بزرگترین سایت دانلود کتاب فارسی : www.takbook.com

رادیکال آزاد

رادیکال آزاد، هر یک از اتمها و یا مولکولهایی است که دارای یک الکترون جفت نشده باشند. به عبارتی رادیکالها، مولکولها یا اتمهایی هستند که تمام والانس‌های آن سیر نشده و در واقع مولکولی اشباع نشده می‌باشد مثل رادیکال متیل .(CH3) رادیکالهای آزاد موجب فشارهای جزئی به میزان کمتر از 10^{-6}میلی‌متر جیوه شده و از طول عمر کوتاهی (معمولا کمتر از 10^{-3} ثانیه) برخوردارند. وجود زودگذر چنین اتمها و رادیکالهایی توسط مطالعات اسپکتروسکوپی ثابت شده است.

دید کلی

هر چند که در ساده ترین تعریف، رادیکال آزاد، هر یک از مولکولها و اتمهایی است که دارای یک الکترون جفت نشده باشند. ولی باید توجه داشت که مولکولهایی مانند اکسید نیتریک و اکسیژن نیز از این قاعده پیروی می‌کنند، لکن بصورت عادی نمی‌توانند از باب رادیکالهای آزاد مطرح باشند بنابراین این اصطلاح (یعنی رادیکال آزاد) شامل مولکولهای عادی پایدار نمی‌شود. از جمله رادیکالهای آزاد ساده می‌توان به H, Cl, OH, CN, CH3 اشاره کرد. چنینی رادیکالهایی از اهمیت فوق العاده‌ای در واکنشهای گرمایی و فتوشیمیایی، پلیمریزاسیون و احتراق برخوردارند. آنها در هر دو فاز مایع و گازی دارای اهمیت می‌باشند، لکن به هر حال دستگاههای فاز گازی بسیار ساده تر بوده و تفسیر قاطعانه‌تری را اجازه می‌دهند. با وجود این حتی در فاز گازی، روشهای تجربی بناچار پیچیده و غیر مستقیم هستند، زیرا موادی با چنین طول عمر کوتاه را نمی‌توان در غلظتهای زیاد تهیه کرد. بنابراین چنین عواملی، امکان تهیه، ارزیابی و شناسایی رادیکالها را با اشکالات بسیار زیاد مواجه می‌سازد .

تاریخچه

در طول قرن نوزده میلادی غالبا رادیکالهای آزاد بصورت ناصحیح بعنوان اصل مسلم در نظر گرفته می‌شده‌اند .**فرضیه آووگادرو** بوسیله شیمیدانان مواد آلی آن زمان بصورت جدی مورد توجه واقع نشده بود و موادی مانند C_2H_6 غالبا بصورت CH_3 توصیف می‌گردید. با پایان یافتن قرن نوزده میلادی، این وضعیت مورد بررسی قرار گرفت و امکان موجودیت رادیکالهای آزاد، با کشف تری‌فنیل‌متیل‌رادیکال بوسیله **گامبرگ "Moses Gomberg"** به وضوح تایید شد. پس از این تاریخ بسیاری از رادیکالهای آزاد کشف و چنینی ترکیباتی در مکانیزمهای شیمی آلی بعنوان یک اصل پذیرفته شد .

تشکیل رادیکال آزاد

بطور کلی، رادیکالهای آزاد بوسیله شکستگی یک پیوند در یک مولکول پایدار، با بوجود آمدن دو قطعه که هر یک از آنها حاوی یک الکترون جفت نشده است، تشکیل می‌شوند .

$R_1__R_2 \text{ <------> } R_1. + .R_2$

باید توجه داشت که امکان دارد قطعات حاصله بطریقی تغییر شکل یابند و بویژه این تغییر شکل از ترکیب شدن مجدد آنها شود. در بسیاری از موارد، ترکیب شدن مجدد تقریبا در هر برخورد R_1 و R_2 با همنوع خود رخ می‌دهد و ترکیب مخلوط تعادلی تحت شرایط معمولی، دلالت بر تجزیه مقدار بسیار کمی از ترکیب به رادیکالها می‌نماید. همچنین بسیاری از روشهای دیگر نیز باستثنای ترکیب

شدن مجدد مورد ملاحظه قرار گرفته است که با استفاده از آنها، رادیکالها تغییر شکل داده اند. رادیکالها از طول عمر کوتاهی) معمولا کمتر از 10^{-3} ثانیه) برخوردارند و به همین دلیل آنها غالبا دارای اهمیت بسیار زیادی در علم سینتیک واکنش هستند .

روشهای تهیه رادیکال آزاد

روشهای متداول تهیه رادیکالهای آزاد را می‌توان به سه نوع گرمایی، الکتریکی و فتوشیمیایی تقسیم نمود :

روش گرمایی

در روشهای گرمایی، یک مولکول پایدار در درجه حرارت زیاد تجزیه می‌شود. باید توجه داشت که در شرایط استثنایی امکان دارد که در یک حالت تعادلی، تفکیک بسوی رادیکالها قابل ملاحظه باشد. بنابراین امکان دارد که اتمهای هیدروژن بوسیله حرارت دادن به هیدروژن در یک درجه حرارت بسیار زیادی تهیه شوند :

$H_2 <----> 2H$.

بعنوان مثال در دمای ۱۹۰۰ k° این حالت تعادلی در فشار یک اتمسفر بسوی ۱% تفکیک سوق داده می‌شود .
همچنین در چند مورد، تفکیک بسوی رادیکالها در دمای اطاق در موادی در محلول، مشاهده شده است. بدین ترتیب امکان تهیه رادیکالها، در غلظتهای زیاد و با طول عمر قابل ملاحظه وجود دارد. از جمله مواردی که می‌توان بدان اشاره کرد، **هگزا فنیل‌اتان** است که در محلول بنزن در ۵ درجه سانتیگراد تا حد ۳% به رادیکالهای **تری‌فنیل‌متیل** با غلظت ۳-۲% تفکیک شده و نیز **هگزا-(پارا- بی -فنیلیل)-اتان** است که واقعا در شرایط مشابه تا حد ۱۰۰% تفکیک شده است .
به هر حال معمولا تجزیه های گرمایی برگشت ناپذیر می‌باشند. در این حال اکثر مواد آلی گازی تماما و یا قسمتی از آنها بوسیله مکانیزمی که طی آن، شکافتن مولکول بسوی رادیکالها با تشکیل دو رادیکال متیل آغاز می‌شود، تجزیه می‌گردند .

$C_2H_6 <-------> 2\ .CH_3$

روش الکتریکی

در روش الکتریکی رادیکالها را می‌توان از طریق عبور گاز مورد نظر از مکانی که یک تخلیه الکتریکی در سرعت زیاد در آن برقرار می‌شود، تهیه نمود. در این روش طیفهای اتمی تهیه می‌شوند و از این روش غالبا برای بررسی واکنشهای شیمیایی اتمهای هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن استفاده می‌گردد .

روش فتوشیمیایی

از جمله روشهایی که برای تهیه رادیکالهای آزاد بسیار عمومیت دارد، روشهای فتوشیمیایی است. تقریبا کلیه ترکیبات آلی گازی به روش فتوشیمیایی از مسیر رادیکالهای آزاد تجزیه می‌شوند و این روش از کاربرد گسترده‌ای برخوردار است. بدین روش، دو ماده کلر و استون در حد گسترده‌ای مورد استفاده واقع می‌شوند. کلر در تابش نور در ناحیه پیوسته طیف جذبی خود به اتمهای کلر تجزیه می‌شود .

$cl_2 + hv <------> 2.cl$

بسیاری از واکنشهای اتمهای کلر بدین روش مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین **فتولیز "photolysis"**استون در حد گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. در چنین واکنشی بدون هیچ گونه ابهامی ثابت شده است که شکافت اولیه با استفاده از تابش گستره ۲۵۳۷ تا ۳۱۳۰ آنگستروم رخ می‌دهد .

CH_3COCH_3+ hv <---------> .CH_3CO+ .CH_3

این واکنش یکی از عمومی‌ترین منابع تهیه رادیکالهای **متیل** و **استیل** است .
تابش امواج با طول موج کوتاه و ذرات بنیادی پر انرژی (مانند آنچه در فروپاشیهای هسته‌ای ملاحظه می‌شود) نیز امکان دارد که بسوی تهیه رادیکالها و یونها سوق داده شود. باید توجه داشت که چنین سیستمهایی همه روزه از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شوند، لکن معمولا پیچیده هستند .

شناسایی رادیکالها

اولین روشهای شناسایی رادیکالها، مستلزم در نظر گرفتن خواص شیمیایی آنها بوده است. بعدها از روش های مطمئن‌تری مانند طیف سنجی جذبی و طیف سنجی جرمی استفاده شد. به طور کلی، شناسایی رادیکالها به روشهای زیر انجام می‌گیرد :

- روشهای شیمیایی
  - ازاله آئینه (mirror removal method)
  - گیر اندازی رادیکالها
- طیف‌بینی جذبی (absorption spectroscopy)
- طیف‌سنجی جرمی(mass spectrometry)

آلودگی هوا

دید کلی

- چند بار تا به حال دوده خفه کننده ماشین‌ها را در خیابان دیده‌اید؟
  <BR< < li>
- چرا در روز روشن آسمان آبی را نمی‌بینید؟
- فوران دوده از کارخانجات صنعتی چه فوایدی دارد؟
- پناهگاه بیماران تنفسی در شهر آلوده کجا می‌تواند باشد؟

این آلودگی هواست که طبیعت زیبا را در خود گم می‌کند و زندگی سالم را نه تنها از انسانها بلکه از تمام موجودات سلب می‌کند .

موضوع چیست؟

اوزون که جزء اصلی مه دود است، گازی است که از ترکیب اکسید نیتروژن و هیدروکربنها در حضور نور آفتاب بوجود می‌آید. در اتمسفر ، ازن بطور طبیعی به صورت لایه‌ای که ما را از اشعه ماورای بنفش محافظت می‌کند، وجود دارد. ولی زمانی که در سطح زمین تولید شود، کشنده است .

اوزون از کجا می‌آید؟

اتومبیلها ، کامیونها و ... ، یکی از اصلی ترین منابع اوزون هستند. در سال ۱۹۸٦ ، مقدار حیرت انگیز ٦,٥ میلیون تن هیدروکربنهای مختلف و ۸,٥ میلیون تن اکسیدهای نیتروژن توسط خودروهای موتوری وارد هوا شدند .نیروگاهها ، کارخانه‌های شیمیایی و پالایشگاههای نفت نیز سهم بزرگی در همین مساله دارند و نیمی از انتشار هیدروکربنها و نیتروژن در کشور آمریکا مربوط به آنهاست .

خطر مه دود

صدمات ریوی ناشی از هوای آلوده به اوزون ، خطری است که هر ۳ نفر از ۵ نفر با آن روبرو هستند. اکثر مردم نمی‌دانند که مه دود به غیر از انسان به سایر موجودات زنده هم آسیب می‌رساند .مه دود ازنی ، مسئول صدمات زیاد به درختان کاج و نابودی محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق کشاورزی است .

هوای آلوده چیست؟

هر ماده‌ای که وارد هوا شود ، خواص فیزیکی ، شیمیایی و زیستی آن را تغییر می‌دهد و به چنین هوای تغییر یافته ، **هوای آلوده** گویند .

عوامل آلوده کننده هوا

زباله‌های موجود در هوا

*هوای شهرها دارای یک ترکیب از گازهای آلوده کننده می‌باشد. در شهر **لوس آنجلس** ، گازهای کشنده ناشی از کارخانجات با دوده ، اکسید نیتروژن ، منوکسید کربن و سرب اگزوز ماشینها ترکیب می‌شود .*

- **عوامل طبیعی :**فوران‌های شدید آتشفشان ، وزش توفان ، بادهای شدید و ... ، گازها و ذراتی را وارد هوا می‌کنند و سبب آلودگی آن می‌شوند.
- **فعالیت انسان :**کارخانجات صنعتی ، کشاورزی ، شهرسازی ، وسایل گرمازا ، نیروگاهها ، وسایل نقلیه و ... ، از عوامل آلوده کننده هوا هستند .

مواد آلوده کننده هوا

- **منوکسید کربن :**گاز سمی منوکسید کربن ، بطور عمده مربوط به خودروهایی است که مصرف سوخت آنها بنزین می‌باشد. این خودروها مقدار زیادی گاز **CO** را از طریق لوله اگزوز وارد هوا می‌کنند.
- **دی‌اکسید گوگرد :**عمدتا مربوط به نفت کوره) نفت سیاه) است که در بعضی صنایع و تاسیسات حرارت مرکزی و تولید نیرو مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- **اکسیدهای نیتروژن دار :**بطور عمده مربوط به نفت کوره ، گازوئیل و مقدار کمتری مربوط به مصرف بنزین و نفت سفید است.
- **هیدروکربن‌های سوخته نشده :**عمدتا مربوط به خودروهایی است که بنزین مصرف می‌کنند. نفت کوره و گازوئیل در این مورد سهم کمتری دارند.
- **ذرات ریز معلق :**بطور عمده ، از سوختن نفت کوره حاصل می‌شود.
- **برمید سرب :**در نتیجه مصرف بنزین در موتور اتومبیل‌ها حاصل می‌شود.
- **سایر ترکیبات سربی :**بنزین خودروها اغلب دارای ماده‌ای به نام **تترا اتیل سرب** است که به منظور روان کردن کار سوپاپ‌ها و به‌سوزی بنزین به آن اضافه می‌شود. این ماده هنگام سوختن بنزین ، باعث پراکنده شدن ذره‌های جامد و معلق ترکیبات سرب در هوا می‌شود که هم سمی‌اند و هم به صورت رسوب‌های جامد وارد دستگاه تنفسی می‌شوند .

بالا ، بالا ، بالاتر

در جایی دور ، بالای سر ما ، لایه نامرئی و ظریفی از اوزون وجود دارد که ما را از تشعشعات خطرناک ماورای بنفش خورشیدی محافظت می‌کنند .لایه ازن قرنهاست که آنجا بوده است .

دورتر

ولی اکنون انسان این سپر محافظ را از بین می‌برد .**کلرو فلوئورو کربنها** (**CFCS**) ، **هالونها** ((**halons**)و سایر مواد شیمیایی مصنوعی ، در ۱۰ تا ۵۰ کیلومتری بالای سر ما شناورند. آنها تجزیه شده ، مولکولهایی آزاد می‌کنند که اوزون را از بین می‌برد .

CFCها چه موادی هستند؟

CFCها موادی هستند که صدها مصرف گوناگون دارند .زیرا آنها تقریبا غیر سمی و مقاوم در برابر شعله بوده ، براحتی تجزیه نمی‌شوند. به خاطر چنین پایداری ، آنها تا ۱۵۰ سال باقی خواهند ماند. گازهای CFC به آرامی تا ارتفاعات ٤٠ کیلومتری صعود کرده و در آنجا تحت نیروی عظیم تشعشعات ماورای بنفش خورشید شکسته شده ، عنصر شیمیایی کلر را آزاد می‌کنند.
بعد از آزادی هر اتم کلر قبل از برگشت به زمین که سالها طول می‌کشد، حدود صد هزار مولکول اوزون را از بین می‌برد. سه و شاید پنج درصد لایه ازن در سطح جهان تاکنون توسط گازهای CFC تخریب شده است .

بعدش چی؟

با تخریب ازن در لایه‌های بالای اتمسفر ، کره زمین اشعه ماورای بنفش دریافت می‌کند که موجب بروز سرطان پوست ، بیماری آب مروارید چشم و تضعیف سیستم دفاعی بدن می‌شود. با نفوذ بیشتر اشعه ماورای بنفش از لایه‌های اتمسفر ، اثرات آن روی سلامتی بدتر شده ، بهره‌دهی محصولات کشاورزی و جمعیت ماهی‌ها کاهش خواهد یافت و آسایش هر فرد روی این سیاره تحت تاثیر قرار خواهد گرفت .

نگرانی روز افزون

اثرات زیست محیطی مقادیر عظیمی از مواد زاید خطرناک که هر ساله تولید می‌شود، موجب نگرانی بیش از پیش شده است. در سال ۱۹۸۳ ، ۲٦٦ میلیون تن مواد زاید خطرناک تولید شده است .

تهدید اکوسیستمها

کشورهای پیشرفته بیش از هفتاد هزار ماده شیمیایی مختلف تولید می‌کنند که بیشتر آنها بطور کامل از نظر ایمنی آزمایش نشده‌اند. استفاده نامحتاطانه از این مواد ، مواد غذایی و آب و هوای ما را آلوده کرده ، اکوسیستمهایی را که ما به آنها متکی هستیم، شدیدا" تهدید می‌کند .

راهیابی مواد شیمیایی به محیط زیست

مواد شیمیایی به بخش جدا نشدنی از زندگی روزانه ما تبدیل گشته‌اند. ما از وسایل رفاهی مانند پلاستیکها ، پودرهای رختشویی و آروزولها که از مواد شیمیایی ساخته شده‌اند، استفاده می‌کنیم .ولی اغلب از هزینه پنهانی که ناشی از آنهاست بی‌خبریم. نهایتا آنها از طریق محلهای دفن زباله ، زهکشیها و فاضلابها به آب و یا زمین راه پیدا می‌کنند .

مواد سمی در پلاستیک‌ها

اگر چه مصرف کنندگان به ندرت محصولات پلاستیکی را که روزانه ساخته می‌شود و بسته بندی که در آن خرید می‌کنند، به مساله آلودگی سمی ربط می‌دهند، باید دانست که اکثر مواد شیمیایی که در تولید و ساخت پلاستیکها مورد استفاده قرار می‌گیرند، بسیار سمی هستند. برحسب درجه بندی EPA باید دانست که از ۲۰ ماده شیمیایی که تهیه آنها موجب تولید بیشترین مقدار کل مواد زاید خطرناک می‌شود، پنج ماده شیمیایی از شش مورد اولی ، موادی هستند که بطور مستمر در صنایع پلاستیک‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند .

آلودگی هوا و باران اسیدی

باران اسیدی چیست؟

یکی از آثار و نتایج آلودگی هوا باران اسیدی است. در دو دهه اخیر و در برخی نواحی صنعتی و بر اثر فعالیت‌های کارخانه‌ها میزان دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید ازت در هوا افزایش یافته است. این دو ماده در اتمسفر با اکسیژن و بخار آب واکنش شیمیایی ایجاد می‌کند و به صورت اسید نیتریک و اسید سولفوریک در می‌آید. این ذرات اسیدی مسافت‌های طولانی را بوسیله باد طی می‌کنند و به صورت باران اسیدی بر سطح زمین فرو می‌ریزند. چنین بارش‌هایی ممکن است به صورت برف یا باران یا مه نیز در بیاید .

پیامدهای باران اسیدی

- باران اسیدی باعث از بین رفتن بناها و آثار تاریخی بخصوص در ساختمان‌هایی که از سنگ مرمر یا آهک ساخته شده باشند، می‌شود.
- باران اسیدی میزان حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد و حتی ممکن است مواد سمی را وارد خاک‌ها کند.
- باران اسیدی موجب نابودی درختان و کاهش مقاومت آنها بخصوص در برابر سرما می‌شود.

آلاینده های شیمیایی هوا

مقدمه کلی

آلاینده‌ها بر حسب ترکیب شیمیایی‌شان ، به **دو گروه آلی و معدنی** تقسیم می‌شوند. ترکیبات آلی حاوی کربن و هیدروژن هستند. برخی از ذرات آلی که بیش از سایر ذرات آلی در اتمسفر یافت می‌شوند، عبارتند از :فنلها ، اسیدهای آلی و الکلها .معروفترین ذرات معدنی موجود در اتمسفر عبارتند از نیتراتها ، سولفاتها و فلزاتی مانند آهن ، سرب ، روی و وانادیم .

منابع آلاینده‌ها

هوا دارای آلاینده‌های طبیعی نظیر هاگهای قارچها ، تخم گیاهان ، ذرات معلق نمک و دود و ذرات غبار حاصل از آتش جنگلها و فوران آتشفشانهاست .همچنین هوا حاوی گاز منوکسید کربن تولید شده به شکل طبیعی (CO) حاصل از تجزیه متان (CH_4) و هیدروکربنها به شکل ترپنهای ناشی از درختان کاج ، سولفید هیدروژن (H_2S) و متان (CH_4) حاصل از تجزیه بی‌هوازی مواد آلی می‌باشد.

منابع آلاینده‌ها را بطور کلی می‌توان در چهار گروه اصلی طبقه بندی کرد: شامل وسائط نقلیه موتوری ، وسائط نقلیه هوایی ، ترنها ، کشتی‌ها و هر نوع استفاده و یا تبخیر بنزین ، در بر گیرنده تامین انرژی و حرارت لازم برای مقاصد مسکونی ، تجاری و صنعتی ، نیروگاههای مولد برق که با نیروی بخار کار می‌کنند، مانند صنایع شیمیایی ، متالوژی ، تولید کاغذ و پالایشگاههای تصفیه نفت ، شامل زایدات ناشی از مصارف خانگی و تجاری ، زایدات زغال سنگ و خاکستر باقیمانده از سوزاندن بقایای کشاورزی .

هیدروکربنها

ترکیبات آلی که تنها دارای هیدروژن و کربن هستند، به نام **هیدروکربن** نام می‌گیرند که بطور کلی به دو گروه **آلیفاتیک و آروماتیک** تقسیم می‌شوند .

هیدروکربنهای آلیفاتیک

گروه هیدروکربنهای آلیفاتیک شامل آلکانها ، آلکنها و آلکینها هستند. آلکانها عبارتند از:
هیدروکربنهای اشباع شده که در واکنشهای فتوشیمیایی اتمسفر نقش ندارند. آلکنها که معمولا به نام اولفین‌ها خوانده می‌شوند، اشباع نشده هستند و در اتمسفر از لحاظ فتوشیمیایی تا حدودی فعال‌اند. این گروه در حضور نور خورشید با اکسید نیتروژن در غلظتهای زیاد واکنش نشان می‌دهند و آلاینده‌های ثانوی مانند پراکسی استیل نیترات (PAN) و ازن (O_3) را بوجود می‌آورند.
هیدروکربنهای آلیفاتیک تولید شده تا حدود (۳۲۶ mg/m^3)برای سلامت انسان و جانوران خطرساز نیست .

هیدروکربنهای آروماتیک

هیدروکربنهای آروماتیک که از لحاظ بیوشیمیایی و بیولوژیکی فعال و برخی از آنها بالقوه سرطانزا هستند، یا از بنزن مشتق شده‌اند و یا به آن مربوط می‌شوند. افزایش میزان ابتلا به سرطان ریه در نواحی شهری به هیدروکربنهای چند هسته‌ای خارج شده از اگزوز اتومبیل‌ها نسبت داده شده است .**بنزوپیرین ، سرطانزاترین هیدروکربنهاست** .بنزاسفنانتریلین ، بنزوانتراسین و کریزین هم مواد سرطانزای ضعیف‌اند .

منابع هیدروکربنها

میل‌لنگها و کاربراتورها ، بیشترین درصد آزادسازی هیدروکربنها را به خود اختصاص داده‌اند.
تجهیزات سوزاننده مکمل که با کاتالیست کار می‌کنند، هیدروکربنها را آزاد کرده و منوکسید کربن را سوزانده و تولید CO_2 و *آب* می‌نمایند .

تکنولوژی کنترل هیدروکربنهای متصاعد شده از منابع ساکن

تکنولوژی کنترل هیدروکربنهای متصاعد شده از منابع ساکن عبارتند از :**خاکستر سازی ، جذب ، تراکم و جایگزین نمودن سایر مواد .**

فرآیند خاکسترسازی با دستگاههای سوزاننده مکمل و دستگاههای سوزاننده مکمل کاتالیستی صورت می‌گیرد. جذب سطحی توسط کربن فعال صورت می‌گیرد و جذب هیدروکربنها بوسیله یک محلول شوینده در برجهای سینی‌دار ، شوینده‌های جت و برجهای آکنه ، برجهای پاشنده و شوینده‌های ونتوری صورت می‌گیرد .

منوکسید کربن

گاز منوکسید کربن ، بیرنگ ، بی‌مزه و بی‌بو است و در شرایط عادی از لحاظ شیمیایی بی‌اثر و طول عمر متوسط آن در اتمسفر حدود ۲,۵ ماه است. در حال حاضر مقدار منو اکسید کربن در اتمسفر بر روی اموال انسانی ، گیاهان و اشیا بی‌اثر یا کم‌اثر است. در غلظتهای زیاد منو کسید کربن ، به علت تمایل زیاد به جذب هموگلوبین می‌تواند در متابولیسم تنفسی انسان بطور جدی اختلال ایجاد نماید.

غلظت منوکسید کربن در نواحی متراکم شهری که ترافیک سنگین و حرکت خودروها کند است، به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد .**منابع کربن ، منوکسید کربن طبیعی و انسانی هستند** . طبق گزارش آزمایشگاه ملی آرگون ، در اثر اکسیداسیون گاز متان حاصل از مرگ گیاهان سالانه ۱۳,۲ میلیون تن CO وارد طبیعت می‌شود. منبع دیگر تولید این ماده ، متابولیسم انسانی است بازدم شخصی که در حال استراحت است بطور تقریبی حاوی CO ، 1ppm است .

استانداردهای کنترل منوکسید کربن

آنگاه که مقدار منوکسید کربن در مدت زمان کوتاهی به حد مرگبار می‌رسد و شرایط اضطراری می‌شود، برای مقابله با چنین شرایطی که مقدار CO بطور متوسط در مدت زمان ۸ ساعت به ($40ppm$ ٤٦) mg/m^3می‌رسد،عملیات شدید کنترلی انجام می‌شوند که عبارتند از: متوقف ساختن کارخانه‌های صنعتی و مسدود نمودن جاده‌هایی که در آنها معمولا ترافیک سنیگن وجود دارد .جذب سطحی ، جذب ، میعان و احتراق روشهای فنی کنترل CO هستند .

اکسیدهای گوگرد

این اکسیدها شامل ٦ ترکیب مختلف گازی هستند: منوکسید سولفور (SO) ، دی‌اکسید سولفور (SO_2)، تری‌اکسید سولفور (SO) تترا اکسید سولفور (SO_4) ، سکو اکسید سولفور (SO_2) و هپتو اکسید سولفور .(S_2O_7) در مطالعه آلودگی هوا ، دی‌اکسید سولفور و تری‌اکسید سولفور حائز بیشترین اهمیت است. با توجه به پایداری نسبی SO_2 در اتمسفر این کار می‌تواند به عنوان یک عامل اکسید کننده و یا احیا کننده وارد عمل شود.

SO_2که با سایر اجزای موجود در اتمسفر به شکل فتوشیمیایی یا کاتالیستی وارد واکنش می‌شود، می‌تواند قطرات اسید سولفوریک (H_2SO_4) و نمکهای اسید سولفوریک را تولید بکند . SO_2 با آب وارد واکنش شده ، تولید سولفورو اسید می‌نماید. این اسید ضعیف با بیش از ۸۰ SO_2 %آزاد شده در اتمسفر ناشی از فعالیتهای انسانی به سوزاندن سوختهای جامد و فسیلی مربوط می‌شود .

استانداردهای کنترل اکسیدهای سولفور

روشهای گسترده جهت کنترل اکسید سولفور عبارتند از :بکارگیری سوختهای دارای گوگرد کمتر ، جداسازی گوگرد از سوخت ، جایگزین ساختن منابع انرژی‌زای دیگر ، تبدیل زغال سنگ به مایع یا گاز ، پاکسازی محصولات حاصل از احتراق .

اکسیدهای نیتروژن

شامل منوکسید نیتروژن (NO) ، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) ، نیترو اکسید (N_2O) نیتروژن سیسکواکسید (N_2O_3) ، نیتروژن تتراکسید (N_2O_4) و نیتروژن پنتواکسید (N_2O_5) هستند.

دو گاز مهمی در معادلات آلودگی هوا مهمراند عبارتند از :اکسید نتریک (NO) و دی‌اکسید نیتروژن ، دی‌اکسید نیتروژن که از هوا سنگینتر و در آب محلول است، در آب تشکیل اسید نیتریک و یا اسید نیترو و یا اکسید نیتریک (NO) می‌دهد. اسید نیتریک و اسید نیترو در اثر بارندگی به سطح زمین سقوط کرده ، یا با آمونیاک موجود در اتمسفر (NH_3) ترکیب شده آمونیم نیترات (NH_4NO_3) بوجود می‌آورد.

در این مواقع ۲ NOاز اجزای غذایی گیاهان را تشکیل می‌دهد NO_2 .یکی از اجزای غذایی گیاهان را تشکیل می‌دهد NO_2 .که در دامنه تشعشع فوق‌بنفش جاذب خوب انرژی به شمار می‌رود، در تولید آلاینده‌های ثانوی هوا از قبیل ازن O_3 نقش مهمی دارد مقدار NO آزاد شده در اتمسفر به مراتب بیش از مقدار NO_2 آزاد شده است **NO** .در فرآیندهای احتراقی با دمای زیاد و در اثر ترکیب نیتروژن و اکسیژن بوجود می‌آید .

منابع اکسیدهای نیتروژن

برخی از اکسیدهای نیتروژن به صورت طبیعی و برخی به صورت انسانی ایجاد می‌شوند. در اثر آتش‌سوزی جنگل مقدار اندکی NO_2 ایجاد می‌شود .تجزیه باکتریایی مواد آلی نیز سبب آزاد شدن NO_2در اتمسفر می‌شود. در واقع منابع تولید کننده NO_2 بطور طبیعی تقریبا ۱۰ برابر منابع انسانی که در نواحی شهری دارای تراکم و غلظت هستند می‌باشد. بخش عمده NO_2 تولید شده از منابع انسانی مربوط به احتراق سوخت در منابع ساکن و حرکت وسائط نقلیه می‌باشد .

استانداردهای کنترل اکسیدهای نیتروژن

بطور کلی اغلب اندازه گیریهای کنترلی برای NO_2 آزاد شده در راستای محدود ساختن شرایط احتراق و کاهش تولید NO_2 و همچنین استفاده از تجهیزات متنوع برای حذف NO_2 از جریان گازهای خروجی انجام می‌شوند .

اکسید کننده‌های فتوشیمیایی

اکسید کننده‌ها یا اکسید کننده‌های کامل دو عبارتی هستند که برای توصیف مقادیر اکسید کننده‌های فتوشیمیایی بکار می‌روند و معمولا نشان‌دهنده قدرت اکسید کنندگی هوای اتمسفر می‌باشند. ازن (O_3) که اکسید کننده فتوشیمیایی اصلی است، در حدود ۹۰ درصد از اکسید کننده‌ها را بخود اختصاص می‌دهد. سایر اکسید کننده‌های فتوشیمیایی مهم در کنترل آلودگی هوا عبارتند از :اکسیژن نوزاد (O) ، اکسیژن مولکولی برانگیخته (O_2) ، پروکسی آسیل نیترات (PAN) ، پروکسی پروپانول نیترات (PPN) ، پروکسی بوتیل نیترات (PBN) ، دی اکسید نیتروژن (NO_2) ، پراکسید هیدروژن (H_2O_2) و الکیل نیتراتها .

اثرات اکسیدکننده‌ها

اثرات اکسیدکننده‌ها بر سلامتی انسان می‌تواند موجب سرفه ، کوتاهی نفس ، گرفتگی راه عبور هوا ، گرفنگی و درد قفسه سینه ، عملکرد نامناسب ششها ، تغییر سلولهای قرمز خون ، آماس خشک و سوزش چشم ، بینی و گلو شوند. اکسید کننده‌های اصلی که به گیاهان آسیب می‌رسانند، عبارتند از O_3 , PAN که از خلال روزنه‌های موجود در برگ وارد گیاه شده و در متابولیسم سلول گیاهی دخالت می‌کنند. علائم بوجود آمده از تماس گیاه با PAN عبارتند از :برونزه شدن ، براق شدن و نقره‌ای شده سطح زیرین برگها.

تماس متناوب اکسید کننده‌ها با گیاهان موجب کاهش محصولات می‌شود. اکسید کننده‌ها به سرعت با رنگها ، الاستومرها (اکسید کننده‌ها (الیاف پارچه‌ای و رنگهای نساجی واکنش نشان داده ، آنها را اکسید می‌کند .

استانداردهای کنترل اکسید کننده‌ها

این نکته روشن شده است که حتی اگر هیچ هیدروکربنی در اتمسفر وجود نداشته باشد، تا زمانی که CO و NO_2 حضور دارند، مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ازن می‌تواند تولید شود. در حال حاضر علیرغم کوششهای منظم بر روی کنترل CO ، هیدروکربنها و NO_2 مقادیری از این آلاینده‌ها که برای ایجاد ازن فتوشیمیایی کافی هستند، همچنان در اتمسفر وجود دارد .

جبهه هوا

زمانی که دو توده هوای با دمای مختلف، در مسیر حرکتشان به هم می‌رسند، حالت انتقال شدیدی (از لحاظ دما، فشار، رطوبت، باد و غیره) در مرز بین آنها بوجود می‌آید .

اگر یک نفر همراه با توده هوای گرم به سمت شمال حرکت کند، به تدریج و به طور یکنواخت با کاهش دما مواجه می‌شود؛ سپس با برخورد به یک توده هوای سرد، دما به طور ناگهانی و شدید افت می‌کند یعنی تغییرات آهسته و یکنواخت در محل برخورد با توده سرد، به تغییر ناگهانی و غیر مداوم تبدیل می‌شود. به این خاطر اصطلاح خط ناپیوستگی (Line Of Discontinuity) در مورد مرکز توده هوا به کاربرد، می‌شود. عبارت جبهه (Front)

مترادف با خط ناپیوستگی است و امروزه به خوبی جانشین آن شده است. در واقع جبهه‌ها مرزهای بین توده‌های هوا هستند. بر روی نقشه‌های هواشناسی جبهه‌ها را با یک خط نشان می‌دهند .

سطحی که دو توده هوای مجاور را از هم جدا می‌کند سطح جبهه (Frontal Surface) نامیده می شود .

انواع جبهه ها

بسته به حرکت توده های هوا، انواع مختلف جبهه ها که هر کدام خواص خود را دارند تشکیل می شوند. این جبهه‌ها عبارتند از :

- جبهه های گرم (warm fronts)
- جبهه های سرد (Cold fronts)
- جبهه های ساکن (Stationary fronts)
- جبهه های بند آمده (Occluded fronts)

مه دود نور شیمیایی

مه دود نور شیمیایی یا اوزن شهری

مه دود نور شیمیایی نوعی از آلودگی هوا است که نتیجه آن تولید ازون ، اسید نیتریک و ترکیبهای آلی بطور جزئی اکسیده شده و برخی ترکیبات آلی نیترات‌دار می‌باشد

نگاه کلی

مردم در بسیاری از مناطق شهری جهان با نوعی از آلودگی هوا روبرو هستند که در جریان آن سطوح نسبتا بالایی از ازون در سطح زمین در نتیجه واکنش نور القایی آلاینده‌ها تولید می‌شود . این پدیده به *مه دود نور شیمیایی* معروف است و گاهی از آن به‌عنوان لایه ازون در مکانی نامناسب یاد می‌شود) .حداکثر غلظت مجاز ازون در هوا (میانگین غلظتها در طول زمان یک ساعت)حدود ۱۰۰ ppbمی‌باشد.) فرایند تشکیل مه دود در واقع شامل صدها واکنش مختلف است که بطور همزمان رخ می‌دهند. در واقع هوای آلوده شهرها شبیه واکنش‌گاه‌های شیمیایی عظیم می‌باشد .

تاریخچه

پدیده مه دود نور شیمیایی نخستین بار در ۱۹٤۰ در لوس‌آنجلس مشاهده شد، اما در دهه‌های اخیر با کنترل آلودگی هوا مساله مه دود در شهر لس‌آنجلس بطور نسبی کاهش یافته است. شهرهایی مانند دنور ، مکزیکوسیتی، توکیو و رم به دلیل جمعیت زیاد و همچنین به دلایل جغرافیایی مستعد این پدیده هستند و پدیده مه دود غالبا در این شهرها رخ می‌دهد .

فرایند ایجاد مه دود نور شیمیایی

واکنش دهنده‌های اصلی در یک پدیده مه دود ، اسید نیتریک ، NO· و هیدروکربن‌های نسوخته می‌باشند که از موتورهای احتراقی درونسوز به‌عنوان آلاینده‌ها در هوا منتشر می‌شوند و همچنین در نتیجه تبخیر حلالها ، سوختهای مایع و سایر ترکیبات آلی به جو وارد می‌شوند. جز مهم دیگر در تشکیل مه دود ، نور خورشید می‌باشد که به افزایش غلظت رادیکالهای آزاد که در فرایند مه دود شرکت می‌کنند، کمک می‌کند. محصولات نهایی مه دود ، ازون ، اسید نیتریک و ترکیبهای آلی بطور جزئی اکسیده شده و برخی ترکیبات آلی نیترات‌دار شده است .

آلاینده‌های نوع اول و دوم

ترکیباتی مانندNO· ، هیدروکربن‌ها و سایر ترکیبات آلی فرار که در هوا انتشار می‌یابند، آلاینده‌های نوع اول و آلاینده‌هایی که از تبدیل این اجسام حاصل می‌شوند، مانند O_3 و HNO_3 آلاینده‌های نوع دوم نامیده می‌شوند. واکنش‌پذیرترین ترکیبهای آلی فرار در هوای شهر هیدروکربن‌هایی هستند که پیوند دوگانه کربن _ کربن دارند. این هیدروکربن‌ها می‌توانند به رادیکالهای آزاد اضافه شوند . سرعت واکنش سایر هیدروکربن‌ها با رادیکالها کند می‌باشد.

گازهای آلاینده اکسید نیتریک هم از احتراق نوعی ماده سوختی تولید می‌شود. هر اندازه دمای شعله بیشتر باشد، مقدارNO· بیشتری تولید می‌شود. NO·به‌تدریج با توجه به غلظت گازهای آلاینده طی چند دقیقه یا چند ساعت به دی‌اکسید نیتروژن ، اکسیده می‌شودNO· . و NO· <SUB<2< sub>موجود در هوا را به عنوان NO_x نام می‌برند. مقدار بسیار کم NO_x در هوای تمیز به علت انجام واکنش بین نیتروژن و اکسیژن در اثر رعد و برق و بخشی نیز از رها شدن NO_x و NH_3از منابع زیستی می‌باشد .

شرایط ایجاد مه دود نور شیمیایی در شهرها

- **ترافیک سنگین شهری :** انتشارNO کافی و هیدروکربن‌های مواد آلی فرار در هوا
- **هوای گرم و نور خورشید کافی :** بالا رفتن سرعت واکنشهای نور شیمیایی و ایجاد رادیکالهای آزاد
- **جابجایی بسیار کم توده‌های هوا :** جلوگیری از رقیق شدن واکنش دهنده‌ها

راهکارهایی برای کاهش مه دود نور شیمیایی

- برای بهتر شدن کیفیت هوا در محیطهای شهری مستعد مه دود نور شیمیایی ، باید از مقدار واکنش دهنده‌ها یعنی NO_x و $C=C$ و ترکیبهای آلی فرار کاسته شود.
- ایجاد NO_x از خودروها و کامیونهای بنزین‌سوز را می‌توان با مبدلهای کاتالیزوری که در سیستم اگزوز قرار داده می‌شود، به مقدار زیادی کاهش داد.
- با ایجاد تغییراتی در فرمول‌بندی بنزین می‌توان از تبخیر شدن آن جلوگیری کرد. بخار بنزین به میزان قابل توجهی غلظت هیدروکربن‌های موجود در هوا را افزایش می‌دهد .
- محدود کردن استفاده از محصولاتی که حاوی ترکیبات آلی فرار هستند، مانند افشانه‌ها ، رنگهای روغنی که بطور نسبی حلالهای هیدروکربن فرار دارند و موارد دیگر .

کنترل آلودگی هوا

مقدمه

اتمسفر مانند نهر یا رودخانه دارای فرآیندهای طبیعی است که در تمیز کردن آن نقش دارند .بدون چنین فرآیندهایی تروپوسفر سریعا به محیطی نامناسب برای زیست بشر تبدیل خواهد شد. پراکندگی ، ته‌نشینی گرانشی ، لخته سازی ، جذب (همراه با شستشو و واشویی) ، شستشو توسط باران و جذب سطحی از جمله مهمترین مکانیسمهای طبیعی آلاینده‌ها در اتمسفر به شمار می‌روند .

فرآیندهای پاکسازی اتمسفر

پراکندگی

پراکندگی آلاینده‌ها توسط جریانهای باد ، غلظت آلاینده‌ها را در هر جایی کاهش می‌دهد .

ته‌نشینی گرانشی

یکی از مهترین مکانیسمهای طبیعی در جداسازی ذرات از اتمسفر بویژه ذراتی که بزرگتر از ۲۰ µm هستند شمرده می‌شوند .

لخته سازی

ته‌نشینی گرانشی در چندین فرآیند دیگر پاکسازی طبیعی اتمسفر نیز نقش مهمی دارد به عنوان مثال ذرات کوچکتر از ۰٫۱ µmبه کمک **لخته‌سازی** قابل ته‌نشین هستند. در این پدیده ذرات بزرگتر بصورت گیرنده‌های ذرات کوچکتر عمل می‌کنند. دو ذره با یکدیگر برخورد و اتصال پیدا کرده تشکیل یک واحد می‌دهند. این فرآیند تا تشکیل یک ذره لخته‌ای کوچک ادامه می‌یابد، تا آنجا که این لخته برای ته‌نشین شدن به اندازه کافی بزرگ و سنگین شود .

جذب ذرات

در فرآیند طبیعی جذب ذرات یا آلاینده‌های گازی در باران یا مه تجمع حاصل کرده همراه رطوبت ته‌نشین می‌شوند، این پدیده که به نام **شستشو** نامیده می‌شود در قسمت پایینتر از سطح ابرها رخ می‌دهد پتانسیل لازم برای شستشوی ذرات و گازها بستگی به تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که برای ذرات دارای قطر کوچکتر از ۱ µmفرآیند شستشو موثر نخواهد بود.

گازها ممکن است بدون تغییر شیمیایی حل شوند و یا اتصال دارد در برخی مواقع با آب باران وارد واکنش شیمیایی شوند مانند گاز SO_2 که به سهولت در باران حل می‌شود و همراه با قطرات باران پایین می‌آید با این وجود **SO_2** ممکن است با آب باران واکنش نشان داده ایجاد غبارهای **H_2SO_3** اسید سولفوریک (یا) **H_2SO_4** اسید سولفورو (نماید که به نام بارانهای اسیدی شهرت دارند و بالقوه نسبت به **SO_2** اولیه دارای اثرات زیانبار بیشتری هستند .

شستشو در اثر بارش

در این حالت شستشو در سطح پایینتر از ابرها اتفاق می‌افتد و هنگامی که قطرات سقوط کننده باران آلاینده‌ها را جذب می‌کنند در داخل ابرها پدیده شستشو صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که ذرات کوچکتر از ابعاد میکرون بصورت هسته‌های میعان که در اطراف آنها قطرات آب تشکیل می‌شوند، عمل می‌کنند. این پدیده در نواحی شهری موجب افزایش بارندگی و تشکیل مه می‌شود .

جذب سطحی

عمدتا در لایه اصطکاکی اتمسفر یعنی در نزدیکترین لایه به سطح زمین انجام می‌گیرد. در این پدیده آلاینده‌های گازی ، مایع یا جامد جذب یک سطح شده پس از غلیظ شدن در همان سطح باقی می‌مانند. سطوح طبیعی از قبیل **خاکها** ، **صخره‌ها** ، **برگها** و **علفها** قادر به جذب و نگهداری آلاینده‌ها هستند. ذرات ممکن است با سطوح جذب توسط ته‌نشینی گرانشی یا اثر اینرسی که در طی آن ذرات آلاینده‌های گازی در اثر جریانهای باد به سطوح منتقل می‌شوند تماس یابند. اثر اینرسی برای ذراتی در دامنه ابعادی بین ۱۰ تا ۱۵ µmسطوح کوچک به تعدد مانند علفها و برگهای درختان نسبت به سطوح بزرگتر به منظور جداسازی ذرات بیشتر است .

دستیابی به کنترل آلاینده‌ها

برای دستیابی به کنترل آلاینده‌های گازی و ذرات دامنه‌ای گسترده ، دو راه وجود دارد:

۱. کاهش غلظت آلاینده در اتمسفر
۲. کنترل آلاینده‌ها در منبع تولید آنها

رقیق سازی

رقیق ساختن در اتمسفر با استفاده از **دودکشهای بلند** امکانپذیر است. دودکشهای بلند می‌توانند در لایه وارونگی نفوذ کرده ، آلاینده‌ها را به گونه‌ای پراکنده سازند که غلظت آلاینده‌ها در سطح زمین تا مقدار زیادی کاهش یابد. رقیق سازی در بهترین حالت خود عبارتست از یک وسیله کوتاه مدت به منظور **کنترل آلودگی** و در بدترین حالت خود وسیله‌ای است برای انتقال آثار ناخواسته آلاینده‌ها به مناطق دور دست .

کنترل در منبع مولد آلاینده‌ها

به منظور کنترل آلودگی هوا در دامنه‌های بسیار وسیع تا نقاط دوردست ، کنترل این مواد در منبع تولیدشان مطلوبتر و موثرتر از رقیق سازی است. در وهله اول چنین به نظر می‌رسد که اولین و موثرترین روش جلوگیری از تولید آلاینده‌ها باشد در مورد آلاینده‌های تولید شده در اثر فرآیندهای احتراقی ، جایگزین کردن یک منبع انرژی می‌تواند از تولید آلاینده‌ها جلوگیری کند. روشهای باقیمانده برای کنترل آلاینده‌ها در منبع می‌تواند موجب کاهش انتشار آلاینده‌ها شود، اما نمی‌تواند سبب حذف کامل موجود به عنوان مثال اتومبیلی که دارای یک فیلتر کثیف هوا ، به یک سیستم نامناسب برای تهویه موتور ، عملکرد نادرست تنظیم دور موتور و ... نسبت به اتومبیلی که با بهترین بازده کار می‌کند، آلاینده‌های بیشتری را از خود منتشر می‌سازد.

تغییر فرآیند مورد استفاده همچنان روش دیگر برای کنترل انتشار آلاینده‌ها در منبع تولیدشان بکار می‌رود. به عنوان مثال جایگزین کردن کوره‌های باز با کوره‌های اکسیژنی کنترل شده یا کوره‌های الکتریکی و یکی دیگر از روشهایی که در کنترل آلاینده‌های هوا در منبع تولید آنها دارای وسیعترین کاربرد است، عبارت است از نصب تجهیزات کنترلی طراحی شده بر طبق برخی از اصول اساسی که توسط آنها مکانیسمهای طبیعی حذف آلایندهها عمل می‌کنند.

منابع آلودگی هوا

مقدمه

منابع مختلف آلودگی هوا به سه شاخه تقسیم می‌شود. اول منابع شهری و صنعتی، دوم منابع کشاورزی و روستایی و سوم انتشارات طبیعی. هر کدام از اینها خود به زیر شاخه‌هایی تقسیم می‌شوند. این تقسیم بندی استاندارد با منحصر بفرد نیست و در اینجا برای روشن شدن مطالب آمده است .

منابع شهری و صنعتی

تولید برق

نیروگاههای برق وابسته به سوختهای فسیلی ، منبع بزرگی برای آلودگی هوا محسوب می‌شوند. مقادیر وسیعی از ذرات معلق شامل خاکستر پرنده (SiO_2) ، اکسیدهای آهن و آلومینیوم حاصل از زغال سنگ ، فلزات سنگین حاصل از نفت ، از دودکش نیروگاههای برق به جو منتشر می‌شوند. بسیاری از آلاینده‌های گازی انتشار پیدا کرده عبارتند از CO ، دی اکسیدکربن (CO_2) ، دی اکسید گوگرد (SO_2) ، اکسیدهای نیتروژن (NOx) ، هیدروکربنهای معین و ترکیبات آلی فرار .نیروگاههای هسته‌ای تمیزتر و دارای آلودگی کمتری هستند، ولی پلومهای حاصل از برجهای سرمایشی آنها گاها ممکن است سبب ایجاد مسائلی شوند مانند تشکیل مه و کم شدن دید. اما آزاد شدن ناگهانی مواد رادیواکتیو توجه عمومی را به خود جلب می‌کند، حتی اگر احتمال آزاد شدن این مواد کم باشد .

فعالیت صنعتی

شامل صنایع معدن ، پالایش ، تصفیه سازی ، خمیر کاغذ ، صنایع شیمیایی ، استخراج و ذوب فلز ، داروسازی و دیگر صنایعی که حجم وسیعی از ذرات معلق را وارد جو می‌سازند. مقدار زیادی از آلاینده‌های هوا ، ناشی از ساخت محصولات از مواد خام هستند، مانند آهن از سنگ آهن ، بنزین از نفت خام ، سنگ از معدن و سنگ الوار از درختان. آلاینده‌های قابل ملاحظه‌ای هم توسط صنایعی که مواد بالا را به محصولات مصرفی تبدیل می‌کنند، انتشار می‌یابند مانند اتومبیلها ، خانه ، اسباب و لوازم منزل و دیگر کاربردها. مقداری از انتشارات صنعتی هم از دودکشها خارج می‌شوند .

حمل و نقل

این مقوله شامل اتومبیلها ، کامیونها ، هواپیماها ، کشتی‌ها و غیره است که منابع متحرک نامیده می‌شوند. دنبال کردن این منابع در حال حرکت عملی نخواهد بود. ولی انتشار آنها بر واحد سطح با ملاحظه چگالی ترافیک ، سرعت و انتشار بر وسیله نقلیه و دیگر متغیرها تخمین زده می‌شود. آلاینده‌های حاصل از منابع حمل نقل عبارتند از SO_2 ، $NOxCO_2$، COهیدروکربنها ، .VOCs

انتشارات فرآیندی

شامل اجاقها ، کوره‌ها و سایر فرآیندهای گرمایش منازل ، ادارات و ساختمانهای تجاری اجاقهای پشت حیاط (در آمریکا) و ساختن برگها و فضولات در فضای باز. این انتشارات بر واحد سطح در نظر گرفته می‌شود. آلاینده‌های اصلی منتشر شده به داخل جو عبارتند از SO_2 ، NOx، CO_2، CO هیدروکربنها VOCs و ذرات معلق .

نابودی زباله‌ها

زباله‌های خانگی ، تجاری و صنعتی که در فضای باز از بین می‌روند، روشهای سوختن و به خاکستر تبدیل شدن ، واحدهخای تصفیه فاضلاب ، گودالهای کوئد پشت حیاط و فضولات همه اینها مسئول بوجود آوردن منابع گازی NH_3 ، H_2S ، CH_4، CO_2، COو ذرات معلق هستند .

فعالیتهای ساخت و ساز

شامل تمیز کردن و پاک کردن زمین ، تخریب ، حفاری ، خرد کردن و کوبیدن ، آسفالت کردن یا سنگفرش کردن و دیگر فعالیتهای وابسته به این ساخت و سازها. آلاینده‌های منتشره عبارتند از غبار ، ذرات معلق ، هیدروکربنها ، NOx، CO_2، CO، .VoCs

منابع کشاورزی و روستایی

منابع مختلف در محیطهای روستایی حاصل فعالیتهای کشاورزی هستند و به شکل زیر طبقه بندی می‌شوند :

وزش غبار

فعالیتهای کشاورزی مانند شخم زدن ، کاشتن و درو کردن ، منجر به ایجاد قابل ملاحظه‌ای از غبار می‌شوند. انتشار تراکتورها ، درو کننده‌ها و سایر ماشین آلات کشاورزی خیلی مهم نیستند .

سوختن بقایای کشاورزی

پاک کردن زمینها توسط سوزاندن جنگلها ، گیاه و علفهای وحشی و مواد زائد کشاورزی منبع بزرگی برای دود ، گرد و غبار در حومه شهر محسوب می‌شوند .

انتشارات خاک

زمینهای کشاورزی حاصلخیز شده با کودها دارای **نیترات** و **فسفات** می‌باشند. خاک کود داده شده اکسیدهای نیتروژن حاصل از فعالیت میکرو زیستی را در بالاترین لایه خود منتشر می‌سازند .

آفت کشها

بکار بردن آفت کشها در زمینهای کشاورزی به شکل پاشیدن با هواپیما ممکن است این مواد را به مناطق مسکونی انتقال دهد .

نابودی زباله‌ها و مواد زائد

زباله‌های کشاورزی و حیوانی نابود شده آمونیاک ، متان و بخارات زیان آور را در جو آزاد می‌کند. احشام و گله‌های گاو و خوکها مقدار زیادی از آلودگی هوا را در حومه شهر آزاد می‌کنند .

منابع طبیعی

علاوه بر منابع انسانی آلاینده‌های جوی که قبلا عنوان شد منابع طبیعی زیادی وجود دارد که به شکل ذیل طبقه بندی می‌شوند :

فرسایش در اثر باد

فرسایش بادی خاکهای خشک و سرزمینهای بیابانی توسط بادهای قوی می‌تواند طوفانهای بزرگی از غبار را بوجود آورد. ذرات غبار عمدتا شامل SiO_2 هستند اما ممکن است شامل مقدار کمی از فلزات سنگین هم باشند .

آتش سوزی جنگلها

بسیاری از آتش سوزی جنگلها که بوسیله برق آسمانی تولید می‌شوند، مقدار زیادی دود ، NOx، CO_2، COو هیدروکربنها را آزاد می‌کنند .

فوران آتشفشانی

آتشفشانهای بزرگ مقدار عظیمی از ذرات معلق ، SO_2، CO_2و سایر گازها را به درون جو آزاد می‌کنند. بعضی از این ذرات بقدر کافی به سطوح بالا منتقل شده و در آنجا برای ماهها و سالها باقی می‌مانند و بر اقلیم جهانی تأثیر می‌گذارند .

انتشارات بیوژنیک

این انتشارات در جنگلها و باتلاقها اتفاق می‌افتند .آلاینده‌های منتشره به جو شامل هیدروکربنهایی نظیر ترپن و ایزوپرن و مواد دیگری مانند متان ، آمونیاک ، گرده‌ها و هاگها هستند .

پاشیدن توسط دریا و تبخیر

وقتی که بادهای قوی وزیده می‌شوند، امواج شکسته شده و دریا مقدار زیادی از آب را می‌پاشد، به این ترتیب نمک زیادی به داخل جو وارد می‌شود. عموما فرآیند تبخیر نه فقط آب بلکه بسیاری گازهای نادر را به داخل جو منتشر می‌سازند .

فرآیند میکرو زیستی خاک

تعرق هوازی و غیر هوازی خاکهای طبیعی و گیاهان ، اکسید نیتروژن (NO) ، متان (NH_4) ، سولفید هیدروژن (H_2S) ، آمونیاک (NH_3) را به داخل جو منتشر می‌کند .

نابودی طبیعی مواد آلی

شامل نابودی گیاهان و دیگر مواد آلی که عمدتا متان ، سولفید هیدروژن و آمونیاک را به جو وارد می‌کنند .

برق آسمانی

این پدیده مقدار زیادی NO را بوجود می‌آورد که ممکن است در واکنشهای فتوشیمیایی تولید کننده ازن شرکت کنند .

طبقه بندی آلاینده‌های هوا

مقدمه کلی

منظور از آلودگی ورود عناصر و ترکیبات تازه به محیط و یا تغییر نسبت عناصر و ترکیباتی است که در ساختار طبیعی محیط شرکت دارند. مثلا سرب در ترکیب طبیعی اتمسفر وجود ندارد، ورود آن در اتمسفر ، نوعی آلودگی است .ترکیبی است که با نسبتی مشخص در ترکیب اتمسفر شرکت دارد **CO_2** .افزایش نسبت این ترکیب در جو ، نوعی آلودگی تلقی می‌شود. خطرناکترین آلودگیهای محیط ، ناشی از کاربرد موادی هستند که بشر در طول یک سده گذشته و بویژه در بیست و سی سال اخیر به منظور مبارزه با حشرات ، بیماریهای انگلی گیاهان و همچنین حشرات ناقل بیماریهای حیوانی و انسانی بکار برده است.

همچنین استفاده اسراف آمیز از سوختهای فسیلی ، کاربرد مواد شیمیایی بسیار متنوع در صنعت استخراج و تصفیه فلزات و صنایع دیگر بویژه آزمایشهای اتمی در جو زمین ، عناصر و ترکیبات جدیدی را وارد محیط کرده‌اند که قبلا اکوسیستم طبیعی کره زمین با آنها روبرو نبوده است .

طبقه‌بندی آلاینده‌ها

تمامی آلاینده‌های هوا را می‌توان بر اساس منشاء ترکیب شیمیایی و حالت فیزیکی‌شان طبقه‌بندی نمود. این طبقه‌بندیها برای تنظیم بحث و بررسی در زمینه عوامل آلودگی هوا بکار می‌روند. آلاینده‌ها بسته به منشاءشان به **دو گروه اولیه و ثانوی** تقسیم می‌شوند. آلاینده‌های اولیه از قبیل دی‌اکسید سولفورها (**SO_2**) ، اکسیدهای نیتروژن (**NO_2**) و هیدروکربنها (**HC**) ، آن دسته از آلاینده‌ها هستند که مستقیما وارد اتمسفر شده‌اند و به همان شکل آزاد شده نیز در اتمسفر یافت می‌شوند. آلاینده‌های ثانوی نظیر اوزون (**O_3**) و پراکسی استیل نیترات (**PAN**) آن دسته از آلاینده‌ها هستند که در اتمسفر توسط یک واکنش فتوشیمیایی در اثر هیدرولیز و یا اکسیداسیون تشکیل می‌شوند .

ترکیب شیمیایی آلاینده‌ها

آلاینده‌ها اعم از گروه اولیه و ثانوی می‌توانند بسته به ترکیب شیمیایی‌شان به **دو گروه آلی یا معدنی** تقسیم شوند. ترکیبات آلی حاوی کربن و هیدروژن و بسیاری از آنها دارای عناصری مانند اکسیژن ، نیتروژن ، گوگرد و فسفر می‌باشند. هیدروکربنها ، ترکیبات آلی هستند که تنها دارای کربن و هیدروژن‌اند .آلدئیدها و کتونها دارای اکسیژن ، کربن و هیدروژن هستند. سایر ترکیبات آلی مهم در مورد آلودگی هوا عبارتند از :کربوکسیلیک اسیدها ، الکلها ، اترها و استرها و آمین‌ها و ترکیبات آلی گوگردار. مواد معدنی یافت‌شونده در هوای غیر آلوده عبارتند از کربن ، منوکسید (CO) ، دی‌اکسید کربن(CO_2) ، کربناتها ، اکسیدهای سولفور ، اکسیدهای نیتروژن ، اوزون ، هیدروژن فلوراید و هیدروژن کلراید .

طبقه‌بندی آلاینده‌ها بر حسب حالت ماده

ذرات آلاینده‌ها

عبارتند از جامدات و مایعاتی که شامل غبار ، دودهای غلیظ ، دود ، خاکستر ، غبار مه آلود و اسپری هستند. تحت شرایط مناسب ذرات آلاینده‌ها از اتمسفر جدا و ته‌نشین می‌شوند .

آلاینده‌های گازی

آلاینده‌های گازی که سیالهای بی‌شکل‌اند، کاملا فضای آزاد شده در آن را اشغال می‌کنند و بسیار شبیه به هوا عمل نموده ، از اتمسفر جدا نمی‌شوند. در میان آلاینده‌های معروف گازی از اکسیدهای کربن ، اکسیدهای سولفور ، اکسیدهای نیتروژن ، هیدروکربنها و اکسید کننده‌ها می‌توان نام برد .

طبقه‌بندی ذرات

۱. خواص فیزیکی که عبارتند از اندازه ، شکل ، ته‌نشین شدن و کیفیت نوری
۲. خواص شیمیایی که عبارتند از ترکیبات آلی و معدنی
۳. خواص بیولوژیکی به صورت باکتریها ، ویروسها ، هاگها و غیره

نحوه تشکیل ذرات

ذرات را می‌توان بر حسب نحوه تشکیل به صورت غبار ، دود ، دود غلیظ ، دود حاصل از خاکستر ، غبار مه آلود یا اسپری طبقه‌بندی نمود .

غبار

غبار عبارتست از ذرات کوچک جامد بوجود آمده از خرد شدن جرمهای بزرگتر در حین فرآیندهایی نظیر خرد کردن ، آسیاب کردن یا انفجار که ممکن است بطور مستقیم و یا غیر مستقیم در اثر بکار گیری موادی از قبیل زغال سنگ ، سیمان یا دانه‌ها وارد اتمسفر شوند .

دود

دود از ذرات ریز جامد از احتراق ناقص ذرات آلی نظیر زغال سنگ ، چوب یا تنباکو که عمدتا از کربن و سایر مواد قابل احتراق تشکیل یافته‌اند، تشکیل می‌شود .

دود غلیظ

دود غلیظ از ذرات جامد ریز از مایع شدن بخارات مواد جامد تشکیل می‌شود. دود غلیظ ممکن است در اثر تصعید ، تقطیر ، تکلیس شدن یا فرآیندهای ذوب فلزات بوجود آید .

دود ناشی از خاکستر

دود ناشی از خاکستر از ذرات غیر قابل احتراق ریزی که در گازهای حاصل از احتراق زغال سنگ بوجود می‌آید تشکیل یافته است .

غبار مه آلود

غبار مه آلود از ذرات مایع یا قطرات تشکیل شده در اثر مایع شدن بخار ، پراکندگی یک مایع یا انجام یک واکنش شیمیایی بوجود می‌آید.

- **ذرات آلی موجود در اتمسفر :**فنلها ، اسیدهای آلی و الکلها
- **معروفترین ذرات معدنی موجود در اتمسفر :**نیتراتها ، سولفاتها و فلزات آهن ، سرب ، منگنز ، روی و وانادیم

منابع تولید ذرات

ذرات ممکن است گرد گیاهان ، هاگها ، باکتریها ، ویروسها ، تک یاخته‌ایها ، قارچها و بقایای زنگ زدگی و غبار ناشی از فعالیتهای آتشفشانی و یا مواد مضر به سلامت انسانها (دود ناشی از خاکستر ، دود ، دوده‌ها ، اکسیدهای فلزی و نمکها ، فلزات روغنی یا قیری ، قطرات اسیدی ، سیلیکاتها و سایر غبارهای معدنی و دودهای غلیظ فلزی) باشند .