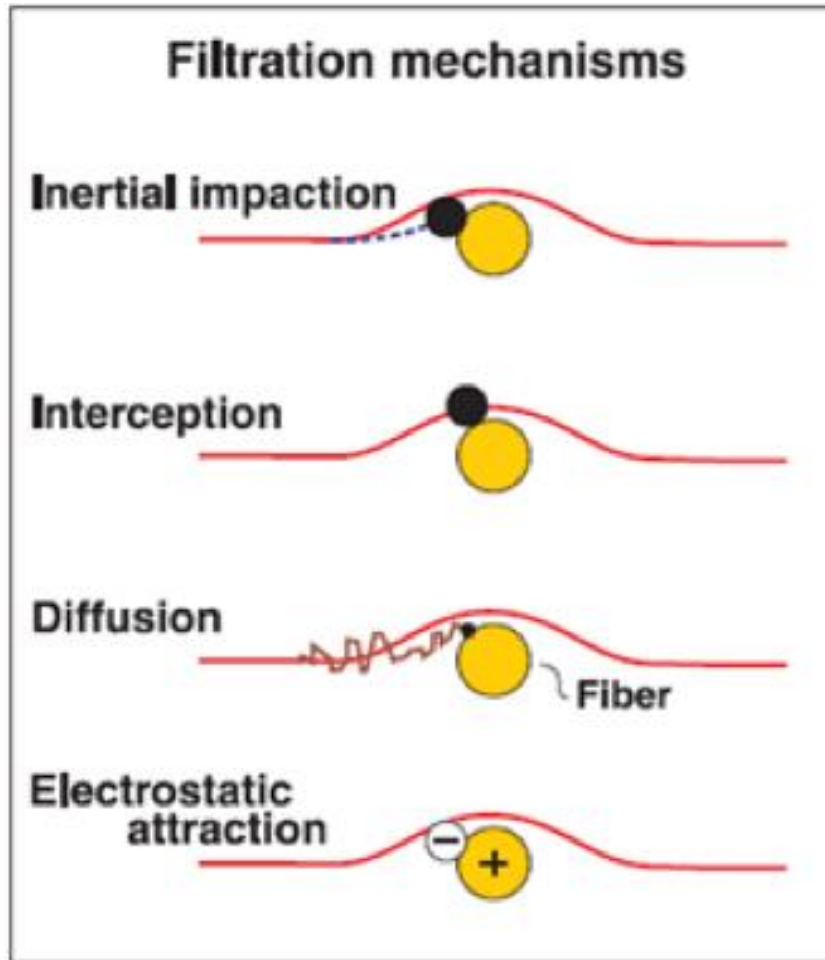


به نام خدا

دینامیک گازها و آئروسول‌ها



کارشناسی پیوسته مهندسی بهداشت حرفه‌ای - ترم ۳

دانشگاه علوم پزشکی نیشابور

دانشکده بهداشت

مهدی جلالی

مربی و عضو هیئت علمی

دانشگاه علوم پزشکی نیشابور



Dust and Gas Technology-2 Session

مقدمه



✓ دستیابی به سلامت حق اساسی آحاد جامعه از جمله کارگران و کارکنان مشاغل مختلف است.

✓ رشته بهداشت حرفه‌ای به منظور تأمین این حق اساسی در جهت حرکت به سمت عدالت اجتماعی و حفظ کرامت اقشار زحمتکش جامعه فعالیت می‌نماید.

✓ بهداشت حرفه‌ای علم و فنی است که با پیش‌بینی، شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل مخاطره‌آمیز شغلی در جهت تأمین، حفظ و ارتقاء بالاترین سطح سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان تمام مشاغل تلاش می‌کند.



- ✓ عوامل فیزیکی زیان آور (روشنایی، تهویه، صدا، ارتعاشات، فشار، و تشعشعات رادیواکتیو)
- ✓ عوامل شیمیایی زیان آور (انواع مواد شیمیایی سمی، گازها بخارات و آفت کش ها)
- ✓ عوامل روانشناختی زیان آور (مخاطرات ناشی از ناتوانی فرد در تطابق با محیط روانشناختی کار)
- ✓ عوامل بیولوژیکی زیان آور (ویروس ها، باکتریها، قارچها، انگل ها)
- ✓ عوامل مکانیکی زیان آور و ایمنی کار (وقوع حوادث و ایجاد جراحت ناشی از عدم رعایت نکات ایمنی کار با ابزارها و ماشین آلات)
- ✓ عوامل ارگونومیک (وضعیت نامناسب بدنی در زمان کار با ابزارها و ماشین آلات)



Dust and Gas Technology-2 Session

عوامل شیمیایی محیط
کار



مقدمه-اهمیت موضوع

✓ امروزه استفاده از مواد شیمیایی در زندگی انسان امری اجتناب ناپذیر است.

✓ استفاده از مواد شیمیایی در بسیاری از جنبه‌های زندگی و فعالیت‌های اقتصادی مزایای مهمی به همراه داشته و کیفیت زندگی انسان را دگرگون نموده است.

✓ با توجه به آمار ارائه شده از سوی سرویس ثبت مواد شیمیایی (CASR) در سال ۲۰۱۱، تعداد مواد شیمیایی موجود به ۶۰ میلیون رسیده که ۱۰ میلیون از این مواد فقط از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ به این لیست افزوده شده است.

✓ همچنین اداره ایمنی و بهداشت آمریکا (OSHA) نیز در سال ۲۰۰۶ تعداد مواد شیمیایی خطرناک استفاده شده در محیط‌های شغلی را ۹۴۵۰۰۰ ماده اعلام نموده است.



مقدمه-اهمیت موضوع (ادامه...)

✓ شواهد و مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد استفاده نادرست از مواد شیمیایی می‌تواند برای سلامت انسان و محیط مشکل ساز باشد.

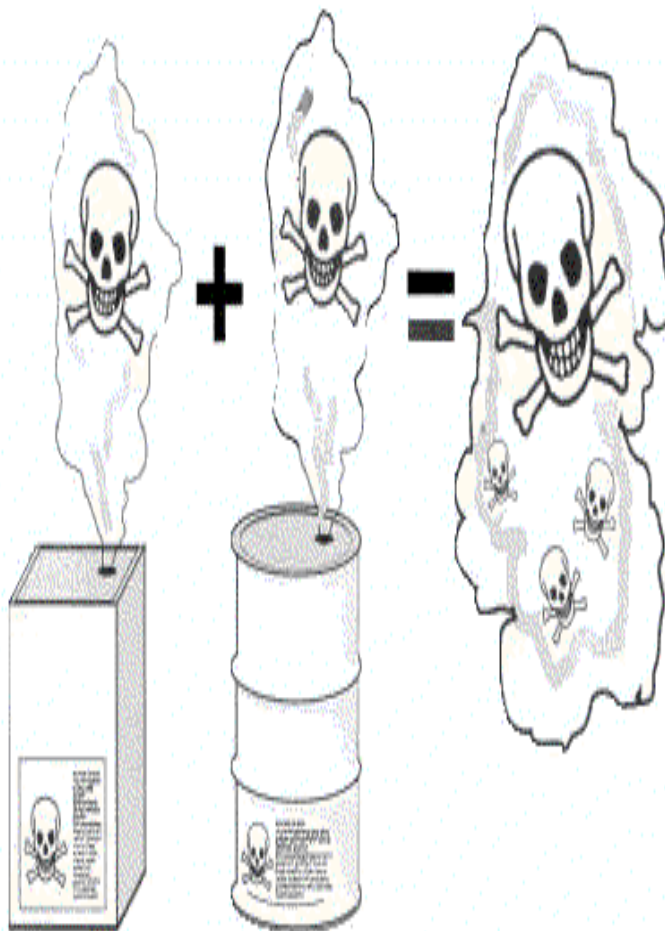
✓ آسیب به سلامتی و حتی مرگ انسان‌ها در صورت استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی و دفع غیربهداشتی مواد زائد ناشی از آنها

✓ بروز حوادث شیمیایی در محیط کار و فاجعه‌های زیست محیطی در صورت استفاده نایمن

✓ هوشیاری و بیداری جوامع پس از انتشار کتاب **بهار**

خاموش توسط خانم راسل کارسن در سال ۱۹۶۲

میلادی





تقسیم‌بندی عوامل شیمیایی محیط کار

عوامل شیمیایی در محیط‌های کار به کلیه مواد اولیه، بینابینی و تولیدی اطلاق می‌شود که شخص کارگر به اقتضای شغل خود با آن در تماس قرار می‌گیرد چنانچه این تماس‌ها بیش از حد مجاز صورت پذیرد ناراحتی‌های مختلفی بسته به نوع ماده و راه ورود آن به بدن ایجاد خواهد نمود.

مواد شیمیایی از دیدگاه‌های مختلفی ممکن است مورد تقسیم‌بندی قرار گیرند از جمله:

۱- تقسیم بندی مواد بر مبنای ساختمان شیمیایی

این تقسیم بندی بسیار مفصل است و مواد شیمیایی به دسته های گوناگون مانند فلزات، موادمعدنی و مواد آلی همچون حلالها و هیدروکربنها تقسیم بندی شده و مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

۲- تقسیم بندی مواد بر مبنای حالات فیزیکی

گازها و بخارات، مایعات، جامدات

۳- تقسیم بندی مواد بر مبنای اثرات فیزیولوژیک

مواد التهاب آور، خفگی آور، بیهوش کننده، سیستمیک و



گازها و بخارات

✓ عموماً کلمه گاز به موادی اطلاق می‌شود که در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و فشار یک

اتمسفر حالت گازی دارند. مثل هلیوم و هیدروژن

✓ بخارها محصول تبخیر موادی هستند که در دما و فشار معمولی می‌توانند به حالت مایع یا

جامد وجود داشته باشند.

✓ گازها و بخارات از دیدگاه ترمودینامیکی مشابه هم می‌باشند اما ایجاد تمایز بین این دو به

این دلیل است که در بسیاری موارد گازها و بخارات نیازمند روش‌های نمونه‌برداری متفاوت می‌باشند.



گازها و بخارات (ادامه...)

✓ بیشتر گازها دارای بوی نافذ بوده و حتی در مقادیر ناچیز، پس از انتشار، قابل تشخیص هستند.

✓ برخی از گازها دارای رنگ خاصی بوده و در غلظتهای معینی می‌توان این رنگ را تشخیص داد. برای نمونه رنگ گاز کلر سبز، رنگ اکسید ازت زرد خرمایی و بخار برم قهوه‌ای خرمایی می‌باشند.

✓ تعدادی از گازها هم دارای رنگ و بوی خاصی نیستند و تشخیص آنها به سادگی امکان پذیر نیست این گازها در صورتی که خاصیت سمی داشته باشند بسیار خطرناک می‌باشند نمونه این گازها منواکسید کربن است.

✓ بعضی از گازها هم اشتعال پذیرند و در صورت عدم تشخیص آتش‌سوزی‌های بزرگ ایجاد می‌کنند و باعث خسارت جانی و مالی فراوان می‌شوند.



مایعات و جامدات

❖ مایعات

- ✓ خطر مواد شیمیایی مایع در اثر تماس پوستی و تولید ضایعات در آن به صورت سوختگی، درماتوز، سرطان و غیره است.
- ✓ جذب مواد شیمیایی از طریق پوست و یا خورده شدن آن و جذب از طریق دستگاه گوارش ایجاد مسمومیت خواهد نمود.

❖ جامدات

- ✓ تماس‌های پوستی با جامداتی که ذاتاً ممکن است دارای سمیت باشند منجر به عوارض پوستی می‌شود.
- ✓ ورود این مواد از طریق تنفس، پوست و گوارش نیز ممکن است منجر به ایجاد مسمومیت شود.



Dust and Gas Technology-2 Session

آئروسولها



❖ مواد معلق به دو شکل زیر قابل تقسیم بندی می باشد:

۱- آئروسل ها

۲- هیدروسل ها

✓ طبق تعریف Gibbs انتشار و پراکندگی ذرات میکروسکوپی جامد یا مایع در یک فاز گازی آئروسل نامیده می شود.

✓ در مقابل کلمه آئروسل کلمه هیدروسل وجود دارد که به سیستم های پراکنده در آب گفته می شود.



❖ به سیستم های پراکنده در آب یا مایعات گفته می شود.

انواع هیدروسول: سوسپانسیون و امولسیون

❖ سوسپانسیون: تعلیق ذرات جامد در مایع که برای مدت کوتاه یا طولانی پایداری باشد.

ثبات و پایداری تعلیق به:

جنس مواد، اندازه ذرات معلق، حضور مواد پخش کننده و خیس کننده بستگی دارد.

❖ امولسیون: تعلیق ذرات ریز مایع در یک مایع دیگر که به کمک امولسیون ساز انجام می گیرد.

شیر نمونه ای از امولسیون است که در آن کازئین نقش امولسیون ساز را دارد.



آئروسول‌ها (Aerosol)

❖ آئروسول واژه‌ای است علمی که در مورد هر سیستم پراکنده از ذرات مایع یا جامد معلق در یک گاز (معمولاً هوا) بکار می‌رود.

❖ بطور کلی دو منشأ اصلی ایجادکننده آئروسول‌ها عبارتند از:

آئروسول‌های طبیعی:

✓ کولاک برف، طوفان شن، طوفان گردوغبار، خاکسترهای آتشفشانی،
دوده‌های ناشی از آتش سوزی، مه، ابرها و ...

آئروسول‌های مصنوعی:

✓ ناشی از فعالیت‌های انسانی (فعالیت‌های صنعتی)
✓ معمولاً غیریکنواخت (دارای غلظت موضعی نسبتاً بالا)



اهمیت درک و یادگیری علم آئروسول

❖ بسیاری از آئروسول‌ها چه مصنوعی و چه طبیعی دارای محتویات سمی می‌باشند که می‌توانند

به هنگام تماس با گیاهان، حیوانات و دیگر موجودات اثرات وخیمی داشته باشند.

❖ با توجه به اهمیت موضوع، نیاز به موارد زیر بوضوح مشخص است:

➤ یادگیری و فهم ماهیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و رفتار آئروسول‌ها

➤ یادگیری و فهم اندرکنش آنها با سیستم‌های بیولوژیکی و اکولوژیکی

➤ ابداع وسایلی برای پایش و کنترل آنها



اهمیت درک و یادگیری علم آئروسول

❖ خواص آئروسول‌ها روی تولید، جابجایی و سرنوشت نهایی آلاینده‌های اتمسفری تأثیر می‌گذارد.

❖ مهم‌ترین موارد کاربرد دانش آئروسول‌ها در بهداشت حرفه‌ای:

- سنجش و کنترل آلاینده‌های ذره‌ای در محیط‌های شغلی و عمومی
- ارزیابی خطرات و سمیت ذرات استنشاق‌شده
- مدیریت آئروسول‌های درمانی برای معالجه بیماری‌های تنفسی و بیماری‌های دیگر

❖ تعریف فناوری آئروسول:

- مطالعه خواص، رفتار و اصول فیزیکی آئروسول‌ها و کاربرد این دانش برای سنجش و کنترل آن‌ها
- کاربرد فناوری آئروسول‌ها به حیطه‌های علوم فیزیک، شیمی و مهندسی نیز گسترش یافته است.



تقسیم‌بندی‌های مختلف برای آئروسول‌ها

۱- آئروسول‌های اولیه و ثانویه

آئروسول‌هایی که مستقیماً پس از تولید وارد اتمسفر می‌شوند را آئروسول‌های اولیه و ذراتی که در اثر واکنش‌های شیمیایی جزء گازی آئروسول‌ها (گاز با ذره) تشکیل می‌شوند را آئروسول‌های ثانویه گویند.

۲- آئروسول‌های همگن و ناهمگن

آئروسول‌هایی که ذرات تشکیل‌دهنده آن از یک جنس یا ترکیب شیمیایی ثابت باشند همگن بوده و در غیر اینصورت ناهمگن هستند.

۳- آئروسول‌های منودیسپرس و پلی‌دیسپرس

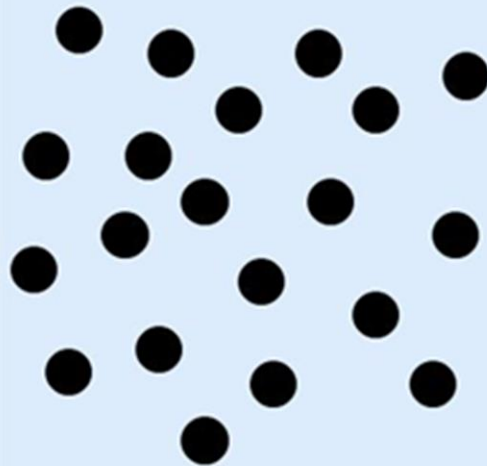


تقسیم‌بندی‌های مختلف برای آئروسول‌ها

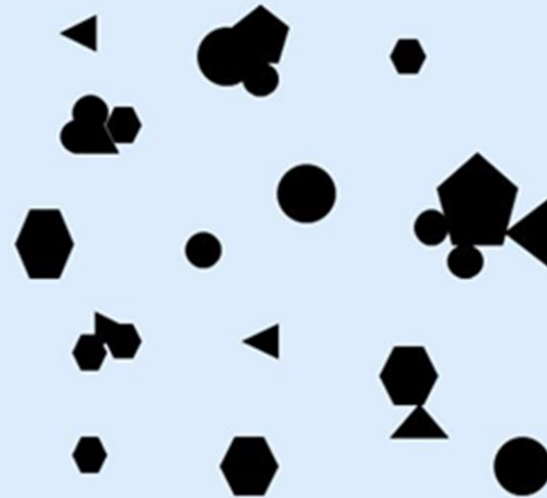
- ✓ آئروسول‌های دارای ذرات هم سایز را مونودیسپرس گویند.
- ✓ انحراف معیار سایز ذرات کمتر از ۲ میکرومتر
- ✓ اینگونه آئروسول‌ها معمولاً بطور مصنوعی در آزمایشگاه‌ها برای کارهای تحقیقاتی تولید و استفاده می‌شوند.
- ✓ آئروسول‌های پلی دیسپرس: آئروسول‌هایی که دارای رنج گسترده‌ای از سایز ذرات هستند و معمولاً یک شکل خاص هندسی ندارند.
- ✓ انحراف معیار سایز ذرات بیشتر از ۲ میکرومتر



آئروسول‌های منودیسپرس و پلی‌دیسپرس



monodisperse particles



polydisperse particles



❖ هیچ روش تقسیم‌بندی علمی سخت و محکمی در خصوص آئروسول‌ها وجود ندارد. اما بطور رایج آئروسول‌ها بر اساس شکل فیزیکی و روش تولیدشان به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

۱ - گرد و غبار (Dust)

ذرات ریز جامد که در اثر عملیات خردایش همچون خرد کردن، آسیاب کردن، سوراخ کردن، جابه‌جا نمودن، ترکاندن، پخش کردن و غیره بوجود می‌آیند.

✓ به عنوان مثال ذرات سیلیس و گچ جزء گرد و غبارها هستند.

✓ ذرات گرد و غبار شکل و سایز نامنظمی دارند و قطر آنها در محدوده ۱ تا ۱۰۰ میکرون می‌باشد.

✓ ذرات گرد و غبار می‌توانند در هوا برای مدتی معلق باقی بمانند.

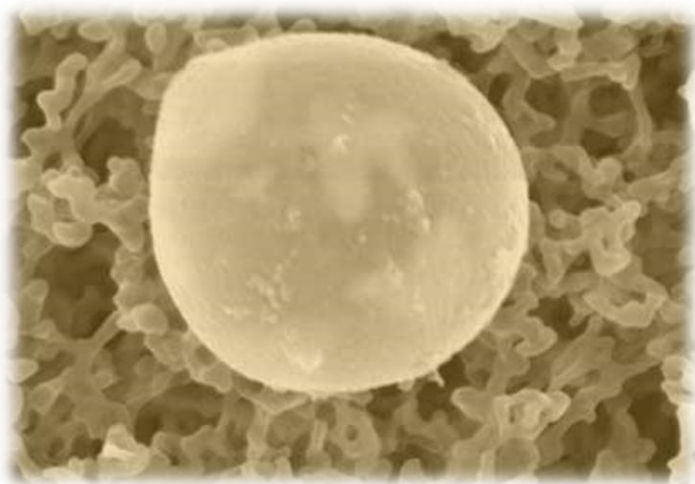


انواع آئروسول‌ها (ادامه)

۱ - گرد و غبار (Dust)

- ✓ ذرات **بزرگتر از ۱۰۰ میکرون** نمی‌توانند در هوا شناور باقی بمانند و خیلی سریع ته نشین می‌شوند.
- ✓ برای مثال: ذرات خاک اره با قطر ۵ میکرون در ارتفاع ۱۰ فوتی زمین در هوای آرام در طول مدت ۸ ساعت ته نشین می‌شوند.
- ✓ ذراتی با قطر بیشتر زودتر ته نشین می‌شوند.
- ❖ **اثرات سلامتی گردوغبارها**
 - طیف وسیعی از اثرات: واکنش‌های آلرژیک تا سرطان‌ها
- ❖ **جنبه ایمنی گردوغبارها**
 - برخی گردوغبارها حالت انفجاری دارند.
 - گردوغبار ذغال سنگ، غلات و خاک اره
- ❖ **عوارض و بیماری‌های حاصل از گرد و غبارها به:**
 - جنس گرد و غبار، اندازه ذرات، مدت زمان استنشاق و حساسیت فردی بستگی دارد.

گردوغبار (Dust)



تصویر میکروسکوپی یک ذره غبار



ایجاد یک توده گردوغبار در اثر باد و طوفان



عمل سندبلاست یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد مواجهه با گردوغبار در صنایع فلزی



انواع آئروسل ها (ادامه)

۲ - فیوم یا دمه (Fume)

- ✓ ذرات جامد کوچکی هستند که از تراکم بخارات فلزات و مواد پلاستیکی ذوب شده بوجود می آیند.
- ✓ وقتی فلز یا پلاستیک بخار می شود اتم ها به صورت منفرد در هوا پراکنده شده و سریعاً با اکسیژن هوا ترکیب و با متراکم شدنشان ذرات خیلی کوچکی را تشکیل می دهند.
- ✓ ذرات فیوم بسیار کوچکند و اندازه آنها معمولاً کمتر از ۱ میکرون (۰/۰۰۱ تا ۱ میکرون) می باشد.
- ✓ به همین دلیل قادرند به راحتی به بخش های انتهایی ریه ها رسیده و عوارض شدیدی ایجاد کنند.
- ✓ فیوم ها ذرات بسیار خطرناکی بوده و پس از رسیدن به حبابچه های ریوی وارد خون شده و عوارض خود را بر جای می گذارند.
- ✓ با گذشت زمان از اثرات آنها کاسته می شود.



انواع آئروسول‌ها (ادامه)

۲ - فیوم یا دمه (Fume)

✓ خاصیت چسبندگی (متراکم شدن) دارند و با گذشت زمان (پس از سرد شدن) ذرات بزرگتری در هوا تشکیل می شود.

مثال:



➤ فیوم های جوشکاری (فلزاتی مانند سرب، کادمیوم و روی)

➤ کلرید آمونیوم

➤ آسفالت داغ

➤ هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای



انواع آئروسول ها (ادامه)

۳- الیاف (Fiber)

ذرات جامدی هستند که طول آنها بیشتر از عرضشان است.

نسبت طول به عرض باید حداقل 3 به 1 باشد.

به این نسبت که باعث ایجاد تمایز بین ذرات جامد و الیاف می شود نسبت جوانب گفته می شود. (**Aspect ratio**)



❖ منشأ الیاف:

- الیاف معدنی یا کانی (الیاف آزبست)
- مصنوعی (فایبر گلاس)
- آلی (الیاف کنف و الیاف حاصل از حیوانات)



انواع آئروسول‌ها (ادامه)

۴- دود (Smoke)



✓ آئروسول‌های مرئی بوده و محصول احتراق

ناقص مواد آلی همچون چوب، روغن،

چربی، بافتهای حیوانی، لاستیک و سایر

مواد مشابه می‌باشند.

✓ ذرات دود دارای قطر ۰/۰۰۱ تا ۱

میکرون بوده و همانند ذرات فیوم قابلیت

چسبیدن به هم را دارا هستند.



انواع آئروسول‌ها (ادامه)

۵- آئروسول‌های مایع در هوا

ذرات و قطرات ریز مایع در هوا که با چشم قابل دیدن می‌باشند.

شامل دو گروه میست=Mist و فاگ=Fog می‌باشند.

fog: آئروسول‌های مایعی هستند که در نتیجه تراکم بخار آب در هوا ایجاد می‌شوند.

mist: آئروسول‌های مایعی هستند که در نتیجه اتمیزه شدن مایعات ایجاد می‌شوند.

میست‌ها غالباً در بالای **مخازن آبکاری** (میست اسیدکرومیک) مشاهده می‌شوند.

میست‌های **روغن** در تراشکاری در اثر شکسته شدن مکانیکی روغن

✓ ذرات این گروه معمولاً کروی بوده و به اندازه‌های حدود ۱ تا ۲۰۰ میکرون

تولید می‌شوند.



انواع آئروسول‌ها (ادامه)

۶- اسموگ Smog

✓ از دو کلمه Smoke + Fog گرفته شده و اصطلاحی است که به آلودگی‌های وسیع اتمسفری گفته می‌شود.

✓ مه دود و آلودگی ناشی از وارونگی هوا دو مورد از انواع متداول آلودگی هوا هستند که در مناطق مختلف و بر حسب شرایط موجود ممکن است اتفاق بیفتد.

❖ اثرات سلامتی مه دود:

- تحریک چشم و دستگاه تنفسی
- خطر جدی برای افراد دارای بیماری‌های قلبی و تنفسی

❖ حادثه لندن :

- در سال ۱۹۵۲ که ۴۰۰۰ نفر دچار مرگ شدند.



انواع آئروسل ها (ادامه)

۷-افشانه (Spray)

❖ به کاربردن آئروسل ها، سوسپانسیون ها و یا امولوسیون ها تحت فشار به صورت پاشیدنی به نام افشانه شناخته می شود.

❖ آئروسل های قطره ای شکل گرفته توسط شکستن و خردشدن مایع

مثال

❖ در صنایع اتومبیل در رنگ آمیزی سطوح

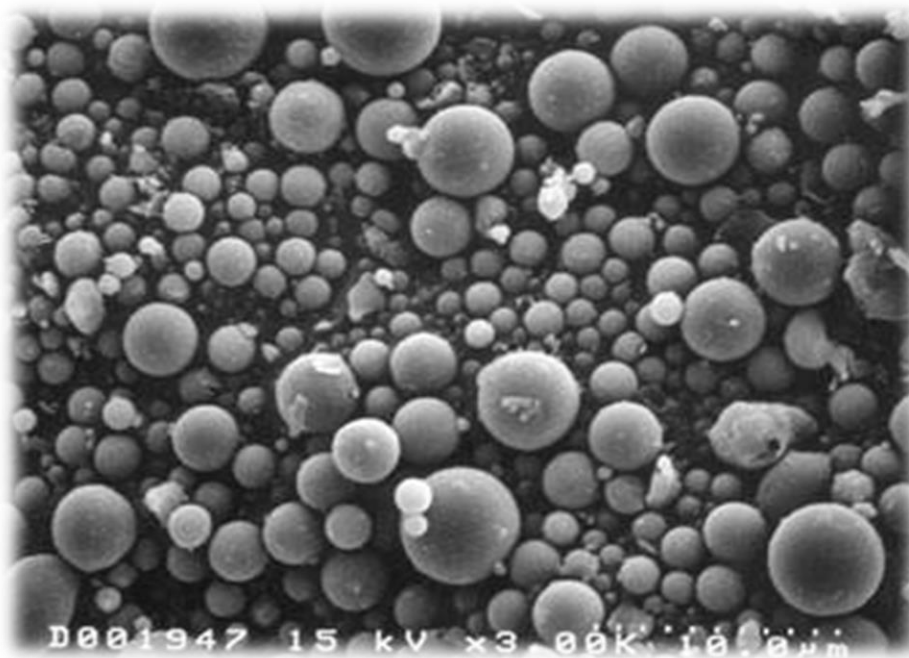
❖ در کشاورزی و بهداشت کاربرد سموم توسط سم پاش





۸- خاکستر فرار (Fly ash)

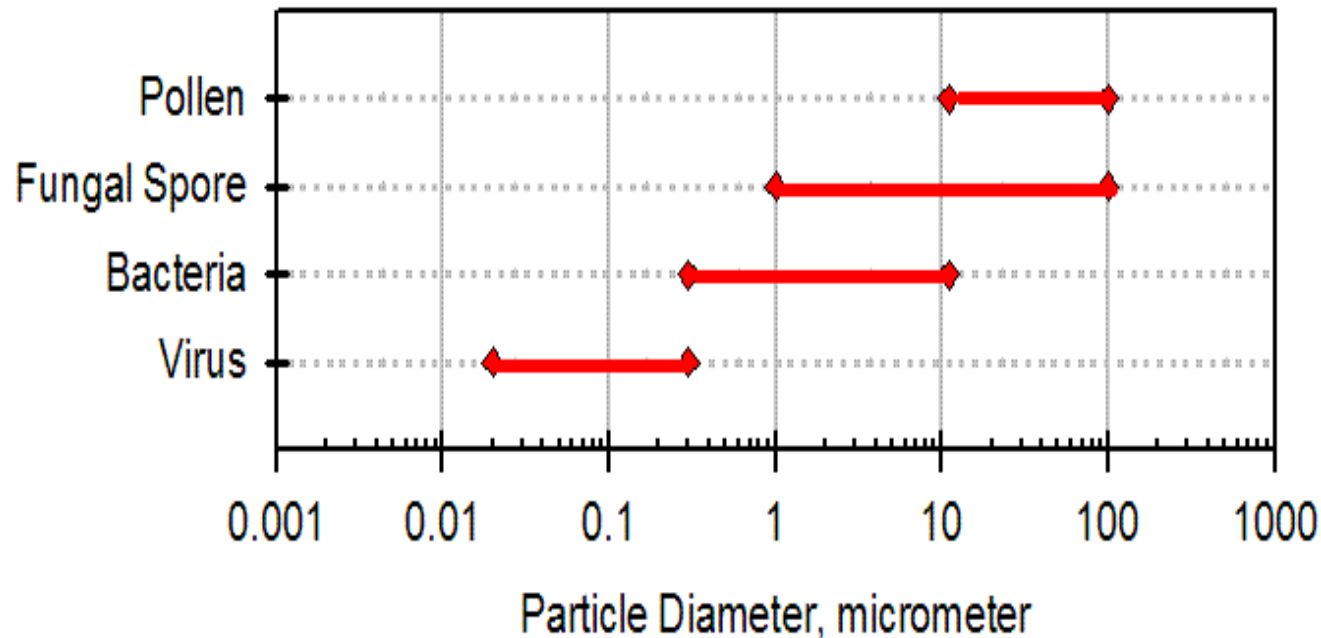
به ذرات بسیار کوچک خاکستر که در اثر احتراق مواد سوختنی وارد جریان گاز دودکش می‌شوند اطلاق می‌گردد.





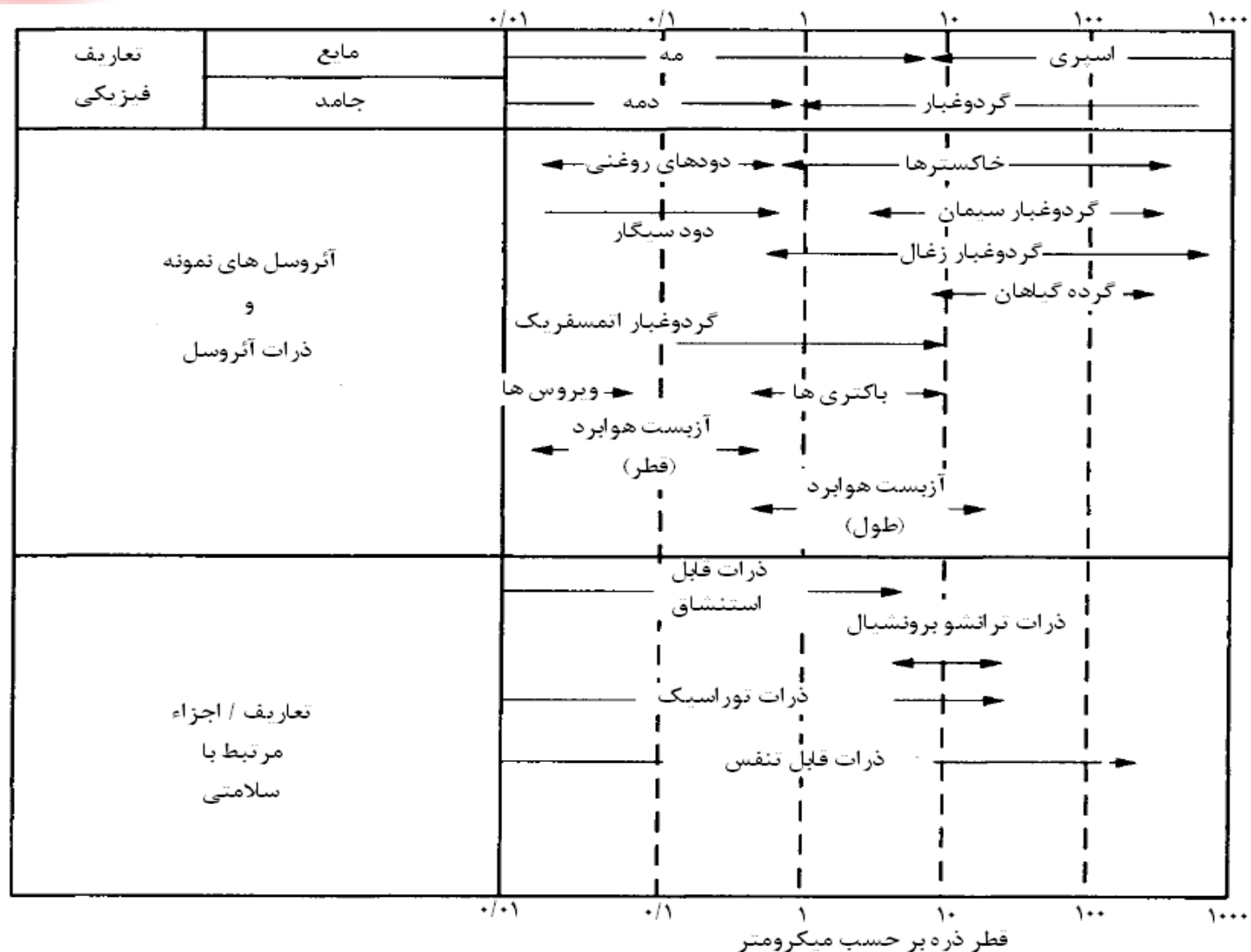
۹- بیوآئروسل

❖ ذرات هوابردی هستند که از میکروب و ویروس و عوامل وابسته مشتق شده‌اند و از نظر شکل و اندازه در گستره وسیعی قرار دارند.





بیوآئروسول





خلاصه

- ✓ **گردوغبار:** آئروسول های جامدی هستند که از احیاء مواد جامد بزرگتر تولید می شوند.
- ✓ **دمه (فیوم):** آئروسول های جامدی هستند که در نتیجه تراکم بخار فلزات جامد ایجاد می شوند.
- ✓ **فاگ:** آئروسول های مایعی هستند که در نتیجه تراکم بخار آب در هوا ایجاد می شوند.
- ✓ **میست:** آئروسول های مایعی هستند که در نتیجه اتمیزه شدن مایعات ایجاد می شوند.
- ✓ **دود:** آئروسول های جامد یا مایعی هستند که در نتیجه احتراق ناقص مواد آلی ایجاد می شوند.
- ✓ **الیاف:** ذرات جامدی هستند که طول آنها بیشتر از عرضشان است.



تقسیم بندی ذرات گرد و غبار با توجه به عمق نفوذ در ریه

❖ ذرات گرد و غبار بسته به اندازه آنها و میزان نفوذشان به عمق ریه به سه دسته تقسیم می شوند:

الف) ذرات قابل استنشاق (Respirable)

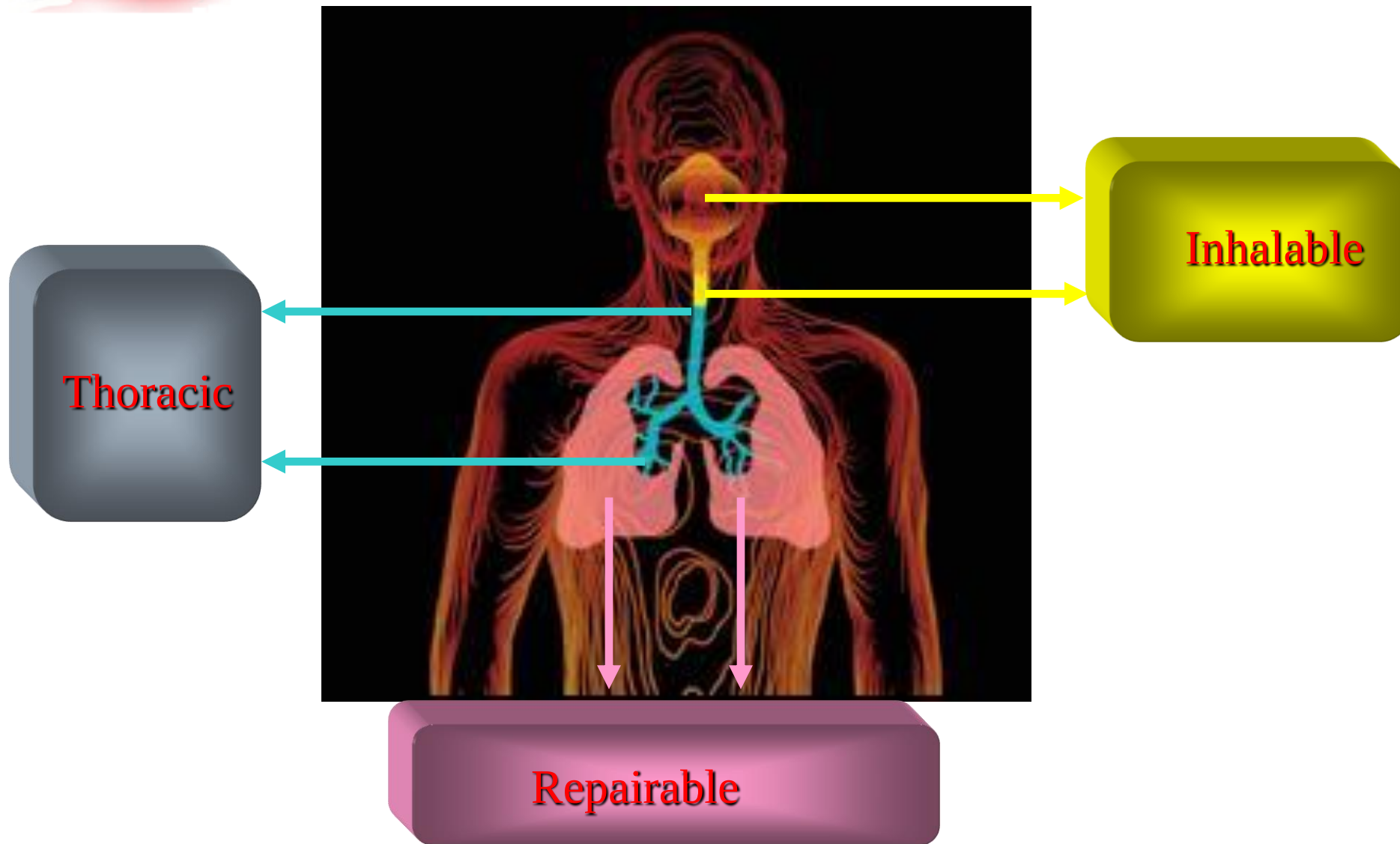
ذراتی با قطر مشخص که وارد حبابچه های ریوی شده و می توانند در ریه جایگزین شده و یا حتی وارد دستگاه گردش خون گردند.

ب) ذرات توراسیک (Thoracic)

این ذرات وارد مجرای پرزدار تنفسی شده و ته نشینی آنها عمدتاً در مجرای میانی تا حبابچه های ریوی است.

ج) ذرات قابل تنفس (Inhalable)

ذراتی هستند که وارد سیستم تنفسی شده ولی ممکن است نتوانند وارد آلوئل های ریوی شوند و در قسمت فوقانی سیستم تنفسی قرار می گیرند.





تقسیم بندی مواد شیمیایی بر مبنای اثرهای فیزیولوژیک

✓ از آنجا که نوع اثر فیزیولوژیک در گازها و بخارات به تراکم ماده بستگی دارد نمی‌توان بطور شفاف آلاینده‌ها را بر پایه اثرات فیزیولوژیک از هم تفکیک نمود.

❖ با این وجود به طور عام آلاینده‌ها را به صورت زیر تقسیم بندی می‌کنند:

- مواد التهاب آور و محرک همچون آمونیاک، اسید کرومیک، اسید فلوئوریدریک
- مواد خفگی آور همانند دی اکسید کربن و منوکسید کربن
- مواد بیهوشی آور و مخدر همچون هیدروکربن‌ها
- سموم سیستمیک مثل بنزن، فلزات سنگین و شبه فلزها (آرسنیک، فسفر)
- مواد فیروز دهنده یا حساسیت‌زا مثل سیلیس، آزبست، گرده گیاهان



نوع آلاینده	نوع صنعت
ازن، نیتروژن دی اکساید، کربن منوکساید و دمه های فلزی	جوشکاری
سیلیس، فرم آلدئید، کربن منوکساید، و سایر گردوغبارهای فلزی و غیر فلزی	ریخته گری
متیل مرکاپتان، دی متیل سولفاید، سولفور دی اکساید، کلر و کلر دی اکساید، ترپن ها و گردوغبارهای چوب	معادن
هیدروژن سولفاید، اسیدها، نیکل کربنیل، هیدروکربورهای آروماتیک و روغن های معدنی	پالایشگاهها
حلال ها، سرب، کادمیوم و ترکیبات کروم، فرم آلدئید و ایزو سیانات ها	رنگ کاری
گردوغبار و دمه های فلزی، قطران، سیلیس، میست های اسیدی و کربن منوکساید	صنایع آهن و فولاد
فرم آلدئید، گلووتارالدئید و اکسید اتیلن	بیمارستانها و کلینیک های پزشکی





دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی نیشابور



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی نیشابور



خسته نباشید

با آرزوی موفقیت

jalalim1@nums.ac.ir