



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۰۸۴۷-۴

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

10847-4

1st. Edition

2013

هوای درون ساختمان - قسمت ۴: تعیین
فرمالدهید - روش نمونه برداری نفوذی

**Indoor air - Part 4: Determination of
formaldehyde – Diffusive sampling method**

ICS:13.040.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عبار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« هوای درون ساختمان - قسمت ۴: تعیین فرمالدهید - روش نمونه‌برداری نفوذی »

رئیس:

بابایی، علی‌اکبر
(دکتری مهندسی بهداشت محیط)

دبیر:

لرکی، آرش
(فوق لیسانس شیمی)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آتشی، مژگان
(فوق لیسانس شیمی)

ابدالی، شیرین
(فوق لیسانس شیمی)

اعرابی، سید مهدی
(فوق لیسانس شیمی)

باصری، صادق
(لیسانس شیمی)

چرم‌زاده، مهرناز
(فوق لیسانس شیمی)

خدابخش‌نژاد، فرزانه
(فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)

دوستی‌خواه، سمیرا
(لیسانس شیمی)

شریفات، صالح
(لیسانس شیمی)

سمت و / یا نمایندگی

هیات علمی دانشگاه جندی شاپور اهواز

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

کارشناس

کارشناس

کارشناس

کارشناس

کارشناس گروه ملی صنعتی فولاد ایران

کارشناس

کارشناس

صفدری، فرهاد
(فوق لیسانس مهندسی بهداشت محیط)

کارشناس آلودگی هوا معاونت بهداشت
دانشگاه

ظفریان، حمیدرضا
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت پترو فناوری و تجهیزات
بالادستی آسه

مکوندی، علی
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت خوزستان پژوهش گستر
بردیا

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصول آزمون
۲	۴ مواد و/یا واکنشگرها
۴	۵ وسایل
۵	۶ نمونه برداری
۶	۷ روش انجام آزمون
۹	۸ محاسبات
۱۰	۹ دقت و عدم قطعیت روش
۱۰	۱۰ تضمین کیفیت / کنترل کیفیت
۱۱	۱۱ گزارش زمون
۱۲	پیوست الف (اطلاعاتی) طرح‌های معمول نمونه‌بردارهای نفوذی
۱۴	پیوست ب (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد " هوای درون ساختمان - قسمت ۴: تعیین فرمالدهید - روش نمونه برداری نفوذی " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت زرگستر روبینا تهیه و تدوین شده و در نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۲/۹/۲۴ مورد تصویب قرار گرفته است اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 16000-4: 2011, Indoor air -Part 4: Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method

فرمالدهید به طور بالقوه سمیت زیادی دارد و بنابراین اندازه گیری آن به عنوان آلاینده هوای درون ساختمان مورد توجه است. فرمالدهید یک ماده محرک است که می تواند منجر به واکنش های حساسیت زا و دیگر مشکلات بهداشتی شود.

فرمالدهید ساده ترین ترکیب کربونیل دار است که یک اتم کربن، یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن دارد. فرمالدهید در حالت تک مولکولی خود، گازی بی رنگ، واکنش پذیر و دارای بوی تند است. فرمالدهید در تولید رزین های اوره- فرمالدهید، چسب ها و فوم های عایق کاری استفاده می شود. انتشار فرمالدهید از تخته خرده (تراشه) چوب و عایق دیواری منابع اصلی فرمالدهید در هوای درون ساختمان هستند.

این استاندارد در نظر دارد هوای درون ساختمانی را مشخص کند که از استراتژی نمونه برداری بیان شده در استاندارد ISO 16000-2 پیروی می کند. استاندارد ISO 16000-1 الزامات عمومی در رابطه با اندازه گیری آلاینده های هوای درون ساختمان و شرایط مهمی که در طول نمونه برداری یا قبل از آن در نظر گرفته می شود از آلاینده های مجزا یا گروهی از آلاینده ها را ارائه می کند.

یک روش کار اندازه گیری فرمالدهید فعال (روش مرجع) در استاندارد ISO 16000-3 بیان شده است. جنبه های تعیین (نمونه برداری و آنالیز) و استراتژی نمونه برداری از آلاینده های ویژه یا گروهی از آلاینده ها در قسمت های دیگری از استاندارد ISO 16000 بیان شده است.

همچنین استانداردهای ISO 16017 و ISO 12219 به اندازه گیری ترکیبات آلی فرار (VOC)¹ می پردازند.

1- Volatile organic compound

هوای درون ساختمان - قسمت ۴: تعیین فرمالدهید - روش نمونه برداری نفوذی

هشدار - توصیه می شود اشخاصی که از این استاندارد استفاده می کنند با روش های آزمایشگاهی معمول آشنا باشند. در این استاندارد به تمام موارد ایمنی مرتبط با کاربرد آن اشاره نشده است. در صورت وجود چنین مواردی مسئولیت برقراری ایمنی، سلامتی و تعیین حدود قوانین کاربری قبل از استفاده به عهده کاربر می باشد.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارایه روشی برای تعیین فرمالدهید در هوای درون ساختمان با استفاده از یک نمونه بردار نفوذی با واجدیی حلال و کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC)^۱ است. این استاندارد برای اندازه گیری فرمالدهید در هوای درون ساختمان در گستره 0.001 mg/m^3 تا 1.0 mg/m^3 برای یک دوره نمونه برداری بین ۲۴ ساعت تا ۷۲ ساعت کاربرد دارد. این استاندارد برای دوره های نمونه برداری ۲۴ ساعتی، در گستره غلظتی 0.003 mg/m^3 تا 1 mg/m^3 و برای دوره نمونه برداری ۷۲ ساعتی، در گستره غلظتی 0.001 mg/m^3 تا 0.33 mg/m^3 کاربرد دارد.

یادآوری ۱ - نمونه بردارهای تایید شده را با توجه به حساسیت اندازه گیری و دقت، می توان برای نمونه برداری کوتاه مدت (کمتر از ۲۴ ساعت) به کار برد.

این استاندارد برای اندازه گیری در اتمسفرهای با رطوبت نسبی معمول هوای درون ساختمان و برای پایش در سرعت های پایین هوا در حد 0.2 m/s کاربرد دارد. مرحله کروماتوگرافی در این روش برای حذف مزاحمت های بالقوه، شامل مزاحمت های ناشی از حضور دیگر ترکیبات کربونیل دار، طراحی شده است. روش نمونه برداری یک متوسط وزنی - زمان (TWA)^۲ از نمونه را ارایه می دهد.

یادآوری ۲ - چند نمونه بردار نفوذی با طراحی ها و شکل های متنوع به صورت تجاری موجود است. اساس همه آنها واکنش ۴۲-دی نیترو فنیل هیدرازین با فرمالدهید است. آنها در این استاندارد شرح داده نشده اند تا از هر گونه برداشت از اینکه ISO یکی را بر دیگری ترجیح می دهد، اجتناب شود.

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. درمورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.

1- High performance liquid chromatography

2- Time-weighted average

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۰۲۵: سال ۱۳۸۶، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون

2-2 ISO 16000-2, Indoor air — Part 2: Sampling strategy for formaldehyde

2-3 ISO 16000-3:2011, Indoor air — Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air — Active sampling method

2-4 EN 13528-2, Ambient air quality — Diffusive samplers for the determination of concentrations of gases and vapours — Requirements and test methods — Part 2: Specific requirements and test methods

۳ اصول آزمون

نمونه‌بردار نفوذی برای یک دوره زمانی معین در معرض هوا قرار می‌گیرد. نرخ نمونه‌برداری به ضریب نفوذ فرمالدهید بستگی دارد و به طور مستقیم با سطح مقطع روزنه پایش‌گر و همچنین به‌طور معکوس با طول ناحیه نفوذ پایش‌گر متناسب است. این نرخ به‌عنوان نرخ برداشت نفوذی نمونه‌بردار شناخته‌شده و به‌وسیله کالیبراسیون قبلی در یک اتمسفر استاندارد اندازه‌گیری می‌شود. بخار فرمالدهید از طریق نفوذ به درون نمونه‌بردار وارد شده و بر روی نوار باریک کاغذ سلولزی بارگذاری شده با سیلیکای پوشش داده شده با ۲ و ۴-دی‌نیتروفنیل هیدرازین (DNPH)^۱ و فسفریک اسید، جمع‌آوری می‌شود. یک هیدرازون پایدار تشکیل می‌شود که می‌تواند با استفاده از استونیتریل واجذب شود و محلول به‌وسیله یک کروماتوگراف مایع با عملکرد بالا (HPLC) مجهز به آشکارساز فرابنفش (UV)^۲ آنالیز می‌شود. همچنین ممکن است نمونه‌بردار نفوذی برای نمونه‌برداری فردی به‌کار برده شود، که برای این منظور نمونه‌بردار نفوذی به لباس شخص مورد پایش متصل می‌شود.

۴ مواد و / یا واکنشگرها

در طول آنالیز فقط از واکنشگرهای با خلوص تجزیه‌ای شناخته شده استفاده کنید.

۱-۴ ۲، ۴-دی‌نیترو فنیل هیدرازین، قبل از استفاده با استونیتریل، با درجه مناسب برای UV (بند ۲-۴)، حداقل دو بار تبلور مجدد شود.

۲-۴ استونیتریل، با درجه خلوص HPLC UV (توصیه می‌شود هر دسته حلال قبل از استفاده مورد آزمون قرار گیرد)

۳-۴ هیدروکلریک اسید غلیظ، با کسر جرمی ۳۶/۵٪ تا ۳۸٪، جرم حجمی ۱/۱۹ kg/l

۴-۴ نیتروژن، با درجه خلوص بالا

1- 2,4-dinitrophenylhydrazine

2- Ultraviolet

۴-۵ آب، با درجه خلوص HPLC

۴-۶ فرمالدهید، محلول با کسر جرمی ۳۷٪

۴-۷ اتانول، با کسر جرمی ۹۵٪

۴-۸ متانول، با درجه خلوص HPLC

۴-۹ فسفریک اسید، با کسر جرمی ۸۵٪

۴-۱۰ گلیسرین، با کسر حجمی ۲۰٪

۴-۱۱ فرمالدهید دی‌نیتروفنیل هیدرازون (DNPH-فرمالدهید)

هشدار- ۴و۲-دی‌نیتروفنیل هیدرازین در حالت خشک یک ماده منفجره است و باید با مراقبت خیلی زیاد جابه‌جا شود. همچنین این ماده سمی است (در موش صحرایی $LD_{50} = 654 \text{ mg/kg}$) و در تعدادی از آزمون‌ها مشخص شده که باعث جهش ژنی می‌شود و محرک چشم و پوست است.

۲ g از ۴و۲-دی‌نیتروفنیل هیدرازین (بند ۵-۱) را توزین کرده و به یک بالن ۵۰۰ ml منتقل کنید. ۱۰ ml هیدروکلریک اسید غلیظ (بند ۵-۳) را همراه با هم‌زدن به آن اضافه کنید. رسوب زرد رنگ تشکیل شده را در ۲۰۰ ml اتانول (بند ۵-۷) حل کنید. به منظور حذف هیدرازین هیدروکلرید (DNPH.HCl) حل نشده محلول را صاف کنید. ۰٫۸ ml فرمالدهید به محلول صاف شده اضافه کنید. رسوب DNPH-فرمالدهید دارای رنگ مایل به زرد تشکیل شده را با صاف کردن جمع‌آوری کنید و با ۵ ml اتانول سرد بشویید. رسوب را با استفاده از اتانول داغ دوبار تبلور مجدد نمایید و اجازه دهید در هوای آزمایشگاه خشک شود. درجه خلوص مشتق DNPH-فرمالدهید را از طریق تعیین نقطه ذوب (166°C) یا آنالیز HPLC (درجه خلوص بیش‌تر از کسر جرمی ۹۹٪) بررسی کنید. اگر مقدار ناخالصی قابل قبول نیست، مجدداً مشتق DNPH-فرمالدهید را در اتانول تبلور مجدد نمایید. در صورت لزوم بررسی درجه خلوص و تبلور مجدد را تکرار کنید تا هنگامی که یک درجه خلوص قابل قبول (به‌عنوان مثال کسر جرمی ۹۹٪) به‌دست آید. توصیه می‌شود مشتق DNPH-فرمالدهید در یخچال (دمای 4°C) نگهداری شده و در مقابل تابش نور محافظت شود. با نگهداری تحت این شرایط، این ماده حداقل به مدت ۶ ماه پایدار می‌باشد.

یادآوری- نگهداری تحت نیتروژن یا آرگون طول عمر مشتق تهیه شده را افزایش می‌دهد. مشتقات DNPH فرمالدهید برای استفاده به‌عنوان استانداردها، هم به‌صورت کریستال‌های خالص و هم محلول‌های ذخیره مجزا یا مخلوط شده در استونیتریل به‌صورت تجاری موجود هستند.

۴-۱۲ استانداردهای کالیراسیون DNPH-فرمالدهید، حدود ۱۰ mg از مشتق DNPH-فرمالدهید (بند ۴-۱۱) را به‌درستی توزین کرده و به یک بالن حجم‌سنجی تک نشانه ۱۰۰ ml منتقل کنید و تا خط نشانه با استونیتریل (بند ۴-۲) به حجم برسانید. بالن را تکان دهید تا کریستال‌ها حل شوند. یک مقدار حداقل از پنج استاندارد کالیراسیون در گستره $1 \text{ } \mu\text{g/ml}$ تا $140 \text{ } \mu\text{g/ml}$ (معادل با $0.14 \text{ } \mu\text{g/ml}$ تا $20 \text{ } \mu\text{g/ml}$ فرمالدهید) را با رقیق کردن بخشی از محلول DNPH-فرمالدهید با استونیتریل تهیه کنید.

همه محلول‌های استاندارد را در ظروف دارای درپوش محکم، در یخچال و محافظت شده در مقابل نور، نگه‌داری کنید. قبل از استفاده اجازه دهید دمای ظروف با دمای اتاق به تعادل برسد. بهتر است ظروف بعد از ۴ هفته تعویض شوند.

۴-۱۳ محلول پوشش‌دهنده DNPH. ۹۰۰ mg از DNPH.HCl را که دوبار با استفاده از HCl (غلظت ۴ mol/l) در یک بالن تبلور مجدد شده است، توزین کنید. ۱/۷ ml فسفریک اسید غلیظ (بند ۴-۹)، گلیسرین در اتانول (بند ۴-۱۰) و ۱۸۰ ml استونیتریل (بند ۴-۲) اضافه کنید.

۴-۱۴ فیلتر سیلیکاژل پوشش‌داده شده، فیلتر بدون پوشش یک کاغذ سلولزی بارگذاری شده با سیلیکاژل است که به صورت تجاری و به شکل رول‌هایی موجود است که اندازه‌های مورد نیاز را می‌توان از آن‌ها برش داد. اندازه صافی پوشش‌داده شده با سیلیکاژل به ساختار نمونه‌بردار نفوذی بستگی دارد. به عنوان مثال برای یک نمونه‌بردار که به فیلتری با اندازه ۴۵ mm × ۲۰ mm نیاز دارد، ۰/۵ ml از محلول پوشش‌دهنده DNPH (بند ۴-۱۳) را با استفاده از یک پی‌پت به صورت قطره قطره به فیلتر اضافه کنید. فیلترهای پوشش‌داده شده را بر روی یک سطح شیشه‌ای در یک گرم‌خانه با دمای ۸۵ °C به مدت ۱۵ دقیقه خشک کنید. برای فیلترهای با اندازه‌های دیگر، حجم محلول پوشش‌دهنده را بر این اساس تنظیم کنید. فیلتر پوشش‌داده شده را در نمونه‌بردار نفوذی (بند ۵-۱) قرار دهید. یک فیلتر پوشش‌داده شده اضافی در یک توری فلزی قرار داده می‌شود و به منظور جذب هرگونه فرمالدهید موجود در هوای داخل ظرف مورد استفاده برای نگه‌داری نمونه‌بردار نفوذی به کار می‌رود (بند ۶ را ببینید). اگر فیلترهای سیلیکاژل پوشش‌داده شده در دمای ۴ °C و در غیاب نور نگه‌داری شوند، می‌توانند حداقل به مدت ۶ ماه پایدار باشند. توصیه می‌شود فیلترهای پوشش‌داده شده شاهد که مطابق با این استاندارد تهیه و نگه‌داری می‌شوند، حاوی حداکثر ۰/۷ µg از DNPH- فرمالدهید در هر فیلتر با ابعاد ۲۰ mm × ۲۰ mm (معادل با ۰/۱ µg فرمالدهید) باشند.

یادآوری - این استاندارد به آزمون‌گر آموزش می‌دهد که چگونه یک فیلتر پوشش‌داده شده را برای استفاده در یک نمونه‌بردار تهیه کند اما نمونه‌بردارهای تجاری موجود که حاوی فیلتر آماده شده هستند، ممکن است مزیت تولید با یکنواختی بیشتر و به طور بالقوه مقادیر شاهد کمتری داشته باشند. برای طراحی نمونه‌بردارهای تجاری پیوست الف و پیوست ب را ببینید.

۵ وسایل

از وسایل معمول آزمایشگاهی به همراه وسایل زیر استفاده کنید.

۵-۱ نمونه‌بردار نفوذی

از وسایلی که به صورت تجاری موجود بوده و یا در آزمایشگاه ساخته شده‌اند، به شرط آن‌که الزامات عملکردی را فراهم آورند، می‌توان استفاده کرد (برای طراحی نمونه‌بردار، شکل الف-۱ را ببینید). نرخ نمونه-برداری نفوذی باید مستقل از غلظت‌های هوا بین ۰/۰۰۱ mg/m³ تا ۰/۳۳ mg/m³ برای ۷۲ ساعت و ۰/۰۰۳ mg/m³ تا ۱/۰ mg/m³ برای ۲۴ ساعت باشد. رطوبت نباید هیچ تاثیری بر روی نرخ نمونه برداری تا

رطوبت نسبی (RH) ^۱ ٪ ۸۰ داشته باشد و نرخ نمونه‌برداری نباید به میزان قابل توجهی توسط سرعت‌های هوای محیطی به کوچکی ۰/۰۲ m/s تحت تاثیر قرار بگیرد. ممکن است نمونه‌بردار برای تثبیت موقعیت حین نمونه‌برداری به یک پایه یا گیره نیاز داشته باشد. هنگامی که از نمونه‌بردار استفاده نمی‌شود آن را در یک ظرف محافظ نفوذناپذیر نسبت به هوا که دارای یک فیلتر با پوشش محافظ (قرار داده شده در یک توری فلزی) است، نگهداری کنید. ظرف را در یخچال نگهداری کنید (بند ۷-۵ را ببینید).

درمورد این نمونه‌بردار، فیلتر پوشش‌داده شده زیر یک غربال پلاستیکی با تعدادی سوراخ قرار می‌گیرد. نمونه‌بردار از طریق لغزاندن یک درپوش به منظور ورود هوا به سوراخ‌ها باز می‌شود و با جایگزینی مجدد درپوش، بسته می‌شود.

از یک وسیله که به‌صورت تجاری موجود بوده و یا در آزمایشگاه ساخته شده است، به شرط آن که الزامات عملکردی را فراهم آورد می‌توان برای دوره‌های زمانی کم‌تر از ۲۴ ساعت استفاده کرد.

طرح‌های جایگزین نمونه‌بردارها در شکل الف-۲ و الف-۳ آورده شده است. نمونه‌بردار نفوذی باید دارای یک روزنه پایش‌گر و یک ناحیه نفوذ پایش‌گر با طول مناسب باشد.

یادآوری - راهنمایی در مورد طراحی و عملکرد روش‌های آزمون مربوط به یک نمونه‌بردار نفوذی در استاندارد EN 13528-2 ارائه شده است. این نمونه‌بردار به تولید اتمسفرهای استاندارد به منظور تعیین نرخ برداشت نفوذ نمونه‌بردار تحت شرایط متفاوت دما، رطوبت، سرعت هوا، زمان در معرض قرار گرفتن و غلظت گاز مناسب با کاربرد مورد نظر نمونه‌بردار نیاز دارد. مثال‌هایی از مطالعات عملکرد یک نمونه‌بردار نفوذی برای اندازه‌گیری فرمالدهید در هوا، در پیوست ب آورده شده است.

۵-۲ کروماتوگراف مایع با عملکرد بالا (HPLC)، شامل یک یا دو پمپ حلال، مخزن (های) حلال، یک مخلوط کننده حلال، یک ستون فاز معکوس، یک گرم‌خانه ستون، یک کنترل کننده پمپ و سیستم پردازش داده است.

ستون باید به یک آشکارساز UV با قابلیت پایش در طول موج ۳۶۰ nm متصل شود. دستگاه و روش کار بهتر است قادر به آشکارسازی DNPH-فرمالدهید با غلظت ۰/۲۱ µg/ml (معادل با ۰/۰۳ µg/ml فرمالدهید) باشد.

۶ نمونه‌برداری

بلافاصله قبل از نمونه‌برداری، نمونه‌بردار نفوذی (بند ۵-۱)، از کیف محافظ یا دیگر ظرف مناسب نفوذناپذیر نسبت به هوا خارج می‌شود. برای پایش منطقه، نمونه‌بردار باید مطابق با دستورالعمل ارائه شده در استاندارد ISO 16000-2؛ یعنی، حداقل در فاصله یک متری از دیواره‌های اتاق و ارتفاع ۱/۵ متری بالاتر از کف قرار گیرد. توصیه می‌شود از قرار دادن نمونه‌بردار در مناطقی از اتاق که توسط تهویه موضعی (مثلاً در مجاورت پنجره‌ها یا درب‌ها) و نواحی نزدیک به منابع معین فرمالدهید (مثل تخته خرده چوب فاقد پوشش) به میزان قابل توجه تحت تاثیر قرار می‌گیرند، اجتناب شود، مگر اینکه بررسی خود این مناطق مورد نظر باشد. در هنگام به‌کارگیری برای نمونه‌برداری فردی، توصیه می‌شود که نمونه‌بردار بر روی یقه یا دیگر بخش‌های باز

1- Relative humidity

لباس فرد موردنظر در ناحیه تنفسی جاسازی شود. وقتی که نمونه‌بردار جاسازی شد، دوره زمانی نمونه-برداری را از طریق باز کردن دریچه بسته شده نمونه‌بردار شروع کنید. زمان و تاریخ باز کردن نمونه‌بردار را ثبت کنید.

در انتهای زمان نمونه‌برداری، نمونه‌بردار را ببندید. هنگامی که از نمونه‌بردار استفاده نمی‌شود، آن را در ظرف محافظ نفوذناپذیر نسبت به هوا و دارای یک فیلتر پوشش‌داده شده (بند ۴-۱۴) قرار دهید، به منظور راحتی جابجایی می‌تواند در یک توری فلزی قرار گرفته باشد. زمان و تاریخ بسته شدن نمونه‌بردار را ثبت کنید. شاهد‌های نمونه را با استفاده از نمونه‌بردارها و روش کار مشابه، تهیه کنید. با این تفاوت که شاهد‌های نمونه نباید در معرض هوا قرار گیرند. به طور جایگزین، طرح نمونه‌بردار ممکن است شامل یک قسمت از فیلتر پوشش داده شده که در معرض هوا قرار نگرفته، باشد و می‌تواند به‌عنوان شاهد عمل کند. نمونه‌بردارهای شاهد و نمونه‌بردارهای در معرض هوا قرار گرفته را برای آنالیز به آزمایشگاه بازگردانید.

یادآوری- گزارش شده است که در طول نمونه‌برداری فعال هوای محیط تحت شرایط اتمسفری خاص، ازن می‌تواند از طریق واکنش با DNP و DNPH- فرمالدهید منجر به ایجاد مزاحمت منفی شود. این مزاحمت با نمونه‌بردار نفوذی مشاهده نشده است. اطلاعات بیشتر در مورد این مزاحمت احتمالی در استاندارد ISO 16000-3 شرح داده شده است.

۷ روش انجام آزمون

۷-۱ واجدبی و آماده‌سازی نمونه

واجدبی DNPH- فرمالدهید از فیلتر پوشش‌داده شده را در یک اتمسفر تمیز انجام دهید. فیلتر پوشش‌داده شده را با استفاده از یک انبر از نمونه‌بردار خارج کنید. اگر نمونه‌بردار حاوی یک فیلتر پوشش‌داده شده یک-پارچه است، با برش، آن را از قسمت در معرض هوا قرار گرفته فیلتر جدا کنید. به عنوان مثال، برای اندازه-گیری یک فیلتر با اندازه $45 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ ، قسمت‌های شاهد و نمونه را بریده و هر قسمت را در یک ویال شیشه‌ای ۴ ml قرار دهید. واجدبی از طریق پی‌پت کردن ۳ ml استونیتریل به هر ویال و سپس هم‌زدن آن به مدت یک دقیقه به دست می‌آید. فیلتر پوشش‌داده شده را از ویال خارج کرده و سپس ویال را به‌منظور آنالیز HPLC، درزبندی کنید. ممکن است قبل از آنالیز، صاف کردن محصول استخراج لازم باشد. برای فیلترهای دارای ابعاد دیگر، روش کار واجدبی ممکن است متفاوت باشد اما این روش کار باید کارایی بیشتر از ۹۵٪ را برای واجذب کردن DNPH- فرمالدهید نشان دهد. محلول DNPH- فرمالدهید را در یخچال (دمای 4°C) نگهداری کنید. توصیه می‌شود در مدت سه روز آنالیز انجام شود.

۷-۲ کالیبراسیون

هر استاندارد کالیبراسیون (بند ۴-۱۲) را به‌وسیله تزریق حجم مشخصی از هر محلول (به عنوان مثال $10 \mu\text{l}$) به کروماتوگراف (بند ۵-۲) آنالیز کنید. برای جلوگیری از بروز خطا، کالیبراسیون را با کمترین غلظت شروع کنید. تکنیک تزریق استفاده شده باید به‌گونه‌ای باشد که مساحت‌ها و ارتفاع‌های پیک HPLC تجدیدپذیر به دست آید. نمودار کالیبراسیون را به‌وسیله رسم پاسخ پیک در مقابل غلظت آنالیت، بر حسب

میکروگرم در هر میلی‌لیتر، تهیه کنید. مدت زمان معمول برای تکرار کالیبراسیون یک ماه است. اعتبار کالیبراسیون را می‌توان با آنالیز نقاط بررسی بین دو کالیبراسیون تصدیق کرد.

۳-۷ آنالیز HPLC

سیستم HPLC را راه‌اندازی کنید و مطابق بند ۲-۷ کالیبره کنید. پارامترهای کاری معمول در ادامه آورده شده‌اند.

مشخص شده است که یک ستون اکتا دسیل سیلان (قطر داخلی ۵ mm، طول ۱۰۰ mm، اندازه ذرات $10\ \mu\text{m}$) با یک فاز متحرک شامل مخلوط ۷۰٪ کسر حجمی متانول به‌علاوه ۳۰٪ کسر حجمی آب برای به‌دست آوردن قدرت تفکیک مناسب DNP-فرمالدهید و ترکیبات مزاحم احتمالی مناسب است. هم برنامه شویش گرادیانی^۱ و هم شویش ایزوکراتیک^۲ را می‌توان به‌کار برد.

مشخص شده است که به‌طور جایگزین، یک فاز متحرک ایزوکراتیک شامل ۶۰٪ کسر حجمی استونیتریل به‌علاوه ۴۰٪ کسر حجمی آب به‌گونه‌ای که در استاندارد ISO 16000-3 شرح داده شده نیز مناسب است. پارامترها در ادامه آورده شده‌اند.

ستون: فاز معکوس C_{18}

فاز متحرک: ۶۰٪ کسر حجمی استونیتریل + ۴۰٪ کسر حجمی آب

آشکارساز: فرابنفش، در طول‌موج ۳۶۰ nm

نرخ جریان: ۱٫۰ ml/min

زمان بازداری: حدود ۷ دقیقه برای فرمالدهید با یک ستون C_{18} ، ۱۳ دقیقه برای فرمالدهید با دو ستون C_{18}

حجم تزریق نمونه: ۲۵ μl

قبل از هر آنالیز، به‌منظور اطمینان از شرایط پایدار، خط مبنای آشکارساز را بررسی کنید. فاز متحرک HPLC را به‌وسیله مخلوط کردن ۶۰۰ ml استونیتریل و ۴۰۰ ml آب تهیه کنید یا پارامترهای موثر بر شویش گرادیانی HPLC را به‌طور مناسب تنظیم کنید. این مخلوط را به‌وسیله یک صافی غشایی پلی استری $0.22\ \mu\text{m}$ در یک دستگاه صاف‌سازی مکشی از جنس پلی‌تترافلوئورو اتن (PTFE)^۳ یا تماماً شیشه صاف کنید. فاز متحرک صاف شده را با تزریق^۴ هلیم (بند ۷-۱۱) به مدت ۱۰ دقیقه تا ۱۵ دقیقه (۱۰۰ ml/min) یا با حرارت دادن تا دمای 60°C به مدت ۵ دقیقه تا ۱۰ دقیقه در یک ارلن مایر پوشیده شده با شیشه ساعت و یا توسط امواج فرا صوت گاززدایی کنید. به‌منظور گاززدایی بهتر فاز متحرک توصیه می‌شود بعد از آشکارساز یک محدودکننده فشار برگشتی در فشار ثابت (۳۵۰ kPa) یا لوله‌ای از جنس PTFE به قطر داخلی ۰٫۲۵ mm و طول کوتاه (۱۵ cm تا ۳۰ cm) قرار دهید.

1- Gradient
2- Isocratic
3- Polytetrafluoroethene
4- Purging

فاز متحرک را در مخزن حلال HPLC قرار دهید و پمپ را در نرخ جریان ۱/۰ ml/min تنظیم کنید. اجازه دهید که فاز متحرک قبل از اولین آنالیز به مدت ۲۰ دقیقه تا ۳۰ دقیقه پمپ شود. آشکارساز را حداقل ۳۰ دقیقه قبل از اولین آنالیز روشن کنید. خروجی آشکارساز را بر روی یک ثبات نوار کاغذی یا وسیله خروجی مشابه نمایش دهید.

برای سیستم‌های تزریق دستی، حداقل ۱۰۰ µl نمونه را به داخل یک سرنگ تزریق HPLC تمیز بکشید. لوپ HPLC (وضعیت بارگذاری شیر) را با افزایش مقدار اضافی نمونه به وسیله سرنگ پر کنید. جهت شروع عملیات، شیر را در وضعیت "تزریق" قرار دهید. هم‌زمان با تزریق، سیستم داده را فعال کرده و نقطه تزریق را بر روی ثبات نوار کاغذی علامت‌گذاری کنید. شیر تزریق را بعد از ۱ دقیقه به وضعیت بارگذاری برگردانده و جهت آماده‌سازی برای آنالیز نمونه بعدی، سرنگ و شیر را به وسیله محلول آب و استونیتریل شستشو دهید و با جریان سریع بشویید.

حلال را نباید در حالی که شیر در وضعیت "تزریق" است به داخل لوپ HPLC تزریق کنید. بعد از شویش مشتق DNPH- فرمالدهید، اکتساب داده‌ها را متوقف کرده و غلظت‌های اجزای ترکیب را محاسبه کنید. هنگامی که یک خط مبنای پایدار به دست آمد، سیستم را می‌توان همان‌گونه که قبلاً بیان شده، برای آنالیز نمونه دیگری به کار برد.

یادآوری - بعد از چند بار آنالیز، در صورت مشاهده انباشتگی در ستون (به عنوان مثال با افزایش فشار از یک تزریق تا تزریق دیگر در جریان و ترکیب حلال مشخص)، می‌توان آن را با چندین حجم ستون به وسیله ٪ ۱۰۰ کسر حجمی استونیتریل شستشو داده و انباشتگی را از بین برد. در صورتی که از پیش ستون‌ها استفاده می‌شود محافظت مشابهی می‌توان به دست آورد.

در صورتی که غلظت آنالیت از گستره خطی دستگاه تجاوز می‌کند، بهتر است نمونه را با فاز متحرک رقیق کرده یا حجم کمتری از نمونه به داخل HPLC تزریق کنید. در صورتی که زمان بازداری مشاهده شده در اجراهای قبلی به اندازه ٪ ۱۰ ± تکرار نمی‌شود، مجاز است که نسبت استونیتریل به آب را تا رسیدن به زمان شویش صحیح افزایش یا کاهش دهید. اگر زمان شویش خیلی طولانی است، نسبت را افزایش و اگر زمان شویش خیلی کوتاه است، نسبت را کاهش دهید. در صورتی که تغییر حلال لازم است، همیشه قبل از آنالیز نمونه‌ها، کالیبراسیون مجددی انجام دهید.

آزمون‌گرها برای بهینه کردن شرایط کروماتوگرافی جهت نیازهای تجزیه‌ای خاص خود به آزمایش با سیستم HPLC خود توصیه می‌شوند. سیستم‌های HPLC با تزریق خودکار و شروع اکتساب داده نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

کروماتوگرام را به منظور وجود مزاحمت ازن مطابق استاندارد ISO 16000-3 بررسی کنید.

۷-۴ تعیین غلظت نمونه

محلول‌های تولید شده به وسیله واجذب فیلترهای پوشش‌داده شده نمونه و شاهد (بند ۷-۱) را به روشی مشابه استانداردهای کالیبراسیون (بند ۷-۲) آنالیز کنید. پاسخ‌های پیک را اندازه‌گیری کرده و غلظت‌های DNPH- فرمالدهید را از نمودار کالیبراسیون قرائت کنید.

یادآوری – یک فیلتر پوشش داده شده شاهد در معرض هوا قرار نگرفته که در مدت زمان دوره نمونه برداری در محل نمونه برداری می تواند مقدار DNPB- فرمالدهید بیشتری نسبت به فیلتر پوشش داده شده تازه تهیه شده، داشته باشد.

۷-۵ نگهداری

هنگامی که فیلتر تهیه شده در یک ظرف محافظ درزبندی شده و قبل از استفاده در فریزر (دمای °C ۱۸-) نگهداری شود، مدت زمان نگهداری آن در قفسه، حداقل ۶ ماه است. بعد از در معرض قرار گرفتن، در صورتی که آنالیت DNPB- فرمالدهید تشکیل شده قبل از واجدبی و آنالیز در یخچال نگهداری شده باشد، برای حداقل دو هفته پایدار است.

۷-۶ تعیین کارایی واجدبی

برای روش کارهایی غیر از روش کار بیان شده در بند ۷-۱، توصیه می شود کارایی واجدبی به وسیله اسپایک کردن نمونه بردارها با جرم معلومی از DNPB- فرمالدهید تعیین شود. این امر به وسیله قرار دادن نمونه بردارها در معرض اتمسفرهایی حاوی غلظت معلوم و ثابتی از فرمالدهید به دست می آید. توصیه می شود برای ارزیابی کارایی های واجدبی نمونه بردارهای قرار گرفته در معرض حدود پایین و بالای محدوده غلظتی مورد پایش، حداقل دو آزمون انجام شود. جرم DNPB- فرمالدهید قرار گرفته بر روی فیلتر پوشش داده شده بر اساس پیش بینی زمان در معرض قرار گرفتن و نرخ برداشت نمونه بردار که مطابق بخش دوم استاندارد EN 13528 بررسی می شود، محاسبه می گردد. آنالیز نمونه بردارها انجام شده و بازیابی DNPB- فرمالدهید اندازه گیری می شود. توصیه می شود که حداقل کارایی ۸۵٪ باشد.

۸ محاسبات

۸-۱ جرم DNPB- فرمالدهید روی فیلتر

جرم DNPB- فرمالدهید واجدب شده از نمونه قرار گرفته در معرض هوا یا نمونه شاهد را از طریق ضرب کردن غلظت محلول قرائت شده از منحنی کالیبراسیون در حجم محلول استفاده شده برای واجدبی نمونه محاسبه کنید.

۸-۲ غلظت فرمالدهید موجود در هوا

غلظت جرمی، ρ ، فرمالدهید در هوا، بر حسب میکروگرم بر متر مکعب، را به وسیله رابطه ۱ محاسبه کنید:

$$\rho = \frac{(m - m_{blank}) \times 0.143 \times 10^6}{q_v t} \frac{d}{100} \quad (1)$$

که در آن:

m	جرم DNPB- فرمالدهید در نمونه بردار قرار گرفته در معرض هوا، بر حسب میکروگرم؛
m_{blank}	جرم DNPB- فرمالدهید در نمونه بردار شاهد، بر حسب میکروگرم؛
q_v	نرخ برداشت نمونه بردار، بر حسب سانتی متر مکعب بر دقیقه؛
t	زمان در معرض قرار گرفتن، بر حسب دقیقه؛
d	کارایی واجدبی، بر حسب درصد؛

0.143 خارج قسمت کسر (DNPH-فرمالدهید)/ M (فرمالدهید) M ، که در آن M جرم مولکولی است.

یادآوری – استفاده از قسمت در بیلیون (ppb)^۱ و قسمت در میلیون (ppm)^۲ مناسب نیست. با این حال، برای راحتی آزمون-گرهای معین، معادله زیر به منظور محاسبه غلظت فرمالدهید، ρ' ، در هوای نمونه بر حسب قسمت در بیلیون حجم (کسر حجمی) ارائه شده است:

$$\rho' = \rho \left(\frac{22.4}{M} \frac{101.3}{P_{amb}} \frac{T}{273.2} \right) \frac{d}{100} \quad (2)$$

که در آن:

P_{amb} فشار متوسط محیط در طول دوره نمونه برداری، برحسب کیلوپاسکال، (یا فشار نرمال، ۱۰۱/۳ kPa اگر مطلوب باشد)؛
 T دمای متوسط در طول دوره نمونه برداری، برحسب کلوین، (یا دمای نرمال، ۲۹۸ K اگر مطلوب باشد)؛
 M جرم مولکولی فرمالدهید (۳۰/۰۳ g/mol)؛
 d کارایی واجذبی، برحسب درصد است.

۹ دقت و عدم قطعیت روش

توصیه می شود دقت درون آزمایشگاهی اندازه گیری های تکراری کمتر از ۱۰٪، بیان شده برحسب ضریب تغییر باشد.

یادآوری – از آزمایشات میدانی که در آنها شش نمونه بردار در یک زمان (به طور همزمان) در سه محیط درون ساختمان در معرض غلظت های 0.027 mg/m^3 تا 1.1 mg/m^3 فرمالدهید قرار گرفته اند، دقت اندازه گیری های تکراری ۱٪ تا ۹٪، بیان شده برحسب ضریب تغییر، اندازه گیری شد [۹]. از اندازه گیری های تکراری در اتاق های خواب سه خانه حاوی غلظت های هوای 0.007 mg/m^3 تا 0.01 mg/m^3 ، ضریب تغییر ۶/۲٪ تا ۸/۷٪ به دست آمد [۱۰] [۱۱]. هنگامی که چهار نمونه بردار در دو محل در هر یک از پنج اتاق با غلظت های فرمالدهید اندازه گیری شده 0.007 mg/m^3 تا 0.048 mg/m^3 قرار داده شد، ضریب تغییرات در گستره ۰/۸٪ تا ۸/۳٪ به دست آمد، به جز در یک محل که ۱۰/۹٪ بود [۱۲]. گزارش شده است که مقایسه نتایج نمونه برداری نفوذی با استفاده از نمونه برداری همزمان با یک روش نمونه برداری فعال مستقل، تطابق خوبی نشان می دهد [۸]–[۱۲].

۱۰ تضمین کیفیت / کنترل کیفیت

آزمون گر باید الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵ را پیوست کند. شاهد میدانی و نمونه های تکراری باید به عنوان بخشی از هر تحقیق یا دسته ای نمونه بردارها در نظر گرفته شود. توصیه می شود که این نمونه ها و شاهد حداقل معادل ۱۰٪ تعداد کل نمونه بردارهای مورد استفاده و برای مطالعات کوچک، حداقل یک مورد باشد.

همچنین توصیه می شود که:

۱-۱۰ برای کنترل کیفیت داخلی، توصیه می شود که نرخ های نمونه برداری نفوذی به طور معمول حداقل یکبار در مطالعات وسیع، بررسی شوند- توصیه می شود این کار به وسیله قرار گرفتن نمونه بردارها در معرض

1- parts per billion
 2- parts per million

اتمسفر استاندارد آزمایشگاه یا از طریق مقایسه‌های آزمایشگاهی یا میدانی با یک روش مستقل (مانند نمونه-برداری با پمپ) انجام شود.

۱۰-۲ برای کنترل کیفیت خارجی، توصیه می‌شود که نرخ‌های نمونه‌برداری نفوذی به‌طور معمول حداقل یک‌بار در مطالعات وسیع، بررسی شوند- توصیه می‌شود این کار به‌وسیله مقایسه‌های بین آزمایشگاهی یا میدانی (یک نمونه‌بردار، آزمایشگاه‌های مختلف) انجام شود که توصیه می‌شود توسط موسسات با تجربه انجام گیرد.

۱۱ گزارش آزمون

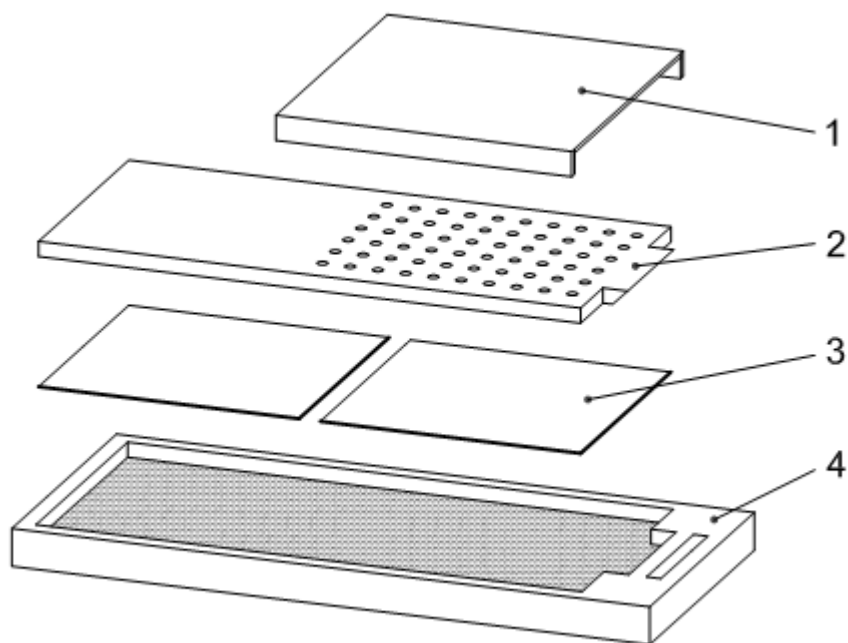
گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد.

- ۱۱-۱ روش آزمون انجام شده با ارجاع به این استاندارد ملی؛
- ۱۱-۲ مشخصات کامل نمونه؛
- ۱۱-۳ محل و دوره زمانی نمونه‌برداری؛
- ۱۱-۴ شرایط محیطی و فعالیت افراد حاضر در طول نمونه‌برداری؛
- ۱۱-۵ نتیجه آزمون، بر حسب میکروگرم بر متر مکعب؛
- ۱۱-۶ ثبت هر ویژگی غیرعادی در طول اندازه‌گیری؛
- ۱۱-۷ نام و امضای آزمون‌گر، تاریخ انجام آزمون؛
- ۱۱-۸ همه جزئیات مشخص نشده در این قسمت از استاندارد ملی یا ملاحظات اختیاری، همراه با جزئیات هر رویدادی که ممکن است بر روی نتایج آزمون تاثیر بگذارد.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

طرح‌های معمول نمونه‌بردارهای نفوذی

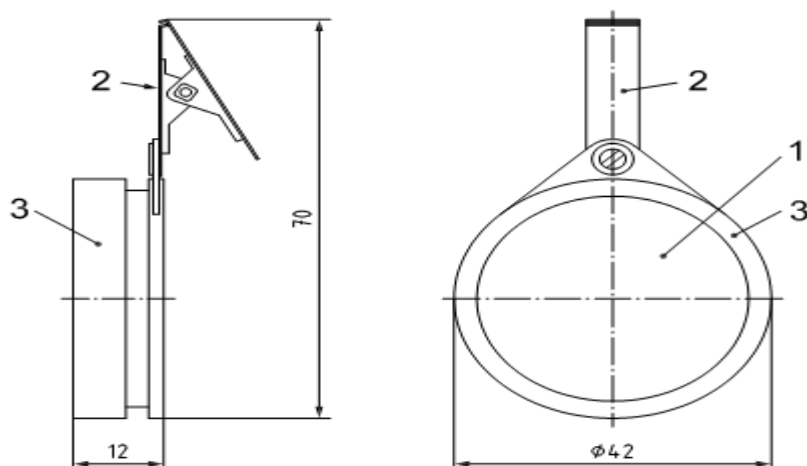


راهنما:

- 1 درپوش کشویی
- 2 غربال نفوذی
- 3 فیلترهای پوشش‌داده شده با DNPH
- 4 محفظه نمونه‌بردار

شکل الف-۱- طرح معمول نمونه‌بردارهای نفوذی فرمالدهید

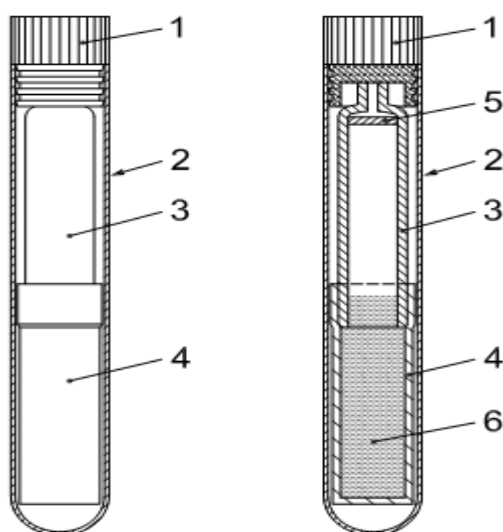
ابعاد بر حسب میلی لیتر



راهنما:

- 1 فیلتر
- 2 گیره بچ^۱
- 3 چهارچوب (سرپوش)

شکل الف-۲- مثالی از یک نمونه بردار نوع بچ برای فرمالدهید



راهنما:

- 1 سرپوش
 - 2 لوله نگهداری
 - 3 لوله شوی
 - 4 فیلتر نفوذی
 - 5 صفحه متخلخل
 - 6 سیلیکاژل پوشش داده شده با DNPH
- شکل الف-۳- مثالی از یک نمونه بردار نوع لوله ای برای فرمالدهید

پیوست ب
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] ISO 12219-1, Indoor air of road vehicles — Part 1: Whole vehicle test chamber — Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors
- [2] ISO 12219-2, Indoor air of road vehicles — Part 2: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials — Bag method
- [3] ISO 12219-3, Indoor air of road vehicles — Part 3: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials — Micro-chamber method
- [4] ISO 12219-42, Indoor air of road vehicles — Part 4: Determination of the emissions of volatile organic compounds from car trim components — Small chamber method
- [5] ISO 12219-52, Indoor air of road vehicles — Part 5: Screening method for the determination of emissions of volatile organic compounds (VOC) from car trim components — Static chamber method
- [6] ISO 16017-1, Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 1: Pumped sampling
- [7] ISO 16017-2, Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 2: Diffusive sampling
- [8] MDHS 78:1994, Formaldehyde in air — Laboratory method using a diffusive sampler, solvent desorption and high performance liquid chromatography. Available (viewed 2011-11-18) at: <http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/pdfs/mdhs78.pdf>
- [9] LEVIN J.-O., LINDAHL R., ANDERSSON K. High-performance liquid-chromatographic determination of formaldehyde in air in the ppb to ppm range using diffusive sampling and hydrazone formation. *Environ. Technol. Lett.* 1988, 9, pp. 1423-1430
- [10] BERRY, R.W., BROWN, V.M., COWARD, S.K.D. Indoor air quality in homes; the Building Research Establishment Indoor Environment Study, Parts 1 and 2. Watford: Building Research Establishment, 1996. (Reports BR 299 and BR 300)
- [11] BROWN V.M., CRUMP D.R., GAVIN M.A., GARDINER D. Aldehydes in the non-industrial indoor environment. In: BROWN, R.H., editor. Clean air at work: New trends in assessment and measurement for the 1990s, Proceedings of an International Symposium, Luxembourg, 1991-09-09/13, pp. 365-367. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry, 1992. (Special Publication No. 108.)
- [12] GAVIN M., CRUMP D.R., BROWN V.M. Appropriate sampling strategies for the measurement of formaldehyde in indoor air. *Environ. Technol.* 1995, 16, pp. 579-586