



Air Pollution

Lecture 6

Sahraei

Physics Department

Razi University

<http://www.razi.ac.ir/sahraei>

اندازه و ترکیب ذرات

ذرات ایتکن با قطري کوچکتر از 0.1 میکرومتر از فرآیندهایی مانند میعان بخارات گرم یا تبدیل گاز به ذره توسط واکنش آلاینده‌های اولیه مانند NO_x ، SO_2 و NH_3 به وجود می‌آیند.

ذرات بزرگ با قطر 1-0.1 میکرومتر که از رشد هسته‌های ایتکن توسط انعقاد یا میعان بخارات پدید می‌آیند. این ذرات از سولفوریک اسید، آمونیم سولفات، آمونیم نیترات، ذرات دوده و مواد آلی تولید می‌شوند. هواویزهای جوی عمدتاً از این دسته هستند و به عنوان هسته‌های میعان برای تشکیل ابر نقش مهمی دارند.

ذرات بسیار بزرگ با قطري بزرگتر از 1 میکرومتر عمدتاً از فرآیندهای ساییدگی مکانیکی، نمک‌های دریایی و مواد سطح زمین مانند گرد و خاک که توسط باد وارد جو می‌گردند ایجاد می‌شوند.

The Aerosol Modes

Aitken mode - $0.01\text{--}0.1\ \mu\text{m}$

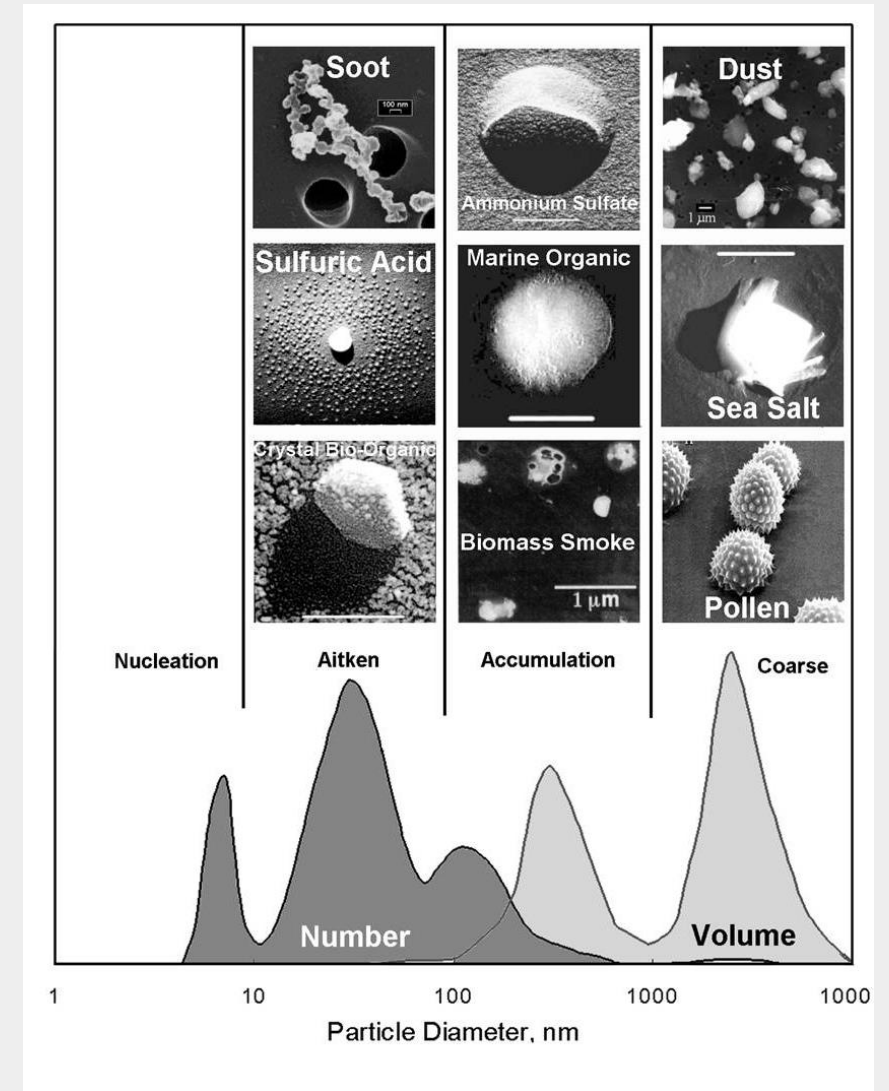
Accumulation mode (Large Nuclei) - $0.1\text{--}1\ \mu\text{m}$

Coarse mode - $>1\ \mu\text{m}$

and sometimes, the elusive

nucleation mode $<0.01\ \mu\text{m}$

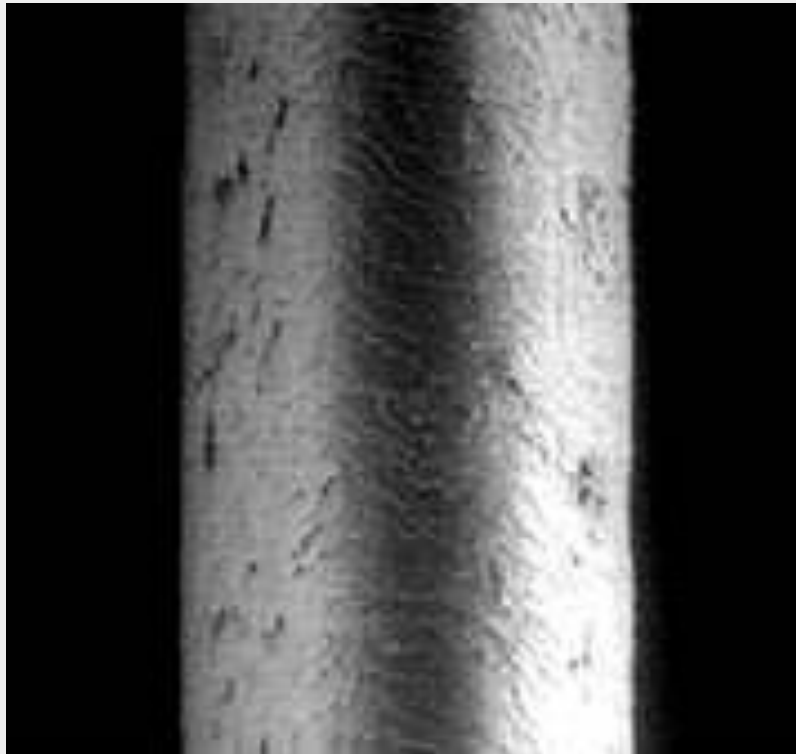
Thought accumulation mode to be most important in natural cloud formation



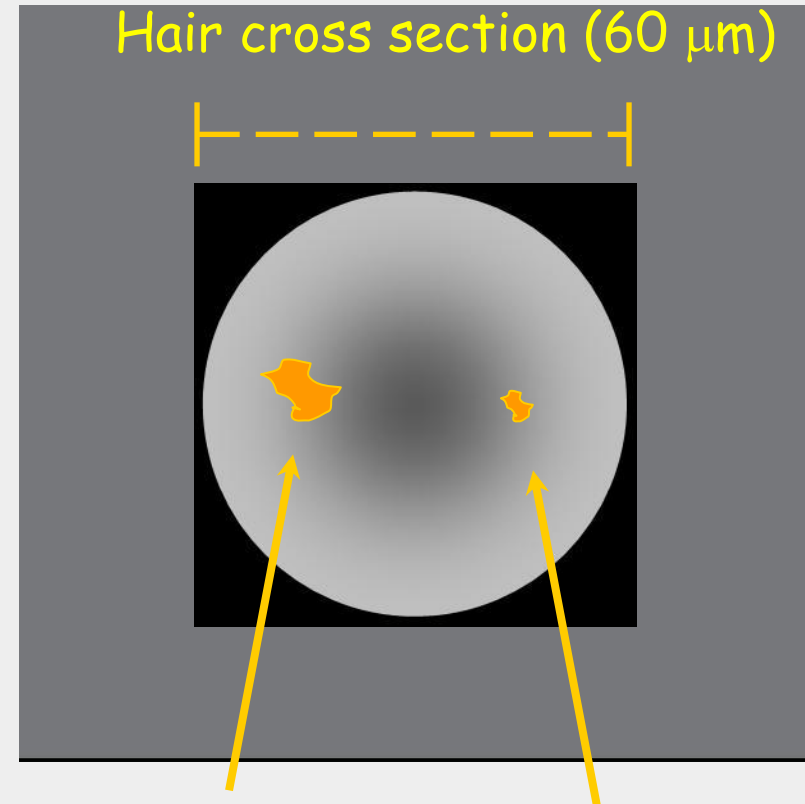
Atmospheric Aerosol Sizes

Aerosol can be as small as $0.001\text{ }\mu\text{m}$ to as large as $10\text{ }\mu\text{m}$. They vary spatially due to the local conditions.

Air Quality Monitoring

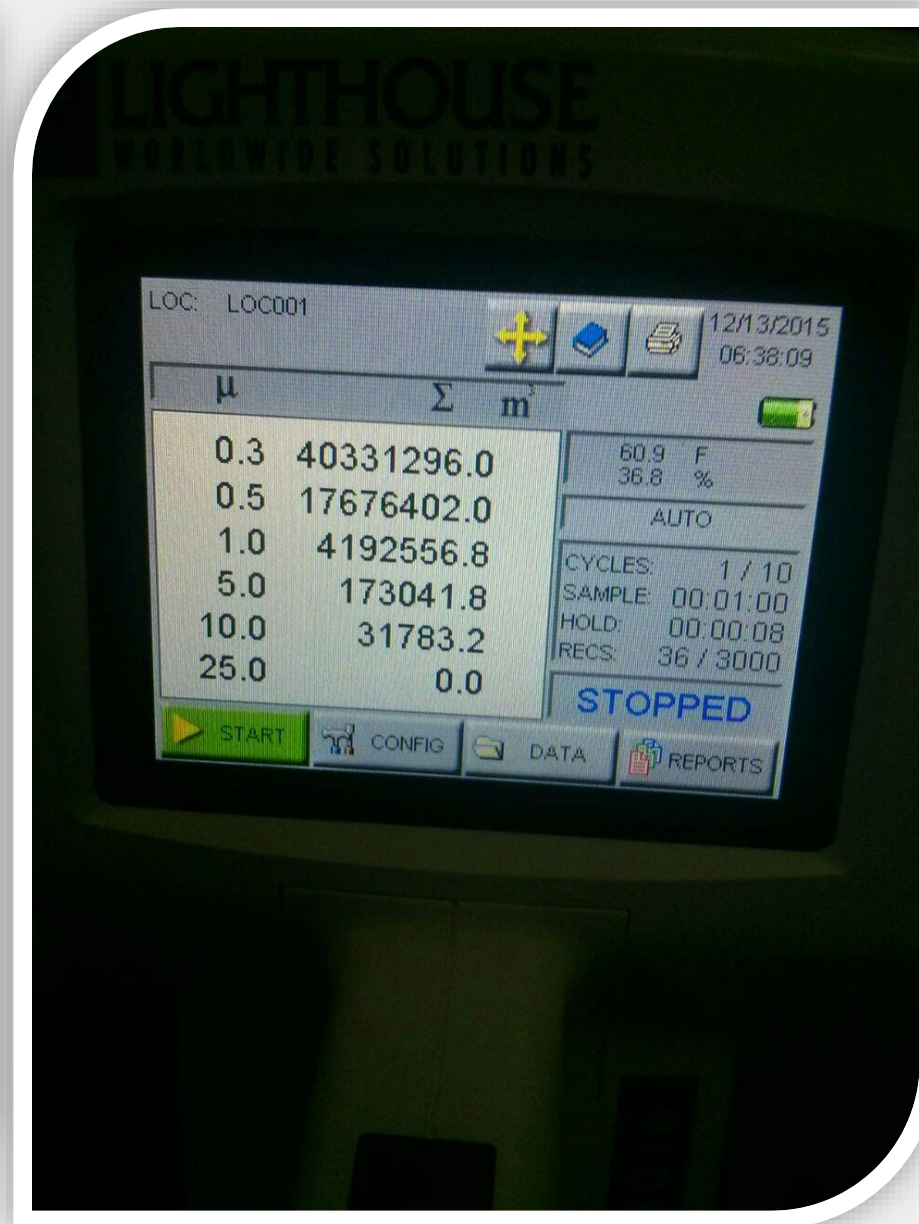
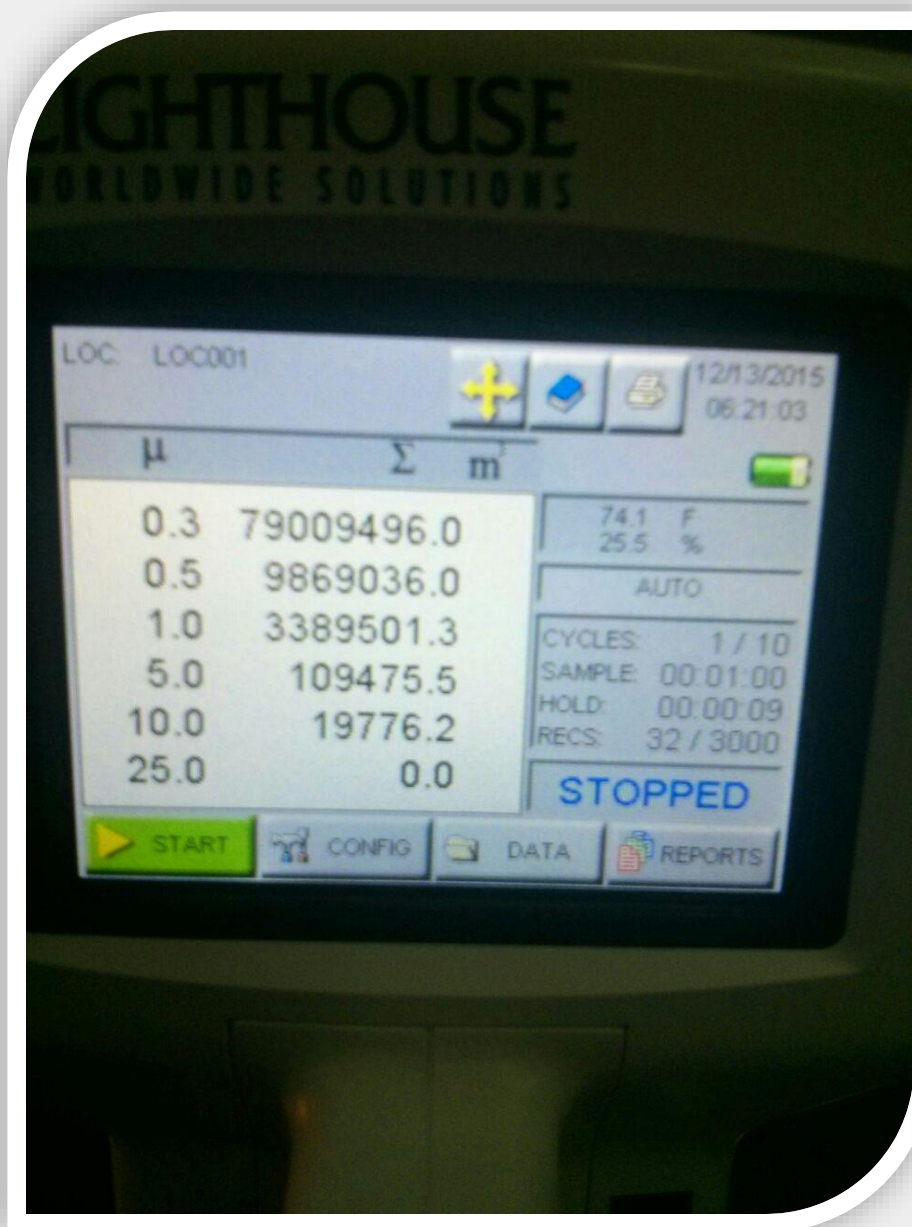


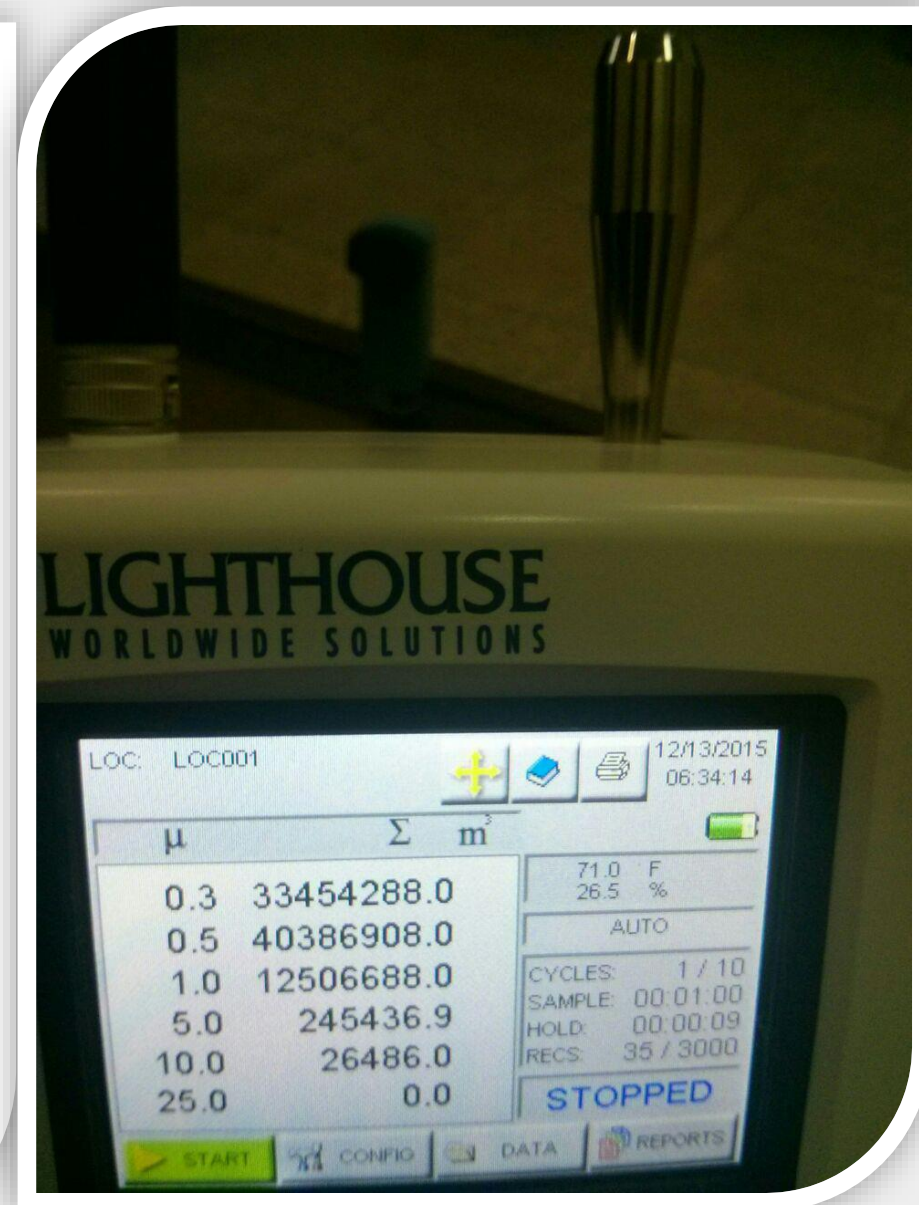
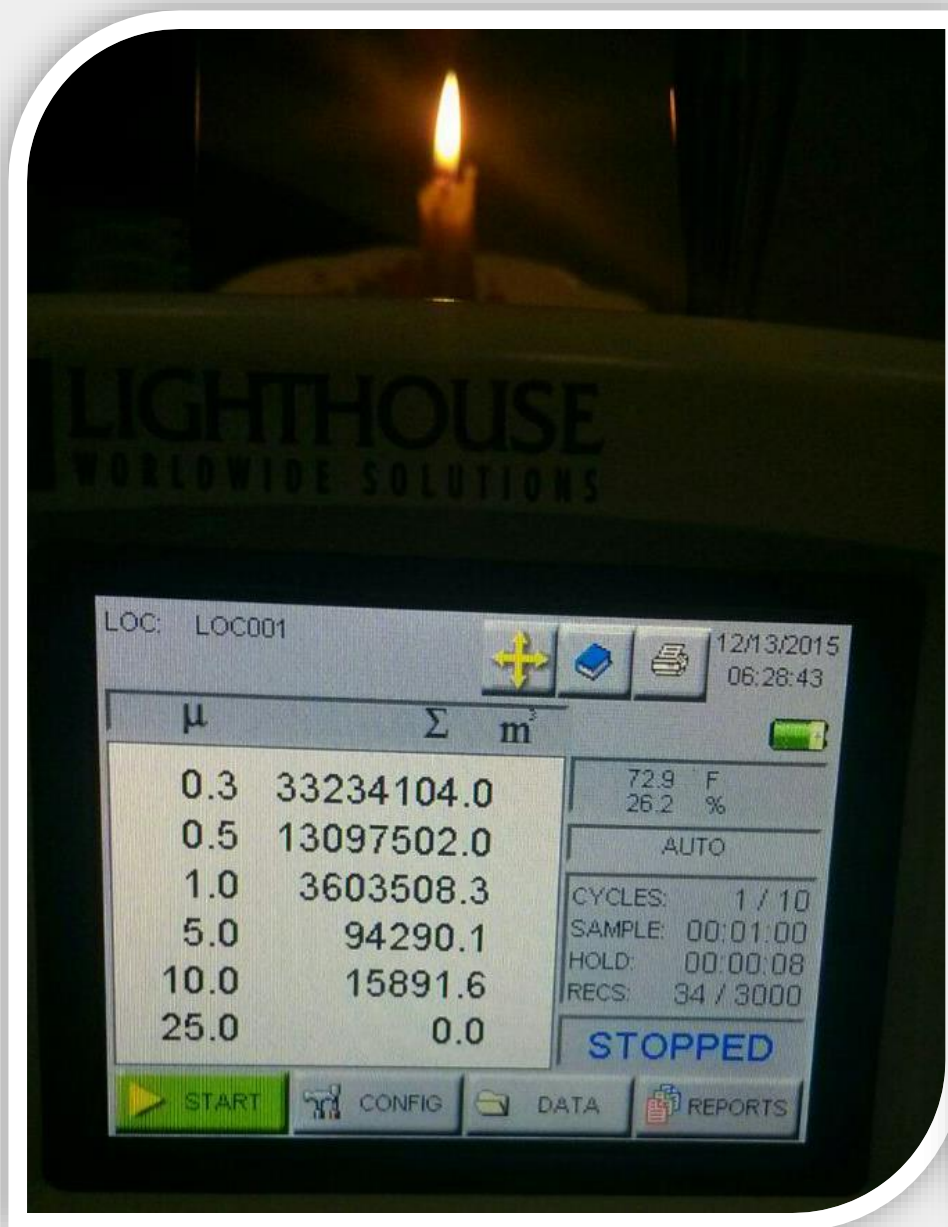
Human Hair
($60\text{ }\mu\text{m}$ diameter)



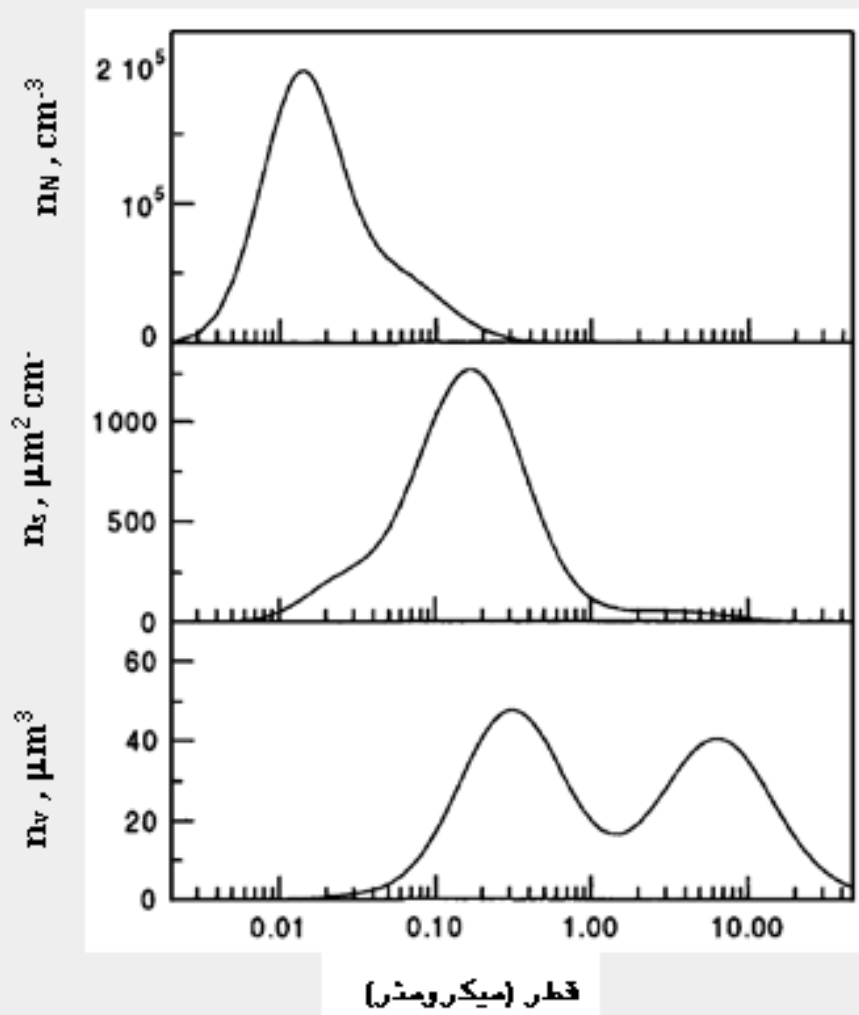
PM₁₀
($10\text{ }\mu\text{m}$)

PM_{2.5}
($2.5\text{ }\mu\text{m}$)





توزیع های عددی، سطحی و حجمی ذرات معلق شهری معمولی



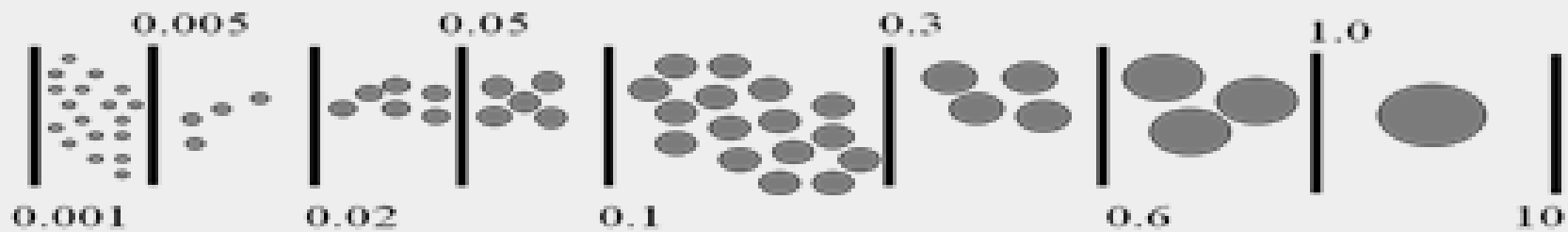
از لحاظ توزیع تعداد، ذرات کوچکتر از 0.1 میکرومتر بیشترین فراوانی را دارند

بیشتر مساحت سطح ذرات معلق مربوط به ذراتی با قطری بین 0.1 تا 0.5 میکرومتر یا ناحیه بزرگ می باشند

توزیع جرم هواویزها در دو حالت مشخص یکی در ناحیه زیر میکرون (که به ذرات بزرگ معروف اند) و دیگری در ناحیه ذرات بسیار درشت قرار دارند

توزیع اندازه ذرات

یک توزیع اندازه ممکن است پیوسته یا گسسته باشد. در توزیع پیوسته تغییرات غلظت ذرات با شعاع توسط یک تابع پیوسته و در توزیع گسسته غلظت ذرات برحسب افزایش فواصل شعاعی که محدوده‌های اندازه نامیده می‌شود توزیع می‌گردند

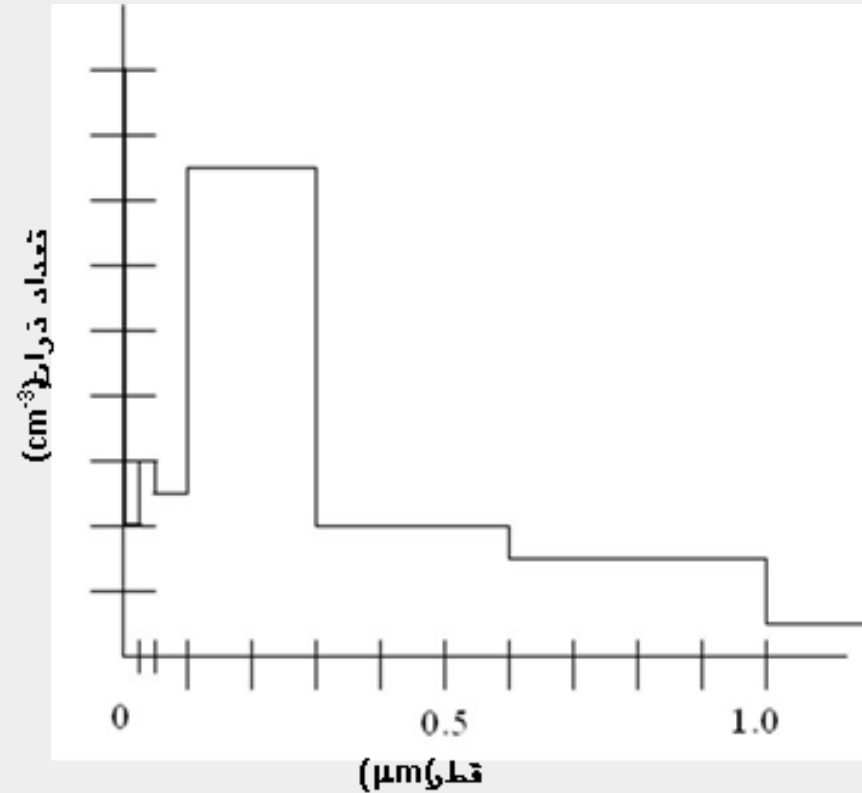


توزیع گسسته غلظت ذرات بر حسب بازه‌های شعاعی

Aerosols such as salt, dust and black carbon come in numerous shades depending on their chemical composition.



هیستوگرام مقادیر عددی غلظت ذرات بر حسب دامنه اندازه برای شکل قبل



به علت دامنه بزرگ اندازه ها، اطلاعات مربوط به اندازه های کوچک مشخص نیست و نمایش توزیع تمام اندازه های ذرات با اشکال همراه است

برای برطرف نمودن این مشکل چون تعداد و اندازه هواویزها در چندین مرتبه توانی تغییر می‌کنند می‌توان از معادلات لگاریتمی استفاده نمود.

اکنون تابع توزیع اندازه ذرات به صورت $f_n(D)$ تعریف می‌شود

و تعداد ذراتی که قطر آنها بین D و $D+dD$ در یک cm^{-3} هوا می‌باشد عبارت است از:

$$f_n(D) dD \quad (\text{ذرات } \text{cm}^{-3}/\mu\text{m})$$

تعداد کل ذرات N ، توسط انتگرال زیر بیان می‌شود

$$N = \int_0^{\infty} f_n(D) dD \quad (\text{p/cm}^3)$$

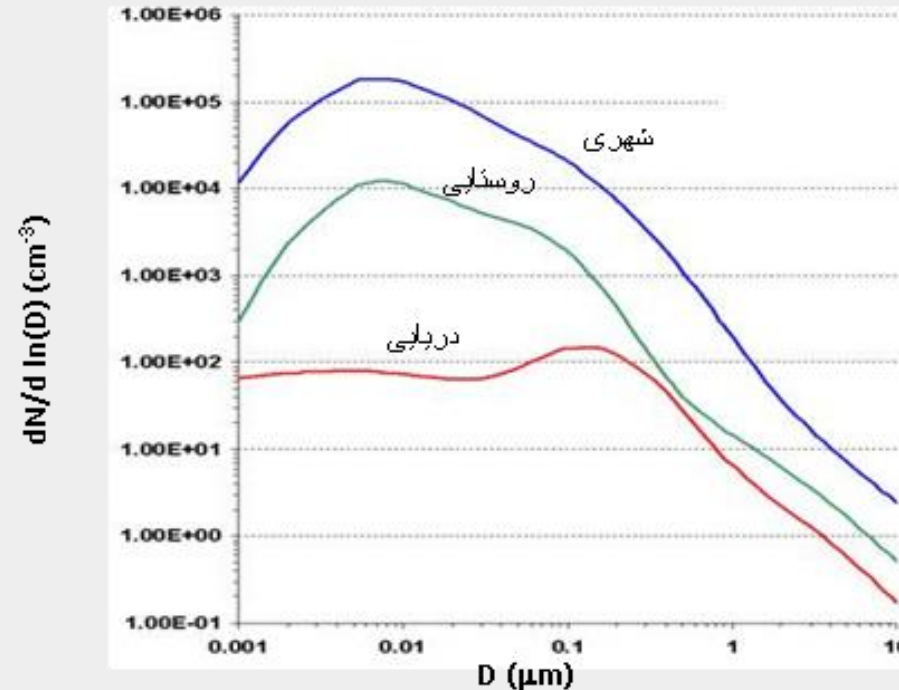
به روش مشابه توزیع اندازه را می‌توان بر حسب $\ln D$ نیز تعریف نمود که در آن تعداد ذرات در 1cm^3 هوا که قطر آنها بین $\ln D$ و $\ln D + d\ln D$ می‌باشد عبارت است از:

$$n_N(\ln D) d\ln D$$

و غلظت تعداد کل ذرات برابر است با:

$$N = \int_{-\infty}^{\infty} n_N(\ln D) d\ln D \quad (\text{cm}^{-3})$$

توزیع اندازه نمونه توسط توابع نرمال لگاریتمی برای نمایش غلظت ابروسل‌ها در محیط‌های شهری، روستایی و دریایی نشان داده شده است:



محیط‌های شهری دارای بیشترین غلظت‌های ابروسل (به اندازه 10^5 ذره بر سانتی متر مکعب) در صورتی که محیط‌های دریایی دارای کمترین غلظت ذرات (حداکثر 100 ذره بر سانتی متر مکعب) هستند.

برای محیط‌های شهری حداکثر میزان غلظت ذرات در اندازه‌های کوچک (شعاع 0.01 میکرومتر) دیده می‌شود و به طور چشمگیری در جهت کمترین مقدار فقط چند ذره در هر سانتی‌متر مکعب برای ذرات در محدوده اندازه‌های 10 میکرومتر کاهش می‌یابد.

ذرات معلق

به طور کلی به ذرات جامد کوچک و قطرات مایع ذرات معلق می گویند که در حال حاضر به شدت در آلودگی ها و مسائل و مشکلات مربوط به آن سهیم می باشند.

تذکر: آب خالص به صورت قطره ای تنها مایعی است که از این طبقه بندی مجزا است.

این ذرات به دلایل زیر مورد توجه خاص قرار می گیرند:

Particulate Matter (PM)

(1) بسیاری از ذرات معلق در مقایسه با آلوده کننده های گازی دیگر موجب اختلال مجاری تنفس می شوند.

(2) بعضی از ذرات معلق با همکاری هم اثرات سمی آلوده کننده ها را افزایش می دهند.

(3) ذرات معلق آلوده کنندگی جو را افزایش داده و باعث کاهش بینایی می شوند.

(4) ذرات معلق از بعضی از آلوده کننده های گازی موجود در جو بوجود می آیند.

ذرات معلق موجود در اتمسفر شامل انواع، اندازه ها و شکل های مختلف می باشند که از منابع زیر ناشی می شوند:

(1) منابع طبیعی مانند پراکنده شدن گرد و غبار، فعالیت های آتشفشانی، آتش سوزی در جنگل ها، گرده و هاگ

(2) فعالیتهای انسانی مانند سوختن سوخت و سائط نقلیه، استفاده از سوخت های فسیلی در گرم کردن، فعالیتهای مربوط به کشاورزی و ساخت و ساز، دود حاصل از سوختن ذغال سنگ، چوب و زباله.

(3) در بعضی موارد از واکنش گازهایی مانند NO_x ، SO_2 و VOCs با دیگر ترکیبات موجود در هوا ذرات معلق ریز شکل می گیرد.

آلاینده های ثانویه توسط تغییرات شیمیایی آلاینده های اولیه یا از تبدیل گاز به ذره تشکیل می گردند

اثرات زیان آور آلودگی اغلب به این دسته مربوط می شود.
برای مثال سولفوریک اسید حاصل از گوگرد دی اکسید برای محیط زیست زیانبارتر است.

.

سازوکار تشکیل هواویز توسط تبدیل گاز به ذره به صورت زیر می باشد :

واکنش گازها برای تشکیل محصولات فشار بخار کم (غیر قابل فرار)
هسته بندی این محصولات فشار بخار کم
چگالش بخارات بر روی سطح ذرات
واکنش گازها با سطوح ذرات موجود
واکنش شیمیایی در داخل ذرات

منابع اصلي ايروسل ها

طبيعي	غير طبيعي
اوليه ايروسل معدني نمک دریا گرد و خاک آتشفشان ايروسل هاي آلي	اوليه گرد و غبارهاي صنعتي دوده سوزاندن گیاه
ثانويه سولفات هاي ناشي از SO_2 ايروسل هاي آلي ناشي از ترکيبات آلي فرار نيترات هاي ناشي از NO_x	ثانويه سولفات ها ي ناشي از گازهاي ايجاد شده موجودات زنده سولفات هاي ناشي از SO_2 ايروسل هاي آلي ناشي از ترکيبات آلي فرار نيترات هاي ناشي از NO_x

Particulate Matter Sinks

طرق از بین رفتن ذرات معلق

ذرات معلق موجود در اتمسفر طی فرآیندهای زیر بر روی زمین ته نشین می شوند.

a) *Wet deposition*

ته نشینی رطو

1) *rainout deposition*

خروجی بارانی

2) *washout deposition*

شسته شدن

3) *sweepout deposition*

جاروب کرد

4) *occult deposition*

ته نشینی نهانی

b) *dry deposition*

ته نشینی خشک

ساز و کار خروج مرطوب ابروسل ها

