



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱-۱۷۸۷۹

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

17879-1

1st.Edition

2016

کیفیت هوای محل کار - نمونه برداری و تجزیه
ترکیبات آلی فرار به وسیله واجذبی
حلال/کروماتوگرافی گازی - قسمت ۱:
روش نمونه برداری پمپاژ شده

**Workplace Air Quality- Sampling and
Analysis of Volatile Organic Compounds by
Solvent Desorption/Gas Chromatography-
Part 1: Pumped Sampling Method**

ICS: 13.040.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 حوزهای مختلف در کمیسیونهای فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و موسسات 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیونهای 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 موسسات و سازمانهای 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 نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای 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 تضمین کیفیت فرآورده ها و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای فرآورده های تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای فرآورده های کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمانها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تایید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران بها 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

«کیفیت هوای محل کار - نمونه برداری و تجزیه ترکیبات آلی فرار به وسیله واجذبی

حلال/کروماتوگرافی گازی - قسمت ۱: روش نمونه برداری پمپاژ شده»

رئیس:

پیروزیان، رزا
(کارشناسی ارشد شیمی)

سمت و/یا نمایندگی

اداره کل حفاظت محیط زیست استان
کرمان

دبیر:

دادالهی سارب، مهرانگیز
(کارشناسی شیمی)

اداره استاندارد شهرستان سیرجان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسدالهی، نگار
(کارشناسی ارشد زیست شناسی)

دانشگاه رازی کرمانشاه

اسکندری، صغری
(کارشناسی ارشد بیولوژی)

کارشناس بخش فلزات سازمان حفاظت
محیط زیست کشور

انصاری، شینا
(دکترای مدیریت محیط زیست)

مدیر کل دفتر پایش فراگیر سازمان حفاظت
محیط زیست کشور

بختیاری، لیندا
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

آزمایشگاه همکار ایرانیان غذا آزما

خالویی، طالب
(کارشناسی ارشد منابع طبیعی - محیط زیست)

رئیس اداره آموزش اداره کل استاندارد استان
کرمان

حکاک زاده، ستاره
(کارشناسی ارشد میکروبیولوژی)

اداره کل استاندارد استان کرمان

صادقی پور شیجانی، معصومه
(کارشناسی ارشد محیط زیست)

رئیس اداره هماهنگی تدوین استاندارد اداره
کل استاندارد استان گیلان

طباطبایی، اعظم السادات
(کارشناسی ارشد علوم دریایی اقیانوسی - بیولوژی دریا)

مسئول بخش سنجش فلزات سازمان
حفاظت محیط زیست کشور

کسمایی، زهره
(کارشناسی بهداشت محیط)

رئیس گروه پایش آلودگی هوا و صدای منابع
ثابت و متحرک سازمان حفاظت محیط
زیست کشور

گندمکار، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط زیست)

مسئول بخش خاک سازمان حفاظت محیط
زیست کشور

محمدی، پوریا
(دانشجوی دکتری شیمی)

دانشگاه شهید باهنر کرمان

ملک سیاه چشم، زهرا
(کارشناسی علوم آزمایشگاهی)

رئیس گروه بخش فیزیکوشیمیایی دفتر
پایش سازمان حفاظت محیط زیست کشور

نظری، نجمه
(کارشناسی ارشد شیمی)

اداره کل حفاظت محیط زیست استان
کرمان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصول
۲	۴ مواد و شناساگرها
۶	۵ وسایل
۸	۶ نمونه‌برداری
۱۰	۷ روش اجرا
۱۲	۸ روش محاسبه
۱۳	۹ تداخل‌ها (مزاحمت‌ها)
۱۳	۱۰ دقت و اریبی
۱۴	۱۱ انبارش و حمل و نقل
۱۴	۱۲ گزارش آزمون
۱۴	۱۳ کنترل کیفیت
۲۸	پیوست الف (آگاهی دهنده) تشریح انواع جاذب‌ها
۲۹	پیوست ب (آگاهی دهنده) هم‌ارزی فازهای ثابت گاز کروماتوگرافی
۳۰	پیوست پ (آگاهی دهنده) تعیین حجم گاز حامل پالایش دهنده
۳۲	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «کیفیت هوای محل کار- نمونه‌برداری و تجزیه ترکیبات آلی فرار به وسیله واجذبی حلال/کروماتوگرافی گازی- قسمت ۱: روش نمونه‌برداری پمپاژ شده» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در یکصد و یازدهمین اجلاس کمیته‌ی ملی محیط زیست مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام تجدیدنظر 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 16200-1:2001, Workplace air quality- Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography- Part 1: Pumped sampling method

کیفیت هوای محل کار - نمونه‌برداری و تجزیه ترکیبات آلی فرار به وسیله واجذبی حلال/کروماتوگرافی گازی - قسمت ۱: روش نمونه‌برداری پمپاژ شده

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن برعهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش کلی برای نمونه‌برداری و تجزیه ترکیبات آلی فرار (VOCs)^۱ موجود در هوا از طریق واجذبی حلال/کروماتوگرافی گازی با استفاده نمونه‌برداری پمپاژ شده است. این استاندارد برای دامنه وسیعی از VOCها شامل هیدروکربنها، هیدروکربنهای هالوژن دار، استرها، اترهای گلیکول، کتون‌ها و الکل‌ها کاربرد دارد. برای نمونه‌برداری از VOCهای چند ماده جاذب که هر یک محدوده کاربردی مختلفی دارند، توصیه می‌شود. به هر حال ذغال فعال شده حاصل از پوسته نارگیل به‌طور دائم به کار می‌رود. ترکیباتی که قطبیت بالایی دارند ممکن است نیاز به تجزیه (مشتق‌شدن) داشته باشند، ترکیباتی که نقطه جوش خیلی پایینی دارند، فقط به‌صورت نسبی توسط جاذب‌ها نگه‌داشته می‌شود و فقط به‌صورت کیفی می‌توانند تخمین زده شوند. ترکیبات نیمه فرار توسط جاذب به‌طور کامل جذب شده اما ممکن است بخشی از آن بازیابی شود.

حد بالایی مفید بودن بر اساس ظرفیت جذبی حلال استفاده شده و با محدوده دینامیک خطی ستون کروماتوگرافی گازی و شناساگر یا توسط قابلیت تفکیک نمونه در تجهیزات تجزیه به کار رفته، تنظیم می‌شود. حد پایین مفید بودن بستگی به سطح اعوجاجات شناساگر و سطوح شاهدهای آنالیت و/یا تداخل ساختگی در لوله‌های حلال یا در حلال واجذبی دارد. اثرات ساختگی نوعاً نانوگرام‌های ریز برای زغال فعال شده است، اما در برخی از دسته‌ها سطوح بالایی از هیدروکربن‌های آروماتیک نیز ذکر شده‌اند.

محدوده غلظتی برای این استاندارد که برای اندازه‌گیری بخارات معلق در هوای VOCها معتبر است به حجم نمونه‌برداری شده بستگی دارد. برای مثال به ازای یک نمونه ۱۰ l هوا، محدوده به‌طور تقریب 1 mg/m^3 تا 1000 mg/m^3 ترکیب آلی خاص است. با همین تناسب، برای نمونه ۱ l، محدوده به طور تقریب 10 mg/m^3 تا 1000 mg/m^3 ترکیب آلی خاص بوده است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

1-Volatile organic compounds(VOCs)

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۰۰۰، کیفیت هوا – جنبه‌های عمومی واژه‌نامه

2-2 EN 1232:1997, Workplace atmospheres- Pumps for personal sampling of chemical agents- Requirements and test methods

۳ اصول

حجم مشخصی از نمونه هوا از درون یک یا چند لوله جاذب به صورت سری عبور داده می‌شود، برای ترکیب یا مخلوطی که نمونه‌برداری می‌شود یک جاذب (یا جاذب‌ها) مناسب انتخاب می‌شود. در صورتی که جاذب‌های مناسب انتخاب شوند، ترکیبات آلی فرار در لوله جاذب باقی می‌ماند، بنابراین از مسیر جریان هوا حذف نمی‌شود. بخار جمع‌آوری شده، توسط جاذبی که اغلب کربن دی‌سولفید است، جذب می‌شود و محلول با یک کروماتوگراف گازی مجهز به شناساگر یونش شعله، طیف نگار جرمی یا سایر شناساگرهای موجود تجزیه می‌شود.

۴ مواد و شناساگرها

حین تجزیه، فقط از شناساگرهای دارای درجه تجزیه‌ای مشخص استفاده کنید.

۱-۴ ترکیبات آلی فرار^۱

به منظور واسنجی^۲ محدوده وسیعی از VOC ها به عنوان شناساگر مورد نیاز هستند.

۲-۴ حلال واجذب^۳

بهرتر است حلال واجذبی یا شستشو دهنده که به طور معمول کربن دی‌سولفید است، دارای کیفیت کروماتوگرافی باشد. حلال باید بدون ترکیبات شستشو با مواد مورد نظر باشد. در جدول ۱ و ۲ حلال‌های واجذبی توصیه شده را برای بخارات ویژه، ارائه شده است (به بند ۷-۵ مراجعه شود). در صورت نیاز (به یادآوری ۲ مراجعه شود)، توصیه می‌شود یک اصلاح کننده حلال واجذب با غلظت مناسب افزوده شود تا محلول همگنی را در نمونه‌های واجذب شده ایجاد کند. دی متیل فرمامید برای این منظور مناسب است.

یادآوری ۱- به طور معمول برای واجذبی ترکیبات غیر قطبی از کربن فعال شده، استفاده از کربن دی‌سولفید توصیه می‌شود. برای ترکیبات قطبی و مخلوطی از ترکیبات قطبی و غیرقطبی هیچ حلال واجذب همه‌کاره و ایده‌آلی وجود ندارد. دی کلرومتان، متانول، الکل‌های سنگین‌تر، دی متیل فرمامید و استونیتریل یا کربن دی‌سولفید، به تنهایی یا به صورت مخلوط با یکدیگر به عنوان شستشودهنده‌ها استفاده می‌شوند. به غیر از کربن دی‌سولفید، روش‌های شماره ۷ و ۱۰۰ آئین‌نامه ایمنی و بهداشت شغلی^۴ OSHA (به منبع شماره [۱] کتاب‌نامه مراجعه شود) و روش‌های شماره ۱۳۰۱، ۱۴۰۰، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ و

1 - Volatile organic compounds

2 - Calibration

3 - Desorption solvent

4 - Occupational Safety And Health Act (OSHA)

۱۴۰۳ آئین‌نامه انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا^۱ (NIOSH) (به منبع شماره [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود) برای کتون‌ها و الکل‌ها مثالی از حلال‌های واجذب مناسب می‌باشند.

یادآوری ۲- هنگامی که آنالیت قطبی از محیط مرطوب جمع‌آوری می‌شود، استفاده از حلال واجذب کربن دی‌سولفید، می‌تواند مشکلاتی ایجاد کند. در صورتی که آب کافی همراه با نمونه جمع‌آوری می‌شود، ممکن است آنالیت‌های قطبی در یک فاز آبی حل شده و رسوبی را با کربن دی‌سولفید تشکیل دهند.

۳-۴ جاذب‌ها

۱-۳-۴ ذغال فعال شده

لوله‌های بسته‌بندی شده توسط تولیدکننده همراه با زغال پیش تیمار شده موجود بوده و نیازی به تیمار دهی و عملیات اضافی ندارند. همچنین، ممکن است لوله‌ها توسط کاربران تهیه و آماده شوند. اندازه ذرات بین ۰/۳۵mm تا ۰/۸۵mm توصیه می‌شود. قبل از بسته‌بندی و مهر و موم لوله‌ها، زغال باید درون اتمسفر (محیط) ورودی برای مثال نیتروژن بسیار خالص، در دمای تقریبی ۶۰۰°C و به مدت یک ساعت حرارت داده شود. برای پیش‌گیری از آلوده شدن زغال، باید طی خنک شدن آن تا دمای اتاق، انبار و نگهداری و بارگذاری به درون لوله‌ها در یک محیط تمیز نگه‌داشته شود. ممکن است ظرفیت جذبی و بهره‌وری واجذبی دسته‌های مختلف زغال فعال شده متغیر باشند. اگر از لوله‌های تجاری، استفاده شود، بهتر است از همان دسته و به تعداد کافی خریداری شود تا به ازای دوره زمانی مشخص، عملکرد ثابتی را ارائه کند.

یادآوری- زغال فعال شده اغلب از پوسته نارگیل فرآوری می‌شود. برای برخی از کاربردها، زغال‌هایی با پایه نفتی ترجیح داده می‌شود (به جدول ۱ و ۲ مراجعه شود). برخی از تولید کنندگان، کربن‌های مصنوعی را به عنوان جایگزین زغال‌هایی با منشأ زیست شناختی توصیه می‌کنند.

۲-۳-۴ سایر جاذب‌ها

جاذب‌هایی به غیر از زغال نیز ممکن است برای کاربردهای معینی استفاده شوند (به جدول ۱ و ۲ مراجعه شود).

یادآوری- چزییات در مورد انواع جاذب‌ها در پیوست الف تشریح شده است. ممکن است جاذب‌های مشابهی هم به کار رود.

۴-۴ استانداردهای واسنجی

در تجزیه‌های کروماتوگرافی گازی به منظور مقایسه غلظت‌های محلول‌های واجذب شده (به بند ۷-۳ مراجعه شود) با استانداردهای واسنجی، محلول‌های واسنجی مختلط مورد نیاز است. بهتر است این محلول‌ها به طریقی تهیه شوند که قابل ردیابی به استانداردهای ملی باشند.

استفاده از یک استاندارد داخلی نیز اختیاری است. در صورت استفاده از استاندارد داخلی، بهتر است با ترکیبات مورد نظر تداخل نکند و به وسیله جاذب از محلول شستشو حذف نشود. در خصوص این روش، هدف استاندارد داخلی تصحیح تغییرات اندک در حجم تزریق است. استفاده از یک استاندارد داخلی به عنوان

1 - National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

جایگزینی برای تصحیح بهره‌وری (برای مثال استان پروپیل نرمال در تجزیه استات بوتیل نرمال) توصیه نمی‌شود. بهتر است بهره‌وری واجذب به‌طور مستقیم با ترکیبات مورد نظر تعیین شود (به بند ۷-۵ مراجعه شود). با توجه به کاربرد، مدت زمان نگهداری محلول‌های واسنجی متغیر است. به‌طور معمول بهتر است رقت‌های کربن دی‌سولفید به‌صورت هفتگی تهیه شوند یا در صورتی که شواهدی از تجزیه و تبخیر وجود داشته باشد، زودتر تهیه شوند.

یادآوری - ممکن است در تجزیه مخلوط‌های مختلط، ترکیبات خالص واسنجی مخلوط‌شده قبل از رقیق‌سازی با حلال شوی^۱ تهیه شوند. مثال‌هایی از سه نوع مخلوط واسنجی در این جا فهرست می‌شود. این مخلوط‌ها برای تجزیه حلال‌های مختلط در رنگ‌ها، تینرها، چسب‌ها، سیال پاک‌کننده و محصولات تجاری متفرقه به کار گرفته شده‌اند. این ترکیبات تهیه و آماده می‌شوند تا پیک‌های حاصل را بر روی فازهای BP-1 و BP-2^۲ ایجاد کنند. برای ستون‌های مختلف یا سایر کاربردها ممکن است مخلوط‌های دیگری مناسب‌تر باشند. در مثال زیر، در صورتی که مخلوط‌های واسنجی در بطری‌های شیشه‌ای کدر مجهز به درپوش پیچ‌شونده با آستری از جنس پلی‌تترافلوئور اتیلن^۳ در دمای کمتر از ۴°C نگهداری شوند، به ازای حداقل یک سال پایدار خواهند بود.

الف - مخلوط ۱ شامل: هگزان نرمال، هپتان نرمال، اوکتان نرمال، دکان نرمال، دودکان نرمال، بنزن، تولوئن، ۵-زیلن، ۳-زیلن، پروپیل بنزن نرمال، ایزوپروپیل بنزن، ۵-اتیل تولوئن، ۳-اتیل تولوئن، ۴-اتیل تولوئن، ۱-اتیل تولوئن، ۴-تری متیل بنزن، ۳-تری متیل بنزن، استات پروپیل نرمال، استات بوتیل نرمال، استات ایزوبوتیل، استات بوتوکسی اتیل.

ب - مخلوط ۲ شامل، ایزوپروپانول، ایزوبوتانول، بوتانول نرمال، ۱-متوکسی-۲-پروپانول، بوتوکسی اتانول، تولوئن، اتیل بنزن، ۳-تری اتیل بنزن، استات اتیل، استات اتوکسی اتیل.

پ - مخلوط ۳: شامل استون، ۲-بوتانول، ۴-متیل پنتات-۲-یک، سیکلو هگزان، ۲-متیل سیکلو هگزان، ۳-متیل سیکلو هگزانون، ۴-متیل سیکلو هگزانون، استات ایزوپروپیل، نونان نرمال، تولوئن.

۴-۴-۱ محلول حاوی به‌طور تقریب ۱۰ mg/ml هر ترکیب مایع

مقدار ۱ gr از ماده یا مواد مورد نظر، ابتدا از ماده‌ای که کمترین فراریت را دارد به داخل بالن حجمی ۱۰۰ ml بریزید. با استفاده از حلال واجذب حجم آن را به ۱۰۰ ml برسانید (به بند ۴-۲ مراجعه شود)، درب آن را گذاشته و تکان دهید تا مخلوط شوند.

۴-۴-۲ محلول‌های حاوی به‌طور تقریب ۱ mg/ml ترکیبات مایع

۵۰ ml از حلال واجذب را به یک بالن ۱۰۰ ml منتقل کنید. ۱۰ ml از محلول بند ۴-۴-۱ را به آن افزوده و با استفاده از حلال واجذب حجم آن را به ۱۰۰ ml برسانید، درپوش بالن را گذاشته و تکان دهید تا مخلوط شود.

1- Elution solvent

BP-1 و BP-2 مثال‌هایی از ترکیبات مناسب هستند که به‌صورت تجاری نیز در دسترس می‌باشند. این اطلاعات برای راحتی کاربران این استاندارد است. در صورت استفاده از محصولات مشابه باید نتایج یکسانی به‌دست آید. در پیوست ب فهرستی از محصولات که به نظر می‌رسد مشابه باشند ارائه شده است.

3 - Polytetrafluoroethylen (PTFE)

۳-۴-۴ محلول حاوی به طور تقریب $100\mu\text{g/ml}$ هر ترکیب مایع

$10\mu\text{g}$ از ماده یا مواد مورد نظر را توزین کنید و ابتدا از ماده‌ای که کمترین فراریت را دارد به 100 ml منتقل کنید. با استفاده از حلال واجذب (به بند ۴-۲ مراجعه شود) حجم آن را به 100 ml برسانید، درپوش بالن را گذاشته و تکان دهید تا مخلوط شود.

۴-۴-۴ مخلوط حاوی به طور تقریب $10\mu\text{g/ml}$ از ترکیب مایع

50 ml از حلال واجذب را به بالن حجمی 100 ml منتقل کنید. 10 ml از محلول بند ۴-۴-۳ را به آن افزوده و با استفاده از حلال واجذب حجم آن را به 100 ml برسانید، درپوش بالن را گذاشته و تکان دهید تا مخلوط شود.

۵-۴-۴ محلول حاوی به طور تقریب 1 mg/ml از ترکیبات گاز

در مورد گازها، برای مثال اکسید اتیلن، یک محلول واسنجی سطح بالا می‌تواند به صورت زیر تهیه شود. گاز خالص را در فشار اتمسفر و با پرکردن یک کیسه پلاستیکی کوچک از سیلندر گاز آماده کنید. سرنگ مهر موم شده را که داری دقت 1 ml است (به بند ۵-۸ مراجعه شود) با 1 ml گاز خالص پر کنید و سوپاپ سرنگ را ببندید. با استفاده از یک ظرف شیشه‌ای کوچک (شیشه‌های پنیسیلین) با ظرفیت مناسب، 2 ml حلال واجذب را به آن افزوده و درپوش ظرف شیشه‌ای را ببندید. نوک سوزن سرنگ را به درون حلال واجذب داخل شیشه فرو برید. سوپاپ را باز کنید و پیستون سرنگ را به آرامی به عقب بکشید تا حلال واجذب به داخل سرنگ کشیده شود. عمل انحلال گاز در حلال واجذب خلأی را به وجود می‌آورد و سرنگ از حلال پر می‌شود. محلول را به بالن برگردانید. سرنگ را دوباره با محلول شستشو داده و همه را به بالن برگردانید. جرم گاز افزوده شده را با استفاده از قوانین گاز محاسبه کنید. لازم به ذکر است که 1 مول گاز در STP (شرایط محیطی استاندارد) حجمی برابر 22.4 را اشغال می‌کند.

۶-۴-۴ محلول حاوی به طور تقریب 10 mg/ml ترکیبات گاز

در مورد گازها، برای مثال اکسید اتیلن، ممکن است یک محلول واسنجی سطح بالا به صورت زیر تهیه شود. گاز خالص را در فشار اتمسفر با پرکردن یک کیسه پلاستیکی (یا سایر مواد خنثی) کوچک از سیلندر گاز آماده کنید. سرنگ مهر موم شده را که داری دقت $10\text{-}\mu\text{l}$ است (به بند ۵-۸ مراجعه شود) با $10\text{-}\mu\text{l}$ گاز خالص پر کنید و سوپاپ سرنگ را ببندید. با استفاده از یک ظرف شیشه‌ای کوچک (شیشه‌های پنیسیلین) با ظرفیت مناسب، 2 ml حلال واجذب را به آن افزوده و درپوش ظرف شیشه‌ای را ببندید. نوک سوزن سرنگ را به درون حلال واجذب داخل شیشه فرو برید. سوپاپ را باز کنید و پیستون سرنگ را به آرامی به عقب بکشید تا حلال واجذب به داخل سرنگ کشیده شود. عمل انحلال گاز در حلال واجذب خلأی را به وجود می‌آورد و سرنگ از حلال پر می‌شود. محلول را به بالن برگردانید. سرنگ را دو بار با محلول شستشو داده و همه را به بالن برگردانید. جرم گاز افزوده شده را با استفاده از قوانین گاز محاسبه کنید، یعنی 1 مول گاز در STP حجمی برابر برابر 22.4 را اشغال می‌کند.

۴-۵ محیط ترکیبی واسنجی^۱ (برای بند ۴-۶ و پیوست ب)

به کمک یکی روش‌های مشخص شده محیط‌های استاندارد را با غلظت‌های مناسبی از ترکیبات مورد نظر تهیه و آماده کنید. روش‌های تشریح شده در استانداردهای ISO 6141, ISO 6145 و ISO 6349 معتبر هستند. اگر روش به کاررفته تحت شرایطی است که امکان برقراری قابلیت ردیابی غلظت‌های تهیه‌شده به استانداردهای اولیه را ندارد، با استفاده از روشی مستقل، غلظت‌های تهیه شده را بررسی و تایید کنید.

۴-۶ استانداردهای بهره‌وری واجذبی (برای بند ۷-۵)

لوله‌های جاذب بارگذاری شده را با عبور حجم دقیقی از محیط استاندارد، برای مثال به وسیله یک پمپ یا کنترل توده جریان به داخل لوله جاذب آماده کنید. حجم اتمسفر نمونه‌برداری شده نباید از حجم حاصل از ترکیب آنالیت-جاذب (به پیوست ب مراجعه شود) بیشتر شود. پس از پر کردن، لوله جدا شده و مهر و موم می‌شود.

در صورتی که تولید اتمسفرهای استاندارد عملی نباشد، استانداردها ممکن است با روش آغشته کردن با مایع تهیه شود، به شرطی که دقت روش آغشته کردن با استفاده از این روش، امکان دستیابی به استانداردهای اولیه حجم و/یا جرم را مقدور کند یا با یک روش مستقل تایید شود.

به طور صحیح، لوله‌های جاذب را با تزریق حجم یا جرم معینی از محلول‌های استاندارد (به بند ۴-۴ مراجعه شود) به درون لوله‌های جاذب تمیز به صورت زیر پر کنید: لوله جاذب به یک قطعه T شکل، که یک انتهای آن به یک ظرف شیشه‌ای متصل است، یا به وسایل تزریق کروماتوگراف گازی متصل کنید و از طریق آن گاز پالایش دهنده خنثی را با سرعت ۱۰۰ ml/min عبور دهید. مقدار ۱ µl تا ۴ µl را به درون ظرف شیشه‌ای تزریق کنید و به مدت ۵ min پالایش دهید. لوله را جدا کنید و مهر و موم کنید.

۵ وسایل

وسایل آزمایشگاهی معمول و موارد زیر استفاده می‌شود.

۵-۱ لوله جاذب

یک لوله نمونه‌برداری، شامل یک لوله شیشه‌ای به طول ۷۰ ml با قطر خارجی ۶ mm و قطر داخلی ۴ mm، حاوی دو قسمت از جاذب که از هر دو انتها مقاوم در برابر نفوذ شعله باشد، است. در مورد زغال قسمت جاذب حاوی ۱۰۰ mg زغال و قسمت پشتیبان^۲ دارای ۵۰ mg است. قسمت‌ها تفکیک شده و محتویات آن-ها در مسیر جریان یک ماده خنثی، برای مثال دریاچه‌های پشم شیشه‌ای (ترجیحاً سیلانیزه شده) گذاشته می‌شود.

برای پیش‌گیری از شکستگی، لوله‌های شیشه‌ای باید در داخل مخازن محافظ نگه داری شوند.

بهره‌وری واجذب (D) برای هر دسته از لوله‌ها باید به کمک روش‌های تشریح شده در بند ۴-۶ بررسی شود. در صورتی که D کمتر از ۰.۷۵ (۷۵٪) باشد، نباید لوله‌ها مورد استفاده قرار گیرند (اما به مطالب زیر مراجعه شود).

1 - Calibration blend atmosphere

2 - Back-up section

لوله‌های برآورده کننده این الزامات در بازار موجود هستند، همچنین می‌تواند توسط کاربران ساخته شوند. می‌تواند از لوله‌های فلزی دارای درپوش‌های انتهایی مناسب نیز استفاده کرد. بهتر است از نمونه‌برداری‌های خوددربند استفاده نشود، مگر این‌که آن‌ها نشان دهند تجدیدپذیر هستند و خواص جذبی ثابتی دارند. در صورتی‌که مخلوط‌های آنالیت‌های غیرقطبی به وسیلهٔ کربن دی‌سولفید خالص واجذب شوند، اغلب اثر غلظت متقابل بر D ناچیز است. در صورتی‌که ترکیب یک مخلوط آنالیت‌های قطبی و غیرقطبی به‌طور تقریب مشخص باشد، بهتر است مقادیر D با یک مخلوط مشابه تهیه شود. ممکن است امکان رسیدن به D بالاتر از ۷۵٪ با حلال واجذب خاص، برای همه ترکیبات چنین مخلوطی وجود نداشته باشد. اگرچه در صورت امکان، اخذ نمونه دوم و بهینه‌سازی شرایط واجذبی برای آنالیت‌های قطبی و غیرقطبی ترجیح داده می‌شود، اما این موضوع به شرطی است که بتوان مقدار D را ثابت نگه داشت و هیچ حلال بهتری یافت نشود، آنگاه به‌عنوان یک حالت میانه قابل قبول است.

یادآوری ۱- به جای لوله‌های دو قسمتی تجاری، ممکن است دو عدد لولهٔ تک قسمتی به‌کار رود. مزیت این حالت برای پیش‌گیری از جابه‌جایی ترکیبات واجذب شده از یک قسمت به دیگری و عدم نیاز به نگهداری در دماهای پایین‌تر از محیط بعد از نمونه‌برداری است.

یادآوری ۲- رشته‌های پلی‌اورتان نیز ممکن است به جای پشم شیشه سیلانیزه شده به‌کار روند. به هر حال آن‌ها مشهور به جاذب آفتکش‌های معین هستند (به منبع شماره [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود) که در این استاندارد کاربرد ندارد.

یادآوری ۳- اگر از ترکیبات بسیار فرار برای دورهٔ زمانی طولانی یا به ازای دبی حجمی بالا برای تامین اسمی دبی خطی یکسان و زمان تماس با بستر زغالی نمونه‌برداری می‌کنیم، در صورتی‌که نسبت‌های لوله و مقدار زغال‌شان مشابه با ابعاد پایه مقیاس‌گذاری شوند، می‌توان از یک وسیلهٔ نمونه‌برداری بزرگ‌تر استفاده نمود.

۵-۲ درپوش‌های انتهایی

درپوش‌های انتهایی برای چسبیدن محکم به لوله‌های جاذب (به بند ۵-۱ مراجعه شود)، به منظور پیش‌گیری از نشتی یا آلودگی و ایجاد مادهٔ خنثی، از پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند.

۵-۳ پمپ نمونه‌برداری

پمپ نمونه‌برداری مطابق با الزامات استاندارد EN 1232 یا معادل آن باشد. بهتر است پمپ نمونه‌برداری الزامات ایمنی مربوط را برآورده سازد.

۵-۴ لوله‌کشی

برای اطمینان از نصب درزبند بر روی هر دو لولهٔ پمپ و لولهٔ نمونه یا نگه‌دارندهٔ لوله، لوله‌کشی از جنس پلاستیک یا لاستیک به طول حدود ۹۰ cm و به قطر مناسب باشد. برای نگه‌داشتن لولهٔ جاذب و لولهٔ اتصال به ناحیهٔ گلوگاه پوشش، گیره‌هایی باید در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود از لوله‌هایی که جاذب در آن‌ها دارای جریان رو به بالا است، استفاده نشود، زیرا سبب خارج شدن نمونه از دسترس می‌شود.

۵-۵ کروماتوگراف گازی

تجهیز شده به یک یونش شعله، شناساگر یونش-فوتو، طیف نگاری جرمی یا سایر شناساگرهای مناسب، که قادر به شناسایی یک تزریق 0.5 ng تولوئن با نسبت سیگنال به نویز دست کم ۵ تا ۱ هستند. ستون کروماتوگراف گازی قادر به تفکیک آنالیت‌های مورد نظر از سایر ترکیبات است. مثال‌هایی از گزینه های مناسب برای ستون عبارتند از ستون سیلیس ذوب شده به ابعاد $0.22 \text{ mm} \times 50 \text{ m}$ با فاز ثابت BP-1 یا BP-10. به طور معمول ضخامت لایه بین $0.5 \mu\text{m}$ تا $2 \mu\text{m}$ قرار می‌گیرد. شرایط عملیاتی برای این ستون‌ها ممکن است از نظر دمایی قابل تنظیم بوده و از 50°C تا 200°C با نرخ $^\circ\text{C} / \text{min}$ 5°C با گاز حامل هلیوم با دبی 0.8 ml/min - 0.7 ml/min باشد. پیوست ب فهرستی از فازهای معادل را ارائه کرده است.

۵-۶ نمونه‌بردار خودکار

این تجهیزات به صورت تجاری همراه با سینی‌های نمونه خنک‌شونده با آب که برای تجزیه حلال‌های فرار مناسبند، در دسترس هستند.

۵-۷ بالن‌های حجمی دقیق

بالنی با حجم دقیق که برای تهیه محلول مخلوط‌شده برای واسنجی به کار می‌رود (به بند ۴-۴ مراجعه شود).

۵-۸ سرنگ‌های دقیق که در برابر نشتی گاز درزبندی شده‌اند

سرنگ‌هایی با حجم معین 0.1 ml و $10 \mu\text{l}$ ، که به ترتیب دقتی برابر 0.1 ml و $10 \mu\text{l}$ را دارند.

۵-۹ دبی‌سنج

نوع حباب صابونی یا سایر تجهیزاتی که برای واسنجی نرخ جریان پمپ‌های نمونه‌برداری مناسب باشند. بهتر است مقادیر خوانده شده قابل ردیابی به استاندارد واسنجی یا نسبت به استاندارد اولیه جریان بررسی شود.

یادآوری - استفاده از قرائت‌های دبی‌سنج دورانی (روتامتر) واسنجی نشده، برای واسنجی نرخ جریان پمپ، ممکن است منجر به خطاهای نظام‌مند چند ده درصدی شود.

۶ نمونه‌برداری

۶-۱ واسنجی پمپ

نرخ جریان را همراه با یک لوله جاذب که باهم سری شده‌اند، تنظیم کنید، به طوری که حجم توصیه شده برای نمونه در زمان موجود و با استفاده از اندازه‌گیری داخلی اخذ شود. بهتر است نرخ جریان از 200 ml/min بیشتر نشود (به پیوست پ استاندارد EN 1076 مراجعه شود). حجم نمونه باید کمتر از حجم گاز حامل مورد نیاز برای پالایش نمونه باشد (به بند ۶-۲ و پیوست پ مراجعه شود). پمپ را با استفاده از اندازه‌گیری خارجی که واسنجی شده است، واسنجی کنید (به بند ۵-۹ مراجعه شود). بهتر است یک انتهای دبی‌سنج واسنجی شده در فشار اتمسفری باشد تا از کارکرد صحیح آن اطمینان حاصل شود. اطلاعات تکمیلی در مورد پمپ در منبع شماره [۴] کتاب‌نامه ارائه شده است.

۲-۶ کلیات

برای ترکیب یا مخلوطی که باید نمونه‌برداری شود، نمونه‌بردار مناسبی را برگزینید. در خصوص جاذبها راهنمایی‌های لازم در پیوست الف ارائه شده است. در جدول ۲ و ۳ روش‌های منتشر شده که اطلاعات بیشتری را در مورد نمونه‌برداری و جزئیات تجزیه برای VOCs های مخصوص ارائه کرده‌اند، به منابع مورد نظر ارجاع داده شده است. برای اغلب VOCs ها، نمونه‌ای به حجم دست کم ۱۰ لیتر و بدون عبور گاز حامل تصفیه کننده^۱ از لوله با ابعاد استاندارد شده می‌تواند اخذ شود (بند ۵-۱). برای برخی از VOCs های بسیار فرار، حجم نمونه‌برداری ایمن ممکن است خیلی کمتر از این مقدار بوده و ممکن است یک لوله استاندارد ظرفیت لازم برای ۸ ساعت نمونه‌برداری را نداشته باشد. غلظت متوسط وزندهی شده ۸ ساعته می‌تواند از نتایج دو یا چند نمونه متوالی حاصل شده یا ممکن است از یک لوله آزمون بزرگ‌تر استفاده شود.

هر دو انتهای لوله آزمون را باز کنید، اطمینان حاصل کنید که هر دهانه حداقل نصف قطر داخلی لوله باشد. لوله را به داخل نگه‌دارنده محافظ خود وارد کنید و همراه با اتصالات لوله به پمپ نمونه‌برداری (در حالت خاموش) متصل کنید به طوری که قسمت پشتیبان (۵۰ میلی گرم) در نزدیکی پمپ باشد.

در صورتی که برای نمونه‌برداری شخصی به کار رود، نمونه‌بردار را در ناحیه تنفس قرار دهید (در استاندارد EN 1540 تشریح شده است). در صورتی که برای نمونه‌برداری ثابت به کار رود، محل نمونه‌برداری مناسبی را انتخاب کنید. برای سایر موارد، بهتر است نمونه‌بردار در وضعیت عمودی قرار داده شود تا لایه‌بندی هوا در داخل قسمت‌های جاذب به حداقل برسد.

در آغاز نمونه‌برداری پمپ را روشن کنید. زمان و دبی را ثبت کنید یا در صورت امکان به هنگام روشن بودن پمپ مقدار خوانده شده را ثبت کنید. در پایان دوره زمانی نمونه‌برداری، زمان و دبی و/یا مقدار خوانده شده را ثبت و پمپ را خاموش کنید. به طور معمول، حجم نمونه‌برداری شده از میانگین دبی‌های اولیه و نهایی و ضرب آن در زمان سپری شده یا از ثبت مقدار خوانده شده برای پمپ مجهز شده به کنترل خودکار و ضرب آن در حجم کورس محاسبه می‌شود. اگرچه در صورتی که اختلاف بین دبی‌های اولیه و نهایی بیش از ۱۰٪ باشد، بهتر است نمونه حذف و کنار گذاشته شود.

مجموعه لوله نمونه را جدا کنید و هر دو انتهای لوله را به وسیله درپوش‌ها (به بند ۵-۲ مراجعه شود) محکم ببندید. آب‌بندها را به صورت ایمن محکم کنید. بهتر است لوله‌ها به طور یکسان برای مثال با حک کردن، برچسب‌گذاری شوند. بهتر است برای برچسب‌گذاری لوله‌ها از نشانه‌گذارها و رنگ‌های حاوی حلال یا برچسب‌های چسب‌دار استفاده نشود.

در صورتی که در نظر داشته باشید که غلظت‌ها را با شرایط ویژه کاهش داده شده منتشر کنید (به یادآوری بند ۸-۱ مراجعه شود) یا غلظت‌ها را بر حسب کسرهای حجمی (به بند ۸-۲ مراجعه شود) بیان دارید، در طول نمونه‌برداری دمای هوا و فشار بارومتري را به صورت دوره‌ای یادداشت کنید.

یادآوری ۱- بهره‌وری نمونه‌برداری ۱۰۰ درصد خواهد بود، به شرطی که ظرفیت نمونه‌برداری جاذب افزایش داده شود. در صورتی که این ظرفیت افزایش یابد، عبور بخار از قسمت جلویی به قسمت پشتیبان روی خواهد داد. مراجع ذکر شده در جدول

۱ و ۲ مقادیر شاخص برای حجم گاز حامل پالایش دهنده نمونه برای یک ترکیب را ارائه کرده‌اند. حجم گاز حامل پالایش دهنده برای نمونه مشخص شده، و یا ممکن است نظیر آنچه که در پیوست پ تشریح شده است تعیین شود.

یادآوری ۲- حجم گاز حامل پالایش دهنده نمونه نسبت به دمای هوای محیط، رطوبت نسبی، غلظت بخار نمونه‌برداری شده و سایر آلودگی‌ها و همینطور با نرخ جریان نمونه‌برداری تغییر می‌کند. هر افزایشی در این پارامترها موجب کاهش در حجم گاز حامل پالایش دهنده نمونه می‌شود. تحت شرایط عملی واقعی، ممکن است قسمت پشتیبان به عنوان یک کنترل کننده گاز حامل پالایند به کار رود. همچنین، دو یا چند لوله حاوی نمونه‌هایی با حجم‌های مختلف می‌توانند به موازات هم اجرا شوند (حجم‌های نمونه پخش شده).

بهتر است شاهد‌های میدانی در خارج از دوره واقعی نمونه‌برداری، با استفاده از لوله‌های مشابه با آن‌هایی که برای نمونه‌برداری و به روش جابه‌جایی یکسان به کار گرفته شده‌اند، تهیه شوند. این‌ها را نیز به مانند شاهد‌ها برچسب گذاری کنید.

۷ روش اجرا

۱-۷ انبارش

در صورتی که نمونه‌ها طی ۸ ساعت تجزیه نشوند، آن‌ها باید در مخزن فلزی یا شیشه‌ای درزبندی شده تمیز، بدون پوشش، قرار داده شود. بهتر است نمونه‌های مواد بسیار فرار، نظیر کلرید وینیل، با توجه به فراریتشان داخل یخ خشک یا یخچال نگه‌داری شوند. برای موادی با فراریت پایین، دمای کمتر از 5°C کافی است.

۲-۷ واجذبی

نمونه‌ها را تا حد امکان در اسرع وقت مورد تجزیه قرار دهید. در هر مورد، واجذبی را در اتمسفر تمیز و درون هود طراحی شده برای دود و بخار، انجام دهید. نمونه‌های شاهد را نیز به همان روش واجذبی کنید. ۱ ml از حلال واجذب (به بند ۴-۲ مراجعه شود) را به درون ظرف شیشه‌ای که کدوری مناسبی دارد پیپت کنید و درپوش ظرف را بلافاصله محکم کنید. لوله جاذب حاوی نمونه در قسمت جلو (بزرگترین) را علامت زده و لوله را باز کنید. پشم شیشه را برداشته و آن را کنار بگذارید. ظرف را باز کنید و قسمت جلویی جاذب را به حلال واجذب منتقل کنید و دوباره درپوش آن را محکم کنید. به منظور اطمینان از حداکثر واجذبی، ظرف را طی مدت ۳۰ min دقیقه مرتب به هم بزنید. برای قسمت دوم و پشتیبان، همین روش را با استفاده از ظرف جداگانه تکرار کنید.

در صورتی که لوله‌های جاذب حاوی بیش از (۵۰ mg + ۱۰۰ mg) جاذب باشند، متناسب با آن از ظرف شیشه‌ای بزرگ و حجم بیشتری از حلال واجذب استفاده کنید. ممکن است سایر حجم‌های حلال واجذب برای کاربردهای ویژه استفاده شوند.

برای واجذب نمونه‌های مواد بسیار فرار، نظیر کلرید وینیل، قبل از افزودن جاذب، بهتر است ظرف حاوی حلال واجذب خنک شود.

۳-۷ تجزیه

کروماتوگراف گازی را برای تجزیه ترکیبات آلی فرار تنظیم کنید برای تجزیه این ترکیبات ممکن است از انواع ستون‌های کروماتوگرافی استفاده شود (به بند ۵-۵ مراجعه شود). انتخاب ستون به ترکیباتی بستگی

دارد که وجود آن‌ها ممکن است باعث تداخل و مزاحمت در تجزیه کروماتوگرافی شود. حجم ثابت و مشخصی ($1 \mu\text{l}$ و $5 \mu\text{l}$) از هر محلول استاندارد (به بند ۴-۴ مراجعه شود) را به داخل کروماتوگراف گازی تزریق کنید. بهتر است از یک روش تزریق استفاده شود به طوری که ارتفاعات پیک یا ناحیه‌هایی که قابلیت تکرارپذیری را داشته باشند، حاصل شود.

یادآوری- برای یک سری از تزریقات تکراری معمولی، انحراف استاندارد نسبی باید بهتر از $\pm 2\%$ باشد. نمونه‌بردارهای خودکار به طور معمول به انحراف نسبی بهتر از $\pm 1\%$ دست می‌یابند.

حجم ثابت و مشخصی از نمونه واجذب شده را به داخل کروماتوگراف گازی تزریق کنید. با استفاده از نمودار مربوط به واسنجی، غلظت آنالیت در نمونه واجذب شده را قرائت کنید. نمونه شاهد و نمونه‌های به کار رفته برای تعیین بهره‌وری واجذبی را با روش یکسانی تجزیه کنید.

بهتر است مشابهت زمان ماند^۱ (توقف) در یک ستون، به عنوان نتیجه اثبات شده نباشد. شاخص‌های توقف ۱۶۰ مورد از VOCs ها در فازهای BP-1 و BP-2 در جدول ۳ آورده شده است. آن‌ها راهنمای مفیدی برای شدت شستشو در این فازها یا نزدیک به معادل آن است، اما مشخص نیست، چون مقادیر دقیق بستگی به دمای اعمال شده و دبی گاز حامل و سایر عوامل دارد.

در صورتی که قسمت پشتیبان حاوی بیش از 10% نمونه یا هر ترکیبی از VOC باشد، آنگاه نمونه را غیر قابل اعتماد تلقی کنید و کنار بگذارید به منبع شماره [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود.

۷-۵ تعیین بهره‌وری واجذب

بازده‌های واجذبی (D) مربوط به ترکیبات VOC ها بر اساس نوع و دسته جاذب به کار رفته متغیر خواهد بود. بنابراین برای هر نوع جاذب و هر آنالیت لازم است که مقدار D در محدوده غلظت تعیین شود. نمونه‌ها طبق توضیحات بند ۴-۶ تهیه شده و طبق توضیحات بند ۷-۳ واجذب شده و طبق توضیحات بند ۷-۴ تجزیه نمی‌شود. در آن صورت D حاصل مقدار بازیابی شده تقسیم بر مقدار به کار رفته است.

به عنوان جایگزینی برای روش آغشتن با مایع (به بندهای ۴-۶، ۷-۳ و ۷-۴ مراجعه شود)، ممکن است روش تعادل- فاز به کار رود که در آن حجم مشخصی از محلول‌های استاندارد از نمونه‌بردارهای شاهد استفاده نشده همراه با اختلاف غلظت قبل و بعد از افزودن تعیین شده (یا جاذب شاهد در حلال واجذب) و به جاذب اضافه می‌شود.

اگر بازده واجذب بتواند مجموعه همگنی را به نمایش گذارد، در آن صورت D به وسیله میانگین مخلوط ارائه می‌شود. با این وجود بهتر است برای تعیین قابلیت مدل‌سازی داده‌ها با یک معادله غیر خطی ساده، آزمون-هایی صورت گیرد. برای بهره‌وری D که با توجه به نسبت جرم تجزیه به جرم جاذب افزایش می‌یابد. در چنین مواردی، D را می‌توان به کمک این منحنی برآورد نمود. برای ترکیبات خاص، مقادیر ظاهری D در مراجع ارائه شده در جدول ۲ آمده است. توجه داشته باشید بهتر است مقادیر واقعی در لحظه تجزیه تعیین شوند.

1 -Retention time

یادآوری ۱- بهره‌وری واجذب با توجه به جرم بارگذاری شده ترکیب در لوله جاذب متغیر خواهد بود، به‌طور معمول تغییر برای حالتی که مقدار متوسط کمتر از ۹۰٪ است، اهمیت دارد.

یادآوری ۲- ممکن است در روش‌های آغشته نمودن مایع و تعادل-فاز، رطوبت زیاد لحظه نمونه‌برداری را در نظر گرفته نشود. بخار آب واجذب شده عاملی است که می‌تواند با افزودن آب به جاذب شبیه‌سازی شود. بهتر است این مورد هنگام نمونه‌برداری ترکیبات محلول در آب از محیطی که رطوبت بالایی دارد، بررسی شود.

یادآوری ۳- روش فاز-تعادلی ممکن است مقادیر نادرستی را برای D ارائه دهد (به بند ۵-۸ مراجعه شود).

۸ روش محاسبه

۸-۱ کلیات

نمودار واسنجی لگاریتمی با رسم مقادیر لگاریتم در پایه ده ارتفاع یا مساحت‌های پیک‌های آنالیت اصلاح شده به ازای سطوح شاهد بر روی محور عمودی در برابر مقادیر لگاریتم بر پایه ده غلظت آنالیت، بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر، در کسر تزریق شده محلول‌های ترکیبی واسنجی، تهیه و آماده کنید.

یادآوری- سایر روش‌های نقاط واسنجی وزنی، نظیر نمودارهای خطی، نمایی یا چند جمله‌ای، با توجه به خطی بودن پاسخ شناساگر و نیز نرم افزار موجود، ممکن است خیلی معتبر بوده و/یا حتی از اعتبار کمتری برخوردار باشد.

۸-۲ غلظت جرمی آنالیت

با استفاده از معادله زیر غلظت آنالیت را در هوای نمونه‌برداری شده بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب محاسبه کنید:

$$c_m = \frac{m_F + m_R - m_B}{D \cdot V} \times 1000 \quad (1)$$

که در آن:

c_m غلظت آنالیت در هوای نمونه‌برداری شده بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب؛

D بهره‌وری واجذب در سطح بار لوله نمونه مطابق با m_F ؛

m_F جرم آنالیت موجود در نمونه واقعی بر حسب میلی‌گرم (قسمت جلو) طبق آنچه در بند ۷-۳ یافت شد؛

m_R جرم آنالیت موجود در نمونه واقعی بر حسب میلی‌گرم (قسمت عقب یا پشتیبان) که در بند ۷-۳ یافت شد؛

m_B جرم آنالیت موجود در لوله شاهد بر حسب میلی‌گرم؛

V حجم نمونه اخذ شده بر حسب لیتر.

یادآوری- در صورتی که مد نظر باشد که غلظت‌ها به شرایط تعیین شده، برای مثال دمای 25°C و فشار 101 kPa ، کاهش داده شوند آنگاه:

$$c_c = c_m \cdot \frac{101}{p} \cdot \frac{T + 273}{298} \quad (2)$$

که در آن:

C_c غلظت مربوط به آنالیت موجود در هوای نمونه برداری شده برحسب میلی گرم بر متر مکعب که تا شرایط تعیین شده کاهش یافته است؛

p فشار واقعی هوای نمونه برداری شده بر حسب کیلو پاسکال؛

T دمای واقعی هوای نمونه برداری شده بر حسب درجه سلسیوس.

۸-۳ غلظت حجمی آنالیت

با استفاده از معادله زیر کسر حجمی آنالیت موجود در هوا را برحسب میلی متر بر متر مکعب محاسبه کنید:

$$C_v = C_m \cdot \frac{24,5}{M} \cdot \frac{101}{p} \cdot \frac{T+273}{298} \quad (3)$$

که در آن:

C_v کسر حجمی آنالیت موجود در هوا برحسب میلی لیتر بر متر مکعب؛

M جرم مولکولی آنالیت مورد نظر بر حسب گرم بر مول است.

عدد ۲۴/۵ حجم مولی در دمای ۲۵°C و فشار ۱۰۱ kpa است.

۹ تداخلها (مزاحمتها)^۱

ترکیبات آلی که در حین تجزیه کروماتوگرافی گازی زمان توقف یا ماند مشابه یا نزدیک به آنالیت مورد نظر دارند، باعث تداخل و مزاحمت خواهند شد. با انتخاب صحیح ستونهای کروماتوگرافی و شرایط می توان تداخلات را به حداقل رساند.

رطوبت زیاد نیز بازایی برخی ترکیبات از نمونه ها و بخصوص برای آنهایی که از ذغال فعال شده استفاده می کنند را ممکن است تحت تاثیر قرار دهد. بهترایت توصیف روش برای دستگاه خاص مورد مشورت قرار گیرد.

۱۰ دقت و اریبی^۲

دقت و اریبی روش به عنوان بخشی از برنامه تکمیل استاندارد NIOSH آزمون شده است (به منبع شماره [۹] کتابنامه مراجعه شود). این مقادیر تقریبی بین ۵٪ و ۱۰٪ را برای دقت ترکیبی پمپ و دقت تحلیلی (به عنوان ضریب تغییر) در دامنه ۰/۱ تا ۲/۰ حد در معرض قرارگیری مجاز (PEL)US بدست می دهد. در اغلب موارد، PEL معادل با حدود مواجهه در سایر کشورها است. در صورتی که برای حداکثر اریبی مورد انتظار، مقدار ۵٪ مجاز در نظر گرفته شود، عدم قطعیت کل (به استاندارد EN 482 مراجعه شود) همیشه در محدوده کمتر از ۳۰٪ خواهد بود. به هر حال به خاطر به کارگیری نادرست بهره وری های واجذب (به یادآوری بند ۶-۷ مراجعه شود) ممکن است اریبی های بیش از ۵٪ ارائه شوند.

1 - Interferences

2 - Precision and bias

۱۱ انبارش و حمل و نقل

وجود هیدروکربن‌های پایدار و برخی کلروآلکان‌ها در زغال مطلوبیت دارند. پایداری طولانی مدت بسیاری از ترکیبات قطبی در زغال مشخص نیست. انبارش و حمل و نقل با یخچال یا فریزر، پایداری انبارش را به‌طور معمول بهبود خواهد داد.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۲ مشخصات کامل نمونه؛

۲-۱۲ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۳-۱۲ محل نمونه‌برداری، دوره زمانی نمونه‌برداری، حجم هوای پمپاژ شده و هر گونه اختلاف بین دبی‌های اولیه و نهایی؛

۴-۱۲ فشار و دمای بارومتریک، در صورتی که در بند ۶-۲ الزام شده باشد؛

۵-۱۲ نتیجه آزمون شامل واحدهای اندازه‌ها و تاریخ تجزیه؛

۶-۱۲ هر گونه وضعیت نامعمولی که در حین تجزیه ثبت شده است؛

۷-۱۲ هر عملی که در این استاندارد بیان نشده یا هر استاندارد دیگری که به آن ارجاع داده شده یا به عنوان گزینه انتخابی در نظر گرفته می‌شود.

۱۳ کنترل کیفیت

بهتر است یک سطح کنترل کیفی مناسب در نظر گرفته شود (به منابع شماره [۱۰] و [۱۱] کتاب‌نامه یا معادل آن‌ها مراجعه شود).

اگرپیک‌های ایجاد شده بیش از ۱۰٪ مساحت آنالیت‌های مورد نظر نباشند، استفاده از لوله شاهد میدانی قابل قبول است.

جدول ۱- روش‌های منتشر شده ارائه دهنده اطلاعات تکمیلی در مورد جزئیات نمونه‌برداری و تجزیه مربوط به

VOCهای ویژه و روش‌های HSE

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۱۲ آئین نامه تعیین انتشار مواد خطرناک ^۱ (MDHS)
اکریلونیتریل	اکریلونیتریل	C	CS ₂	۱
بنزن	بنزن	C	CS ₂	۱۷
دی سولفید کربن	دی سولفید کربن	C	تولون	۱۵
هیدروکربن های کلردار	دی کلرومتان کلوروفورم تتراکلرید کربن ۱،۱ دی کلرواتان ۱،۲ دی کلرواتان ۱،۱ دی کلرواتیلن ۱،۲ دی کلرو اتیلن ۱،۱،۱-تری کلرو اتان ۱،۱،۲-تری کلرواتان تری کلرو اتیلن ۱،۱،۲،۲-تترا کلرواتان تترا کلرو اتیلن کلروبنزن O-دی کلروبنزن	C	CS ₂	۲۸
	۱،۲-دی کلرو پروپان ^{b,c}	C	۸۵:۱۵ سیکلو هگزان: استون	۲۸
فتالات دی اکتیل	دی (۲-اتیل هگزیل) فتالات دیس اکتیل فتالات	T ^d	سیکلو هگزان	۳۲
دی برمید اتیلن	دی برمید اتیلن	T	هگزان	۴۵ ^e
اکسید اتیلن	اکسید اتیلن	C ^f	CS ₂	۲۶
a اختصارات به شرح زیر است: c زغال (100mg+50 mgلوله)، T= تناکس (۱۰۰mg + لوله ۵۰ mg). b ۴۰۰mg+لوله ۲۰۰ mg. c زغال با پایه نفتی d ۲۰۰mg یا ۳۰۰mg+لوله ۱۵mg. e تجزیه توسط CG/الکترون گیر. f زغال JXC کلمبیا g ۸۰۰mg+لوله ۲۰۰mg.				

جدول ۱- ادامه

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۱۲ آئین نامه تعیین انتشار مواد خطرناک (MDHS)
اثر گلیکول و استات گلیکول اثر	۲-بوتوکسی اتانول ۲-اتوکسی اتانول ۲-متوکسی اتانول ۲-استات بوتوکسی اتیل ۲-استات اتوکسی اتیل ۲-استات متوکسی اتیل	C	۹۵:۵ CH ₂ Cl ₂ : متانول	۲۱
استایرن	استایرن	C	CS ₂	۲۰
تولوئن	تولوئن	C	CS ₂	۳۶
کلرید وینیل	کلرید وینیل	C ^g	CS ₂	۲۴
a اختصارات به شرح زیر است: c زغال (100mg+50 mg لوله)، T= تناکس (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg). b ۴۰۰ mg + لوله ۲۰۰ mg. c زغال با پایه نفتی d ۲۰۰ mg یا ۳۰۰ mg + لوله ۱۵ mg. e تجزیه توسط CG/الکترون گیر. f زغال JXC کلمبیا g ۸۰۰ mg + لوله ۲۰۰ mg.				

جدول ۲- روش‌های منتشرشده ارائه دهنده اطلاعات تکمیلی را در مورد جزئیات نمونه برداری و تجزیه مربوط به

VOCهای ویژه و روش‌های NIOSH

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجدبی	روش شماره ۲ آئین نامه آئین- نامه انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا ^۱ (NIOSH)
سیانوئیدرین استون		QS	استات اتیل	۲۵۰۶ ^b
اسید استیک		C	اسید فورمیک	۱۶۰۳
استونیتریل		C ^c	۸۵:۱۵ کلرید متیلن: متانول	۱۶۰۶
اکریلونیتریل		C	CS ₂ ۹۸:۲: استون	۱۶۰۴
الکل‌های I	بوتیل الکل نوع سوم ایزوپروپیل الکل اتانول	C	CS ₂ ۹۹:۱: ۲-بوتانول	۱۴۰۰
الکل‌های II	نرمال بوتیل الکل ایزوبوتیل الکل S-بوتیل الکل نرمال پروپیل الکل	C	CS ₂ ۹۹:۱: ۲-پروپانول	۱۴۰۱
الکل‌های III	الکیل الکل ایزوآمیل الکل متیل ایزوبوتیل کریبنول سیکلو هگزانول الکل دی استون	C	CS ₂ ۹۵:۵: ۲-پروپانول	۱۴۰۲
الکل‌های IV	۲-بوتوکسی اتانول ۲-توکسی اتانول ۲-متوکسی اتانول	C	CH ₂ Cl ₂ ۹۵:۵: متانول	۱۴۰۳
کلرید الکیل		C	بنزن	۱۰۰۰
آمین‌ها، آلیفاتیک	دی اتیل آمین دی متیل آمین	S	اسید سولفوریک رقیق شده در ۱۰٪/کی والان متانول	۲۰۱۰
آمین‌ها، آروماتیک	آنیلین O-تولوئیدین ۲،۴-زیلیدین N,N-دی متیل-P- تولوئیدین N,N-نیتریلو تری اتانول	S	اتانول ۹۵٪	۲۰۰۲

جدول ۲- ادامه

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۲ آئین نامه آئین- نامه انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا ^۱ (NIOSH)
آمینو اتانول، ترکیبات I	۲-آمینو اتانول ۲،۲-آمینو دی اتانول ۲،۲،۲-نیتریلو تری اتانول	S ^d	متانول ۸۰٪	۲۰۰۷
آنیسیدین		XAD-2 ^e	متانول	۲۵۱۴ ^f
بوتادین		C ^c	کلرید متیلن	۱۰۲۴
بوتیل گلیسیدیل اتر		C	CS ₂	۱۶۱۶
دی سولفید کربن		C ^g	تولون	۱۶۰۰ ^h
β-کلروپرن		C	CS ₂	۱۰۰۲
کرزول ها و فنول	o-کرزول m-کرزول p-کرزول فنول	XAD-7	متانول	۲۵۴۶
دی کلرو دی فلورو متان، غیره	دی کلرو دی فلورو متان ۱،۲-دی کلرو تترا فلورو اتان کلرو دی فلورو متان	C ⁱ	کلرید متیلن	۱۰۱۸
دی کلرو دی فلورو متان		C ^j	CS ₂	۲۵۱۶
۱،۱-دی کلرو-۱- نیترو اتان		C	CS ₂	۱۶۰۱
دی فلورو دی برومو متان		C ^k	۲-پروپانول	۱۰۱۲
دی متیل استامید		S	متانول	۲۰۰۴
دی متیل سولفات		P	دی اتیل اتر	۲۵۲۴
دی اکسان		C	CS ₂	۱۶۰۲
دی فنیل		T ^m	تتراکلرید کربن	۲۵۳۰
اپی کلروهیدرین		C	CS ₂	۱۰۱۰

جدول ۲- ادامه

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۲ آئین نامه آئین- نامه انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا ^۱ (NIOSH)
استرهای I	نرمال آمیل استات نرمال بوتیل استات ۲-اتوکسی اتیا استات اتیل اکریلات متیل ایزوآمیل استات نرمال پروپیل استات ایزوبوتیل استات استات آمیل نوع دوم استات بوتیل نوع دوم ایزوآمیل استات	C	CS ₂	۱۴۵۰
استات اتیل		C	CS ₂	۱۴۵۷
برومید اتیل		C	۲-پروپانول	۱۰۱۱
کلرید اتیل		C ^c	CS ₂	۲۵۱۹
کلروهیدرین اتیلن		C ⁿ	CS ₂ ۹۵:۵:۲-پروپانول	۲۵۱۳
دی برمید اتیلن		C	۹۹:۱ بنزن:متانول	۱۰۰۸
اتیل اتر		C	CS ₂	۱۶۱۰
فرمات اتیل		C	CS ₂	۱۴۵۲
فلوئورو تری کلرو اتان		C ^c	CS ₂	۱۰۰۶
فورفوریل الکل		Q	استون	۲۵۰۵
گلیسیدول		C	تترا هیدرو فوران	۱۶۰۸
هگزا کلرو بوتادین		XAD-2	هگزان	۲۵۴۳ ^o
هگزا کلرو-۱-۳-سیکلو پنتادین		T ^p	هگزان	۲۵۱۸ ^o
هیدروکربن های BP ۳۶C تا ۱۲۶C		C	CS ₂	۱۵۰۰
هیدروکربن های آروماتیک		C	CS ₂	۱۵۰۱

جدول ۲- ادامه

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۲ آئین نامه آئین- نامه انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا ^۱ (NIOSH)
هیدروکربن های هالوژن دار شده		C	CS ₂	۱۰۰۳
ایزوپرون		C ⁿ	CS ₂	۲۵۰۸
استات ایزوپروپیل		C	CS ₂	۱۴۵۴
ایزوپروپیل اتر		C	CS ₂	۱۶۱۸
ایزوپروپیل گلیسیدل اتر		C	CS ₂	۱۶۲۰
کتون ها I	استون سیکلو هگزانون دی ایزوبوتیل کتون ۲-هگزانون متیل ایزوبوتیل کتون ۲-پنتانون	C	CS ₂	۱۳۰۰
کتون های II	کافور اتیل بوتیل کتون اکسید مزیتیل ۵-متیل-۳-هپتانول متیل نرمال آمیل کتون	C	CS ₂ ۹۹:۱: متانول	۱۳۰۱
متانول		S ^q	۵٪-۲ پروپانول در آب	۲۰۰۰
استات متیل		C	CS ₂	۱۴۵۸
اکریلات متیل		C	CS ₂	۱۴۵۹
متیلال		C	هگزان	۱۶۱۱
استات سلوسالو متیل		C	CS ₂	۱۴۵۱
کلرید متیل		C ⁱ	کلرید متیلن	۱۰۰۱
متیل سیکلو هگزانون		C	کلرید متیلن	۱۴۰۴
متیل سیکلو هگزانون		Q	استون	۲۵۲۱
کلرید متیلن		C ^r	CS ₂	۱۰۰۵
متیل متا اکریلات		XAD-2 ^c	CS ₂	۲۵۳۷
متیل بوتیل اتر نوع سوم		C ^c	CS ₂	۱۶۱۵
یدید متیل		C	تولون	۱۰۱۴
نفثا ها		C	CS ₂	۱۵۵۰

جدول ۲- ادامه

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۲ آئین نامه آئین- نامه انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا ^۱ (NIOSH)
نیکوتین		XAD-2	استات اتیل	^b ۲۵۴۴
نیکوتین		XAD-4	استات اتیل +۰/۱٪ تری اتیل آمین	^b ۲۵۵۱
ترکیبات نیترو آروماتیک		S	متانول	۲۰۰۵
نیترو اتان		XAD-2 ^s	استات اتیل	۲۵۲۶
۲-نیتروپروپان		۱۰۶	استات اتیل	۲۵۲۸
نیتروگلیسرین و دی نیترات اتیلن گلیکول		T	اتانول	۲۵۰۷
N-متیل-۲-پیرولیدون		C	۹۵:۵ کلرید متیلن/ متانول	۱۳۰۲
اکتان-۱- تی اول		T	استون	^b ۲۵۱۰
پنتا کلرو اتان		R	هگزان	^o ۲۵۱۷
فنیل اتر		C	CS ₂	۱۶۱۷
مخلوط فنیل اتر/دی فنیل		S	بنزن	۲۰۱۳
فنیل گلیسیدیل اتر		C	CS ₂	۱۶۱۹
دی کلرید پروپیلن	۱،۲-دی کلرو پروپان	C ⁿ	۸۵:۱۵ سیکلو هگزان: استون	^۱ ۱۰۱۳
اکسید پروپیلن		C	CS ₂	۱۶۱۲
پیریدین		C	کلرید متیلن	۱۶۱۳
ترپنس	لیمونن α-پینن β-پینن ۳-کارن	C	CS ₂	۱۵۵۲
۱،۲،۲،۱-تترا برومو اتان		S	تترا هیدرو فوران	۲۰۰۳
۱،۱،۲،۲-تترا کلرو اتان دی فلوئورو اتان	۱،۱،۲،۲-تترا کلرو-۲،۲- دی فلوئورو اتان ۱،۱،۲،۲-تترا کلرو-۱،۲- دی فلوئورو اتان	C	CS ₂	۱۰۱۶

جدول ۲- ادامه

نام روش	ترکیبات آزمون	جاذب ^a	حلال واجذبی	روش شماره ۲ آئین نامه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا ^۱ (NIOSH)
۱،۱،۲،۲- تترا کلرو اتان		C ⁿ	CS ₂	۱۰۱۹
تترا هیدرو فوران		C	CS ₂	۱۶۰۹
تری کلرو اتیلن		C	CS ₂	۱۰۲۲
۱،۱،۲- تر یکلرو-۱،۲،۲- تری فلوئورو اتان		C	CS ₂	۱۰۲۰
تری فلوئورو برومو اتان		C ⁱ	کلرید متیلن	۱۰۱۷
تورپنتین		C	CS ₂	۱۵۵۱
استات وینیل		CMS	۹۵:۵ کلرید متیلن:متانول	۱۴۵۳
برومید وینیل		C ^c	اتانول	۱۰۰۹
کلرید وینیل		C ^k	CS ₂	۱۰۰۷
کلرید وینیل دین		C	CS ₂	۱۰۱۵

a اختصارات به شرح زیر است: c زغال (100mg+50 mg لوله)، CMS= غربال مولکولی کربن (۱۶۰ mg + لوله ۸۰ mg).
P=پراپاک (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg)؛ Q=پراپاک (۱۵۰ mg + لوله ۷۵ mg)؛ QS=پراپاک (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg)؛ R=پراپاک (۷۰ mg + لوله ۳۵ mg)؛ S=سیلیکاژل (۱۵۰ mg + لوله ۷۵ mg)؛ T=تناکس (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg)؛ ۱۰۶=جاذب کروم ۱۰۶ (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg)، XAD-2، (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg)=XAD-4، (۸۰ mg + لوله ۴۰ mg)=XAD-7، (۱۰۰ mg + لوله ۵۰ mg)
b تجزیه توسط GC/NPD
c ۴۰۰ mg + لوله ۲۰۰ mg
d ۳۰۰ mg + لوله ۱۵۰ mg
e ۱۵۰ mg + لوله ۷۵ mg
f تجزیه توسط HPLC/UV
g از یک لوله خشک حاوی سولفات سدیم در روبرو استفاده شود.
h تجزیه توسط GC/FPD
i دو لوله ۴۰۰/۲۰۰ mg + ۵۰/۱۰۰ mg
j دو لوله ۴۰۰/۲۰۰ mg + ۴۰۰/۲۰۰ mg
k دو لوله ۱۵۰ mg + لوله ۱۵۰ mg
l تجزیه توسط GC/هدایت پذیری (هال).
m ۲۰۰ mg + لوله ۱۰۰ mg
n کربن با پایه نفتی.
o تجزیه توسط GC/ECD
p دو لوله ۱۰۰ mg + ۵۰ mg
q لوله ۱۰۰ mg + ۵۰ mg
r دو لوله ۱۰۰/۵۰ mg + ۵۰/۱۰۰ mg
s لوله ۴۰۰ mg + ۶۰۰ mg

جدول ۳- شاخص های ماند(توقف) VOC های برگزیده شده در فازهای BP-1 و BP-10

BP-10		BP-1	
۳۰۰	پروپان	۳۰۰	پروپان
۳۱۸	دی کلرو دی فلوئورو متان (فریون ۱۲)	۳۱۱	دی کلرو دی فلوئورو متان (فریون ۱۲)
۳۵۳	۱،۱،۲،۲-دی کلرو-۱،۱،۲،۲-تترا فلوئورو اتان (فریون ۱۱۴)	۳۴۸	کلرید متیل
۳۵۹	ایزوبوتان	۳۵۹	۱،۱،۲،۲-دی کلرو-۱،۱،۲،۲-تترا فلوئورو اتان (فریون ۱۱۴)
۴۰۰	بوتان	۳۶۴	ایزوبوتان
۴۰۲	کلرید متیل	۳۷۰	متانول
۴۲۰	کلرو اتن (کلرید وینیل)	۳۷۸	کلرو اتن (کلرید وینیل)
۴۷۸	۲-متیل بوتان	۴۰۰	بوتان
۴۸۲	برمید متیل	۴۲۱	برمید متیل
۴۹۲	کلرید اتیل	۴۳۴	کلرید اتیل
۵۰۰	متانول	۴۵۰	اتانول
۵۰۰	پنتان	۴۷۰	استو نیتریل
۵۰۳	تری کلرو فلوئورو متان (فریون ۱۱)	۴۸۲	تری کلرو فلوئورو متان (فریون ۱۱)
۵۲۸	۲،۲-دی متیل بوتان	۴۸۶	ان فلوران
۵۲۸	۱،۱،۲-تری کلرو-۱،۱،۲،۲-تری فلوئورو اتان	۴۸۷	استون
۵۳۲	دی کلرو فلوئورو متان (فریون ۲۱)	۴۸۸	۲-متیل بوتان
۵۵۳	دی متیل اتانول آمین	۴۸۸	ایزوپروپانول
۵۵۳	اکسید پروپیلن	۴۹۱	دی کلروفلوئورو متان (فریون ۲۱)
۵۵۵	۱،۱-دی کلرو اتن (کلرید وینیل دی ان)	۵۰۰	پنتان
۵۵۹	اتانول	۵۱۱	دی متوکسی متان
۵۶۱	۲-متیل پنتان	۵۱۱	استات متیل
۵۶۱	۲،۳-دی متیل بوتان	۵۱۳	۱،۱-دی کلرو اتن (کلرید وینیل دی ان)
۵۸۲	۳-متیل پنتان	۵۱۴	دی کلرو متان
۵۸۹	استون	۵۷۱	۲-بوتان
۶۰۰	نرمال هگزان	۵۷۹	۳-متیل پنتان
۶۰۱	ایزو پروپانول	۵۹۲	سیس-۱،۲-دی کلرو اتن
۶۴۴	هالوتان	۵۹۶	استات اتیل
۶۴۴	وینیل استات	۶۰۰	کلروفرم
۶۶۲	۲-متیل هگزان	۶۰۰	هگزان نرمال
۶۶۵	نرمال پروپانول	۶۱۰	ایزوبوتانول
۶۶۹	۲،۳-دی متیل پنتان	۶۱۶	متوکسی اتانول
۶۷۳	۳-متیل هگزان	۶۲۷	۱،۲-دی کلرو اتان

جدول ۳- ادامه

BP-10		BP-1	
۶۷۶	سیکلو هگزان	۶۲۷	متیل سیکلو پنتان
۶۸۵	استات اتیل	۶۳۴	۱،۱-تری کلرو اتان
۶۸۵	سیس-۱،۲-دی کلرو اتن	۶۴۳	بوتانول نرمال
۶۸۷	۲،۲،۴-تری متیل پنتان	۶۴۳	استات ایزو پروپیل
۶۹۰	اکریلات متیل	۶۵۲	بنزن
۶۹۳	۲-بوتانول	۶۵۸	۱-متوکسی-۲-پروپانول (PGME)
۶۹۳	۱،۱،۱-تری کلرو اتان	۶۶۲	سیکلو هگزان
۶۹۷	تترا کلرید کربن	۶۶۳	تترا کلرید کربن
۷۰۰	کلرو فرم	۶۶۴	۲-متیل هگزان
۷۰۰	نر مال هپتان	۶۶۸	۲،۳-دی متیل پنتان
۷۱۲	سیکلو هگزان	۶۷۴	۳-متیل هگزان
۷۲۳	بنزن	۶۷۸	سیکلو هگزان
۷۲۷	ایزو پروپیل استات	۶۸۴	۱،۲-دی کلرو پروپان
۷۳۹	ایزو بوتانول	۶۸۷	استات بوتیل نوع سوم
۷۳۶	۲،۴-دی متیل هگزان	۶۹۱	۲،۲،۴-تری متیل پنتان
۷۳۶	متیل سیکلو هگزان	۶۹۱	تری کلرو اتن
۷۴۵	۱،۲-دی کلرو اتان	۶۹۵	اتوکسی اتانول
۷۵۵	متوکسی اتانول	۶۹۵	نرمال پروپیل استات
۷۵۵	تری کلرو اتن	۶۹۶	متا اکریلات متیل
۷۶۳	استات بوتیل نوع سوم	۷۰۰	هپتان نرمال
۷۶۸	۲-متیل هپتان	۷۰۶	متوکسی فلوران
۷۷۳	۱-متوکسی-۲-پروپانول	۷۲۰	سیس-۱،۲-دی کلرو پروپن
۷۷۴	۳-متیل هپتان	۷۲۳	متیل ایزو بوتیل کتون
۷۷۷	بوتانول نرمال	۷۲۸	متیل سیکلو هگزان
۷۷۸	۱،۲-دی کلرو پروپان	۷۳۵	۲،۴-دی متیل هگزان
۷۸۲	متیل متا اکریلات	۷۳۸	۱-اتوکسی-۲-پروپانول
۷۸۴	نرمال پروپیل استات	۷۳۹	ترانس-۱،۲-دی کلرو پروپن
۸۰۰	اکتان نرمال	۷۴۵	استات بوتیل نوع دوم
۸۰۶	متوکسی فلوران	۷۴۷	۱،۱،۲-تری کلرو اتان
۸۲۰	۲،۴-دی متیل هپتان	۷۵۴	۲-اتوکسی-۱-پروپانول
۸۲۰	اتوکسی اتانول	۷۵۷	استات ایزو بوتیل
۸۲۱	سیس-۱،۲-دی کلرو پروپن	۷۶۱	تولوئن
۸۲۳	استات بوتیل نوع دوم	۷۶۵	۲-متیل هپتان
۸۲۵	تولوئن	۷۷۷	هگزانال

جدول ۳- ادامه

BP-10		BP-1	
۸۳۱	متیل ایزوبوتیل کتون	۷۸۳	دی اتیلن گلیکول دی اتیل اتر
۸۴۰	استات ایزوبوتیل	۷۸۷	۱،۲- دی برومو اتان
۸۴۳	۱- اتوکسی-۲- پروپانول	۷۹۰	پروپوکسی اتانول
۸۴۶	تترا کلرو اتن	۷۹۵	نرمال بوتیل استات
۸۵۴	دی اتیلن گلیکول دی اتیل اتر	۸۰۰	اکتان نرمال
۸۶۲	ترانس-۱،۲- دی کلرو پروپن	۸۰۳	فرفورال
۸۸۳	نرمال بوتیل استات	۸۰۷	متوکسی متیل استات
۸۹۱	هگزانال	۸۰۷	تترا کلرو اتن
۹۰۰	نرمال نونان	۸۲۴	۲،۴- دی متیل هپتان
۹۰۵	دی نرمال بوتیل اتر	۸۳۰	الکل فور فورال
۹۰۵	۱،۲- دی برومو اتان	۸۳۷	کلرو بنزن
۹۱۳	پروپوکسی اتانول	۸۴۲	الکل دی استون
۹۲۲	اتیل بنزن	۸۴۳	۱-متوکسی-۲-استات پروپیل
۹۲۲	کلرو بنزن	۸۵۵	اتیل بنزن
۹۲۹	p-زایلن	۸۵۹	استات آمیل
۹۲۹	m-زایلن	۸۶۴	p-زایلن
۹۴۰	متوکسی اتیل استات	۸۶۴	m-زایلن
۹۴۸	ایزومر استات آمیل	۸۶۵	۴-متیل اکتان
۹۵۱	ایزومر استات آمیل	۸۶۸	آلیل گلیسیدیل اتر
۹۶۰	o-زایلن	۸۷۱	سیکلو هگزانون
۹۶۲	α -پینن	۸۷۳	۳-متیل اکتان
۹۶۸	استایرن	۸۷۴	الکل تترا هیدرو فورفورال
۹۸۳	ایزوپروپیل بنزن (کومن)	۸۷۶	استات اتوکسی اتیل
۹۸۷	فورفورال	۸۸۱	استایرن
۹۹۹	آلیل گلیسیدیل اتر	۸۸۶	۱،۱،۲،۲- تترا کلرو اتان
۱۰۰۰	نرمال دکان	۸۸۷	o-زایلن
۱۰۰۲	استات اتوکسی اتیل	۸۹۰	بونوکسی اتانول
۱۰۰۹	نرمال متیل-۲- پیرولیدون	۹۰۰	نرمال نونان
۱۰۱۰	سیکلو هگزانون	۹۱۹	ایزوپروپیل بنزن
۱۰۱۴	نرمال پروپیل بنزن	۹۲۱	برومو بنزن
۱۰۱۵	بوتوکسی اتانول	۹۲۵	اتان دی اول مونو استات
۱۰۱۹	الکل فور فورال	۹۳۰	۲-متیل سیکلو هگزانون
۱۰۲۲	m-اتیل تولوئن	۹۳۱	۳-متیل سیکلو هگزانون
۱۰۲۳	الکل فورفورال	۹۳۷	۴-متیل سیکلو هگزانون

جدول ۳- ادامه

BP-10		BP-1	
۱۰۲۳	p-اتیل تولوئن	۹۴۰	بنز آلدهید
۱۰۲۹	۱،۳،۵-تری متیل بنزن	۹۴۱	α -پینن
۱۰۳۰	سیکلو هگزانون	۹۴۹	نرمال پروپیل بنزن
۱۰۴۵	۱،۱،۲،۲-تترا کلرو اتان	۹۵۱	فنول
۱۰۴۶	اتان دی اول مونو استات	۹۵۶	m-اتیل تولوئن
۱۰۴۷	o-اتیل تولوئن	۹۵۸	p-ایتل تولوئن
۱۰۵۰	α -متیل استایرن	۹۶۳	۱،۳،۵-تری متیل بنزن
۱۰۶۰	۲-متیل سیکلو هگزانون	۹۷۲	۳-متیل نونان
۱۰۶۰	۱،۲،۴-تری متیل بنزن	۹۷۲	α -متیل استایرن
۱۰۸۸	۳-متیل سیکلو هگزانون	۹۷۵	o-اتیل تولوئن
۱۰۹۵	۴-متیل سیکلو هگزانون	۹۹۰	۱،۲،۴-تری متیل بنزن
۱۰۹۷	۱،۲،۳-تری متیل بنزن	۹۹۶	کلرید بنزیل
۱۰۹۹	p-دی کلرو بنزن	۹۹۷	کلرید بنزیل
۱۱۰۰	نرمال آندکان	۱۰۰۰	نرمال دکان
۱۱۰۴	۱-متیل-۲-ایزو پروپیل بنزن	۱۰۰۴	p-دی کلرو بنزن
۱۱۰۵	بنز آلدهید	۱۰۰۴	p-دی کلرو بنزن
۱۱۱۱	۱،۳-دی اتیل بنزن	۱۰۰۹	نرمال متیل-۲-پیرولیدون
۱۱۱۷	ایندان	۱۰۱۹	۱،۲،۳-تری متیل بنزن
۱۱۱۷	پروپنیل بنزن	۱۰۲۷	o-دی کلرو بنزن
۱۱۱۸	۱،۴-دی اتیل بنزن	۱۰۲۷	o-کرزول
۱۱۲۰	نرمال بوتیل بنزن	۱۰۳۳	ایندان
۱۱۲۸	کلرید بنزیل	۱۰۳۴	۱-متیل-۲-ایزو پروپیل بنزن
۱۱۳۰	اتان دی اول دی استات	۱۰۳۹	ایندن
۱۱۳۵	o-دی کلرو بنزن	۱۰۴۱	پروپنیل بنزن
۱۱۴۶	۱،۳-دی متیل-۴-اتیل بنزن	۱۰۴۷	p-کرزول
۱۱۴۷	ایندن	۱۰۴۷	m-کرزول
۱۱۶۲	کلرید بنزیل	۱۰۵۱	۱،۴-دی اتیل بنزن
۱۱۸۵	استات بوتوکسی اتیل	۱۰۵۲	نرمال بوتیل بنزن
۱۲۰۰	نرمال دودکان	۱۰۶۱	استات بوتوکسی اتیل
۱۲۲۲	فنول	۱۰۷۵	۱،۳-دی متیل-۴-اتیل بنزن
۱۲۷۰	۱،۱،۲،۳،۴،۴-هگزا کلرو-۱،۳-بوتا دی ان	۱۰۷۷	وینیل پیرولیدون
۱۲۷۴	o-کرزول	۱۰۸۵	نونانال
۱۲۹۶	۶،۲-زایلین	۱۰۹۳	۲،۶-زایلین

جدول ۳- ادامه

BP-10		BP-1	
۱۳۰۰	تری دکان	۱۱۰۰	نرمال آندکان
۱۳۰۸	اتیل هگزیل متا اکریلات	۱۱۱۳	ایزو پورون
۱۳۰۸	ایزوپرون	۱۱۲۷	۲،۴-زایلین
۱۳۱۱	p-کرزول	۱۱۲۷	۲،۵-زایلین
۱۳۱۱	m-کرزول	۱۱۲۹	دکانال
۱۳۲۲	وینیل پیرولیدون	۱۱۴۴	۵،۳-زایلین
۱۳۲۸	نفتالن	۱۱۵۸	۲،۳-زایلین
۱۳۶۰	۲،۴-زایلین	۱۱۷۱	۴،۳-زایلین
۱۳۶۰	۲،۵-زایلین	۱۱۷۵	۲- (ایزو پروپیل) فنول
۱۴۰۰	۲،۳-زایلین	۱۱۹۶	نفتالن
۱۴۰۰	۵،۳-زایلین	۱۲۰۰	نرمال دودکان
۱۴۰۰	نرمال تترا دکان	۱۲۱۵	اکریلات اتیل هگزیل
۱۴۰۰	تترا هیدرو فور فوریل متیل اکریلات	۱۲۲۳	۱،۱،۲،۳،۴،۴-هگزا کلرو-۱،۳-بوتا دی ان
۱۴۳۴	۴،۳-زایلین	۱۳۰۰	نرمال تری دکان
۱۴۴۷	۲-متیل نفتالن	۱۳۱۰	۲-متیل نفتالن
۱۴۷۰	۱-متیل نفتالن	۱۳۲۸	۱-متیل نفتالن
۱۵۰۰	نرمال پنتا دکان	۱۳۴۶	۲،۶- بیس (ایزو پروپیل) فنول
۱۵۲۴	۲،۶- بیس (ایزو پروپیل) فنول	۱۳۸۸	بی فنیل
۱۵۳۸	بی فنیل	۱۴۰۰	نرمال تترا دکان
۱۶۰۰	نرمال هگزا دکان	۱۵۰۰	نرمال پنتا دکان
		۱۶۰۰	نرمال هگزا دکان

یادآوری ۱- داده شاخص ماند برای VOCهای برگزیده شده در جدول ۳ از منابع داخلی HSL گرد آوری شده است. اکثر ترکیبات فهرست شده در جداول ۱ و ۲ در اینجا یافت می‌شوند، اما مطابقت دقیقی با دو فهرست مذکور ندارد.

یادآوری ۲- اندیس های ماند GC مربوط به آلکانهای نرمال بیانگر مرتبه شستشو و پاکسازی است، اما مقادیر مطلق به نظر می‌رسد که معنی دار نباشند. اکثرشان با استفاده از شرایط GC در ۷-۴ اندازه گیری شده اند. مقادیر درونیابی شده، از نرخ تغییر درجه حرارت و سایر عوامل تاثیر می‌پذیرند. آن‌ها به طور معمول در محدوده ± 5 واحد با فازهای معادل و شرایط مشابه تجدید پذیرند.

یادآوری ۳: اغلب شاخص های ماند مربوط به ۱۵۰ هیدروکربن بنزین در OV 1701، معادل با BP-10 در MDHS 60 فهرست شده است (به منبع شماره [۱۳] کتاب‌نامه مراجعه شود).

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

تشریح انواع جاذب‌ها

انواع جاذب‌های موجود در بازار در جدول الف ۱ ارائه شده‌اند.

جدول الف ۱- انواع جاذب‌ها

جاذب	نوع
کربن	پوسته نارگیل
کربن	بر پایه نفتی
Anasorb 727 ^۱	پلیمر ریز دانه متخلخل با سطح آبگریز کرومی ۱۰۶
Chromosorb 106 ^۱	پلیمر ریز دانه متخلخل با سطح آبگریز
Anasorb 747 ^۱	کربن فعال ریز دانه ساخته شده از سیلیکاژل پایه نفتی
ژل سیلیکا	
Tenax TA ^۱	پلی(دی فنیل اکسید)
Porapak R ^۱	

۱ - AnasorbTM علامت تجاری شرکت SKC در ایالات متحده آمریکا است. ChromosorbTM علامت تجاری شرکت مانویل (Manville) در ایالات متحده آمریکا است. TenaxTM علامت تجاری موسسه تحقیقاتی انکا (Enka)، NV و NL است. PorapakTM علامت تجاری شرکت‌های انجمن آب در ایالات متحده آمریکا است. این جاذب‌ها مثال‌هایی از محصولات معتبری هستند که در بازار موجوداند از محصولات مشابهی نیز می‌توان استفاده کرد به شرطی که به‌کارگیری آنها به نتایج یکسانی منجر شود. به نظر می‌رسد که Anasorb 727 و جاذب کرومی ۱۰۶ مشابه هم باشد.

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

هم ارزی فازهای ثابت گاز کروماتوگرافی

فاز معادل ^a	فاز معادل ^a	شرکت
BP-10	BP-1	SGE
CP-Sil 19 CB	CP-Sil 5 CB	Chrompack
DB-1701	DB-1	J & W
SPB-1701	SPB-1	Supelco
HP-1701	HP-1	Hewlett-Packard
Rtx-1701	Rtx-1	Restek
007-1701	007-1	Quadrex
^a در هر یک از ستون‌های جدول، فرض بر این است که فازها برابر باشند. برای مدت زمان‌های ماند مشابه در دو ستون GC، ضخامت لایه نازک ستون BP-10 (یا معادل آن) بهتر است به‌طور تقریب نصف ستون BP-1 (یا معادل آن) باشد.		

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

تعیین حجم گاز حامل پالایش دهنده^۱

پ-۱ تعریف

حجم گاز حامل پالایش دهنده برای ترکیبی از لوله جاذب/آنالیت، حجمی از نمونه بخار - هوا است که قبل از این که غلظت شستشوی بخار آنالیت (VOC) به ۵٪ غلظت به کار رفته برسد، می تواند از قسمت جلوی لوله جاذب عبور نماید.

پ-۲ شناساگرها

پ-۲-۱ اتمسفرهای استاندارد دینامیک تهیه شده از بخار VOC در هوا
اتمفرهای استاندارد دینامیک از بخار VOC در هوا را مانند بند ۴-۶ تهیه کنید. بهتر است دمای غلظت به دست آمده در محدوده تعیین شده برای نمونه بردار باشد.

پ-۳ دستگاه

پ-۳-۱ لوله جاذب

لوله جاذبی مانند بند ۵-۱، اما قسمت پشتیبان آن حذف شده باشد.

پ-۳-۲ دبی سنج با محدوده اندازه گیری ۲۰ ml/min تا ۲۰۰ ml/min

پ-۳-۳ شناساگر یونش شعله^۲

پ-۴ روش اجرا

پ-۴-۱ مجموعه ای از نمونه بردارها شامل لوله جاذب (به بند پ-۳-۱ مراجعه شود)، دبی سنج (به بند پ-۳-۲ مراجعه شود) و شناساگر (به بند پ-۳-۳ مراجعه شود)، تولید کننده اتمسفر استاندارد دینامیک (به بند پ-۲-۱ مراجعه شود) که غلظتی دو برابر حد مواجهه مربوط به ماده تجزیه شده دارد را مونتاژ کنید.
پ-۴-۲ از درون سلسله نمونه، گاز حامل را با یک نرخ ثابت بین ۲۰ ml/min تا ۲۰۰ ml/min عبور دهید. در این محدوده، مقداری که برای نرخ نمونه برداری مورد نظر مناسب است را به کار بگیرید (به بند ۶ مراجعه شود). در لحظه ای که جریان آغاز می شود زمان را ثبت کنید. زمانی که بخار VOC شروع به نشر می کند، شناساگر پاسخی را نشان خواهد داد. به اندازه گیری ادامه دهید تا این که مطابق با غلظت ورودی یک همسانی و یکنواختی حاصل شود یا این که پاسخ تعیین شده عمدتاً و/یا به طور کامل توسط VOC به کار رفته ایجاد شده باشد. مدت زمانی را که مقدار همسانی ۵٪ حاصل شده است را تعیین کنید.

1 - Breakthrough volume

2 - Flame ionization detector

به‌طور معمول حجم مرده سلسله نمونه‌برداری در مقایسه با حجم گاز حامل پالایش دهنده کم است. در غیر این صورت، حجم مرده را با یک لوله خالی در سلسله نمونه‌برداری به صورت تکراری تعیین و نتایج مربوط را تصحیح کنید.

پ-۴-۳ با مرطوب‌سازی جریان گاز تا رطوبت نسبی ۸۰٪ و تکرار آزمون تشریح شده در بند پ-۴-۲ تاثیر رطوبت بر حجم گاز حامل پالایش دهنده را تعیین کنید. مرطوب‌سازی جریان گاز، به روش رقیق‌سازی با نسبت ۱:۴ حجمی، همراه با جریان گاز اولیه در ۵ برابر غلظت تولید شده در بند پ-۴-۱ و جریانی از هوای مرطوب و تمیز با رطوبت نسبی ۱۰۰٪ انجام می‌گیرد. به منظور مرطوب‌سازی، جریان گاز VOC را از درون آب عبور ندهید.

یادآوری- رطوبت نسبی مشخص شده (۸۰٪) یک مقدار عملی است و به این مفهوم نیست که روش مذکور به ازای رطوبت-های نسبی بالاتر معتبر نیست، البته به شرطی که به محدودیت حجم‌های نمونه‌برداری در رطوبت‌های بالا توجه کافی اعمال شده باشد (به بند ۶ مراجعه شود).

پ-۶ روش محاسبه

حجم گاز حامل پالایش دهنده را بین لحظه شروع (صفر) و لحظه‌ای که ۵٪ مقدار همسانی^۱ (ثبات) حاصل شود با ضرب دبی بر حسب لیتر بر دقیقه در مدت زمان اعمال جریان بر حسب دقیقه، محاسبه کنید.

1 - Plateau value

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۰۰۰، کیفیت هوا - جنبه‌های عمومی واژه‌نامه
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۴۲ (کلیه قسمت‌ها)، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۵۱، تجزیه گاز - الزامات گواهی‌نامه گازهای واسنجی و مخلوط گازی
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۶۳۲ (کلیه قسمت‌ها)، تجزیه گازی - آماده‌سازی مخلوط‌های گاز واسنجی با استفاده از روش‌های حجم‌سنجی پویا
- [5] US Occupational Safety and Health Administration. OSHA Manual of analytical methods: USDOL/OSHA 1989, plus updates
- [6] NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th Edition 1994, US Dept of Health and Human Services, Publication 94-113, plus updates
- [7] TURNER, B.C. and GLOTFELTY, D.E. Field sampling of pesticide vapours with polyurethane foam. Anal. Chem. 49, 1977, pp. 7-10
- [8] EN XXXX, Workplace atmospheres – Guide for the application and use of procedures and devices for the assessment of chemical and biological agents
- [9] KRAJEWSKI, J., GROMIEC, J. and DOBECKI, M. Comparison of methods for determination of desorption efficiencies, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 41, 1980, pp. 531-534
- [10] POSNER, J.C. and OKENFUSS, J.R. Desorption of organic analytes from activated carbon, I: Factors affecting the process, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 42, 1981, pp. 643-646
- [11] POSNER, J.C. Desorption of organic analytes from activated carbon, II: Dealing with the problems, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 42, 1981, pp. 647-652
- [12] MCMURRAY, J.D., STOLL, I., MITCHELL, K.M. and ZWICKI, R.D. Evaluation of desorption efficiency methods for acetone, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 50, 1989, pp. 520-525
- [13] TAYLOR, D.G., KUPEL, R.E. and BRYANT, J.M. Documentation of the NIOSH Validation Tests. NIOSH, Cincinnati, OH, USA, 1977
- [14] Health and Safety Executive (1991). Methods for the Determination of Hazardous Substances. Analytical quality in workplace air monitoring. MDHS 71. HSE: London, 1991 ISBN 0 7176 0366 0
- [15] BOTNICK, E.L., SUGA, R.S. and WHITE, K.T. (eds.). Laboratory Quality Assurance Manual. 2nd edition. AIHA Press, Fairfax, VA, USA, 1997
- [16] Health and Safety Executive. Methods for the Determination of Hazardous Substances. Mixed hydrocarbons (C3 to C10) in air. MDHS 60, HMSO: London, 1992, ISBN 0 11 885998 6
- [17] ISO 6349, Gas analysis- Preparation of calibration gas mixtures- Permeation method
- [18] EN 482, Workplace atmospheres- General requirements for performance of procedures for the measurement of chemical agents
- [19] EN 1076, Workplace atmospheres- Pumped sorbent tubes for the determination of gases and vapours- Requirements and test methods