

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار



ویرایش اول - خرداد ۱۴۰۴

بنام خداوند بخشنده مهربان

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

تدوین:

زهرا ابراهیمی

با همکاری:

علی رضائی

محمودرضا سیف علیشاهی

عباس جعفری

رضا شریفی

وحید جعفری

دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

معاونت بهداشت

گروه بهداشت حرفه‌ای

فهرست	صفحه
مقدمه	۳
مفاهیم اساسی	۴
تجهیزات و ملزومات	۱۵
نمونه برداری	۳۳
تفسیر نتایج	۴۲
گزارش نویسی	۴۶
منابع	۴۸

عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار می توانند مشکلات جدی و دائمی را برای کارکنان به وجود آورند من جمله تاثیرات تنفسی (تنگی نفس، التهاب ریه، کاهش عملکرد ریه، بیماری ها تنفسی، ...)، مشکلات پوستی (تحریک پوستی، سوختگی، خارش، التهاب، ...)، تاثیرات چشمی (اختلالات مختلف در دید، درد، ایجاد مشکلات بینایی، ...) و مشکلات عصبی (سردرد، سرگیجه، اختلال در حافظه و تمرکز، اضطراب و ...) لذا برای پیشگیری از خطرات این عوامل باید اقدامات ایمنی و احتیاطی مناسبی انجام گردد.

به منظور شناسایی و ارزیابی دقیق میزان مواجهه شاغلین، سنجش صحیح عوامل زیان آور، مقایسه با استاندارد و مدیریت برنامه ریزی جهت کاهش و کنترل عوامل زیان آور بعنوان مهم ترین اصل در برنامه مدیریت عوامل شیمیایی در محیط کار می باشد لذا بر آن شدیم تا با استفاده از به روزترین راهنماهای مربوط به روش های نمونه برداری عوامل شیمیایی در محیط کار در راستای تعیین الگوی یکسان و هماهنگ جهت ارتقا نمونه برداری گامی هر چند کوچک برداریم. امیدواریم که نتیجه آن بهبود سنجش و ارزیابی عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار و کمک به ارتقا برنامه کاهش و کنترل عوامل زیان آور باشد، و همکاران در شرکت های خدماتی مهندسی بهداشت حرفه ای با استفاده از آن بتوانند نسبت به ارتقا کیفیت اندازه گیری و ارزشیابی و اعلام نظر در خصوص آلودگی های شیمیایی محیط کار اقدام نمایند. همچنین در راستای نظارت بر اندازه گیری راه گشای همکاران ناظر مراکز بهداشت باشند.

وجود عوامل شیمیایی زیان آور در محیط کار، تهدیدی جدی برای سلامت و ایمنی شاغلان محسوب می شود. شناسایی، ارزیابی و کنترل صحیح این عوامل، از ارکان اصلی برنامه های بهداشت حرفه ای مؤثر به شمار می آید. این کتاب به عنوان یک راهنمای فنی تهیه شده و مخاطبان آن کارشناسان بهداشت حرفه ای و بازرسان شاغل در حوزه ایمنی و سلامت شغلی هستند که وظیفه نظارت بر اجرای الزامات قانونی و حفاظت از کارکنان در برابر مواجهه با عوامل شیمیایی را بر عهده دارند.

هدف اصلی این راهنما، ارائه رویکردی ساختارمند و کاربردی برای ارزیابی عوامل شیمیایی زیان آور در محیط های شغلی است. در این کتاب اصول، روش ها و ابزارهای لازم برای ارزیابی دقیق ریسک های شیمیایی معرفی شده اند؛ این رویکردها مطابق با استانداردها و شیوه های برتر شناخته شده در حوزه بهداشت صنعتی تدوین شده اند. مطالب کتاب به گونه ای طراحی شده که به کارشناسان کمک کند ارزیابی های میدانی را انجام دهند، نتایج اندازه گیری ها را تفسیر کنند و راهکارهای کنترلی مناسب را توسعه دهند.

این کتاب موضوعات اساسی مانند طبقه بندی عوامل شیمیایی زیان آور، روش های نمونه برداری و تجزیه و تحلیل، راهبردهای ارزیابی مواجهه، حدود تماس شغلی و تعیین سطح ریسک را پوشش می دهد. با ترکیب مبانی نظری و راهنمایی های عملی، خوانندگان این کتاب دانش و مهارت لازم برای ارزیابی مؤثر ریسک های شیمیایی و ارتقای ایمنی در محیط های کاری را کسب خواهند کرد.

مفاهیم اساسی

عوامل شیمیایی و تقسیم‌بندی آن‌ها

انواع آلاینده‌های شیمیایی محیط کار را می‌توان با توجه به خصوصیات ذیل تقسیم‌بندی کرد.

- حالت فیزیکی (آئروسول‌ها - گازها و بخارات)
- ترکیب شیمیایی (فلزات - مواد معدنی - مواد آلی)
- اثرات فیزیولوژیک (التهاب‌آور و محرک - مواد خفگی‌آور - مواد بیهوشی‌آور و مخدر - سموم سیستمیک - سایر مواد معلق غیر از سموم سیستمیک)

تقسیم‌بندی آلاینده‌ها بر مبنای حالت فیزیکی

(۱) آئروسول‌ها^۱

آئروسول به پراکندگی ذرات ریز جامد یا مایع در گاز یا هوا گفته می‌شود، که شامل انواع ذیل می‌باشد:

- گرد و غبار (Dust): معدنی (فلزات، سیلیس و...) و آلی (غبار غلات، گرد و غبار گیاهان و...)
- مه (Fog or Mist): قطره‌های شناور مایع در هوا مانند فرآیند آبکاری‌ها در صنعت (میست اسید کرومیک یا سولفوریک)، میست روغن در تراشکاری‌ها
- دود (Smoke): فرآورده‌ی سوخت ناقص مواد کربنی مانند ذغال سنگ، روغن، چوب و...
- دمه (Fume): ذرات جامدی که نتیجه تراکم بخار مواد جامد مانند فیوم آسفالت، فیوم فلزات، ذوب مواد پلاستیکی
- مه دود (Smog): حاوی ذرات مه و دود مانند آلودگی هوای شهری

(۲) گازها و بخارات

- گاز: سیالاتی هستند که فضای ظرف خویش را کاملاً در بر گرفته و در اثر فشار و کاهش دما به مایع تبدیل می‌شود مثل هلیوم، هیدروژن، منواکسید کربن، ... یا به بیان دیگر گازها موادی هستند که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر (NTP) حالت گازی دارند.
- بخار: فرآورده‌ی تبخیر موادی است که در دمای معمولی مایع است (مانند بنزن، تولوئن، ...) یا گاه فرآورده‌ی تصعید جامدات (مانند ید) یا به بیان دیگر بخار حالت گازی موادی است که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر (NTP) به صورت مایع یا جامد هستند.

تقسیم بندی گرد و غبار (Dust) بر حسب قطر آئرو دینامیکی^۱

Inhalable Particulate Matter (IPM)

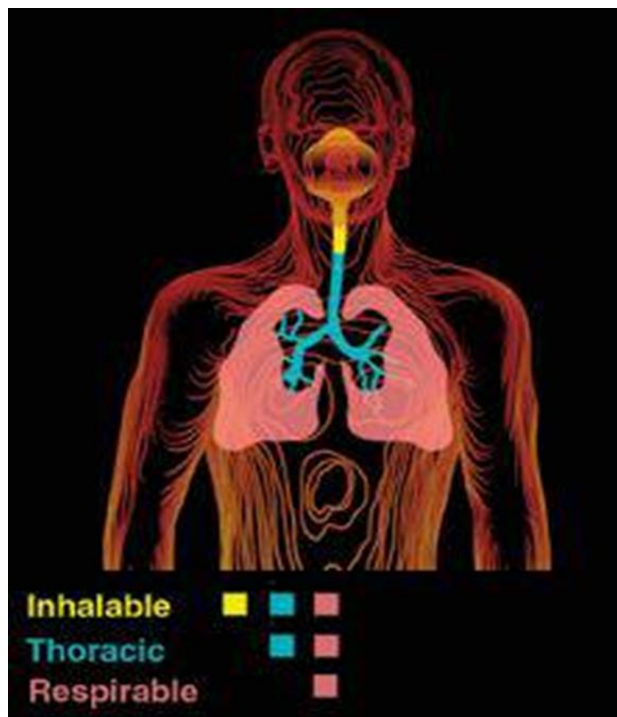
- Dust particles having a 50% cut-point of 50 μm . These dust particles are hazardous when deposited anywhere in the respiratory tract.

Thoracic Particulate Matter (TPM)

- Dust particles having a 50% cut-point of 10 μm . These dust particles are hazardous when deposited anywhere in the lung airways and gas-exchange regions.

Respirable Particulate Matter (RPM)

- having a 50% cut-point of 4 μm . These dust particles are hazardous when deposited anywhere in the gas-exchange regions.



-Particulates (insoluble or poorly soluble) Not Otherwise Specified - PNOS

چنانچه شواهد برای ذرات، کم یا ناکافی باشد، در یک گروه خاصی تحت عنوان PNOS قرار می گیرند. کلیه ذرات این گروه دارای یک حد مجاز یکسان می باشند. مگر آنکه مطالعه ها و پژوهش های آتی، اطلاعات کافی جهت تعیین حد مجاز مواجهه مستقل برای یک ذره را ارائه نماید.

- Respirable: 3 mg/m^3
- Inhalable: 10 mg/m^3

مراحل نمونه برداری

- (۱) تعیین هدف نمونه برداری
- (۲) تعیین نوع آلاینده برای نمونه برداری
- (۳) انتخاب روش نمونه برداری و آنالیز
- (۴) تعیین تعداد نمونه ها و زمان نمونه برداری
- (۵) انجام نمونه برداری
- (۶) آنالیز نمونه ها
- (۷) تعیین مواجهه (TWA - STEL - C)
- (۸) مقایسه مواجهه با حدود مواجهه شغلی

^۱ - قطر آئرو دینامیکی یک ذره، قطر یک کره فرضی با چگالی ۱ گرم بر سانتی متر مکعب (چگالی آب) است که در شرایط یکسان از نظر سرعت ته نشینی یا رفتار آئرو دینامیکی، دقیقاً مانند همان ذره واقعی در هوا حرکت می کند.

تعیین هدف نمونه برداری

- ارزیابی مواجهه کارکنان و مقایسه با حدود مواجهه شغلی (OEL)
- تعیین تراکم آلاینده در نقاط گوناگون محیط کار
- بررسی کارایی اقدامات کنترلی
- بررسی وجود ناشی مواد شیمیایی
- رسیدگی به شکایات کارکنان

تعیین نوع آلاینده برای نمونه برداری (ارزیابی اولیه)

- قبل از اقدام به پایش و اندازه گیری لازم است کلیه عوامل زیان آور شیمیایی اعم از گازها، بخارات، آئروسول ها (گرد و غبار، میست، فیوم، دود و ...) شامل مواد اولیه، مصرفی، بینابینی و محصولات در فرآیندها و فعالیتها، مورد شناسایی دقیق قرار گرفته و در قالب فرم ارزیابی اولیه عوامل زیان آور بصورت کامل ثبت گردد.
- قبل از نمونه برداری لازم است که مسئول فنی محترم شرکت های ارائه دهنده خدمات سلامت کار نسبت به تهیه استراتژی نمونه برداری شامل تعیین هدف، تعداد نمونه، حجم نمونه، زمان نمونه برداری، نوع نمونه برداری، استاندارد و روش های معتبر اقدام نماید.
- در صورتی که استاندارد مواجهه شغلی ایران برای یک ماده شیمیایی وجود نداشته باشد ولی امکان سنجش و آنالیز آن وجود داشته باشد، نتیجه سنجش باید ابتدا با استاندارد ACGIH مقایسه و در صورت عدم وجود این استاندارد با یکی از استانداردهای OSHA ، NIOSH یا ... مقایسه و در گزارش به صورت واضح این مطلب (که این ماده فاقد استاندارد مجاز مواجهه شغلی ایران می باشد لذا با استاندارد NIOSH یا OSHA و یا مقایسه شده است) شرح گردد.
- در صورتی که یک ماده شیمیایی صرفاً دارای استاندارد TWA باشد و بصورت غیر روتین (مثلاً یک یا دو بار در ماه) فرد با این ماده تماس داشته باشد، نیاز به اندازه گیری ندارد.
- در مواردی که یک آلاینده شیمیایی بینابینی در فرآیند تولید می گردد باید نسبت به شناخت ماهیت آن ماده از روی SDS و یا هر منبع معتبر اقدام لازم صورت پذیرفته و بعد از شناخت ماده مورد نظر نسبت به اندازه گیری آن اقدام گردد.
- برای تعیین تأثیر روش های کنترلی، گرفتن دو نمونه (یکی هنگام فعال نبودن روش کنترلی و دیگری هنگام فعال بودن آن) و مقایسه آنها با هم کفایت می نماید.
- در صورتی که ایستگاه های کاری از لحاظ فرایند و اقدامات کنترلی موجود شبیه بهم باشد سنجش آلاینده فقط در یک ایستگاه کفایت می کند و نیاز به سنجش در سایر ایستگاه ها مشابه نمی باشد

نکات کاربردی

- با توجه به متد NIOSH 0600 نمونه گرد و غبار استنشاقی برای ذرات غیر قابل طبقه بندی استفاده می شود.
- در نمونه برداری از فیوم های جوشکاری باید نوع الکترودی که بیشتر استفاده می گردد، میزان ولتاژ مورد استفاده و ولتاژ غالب ثبت و گزارش گردد. همچنین نوع آلاینده جوشکاری باید متناسب با نوع الکتروود و قطعه جوشکاری تعیین و سنجش گردد.

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- در صورتی که جوشکاری در فضای محصور، روی فلزات پوشانده شده با رنگ‌های پلی اورتان انجام می‌شود و فرد احساس تحریک گلو، چشم و بینی داشته باشد، لازم است ایزوسیانات‌ها اندازه‌گیری شود.
- در صورتی که جوشکاری در فضای محصور، روی فلزات پوشانده شده با حلال‌های چربی‌زدا انجام می‌شود و فرد احساس تحریک چشم، بینی و سیستم تنفسی داشته باشد، لازم است فرم‌آلدئید و فسژن اندازه‌گیری شود.
- در صورتی که جوشکاری در فضای محصور، روی فلزات پوشانده شده با ضدزنگ انجام می‌شود و فرد احساس تحریک چشم، بینی و سیستم تنفسی داشته باشد، لازم است فسفین اندازه‌گیری شود.
- نمونه‌برداری و آنالیز روغن‌های پایه نفتی (غیر محلول در آب) با متد NIOSH 5026 انجام می‌شود. (روغن‌های معدنی در دمای بالا می‌تواند تولید می‌کنند)
- نمونه‌برداری و آنالیز سیالات فلزکاری بر پایه آب (قابل حل در آب به صورت امولسیون، نیمه سنتزی و کاملاً سنتزی) با متد NIOSH 5524 انجام می‌شود.

مقایسه انواع مایعات فلزکاری (MWF)

ویژگی‌ها نوع مایع	روغنی (Straight)	امولسیون (Soluble)	نیمه سنتزی (Semi-Synthetic)	سنتزی (Synthetic)
ترکیب پایه	۱۰۰٪ روغن معدنی	۳۰ - ۸۵٪ آب + روغن	۵ - ۳۰٪ روغن + سنتزی + آب	بدون روغن، پلی گلیکول‌ها، سورفاکتانت‌ها و ...
ظاهر پس از رقیق سازی	شفاف کهربایی	شیری رنگ	مات یا نیمه شفاف	شفاف تا کمی کدر
قدرت روان کاری	بسیار زیاد	زیاد	متوسط تا زیاد	کم تا متوسط
قدرت خنک کاری	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
رشد میکروبی	ندارد	بالا (نیاز به بیوسید ^۱)	متوسط (بیوسید لازم)	پایین ترین
خطر آتش سوزی	بالا	پایین	پایین	بسیار پایین
بو / دود	زیاد	متوسط	کم تا متوسط	بسیار کم
کاربردهای معمول	برش و تراش بسیار سنگین، دنده تراشی	تراش و فرز CNC سبک تا متوسط	تراش CNC، قالب سازی، عملیات ترکیبی	سنگ زنی دقیق، ابزار پزشکی، الکترونیک
مزیت برجسته	روان کاری عالی	تعادل بین خنک کاری و روان کاری	توازن میان کارایی و تمیزی	تمیزی بالا و ایمنی حریق
محدودیت اصلی	دود و آتش سوزی	رشد میکروبی	نیاز به کنترل فرمول	روان کاری نسبتاً پایین

^۱ ماده‌ای شیمیایی که برای از بین بردن یا کنترل موجودات زنده ناخواسته مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و ویروس‌ها استفاده می‌شود.

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- در صورت وجود مواد اولیه پلیمری در کارگاه طبق جدول ذیل متناسب با مواد اولیه، الزامی است ارزیابی بخارات به شرح ذیل انجام گردد.

مواد اولیه	بخارات قابل سنجش
PP (Poly Propylene)	- Aldehydes - Acrolein
PVC (Poly Vinyl Chloride)	- Vinyl chloride - Hydrogen chloride - Cyclohexanone
ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)	- Acrylonitrile - Phenol 1-3-Butadiene - Styrene
PS (Poly Styrene)	- Styrene - Acrolein - BTEX - Aldehydes
PC (Poly Carbonate)	- Bisphenol A (BPA) - Phosgene
PU (Poly Urethanes)	- Aldehydes - Isocyanates
PE (Poly Ethylene)	- Aldehydes - Acrolein - Ethylene Oxide
PET (Poly Ethylene Terephthalate)	- Terephthalic acid - Ethylene glycol
Polyamides (e.g. Nylon)	- Cyanide - Ammonia - nitrogen oxides

تعداد نمونه مورد نیاز

تعداد نمونه‌ها به هدف نمونه‌برداری، غلظت انتشار و نحوه انتشار مواد آلاینده بستگی دارد. برای بررسی کارایی اقدامات کنترلی، معمولاً یک تا سه نمونه قبل از اقدام کنترلی و به همین تعداد پس از اجرای آن کفایت می‌کند. برای تعیین مواجهه فرد و مقایسه‌ی آن با OEL تعداد نمونه مورد نیاز بستگی به عوامل متعددی دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- طول مدت شیفت کاری
- تعداد دفعات مواجهه فرد با ماده‌ی شیمیایی (به صورت مقطعی فقط چند بار در طول شیفت کاری مواجهه دارد یا به صورت مداوم در کل شیفت)
- حداقل و حداکثر دبی نمونه‌برداری
- وجود هم‌زمان رطوبت بالا و سایر مواد شیمیایی

مدت زمان نمونه برداری

طول مدت نمونه برداری بر حسب مقدار آلاینده موجود در هوا تغییر می کند. اصل این است که نمونه گرفته شده حاوی مقدار مناسب از آلاینده بوده و برای تجزیه شیمیایی دقیق کافی باشد. زمان لازم برای نمونه برداری به عوامل زیر بستگی دارد:

- حساسیت روش آزمایش که نمونه هوا با آن تجزیه می شود (μg)
- حد مجاز مواجهه (mg/m^3 یا ppm)
- حجم هوای نمونه برداری شده در واحد زمان (L/min)
- دبی نمونه برداری
- مدت زمان انجام کار
- تراکم پیش بینی شده مواد آلاینده در هوا
- نوع وسیله نمونه گیر

حداقل مدت زمان نمونه برداری که در آن ها پدیده های **Break Through** و **Over loading** پیش نیاید، از طریق فرمول های مربوطه قابل محاسبه می باشد.

حجم هوای نمونه برداری

سازمان کار و مؤسسه ملی بهداشت و ایمنی آمریکا، برای حجم و دبی هوای نمونه برداری مقادیری را به صورت تجربی مشخص نموده است و این مقادیر در هر روش (متد) داده شده است. عواملی که بر مدت زمان نمونه برداری مؤثر است در تعیین حجم هوا نیز تأثیر دارد.

سازمان بین المللی کار فرمول ذیل را به منظور تعیین حداقل حجم هوای نمونه برداری توصیه کرده است:

$$M.R.V = \frac{S \times 22400}{TLV \times M} \times \frac{760}{p} \times \frac{273 + t}{273}$$

M.R.V: حداقل حجم نمونه بر حسب لیتر

S: حساسیت روش تجزیه بر حسب میلی گرم

TLV: حد آستانه مجاز بر حسب میلی گرم در لیتر

P: فشار بر حسب میلی متر جیوه

t: دما بر حسب درجه سانتی گراد

M: وزن مولکولی

بهترین روش تعیین حجم هوای نمونه برداری انجام تست مقدماتی با نمونه برداری اولیه و تجزیه نمونه ها است. در اکثر روش های تجزیه ای که سازمان های بهداشت و ایمنی ارائه کرده اند، **حدود** حجم و دبی هوا پیشنهاد شده است.

محل نمونه برداری

- **منطقه تنفسی کارگر:** نمونه برداری از منطقه تنفسی پراهمیت ترین روش نمونه برداری بوده چون آلاینده نمونه برداری شده در مجاورت منطقه تنفسی کارگر است. تمامی نمونه های هوا که به منظور ارزیابی مواجهه کارکنان و مقایسه با OEL جمع آوری می شوند باید از ناحیه تنفسی آنها گرفته شده باشند.

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- **نزدیکترین نقطه به منبع تولید آلودگی:** این نمونه‌برداری جهت تعیین مقدار انتشار آلاینده در هوای محیط کار، تشخیص فوری هر گونه نشت مواد و همچنین جهت بررسی کیفیت دستگاه‌های کنترل آلودگی در داخل کارخانه مورد استفاده می‌باشد.
- **نمونه‌برداری محیطی:** در این نمونه‌برداری سطوح آلاینده در نواحی خاص، بطور پیوسته، دوره‌ای یا در زمان‌های خاص اندازه‌گیری می‌شود. این نمونه‌برداری در صورتی که نمونه‌برداری فردی مناسب در دسترس نباشد، احتمال نشت آلاینده با سطح بالا وجود داشته باشد و در هنگام صدور مجوز برای کار در فضاهای محصور و بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد.

منطقه تنفسی کارگر



نمونه‌برداری از منطقه تنفسی^۱ پراهمیت‌ترین روش نمونه‌برداری بوده چون آلاینده نمونه‌برداری شده در مجاورت منطقه تنفسی کارگر است. تمامی نمونه‌های هوا که به منظور ارزیابی مواجهه‌ی کارکنان و مقایسه با OEL جمع‌آوری می‌شوند، باید از ناحیه‌ی تنفسی آنها گرفته شده باشند. ناحیه‌ی تنفسی یک کره فرضی به شعاع ۳۰ سانتی متر حول دهان و بینی فرد است.

کالیبراسیون وسایل نمونه‌برداری

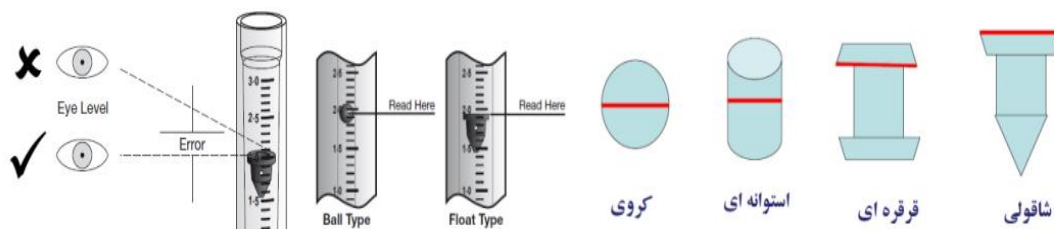
پیش از انجام نمونه‌برداری باید کالیبراسیون اولیه و ثانویه (باتوجه به نوع وسیله) وسایل اندازه‌گیری عوامل زیان‌آور انجام شود. کالیبراسیون اولیه تجهیزات صرفاً در صورت انجام توسط آزمایشگاه‌های دارای گواهینامه معتبر از مرکز ملی تأیید صلاحیت ایران (مطابق استاندارد ISO/IEC 17025) معتبر خواهد بود.

- کالیبراسیون باید دائماً تکرار شود. زیرا هر نوع کالیبراسیون پس از گذشت مدتی اعتبار خود را از دست می‌دهد.
- تعداد دفعات کالیبراسیون به دفعات و نحوه استفاده بستگی دارد.
- بعد از کالیبراسیون برجسیبی که در آن فاکتور کالیبراسیون و تاریخ انجام کالیبراسیون نوشته شده باشد بر روی دستگاه نصب می‌گردد.
- تعمیر یا تعویض قطعه، ضربه خوردن، شرایط جوی، طول عمر از دلایل کالیبراسیون است.
- چنانچه در روش استفاده از دو لوله جاذب سری یا استفاده از پیش فیلتر در نمونه‌برداری الزامی باشد در هنگام کالیبراسیون این موارد باید در مدار نمونه‌برداری قرار گیرند.
- قبل از هر نوبت نمونه‌برداری ضروری است پمپ کالیبره گردد.
- برای اطمینان از اینکه روتامتر هنوز در شرایط کالیبراسیون قرار دارد می‌بایست آن را با یک استاندارد اولیه مانند فلومتر حباب صابون کالیبره کرد.
- ضریب کالیبراسیون روتامتر (K) می‌بایست در محاسبات اعمال گردد مشروط بر این که دبی واقعی در هنگام نمونه‌برداری آلاینده، تامین گردد.

1 Breathing Zone

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- در حین کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی با روتامتر کالیبره شده بغیر از شناور استوانه‌ای برای بقیه موارد باید بالاترین و پهن‌ترین قسمت شناور روتامتر خوانده شود. (مانند شکل)



نقطه برش (Cut Point)

یک ویژگی است که اندازه ذراتی که را که یک وسیله نمونه بردار می‌تواند با کارایی ۵۰ درصد (d_{50}) گردآوری کند را نشان می‌دهد. معیار کارایی گردآوری ذرات که توسط سازمان ACGIH و ISO/CEN پذیرفته است این است که باید d_{50} سیکلون و دیگر نمونه بردارهای ذرات قابل استنشاق (Respirable Samplers)، به اندازه $4 \mu m$ باشد.

عوامل مؤثر در جذب آلاینده با جاذب سطحی

(۱) دما

افزایش دما باعث کاهش جذب سطحی و افزایش ترک ماده‌ی آلاینده از جاذب سطحی می‌شود احتمال افزایش عکس‌العمل‌های شیمیایی در سطح جاذب سطحی وجود دارد.

(۲) رطوبت

جاذب‌های سطحی قطبی بخارات آب در اتمسفر را جذب می‌نمایند و افزایش رطوبت باعث افزایش ترک آلاینده از جاذب سطحی می‌گردد. تأثیر رطوبت در کاهش جذب سطحی در جاذب‌های قطبی مانند سیلیکاژل بیش از سایر جاذب‌ها است.

(۳) دبی

افزایش دبی بیش از 500 ml/min باعث افزایش ترک آلاینده از جاذب سطحی می‌شود میزان افزایش بستگی به نوع جاذب سطحی دارد.

(۴) غلظت

زیاد بودن غلظت آلاینده در محیط باعث افزایش ترک آلاینده از جاذب سطحی می‌شود زیرا جاذب سطحی به سرعت از آلاینده اشباع می‌گردد.

(۵) وجود همزمان چند ترکیب شیمیایی

در صورت وجود چندین ترکیب شیمیایی، ترکیبی که جذب سطحی کمتری دارد راحت‌تر جاذب را ترک می‌نماید؛ به طور مثال در صورتی که چندین ترکیب شیمیایی با قطبیت مختلف، با یک جاذب سطحی قطبی جذب گردند ترکیب شیمیایی که قطبیت آن بیشتر باشد، با قدرت بیشتری نگه داشته می‌شود در حالی که احتمال دارد ترکیب شیمیایی با قطبیت، کمتر جاذب سطحی را ترک کند. در صورتی که یک جاذب سطحی چندین ترکیب شیمیایی غیر قطبی را جذب کند، ترکیبی که حجم مولکولی بزرگتر یا نقطه‌ی جوش بیشتری دارد بهتر نگه داشته می‌شود.

۶) شکل ظاهری جاذب

کوچک بودن ابعاد ذرات جاذب باعث افزایش بازدهی جذب سطحی می‌گردد شکل ظاهری جاذب و متناسب با آن میزان مقاومت در برابر عبور جریان افزایش می‌یابد.

۷) اندازه ی لوله ی جاذب

افزایش طول لوله باعث کاهش ترک آلاینده و استفاده از دو لوله‌ی جاذب سطحی به طور سری مدت زمان ترک آلاینده را دو برابر کاهش می‌دهد.

تراکم و فصول سال

تراکم آلاینده در محیط کار می‌تواند تابع فصل‌های سال نیز باشد. در ماه‌های سرد سال معمولاً درب‌ها و پنجره‌ها بسته می‌شوند، بنابراین در صورتی که بهداشت کار رعایت نگردد و تهویه‌ی سالن به خوبی عمل نکند ممکن است تراکم آلاینده به مرور افزایش یابد همچنین در ماه‌های گرم سال با افزایش دما، رطوبت و سکون هوا تراکم آلاینده‌ها در محیط افزایش می‌یابد. در حالی که در فصل‌های دیگر سال ممکن است با وزش باد تراکمی که کارکنان با آن مواجهه دارند کمتر باشد.

محدوده‌های نوسان

نوسانات غلظت مواجهه شاغلین می‌تواند تا ۳ برابر OEL-TWA برای حداکثر ۳۰ دقیقه در خلال یک روز کاری باشد به شرطی که میانگین مواجهه کارگر بیشتر از OEL-TWA نباشد. تحت هیچ شرایطی دامنه نوسانات مواجهه کارگر حتی برای یک لحظه هم نباید از ۵ برابر OEL-TWA تجاوز کند.

برنامه‌های کاری غیرمعمول

مدل بریف و اسکالا

$$\text{TLV reduction factor} = \frac{8}{h} \times \frac{24-h}{16}$$

▪ تصحیح روزانه

$$\text{TLV reduction factor} = \frac{40}{h} \times \frac{168-h}{128}$$

▪ تصحیح هفتگی

▪ اگر هم ساعات کار در روز و هم هفته از شیفت مرسوم بیشتر بود، هر دو تصحیح صورت می‌گیرد. هر کدام که عدد کوچکتری شد به عنوان فاکتور کاهش اعمال می‌گردد.

* نکات مهم در کاربرد مدل بریف و اسکالا

- برای نوبت‌های کاری ۲۴ ساعته کاربرد ندارد.
- برای فرایندهای کاری کمتر از ۸ ساعت در روز و یا کمتر از ۴۰ ساعت در هفته کاربرد ندارد.
- برای OEL‌هایی می‌تواند بکار رود که برحسب TWA باشند.
- برای شیفت‌های کاری مستلزم بیش از ۷ روز کار متوالی کاربرد ندارد.

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

مدل دانشگاه مونترال و IRSST

- فقط برای OEL-TWA کاربرد دارد.
- در هیچ شرایطی OEL اصلاح شده نمی تواند از OEL-TWA بیشتر باشد.
- برای شیفت های کاری تا ۱۶ ساعت در روز کاربرد دارد.

جدول (۱): طبقه بندی الگوی تصحیح حدود مجاز مواجهه مواد شیمیایی

گروه	طبقه بندی روش تصحیح	روش تصحیح حدود مجاز مواجهه
1	1A مواد دارای فقط حدود مجاز سقفی	بدون تصحیح
	1B مواد محرک یا بدبو	
	1C محدودیت تکنولوژیکی، خفگی آورهای ساده، مواد دارای ریسک ایمنی یا ریسک بهداشتی خیلی کم، مواد دارای نیمه عمر کمتر از ۴ ساعت.	
2	موادی که با مواجهه کوتاه مدت، تأثیر می گذارند (مسمومیت حاد)	تصحیح روزانه
3	موادی که پس از مواجهه بلند مدت تأثیر می گذارند (مسمومیت تجمعی یا مزمن)	تصحیح هفتگی
4	موادی که هم پس از مواجهه کوتاه مدت و هم بلندمدت، تأثیرگذار هستند (مسمومیت حاد و مزمن)	تصحیح روزانه و هفتگی هر کدام محافظه کارانه تر بود (حفاظت بیشتر کارگران)

✓ گروه ۲: ضریب کاهش روزانه $Fa = \frac{8}{Td}$

✓ گروه ۳: ضریب کاهش هفتگی $Fa = \frac{40}{Tw}$

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

مثال: برنامه کاری کارگران یک واحد صنعتی که در مواجهه با هگزان هستند شامل سه روز کار و سه روز استراحت و همچنین کلیه شیفت‌های کاری ۱۲ ساعته می‌باشد. مقدار حد مجاز تصحیح شده برای این کارگران چقدر است؟

هفته	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنج‌شنبه	جمعه
اول	W	W	W	A	A	A	W
دوم	W	W	A	A	A	W	W
سوم	W	A	A	A	W	W	W
چهارم	A	A	A	W	W	W	A
پنجم	A	A	W	W	W	A	A
ششم	A	W	W	W	A	A	A

واحدهای اندازه‌گیری عوامل شیمیایی محیط کار

$$OEL_{(ppm)} = \frac{OEL_{(mg/m^3)} \times \left(\frac{24}{45} \right)}{M_{(g/mol)}}$$

✓ برای گازها و بخارات بر حسب ppm

✓ ذرات گرد و غبار بر حسب mg/m^3

$$OEL_{(mg/m^3)} = \frac{OEL_{(ppm)} \times M_{(g/mol)}}{24/45}$$

✓ شمارش f/cc

تجهیزات و ملزومات

انواع پمپ‌های نمونه‌برداری

▪ پمپ دبی پایین

Pocket Pump TOUCH Pump

- Compact
- Touch screen
- ATEX/UL Approved
- Flow range: 20 to 500ml/min
- Vapours



▪ پمپ دبی متوسط

AirChek ESSENTIAL+ Pump

- Touch screen
- Simple Operation
- Up to 40 hours run time
- Flow range: 5 to 5000ml/min
- Dust • Vapours



▪ پمپ دستی بالا

BioLite⁺ Pump

- Specifically designed for sampling biological hazards
- Flow range: 0 to 62 L/min
- Bioaerosol



Flite4 Pump

- Ideal for area sampling
- Long run times
- Flow range: 2,000 to 20,000ml/min
- Asbestos • Environmental



Bubble Film Calibrators

Simple to use primary standard calibrators, available in two flow ranges.



Rotameters

Simple to use secondary standard calibrators available in many flow rate ranges to cover a broad range of air sampling applications.



chek-mate Calibrator

Simple to use electronic air flow calibrator that meets the accuracy requirements of the current HSE sampling method for dust/particulates - MDHS 14/4.



▪ Respirable

Plastic Cyclone

The SKC Plastic Cyclone is a lightweight conductive plastic unit that holds a collection filter in a reusable cassette during sampling.



- Respirable

Aluminium Cyclone

A lightweight sampler that is used with a filter loaded into a three-piece filter cassette, giving sharp size selection between respirable fractions at 4 or 5 μm .



- Respirable

GS-1 Cyclone

The GS-1 Cyclone, a single-inlet version of the GS-3 Cyclone, in conductive plastic provides performance equivalent to the Dorr-Oliver Cyclone.



- Respirable

GS-3 Cyclone

The GS-3 Cyclone is a 10 mm lightweight two-piece conductive plastic unit with multiple inlets, that holds a standard 25 or 37 mm filter cassette.



- Respirable

▪ Inhalable

IOM Sampler

The patented IOM Sampler has a reusable filter cassette, designed to better measure the worker's exposure to total airborne particulates.



- Inhalable

Calibration Adaptors and Accessories

A range of accessories to aid the calibration process.



Button Sampler

The Button Sampler is a filter sampler with a porous curved-surface inlet, designed to improve the collection characteristics of inhalable dust.



- Inhalable

Mini Sampler

The SKC Mini Sampler fits onto the Face Level Sampling Headset and requires a 13 mm 0.8 μ m MCE Filter.



- Inhalable

▪ Thoracic

Parallel Particle Impactor (PPI)

A small sampler with 4 impactors in 1 unit, which provides the closest match to the ACGIH/ISO/CEN respirable and thoracic conventions.



- Respirable
- Thoracic

Disposable Parallel Particle Impactor

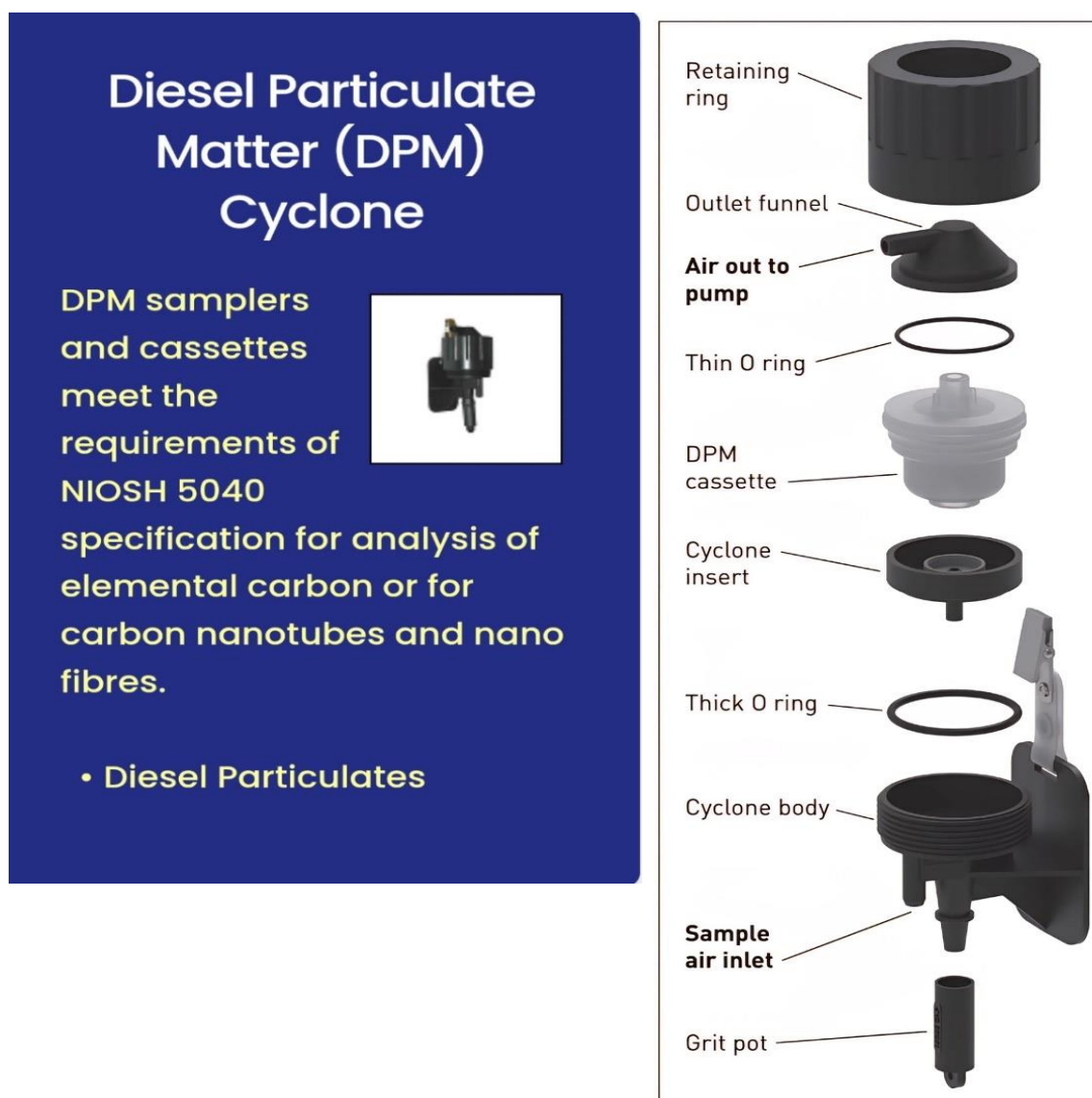
The SKC Disposable PPI combines the performance of reusable aluminium PPI models with the convenience of a single-use sampler.



- Respirable
- Thoracic

■ سیکلون DPM

این دستگاه کوچک و سبک از پلاستیک رسانا ساخته شده است تا از تجمع اثرات الکترواستاتیکی جلوگیری کند. این سیکلون شامل یک محفظه‌ی جمع‌آوری ذرات، یک حلقه نگهدارنده و یک گیره برای اتصال به لباس کارگران است. کاست DPM برای نمونه‌گیری در محیط‌هایی طراحی شده است که نیاز به جداسازی ذرات معلق دیزل از سایر گرد و غبارهای قابل استنشاق مانند گرد و غبار زغال سنگ دارند. این کاست یک‌بار مصرف، دارای مهر و موم‌های ضد دستکاری هستند تا از یکپارچگی نمونه اطمینان حاصل شود. این کاست حداکثر کارایی را در جمع‌آوری DPM فراهم می‌کند و در معادن فلزی و غیر فلزی با دبی ۱,۷ لیتر بر دقیقه و در معادن زغال سنگ با دبی ۲ لیتر بر دقیقه ارزیابی شده است.



■ نمونه بردار الیاف

هر ذره‌ای که نسبت طول به عرض در آن بزرگ‌تر از سه باشد، الیاف (Fibres) نامیده می‌شود، مانند آزبست

نمونه برداری از آزبست

(۱) هد نمونه برداری آزبست

■ هد نمونه برداری آزبست - پوشش پلاستیکی

■ هد نمونه برداری آزبست - پوشش آلومینیومی

(۲) پمپ نمونه برداری مناسب به همراه با پایه نمونه برداری

برای اندازه‌گیری آزبست در حین فرآیند حذف آن یا هنگام بررسی یک مکان برای استفاده مجدد، استفاده از تجهیزات ثابت نمونه برداری یا پایش آزبست ضروری است. در این شرایط، سری‌های نمونه برداری آزبست همراه با پمپ نمونه برداری و پایه‌ی نمونه برداری (مطابق تصویر) به کار می‌روند. این سری‌های نمونه برداری از فیلترهای مشبک ۲۵ میلی‌متری استفاده می‌کنند.

Asbestos Sampling Heads

The asbestos covered sampling head is a 25 mm plastic sampler for fibre sampling (also available with an aluminium cowl).

- Fibres



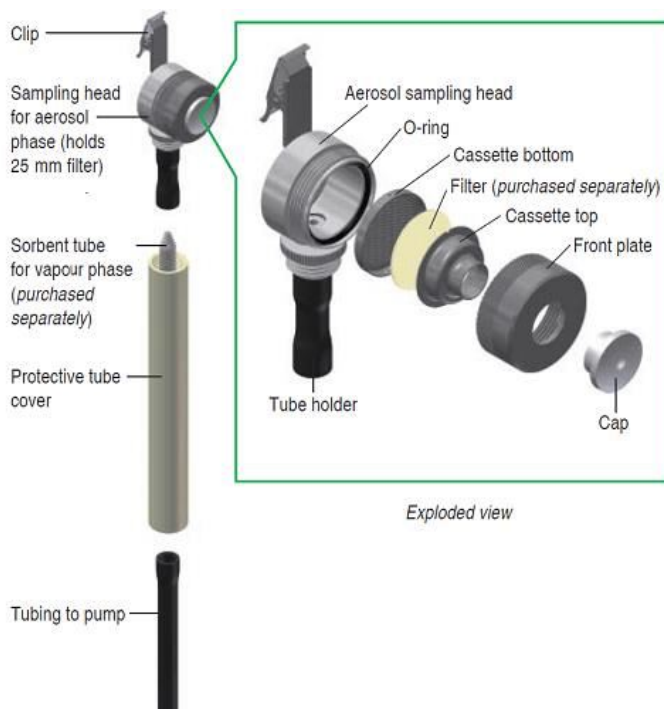
نمونه بردار IFV

زمانی که یک ماده فشار بخار کافی برای بودن در هردو فاز ذره‌ای و بخار را با نسبت معنی‌داری از دوز در غلظت -OEL TWA داشته باشد. هنگام تعیین IFV، نسبت غلظت بخار اشباع (SVC) به -OEL TWA در نظر گرفته می‌شود. این نماد به طور معمول برای موادی با نسبت SVC/OEL بین ۰٫۱ و ۱۰ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

IFV Pro Sampler

Simultaneously and efficiently collects contaminants in both the particle and vapour phase, such as pesticides, PAHs, organic acids and explosives.

- Inhalable
- Vapour



BioStage

The BioStage[®]
single-stage
cascade
impactor



operates on the
principle of inertial impaction
and meets NIOSH and ACGIH
recommendations for
sampling indoor and outdoor
air for viable
microorganisms, including
bacteria, and fungi.

BioSampler

Use the
BioSampler[®]
with the BioLite
pump for area
sampling to



locate sources of biological
contamination, identifying
and measuring levels of
microorganisms, evaluating
the effectiveness of control
measures, or monitoring
bioaerosol releases for many
applications.

نمونه‌بردارهای گازها و بخارات

جاذب‌های سطحی

زغال فعال، سیلیکاژل، تناکس، کروموزرب، پروپاک، کربوترپ مولکولرسیو و فلورسیل، جاذب‌های سطحی هستند که در عمل جذب سطحی در هوا استفاده می‌شوند.

زغال فعال، سیلیکاژل، کروموزرب و پروپاک بیشتر در تهیه‌ی نمونه از هوای محیط کار استفاده می‌شود در حالی که کربوترپ و مولکولرسیو بیشتر در نمونه‌برداری از هوای شهرها کاربرد دارد. تناکس نیز در تهیه‌ی نمونه‌های محیط کار استفاده می‌شود ولی عمده‌ترین کاربرد آن در نمونه‌برداری از ترکیب‌های آلی فرار در هوای شهرها است.

بعضی مواقع کارخانجات سازنده، نام اصلی جاذب را مشخص نمی‌کنند و از نام‌های تجاری استفاده کنند؛ به طور مثال XAD و ORBO نام جاذب سطحی خاصی نیست بلکه ترکیب‌هایی از کروموزرب و پروپاک است یا ORBO_22 که با بنزیل اتانول آمین پوشش داده شده است و به منظور نمونه‌برداری از فرمالدئید استفاده می‌شود ترکیبی از استیرن و پلیمر دی وینیل بنزن است.

گاهی برای نمونه‌برداری جاذب سطحی که با ماده‌ای شیمیایی پوشش داده شده است استفاده می‌شود مثلاً برای نمونه‌برداری آکروئین، از XAD_2 پوشش داده شده با ۲ هیدروکسی متیل پاپیردین استفاده می‌گردد.

Charcoal Sorbent Tubes

This sorbent has a high surface area for sampling a broad range of primarily non-polar compounds.



Silica Gel Sorbent Tubes

Silica gel is the adsorbent material for sampling polar hydrocarbons, low molecular weight mercaptans, methanol, amines, and inorganic acids.



XAD Sorbent Tubes

XAD resin is hydrophobic and used to adsorb soluble organic compounds.



Chromosorb Sorbent Tubes

Chromosorb is a porous polymer sorbent, used to trap low-boiling hydrocarbons, benzene, labile compounds, and volatile oxygenated compounds.



Thermal Desorption Tubes

Used for the determination of sub-ppb VOC measurements in ambient air, and available as purged or unpurged.



OSHA Versatile Sampler (OVS) Tubes

The tubes combine sorbent and filter in one tube; a filter to trap aerosols and a two-section sorbent bed to adsorb vapours.



Anasorb Sorbent Tubes

The Anasorb name is used for SKC proprietary sorbents of all types.



Tenax Sorbent Tubes

Tenax TA is a traditional sorbent for trapping medium to high boiling compounds; especially useful for low concentrations.



Polyurethane Foam (PUF) Tubes

Polyurethane Foam (PUF) tubes are available in low volume (up to 24 hours) or high volume versions (for ambient air sampling).



Tenax Sorbent Tubes

Tenax TA is a traditional sorbent for trapping medium to high boiling compounds; especially useful for low concentrations.



انواع فیلترها

درجه بندی اندازه منافذ

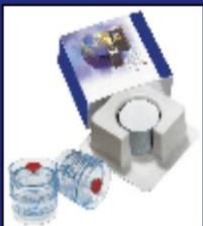
درجه بندی اندازه منافذ فیلترها بر اساس فیلتراسیون مایعات تعیین می شود. فیلترها قادر به نگهداری ذرات بسیار ریزتری در هوا هستند. (به عنوان مثال، فیلتری با درجه بندی ۰٫۸ میکرون برای مایعات می تواند بیش از ۵۰٪ ذرات به کوچکی ۰٫۰۸ میکرون را در هوا نگه دارد)

به طور معمول، فیلترهای عمقی دارای درجه بندی اسمی هستند. برخلاف فیلترهای غشایی (Membrane Filters)، فیلترهای عمقی دارای ساختار منافذ یکنواخت نیستند، بلکه از الیافی تشکیل شده اند که به صورت درهم تنیده، مسیری پرپیچ و خم از منافذ ایجاد می کنند؛ این ساختار اجازه عبور هوا را می دهد، اما ذرات را در عمق فیلتر به دام می اندازد. به دلیل این ساختار، معمولاً اندازه منافذ فیلترهای عمقی از طریق آزمایش با عبور مایعی حاوی ذرات با اندازه مشخص تعیین می شود. اگر فیلتر بتواند مقدار قابل قبولی از آن ذرات را (حتی با وجود بزرگتر بودن منافذ نسبت به اندازه ذرات) نگه دارد، آن اندازه ذرات به عنوان اندازه اسمی منافذ مایع (Liquid Nominal Pore Size) فیلتر در نظر گرفته می شود.

ویژگی های فیلترهای PVC

**GLA 5000 PVC
Membrane Filters**

- Low tare weight
- Very hydrophobic
- Low ash



- ✓ مناسب برای روش های متعدد نمونه برداری هوا مطابق با NIOSH/OSHA/ASTM
- ✓ نمونه برداری از سیلیس، فلزات و گرد و غبار
- ✓ وزن پایه کم و جذب رطوبت پایین برای پایداری گراویمتری
- ✓ موجود در اندازه های ۲۵ و ۳۷ میلی متری است
- ✓ کاست های ۲۵ میلی متری برای نمونه برداری از کروم شش ظرفیتی مطابق با روش OSHA ID-215
- ✓ امکان انجام همزمان آنالیز گراویمتری و شیمیایی روی همان فیلتر با استفاده از روش های 7301 - 7300 NIOSH برای فلزات (عناصر)

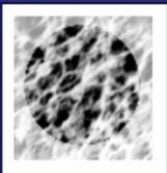
فیلترهای غشایی استر سلولز مختلط (MCE)

فیلترهای غشایی استر سلولز مختلط یا MCE فیلترهای استاندارد برای بیشتر نمونه‌برداری‌های آئروسول هستند. این فیلترها از مخلوط خالص و بیولوژیکی بی‌اثر استات سلولز و نیترات سلولز تشکیل شده‌اند. غشاهای MCE به طور طبیعی دارای پس‌زمینه فلزی کم هستند و با بازها و اسیدهای رقیق و همچنین هیدروکربن‌های آروماتیک و آلیفاتیک سازگارند. فیلترهای MCE آبدوست (هیدروفیل) هستند.

ویژگی‌های فیلترهای MCE

**Mixed Cellulose Ester
(MCE) Membrane
Filters**

- Hydrophilic
- Low metal background
- Autoclavable
- Biologically inert
- Dissolves/clears completely



- ✓ مطابق با مشخصات روش‌های OSHA و NIOSH برای نظارت بر فلزات معلق در هوا و سایر الیاف
- ✓ بی‌اثر از نظر بیولوژیکی
- ✓ قابلیت انحلال کامل و پاک‌سازی
- ✓ خلوص بالا
- ✓ حداقل تداخل در شمارش الیاف
- ✓ روش‌های هضم استاندارد
- ✓ فیلترهای شبکه‌دار برای شمارش الیاف
- ✓ ایده‌آل برای نظارت بر هوا، تجزیه و تحلیل طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS)، تجزیه و تحلیل پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP) و کاربردهای میکروسکوپی نور عبوری

فلزات معلق در هوا (NIOSH 7300, OSHA ID121, 125G)

فیلترهای MCE مطابق با مشخصات NIOSH برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل فلزات معلق در هوا هستند. MCE به راحتی توسط اسید نیتریک رقیق هضم می‌شود که آن را برای تجزیه و تحلیل طیف‌سنجی جذب اتمی ایده‌آل می‌کند.

الیاف آزبست (NIOSH 7400, OSHA ID160)

ساختار منافذ MCE هنگام قرار گرفتن در معرض بخار استون فرو می‌ریزد و حداقل تداخل را در شمارش الیاف ایجاد می‌کند. این ویژگی آن را برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل آزبست و سایر الیاف بسیار مناسب می‌سازد.

کاربردهای اضافی

این فیلترها برای نظارت بر برخی آفت‌کش‌ها و فلوراید‌ها نیز استفاده می‌شوند.

فیلترهای فایبر گلاس

فیلترهای فایبرگلاس در مواردی که نیاز به دبی بالا و فیلتراسیون در مقیاس میکرونی و زیرمیکرونی باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فیلترها برای فیلتراسیون هوا و مایعات مناسب هستند. می‌توانید از فیلترهای بدون بایندر (رزین نگه‌دارنده) برای خلوص بالا که برای تعیین‌های تحلیلی و گراویمتری مناسب است، یا فیلترهای دارای چسب برای استحکام بیشتر در کاربردهای طولانی‌مدت، فشار بالا یا مرطوب استفاده کنید.

ویژگی‌های فیلترهای فایبر گلاس

- ✓ مقاومت در برابر دمای بالا
- ✓ قابل استفاده در اتوکلاو
- ✓ قابلیت نگهداری طولانی مدت و مقاوم در برابر رطوبت
- ✓ ساخته شده از الیاف شیشه‌ای بوروسیلیکات^۱ فاقد بایندر
- ✓ برای حذف تداخلات
- ✓ ایده‌آل برای تجزیه و تحلیل گراویمتری



انواع فیلترهای فایبر گلاس

I. A/E Glass Fibre

- ✓ برای تجزیه و تحلیل گراویمتری آلاینده‌های هوا و آزمایش جامدات معلق یا محلول در فاضلاب
- ✓ دبی بالا، استحکام در شرایط مرطوب و ظرفیت نگهداری بالای ذرات

II. A/B Glass Fibre

- ✓ ظرفیت بالا نگهداری ذرات به ضخامت بیشتر
- ✓ ساخته‌شده از میکروالیاف بوروسیلیکات با بالاترین کیفیت

۱ - شیشه بوروسیلیکات نوعی شیشه مقاوم در برابر حرارت (مقاومت بالا در برابر حرارت و شوک حرارتی، به طوری که می‌تواند تغییرات شدید دمایی را بدون ترک خوردن تحمل کند) و مواد شیمیایی (پایداری شیمیایی بالا در برابر اسیدها و بازها) است که از ترکیب اکسید سیلیسیم (SiO_2) و اکسید بور (B_2O_3) ساخته می‌شود.

این نوع شیشه اولین بار توسط اتو شات (Otto Schott)، شیمیدان آلمانی، در دهه ۱۸۸۰ میلادی توسعه یافت و بعدها برند پیرکس (Pyrex) آن را به بازار معرفی کرد. این شیشه به دلیل ضریب انبساط حرارتی پایین، مقاومت بالایی در برابر تغییرات دما دارد و در صنایع مختلفی مانند آزمایشگاه‌ها، آشپزی، صنایع نوری و دارویی استفاده می‌شود.

فیلترهای غشایی پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE)

فیلترهای PTFE گزینه‌ای همه‌کاره برای نمونه‌بردارهای انتخابی بر اساس اندازه هستند. ویژگی‌های منحصربه‌فرد این فیلتر، آن را برای آنالیز گراویمتری، شیمیایی و/یا میکروسکوپی ذرات نمونه مناسب می‌کند. از این فیلترها برای نمونه‌برداری آئروسول، تهویه هوا و فیلتراسیون گازها استفاده می‌شود.

ویژگی‌های فیلتر PTFE

- ✓ مقاوم و پایدار در برابر اسیدها، بازها و حلال‌ها
- ✓ آب‌گریز (هیدروفوبیک)
- ✓ دارای زمینه کم و بدون تداخل در آنالیزهای شیمیایی
- ✓ جرم پایه کم برای آنالیز گراویمتری دقیق
- ✓ مقاوم تا دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد (قابل اتوکلاو)
- ✓ مناسب برای نمونه‌برداری از آئروسول‌ها، به‌ویژه در محیط‌های حاوی بخار آب

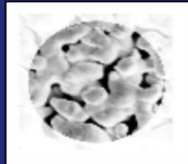
PTFE
(Polytetrafluoroethylene)
Membrane
Filters

- Strong and resistant to acids, bases and solvents
- Hydrophobic
- Low background
- Low tare mass
- Autoclavable



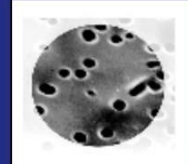
Silver Membrane Filters

- Chemically inert
- High temperature resistance & autoclavable
- Uniform porosity and thickness
- Bacteriostatic
- Hydrostatic
- Hydrophilic and inorganic



Polycarbonate Membrane Filters

- Smooth surface
- Thin, transparent, non-staining
- Chemically resistant, biologically inert
- Thermally stable & Hydrophobic
- Exceptionally low tare weight



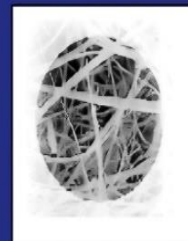
Gelatin Filters

- Pre-sterilised for gamma irradiation
- High moisture content
- Water soluble - dissolves easily on agar
- Suitable for bioaerosols



Quartz Depth Filters

- Binder-free
- Low metal background
- Autoclavable
- Hydrophobic
- Heat treated

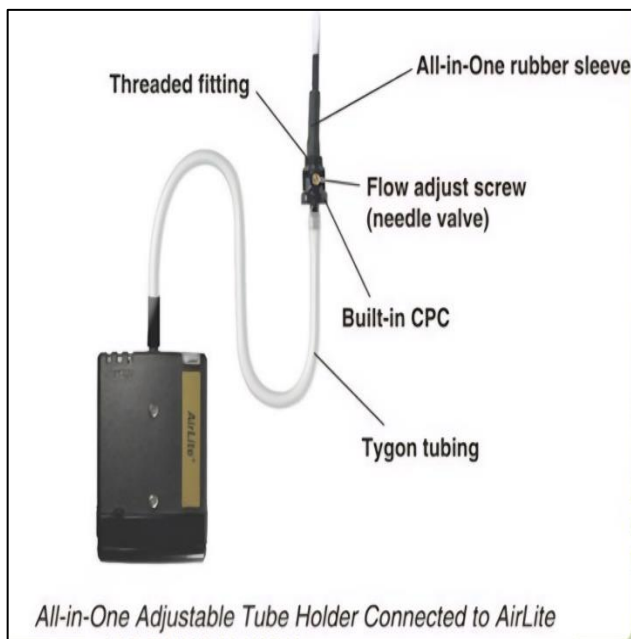


نمونه برداری از آلاینده های شیمیایی محیط کار

پراکاربدرترین وسایل نمونه برداری

نمونه برداری با لوله جاذب سطحی

* برای استفاده از لوله جاذب سطحی مراحل ذیل را انجام دهید.



(۱) شیلنگ را به ورودی پمپ وصل کنید.

(۲) دو انتهای لوله‌ی جاذب سطحی را شکسته (لازم

است دو انتهای جاذب توسط Tube Tip

Breaker شکسته شود) و درون نگهدارنده قرار

دهید. جریان هوای ورودی به پمپ باید در جهت

علامت پیکان روی لوله جاذب سطحی باشد.

(بخش کوچک‌تر درون لوله که مقدار کمتری زغال

فعال دارد به عنوان بخش پشتیبان است و در

سمت پمپ قرار می‌گیرد) در صورتی که لوله

جاذب مستقیماً درون شیلنگ رابط قرار می‌گیرد

بهتر است هر دو انتهای آن با چسب نواری پوشانده

شود تا نشت هوا به حداقل رسانده شود.

(۳) پمپ را با استفاده از یک کالیبراتور خودکار یا روتامتر در دبی مناسب کالیبره نمایید. دبی بهینه برای نمونه برداری با

جاذب های سطحی بین ۵۰ تا ۲۰۰ میلی لیتر بر دقیقه می باشد.

(۴) هنگام قرائت فلو در روتامتر، نقطه‌ای از جسم شناور که بیشترین قطر و ارتفاع را دارد در نظر گرفته می شوند.

(۵) موقعیت شناور روتامتر را روی پمپ نشانه گذاری کنید (نشانه کالیبراسیون). هر یک ساعت پمپ را بررسی و از صحت

عملکرد آن اطمینان حاصل کنید. همچنین از وصل بودن اتصالات، مسدود نبودن مسیر هوا به علت تاخوردگی و

عمودی بودن لوله جاذب نیز اطمینان حاصل کنید.

(۶) در صورت وجود رطوبت بالا در محیط کار، در مدار نمونه برداری از یک لوله جاذب رطوبت در جلوی لوله جاذب

سطحی استفاده کنید. این امر برای لوله‌های سیلیکاژل و مولکولارسیو مهمتر است تا لوله‌های زغال فعال.

(۷) واسطه نمونه برداری به یقه لباس یا جایی نزدیک به ناحیه تنفسی فرد قرار دهید. پمپ را به کمر بند وی متصل کرده

یا درون جیب لباس کارش قرار دهید و بایستی دقت کنید که لوله جاذب سطحی در حالت عمودی قرار گیرد و دهانه

ورودی آن به سمت بالا یا پایین باشد. برای عدم تداخل شیلنگ رابط در کار فرد آن را با چسب نواری به لباس فرد

مهار کنید.

(۸) پمپ را روشن کرده و زمان شروع نمونه برداری را یادداشت کنید. نام و نام خانوادگی، شماره پرسنلی، عنوان شغلی،

شماره شناسایی پمپ، شماره نمونه و ... را نیز یادداشت کنید.

(۹) نمونه برداری را تا زمان جمع آوری حداقل حجم نمونه (متناسب با تراکم آلاینده) ادامه دهید.

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

۱۰) در پایان زمان نمونه برداری، بررسی کنید آیا شناور روماتر هنوز در همان موقعیتی که موقع کالیبراسیون نشانه گذاری شده بود قرار دارد؟ سپس دبی آغاز نمونه برداری با آن مقایسه شود. اختلاف دبی قبل و بعد از نمونه برداری باید حداکثر ۵ درصد باشد. قبل از قرار دادن یک لوله دیگر و آغاز نمونه برداری جدید دبی پمپ را دوباره تنظیم نمایید.

۱۱) زمان پایان نمونه برداری را یادداشت کنید و بلافاصله پس از نمونه برداری درپوش های دو انتهای لوله جاذب سطحی را بگذارید.

۱۲) در همان آغاز نمونه برداری نمونه های شاهد را نیز آماده شود. شاهد های میدانی لوله های جاذب سطحی هستند که از همان بسته لوله هایی که برای نمونه های اصلی استفاده می شوند. با شاهد های میدانی دقیقاً همانند نمونه های اصلی رفتار کنید (با این تفاوت که، هوایی از آن ها عبور داده نمی شود. دو انتهای آن ها را شکسته و بلافاصله درپوش های آن ها را بگذارید).

نمونه برداری با سیکلون پلاستیکی

* برای استفاده از لوله سیکلون پلاستیکی مراحل ذیل را انجام دهید.

۱) از یک بسته فیلتر دو عدد را انتخاب نمایید. یکی از فیلتر ها برای کالیبراسیون پمپ نمونه برداری استفاده می شود و دیگری برای انجام نمونه برداری. توصیه می شود برای برداشتن فیلتر از بسته ی فیلترها و گذاشتن آن ها درون سیکلون از یک انبرک تمیز استفاده شود و فردی که این کار را انجام می دهد دستکش هایی به دست داشته باشد که هیچگونه غباری منتشر نکنند. لازم است فیلتر حدود ۳ دقیقه روی ترازو پنج رقم اعشار (دقت ۰,۰۱ mg) باقی بماند بعد وزن آن را ثبت نمایید. می بایست برای اندازه گیری وزن قبل و بعد از نمونه برداری از یک ترازوی یکسان استفاده کنید.

۲) کاست سیکلون باید تمیز و عاری از هر آلودگی باشد. کاست را باز کرده و فیلتر را روی صفحه ی مشبک فلزی قرار دهید (از وارد کردن فشار زیاد بر فیلتر پرهیز کنید) سپس کاست را مجدداً ببندید.

۳) کاست حاوی فیلتر را درون سیکلون قرار دهید. درون سیکلون ۳ عدد واشر لاستیکی قرار دارد. اطمینان حاصل کنید که این واشرها درون سیکلون سر جای خود باشند. در غیر این صورت در جریان هوای سیکلون اختلال ایجاد شده و عملکرد آن در جمع آوری ذرات قابل تنفس مختل می شود.

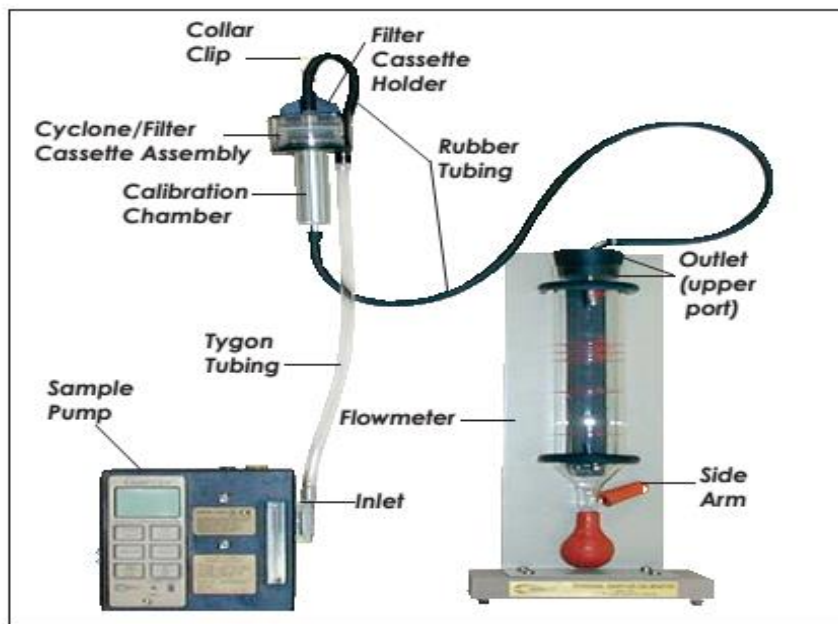
۴) محفظه ی لاستیکی کوچک در پایین سیکلون (Grip Pot) در واقع یک ظرف نخاله است. حین نمونه برداری ذرات درشت تر از جریان هوا جدا شده و درون این محفظه ی لاستیکی می ریزد در پایان نمونه برداری این محفظه تخلیه و ذرات درون آن دور ریخته می شود.

۵) با استفاده از شلنگ های قابل انعطاف خروجی هوای سیکلون را به پمپ نمونه برداری و ورودی هوای آن را به یک کالیبراتور متصل نمایید و پمپ را کالیبره نمایید.



راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

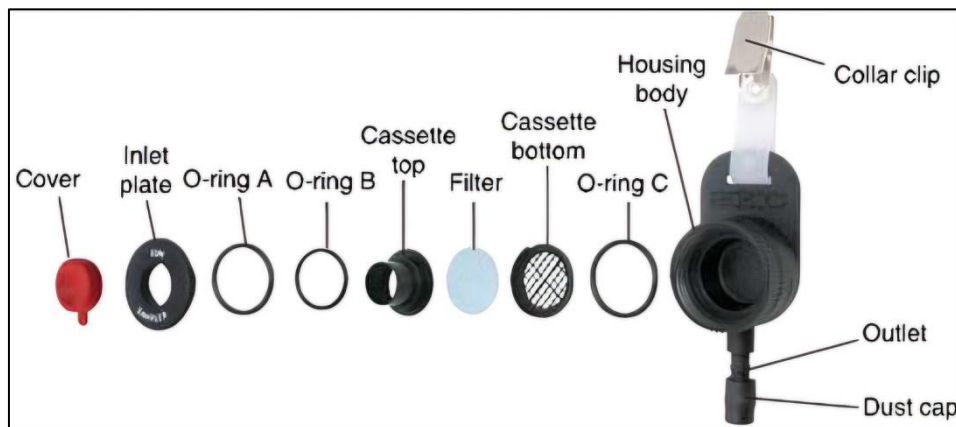
۶) پمپ را با استفاده از یک کالیبراتور خودکار یا روتامتر در دبی مناسب (متناسب با دبی مذکور در کاتالوگ دستگاه) کالیبره نمایید.



- ۷) هنگام قرائت فلو در روتامتر، نقطه‌ای از جسم شناور که بیشترین قطر و ارتفاع را دارد در نظر گرفته می شوند.
- ۸) موقعیت شناور روتامتر را روی پمپ نشانه گذاری کنید (نشانه کالیبراسیون). هر یک ساعت پمپ را بررسی و از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل کنید. همچنین از وصل بودن اتصالات، مسدود نبودن مسیر هوا به علت تاخوردگی اطمینان حاصل کنید.
- ۹) واسطه نمونه برداری به یقه لباس یا جایی نزدیک به ناحیه تنفسی فرد قرار دهید. پمپ را به کمربند وی متصل کرده یا درون جیب لباس کارش قرار دهید. برای عدم تداخل شیلنگ رابط در کار فرد آن را با چسب نواری به لباس فرد مهار کنید.
- ۱۰) پمپ را روشن کرده و زمان شروع نمونه برداری را یادداشت کنید. نام و نام خانوادگی، شماره پرسنلی، عنوان شغلی، شماره شناسایی پمپ، شماره نمونه و ... را نیز یادداشت کنید.
- ۱۱) نمونه برداری را تا زمان جمع آوری حداقل حجم نمونه (متناسب با تراکم آلاینده) ادامه دهید.
- ۱۲) در پایان زمان نمونه برداری، بررسی کنید آیا شناور روتامتر هنوز در همان موقعیتی که موقع کالیبراسیون نشانه گذاری شده بود قرار دارد؟ سپس دبی آغاز نمونه برداری با آن مقایسه شود. اختلاف دبی قبل و بعد از نمونه برداری باید حداکثر ۵ درصد باشد. قبل از قرار دادن یک کاست دیگر و آغاز نمونه برداری جدید دبی پمپ را دوباره تنظیم نمایید.
- ۱۳) پس از پایان نمونه برداری سیکلون را از پمپ جدا کرده و کاست را به آرامی از آن خارج نمایید سپس کلیپس مخصوص را روی کاست سوار کرده و به آزمایشگاه انتقال دهید.
- ۱۴) در آزمایشگاه فیلتر را به آرامی از درون کاست بیرون آورده و روی ترازو قرار دهید. وزن فیلتر را ثبت نمایید. تفاوت بین وزن فیلتر قبل و پس از نمونه برداری بیانگر مقدار غبار قابل استنشاق است.

نمونه برداری با IOM

نمونه بردار IOM هم برای نمونه برداری از ذرات قابل استنشاق و هم قابل تنفس استفاده می شود. این نمونه بردار هم برای آنالیز به روش وزن سنجی و هم به روش های شیمیایی استفاده می گردد. رویه نمونه برداری برای هر دو حالت مشابه است با این تفاوت که در روش های وزن سنجی قبل و بعد از نمونه برداری مجموعه کاست-فیلتر با هم باید وزن شود.



۱) به آرامی دو تکه ی کاست IOM را از هم جدا کرده و فیلتر را درون کاست روی صفحه ی مشبک (صفحه ی پشتیبان فیلتر برای جلوگیری از آسیب دیدن آن حین نمونه برداری) قرار دهید. در ادامه مجدداً دو تکه ی کاست را به هم متصل نمایید.

۲) کاست حاوی فیلتر را در طول شب درون دسیکاتور قرار دهید. مجموعه ی کاست و فیلتر را به صورت یک واحد وزن نمایید. قبل از وزن کردن سطوح خارجی کاست را با یک پارچه ی تمیز و بدون پرز پاک کنید. از ترازویی استفاده کنید که قابلیت نشان دادن وزن تا پنج رقم اعشار (دقت 0.01 mg) را داشته باشد. وزن مجموعه ی کاست و فیلتر را به عنوان وزن قبل از نمونه برداری یادداشت نمایید.



۳) نمونه بردار IOM را با شیلنگ رابط به پمپ نمونه برداری وصل کنید و پمپ را کالیبره نمایید.

۴) پمپ را با استفاده از یک کالیبراتور خودکار یا روتامتر در دبی مناسب (متناسب با دبی مذکور در کاتالوگ دستگاه) کالیبره نمایید.

۵) هنگام قرائت فلو در روتامتر، نقطه ای از جسم شناور که بیشترین قطر و ارتفاع را دارد در نظر گرفته می شوند.

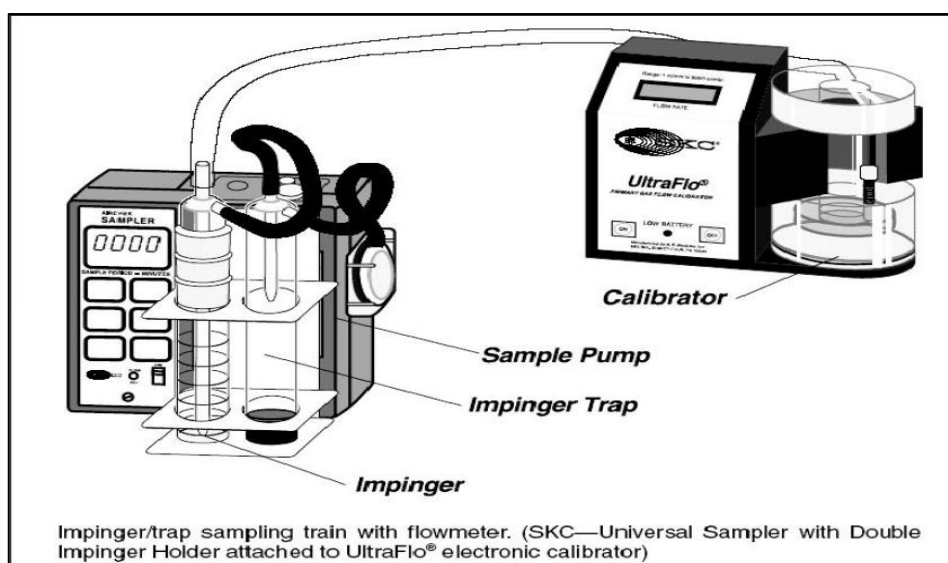
۶) موقعیت شناور روتامتر را روی پمپ نشانه گذاری کنید (نشانه کالیبراسیون). هر یک ساعت پمپ را بررسی و از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل کنید. همچنین از وصل بودن اتصالات، مسدود نبودن مسیر هوا به علت تاخوردگی اطمینان حاصل کنید.

۷) واسطه نمونه برداری به یقه لباس یا جایی نزدیک به ناحیه تنفسی فرد قرار دهید. پمپ را به کمربند وی متصل کرده یا درون جیب لباس کارش قرار دهید. برای عدم تداخل شیلنگ رابط در کار فرد آن را با چسب نواری به لباس فرد مهار کنید.

- ۸) پمپ را روشن کرده و زمان شروع نمونه برداری را یادداشت کنید. نام و نام خانوادگی، شماره پرسنلی، عنوان شغلی، شماره شناسایی پمپ، شماره نمونه و ... را نیز یادداشت کنید.
- ۹) نمونه برداری را تا زمان جمع آوری حداقل حجم نمونه (متناسب با تراکم آلاینده) ادامه دهید.
- ۱۰) در پایان زمان نمونه برداری، بررسی کنید آیا شناور روماتر هنوز در همان موقعیتی که موقع کالیبراسیون نشانه گذاری شده بود قرار دارد؟ سپس دبی آغاز نمونه برداری با آن مقایسه شود. اختلاف دبی قبل و بعد از نمونه برداری باید حداکثر ۵ درصد باشد. قبل از قرار دادن یک کاست دیگر و آغاز نمونه برداری جدید دبی پمپ را دوباره تنظیم نمایید.
- ۱۱) پس از پایان نمونه برداری کاست را خارج کرده سطح خارجی آن را با یک پارچه ی تمیز و بدون پرز پاک کنید. بلافاصله درپوش کاست را گذاشته و آن را درون کلیپس انتقال دهید. سپس مجموعه ی کاست - فیلتر - و کلیپس انتقال را درون یک پلاستیک تمیز قرار داده و به آزمایشگاه ارسال کنید.
- ۱۲) در آزمایشگاه کلیپس انتقال را جدا کرده و مجموعه ی فیلتر - کاست را دوباره وزن کنید. تفاوت وزن قبل و بعد از نمونه برداری مقدار آلاینده ی جمع آوری شده را نشان خواهد داد.

نمونه برداری با لوله ایمپینجرها/ بابلرها

- * برای استفاده از لوله ایمپینجرها/ بابلرها مراحل ذیل را انجام دهید.
- ۱) ابتدا ایمپنجر را با مایع جاذب شسته و بعد جهت جلوگیری از خروج مایع جاذب ۱۰ میلی لیتر از آن را درون ایمپینجر/ بابلر بریزید و مورد استفاده قرار دهید. برای پیشگیری از رسیدن مایع جاذب به پمپ و آسیب دیدن آن یک دام شامل گرانول های زغال فعال و پشم شیشه بین ایمپینجر و پمپ قرار دهید یا می توان از یک ایمپینجر خالی قبل از پمپ به عنوان دامی برای جمع آوری مایع جهت محافظت پمپ استفاده نمود. به هر ایمپینجر یک شماره مشخص اختصاص دهید.
 - ۲) در محیط هایی که گردوغبار به مقدار زیاد وجود دارد برای جلوگیری از مسدود شدن دهانه ی ورودی در ایمپینجرها یا تخلخل ها در بابلرها، یک فیلتر درون یک کاست جلوی ایمپینجر نصب می شود تا از ورود گردوغبار به درون آن جلوگیری گردد.



راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- ۳) پمپ نمونه برداری و ایمپینجر را به یکدیگر وصل نمایید. برای کالیبراسیون پمپ، با یک شیلنگ ایمپینجر را به کالیبراتور وصل نمایید. پمپ را روشن کنید. اگر حبابی مشاهده نکردید، امکان وجود نشتی در مسیر نمونه برداری وجود دارد و باید اتصالات را بررسی کرد.
- ۴) پمپ را با استفاده از یک کالیبراتور خودکار یا روتامتر در دبی مناسب (متناسب با دبی مذکور در کاتالوگ دستگاه) کالیبره نمایید.
- ۵) هنگام قرائت فلو در روتامتر، نقطه‌ای از جسم شناور که بیشترین قطر و ارتفاع را دارد در نظر گرفته می شوند.
- ۶) موقعیت شناور روتامتر را روی پمپ نشانه گذاری کنید (نشانه کالیبراسیون). هر یک ساعت پمپ را بررسی و از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل کنید. همچنین از وصل بودن اتصالات، مسدود نبودن مسیر هوا به علت تاخوردگی اطمینان حاصل کنید.
- ۷) پمپ را روشن کرده و زمان شروع نمونه برداری را یادداشت کنید. نام و نام خانوادگی، شماره پرسنلی، عنوان شغلی، شماره شناسایی پمپ، شماره نمونه و ... را نیز یادداشت کنید.
- ۸) نمونه برداری را تا زمان جمع آوری حداقل حجم نمونه (متناسب با تراکم آلاینده) ادامه دهید.
- ۹) هنگام نمونه برداری، ایمپینجر درون نگهدارنده قرار داده و آن را با استفاده از نوار یا سنجاق ایمنی بزرگ به لباس فرد مهار نمایید. اگر از نوار استفاده می کنید، دقت کنید فرد حین نمونه برداری خم نشود به عبارت دیگر ایمپینجر به یک سمت متمایل نشود زیرا سبب نفوذ محلول جاذب به درون شیلنگ رابط می شود.
- ۱۰) در طول نمونه برداری بخشی از محلول جاذب تبخیر خواهد شد. برای جبران این مقدار حین نمونه برداری مقادیری محلول جاذب به ایمپینجر/ بابلر افزوده می گردد. حجم محلول جاذب نباید به نصف مقدار اولیه کاهش یابد و قبل از رسیدن به این مقدار، باید محلول جاذب به آن افزوده شود. در حین نمونه برداری حجم مایع جاذب ایمپینجر هرگز نباید از نصف حجم اولیه کمتر شود.
- ۱۱) در پایان زمان نمونه برداری، بررسی کنید آیا شناور روتامتر هنوز در همان موقعیتی که موقع کالیبراسیون نشانه گذاری شده بود قرار دارد؟ سپس دبی آغاز نمونه برداری با آن مقایسه شود. اختلاف دبی قبل و بعد از نمونه برداری باید حداکثر ۵ درصد باشد. قبل از قرار دادن یک کاست دیگر و آغاز نمونه برداری جدید دبی پمپ را دوباره تنظیم نمایید.
- ۱۲) پس از پایان نمونه برداری سطح درونی و بیرونی لوله‌ی ایمپینجر/ بابلر را با یک یا دو میلی لیتر محلول جاذب شستشو داده تا آلاینده های موجود در این نواحی نیز وارد ایمپینجر/ بابلر شوند. در ادامه، نمونه را به یک بطری کوچک منتقل نمایید. (محلول های حساس به نور مانند محلول جاذب ایزوسیانات ها، در ظروف تیره و در داخل جعبه نگهداری شوند)
- ۱۳) برای استفاده‌ی مجدد از ایمپینجرها، باید آن ها را به دقت با محلول نمونه برداری شستشو دهید. به این صورت که حدود پنج میلی لیتر محلول را درون ایمپینجر ریخته و با دقت آن را بچرخانید تا سطح درونی بطری کاملاً شستشو داده شود. اگر محلول جاذب مورد استفاده آب است، می توان ایمپینجر را با آب مقطر شستشو داده و سپس کاملاً خشک کرد. در صورت امکان، لوله‌ی درونی نیز بهتر است شسته شده و خشک گردد.

وظایف فرد نمونه بردار

- * به منظور انجام صحیح نمونه برداری لازم است کارشناس نمونه بردار موارد ذیل را انجام دهد.
- ✓ انطباق اسامی کارشناسان نمونه بردار و نوع شماره سریال دستگاهها با اطلاعات مندرج در سامانه معاونت بهداشتی
- ✓ انطباق کلیه مدارک، مستندات و... با واقعیت
- ✓ توجه به امکان حمل وسیله نمونه بردار و ضمائم آن توسط کارگر (عدم ایجاد مزاحمت برای کارگر، در نظر گرفتن فعالیت های کارگر مانند نشستن، خم شدن و ...)
- ✓ توجیه کارگر در مورد نحوه نمونه برداری و هدف از آن
- ✓ توجیه کارگر در مورد خودداری از دستکاری مدار نمونه برداری
- ✓ توضیح در مورد زمان اتمام نمونه برداری
- ✓ توجیه کارگر در مورد اطلاع هرگونه تغییر به مسئول مربوطه
- ✓ برنامه ریزی برای جمع آوری حجم هوا متناسب با تراکم آلاینده
- ✓ یادداشت کردن دبی پمپ قبل و بعد از نمونه برداری
- ✓ چک کردن لوله های قابل انعطاف در طول نمونه برداری (در صورت جدا شدن اتصالات ایراد آنها برطرف گردد، جلوگیری از تابش لوله ها، ...)
- ✓ چک کردن فلوی پمپ در فواصل زمانی (نیم ساعت یا ربع ساعت پس از روشن کردن پمپ، بررسی های بعدی در فاصله های زمانی ۱ ساعت)
- ✓ کارکنان تحت نمونه برداری باید تحت نظر کارشناسان نمونه بردار باشند تا اطمینان حاصل شود که پیوستگی نمونه حفظ شده و فعالیت کاری کارگر بصورت روتین انجام می شود.

خطاهای رایج در نمونه برداری

- ✓ عدم انجام نمونه برداری براساس متدهای توصیه شده معتبر
- ✓ همراه نداشتن فرم های خام عوامل زیان آور جهت ثبت اطلاعات مورد نیاز کارگاه قبل و حین سنجش
- ✓ عدم آزادی کارگر در حین نمونه برداری
- ✓ عدم استفاده از نمونه بردارهای مناسب آئروسول با توجه به کتابچه حدود مجاز مواجهه کشوری (R - I - T)
- ✓ عدم کالیبراسیون پمپ نمونه برداری در محل نمونه برداری بعد از هر بار نمونه برداری
- ✓ عدم استفاده از تجهیزات معیوب و یا فاقد کالیبراسیون (لازم است سلامت دستگاه و کالیبراسیون قبل از اندازه گیری مورد بازبینی قرار گیرد)
- ✓ عدم نصب هولدرهای نمونه برداری در منطقه تنفسی کارگر
- ✓ انجام نمونه برداری در محل های غیر واقعی
- ✓ عدم استفاده از نمونه های شاهد با توجه به تعداد نمونه های اصلی
- ✓ عدم انتقال صحیح نمونه ها به آزمایشگاه
- ✓ 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 ...)
- ✓ جابجایی فیلتر با دست

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- ✓ عدم توزین فیلترها حداقل سه بار جهت اطمینان از دقت قرائت وزن فیلتر
- ✓ عدم رعایت مدت زمان پایداری نمونه‌ها
- ✓ شرایط نامناسب نگهداری نمونه‌ها بخصوص از لحاظ دما و مواجهه با نور
- ✓ عدم رعایت شرایط دمایی مذکور در متد (لازم است نمونه‌ها را تا زمان انتقال به آزمایشگاه در یخ خشک (Cool Box) و محیط خنک (حدود ۵ درجه سانتیگراد) نگهداری نمایید.
- ✓ عدم حمل نمونه‌های بالک همراه نمونه‌های اصلی (حتی اگر ظرف نمونه‌های بالک به طور مناسبی مهر و موم شده باشند)

خطاهای مرتبط با انتخاب دبی و حجم بالا در نمونه برداری

ترک آلاینده (Breakthrough)

اگر در هنگام نمونه‌برداری، آلاینده از بخش جلویی لوله عبور کرده و به بخش عقبی لوله برسد و مقدار آلاینده رسیده به بخش عقبی بیشتر از ۱۰٪ مقدار آن در بخش جلویی لوله باشد در این صورت پدیده Breakthrough اتفاق افتاده است. وقتی نتایج آنالیز وقوع ترک آلاینده را نشان داد بهترین تفسیری که می‌توان داشت این است که تراکم واقعی آلاینده بالاتر بوده است. پیشگیری از ترک آلاینده

- ✓ پایبندی به روش استاندارد نمونه‌برداری
- ✓ رعایت میزان دبی نمونه‌برداری
- ✓ رعایت میزان حجم نمونه

مهاجرت (migration)

پدیده‌ای شبیه به ترک آلاینده است. مقداری از آلاینده قبل از آنالیز نمونه وارد بخش عقبی لوله می‌شود. مهاجرت آلاینده را نمی‌توان از BT تشخیص داد. راه حل پیشگیری از آن آنالیز زودتر نمونه‌های هوا و نگهداری لوله‌های جاذب سطحی در دمای مناسب می‌باشد. در فاصله زمانی بین پایان نمونه‌برداری تا آنالیز نمونه ممکن است رخ دهد.

شیار

- ایجاد شیار یکی از علل مهم ایجاد ترک آلاینده است.
- ✓ در اثر دبی زیاد نمونه‌برداری
- ✓ توزیع غیر یکنواخت هوا در سطح گرانول‌های جاذب سطحی
- ✓ یکنواخت نبودن اندازه ذرات جاذب سطحی

توصیه‌های کلی

- ✓ پمپ نمونه‌بردار فردی باید در محیطی پاک و دور از آلودگی کالبره گردد و تمام اتصالات باید بدون نشتی باشد.
- ✓ در صورتی که ماده مورد سنجش دارای استانداردهای $TWA - STEL - C$ در کتابچه حدود مجاز شغلی باشد، اولویت با سنجش استاندارد OEL-TWA می‌باشد و در صورت عدم وجود TWA به ترتیب STEL و Ceiling سنجش گردد.
- ✓ بهترین روش تعیین حجم هوای نمونه‌برداری انجام تست مقدماتی با نمونه‌برداری اولیه و تجزیه نمونه‌ها است، ضمناً در مواردی که آلاینده شیمیایی برای اولین بار نمونه‌برداری می‌شود، انجام نمونه‌برداری اولیه الزامی می‌باشد و سپس متناسب با تراکم آلاینده حجم نمونه اصلی مشخص گردد.
- ✓ در انتخاب حجم نمونه‌برداری با توجه به تراکم آلاینده در محیط کار ترتیبی اتخاذ گردد که افزایش بار فیلتر یا ترک آلاینده از جاذب صورت نگیرد.
- ✓ قبل و بعد از نمونه‌برداری فیلترها باید به مدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرار داده شوند.
- ✓ در اکثر متدهای تجزیه‌ای، حدود حجم و دبی پیشنهاد شده است و رعایت این حدود متناسب با شرایط نمونه‌برداری الزامی است.
- ✓ تعیین مواجهه واقعی شاغلین با آلاینده‌ها در یک شیفت کاری مستلزم نمونه‌برداری از همه وضعیت‌های مواجهه در طول شیفت و متناسب با تراکم آلاینده می‌باشد و نتیجه گزارش باید گویای مواجهه تمام شیفت کاری کارگر باشد.
- ✓ چنانچه در روش استفاده از دو لوله جاذب سری یا استفاده از پیش فیلتر در نمونه‌برداری الزامی باشد در هنگام کالبراسیون این موارد باید در مدار نمونه‌برداری قرار گیرند.
- ✓ نمونه‌برداری باید با توجه به شرایط واقعی محیط کار و میزان مواجهه صورت پذیرد و در صورت وجود تجهیزات کنترلی، این تجهیزات باید روشن باشد.
- ✓ اندازه‌گیری باید در مکان و زمانی که احتمال بیشترین مواجهه با آلاینده (پیک آلاینده در طول شیفت-کار) وجود دارد در منطقه تنفسی انجام شود و با احتساب میزان خطا گزارش گردد.
- ✓ در صورتی که هر ماده شیمیایی دارای حد مجاز کوتاه مدت (OEL-STEL) باشد می‌بایست حداکثر ۴ نمونه ۱۵ دقیقه‌ای با توجه به مدت زمان مواجهه فرد با آلاینده گرفته شود و نتیجه هر نمونه‌برداری با حدود مجاز مذکور مقایسه گردد.
- ✓ در صورت استفاده از جاذب‌های جامد در نمونه‌برداری محیط کار اگر تراکم بخار یا رطوبت بالا باشد، حجم هوای نمونه‌برداری شده باید کاهش یابد و در صورتی که تراکم بخار یا رطوبت پایین باشد حجم هوای نمونه‌برداری شده باید افزایش یابد.
- ✓ لوله‌های رابط و هولدرهای مورد استفاده در نمونه‌برداری از آئروسول‌ها باید تمیز و عاری از آلودگی باشد. در غیر این صورت نباید استفاده گردد و پس از هر نمونه‌برداری باید هولدرها تمیز گردد.
- ✓ استفاده از هرگونه تجهیزات نمونه‌برداری که در روش استاندارد ذکر نشده است باید براساس توصیه شرکت سازنده صورت پذیرد.
- ✓ شرکت ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای موظف است حداکثر دو روز بعد از نمونه‌برداری نمونه‌هایی که دارای زمان پایداری معینی بوده را به آزمایشگاه همکار تحویل نماید و آزمایشگاه نیز موظف است قبل از اتمام زمان پایداری نسبت به آنالیز آن‌ها اقدام نماید.
- ✓ در صورتی که بتوان نمونه‌ای را در آزمایشگاه مورد آنالیز قرار داد استفاده از دتکتور تیوب‌ها مورد قبول نمی‌باشد.

تفسیر نتایج

کاربرد حدود مجاز مواجهه برای شرایط محیطی غیر معمول

زمانی که شرایط دما و فشار محیط کار شاغلینی که با آلاینده‌های هوا مواجهه دارند تفاوت قابل توجهی با وضعیت نرمال (NTP) دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار ۷۶۰ میلی‌متر جیوه) داشته باشد، باید در مقایسه نتایج حاصل از نمونه‌برداری و مقادیر OELS دقت کرد. برای آئروسول‌ها، غلظت مواجهه TWA محاسبه شده از حجم نمونه بدون تصحیح (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و فشار ۷۶۰ میلی‌متر جیوه) باید مستقیماً با حدود مجاز مواجهه تعیین شده OELS و BELS مقایسه شوند ولی برای گازها و بخارات لازم است تصحیح دبی یا حجم انجام شود. در این شرایط نکات زیر باید رعایت شود:

- ✓ غلظت مواجهه برحسب جرم بر حجم (mg/m^3)، بدون تصحیح شرایط دما و فشار تعیین شود.
- ✓ در صورتی که غلظت مواجهه بر حسب واحد mg/m^3 نبود تبدیل واحد انجام شود. برای تبدیل OEL (یا سایر واحدهای جرم بر حجم)، حجم یک مول از گاز ۲۴/۴۵ لیتر لحاظ شود.
- ✓ جهت مقایسه غلظت اندازه‌گیری شده با OEL مورد نظر باید واحدهای یکسان استفاده شود.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{273+t} = \frac{760 V_2}{273+25}$$

$$V_s = V_m \times \frac{P}{760} \times \frac{298}{273+t}$$

V_s : حجم هوا در شرایط استاندارد

V_m : حجم هوا در شرایط نمونه‌گیری

P: فشار هوا در شرایط نمونه‌گیری

t: دما بر حسب درجه سلسیوس

حدود اطمینان

بدلیل تفاوت بین متوسط مواجهه اندازه‌گیری شده و میزان مواجهه واقعی که ناشی از خطاهای تصادفی در نمونه‌برداری و نوسانات تصادفی در محیط کار محاسبه می‌شود. با سطح معینی از اطمینان (۹۵٪) می‌توان گفت که میزان مواجهه در محدوده محاسبه شده قرار دارد. متوسط مواجهه کارگر با ۹۵٪ اطمینان بین حد بالای اطمینان (UCL) و حد پایین اطمینان (LCL) قرار دارد.

✓ اگر $LCL > 1$: عدم انطباق (مواجهه بیش از حد)

✓ اگر $x > 1$ و $LCL \leq 1$: احتمال مواجهه بیش از حد

✓ اگر $UCL \leq 1$: مواجهه مجاز

✓ اگر $UCL > 1$: احتمال مواجهه بیش از حد

خطاهای عملی و محاسباتی در تفسیر نتایج نمونه برداری

- ✓ مقایسه نمونه‌برداری لحظه‌ای با TWA
- ✓ مقایسه نمونه‌برداری محیطی با TWA
- ✓ مقایسه ساعات مواجهه و صرف نظر از ساعات غیر مواجهه در محاسبات نهایی

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- ✓ عدم استفاده از نمونه شاهد در تفسیر نتایج
- ✓ مقایسه تراکم ذرات کل با ذرات توراسیک یا استنشاقی
- ✓ یکسان نبودن واحدهای میزان مواجهه با حدود مجاز مواجهه شغلی ارائه شده در ارزیابی مواجهه
- ✓ عدم انجام تصحیح حجم هوای نمونه برداری با توجه به فشار و دمای هوای محل برای گازها و بخارات

علائم و حروف مخفف در جدول مجاز مواجهه شغلی

†: کاندید تغییر حد مجاز

A: سرطان‌زایی

C: حد مجاز سقفی

D: خفگی آور ساده

E: حد مجاز صرفاً برای ذرات فاقد آزبست و دارای سیلیس بلورین کمتر از ۱ درصد

F: الیاف قابل استنشاق دارای طول بزرگتر از $5\mu\text{m}$ و نسبت طول به قطر بیشتر از ۳، که با روش فیلتر غشایی نمونه‌گیری و با میکروسکوپ فاز کنتراست با بزرگنمایی ۴۵۰-۴۰۰ شمارش می‌شوند.

G: با نمونه‌گیر دالان ته‌نشینی عمودی مخصوص پنبه (کتان) اندازه‌گیری شود.

H: فقط آئروسل

I: ذرات قابل تنفس

IFV: بخار و کسر قابل تنفس

J: شامل ترکیبات استئارات فلزات سمی نیست.

K: نباید جرم ذرات قابل استنشاق بیشتر از 2 mg/m^3 باشد.

L: بایستی با کنترل محیط مواجهه شاغل از طریق کلیه روشها تا حد ممکن کاهش یابد.

M: طبقه‌بندی انجام شده اشاره به اسیدسولفوریک موجود در میست‌های اسیدی قوی معدنی دارد

O: نمونه‌برداری با روشی که بخار را جمع‌آوری نمی‌کند، انجام شود.

P: کاربرد، محدود به شرایطی است که مواجهه با آئروسل قابل صرف‌نظر است.

R: ذرات قابل استنشاق

T: ذرات توراسیک

V: بخار و آئروسل

توصیه‌های کلی

- ✓ در صورتی که یک مایع شیمیایی مخلوطی از چند مایع شیمیایی مختلف باشد حد استاندارد آن باید محاسبه و مد نظر قرار گیرد.
- ✓ در صورتی که کارگر با چند آلاینده مواجهه دارد و این مواد شیمیایی روی یکی از اعضای بدن مشترکاً تاثیر سوء داشته باشند باید اثر افزایشی (تشدیدکنندگی) آنها باهم محاسبه و نتیجه در گزارش منعکس گردد. ستون آخر جدول حدود مجاز مواجهه نشانگر مبنای تعیین حد مجاز مواجهه است که در خصوص احتمال اثرات افزایشی مخلوطی از مواد می‌تواند هشدار دهد. مواد با مبنای تعیین OEL مشابه احتمال اثرات افزایشی داشته و حد مجاز تک‌تک آنها باید کمتر از مقدار ارائه شده در جدول در نظر گرفته شود. برای مثال استون، متیل‌اتیل‌کتون، تولوئن و هگزان دارای اثرات تشدیدکنندگی بوده و در صورت مواجهه کارگر با آنها، قضاوت براساس حد مجاز ترکیبی یا مخلوط مواد انجام می‌گردد.

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \leq 1$$

$$\frac{TWA_1}{OEL - TWA_1} + \frac{TWA_2}{OEL - TWA_2} + \frac{TWA_3}{OEL - TWA_3} \leq 1$$

$$\frac{STEL_1}{OEL - STEL_1} + \frac{STEL_2}{OEL - STEL_2} + \frac{STEL_3}{OEL - STEL_3} \leq 1$$

- ✓ محاسبه اثر تشدید کنندگی برای مواد سرطان زا ممنوع می‌باشد.

$$\frac{C1}{T1} \leq 1$$

$$\frac{C2}{T2} \leq 1$$

$$\frac{C3}{T3} \leq 1$$

- ✓ در صورت حضور دو یا چند ماده شیمیایی در محیط کار که اثر آن‌ها بر بدن مشابه یکدیگر است (اثر تشدید کنندگی مشابه) بایستی مواجهه افراد با مخلوط مواد شیمیایی مورد ارزیابی قرار گیرد. حاصل ارزیابی همیشه باید ≤ 1 باشد، در غیر این صورت تراکم مخلوط چند آلاینده از حد مجاز فزونی گرفته است.
- ✓ هنگامی که مواد شیمیایی مختلف در محیط کار بوده و هر کدام اثرات سمی مختلفی بر بدن می‌گذارند، در این صورت هر ماده بایستی جداگانه در نظر گرفته شود و حاصل هر کدام نباید از ۱ بیشتر شود. در غیر این صورت از استاندارد تجاوز نموده است.
- ✓ میزان مواجهه کارگر با ماده شیمیایی و میزان شیفت کار روزانه و هفتگی نیز باید مشخص و ثبت گردد.
- ✓ در صورتی که شیفت کاری از ۸ ساعت در روز یا ۴۰ ساعت در هفته بیشتر باشد می‌بایست نسبت به تعدیل مقادیر حدود مجاز شغلی ایران (AOEL) بر حسب میزان مواجهه شغلی کارکنان اقدام شود.
- ✓ چنانچه هم مواجهه روزانه و هم مواجهه هفتگی با آلاینده خارج از حالت تعریف شده باشد (مثال فردی ۱۰ ساعت در روز و ۵۰ ساعت در هفته با آلاینده مواجهه داشته باشد) باید هر دو رابطه ضریب کاهش روزانه و هفتگی را محاسبه و فاکتور کاهش کوچکتر را به کار برد.

راهنمای ارزیابی فنی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- ✓ در صورتی که زمان مواجهه با آلاینده از ۸ ساعت بیشتر باشد محاسبات TWA می‌بایست مطابق با زمان مواجهه انجام شود بدین صورت که اگر زمان مواجهه ۱۰ ساعته باشد، مجموع زمان های صورت و مخرج می‌بایست ۱۰ ساعت باشد.
- ✓ در محاسبات، لازم است غلظت نمونه شاهد از تمامی نمونه های اصلی کسر گردد.

گزارش نویسی

- ✓ وجود اصل گزارش آزمایشگاه همکار ممهور به مهر برجسته در گزارش آلاینده سنجی ارائه شده به کارفرما و مرکز بهداشت الزامی است.
- ✓ لازم است کلیه برگه‌های گزارش آلاینده‌سنجی توسط مسئول فنی ممهور و امضاء گردد.
- ✓ در گزارش آزمایشگاه همکار حداقل باید اطلاعاتی از قبیل تاریخ دریافت نمونه، تاریخ آنالیز، روش استاندارد آنالیز، نام و امضاء کارشناس آنالیز، نام و امضاء مدیر آزمایشگاه وجود داشته باشد.
- ✓ آزمایشگاه همکار باید کروماتوگرام‌های مربوطه را به شرکت‌های ارائه دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای تحویل نمایند.
- ✓ ضریب کالیبراسیون روتامتر (K) می‌بایست در محاسبات اعمال گردد مشروط بر این که دبی واقعی در هنگام نمونه‌برداری آلاینده، را تأمین نماید.
- ✓ ذکر دقیق کلیه محاسبات عوامل شیمیایی اندازه‌گیری شده از قبیل TWA، اوزان فیلتر و ...
- ✓ خلاصه گزارش مدیریتی با فرمت ابلاغی در تمامی گزارش‌های بارگزاری شده در ضمن کلیه موارد ذیل در گزارشات به صورت مشخص درج گردد:

- ۱) ذکر دقیق محل مورد سنجش
- ۲) تاریخ و زمان شروع و پایان نمونه‌برداری
- ۳) متوسط درجه حرارت محیطی خشک، درصد رطوبت و فشار هوا
- ۴) سرعت جریان هوا
- ۵) وضعیت شیفت کار
- ۶) تعداد روزهای کاری هفتگی
- ۷) میانگین ساعت کاری هفتگی
- ۸) میزان ساعت کاری روزانه
- ۹) میزان ساعت مواجهه روزانه
- ۱۰) روش تعدیل OEL در موارد شیفت کاری نامتعارف
- ۱۱) عنوان شغل و نام اپراتور همکار در فرآیند نمونه‌برداری
- ۱۲) تعداد افراد دارای شغل مشابه و در معرض آلاینده
- ۱۳) شرح شغلی که مورد ارزیابی قرار گرفته
- ۱۴) فعالیت‌هایی از شغل موردنظر که نمونه‌برداری در حین آن صورت گرفته
- ۱۵) وضعیت تکرار مواجهه در طول شیفت ترجیحاً با ذکر مدت
- ۱۶) ذکر دقیق نوع آلاینده (به عنوان مثال: غبار آرد، غبار چوب (سخت یا نرم)، میست روغن معدنی، میست اسید سولفوریک، ...)
- ۱۷) ذکر منابع مولد آلاینده (در صورت وجود دستگاه‌های مولد آلاینده روشن یا خاموش بودن دستگاه ذکر گردد)
- ۱۸) ذکر نوع سیستم تهویه و فعال یا غیر فعال بودن آن در زمان نمونه‌برداری
- ۱۹) روش نمونه‌برداری و روش آنالیز

- ۲۰) نحوه کالیبراسیون مدار نمونه برداری
- ۲۱) نوع روش تعدیل OEL
- ۲۲) اطلاعات مربوط به ابزار نمونه برداری مورد استفاده (نوع نمونه بردار، نوع فیلتر و پورسایز، نوع جاذب، ..)
- ۲۳) دبی پمپ قبل و بعد از نمونه برداری
- ۲۴) ذکر دبی مورد استفاده در محاسبات
- ۲۵) ضریب تصحیح دبی پمپ نمونه برداری
- ۲۶) حجم نمونه برداری و حجم تصحیح شده برای نمونه برداری از گاز و بخارات
- ۲۷) اطلاعات تکمیلی فیلتر و جاذب اصلی و شاهد (کد فیلتر، وزن اولیه و نهایی، وزن حاصل شده)

- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، مرکز سلامت محیط و کار. حدود مجاز مواجهه شغلی - ویرایش پنجم ۱۴۰۰
- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، مرکز سلامت محیط و کار، ۱۳۹۶. راهنمای تصحیح حدود مجاز مواجهه با عوامل شیمیایی برای برنامه‌های کاری غیر متعارف
- تهران: فن آوران ۱۳۹۴. روش‌های نمونه‌برداری و تجزیه آلاینده‌های هوا (بازنگری کامل علمی). جلد اول
- دستورالعمل شرکت‌های خصوصی ارائه‌دهنده خدمات بهداشت حرفه‌ای

در جهان پرتنش صنایع، هر ماده شیمیایی بالقوه می‌تواند مرزی میان سلامت و خطر باشد. این اثر با رویکرد علمی، نظام‌مند و مبتنی بر دانش روز، مخاطب را به بطن محیط‌های صنعتی هدایت می‌کند؛ جایی که شناسایی عوامل زیان‌آور شیمیایی، ارزیابی دقیق مواجهه شغلی و بهره‌گیری از تجهیزات حفاظت فردی ضرورتی انکارناپذیر در صیانت از سلامت شاغلین به شمار می‌رود. این راهنما جهت بهره‌برداری متخصصان، کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و کلیه علاقه‌مندان به ارتقای ایمنی و بهداشت محیط کار است.

**با شناخت، سنجش و اقدام آگاهانه
مسئولیت حرفه‌ای خود را معنا کنید.**

