

تأثیرات آلودگی هوا بر جوامع گیاهی و جانوری

نرگس سبحانی

دانشجوی کارشناسی محیط زیست دانشگاه تهران



دریافت و تجمع‌شان توسط موجود زنده بستگی دارد. عوارض ناشی از آلاینده‌ها ممکن است از نظر وسعت محدوده‌ای که اشغال می‌کنند، بسیار متفاوت باشند:

- بعضی از عوارض، بسیار محدود (محلی) هستند یعنی اثر محیطی آلاینده به نواحی مجاور و نزدیک، مثلاً یک معدن قدیمی، محدود می‌شود.

- بعضی دیگر از عوارض، منطقه‌ای هستند و در نتیجه جابجایی وسیع آلاینده‌ها ایجاد می‌شوند مثل باران اسیدی.

- بالاخره برخی دیگر، جهانی هستند مثل تجمع دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای در جو کره زمین یا اثر تغییرات لایه اوزون بر میزان تابش پرتوهای فرابنفش.

در قرن حاضر، میزان ورود مواد شیمیایی به محیط، از طریق فعالیتهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل، فاضلابها و سایر فعالیتهای انسان، بطور تأسف‌باری افزایش یافته است. مواد شیمیایی، بعد از ورود به محیط، ممکن است توسط جابجایی هوا و جریان آب، بطور وسیعی انتشار یابند و اثرات مختلفی بر محیط و موجودات زنده آن بگذارند. مقادیر کم مواد شیمیایی ممکن است باعث آلودگی محیط شوند اما عوارضی به دنبال نداشته باشند. معمولاً یک ماده شیمیایی، تنها در صورتی آلاینده محسوب می‌شود که اثرات محیطی داشته باشد. آلاینده‌ها می‌توانند بر ارتباطات میکوریزها که نقش مهمی در فعالیتهای حیاتی گیاه، تحمل آن نسبت به صدمات از جمله فلزات سنگین و توانایی رقابت آن با سایر گونه‌ها دارند نیز اثرات زیانباری داشته باشند. این امر ممکن است به علت اثرات مستقیم باران اسیدی و یا فلزات سنگین روی میکوریزها در زیرزمین باشد و یا آلاینده‌ها با تأثیر در اندامهای هوایی گیاه در بالای سطح زمین بطور غیر مستقیم از طریق تغییر توزیع کربن بین ریشه‌ها، فعالیت میکوریزها را کاهش دهد. اثر محیطی مواد شیمیایی به غلظت آنها در محیط و یا میزان

دهنده مقاومت برگ‌ها به آلودگی هستند. برگ‌ها به علت داشتن روزنه فراوان، مستعدترین قسمت گیاه برای آسیب حاد به شمار می‌روند که اجازه نفوذ و یا در مواردی عدم نفوذ آلاینده‌های هوا را به بافت‌های حساس می‌دهند. مواد آلاینده همراه هوا از طریق روزنه‌ها وارد برگ می‌شوند. اگر غلظت آلاینده و مدت زمان انتشار آنها زیاد باشد می‌توانند دیواره‌های سلولی را به تدریج تخریب کنند و از آن جا وارد سلول‌ها شوند. وقتی وارد سلول‌ها می‌شوند محتویات سلول‌ها را از بین برده و کارایی سلول را مختل می‌کنند. آلودگی هوا سبب بستن روزنه‌ها و بدتر شدن فتوسنتز و تنفس می‌شود. مجموع این اثرات روی رشد و نمو و دستگاه رویشی و زایشی گیاهان و در نتیجه بر عملکرد و باروری آنها تأثیر می‌گذارد. تکوین اجزای گل از جمله بساک پرچم‌ها، میکروسپوروزی و تشکیل دانه‌های گرده، تکوین مادگی و تخمک‌ها از پدیده‌های زیستی گیاهان هستند که تحت تأثیر آلاینده‌های جوی قرار می‌گیرند. مجموع این اثرات سبب عقیم شدن گرده‌ها و ناتوانی آنها در پدیده لقاح و بارور کردن مادگی می‌شود. پژوهشگران اثرات زیان بار آلودگی‌های ناشی از ترافیک شهری و آلاینده‌های صنعتی بر تکوین بساک پرچم‌ها و اختلال در تشکیل میکروسپورها و دانه‌های گرده، خنثی تا عقیم شدن گرده‌ها یا تشدید خواص آلرژی‌زایی آنها را ثابت کرده‌اند.

عوامل درونی گیاه

گونه‌های مختلف گیاهی، عکس‌العمل و میزان حساسیت متفاوتی نسبت به آلاینده‌ها دارند. علاوه بر این بین افراد یک گونه نیز تنوع ژنتیکی قابل توجهی در این زمینه وجود دارد. این تفاوتها عمدتاً

تأثیرات آلاینده‌ها از نظر مدت زمان نیز بسیار متفاوت است. برای مثال بعضی از عوارض در نتیجه آزاد شدن ناگهانی مقدار زیادی آلاینده در محیط ایجاد می‌شوند که ممکن است موجب اثری آنی شده، سپس و به تدریج بهبود یابد، در حالی که بعضی دیگر از تأثیرات محیط، نتیجه تجمع تدریجی انبوهی از آلاینده‌ها، طی سالها یا حتی دهه‌ها هستند. در ادامه به بررسی این اثرات می‌پردازیم.

اثرات آلودگی بر جوامع گیاهی

میزان دریافت آلاینده‌ها

این عامل تا حد زیادی به غلظت آلاینده در محیط و مدتی که گیاه در معرض آن قرار می‌گیرد بستگی دارد. البته گاهی ممکن است آلاینده در محیط وجود داشته باشد ولی بطور فعال توسط گیاه جذب نشود. برای مثال، گیاهان جذب اکثر آلاینده‌های هوا را از طریق روزنه‌ها که شامل سلول‌هایی هستند که در کنار هم قرار گرفته‌اند و حفره‌هایی دارند که گازها و مواد آلاینده وارد این حفره‌ها می‌شوند کنترل و محدود می‌کنند. آلاینده‌ها از راه روزنه‌ها وارد گیاه شده و مسیرهای متابولیکی تنفسی و فتوسنتزی را مختل می‌کنند. برگ‌های گیاهان نسبت به عوامل خارجی از جمله آلاینده‌های هوا از سایر قسمت‌های گیاه حساس‌تر هستند. برگ با داشتن سطح وسیع، باعث جذب و تجمع آلاینده‌ها می‌شود و به همین دلیل است که گیاهان میزان آلاینده‌ها را در محیط کاهش می‌دهند. روزنه‌های موجود در برگ‌ها مکان‌هایی برای جذب آلودگی به شمار می‌روند و تعداد، اندازه، تراکم و فراوانی آنها نشان



علت این امر، این بود که O_3 شبیه‌ها یا لایه‌هایی را بوجود می‌آورد که از نظر غلظت متفاوت بودند، لایه‌های بالاتر دارای مقدار بیشتری O_3 بودند و علفهای مقاوم‌تر نسبت به O_3 که دارای ارتفاع بیشتر بودند، کاهش یافتند ولی گیاهان علفی حساس‌تر که دارای ارتفاع کمتری بودند، اولاً چون در لایه‌های نزدیک‌تر به زمین بودند، O_3 کمتری جذب می‌کردند و ثانیاً در اثر کاهش جمعیت گونه‌های مقاوم، میزان نفوذ نور به این لایه بیشتر می‌شد و در نتیجه توانستند به رشد خود ادامه دهند. مسئله لایه بندی، اهمیت زیادی در پاسخ جمعیت‌های گیاهی به آلودگی دارد. افزایش غلظت CO_2 جو نیز می‌تواند باعث تغییر ترکیب گونه‌ها شود که این مسأله تا حدی ناشی از تفاوت‌های رشد گونه‌ها در پاسخ به تغییرات غلظت CO_2 است.

بسیاری از گونه‌های گل‌سنگ‌ها، حساسیت زیادی نسبت به اثرات مستقیم SO_2 دارند و اغلب نسبت به تغییرات شیمیایی پوست درخت نیز بسیار حساس‌اند. به همین دلیل در مناطقی که اسیدگذاری زیاد باشد، قدرت باف‌ری پوست درخت می‌تواند عامل بسیار مهمی در بقای گل‌سنگ باشد. قرار گرفتن گیاهان در معرض آلودگی هوا، منجر به تغییر فعالیت حشرات گیاهخوار می‌شود. آلاینده‌ها در غلظت‌های زیاد ممکن است بطور مستقیم بر خود حشرات تأثیر بگذارند ولی در غلظت‌های کمتر، که امروزه در بسیاری از مناطق دیده می‌شود، تأثیر بر حشرات بطور غیرمستقیم از طریق تغییرات شیمیایی در گیاه می‌باشد. به عنوان مثال افزایش غلظت CO_2 می‌تواند فعالیت حشره گیاه‌خوار را کاهش دهد که این مسئله احتمالاً به علت افزایش C/N یا افزایش میزان ترکیبات فنلی و یا سایر ترکیبات است. البته ممکن است علت این امر مربوط به افزایش میزان مصرف گیاه برای جبران کاهش نیتروژن باشد. یکی دیگر از آلاینده‌ها، NO_2 است که به نظر می‌رسد عامل مهمی در افزایش تعداد شته‌ها و سایر حشرات گیاه‌خوار باشد. افزایش نابودی حشرات می‌تواند علاوه بر کاهش کنترل ترق در گیاه، با تخریب لایه کوتیکول باعث افزایش نفوذ آلودگی به آن شود. مشخص شده است که آلاینده‌ها بر عوامل بیماری‌زای گیاهان نیز تأثیر می‌گذارند و این موجودات نسبت به آلاینده‌ها از قبیل SO_2 بسیار حساس‌اند ولی تغییرات شیمیایی و زیستی که توسط آلاینده‌ها روی سطح برگ‌ها ایجاد می‌گردد، باعث تغییر فعالیت این موجودات می‌شود.

به توانایی گیاه در محدود کردن جذب آلاینده و یا در صورت جذب آن به سم زدایی، سوخت و ساز و دفع سم مربوط می‌شود. علاوه بر ژنوتیپ، عوامل دیگری از قبیل سن گیاه و مرحله رشد آن نیز در عکس‌المعمل گیاه از قبیل سن گیاه و مرحله رشد آن در عکس‌المعمل گیاه نسبت به آلاینده، موثرند.

اثر غلظت‌های متفاوت آلودگی بر گیاهان

وقتی غلظت آلاینده به حد کافی زیاد باشد ممکن است باعث نابودی کامل گیاه شود. در غلظت‌های پایین‌تر، گیاه قادر به ادامه حیات است ولی اعمال حیاتی آن دچار اختلال می‌شوند. مثلاً ممکن است میزان فتوسنتز کاهش یابد، کنترل ترق از بین برود و یا فعالیت ریشه کم شود. این اثرات معمولاً باعث کاهش تولید بیوماس یا ناهماهنگی و تغییر توزیع مواد غذایی بین اندام‌های گیاهی می‌شوند. در غلظت‌های باز هم پایین‌تر، ممکن است فعالیت و رشد گیاه در شرایط محیطی بهینه، عادی به نظر رسند ولی آلاینده موجب تغییرات ریختی یا شیمیایی کوچکی شود که تحمل گیاه را نسبت به صدمات محیط مثل خشکی، یخ زدگی و یا آفات و بیماری‌ها کاهش دهد. در نهایت، در مورد بعضی از آلاینده‌های خاص، ممکن است فعالیت گیاه در غلظت‌های مشخصی از آلاینده افزایش یابد. به عنوان مثال، وجود فلزات سمی خاصی مثل مس و آهن که از عناصر ضروری تغذیه‌ای برای گیاه هستند، و همچنین SO_2 ، بخصوص در خاکهایی که سولفور آنها کم است، می‌توانند باعث تخریب رشد گیاه شوند.

اثرات آلودگی بر روابط بین گونه‌ها

وقتی غلظت یک آلاینده به میزانی باشد که بر فعالیت، رشد یا تولید مثل گیاهان اثر بگذارد، می‌تواند رقابت بین گونه‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد و آن را به نفع گونه‌های مقاوم نسبت به آلودگی (عمدتاً گونه‌های علفی و خانواده شیدر) تغییر دهد. سازوکار دقیق این عکس‌المعمل مشخص نیست ولی احتمال دارد که مربوط به اثرات آلوپاتی باشد. گرچه ثابت شده است که آلاینده می‌تواند رقابت بین گیاهان را تغییر دهند ولی چگونگی تغییر این روابط در جمعیت طبیعی، به درستی مشخص نشده است. در مقادیر زیادتر O_3 ، رقابت به نفع گونه‌های علفی حساس‌تر نسبت به O_3 و به زیان گونه‌های علفی مقاوم‌تر نسبت به آن تغییر کرده و این مسأله غیر قابل انتظار بود.



باران اسیدی

باران اسیدی، که باز هم به آلودگی هوا نسبت داده شده است، یکی از تهدیدات عمده برای حیوانات است. هنگامی که آلاینده‌هایی مانند دی‌اکسید گوگرد و اکسید نیتروژن در جو منتشر شوند، این گازها در هوا به سمت بالا صعود می‌کنند و در تماس با ابرهای باران زا قرار می‌گیرند. هنگامی که این ابرها شروع به باریدن کنند، قطرات آب با مواد شیمیایی که در فضا معلق هستند واکنش نشان می‌دهند و در نتیجه باران اسیدی ایجاد می‌شود. آب باران اسیدی، با PH برابر ۵٫۵، باعث تغییر در خواص شیمیایی برکه‌ها و رودخانه‌ها شده و منجر به تخریب زیستگاه موجوداتی که در این آب‌ها زندگی می‌کنند، می‌شود. باران اسیدی می‌تواند با ورود به خاک علاوه بر ایجاد آسیب به گیاهان، شرایط زیست حشرات، کرم‌ها و حیواناتی را که در سطح و داخل خاک زندگی می‌کنند، با خطر مواجه کند. اسیدی شدن آب‌ها همچنین بر زندگی ماهی‌ها اثر منفی دارد. همچنین ذرات نیتروژنی که توسط باران به زمین منتقل می‌شود در صورت راهیابی به دریاچه‌ها و رودخانه‌ها می‌تواند سبب رشد جلبک شود که در این صورت زندگی حیوانات آبی تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.

همان‌طور که بررسی شد اثرات آلودگی هوا بر روی اکوسیستم و روابط بین گونه‌های گیاهی اثرات مخربی دارد. در طبیعت، فقط جمعیت انسانی نیست که درگیر اثرات مخرب آلودگی می‌شود بلکه جمعیت‌های حیوانی نیز درگیر هستند و آسیب‌های بسیار زیادی می‌بینند.

تاثیر آلودگی هوا بر جانوران

همراه با انسان‌ها، حیوانات اعم از میکروبی‌های کوچک تا پستانداران بزرگ، وابسته به اکسیژنی هستند که از هوا به دست می‌آید. هنگامی که هوا آلوده است، همراه با تنفس اکسیژن، چند گاز مضر دیگر نیز استنشاق می‌شود. این گازهای مضر به همان شیوه‌ای که بر انسان تاثیر می‌گذارد، بر حیوانات نیز اثر می‌کند. کارشناسان هم چنین نشان داده‌اند ذراتی که حیوانات در طی یک دوره‌ی طولانی استنشاق می‌کنند، می‌تواند در بافتهای آنها انباشته شده و در دراز مدت به اندام‌ها آسیب برساند. به غیر از استنشاق آلاینده‌های مضر به‌طور مستقیم، حیوانات هم چنین ممکن است از طریق مواد غذایی که مصرف می‌کنند و یا با جذب از طریق پوست خود، با این آلودگی‌ها مواجه شوند. از همه مهمتر، حیوانات بیشتر به سبب این که مجهز به محافظت از خود همانند ما نیستند، نسبت به ما انسان‌ها آسیب‌پذیرتر هستند. بر اساس یک مطالعه، بیماری‌های تنفسی و از جمله آسم از جمله مشکلاتی است که در دو دهه اخیر در حیوانات شهری نظیر سگ و گربه رشد داشته است. همچنین مطالعات نشان داده پرنده‌گانی که به‌طور دائمی در معرض آلودگی هوا هستند، تولید تخم کمتر، مشکلات ریوی و جثه ضعیف‌تری دارند. آلودگی هوا باعث گمراهی زنبورهای عسل در یافتن گل‌ها می‌شود و این مسئله سبب کاهش باروری گیاهان خواهد شد.