

# روش نمونه برداری از آلاینده های هوا

نمونه برداری از بخارات و گازها

دکتر عبدالرحمان بهرامی - عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت همدان

## انواع روشهای نمونه برداری از گازها و بخارات

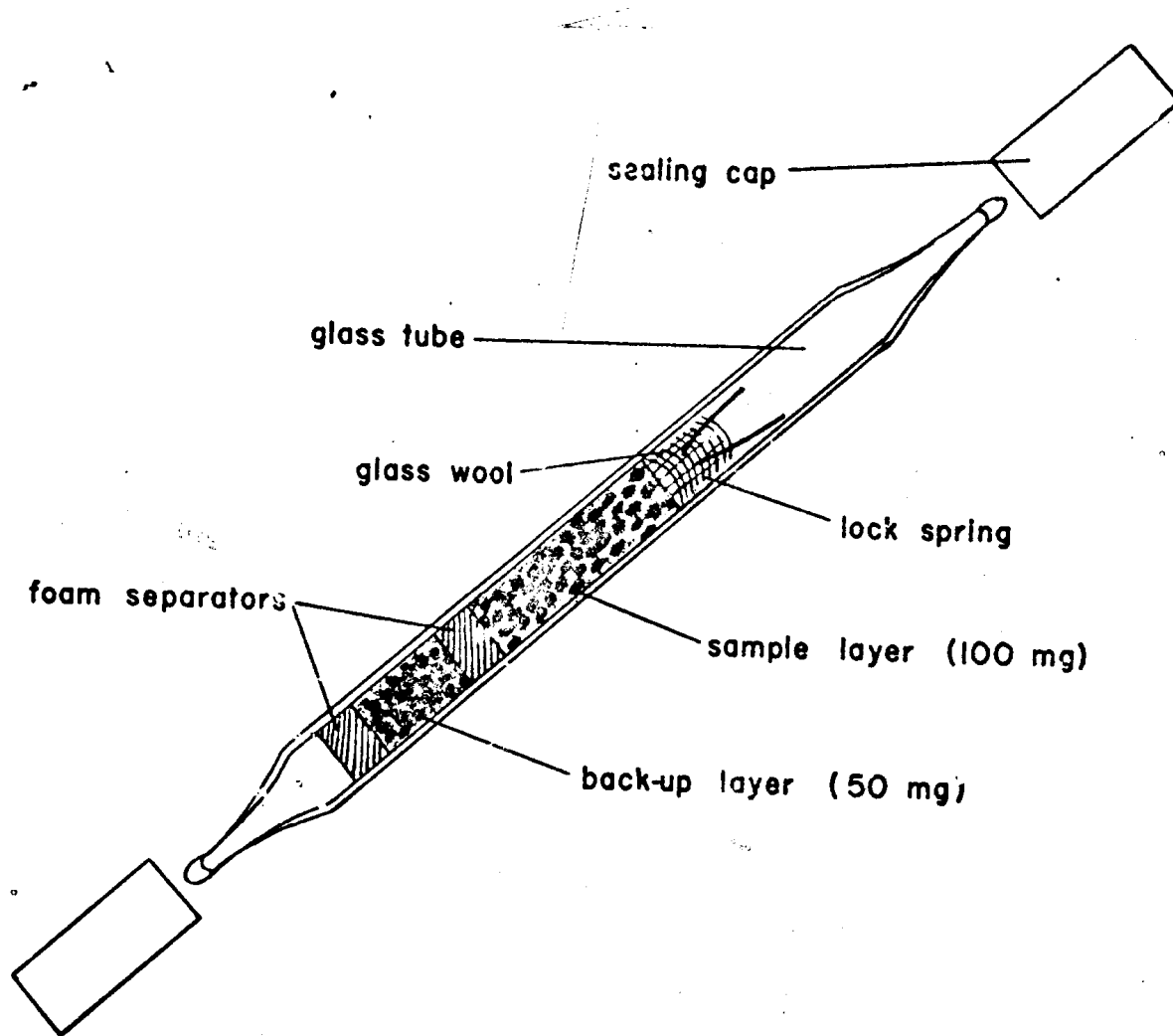
- نمونه برداری با جاذبهای سطحی
- نمونه برداری با جاذبهای سطحی آغشته به ترکیبات شیمیایی
- نمونه برداری با فیلترهای آغشته به ترکیبات شیمیایی
- نمونه برداری با بطریهای گاز شوی
- نمونه برداری با روشهای قرائت مستقیم

## نمونه برداری با استفاده از جاذبه‌های سطحی

زغال فعال  
سیلیکاژل  
کروموزرب  
پروپاک  
تناکس

## زغال فعال

- زغال فرم بی شکل کربن است که در نتیجه سوختن بسیاری از مواد کربن دار تشکیل شده و با حرارت دادن همراه با بخار در درجه حرارت  $900-800^{\circ}\text{C}$  به زغال فعال تبدیل می گردد. موسسه بهداشت و ایمنی شغلی در آمریکا زغال فعالی که منشأ پوست نارگیل یا پترولیوم داشته را جهت نمونه برداری از مواد شیمیایی توصیه نموده است. زغال فعال مهم ترین و در عین حال پر استفاده ترین وسیله نمونه برداری از گازها و بخارات در هوای محیط کار می باشد. زغال فعال پس از جنگ جهانی اول جهت نمونه برداری از گازها و بخارات مورد استفاده قرار گرفت.



## معایب

- ۱- حجم هوای نمونه برداری شده با توجه به ظرفیت زغال فعال محدود بوده و نیز افزایش دبی عبوری باعث خارج شدن مواد آلاینده از طرف دیگر زغال فعال می گردد.
- ۲- رطوبت موجود در هوا باعث کاهش جذب ترکیبات آلی بوسیله زغال فعال می گردد.
- ۳- در طی عمل نمونه برداری ، مقاومت زغال فعال بر روی دبی پمپ تأثیر گذاشته و گذشت زمان باعث کاهش دبی پمپ می گردد.
- ۴- فرد نمونه گیر ممکن است در طول عمل نمونه برداری و نیز در طی عمل تجزیه و ساختن محلول استاندارد با مواد سمی در تماس باشد.
- ۵- در صورتیکه تعداد مواد آلاینده در محیط بسیار زیاد باشد تجزیه آنان با گاز کروماتوگراف ایجاد تداخل در پیکها می نماید.

## سیلیکاژل

- فرم بی شکل سیلیس است که در نتیجه واکنش شیمیایی بین اسید سولفوریک و سیلیکات سدیم به وجود می آید. سیلیکاژل به فرم گرانول های براق ، سفید و دانه ای شکل در اندازه های مختلف ساخته می شود. سیلیکاژل ترکیب قطبی بوده و ترکیبات قطبی را بهتر از زغال فعال جذب می نماید به همین دلیل نیز جاذب رطوبت بوده و افزایش جذب رطوبت باعث ترک آلاینده از آن می گردد.

## کروموزرب و پروپاک

- این دو جاذب سطحی که در نمونه برداری از آلاینده و پرکردن ستونهای کروماتوگرافی کاربرد دارند و شامل ترکیبات مختلفی از استیرن با دی وینیل بنزن، اتیل وینیل بنزن و سایر ترکیبات قطبی وینیل بنزن هستند .



## مزایا

- ۱- وسیله نمونه برداری کوچک و قابل حمل بوده و در موقع نمونه برداری محلول شیمیایی مورد نیاز نیست.
- ۲- شیوه تجزیه سریع بوده و امکان تجزیه مجدد وجود دارد.
- ۳- با بکارگیری برنامه ریزی دمایی مناسب در دستگاه گاز کروماتوگراف می توان عوامل مداخله کننده را کاهش داد.
- ۴- با جاذبه‌های سطحی می توان بطور همزمان ترکیبات شیمیایی مختلف را نمونه برداری کرده و با بکارگیری برنامه ریزی دمایی و ستون مناسب در دستگاه گاز کروماتوگراف آنان را تجزیه نمود.

## نمونه برداری

• دو طرف لوله جاذب سطحی را توسط دستگاه برش لوله جاذب سطحی برش داده تا هوا براحتی وارد آن گردد و از طرف دیگر خارج شود چنانچه از دو لوله جاذب سطحی بصورت سری استفاده می شود بعد از شکستن دو طرف لوله های جاذب سطحی با یک لوله رابط به طول تقریبی ۵ سانتیمتر به ترتیبی به یکدیگر وصل می گردند که بخش بزرگتر زغال فعال در مجاورت محیط و بخش کوچکتر آن در سمت پمپ قرار گیرد.

• لوله جاذب سطحی مطابق جهت علامت روی آن ( ← ) به پمپ نمونه برداری وصل می گردد. در موقع اتصال جاذب سطحی می توان از نگهدارنده جاذب سطحی استفاده نمود که سرپوش کاملاً محفوظ داشته و لوله شیشه ای جاذب سطحی را محافظت می نماید.

## نمونه برداری

- لازم است که لوله جاذب سطحی بطور عمودی در مسیر جریان هوا قرار گرفته و در صورتیکه عمل نمونه برداری فردی انجام می گیرد آنرا به یقه کارگر در مجاورت سیستم تنفسی وصل نمود ضمناً " هوا نباید قبل از ورود به جاذب سطحی از مسیر دیگری بگذرد .

- بعد از خاتمه نمونه برداری دو طرف لوله جاذب سطحی توسط سرپوش پلاستیکی بسته و به آزمایشگاه منتقل می گردد (مشابه همین عمل در صورتیکه از دو لوله جاذب سطحی استفاده گردد).

## نمونه برداری

یک عدد لوله جاذب سطحی مشابه لوله جاذب سطحی که عمل نمونه برداری با آن انجام شده به عنوان شاهد انتخاب کرده و تمام عملیاتی که در رابطه با نمونه اصلی انجام شده است (شکستن دوطرف ، گذاشتن سرپوش پلاستیکی و حمل) جهت نمونه شاهد انجام می گیرد. با این تفاوت که هوا نباید از نمونه شاهد عبور نماید.





## آماده سازی نمونه

سرپوش پلاستیکی را از روی لوله جاذب سطحی برداشته و توسط دستگاه برش مربوط ، بخش ورودی را در لوله مجدداً برش داده تا بتوان گرانولهای جاذب را براحتی از لوله تخلیه نمود با سوزن دستگاه برش، قسمت الیاف شیشه ای را خارج کرده و بخش جلویی و عقبی بطور جداگانه در دو ویال ریخته می شود.

نوع جاذب سطحي	نوع محلول استخراج	مثال
لوله زغال فعال (100mg- 50mg با منشأ پوست نارگیل	دی سولفید کربن	وینیل بروماید، ترکیبات فرار، بسیاری از ترکیبات آروماتیک
	متیلن کلراید	متوکسی اتانول، اتوکسی اتانول و...
سیلیکاژل	اتانول	گروه آمینهای آروماتیک
	متانول	گروه آمینهای اتانول
جاذبهای پلیمر (کروموزرب، پروپاک، تناکس)	استات اتیل،	نیکوتین، نیترو اتان
	اتانول	نیترو گلیسرین

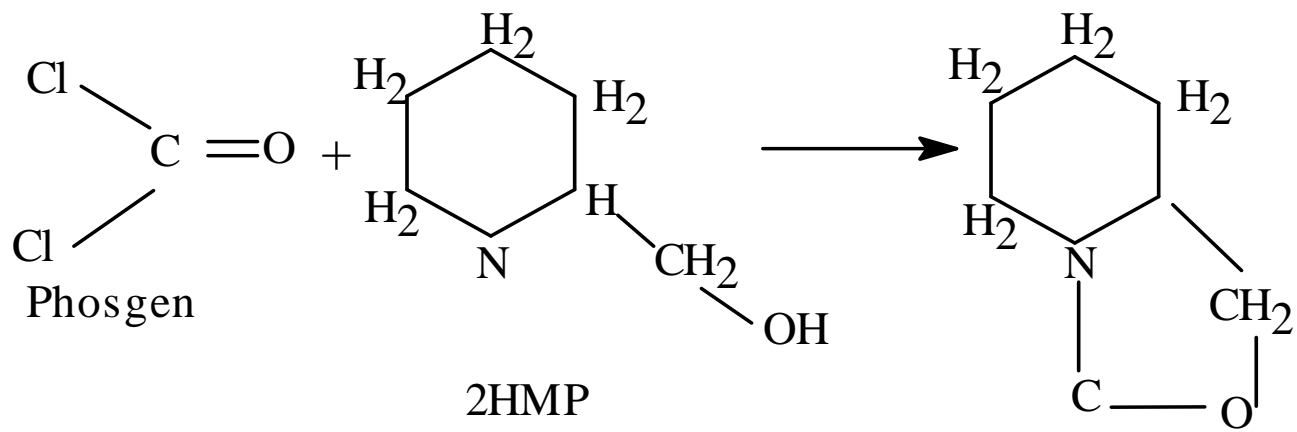


## تجزیه ترکیبات نمونه برداری شده توسط جاذبه‌های سطحی پوشش داده شده

نمونه برداری تعدادی از ترکیبات شیمیایی با استفاده از جاذبه‌های سطحی که با یک ترکیب شیمیایی پوشش داده شده‌اند، انجام می‌شود. ترکیب شیمیایی مورد نظر با آلاینده وارد واکنش شده و تولید یک ترکیب شیمیایی جدیدی می‌نماید که بوسیله دستگاه کروماتوگراف تجزیه می‌گردد.

## مثال

- جهت اندازه‌گیری فسژن از جاذب سطحی XAD2 پوشش داده شده با ۲-هیدروکسی متیل پایپردین استفاده می‌گردد.
- فسژن با ۲-هیدروکسی متیل پایپردین (2HMP) وارد واکنش شده و تولید یک ترکیب مشتق شده پایدار به نام " ۱-آزا-۸-اکسا بی سیکلونونان - ۹-وان " می‌نماید. ماده موردنظر بوسیله دستگاه گاز کروماتوگراف قابل تجزیه است.



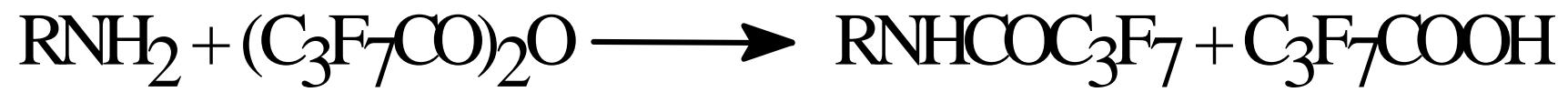
## روش آماده سازی نمونه

- ۱- بخش عقبی و جلویی جاذب سطحی آغشته به ترکیب شیمیایی را در دو ویال بطور جداگانه ریخته می شود. پشم شیشه جلوی نمونه گیر همراه با بخش جلویی بوده و فوم اورتان در مرکز همراه با بخش عقبی در ویال مربوطه قرار می گیرد.
- ۲- مقدار معینی از تولوئن به ویال اضافه نموده و محلول با توجه به زمان مشخص شده به هم زده می شود. ممکن است نیاز به استفاده از ظرف اولتراسونیک و همزن باشد.

# نمونه برداری با فیلتر

تجزیه ترکیبات نمونه برداری شده با فیلترهای آغشته به مواد  
شیمیایی

اساس نمونه برداری در تعداد زیادی از ترکیبات شیمیایی چون ۴،۴-متیلن دی آنیلین، بنزیدین، ۳،۳-دی کلروبنزیدین، ۲،۴-تولوئن دی آمین، ۲،۶-تولوئن دی آمین، ارتودیانسیدین، ۴،۴-متیلن بیس (۲- کلروآنیلین)، ارتو تولای داین، ارتو- متا- پارا- تولوئیدین استفاده از فیلترهای فایبرگلاس آماده شده با اسیدسولفوریک است، که در نتیجه عبور هوای همراه با آلاینده مورد نظر از فیلتر تولید یک ماده ثانویه بنام "هپتا فلوئورو بوتیریک اسید آن هیدراید" (HFAA) می نماید. ماده مورد نظر بوسیله دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکارساز الکترونی تجزیه می گردد.



## استفاده از فیلتر و جاذب سطحی بصورت توام

انتشار بسیاری از هیدروکربن ها همچون مواد چندحلقه ای آروماتیک در دو فاز گاز و ذرات است. بدین صورت که در درجه حرارت بالا و فشار کم، انتشار آنان در فاز گازی بوده ولی در شرایط درجه حرارت پایین و فشار زیاد بیشتر بصورت ذره منتشر می شوند. مواد چندحلقه ای آروماتیک (مانند بنزوپیرین) که در هوای شهرها نیز وجود دارند در فصل زمستان بیشتر بصورت ذره در هوای شهرها انتشار می یابند. در حالی که در فصل تابستان بیشتر در فاز گازی هستند، بنابراین جهت جمع آوری این نوع آلاینده ها از فیلتر و مواد جاذب سطحی بطور توام استفاده می گردد. بدین صورت که از جاذب سطحی جهت جمع آوری شکل گازی ترکیب و از فیلتر جهت حالت آئروسل آن استفاده می گردد.



## آماده سازی نمونه

بخش های عقبی و جلویی جاذب سطحی را به طور جداگانه به داخل ویال هایی انتقال داده و مقادیر مشخص از محلول جاذب (تولوئن یا استن) به آنها اضافه می گردد. فیلتری که عمل نمونه برداری روی آن انجام شده نیز بطور جداگانه در یک ویال گذاشته شده و همان مقدار از محلول جاذب به آن اضافه می گردد.

تجزیه ترکیباتی که توسط بطریه‌های گازشوی  
جمع آوری می‌شوند

## نمونه برداری

۱- پمپ نمونه برداری فردی با استفاده از پیستون بدون اصطکاک و یا هر وسیله کالیبراتور دیگر کالیبره می گردد.

۲- مقدار معینی از محلول جاذب را با توجه به درون بطری گازشوی ریخته و در صورتی که نمونه برداری بطری گازشوی همراه با فیلتر است (نمونه برداری از آلدین، کپون، لیندن) بخش ورودی بطری گازشوی به فیلتر وصل می گردد، به طوری که هوا از فیلتر عبور کرده و سپس وارد بطری گازشوی گردد.

## آماده سازی نمونه

۱- انتقال فیلتر و محلول بطری گاز شوی به یک ظرف ویال در محل نمونه برداری و حمل با دقت به آزمایشگاه جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف در نمونه برداری از لیندین آدرین و تترا نیترومتان

۲- اضافه نمودن محلول به فیلتر و استخراج و تزریق به دستگاه

## نمونه برداری با فیلتر از ترکیبات آلی

انتشار بسیاری از هیدروکربن ها همچون آفت کشها و سموم ارگانوفسفره در محیط کار بصورت آئروسول بوده که جهت جمع آوری این نوع آلاینده ها از فیلتر استفاده می گردد.

## روش آماده سازی نمونه

۱- با استفاده از پنس فیلتر را برداشته شده و به داخل یک بشر یا ظرف مناسب آزمایشگاهی منتقل می گردد. در صورتیکه عمل نمونه برداری با استفاده از فیلتر و جاذب سطحی است بخش جلویی جاذب سطحی و فیلتر در یک ظرف ویال و بخش عقبی آن در ظرف ویال دیگر گذاشته می شود. (مانند آندرین، الفا بتا نفتیل آمین و کلردان)

۲- مقدار مناسب محلول جاذب (تولوئن.دی سولفید کربن و ...) به ظروف حاوی نمونه اضافه می گردد. به عنوان مثال جهت تجزیه دی (۲ - اتیل هگزیل) فتالات ۲ میلی لیتر از دی سولفید کربن به نمونه ها اضافه می گردد. در تجزیه بعضی ترکیبات شیمیایی که فیلتر همراه با جاذب سطحی است قاب نمونه نیز باید چندین مرتبه شسته گردد تا از هر گونه خطای اندازه گیری جلوگیری شود.