

* عامل اصلی آلودگی ^{۱۰} محیط فیزیکی ← افزایش جمعیت و رشد طیف مواد و عدم استفاده درست و توجه نکردن به پارامترها توسعه پایدار در استفاده از منابع

* آلودگی هوا با توجه به ماهیت مواد که وارد هوای شوند؛ از دو منشأ انسانی و طبیعی ایجاد می شوند. منشأ طبیعی حداقل وابسته منشأ انسانی است.

آلودگی هایی که منشأ آن ها طبیعی است ← آتش سوزی ها خود به خود، صاعقه و فعالیت آتشفشان ها، فعالیت تالاب ها، فوران خود به خود چاه ها نفت و ...

* آلودگی هوا: هرگاه ماده ای یا فوخاصی از ماده ای اعم از جامد، مایع و گاز که باعث تغییر در ترکیب هوا می شود را آلودگی هوا گویند.

ترکیب هوا تمیز ۸۰٪ گاز نیتروژن (N_2) و ۲۰٫۹۵٪ اکسیژن (O_2)
۰٫۹۳٪ گاز آرگون (Ar) و ۰٫۰۳۲٪ کربن دی اکسید (CO_2) و مقدار بسیار جزئی سایر گازها
* گاز آرگون ← گاز نجیب است و بمانده ترکیب نمی شود و آلودگی محسوب نمی شود.

* آن چه تنفس می کنیم و آن چه باعث اختراق صعب سوخت می شود ← ترکیب هوا تمیز است.

مهم ترین مسأله مرتبط با آلودگی هوا ← افزایش کربن دی اکسید که ناشی از اختراق سوخت ها فسیلی و فعالیت صنایع است.

آلاینده ها هوا ۸

(۲) SO_x ها

(۱) NO_x ها

(۴) CO

(۳) HC

(۶) سرب (pb)

(۵) ذرات معلق (pm)

(۷) اوزون (O_3)

25

* در تابلوها شاخص استاندارد آلودگی هوا (PSI) و ۷ مورد پارامتر بالا موجود است Soroush

* لایه ها جو زمین از این به بالا
 اتروسفیر
 تروپوسفیر
 مئوسفر
 استراتوسفیر
 تروپوپاوسفر

Subject:
 Year: Month: Day: ()

page: ()
 ترکیب تریپل لایه جسطح زمین

(۱) اوزون (O₃) ۸

هوای در مورد آلودگی هوا صحبت می شود و آن چه آسیب رسان است آلودگی تروپوسفیری است. O₃ در لایه استراتوسفیر به مقدار زیادی وجود دارد و اهمیت O₃ این است که در لایه استراتوسفیر باید جلوی اشعه فرابنفش (uv) خورشید را بگیرد که باعث گوارشی بیش از حد زمین نشود و باعث از بین رفتن همه موجودات و سرطان ها نشود. بنابراین وجود مقدار O₃ زیاد در لایه استراتوسفیر خضال گفته است ولی اگر O₃ در لایه تروپوسفیر زیاد شود نگران گفته است.



O₃ در نگاه اول شاید عطر آلودگی نداشته باشد ولی می تواند باعث تشدید تولید NOx ها شود؛ زیرا اکسیژن آزاد ترکیب O₃ عامل زیادی در ترکیب شدن با N₂ ۸



۱۵ بنابراین این دو نوع آلودگی هوا وجود دارد ۸

(۱) آلودگی اولیه → دوزی از ماده آلاینده که می تواند مستقیماً به سلامت انسان تأثیر بگذارد، مثل CO که در مقادیر بسیار کم باعث مرگ متری انسان ها می شود و از بین رفتن موجودات زنده. (۸)

(۲) آلودگی ثانویه → این نوع آلاینده ها به تدریج نگران گفته هستند مثل O₃؛ ولی مقدار انسان ۲۰ می تواند آلاینده ها را کمتر از مقادیر اولی ها مثل ترکیبات NOx و SOx که بسیار کم هستند و خطرناک هستند.

(*) اثر مستقیم به سلامت انسان ندارند اما باعث تشدید اثر سایر آلاینده ها می شوند و به شکل ظاهری سافیل ها و به شکل آلودگی، به کیفیت آب و هوا اثر می گذارند.

(۲) سرب (pb) :

منبع اصلی سرب آلودگی هوا انسان است و منشأ طبیعی ریخت آلودگی هوا ندارد. دلیل اصلی وجود آلودگی این آلاینده، احتراق سوخت است. سرب به عنوان بهبوددهنده به سوخت افزافه می شود. در سال ها اخیر استفاده از سرب به دلیل سمی بودن آن و اثر نامطلوبش بر عیدک ها کاتالیست و حسگرها استثنی و ممنوع شد.

5

بعد از حذف سرب از سوخت در بعضی موارد (در سوخت ها B04 و B05 هنوز از سرب استفاده می شود). به سوخت ها MTBE افزافه می کنند (میل تریتری بوتیل اتر) که یک ترکیب شیمیایی و غیر آلوده پتروسیمی است. این ترکیب یک ترکیب فرار هیدروکربنی است که به جای سرب جهت بهبود احتراق و افزایش عدد اکتان به سوخت افزافه می شود.

MTBE نیز عوارضی دارد، هم چون بزرگ سرطان. ولی چون ترکیب فراری است و مثل سرب و 10 ذرات معلق مدت طولانی در هوا باقی نمی ماند، عوارض کمتری دارد.

(۳) ذرات معلق یا Particulate matter (pm) :

ذرات معلق معمولاً قطری بین اره تا ۱۰ μm (میکرومتر) دارند و به دلیل کوچک بودن و وزن کمی که دارند، می تواند مدت طولانی در هوا معلق باقی بماند؛ یعنی قابلیت ترسیب یا ته نشین شدن را به دلیل وزن کمشان ندارند.

* ذرات معلق هم منشأ انسانی دارند و هم منشأ طبیعی.

منشأ طبیعی: رانش ها زمین، خرد شدن سنگ ها در اثر فرآیندها فرسایشی، فوران آتشفشان ها.

منشأ انسانی: فرآیندها صنعتی و فعالیت ها صنایع مثل پالا یسگاه ها، احتراق سوخت ها، گران کنی ها و فعالیت ها داخل معدن، خرد کردن انواع سنگ ها و...

* ذرات معلق انواعی از مواد مختلف هستند مثل انواع فلزات سنگین، مقدار زیادی ذرات گرد و غبار، مقدار زیادی هیدروکربن ها سوخته شده و سوخته نشده و...

25

* ذرات معلق را با توجه به اندازه ها شان به دو گروه تقسیم می کنند :

الف) ذرات متعلق با اندازه ای حدود $10 \mu m$ یا بزرگتر (PM_{10}) 8
این ذرات توسط پزرها بینی و مخاط بینی جذب می شوند و وارد بدن انسان (در تنه تنفسی) نمی شوند و پس ترانی جری ایجاد نخواهند کرد.

ب) ذرات متعلق با اندازه ای حدود $10 \mu m$ یا کوچکتر (PM_{10}) یا ($PM_{2.5}$) 8
این ذرات از طریق آب داخل چشم، از طریق بینی و دهان به راحتی وارد بدن انسان می شوند. به راحتی وارد نایزها و لیسها هواها داخل سینه ها می شوند و در آن جا رسوب می کنند و باعث آب آوردن ریه و سرطان ریه می شوند.
این ذرات حتی در صورت استفاده از ماسک نیز، جذب بدن خواهند شد و غیر قابل کنترل هستند.

10

* در تابلوها PSI و $PM_{2.5}$ از حد مجاز زیاد تر شود، یعنی سطح تابلو به جا رنگ سبز، زرد یا قرمز شود، نشان دهنده این است که شرایط در محدوده هشدار است.
کسانی که آسیب پذیرتر هستند و قدرت جذب آلودگی بیشتری دارند بهتر است در این شرایط از خانه خارج نشوند مثل کودکان، سالمندان و...
15 اثر در شرایط هشدار از خانه خارج نشود، از انجام فعالیت ها پر تحرک مثل ورزش ها هواری بپرهیزد.

۱۴) مونوکسید کربن (CO) 8
ترکیبات اکسید شده ناقص کربن هستند. و سلامت انسان و جانوران اثر می ندارد.
اثرات اولیه بسیار جد دارد؛ آلودگی (دوری بیشتر شود قطعا موجب آلودگی و مرگ موری خواهد شد.
20 در زمستان به علت احتراق ناقص سوخت در بخاری ها، CO بوجود می آید که موجب مرگ خاموش می شود.
 CO گازی بی بو است.

* CO_2 نیز ماده آ خطرناک است زیرا اثرات و عوارضی که ایجاد می کند جهانی هستند مثل:
۱) اثر گلخانه ای ۱۲ گرمایش جهانی

* مسئله که CO نسبت به CO_2 دارد این است که چون CO یک ظرفیت خالی دارد پس میل ترکیبی زیادی دارد. پس از موادی که CO با آن ترکیب سبزی دارد هموگلوبین است.

هموگلوبین خون انسان که دارا عنصر آهن هست. هنگام تنفس انسان، اکسیژن از طریق خون با آهن هموگلوبین ترکیب می شود و در کل بدن گردش می شود.
میل ترکیبی هموگلوبین با CO، صد برابر بیشتر از اکسیژن است؛ پس ترکیب هموگلوبین با CO حتی در دوزهای پایین هم باعث ایجاد مسمومیت می شود.
مشکلاتی که این ترکیب بوجود می آورد: مسمومیت، سرگیجه، حالت تهوع، سفیدی چشم و یبوستی و ... اگر دوز این ترکیب بالا تر رود اتفاقات بسیار خطرناکی رخ خواهد داد.

نقشه محاسبه میزان مونوکسید کربن در خون :

* % CoHb یعنی میزان کربوکسی هموگلوبین که در خون افراد ممکن است وجود داشته باشد و 10

$$\% \text{CoHb} = 0.005 \times (\text{Co})^{0.85} \times (\alpha t)^{0.63}$$

Co ← مقدار مونوکسید کربن بر حسب ppm یا ppb

t ← زمانی که انسان تحت تأثیر مونوکسید کربن قرار می گیرد بر حسب دقیقه (min)

15

α (نوع فعالیت) → فعالیت سبک یا استراحت ← $\alpha = 1$
فعالیت ها سنگین یا ورزش ← $\alpha = 3$

نکته: فصول بالا در حالتی است که از سطح فعالیت افراد خبر داریم.

نکته: اگر سطح فعالیت افراد در سوال ذکر نشده بود از فرمول زیر استفاده می کنیم 20

مقدار کربوکسی هموگلوبین که در خون همه افراد وجود دارد

$$\% \text{CoHb} = (0.16 \times \text{Co}) + 0.05$$

مثال) در صد کربوکسی هموگلوبین در خون فردی را که 1 ساعت در غاس با 40 ppm مونوکسید کربن بوده است را در دو حالت استراحت و فعالیت سنگین حساب کنید.
 $t = 60 \text{ min}$

25

$$\% \text{CoHb} = 0.005 \times (40)^{0.85} \times (1 \times 60)^{0.63} = 1.5168 \%$$

Soroush

$$\% \text{CoHb} = 0.005 \times (40)^{0.85} \times (3 \times 60)^{0.63} = 3.0306 \%$$

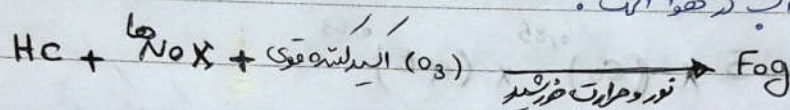
5) هیدروکربن ها بدون اعتراق (HC) :

این هیدروکربن ها سوخته نشده اند. خود این مولکولی تواند ضریب از ذرات معلق باشند ولی به لحاظ ماهیت کربوهیدرات هستند.

کربوهیدرات ها از این نظر خطرناک هستند که در مجاورت اکسیدکننده ها قوی مثل O_3 و نور خورشید و آلانسی ها فتوشیمیایی ایجاد می کنند به این محصول ایجاد شده مه (دور فتوشیمیایی) (photochemical Fog) گویند.

HC فتوشیمیایی $\rightarrow$ آلکان ها $\rightarrow$ قطری $\rightarrow$ آروماتیک ها $\rightarrow$ حلقوی و متار $\rightarrow$ به راحتی از بین رفته و به یونیت جذب می شوند.

* این پدیده ترکیبی از مه یعنی رطوبت هوا که به دلیل کاهش دما به حد اشباع رسیده است با قطرات ذرات معلق آب در هوا است.



* محصول ایجاد شده ماده آسرتوب و سمی و خطرناک است. این ماده به راحتی وارد ریه انسان می شود و عوارض بسیاری دارد. در شهرها صنعتی مثل لندن با این پدیده بسیار روبرو هستند.

* در تابلوها PSI در سطح شهرها، پاراقتر HC دیده نمی شود. اما دو عاملی که در وجود آفتان Fog مؤثر هستند $(NO_x \text{ و } O_3)$ در تابلوی PSI دیده می شوند. پس اثر دو NO_x و O_3 در تابلوی PSI زیاد بود و رطوبت هوا نیز زیاد بود می توان به پدیده مه دور فتوشیمیایی مشکوک شویم.

20

6) ترکیبات اکسید شده نیتروژن (NOX) :

سه ترکیب NO_2 ، NO ، N_2O ترکیبات اکسید شده نیتروژن هستند.

* گازها NO و N_2O گازهایی بی رنگ و بی بو هستند.

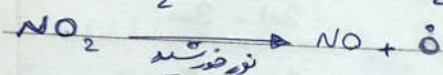
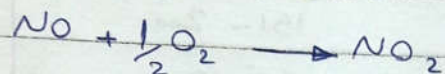
* معمولاً N_2O بسیار کم در لایه های پایین جوین (تروپوسفر) دیده می شود.

* در لایه تروپوسفر بیشتر NO و NO_2 دیده می شود که در حال تبدیل شدن به یکدیگر هستند.



* NO_2 بیشترین مقدار را در لایه تروپوسفر دارد و این بسیار نادر است زیرا این گاز، گازی سمی است و وجود این گاز در هوای توان حس کردن. گاهی به خط افق که ها نارنجی و قهوه ای دیده می شود که به علت وجود این گاز در هوا است.

اثرات مسمی گاز NO_2 ← باعث سوزش چشم و سوزش ریه می شود.
در دفعه ها بالای تواند سرطان را بیاورد و باعث عفونت ریه و آب آوردن ریه و آب آوردن 5 اطراف دستگاه های که در تنفس نقش دارند مثل قلب و ریه و ... شود.

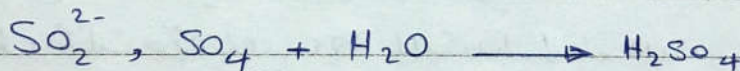


10

۷) ترکیبات اکسید سولفرد (SO_x):

این ترکیبات بسیار خطرناک هستند و ارتباط رطوبت وجود دارند با سولفات. دلیل ترکیبی زیادی با رطوبت دارند و می توانند ایجاد باران ها اسید باشد. * SO_2 و SO_4^{2-} دو ترکیب مهم SO_x هستند. این صفت ناشر آلودگی رطوبت و ارتباط با ریه های تنفس زیر می دهد:

15



عوارض ثانویه SO_x ها ← ایجاد باران اسیدی، به ساختارهای شهری و تکنولوژی و امکانات آسیب می رساند، باعث آبریزش رفتن یافت ها زنده خاک و گیاهان می شوند، مقایسه به صورت گازی در هوا وجود دارند که از طریق جذب ریه باعث تشدید بیماری های تنفسی و کاهش اکسیژن رسانش به ریه ها و خون می شوند.

20

شاخص کیفیت هوا (AQI): شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است.

این شاخص مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن آن) آگاه می سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می کند. به عبارت دیگر AQI به اثرات سلامتی ناشی از مواجهه با هوا آلوده (ناسالم) می پردازد.

* AQI برای پنج آلاینده اصلی هوای در آن محاسبه می شود: SO_x ، NO_x ، CO و O_3 و Pb .

25

می شود.

ارتباط شاخص کیفیت هوا با سطح اهمیت بهداشتی و ریسک‌ها متناظر با آن (جدول صفحه ۵ PDF)

دستی / شاخص کیفیت هوا در دسته زیر باشد	کیفیت هوا را این گونه توصیف می‌کنیم	بارش زیرین می‌دهیم
0 - 50	خوب	سبز
51 - 100	متوسط	زرد
101 - 150	ناسالم برای گروه‌ها حساس	نارنجی
151 - 200	ناسالم	قرمز
201 - 300	ضری ناسالم	بنفش
بالای 300	خطرناک	خرمایی

رنگ سبز - کیفیت هوا خوب است. رنگ زرد نارنجی - شرایط هشدار
رنگ قرمز، بنفش و خرمایی - شرایط نگران‌کننده و پرهیز از خروج از منزل.

مراحل محاسبه AQI برای یک شهر (صفحه ۸ و ۹ PDF)

۱۵) شناسایی غلظت آلاینده‌ها اصلی هوا در ایستگاه

۲) تبدیل غلظت هر آلاینده به AQI با استفاده از رابطه (۱)

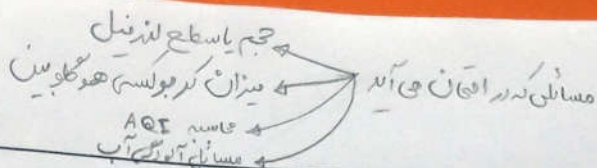
۳) انتخاب بالاترین مقدار AQI هر ایستگاه به عنوان AQI آن ایستگاه

۴) مقایسه بالاترین مقادیر AQI ایستگاه‌ها

۵) انتخاب بالاترین مقدار AQI از بین هر ایستگاه‌ها به عنوان مقدار AQI آن شهر

به منظور محاسبه مقدار AQI از رابطه زیر استفاده می‌شود. پارامترها مورد استفاده در رابطه (۱) و جدول نقاط شکست برای AQI (صفحه ۱۰ PDF) در آستان داده می‌شود. بدست می‌آید:

$$I_p = \frac{I_{hi} - I_{lo}}{BP_{hi} - BP_{lo}} (C_p - BP_{lo}) + I_{lo}$$



د) تعین آلاینده مسئول $\rightarrow$ AQT لاین هست ساعت از بقیه بیشتر است پس لاین به عنوان آلاینده مسئول معرفی می شود. (2.6 لاین 8 ساعته دانه 2.1-3.0 $\rightarrow$ حواضیل ناسالم)

* مثال بیشتر $\rightarrow$ مثال 2 صفحه 12 PDF

5 نکته: نکاتی که در مسائل آلودگی پسماندها 8

* معادله است در مسئله به جای سبب حجم لندفیل، سطح لندفیل خواسته شود.

$$\text{حجم} = \text{سطح} \times \text{عمق} \Rightarrow \text{سطح} = \frac{\text{حجم}}{\text{عمق}}$$

مسائل آلودگی آب 8

10 فارغ از این که نوع آلاینده چه باشد، بحث غلظت آلاینده بسیار مهم است. غلظت را گاهی غلظت مولی، گاهی غلظت معمولی و گاهی غلظت نرمالیه یا اکی والانی می سنجیم.

* غلظت ها بر حسب ppm یا ppb یا پپب یا پپم $\rightarrow$ $\text{ppm} = \frac{\text{حجم آلاینده}}{\text{حجم محلول}} \times 10^6$ و $\text{ppb} = \frac{\text{حجم آلاینده}}{\text{حجم محلول}} \times 10^9$

1) غلظت معمولی 8 $\rightarrow$ $C = \frac{\text{حجم ماده آلاینده}}{\text{حجم محلول}}$

مثال 1) اگر 2 gr CaOH را به دو لیتر آب مقطر خالص با چگالی $1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}}$ اضافه کنیم، غلظت CaOH را محاسبه کنید.

2 لیتر آب مقطر $\rightarrow$ آب مقطر $2 \text{ kg} = \frac{2 \text{ lit}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}}}$

چگالی آب $= 1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}}$

$\text{حجم محلول} = 2 \times 10^3 + 2 = 2002 \text{ gr}$

$C = \frac{2 \text{ gr}}{2002 \text{ gr}} = \frac{1}{1001} \times 10^6 \text{ ppm}$

20

2) غلظت مولی :

اکی والان از زمان $\rightarrow$ $\text{غلظت مولی (نرمالیه)} = \frac{\text{اکی والان از زمان}}{\text{حجم محلول}}$

حجم مولی $\rightarrow$ $\text{اکی والان} = \frac{\text{حجم مولی}}{\text{ظرفیت مانع}}$

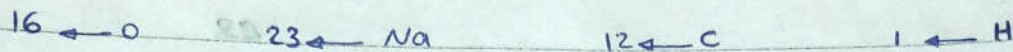
25

Subject:

Year : Month : Day : ()

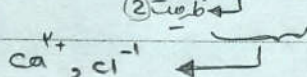
page : ()

* حجم اتمی فقط عدد :



$$5 \quad \text{حجم اتمی} \times \text{تعداد عنصر} = \text{حجم مولولی} \quad *$$

بدلت آوردن ظرفیت :



مثال : اگر در ظرفی 2 gr H_2SO_4 را به دو لیتر آب مقطر اضافه با چکانی 1 kg آب اضافه کنیم و خلطت نرمالیه H_2SO_4 را محاسبه کنیم.

$$15 \quad 2 \text{ lit} = \text{حجم آب مقطر} \quad \Rightarrow \quad \text{حجم آب} = \frac{2 \text{ lit}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}}} = 2 \text{ kg}$$

$$\text{اسید والان} = \frac{\text{حجم مولولی}}{\text{ظرفیت ماده}} = \frac{98}{2} = 49 \text{ gr}$$

$$20 \quad H_2SO_4 = (2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16) = 98 \quad \text{حجم مولولی}$$

* ظرفیت ماده چون اسید است به تعداد H است پس ظرفیت H_2SO_4 2 است.

$$\text{خلطت نرمالیه} = \frac{\text{اسید والان از ماده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{49 \text{ gr}}{2002 \text{ gr}} \times 10^6 \text{ ppm} = 0.024 \times 10^6 \text{ ppm}$$

$$25 \quad \text{حجم محلول} = 2 \times 10^3 + 2 = 2002 \text{ gr}$$