در آستانه «روز جهانی حفاظت از لایه ازن»، وضعیت گذشته حال و آینده این لایه حیاتی را بررسی کرده‌ایم

ترمیم سپر حفاظتی زمین

ترمیم ۱۵ تا ۲۰ درصدی لایه ازن در سال‌های اخیر موجب جلوگیری از ابتلای تعداد زیادی از مردم به بیماری‌های پوستی و آب‌مروارید شده است

محمدحسین خودکار

جامعه

هزاران کیلومتر بالاتر از سطح زمین، لایه‌ای ضخیم و نامرئی کشیده است که از ما در برابر تابش پرتوهای فرابنفش خورشید محافظت می‌کند. لایه‌ای تشکیل شده از مولکول‌های سه‌اتمی اکسیژن یا همان ازن که اگر نبود، اساسا حیات روی کره زمین شکل نمی‌گرفت. لایه‌ای که نادانی‌های بشر آن را در معرض تخریب قرار داده بود و جمعی از خردمندان زمین حدود ۶۰ سال پیش متوجه این موضوع شدند و به دولت‌ها برای نجات آن فشار آوردند. بعد از آن هم پروتکل مونترال برای محافظت از لایه ازن تدوین شد و براساس پژوهش‌های جهانی، تاکنون اجرای سیاست‌های این پروتکل توانسته است ۱۵ تا ۲۰ درصد از سطح تخریب شده این لایه را ترمیم کند. پیمانی که فردا دقیقا سی‌وسومین سالگرد تصویب آن است و به عنوان «روز جهانی حفاظت از لایه ازن» نامگذاری شده. ما نیز به همین مناسبت، از دکتر شفیع موسوی، کارشناس بخش تحقیقات دفتر حفاظت از لایه ازن سازمان حفاظت از محیط زیست خواسته‌ایم تا برایمان درباره وضعیت گذشته، حال و آینده لایه ازن توضیح دهد.

داستان گازهای پردردسر

کلروفلوئوروکربن‌ها یا همان CFC‌ها از جمله پرسروصداترین اختراعات بشر بوده‌اند. گازهایی مصنوعی که از آن به‌عنوان سرمازا در یخچال‌ها و وسایل سرمایشی و عامل فشار در افشانه‌ها استفاده می‌شد. گازهایی که در اوایل دهه ۱۹۳۰ ساخته شدند و رفته‌رفته تا دهه ۱۹۶۰ استفاده از آن در سراسر جهان همه‌گیر شد. اما تا دهه ۱۹۷۰، کسی نمی‌دانست که این گازها چه بلایی بر سر محیط زیست می‌آورند؛ تا این‌که به‌تدریج تصاویر ماهواره‌ای ثبت‌شده از فراز قطب جنوب از کاهش محسوس ضخامت لایه ازن در این منطقه حکایت داشت و دانشمندان پس از اعزام تیمی تحقیقاتی به قطب جنوب به این نتیجه رسیدند که عامل اصلی این اتفاق، تجمع گازهای CFC در لایه استراتوسفر آسمان این قطب است. استراتوسفر در واقع دومین لایه جو بعد از تروپوسفر از نظر نزدیکی به سطح زمین است که لایه ازن در آن تشکیل شده.

پیمانی برای نجات لایه ازن

بعد از تحقیقات اولیه درباره علت تخریب لایه ازن، کارشناسان محیط زیست، اقلیم‌شناسان و نمایندگان دولت‌های مختلف پس از رایزنی‌های متعدد در سال ۱۹۸۵ در پایتخت اتریش دور هم گرد آمدند و کنوانسیون وین را تشکیل دادند. در این کنوانسیون نیز قرار بر این شد که علاوه بر گازهای CFC روی سایر گازهای مخرب لایه ازن تحقیقات تکمیلی انجام شود. در حین انجام این تحقیقات نیز بنیانگذاران کنوانسیون وین، از کشورهای مختلف برای پیوستن به آن دعوت کردند و بعد که نتایج این تحقیقات منتشر شد، نمایندگان کشورهای عضو در ۱۶ سپتامبر ۱۹۸۷، در مونترال کانادا دور هم جمع شدند و پروتکل یا همان پیمان مونترال را برای حذف موادی از چرخه فعالیت‌های صنعتی که منجر به تخریب لایه ازن می‌شوند، به تصویب رساندند. پیمانی که تاکنون ۱۹۷ کشور به عضویت آن درآمده‌اند.

تعهد ایران به ترمیم لایه ازن

ایران از سال ۶۸ به پیمان مونترال پیوسته و از سال ۷۲ نیز دفتر حفاظت از لایه ازن در سازمان حفاظت محیط زیست کشورمان با همکاری برنامه عمران سازمان ملل متحد تشکیل شده است. در ابتدای تشکیل نیز این دفتر به منظور اجرای پروتکل مونترال تحقیقات خود را درباره نقش کارخانجات مختلف در تولید و واردات گازهای مخرب لایه ازن آغاز کرد. بعد هم دفتر حفاظت از لایه ازن برنامه بلندمدت خود را به کارشناسان پیمان مونترال ارائه کرد و توانست با اجرای این برنامه تا سال ۹۴ همپای سایر کشورهای جهان استفاده از CFC‌ها و دیگر گازهای اصلی مخرب لایه ازن را از صنایع کشور حذف کند. اکنون هم برنامه اصلی این دفتر، حذف گازهای HCFC از چرخه فعالیت‌های صنعتی است.

اگر پیمان مونترال نبود...

از زمان تصویب پیمان مونترال تا سال ۲۰۱۵، استفاده از گازهای CFC و دیگر گازهای اصلی مخرب لایه ازن در ۹۹ درصد موارد کنار گذاشته شد. در دهه‌های اخیر نیز گازهای HCFC به‌عنوان گازهای جایگزین گازهای CFC معرفی شده‌اند که اکنون مشخص شده این گازها هم به میزان ۵ تا ۱۰ درصد گازهای CFC در تخریب لایه ازن نقش دارند و برنامه جاری پروتکل مونترال حذف این گازها از چرخه فعالیت‌های صنعتی است. دانشمندان تخمین می‌زنند اگر پروتکل مونترال نبود تا امروز بین ۷۰ تا ۸۰ درصد لایه ازن تخریب می‌شد، اتفاقی که اگر می‌افتاد موجب نابودی فیتوپلانکتون‌ها، کاهش شدید میزان بهره‌وری زمین‌های کشاورزی و انقراض زودرس بسیاری از گونه‌های حیات وحش می‌شد و ابتلای بسیاری از انسان‌ها را به سرطان پوست و بیماری آب‌مروارید چشم براثر قرار گرفتن بیش از حد در معرض اشعه فرابنفش خورشید به همراه داشت. اما اکنون با اجرای سیاست‌های این پیمان، بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از سطح تخریب شده لایه ازن که در اوایل هزاره جدید به ۳۰ تا ۴۰ درصد هم می‌رسید، ترمیم شده است. کارشناسان پروتکل مونترال پیش‌بینی کرده‌اند اگر همه سیاست‌های این پروتکل به‌درستی اجرا شود، بین سال‌های ۲۰۵۰ تا ۲۱۰۰ میزان تخریب لایه ازن به حدود ۲ تا ۳ درصد کاهش پیدا می‌کند.

حرکت ازن، از استوا تا قطب‌ها

لایه استراتوسفر آسمان مناطق استوایی محل زایش مولکول‌های ازن است. چراکه تابش نور خورشید در این مناطق شدیدتر است و در نتیجه در این قسمت، اکسیژن موجود در جو راحت‌تر به مولکول ازن تبدیل می‌شود. بعد هم جریانات هوایی موجود در لایه استراتوسفر باعث انتقال ازن تشکیل شده بر فراز استوا به مناطق قطبی می‌شوند. از زمانی هم که گازهای مخرب لایه ازن به آسمان راه پیدا کردند، این گازها نیز به کمک همین جریانات به آسمان دو قطب زمین رفتند. از آن زمان به بعد نیز هر وقت که در اواخر زمستان دمای هوا در لایه استراتوسفر روی قطب‌ها به زیر منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، ابرهایی از بلورهای یخ که به‌عنوان ابرهای استراتوسفری شناخته می‌شوند، در این قطب‌ها تشکیل می‌شود. ابرهایی که محل مناسبی برای ذخیره گازهای مخرب در کنار مولکول‌های ازن است و زمانی که اولین پرتوهای خورشید در بهار هر نیمکره به آسمان قطب‌ها می‌رسد، شرایط برای تجزیه ازن در این ابرها و ایجاد حفره‌های عظیم در این لایه فراهم می‌شود. البته این حفره‌ها بعد از ۲۵ تا ۳۰ روز تا حد زیادی ترمیم می‌شود، اما بخش مهمی از آن هم به کمک جریانات هوایی به مناطق دیگر زمین انتقال پیدا می‌کند.

قطب شمال؛ محل بروز نگرانی‌های تازه

میزان تخریب لایه ازن در آسمان قطب جنوب همواره از قطب شمال بیشتر بوده است و به همین دلیل، معمولاً کشورهای نیمکره جنوبی در وضعیت بدتری از نظر وسعت حفره‌های لایه ازن نسبت به کشورهای نیمکره شمالی قرار داشته‌اند. با این حال چند سالی است که ایجاد حفره‌های بزرگ در آسمان قطب شمال هم باعث نگرانی دانشمندان شده. این اتفاق در حالی رخ داده که روند کلی لایه ازن در سال‌های اخیر رو به ترمیم بوده است. بر اساس پژوهش‌های جهانی، آنچه سبب شده در سال‌های اخیر میزان تخریب لایه ازن در قطب شمال به حد نگران‌کننده‌ای برسد، تأثیرات ناشی از تغییرات اقلیمی بر آسمان این قطب است، زیرا تا پیش از این تغییرات، دمای هوا در لایه استراتوسفر قطب شمال هیچ‌گاه به منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نمی‌رسید و شرایط برای تشکیل ابرهای استراتوسفری فراهم نمی‌شد. اما حالا تبعات ناشی از تغییر اقلیم بستر لازم را برای تشکیل این ابرها و درنتیجه ایجاد حفره‌های وسیع در لایه ازن آسمان قطب شمال نیز فراهم کرده است.

گرمایش جهانی، عامل جدید تخریب ازن

کشف حفره‌های وسیع در لایه ازن بر فراز قطب شمال باعث شد تبعات تغییر اقلیم بر این لایه حیاتی نیز روشن شود. به‌ویژه آن‌که اکنون مشخص شده هم گازهای مخرب لایه ازن و هم گازهایی که تاکنون جایگزین آنها شده‌اند، خودشان نقش پررنگی در گرمایش جهانی دارند. یعنی نه‌فقط گازهای CFC و HCFC می‌توانند تبعات ناشی از تغییر اقلیم را تشدید کنند، بلکه حتی گازهای HFC که اخیراً به‌عنوان جایگزین گازهای HCFC معرفی شده‌اند نیز با این‌که نقش مستقیمی در تخریب لایه ازن ندارند، موجب بالا رفتن میانگین دمای کره زمین می‌شوند. برای همین اکنون پروژه‌های جدید پیمان مونترال، بر حذف گازهای جایگزین گازهای CFC استوار شده است. کارشناسان این پیمان‌نامه تأکید دارند اگر گازهای HCFC تا پایان سال ۲۰۳۰ و گازهای HFC تا پایان سال ۲۰۴۵ از چرخه فعالیت‌های صنعتی حذف شوند تا پایان قرن جاری میلادی از افزایش ۰/۴ درجه سانتی‌گراد میانگین دمای هوا جلوگیری خواهد شد.

ازن مفید و ازن مضر

لایه ازن که از مولکول‌های سه‌اتمی اکسیژن تشکیل شده است، نقشی حیاتی در جلوگیری از ورود اشعه‌های مضر خورشید به لایه‌های پایین‌تر جو زمین دارد. اما وقتی همین مولکول‌ها در نزدیک‌ترین لایه به سطح زمین یعنی تروپوسفر قرار می‌گیرند به‌عنوان آلاینده‌ای خطرناک برای انسان‌ها شناخته می‌شوند. ازن مضرِ نزدیک به سطح زمین نیز براثر واکنش بین اکسیژن هوا و پیش سازهای تولید آن در حضور پرتو فرابنفش خورشید تشکیل می‌شود. این پیش سازها هم شامل اکسیدهای نیتروژن و گازهای آلی فرار هستند که از مصرف سوخت در فعالیت‌های صنعتی و احتراق ناقص در خودروها ناشی می‌شوند. بنابراین در شرایطی که فعالان محیط زیست باید برای بیشتر شدن میزان مولکول‌های ازن در لایه استراتوسفر برنامه‌ریزی کنند، همزمان باید به کاهش آلاینده ازن در لایه تروپوسفر نیز فکر کنند. آلاینده‌ای که به‌خصوص در فصل تابستان در کلانشهرهایی از جلمه تهران شاخص آلودگی هوا را به وضع ناسالم برای گروه‌های حساس می‌رساند.

از نمای نزدیک

آسیب گرمایش جهانی و تخریب ازن بر ایران

اکنون حدود پنج سال است که استفاده از گازهای CFC به عنوان مخرب‌ترین گازهای لایه ازن در کشور ما تقریبا به صفر رسیده است. اما حتی در گذشته نیز که مصرف این گازها در صنایع تولید لوازم سرمایشی کشورمان رواج داشت، باز هم میزان استفاده از گازهای CFC در ایران کمتر از سرانه جهانی بود؛ زیرا در کشور ما در بیشتر مناطق از کولرهای آبی استفاده می‌شود، حال آن که در بیشتر کشورهای جهان استفاده از کولرهای گازی که در گذشته با گازهای CFC کار می‌کردند، مرسوم‌تر است. بنابراین ایران همواره جزو کشورهایی بوده که هیچ‌گاه نقش برجسته‌ای در تولید گازهای مخرب لایه ازن نداشته است.

همچنین باید توجه داشت با این که اکنون از ایران به عنوان یکی از کشورهای مهم تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای یاد می‌شود، اما اگر آمار انتشار این گازها به صورت تجمعی محاسبه شود، قطعا ایران جزو کشورهایی است که کمترین نقش در این زمینه را داشته است. زیرا هنوز ۱۴۰ سال از حرکت اولین خودرو یا قطار یا ساخت اولین کارخانه‌هایی که با استفاده از سوخت‌های فسیلی فعالیت می‌کردند، در کشورمان نمی‌گذرد و در این میان به گفته کارشناس دفتر حفاظت از لایه ازن محیط زیست، اساسا جهش فعالیت‌های صنعتی ایران در چند سال پس از پایان دفاع مقدس رخ داده است. این در حالی است که اکنون نزدیک به سه قرن از گسترش فعالیت‌های صنعتی در اروپا و آمریکای شمالی می‌گذرد و در تمام این سده‌ها نیز کشورهای پیشرفته به میزان بسیار بیشتر از ایران در انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد پدیده گرمایش جهانی نقش داشته‌اند.

اما در این شرایط، ایران نه فقط در سال‌های اخیر از تبعات ناشی از تغییرات اقلیمی شامل سیل‌ها و آتش‌سوزی‌های ناگهانی، نوسانات شدید الگوی بارش، گرم شدن تدریجی متوسط دمای هوا و پدیده ریزگردها رنج برده، بلکه از حفره‌های ایجادشده روی لایه ازن نیز کمابیش آسیب دیده است. به ویژه در سال‌های اخیر که میزان این حفره‌ها روی قطب شمال بیشتر شده، تخریب لایه ازن برای کشور ما نیز که بخش زیادی از مساحت آن در عرض معتدل نیمکره شمالی قرار گرفته، تبعات بیشتری را به همراه داشته است. به‌خصوص آن که مناطق زیادی در کشورمان در ارتفاعات بالایی از سطح دریا قرار گرفته‌اند و به خودی خود بیشتر مستعد دریافت پرتوهای فرابنفش خورشید هستند. بنابراین حتی اگر خبری از حفره‌های ازن بر فراز ایران نباشد نیز باز هم ما باید برای جلوگیری از اثرات ناشی از تابش‌های فرابنفش برنامه‌ریزی دقیق‌تری داشته باشیم. مثلا ما باید استفاده از چترهای مخصوص UV یا دیگر فیلترهای اشعه فرابنفش را در روزهایی که میزان این تابش‌ها در آسمان کشورمان سطح خطرناکی می‌رسد، ترویج کنیم. این در حالی است که اکنون هیچ‌کدام از دستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در ایران قادر به اندازه‌گیری میزان تابش اشعه‌های فرابنفش نیستند و اصولا تعداد اندکی از ایستگاه‌های سازمان هواشناسی یا دیگر مراکز دولتی کشور می‌توانند میزان تابش فرابنفش در آسمان را اندازه‌گیری کنند.

حق با شماست

info@jamejamdaily.ir

روابط عمومی: ۲۲۲۶۲۱۴۲

#الوند_فراموشی

باباخانی از همدان:

مسؤولان آن‌طور که باید به مشکلات کوه الوند رسیدگی نمی‌کنند و بیشتر به فکر توسعه گردشگری هستند در حالی که اگر توسعه پایدار نباشد محیط زیست به‌شدت آسیب می‌بیند.

#تهران_پارکینگ

خسروی از تهران:

یکی از مشکلات شهروندان در تهران کمبود جای پارک است، مسؤولان نه فقط حمل‌ونقل عمومی را توسعه نمی‌دهند، بلکه به فکر ایجاد پارکینگ هم نیستند.

#میرداماد_سرعت‌گیر

عباسی از تهران:

تردد ایمن شهروندان در خیابان میرداماد مقابل مسجد الغدیر نیاز به سرعت‌گیر دارد، زیرا خودروها با سرعت زیاد از این محدوده عبور می‌کنند. لطفا شهرداری منطقه به این مهم رسیدگی کند.

#بازار_کنترل

طالقانی از دزفول:

افزایش قیمت‌ها و کاهش قدرت خرید مردم شرایط ناگواری ایجاد کرده است، به نظر می‌رسد مسؤولان آن‌طور که باید برای کمک به مردم و رفع مشکلات تلاش نمی‌کنند.

#جوی_آب_زباله

یک شهروند از تهران:

با این که بیماری کرونا باید بهانه‌ای برای رعایت بیشتر موازین بهداشتی باشد، ولی برخی شهروندان همچنان زباله‌های خود را در جوی‌های آب رها می‌کنند که برخی پاکبان‌های شهر نیز به این مساله دامن زده و پس از جارو کردن معابر، زباله‌ها را در جوی‌های آب می‌ریزند. از شهرداری تهران تقاضای رسیدگی دارم.

#کتاب_دانش_آموز

سادات از قم:

با وجود شروع سال تحصیلی و این که از مدت‌ها قبل بازگشایی زودهنگام مدارس پیش‌بینی شده بود، اما هنوز بسیاری از دانش‌آموزان کتاب ندارند. این موضوع باعث شده تا دانش‌آموزان رغبتی به حضور در مدرسه نداشته و آن را بی‌فایده بدانند.

#زندان_جاده

یک زندانی:

زندانیان ندامتگاه تهران بزرگ با مشکلات متعددی دست و پنجه نرم می‌کنند. از مسؤولان تقاضای رسیدگی دارم. یکی از مهم‌ترین مشکلات، نبود خط اتوبوسرانی شرکت واحد در مسیر متروی کهریزک تا ندامتگاه و برعکس است که مشکلات زیادی را برای مددجویان و خانواده‌ها ایجاد کرده است.