

باران اسیدی در محیط را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، ازن موجود در هوا در اثر تابش خورشید و طی واکنش‌های نوری، سبب اکسید شدن این گازها می‌شود. گازهای اکسید شده با رطوبت هوا، به اسید تبدیل می‌شوند.

گوگرد موجود در سوخت‌های فسیلی، بر اثر سوختن به SO_2 تبدیل می‌شود. اکسیدهای نیتروژن نیز از منابع مختلف می‌تواند ایجاد شوند، لیکن مهم‌ترین آن یا مستقیماً از سوختن سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود و یا در اثر اکسید شدن نیتروژن هوا به وجود می‌آید. تولید اکسیدهای نیتروژن، از سایر منابع نظیر خاک نیز اهمیت زیادی دارد. آمونیاک تولید شده از کودهای کشاورزی، به تدریج وارد هوا می‌شوند و بر اثر اکسید شدن، به اکسید نیتروژن تبدیل می‌شوند. گرچه وجود کاتیون‌ها در هوا، می‌تواند عامل خنثی کردن مواد اسیدی موجود در هوا باشد و غلظت آن را کم کنند ولی در این فرایند، غلظت ذرات معلق افزایش می‌یابد که خود تهدیدکننده سلامت انسان‌هاست [2].

چگونگی جابه‌جا شدن گازهای مولد باران اسیدی

در هوا اکسیدهای گوگرد، به اسید سولفوریک و اکسیدهای نیتروژن به اسید نیتریک تبدیل می‌شوند و بخشی از آن با آمونیاک نمک‌های آمونیوم ایجاد می‌کنند که می‌توانند بسته به شرایط آب و هوایی و سرعت تبدیل و فرآیند نشست، فاصله زیادی تا 1500 کیلومتر حرکت کنند. گازهای منتشر شده SO_2 ، NO_x و NH_3 در اتمسفر رفتار متفاوتی دارند. مدت ماندگاری NH_3 در هوا نسبتاً کوتاه است؛ زیرا معمولاً از سطح زمین تبخیر می‌شود و در سطح پایین باقی می‌ماند. جابه‌جایی NH_3 بین 100 تا 500 کیلومتر است. گرادیان غلظت آن در ارتفاع و در سطح افقی شیب‌دار است؛ بنابراین در فاصله‌های کوتاه از منطقه انتشار، مقدار نشست قابل توجه است؛ این بدان معنی است که در کشورهای مانند هلند که مقدار آمونیاک زیادی از زمین منتشر می‌شود، در همان ناحیه نیز رسوب خواهد کرد. آن مقدار از آمونیاک که به NH_4^+ تبدیل می‌شود، سرعت رسوب‌شوندگی کمتری دارند؛ بنابراین مسافت بیشتری (تا 1500 کیلومتر) طی

Acid Rain

به هرگونه بارندگی اعم از باران، مه، برف، تگرگ، شبنم، با خاصیت اسیدی، اطلاق می‌شود.

په‌هاش آب در شرایط طبیعی و بدون گاز کربنیک، برابر 7 است. په‌هاش شاخصی برای خاصیت اسیدی یا بازی است که منفی لگاریتم غلظت H^+ را در آب نشان می‌دهد. لیکن آب طبیعی، همواره مقداری از گاز کربنیک را در خود حل می‌کند و معمولاً په‌هاش آن به حدود 5/6 می‌رسد؛ بنابراین وقتی په‌هاش نزولات یاد شده به کمتر از 5 می‌رسد، به آن باران اسیدی گفته می‌شود.

باران‌های اسیدی عمدتاً از نشر دو گاز اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و اکسیدهای گوگرد (SO_x) ناشی می‌شود که به دست بشر وارد طبیعت می‌شوند. باران‌های اسیدی، همواره جنگل‌ها، خاک و زیست‌بوم طبیعی در مساحت زیادی از اروپا، امریکا و آسیا را مورد تهدید قرار می‌دهند. از آثار زیانبار آن، از بین رفتن درختان جنگلی یا کاهش طراوت درختان، از بین رفتن ماهیان و سایر موجودات آبی در دریاچه‌ها و رودخانه‌های اسیدی شده و همچنین تغییر شیمی خاک را می‌توان نام برد. تأثیر و تخریب آثار تاریخی، مانند خوردگی فلزات، سنگ گچ و سنگ‌های مرمر نیز از دیگر تأثیرات مخرب باران‌های اسیدی است [1].

قبل از اینکه بشر با سوزاندن سوخت‌های فسیلی، این گازهای آلاینده را در اتمسفر رها کند، فرآیند تبدیل آن در طبیعت وجود داشته است. ترکیبات گوگرد و نیتروژن، به طور طبیعی از آتشفشان‌ها و از فعالیت باکتری‌ها در خاک رها می‌شوند، لیکن استفاده از سوخت‌های فسیلی، تولید این مواد و انرژی، به سرعت با افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای انرژی، مصرف گاز و نفت به‌منابۀ منبع تولید انرژی افزایش می‌یابد. اولین اثر نامطلوب آن، تأثیر بر کیفیت هوای محل سکونت و هوای شهری است [1].

نیروگاه‌های تولید انرژی بزرگ‌ترین تولیدکننده گازهای SO_x و NO_x در کره زمین هستند؛ بنابراین برای حل مشکل باران اسیدی، بیشترین تمرکز، کاهش ایجاد این گازها از نیروگاه‌های تولید برق است. شکل 1 فرآیند ایجاد و انتشار

گیاهان جذب و تأثیر مثبتی در رشد گیاه خواهند داشت. به همین علت میزان نشست باران اسیدی و غلظت این کاتیون‌ها در خاک، بسیار با اهمیت است. اگرچه عامل اصلی اسیدی بودن خاک در قسمت زیادی از کره زمین، مربوط به وجود یون آلومینیوم Al^{3+} در خاک است و باران اسیدی تأثیر بسیار جزئی در اسیدی شدن خاک دارد [4]. لیکن در خاک مناطقی مانند قاره اروپا که غلظت این کاتیون‌ها کم است، باران اسیدی نقش بیشتری در اسیدی کردن خاک دارد [3].

در مجموع طبیعت و اندازه اسیدی شدن به مشخصات آلاینده اسیدی (ارتفاع و نقطه نفوذ منبع)، فاصله از منبع انتشار، فرآیند شیمیایی و فیزیکی که در اتمسفر اتفاق می‌افتد و نوع پذیرنده آلاینده مانند کاربری زمین، ناهمواری‌ها، رطوبت، پوشش گیاهی و پوشش برف بستگی دارد.

مداخل مرتبط

آلودگی هوا، اثرات؛ آلودگی هوا؛ آلودگی هوای شهری؛ اتمسفر؛ اژن؛ انتشار آلاینده؛ ائروسول؛ بحران‌های زیست محیطی.

کتاب‌شناسی

- [1] Butler, T. "Acid rain". *Macmillan Encyclopedia of Energy*, vol. 1. MacMillan Reference Library Publication, 2000.
- [2] Lehr, J.; Keeley, J. "Water quality and research development". *Water Encyclopedia*. John Wiley & sons, Inc. Publication, 2005.
- [3] Erisman, J. W. "Acid deposition and energy use". In: J. Cleveland (ed.), *Encyclopedia of Energy*, vol 6. Elsevier Publication, 2004.
- [4] Sparks, D. *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press London, UK, 2003.

آذرمیدخت حسین‌نیا

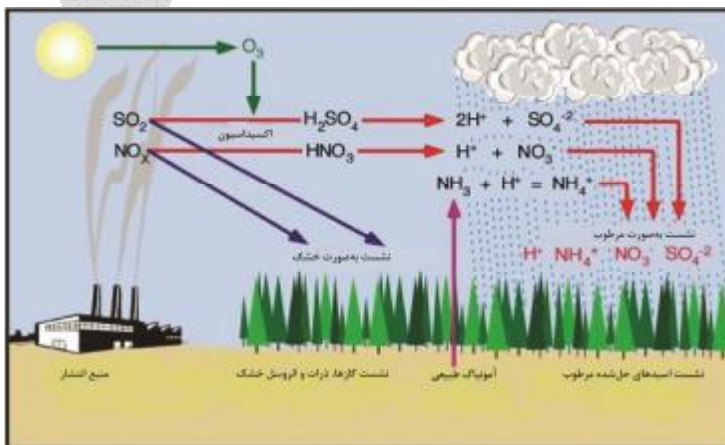
می‌کند. منابع ایجاد SO_2 به‌علت آنکه معمولاً در ارتفاع هستند، با آنکه سرعت نشست آن نسبتاً زیاد است، به‌راحتی تا مسافت زیادی حرکت می‌کنند و پس از نشست در آب یا خاک، بلافاصله به اسید سولفوریک (H_2SO_4) تبدیل می‌شوند [3].

بخشی از NO_x از منابع نزدیک به زمین (وسایط نقلیه) تولید می‌شود. این گاز اگرچه با سرعت کمتری می‌نشیند و سرعت تبدیل آن به گازهای HNO_2 و HNO_3 کم است، لیکن با سرعت زیادی در اتمسفر حرکت می‌کند [2].

در اثر واکنش این سه گاز اولیه SO_2 ، NO_x و NH_3 با یکدیگر در طی یک تعادل در اتمسفر محصولات مختلفی ایجاد می‌شود که روابط آنها بسیار پیچیده است؛ برای مثال SO_2 بدون حضور NH_3 با سرعت کمتری به SO_4^{2-} تبدیل می‌شود. اگرچه بدون حضور آمونیاک محیط زیست اسیدی‌تر می‌شود، لیکن سرعت نشست SO_2 به‌علت کم بودن حلالیت آن در آب، کاهش می‌یابد؛ بنابراین ارزیابی اثر هر یک از این آلاینده‌ها در ایجاد باران اسیدی، بدون در نظر گرفتن غلظت دو گاز دیگر و اندرکنش آنها میسر نیست.

اسیدی شدن خاک

کاتیون‌های بازی مانند Mg^{2+} ، Ca^{2+} و K^+ در طبیعت قادرند باران‌های اسیدی را که در خاک نفوذ کرده‌اند، خنثی کنند و درنهایت به بافر تبدیل شوند، در این صورت، به‌وسیله



شکل 1. فرآیند انتشار، انتقال و نشست آلاینده‌های اسیدی [1].