



دستور العمل پایش و اندازه گیری عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار در صنعت پتروشیمی

فهرست

۱- هدف

۲- حدود

۳- مسئولیتهای تصویب و اجرا

۱-۳. مسئولیت تصویب

۲-۳. مسئولیت اجرا

۱-۲-۳. واحد HSE

۴- فرمها

۱-۴. فرم ثبت داده های کالبراسیون پمپ نمونه برداری هوای با دبی کم، زیاد و متغیر به
شماره NPCHSE-109-F001

۲-۴. فرم ثبت داده های پایش میدانی گرد و غبار کلی / ذرات قابل استنشاق / گازها و بخارات به
شماره NPCHSE-109-F002

۳-۴. فرم ثبت داده های آنالیز آزمایشگاهی (آنالیز وزنی گرد و غبار کلی و ذرات قابل استنشاق) به
شماره NPCHSE-109-F003

۴-۴. فرم ثبت داده های آنالیز گازکروماتوگرافی آنالیت های آلی به شماره
NPCHSE-109-F004

۵-۴. فرم ثبت داده های آنالیز اسپکتروفتومتری آنالیت های آلی و معدنی UV/Vis به
شماره NPCHSE-109-F005

۶-۴. فرم ثبت داده های پایش میدانی برای گازها و بخارات آلی و معدنی به
شماره NPCHSE-109-F006

۵- مراحل اجرایی

۱-۵. شناسایی عوامل شیمیایی محیط کار

۲-۵. تدوین استراتژی نمونه برداری هوا

۳-۵. نمونه برداری از آلاینده های هوای محیط کار

۴-۵. ارزشیابی نتایج پایش هوا

۵-۵. پایش و اندازه گیری عوامل زیان آور شیمیایی توسط شرکتهای پیمانکاری مجاز

۶-۵. سوابق





- پیوست شماره ۱- راهنمای تدوین استراتژی
- پیوست شماره ۲- نمونه برداری از گرد و غبار کلی
- پیوست شماره ۳- نمونه برداری از ذرات قابل استنشاق با استفاده از سیکلون
- پیوست شماره ۴- نمونه برداری از گازها و بخارات آلی با استفاده از لوله ذغال فعال
- پیوست شماره ۵- نمونه برداری از گازها و بخارات با استفاده از ایمپینجر
- پیوست شماره ۶- نمونه برداری از گازها و بخارات آلی و معدنی با استفاده از لوله آشکارساز
- پیوست شماره ۷- دستورالعمل استفاده از دستگاه First Check/Focheck
- پیوست شماره ۸- خطاهای نمونه برداری از آلاینده های هوا



۱- هدف

هدف از تدوین این دستورالعمل ارائه روشهای مناسب برای اندازه گیری و ارزشیابی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار به منظور کنترل آنها می باشد.

۲- حدود

دامنه کاربرد این دستورالعمل کلیه واحدهای عملیاتی و خدماتی صنایع پتروشیمی و سایر اماکن وابسته می باشد.

۳- مسئولیتهای تصویب و اجرا**۱-۳- مسئولیت تصویب**

مسئولیت تصویب این دستورالعمل بر عهده مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی می باشد.

۲-۳- مسئولیت اجرا**۱-۲-۳- واحد HSE**

۱-۲-۳-۱. تهیه لیست مواد شیمیایی مختلف مورد استفاده یا تولید شده در محیط کار.

۲-۱-۲-۳. تعیین زمان مواجهه پرسنل با مواد شیمیایی.

۳-۱-۲-۳. تعیین شکل ظاهری آلاینده در هوا و انتخاب روش نمونه برداری.

۴-۱-۲-۳. فراهم کردن وسایل نمونه برداری و آنالیز آلاینده های شیمیایی.

۵-۱-۲-۳. تدوین استراتژی و اندازه گیری عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار.

۶-۱-۲-۳. آنالیز نمونه های تهیه شده از محیط کار.

۷-۱-۲-۳. ارزشیابی نتایج با مقادیر استاندارد مجاز مواجهه.

۴- فرمها

۱-۴. فرم ثبت داده های کالبراسیون پمپ نمونه برداری هوای با دبی کم، زیاد و متغیر به شماره NPCHSE-109-F001

۲-۴. فرم ثبت داده های پایش میدانی گرد و غبار کلی/ذرات قابل استنشاق/گازها و بخارات به شماره NPCHSE-109-F002

۳-۴. فرم ثبت داده های آنالیز آزمایشگاهی (آنالیز وزنی گرد و غبار کلی و ذرات قابل استنشاق) به شماره NPCHSE-109-F003

۴-۴. فرم ثبت داده های آنالیز گاز کروماتوگرافی آنالیت های آلی به شماره NPCHSE-109-F004

۵-۴. فرم ثبت داده های آنالیز اسپکتروفتومتری آنالیت های آلی و معدنی UV/Vis به شماره NPCHSE-109-F005

۶-۴. فرم ثبت داده های پایش میدانی برای گازها و بخارات آلی و معدنی به شماره NPCHSE-109-F006

۵- مراحل اجرایی**۱-۵- شناسایی عوامل شیمیایی محیط کار**

هدف از شناسایی عوامل شیمیایی برآورد اولیه ای از وجود و نیز غلظت آلاینده ها به منظور برآورد ریسک های شیمیایی می باشد.

کارشناس بهداشت صنعتی واحد HSE بایستی عوامل شیمیایی موجود در محیط کار را با استفاده از دستورالعمل ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی در صنعت پتروشیمی به شماره NPCHSE-115-01 شناسایی و اولویت بندی نماید.



بطور کلی پس از شناسایی لیست مواد، بایستی وجود یا عدم وجود مقدار حد آستانه مجاز (TLV) مواد مطابق مراحل ذیل مورد بررسی قرار گیرد:

- ۱- در صورت وجود TLV، داشتن روش اندازه گیری استاندارد بررسی گردد. چنانچه روش وجود دارد، ضمن بررسی وجود روشهای نمونه برداری و آنالیز گروهی می توان نسبت به تدوین استراتژی و سایر مراحل اقدام نمود. چنانچه TLV وجود داشته باشد ولی روش اندازه گیری وجود نداشته باشد، بایستی فشار بخار ماده را چک نمود تا مشخص شود که آیا ماده در دمای معمولی یا عملیاتی بخار می شود یا خیر؟
- ۲- در صورت عدم وجود TLV، بایستی بررسی نمود که آیا اصولاً احتمال مواجهه با این ماده وجود دارد یا خیر؟ چنانچه مواجهه وجود دارد، بایستی فشار بخار ماده برای ورود ماده به محیط مورد بررسی قرار گیرد. زیرا ممکن است ماده نتواند بصورت گاز و بخار وارد محیط گردد.

۵-۲. تدوین استراتژی نمونه برداری هوا

استراتژی نمونه برداری پایه و اساس برنامه اندازه گیری عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار است و کارشناسان بهداشت صنعتی می بایست با توجه به مفاد مندرج در پیوست شماره ۱ نسبت به تهیه استراتژی نمونه برداری اقدام نمایند. هدف از تدوین استراتژی ارائه برنامه دقیقی برای دستیابی به اهداف نمونه برداری است و مراحل آن عبارتند از:

- تعیین هدف و افراد/گروه مورد نمونه برداری
- تعیین ماده مورد نمونه برداری
- تعیین محل یا نوع نمونه برداری
- تعیین روش تکنیک نمونه برداری (تعیین لیست تجهیزات، وسایل و مواد مورد نیاز برای نمونه برداری و آنالیز مطابق روش کار)
- تعیین تعداد نمونه
- تعیین مدت زمان نمونه برداری
- تعیین زمان نمونه برداری
- گرفتن نمونه های شاهد

۵-۳. نمونه برداری از آلاینده های هوای محیط کار

در اندازه گیری آلاینده های محیط کار بایستی نکات ذیل در نظر گرفته شود:

- ۱- جهت اندازه گیری آلاینده های شیمیایی محیط کار بایستی از روش های استاندارد سازمان هایی نظیر OSHA و NIOSH استفاده نمود. در استفاده از این روشها علاوه بر اینکه بایستی از آخرین و به روزترین متد استفاده شود، از در دسترس بودن وسایل و روشهای نمونه برداری و آنالیز نیز اطمینان حاصل نمود.
- ۲- قبل از انجام هر اقدام جهت نمونه برداری هر ماده بایستی به نمادهای بکار رفته در جدول حدود تماس TLV نیز توجه نمود. زیرا ممکن است بر اساس نمادهای بکار رفته تجهیزات و روش نمونه برداری نیز تغییر کند (توضیحات بیشتر در بخش نمادها از کتاب حدود تماس شغلی عوامل بیماریزا در صنعت پتروشیمی ارائه گردیده است).
- ۳- جهت نمونه برداری از گرد و غبار موجود در محیط کار، چنانچه ذره موردنظر روش استاندارد اندازه گیری و TLV داشته باشد می توان بطور اختصاصی نسبت به اندازه گیری اقدام نمود. هنگام استخراج TLV از جدول حدود تماس ممکن است نمادهای مختلفی ذکر شده باشد که بر اساس آنها تجهیزات نمونه برداری نیز تغییر خواهد کرد. به عنوان مثال نماد I یا R نوع ذره را از نظر قابل تنفس یا قابل استنشاق بودن مشخص می کند. بر این اساس روش نمونه برداری نیز متفاوت خواهد بود، برای ذره قابل استنشاق بایستی از هولدر R استفاده نمود.

همچنین برخی از دستگاهها دبی مشخصی دارند که باید با همان دبی کار شود. در این حالت بایستی زمان نمونه برداری را تغییر داد.

۴- کلیه تجهیزات نمونه برداری بایستی در محیط کار کالیبره گردند. در صورتیکه در محیط این امکان وجود نداشت، بایستی با توجه به شرایط محیطی تصحیحات لازم مطابق فرمول زیر انجام شود و حجم هوا به حجم هوا در شرایط استاندارد تبدیل شود (تصحیح حجم با در نظر گرفتن فشار بخار آب):

$$V_s = V_m \times \frac{(P_{bar} - P_w)}{760} \times \frac{298}{t + 273}$$

V_s : حجم استاندارد یا حجم واقعی هوای نمونه برداری شده

V_m : حجم هوای نمونه برداری شده

P_{bar} : فشار هوا در شرایط نمونه برداری

P_w : فشار ناشی از بخار آب اشباع شده در دمای محیط، (با اندازه گیری دمای دماسنج خشک و تر و با استفاده از چارت سایکرومتریک محاسبه می گردد. این فشار بخصوص در محیطهای مرطوب بایستی در نظر گرفته شود)

t : دمای محیط بر حسب درجه سلسیوس

۵- بهتر است دوره های نمونه برداری سالانه در فصل های مختلف انجام شود.

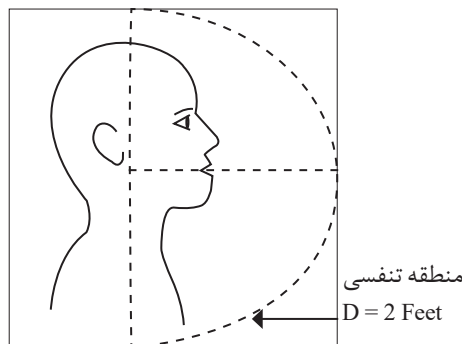
۶- قبل از انجام نمونه برداری بایستی با انجام پری تست از حدود آلودگی در محیط مطلع شد تا تمهیدات لازم حین کار در نظر گرفته شود.

۷- از آنجاییکه زغال فعال یک ترکیب غیرقطبی است و رطوبت موجود در محیط را جذب می نماید و این مسئله باعث کاهش راندمان جمع آوری می شود، هنگام نمونه برداری با زغال فعال، در صورتیکه میزان رطوبت محیط بالا باشد، بایستی با یک وسیله مناسب مانند سیلیکاژل که در ست نمونه برداری قبل از لوله زغال قرار می گیرد از تاثیر رطوبت جلوگیری نمود.

۸- هنگام نمونه برداری جهت ارزیابی مواجهه ۸ ساعته بایستی مواجهه سقفی هم در نظر گرفته شود، زیرا ممکن است نتایج مواجهه ۸ ساعته کمتر از حد مجاز باشد ولی مواجهه سقفی آن بالاتر از حد مجاز باشد. در صورت عدم وجود TLV-C برای یک ماده می توان سه برابر حد TLV-TWA را به عنوان معیار سقف در نظر گرفت (توضیحات بیشتر در کتاب حدود تماس شغلی، بخش محدوده های نوسان ذکر گردیده است).

۹- بهترین راه جهت کالیبراسیون پمپ های فردی استفاده از کالیبراتور دیجیتالی است که به سهولت می توان در محل نمونه برداری این کار را انجام داد.

۱۰- جهت ارزیابی مواجهه فردی نمونه برداری بایستی از منطقه تنفسی فرد انجام شود (شکل زیر). در این حالت بایستی با توجه به نوع وسیله نمونه برداری، پمپ فردی با دبی مناسب انتخاب نمود.



۱۱- از آنجائیکه در هنگام نمونه برداری امکان افت دبی پمپ وجود دارد، بایستی از یک اوری فیس یا روتامتر جهت تنظیم و حفظ دبی در حین نمونه برداری استفاده نمود (شکل زیر).



Worker wearing sampling pump and two tubes side-by-side for simultaneous tube sampling

کارشناس بهداشت صنعتی واحد HSE جهت نمونه برداری و ارزیابی آلاینده ها در محیط کار بایستی با توجه به نکات فوق الذکر و مطابق دستورالعمل های پیوست به شرح ذیل اقدام نماید. همچنین کاربرد دستگاه Firstcheck/Focheck و دلایل منع استفاده از آن در ارزیابی های بهداشت صنعتی نیز بطور خلاصه ارائه شده است.

پیوست شماره ۲: نمونه برداری از گرد و غبار کلی

پیوست شماره ۳: نمونه برداری از ذرات قابل استنشاق با استفاده از سیکلون

پیوست شماره ۴: نمونه برداری از گازها و بخارات آلی با استفاده از لوله ذغال فعال

پیوست شماره ۵: نمونه برداری از گازها و بخارات با استفاده از ایمپینجر

پیوست شماره ۶: نمونه برداری از گازها و بخارات آلی و معدنی با استفاده از لوله آشکارساز

پیوست شماره ۷: دستورالعمل استفاده از دستگاه Firstcheck /Focheck

۵-۴. ارزشیابی نتایج پایش هوا

آخرین مرحله از یک برنامه پایش آلاینده های هوا ارزشیابی یا مقایسه نتایج با مقادیر استاندارد است. به این منظور پس از اندازه گیری عوامل شیمیایی محیط کار لازم است مقادیر به دست آمده با حدود تماس شغلی مقایسه گردیده و در صورت تجاوز از این حدود نسبت به کنترل این عوامل و کاهش میزان مواجهه کارکنان اقدام گردد. جهت آگاهی از مقادیر آستانه مجاز عوامل شیمیایی به کتاب حدود تماس شغلی عوامل بیمارزا در صنعت پتروشیمی (NPCHSE- 107-04) مراجعه کنید. در این کتاب مدلهای مربوط به تعدیل حدود تماس شغلی برای ساعات کاری غیر معمول نیز ذکر گردیده است.^۱

از آنجائیکه در مراحل مختلف یک برنامه پایش و اندازه گیری خطاهایی وجود دارد، نمی توان نتایج آنرا با قطعیت بر واقعیت منطبق دانست. به همین دلیل کاربرد مفاهیم آماری و برآورد احتمال بالا یا پایین بودن از حد مجاز و قطعیت آن در این زمینه ضروری است. جهت اطلاع از انواع خطاها به پیوست ۸ مراجعه نمایید. چنانچه نتایج اندازه گیری به حدود مجاز نزدیک باشد بایستی جهت قضاوت دقیق تر از نتایج پایش های بیولوژیک و اسپرومتری نیز بهره گرفت.

۵-۴-۱. مراحل ارزشیابی نتایج و قضاوت نهایی

نتایج نمونه برداری و آنالیز نمونه های فردی یا محیطی به علت خطا در مراحل مختلف کار بندرت برابر مقادیر واقعی تراکم آلاینده موردنظر است. اختلاف بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی تراکم آلاینده، ناشی از خطاهای نمونه برداری و آنالیز (SAEs)^۲ می باشد.

میزان این خطا به اثرات ترکیبی از میزان خطاهای ذاتی مستتر در نمونه گیری، آنالیز و دبی پمپ بستگی دارد. کاربرد صحیح SAE در تصمیم گیری در مورد نتایج و به خصوص هنگامیکه نتایج به میزان حدود مجاز نزدیک هستند، بسیار مهم است.

ضرایب خطای تعیین شده توسط روشهای آماری باید در نتایج نمونه ادغام شود تا کمترین یا بیشترین مقدار از مواجهه واقعی یا ۲ حد زیر تعیین شود:

- ۱- حد پائین اطمینان (LCL) : پائینترین حد محتمل از تراکم آلاینده با یک درجه اطمینان مشخص
 - ۲- حد بالای اطمینان (UCL) : بالاترین حد محتمل از تراکم آلاینده با همان درجه اطمینان
- این حد اطمینان یک طرفه است چون تراکم واقعی آلاینده نسبت به حد مجاز آن فقط می تواند در یک طرف آن (کمتر یا بیشتر) واقع شود.

SAE رایج با حد اطمینان ۹۵٪ در فرم گزارش OSHA-91B ارائه شده است. چنانچه SAE برای آلاینده ای خاص در این فرم ارائه نشده بود، می توان مقدار آنرا از روشهای استاندارد ارائه شده توسط NIOSH^۳ یا OSHA^۴ یا منابع معتبر دیگر استخراج نمود. در این زمینه می توان از مقادیر دقت یا صحت نیز استفاده کرد.

$$\text{فاکتور کاهش RF} = \text{TLV} \times (\text{TLV} \text{ (ساعت ۸) } \times \text{RF}) \quad \text{TLV} = \text{تعدیل شده ۱-}$$

$$\text{ساعت مواجهه در یک روز hr} = \frac{\text{RF} \times (24 - \text{hr})}{8} \quad \text{روزانه}$$

$$\text{ساعت مواجهه در یک هفته hr} = \frac{\text{RF} \times (168 - \text{hr})}{8} \quad \text{هفتگی}$$

بعنوان مثال یک ماده شیمیایی با TLV یا PEL ۵۰ پی پی ام در یک شیفت ۱۰ ساعته به ۳۵ پی پی ام و در یک شیفت ۱۲ ساعته به ۲۵ پی پی ام کاهش پیدا می کند.

2- Sampling and Analytical Errors



چنانچه از لوله های آشکارساز یا وسایل قرائت مستقیم استفاده می شود، از SAE ارائه شده توسط تولید کننده این وسایل بایستی استفاده شود.

• روش محاسبه LCL و UCL با حد اطمینان ۹۵ درصد بسته به روش نمونه برداری متفاوت است. به همین دلیل در ابتدا بایستی روش نمونه برداری از آلاینده مشخص شود:

۱- نمونه برداری منفرد مداوم کل شیفت: نمونه برداری در کل یک شیفت کاری تنها با یک نمونه انجام می شود. این نمونه گیری یا در کل یک شیفت برای مقایسه با TWA انجام می شود، یا یک نمونه کوتاه مدت برای مقایسه با حد مجاز Ceiling گرفته می شود.

۲- نمونه برداری متوالی کل شیفت: نمونه برداری با استفاده از چندین نمونه در طول یک شیفت با دوره های زمانی مساوی یا متفاوت که در صورت تلفیق آنها با همدیگر کل یک شیفت کاری را پوشش می دهد، به عنوان مثال ۴ نمونه ۲ ساعته گرفته شده متوالی با ذغال فعال در طول یک شیفت.

۳- نمونه برداری لحظه ای (Grab Sampling): جمع آوری تعدادی نمونه کوتاه مدت در زمانهای مختلف در طی یک دوره نمونه برداری که ترکیب آنها با همدیگر، برآوردی از مواجهه کل شیفت را فراهم می کند. (مثال استفاده از لوله های آشکارساز یا وسایل قرائت مستقیم)

• تصحیحات لازم بر روی نتایج:

۱- نمونه برداری و آنالیز بایستی تحت شرایط دما، فشار و رطوبت مشابه شرایط کالیبراسیون انجام شود، در غیر اینصورت، تصحیح حجم با توجه به تغییرات لازم است.

۲- در صورت تغییرات دبی پمپ نمونه برداری، تثبیت دبی با استفاده از اریفیس ها ضروری است، در غیر اینصورت برآورد حجم نمونه هوا برای بیشترین دبی نمونه برداری شده لازم است.

۳- تبدیل واحدهای تراکم آلاینده (گازها و بخارات) به واحدهای متناظر حدود مجاز

$$C_{ppm(NTP)} = \frac{C_{(mg/m^3)} \times 24.45}{Mw}$$

الف- شرایط نمونه برداری منفرد کل شیفت

۱- تعیین تراکم تصحیح شده نمونه گرفته شده (X)

۲- تعیین تراکم مجاز آلاینده مورد بررسی (PEL / TLV)

۳- تعیین خطای نمونه برداری و آنالیز آلاینده مذکور (SAE)

۴- محاسبه تراکم استاندارد شده آلاینده (Y) $Y = X / PEL$

۵- محاسبه UCL و LCL با ضریب اطمینان ۹۵٪:

$$UCL = Y + SAE$$

$$LCL = Y - SAE$$

• طبقه بندی وضعیت مواجهه و قضاوت نهایی مطابق دستورالعمل زیر:

۱- اگر $UCL \leq 1$ مواجهه قطعاً کمتر از حد مجاز است.

۲- اگر $LCL > 1$ مواجهه قطعاً بیشتر از حد مجاز می باشد

۳- اگر $LCL \leq 1$ و $UCL > 1$ مواجهه بیشتر از حد مجاز محتمل می باشد.

ب- شرایط نمونه برداری متوالی کل شیفیت

SAE محاسبه شده در این روش اندکی کمتر از SAE شرایط قبلی است زیرا خطاهای ذاتی موجود تا حدودی اثرات یکدیگر را تعدیل می کنند. همچنین محاسبات ریاضی برای این روش بیشتر است.

۱- در ابتدا تراکمهای تصحیح شده هر یک از نمونه ها تعیین می شود ($X_1, X_2, \dots, X_n$).

۲- با داشتن زمانهای هر یک از نمونه ها میانگین وزنی زمانی تراکم برای کل شیفیت (TWA) محاسبه می گردد:

$$TWA = \frac{X_1 T_1 + X_2 T_2 + \dots + X_n T_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n}$$

۳- در مرحله بعد غلظت استاندارد شده محاسبه می شود:

$$Y = \frac{TWA}{TLV}$$

۴- با داشتن SAE و همانند روش قبل UCL و LCL تعیین می شود.

قضاوت نهائی در این شرایط نیز همانند شرایط قبل است. اما اگر نتیجه قضاوت نشانگر احتمال مواجهه بیش از حد مجاز بود، بایستی قضاوت دقیقتری بعمل آید. در این شرایط مقدار دقیق LCL و UCL از رابطه ذیل محاسبه می شود:

محاسبه دقیق LCL و UCL برای شرایط محتمل مواجهه بیش از حد:

$$LCL = Y - \frac{SAE (T_1^2 X_1^2 + T_2^2 X_2^2 + \dots + T_n^2 X_n^2)^{0.5}}{TLV (T_1 + T_2 + \dots + T_n)}$$

$$UCL = Y + \frac{SAE (T_1^2 X_1^2 + T_2^2 X_2^2 + \dots + T_n^2 X_n^2)^{0.5}}{TLV (T_1 + T_2 + \dots + T_n)}$$

• در خصوص نمونه های لحظه ای نیز بایستی ضمن مشاوره با متخصص، راهبرد مناسب جهت سنجش در نظر گرفته شده و میزان خطاهای اعلام شده توسط تولید کننده وسایل، مورد استفاده قرار گیرد.

ج- مواجهه با مخلوط مواد شیمیائی

مواجهه افراد با انواع آلاینده های شیمیائی که دارای اثرات مضر روی یک ارگان یا سیستم می باشند، در محیطهای کاری امری شایع است مانند (BTX). البته این آلاینده ها ممکنست بصورت ناخالصی در تولید برخی از مواد شیمیائی وجود داشته باشند.

۱- محاسبات حد مجاز این آلاینده ها بایستی بصورت ترکیبی در نظر گرفته شود:

$$E_m = \frac{C_1}{L_1} + \frac{C_2}{L_2} + \dots + \frac{C_n}{L_n}$$



E_m : مواجهه معادل مخلوط آلاینده ها

C : تراکم هریک از آلاینده ها

L : حد مجاز مواجهه هر آلاینده (معادل PEL یا TLV)

۲- در مرحله بعد نسبت مواجهه هر آلاینده (Y_n) محاسبه می شود:

$$Y_n = \frac{C_n}{L_n}$$

۳- سپس نسبت مواجهه با یک آلاینده به مواجهه کل (R_n) تعیین می شود:

$$R_1 = \frac{Y_1}{E_m} \dots\dots\dots R_n = \frac{Y_n}{E_m}$$

۴- SAE ادغام شده (با ضریب اطمینان ۰.۹۵) مربوط به کل آلاینده ها محاسبه می شود:

$$(RS_t) = [(R_1^2) (SAE_1^2) + (R_2^2) (SAE_2^2) + \dots + (R_n^2) (SAE_n^2)]^{0.5}$$

• قضاوت به ۲ روش:

الف- همانند روشهای قبل:

$$UCL = E_m + RS_t$$

$$LCL = E_m - RS_t$$

ب- حد کنترل مخلوط آلاینده ها (CL) برآورد می شود:

$$CL = 1 + RS_t$$

• اگر $Em \leq CL$ با اطمینان ۰.۹۵ مواجهه کمتر از حد مجاز می باشد و ممکنست نمونه گیریهای بیشتری لازم باشد (نتیجه محتمل و مشکوک).

• اگر $Em > 1$ و $Em > CL$ مواجهه بیشتر از حد مجاز است (با ضریب اطمینان ۰.۹۵).

– ارزشیابی نتایج بر اساس میزان صحت (Accuracy) اعلام شده در روشهای NIOSH به شرح ذیل می باشد:

• تعیین حد پائین و بالا :

$$C (1-A) < \hat{c} < C (1+A)$$

• مقایسه مستقیم حدود بالا و پائین با حد مجاز و قضاوت نهائی

۵-۵. پایش و اندازه گیری عوامل زیان آور شیمیایی توسط شرکت های پیمانکاری مجاز

در صورتی که فعالیت های اندازه گیری عوامل زیان آور شیمیایی توسط شرکت های پیمانکاری انجام می شود، لازم است این کار مطابق با مفاد مندرج در این دستورالعمل و آئین نامه استفاده از خدمات شرکت ها و موسسات مهندسی بهداشت حرفه ای در صنعت پتروشیمی (HSE-601-02) صورت گیرد. بمنظور ارزیابی دقت و صحت عملکرد آنها کارشناس بهداشت صنعتی واحد HSE بایستی نمونه یا نمونه هایی کور از موقعیت های تحت ارزیابی تهیه و آنالیز نماید. در صورتی که نتایج با یکدیگر دارای اختلاف فاحشی باشند، نتایج ارائه شده توسط پیمانکار قابل قبول نخواهد بود.

نکات قابل توجه در فرایند پایش عوامل شیمیایی محیط کار

- ۱- شرکت پیمانکار انجام دهنده پایش عوامل شیمیایی بایستی کلیه گراف های دستگاه های آنالیز را با قید شماره نمونه جهت درج در سوابق پایش به ناظر پروژه تحویل دهد.
- ۲- اطلاعات مربوط به منحنی کالیبراسیون اعم از منحنی کالیبراسیون و نمونه های تزریق شده برای رسم منحنی (حداقل ۴ گراف از نمونه های استاندارد) باید در پیوست نتایج آنالیز قرار داده شود.
- ۳- برای بررسی امکان ارزیابی عبور آلاینده ^۱ (BT) لازم است آنالیز بخش های اصلی (جلویی) و پشتیبانی (عقبی)^۲ لوله های جاذب بصورت مجزا انجام شده و نتایج بصورت جداگانه در گزارش قید شود. هرگونه آنالیز همزمان در قسمت فوق صرفاً با هماهنگی ناظر پروژه و وجود دلایل علمی کافی مبنی بر عدم عبور آلاینده از بخش جلویی لوله جاذب امکان پذیر خواهد بود. در صورت ایجاد (BT) نتایج نمونه ها رد می شوند.
- ۴- کدگذاری کلیه نمونه ها قبل از ارسال به آزمایشگاه آنالیز توسط ناظر پروژه انجام شود.
- ۵- قبل از ارسال نمونه ها برای آنالیز یک نسخه از گزارش اطلاعات نمونه برداری باید نزد ناظر پروژه نگهداری شود.
- ۶- در گزارش نتایج آنالیز کلیه اطلاعات دستگاهی لازم است قید شود. مهمترین آنها مشخصات دستگاه، شرایط دمایی محل تزریق، ستون، دتکتور، نوع اینجکتور، نوع و طول ستون، نوع دتکتور و حجم تزریق، میزان تقسیم نمونه (split) و تاریخ کالیبراسیون و تاریخ پیک نمونه ها می باشد.
- ۷- فاصله زمانی بین نمونه برداری تا آنالیز بایستی تا حد امکان کوتاه باشد (حداکثر یک هفته) زیرا ممکن است آلاینده قبل از آنالیز از قسمت جلویی لوله جاذب مهاجرت و وارد قسمت عقبی گردد (پدیده مهاجرت^۳)
- ۸- شرایط حمل نمونه بایستی بطور کامل رعایت گردد تا از، ازدست رفتن آلاینده و یا مهاجرت آن جلوگیری گردد. به این منظور می توان نمونه را هنگام حمل در بچ های حاوی یخ نگهداری نمود.
- ۹- حد تشخیص دستگاههای آنالیز (LOD) بایستی چک شود. اگر میزان نمونه از حد تشخیص دستگاه بیشتر باشد، میزان نمونه اشتباه و غیرقابل قبول می باشد. اگر زیر حد تشخیص دستگاه باشد صفر گزارش می شود.

۵-۶. سوابق

سوابق مربوط به اندازه گیری عوامل شیمیایی زیان آور بایستی بر اساس جدول زیر تا مدت زمان ذکر شده در مکانهای مشخص شده نگهداری شود.

سوابق	مکان نگهداری	مدت زمان نگهداری
فرم های ثبت نتایج اندازه گیری و لیست مواد شیمیایی	واحد HSE	۳۰ سال

۱- Breakthrough (BT): اگر در هنگام نمونه برداری، آلاینده از بخش جلویی لوله عبور کرده و به بخش عقبی لوله برسد و مقدار آلاینده رسیده به بخش عقبی بیشتر از ۲۵-۲۰٪ مقدار آن در بخش جلویی لوله باشد، در اینصورت پدیده Breakthrough اتفاق افتاده است. امروزه حد ۱۰ درصدی برای BT تعیین شده است. عوامل موثر بر ایجاد آن شامل دما، رطوبت، افزایش دبی، وجود چند ترکیب توام و اندازه لوله جاذب می باشد.

2-Main and backup

3-Migration



منابع :

- 1) American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH), Modern Industrial Hygiene, VOL1, 2nd Edition, 2008.
- 2) NIOSH, Occupational Exposure sampling strategy manual, Pub No: 77-173,
- 3) American Conference of Governmental Industrial Hygiene, Air sampling Instrument, 1989.
- 4) Henry J. McDermott, Air Monitoring for Toxic Exposure, Wiley interscience, 2004.
- 5) National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH), Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 1994.
- 6) Bisesi and Kohn's, Industrial Hygiene Evaluation Methods, Lewis Publishers, Second Edition, 2004.
- 7) Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Technical Manual, Personal Sampling For Air Contaminants.
- ۸- بهرامی، عبدالرحمن. نمونه برداری و تجزیه آلاینده ها در هوا (جلد اول و دوم)، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی همدان، ۱۳۸۱.
- ۹- روشهای ارزشیابی در بهداشت صنعتی، ترجمه دکتر فریده گلبابایی، مهدی جهانگیری و سلیمان خواجهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

پیوست شماره ۱- راهنمای تدوین استراتژی نمونه برداری

این راهنما برای کارشناسان بهداشت صنعتی که دارای اطلاعات پایه نمونه برداری از عوامل شیمیایی بوده و ارزیابی محیط کار را انجام می دهند، در نظر گرفته شده است.

استراتژی نمونه برداری می تواند برای یک فرایند خاص، برای یک بخش خاص از پروسه (محیط فیزیکی خاص) یا برای گروه افراد خاصی از شاغلین فرایند که در معرض تماس مشابه هستند^۱ (SEG) تعریف کرد. برای ارزیابی میزان مواجهه فردی استراتژی های پایش معمولاً برای گروهی از کارکنان که وظایف یکسان به روش مشابه انجام می دهند (تحت عنوان گروه با تماس مشابه (SEGs)) تدوین می شود.

گروه بندی افراد به وسیله بررسی دقیق فاکتورهایی نظیر تشابه وظایفی که انجام می دهند (نه لزوماً همان وظایف)، تماس با میزان یکسان از غلظت هوا برآورد آلاینده ها و یا تشابه محیط (فرایند، منابع تماس و اقدامات کنترلی) انجام می شود. استفاده از SEG برای کاهش هزینه و زمان لازم پیشنهاد شده است.

توصیه می شود در صورتی که در پایش مواجهه اعضای یک گروه، برخی از افراد، مواجهه ای بیش از ۲ برابر یا کمتر از نصف میانگین مواجهه آن گروه را داشتند، در دوره بعدی پایش به گروه های دیگری منتقل شوند. نکته دیگری که در استراتژی باید مشخص کرد این است که این برنامه برای بدترین حالت های مواجهه^۲ انجام شود یا برای حالت هایی که نماینده وضعیت کلی باشد.

با توجه به موارد فوق کارشناسان بهداشت صنعتی شرکتهای پتروشیمی می بایست با انجام یک پایش میدانی فرایندهای کاری را به طور کامل شناسایی نموده و افراد با مواجهه مشابه (SEGs) را مشخص نماید تا در هنگام پایش، افراد از آن لیست بصورت تصادفی برای برنامه پایش و تعیین مواجهه فردی انتخاب و مورد بررسی قرار گیرند.

۱- اهداف نمونه برداری

اهداف نمونه برداری که در یک استراتژی ممکن است مورد توجه قرار گیرد عبارتند از :

- تعیین نوع و تراکم آلاینده های هوا
- تعیین میزان تماس کارگران با آلاینده
- مطالعه در مورد منابع انتشار آلودگی (تعیین منابع آلودگی)
- تعیین وضعیت انتشار و پراکندگی آلاینده ها بر حسب توزیع زمانی و مکانی
- رسیدگی به شکایات رسیده از طرف کارگران (جنبه های قانونی)
- تعیین اثربخشی روش های کنترلی (تهویه و حفاظ گذاری)
- اهداف پژوهشی و تحقیقاتی
- حسن اجرای قوانین بهداشتی در صنایع مختلف
- انتخاب کنترل های مهندسی و کنترل فرایند
- انتخاب تجهیزات حفاظت فردی و تدوین برنامه زمانبندی تعویض کارتریج ماسک های تنفسی

1-Similar Exposure Group

2-Worst Case



۲- ماده مورد نمونه برداری

در پایان مرحله شناسایی عوامل شیمیایی محیط کار لیستی از مواد شیمیایی تهیه می شود که جهت نمونه برداری اولویت بندی شده اند. معمولاً برای اکثر اهداف نمونه برداری آلاینده های نگران کننده بایستی نمونه برداری شوند. نمونه برداری های کمی با هدف ارزیابی مواجهه باید پس از حصول اطمینان از وجود TLV ماده انجام شود. در برخی موارد همچون شناسایی منابع انتشار آلاینده، انتخاب کنترل های مهندسی و ارزیابی کنترل های مهندسی می توان یک ماده شاخص متفاوت از آلاینده های مورد نظر را نمونه برداری کرد.

۳- نوع نمونه برداری

نوع نمونه برداری به هدف نمونه برداری بستگی دارد:

۱-۳ نمونه های گرفته شده با هدف انتخاب کنترل های مهندسی، ارزیابی کنترل های مهندسی، شناسایی منابع یا کنترل فرایند معمولاً در مسیر وزش باد از منبع (در پایین دست) و تا حد امکان نزدیک به آن گرفته می شوند (نمونه برداری محیطی یا در منبع بر حسب مورد).

۲-۳ نمونه های گرفته شده با هدف ارزیابی ریسک، برآورد میزان مواجهه، انتخاب تجهیزات حفاظت فردی، انتخاب روش های ارزیابی یا پایش بیولوژیک و بررسی شکایات، باید تا حد امکان نزدیک به منطقه تنفسی افراد تحت تاثیر گرفته شود (نمونه برداری فردی - SEG). چنانچه از نمونه برداری محیطی بجای نمونه برداری فردی استفاده نتایج قابل استناد نخواهد بود.

۳-۳ نمونه بردارها برای اعلام هشدار در فضای بسته باید خیلی نزدیک به خروجی تهویه قرار داده شوند. تا اگر نشستی در هر جای محیط اتفاق بیفتد این نمونه ها افزایش غلظت را نشان دهند. محل نمونه برداری برای اعلام هشدار خطر مواد شیمیایی در فضای باز باید در مسیر وزش باد در پایین دست منابع بالقوه آلاینده قرار گیرد تا بتوانند غلظت مواد شیمیایی موجود در هوا را تشخیص دهند (نمونه برداری محیطی).

۴- تکنیک / روش نمونه برداری

۱-۴ برای تعیین و انتخاب روش نمونه برداری بایستی به روش های استاندارد نظیر OSHA, NIOSH, ASTM مراجعه نمود.

۲-۴ چگونگی نمونه برداری به نوع تجهیزات نمونه برداری در دسترس، روش های آنالیز و اهداف نمونه برداری بستگی دارد.

۳-۴ روش های آنالیز نمونه، استراتژی نمونه برداری را از طریق محدود کردن حداقل و حداکثر مدت زمان جمع آوری هر نمونه تحت تاثیر قرار می دهد.

۵- زمان نمونه برداری

عوامل مهم در تصمیم گیری برای زمان نمونه برداری عبارتند از:

الف- نوع فعالیت (کار) شامل: فعالیت های تکراری (همچون خطوط تولید که در آن سیکل کاری به طور روزانه با تغییرات خیلی کم انجام می شود)، فعالیت های غیرتکراری یا نامنظم (همچون تعمیر و نگهداری یا بازرسی که بصورت موردی انجام می شود) و فعالیت یا فرایندهای محصور (که در آنها به جز در زمان نشستی یا ریخت و پاش مواد شیمیایی مواجهه وجود ندارد).



ب- زمان شروع : گاهی نمونه برداری باید در زمانی که ریسک مواجهه یا ناشی (رها سازی) قابل توجه وجود دارد شروع شود. در اغلب موارد نمونه برداری باید در آغاز شیفت کاری یا در آغاز چرخه تولید که تماس یا انتشار قابل توجه وجود دارد، شروع شود.

بطور کلی زمان نمونه برداری می تواند در ساعات مختلف، در شیفت های کاری مختلف، در هفته های مختلف و در فصل های مختلف باشد.

۶- تعداد نمونه ها

فاکتورهایی که در تعیین تعداد نمونه ها می بایست مورد توجه قرار گیرند عبارتند از :

الف- هدف نمونه برداری، غلظت آلاینده و نحوه انتشار آلاینده
چنانچه انتشار آلاینده در محیط کار یکنواخت باشد و کار در سه شیفت انجام شود، ۲ تا ۵ نمونه جهت تعیین غلظت آلاینده در محیط کار کافی خواهد بود. اگر هدف تعیین اثر بخشی روشهای کنترلی باشد دو نمونه کافی است (در حالت های روشن و خاموش دستگاه).

ب- محدودیت تجهیزات: طول مدت زمان فعالیت نمونه برداری شده و حداقل و حداکثر طول مدت زمان ممکن برای یک نمونه منفرد به وسیله محدودیت روش های نمونه برداری و آنالیز، تعیین می شود. برای مثال یک شیفت کاری ۸ ساعته می تواند با یک نمونه ۸ ساعته، ۲ نمونه ۴ ساعته، ۴ نمونه ۲ ساعته یا ۸ نمونه ۱ ساعته نمونه برداری شود که این نوع آن به ویژگی های تجهیزات در دسترس بستگی دارد.

ج- ویژگی های فعالیت تحت نمونه برداری: برای تماس های نسبتاً ثابت نمونه های کمی مورد نیاز است. در تماسهای نامنظم یا چرخشی باید بر حسب شناختی که از فعالیت (در فاز شناسایی) به دست می آید، تصمیم گیری شود.

د- هزینه: حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای دستیابی به اهداف نمونه برداری مناسب ترین تعداد نمونه است که گرفته می شود.

ه- ملاحظات آماری: معمولاً یک نمونه از هر فعالیت بندرت کافی است. برای فعالیت طولانی مدت، ۲ تا ۴ نمونه ممکن است کافی باشد.

برای نمونه های کوتاه مدت به روش گراب سمپل (نمونه کوتاه مدت) تعداد ۱، ۴ تا ۷ نمونه از همان فعالیت مورد نیاز است.

نمونه های کوتاه مدت بیشتر، بهتر از تعداد کم نمونه طولانی مدت، کل دوره نمونه برداری را پوشش می دهند. زیرا آنها اطلاعات بیشتری را بدست می دهند. برای مثال در کل شیفت می توان با گرفتن تعدادی نمونه کوتاه مدت پشت سرهم، میزان مواجهه را در کل شیفت را تخمین زد و نوسانات سطوح تماس در طول یک روز کاری را مورد بررسی قرار داد.

یک نمونه منفرد در کل شیفت نیز میزان مواجهه کل شیفت را تخمین خواهد زد اما نوسانات را نشان نمی دهد. برای فعالیت های تکراری که در یک مدت زمان طولانی انجام می شود فقط تعداد کلی نمونه ها مهم نیست، بلکه باید مشخص شود چند نمونه در هر روز، هفته، ماه یا سال می بایست گرفته شود.

به طور کلی در هر محیطی ابتدا باید نمونه برداری پری تست انجام و از نتایج آن در تعیین تعداد نمونه بهره جست. بعد از نمونه برداری اولیه تعدادی نمونه باید بر اساس تغییرات مشاهده شده و اهداف نمونه برداری گرفته شود. تجربه نشان داده که حداقل ۱۰ نمونه برای مشاهده تغییرات دوره ای (حالت تنابویی) و سیر تغییرات لازم است. اگر تغییرات روزانه مهم هستند، ۱۰ نمونه در هر روز لازم است و چنانچه تغییرات فصلی مهم هستند، ۱۰ نمونه هر سه ماه یکبار لازم است. چنانچه استراتژی نمونه برداری، نمونه برداری از گروه های مشابه از نظر مواجهه است (SEG)، تعداد نمونه با توجه به جدول زیر تعیین می شود.



تعداد نمونه اولیه برای ضریب اطمینان ۹۰٪	
تعداد افراد گروه N	تعداد نمونه مورد نیاز
۸	۷
۹	۸
۱۰	۹
۱۱-۱۲	۱۰
۱۳-۱۴	۱۱
۱۵-۱۷	۱۲
۱۸-۲۰	۱۳
۲۱-۲۴	۱۴
۲۵-۲۹	۱۵
۳۰-۳۷	۱۶
۳۸-۴۹	۱۷
۵۰	۱۸
ضریب اطمینان ۹۰٪ به این معناست که با احتمال ۹۰٪ در صورت نمونه برداری از تعداد افرادی که در جدول پیشنهاد شده است (بعنوان مثال ۱۸ نفر از یک جمع ۶۰ نفری) میانگین مواجهه بدست آمده حداکثر ۱۰٪ با میانگینی که از نمونه برداری هر ۶۰ نفر بدست می آید تفاوت خواهد داشت. N = تعداد افراد گروه اصلی در معرض خطر n = سائز نمونه یا سائز زیر گروه $n = N$ if $N \leq 7$	

۷- مدت زمان نمونه برداری

مدت نمونه برداری تحت تاثیر عوامل زیادی از جمله هدف نمونه برداری است. اگر هدف از نمونه برداری بررسی مطابقت با استانداردها باشد طول مدت زمان نمونه برداری باید همان مقدار که در استاندارد مشخص شده است، باشد. همچنین محدودیت تجهیزات، ویژگی های فعالیت تحت نمونه برداری، ملاحظات آماری و سهولت کار از دیگر عوامل موثر بر طول مدت نمونه برداری هستند.

به طور کلی مدت زمان نمونه برداری بسته به انتخاب روش های نمونه برداری از آلاینده که در ذیل شرح داده شده اند، متفاوت است :

۱- نمونه برداری منفرد مداوم کل شیفت

نمونه برداری در کل یک شیفت کاری تنها با یک نمونه انجام می شود. این نمونه گیری یا در کل یک شیفت ۸ ساعته برای مقایسه با TWA انجام می شود، یا یک نمونه کوتاه مدت ۱۵ دقیقه برای مقایسه با حد مجاز Ceiling گرفته می شود. بطور مثال از این روش می توان برای اندازه گیری گردوغبار قابل تنفس استفاده کرد. حسن این روش این است که میانگین کل مواجهه را داریم ولی متوجه نوسانات در محیط کار نمی شویم و هیچ جاذبی ظرفیت ۸ ساعت نمونه برداری را ندارد و برای حلال ها نامناسب است.



۲- نمونه برداری متوالی کل شیفت

نمونه برداری با استفاده از چندین نمونه در طول یک شیفت با دوره های زمانی مساوی یا متفاوت که در صورت تلفیق آنها با همدیگر کل یک شیفت کاری را پوشش می دهد، به عنوان مثال ۴ نمونه ۲ ساعته گرفته شده متوالی با ذغال فعال در طول یک شیفت.

مزیت نمونه برداری متوالی: از دست رفتن کلیه اطلاعات در اثر ایجاد اختلال یا نقص در فرآیند نمونه برداری مانند: نقص در عملکرد پمپ، آلوده شدن نمونه گیر و گرفتن چند نمونه در طول یک شیفت کاری امکان تشخیص تغییرات تراکم آلاینده در طول یک شیفت را فراهم می کند، همچنین احتمال خط اندکی کاهش می یابد.

۳- نمونه برداری متوالی بخشی از شیفت

یک یا چند نمونه با زمانهای مساوی یا نامساوی در بخشی از یک شیفت کاری که ۸۰-۷۰ درصد آنرا پوشش می دهد گرفته می شود. برای استاندارد ۸ ساعته نمونه یا نمونه ها باید بین ۴-۸ ساعت (کمتر از ۸ ساعت) را پوشش دهند. عیب روش این است که ممکن است غلظت در بخش از شیفت که نادیده گرفته می شود، بالا برود.

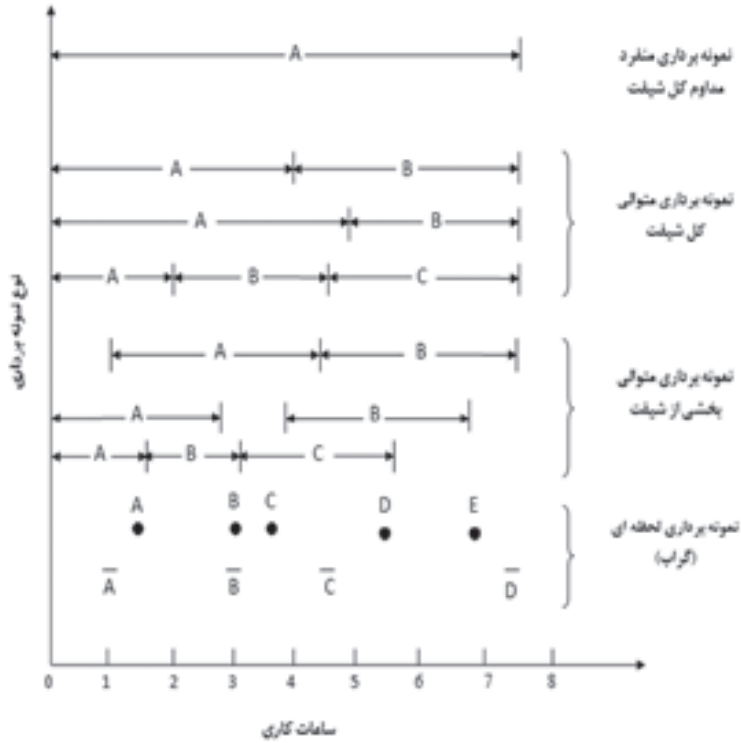
۴- نمونه برداری لحظه ای (Grab Sampling)

جمع آوری تعدادی نمونه کوتاه مدت در زمانهای مختلف در طی یک دوره نمونه برداری که ترکیب آنها با همدیگر، برآوردی از مواجهه کل شیفت را فراهم می کند (مثال استفاده از لوله های آشکار ساز یا وسایل قرائت مستقیم و کیسه های نمونه برداری). در این روش هر یک از نمونه ها باید در فواصل زمانی کوتاه (کمتر از یک ساعت) و بصورت تصادفی در محدوده ای از زمان که استاندارد مشخص کند، گرفته شوند. معمولاً کل زمان بایستی از ۴ ساعت کمتر باشد. تعداد نمونه بهینه برای برآورد مواجهه ۸ ساعته بین ۱۱-۸ نمونه در نظر گرفته می شود، برای زمانی که عملکرد کارگر و مواجهه آن نسبتاً ثابت باشد. میانگین این نمونه ها به عنوان میانگین غلظت در کل زمان تماس برآورد خواهد شد. این روش برای نمونه برداری از گردوغبار نامناسب است.

- از آنجایی که روش های نمونه برداری کوتاه مدت به منظور تعیین پیک آلودگی در محدوده منطقه تنفسی کارگر به کار می روند، نمونه ها باید در حین انجام کارهایی که ایجاد تماس بیشتر می نمایند گرفته شوند. معمولاً بیش از یک نمونه منفرد کوتاه مدت برای بررسی صحیح مواجهه مورد نیاز است.

- اگر تغییرات کمی در غلظت هوا در طول مدت تماس وجود دارد قضاوت در مورد امکان وجود پیک تماس مشکل است. در این حالت الگوی نمونه برداری تصادفی به وسیله تقسیم طول مدت تماس به زمان های ۱۵ دقیقه ای متوالی و نمونه برداری در تعداد قابل توجهی از این زمان های انتخاب شده به طور تصادفی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.





شکل ۱- انواع روش های نمونه برداری برای ارزیابی میانگین مواجهه ۸ ساعته

جدول شماره ۱ - فرم تدوین استراتژی نمونه برداری آلاینده های هوای محیط کار

مجموعه/ واحد : دامنه کاربرد استراتژی: هدف ارزشیابی:							
ردیف	منبع مواجهه	ماده مورد بررسی	حدود تماس شغلی (کتاب حدود تماس شغلی)	نوع نمونه (فردی - محیطی)	تکنیک نمونه برداری (شماره استاندارد)	زمان و مدت نمونه برداری	تعداد نمونه و توضیحات
نام کارشناس بهداشت صنعتی :							

پیوست شماره ۲- نمونه برداری از گرد و غبار کلی

مقادیر حدود تماس مجاز از طرف سازمانهای معتبر نظیر OSHA (PEL) و ACGIH (TLV) به طور اختصاصی برای گردوغبارهای سمی ارائه شده است. در صورتی که گرد و غبار موجود در هوای محیط کار سمی نبوده و خاصیت آزاردهنده نداشته باشند، گرد و غبار کلی جزو گرد و غبار طبقه بندی نشده محسوب می شود و برای نمونه برداری از آنها روش ارائه شده از طرف سازمانهای مذکور کلی می باشد. واحد HSE بایستی برای نمونه برداری از گرد و غبار کلی موجود در محیطهای کاری به ترتیب زیر عمل کند :

۱. مواد و وسایل مورد نیاز

- ۱-۱. فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با قطر ۳۷ میلیمتر و پورسایز ۲ تا ۵ میکرومتر.
- ۲-۱. پد محافظ فیلتر با قطر ۳۷ میلی متر.
- ۳-۱. کاست ۳۷ میلیمتری سه مرحله ای بعنوان فیلتر هولدر به همراه تویی های ورودی و خروجی کاست.
- ۴-۱. پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف.
- ۵-۱. ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ میلی گرم.
- ۶-۱. پنس (ترجیحا نایلونی).
- ۷-۱. دستگاه خنثی کننده بار استاتیک.
- ۸-۱. دسیکاتور.
- ۹-۱. فلومتر حباب صابون با پایه نگهدارنده
- ۱۰-۱. کرومومتر.
- ۱۱-۱. فرم های ثبت اطلاعات.

۲. آماده سازی فیلترها قبل از نمونه برداری

- ۱-۲. فیلترها را ۲۴ ساعت قبل از وزن کردن در داخل دسیکاتور قرار دهید تا رطوبت آنها گرفته شود.
- ۲-۲. بعد از خروج فیلترها از دسیکاتور و قبل از وزن کردن آنها، فیلترها را از داخل خنثی کننده بار استاتیک عبور دهید تا بار استاتیکی آنها حذف شود (بار استاتیک موجود در روی فیلتر باعث جذب ناخواسته ذرات بر روی فیلتر شده و در نتایج اندازه گیری خطا ایجاد خواهد کرد).
- ۳-۲. ترازوی الکترونیکی را کالیبره کرده و فیلترها را توسط آن وزن کنید و وزن آنها را بر حسب میلیگرم یادداشت کنید. فیلترها را برای بار دوم وزن کنید، در صورتی که اختلاف وزن اولیه و ثانویه بیشتر از ۰/۰۰۵ میلی گرم باشد ترازوی الکترونیکی را برای بار دوم کالیبره کرده و فیلتر را دوباره وزن کنید. ولی اگر اختلاف وزن اولیه و ثانویه کمتر از ۰/۰۰۵ میلیگرم باشد میانگین دو وزن را به عنوان وزن فیلتر قبل از نمونه برداری یادداشت کنید.
- ۴-۲. پشت پد محافظ را شماره گذاری کرده و همانند شکل شماره ۱ در قسمت خروجی کاست قرار دهید (سمت شماره گذاری شده باید در قسمت پایینی کاست قرار گیرد).





شکل شماره ۱: کاست سه مرحله ای ۳۷ میلیمتری با فیلتر و پد محافظ. (الف) اجزای کاست ب، (ج) کاست مونتاژ شده به همراه نوار سلولزی یا نوار چسب

- ۵-۲. فیلتر را در داخل کاست فیلتر بر روی پد محافظ قرار داده و کاست را طوری ببندید که امکان هیچگونه نشتی در کاست وجود نداشته باشد.
- ۶-۲. درپوش های کاست فیلتر را بر روی سوراخ های ورودی و خروجی آن قرار دهید.
- ۷-۲. نوار سلولزی مرطوب را دور کاست فیلتر بکشید و اجازه دهید تا خشک شود. شماره نوشته شده بر روی پد محافظ را بر روی این نوار نیز بنویسید.

۳. کالیبراسیون

- ۱-۳. پمپ نمونه برداری را روشن کرده و اجازه دهید قبل از کالیبراسیون بمدت ۵ دقیقه کار کند.
- ۲-۳. پمپ نمونه برداری باید قبل و بعد از نمونه برداری توسط یک کالیبراتور دستی یا الکترونیکی کالیبره شود. در هنگام کالیبراسیون باید بستر جمع آوری (کاست سه مرحله ای محتوی فیلتر PVC و پد محافظ آن) همانند شکل شماره ۲ در مدار کالیبراسیون قرار بگیرد.



شکل شماره ۲: مدار کالیبراسیون

۳-۳. دبی قبل (Q_{pre}) از نمونه برداری را از طریق اندازه گیری زمان طی کردن حباب در حجم مشخصی (۵۰۰-۱۰۰۰) از لوله حباب صابون بدست آورید. اندازه گیری زمان را سه بار تکرار کرده و زمان متوسط را بدست آورده و دبی پمپ را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید. نتایج کالیبراسیون را در فرم شماره NPCHSE-109-F001 ثبت کنید.

$$Q \left(\frac{\text{Lit}}{\text{min}} \right) = \frac{V(\text{cm}^3)}{T_{ave}(\text{Sec})} \times \frac{60(\text{Sec})}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ Lit}}{1000 \text{ cm}^3}$$

در صورتیکه دبی محاسبه شده کمتر یا بیشتر از ۲ لیتر بر دقیقه باشد، دبی پمپ را با استفاده از پیچ گوشتی تنظیم دبی کاهش یا افزایش داده و از طریق زمان های بدست آمده دبی را محاسبه کنید. این کار باید تا زمانی انجام شود تا دبی پمپ به ۲ لیتر بر دقیقه برسد.

۴. نمونه برداری

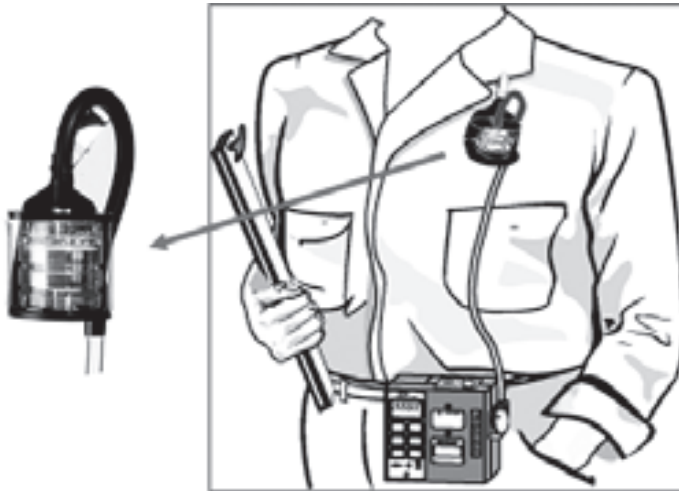
۴-۱. قبل از شروع نمونه برداری مدت زمان نمونه برداری را بر حسب دقیقه با توجه به دبی نمونه برداری (۲ لیتر بر دقیقه) و حجم هوای نمونه برداری شده (۷ تا ۱۳۳ لیتر- در صورتی که غلظت گرد و غبار در محیط زیاد باشد حجم حداقل ۷ لیتر و در صورت کم بودن غلظت حجم حداکثر ۱۳۳ لیتر در نظر گرفته می شود) را محاسبه نمایید. بطور مثال اگر حجم ۱۳۳ لیتر را انتخاب کنید، مدت زمان نمونه برداری با دبی ۲ لیتر بر دقیقه ۶۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه خواهد شد.

۴-۲. مطابق شکل شماره ۳ کاست حاوی فیلتر وزن شده را با استفاده از لوله قابل انعطاف به پمپ نمونه برداری کالیبره شده متصل کنید، در صورت نمونه برداری فردی پمپ نمونه برداری را به کمر کارگر وصل کنید و در صورت نمونه برداری محیطی پمپ را در محل مناسب قرار دهید.



شکل شماره ۳: نحوه قرارگیری کاست فیلتر و ورودی هوا در هنگام نمونه برداری

۳-۴. در نمونه برداری فردی کاست فیلتر را به یقه کارگر (منطقه تنفسی) متصل نمائید (شکل شماره ۴). در نمونه برداری محیطی کاست فیلتر را در ارتفاع ۱۲۰ تا ۸۰ سانتیمتر از سطح زمین قرار دهید. نحوه قرار گیری کاست فیلتر باید به نحوی باشد که سوراخ ورودی به سمت زمین قرار گیرد.



شکل ۴- نحوه قرار گیری کاست فیلتر و ورودی هوا در نمونه برداری فردی

در هر سری از نمونه برداری ۲ تا ۴ فیلتر شاهد نیز تهیه کنید، بطوریکه فیلترهای شاهد و فیلترهای نمونه برداری با شرایط آزمایشگاهی و میدانی یکسانی از نظر دما و فشار در مواجهه باشند. تمام عملیاتی که در مورد نمونه اصلی انجام شده بایستی برای نمونه شاهد نیز انجام گیرد، با این تفاوت که هوا از داخل نمونه شاهد بوسیله پمپ عبور داده نمی شود. پس از پایان نمونه برداری بر روی آن برجسب نمونه شاهد زده شود.

۴-۴. پمپ را روشن کرده و زمان را یادداشت کنید. پس از اتمام نمونه برداری پمپ نمونه برداری را خاموش کرده و زمان را یادداشت کنید. کاست فیلتر را از پمپ نمونه برداری جدا کرده، تویی ها را در سوراخ های ورودی و خروجی کاست قرار دهید و نمونه را به آزمایشگاه منتقل کنید. نتایج نمونه برداری را در فرم شماره NPCHSE-109-F002 ثبت کنید.

۵. آماده سازی نمونه ها

- ۱-۵. گرد و غبار روی سطح خارجی کاست فیلتر را با یک دستمال کاغذی پاک کنید.
- ۲-۵. تویی ها را از سوراخ های ورودی و خروجی کاست برداشته و کاست نمونه برداری را بمدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرار دهید.

۶. آنالیز نمونه ها

- ۱-۶. قبل از وزن کردن نمونه ها ترازوی الکترونیکی را کالیبره کنید.
- ۲-۶. نمونه ها را از دسیکاتور بیرون آورده و باند سلولزی اطراف کاست فیلتر را باز کنید.
- ۳-۶. قطعات میانی و ورودی کاست سه مرحله ای را به آرامی باز کنید.
- ۴-۶. با استفاده از یک پراب (Probe) به آرامی فیلتر را از سوراخ بخش خروجی کاست بالا بیاورید بطوریکه فیلتر به راحتی با پنس برداشته شود.
- ۵-۶. با استفاده از پنس به آرامی فیلتر را در داخل ترازوی الکترونیکی قرار دهید.
- ۶-۶. وزن فیلترها را با دقت ۰/۰۰۱ میلیگرم در فرم شماره NPDHSE-109-F003 یادداشت کنید.

۷. تعیین دبی پمپ نمونه برداری بعد از انجام نمونه برداری (Q_{post})

بدین منظور در آزمایشگاه یک کاست حاوی فیلتر را در مدار کالیبراسیون قرار داده و دبی پمپ را همانند روش توضیح داده شده در اندازه گیری دبی قبل از نمونه برداری و با استفاده از فلومتر حباب صابون بدست آورده و دبی متوسط (Q_{ave}) را از طریق فرمول ارائه شده در زیر تعیین کنید. این عمل برای تعیین دبی پمپ بعد از نمونه برداری بوده و نباید مقدار دبی پمپ با استفاده از پیچ گوشتی تغییر داده شود. دبی بعد از نمونه برداری باید در محدوده دبی قبل از نمونه برداری باشد.

$$Q_{ave} = \frac{Q_{pre} + Q_{post}}{2}$$

۸. محاسبات

غلظت گرد و غبار کلی در حجم هوای نمونه برداری شده را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید :

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3$$

C : غلظت گرد و غبار کلی (میلیگرم بر متر مکعب)

W_1 : وزن خالص فیلتر قبل از نمونه برداری (میلیگرم)

W_2 : وزن فیلتر بعد از نمونه برداری (میلیگرم)

B_1 : میانگین وزن خالص فیلترهای شاهد (میلیگرم)

B_2 : میانگین وزن خالص فیلترهای شاهد بعد از نمونه برداری (میلیگرم)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر (حجم هوای نمونه برداری شده از حاصلضرب دبی متوسط (Q_{ave})

بر حسب لیتر بر دقیقه و مدت زمان نمونه برداری شده بر حسب دقیقه بدست می آید).

۹. ارزشیابی مقدار گرد و غبار کلی اندازه گیری شده

مقدار گرد و غبار کلی اندازه گیری شده بر حسب میلیگرم بر مترمکعب را با مقادیر استاندارد ارائه شده از طرف سازمانهای معتبر مانند ($15 \frac{mg}{m^3}$) OSHA و ($10 \frac{mg}{m^3}$) ACGIH مقایسه کنید. در صورتیکه مقدار گرد و غبار کلی اندازه گیری شده بیشتر از مقدار استاندارد باشد باید تمهیدات لازم جهت کنترل تولید و انتشار گرد و غبار در محیط کار در نظر گرفته شود.



پیوست شماره ۳- نمونه برداری از ذرات قابل تنفس^۱ با استفاده از سیکلون

با توجه به اینکه جایگزینی ذرات در قسمت های مختلف دستگاه تنفسی و به ویژه ناحیه تبادل گازهای تنفسی (حبایچه ها) بر اساس ساینز آنها صورت می گیرد، ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون وارد سیستم تنفسی شده و در قسمت های مختلف آن ته نشین می شوند. بدلیل اهمیت این ذرات از نظر بیماریزایی در سیستم تنفسی تعیین تراکم آنها در هوای تنفسی ضروری است. واحد HSE برای نمونه برداری از ذرات قابل تنفس موجود در محیطهای کاری بایستی به ترتیب زیر عمل کند :

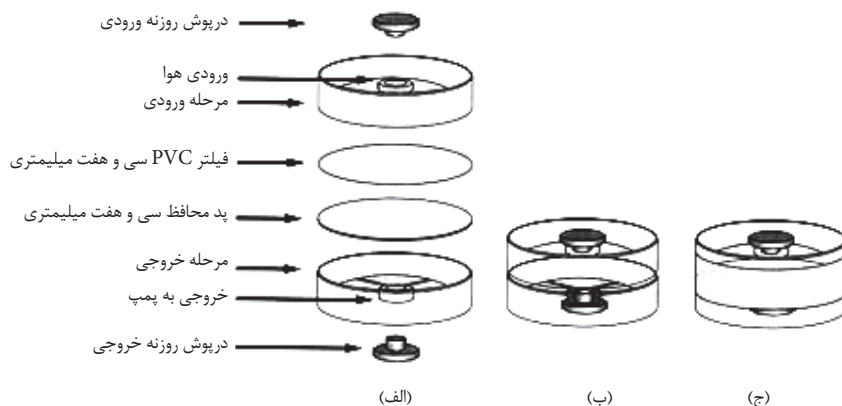
۱. مواد و وسایل مورد نیاز

- ۱-۱. فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با قطر ۳۷ میلیمتر و پورسایز ۵ میکرومتر.
- ۲-۱. پد محافظ فیلتر با قطر ۳۷ میلیمتر.
- ۳-۱. کاست ۳۷ میلیمتری دو مرحله ای بعنوان فیلتر هولدر به همراه تویی های ورودی و خروجی کاست.
- ۴-۱. نوار سلولزی مرطوب
- ۵-۱. پمپ نمونه برداری فردی (با دبی $\frac{Lit}{min} \pm 0.5$ برای سیکلون نایلونی، $\frac{Lit}{min} \pm 0.5$ برای سیکلون HD (Hinggins - Dewell) و $\frac{Lit}{min} \pm 0.5$ برای سیکلون آلومینیومی)
- به همراه لوله های قابل انعطاف.
- ۶-۱. سیکلون
- ۷-۱. ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ میلیگرم.
- ۸-۱. پنس (ترجیحا نایلونی).
- ۹-۱. دستگاه خنثی کننده بار استاتیک.
- ۱۰-۱. دسیکاتور.
- ۱۱-۱. شیشه کالیبراسیون ۲ لیتری.
- ۱۲-۱. فلومتر حباب صابون و پایه نگهدارنده
- ۱۳-۱. کرومومتر.
- ۱۴-۱. فرم های ثبت اطلاعات.

۲. آماده سازی فیلترها قبل از نمونه برداری

- ۱-۲. فیلترها را ۲۴ ساعت قبل از وزن کردن در داخل دسیکاتور قرار دهید تا رطوبت آنها گرفته شود.
- ۲-۲. بعد از خروج فیلترها از دسیکاتور و قبل از وزن کردن آنها، فیلترها را از داخل خنثی کننده بار استاتیک عبور دهید تا بار استاتیکی آنها حذف شود (بار استاتیک موجود در روی فیلتر باعث جذب ناخواسته ذرات بر روی فیلتر شده و در نتایج اندازه گیری خطا ایجاد خواهد کرد).
- ۳-۲. ترازوی الکترونیکی را کالیبره کرده و فیلترها را توسط آن وزن کنید و وزن آنها را بر حسب میلیگرم یادداشت کنید. فیلترها را برای بار دوم وزن کنید، در صورتی که اختلاف وزن اولیه و ثانویه بیشتر از ۰/۰۰۵ میلیگرم باشد ترازوی الکترونیکی را برای بار دوم کالیبره کرده و فیلتر را دوباره وزن کنید. ولی اگر اختلاف وزن اولیه و ثانویه کمتر از ۰/۰۰۵ میلی گرم باشد میانگین دو وزن را به عنوان وزن فیلتر قبل از نمونه برداری یادداشت کنید.





شکل شماره ۱: کاست دو مرحله ای ۳۷ میلیمتری با فیلتر و پد محافظ

۴-۲. پشت پد محافظ را شماره گذاری کرده و همانند شکل شماره ۴ در قسمت خروجی کاست قرار دهید (سمت شماره گذاری شده باید در قسمت پایینی کاست قرار گیرد).

۵-۲. فیلترها را در داخل کاست فیلتر بر روی پد محافظ قرار داده و کاست را مونتاژ کنید. بطوریکه امکان هیچگونه نشتی در کاست وجود نداشته باشد.

۶-۲. تویی های کاست فیلتر را بر روی سوراخ های ورودی و خروجی آن قرار دهید.

۷-۲. نوار سلولزی مرطوب را دور کاست فیلتر بکشید و اجازه دهید تا خشک شود. شماره نوشته شده بر روی پد محافظ را بر روی این نوار نیز بنویسید.

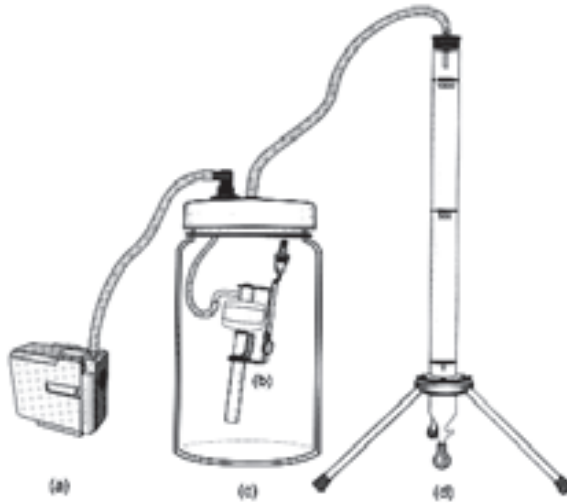
۳. کالیبراسیون

۱-۳. پمپ نمونه برداری را روشن کرده و اجازه دهید قبل از کالیبراسیون بمدت ۵ دقیقه کار کند.

۲-۳. پمپ نمونه برداری باید قبل و بعد از نمونه برداری توسط یک کالیبراتور دستی یا الکترونیکی کالیبره شود. در زمان کالیبراسیون باید بستر جمع آوری (کاست دومرحله ای محتوی فیلتر PVC و پد محافظ آن) در داخل سیکلون و شیشه کالیبراسیون قرار داده شود بطوریکه شیشه کالیبراسیون بین پمپ نمونه برداری و کالیبراتور قرار گیرد (همانند شکل شماره ۵). خروجی وسیله کالیبراتور بایستی به ورودی شیشه کالیبراسیون متصل شده و خروجی شیشه کالیبراسیون به پمپ نمونه برداری وصل شود.

۳-۳. دبی را از طریق اندازه گیری زمان طی کردن حباب در حجم مشخصی (۵۰۰- یا ۱۰۰۰- ۰) از لوله حباب صابون بدست آورید. اندازه گیری زمان را سه بار تکرار کرده و زمان متوسط را بدست آورده و دبی پمپ را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید. نتایج کالیبراسیون را در فرم شماره NPCHSE-109-F001 ثبت کنید.

$$Q \left(\frac{\text{Lit}}{\text{min}} \right) = \frac{V(\text{cm}^3)}{T_{\text{ave}}(\text{Sec})} \times \frac{60(\text{Sec})}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ Lit}}{1000 \text{ cm}^3}$$



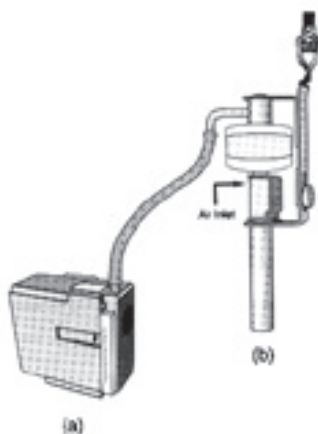
شکل شماره ۲: مدار کالیبراسیون

در صورتی که دبی محاسبه شده کمتر یا بیشتر از دبی مورد نظر ($1/7 \pm 5\% \frac{\text{Lit}}{\text{min}}$ برای سیکلون ناپلونی، $2/2 \pm 5\% \frac{\text{Lit}}{\text{min}}$ برای سیکلون HD (Hinggin - Dewell) و $2/5 \pm 5\% \frac{\text{Lit}}{\text{min}}$ برای سیکلون آلومنیومی) باشد، دبی پمپ را با استفاده از پیچ گوشتی تنظیم دبی پمپ کاهش یا افزایش داده و از طریق زمان های به دست آمده دبی را محاسبه کنید. این کار باید تا زمانی انجام شود تا دبی پمپ به دبی مورد نظر برسد. بدلیل ویژگی خود اصلاحی سیکلون نیازی به اندازه گیری دبی پمپ بعد از نمونه برداری نبوده و در محاسبات حجم هوا از دبی اولیه استفاده شود.

۴. نمونه برداری

۴-۱. قبل از شروع نمونه برداری مدت زمان نمونه برداری را بر حسب دقیقه با توجه به دبی نمونه برداری (بعنوان مثال $1/7 \pm 5\% \frac{\text{Lit}}{\text{min}}$ برای سیکلون ناپلونی) و حجم هوای نمونه برداری شده (۲۰ تا ۴۰۰ لیتر - در صورتی که غلظت گرد و غبار در محیط زیاد باشد حجم حداقل ۲۰ لیتر و در صورت کم بودن غلظت حجم حداکثر ۴۰۰ لیتر در نظر گرفته می شود) محاسبه نمائید. بطور مثال اگر حجم ۴۰۰ لیتر را انتخاب کنید، مدت زمان نمونه برداری برای نمونه برداری با سیکلون ناپلونی ۲۳۵ دقیقه خواهد شد.

۴-۲. کاست حاوی فیلتر وزن شده را بر روی سیکلون قرار داده و مطابق شکل شماره ۳ با استفاده از لوله قابل انعطاف آنرا به پمپ نمونه برداری کالیبره شده متصل کنید. پمپ نمونه برداری را به کمر کارگر متصل کرده و سیکلون را با استفاده از گیره آن به یقه کارگر وصل کنید (توجه داشته باشید که در طول نمونه برداری سیکلون به صورت عمودی قرار بگیرد).



شکل شماره ۳: نحوه قرارگیری سیکلون حاوی فیلتر وزن شده به هنگام نمونه برداری

در هر سری از نمونه برداری ۲ تا ۴ فیلتر شاهد نیز تهیه کنید، بطوریکه فیلترهای شاهد و فیلترهای نمونه برداری با شرایط آزمایشگاهی و میدانی یکسانی از نظر دما و فشار در مواجهه باشند. تمام عملیاتی که در مورد نمونه اصلی انجام شده بایستی برای نمونه شاهد نیز انجام گیرد، با این تفاوت که هوا از داخل نمونه شاهد بوسیله پمپ عبور داده نمی شود. پس از پایان نمونه برداری بر روی آن برچسب نمونه شاهد زده شود.

۳-۴. پمپ را روشن کرده و زمان را یادداشت کنید. پس از اتمام نمونه برداری پمپ نمونه برداری را خاموش کرده و زمان را یادداشت کنید. فیلتر کاست را از پمپ نمونه برداری جدا کرده، توپی ها را در سوراخ های ورودی و خروجی کاست قرار دهید و نمونه را به آزمایشگاه منتقل کنید. نتایج نمونه برداری را در فرم شماره NPCHSE-109-F002 ثبت کنید.

۵. آماده سازی نمونه ها

- ۱-۵. گرد و غبار روی سطح خارجی کاست فیلتر را با یک دستمال کاغذی پاک کنید.
- ۲-۵. توپی ها را از سوراخ های ورودی و خروجی کاست برداشته و کاست نمونه برداری را بمدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرار دهید.

۶. آنالیز نمونه ها

- ۱-۶. قبل از وزن کردن نمونه ها ترازوی الکترونیکی را کالیبره کنید.
- ۲-۶. نمونه ها را از دسیکاتور بیرون آورده و باند سلولزی اطراف کاست فیلتر را باز کنید.
- ۳-۶. قطعات میانی و ورودی کاست دو مرحله ای را به آرامی باز کنید.
- ۴-۶. با استفاده از یک پراب (Probe) به آرامی فیلتر را از سوراخ بخش خروجی کاست بالا بیاورید بطوریکه فیلتر به راحتی با پنس برداشته شود.
- ۵-۶. با استفاده از پنس به آرامی فیلتر را در داخل ترازوی الکترونیکی قرار دهید.
- ۶-۶. وزن فیلترها را با دقت ۰/۰۰۱ میلی گرم در فرم شماره NPCHSE-109-F003 یادداشت کنید.



۷. تعیین دبی پمپ نمونه برداری بعد از انجام نمونه برداری (Q_{post})

بدین منظور در آزمایشگاه یک کاست حاوی فیلتر را در داخل سیکلون در مدار کالیبراسیون قرار داده و دبی پمپ را همانند روش توضیح داده شده در اندازه گیری دبی قبل از نمونه برداری و با استفاده از فلومتر حباب صابون بدست آورده و دبی متوسط (Q_{ave}) را از طریق فرمول ارائه شده در زیر تعیین کنید. این عمل برای تعیین دبی پمپ بعد از نمونه برداری بوده و نباید مقدار دبی پمپ با استفاده از پیچ گوشتی تغییر داده شود. دبی بعد از نمونه برداری باید در محدوده دبی قبل از نمونه برداری باشد.

$$Q_{ave} = \frac{Q_{pre} + Q_{post}}{2}$$

۸. محاسبات

غلظت گرد و غبار کلی در حجم هوای نمونه برداری شده را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید :

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3$$

C : غلظت گرد و غبار کلی (میلیگرم بر متر مکعب)

W_1 : وزن خالص فیلتر قبل از نمونه برداری (میلیگرم)

W_2 : وزن فیلتر بعد از نمونه برداری (میلیگرم)

B_1 : میانگین وزن خالص فیلترهای شاهد (میلیگرم)

B_2 : میانگین وزن خالص فیلترهای شاهد بعد از نمونه برداری (میلیگرم)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر در دبی اسمی نمونه برداری (۱/۷، ۲/۲ یا ۲/۵ لیتر بر دقیقه).

۹. ارزشیابی مقدار ذرات قابل تنفس (Respirable) اندازه گیری شده

مقدار ذرات قابل تنفس اندازه گیری شده بر حسب میلیگرم بر مترمکعب را با مقادیر استاندارد در آخرین ویرایش کتابچه حدود تماس شغلی عوامل بیماریزا در صنعت پتروشیمی مقایسه کنید. در صورتی که مقدار ذرات قابل تنفس اندازه گیری شده بیشتر از مقدار استاندارد باشد باید تمهیدات لازم جهت کنترل تولید و انتشار گرد و غبار در محیط کار در نظر گرفته شود.

تذکر : برای گرد و غبار دارای خاصیت سمی روشهای اختصاصی نمونه برداری از طرف سازمانهای معتبر (NIOSH) ارائه شده است. روشهای آماده سازی، کالیبراسیون و نمونه برداری تقریباً مشابه روش نمونه برداری گرد و غبار کلی بوده با این تفاوت که در نوع فیلتر و روش تجزیه تفاوتهایی با آن وجود دارد که بدین منظور با توجه به نوع آلاینده به روشهای اختصاصی نمونه برداری (NIOSH (www.cdc.gov/niosh/nmam) مراجعه شود.

پیوست شماره ۴- نمونه برداری از گازها و بخارات آلی با استفاده از لوله ذغال فعال

گازها و بخارات موجود در هوا می توانند با عبور از بسترهای جاذب مایع بر روی آنها جمع آوری شوند، معمولاً این بسترها به مقدار مشخص در داخل لوله های شیشه ای قرار داده می شوند. از مهمترین جاذب های مورد استفاده در نمونه برداری از گازها و بخارات می توان به ذغال فعال و سیلیکاژل اشاره کرد. لوله های حاوی ذغال فعال برای جمع آوری گازها و بخارات غیر قطبی مانند بخارات آلی و لوله های سیلیکاژل برای جمع آوری گازها و بخارات قطبی در محیط کار مورد استفاده قرار می گیرند. واحد HSE برای نمونه برداری از گازها و بخارات آلی موجود در محیطهای کاری باید به ترتیب زیر عمل کند:

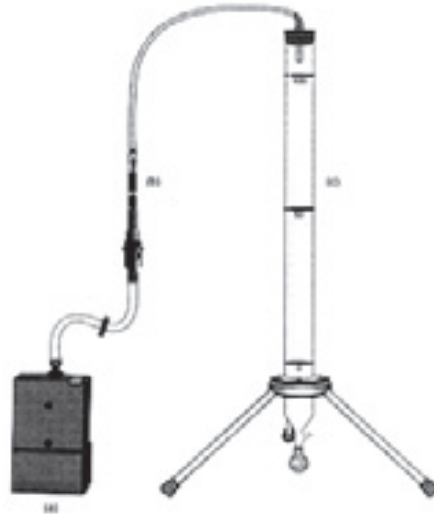
۱. مواد و وسایل مورد نیاز

- ۱-۱. لوله ذغال فعال ۱۵۰ میلیگرمی (۱۰۰/۵۰).
- ۲-۱. هولدر ذغال فعال.
- ۳-۱. پمپ نمونه برداری با دبی کم به همراه لوله های قابل انعطاف.
- ۴-۱. وسیله شکستن لوله های ذغال فعال.
- ۵-۱. درپوش های پلاستیکی انتهای لوله ذغال فعال.
- ۶-۱. فلومتر حباب صابون.
- ۷-۱. ویال به تعداد کافی.
- ۸-۱. محلول CS_2 .
- ۹-۱. کرومومتر.
- ۱۰-۱. برگه های ثبت اطلاعات.
- ۱۱-۱. دستگاه گاز کروماتوگرافی.

۲. کالیبراسیون پمپ نمونه برداری هوا

- ۱-۲. پمپ نمونه برداری را روشن کرده و اجازه دهید قبل از کالیبراسیون به مدت ۵ دقیقه کار کند.
- ۲-۲. با استفاده از لوله های قابل انعطاف پمپ نمونه برداری را به یک لوله ذغال فعال ۱۵۰ میلیگرمی و فلومتر حباب صابون متصل کنید، بطوریکه لوله ذغال فعال بطور عمودی بین پمپ و فلومتر حباب صابون قرار بگیرد (شکل شماره ۱). دبی را از طریق اندازه گیری زمان طی کردن حباب در حجم مشخصی (۵۰۰- یا ۱۰۰۰- ۰) از لوله حباب صابون بدست آورید. اندازه گیری زمان را سه بار تکرار کرده و زمان متوسط را بدست آورده و دبی پمپ را از رابطه زیر محاسبه کنید. نتایج کالیبراسیون را در فرم شماره NPCHSE-109-F001 ثبت کنید.

$$Q \left(\frac{\text{Lit}}{\text{min}} \right) = \frac{V(\text{cm}^3)}{T_{\text{ave}}(\text{Sec})} \times \frac{60(\text{Sec})}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ Lit}}{1000 \text{ cm}^3}$$



شکل شماره ۱: مدار کالیبراسیون پمپ نمونه برداری با دبی کم با استفاده از فلومتر حباب صابون

در صورتیکه دبی محاسبه شده کمتر یا بیشتر از دبی مورد نظر ($0.1/0$ تا $0.2/0$ لیتر در دقیقه) باشد، دبی پمپ را با استفاده از پیچ گوشتی تنظیم دبی پمپ کاهش یا افزایش داده و از طریق زمان های بدست آمده دبی را محاسبه کنید. این کار باید تا زمانی انجام شود که دبی پمپ به دبی مورد نظر برسد.

۳. نمونه برداری

۳-۱. قبل از شروع نمونه برداری مدت زمان نمونه برداری را بر حسب دقیقه با توجه به دبی نمونه برداری مورد نظر و حجم هوای نمونه برداری شده محاسبه کنید.

۳-۲. لوله ذغال فعال را شماره گذاری کرده، دو انتهای آن را شکسته و در هولدر مخصوص آن قرار دهید.
۳-۳. پمپ نمونه برداری با دبی کم را به کمر کارگر وصل کرده و هولدر حاوی ذغال فعال را که با استفاده از لوله های قابل انعطاف به پمپ نمونه برداری وصل شده، همانند شکل شماره ۲ به یقه کارگر متصل کنید (توجه داشته باشید که در طول نمونه برداری لوله ذغال فعال به حالت عمودی در منطقه تنفسی کارگر قرار گرفته باشد).

۳-۴. پمپ را روشن کرده و زمان را یادداشت کنید. پس از اتمام نمونه برداری پمپ نمونه برداری را خاموش کرده و زمان را یادداشت کنید. یک عدد لوله ذغال فعال مشابه لوله ذغال فعالی که نمونه برداری با آن انجام شده بعنوان شاهد انتخاب کنید و تمام عملیاتی که در مورد نمونه اصلی انجام شده (شکستن دو انتها، قرار دادن در محیط نمونه برداری، گذاشتن درپوش و حمل) را برای نمونه شاهد نیز انجام دهید، با این تفاوت که هوا از داخل نمونه شاهد بوسیله پمپ عبور داده نمی شود. پس از پایان نمونه برداری بر روی آن برچسب نمونه شاهد زده شود.

۳-۵. لوله ذغال فعال را از هولدر و پمپ نمونه برداری جدا کنید.

۳-۶. دو انتهای ذغال فعال را با قرار دادن درپوش های پلاستیکی مسدود کرده و آنها را به آزمایشگاه منتقل کنید.

۳-۷. اطلاعات حاصله از نمونه برداری را در فرم شماره NPCHSE-109-F002 ثبت کنید.



شکل شماره ۲: نحوه قرارگیری لوله ذغال فعال به هنگام نمونه برداری

۴. آنالیز نمونه ها

۴-۱. دو بخش عقبی و جلویی لوله ذغال فعال را با دقت از یکدیگر جدا کنید. بخش جلویی را به همراه پشم شیشه بخش جلویی در یک ویال با برچسب A بریزید. بخش عقبی را نیز در یک ویال دیگر ریخته و آنرا برچسب B بزنید.

۴-۲. به هر کدام از ویال ها یک میلی لیتر محلول CS_2 اضافه کنید. درپوش ویال را گذاشته و به آرامی آنرا بمدت ۳۰ دقیقه تکان دهید (تکان دادن بطور مستمر نبوده و بصورت گاه گاه در مدت ۳۰ دقیقه انجام شود).

۴-۳. غلظت های مشخص از آنالیت مورد نظر (بطور مثال ۰/۰۱ تا ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر) را جهت رسم منحنی استاندارد تهیه کنید (برای تهیه محلولهای استاندارد به مقدار مشخص از آنالیت مورد نظر یک میلی لیتر از محلول باز یافت CS_2 اضافه کنید. بعنوان مثال اگر آنالیت تولوئن باشد برای ساخت محلول های استاندارد از تولوئن استفاده کنید).

۴-۴. دمای آشکارساز، دمای محل تزریق و دمای ستون دستگاه گاز کروماتوگرافی را طبق دستورالعمل استاندارد نمونه برداری و آنالیز تنظیم کنید.

۴-۵. با استفاده از سرنگ یک میکرولیتری، یک میکرولیتر از محلول های استاندارد با غلظت های مختلف را به دستگاه تزریق کنید.

۴-۶. با در دست داشتن مساحت پیک ها و غلظت های مختلف محلول استاندارد، منحنی استاندارد را رسم کنید.

۴-۷. با استفاده از سرنگ میکرولیتری، یک میکرولیتر از نمونه اصلی و نمونه شاهد را بطور جداگانه به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق کنید. با توجه به زمان ماند ارائه شده برای آنالیت ها در دستورالعمل استاندارد نمونه برداری و آنالیز، نوع آنالیت را مشخص کرده و با در دست داشتن مساحت پیک و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت آنالیت را بر حسب میلی گرم در میلی لیتر در حجم تزریق شده بدست آورید. اطلاعات تجزیه نمونه ها را در فرم شماره NPCHSE-109-F004 ثبت کنید.

۴-۸. غلظت آنالیت را در نمونه آنالیز شده از طریق رابطه زیر به دست آورید :

مقدار قرائت شده از منحنی استاندارد (mg/ml) × حجم نمونه آنالیز شده (ml) = مقدار آنالیت در نمونه آنالیز شده (mg)



مراحل فوق را برای بخش های جلویی و عقبی نمونه اصلی و شاهد انجام دهید. در صورتیکه مقدار آلاینده در بخش عقبی لوله ذغال فعال ۱۰٪ بیشتر از مقدار آن در بخش جلویی باشد احتمال از دست دادن نمونه و عبور آلاینده (Breakthrough) را گزارش کنید.

۵. تعیین دبی پمپ نمونه برداری بعد از انجام نمونه برداری (Q_{post})

بدین منظور در آزمایشگاه یک لوله ذغال فعال را در مدار کالیبراسیون قرار داده و دبی پمپ را همانند روش توضیح داده شده در اندازه گیری دبی قبل از نمونه برداری و با استفاده از فلومتر حباب صابون بدست آورده و دبی متوسط (Q_{ave}) را از طریق فرمول ارائه شده در زیر تعیین کنید. این عمل برای تعیین دبی پمپ بعد از نمونه برداری بوده و نباید مقدار دبی پمپ با استفاده از پیچ گوشتی تغییر داده شود. دبی بعد از نمونه برداری باید در محدوده دبی قبل از نمونه برداری باشد.

$$Q_{ave} = \frac{Q_{pre} + Q_{post}}{2}$$

۶. محاسبات

غلظت نهایی آلاینده در هوا از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$C = \frac{W_f + W_b - B_f - B_b}{V}$$

C: غلظت آلاینده در هوا (mg/m^3)

W_f : مقدار غلظت موجود در بخش جلویی لوله ذغال فعال نمونه اصلی (mg)

W_b : مقدار غلظت موجود در بخش عقبی لوله ذغال فعال نمونه اصلی (mg)

B_f : مقدار غلظت موجود در بخش جلویی لوله ذغال فعال نمونه شاهد (mg)

B_b : مقدار غلظت موجود در بخش عقبی لوله ذغال فعال نمونه شاهد (mg)

V: حجم هوای نمونه برداری شده (m^3)

رابطه تبدیل mg/m^3 به ppm به صورت زیر می باشد:

$$ppm = \frac{(mg/m^3) \times 24.45}{M_w}$$

M_w : جرم مولکولی آنالیت



پیوست شماره ۵- نمونه برداری از گازها و بخارات با استفاده از ایمپینجر

اگرچه لوله های حاوی جاذب های سطحی برای نمونه برداری طولانی مدت از گازها و بخارات استفاده می شوند ولی در مواردی که گازها و بخارات بر روی بسترهای جاذب قابل جمع آوری نباشند، براحتی با محلول های جاذب واکنش داده و در آنها جمع آوری می شوند. بدین ترتیب که محلول های جاذب در داخل وسایلی بنام ایمپینجر ریخته شده و گازها و بخارات واکنش پذیر را جمع آوری می کنند. واحد HSE برای نمونه برداری از گازها و بخارات قابل نمونه برداری با استفاده از ایمپینجر موجود در محیطهای کاری باید به ترتیب زیر عمل کند :

۱. مواد و وسایل مورد نیاز

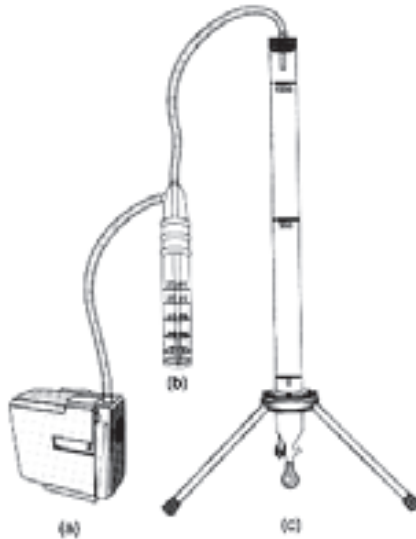
- ۱-۱. میدجت ایمپینجر
- ۲-۱. پمپ نمونه برداری فردی و لوله های قابل انعطاف.
- ۳-۱. کرومومتر.
- ۴-۱. برگه های ثبت اطلاعات.
- ۵-۱. ایمپینجر خالی (بعنوان Trap).
- ۶-۱. ویال شیشه ای.
- ۷-۱. آب مقطر.
- ۸-۱. محلول جاذب (جدول شماره ۱، ۲، ۳ و ۴).
- ۹-۱. اسپکتروفتومتر.
- ۱۰-۱. فلومتر حباب صابون.

۲. کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی

- ۱-۲. پمپ نمونه برداری را روشن کرده و اجازه دهید قبل از کالیبراسیون بمدت ۵ دقیقه کار کند.
- ۲-۲. میدجت ایمپینجر را با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر پر کنید.
- ۳-۲. مدار کالیبراسیون را بر طبق شکل شماره ۱ تکمیل کنید، بطوریکه میدجت ایمپینجر حاوی جاذب مایع در وسط پمپ نمونه برداری فردی و فلومتر حباب صابون یا کالیبراتور الکترونیکی قرار بگیرد.
- دبی را از طریق اندازه گیری زمان طی کردن حباب در حجم مشخصی (۵۰۰-۰ یا ۱۰۰۰-۰) از لوله حباب صابون بدست آورید. اندازه گیری زمان را سه بار تکرار کرده و زمان متوسط را بدست آورده و دبی پمپ را از رابطه زیر محاسبه کنید. نتایج کالیبراسیون را در فرم شماره NPCHSE-109-F001 ثبت کنید.

$$Q \left(\frac{\text{Lit}}{\text{min}} \right) = \frac{V(\text{cm}^3)}{T_{\text{ave}}(\text{Sec})} \times \frac{60(\text{Sec})}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ Lit}}{1000 \text{ cm}^3}$$

در صورتیکه دبی محاسبه شده کمتر یا بیشتر از دبی مورد نظر باشد، دبی پمپ را با استفاده از پیچ گوشتی تنظیم دبی پمپ کاهش یا افزایش داده و از طریق زمان های بدست آمده دبی را محاسبه کنید. این کار باید تا زمانی انجام شود که دبی پمپ به دبی مورد نظر برسد.



شکل شماره ۱: مدار کالبراسیون پمپ نمونه برداری فردی با استفاده از فلومتر حباب صابون

۳. آماده سازی بستر نمونه برداری

- ۱-۳. میدجت ایمپینجر را شماره گذاری کنید.
- ۲-۳. ۲۰ میلی لیتر از محلول جاذب مورد نظر را در داخل میدجت ایمپینجر بریزید.
- ۳-۳. میدجت ایمپینجر حاوی جاذب را به یک ایمپینجر خالی بعنوان Trap متصل کنید.

۴. نمونه برداری

- ۱-۴. قبل از شروع نمونه برداری مدت زمان نمونه برداری را بر حسب دقیقه با توجه به دبی نمونه برداری موردنظر و حجم هوای نمونه برداری شده محاسبه کنید.
- ۲-۴. اطلاعات لازم فرم شماره NPCHSE-109-F002 را تکمیل کنید.
- ۳-۴. میدجت ایمپینجر حاوی جاذب را در نگهدارنده آن قرار دهید، بطوریکه ورودی ایمپینجر به سمت هوای حاوی آلاینده باشد. ایمپینجر باید بطور عمودی قرار بگیرد (مایع جاذب مورد استفاده در ایمپینجر ممکن است از داخل ایمپینجر به بیرون ریخته شود. برای جلوگیری از این عمل باید در هنگام نمونه برداری ایمپینجرها به طور عمودی قرار بگیرند. مایع جاذب داخل ایمپینجر همچنین می تواند به داخل پمپ کشیده شود، که برای جلوگیری از ورود مایع جاذب به داخل پمپ می توان از یک ایمپینجر خالی بین پمپ و ایمپینجر حاوی مایع جاذب استفاده کرد).
- ۴-۴. ایمپینجر را با استفاده از شلنگ های مناسب به پمپ وصل کنید. (شکل شماره ۲).



شکل شماره ۲: نحوه قرارگیری میدجت ایمپینجر به هنگام نمونه برداری

۴-۵. پمپ را در جای مناسبی قرار دهید. در نمونه برداری فردی پمپ نمونه برداری را به کمر کارگر وصل کنید و میدجت ایمپینجر را به یقه کارگر (منطقه تنفسی) متصل نمایید. در صورت نمونه برداری محیطی ایمپینجر را در ارتفاع ۸۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر از سطح زمین قرار دهید. نحوه قرارگیری باید به نحوی باشد که سوراخ ورودی ایمپینجر به سمت بالا قرار گیرد. ۴-۶. پمپ را روشن کرده و زمان را یادداشت کنید. پس از اتمام نمونه برداری پمپ نمونه برداری را خاموش کرده و زمان را یادداشت کنید. میدجت ایمپینجر را از پمپ نمونه برداری جدا کرده، محلول حاوی آلاینده داخل میدجت ایمپینجر را در داخل یک ویال شیشه‌ای برچسب دار بریزید. درپوش آن را بطور محکم گذاشته و به آزمایشگاه منتقل کنید. نتایج نمونه برداری را در فرم شماره NPCHSE-109-F002 ثبت کنید.

۵. کالیبراسیون پمپ نمونه برداری بعد از نمونه برداری

۵-۱. در یک میدجت ایمپینجر ۲۰ میلی لیتر آب مقطر بریزید و مدار نمونه برداری را همانند شکل شماره ۱ تکمیل کنید و دبی پمپ را همانند بند ۲-۳ محاسبه کنید (در این مرحله دبی را تغییر ندهید).
۵-۲. دبی پمپ بعد از نمونه برداری باید در محدوده $\pm 5\%$ دبی اولیه (قبل از نمونه برداری) باشد.
۵-۳. دبی متوسط پمپ را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید.

$$Q_{ave} = \frac{Q_{pre} + Q_{post}}{2}$$



۶. آنالیز نمونه

- ۱-۶. دستگاه اسپکتروفتومتر را با استفاده از آب مقطر صفر کنید.
- ۲-۶. دستگاه را بر روی طول موج مورد نظر (روش نمونه برداری و آنالیز استاندارد) تنظیم کنید.
- ۳-۶. محلول های استاندارد تهیه شده در غلظت های مختلف (بر حسب میکروگرم در لیتر) را در دستگاه قرار دهید و مقدار جذب آنها را یادداشت کنید.
- ۴-۶. منحنی استاندارد را با استفاده از غلظت محلول های استاندارد و جذب مربوط به آنها رسم کنید.
- ۵-۶. معرف ها و مواد شیمیایی را طبق مقادیر ذکر شده در دستورالعمل استاندارد به محلول جاذب حاوی آلایند اضافه کرده و نمونه را جهت آنالیز آماده نمایید.
- ۶-۶. پس از تنظیم دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج مورد نظر یک میلی لیتر از نمونه را در کووت ریخته و جذب آن را قرائت کنید.
- ۷-۶. با استفاده از مقدار جذب قرائت شده برای نمونه، از طریق منحنی استاندارد، غلظت نمونه بر حسب میکروگرم در میلی لیتر بدست می آید.
- ۸-۶. نتایج آنالیز را در فرم شماره NPCHSE-109-F005 ثبت کنید.

۷. تعیین دبی پمپ نمونه برداری بعد از انجام نمونه برداری (Q_{post})

بدین منظور در آزمایشگاه یک میدجت ایمپینجر حاوی جاذب را در مدار کالیبراسیون قرار داده و دبی پمپ را همانند روش توضیح داده شده در اندازه گیری دبی قبل از نمونه برداری و با استفاده از فلومتر حباب صابون بدست آورده و دبی متوسط (Q_{ave}) را از طریق فرمول ارائه شده در زیر تعیین کنید. این عمل برای تعیین دبی پمپ بعد از نمونه برداری بوده و نباید مقدار دبی پمپ با استفاده از پیچ گوشتی تغییر داده شود. دبی بعد از نمونه برداری باید در محدوده دبی قبل از نمونه برداری باشد.

$$Q_{ave} = \frac{Q_{pre} + Q_{post}}{2}$$

۸. محاسبات

برای تعیین مقدار آنالیت در محلول جاذب، غلظت بدست آمده از منحنی استاندارد در حجم محلول نمونه برداری ضرب می شود.

$$\frac{1mg}{10^3 \mu g} \times \text{غلظت بدست آمده از منحنی استاندارد } (\mu g/ml) \times \text{حجم نمونه آنالیز شده (ml)} = \text{مقدار آنالیت در حجم محلول نمونه برداری (mg)}$$

حجم هوای نمونه برداری شده با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود :

$$(m^3) = T \text{ (min)} \times Q_{ave} \text{ (lit/min)} \times 1m^3/10^3 \text{ lit}$$

مقدار آلایند در هوای نمونه برداری شده نیز از رابطه زیر بدست می آید :

$$(mg/m^3) = \frac{\text{مقدار آلایند (mg)}}{\text{حجم هوای نمونه برداری شده } (m^3)}$$

پیوست شماره ۶- نمونه برداری از گازها و بخارات آلی و معدنی با استفاده از لوله آشکارساز

امروزه آشکارسازی و اندازه گیری آلی غلظت گازها و بخارات آلی و معدنی به خصوص در شرایطی که امکان کاربرد سایر تجهیزات وجود نداشته باشد، امری مفید و ضروری است. وسایل موجود برای انجام این کار شامل پمپ نمونه برداری فردی دستی به همراه لوله های آشکارساز می باشد که جهت اندازه گیری تعداد بسیار زیادی از گازها و بخارات در دسترس هستند. لوله های آشکار ساز حاوی یک جاذب سطحی نظیر سیلیکاژل بوده که با یک یا چند ماده شیمیایی آغشته شده که با عبور ماده آلاینده هوای محیط کار داخل کارخانجات از روی معرف شیمیایی، واکنش شیمیایی رخ داده و در نتیجه تغییر رنگ در لوله ایجاد می گردد.

لوله های گاز یاب برای بررسی های کمی در دو نوع کوتاه مدت و بلند مدت عرضه شده اند. لوله های گاز یاب کوتاه مدت برای نمونه برداری های چند دقیقه ای و با پمپ های پیستونی یا آکاردئونی ساخته شده اند و واحد اندازه گیری غلظت روی آنها معمولاً ppm است و روی این پمپ ها تعداد ضربه مورد نیاز نیز قید شده است. لوله های گاز یاب بلند مدت برای نمونه برداری های بیش از ۱ ساعت ساخته شده و با پمپ های نمونه برداری دیبایی (دیب زیر ۲۰۰ میلی لیتر بر دقیقه) بکار می روند. البته اساس هر دو نوع لوله همان تغییر رنگ معرف شیمیایی است. شرکت های سازنده این لوله ها خطای غلظت قرائت شده هر یک را در کاتالوگ مربوطه درج کرده اند که معمولاً عددی بین ۱۰ تا ۲۵ درصد است. نکته قابل توجه دیگر اثر مداخله کننده های شیمیایی و رطوبت و دما و تاریخ مصرف در عملکرد این لوله هاست که باید در بکارگیری آنها به نکات کاملاً توجه کرد. این اطلاعات را نیز می توان از برگه راهنمای هر لوله گاز یاب بدست آورد. واحد HSE برای نمونه برداری از گازها و بخارات آلی و معدنی موجود در محیطهای کاری با استفاده از لوله های آشکارساز باید به ترتیب زیر عمل کند :

۱. مواد و وسایل مورد نیاز

- ۱-۱. لوله آشکارساز.
- ۲-۱. پمپ پیستونی.
- ۳-۱. شیلنگ قابل انعطاف بطول ۱ فوت و قطر داخلی $\frac{1}{8}$ اینچ.
- ۴-۱. فلومتر حباب صابون بدون اصطکاک با حجم ۱۰۰ سانتیمتر مکعب.
- ۵-۱. محلول صابون.
- ۶-۱. کرومومتر.
- ۷-۱. برگه های ثبت اطلاعات.

۲. تست نشستی قبل از نمونه برداری پمپ پیستونی

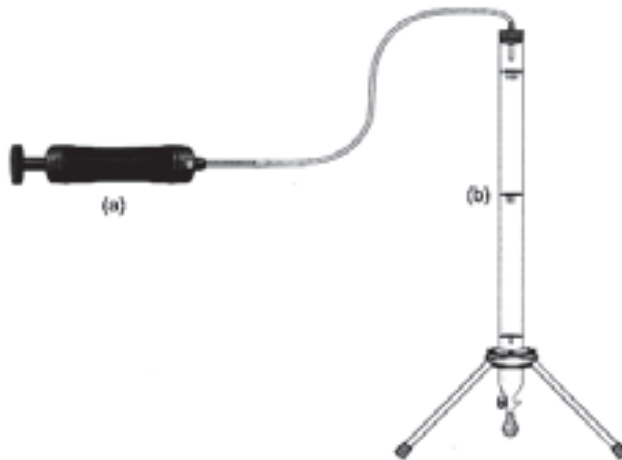
- ۱-۲. لوله آشکارساز دو سر بسته را در داخل روزنه پمپ پیستونی قرار دهید.
- ۲-۲. پیستون پمپ پیستونی را تا زمان قفل شدن پیستون در موقعیت ۱۰۰ سانتیمتر مکعب بکشید، بمدت ۲ دقیقه صبر کنید و دستگیره پیستون را آزاد کنید. پیستون بایستی به موقعیت با علامت صفر سانتیمتر مکعب برگردد، در این صورت پمپ نشستی ندارد.

۳. کالیبراسیون پمپ پیستونی

۱-۳. حباب فلومتر حباب صابون بدون اصطکاک را در روی صفر سانتیمتر مکعب تراز کنید. بدین منظور شیلنگ قابل انعطاف را به قسمت بالایی فلومتر حباب صابون و پوار حاوی محلول صابون را به قسمت پایینی آن متصل کنید. پس از ایجاد یک حباب صابون، به آرامی از قسمت انتهایی لوله قابل انعطاف بمکید تا حباب در کنار علامت صفر سانتیمتر مکعب قرار گیرد.

۲-۳. دو انتهای لوله آشکارساز را به کمک جای مخصوص در روی پمپ بشکنید و آن را در داخل روزنه پمپ پیستونی قرار دهید.

۳-۳. خروجی شیلنگ قابل انعطاف از فلومتر حباب صابون را به انتهای لوله آشکارساز قرار داده شده در روزنه پمپ پیستونی متصل کنید (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۱: مدار کالیبراسیون پمپ پیستونی با استفاده از فلومتر حباب صابون

۴-۳. پیستون پمپ را عقب بکشید و در روی موقعیت ۱۰۰ سی سی قفل کنید. زمان رسیدن حباب در فلومتر حباب صابون به ۹۵ تا ۱۰۵ سانتیمتر مکعب را اندازه گیری کنید (اندازه گیری زمان را سه بار تکرار کرده و زمان متوسط را بدست آورید) و آن را با پارامترهای توصیه شده توسط سازنده مقایسه کنید.

۵-۳. اطلاعات مورد نیاز فرم شماره NPCHSE-109-F001 ثبت کنید.

۴. نمونه برداری

۱-۴. قبل از شروع نمونه برداری دستورالعمل سازنده لوله آشکارساز را بمنظور تعیین تعداد حرکت رفت و برگشتی ضروری پیستون پمپ مطالعه کنید.

۲-۴. دو انتهای لوله آشکارساز را به کمک جای مخصوص در روی پمپ بشکنید و آن را در داخل روزنه پمپ پیستونی قرار دهید.

۳-۴. علامت راهنمای روی دسته پمپ و صفحه پشتی پمپ پیستونی را هم تراز کرده و دسته پمپ را بطور مستقیم تا کشیده شدن حجم هوای مشخص شده در روی لوله آشکارساز عقب بکشید. پیستون در محل خودش قفل خواهد شد. چند لحظه ای منتظر بمانید تا حجم خلا شده داخل پمپ پیستونی با هوا پر شود. دسته پمپ را ۹۰ درجه چرخانده و رها کنید. در صورت بیشتر از یکبار بودن تعداد حرکت رفت و برگشتی ضروری پیستون این کار را دوباره تکرار کنید.

۴-۴. مقدار غلظت اندازه گیری شده را قرائت کرده و در فرم شماره NPCHSE-109-F006 ثبت کنید. برای قرائت غلظت چنانچه خط تغییر رنگ لایه معرف مورب بود، مقدار میانگین را قرائت کنید.



پیوست شماره ۷ - دستورالعمل استفاده از دستگاه First Check / Focheck

یکی از انواع دستگاه های قرائت مستقیم دستگاه Gas check است که با نامهای First Check / Focheck PID نیز شناخته می شود. دستگاه شامل یک پمپ مکندۀ کوچک است که هوای مجاور پروب ورودی دستگاه را به داخل می کشد. این دستگاه بر اساس هدایت حرارتی گازها کار می کند. بنابراین دستگاه با هدایت حرارتی هوای استاندارد صفر می شود و پس از ورود هر نوع گاز دیگری که هدایت حرارتی هوای صفر را تغییر دهد، دستگاه غلطی متناسب با آن را نشان خواهد داد. دفترچه راهنمای این دستگاه کاربردهای زیر را ارائه نموده است:

- ۱- آزمون تضمین کیفیت محصولاتی که باید ایزوله شده باشند (کنترل کیفی نشت از یک مخزن)
- ۲- کاربردهای آزمایشگاهی نظیر تشخیص نشت از GC، دتکتور MS کپسول های گاز و اتصالات
- ۳- کاربردهای صنعتی نظیر تشخیص نشت از تجهیزات گاز، لوله کشی های گاز، تشخیص نشت در مخازن گاز و تشخیص انتشار بخارات مواد شیمیایی از مواد شیمیایی انبار شده
- ۴- کاربردهای پزشکی نظیر تشخیص نشت گازهای بیهوشی و هودهای آزمایشگاهی دستکش دار و آزمون نشت
- ۵- آزمون نشتی اتصالات لوله کشی ها، دزدگیرها، پنجره اتاقت ها و مشابه آن

با توجه به مکانیسم و عملکرد آن، این دستگاه قابلیت تفکیک گازها و بخارات مواد شیمیایی را از یکدیگر ندارد و تنها به عنوان تست نشت یابی و برای برآورد احتمال وجود آلاینده ای که از وجود آن در فرایند یا محیط مطمئن هستیم یا نوسانات غلظت وجود نداشته باشد، کاربرد دارد. در این حالت پس از برآورد احتمال نیز بایستی با روشها و تجهیزات مناسب نسبت به اندازه گیری اقدام نمود.

لذا هرگونه کاربرد آن به عنوان دستگاه اندازه گیری قرائت مستقیم گازها و بخارات و مقایسه نتایج آن با مقادیر استاندارد در محیط های صنعتی غیرعلمی بوده و عدد گزارش شده این دستگاه صرفاً مجموع گازهای موجود در محیط را به صورت تقریبی نشان می دهد. همچنین کالیبراسیون این دستگاه بسیار مشکل و فهم از کالیبره خارج شدن آن نیاز به تجربه و دانش کافی دارد.



پیوست شماره ۸ - خطاهای نمونه برداری از آلاینده های هوا

- عدم تنظیم دبی صحیح در پمپ نمونه برداری در محیط کاری یا محیط بیرون و تغییرات آن در طی مدت نمونه برداری
- اشکال در وسیله نمونه بردار، عدم ثبات نمونه در طی نمونه برداری
- خروج آلاینده از نمونه گیر به دلیل اشباع یا اضافه بار شدن
- شرایط دما و رطوبت: دمای بالا باعث افزایش ترک مواد آلاینده از جاذبهای سطحی می شود. رطوبت بالا رقیبی در جذب سطحی آلاینده های آلی قطبی است. در خصوص آلاینده های آلی غیرقطبی نیز در شرایط رطوبت نسبی بالا و غلظت کم آلاینده، رطوبت عامل بازدارنده جذب می باشد.
- وجود عوامل طبیعی مداخله کننده در نمونه برداری همچون تاثیر سرعت جریان هوا، جهت جریان هوا، وجود موانع در محل نمونه برداری همچون ماشین آلات، ساختمان و موانع طبیعی، تاثیر هواکش های روشن در زمان نمونه برداری در محل کارگاه، تاثیر تهویه مطبوع در نمونه برداری، تاثیر دربهای خروجی و ورودی و پنجره ها در نمونه برداری
- عدم نمونه گیری در طی ۸ ساعت کار
- عدم استفاده از روش استاندارد و جدید نمونه برداری از آلاینده ها

خطاهای عملی و محاسباتی وابسته به نمونه برداری

- عدم آزادی کارگر در حین نمونه برداری
- مقایسه نمونه برداری لحظه ای با TWA
- مقایسه نمونه برداری محیطی با TWA
- مقایسه ساعات مواجهه و صرفنظر از ساعات غیرمواجهه در محاسبات نهایی
- عدم استفاده از نمونه شاهد در نمونه برداری
- مقایسه تراکم ذرات کل با ذرات توراسیک یا استنشاقی

خطاهای مربوط به حمل، نگهداری و آماده سازی نمونه ها

- از دست رفتن بخشی از نمونه در حین حمل نمونه ها (تکان دادن فیلترها، مسدود نکردن کامل لوله های جاذب بخصوص در مورد آلاینده های فرار و ...)
- فاصله طولانی بین نمونه گیری و آنالیز نمونه: بیشتر از حد ذکر شده در متد (مشخص نبودن میزان بازیافت نمونه از نمونه گیر)
- شرایط نامناسب نگهداری نمونه ها بخصوص از لحاظ دما و مواجهه با نور
- عدم استفاده از محلول مناسب و اصلی جهت آماده سازی یا بازیافت آلاینده های جذب شده
- داشتن ناخالصی در محلول مورد استفاده برای بازیافت (آنالیز محلول بازیافتی قبل از استفاده - استفاده از ابزار تمیز برای برداشتن محلول بازیافتی)
- استفاده از مواد تاریخ گذشته و نامرغوب
- عدم استفاده از نمونه شاهد آزمایشگاهی یا نمونه شاهد آماده سازی
- استفاده از روشهای غیراستاندارد جهت بازیافت نمونه ها

خطاهای مربوط به آنالیز نمونه ها

- خطاهای ناشی از انتخاب روش یا دستگاه نامناسب برای تجزیه نمونه ها



- وجود عوامل مداخله گر در نمونه مورد تجزیه که باعث اختلال یا همپوشانی در پاسخ اختصاصی دستگاه به آلاینده اصلی می شود (میزان جذب، پیک و ...)
- نامناسب بودن روش ورود یا تزریق نمونه به دستگاه آنالیز کننده (تزریق نامناسب به GC یا دبی نامناسب محلول مکشی بداخل دستگاه جذب اتمی یا کروماتوگرافی مایع
- شرایط نامناسب محیطی روش یا دستگاه آنالیز کننده (دما، رطوبت، نور و ...)
- کالیبره نبودن دستگاه قبل از آنالیز
- مشخص نبودن میزان صحت روش یا دستگاه تجزیه کننده (تعیین صحت از طریق Spiked Sample, Blind Sample, مقایسه های آزمایشگاهی و ...)
- خطاهای اختصاصی هریک از روشها یا دستگاههای آنالیز

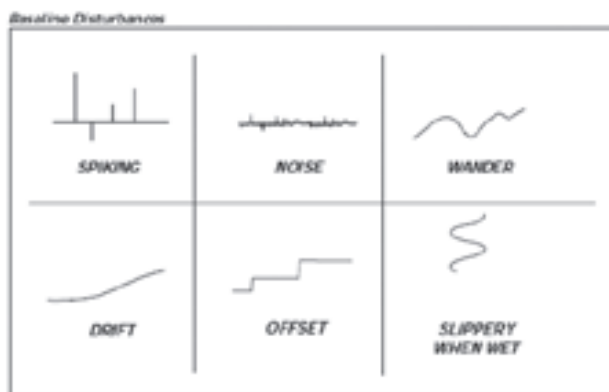
روشهای تجربی تعیین خطای آنالیز

- **Spiked Sample:** روشی است که مقادیر معینی از آلاینده مورد تجزیه را به نمونه اصلی مورد نظر برای تجزیه اضافه کرده سپس آنرا را با روش موردنظر تجزیه می کنند و به میزان دقت پی برده و خطای اندازه گیری مشخص می گردد. این روش را بایستی در همان زمانی که نمونه های اصلی تجزیه می گردد، انجام داد. چنانچه در روش آماده سازی از شاهد آماده سازی استفاده می گردد و نتیجه از نمونه اصلی کسر می شود، بایستی از نمونه نیز کسر گردد.
- استفاده از چندین روش تجزیه برای یک نمونه و مقایسه نتایج با همدیگر: بهتر است میزان آلاینده موجود در نمونه مورد تجزیه در ابتدا مشخص باشد تا امکان تعیین میزان خطای روشهای مختلف با همدیگر و انتخاب بهترین روش میسر باشد.
- استفاده از حجمهای مختلف نمونه جهت آنالیز و مقایسه نتایج با همدیگر و مقدار واقعی و انتخاب بهترین حجم تزریق یا ورود نمونه
- مقایسه های بین آزمایشگاهی: نمونه را به آزمایشگاههای مختلف داده و با توجه به نتایج بدست آمده به تحلیل داده ها پرداخته سپس آزمایشاتی که نتایج آنان با خطا همراه بوده تعیین می گردند.
- انجام آنالیز توسط افراد مختلف: در این روش نمونه های (ترجیحاً واحد) بوسیله افراد مختلف تجزیه می گردد. با این روش می توان خطای انسانی را تعیین نمود.
- نمونه کور (Blind Sample): نمونه کور به نمونه ای گفته می شود که فرد تجزیه کننده اطلاعی از فرد نمونه گیر و شرایط نمونه برداری ندارد. نمونه کور از گرایش سوگرانه اجتناب نموده و دقت افراد را با آن می توان مورد ارزیابی قرار داد.

کنترل کیفی نتایج سنجشهای انجام شده با کروماتوگرافی

- ارائه نتایج یا منحنی کالیبراسیون
- مشخص بودن زمان تزریق نمونه ها در برگه چاپ شده مربوط به پیکها
- مشخص بودن حجم تزریق انجام شده
- قابل قبول بودن خط زمینه پیکها (نویز نداشته باشد)
- درخواست نتایج چند نمونه کور از آزمایشگاه آنالیز کننده
- تطبیق زمان ماند نمونه های اصلی و نمونه های استاندارد
- درخواست نتایج مربوط به آنالیز نمونه های شاهد
- رد پیکهای با اشکال نامتقارن یا ادغام شده
- درخواست اعلام ریز مشخصات برنامه دمائی، مشخصات ستون، دکتور، دبی گاز حامل و ... دستگاه جهت تطبیق با شرایط استاندارد و امکان تکرار آنالیزها

خط زمینه پیکها



پیکهای نامناسب

- نوک پیک به شکل تخت است. علت: کم بودن دامنه ارتفاع (محور عمودی) کروماتوگرام. با افزایش دامنه، رفع می شود.
- کم بودن حساسیت همراه با پهن بودن پیک. علت آن می تواند ناشی از:
 - ۱- کم بودن سرعت جریان (دبی) گاز حامل
 - ۲- نشتی جریان از محل تزریق به بعد
 - ۳- نشتی سپتوم یا غشاء محل تزریق
- پیک خلاف جهت: علت آن می تواند معکوس بودن کلیدهای GC یا اتصال نامناسب کامپیوتر به GC باشد.
 - ۱- آلودگی ستون
 - ۲- پس زدن مایع داخل ستون
 - ۳- تنظیم نبودن سرعت جریان
- انحراف پله ای پیک به سمت پائین، می تواند ناشی از علل زیر باشد:
 - ۱- ستون آلوده باشد (افزایش دمای ستون و طولانی کردن برنامه دمایی)
 - ۲- عدم تنظیم مناسب دمای ستون
 - ۳- نشتی گاز حامل در مسیر
 - ۴- عدم تنظیم مناسب هوا یا هیدروژن در آشکارساز یونش شعله ای
 - ۵- سوختن فیلامان در آشکارساز رسانائی دمائی

NPCHSE-109-F003

محل نمونه برداری ::

فرد انجام دهنده نمونه برداری ::

نام آزمایشگاه:

روش (منبع / شماره / نام) ::

نوع فیلتر نمونه برداری (نوع/ سازنده/ شماره Lot):

ترازو (نوع) سازنده / مدل) ::

فسار هوا مہینہٴ جیوہ

درجه حرارت هوا :

[illegible]

توضیحات:

فرم ثبت داده های آنالیز گازروماتوگرافی آنالیت های آلی به شماره
NPCHSE-109-F004

آلاینده نمونه برداری شده : محل نمونه برداری :
تاریخ نمونه برداری : فرد انجام دهنده نمونه برداری :
فرد آنالیز کننده نمونه : نام آزمایشگاه :
تاریخ انجام آنالیز : روش (منبع / شماره / نام) :
گاز کروماتوگراف (نوع / سازنده / شماره Lot) : نوع فیلتر نمونه برداری (نوع / سازنده / مدل) :
گاز حامل : گاز سوخت : گاز دکتور : ستون : دکتور :
درجه حرارت تزریق : درجه حرارت ستون / کوره : درجه حرارت سرد کردن :
فشار هوا : میلیمتر جیوه : رطوبت نسبی : %

غلظت آلاینده در هوا (ppm)	غلظت آلاینده در هوا (mg/m ³)	حجم نمونه برداری شده (m ³)	مقدار آنالیت اندازه گیری شده (mg)	سطح Peak	زمان (min)	حجم نمونه (ml)	حجم حلال (ml)	شماره شناسایی نمونه محیطی	شماره شناسایی نمونه آزمایشگاهی

توضیحات:



