همشهری شهرنگار
چهارشنبه ۱۷مرداد ۱۴۰۳ ۸ صفحه

۳ اتمی خجالتی

ماجرای آلاینده‌ای که در روزهای گرم به‌صورت موقت ایجاد و بعد ناپدید می‌شود

آلودگی هوا هم مثل بسیاری از پدیده‌های طبیعی فراز و فرود دارد. محیط زیست انسانی هر روز به علت عوامل انسانی و غیرانسانی دستخوش تغییراتی می‌شوند. مثلا در روزهای اوج گرما و تابستان آلاینده‌ای در تهران جولان می‌دهد که می‌تواند اثراتی بر سلامت شهروندان داشته باشد. این آلاینده که هر روز و هر ساعت در تهران اندازه‌گیری می‌شود، حاصل ۳اتم اکسیژن است و چیزی نیست جز «ازن». نکته جالب اینکه این آلاینده خجالتی است و فقط در ساعات گرم روز ظاهر می‌شود. به محض فروکش کردن دما، خود را از همه پنهان می‌کند و هوا را به نفع هوای قابل قبول ترک می‌کند.

VOCs and NOx

ازن چیست؟

ازن گازی بی‌رنگ و گاه آبی روشن و یک اکسیدکننده قوی است که از ترکیب ۳ اتم اکسیژن ایجاد می‌شود. ازن به ۲ دسته اصلی شامل لایه ازن در بخش استراتوسفر جو یا نام ازن خوب و ازن سطح زمین (در بخش تروپوسفر) با نام ازن بد تقسیم‌بندی می‌شود. لایه ازن ما را در برابر تابش بیشتر فرابنفش خورشید محافظت می‌کند. با این حال افزایش غلظت این گاز در سطح زمین و در هوایی که ما تنفس می‌کنیم می‌تواند باعث مشکلات جدی برای سلامتی شود.

VOCs and NOx

رنگ ازن

گاهی بی‌رنگ

گاهی آبی روشن

ماهیت ازن

ماهیت آلاینده‌های هوا از جمله آلاینده ازن به گونه‌ای است که نمی‌توان منطقه یا قسمتی از شهر را به عنوان منطقه آلوده از نظر این آلاینده مشخص کرد و سایر نقاط را مصون تلقی کرد بلکه به دلیل ماهیت سیال و حرکاتی که در جو وجود دارد، آلاینده‌های هوا به سرعت پخش می‌شوند و غلظت بالای آلاینده‌های هوا تمامی مردم شهر را تحت تاثیر قرار خواهد داد، هرچند که ممکن است اختلاف غلظتی نه چندان زیاد بین نقاط مختلف باشد.

VOCs and NOx

منابع تولید مواد اولیه ازن

- احتراق سوخت‌های فسیلی (بنزین، گازوئیل، نفت یا زغال‌سنگ)
- رنگ‌ها، حشره‌کش‌ها و پاک‌کننده‌ها، رقیق‌کننده‌ها و حلال‌های صنعتی
- نیروگاه‌ها، وسایل نقلیه موتوری، کوره‌ها، بویلرهای صنعتی، سوزاندن زباله و سایر منابع احتراقی

03

گاز ازن از ترکیب ۳ اتم اکسیژن ایجاد می‌شود و یک اکسیدکننده قوی است. افزایش آلاینده ازن موجود در سطح زمین برای سلامت انسان، جانوران و گیاهان مضر است و از آن به‌عنوان آلاینده یاد می‌شود. ازن به‌طور مستقیم در هوا منتشر نمی‌شود بلکه توسط واکنش‌های شیمیایی بین اکسیدهای نیتروژن و ترکیبات آلی فرار در حضور نور خورشید ایجاد می‌شود. از این رو میزان آن در تابستان طی اواسط روز بیش از سایر مواقع است. همزمان با شروع گرما آسمان شهرها و گاه روستاها نیز شاهد افزایش غلظت گاز ازن در هوا می‌شود اما همه این بروز و ظهور موقت است.

Ozone

مهم‌ترین عوامل تشکیل دهنده ازن در تهران

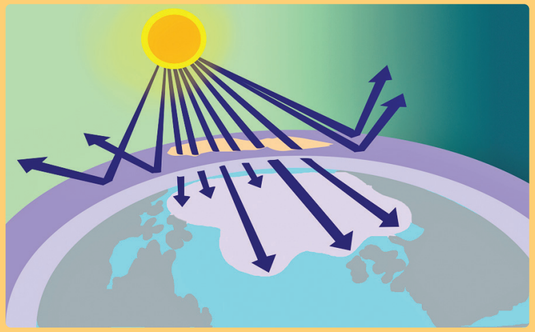
- اشعه فرابنفش خورشید
- افزایش دما به بالای ۳۰ درجه
- زمان شکل گرفتن ازن در تهران: ساعت ۱۱ تا ۱۸
- ماه‌های اوج گرفتن ازن در تهران: اردیبهشت / خرداد / تیر / مرداد

Ozone

حداستاندارد ازن

۰٫۱۲۵ قسمت در میلیون

اگر متوسط غلظت این آلاینده در ساعت کمتر از این مقدار باشد، به لحاظ این آلاینده هوا قابل قبول است و اگر بیشتر بود بسته به میزان غلظت، هوا در شرایط آلوده قرار می‌گیرد.



از لایه تا آلاینده

یکی از لایه‌های جو زمین و یکی از آلاینده‌های شش‌گانه تهران ازن نام دارد اما این کجا و آن کجا؟

یکی از موضوعاتی که درباره شناخت ازن باید جدی گرفته شود، فرق لایه ازن و آلاینده ازن است. شباهت نام این لایه جوی و آلاینده سطح زمین موجب می‌شود هم شهروندان و هم رسانه‌ها گاه خبرهای مربوط به این دو موضوع را اشتباه بگیرند.

۳میلی‌متر اما پرقدرت

$$IR + O \rightarrow O_3 + O_2$$

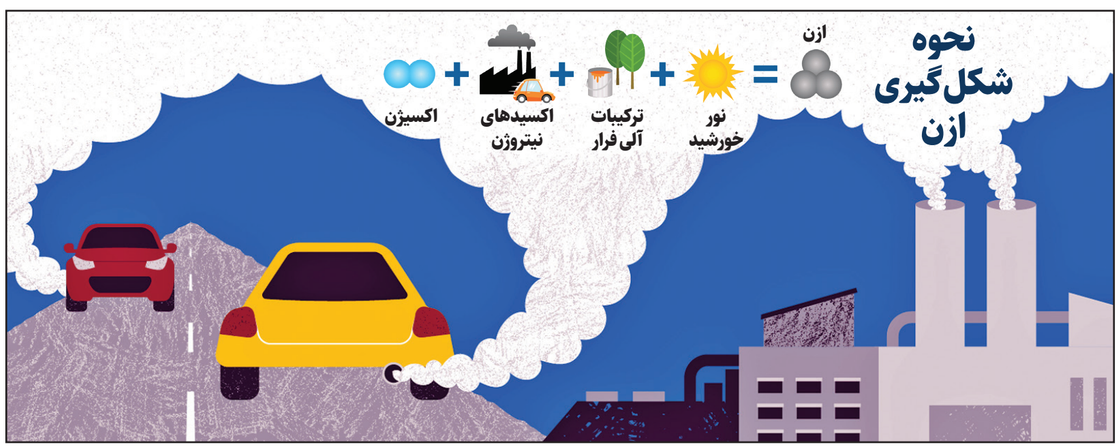
فروسرخ + ازن ← اکسیژن اتمی + اکسیژن مولکولی

لایه‌ای برای حفظ سلامت

لایه ازن یا ازن سپهر لایه‌ای است که در ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری سطح زمین تشکیل می‌شود و قطر آن بسته به شرایط فصلی و آب‌وهوایی تغییر می‌کند. ضخامت آن نیز ۳ میلی‌متر است. محل تشکیل آن در لایه استراتوسفر جو زمین است و با غلظت بالایی از مولکول ازن این لایه شکل گرفته است. این لایه با جذب ۹۵ درصد پرتو فرابنفش خورشید، موجب ادامه زندگی روی کره زمین می‌شود. لایه ازن پرتوهای پرانرژی فرابنفش را جذب می‌کند و آنها را به شکل پرتوهای فروسرخ درمی‌آورد و به سطح زمین می‌فرستد تا زندگی عادی و به دور از اشعه خطرناک خورشید تامین و تضمین شود.

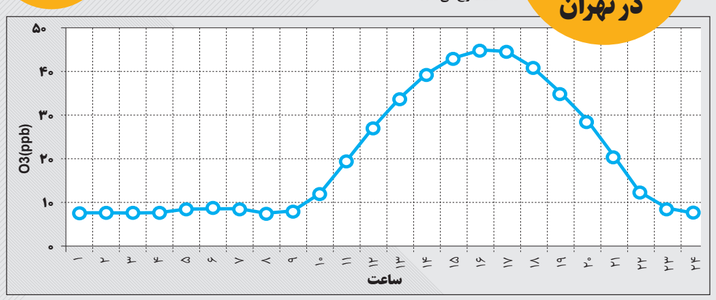
آلاینده ثانویه

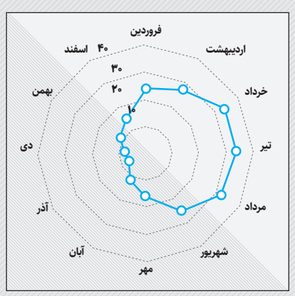
ازن یکی از ۶ آلاینده هوای شهر است که از ابتدا در سطح زمین وجود ندارد و برای ظاهر شدن در شهر باید در جو باز تولید شود. ازن با فرمول شیمیایی O_3، یک مولکول نسبتا ناپایدار محسوب می‌شود که از ۳اتم اکسیژن با نماد شیمیایی O تشکیل شده‌است. لایه ازن هم از تجمع این مولکول‌ها پدید آمده‌است اما لایه مذکور ازن خوب نامیده می‌شود و در برابر آن ازن بد، همان آلاینده‌ای است که در سطح زمین هوا را آلوده می‌کند. این ازن از واکنش میان مولکول اکسیژن و نور خورشید به‌وجود می‌آید و مؤثرترین فرایندی است که در لایه استراتوسفر در ارتفاع ۵۰-۱۵ کیلومتری بالاتر از سطح زمین رخ می‌دهد.



نمودار ساعات جولان ازن در تهران

در طول شب که فاکتور اصلی تشکیل این آلاینده یعنی نور خورشید وجود ندارد، افزایش غلظت این آلاینده رخ نمی‌دهد. در طول ساعات شبانه‌روز نیز تغییرات ساعتی این آلاینده منطبق با دما و نور خورشید است. بنابراین از حدود ساعت ۱۱، روند افزایشی تولید این آلاینده آغاز می‌شود و در حدود ساعات ۱۳ تا ۱۸ به بیشترین میزان خود می‌رسد و پس از آن روند کاهشی غلظت رخ می‌دهد.



نمودار توزیع غلظت ماهانه آلاینده O۳ در تهران

افزایش اشعه نور خورشید و دما فاکتوری است که واکنش تولید ازن را تسهیل و تسریع می‌کند. بنابراین اگر پیش‌سازه‌های تولید آلاینده ازن در شرایط مناسب که همان افزایش تابش نور خورشید و گرماست قرار داشته باشند، تولید این آلاینده در جو از طریق واکنش‌های فتوشیمیایی صورت می‌گیرد. افزایش آلاینده ازن عموماً در ماه‌های گرم سال و به‌ویژه در ساعات میانی روز رخ می‌دهد و در ماه‌های سرد سال مشکلی از منظر این آلاینده شهروندان را تهدید نمی‌کند.