

اصول اولیه نمونه برداری و کنترل سیلیس

□ سیلیس ترکیب شیمیایی سیلیسیوم و اکسیژن (اکسید سیلیسوم)

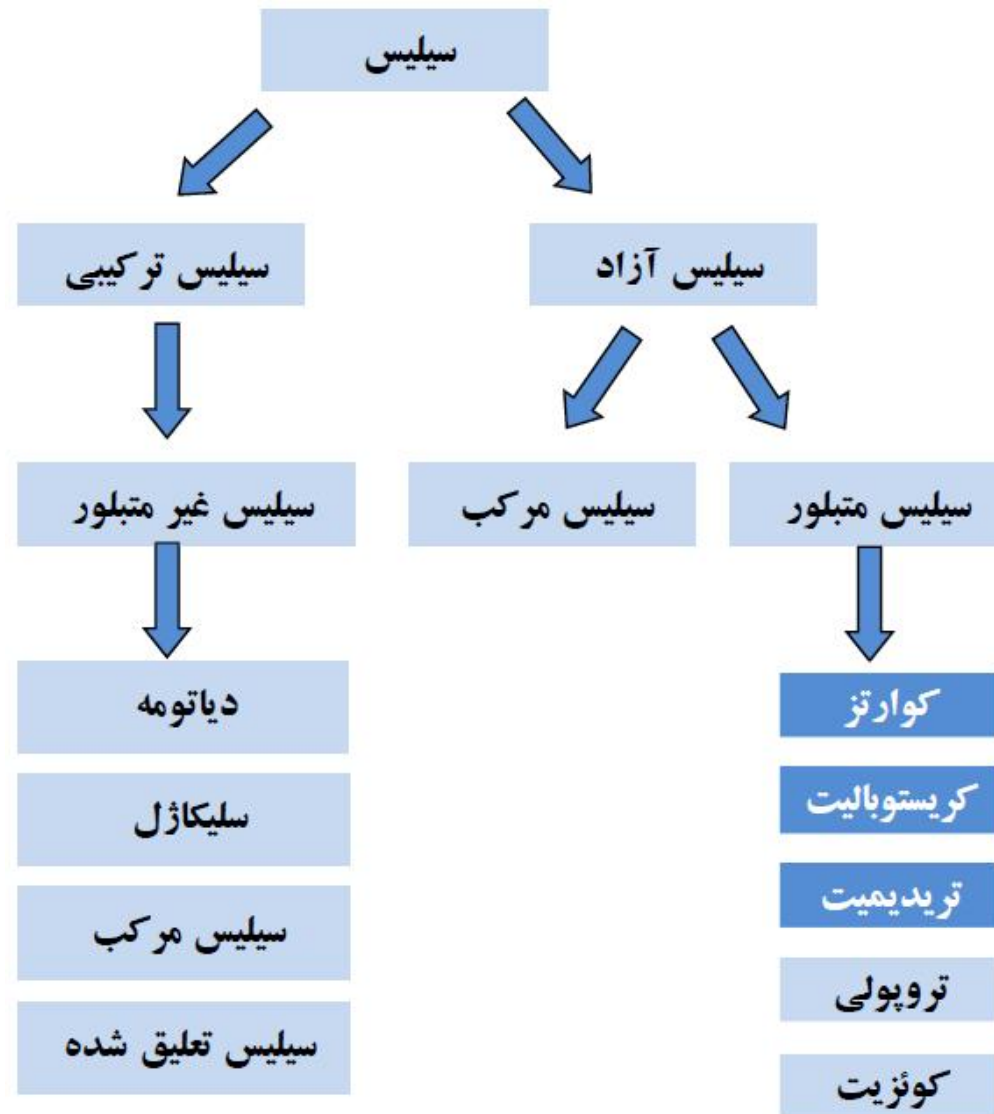
□ شصت در صد لایه خاک

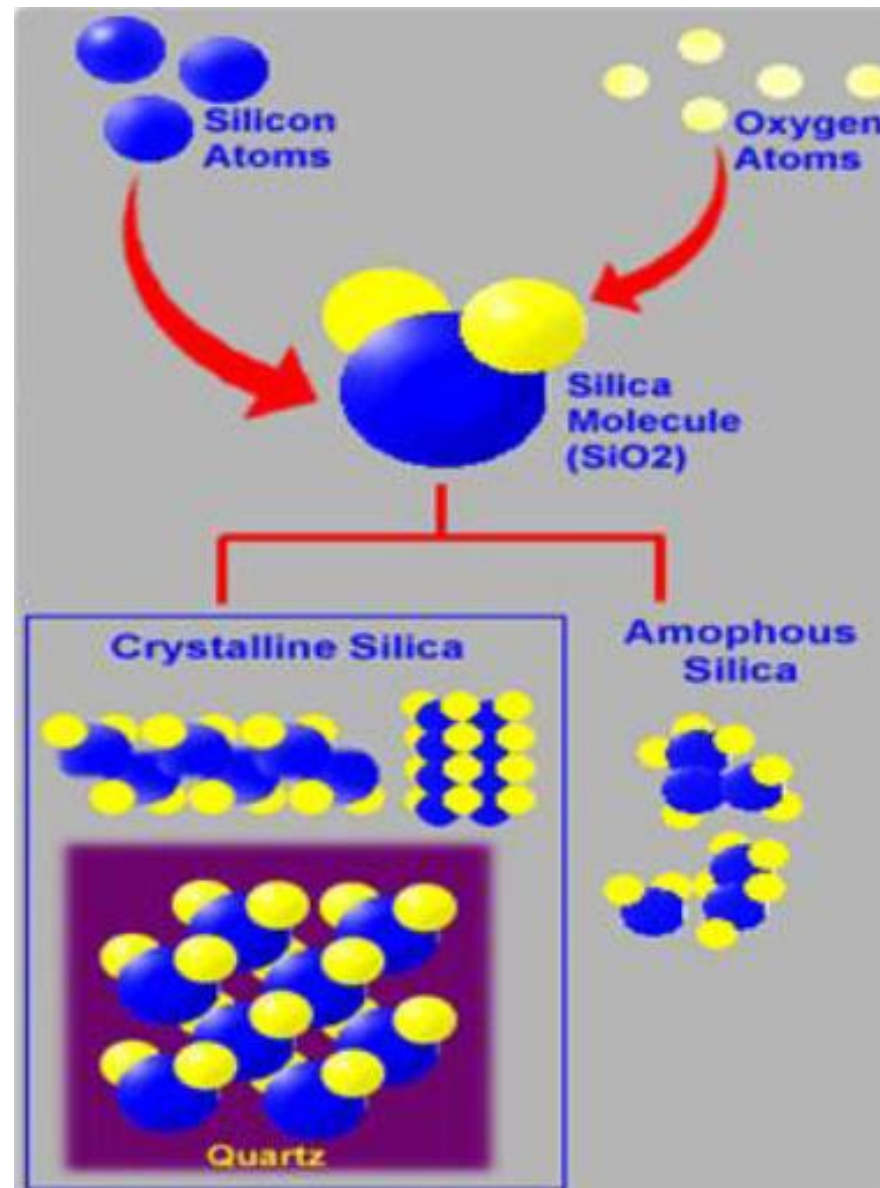
□ غیر کریستالی (Amorphous) و سیلیس کریستالی (Polymorphous)

□ ساختار مولکولی آمورف غیر منظم و پلی مورف منظم و دارای استحکام مولکولی

□ کریستالی دارای سمیت و توان بیشتر در ایجاد سیلیکوزیس

□ کریستالی در مایعات بدن به شکل اسید سیلیسیک حل شده و دفع با ادرار





حد مجاز سیلیس

نام علمی ماده شیمیایی	وزن مولکولی	حد مجاز مواجهه شغلی		نمادها	مبنای تعیین حد مجاز مواجهه
		STEL/C	TWA		
سیلیس؛ کریستالی، آلفا کوارتز و کریستوبالیت Silica, Crystalline- α -Quartz and cristobalite	۶۰/۰۹	-	۰/۰۲۵ mg/m ³ (R)	A2	فیروز و سرطان ریه
سیلیس بی شکل Silica amorphous	۶۰/۰۹	-	۲/۴ mg/m ³ (R) ۶ mg/m ³ (I)	-	

□ 3 selection

- ۱- شغل مورد نظر را انتخاب کنید.
- ۲- تجهیزات را انتخاب کنید.
- ۳- فرد مورد نظر را انتخاب کنید.

مراحل کلی نمونه برداری سیلیس

۱. جمع آوری حجم معینی از هوای آلوده به سیلیس بعنوان نمونه
۲. جذب و جداسازی سیلیس هوا از نمونه
۳. تعیین مقدار کمی و کیفی سیلیس

روشهای آنالیز سیلیس

- پراش اشعه x (X-Ray diffraction)
- روش مادون قرمز (Infra Red)
- روش گراویمتری (Gravimetric Method)

XRD

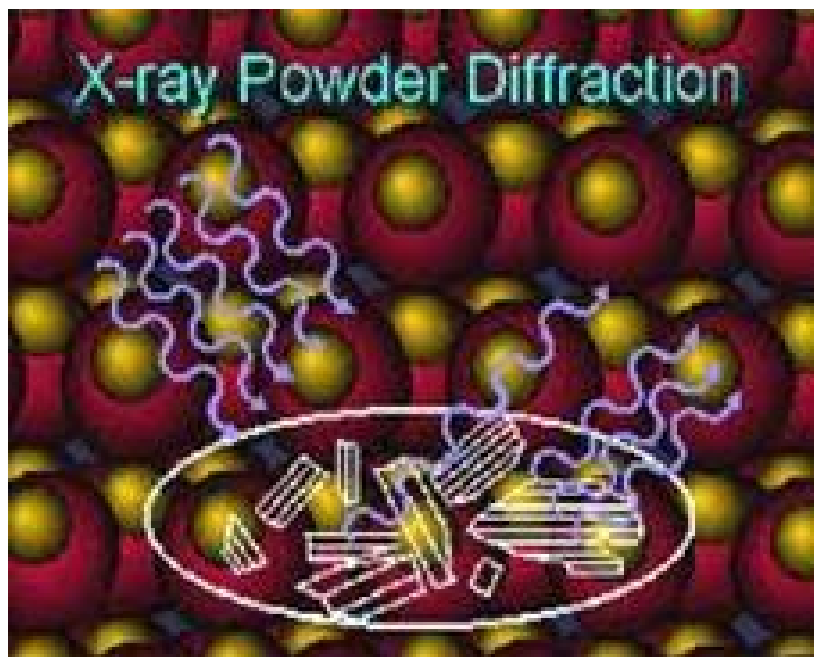
- کاربرد برای آنالیز سیلیس از نوع کریستالی یا متبلور
- طول موج اشعه ایکس مناسب طول موج این نوع سیلیس

□ خوب برای تشخیص پلی مورف

□ روش پرهزینه و گران

□ NIOSH 7500

□ OSHA ID142



اصول مهم نمونه برداری سیلیس

- تعیین هدف نمونه برداری
- تعیین محل نمونه برداری
- تعیین تعداد نمونه ها
- تعیین وسایل نمونه برداری
- تعیین روش تعیین مقدار نمونه ها (تجزیه نمونه)
- انجام محاسبات و مقایسه با حدود استاندارد

سوال های قبل از نمونه برداری از هوا

- ۱) از کجا نمونه برداری را انجام دهیم؟
- ۲) از محیط کار چه کسانی باید نمونه برداری کرد؟
- ۳) چه موقع نمونه برداری را انجام دهیم؟
- ۴) چند عدد نمونه بگیریم؟
- ۵) چه مدت نمونه بردای را انجام دهیم؟
- ۶) چه حجمی از هوا را نمونه برداری کنیم

محل‌های اصلی نمونه‌برداری در محیط کار

□ هوای عمومی محیط کار

نمونه برداری از هوای عمومی زمانی که هوای عمومی محیط کار از نظر وجود یا عدم وجود آلاینده یا تراکم آن مدنظر است انجام می شود.

□ منطقه تنفسی فرد

نمونه برداری به منظور تعیین سطح تماس و مواجهه افراد با آلاینده یا آلاینده های محیط کار صورت گیرد

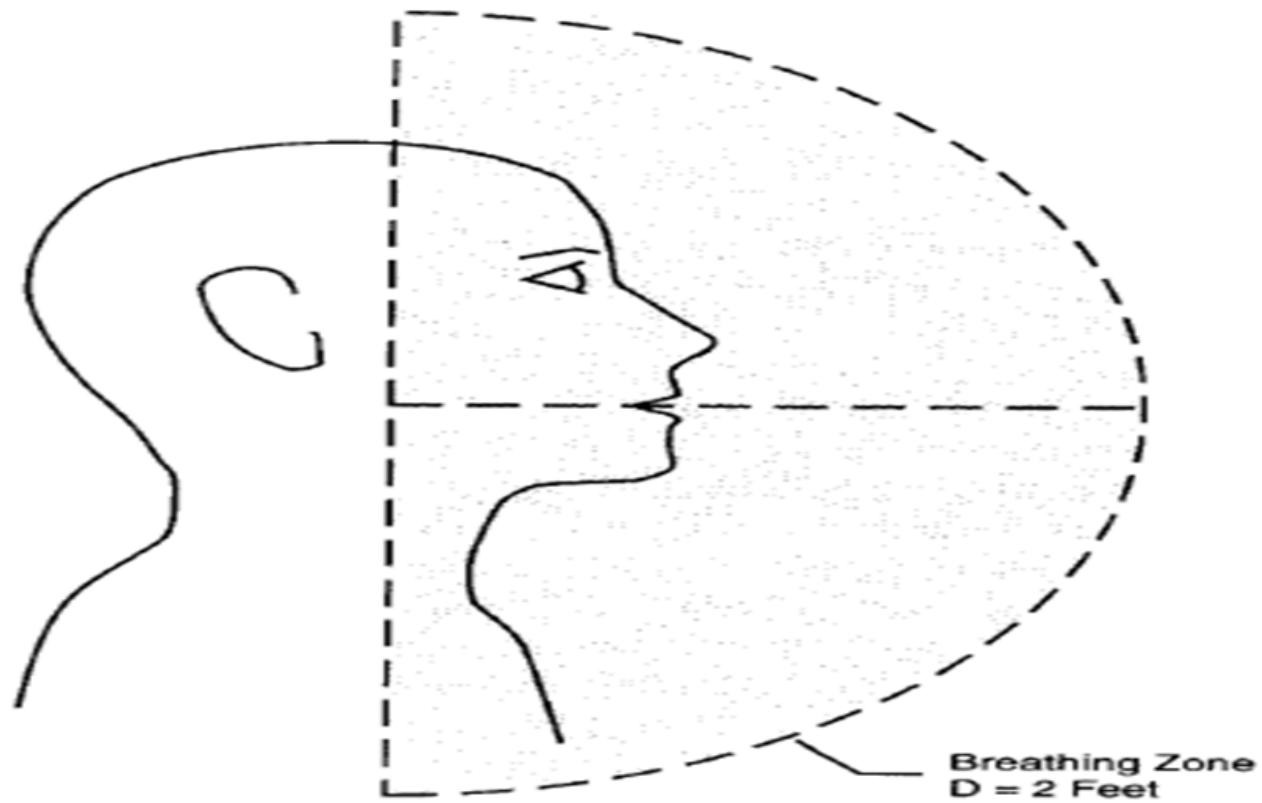
نمونه برداری فردی

۱- : نزدیکترین نقطه به کارگر (منطقه تنفسی کارگر) **Breathing zone**

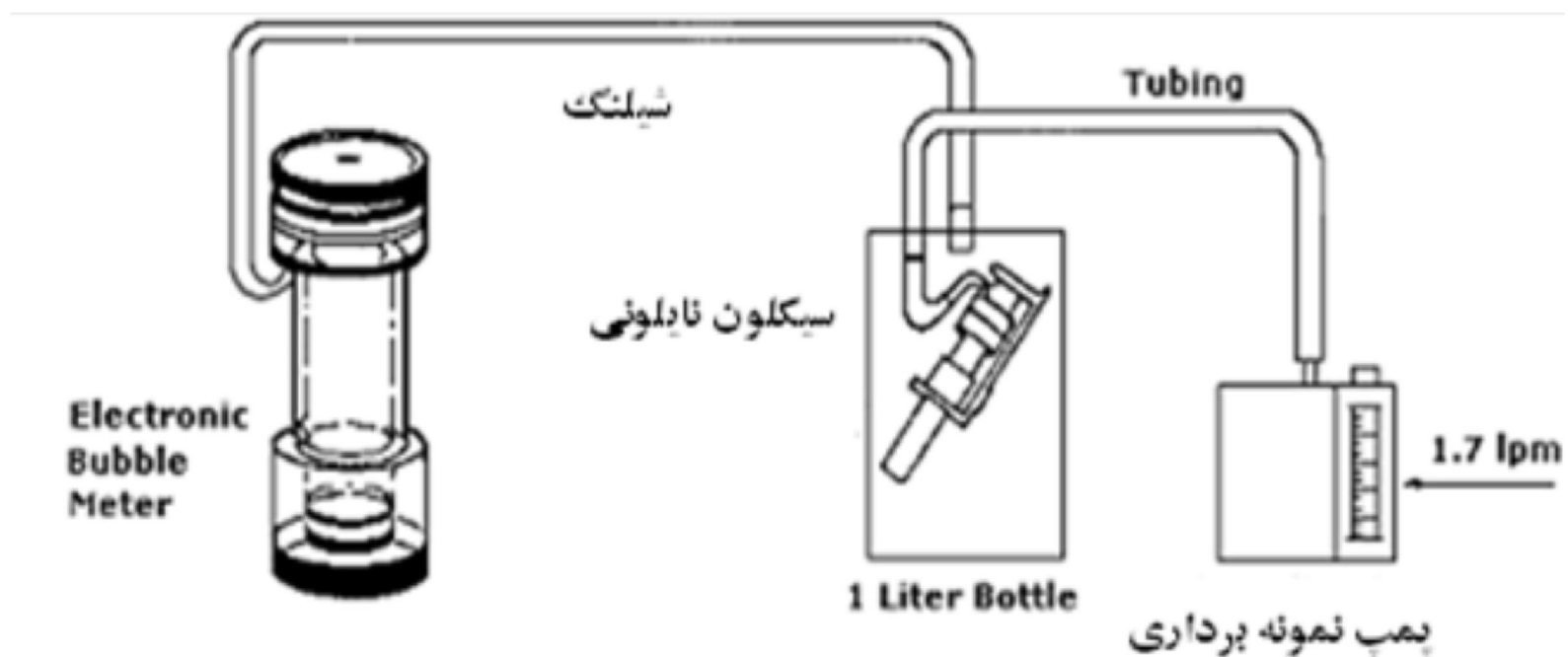
هدف: ارزیابی میزان تماس کارگر با سیلیس

منطقه تنفسی کارگر: نیمه کروی به شعاع ۱۵-۳۰ سانتی متر با مرکزیت بینی که در جلوی صورت و شانه ها قرار دارد.

منطقه تنفسی کارگر



مدار نمونه برداری





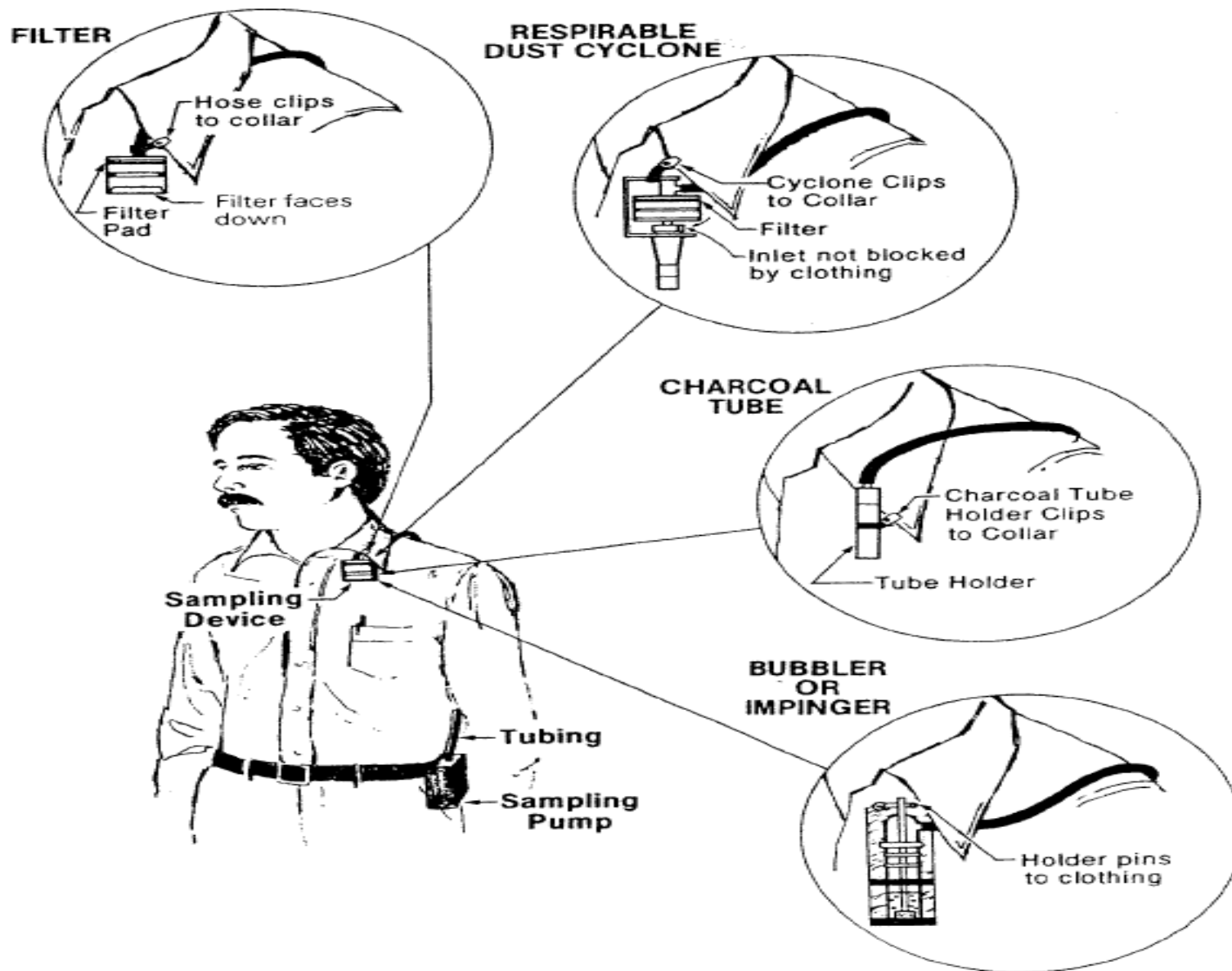


Figure 1.2. Breathing zone samples collected with a personal pump.

نمونه برداری در منبع

نزدیک ترین نقطه به منشأ تولید آلودگی Source Sampling

- جهت پی بردن به میزان و جهت انتشار آلودگی از منابع تولید آلودگی
- تعیین راندمان کنترل آلاینده توسط سیستم و راهکار کنترلی
- بررسی یک دستگاه یا فرایند خاص
- شناسایی فوری نشتی ها
- بررسی و تعیین ضوابط کنترل

نمونه برداری از هوای محوطه کارگاه

با هدف تعیین غلظت متوسط آلاینده در کل هوای محیط کار و با نمونه برداری از چندین نقطه کارگاه در زمان های مختلف

- تهیه نمودار تغییرات غلظت آلودگی در زمان و اعمال راه های کنترلی بیشتر
- تعیین ساعات بکارگیری کنترل های مهندسی و فردی
- تعیین ساعات ترک محیط کار در صورت نیاز
- ارزشیابی تراکم آلاینده در فضاهای محصور
- پایش مداوم نشت مواد در نقاط پر خطر

از محیط کار چه کسانی باید نمونه برداری کرد؟

- کارگرانی که فعالیت های خودشان تولید آلودگی می نماید.
- کارگرانی که در معرض آلاینده های تولید شده توسط دیگران هستند.
- کارگرانی که آلودگی از کارگاه دیگر وارد محیط کار آنها شده است.
- کارگرانی که در محل دورتری از تولید آلودگی هستند ولی از اثرات آلودگی شکایت دارند

زمان نمونه برداری

- در ساعات مختلف : به منظور مشخص کردن زمان و نحوه پخش آلاینده
- در شیفت های کاری مختلف
- در هفته های مختلف
- در فصل های مختلف

تعداد نمونه

❑ مواجهه کارگر

- ❑ در تراکم و غلظت بالا، یک نمونه
- ❑ در تراکم و غلظت نزدیک به حد مجاز، ۳-۵ نمونه
- ❑ در تراکم هایی با غلظت یکنواخت، یک نمونه
- ❑ در تراکم هایی با غلظتهای متغیر ۸ نمونه و یا بیشتر (برای تعیین متوسط، حداقل و حداکثر مقدار غلظت آلاینده)

❑ برای تعیین اثر بخشی روشهای کنترلی

- ❑ دو نمونه

پوشش ۸ ساعت کاری

□ نمونه برداری ۸ ساعته

□ بهتر است چند نمونه متوالی با زمان کوتاه تر تهیه شود

A. اگر یک نمونه گرفته شود ممکن است از بین برود ولی چند نمونه اگر یکی خراب شود تعدادی نمونه سالم وجود دارد.

B. کاهش اثر خطاهای نمونه برداری و تجزیه ای

C. اطلاعات کامل تری از نوسانات تراکم آلاینده در طول کار

مدت نمونه برداری

- حساسیت روش تجزیه (mg) که باید به اندازه ای باشد که غلظت‌های زیر 0.1 حدمجاز شغلی آن آلاینده را اندازه گیری نماید
- تراکم تقریبی و پیش بینی شده آلاینده (mg/m^3 ، ppm)
- دبی نمونه برداری
- نوع وسیله نمونه گیر
- حد آستانه مجاز (mg/m^3 ، ppm)

تعداد نمونه

- حداقل تعداد نمونه برای هشت ساعت مواجهه ۳ نمونه
- در زمان مناسب و با فواصل زمانی مناسب از یکدیگر
- یک نمونه شاهد با یکی از نمونه های اصلی
- ساعت عدم مواجهه
- محاسبه TWA

Brief & Scala

- در صورتی که زمان مواجهه کارکنان از زمان ۸ ساعت در روز یا ۴۰ ساعت در هفته بیشتر باشد
- حدود مجاز شغلی بر حسب میزان ساعات کاری

$$RF = \frac{40}{hr} \times \frac{(168 - hr)}{128} \text{ هفتگی}$$

$$RF = \frac{8}{hr} \times \frac{(24 - hr)}{16} \text{ روزانه}$$

مدت نمونه برداری

$$M.R.T = \frac{10 \times S}{TLV \times F} \times 1000$$

$$M.R.V = \frac{10 \times S}{TLV}$$

MRT : حداقل زمان نمونه برداری (دقیقه)

S : حساسیت روش تجزیه (میلی گرم)

F : دبی (لیتر در دقیقه)

TLV : حد آستانه مجاز (میلی گرم بر متر مکعب)

M.R.V : حداقل حجم نمونه مورد نیاز (لیتر)

مدت نمونه برداری با فیلتر

$$M.R.T = \frac{10 \times FilterWeight(mg)}{TLV \times F} \times 1000$$

MRT : حداقل زمان نمونه برداری (دقیقه)

F : دبی (لیتر در دقیقه)

TLV : حد آستانه مجاز (میلی گرم بر متر مکعب)

تصحیح حجم نمونه برداری

□ نمونه برداری از هوا ممکن است تحت شرایط متفاوتی از درجه حرارت و فشار انجام شود و از آنجا که تراکم آلاینده به حجم هوای نمونه برداری بستگی دارد لذا به منظور مقایسه نتایج بدست آمده در شرایط مختلف، حجم نمونه برداری باید بر اساس استاندارد بهداشت حرفه ای تصحیح شود که به این منظور از قانون عمومی گازها استفاده می شود

کالیبراسیون

30

- در مورد پمپ کالیبراسیون یعنی قراردادن و تائید میزان جریان هوا در واحد زمان در پمپ نمونه برداری.
- در پمپ نمونه برداری کالیبراسیون باید قبل و بعد از هر نمونه برداری انجام شود و ایده آل آن است که میانگین دبی اندازه گیری شده در طی کالیبراسیون قبل و بعد از نمونه برداری بیشتر از ۵٪ با یکدیگر اختلاف نداشته باشند و در غیر اینصورت باید از دبی قبل و بعد میانگین گیری کرد.

تکرار و قواعد کالیبراسیون

□ قبل از استفاده در عرصه

□ در طول نمونه برداری بصورت دوره ای

□ بعد از نمونه برداری

۱- قبل و بعد از استفاده از وسیله تا آنجائیکه امکان دارد کالیبراسیون را انجام دهید.

۲- سعی کنید یک میزان جریان ثابتی را در طول نمونه برداری داشته باشید.

۳- تا آنجائیکه امکان دارد کالیبراسیون را در همان دما و فشار محل آزمایش انجام دهید.

کالیبراسیون

□ کالیبراسیون مدار نمونه برداری با استفاده از تجهیزات مناسب

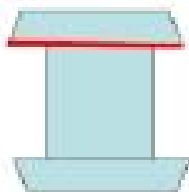
□ تعیین تکلیف شرایط تصحیح حجم



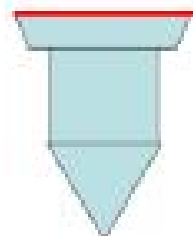
کروی



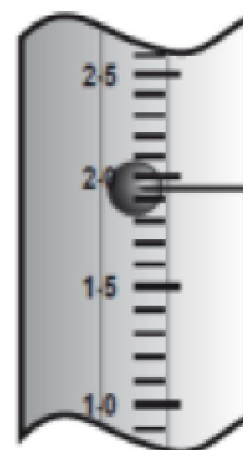
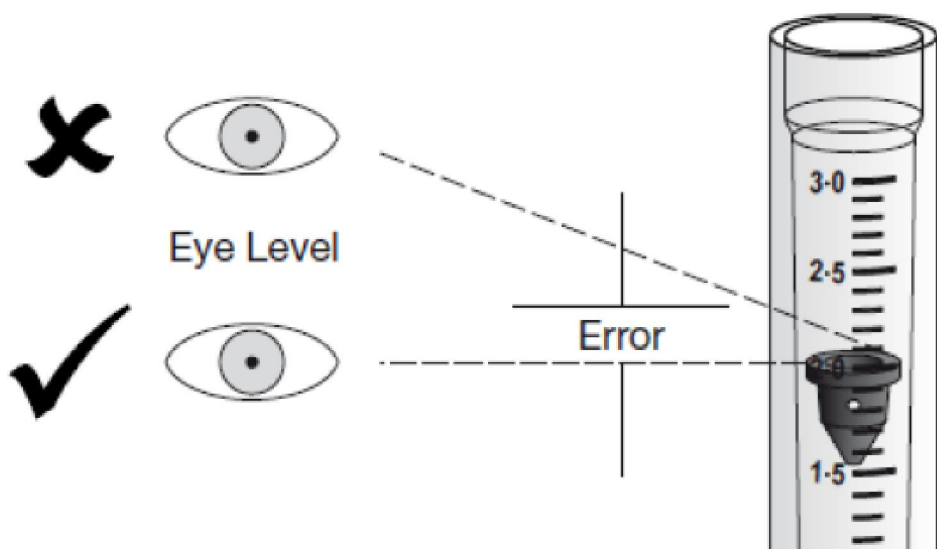
استوانه ای



مربعی

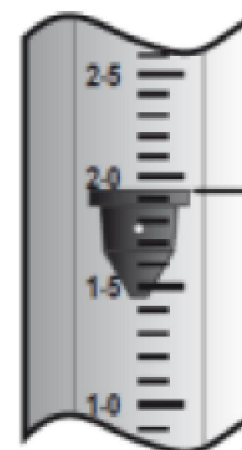


شاقولی



Ball Type

Read Here



Float Type

Read Here

- 
- $\text{Flow} = \text{Real Flow}$
 - $\text{Flow} = 0.9 \text{ Real Flow}$
 - $\text{Flow} = 1.1 \text{ Real Flow}$
 - $\text{Flow} = 0.9 \text{ Real Flow} + 0.3$

بورت حباب صابون



کالیبراتور دیجیتل



خطای کالیبراسیون

زمانیکه میزان جریان اولیه از میزان جریان نهایی انحراف پیدا کند برای تعیین درصد خطا از رابطه زیر استفاده می شود:

$$\text{خطا درصد} = \frac{|\text{مورد انتظار} - \text{مشاهده}|}{\text{مورد انتظار}} \times 100$$

<u>درصد خطا</u>	<u>توصیه</u>
۵ - ۰	از میزان جریان ها یا دبی ها میانگین بگیرید
۱۰ - ۵	از دبی کمتر یا پائین تر استفاده کنید
بیشتر از ۱۰	قضاوت بر عهده کارشناس خبره

مشکلات نمونه برداری

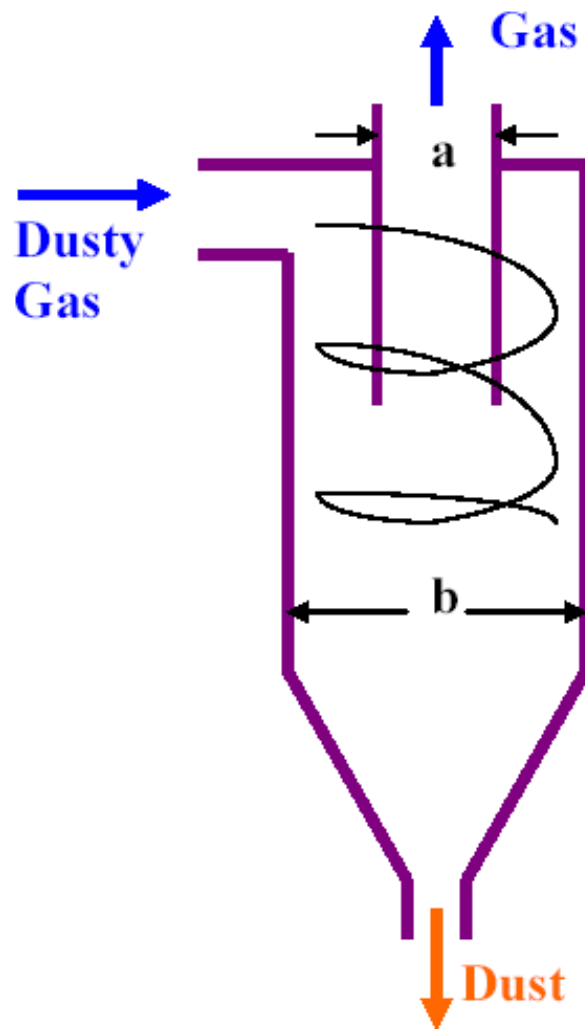
- اندازه گیری دقیق دبی و حجم هوای نمونه برداری
- تعیین راندمان جمع آوری و میزان بازیافت
- ثبات نمونه در مراحل مختلف و حمل و نقل و نگهداری
- دقیق بودن پاسخ حسگرها
- تعیین عوامل مزاحم و تداخل کننده که ممکن است روی ترکیب اولیه نمونه تاثیر بگذارد
- اثر آلاینده های مشابه و سایر آلاینده ها بر روی نمونه در طی نمونه برداری، نگهداری و آنالیز

جلوگیری از بروز خطا

- ۱- انجام نمونه برداری ها بر اساس روش توصیه شده معتبر
- ۲- کالیبراسیون پمپ های نمونه برداری در محل نمونه برداری بعد از نمونه برداری
- ۳- انجام حداقل ۴ ساعت نمونه برداری برای جمع آوری حداکثر ۳ میلی گرم گرد و غبار
- ۴- نصب هولدر های نمونه برداری در ارتفاع تنفسی کارگر
- ۵- استفاده از فیلتر های شاهد بر اساس تعداد نمونه های اصلی
- ۶- عایق بندی کامل سیکلون های نمونه برداری
- ۷- توزین فیلتر ها چندین بار جهت اطمینان از دقت قرائت وزن فیلتر
- ۸- بستن درب هولدر های نمونه برداری بعد از اتمام نمونه گیری و انتقال صحیح آن به آزمایشگاه

نمونه برداری

- خشک کردن فیلتر
- انتخاب هولدر مناسب برای فیلتر
- روشن بودن تجهیزات کنترل
- نمونه برداری در منطقه تنفسی
- تعداد نمونه ها (سه نمونه برای یک شیفت کاری و یک شاهد)
- اعمال ضرایب کاهش حد مجاز روزانه و هفتگی
- انتقال نمونه به آزمایشگاه



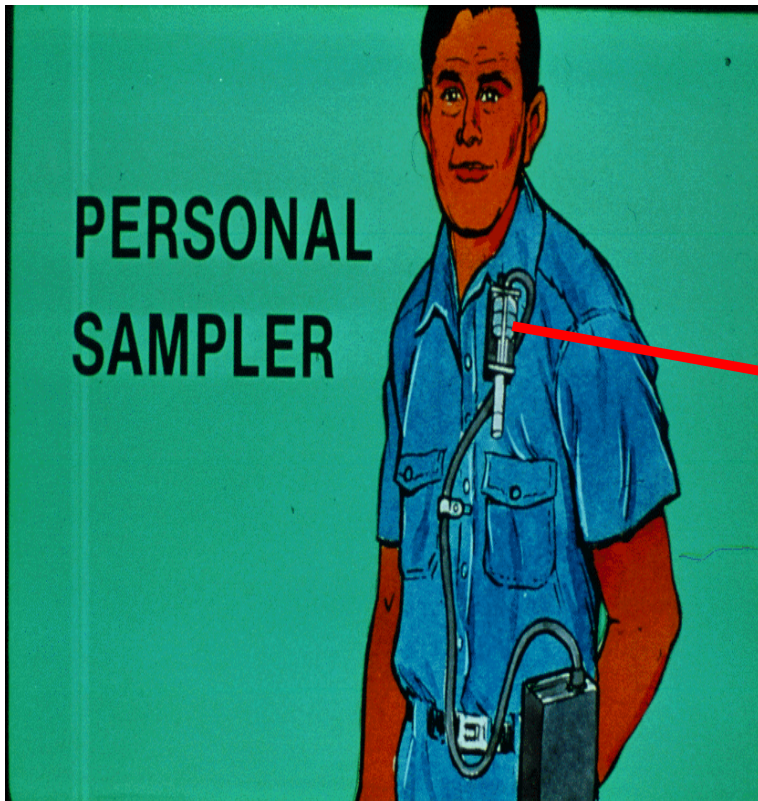
سیکلون Cyclone

- در سیکلون ذرات قابل استنشاق از ذرات غیر قابل استنشاق جدا می شوند
- ذرات غیر قابل استنشاق در قسمت پائین سیکلون جمع آوری شده و ذرات قابل استنشاق در خروجی آن بر روی فیلتر جمع آوری می شوند.

Figure 1. Schematic diagram of a cyclone.

نمونه برداری از ذرات قابل استنشاق با استفاده از سیکلون

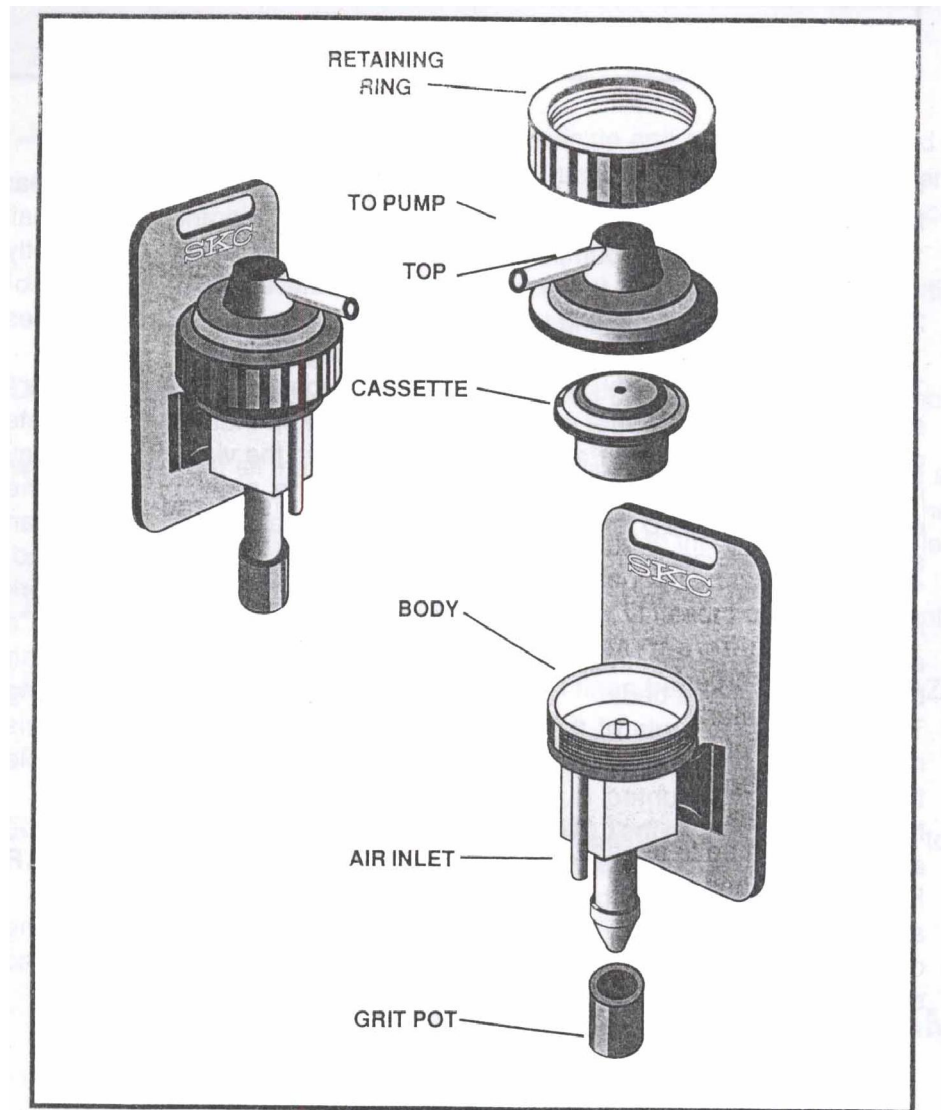
۴۲

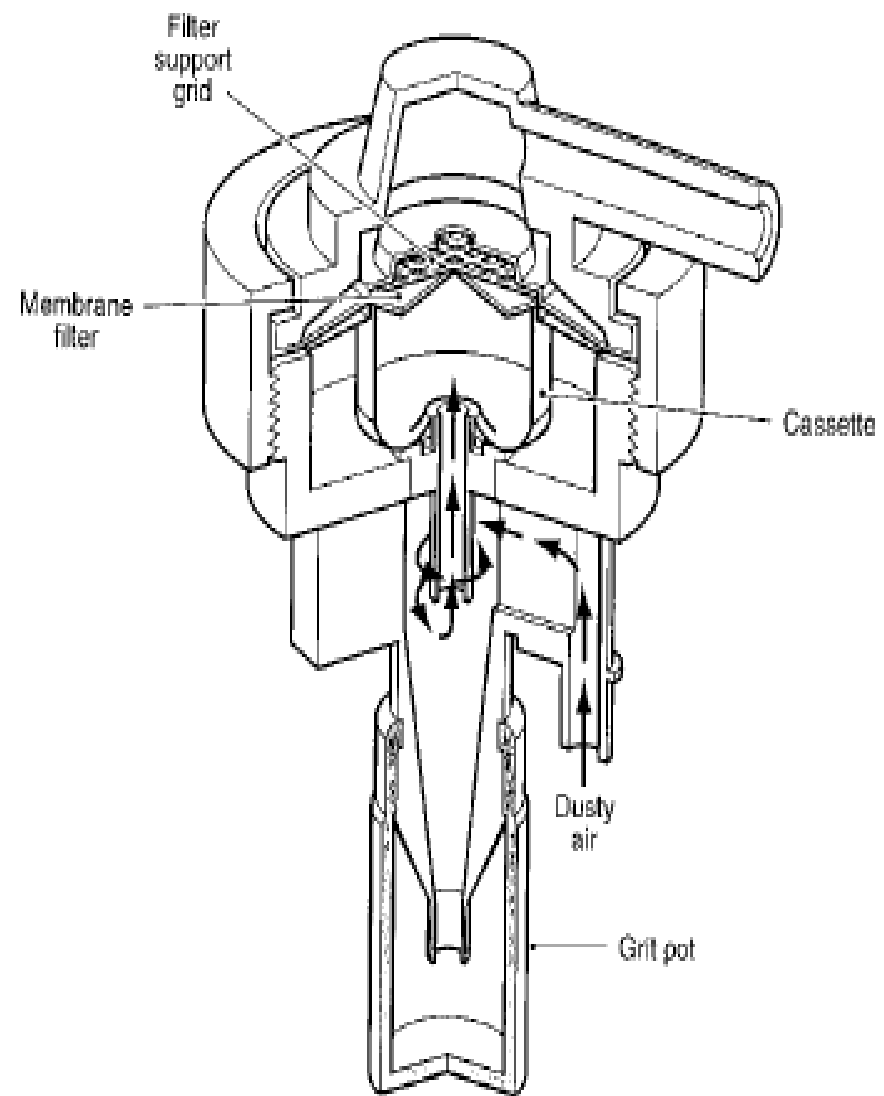




سیکلون های پلاستیکی

- برای جمع آوری گردوغبار قابل استنشاق
- جریان هوای عبوری از سیکلون برابر با $1/7$ لیتر در دقیقه
- کلیه ذرات کوچکتر از 7 میکرون را جدا نموده و بر روی فیلتر ته نشین نماید.
- ذرات با قطر 5 میکرون دارای راندمان 50%
- ذرات درشتتر از 7 میکرون نیز جدا شده و در مخزنی در پائین سیکلون ته نشین می شوند.





سیکلون نایلونی Nylon Cyclone

۴۷

Nylon



Higgins-Dewell



سیکلون آلومنیومی



- NIOSH Method 5524, Issue 1 specifies a 2-um PTFE filter in a 37-mm filter cassette with an optional thoracic particulate sampler.



فیلتر PVC

- مقاومت خوب در برابر اسیدها و بازها
- عدم جذب قابل توجه بخار آب
- استفاده برای جمع آوری ذراتی مثل سیلیس
- قابل استفاده در روش آنالیز دیفراکسیون اشعه ایکس جهت تشخیص ساختارهای کریستالی
- استفاده برای روشهای وزن سنجی
- فیلتر PVC (خلل و فرج ۵ میکرون)، دسیکاتور و توزین قبل از نمونه برداری

فرایند نمونه برداری

- اتصال نمونه گیر (سیکلون نایلونی و فیلتر) به یقه کارگر در مجاورت محدوده تنفس
- دبی ۱/۷ لیتر در دقیقه
- حجم هوای ۴۰۸ تا ۸۱۶ لیتر
- وارونه نشدن سیکلون در طی نمونه برداری

فرایند نمونه برداری

- حداکثر بار فیلتر میلی گرم آلاینده
- پس از نمونه برداری ، فیلتر را از نگهدارنده برداشته آنرا وزن نموده آنگاه مجددا در نگهدارنده

نمونه برداری کل ذرات سیلیس آزاد کریستالی

- دبی ۱,۷ و فیلتر pvc روی هولدر کاست سه تکه
- حجم هوا ۴۰۸ تا ۸۱۶ لیتر
- پمپ در ارتفاع ۱,۵ متری در فاصله ۲ متری دستگاه انتشار ذرات
- به وجود نیامدن (OVER LOUDE)
- در نمونه برداری محیطی، زمان نمونه برداری بستگی به به غلظت محیط دارد و از آنجا که هدف بررسی مواجهه فردی نیست، نمونه برداری به مدت ۸ ساعت ضرورت ندارد.
- قبل و بعد از نمونه برداری فیلتر ۲۴ ساعت در دسیکاتور
- اختلاف بین وزن فیلتر قبل و بعد از نمونه برداری
- نمونه برداری محیطی نبایستی با حدود مجاز مواجهه شغلی ایران مقایسه گردد.

ذرات استنشاقی سیلیس در افراد

- دبی ۱,۷ لیتر در دقیقه فیلتر pvc و سیکلون نایلونی
- حجم هوا ۴۰۸ تا ۸۱۶ لیتر
- زمان نمونه به مدت ۸ ساعت
- قبل و بعد از نمونه برداری فیلتر ۲۴ ساعت در دسیکاتور
- اختلاف بین وزن فیلتر قبل و بعد از نمونه برداری

روش XRD

- دبی ۱,۷ لیتر در دقیقه فیلتر pvc و سیکلون نایلونی
- حجم هوا ۴۰۸ تا ۸۱۶ لیتر
- زمان نمونه به مدت ۸ ساعت
- قبل و بعد از نمونه برداری فیلتر ۲۴ ساعت در دسیکاتور
- اختلاف بین وزن فیلتر قبل و بعد از نمونه برداری

نتایج آزمایشگاه

- وجود اصل گزارش آزمایشگاه آنالیز نمونه و گراف خروجی دستگاه
- اطلاعاتی از قبیل تاریخ دریافت نمونه، تاریخ آنالیز، روش استاندارد آنالیز

مداخله گرہا

- ☐ AlPO_4
- ☐ Al_2SiO_8
- ☐ ZrSiO_4
- ☐ PbSO_4
- ☐ Fe_2C
- ☐ K_2CO_3
- ☐ AgCl

حدود تماس کوارتز و کریستولیت

$$PEL_A = \frac{10}{2 + A}$$

$$PEL_B = \frac{5}{2 + B}$$

□ PEL_A : حد تماس مجاز کوارتز

□ PEL_B : حد تماس مجاز کریستوبالیت

□ A : درصد کوارتز قابل استنشاق

□ B : درصد کریستوبالیت قابل استنشاق

خطاهای فاحش علمی

- ۱- عدم آزادی کارگر در حین نمونه برداری
- ۲- مقایسه نمونه برداری لحظه ای با TWA
- ۳- مقایسه نمونه برداری محیطی با TWA
- ۴- مقایسه ساعات مواجهه و صرف نظر از ساعات غیر مواجهه در محاسبات نهایی
- ۵- عدم استفاده از نمونه شاهد
- ۶- مقایسه ذرات کل با استاندارد تنفسی

روش ارزشیابی سیستم تهویه

- اندازه گیری کل ذرات سیلیس قبل از نصب سیستم تهویه
- اندازه گیری کل ذرات بعد از نصب سیستم تهویه
- تعیین راندمان

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100$$

راندمان طبقه بندی EPA

- کمتر از ۷۰ درصد غیر قابل قبول
- ۷۰ تا ۹۰ درصد در حد متوسط
- ۹۰ تا ۹۵ درصد در حد خوب
- ۹۵ تا ۹۹ درصد در حد خیلی خوب
- ۹۹ درصد به بالا عالی

طبقه بندی کارگر

طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	نوع طبقه
$C > 2.5 \text{ mg/m}^3$	$2.5 > C > 0.5$	$0.5 > C > 0.05$	کریستوبالیت و تریدیمیت
$C > 5$	$5 > C > 1$	$1 > C > 0.1$	کوارتز و تریپولی

ماسک مخصوص سیلیس

طبقه	نوع ماسک
طبقه ۱	ماسک تنفسی نیمه صورت از نوع فیلتردار ماسک سری N با کارایی ۹۹، ۱۰۰ یا ۹۵ درصد
طبقه ۲	ماسک تنفسی کامل صورت از نوع فیلتردار با کارایی ۱۰۰ درصد
طبقه ۳	ماسک تنفسی نیمه صورت برای کار

ماسک N95



عوارض سیلیس کریستالی

ذرات سیلیس در حبابچه
های ریوی به دام می افتد

بافت ریه زخمی شده و
شکل ریه کوچک می شود

بافت زخمی شده و شکل
ریه کوچک می شود

در طی زمان زخمها برجسته
می شود

تنفس مشکل می شود

سیلیکوزیس کم کم بروز
می نماید

انواع سیلیکوزیس

- حاد: ۴-۵ سال
- تسریع شونده: ۵-۱۰ سال
- مزمن: ۱۰ سال و بیشتر

معاینات ادواری

□ عکس قفسه سینه هر ۲ تا ۴ سال یک بار برای سابقه ۱۵ سال به بالا و تا ۱۵ سال