



مبانی نمونه برداری از آلاینده های

هوای محیط کار

• ۲ واحد تئوری ۷۵٪ (۱۵ نمره تستی و تشریحی)

• ۱ واحد عملی

۱. نمره حضور و غیاب	}
۲. نمره گزارش کار آزمایشگاه	
۳. نمره امتحان آزمایشگاه	

۲۰٪ (۴ نمره)

• مشارکت در کلاس ۵٪ (۱ نمره)

اهداف ویژه:

انتظار می‌رود در پایان این دوره دانشجو بتواند:

- ✓ اهمیت و هدف از نمونه برداری در بهداشت حرفه ای را بداند.
- ✓ با اصول کلی و علمی نمونه برداری از آلاینده ها آشنا باشد.
- ✓ بتواند در یک محیط آلوده به ذرات معلق تکنیک مناسب نمونه برداری را تشخیص و استفاده کند.
- ✓ بتواند در یک محیط آلوده به گاز ها و بخارات تکنیک مناسب نمونه برداری را تشخیص و استفاده کند.
- ✓ محاسبات مربوط به نمونه برداری برای تعیین کمی و مقایسه با استاندارد را بداند
- ✓ کار با انواع وسایل نمونه برداری شامل کالیبراسیون و ست کردن آنها را بداند.
- ✓ تهیه و ارائه برنامه های کنترلی در محیط کار به منظور پیشگیری از مسمومیتها و بیماریهای ناشی از کار

منابع:

- نمونه برداری و تجزیه آلاینده های هوا، عبدالرحمان بهرامی.
- حدود تماس شغلی عوامل بیماریزا (AOE) کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور.
- شناسائی عوامل زیان آور شیمیائی محیط کار، مهدی قاسمخانی، انتشارات نخل.
- روشها و وسایل نمونه برداری از هوا، علیرضا چوبینه، علوم پزشکی شیراز.
- Air Sampling Instrument (ACGIH)
- Fundamental Air Sampling
- Evaluation of Ambient Air Quality by Personnel Monitoring
- Air Monitoring for Toxic Substances

هدف از نمونه برداری

- ارزیابی آلاینده های هوا

نمونه هوا

نمونه هوا عبارت است از مقداری از هوای یک محل که غلظت مواد آلوده کننده موجود در آن برابر متوسط غلظت آلودگی، هوایی باشد که نمونه از آن انتخاب شده است.

مراحل بررسی یک عامل زیان آور در محیط کار

Detection

✓ شناسائی

Measurement

✓ اندازه گیری

Evaluation

✓ ارزیابی

Control

✓ کنترل

۱- شناسائی یا ارزیابی کیفی

Qualitative evaluation

آشنایی با:

۱. روش کار و فرآیند تولید
۲. مواد اولیه، تولیدات، مواد فرعی و بینابینی
۳. منشاء و منابع تولید آلودگی
۴. وسایل حفاظتی و کنترلی مورد استفاده
۵. بهسازی عمومی محیط کار
۶. کارگران در معرض آلودگی

۲- مرحله اندازه گیری یا ارزیابی کمی

Quantitative evaluation

۱. بررسی و تعیین منابع آلوده کننده
۲. بررسی سایر نقاط در معرض و مورد نظر
۳. تعیین نقاط و ایستگاه های نمونه برداری
۴. جمع آوری و آماده سازی نمونه ها
۵. آنالیز و تجزیه نمونه ها

۳- ارزیابی کلی (نهایی)

total evaluation

۱. استخراج داده ها و تفسیر نتایج
۲. مقایسه نتایج بدست آمده با حدود مجاز
۳. جمع بندی و ارزیابی نهائی

۴- کنترل های مهندسی، بهداشتی و پزشکی

۱. جایگزینی مواد و وسایل
۲. جداسازی (تجهیزاتی، انسانی و غیره)
۳. بکارگیری سیستم های تهویه ای
۴. بهسازی در محیط کار
۵. انجام معاینات و اقدامات پزشکی

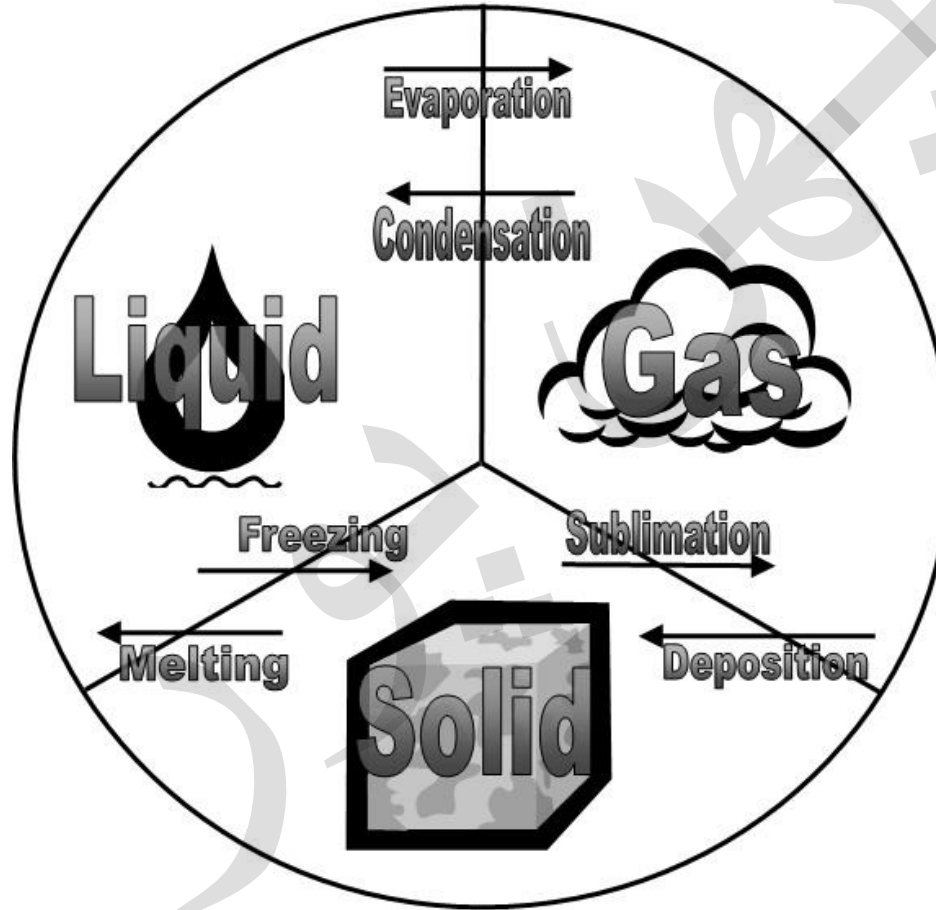
اهداف نمونه برداری

۱. جستجوی مواد شیمیائی در محیط کار و تعیین ارتباط آنها با عوارض ایجاد شده.
۲. تشخیص نوع ماده و یا مواد شیمیایی و سمی.
۳. تعیین غلظت ماده سمی و توزیع تراکم آلاینده.
۴. فراهم نمودن اطلاعات مورد نیاز مطالعات اپیدمیولوژیک.
۵. بررسی و ارزیابی مشکلات بهداشتی در محیط کار.
۶. تعیین میزان مواجهه کارگران با آلاینده
۷. ارزیابی اثر دستگاههای حفاظتی و روشهای کنترلی و ارزیابی خطر
۸. تشخیص شرایط نامطلوب و غیر ایمن در محیط کار
۹. لزوم رعایت آئین نامه ها و مقررات بهداشتی
۱۰. ارائه طرحهای کنترلی در محیط کار

اهداف اصلی و نهایی

- ✓ تعیین میزان مواجهه با مواد خطرناک
- ✓ ارزیابی تماس شغلی و مقایسه با حدود مجاز
- ✓ ارزیابی کارائی و تأثیر اقدامات کنترلی
- ✓ نظارت و مراقبت های مهندسی و بهداشتی درمانی
- ✓ انجام تحقیقات بهداشتی با هدفهای همه گیر شناختی

حالات فیزیکی مواد



عوامل شیمیائی زیان آور در محیط کار

شکل فیزیکی:

Gases and Vapors

۱. گازها و بخارات

Particulates

۲. مواد معلق

liquids

۳. مایعات

یک ماده شیمیایی استنشاق شده (آلاینده ها) ممکن است به شکل **گاز**، **بخار** یا **آئروسول** (ذره معلق در هوا) باشد.

گاز: ماده شیمیایی است که مولکول های آن در فضایی که در آن محبوس شده اند (مثل سیلندر یا مخزن)، به طور آزاد تحت شرایط دما و فشار نرمال حرکت می کند. فرض می شود که گازها هیچ شکل یا حجمی ندارند.

بخار: فاز گازی یک ماده شیمیایی است که در شرایط نرمال دما و فشار به شکل مایع یا جامد است. میزان بخار متصاعد شده یک ماده شیمیایی بصورت فشار بخار بیان می شود و تابعی از دما و فشار است.

گاز به ماده ای گفته می شود که در حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد و فشار ۷۶۰ میلی متر جیوه بصورت گاز باشد و بخار به ماده ای اطلاق می شود که در شرایط مذکور بصورت جامد یا مایع باشد.

انتشار و پراکندگی ذرات جامد یا مایع در یک فاز گازی **آئروسول** نام دارد.

- در مقابل کلمه آئروسول، کلمه هیدروسول وجود دارد که به سیستم های پراکنده در آب گفته می شود. آئروسول ها و هیدروسول ها ممکن است در محیط های کار به صورت زیر وجود داشته باشند:

- **گردوغبار (Dust):** گرد و غبار در اثر تجزیه مواد مختلف جامد به ذرات بسیار کوچک تشکیل شده و در هوا شناور می شوند. اعمال مکانیکی مثل خرد کردن، اهر کردن، شکستن، ترکانیدن، مته کردن، سائیدن و غیره از جمله اعمالی است که در صنایع منجر به ایجاد گرد و غبار می شوند. اندازه ذرات گرد و غبار ممکن است ماکروسکوپی تا میکروسکوپی باشد و منشا آنها ممکن است گیاهی، شیمیایی (معدنی یا آلی) و یا حیوانی باشد.

- **میست (mist) و مه (fog):** مه در اثر کندانسه شدن بخار آب در شرایط خاص فیزیکی (حرارت و فشار) ایجاد شده و معمولاً با چشم قابل رؤیت است. میست معمولاً در مورد مواد شیمیایی مختلف که بصورت مایع در فضا پراکنده می شوند به کار می رود مانند میست اسیدها.

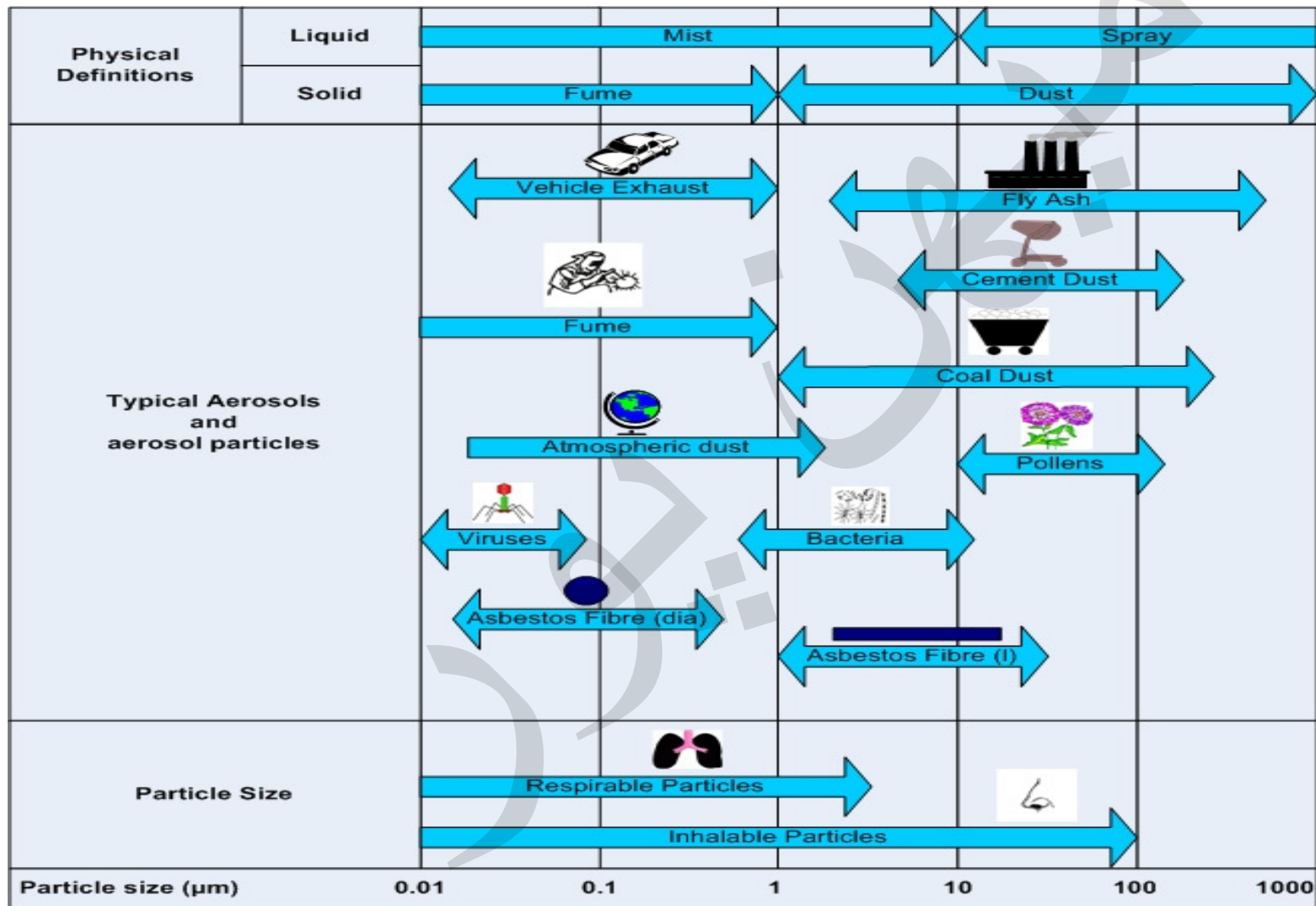
- **دود (smoke):** دود در اثر احتراق ناقص ایجاد می شود و عبارت است از ذرات بسیار ریزی که حاوی مقادیر زیادی کربن و سایر مواد احتراق است.

- **دمه یا دود فلزی (Fume):** فیوم ها ذرات جامدی هستند که در اثر تراکم گازها پس از تصعید از مواد مذاب تولید می شوند. تولید آنها معمولا با یک واکنش شیمیایی خصوصا اکسیداسیون همراه است. این ذرات بسیار کوچکند و از این رو به سهولت استنشاق شده و خود را به قسمت های انتهایی دستگاه تنفس می رسانند. از اختصاصات مهم دمه ها خاصیت انعقاد و بهم چسبیدگی آنهاست. بدین معنی که هنگام برخورد با یکدیگر می توانند به هم متصل شده و ذرات درشت تری را به وجود آورند. در حالی که این ویژگی برای سایر گردوغبارها وجود ندارد.

- **اسموگ (smog):** اسموگ از دو کلمه fog و smoke گرفته شده و اصطلاحی است که به آلودگی های وسیع اتمسفری گفته می شود.

استعمال سوسپانسیون ها (ذرات جامد در مایع) و با امولسیون ها (ذرات مایع در مایع) به صورت اسپری منجر به آن می گردد که مواد شیمیایی به شکل آئروسول در هوا قرار گرفته و هوا را آلوده کنند.

ذرات



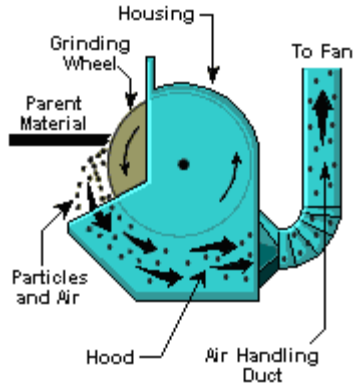
آئروسول

- ذرات معلق جامد یا مایع موجود در هوا با قطر از $0.2/0$ میکرومتر تا 100 میکرومتر را آئروسول گویند.
- آئروسول ها را به شیوه های مختلفی میتوان تقسیم بندی کرد
 - شیوه تولید
 - اندازه ذرات
 - مایع یا جامد بودن
- ویژگی های ذرات و اثرات آنها شدیداً به ابعاد آنها بستگی دارد.

عوامل مؤثر در ایجاد:

۱. مواد خام و اولیه بکار گرفته شده
۲. تکنولوژی و فرآیند تولید
۳. سایر شرایط (تهویه، فیزیک ساختمان و...)

تشکیل ذرات

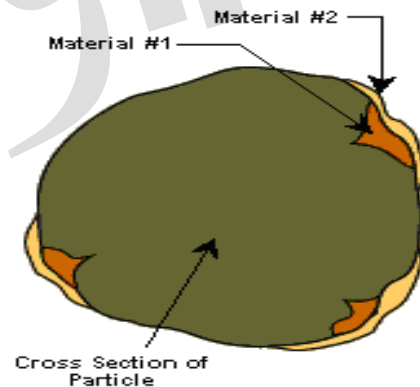


- سائیدگی فیزیکی یا پراکندگی مکانیکی

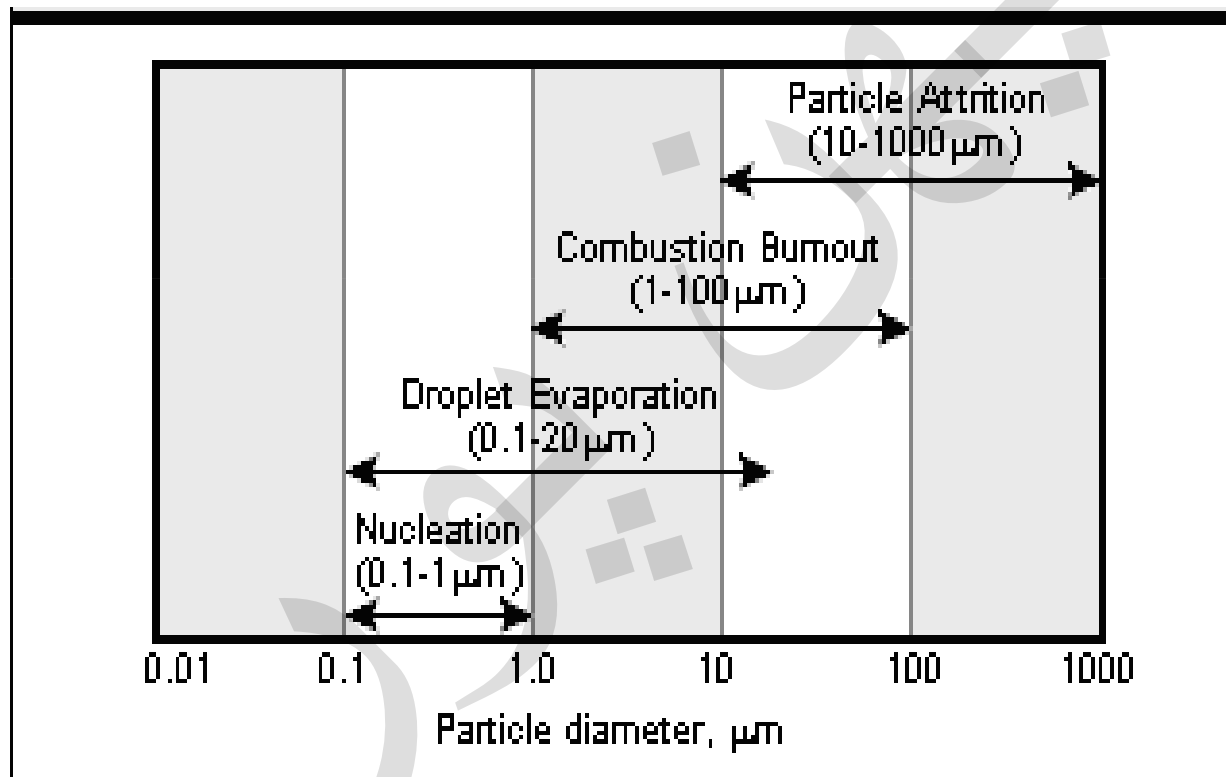
- ذرات ناشی از احتراق

- هسته های همگن و ناهمگن

- تبخیر قطرات هوابرد و برجا ماندن هسته های جامد آنها



تشکیل ذرات



به دو دلیل عمده میتوان گفت که نمونه برداری بر اساس اندازه در بهداشت حرفه ای مهم است:

۱- ذرات بر اساس اندازه تمایل دارند تا در بخش های خاصی تجمع یابند

۲- تجمع ذرات در هر منطقه عوارض خاصی دارد

Silicosis -----> respirable

سیستم تنفسی

انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) سیستم تنفسی را بر اساس سه ناحیه طبقه بندی میکند:

- ۱- ناحیه تنفسی و راههای هوایی (HAR=Head Airway Region)
- ۲- ناحیه قفسه سینه (TBR=Thoracic Bronchial Region)
- ۳- ناحیه تبادل گازی (GER=Gas Exchange Region)

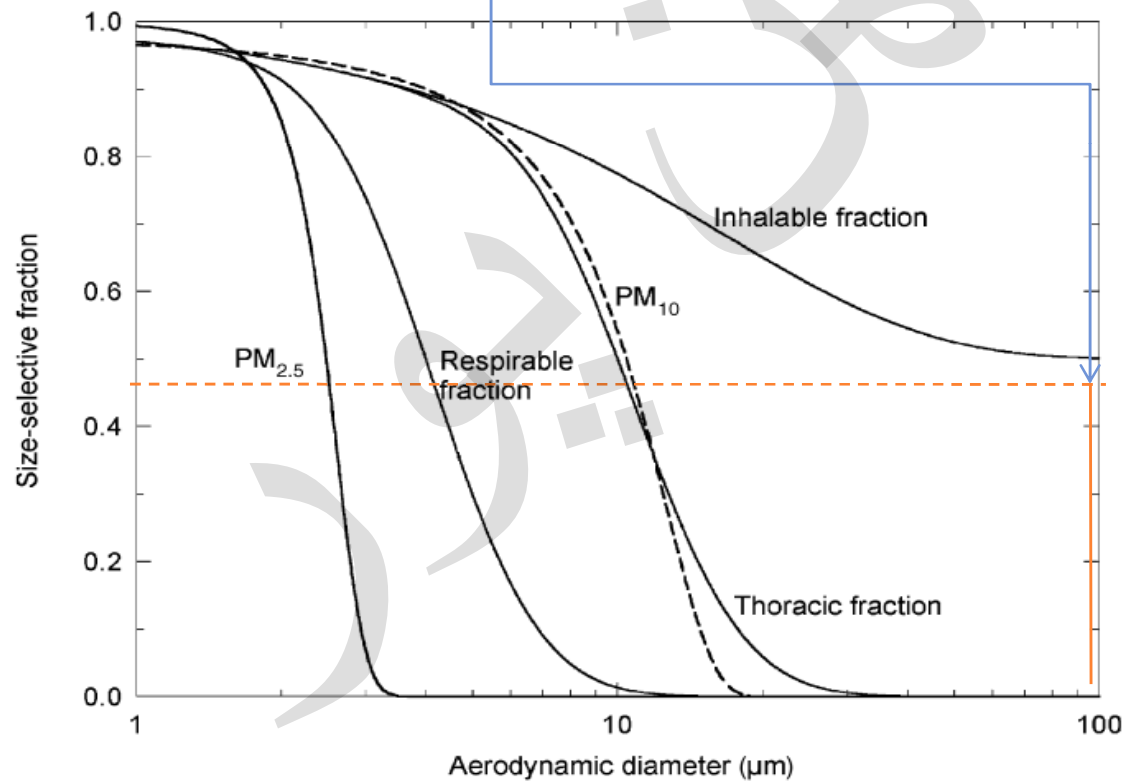
طبقه بندی ذرات

ذرات معلق براساس معیار ACGIH بشرح زیر است:

1. IPM = Inhalable Particulate Mass
2. TPM= Thoracic Particulate Mass
3. RPM= Respirable Particulate Mass

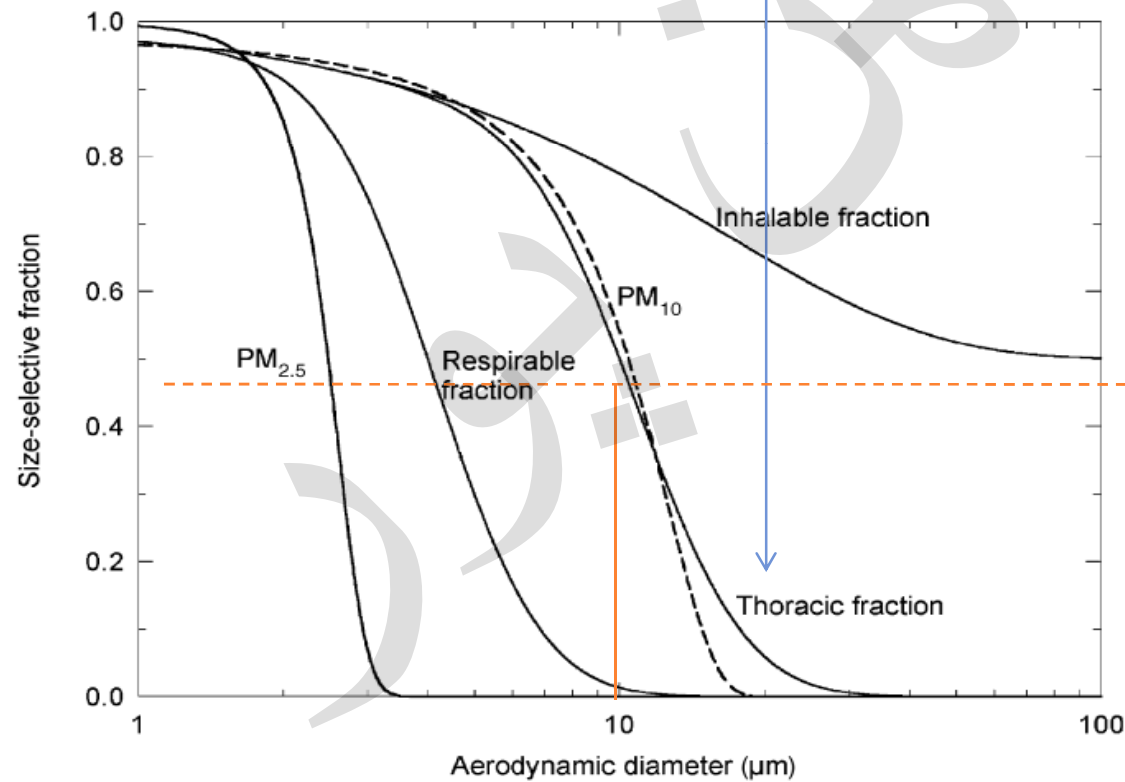
قطر برش (قابل تنفس)

- *inhalable fraction* (like TSP)
- largest particle size definition
- can enter the nose or mouth under average conditions



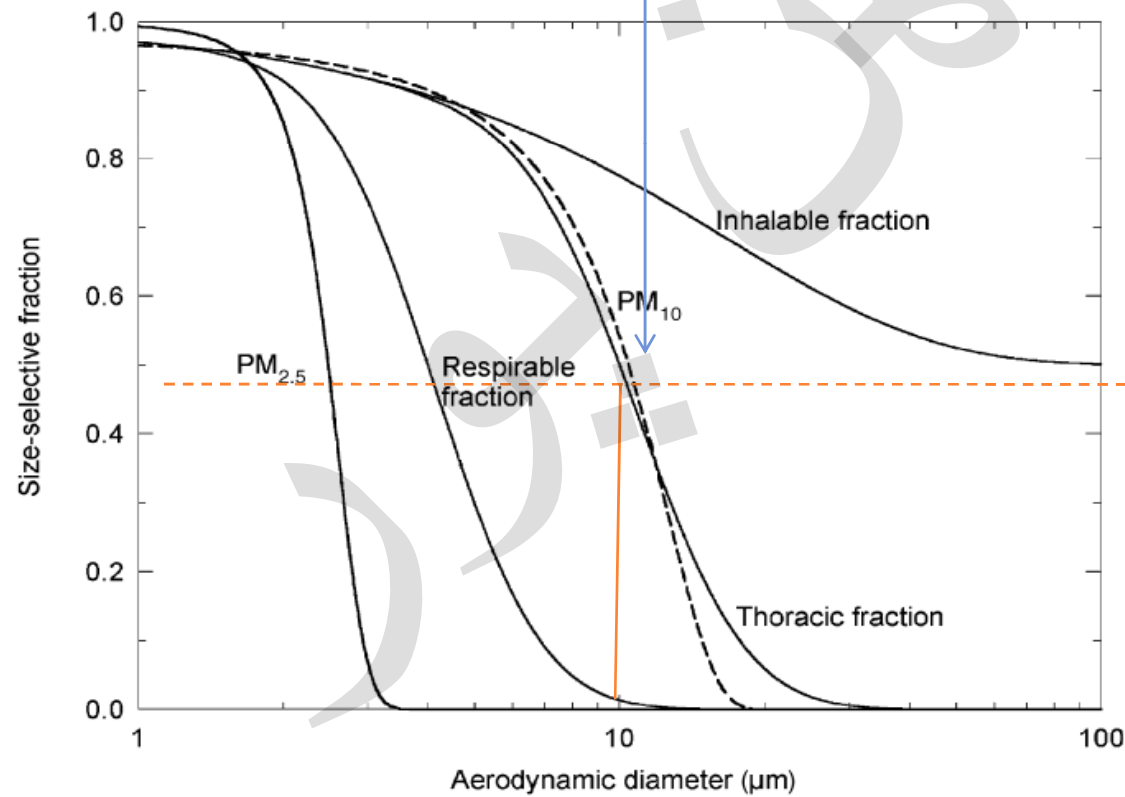
قطر برش (توراسیک)

- *thoracic fraction*
- inhalable particles that can reach the thorax



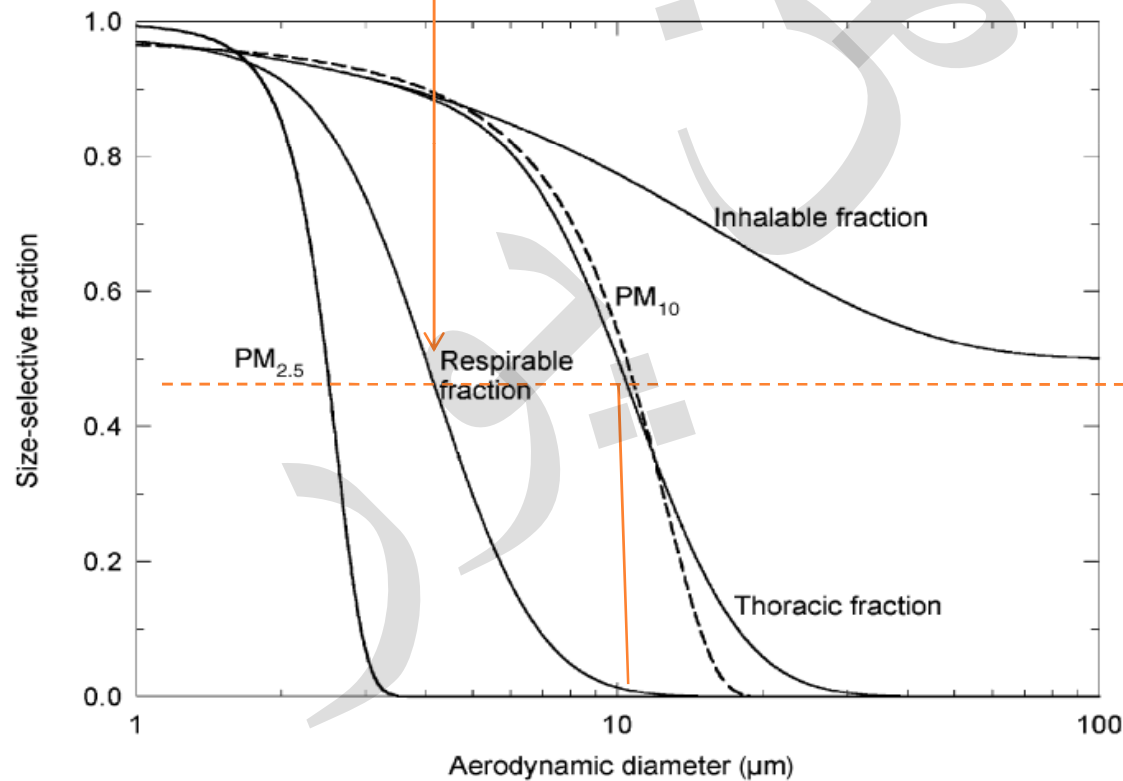
قطر برش (PM-10)

- *PM-10*
- similar to thoracic particle
- As a replacement of TSP



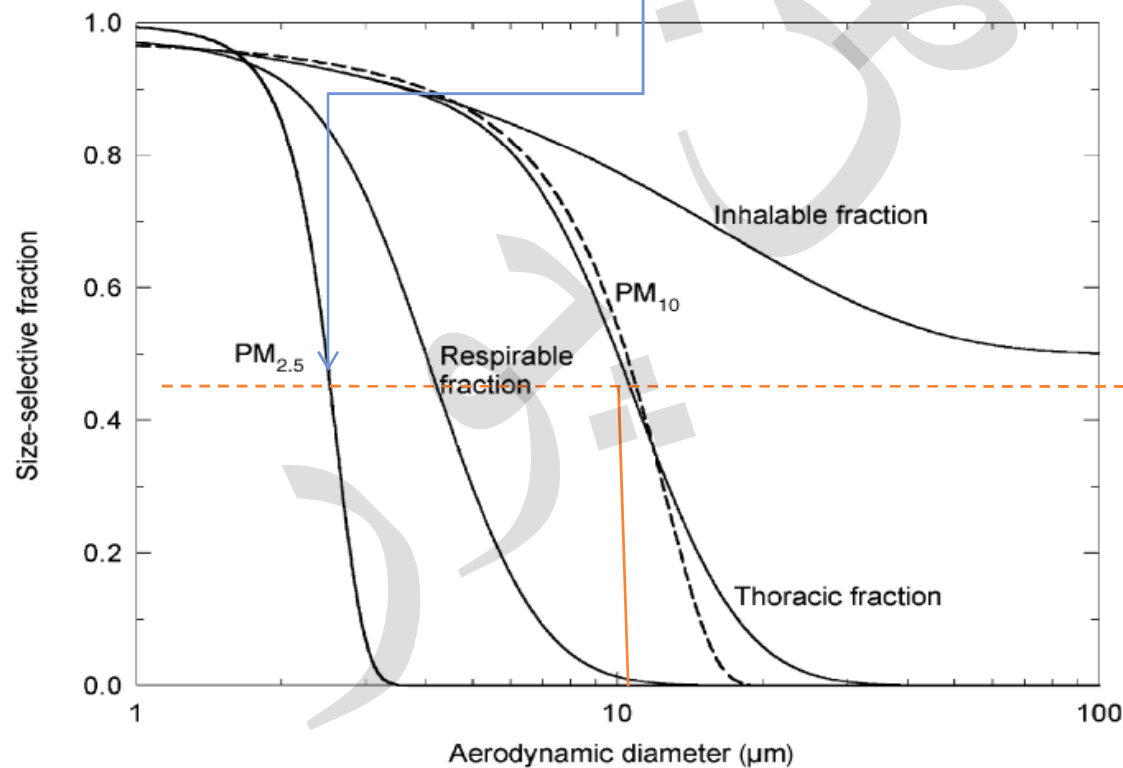
قطر برش (قابل تنفس)

- *Respirable fraction*
- can reach the alveolar region (but do not necessarily deposit there)
- 50 % cutoff size for respirable particles is $4.0 \mu\text{m}$



قطر برش ($PM_{2.5}$)

- $PM_{2.5}$ (similar to the respirable)
- only partly based on health effects (emitted from combustion sources)



غلظت آئروسول ها

- غلظت جرمی (واحدهای وزنی)

جرم آلاینده بر واحد حجم ترکیب

– mg/m³

– μg/m³

- غلظت عددی (واحدهای شمارش)

تعداد آلاینده در واحد حجم

– cfu

– fcc

– mppcf

حدود مجاز مواجهه

حدود مجاز مواجهه شغلی با عوامل شیمیایی در سه گروه:

۱- متوسط وزنی - زمانی

۲- حد مواجهه شغلی کوتاه مدت

۳- حد مجاز مواجهه سقفی

متوسط وزنی - زمانی

OEL-TWA

عبارت است از متوسط غلظت مجاز ماده شیمیایی در ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار در هفته به طوری که مواجهه مستمر و روز به روز با این مقدار تقریباً در کلیه کارگران باعث ایجاد عارضه نامطلوبی نگردد مشروط بر آنکه فاصله زمانی بین پایان ۸ ساعت کار و شروع مجدد آن کمتر از ۱۶ ساعت نباشد و در این مدت با همان مواد شیمیایی یا عوامل تشدید کننده اثرات آنها مواجهه نداشته باشند. گمان میرود دستگاه های دفاعی بدن بتوانند سموم حاصل از ۸ ساعت کار را دفع و یا بوسیله پدیده های بیولوژیکی خنثی نمایند.

حد مجاز شغلی کوتاه مدت

OEL-STEL

• عبارت است از حد مجاز مواجهه میانگین وزنی - زمانی ۱۵ دقیقه ای با یک عامل شیمیایی است که در هیچ زمانی از یک شیفت کاری نباید غلظت آن عامل از این حد بیشتر باشد حتی اگر میانگین مواجهه ۸ ساعته شاغلین کمتر از حد OEL-TWA باشد. OEL-STEL غلظتی از یک عامل شیمیایی است که اعتقاد بر این است که کارگران می توان برای کوتاه مدت با غلظت های کمتر از آن بطور مداوم مواجهه داشته باشند بدون آنکه عوارضی زیر را ایجاد کند:

۱. تحریک

۲. آسیبهای بافتی مزمن یا غیر قابل برگشت

۳. اثرات سمی وابسته به نرخ دز

۴. خواب آلودگی، به حدی که باعث ایجاد حادثه شده، و یا عکس العمل های فرد را برای دور شدن از عامل حادثه ساز مختل ساخته و یا کارایی وی را کاهش دهد.

• زمان مواجهه شغلی با غلظت های بین TWA تا STEL نباید از ۱۵ دقیقه تجاوز نماید، این دوره زمانی مواجهه ۱۵ دقیقه ای می تواند حداکثر تا ۴ مرتبه در طول ۸ ساعت کار مداوم تکرار شود مشروط بر آنکه فاصله بین دو دوره ۱۵ دقیقه ای کمتر از ۶۰ دقیقه نباشد.

حد مجاز شغلی سقفی (OEL-C)

- عبارت است از غلظتی از ماده شیمیایی که مواجهه شغلی بیش از آن حد حتی برای یک لحظه نیز مجاز نیست.

برای اکثر عوامل، حد متوسط وزنی زمانی به تنهایی یا همراه با حد مجاز مواجهه شغلی کوتاه مدت ارائه شده است. برای برخی از مواد نظیر گازهای محرک نیز فقط حد مجاز مواجهه سقفی کاربرد دارد. اگر میزان مواجهه شاغلین از هر یک از سه حد ارائه شده فزونی یابد احتمال مخاطرات شغلی ناشی از آن ماده شیمیایی وجود خواهد داشت. بنابراین زیر بنای هر برنامه ارزیابی عوامل شیمیایی محیط کار، تعیین نوع حد مجاز مواجهه شغلی آن و انتخاب روش پایش متناسب با آن حد می باشد.

• محاسبه زمان تماس با آلاینده:

$$T_{\text{Exposure}} = \frac{\text{OEL} \times 8}{\text{TWA}}$$

• تبدیل واحد پی پی ام به میلی گرم بر مترمکعب:

$$\text{PPM} \times M_w = \frac{\text{mg}}{m^3} \times 24.45$$

$$\text{PPM} \times M_w = \frac{\text{mg}}{m^3} \times 24.05$$

$$\text{PPM} \times M_w = \frac{\text{mg}}{m^3} \times 22.4$$

محاسبه مدت زمان تماس

مقدار حد تماس شغلی یک آلاینده شیمیائی 20 mg/m^3 می باشد در صورتی که میانگین غلظت آلاینده در هوای محیط کار برابر 32 mg/m^3 باشد مدت زمان تماس مجاز چند ساعت است.

$$T_{\text{Exp}} = \frac{\text{OEL} \times 8}{\text{TWA}}$$

$$T_{\text{Exp}} = \frac{20 \times 8}{32} = 5$$

برنامه های کاری غیر معمول

مدل بریف و اسکالا (Brief and Scala Model) حد مجاز را متناسب با افزایش زمان مواجهه و کاهش زمان بهبود یا زمان بازگشت (زمان بدون مواجهه)، کاهش می دهد. این مدل معمولاً برای برنامه های زمان کار بیشتر از ۸ ساعت روزانه یا بیشتر از ۴۰ ساعت هفتگی مورد استفاده قرار می گیرد.

- برای بکارگیری مدل بریف و اسکالا در مواجهه های غیرمعمول ابتدا یک فاکتور یا ضریب کاهش روزانه و یا هفتگی با استفاده از روابط زیر محاسبه شده و سپس این ضریب در اعداد اعلام شده به عنوان OEL-TWA ضرب شده تا OEL اصلاح شده بدست آید.
- اگر ساعات کار روزانه بیش از ۸ ساعت باشد از رابطه زیر استفاده می شود:

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

(ضریب کاهش روزانه)

در رابطه فوق، hr ساعات کار روزانه است.

- اگر ساعات کار **هفتگی** بیش از ۴۰ ساعت باشد از رابطه زیر استفاده می شود:

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

(ضریب کاهش هفتگی)

در رابطه فوق، hr ساعات کار هفتگی است.

$OEL-TWA \times \text{ضریب کاهش روزانه یا هفتگی} = OEL$ اصلاح شده

واژه گازی شکل:

این واژه در مفهوم هم به گازها و هم به بخارات اطلاق می شود

• قانون گازها و بخارات:

(Diffusion)

قانون انتشار

• قوانین ذرات:

(Inertia)

نیروی اینرسی

(Electrostatic)

جذب الکتریکی

از قانون گازها و بخارات نتیجه می شود که:

✓ گازها و بخارات با تبعیت از قوانین طبیعی به آسانی با هوای

محیط کار مخلوط شده و در محیط منتشر می شوند.

✓ بلعکس تحت تأثیر نیروهای جبری و الکتریکی قرار نمی گیرند.

✓ بنابراین نمونه برداری از آنها نسبت به گرد و غبار و فیوم ها

آسان تر است.

عوامل موثر بر ریسک سلامتی در محیط کار

در ارزیابی ریسک سلامتی اطلاع از موارد ذیل حائز اهمیت است:

۱. خصوصیات مواد معلق:

- سمیت ماده
- غلظت
- اندازه ذره
- مدت زمان مواجهه

۲- کسر دمی از ذرات معلق (Inspirable)

در مقابل کل ذرات معلق

• (Total Particulate or Total Dust)

• کسر دمی برابر عبارت است از:

بخشی از کل ذرات معلق که در ناحیه تنفسی کارگر قرار می گیرد.

• کسر دمی به عوامل زیر بستگی دارد:

۱. سرعت جریان دمی تنفس کارگر

۲. شرایط جریان در منطقه تنفسی

اصول نمونه برداری

اولین گام برای تعیین اصول و استراتژی نمونه برداری،
اهداف و منظور از نمونه برداری است.

۱. وسعت، توان و ترتیب نمونه برداری
۲. محل نمونه برداری:
 - منشاء تولید آلودگی یا محل اختصاصی کار
 - نزدیکترین نقطه به کارگر
 - محوطه عمومی کارگاه

$$MRT = \frac{10 \times S}{TLV \times Q}$$

۳- مدت نمونه بردار

$$N = \frac{Z^2 \delta^2}{d^2}$$

۴- تعداد نمونه

$$V = Q \times T$$

۵- حجم نمونه

$$MRV = \frac{S \times 22400}{M \times TLV} \times \frac{760}{P} \times \frac{273 + t}{T}$$

در نمونه برداری چه سوالاتی مطرح است

- از محیط کار چه کسی باید نمونه گرفت.
- نمونه برداری باید در چه مراحل از فعالیتهای شغلی انجام شود.
- انتخاب وسایل نمونه برداری به چه عواملی بستگی دارد.

محاسبه میانگین تراکم آلودگی

تراکم ذرات معلق در یک شیفت کار به ترتیب مقادیر ۱۰، ۴۲، ۲۵ و ۷ میلی گرم بدست آمده است. اگر زمان تماس هر کدام به ترتیب ۱، ۳، ۲ و ۲ ساعت باشد مقدار TWA چقدر است.

$$TWA = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{8}$$

C: غلظت ذرات در هوای محیط کار

T: مدت زمان تماس برای هر ماده

$$TWA = \frac{(10 \times 1) + (42 \times 3) + (25 \times 2) + (7 \times 2)}{8} = 25$$

معیار حد تماس شغلی برای مخلوطها

مواد با اثر مشابه (با دید اثر افزایشی):

$$C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_n/T_n \leq 1$$

مخلوط با اثر مستقل:

$$C_1/T_1 \leq 1 \quad C_2/T_2 \leq 1 \quad \dots \quad C_n/T_n \leq 1$$

C: concentration

T: TLV

تعیین غلظت مخلوط

اگر هوای یک محیط کار آلوده به ۲۰۰ ppm استون با حد مجاز ۳۵۰، ۱۲۰ ppm بوتیل استات با حد مجاز ۱۰۰ و مقدار ۸۰ ppm متیل اتیل کتون با حد مجاز ۱۰۰ باشد، غلظت مخلوط نسبت به حد تماس شغلی چقدر است؟

$$C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_n/T_n \leq 1$$

$$C/T = 200/350 + 120/100 + 80/100 = 2.57$$

نتیجه:

غلظت مخلوط از حد مجاز بیشتر است.

حد تماس شغلی مخلوط مایعات

$$TLV = \frac{1}{\frac{f_a}{TLV_a} + \frac{f_b}{TLV_b} + \dots + \frac{f_n}{TLV_n}}$$

$$TLV_a = TLV \times f_a$$

f: فراوانی مایع بر حسب درصد

تعیین غلظت مخلوط مایعات

درصد وزنی مخلوط مایع به شرح زیر است. تعیین کنید حد تماس شغلی مخلوط در هوای محیط کار چقدر است.

(TLV = 1500 mg/M³)

۱. مایع هپتان به میزان ۵۰٪

(TLV = 1800 mg/M³)

۲. مایع متیل کلروفرم ۳۰٪

(TLV = 200 mg/M³)

۳. مایع پر کلرو اتیلن ۲۰٪

پاسخ:

$$TLV = \frac{1}{\frac{f_a}{TLV_a} + \frac{f_b}{TLV_b} + \dots + \frac{f_n}{TLV_n}}$$

$$TLV_a = TLV \times f_a$$

$$TLV = \frac{1}{\frac{0.5}{1500} + \frac{0.3}{1800} + \frac{0.2}{200}} = \frac{1}{0.0015} = 666$$

- $TLV_{\text{Mix}} = 666$
- $TLV_{\text{Hep}} = 666 \times 0.5 = 333$
- $TLV_{\text{Met}} = 666 \times 0.3 = 200$
- $TLV_{\text{Per}} = 666 \times 0.2 = 133$

پایش در محیط کار

پایش در محیط کار (Monitoring) اولین گام مهم در مراقبت از سلامتی کارگران در محل کار است.

تعریف پایش:

- پایش عبارت از برنامه های مداوم مشاهده، اندازه گیری و قضاوت در محیط کار است.
- بعلاوه پایش یک برنامه جامع در کنترل عوامل زیان آور محیط کار می باشد.

انواع پایش

در برنامه های مراقبت سلامت شغلی، چهار نوع پایش دیده می شود :

(Personal Monitoring)

۱. پایش فردی

(Environmental M.)

۲. پایش محیطی

(Biological M.)

۳. پایش بیولوژیک

(Medical M.)

۴. پایش طبی

پایش فردی

پایش فردی شامل:

- اندازه گیری میزان مواجهه کارگر با آلاینده های هوا و رعایت مقررات ایمنی و بهداشت شغلی براساس رعایت استاندارد ۸ ساعته.
- در این پایش وسیله اندازه گیری تا حد ممکن به فرد و محل تماس آلاینده نزدیک می شود.
(در مورد آلاینده های ناحیه تنفسی یقه کارگر)
(در مورد اندازه گیری صدا نزدیک به گوش کارگر)

پایش محیطی

پایش محیطی شامل :

اندازه گیری میزان آلاینده در محیط کار با استفاده از روشهای نمونه برداری ناحیه ای در ایستگاه ها (محل ها) و ارتفاع های متفاوت.

نکته:

در این دو نوع پایش میتوان میزان مواجهه و وجود آلاینده را در محیط کار قبل و بعد از اجرای برنامه ها اندازه گیری کرد.

پایش طبی

پایش طبی شامل :

- مجموعه عملیات، خدمات و اندازه گیری هایی است که توسط گروه طب کار و پرسنل پزشکی به منظور تامین سلامت کارگران انجام می شود.
- این نوع پایش می تواند قبل و به ویژه بعد از انجام مواجهه صورت پذیرد.

پایش توسط چه کسانی انجام میشود

در انجام پایش بیشترین وظیفه به عهده تیم بهداشت حرفه ای (Occupational Health Timework) است. اعضاء و کادر اصلی تیم بشرح زیر است:

۱. متخصص طب کار
۲. پزشک دوره دیده
۳. سایر کادر درمانی
۴. متخصص بهداشت کار
۵. کارشناسان بهداشت صنعتی و کار
۶. کارشناسان ایمنی و غیره

Air Sampling نمونه برداری هوا

مقدمه:

تأمین سلامت محیط کار و پیشگیری از بیماری و حادثه
مستلزم بررسی جامع محیط کار افراد شاغل می باشد.

در یک بررسی جامع و پایش در محیط های شغلی نمونه
برداری در اولویت اقدامات بهداشت حرفه ای قرار میگیرد.

شیوه های نمونه برداری

بر اساس روش انجام کار و بطور سیستماتیک دو نوع نمونه برداری وجود دارد که عبارتند از:

(Dynamic or Active Sampling)

۱. نمونه برداری فعال

(Static or Passive Sampling)

۲. نمونه برداری غیر فعال

خصوصیات نمونه برداری فعال

۱. در این روش نمونه هوای آلوده با یک فلوی مشخص جمع آوری می شود.

۲. علاوه بر ظروف نمونه، پمپ و وسایل سنجش دبی در شبکه نمونه برداری وجود دارد.

۳. این نوع نمونه برداری به دو شکل انجام می شود:

➤ یک مرحله ای یا نمونه برداری با روش قرائت مستقیم

➤ دو مرحله ای یا نمونه برداری برای انجام آنالیز

۴- استفاده از یک ست یا سیستم نمونه برداری بویژه یک حرکت دهنده هوا

مثل پمپ.

۵- مورد استفاده برای کلیه آئروسول ها، گازها و بخارات و بیوآئروسول ها.

۶- کاربرد در انواع نمونه برداریهای طولانی مدت، کوتاه مدت و آبی.

۷- استفاده از وسایل متعدد و اغلب پیچیده در انجام نمونه برداری.

روش غیر فعال:



این روش با استفاده از وسیله نمونه گیر و به روش جذب سطحی و بدون نیاز به وسیله مکنده یا جابجا کننده هوا از روی وسیله نمونه گیر (بج) در منطقه تنفسی انجام می گیرد. یک جاذب سطحی در داخل نگهدارنده ویژه گذاشته و بر اساس پدیده انتشار مواد آلاینده در یک مدت زمان مشخص به داخل آن نفوذ می کنند و عمدتاً برای نمونه برداری گازها و بخارات کاربرد دارد.

تعریف نمونه بردار غیر فعال

وسیله ای است که قادر است نمونه های گاز و بخار آلاینده را از اتمسفر در یک میزان کنترل شده ای توسط فرایند فیزیکی انتشار از میان لایه ای از هوای ساکن یا نفوذ از طریق یک غشاء بدون نیاز به پمپ، جمع آوری نماید.

تاریخچه

• نخستین استفاده از این وسایل در محیط های شغلی به دهه ۱۹۳۰ برمی گردد.

• در ابتدا برای تشخیص کیفی گازها و بخارات استفاده می شدند .

• نمونه برداری کمی توسط این وسایل در

سال ۱۹۷۳ توسط فردی بنام Plams

برای SO_2 صورت گرفت .



Figure 1.3. Passive dosimeter collects gases and vapors without a sampling pump. (Courtesy of SKC, Inc.)

مزایای نمونه بردارهای غیر فعال

- آسانی و سهولت کاربرد
- عدم ایجاد تداخل با فعالیت کارگر در حین نمونه برداری
- کاربرد در محیط های قابل انفجار
- عدم نیاز به باطری یا نیروی محرکه
- عدم نیاز به کالیبراسیون و مشکلات متعاقب آن
- سبکی و کوچکی ابعاد
- کم هزینه بودن
- قابلیت استفاده مجدد در بازیافت حرارتی

نمونه برداری غیر فعال

خصوصیات:

- ❖ عدم وجود یک مدار و سیستم نمونه برداری (فاقد شبکه نمونه برداری است)
- ❖ جمع آوری نمونه در شرایط اتمسفر و جریان طبیعی هوا انجام می شود.
- ❖ نفوذ و بدام افتادن آلاینده هوا بر د به درون نمونه بر اساس پدیده انتشار (Diffusion) است.
- ❖ عدم کاربرد در مورد آئروسول ها.
- ❖ استفاده از وسایل ساده و بدون نیاز به انجام کالیبراسیون.
- ❖ داشتن صحت (Accuracy) ۲۵٪ در تراکم های ۰.۵ تا ۲ برابر استاندارد محیطی.
- ❖ اغلب نمونه برداری های آنی در این گروه انجام می شود.

معایب نمونه بردارهای غیر فعال

- دقت آنها ممکن است تحت تاثیر دما ، رطوبت و سرعت جریان هوا قرار بگیرد .
 - مستعد آلودگی ثانویه
 - نیاز به مراقبت های ویژه در حین حمل و نقل به علت جمع آوری مقادیر کم آلاینده
 - مشکلات در نمونه برداری از محیط های پر گرد و غبار
- (Dusty Environment)**

معایب نمونه بردارهای غیر فعال (ادامه)

- ضرورت نگهداری این وسایل در کیسه های خلاء
- مشکلات ناشی از رقابت ترکیبات مختلف در نمونه بردارهای غیر فعال غیر اختصاصی
- عدم کارآیی این وسایل در محیط های با هوای ساکن
- جهت دستیابی به نتیجه ای معتبر تعداد نمونه زیادی مورد نیاز می باشد .

اصول جمع آوری گازها و بخارات در نمونه بردارهای غیر فعال

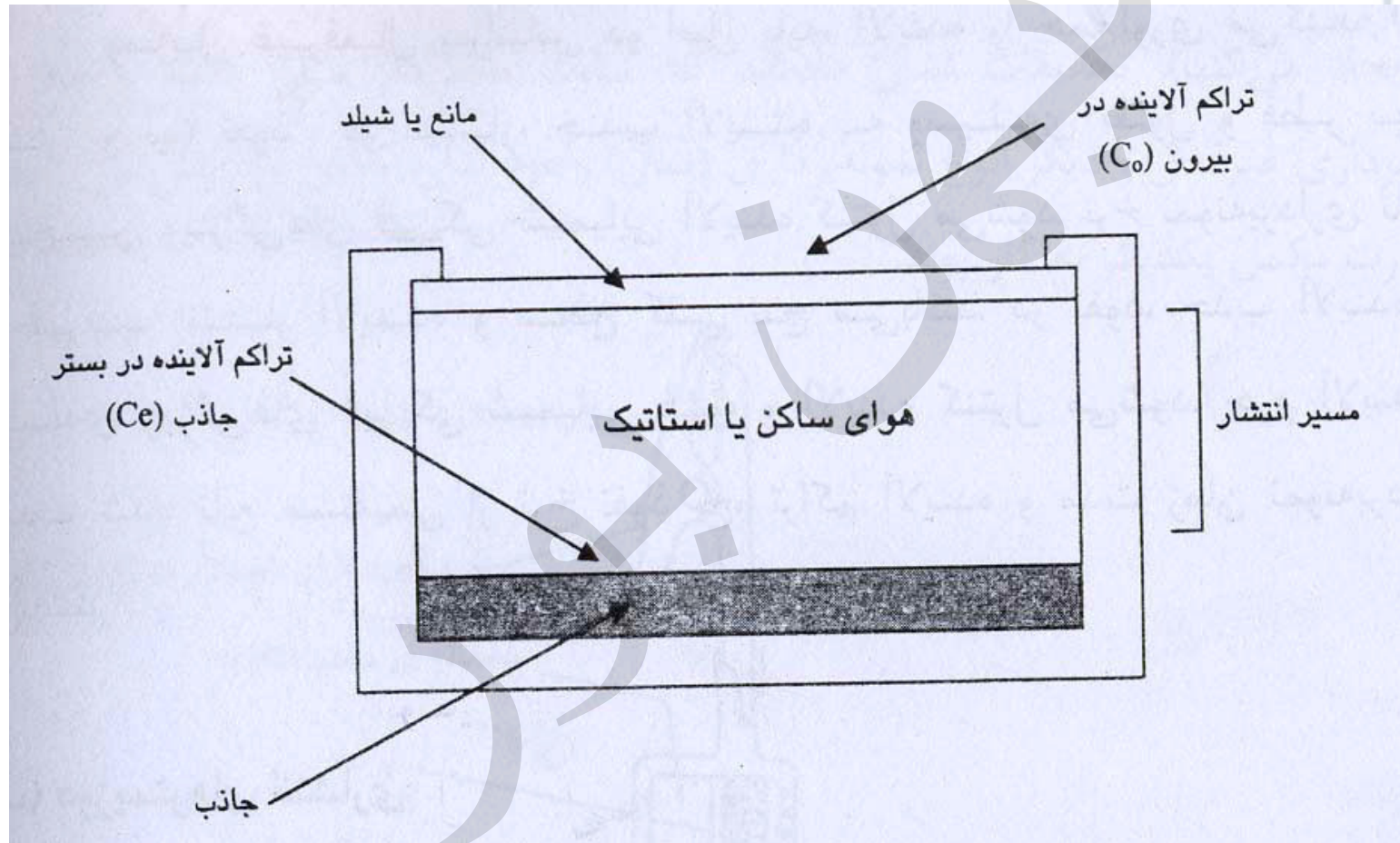
- انتشار (Diffusion)

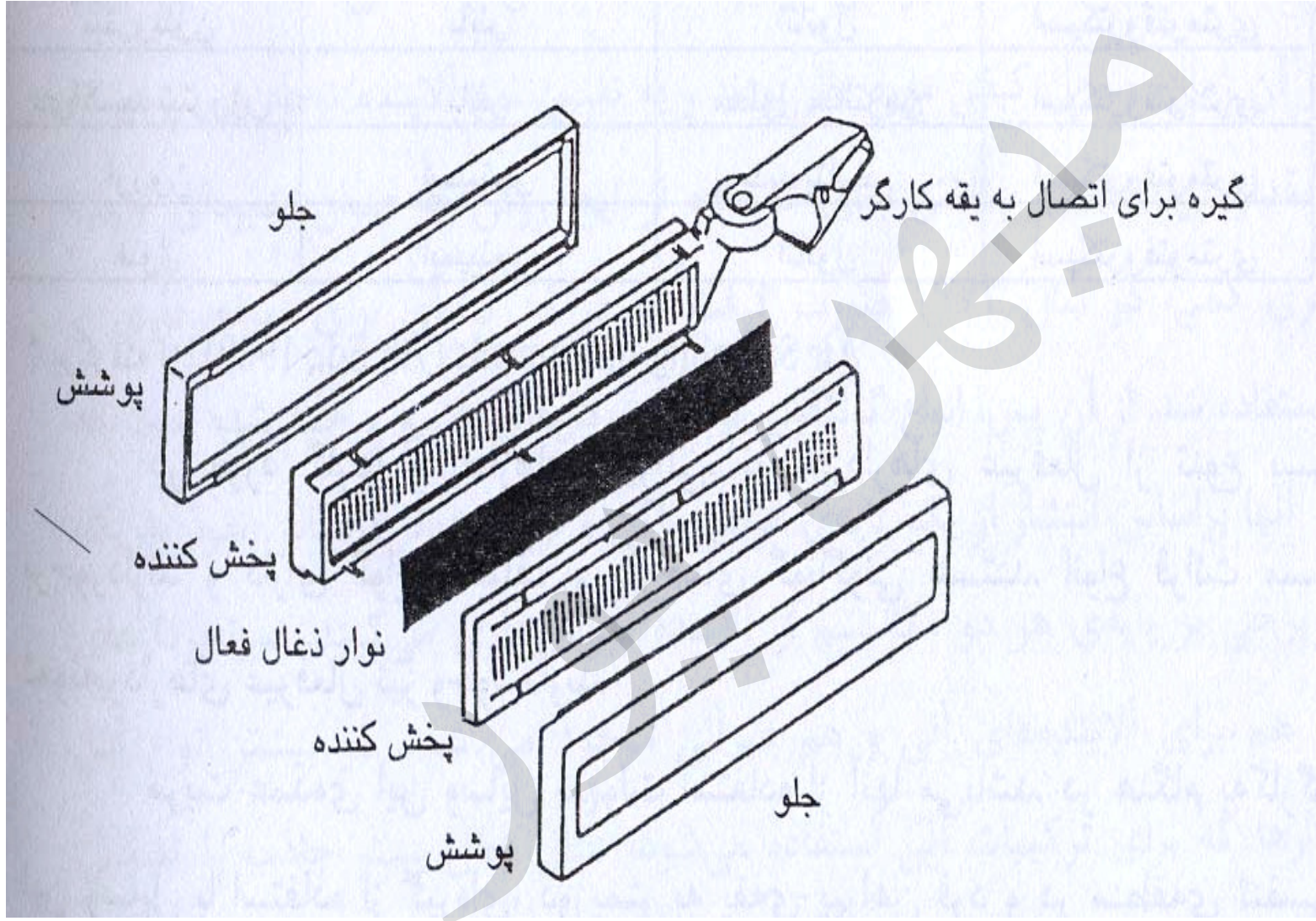
- نفوذ (Permeation)

ساختار دوزیمترهای انتشاری

- در این نمونه بردارها لایه ای از جاذب در داخل یک محفظه قرار می گیرد و در مقابل این لایه جاذب، لایه ای از هوای راکد با طول ثابت (Diffusion Gap) قرار دارد.
- لایه هوای راکد به وسیله Draft Shield بدون حرکت نگهداری می شود.
- تحت این شرایط بخار موجود در هوای بالای جاذب در نتیجه شیب غلظت، در طول لایه راکد به سمت جاذب حرکت خواهد کرد .
- میزان انتقال جرم آلاینده در داخل این نمونه بردار از قانون اول فیکس تبعیت می کند .

ساختار دوزیمترهای انتشاری





عوامل موثر بر میزان جمع آوری نمونه بر اساس مکانیسم انتشار

- طول منافذ بچ
- قطر منافذ بچ
- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آلاینده
- ضریب انتشار ماده مورد نظر
- سطح مقطع کلی منافذ بچ
- شکل هندسی نمونه بردار

پدیده Reverse Diffusion

در صورتیکه نوسانات غلظت خیلی سریع اتفاق بیافتد (غلظت بالایی از بخار در مدت زمان کوتاهی تولید و قطع بشود) بخار زیادی وارد نمونه بردار می شود، اما اگر غلظت بیرون از نمونه بردار کاهش پیدا بکند، شیب غلظت ناگهان معکوس می شود و پدیده انتشار معکوس رخ می دهد.

مکانیسم نفوذ

- ✓ حل شدن گازها یا بخارات در یک غشاء پلیمری
- ✓ کنترل نفوذ از میان غشاء تحت یک شیب غلظت
- ✓ انتقال به بستر جمع آوری
- ✓ در مکانیسم نفوذ میزان جمع آوری نمونه بوسیله خصوصیات فیزیکوشیمیایی آلاینده و غشاء کنترل می شود.
- ✓ ثابت نفوذ، جرم ترکیب جمع آوری شده و زمان مواجهه، غلظت جمع آوری شده را تعیین می کنند.

عوامل تاثیر گذار بر نفوذ

- ضخامت و یکنواختی غشاء
- میل ترکیبی آلاینده با غشاء
- کاهش یا افزایش سطح غشاء
- خوردگی احتمالی توسط مواد شیمیایی خورنده
- Selectivity غشاء

فاکتورهای مهم در Diffusive samplers

- * ابعاد مسیر
- * زمان نمونه برداری
- * گستره غلظت آلاینده
- * نوع روش تجزیه
- * سرعت دهانه
- * دما، رطوبت و فشار
- * وجود مداخله گرها
- * راندمان جمع آوری
- * مناسبت واسطه جمع آوری برای آلاینده
- * صحت و دقت مورد نیاز (NIOSH/OSHA)
- * پایداری / واکنش پذیری آلاینده پس از جمع آوری

تأثیرات رطوبت، دما و فشار در نمونه برداری غیرفعال

- تأثیرات رطوبت قابل پیش بینی نیست ، اما تغییراتی در انواع خاصی از نمونه بردارها در مطالعات آزمایشگاهی یافت شده است . این تغییرات در رطوبت های بالا بوده است.
- تغییرات درجه حرارت و فشار ، ضریب انتشار را تحت تاثیر قرار می دهند .

$$D \propto \frac{T^{3/2}}{P}$$

- ضرایبی که به صورت تئوریکی برای درجه حرارت و فشار محاسبه شده اند به صورت زیر می باشد :
- ضریب درجه حرارت $0,6$ درصد برای هر درجه سانتی گراد
- ضریب فشار $3,1$ درصد برای هر سانتی متر جیوه

انواع مانیتورهای غیرفعال

- دوزیمترهای اختصاصی برای بخارات و گازها (مانند بجهای استون، آمونیاک، مونواکسید کربن، فرمالدئید، ازن، جیوه و ...)
- دوزیمترهای غیراختصاصی برای جمع آوری همزمان چندین ترکیب از یک خانواده (مانند بجهای VOC)

بج های ترکیبات آلی فرار (VOC)

- یکی از معمولترین موارد استفاده مانیتورهای غیر فعال جمع آوری بخارات آلی می باشد.
- مقدار جاذب جامد بج های آلی در مقایسه با لوله ذغال معمولی، دو برابر می باشد (۳۰۰ میلی گرم)
- بستر جاذب این بج ها گاهی از پترولیوم و گاهی از پوسته نارگیل ساخته می شود
- بستر جاذب به صورت ورقه ای آغشته به یکسری از مواد می باشد .
- بسیاری از بج های بخار آلی دارای دو لایه مجزای ذغال می باشند :

Backup - 2

Sampler - 1

- بخش Backup باید در هنگام نمونه برداری غلظت های بالا، ترکیبات بسیار فرار و رطوبت بسیار بالای محیط مورد استفاده قرار گیرد.

بازیافت و تجزیه

- بازیافت آلاینده در بچ های ذغال توسط حلال CS_2 و یا بازیافت حرارتی
- تعیین مقدار توسط گاز کروماتوگرافی (G C)

دقت بچ های ترکیبات آلی فرار

بستگی دارد به:

- غلظت هایی که نمونه برداری می شوند .
- دوره های نمونه برداری

تعیین حداقل زمان نمونه برداری

$$\text{Minimum Sampling Time} = \frac{S}{0.2 \times \text{TLV} \times Q}$$

Min .S.T: حداقل زمان نمونه برداری (Min.)

S: حساسیت روش تجزیه (mg)

TLV: حد مجاز تماس (mg/m^3)

Q: دبی نمونه برداری (cm^3/min)

تعیین حداکثر زمان نمونه برداری

$$\text{Maximum Sampling Time} = \frac{c}{2 \times \text{TLV} \times Q}$$

Max .S.T: حداکثر زمان نمونه برداری (Min)

c: ظرفیت جاذب در جذب آلاینده (mg)

TLV: حد مجاز تماس (mg/m³)

Q: دبی نمونه برداری (cm³/min)

محاسبات تعیین غلظت

$$C = \frac{W \times 10^6}{r \cdot k_0 \cdot t}$$

C : تراکم آلاینده (mg/m³)

W : وزن آلاینده جمع آوری شده (mg)

r : راندمان بازیافت نمونه (بدون واحد)

k : دبی نمونه برداری (cm³/min)

t : مدت زمان نمونه برداری مدت زمان (Min)

عوامل مؤثر در انتخاب روش

۱. هدف از انجام نمونه برداری
۲. نوع آلاینده در محیط کار
۳. شرایط و عوامل محیطی
۴. تجهیزات و امکانات موجود

روشهای نمونه برداری

(Spot or Grab Sampling)

۱- روش آنی (لحظه ای)

(Short Term Sampling)

۲- روش کوتاه مدت

(Integrated Sampling)

۳- روش مداوم (طولانی مدت)

نمونه برداری آبی

- به این نوع از نمونه برداری نیز نوع ربایشی هم می گویند.
- در این روش جمع آوری نمونه هوای آلوده با مدت زمان کوتاه و عموماً در کمتر از ۵ دقیقه انجام می شود.
- اغلب اینگونه نمونه برداری ها ظرف چند ثانیه انجام می شود.

کاربرد (خصوصیات) نمونه برداری آنی

۱. تعیین غلظت آلاینده در یک نقطه مشخص
۲. تعیین غلظت آلاینده در یک زمان مشخص
۳. تعیین غلظت آلاینده در یک برنامه کوتاه مدت
۴. تعیین غلظت آلاینده در فرایندهای چرخشی (Cyclic Process)
۵. تعیین غلظت آلاینده در ارزیابی مواجهات اوج (Peak Exposures)

نمونه برداری طولانی مدت

یا روش نمونه برداری مداوم

(Continuous or Long Duration Sampling)

کاربردی خصوصیات:

۱. نمونه برداری با یک زمان طولانی (شیفت کاری)

۲. نمونه برداری برای محاسبه میانگین TWA

۳. نمونه برداری و تعیین آلاینده با دقت بالاتر (High Precision)

انواع نمونه برداری

• الف- در نمونه برداری ناحیه ای (عمومی): (Area Sampling)

۱- معمولاً وسیله جمع آوری در مجاورت ایستگاه کار کارگر قرار می گیرد.

۲- جمع آوری آلاینده از یک نقطه ثابت از محیط کار

۳- پمپ های نمونه بردار بزرگتر و قویتر از نوع فردی است (High Volume)

و با سیستم جریان برق شبکه کار می کند.

ویژگی و کاربرد

- برای تعیین غلظت یک ماده خاص در هوای ناحیه معین و برای یک زمان مشخص.
- در نواحی ای که مواجهه زیاد وجود دارد استفاده می شود.
- برای تعیین غلظت مواد قابل اشتعال و انفجار.
- برای تعیین لزوم نواحی ای که نیاز به جداسازی (Isolation) دارد.
- برای نواحی که بایستی مانع ورود کارگر به آن منطقه شوند (محدود شونده Restricted) مانند مجاری فاضلاب و ظروف واکنش.
- جهت تعیین نشت، نقص ایجاد شده در سیستم تهویه و عملکرد نادرست تجهیزات قبل از مواجهه.
- زمانیکه میزان مواجهه کارگر قابل محاسبه نیست.
- برای انجام پایش مداوم در محیط کار (Continues Air Monitoring).

ب- نمونه برداری فردی

نمونه برداری فردی (Personal Sampling)

- در این نوع نمونه برداری انجام کار، صرفاً براساس حضور کارگر و محل استقرار او برای اهداف زیر است و معمولاً وسیله سنجش به کارگر متصل می شود:
۱. تعیین میزان ذرات استنشاقی (Respirable)
 ۲. تعیین میزان مواجهه کارگر با آلاینده

چگونه نمونه برداری کنیم

برای هر مرحله از نمونه برداری، معمولاً به پنج پرسش پاسخ داده می شود:

- ۱- نمونه از **کجا** (Where) جمع آوری شود؟
- ۲- نمونه برداری از **چه کسانی** (Whom) انجام می شود؟
- ۳- **چه موقع (کی)** (When) نمونه برداری انجام می شود؟
- ۴- **چه مدت زمان** (How Long) نمونه برداری لازم است؟
- ۵- **چه تعداد** (How Many) نمونه لازم است؟

Where to Sample

برای تعیین محل و نقاط نمونه برداری باید به نکات زیر توجه شود:

۱. اگر منظور و هدف ارزیابی مواجهه کارگر باشد، میبایستی نمونه ها از منطقه تنفسی کارگر برداشته شود (نمونه فردی).

۲. اگر منظور اجرای پروژه های کنترلی و تعیین منبع خطر باشد، نمونه ها از مجاورت منابع آلودگی برداشته می شود (نمونه ناحیه ای).

۳. در صورتیکه هدف تعیین وضعیت بهداشتی محیط کار باشد، نمونه ها از محوطه عمومی برداشته می شود (نمونه ناحیه ای).

نکته:

تعیین ایستگاه های نمونه برداری با فواصل معینی از منابع آلودگی توصیه میشود.

Whom to Sample

۱. تعیین میزان مواجهه افرادی که بیشترین تماس با آلاینده را دارند (نمونه فردی).
۲. تعیین میزان مواجهه افرادی که از محل کار خود شکایت دارند (نمونه فردی).
۳. تعیین میزان مواجهه افرادی که در مسیر جریان آلودگی قرار دارند.

When to Sample

۱. در مواقعی که هدف، زمان مشخصی را تعیین کند.
۲. شیفت های کاری و یا در فواصل ساعات کار.
۳. ایام هفته، فصول مختلف و سال.
۴. زمان تغییر فرایند (فرایند های مختلف) و تغییر در عملیات و فعالیتها.
۵. تغییر در فیزیک ساختمان.

How Long to Sample

• عوامل موثر در تعیین و محاسبه مدت زمان نمونه برداری (حجم نمونه):

۱. نیاز به تخمین غلظت آلاینده

۲. مدت زمان چرخه یک عملیات

۳. ضرورت نیاز به نمونه برداری های لحظه ای یا طولانی مدت

۴. دبی جریان پمپ نیز تعیین کننده است.

۵- تعیین حد مجاز تماس شغلی در محیط کار (TLV)

سازمان OSHA پیشنهاد می کند:

- برای ارزیابی مواجهه TWA برداشتن نمونه مستمر از

یک شیفت کار .

- برای ارزیابی مواجهه مقدار مجاز سقف (C) یک نمونه

کوتاه مدت .

How Many to Sample

تعداد نمونه ها بستگی به:

۱. اهداف و منظور از نمونه برداری
۲. کمیت آلاینده در هوای محیط کار
۳. موقعیت و نحوه کار کارگر
۴. روش های نمونه برداری کوتاه مدت و مداوم در محیط کار

نکات مهم در نمونه برداری

۱. فاکتورهای موثر در انتخاب روش نمونه برداری
۲. فاکتورها و شرایط انتخاب وسایل نمونه برداری
۳. مشکلات نمونه برداری
۴. مراحل انجام نمونه برداری

فاکتورهای موثر در انتخاب روش نمونه برداری

۱. هدف یا اهداف نمونه برداری
۲. نوع آلاینده مورد نظر
۳. دقت و صحت مورد نیاز
۴. حساسیت روشهای آنالیز آلاینده اعم از تیتراسیون و یا دستگاہی
۵. مدت بررسی و انجام تحقیق

چگونگی انتخاب وسایل

۱. بر حسب نوع آنالیز و اطلاعات مورد نیاز
۲. کارائی دستگاه یا روش نمونه برداری
۳. قابلیت اطمینان (Reliability) در استفاده از تجهیزات در شرایط مختلف فیلد مورد نظر
۴. قابل حمل بودن و سهولت استفاده
۵. دسترسی آسان به وسیله مورد نظر
۶. تجربیات، سوابق و سلیقه شخصی

مشکلات نمونه برداری

۱. تعیین دقیق فلو و اندازه گیری حجم نمونه
۲. تعیین میزان (کفایت) و راندمان جمع آوری نمونه (Collection Efficiency)
۳. پایداری نمونه در مراحل مختلف کار (دراثنای نمونه برداری، زمان نگهداری و انتقال به آزمایشگاه و...) (Sampling Stability)
۴. اثر سایر آلاینده ها بر نمونه (Contaminant)
۵. وجود عوامل مزاحم و مداخله کننده در فرایند کار (Interferences)

مراحل انجام یک نمونه برداری

۱. بررسی مقدماتی
۲. انتخاب روش مناسب
۳. آماده کردن وسایل و مواد مورد نیاز
۴. کالیبره کردن وسایل
۵. تهیه و یا رسم نقشه کارگاه و تعیین منابع آلاینده
- ۶- تعیین ایستگاه های نمونه برداری
- ۷- تهیه جداول ثبت نمونه (Dummy table) با محتوای : نام یا شماره ایستگاه، ساعت شروع و پایان نمونه برداری، تعیین فلو و...
- ۸- بررسی میزان فلو در شبکه و پایش آن در طول مدت زمان نمونه برداری
- ۹- توجه به شرایط جوی، فشار و دمای محیط

نمونه برداری از بعد کاربرد و نتیجه

(Qualitative Sampling)

۱. نمونه برداری کیفی

(Quantitative Sampling)

۲. نمونه برداری کمی

(Semi Quantity Sampling) ۳. نمونه برداری نیمه کمی

نمونه برداری کیفی

- در این روش صرفاً بود و نبود آلاینده مورد نظر است.
- کاربرد آن بیشتر در پزشکی قانونی است.
- در بهداشت حرفه ای کاربرد چندانی ندارد و در صورت لزوم، انجام آن بدون اندازه گیری واقعی است.

نمونه برداری کمی

- در روش کمی نمونه برداری مستقل از انجام آنالیز انجام می شود.
- بیشترین اندازه گیری ها در این گروه قرار دارد.
- در این روش شبکه کامل نمونه برداری وجود دارد و معمولاً از وسایل متعدد و پیچیده ای جهت جمع آوری نمونه استفاده می شود.
- نتایج کار در این روش معمولاً مورد اعتماد بیشتری می باشد.

نمونه برداری نیمه کمی

- معیار ارزیابی نمونه براساس رنگ و پیشرفت آن کالیبره شده است (رنگ سنجی).
- جمع آوری نمونه با روش قرائت مستقیم انجام می شود و استفاده زیادی ندارد.
- شرایط جوی، مدت زمان تشخیص و نمونه بردار در میزان قرائت نقش موثر دارند.

وسایل نمونه برداری

۱. بخش اول:

وسایل کالیبراسیون

۲. بخش دوم:

وسایل جمع آوری نمونه

تجهيزات كاليبراسيون

(Volume Meter)

۱. وسایل اندازه گیری حجم کلی هوا

(Flow Rate Meter)

۲. وسایل اندازه گیری شدت جریان

(Velocity Meter)

۳. وسایل اندازه گیری سرعت جریان

تجهيزات جمع آوری نمونه

(Pumps)

۱. وسایل و تجهیزات جابجا کننده هوا

(Samplers Instrument)

۲. وسایل و ظروف نمونه برداری

کالیبراسیون

تعریف:

تعیین و بدست آوردن صحت و دقت یک وسیله اندازه گیری

بعبارت دیگر

تعیین اندازه و یا اشل واقعی اعداد قرائت شده و ظاهری

✓ کالیبراتور وسیله ای است که عمل کالیبراسیون با آن

انجام می شود

عوامل مؤثر در صحت اندازه گیری

- حساسیت روش آنالیز
- منحصر بودن روش اندازه گیری
- تداخل سایر آلاینده ها و انحراف در نتیجه اندازه گیری (تغییر شرایط محیطی، تغییر توان وسایل)

✓ دلیل انجام کالیبراسیون:

بدست آوردن و پیدا کردن اعتماد پذیری وسیله و یا

تعیین Reliability

روش های کالیبراسیون

❖ کالیبراسیون عمومی:

در این روش وسایل بدون توجه به کاربرد آنها و بصورت کلی کالیبره می شوند.

❖ کالیبراسیون اختصاصی:

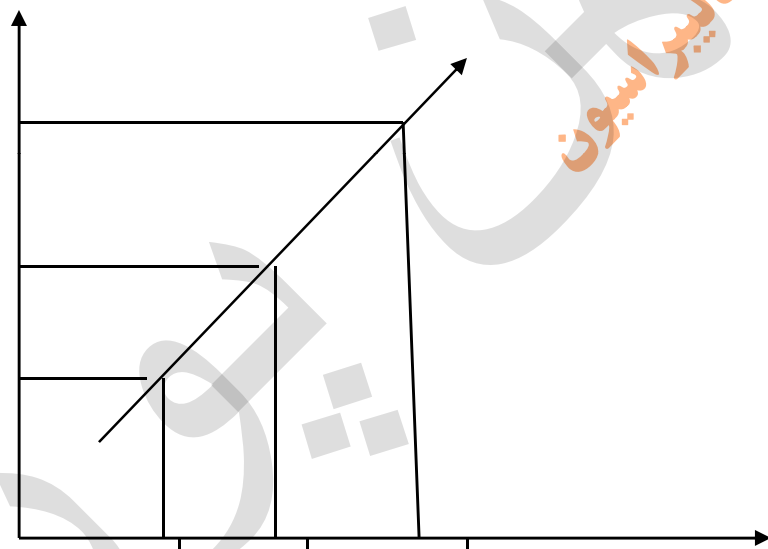
در این روش وسیله مورد نظر در یک محل خاص و برای یک ماده و شرایط ویژه کالیبره می شود.

کالیبراسیون بصورت گام به گام برای رسم منحنی

- مرحله ۱ : ثابت نگهداشتن شدت جریان بر روی پمپ با یک عدد مشخص (فلو ظاهری)
- مرحله ۲ : قرائت فلو واقعی از روی کالیبراتور
- مرحله ۳ : رسم محور مختصات و قرار دادن دبی ظاهری بر روی محور عمودی و دبی واقعی بر روی محور افقی
- مرحله ۴ : اندازه گیری و تکرار عمل با چند دبی مشخص و درج اعداد بر روی محور مربوطه

مرحله ۵ : رسم منحنی (خط) کالیبراسیون

دبی ظاهری



دبی واقعی

منحنی کالیبراسیون

چند نکته:

- کالیبراسیون میزان جریان یا حجم اندازه گیری شده در چند نقطه، یک منحنی کالیبراسیون است.
- منحنی ایجاد شده در واقع چارت کنترل میباشد.
- نحوه قرار گرفتن پمپ، کالیبراتور و وسیله کالیبرشونده مانند استاندارد های ثانویه (روتامتر) با بورت حباب صابون، میبایستی استاندارد اولیه در انتهای ست قرار گیرد.

انواع کالیبراتورها

- **براساس عملکرد:**

۱. کالیبراتور حجمی مانند انواع گازمتر و حباب سنج ها
۲. کالیبراتور دبی مانند روتامتر، اوریفیس متر و فلومتر

- **براساس نوع استاندارد:**

۱. کالیبراتورهای اولیه
۲. کالیبراتورهای میانه
۳. کالیبراتورهای ثانویه

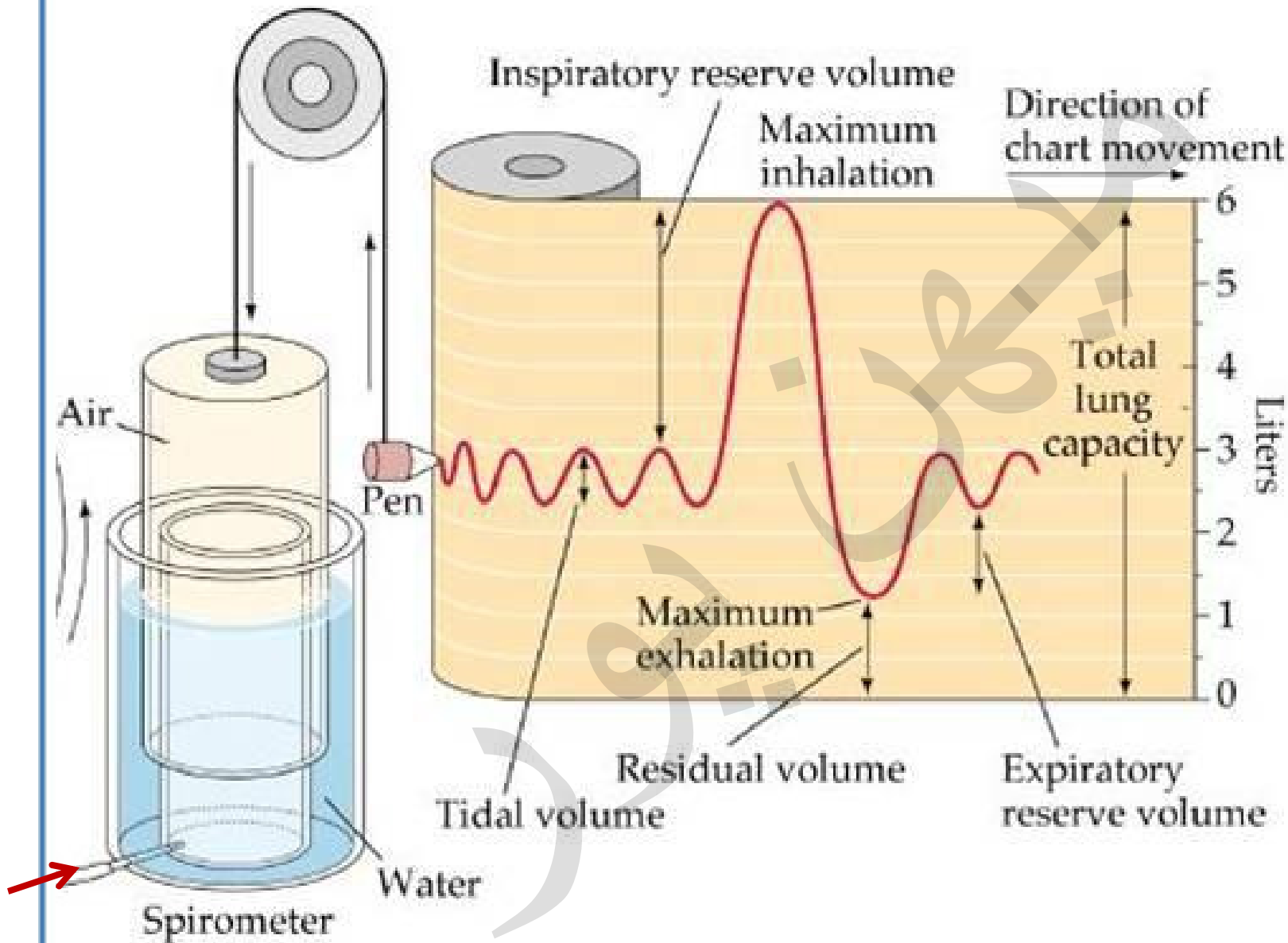
کالیبراتورهای حجمی

تعریف:

- وسایلی هستند که حجم مورد نظر را بطور مستقیم، شفاف و بدون هیچگونه خطائی اندازه گیری می کنند.
- اساس کار در حجم سنج ها بر مبنای اصل بقای جرم است.
- یعنی انتقال حجمی از سیال از یک نقطه (محل) به محل دیگر.

طبقه بندی کالیبراتورهای حجمی

- ✓ در این گروه ۲ نوع وسایل استاندارد وجود دارد
 - استانداردهای اولیه شامل:
 ۱. اسپرومتر آبی
 ۲. بطری ماریوتی
 ۳. پیستون بدون اصطکاک
 ۴. حباب سنج الکترونیکی



Fundamentals of Air Sampling

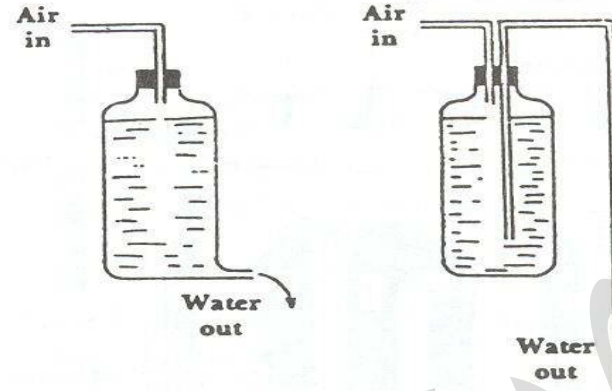
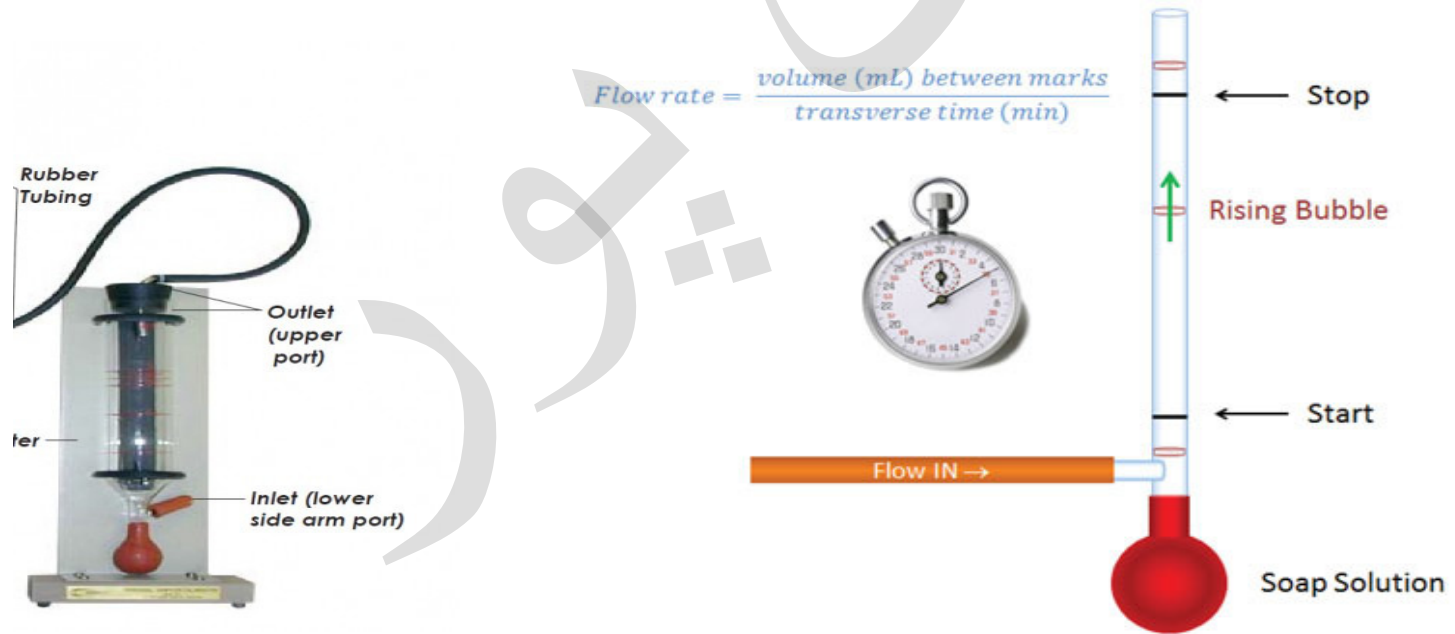


Figure 3.2. Displacement bottle (Reference 15).



استاندارد های میانه شامل:

(Wet Test Meter)

۱. گازمتر تر

(Dry Test Meter)

۲. گازمتر خشک

Positive Displacement Meter

خصوصیات کالیبراتورهای اولیه

- اساس سنجش و محاسبه ابعاد خطی مانند طول و قطر استوانه است که سیال در داخل آن جابجا می شود.

$$A = \pi \times (D/2)^2$$

$$V = A \times h$$

- حجم هوای جابجا شده مستقیماً و به آسانی قابل اندازه گیری است.
- استانداردهای میانه و ثانویه با این گروه سنجش می شوند.

Air or Gas Volume Measuring Devices

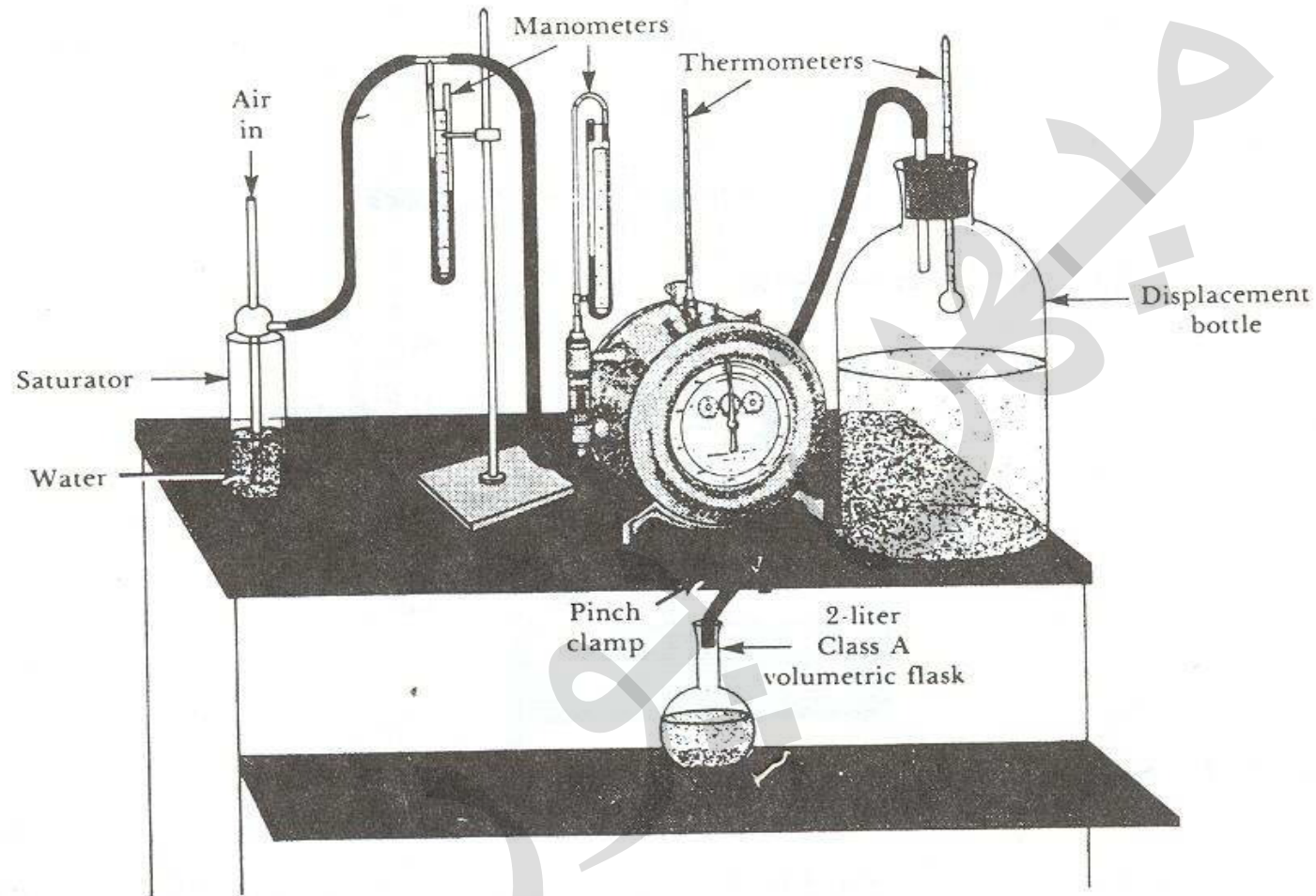


Figure 3.3. Displacement bottle used to calibrate a wet test meter (Reference 15).

- عمل کالیبراسیون را بطور مستقیم و شفاف انجام میدهند.
- دقت عمل آنها بسیار بالا است ($\pm 1\%$)
- زمان و مکان در اندازه گیری آنها تاثیری ندارد.
- در اندازه گیری با آنها محدودیت شدت جریان وجود دارد و معمولاً از پمپ هایی با حداکثر دبی ۵ لیتر در دقیقه استفاده میشود.

بورت حباب صابون

خصوصیات:

۱. عمومی ترین استاندارد اولیه است
۲. حداکثر ظرفیت پمپ مترادف با آن 5 LPm
۳. نوع پمپ مورد استفاده معمولاً فردی است
۴. دقت وسیله $\pm 2\%$ و در صورت قرار گرفتن روی پایه تا $\pm 0.5\%$

حباب سنج الکترونیکی

خصوصیات:

۱. مجهز به یک میکروپروسسور و یک پرینتر
۲. دارای ۲ سنسور مادون قرمز
۳. دقت مورد اندازه گیری حدود $\pm 0.5\%$
۴. قرائت آنی در ۸۰ میکروثانیه
- ۵- قابل استفاده با جریان تا ۳۰ لیتر در دقیقه
- ۶- قابلیت جمععی نمونه های چندگانه در آن
- ۷- این حباب سنج توسط کارخانه سازنده با روش استاندارد «انجمن (موسسه) ملی استاندارد و تکنولوژی» (NIST) کالیبره می شود.
- ۸- قبل از هربار کالیبره کردن باید آنرا تمیز کرد

خصوصیات استاندارد های میانه

۱. این گونه وسایل باید در صورت لزوم بطور ادواری و با انواع کالیبراتورهای اولیه کالیبره شوند.
۲. نوعی استاندارد ثانویه و یا بینابینی هستند که دقتی مشابه اولیه دارند (+ و - ۱ تا ۲ درصد).
۳. اندازه گیری با آنها، تفاضل حجم ثانویه از اولیه و یا محاسبه دور زدن عقربه ضرب در مقیاس مربوطه.
۴. باید بدقت حمل و نقل شده و بخوبی انبار و نگهداری شوند.

ویژگیهای گازمتر تر

۱. کالیبراتور پمپ های با ظرفیت کم، روتامتر و گازمتر خشک است.
۲. اینرسی تبلک ها در دور و جریان کم $<1\text{rpm}$
۳. تلاطم مایع در جریان های تند $>3\text{rpm}$
۴. دقت اندازه گیری دستگاه ۱٪ مقیاس میباشد
۵. خورندگی قطعات و وجود اصطکاک در قسمت های گردنده مکانیکی.

کالیبراتور های شدت جریان

- به این گروه از وسایل دبی حجمی نیز میگویند
- حجم سیال از طریق تعیین فلو (دبی جریان) و اندازه گیری زمان محاسبه می گردد.
$$V=Q T$$
- این گروه از وسایل نیاز به کالیبراسیون مداوم داشته و باید در شرایط مختلف کالیبره شوند.
- دقت عمل آنها پایین و در حدود $\pm 0.5\%$ است.
- از طریق استانداردهای اولیه و میانه کالیبره می شوند.

نکته

- دبی سنج ها براساس نظریه برنولی « انرژی پتانسیل را به انرژی جنبشی و یا گرمای اصطکاکی تبدیل می کنند.»
- تنگ شدگی یک کانال بسته مانند ونتوری سبب افزایش سرعت سیال و به طبع آن افزایش انرژی جنبشی می گردد که لازمه این کار (یعنی افزایش انرژی جنبشی)، سبب کاهش انرژی پتانسیل (فشار استاتیک) میگردد.

عوامل مداخله کننده در دبی

۱. محاسبه و تعیین افت فشار
۲. سطح مقطع تنگ شدگی مجرا
۳. دانسیته سیال
۴. ضریب تخلیه (نسبت جریان واقعی به جریان تئوری)

استاندارد های ثانویه

❖ شامل وسایل اندازه گیری شدت جریان

Flow Rate Meter or Volume Flow Rate

۱. وسایل اندازه گیری سطح متغیر (خارج مجرا)

Variable Area Meter

• نمونه وسیله: روتامتر

خصوصیات روتامتر

۱. لوله استوانه ای عمودی و در داخل مخروطی شکل در اندازه های مختلف با درجه بندی (مقیاس) دبی بر روی لوله و یک جسم شناور.
۲. حداقل و حداکثر دبی در روتامتر برابر ۱ به ۱۰ است.
۳. گستره دبی را میتوان با انتخاب جسم شناور (با اندازه و سبک و سنگین شدن آن) تغییر داد.
۴. انواع روتامتر برای دبی های مختلف از میلی لیتر تا مترمکعب بر دقیقه وجود دارد.

۵- رایج ترین و پرمصرف ترین فلومتر میباشد.

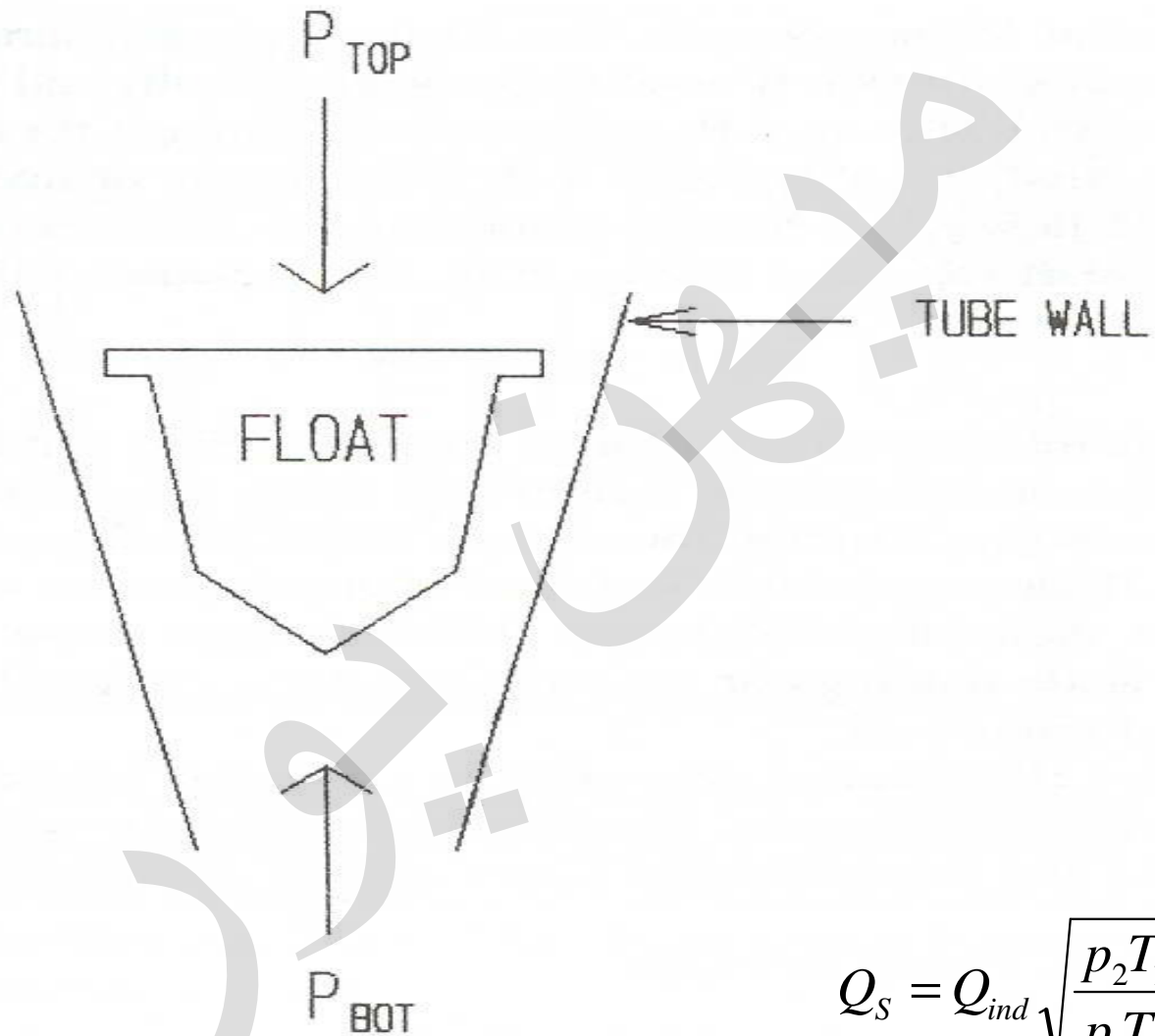
۶- بعد از کالیبره شدن صحت آنها حدود ۵٪ است و در شرایط معمول به ۲۵٪ کاهش پیدا می کند.

۷- بزرگی جسم شناور، افزایش قطر داخلی و کاهش تعداد درجات مقیاس از دقت قرائت دبی کم میشود.

۸- کالیبراسیون آنها در فشار معمولی جو و با گازمتر تر انجام می گردد.

۹- در اندازه گیری یا نمونه برداری باید به مقاومت شبکه توجه و دبی پایش گردد.

Gas Flow Rate Measuring Devices



$$Q_S = Q_{ind} \sqrt{\frac{p_2 T_1}{p_1 T_2}}$$

Figure 4.9. Upward force on rotameter float.

۲- وسایل اندازه گیری فشار متغیر (داخل مجرا)

Variable Head Meter

• شامل:

۱-۲- Orifice Meter

۲-۲- Venturi

۳-۲- Bypass Flow Indicator

اوریفیس متر

از نظر نوع روزنه ۳ شکل هستند:

۱. با لبه گونیا (عمود بر جدار) با افت انرژی زیاد و غیر ایده آل.
 ۲. با لبه شعاعی با افت فشار (بیش از $1-B^2 > 80\%$)
 ۳. با لبه تیز (با زاویه ۴۵ درجه) که به دلیل نصب آسان و هزینه کم، بیشترین کاربرد را دارد
- از نظر کاربرد ۲ نوع (ساده و بحرانی)

Fundamentals of Air Sampling

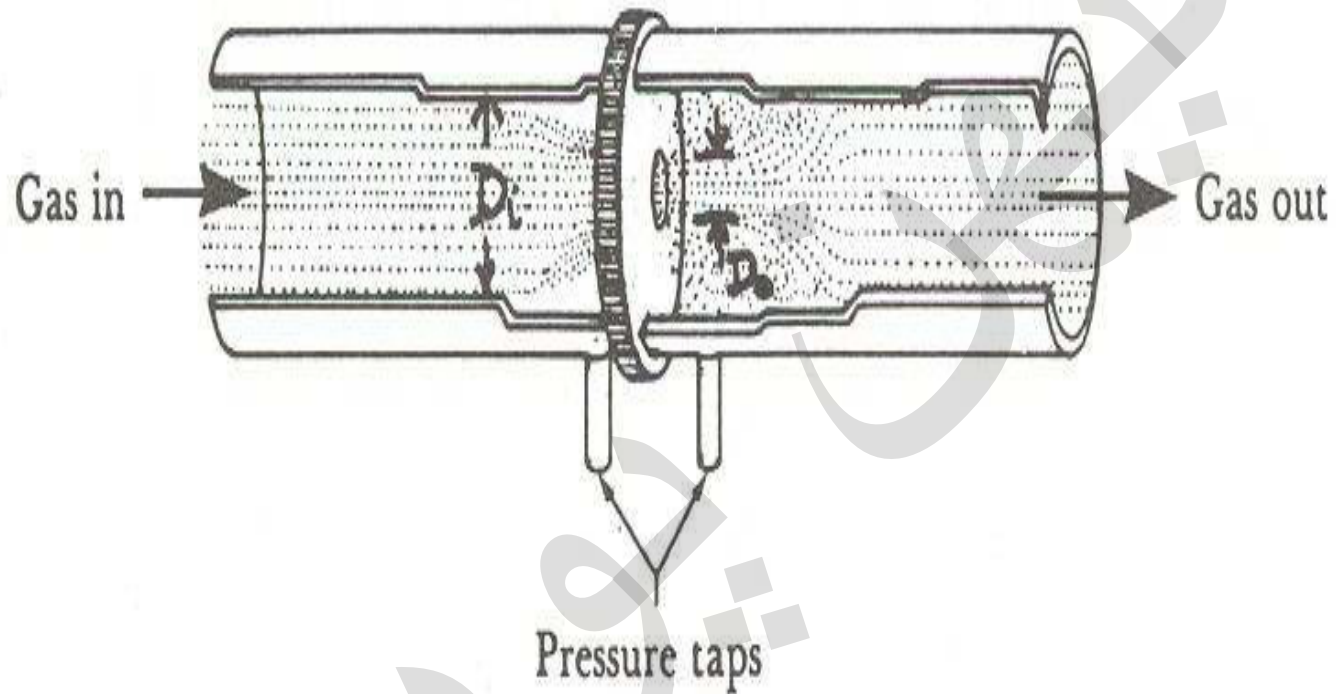


Figure 4.1. Sharp-edged orifice meter (Reference 15).

مبنای عملکرد روزنه

- هرگاه در یک کانال بسته که سیالی در آن عبور می کند وسیله ای جهت محدود کردن فلو در مجرای اصلی قرار داده شود سرعت سیال ازدیاد یافته و در نتیجه انرژی جنبشی افزایش می یابد.
- در مقابل انرژی پتانسیل و یا فشار استاتیک کاهش می یابد و این تغییر فشار در محاسبه منظور می گردد.

• در نتیجه با استفاده از افت فشار، سطح مقطع

تنگ شدگی، دانسیته سیال و ضریب تخلیه

(نسبت جریان واقعی به جریان تئوری) فلوی

سیال محاسبه می شود

$$Q = 21.8D^2 \sqrt{h}$$

اوریفیس بحرانی

تعریف اوریفیس بحرانی:

در صورتیکه نسبت فشار خروجی یا P_2 به فشار ورودی یا P_1 طوری تنظیم شود که سرعت خروج سیال برابر با سرعت صوت گردد (330 m/s) اوریفیس بحرانی است.

در اوریفیس بحرانی یا Critical Orifice Meter باید:

$$P_2 < 0.53 P_1 \quad \blacktriangleright$$

نسبت سطح مقطع ورودی (A1) به سطح مقطع گلوگاه (A2) \blacktriangleright

بیش از ۲۵ برابر باشد ($A1/A2 > 25$)

کاربرد اوریفیس بحرانی

۱. برای تأمین فلوی ثابت، بدون در نظر گرفتن تغییرات

فشار.

۲. استفاده در نمونه برداری های طولانی مدت (۲۴ ساعته).

۳. در مواقع بالا رفتن بار آلودگی و افزایش ΔP یا افت

فشار، برای ثابت ماندن دبی.

رسم منحنی اوریفیس متر

وسایل مورد نیاز:

۱. گازمتر خشک برای تعیین حجم
۲. پمپ مکنده برای جابجائی هوا
۳. اوریفیس متر
۴. وسیله قطع ارتباط (شیر) و قرار دادن در مسیر منتهی به

پمپ

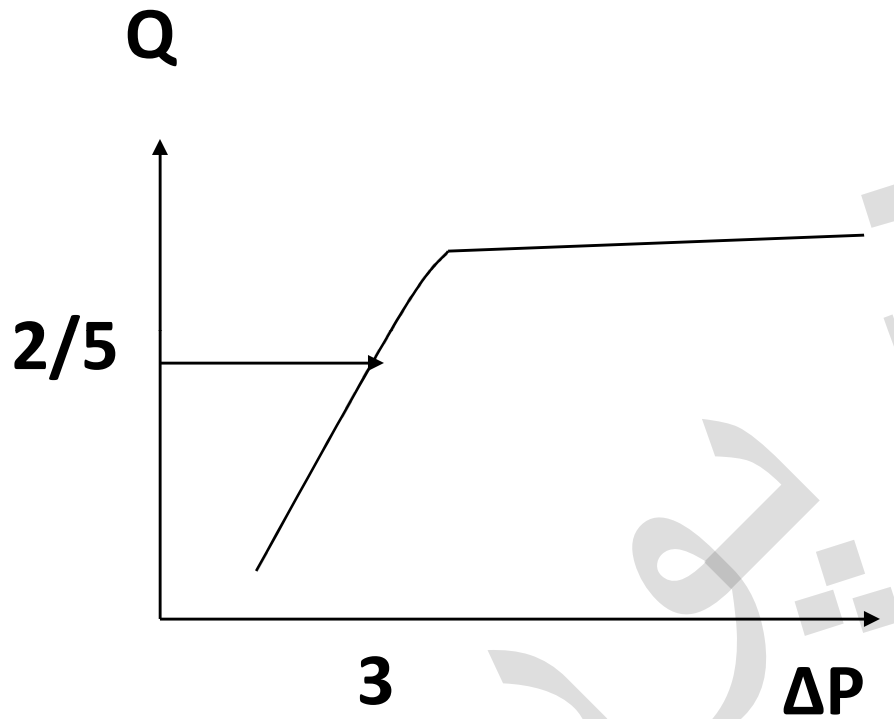
روش کار:

هدف: تأمین دبی های مختلف و اندازه گیری آنها.

- ابتدا با روشن نمودن پمپ ΔP روی یک عدد مثلاً ۱ تنظیم گردد (۵/ بالا و ۵/ پایین در لوله های مانومتر) و بعد پمپ خاموش شود.
- در مرحله بعد عدد گازمتر قرائت و سپس مجدداً پمپ روشن شود و تا ۵ دقیقه کار کند.
- آنگاه پمپ خاموش و عدد ثانویه نشان داده شده بر روی گازمتر یادداشت میگردد.

$$Q_1 = (K/T \times \text{عدد اولیه} - \text{عدد ثانویه})$$

منحنی کالیبراسیون اوریفیس



ΔP	Q
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E

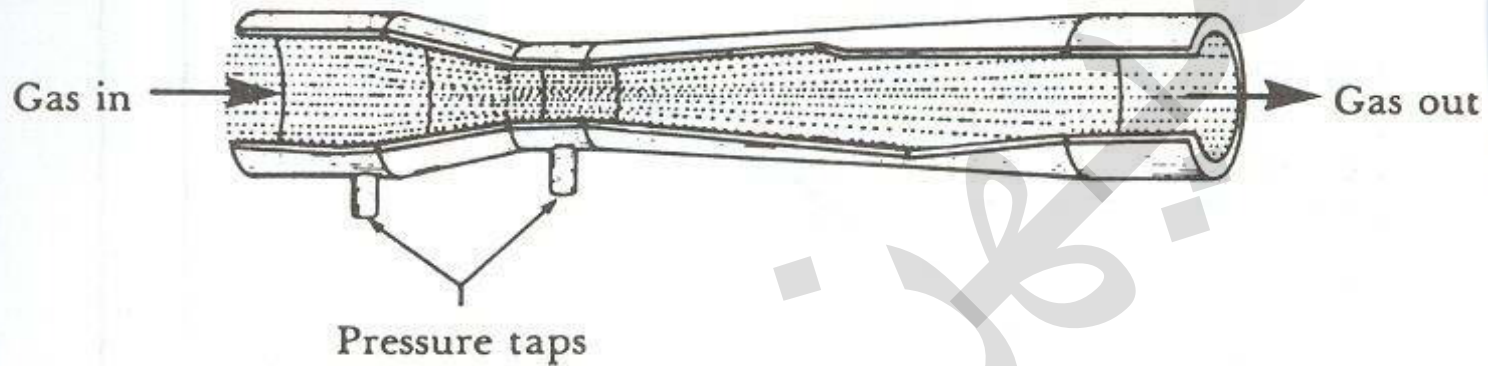
خصوصیات ونتوری Venturi

- دارای سه بخش :
 ۱. مجرای کوتاه مخروطی ورودی با زاویه ۲۵ - ۲۱ درجه (زاویه همگرایی).
 ۲. لوله استوانه ای کوتاه و باریک بنام گلوگاه
 ۳. مجرای بلند خروجی با زاویه ۱۵ - ۵ درجه تا سطح مقطع اول (زاویه واگرایی).

نداشتن اتلاف انرژی بدلیل حذف فضای مرده

(no dead space)

Gas Flow Rate Measuring Devices



$$Q = 21.2 \beta^2 D^2 \sqrt{h}$$

$$\beta = \frac{d}{D}$$

$$\frac{1}{4} < \beta < \frac{1}{2}$$

وسایل اندازه گیری سرعت جریان

کاربرد Velocity Meter ها:

۱. ارزیابی سیستم تهویه و استرس گرمایی.
۲. تعیین و محاسبه حجم از طریق ارتباط سرعت جریان با دبی.

طبقه بندی:

۱. گروه اول فشارسنج های سرعت
۲. گروه دوم Anemo Meters

فشارسنج های سرعت

Velocity Pressure Meter:

1- Pitot Tube

1-1- Fix Pitot

2-1-Telescopic Pitot

2- Wilson Flow Grid

خصوصیات لوله پیتو

۱. بعنوان یک وسیله مبنا برای اندازه گیری سرعت جریان هوا استفاده میشود.
۲. نوع استاندارد شده آن دقیق و نیاز به کالیبراسیون مجدد ندارد.
۳. بعنوان یک وسیله استاندارد اولیه شناخته میشود.
۴. از دو لوله درهم و هم مرکز با یک زاویه قائمه ساخته شده است.
۵. لوله داخلی (اصلی) پیتو، فشار کل را اندازه گیری میکند

$$\text{Total Pressure} = \text{Static P} + \text{Dynamic P}$$

۶- لوله بیرونی پیتو برای اندازه گیری فشار استاتیک طراحی شده است.

۷- قطر لوله بیرونی در پیتو تا ۸ برابر قطر دهانه لوله درونی است.

۸- لوله درونی از یک طرف (دهانه ورودی) به بیرون و از طرف

دیگر از طریق مانومتر به لوله بیرونی و این لوله با ۸ یا ۴ روزنه با

بیرون ارتباط دارد.

لوله پیتو برای اندازه گیری فشار سرعت در سرعت های پایین

مناسب نیست و ساخت آن با سایز کوچک نیز مشکل است.

Velocity Measuring Devices

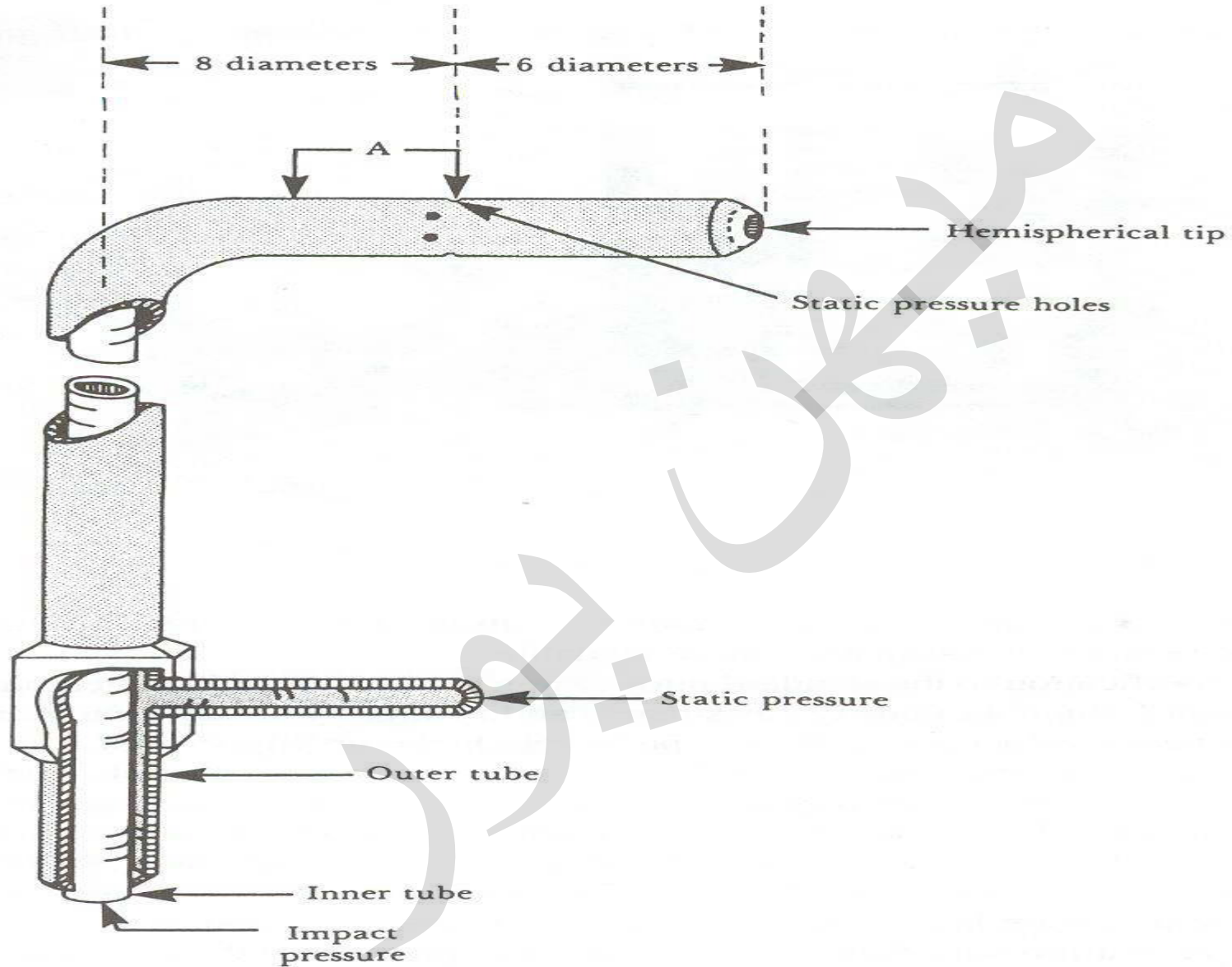


Figure 5.3. Standard pitot tube (Reference 15).

چند نکته

- فشار استاتیک، ناشی از وارد کردن نیرو از سوی سیال به جدار و بدنه لوله و بیان کننده انرژی پتاسیل میباشد.
- فشار دینامیک یا فشار سرعت، انرژی جنبشی را نشان میدهد و متناسب است با سرعت سیال.
- اصل یا تئوری برنولی می گوید که فشار سرعت برابر است با اختلاف فشار کل و فشار استاتیک.
- عبارت دیگر: اختلاف فشار بین دو لوله مساوی است با فشار سرعت که همان فشار دینامیک میباشد.

- $T_p - S_p = D_p = \Delta P = V_p h$

- $V^2 = 2gVh$

- $V^2 = V_p \times (4005)^2$

$$V = 4005 \sqrt{V_p}$$

Anemometer

سرعت سنج های آنومتر دو گروه هستند:

۱- نوع حرارتی Thermal Anemometer

۲- نوع پره ای Rotating

آنموتر حرارتی

- این نوع شبیه کاتا ترمومتر و برای سرعت جریان های کم استفاده میشود.
- در این وسیله میزان از دست رفتن گرما تابعی است از سرعت جریان هوا در اطراف جسم و جهت در آنها مطرح نیست.
- دامنه اندازه گیری در این وسیله بین ۱۰ تا ۸۰۰۰ فوت بر دقیقه است.

آنمومتر پره ای

- نوع دوار یا پره ای گردان، برای اندازه گیری سرعت جریان هوا در تهویه استفاده میشود.
- نمونه دیگری از این گروه بنام فلومترهای توربینی جهت اندازه گیری سرعت در داخل کانال و بعضاً فیکس شده در آن استفاده میشود.

وسایل جابجائی هوا

تعریف پمپ:

وسایل مکانیکی یا الکترو مکانیکی هستند که سبب جابجائی هوا می شوند در مقابل پمپ هایی که سیال را جابجا می کنند

(Water Displacement Apparatus)

کاربرد:

برای عبور هوای مورد نظر از وسیله جمع آوری نمونه

طبقه بندی پمپ ها

• از نظر هوا دهی:

(Vacuum Pump)

۱. پمپ خلاء یا مکند

(Pressure Pump)

۲. پمپ فشار یا دمنده

• از نظر قابلیت حمل:

(Personal Sampler)

۱. نوع پرتابل

(Environmental Sampler)

۲. نوع ثابت

• از نظر ظرفیت حجمی (Flow Rate) :

۱. باشدت جریان میلی لیتر و لیتر بر دقیقه (Low Volume)
۲. باشدت جریان بالا (High Volume)

• از نظر منبع تغذیه:

۱. استفاده از جریان متناوب (سیستم برق شبکه)
۲. استفاده از جریان مستقیم (باتریهای قابل شارژ)

پمپ ها از نظر ساختار فیزیکی

گروه پمپ های جابجائی مثبت :

(Positive Displacement Pumps)

(Piston Pump)

۱. پمپ پیستونی

(Diaphragm Pump)

۲. پمپ دیافراگمی

(Vane Pump)

۳. پمپ دورانی پره ای

گروه پمپ های گریز از مرکز

(Centrifugal Pumps)

پمپ های پیستونی

مکانیسم کار پمپ:

حرکت رفت و برگشت پیستون در داخل یک محفظه استوانه ای که به دو شکل فعالیت دارد

۱. کشش پیستون به بیرون و باز شدن دریچه مکش و ورود هوا به داخل استوانه (Suction Stroke).
۲. مرحله دمیدن یا رانده شدن پیستون به داخل استوانه و بسته شدن دریچه مکش و باز شدن دریچه تخلیه (Discharge Stroke).

Fundamentals of Air Sampling

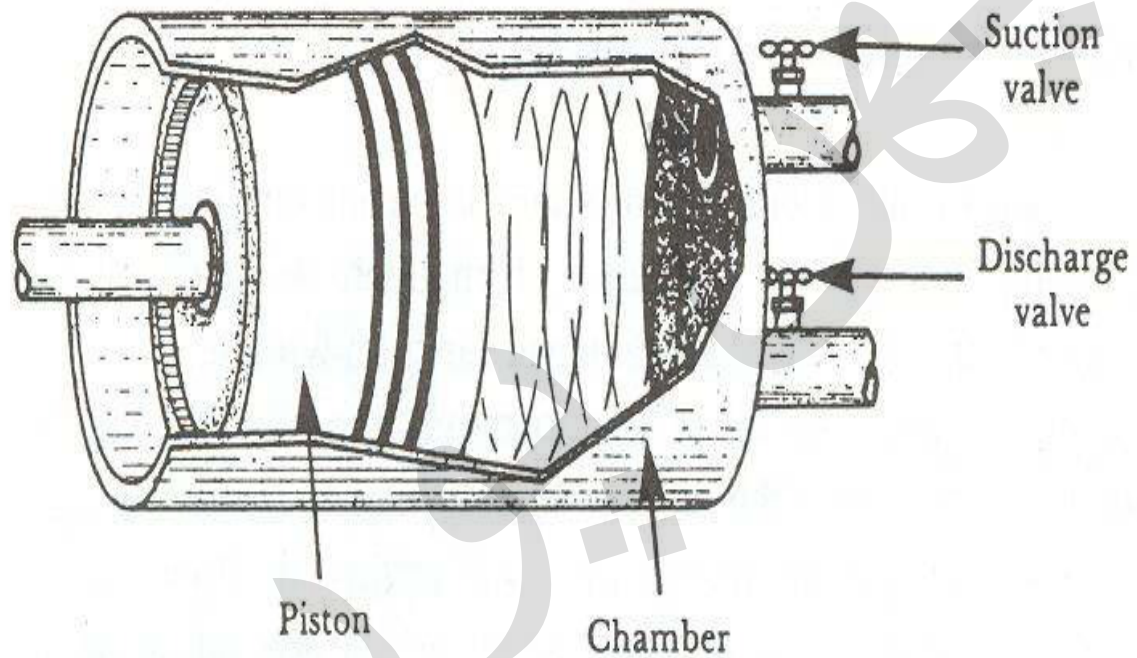


Figure 6.6. Piston pump (Reference 15).

پمپ های دیافراگمی

مکانیسم کار پمپ:

- حرکت پیستون متصل به یک دیافراگم کروی شکل که از دو طرف ثابت شده سبب جابجائی هوا می شود.
- به عبارتی با بالا آمدن پیستون و به طبع آن دیافراگم، دریچه مکش باز شده و هوا به داخل پمپ جریان پیدا می کند و عمل عکس آن سبب بسته شدن دریچه مکش و هوا از دریچه تخلیه خارج می شود (قلب انسان).
- جنس دیافراگم فلزی و یا لاستیکی است و به این نوع پمپ ها حجمی ضربه ای نیز می گویند.

پمپ های پره ای

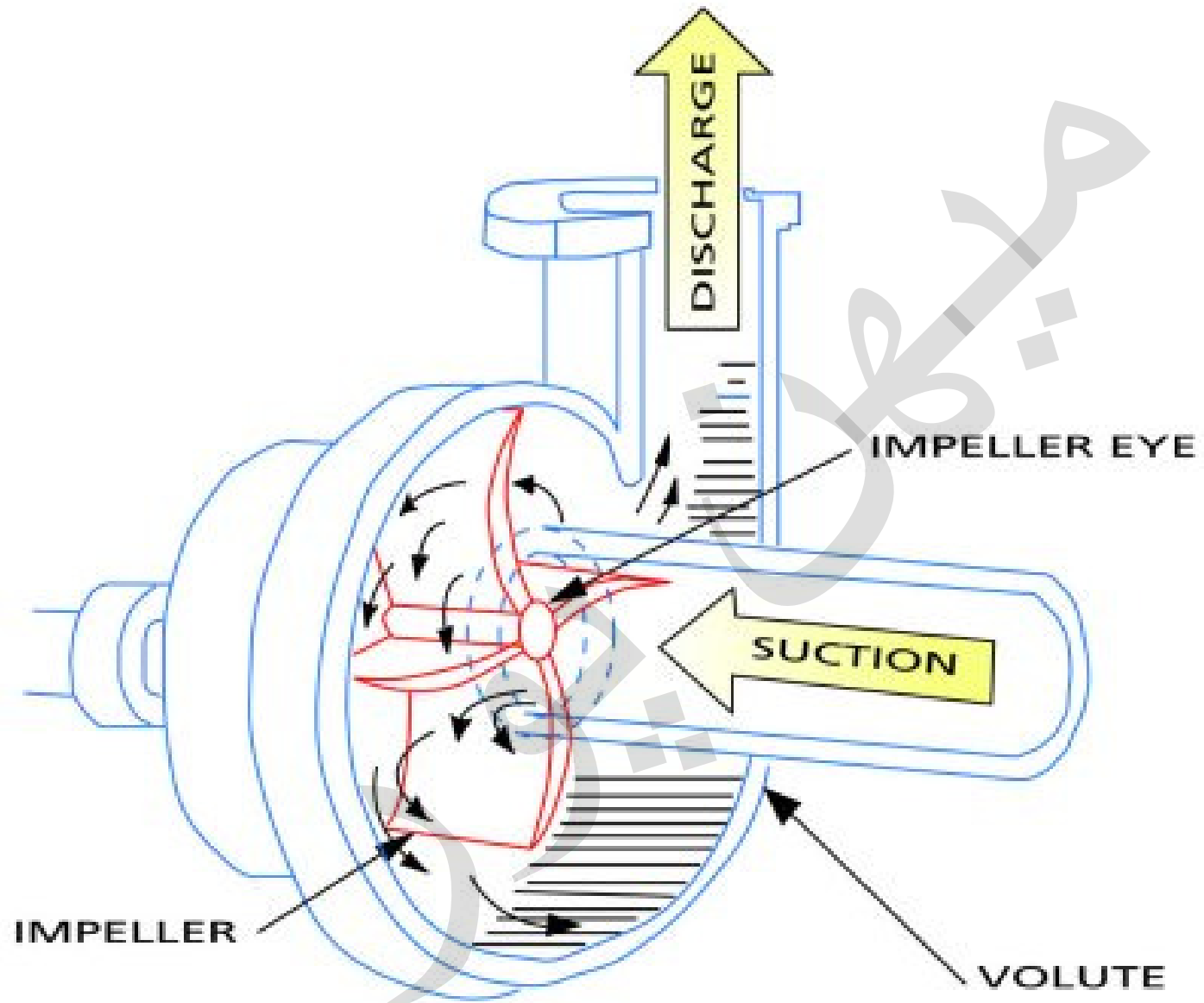
- اینگونه پمپ ها از یک روتور که در پوسته پمپ قرار گرفته تشکیل شده است.
- با چرخش روتور یا پره ها هوا از قسمت ورودی به فضای میان پره ها وارد شده و سپس با حرکت تیغه به سمت دریچه خروجی رانده می شود (کمپرسور یخچال).

پمپ های گریز از مرکز

❖ وجود یک قطعه دوار در مرکز پمپ و دریچه خروجی در پوسته برای خروج هوا.

❖ اساس کار استفاده از نیروی گریز از مرکز که با چرخش پره ها ایجاد شده و سبب کاهش فشار در دریچه خروجی می گردد.

❖ در نتیجه هوا به داخل پمپ کشیده شده و در اثر نیروی گریز از مرکز و با افزایش سرعت توسط پره ها به سمت پوسته حرکت و نهایتاً از دریچه خروجی به بیرون رانده می شود.



عوامل مؤثر در استفاده از پمپ ها

۱. ظرفیت پمپ و فشار مکش و دمش آن.
۲. جنس مواد بکار رفته در ساختمان پمپ.
۳. پیوسته یا منقطع بودن جریان منبع تغذیه و مصرف برق.
۴. توانائی در حفظ فلو جریان در شبکه نمونه برداری.

انواع پمپ ها از نظر کاربرد

پمپ های نمونه برداری فردی:

✓ اینگونه پمپ ها اغلب از نوع دیافراگمی با فلو پایین و در نمونه برداریهای کوتاه مدت استفاده می شود.

پمپ های نمونه برداری محیطی:

✓ این نوع پمپ ها عموماً با مکانیسم سانتریفوژی ساخته شده اند و در نمونه برداریهای بلند مدت استفاده می گردد.

خصوصیات پمپ های فردی

۱. پرتابل، سبک و با باتری قابل شارژ تا ۸ ساعت.
۲. از نوع دیافراگمی حجمی ضربه ای مجهز به یکنواخت کننده (damper) به کمک یک الکترو موتور کوچک.
۳. دارای فلو سنج با پیچ تنظیم، کلید قطع و وصل، حافظه و.....
۴. در نمونه برداری های فردی استفاده می شود.

خصوصیات پمپ های محیطی

۱. مکانیسم کار آنها سانتریفوژی است.
۲. اغلب از طریق برق شبکه تغذیه می شوند.
۳. ظرفیت حجمی آنها معمولاً از ۱۰ لیتر به بالا است.
۴. در نمونه برداریهای بلند مدت استفاده می شوند و سایر خصوصیات پمپ فردی را دارا است.
۵. با نمونه بردارهایی مثل جداکننده افقی و آبشاری قابل استفاده است.

وسایل و فنون جمع آوری نمونه

ظروف نمونه برداری از گاز و بخارات:

ظروف نمونه برداری از ذرات معلق:

بر اساس فنون بکار گرفته شده ظروف مرتبط و مورد نیاز
انتخاب می شود

انواع نمونه برداری

- **نمونه برداری از گاز و بخار:**

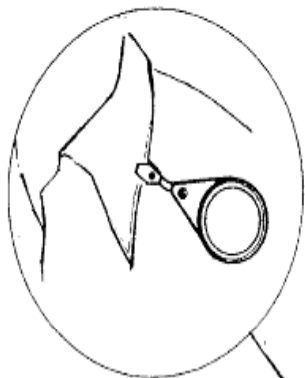
۱. جمع آوری نمونه در فاز مرطوب
۲. جمع آوری نمونه در فاز نیمه خشک

- **نمونه برداری از ذرات معلق**

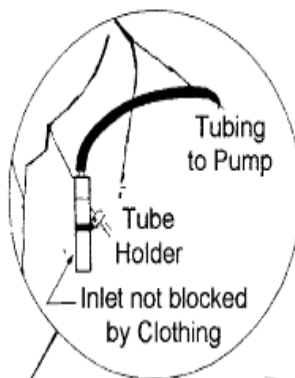
۱. جمع آوری نمونه در فاز مرطوب
۲. جمع آوری نمونه در فاز خشک

نمونه برداری گازها و بخارات

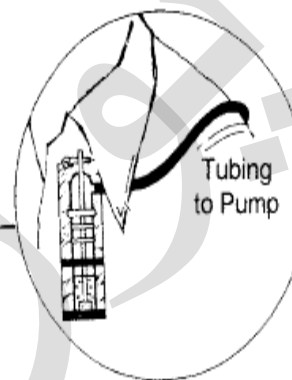
PASSIVE
DOSIMETER



ADSORPTION
TUBE



Device Clips
to Clothing



BUBBLER OR
IMPINGER

• جاذب های جامد

• ایمپینجر

• نمونه بردار های غیرفعال

روش های نمونه برداری از گاز و بخار

۱. روش جذب عمقی (Absorption)
۲. روش جذب سطحی (Adsorption)
۳. روش قرائت مستقیم (Direct Method)

این تکنیک ها می تواند براساس نوع نمونه برداری آبی و یا مداوم انجام پذیرد.

وسایل نمونه برداری

۱. وسایل نمونه برداری با روش آنی

Spot, Short Term Sampling Instrument

۲. وسایل نمونه برداری با روش مداوم

Long Term Sampling Instrument

Short Term Sampling Instrument

1-1- Undirected method Instrument

- Grab Sampler
- Bag Sampler
- Vacuum Sampler

1-2- Directed Method Instrument

- Reagent Kits
- Detector Tubes
- Passive dosimeter
- Mono tox dosimeter
- Poly Tox dosimeter
- Gas Detector

ویژگی وسایل نمونه برداری آنی

۱. معمولاً در زمانیکه غلظت آلودگی زیاد است، کاربرد دارد.
۲. از وسایل ساده مثل کیسه های پلاستیکی تا وسایل پیشرفته استفاده می شود.
۳. بیشتر برای تعیین آلودگی منابع و محل های با آلودگی زیاد کاربرد دارد.
۴. مانند نمونه برداری از گازها در معادن، مجاری فاضلاب و منابع منواکسید کربن.

Long Term Sampling Instrument

برای نمونه برداریهای مداوم از روشهای زیر استفاده می شود.

۱. وسایل جمع آوری در فاز نیمه خشک
۲. وسایل جمع آوری در فاز مرطوب

ویژگی وسایل نمونه برداری مداوم

۱. زمانیکه به مقادیر TWA نیاز وجود داشته باشد.
۲. تراکم آلودگی در محیط کار یکنواخت نباشد.
۳. منابع آلودگی متعدد و پراکنده باشد.
۴. دقت زیادی در اندازه گیری لازم باشد.
۵. در این روش به وسایل پیچیده تری نیاز است.

وسایل جمع آوری با روش جذب سطحی

با اینگونه وسایل، آلاینده در یک فاز نیمه خشک (کاربرد مواد جامد جاذب خنثی) جمع آوری می گردد.

۱. **وسایل مرتبط شامل:** لوله های U، انواع لوله های جاذب و بج های نمونه برداری.
۲. **مکانیسم نمونه برداری:** استفاده از یک پدیده فیزیکی با کاربرد انواع جاذب های سطحی.
۳. **کاربرد:** نمونه برداری از گازها و بخارات آلی (VOC)

- **MeSh جاذب:**

(تعداد گرانونول های موجود در یک اینچ مربع)

- **بازیافت نمونه**

Thermal Desorbed

۱. بازیافت حرارتی

Solvent Desorbed

۲. بازیافت باحلال

(محتویات نمونه بردار + حلال (CS₂) + متانول، استن = تهیه

محلول مناسب و سپس تزریق به دستگاه)

جاذب ها

- یک نوع جاذب خاص قابل کاربرد برای تمام مواد نیست.
- معمولا جاذب ها تمایز آنچنان بین ترکیبات مورد نمونه برداری نمی گذارند. بنابراین هنگام استفاده از یک جاذب برای نمونه برداری ممکن است ترکیبات ناخواسته نیز روی آن نمونه برداری شوند.
- برای نامگذاری جاذب ها قانون خاصی وجود ندارد و گاه نامهای تجاری آنها مورد استفاده قرار می گیرد.

مواد جاذب نیمه خشک



• زغال فعال (Activated Charcoal)

۱. فرم بی شکل کربن و ماده ای غیرقطبی است.
۲. در حرارت ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه با بخار ایجاد می شود.
۳. ترکیبات آلی فرار عمدتاً با این جاذب نمونه برداری می شوند. هر چند پاره ای از مواد را نمیتوان با آن نمونه برداری کرد.
۴. معمولاً دو نوع پوست نارگیلی و پتروئومی دارد.
۵. هر چند نوع پوست نارگیلی ظرفیت بیشتری دارد.
۶. اما در بیشتر روش ها از نوع پتروئومی استفاده می کنند.
۷. سهولت در استخراج بخارات آلی با مش ۲۰ تا ۴۰

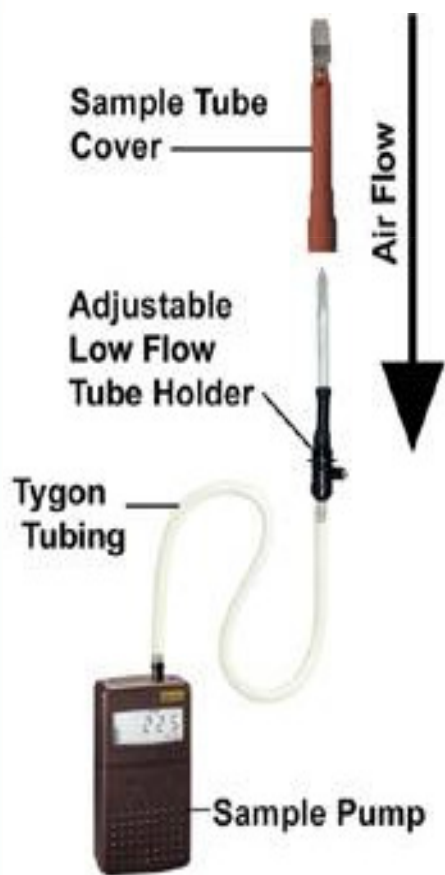
۱. لوله های محتوی جاذب از ۲ بخش اصلی و یک قسمت بنام Back up تشکیل شده است.

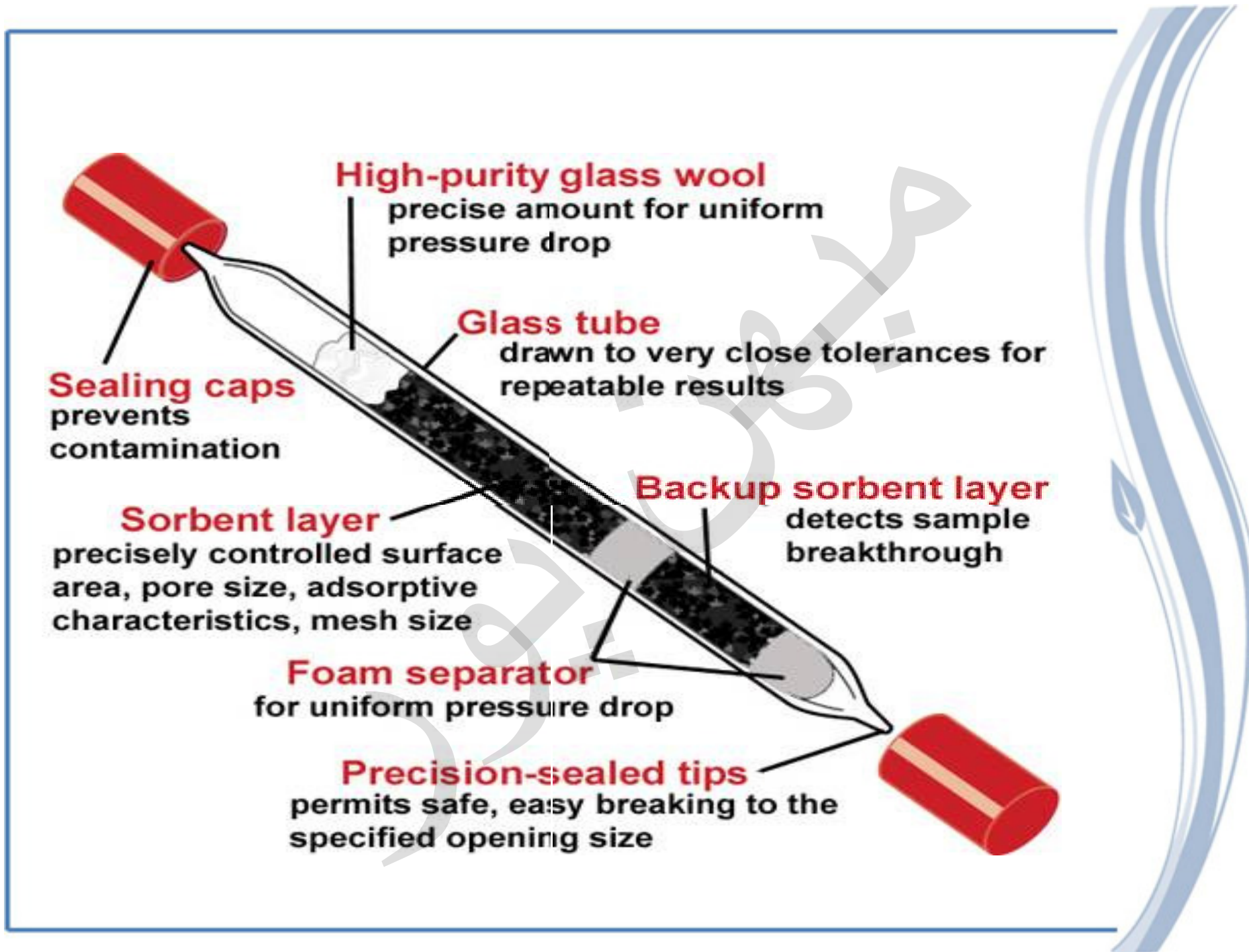
۲. دبی ۱۰۰ میلی لیتر بر دقیقه

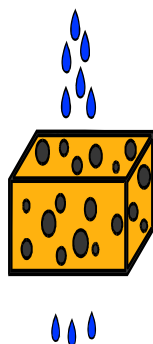
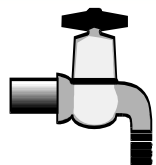
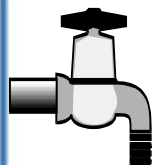
۳. حد اقل زمان معمولا ۱/۵ ساعت

۴. سیلیکاژل، تناکس، کروموزرب، سنگ سیلیس

دیاتومه و نمونه های دیگر







- حجم رسوخ در این جاذب ها مهم است.

- بهتر است به طور کلی بگوییم در تمام موادی

که بر اساس پدیده جذب سطحی کار می کنند،

پدیده رسوخ مهم است. و هرگز نباید رخ دهد!

- **Break through**: مقدار بخش عقبی بیشتر از ۱۰ درصد باشد.

- رسوخ بیش از ۱۰ درصد قابل قبول نیست!

سیلیکاژل

• سیلیکاژل به ترتیب برای جذب مواد زیر توصیه می گردد:

• آب

• الکل

• الدهید

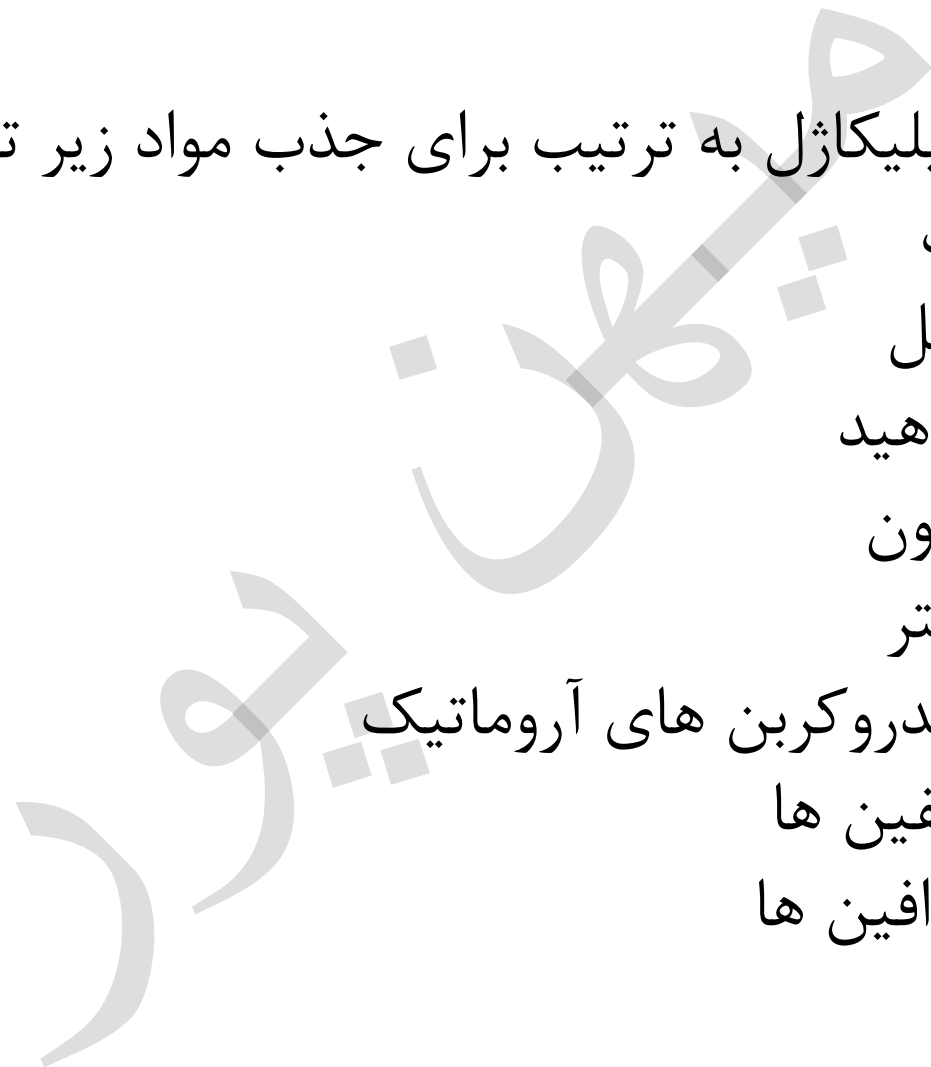
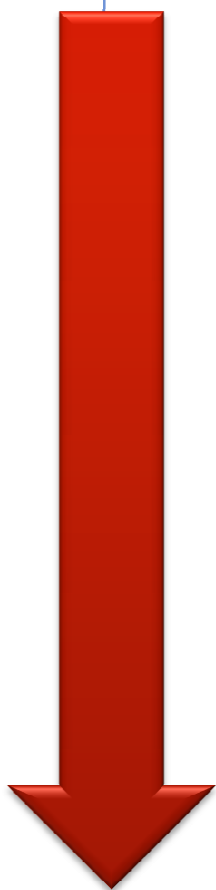
• کتون

• استر

• هیدروکربن های آروماتیک

• اولفین ها

• پارافین ها



وسایل جمع آوری با روش جذب مایع

با اینگونه وسایل، آلاینده در فاز مرطوب و با استفاده از یک حلال جمع آوری می گردد.

مانند:

1. Simple gas washing bottles
2. Spiral absorber
3. Fritted bubbler
4. Glass bead columns

ویژگی های جذب درمایع

در این روش طبق تئوری جذب گاز و بخار (نظریه Elkins & Preey) جمع آوری گازها به ۳ فاکتور زیر بستگی دارد:

۱. حجم هوای نمونه برداری شده
۲. حجم مایع جاذب مورد استفاده
۳. فرار بودن آلاینده مورد نظر

بطری های شستشوی ساده

۱. میکرو ایمپینجرها
Micro Impingers
۲. میجت ایمپینجرها
Midget Impingers
۳. استاندارد ایمپینجر
Green berg Smit Impinger

وسایل نمونه برداری از ذرات

۱- وسایل جمع آوری آبی

- نمونه بردار آون جت و کونیمتر
- نمونه بردار مستقیم گرد و غبار

۲- وسایل نمونه برداری غیر آبی

- وسایل جذب در فاز مرطوب
- وسایل جذب در فاز خشک

طبقه بندی وسایل نمونه برداری از ذرات معلق

وسایل مورد نیاز در این تکنیک بر اساس روش جمع آوری نمونه در فاز خشک است.

۱. نمونه بردارهای یک مرحله ای
۲. نمونه بردارهای دو مرحله ای
۳. نمونه بردارهای چند مرحله ای

نمونه بردارهای یک مرحله ای

- ✓ صافیها (فیلترها) و هولدر فیلتر
- ✓ نمونه بردار الکترواستاتیک
- ✓ وسایل جمع آوری حرارتی
- ✓ شمارشگرهای کونیمتر
- ✓ نمونه بردار آون جت
- ✓ ایمپینجرها (بطریهای شستشو)

نمونه بردارهای دو و چند مرحله ای

وسایل نمونه برداری دو مرحله ای

۱. انواع سیکلون ها و وسایل مشابه
۲. دالان های ته نشینی (الوتریاتور و هگزلت)

وسایل نمونه بردار چند مرحله ای

انواع ایمپکتورها (برخورد کننده های آبشاری)

فیلترها و فیلتراسیون

هنگام نمونه برداری با استفاده از فیلتر باید به نکات زیر توجه کرد:

۱. از نظر نوع آئروسل های مورد نمونه برداری.

۲. ترکیب و جنس فیلتر از نظر جذب رطوبت، افت فشار و قدرت مکانیکی.

۳. پورسایز فیلتر (قطر منافذ).

۴. حداکثر بار مجاز روی فیلتر (ظرفیت بارگیری).

۵. قطر و اندازه فیلتر (تناسب با هولدر).

۶. شرایط جوی در زمان نمونه برداری.





تئوری فیلتراسیون

ذرات به دلیل حرکت اینرسی (وزنی) با جریان مکش هولدر به سمت فیلتر حرکت می کنند و عمل جداسازی به عوامل زیر بستگی دارد:

۱. شدت جریان هوا در منطقه فیلتر
۲. ماهیت جنس فیلتر انتخابی
۳. ماهیت آئروسول ها در نمونه برداری

مکانیسم عمل فیلتراسیون

Interception	۱. جلوگیری مستقیم
Inertial Impaction	۲. برخورد اینرسی
Brownian (Diffusion) Motion	۳. حرکت برونین
Static Electricity	۴. الکتریسیته ساکن
Gravitational Setting	۵. قوه ثقل
Stick Force	۶. نیروی چسبندگی

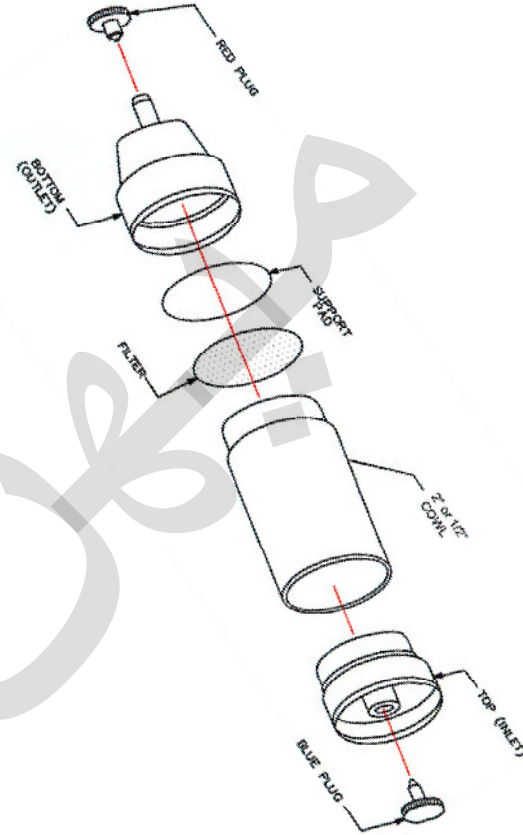
انواع فیلترها و خصوصیات آنها

نوع	جنس	فواید	معایب
سلولزی	سلولز و خمیر کاغذ	ارزان، قدرت مکانیکی خوب	افت فشار، پر شدن با قطرات مایع
فایبر گلاس	سیلیس	راندمان خوب، ضد رطوبت، مقاوم به حرارت	نامناسب برای مواد سیلیس دار، قدرت مکانیکی کم
پلاستیکی	پلی استیرن پرکلرو وینیل	راندمان خوب، افت فشار کم	راندمان کم در مقابل قطرات مایع، قدرت مکانیکی کم

معایب	فواید	جنس	نوع
افت فشار، قدرت مکانیکی کم، محلول در استر و کلروفرم	راندمان خوب، دافع آب، مقاوم به اسید و قلیا	استرهای سلولز، PVC	غشائی
محدودیت با H ₂ S گران بودن	جهت جمع آوری آروماتیکها	PVC نقره	غشائی نقره ای
افت فشار زیاد، عدم تجمع مواد روی فیلتر	جهت رویت ذرات قدرت مکانیکی زیاد	بنیان پلی کربنه	نوکلئوپور
پرشدن سریع، حرارت تا ۱۵۰ درجه، عدم استفاده در ذرات حاوی مایعات	برای گرد و غبار خشک >۱ میکرون استفاده مجدد	الیاف	پارچه ای

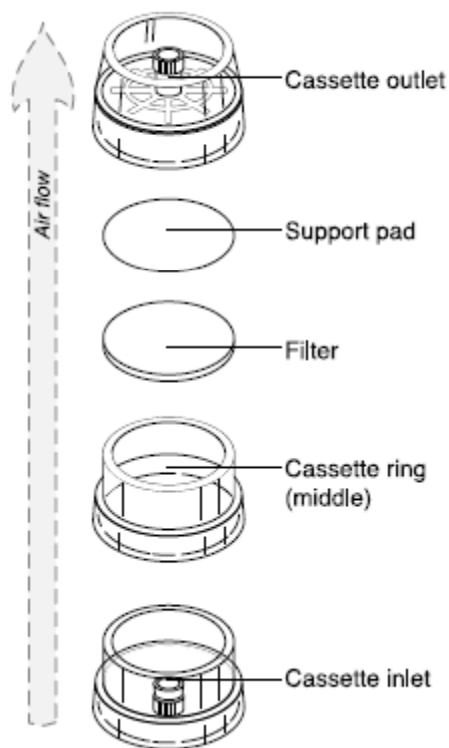
انواع هولدرها

1. Close Faced Cassette
2. Open Faced Cassette
3. 7 hole Faced Cassette



- هولدر نوع دوم برای جمع آوری ذرات لیفی مانند آزبست کاربرد دارد.
- هولدر نوع سوم معمولاً برای ذرات توراسیکی استفاده می شود.

نمونه بردار های قابل تنفس (کاست های قدیمی)



- به خوبی این ذرات را نمونه برداری نمی کنند.
- ذرات بین ۳۰ تا ۱۰۰ میکرون را کمتر از حد واقعی برآورد می کنند.
- ذرات به بدنه دستگاه می چسبند و کمتر از حد واقع برآورد می شوند.

نمونه بردار های قابل تنفس (کاست های جدید)



1986

نمونه بردار های قابل تنفس (IOM)

- راندمان جمع آوری آن بیش از کاست های قدیمی است
- افت بدنه از بین رفته است
- عملکرد آن مستقل از سرعت باد است

نمونه بردار های قابل تنفس (Button Sampler)

- یک جایگزین برای IOM است

- دهانه نیمکره رو به داخل

- سوراخ های روی دهانه یکنواخت در جهت های مختلف توزیع شده اند و بنابراین از همه جهت نمونه می گیرند.



نمونه بردار های قابل تنفس (**Button Sampler**)

- حالت رو بسته آن جلو ذرات درشت را می گیرد
- فیلتر مستقیماً در پشت ورودی قرار گرفته و افت انتقال کاهش می یابد.
- توزیع یکنواخت سوراخ ها باعث تاثیر پذیری آن از سرعت باد می شود.
- دبی ۴ لیتر بر دقیقه باعث افزایش حساسیت می شود.
- هم برای نمونه برداری فردی و هم محیطی استفاده می شود.

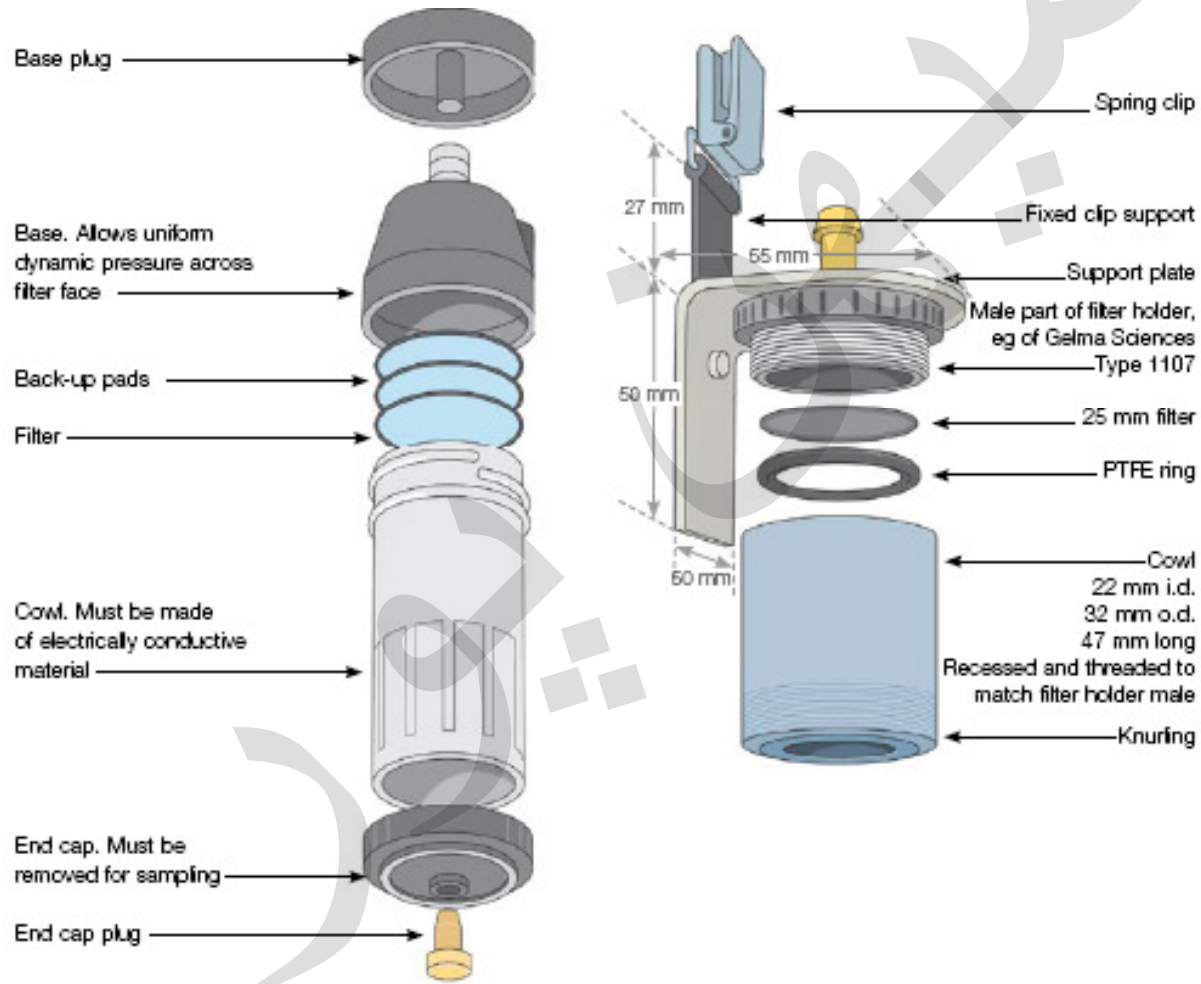
نمونه برداری موارد خاص (آزبست)

سرطان زای قطعی برای انسان

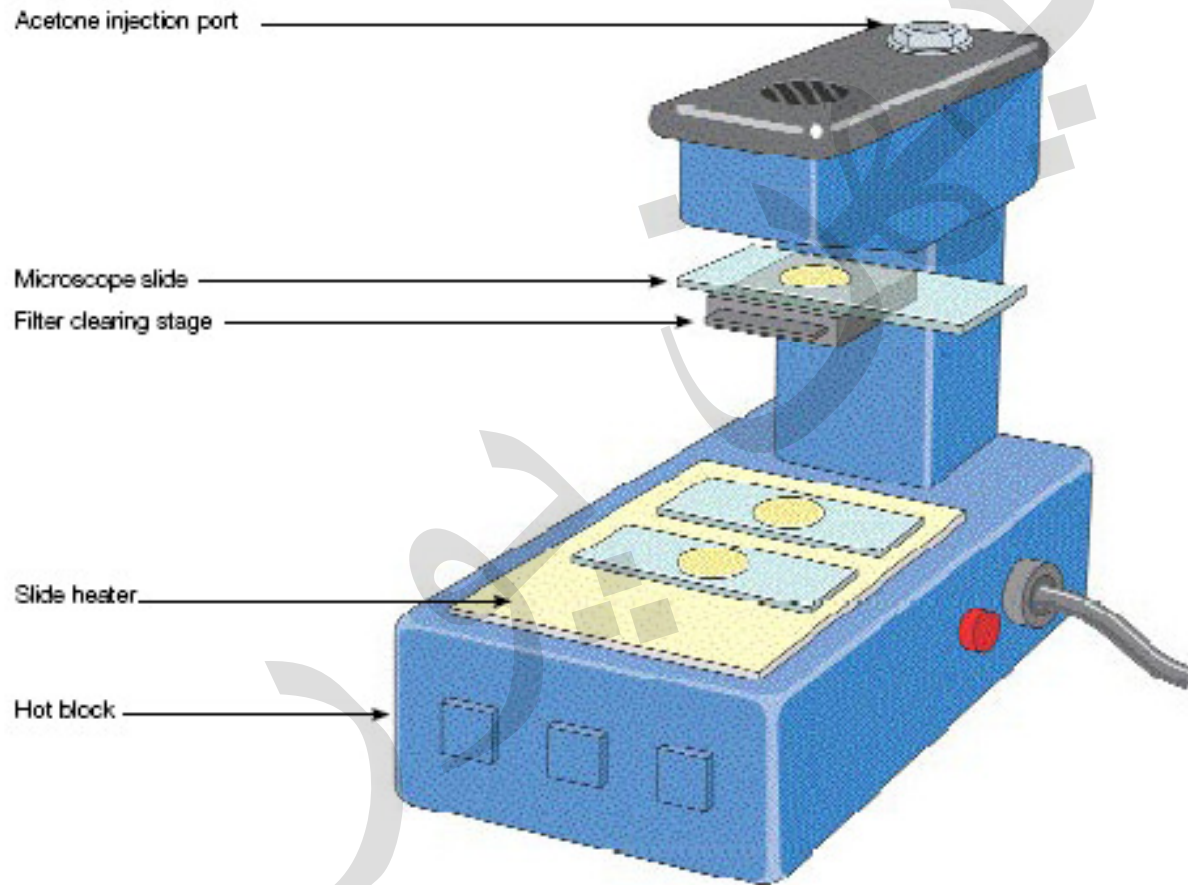
- 0.8-μ pore size, 25-mm diameter mixed cellulose ester
- NIOSH 7400 Method
- Transmission Electron Microscopy (TEM)



نمونه برداری موارد خاص (آزیست)



نمونه برداری موارد خاص (آزبست)



نمونه برداری موارد خاص (آزبست)

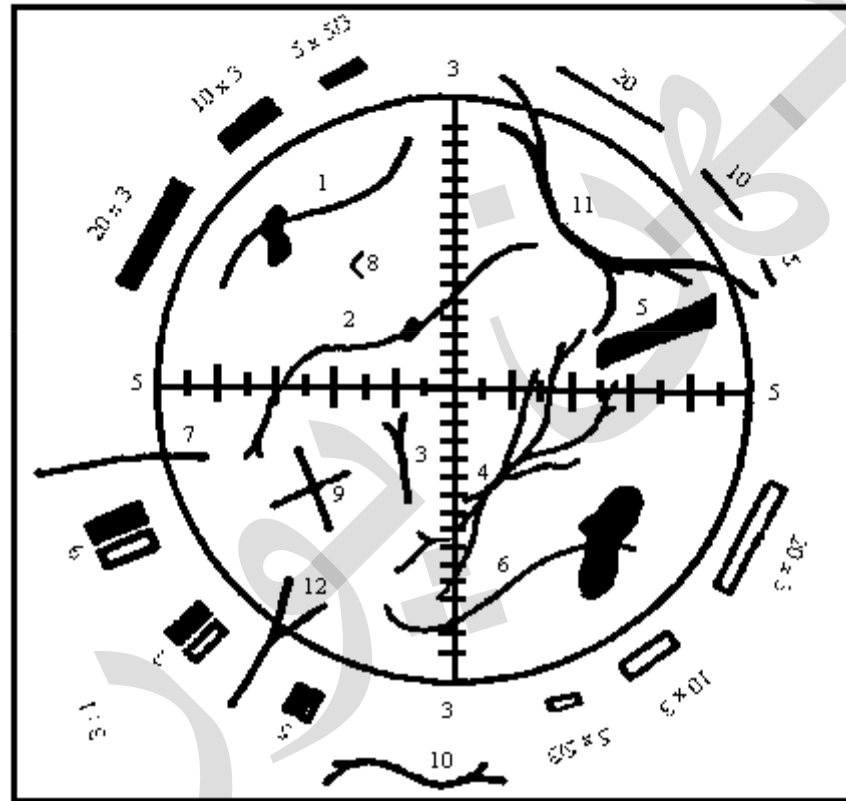


Figure 1: Walton-Beckett Graticule with some explanatory fibers.

diameter of $100 \pm 2 \mu\text{m}$ (area of about 0.00785 mm^2)

نمونه برداری موارد خاص (آزیست)

- حداقل ۱۰۰ میدان یا حداقل ۲۰ فیبر شمارش شود (هر کدام زود تر رسید).
- حتی اگر سریعاً تعداد ۱۰۰ فیبر نیز قرائت شد باید حداقل ۲۰ میدان قرائت گردد.

نمونه برداری موارد خاص (آژبست و TEM)

- به جای نور از الکترون استفاده می کند.
- الکترون به جای لنز توسط امواج الکترومغناطیس فوکوس می کند.
- الکترون هنگام برخورد به نمونه بسته به چگالی آن در نقاطی متفرق شده و در نقاطی ادامه مسیر می دهد.
- در پایین دستگاه نمودار روی دوربین یا فیلم ثبت و تفسیر می شود.



محاسبه غلظت

AC = Airborne fiber concentration

$$AC = \frac{\left[\left(\frac{FB}{FL} \right) - \left(\frac{BFB}{BFL} \right) \right] \times ECA}{1000 \times FR \times T \times MFA}$$

- FB = Total number of fibers greater than 5 μm counted
FL = Total number of fields counted on the filter
BFB = Total number of fibers greater than 5 μm counted in the blank
BFL = Total number of fields counted on the blank
ECA = Effective collecting area of filter (385 mm^2) nominal for a 25-mm filter.)
FR = Pump flow rate (L/min)
MFA = Microscope count field area (mm^2). This is 0.00785 mm^2 for a Walton-Beckett Graticule.
T = Sample collection time (min)
1,000 = Conversion of L to cc

سایر روشهای جمع آوری ذرات

۱. جمع آوری از طریق برخورد با سطح
۲. جمع آوری از طریق رسوب الکترواستاتیک
۳. استفاده از رسوب دهنده های حرارتی
۴. جمع آوری با روش گریز از مرکز
۵. نمونه برداری با استفاده از دالانهای ته نشینی
۶. نمونه برداری با استفاده از روش قرائت مستقیم

جمع آوری باروش برخورد

Impingement Method

برخورد با سطح مایع

۱. استفاده از ایمپینجرهای استاندارد و انتخاب مایع جاذب مناسب و ته نشین ساختن ذرات در محلول در نمونه برداریهای محیطی.
۲. بکار بردن میجت ایمپینجر با استفاده از تکنیک فوق در نمونه های فردی.
۳. جمع آوری، آماده سازی و انتقال نمونه به آزمایشگاه.

Impaction Method

برخورد با سطح خشک

۱. استفاده از کونیمتر و نمونه برداری بر اساس اصل تصادم ذره با سطح آماده شده (صفحه چسبناک)
۲. روش نمونه برداری با آون جت:
 - انبساط سریع هوا در اثر عبور از روزنه دستگاه.
 - کاهش دمای هوای مرطوب شده و تراکم آب بر روی ذرات معلق.
 - برخورد و یا متراکم شدن ذرات با صفحه و ته نشین شدن آنها.

۳- روش رسوب الکترواستاتیکی:

از طریق باردار شدن ذرات و جذب آنها در فاز منفی.

۴- روش رسوب حرارتی:

ایجاد اختلاف درجه حرارت بین دو سطح سرد و گرم.

در بررسیهای میکروسکوپی برای ذرات بزرگتر

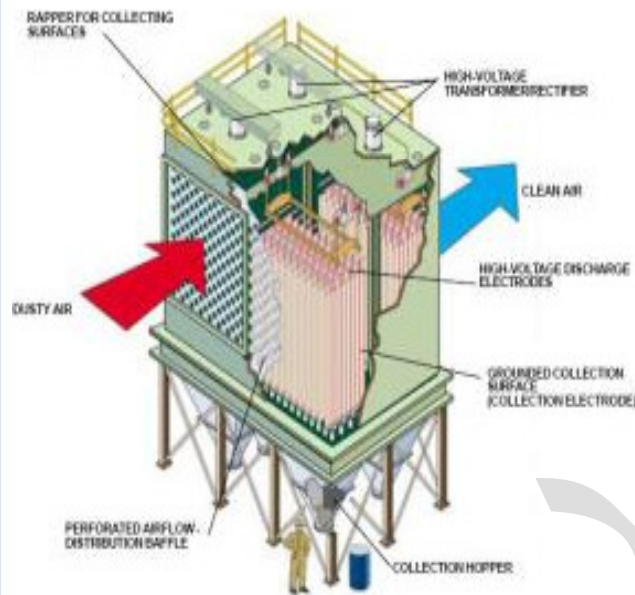
از ۵ میکرون کارایی قابل قبولی ندارند.

برای جمع آوری میست و دیگر ذرات مایع

استفاده نمی شوند.

۵- جمع آوری با روش گریز از مرکز:

استفاده از انواع سیکلون ها برای جداسازی ذرات بزرگتر از ۵ میکرون.



Frontal View of an Electrostatic Precipitator

Air Pollutant Collection Principles

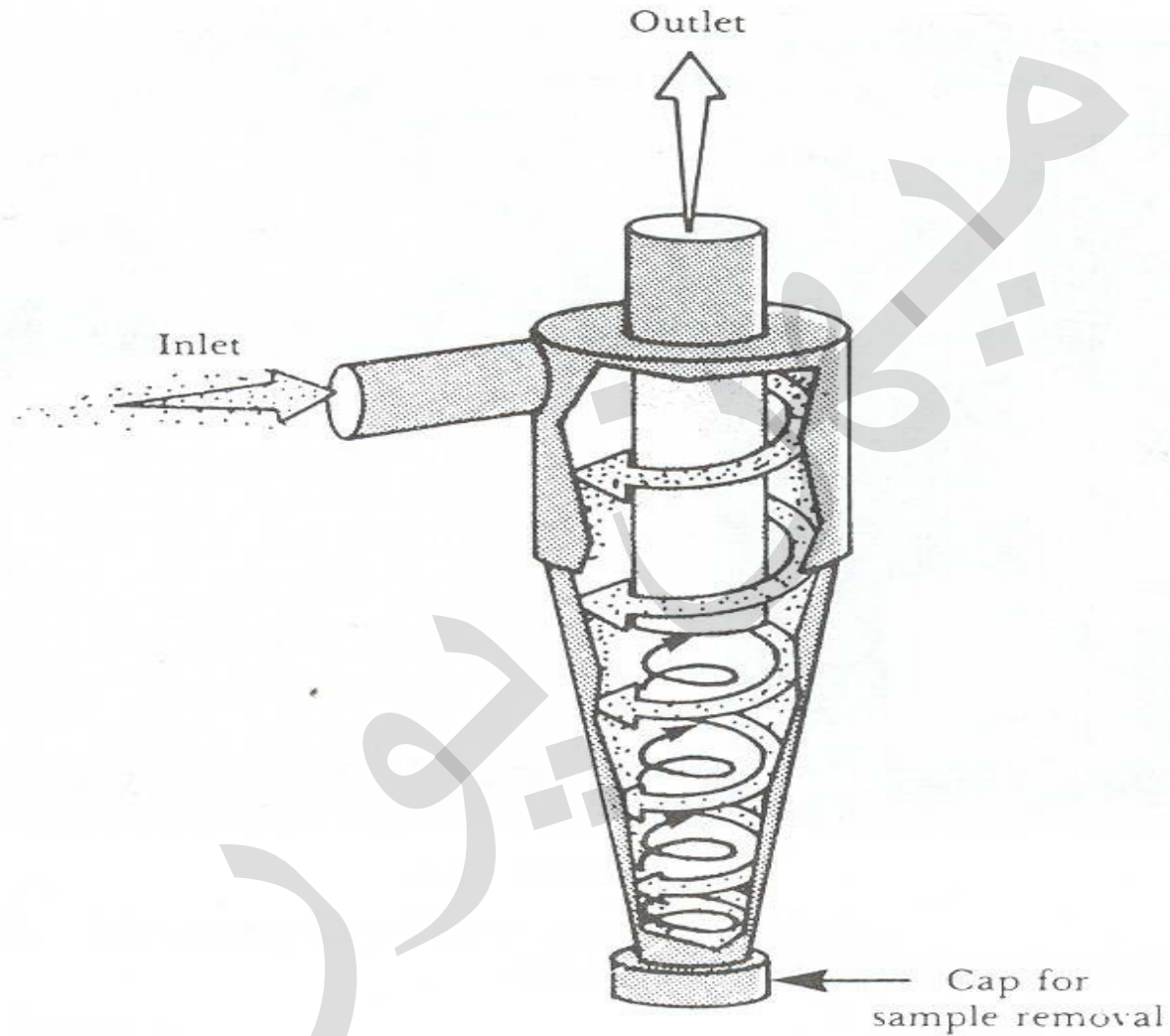


Figure 7.3. Cyclone collector for particulates (Reference 15).

نمونه برداری موارد خاص (سیلیس)

- استفاده از سیکلون آلومینیوم

- سیکلون پلاستیکی سائیده

می شود.



نمونه برداری موارد خاص (سیلیس)

- X-ray Diffraction (XRD)
 - بهترین و معمول ترین روش اما گرانترین روش
- Infrared Spectroscopy (IR)
 - بعد از روش اشعه ایکس معمول ترین روش بوده و هزینه آن کمتر است.
- Chemical Methods



نمونه برداری موارد خاص (سیلیس)

- $PEL = 10 / [2 + \%Quartz + 2(\%Cristobalite)]$

۶- استفاده از ایمپکتور کاسکید:

- با صفحات متعدد و مشبک فلزی، ذرات را براساس قطر آئرودینامیکی طبقه بندی و به مرور بر روی صفحات ته نشین می شود.
- یک نوع آن با نام نمونه بردار آندرسون برای گردو غبار و میکروارگانیسم ها استفاده می شود.
- نمونه توصیه شده توسط NIOSH برای میکروارگانیسمها، نوع آبشاری یک مرحله ای است (Biostage-1).

۷- جمع آوری از طریق دالانهای ته نشینی:

در این روش با استفاده از الوتریاتور، ذرات غیر قابل استنشاق نمونه برداری می شوند و با نمونه بردار هگزالت ذرات قابل استنشاق بر روی Soxhlet Filter جمع آوری می شوند.



۸- روشهای قرائت مستقیم:

بکارگیری روش فتومتری و یا استفاده از دستگاه **Micro Dust**.