

۵-۱-۲ ضرورت دارد که وسایل نمونه برداری غیرفعال، دور از منابع بالقوه‌ی آلودگی نگهداری شوند، مگر در مواقعی که در سایت نمونه‌برداری با نمونه مواجه می‌شوند. اطمینان حاصل کنید که این وسایل در ظروف عایق گازی نگهداری و جابه‌جا شوند که از جنس مواد خنثی و متناسب با آلاینده‌های مورد نظر باشند.

۵-۱-۳ از تماس فیزیکی با فاز دریافت‌کننده یا غشای این وسایل، خودداری کنید، چون ممکن است روی نتایج تأثیر گذارد. هر گاه ناچار به لمس این وسایل هستید باید از دستکش‌های بدون گرد، از جنس وینیل یا لاتکس استفاده کنید. از یک دستکش، دو بار استفاده نشود.

۵-۱-۴ ممکن است لازم باشد در طول کار با برخی از این وسایل و استقرار و تجزیه آن‌ها، از مواجهه‌ی وسیله با آلاینده‌های ناشی از هوا نیز خودداری کرده یا دست کم به حداقل ممکن رسانده شود.



راهنما:

m_t جرم تجمع یافته در فاز دریافت کننده نمونه بردار

t زمان مواجهه

شکل ۲- نمودار جذب یک آلاینده به درون یک وسیله نمونه برداری غیرفعال

در هنگام تهیه و آماده سازی برخی از وسایل نمونه برداری غیرفعال، توصیه می‌شود که از یک اتاق تمیز و طبقه بندی شده طبق استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۶۲۵۲ یا یک هود جریان لایه‌ای^۱ استفاده شود.

۵-۱-۵ بهتر است وسایل نمونه برداری غیرفعال و نمونه‌های استخراج شده از آنها، در نزدیکی مواد شیمیایی دیگر، خصوصاً مواد شیمیایی فرار قرار نگیرند.

۵-۱-۶ از سری پی‌پت مناسب که تمیز و عاری از آلودگی باشند، برای افزودن واکنشگرها به نمونه های استخراج شده استفاده شود.

1-Laminar flow hood

۲-۵ وسایل نمونه برداری غیرفعال مخصوص ترکیبات آلی

۱-۲-۵ تماس این وسایل را با مواد پلاستیکی به حداقل ممکن برسانید.

۲-۲-۵ با استفاده از یک حلال آلی مانند استن^۱، کلیه‌ی تجهیزاتی را که در تماس با این وسایل هستند، در طول مراحل تهیه، استقرار، نگهداری، انتقال و آماده سازی جهت انجام تجزیه، شستشو دهید.

۳-۵ وسایل نمونه برداری غیرفعال مخصوص فلزات

۱-۳-۵ کلیه‌ی تجهیزاتی را که پس از استقرار دستگاه، با نمونه استخراج شده از وسیله در تماس می باشند، مطابق با استاندارد ملی ایران، شماره ۹۸۸۶، با اسید شستشو دهید.

۲-۳-۵ برای افزودن اسید به نمونه ها یا برای هضم آنها، از درجه‌ای از اسید (حاوی کمتر از ۵ میکروگرم در کیلوگرم از هر یک از فلزات سنگین) استفاده کنید، که مناسب با تجزیه فلزات کم مقدار باشد.

۶ برآورد زمان مناسب برای استقرار در محل

هر گاه هدف از انجام نمونه برداری غیرفعال، برآورد غلظت متوسط زمانی- وزنی یک آلاینده در آب سطحی باشد، مواجهه‌ی وسیله نباید بیش تر از فاز جذب خطی طول بکشد (به بند ۴ این استاندارد مراجعه شود). در این شرایط، جرم آلاینده های جمع شده در فاز دریافت کننده، توسط عواملی مثل نرخ نمونه برداری و زمان مواجهه، محدود می‌شود. بهتر است جرم جمع آوری شده در فاز دریافت کننده بالاتر از سطح کمی روش تحلیلی باشد. زمان مورد نیاز جهت دستیابی به این امر، بستگی به غلظت آلودگی درون آب و نرخ نمونه برداری وسیله نمونه برداری غیرفعال دارد. هر گاه غلظت آلاینده‌ی موجود در آب و نرخ نمونه‌برداری، هر دو پایین باشند، برآورد غلظت متوسط زمانی- وزنی ممکن نخواهد بود. در جایی که نرخ نمونه‌برداری، با دامنه‌ی غلظت مورد انتظار آلاینده، تناسب داشته باشد بهتر است از دستگاه نمونه‌برداری غیرفعال استفاده شود.

هرگاه تعادل برقرار شود، جرم آلاینده‌ی جمع آوری شده در فاز دریافت کننده، توسط ظرفیت جذب سطحی (حاصل حجم نمونه بردار و ضریب تفکیک میان فاز دریافت کننده و آب محیطی) فاز دریافت کننده، تعیین می‌گردد. در این شرایط، اطلاعات درباره‌ی غلظت متوسط زمانی- وزنی محدود می‌شود.

هر گاه ممکن باشد باید از زمان مواجهه‌ی پیشنهادی توسط سازنده‌ی وسیله استفاده شود.

درمورد وسایل نمونه برداری غیرفعالی که شرکت سازنده‌ی مشخصی ندارند، باید از داده های واسنجی ارائه شده در نشریه‌های دارای اطلاعات مشابه^۲ استفاده شود.

۷ آماده کردن و پیاده سازی وسیله نمونه برداری غیرفعال

۱-۷ آماده سازی وسیله نمونه برداری غیرفعال

1-Acetone
2-Peer-reviewed

در نمونه بردارها به عنوان مثال: نوارها یا ورقه هایی از جنس پلیمر حاوی پلی اتیلن با چگالی پایین و لاستیک سیلیکونی که به صورت آماده به مصرف جهت نمونه برداری غیر فعال ارائه نمی شوند، باید نمونه بردارهای غیرفعال تمیز شوند تا قبل از استفاده از مواد آلاینده و الیگومرها پاک شوند. این کار از طریق واجدیی گرمایی^۱ و استخراج با حلال امکان پذیر است؛ برای مثال: استخراج سوکسله یا شستشوی مکرر در یک حلال مثل اتیل استات، طی یک دوره ی یک هفته‌ای. پس از این مرحله ی استخراج، توصیه می شود تمامی باقیمانده حلال استخراج با دست کم دو بار شستشو با متانول، طی یک دوره بیست و چهار ساعته، پاک شود.

پس از پاک سازی، این گونه نمونه بردارهای پلیمری را می توان برای حداکثر شش ماه در متانول نگهداری کرد.

هرگاه امکان استفاده از ترکیبات مرجع عملکرد وجود داشته باشد، با توجه به ترکیبات مورد نمونه برداری، ترکیبات مناسبی را انتخاب کنید. (به یادآوری مراجعه شود). استفاده از یک ترکیب برجسب گذاری شده مشابه، برای نمونه برداری، امکان پذیر نیست.

برای اطمینان از این که در دامنه ی ۲۰ درصد تا ۵۰ درصد از هر یک از ترکیبات PRC غنی شده^۲ به درون فاز دریافت کننده ، تخلیه^۳ انجام شود، از ترکیباتی استفاده کنید که ضریب تفکیک اکتانول / آب آنالیت‌های مورد نمونه برداری را پوشش دهند. توصیه می شود از ترکیباتی از PRC استفاده شود، که دامنه مطلوبی از لگاریتم ضریب تفکیک اکتانول / آب را با درجاتی در حدود ۰/۲ ، پوشش دهند. هر گاه یک ترکیب برجسب گذاری شده مشابه از یک آنالیت، در دسترس نباشد، توصیه می‌شود که برای محاسبه غلظت آنالیت در آب، از ثابت نرخ تخلیه ی کل^۴ یک ترکیب PRC ای استفاده شود که لگاریتم ضریب تفکیک اکتانول / آب آن اندکی کمتر از آنالیت باشد.

محلول‌های PRC را برای هر یک از طبقه^۴ های وسایل نمونه برداری غیرفعال آماده کنید. مقدار ترکیب PRC ای را که باید فاز دریافت کننده را غنی کند، نیز انتخاب کنید. این مقدار باید به اندازه کافی باشد تا اطمینان حاصل شود که مقدار باقیمانده بالاتر از حد بیان کمی روش تحلیلی است. از به کارگیری مقادیر بیش از نیاز خودداری کنید، زیرا در این صورت، مواد به درون محیط، تخلیه می‌شوند. پیش از مونتاژ وسیله، از محلول ترکیبات PRC برای غنی کردن فاز دریافت کننده ی وسایل نمونه برداری غیرفعال انتخاب شده، استفاده نمایید. به این منظور، از مواد خالص استفاده کنید و در صورت استفاده، با ذکر تاریخ، استفاده از آن را اعلام کنید. اطمینان حاصل کنید که فاز دریافت کننده به صورت یکنواخت با ترکیب PRC غنی شده است.

در برخی موارد، نفوذپذیر کردن فاز دریافت کننده در کارخانه سازنده انجام می شود. در وسایل نمونه بردار غیرفعالی که در آنها فاز دریافت کننده، از نوع فاز جاذب است، نفوذپذیر کردن این فاز

1-Thermal desorption
2-Spiked
3-Offloading
4 -Class

می تواند از طریق افزودن یک محلول از ترکیبات PRC در یک حلال فرار سازگار با آن انجام شود. در نمونه بردارهای غیرفعال (مثلاً: نوارها یا ورقه های پلیمری)، که در هنگام ارائه، آماده‌ی مصرف نیستند، بهتر است از طریق شناور کردن آن ها در محلولی از ترکیبات PRC در مخلوطی از آب و متانول (پس از مرحله‌ی پاک سازی)، آن ها را نفوذ پذیر ساخت. توصیه های دقیق تر درباره‌ی هر یک از نمونه بردارها و کاربرد آن ها در نشریات دارای اطلاعات مشابه ، در دسترس می باشد.

یادآوری- برخی از نمونه بردارهای غیرفعال موجود در بازار، از ابتدا به وسیله‌ی ترکیبات PRC ، به درون فاز دریافت کننده، غنی سازی شده‌اند.

۲-۷ مونتاژ وسیله نمونه برداری غیرفعال

۱-۲-۷ وسایل نمونه برداری غیرفعال که باید توسط کاربر، مونتاژ و برپا شوند بهتر است در یک اتاق با محیطی کنترل شده و مجهز به سیستم خروج آلاینده‌های جوّی مونتاژ شوند.

۲-۲-۷ هر وسیله‌ی نمونه برداری غیرفعال را مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۸۶ برچسب گذاری کنید.

یادآوری- افزودن یک برچسب مناسب به هر وسیله نمونه برداری غیرفعال توسط کارخانه‌ی سازنده، به شناسایی این وسیله در طی مراحل استقرار، استخراج نمونه ها و پس از آن کمک می کند.

۳-۷ نگهداری دستگاه نمونه برداری غیرفعال

ضرورت دارد که وسایل نمونه برداری غیرفعال به دور از منابع بالقوه‌ی آلودگی نگهداری شوند.

وسایل نمونه برداری غیرفعال تهیه شده را در ظرف های عایق بخار و در دماهای کنترل شده نگهداری کنید. از نگهداری این وسایل در مجاورت مواد شیمیایی خودداری کنید. توصیه می شود دمای نگهداری مطابق با دستورالعمل های شرکت سازنده انتخاب شود. چنانچه دستورالعملی در دست نبود، نمونه بردارها را در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری کرده و از انجماد نمونه بردارهایی که حاوی مقادیر کمی آب هستند، خودداری کنید.

۸ تضمین کیفیت

۱-۸ کلیات

تضمین کیفیت ابزارها، از طریق مراحل نمونه برداری و کار با نمونه ها، مطابق با استاندارد ISO 5667-14- سنجدیده می شود. شکل ۳ چگونگی گنجاندن مراحل تضمین کیفیت را در توالی فرآیندهای دخیل در استفاده از وسایل نمونه برداری غیرفعال، نشان می دهد.

برای محاسبه میزان عدم قطعیت در فرآیند نمونه برداری، نتایج حاصل از تجزیه وسایل نمونه برداری غیرفعال با یکدیگر (به بند ۸-۲ این استاندارد مراجعه شود) و نتایج حاصل از تجزیه وسایل نمونه برداری غیرفعال به همراه کنترل های مربوط به این وسایل را با یکدیگر مقایسه کنید (به بند ۱۳ این استاندارد مراجعه شود).

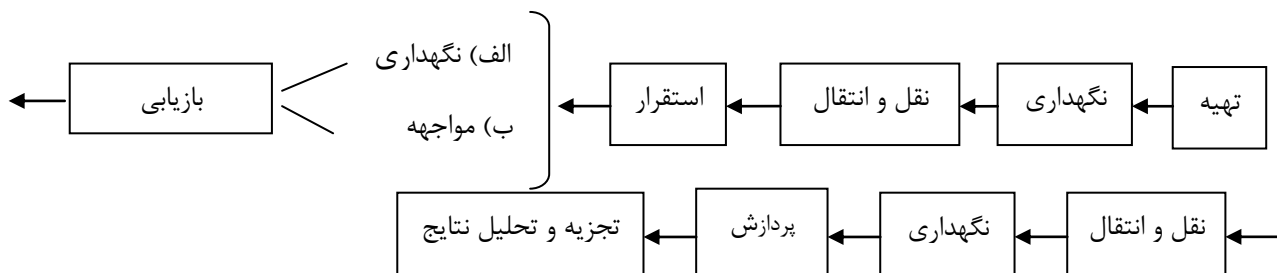
برای مشاهده راهنمای کنترل کیفیت تحلیلی، به استاندارد ISO/TS 13530 مراجعه شود.

۲-۸ تکرار استقرار وسایل نمونه برداری غیرفعال در میدان

تعداد تکرار وسایل نمونه برداری غیر فعالی که در هر میدانی مستقر می شوند، براساس طراحی عملیات نمونه برداری و دقت لازم برای اهداف عملیات، مشخص می شود. اگر اطلاعات براساس تغییرات موقتی در یک بازه زمانی طولانی مورد نیاز باشد، این وسایل را می توان در محدوده زمان منقضی شده پس از استقرار، بازیابی نمود.

۳-۸ تکرار استقرار وسایل نمونه برداری غیر فعال جهت کنترل کیفیت

وسایل نمونه برداری غیرفعال کنترل کننده کیفیت را در زمان مشابه و به روش یکسان با سایر وسایل مستقر در محل، تهیه کنید. از هر یک از طبقه های این وسایل (ترکیبات آلی قطبی، ترکیبات آلی غیرقطبی و ترکیبات غیرآلی از جمله فلزات)، به کمترین میزان در هر سایت نمونه برداری استفاده شود.



یادآوری - کنترل کننده های میدانی (الف) در طی دوره زمانی مواجهه وسایل نمونه برداری غیرفعال استقرار یافته، نگهداری می شوند (ب).

شکل ۳- شمائی از توالی فرآیندهای دخیل در استفاده از وسایل نمونه برداری غیرفعال

۴-۸ کنترل کننده های وسیله نمونه برداری غیرفعال

برای هر مجموعه از وسایل نمونه برداری غیرفعال (گروهی از این وسایل که با یکدیگر استقرار می یابند)، کنترل کننده های دستگاه های نمونه برداری غیرفعال را مطابق با جدول ۱ تهیه کنید. تعداد و نوع این کنترل کننده ها بستگی به سطح اطمینان دارد، اما دست کم یک مورد در هر سایت نمونه برداری بهتر است استفاده شود؛ یا در صورتی که تنها یک سایت نمونه برداری در برنامه ی نمونه برداری وجود دارد، از دو کنترل کننده استفاده به عمل آید .

جرم متوسط برای غنی‌سازی ترکیبات PRC و دقت مربوط ، با استفاده از همه‌ی وسایل نمونه‌برداری غیر-فعال کنترل‌کننده‌ی میدانی‌ای، برآورد می‌شود که در هریک از این وسایل مستقر در یک عملیات نمونه‌برداری وجود دارند.

به منظور پایش غلظت متوسط زمانی- وزنی آلاینده‌ها در مقدار نزدیک به حدّ تشخیص، می‌توان نمونه‌های استخراج شده از چند نمونه بردار غیرفعال را با یکدیگر تلفیق کرد. در این شرایط، لازم است تعداد وسایل نمونه‌برداری غیر فعال کنترل‌کننده نیز به تناسب، افزایش یابد.

جدول ۱- الزام های کنترلی وسایل نمونه برداری غیرفعال

نوع کنترل	تعداد مورد نیاز	اقدامات کنترلی
کنترل میدانی	حداقل یک عدد در هر سایت نمونه برداری، یا دو عدد، در شرایطی که فقط یک سایت نمونه برداری وجود دارد.	کنترل های میدانی را از وسایل نمونه برداری غیرفعال که با یکدیگر ساخته یا تحویل شده اند، جدا نگه دارید. کنترل های میدانی را از سایت نمونه برداری تا آزمایشگاه به همراه مجموعه ی وسایل نمونه برداری غیرفعال، منتقل کنید. کنترل های میدانی را در سایت نمونه برداری، در طول استقرار و بازیابی وسیله ی نمونه برداری غیرفعال، در معرض هوای آزاد قرار دهید، اما این کار فقط در طول دوره کاربرد تجهیز، صورت گیرد. از کنترل کننده ها به همان صورت استفاده کنید که از وسایل نمونه برداری غیرفعال استفاده می شود؛ هم در آغاز استقرار، هم از ابتدای جمع آوری تجهیزات از میدان. کنترل کننده های میدانی را مشابه و هم زمان با وسایل نمونه برداری غیرفعال، پردازش و تحلیل کنید.
بازیابی غنی شده ^۱	حداقل سه مورد در هر رده از وسایل نمونه برداری غیر فعال یا هر عملیات میدانی، اگر یک رده نمونه بردار استفاده می شود.	قبل از پردازش وسیله نمونه برداری غیرفعال، غنی سازی این وسایل را به وسیله ی یک ترکیب هدف، تقویت کنید. کنترل کننده های مربوط به غنی سازی بازیافت را هم زمان و مشابه با وسایل نمونه برداری غیرفعال که در طبقه یکسان قرار می گیرند، پردازش و تحلیل کنید.
1- Recovery spike		

9 انتخاب محل نمونه برداری و اقدامات احتیاطی ایمنی

۹-۱ انتخاب محل نمونه برداری

سایت نمونه برداری را مطابق با استاندارد های ملی ایران به شماره های ۱۱۶۱۱ و ۷۹۶۱ برای دریاچه ها، و استاندارد ملی ایران به شماره ۶-۱۲۲۶۲ برای رودها و رودخانه ها، یا استاندارد ISO 5667-9 برای آب های دریا انتخاب کنید.

پیش از استقرار وسایل و نیز قبل از بازیابی این وسایل، سایت نمونه برداری را به دقت، برای موارد زیر مورد بازرسی قرار دهید:

الف) چنانچه از وسایل نمونه برداری غیرفعال برای نمونه برداری از ترکیبات آلی استفاده می‌شود، به منابع آلودگی با فاز بخاری، شامل: دودهای موتور، نفت یا روغن (سوخت)، قیر، گازوئیل، سوخت های دیزلی ، رنگ ها، حلال ها، دود سیگار و معبرهای آسفالتی توجه خاصی شود؛

ب) چنانچه از وسایل نمونه برداری غیرفعال برای نمونه برداری از ترکیبات فلزی موجود در آب استفاده می‌شود، به منابع آلاینده فلزی توجه شود؛

پ) لایه های نفتی و یا روغنی یا زیست-لایه‌های^۱ روی سطح آب؛

ت) ضرورت دارد که وسیله نمونه برداری غیرفعال در نقطه ای مستقر شود که در آن نقطه، سطح آب به پایین تر از سطح استقرار، افت پیدا نکند، تا در همه شرایط، عمق کافی آب برای غوطه‌ور ساختن وسیله نمونه برداری، وجود داشته باشد.

تمامی یافته های خود را از سایت نمونه برداری، ثبت و نگهداری کنید.

یادآوری- برخی از رودها ممکن است در دوره های بدون بارش، خشک شوند؛ استقرار نمونه بردارها در این مکان ها بهتر است به جای نقاط کم عمق رودخانه، در استخرهایی صورت گیرد . در آب های کشنده^۲، توصیه می شود وسایل نمونه برداری های غیرفعال در فاصله‌ای مناسب از نشان جذر کامل مستقر شوند.

۹-۲ اقدامات احتیاطی مناسب جهت پیشگیری از حوادث

دامنه‌ی وسیع شرایط موجود در فرآیند نمونه برداری از آب های سطحی، ممکن است کارکنان نمونه بردار را در معرض ریسک‌های متعددی قرار دهد.

بهتر است به پرسنل نمونه بردار در خصوص اقدامات احتیاطی لازم در طی عملیات نمونه برداری، آگاهی‌های لازم داده شود.

استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۶۱۱، به ارائه‌ی برخی از اقدامات احتیاطی در طی نمونه برداری از درون قایق و آب های پوشیده از یخ می پردازد.

استاندارد ملی ایران، شماره ۶-۱۲۲۶۲، نیز برخی اقدامات احتیاطی لازم در حین نمونه برداری از ساحل رودخانه ها را معرفی می کند.

توجه - اقدامات احتیاطی لازم را جهت پیش گیری از حادثه، به عمل آورده و آموزش های مناسب را در این زمینه ارائه کنید. توجه به الزام ها و قواعد ایمنی و سلامت ضرورت دارد.

1 - Biofilms

2 -Tidal

۱۰ استقرار و بازیابی وسایل نمونه برداری غیرفعال

یادآوری- طرح شماتیک توالی فرآیندهای درگیر در استفاده از وسایل نمونه برداری غیرفعال و کنترل‌گرهای میدانی، در شکل ۳ ارائه شده است.

۱-۱۰ مواد و وسایل لازم

فهرستی از مواد و وسایلی که باید به میدان برده شوند تا در استقرار وسایل نمونه برداری غیرفعال مورد استفاده قرار گیرند در پیوست ب ارائه شده است.

۱۰-۲ حمل و نقل

۱۰-۲-۱-۱ دستورالعمل‌های مربوط به شیوه‌ی نگهداری و کار با نمونه بردارها را به دقت دنبال کنید، یا در مورد نمونه بردارهایی که تولید تجاری ندارند، از داده‌های مرتبط با واسنجی که در نشریات دارای اطلاعات مشابهی که توسط آزمایشگاه‌های معتبر تهیه می‌شود، استفاده نمایید.

۱۰-۲-۲-۱ از ظرف مناسب استفاده کنید (به پیوست ب-۵ مراجعه شود) تا اطمینان حاصل شود که هریک از وسایل نمونه برداری غیرفعال از محیط، منابع بالقوه‌ی آلودگی و سایر وسایل، در طی مراحل مختلف نگهداری و انتقال به سایت استقرار و بازگشت به آزمایشگاه، دور و مجزا خواهند ماند.

۱۰-۲-۳-۱ اطمینان حاصل کنید که در حین حمل و نقل، نمونه بردارهای غیرفعال، در دمای مناسبی که کارخانه‌ی سازنده سفارش کرده است در انبار، نگهداری می‌شوند. هر گاه توصیه‌های کارخانه در دسترس نبود، نمونه بردارها را در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری کرده، از یخ زدن نمونه بردارهای حاوی مقادیر کمی آب، جلوگیری کنید. این کار از طریق استفاده از یک وسیله‌ی نگه‌دارنده‌ی مناسب و قابل حمل، مثل یک ظرف عایق بندی شده‌ی حاوی قالب‌های یخ، امکان پذیر خواهد بود.

۱۰-۳ روش استقرار

۱۰-۳-۱ در صورت امکان، وسایل نمونه برداری غیرفعال بر چسب‌دار (به پیوست ب-۱ مراجعه شود) و وسایل کنترل‌کننده مورد نیاز دیگر (به پیوست ب-۲ مراجعه شود) را در ظرف عایق بندی شده (به پیوست ب-۵ مراجعه شود)، درون یک وسیله‌ی نگهداری قابل حمل منتقل کنید تا دمای محیطی پایینی برای آن‌ها فراهم کنید (به بند ۱۰-۲-۳ این استاندارد مراجعه شود).

۱۰-۳-۲ همه‌ی فاکتورهای تعیین‌کننده‌ی کیفیت آب را که در مطالعه‌ی مورد نظر، حائز اهمیت هستند، از قبیل: دمای آب، pH، میزان کدورت آب، نرخ جریان آب (به پیوست ب-۶ مراجعه شود) را ثبت کنید. برای این که بتوان پارامترهای واسنجی مناسبی را برای نمونه بردارهای غیرفعال انتخاب کرد، برای مثال: پارامترهای درجه بندی مخصوص فلزات و ترکیبات آلی قطبی در شرایط عدم حضور ترکیبات PRC، در دست داشتن مقادیر نرخ جریان و دمای آب، ضرورت دارد. هر گاه آلاینده‌های مورد اندازه‌گیری، ترکیبات تفکیک پذیری باشند، در دست داشتن مقدار pH برای تفسیر داده‌ها ضرورت دارد.

۱۰-۳-۳ هر یک از وسایل نمونه برداری غیرفعال را مطابق با دستورالعمل های کارخانه ی سازنده اش و با استفاده از دستکش (به پیوست ب-۴ مراجعه شود)، از ظرف خود، بیرون بیاورید. وسایل نمونه برداری غیر-فعال کنترل کننده میدانی را دقیقاً مثل سایر وسایل نمونه برداری غیرفعال به کار گرفته شده در میدان در نظر بگیرید، اما آن ها را استقرار ندهید.

ممکن است نیاز باشد ظرف نگه دارنده ی برخی از وسایل نمونه برداری غیرفعال در زیر آب، باز-شود.

۱۰-۳-۴ تا جای ممکن از تماس با غشای وسیله نمونه برداری غیرفعال خودداری کنید، مگر این که نوع وسیله نمونه برداری غیرفعال، ما را ملزم به این کار کند. هر یک از وسایل نمونه برداری غیرفعال را مطابق با الزام های آن، تهیه و در وسیله استقرار، نصب کنید (به پیوست ب-۸ و یادآوری ۱ مراجعه شود). اگر مواد شیمیایی آلی، حساس به تجزیه ی نوری باشند، وسیله نمونه برداری غیرفعال را در طول مرحله ی استقرار، از تماس با نور مستقیم محافظت کنید (به یادآوری ۲ مراجعه شود).

اطمینان حاصل کنید که مواجهه ی وسیله نمونه برداری غیرفعال با هوا، در طی مراحل استقرار و بازیابی، به حداقل ممکن برسد. این مسئله به خصوص زمانی اهمیت پیدا می کند که آلاینده ها در فاز بخار، وجود داشته باشند. برخی از طرح های وسیله نمونه برداری غیرفعال، می توانند به سرعت، آلاینده های فرار را از هوا جمع آوری کنند.

یادآوری ۱- هر گاه لایه های سطحی مواد شیمیایی، قابل رویت باشند، جهت کاهش آلودگی در طی مرحله ی جاگذاری وسایل استقرار در آب، می توان تمهیداتی اندیشید.

یادآوری ۲- افزودن ترکیبات جایگزین مواد قابل تجزیه ی شیمیایی بر اثر نیروی تابشی^۱، مثل ترکیبات PRC به وسیله نمونه برداری غیرفعال، می تواند در تعیین هدرروی بالقوه ی شیمیایی ناشی از تخریب نوری، کمک کند.

۱۰-۳-۵ وسیله ی استقرار (به پیوست ب-۸ مراجعه شود) را که حاوی نمونه بردارهای غیرفعال است به کف دریاچه، رودخانه یا دریا، در محل نمونه برداری و زیر سطح آب و پایین تر از شناورها و اجسام شناور، به حالت معلق، متصل کنید (به پیوست ب-۱۱ مراجعه شود). در صورت نیاز، برای پایین نگهداشتن وسیله در عمق دلخواه، به آن وزنه (به پیوست ب-۱۲ مراجعه شود) اضافه کنید. عمق زیر سطح آب را که در آن، وسیله نمونه برداری غیرفعال مستقر شده است، ثبت کنید. (به پیوست ب-۷ مراجعه شود). نوسانات سطح آب را نیز در نظر بگیرید، به نحوی که وسیله نمونه برداری غیرفعال در کل مرحله ی استقرار، در عمقی ثابت از سطح آب بماند. در هر شرایطی از این مسئله اطمینان حاصل کنید که این وسیله، در طی دوره ی زمانی مواجهه، معلق باقی می ماند. بهتر است وسیله نمونه برداری غیرفعال به نحوی در محل مستقر شود که هوا یا رسوباتی در روی غشای دریافت کننده تجمع نکند. هوا و رسوبات می توانند نرخ جذب را کاهش داده یا باعث آلوده شدن وسیله نمونه برداری غیرفعال شوند.

توصیه می شود وسیله‌ی استقرار دستگاه به نحوی جاگذاری شود که تا حدّ ممکن در معرض دید قرار نداشته باشد تا بدین نحو، از تخریب یا آسیب افراد به آن، جلوگیری به عمل آید.

وسیله نمونه برداری غیرفعال، باید به نحوی مورد حفاظت و نگهداری قرار گیرد که در برابر هرگونه آسیب ناشی از سیل یا طوفان در امان باشد.

۱۰-۳-۶ هرگاه مجموعه ای از وسایل نمونه برداری غیرفعال در محل مستقر می شود، در ظرف‌های حاوی کنترل‌گر های میدانی را ببندید.

۱۰-۳-۷ در ظرف‌های مخصوص وسایل نمونه برداری غیرفعال که خالی هستند را بسته و در محفظه های نگه دارنده‌ی قابل حملی قرار دهید تا همراه با کنترل‌گر (های) میدانی، به آزمایشگاه برگردانید. در صورت لزوم، در هنگام انتقال وسایل به آزمایشگاه، دما را پایین نگه دارید (به پیوست ب-۳ مراجعه شود).

۱۰-۳-۸ اطلاعاتی از قبیل: تاریخ و زمان استقرار، شرایط آب و هوایی و نام شخص مسئول استقرار وسایل را ثبت کنید.

۱۰-۳-۹ هر گاه لازم باشد، در فواصل زمانی ثبت شده، درست بودن وسیله استقرار و وسایل نمونه برداری غیرفعال را بررسی کنید. فاکتورهای تعیین کننده‌ی کیفیت آب را در فرآیندهای استقرار و بازیابی ثبت کنید (به بند ۱۰-۳-۲ این استاندارد مراجعه شود).

یادآوری- در برخی پژوهش ها ممکن است لازم باشد که وسایل را به طور متوالی، در دوره‌ی زمانی استقرار، بازیابی کنیم.

۱۰-۴ روش بازیافت

۱۰-۴-۱ تمامی فاکتورهای تعیین کننده‌ی کیفیت آب را که از اهمیت برخوردار می باشند، اعم از دمای آب، pH، میزان کدورت آب و نرخ جریان آب، ثبت کنید (به پیوست ب-۶ مراجعه شود).

۱۰-۴-۲ وسیله‌ی استقرار را بازیابی کنید. بررسی کنید که وسیله‌ی استقرار و وسایل نمونه‌برداری در طول استقرار خود، دستکاری و خراب نشده باشند. هر گاه هر گونه مشکل یا اختلالی برای هر یک از وسایل نمونه بردار، در طی استقرارشان پیش آمده باشد، بهتر است از آن ها برای برآورد غلظت آلاینده‌ها در آب سطحی استفاده نشود. هنگام بازیابی وسایل نمونه بردار غیرفعال، از دستکش استفاده کنید و مراقب باشید که سطح غشا را لمس نکنید، مگر وقتی که روش اجرایی ایجاب کند.

۱۰-۴-۳ در زمان بازیابی وسایل نمونه‌برداری غیرفعال، در ظرف حاوی کنترل‌گر(های) میدانی را باز کنید (به پیوست ب-۲ مراجعه شود).

۱۰-۴-۴ وسایل نمونه برداری غیرفعال را از نظر درست بودن ، بررسی کنید. هر گونه آسیبی که مشاهده می شود، اعم از پارگی غشا و گستردگی آلودگی زیستی را ثبت کنید. هر گاه غشا آسیب دیده بود توصیه می شود وسیله نمونه برداری غیرفعال برای برآورد غلظت آلاینده های آب مورد استفاده قرار نگیرد.

۱۰-۴-۵ وسایل نمونه برداری غیرفعال را آماده سازی کنید. همه ی این وسایل را به ظرفهای نگه‌دارنده‌ی خود باز گردانید (به پیوست ب-۵ مراجعه شود). در ظرف حاوی کنترل‌گر میدانی را نیز ببندید.

۱۰-۴-۶ همه‌ی ظرف‌ها را عایق بندی کرده و بلافاصله درون یک محفظه‌ی قابل حمل قرار دهید تا از آن‌ها و کنترل‌گرهای میدانی (به پیوست ب-۲ مراجعه شود) در دمای پایین نگهداری به عمل آید.

۱۰-۴-۷ اطمینان حاصل کنید که وسایل نمونه برداری غیرفعال، در طی انتقال به آزمایشگاه و نگهداری، از منابع بالقوه‌ی آلودگی دور بمانند. جهت این کار می‌توان وسایل را بلافاصله پس از جمع‌آوری، در ظرف‌های عایق‌بندی شده‌ی آن‌ها قرار داد. پیش از انجام تجزیه‌ها، وسایل نمونه برداری غیرفعال را در دمایی که توسط شرکت سازنده‌ی این وسایل توصیه می‌شود نگهداری کنید.

۱۰-۴-۸ اطلاعاتی چون: زمان و تاریخ بازیابی وسایل، نام شخص جمع‌آوری کننده و شرایط آب و هوایی هنگام جمع‌آوری این وسایل را ثبت کنید.

۱۱ استخراج آنالیت از وسایل نمونه برداری غیرفعال و آماده کردن برای تجزیه و تحلیل

هر گاه می‌خواهید وسایل نمونه‌برداری غیرفعال و کنترل‌گرها را برای تجزیه آماده کنید، از دستورالعمل‌های ارائه شده در بند ۵ تبعیت کنید.

فاز دریافت کننده را به نحوی برای تجزیه مهیا کنید که از آلوده شدن آن‌ها در اثر تماس با سطح بیرونی وسیله نمونه برداری غیرفعال، جلوگیری به عمل آید.

یادآوری- برای این کار می‌توان سطح غشا را پاکیزه کرده یا باز کردن اتصالات وسیله نمونه برداری غیرفعال را با دقت کامل، انجام داد.

از پروتکل‌های استخراجی ارائه شده توسط کارخانه‌ی سازنده، استفاده کنید. برای وسایل نمونه برداری غیر-فعال تدارک دیده شده داخلی، مثل نوار یا ورقه‌هایی از جنس مواد پلیمری حاوی پلی اتیلن با چگالی پایین و لاستیک‌های سیلیکونی، از پروتکل‌های ارائه شده در نشریات دارای اطلاعات مشابه استفاده نمایید.

در مرحله‌ی استخراج، از تکنیک‌های خاصی مانند تراکافت (دیالیز)، استخراج با حلال، هضم توسط اسید یا واجدبی گرمایی، به منظور استخراج آنالیت‌های مورد نظر، ترکیبات PRC باقیمانده و ترکیبات غنی کننده بازیابی جهت تجزیه، استفاده می‌شود. تکنیک مورد استفاده بستگی به نوع وسیله نمونه‌برداری به کارگرفته شده و طبقه‌ی آنالیت مورد نمونه‌برداری دارد.

۱۲ تجزیه و تحلیل

با استفاده از روش‌های مناسب، نمونه‌های خارج شده از وسایل نمونه برداری غیرفعال و کنترل‌گرها را تجزیه کنید تا میزان هر آنالیت، ترکیب PRC یا ترکیب غنی کننده بازیابی را در فاز دریافت کننده تعیین نمایید، مثل: روش‌های کروماتوگرافی گازی طیف سنجی جرمی (GC-MS)، کروماتوگرافی گازی با دکتور

ECD (GC-ECD)، کروماتوگرافی مایع طیف سنجی جرمی (LC-MS)، کروماتوگرافی مایع طیف سنجی فلورسانسی (LC-Fluor) برای آنالیت های آلی و روش های طیف سنجی جذب اتمی (AAS) یا طیف سنجی جرمی پلاسمای جفت شده ی القایی (ICP-MS)، برای آنالیت های فلزی.

ضرورت دارد که پیش از آغاز تجزیه، با استفاده از آزمون های آزمایشگاهی، دقت، اریبی^۱ و حدود تشخیص روش ها را تعیین کنیم.

از روش هایی استفاده کنید که توسط آزمایشگاهی که تجزیه انجام می دهد، صحت گذاری شده باشد.

یادآوری - هر گاه نیاز باشد که مقادیر بسیار کم از یک آلاینده، مورد اندازه گیری قرار گیرد، می توان نمونه های برداشته شده از وسایل نمونه برداری مختلف را قبل از انجام تجزیه، با یکدیگر ترکیب کرد.

۱۳ روش محاسبه

هر گاه از نمونه بردار غیرفعال در حالت تعادلی استفاده شده است، غلظت آنالیت های محلول در آب را در زمان بازبایی وسیله نمونه بردار از آب، در واحد نانوگرم بر لیتر (P_a)، می توانید از طریق معادله ۳ محاسبه کنید:

$$P_a = \frac{m}{k_{sw} V_s} \quad (3)$$

که در آن:

m جرم آنالیت جمع شده در فاز دریافت کننده ی وسیله نمونه برداری غیرفعال در حالت تعادل (بر حسب نانوگرم)؛

k_{sw} ضریب تفکیک بین فاز دریافت کننده و آب؛

V_s حجم فاز دریافت کننده بر حسب دسی متر مکعب (لیتر) است.

ضریب های تفکیک و حجم های فاز دریافت کننده ی برخی از وسایل نمونه برداری غیرفعال، توسط کارخانه ی سازنده ارائه می شود. برای وسایل نمونه برداری غیرفعالی که به صورت داخلی تولید می شوند، مثل نوار یا ورقه های پلیمری حاوی پلی اتیلن با چگالی پایین و لاستیک های سیلیکونی، از داده های واسنجی ای که در نشریه های دارای اطلاعات مشابه گزارش می شوند، استفاده کنید.

هر گاه غلظت یک آنالیت در وسیله نمونه برداری غیرفعال با غلظت آن در آب به حالت تعادل نرسیده است اما زمان مواجهه بیش تر از زمان موردنیاز برای رسیدن به نیمه تعادل (half-equilibrium) باشد، در این صورت بهتر است از معادله ی (۴) برای برآورد غلظت آنالیت موجود در آب استفاده کنیم:

$$p_a = \frac{m_t}{v_s k_{sw} \left[1 - \exp\left(- \frac{k_0 t A}{v_s k_{sw}} \right) \right]} \quad (۴)$$

که در آن:

m_t جرم آنالیت جمع شده در فاز دریافت‌کننده‌ی وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، پس از زمان مواجهه‌ی t (بر حسب نانوگرم)؛

t زمان مواجهه (بر حسب ثانیه)؛

K_0 ضریب انتقال جرمی کل آنالیت، از آب به درون وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، (بر حسب دسی‌متر در روز)؛

A ناحیه‌ی مؤثر وسیله نمونه‌برداری غیرفعال، (بر حسب دسی‌متر مربع).

هرگاه زمان مواجهه‌ی یک آنالیت از زمان مورد نیاز برای رسیدن به موازنه یا تعادل نیمه، فراتر نرفته است، وسیله نمونه‌برداری در حالت تلفیقی کار کرده و غلظت متوسط زمانی- وزنی آنالیت‌های محلول در آب (p_a) در زمان استقرار (در واحد نانوگرم در لیتر) را می‌توان به این صورت محاسبه کرد:

$$p_a = \frac{m}{k_0 A t} \quad (۵)$$

معادله‌ی فوق، شکلی بسیار کلی از محاسبه‌ی مورد نظر می‌باشد. در این حالت فرض می‌شود که جذب آنالیت در طول بازه‌ی زمانی استقرار، به صورت یک سوپه، خطی و تلفیقی صورت گرفته است. در حالت خطی جذب (به شکل ۲ مراجعه شود)، نرخ نمونه‌برداری (یعنی حجم ظاهری $(K_0 A)$ ، آب پاک شده از آلاینده در هر نوبت، در واحد دسی‌متر مکعب در روز یا لیتر در روز) مستقل از غلظت آلاینده در آب است.

برخی از خطاهای مرتبط با برآوردهای به عمل آمده از p_a را می‌توان از طریق برخی از محاسبات کنترل کیفی مناسب، شناسایی کرد (به پیوست پ مراجعه شود). نمونه‌هایی از اقدامات لازم جهت کنترل کیفیت و انجام برخی محاسبات، توسط شرکت سازنده‌ی بعضی از وسایل نمونه‌برداری غیر فعال ارائه می‌شوند و در کتاب شناسی این سند نیز قابل دسترسی خواهد بود.

مقدار ضریب انتقال جرمی کل هر آنالیت، به طور کلی یک پارامتر واسنجی وابسته به وسیله یا سایت نمونه‌برداری می‌باشد. این مقدار، بسته به وسیله نمونه‌برداری غیرفعال و شرایط استقرار مورد استفاده، به روش‌های مختلفی به دست می‌آید. این مقدار، وابسته به نوع ماده می‌باشد و بستگی به خصوصیات فیزیکی-شیمیایی آنالیت‌ها و متغیرهای محیطی دیگر از قبیل دمای آب و شرایط هیدرودینامیکی دارد.

ضریب انتقال جرمی کل را می‌توان از روش‌های مختلفی به دست آورد. برای مثال: از طریق استفاده از داده‌های واسنجی تجربی یا به طریق ملاحظات نظری در جایی که پارامترهای ارائه شده توسط شرکت سازنده‌ی وسیله تهیه شده است. در مورد نمونه‌بردارهایی که به صورت داخلی تولید می‌شوند، مثل نوار یا ورقه‌های

پلیمری حاوی پلی اتیلن با چگالی پایین و لاستیک های سیلیکونی، از داده های واسنجی گزارش شده در نشریات دارای اطلاعات مشابه، استفاده کنید. این داده ها، عمدتاً دامنه ی وسیعی از دماها و تلاطم های مختلف را پوشش می دهند. به علاوه، در برخی وسایل نمونه برداری غیرفعال، می توان از ترکیبات PRC (به یادآوری ۱ مراجعه شود) برای اصلاح ضریب انتقال جرمی کل برای نوسانات موجود در شرایط محیطی، استفاده کرد (به شکل ۴ مراجعه شود).

بهتر است خصوصیات جنبشی تخلیه ی ترکیب PRC (به یادآوری ۲ مراجعه شود) و خصوصیات جنبشی جذب یک آلاینده، با یکدیگر مرتبط باشند. توصیه می شود آن ها از نوع معادله ایزوتروپی درجه اول باشند (به شکل ۴ مراجعه شود). از همین رو، متغیرهای محیطی مثل دما و تلاطم آب روی آن ها تأثیری مشابه خواهد داشت. هر گاه این شرایط به وجود آمد، تخلیه ی ترکیبات PRC امکان یک واسنجی در محل را برای وسیله نمونه برداری غیرفعال، ایجاد می کند. از همین رو، می توان از این نتایج برای تنظیم ثابت نرخ تبادل کلی جذب یک آلاینده، از نظر تأثیر دما و تلاطم، استفاده کرد.

یادآوری ۱- ترکیب PRC، یک آنالیت است که قبل از استقرار، به فاز دریافت کننده ی وسیله نمونه برداری غیرفعال افزوده می شود. ترکیب PRC معمولاً از خصوصیات مشابه با خصوصیات آلاینده های مورد نظر برخوردار است، اما بهتر است ترکیبات PRC به مقدار زیاد در محیط وجود نداشته باشند. عموماً آنالیت های از پیش دوتیریومه شده^۱ یا دارای برچسب ۱۳ کربنه به عنوان PRC استفاده می شود. اغلب می توان مقدار تخلیه ی ترکیب PRC را از فاز دریافت کننده در طول دوره ی مواجهه ی وسیله نمونه برداری غیرفعال اندازه گیری کرد.

یادآوری ۲- خصوصیات جنبشی تخلیه ی PRC را می توان با یک معادله ی نزولی درجه یک توصیف کرد:

$$m_{PRC,t} = m_{PRC,0} \exp(-k_p t) \quad (۶)$$

که در آن:

$m_{PRC,t}$ جرم باقیمانده PRC در فاز دریافت کننده پس از زمان مواجهه ی t؛

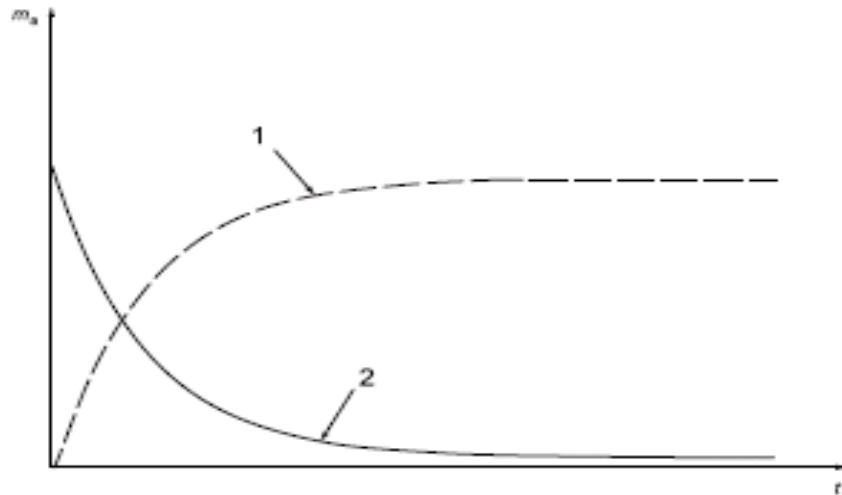
$m_{PRC,0}$ جرم PRC جهت غنی سازی فاز دریافت کننده؛

K_p ثابت نرخ درجه اول برای تخلیه ی PRC از فاز دریافت کننده است.

از آنجا که K_p و ثابت نرخ تبادل کل^۲ برای جذب آلاینده (ke)، (به شکل ۴ مراجعه شود) مرتبط با یکدیگر هستند، می توان از تخلیه ی PRC برای تنظیم نرخ جذب با تأثیرات ناشی از دما و تلاطم استفاده کرد. زمانی که خصوصیات جنبشی جذب و تخلیه، ایزوتروپیک باشند، ثابت نرخ تبادل تخلیه ای کل (kp)، تابعی از ثابت نرخ تبادل جذب کل (ke) خواهد بود، یعنی:

$$k_o A = k_e k_{sw} v_s \quad (۷)$$

از طریق ثابت نرخ تبادل تخلیه‌ای کل (k_p) و با استفاده از معادله‌ی (۲) می‌توان زمان لازم برای رسیدن به نیمی از مقدار کل آلاینده‌های جمع شده در فاز دریافت کننده را محاسبه کرد (به شکل ۴ مراجعه شود).



راهنما:

m_a جرم آنالیت در فاز دریافت کننده؛

t زمان مواجهه؛

۱ آلاینده؛

۲ ترکیب مرجع عملکردی.

شکل ۴- دوره های زمانی جذب یک آلاینده (۱) ورود و تخلیه‌ی یک ترکیب PRC (۲) فاز دریافت کننده یک وسیله نمونه برداری غیرفعال

۱۴ بیان نتایج

گزارش آزمون باید دست کم اطلاعات زیر را برای هر آنالیت موجود در مجموعه وسایل نمونه برداری غیرفعال در بر داشته باشد:

الف) ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

ب) محل انجام نمونه برداری؛

پ) تاریخ و زمان استقرار و جمع آوری وسایل نمونه برداری غیرفعال؛

ت) خصوصیات سایت؛

ث) نام فرد استقرار دهنده و جمع آوری کننده‌ی وسیله؛

ج) تعیین کننده های کیفیت آب ثبت شده در هنگام استقرار و جمع آوری وسیله؛

چ) سطح آنالیت های اندازه گیری شده هدف در نمونه های کنترل کیفیت؛

ح) میزان آنالیت شناسایی شده در وسیله نمونه برداری، به همراه ثبت میزان عدم قطعیت تخمین زده شده آن؛

خ) غلظت متوسط زمانی- وزنی آنالیت در آب سطحی؛

د) جزئیات روش مورد استفاده، مطابق با این استاندارد ملی ایران؛

تاجای ممکن باید اطلاعات زیر در ارتباط با هر آنالیت موجود در وسیله نمونه برداری غیرفعال، ثبت شده و در صورت امکان برای کمک به تفسیر گزارش ها، ارائه شوند:

• هویت مجموعه‌ی وسایل نمونه برداری غیرفعال؛

• نوع و شرکت سازنده‌ی وسیله نمونه برداری غیرفعال؛

• شماره دسته^۱ وسیله نمونه برداری غیرفعال؛

• شناسایی میدانی وسیله نمونه برداری غیرفعال؛

• نرخ جذب وسیله نمونه برداری غیرفعال و روش تعیین آن؛

• در صورت امکان، اطلاعات دیگری درباره‌ی سایت نمونه برداری؛ به طور مثال: سطوح قبلی هر گونه آلاینده‌ی یافت شده؛

• هر گونه ترکیب PRC مورد استفاده و سطوح آن‌ها در وسایل نمونه برداری غیرفعال، قبل و بعد از زمان مواجهه؛

• ترکیبات مورد استفاده بازیابی؛

• روش تهیه‌ی نمونه؛

• روش تجزیه.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

جدول‌های چکیده انواع اصلی وسایل نمونه‌برداری غیرفعال و روش‌های
واسنجی آنها

جدول الف-۱- ساختار طبقه اصلی وسایل نمونه‌برداری غیرفعال

وجود ترکیب مرجع عملکردی *	غشا	فاز دریافت کننده	طبقه بندی وسیله نمونه‌برداری غیرفعال
خیر	پلی اترسولفون		ترکیبات آلی قطبی
خیر	پلی سولفون سلولز احیا شده در صورت عدم وجود یک غشای نفوذی، لایه‌ی مرزی آب می‌تواند به صورت یک لایه‌ی نفوذی عمل کند	مواد جاذب دارای منافذ ریز، مثل: **SDB، (کربن فعال فاز جامد فیبرهای استخراجی میکرو)	
بلی	پلی اتیلن سلولز احیا شده لایه مرزی آب (به یادآوری مراجعه شود)	تریئولین اکتادسیل سیلیکا پلی دی متیل سیلوکسان پلی اتیلن با چگالی پایین حلّال های آلی (مثل هگزان) پلی اکسی متیلن	ترکیبات آلی غیرقطبی
خیر	پلی آکریل آمید هیدروژل سلولز استات با منافذ ریز	رزین کلاته ^۱	ترکیبات غیرآلی، از قبیل: فلزات
یادآوری - نمونه بردار های پلیمری می‌توانند هم زمان، هم به عنوان غشای تراوشی و هم به عنوان فاز دریافت کننده ایفای نقش کنند.			
* به بند ۳-۵ مراجعه شود.			
** پلیمری از نوع پلی (استایرن- دی وینیل بنزن)			

جدول الف-۲- چکیده‌ای از روش های واسنجی موجود برای وسایل نمونه‌برداری غیرفعال

روش واسنجی	انواع وسیله نمونه‌برداری غیرفعال	شرایط	ملاحظات
مخزن ثابت *	همه	دمای کنترل شده نرخ های جنبشی ثابت	در نمونه برداری با حجم بالا (حجم ظاهری آبی که هر بار از آلاینده ها پاک می شود، در واحد لیتر در ساعت)، به حجم بالایی نیاز است تا از کاهش محلول واسنجی جلوگیری شود.
مخزن ثابت با نوسازی *	همه	- دمای کنترل شده - نرخ های جنبشی ثابت	
مخزن با جریان مداوم *	همه	- دمای کنترل شده - نرخ های جنبشی ثابت	بهتر است نرخ جریان، بالاتر از (حداقل پنج برابر) نرخ نمونه برداری کل سیستم باشد.
الگو سازی مبتنی بر ضرایب انتشار	شیب‌های انتشار در نمونه- بردارهای لایه نازک، جایی که لایه‌ی محدود کننده‌ی نفوذ، در مقایسه با لایه‌ی مرزی آب، ضخیم‌تر است.	دامنه‌ای از دماهای مختلف	داده های مربوط به واسنجی، توسط شرکت سازنده‌ی دستگاه ارائه می شوند.
الگو سازی مبتنی بر ضرایب توزیع	نمونه برداری های مخصوص ترکیبات آلی غیرقطبی		اندازه‌گیری مستقیم ضرایب تفکیک ترکیبات کاملاً آب‌گریز، بین فاز دریافت کننده وسیله نمونه برداری غیرفعال و آب مشکل است زیرا این ترکیبات از حلالیت پایینی در آب برخوردارند. این مشکل را می‌توان از طریق استفاده از حلال کمکی، حل کرد که در آن از غلظت های مختلفی از متانول استفاده می کند تا آنالیت های غیر قطبی را حل کند. ضرایب تفکیک در دامنه‌ی غلظت های متانول اندازه گیری می‌شوند و پس از آن پلات ضریب تفکیک پایه در برابر جزء متانول با الکل صفر ^۱ مقایسه می شود تا برآوردهای خوبی از ضرایب تفکیک فاز/آب نمونه برداری به دست دهد. روابط تجربی میان ضرایب توزیع فاز/آب نمونه برداری و $\log K_{ow}$ می‌توانند برای برآورد مقادیر ترکیبات افزوده شده مورد استفاده قرار گیرند.

جدول الف-۲ (ادامه)

ملاحظات	شرایط	انواع وسیله نمونه- برداری غیرفعال	روش واسنجی
<p>- در صورت امکان باید از ترکیبات PRC برای کاهش عدم قطعیت های موجود در رابطه با تغییرات دمایی و شرایط هیدرودینامیکی در میدان استفاده کرد.</p> <p>- نرخ های تخلیه ی ترکیبات PRC، تنها نرخ نمونه برداری در یک دامنه ی خاص را به دست می دهد ($6 < \log K_{ow} < 4/5$)، و برای آلاینده های دارای مقدار $\log K_{ow} > 6$، ضروری است که الگوها را بر اساس همان دامنه، برون یابی کرد.</p>		فقط برای نمونه بردارهای آلی غیر قطبی	ترکیبات PRC
<p>* احتیاط ها: اطمینان حاصل کنید که غلظت ثابت و غلظت واقعی در مخزن واسنجی، حداقل روزی یک بار اندازه گیری می شود. از ثابت های نرخ تعادل برآورد شده، استفاده کنید تا تعیین کنید، برای کدام گروه از آنالیت ها، وسایل نمونه برداری غیرفعال در حال جنبشی^۱ و در کدام گروه، در حالت تعادل کار کرده اند.</p> <p>1-Zero methanol 2-Kinetic mode</p>			

پیوست ب

(الزامی)

مواد و وسایل لازم برای استفاده در میدان، جهت استقرار وسایل نمونه برداری غیرفعال

ب-۱- وسایل نمونه برداری غیرفعال، براساس استانداردهای ملی ایران به شماره های ۱۱۶۱۱ و ۶-۱۲۲۶۲ برچسب گذاری می شوند.

ب-۲- وسایل نمونه برداری غیرفعال کنترل کننده میدان.

ب-۳- وسیله نگهداری قابل حمل، مثل: جعبه های خنک مجهز به فریزر، برای حفظ دمای پایین به مقدار توصیه شده برای نگهداری و نقل و انتقال.

ب-۴- دستکش، جهت استفاده در هنگام کار با نمونه بردارهای غیرفعال در میدان.

از دستکش های تمیز، فاقد پودر از جنس وینیل یا لاتکس استفاده کنید. از یک دستکش دوبار استفاده نکنید.

ب-۵- ظروف عایق هوایی، از جنس مواد خنثی و مناسب برای آلاینده های مورد نظر، دارای تراوش پذیری پایین در مواجهه با آلاینده های بیرونی که به همراه با وسیله نمونه برداری غیرفعال، برچسب زده شوند.

ب-۶- تجهیزات ارزیابی کیفیت آب، مثل: دماسنج، ثبت کننده ی دما، pH متر و وسیله اندازه گیری نرخ جریان (مطابق نیاز).

ب-۷- وسیله اندازه گیری عمق.

ب-۸- وسیله استقرار، جهت نگه داشتن وسایل نمونه برداری غیرفعال در یک جهت مناسب. در طی مرحله استقرار، می توان از انواع مختلفی از وسایل استقرار دهنده استفاده نمود، از قبیل: میله های فلزی، ورقه های پلاستیکی یا فلزی توری، یا قفس های فلزی، که انتخاب نوع آن بستگی به عمق و جریان آب در سایت نمونه برداری دارد. عموماً این وسایل، وسایل نمونه برداری غیرفعال را به نحوی استقرار می دهند که غشای تراوش به صورت عمودی و قائم با سطح آب قرار گیرد، یا گاهی به صورت افقی و پشت به سطح آب قرار می گیرند. وضعیت اول (عمود)، سطح وسیله را در برابر جهت آب قرار می دهد، اما هدف از وضعیت دوم (افقی)، کاهش ته نشست رسوبات، روی سطح غشای تراوشی است.

ب-۹- دستگاه لنگراندازی، مناسب برای نگهداری دستگاه استقرار دهنده در عمق و جهت مقتضی، متناسب با سطح آب است.

ب-۱۰- طناب.

ب-۱۱ شناوره^۱ یا اجسام شناور.

ب-۱۲ وزنه ها.

^۱-Buoy

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

معیارهای کنترل کیفیت

پ-۱ بازیابی

بازیابی، بر مبنای بازیافت میانگین آنالیت از غنی کننده های بازیابی محاسبه می شود. کسر جرمی بازیابی آنالیت (W_a)، به صورت درصد، توسط معادله ی زیر به دست می آید:

$$w_a = \frac{\rho_a}{\rho_s} \times 100 \quad (\text{پ } 1)$$

که در آن:

ρ_a میانگین محاسبه شده ی غلظت آنالیت؛

ρ_s غلظت بازیابی غنی شده است.

پ-۲ حدود تشخیص (آشکارسازی) روش

برای محدود کردن نتایج منفی کاذب، در نمونه های حاوی مقداری از آنالیت مورد نظر، تکرار وسایل نمونه برداری غیرفعال غنی شده را تجزیه می کنیم تا حد تشخیص غلظت (یعنی ρ_{LD}) مشخص شود. سطوح غنی سازی نباید خیلی بیشتر از ۵ برابر تا ۱۰ برابر مقدار S مورد انتظار باشد. مقدار ρ_{LD} از طریق معادله زیر به دست می آید:

$$\rho_{LD} = \left[2 \sqrt{1 + \frac{1}{n_B}} \right] t_s (n-1, \alpha) \quad (\text{پ } 2)$$

که در آن:

t_s مقدار توزیع تی استیودنت یک دامنه ای برای سطح معنادار α ، با درجه آزادی $n-1$ ؛

n تعداد تکرار نمونه غنی شده تجزیه شده؛

S انحراف استاندارد غلظت اندازه گیری شده آنالیت در تکرار مقادیر غنی شده؛

n_B تعداد تعیین کننده های شاهد^۱ استفاده شده جهت اصلاح نتایج نمونه ها، هنگام استفاده از روش تجزیه نمونه های استخراج شده از وسایل نمونه برداری غیرفعال است- فرضیه ی آماری بر این است که غلظت های مقادیر ماده ی غنی کننده ی بازیابی از توزیع نرمال برخوردارند.

کاربر نیاز دارد راجع به سطح محافظت مورد نیاز جهت جلوگیری از بروز نتایج کاذب منفی تصمیم‌گیری کرده و از مقادیر مناسبی از n و t استفاده کند.

پ-۳ دقت

دقت وسایل نمونه‌برداری از طریق مقایسه این وسایل تکرار شده با یکدیگر که در میدان قرار داده شده‌اند، به دست می‌آید. ضرایب تغییرات (C_v)، به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$C_v = \left[\frac{|\rho_1 - \rho_2|}{0.5(\rho_1 + \rho_2)} \right] \times 100 \quad (\text{پ} ۳)$$

که در آن:

ρ_1 و ρ_2 غلظت‌های آنالیت در وسایل نمونه‌برداری غیرفعال تکرار شده می‌باشد.

هر گاه بیش از تعداد دو وسیله نمونه‌برداری غیرفعال تکرار شده، در محیط، مورد استفاده قرار گیرند، در این صورت دقت را به صورت ضریب تغییرات (C_v)، از معادله زیر محاسبه می‌کنیم:

$$C_v = \frac{S}{\rho} \times 100 \quad (\text{پ} ۴)$$

که در آن:

\bar{P} میانگین غلظت‌های آنالیت در وسایل نمونه‌برداری غیرفعال تکرار شده گرفته در میدان؛

S انحراف معیار استاندارد غلظت‌های به دست آمده در وسایل نمونه‌برداری غیرفعال تکرار شده قرارداده شده در میدان است.

فرض می‌شود که غلظت‌های آنالیت در وسایل نمونه‌برداری غیرفعال مشابه قرار گرفته در میدان، دارای توزیع نرمال هستند.