Samangan Scientific and Research Journal
https://researchsparker.edu.af/index.php/SARJ
ISSN: 3006-8835

Acid Rain and Its Adverse Effects on the Environment

Nasratullah Mahboob *
Department of Chemistry, Faculty of Education, Samangan Higher Education Institute.
* *Corresponding Author: nmahboob091@gmail.com*

Cite this study: Mahboob, N. (2024). Acid Rain and Its Averse Effects on the Environment, Samangan Academic and Research Journal, 1(1), 59-70.

Keywords
acid rain, environment, air pollution, adverse effects and nitrogen oxides.

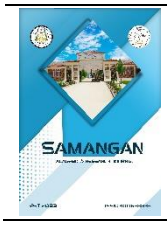
Research

Received:
Revised:
Accepted:
Published:

Abstract

Water on the ground evaporates into the air, and after condensation due to the Earth's gravity, it falls back as rain, creating a suitable environment for the ecosystem and providing the foundation for irrigating crops and generating electricity. Normal rainfall varies from 5 to 6, but acid rain occurs when it is less than 5, typically due to changes in certain factors. Acid rain was first identified in 1853 by the English scientist August Smith. When organic or mineral substances decompose (SO_3, NO, CO_2) and mix with the air, they collide with raindrops, forming associated acids known as acid rain. The aim of this article is to examine the sources of acid rain, preventive measures, the consequences of acid rain damage, and its adverse effects on the environment. Acid rain leads to the destruction of various plants and animals, metal corrosion, fading of colors in clothing, and more. The research method is library or descriptive research, involving the examination and comparison of relevant topics from various books regarding the characteristics of acid rain and its adverse effects on the environment. The conclusion is drawn that acid rain has severe negative effects on the environment. Therefore, this article highlights acid rain and its impacts.

مجلهٔ علمی-تحقیقی سمنگان
https://researchsparker.edu.af/index.php/SARJ
ISSN: 3006-8835



باران‌های اسیدی و اثرات نامطلوب آن بالای محیط‌زیست

پوهنمل نصرت‌الله محبوب*
دیپارتمنت کیمیا، پوهنحی تعلیم و تربیه، مؤسسهٔ تحصیلات عالی سمنگان
* نویسنده مسؤول: nmahboob091@gmail.com
تقریظ دهنده: پوهندی عنایت‌الله عنایت

مرجع‌دهی: محبوب ن. (۱۴۰۲). باران‌های اسیدی و اثرات نامطلوب آن بالای محیط‌زیست, ۱(۱), ۵۹-۷۰.

کلمات کلیدی

باران اسیدی، محیط زیست، آلوده‌گی هوا، اثرات نامطلوب و اکسایدهای نایتروجن.

چکیده

آب زمین در هوا تبخیر می‌شود و پس از انجماد در اثر گرانش زمین به‌صورت باران دوباره می‌ریزد و پیدا می‌شود محیط مناسبی را برای اکو سیستم ایجاد می‌کند و زمینه را برای آبیاری محصولات و تولید برق فراهم می‌کند. بارنده‌گی نورمال زمانی‌که به دلیل برخی عوامل تغییر می‌کند از 5 تا 6 متغیر است. در نتیجه باران اسیدی هنگامی رخ می‌دهد که pH آن کمتر از 5 است. باران اسیدی اولین بار در سال 1853 توسط دانشمند انگلیسی به نام رابرت آنگوس اسمیت[1] شناسایی شد. هنگامی‌که مواد عضوی یا معدنی تجزیه می‌شوند (SO_3 . NO . CO_2) و برخی از اکسیدها و برخی دیگر با هوا مخلوط می‌شوند. در نتیجه با قطرات باران برخورد کرده و اسیدهای مرتبط را تشکیل می‌دهند که به آن باران اسیدی می‌گویند. هدف این مقاله بررسی شناسایی منابع باران اسیدی، راه‌های جلوگیری و پیامدهای خسارات باران اسیدی و اثرات نامطلوب آن بر محیط زیست است. باران اسیدی باعث تخریب انواع گیاهان و جانوران، ازبین‌رفتن فلزها، ازبین‌رفتن رنگ لباس و... می‌شود. روش تحقیق کتابخانه‌یی یا تحقیق توصیفی است و راه‌برد آن بررسی و مقایسهٔ موضوعات مربوطه از کتاب‌های مختلف برای ویژه‌گی‌های این باران اسیدی و اثرات نامطلوب آن بر محیط زیست است .چنین نتیجه می‌گیریم که باران اسیدی اثرات بسیار بدی بر محیط زیست دارد؛ به همین دلیل، در این مقاله به باران اسیدی و اثرات آن اشاره شده است.

[1] Robert Angus Smith

مقدمه

اقدامات مهم حفاظت از محیط زیست که عامل مناسبی برای حفاظت از محیط زیست است، مانند جانوران و گیاهانی که در حفاظت از محیط زیست نقش دارند، برای جلوگیری از باران اسیدی و بقای موجودات زنده پیش‌گیری از آن ضروری است (Richman, 1994).

باران اسیدی یکی از مهم‌ترین مشکلات محیط زیست است که امروزه در بسیاری از نقاط جهان با آن مواجه است. این نوع روی‌دادها شامل شبنم اسیدی و برف اسیدی است. وجود احتمالی اسیدها در هوا تأثیر مستقیمی بر سلامت انسان دارد (کالین برد، ۱۳۸۹).

پدیدۀ باران اسیدی در اواخر دهۀ 1800 در بریتانیا کشف شد؛ اما پس از آن تا دهۀ 1960 به دست فراموشی سپرده شد. در ابتدا باران اسیدی را نزولات جوی می‌دانستند و اکنون به باران اسیدی معروف است. CO_2 حلالیت با هوا H_2CO_3 تشکیل می‌شود و برای اسیدهای ضعیف صدق می‌کند (مندوزی، 1394/ پرویز، 1392).

سوختن میلیون‌ها تن از پوشش گیاهی جنگلی در آفریقا در سال‌های 2000- 2500 باعث ایجاد آلاینده‌های هوا، بارش و برخی اقدامات سلفری شده است که به‌طور طبیعی در تشکیل باران اسیدی مؤثر است. همچنین دود و گازهایی از لوله‌های اگزوز و وسایل نقلیه وارد هوا می‌شود و نایتروجن‌اکساید (NO و NO_2) اکسید شده به دای نایتروجن پنتا کساید (N_2O_5) تبدیل شده و سپس بر اساس رطوبت کم به نایتریک اسید تبدیل می‌شود (مشاوره، 1396).

به‌جای سوزاندن مواد، باید راه‌های مناسب برای به‌دست‌آوردن انرژی را پیدا کرد؛ به عنوان مثال: استفاده از انرژی خورشیدی، کاهش سوزاندن مواد تشکیل‌دهندۀ سلفردای‌اکساید SO_2، کنترول هزینه‌ها و جلوگیری از آلوده‌گی (نثاراحمد، 1387).

روش گردآوری اطلاعات

برای جمع‌آوری اطلاعات این مقاله از روش تحقیق استنادی (کتاب‌خانه‌یی)، مرور وبسایت‌ها و مقالات منتشرشده در ژورنال‌های بین‌المللی و پایگاه داده‌های علمی، سرچ انجین‌ها از جمله Science Direct, Web Of Science, Google Scholar, Semantic Scholar و غیره استفاده شده است. علاوه بر این، کتب و منابع معتبر نیز مورد بررسی قرار گرفته و مطالب مهم، دلچسپ، مفید و مؤثر مرتبط با موضوع تحقیق جمع‌آوری . تحلیل گردیده و به‌صورت فشرده در متن مقاله جابه‌جا شده است. جهت دست‌یابی به نتایج و مقالات نشرشده در رابطه به موضوع تحقیق کلیدواژه‌هایی مانند: باران اسیدی، محیط زیست، آلوده‌گی هوا، اثرات نامطلوب و اکسایدهای نایتروجن جستجو گردید. مقالات به‌دست‌آمده

با توجه به میزان ارتباط آن‌ها به موضوع تحقیق و کیفیت مجلات علمی مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت اطلاعات از مقالات مرتبط، جدید و معتبر استخراج و در متن تحقیق حاضر جابه‌جا گردید.

بحث و نتیجه

باران اسیدی یکی از عوامل آلوده‌گی شهرهای بزرگ و صنعتی است که دارای کارخانه‌های بزرگ و صنعتی‌اند؛ مصرف زیاد مواد فسیلی در حال سوختن و تولید زیاد این دو مادهٔ گازی (NO، SO_3 و NO_2) بخار آب موجود در هوا است (احمدزی، 1387/ مالاردی، 1383).

در مقیاس جهانی، سطوح بالایی از کاربن‌دای اکساید و گازهای سلفر از تجزیه و تحلیل گیاهان به‌دست می‌آید. SO_2 از پالایش نفت و گاز طبیعی در صنعت نفت به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم به شکل H_2S باعث آلوده‌گی هوا قبل از توزیع می‌شود. در واقع، اغلب آن‌ها گاهی اوقات در چاه‌های گاز طبیعی CH_4 به جای H_2S یافت می‌شوند.

H_2S که از نفت خام و گاز طبیعی به‌دست می‌آید، به سلفر جامد تبدیل می‌شود. از نظر محیط فزیکی بی‌ضرر استند. بر این اساس، از فرایند فاز گازی که تعامل براق نامیده می‌شود، استفاده می‌شود (کالین برد، 1389).

$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$$

چندین گاز دیگر حاوی سلفر کاملاً در زیر حالت اکسیداسیون (کم) قرار دارند و به عنوان آلاینده‌های هوا در فرایندهای پتروشیمی حاوی $(CH_3)_2S$. CH_3SH و CH_3SSCH_3 این گازها شامل می‌باشند. تمام سلفر از H_2S از ترکیب این سه گاز استفاده می‌شود (کالین برد، 1389).

مس و نیکل در طبیعت به‌عنوان کانی‌های سولفیدی وجود دارند. مراحل اولیهٔ تبدیل به آن فلزهای آزاد، سلفر را در هوا آزاد می‌کنند تا اکسیدهای فلزی را تشکیل دهند. در نتیجه SO_2 در هوا منتشر می‌شود؛ مثلاً:

$$2NiS + 3O_2 \rightarrow 2NiO + 2SO_2$$

از SO_2 غلظت در گازهای زاید حاصل از فرایند آزاد می‌شود. اولین (مشابه فرایندی که برای نیکل استفاده می‌شود) بیش از حد است. در نتیجه، می‌توان آن را توسط اکسیداسیون کاتالیزوری SO_2 به SO_3 تبدیل کرد. عبور آب یا باران‌های شدید SO_3 را به اسید تجاری H_2SO_4 سلفوریک اسید غلیظ تولید می‌کنند (چامیدس و دیویس، 1982).

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$$
$$SO_{3(g)} + H_2O_{(aq)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

در این فرایند می‌توان تا 90 درصد از این گاز را از مجاری اگزوز دودکش‌ها حذف کرد. محصولات سنگی نامنظم $CaSO_3$ و $CaSO_4$ تشکیل‌شده معمولاً در زمین مدفون می‌شوند. تعاملات به شرح زیر است:

$$CaCO_3 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + CO_2$$

$$CaSO_3 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CaSO_4$$

راه دیگر این است که سنگ آهک را قبل از سوختن با زغال‌سنگ مخلوط کرده و به جای دفن در خاک به کربنات کلسیم تبدیل کرده و مورد استفاده قرار می‌دهند (کالین برد، 1389).

توافق‌نامهٔ کیفیت هوا در سال 1991 بین ایالات متحده و کانادا هردو کشور را ملزم می‌دارد که انتشار سلفر دای‌اکساید را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. این انتشار گاز اینک در ایالات متحده مطابق با پیمان هوای پاکیزه محدود شده است. تا سال 2000 باید کاهش قابل توجهی در انتشار SO_2در مقایسه با مقادیر این گازها در دهه‌های 1970 و 1980 وجود داشته باشد.

(88% کاهش از انتشار مواد سمی در هوا در مقایسه با سطوح سال 1990 نیز به‌وسیلهٔ پیمان هوای پاکیزه الزامی شده است.) برای هر نیروگاهی‌که SO_2 در هوا منتشر می‌کند، حد معینی بر حسب تن در نظر گرفته شده و برای انتشار کلی در سطح کشور نیز سقف تعیین شده است.

انتشار سلفر دای‌اکساید از نیروگاه‌ها را همچنین می‌توان با استفاده از نفت، گاز طبیعی، یا زغال‌سنگ با محتوای سلفر کم کاهش داد؛ اما این سوخت‌ها معمولاً گران‌تر از زغال‌سنگ با محتوای سلفر زیاد است.

منابع اولیه آب باران را زیاد اسیدی نمی‌کنند؛ اما برخی از این منابع اولیه در عرض چند ساعت یا چند روز به منابع نوع دوم تبدیل می‌شوند و هریک از این دو اسید اسیدهای بسیار محلول و قوی‌اند. بر اساس آن باران اسیدی در واقع رخ می‌دهد (چامیدس و دیویس، 1982).

باران اسیدی فوران آتش‌فشانی HCL را در جو آزاد می‌کند و باعث باران اسیدی موقت می‌شود (مندزی، ۱۳۹۴).

منابع و کاهش آلوده‌گی سلفردای‌اکساید (SO_2) در مقیاس جهانی بیش‌تر SO_2 به‌وسیلهٔ آتش‌فشان‌ها و به‌وسیلهٔ اکسایش گازهای سلفر حاصل از تجزیهٔ گیاهان تولید می‌شود. از آن‌جا که SO_2 (طبیعی) عمدتاً در قسمت بالای جو یا دور از مراکز جمعیت انتشار می‌یابد، غلظت این گاز در هوای پاک در این مکان بسیار کم است. با این حال، اکنون مقادیر قابل توجهی در هوای سطحی، به‌ویژه در زمین‌های خشک بالایی نیم‌کرهٔ شمالی، منتشر می‌شود. منابع عمدهٔ SO_2 ناشی از فعالیت‌های انسانی، به‌ویژه در نیروگاه‌های برق، احتراق زغال‌سنگ است. زغال‌سنگ جسم جامدی است که در محل استخراج تقریباً 1 تا 5 درصد سلفر دارد. حدود نیمی از این سلفر را به‌صورت «درون‌نشینی» در محتوای کانی وابسته به

زغال‌سنگ به دام افتاده است. چنان‌چه زغال‌سنگ پیش از احتراق آن به‌صورت پودر درآید، می‌توان این نوع سلفر را به‌طور مکانیکی جدا کرد؛ اما نیم دیگر سلفر در ساختار پیچیدهٔ کاربن در این جامد پیوند دارد و نمی‌توان آن را به‌وسیلهٔ فرایندی ساده و ارزان قیمت جدا کرد.

سلفر در نفت خام (نفت) تا میزان چند درصد وجود دارد؛ اما آن را تا سطح تنها چندم صدم یک ppm در محصولاتی چون بنزین کاهش می‌دهند. سلفردای‌اکساید به وسیلهٔ صنعت نفت به هنگام پالایش نفت و تصفیهٔ گاز طبیعی پیش از توزیع آن‌ها مستقیماً به‌صورت SO_2 یا به‌طور غیر مستقیم H_2S در هوا انتشار می‌یابد. در واقع، جز عمده در چاه‌های گاز طبیعی گاهی به‌جای CH_4 گاز H_2S است. مقادیر قابل ملاحظهٔ هایدروجن‌سلفاید که با حذف آن از نفت خام و گاز طبیعی به‌دست می‌آید، اغلب به سلفر جامد تبدیل می‌شود که از نظر زیست محیطی جسمی بی‌خطر است. برای این منظور از فرایند فاز گازی به نام واکنش کلاوس استفاده می‌شود (فرد پیرس، 1987).

$$2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$$

یک سوم مقدار مولی هایدروجن‌سلفاید را که از سوخت فوسیلی استخراج می‌شود، ابتدا به سلفردای‌اکساید تبدیل می‌کنند تا به‌عنوان واکنش‌دهنده در واکنش بالا به‌کار برده شود. حذف هایدروجن‌سلفاید از گازها پیش از رهاکردن آن‌ها در هوا بسیار مهم است؛ زیرا هایدروجن‌سلفاید بسیار سمی است و سمی‌بودن آن بیش‌تر از سلفردای‌اکساید است. هایدروجن‌سلفاید هم‌چنین یکی از آلاینده‌های متداولی است که از کارخانه‌های صنایع کاغذسازی منتشر می‌شود. چندین گاز دیگر که دارای سلفر است، در حالت اکسایش کاملاً پایین‌اند و به‌عنوان آلاینده‌های هوا در فرایندهای پتروشیمی انتشار می‌یابند (کالین برد، 2009).

حد اکثر مقدار سلفر که می‌تواند در بنزین موجود باشد، ممکن است در آینده بازهم محدود شود؛ زیرا وجود آن از کارایی مبدل‌های کاتالیزی می‌کاهد؛ ظاهراً مالیکول‌هایی‌که سلفر کاسته دارند، می‌توانند پاره‌یی از محلوهای کاتالیزی را اشغال کنند و به این ترتیب این محل‌ها را از نظر شیمیایی «مسدود» کنند و توانایی آن‌ها را برای تبدیل CO . NO_x یا هایدروکاربن‌ها به محصولات بی‌ضرر محدود نمایند. منابع بزرگ تکی (از محلوهای جداگانه‌یی‌که مقادیر زیادی از یک آلاینده انتشار می‌دهند) از SO_2 نیز با صنعت ذوب‌کاری فلزهای غیر آهنی (تبدیل کانی‌ها به فلزهای آزاد) مربوط می‌شود. بسیاری از فلزهای باارزش و مفید مانند مس و نیکل در طبیعت به‌صورت کانی‌های سولفید یافت می‌شوند. در نخستین مرحلهٔ تبدیل آن‌ها به فلزهای آزاد این کانی‌ها را برای حذف سلفر در هوا برشته می‌کنند تا اکسید فلز به‌دست آید. SO_2 تولیدشده در هوا رها می‌شود؛ برای مثال:

$$2NiS + 3O_2 \rightarrow 2NiO + 2SO_2$$

کانی‌های نظیر سلفید مس را در فرایندی‌که آکسیجن خالص را تحت فشار به محفظهٔ ذوب‌کاری می‌فرستند، می‌توان ذوب‌کاری کرد و سلفردای‌اکساید بسیار غلیظ را که از این فرایند به‌دست می‌آید، به آسانی استخراج کرد و به‌صورت مایع درآورد و به‌عنوان محصول فرعی در بازار عرضه کرد.

غلظت SO_2 در گازهای بی‌مصرف از فرایندهای برشته‌کنی متداول (مانند فرایندی‌که برای نیکل به‌کار می‌رود) زیاد است. در نتیجه، می‌توان آن را از روی یک کاتالیزگر اکسایش که قسمت عمدهٔ SO_2 را به سلفرترای‌اکساید تبدیل می‌کند، عبور داد و با پاشیدن آب بر روی گاز حاصل سلفوریک‌اسید غلیظ تجارتی را تولید کرد (چامیدس و دیویس، 1982).

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$$
$$SO_{3(g)} + H_2O_{(aq)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

آلایندهٔ نوع اول هوا $NO^{\bullet}$ انحلال‌پذیری خاصی در آب ندارد و اسید حاصل از انحلال سلفردای‌اکساید در آب یک اسید ضعیف است. از این‌رو، آلاینده‌های نوع اول $NO^{\bullet}$ و SO_2 آب باران را چندان اسیدی نمی‌کنند؛ اما بعضی از این آلاینده‌های نوع اول در عرض چند ساعت یا چند روز به آلاینده‌های نوع دوم سلفوریک‌اسید H_2SO_4 و نایتریک‌اسید HNO_3 تبدیل می‌شوند که هردو در آب بسیار انحلال‌پذیرند و از اسیدهای قوی‌اند. در واقع، عملاً تمام قدرت اسیدی در باران اسیدی به علت وجود این دو اسید است. در شرق آمریکای شمالی برتری با سلفوریک‌اسید است؛ زیرا قسمت عمدهٔ نیروی برق از نیروگاه‌هایی است که زغال‌سنگ با محتوای سلفر زیاد مصرف می‌کنند. در غرب آمریکای شمالی نایتریک‌اسید مربوط به وسایط نقلیهٔ موتوری برتر است؛ زیرا زغال‌سنگ مصرفی در آن‌جا محتوای سلفر کمی دارد (کالین برد، 2009).

در ادامه بعضی از اثرات و خسارات باران اسیدی آورده شده است:

1- باران اسیدی آثار تاریخی را که قسمت بیرونی آن از سنگ مرمر یا سنگ آهک است و مصالح ساختمانی را به دلیل انحلال آن‌ها از بین می‌برد. باران اسیدی بر فولاد، رنگ، سیمان، پلاستیک، سنگ‌تراشی، مصالح ساختمانی (مانند سنگ، سیمان و آجر) و مرمر و سنگ آهک تأثیر می‌گذارد و از بین می‌برد.

2- باران اسیدی باعث تخریب اجسام و تأسیسات فولادی می‌شود که خسارات زیادی به صنعت و اقتصاد کشور وارد می‌کند.

3- باران اسیدی سطح حاصل‌خیزی زمین را کاهش می‌دهد و حتی می‌توان مواد سمی را با خاک مخلوط کرد (مالاردی، 1383).

4- باران اسیدی یکی دیگر از اثرات جدی است که فلزهای المونیم (Al)، کلسیم (Ca)، سرب (Pb) و سیماب (Hg) را حل کرده و وارد آب می‌کند (مندوزی، 2014).

5- فلزهای المونیم (Al)، کلسیم (Ca)، سرب (Pb) و سیماب (Hg) از طریق باران به دریا می‌روند و در جانوران دریایی تجمع می‌یابند و وقتی این جانوران خورده می‌شوند، در نتیجه وارد انسان و پرنده‌گان می‌شوند. غلظت بالای Al برای ماهی مضر است. وقتی گوشت ماهی‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، باعث افسرده‌گی آن‌ها می‌شود.

6- سلامت و اندام‌های انسان به شدت تحت تأثیر سلفردای‌اکساید قرار می‌گیرند. قطرات کوچک اسید سلفوریک اثرات مخربی بر سلامتی موجودات دارد (مندوزی، ۱۳۹۴).

7- باران اسیدی باعث کاهش عمل‌کرد کشاورزی و مشکلات آلوده‌گی آب زیرزمینی از طریق خاک می‌شود (مالاردی، 1383).

میزان تأثیر باران اسیدی بر روی حیات زیست‌شناختی در یک منطقهٔ معین به شدت به ترکیب خاک و صخره‌سنگی که در زیر لایهٔ سطحی زمین در آن منطقه واقع است، بسته‌گی دارد. مناطقی‌که به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند، مناطقی‌اند که در زیر لایهٔ سطحی زمین گرانیت یا کوارتز دارند؛ زیرا خاک وابسته به آن ظرفیت کمی برای خنثی‌کردن اسید دارد. بنابراین، بزرگ‌ترین مناطقی‌که تحت تأثیر باران اسیدی قرار می‌گیرند، مناطق سپر ماقبل کامبریان[2] کانادا و اسکاندیاوی استند. برعکس، چنان‌چه صخره‌سنگی در زیر لایهٔ سطحی زمین از نوع آهک یا گچ باشد، اسید به‌طور مؤثری خنثی می‌شود؛ زیرا این سنگ‌ها متشکل از کلسیم کاربنات $CaCO_3$ است که به‌صورت باز عمل کرده با اسید وارد واکنش می‌شود (اف پیرس، 1990).

$$CaCO_{3(s)} + \overset{+}{H}_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}{}_{(aq)} + H\overset{-}{C}O_{3(aq)}$$

$$H\overset{-}{C}O_{3(aq)} + \overset{+}{H}_{(aq)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(aq)}$$

این واکنش‌ها به دلیل اضافه‌بودن $\overset{+}{H}$ تقریباً تا حد کامل پیش می‌روند. سپس سنگ حاصل‌شده کاربن‌دای‌اکساید و یون کلسیم برای جاگزینی یون $\overset{+}{H}$ تولید می‌کند. همین واکنش‌ها علت ازبین‌رفتن مجسمه‌های برنزی می‌شود. اجزای صورت در نتیجهٔ واکنش با اسید و با سلفردای‌اکساید به تدریج خورده یا تخریب می‌شوند.

باران اسیدی اثرات نامطلوب در زنده‌گی دریایی و جنگل‌ها داشته که در طول سال‌ها مشخص شده است آلوده‌گی هوا می‌تواند تأثیر جدی بر درختان داشته باشد. با این حال، روشن‌ساختن دلیل این ارتباط

[2] Pre Camberian Shield

برای محققان بسیار دشوار است. اسیدی‌شدن خاک می‌تواند باعث انحلال آلومینیوم در مواد مغذی موجود شود؛ به همان شکلی‌که در رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد. و این عنصر ممکن است در جذب عناصر غذایی توسط درختان و همهٔ گیاهان اختلال ایجاد کند. ظاهراً قدرت اسیدی بارانی که در جنگل‌ها می‌بارد، تأثیر نامطلوبی بر هوای جلوی درختان می‌گذارد. این اثر به تنهایی نمی‌تواند باعث مرگ درختان شود؛ زمانی‌که خشک‌سالی و درجهٔ حرارت بسیار بالاست، بیماری یا حشرات به درختان حمله می‌کنند و درختان آسیب زیادی می‌بینند. این نوع خشک‌شدن درختان از شاخه‌های بالایی شروع می‌شود و این اتفاقات بارها در آلمان مشاهده شده است (کالین برد، 2009).

جنگل‌های مرتفع همه‌گی تحت تأثیر باران اسیدی قرار می‌گیرند. احتمالاً به این دلیل که درختان جنگلی در زیر سطح برف غلظت اسید بیش‌تری دارند. قدرت اسید در ابرها و شبنم بیش‌تر از باران است. بر این اساس، ابر و شبنم که باعث رقیق‌شدن اسید می‌شود، بسیار نادر است؛ به عنوان مثال: درختان کنار سواحل رودخانه‌های سوپریور غشاهای بیرونی خود را خشک می‌کنند؛ به‌ویژه در مناطقی‌که باران اسیدی می‌بارد. درختان بزرگی که در اثر باران اسیدی آسیب دیده‌اند، به تدریج از بالا به پایین برگ‌های خود را از دست می‌دهند و در سال‌های اول خشک‌سالی برگ‌های بیرونی خشک می‌شوند و می‌ریزند. در بهار تجدید نمی‌شود و در نتیجه درخت هدر می‌رود و نمی‌تواند در برابر عوامل دیگر مقاومت نشان دهد. ازن در سطح زمین می‌تواند به برخی از محصولات کشاورزی به دلیل حملهٔ شیمیایی آسیب برساند. ظاهراً گاز اتیلنی که از چمن پراکنده می‌شود، وارد جریان برهمکنش با ازن می‌شود و رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌شود که به بافت گیاهان آسیب می‌رساند (پرویز، 1392).

رودخانه‌هایی‌که به شدت اسیدی شده‌اند، به دلیل قرارگرفتن مستقیم آن با هوای آلوده‌اند و سنگ آهک در خاک آن منطقه بسیار کم است. در چند مورد کوشش شده تا با اضافه‌کردن سنگ آهک یا کلسیم هایدرواکساید به آب دریاچه‌ها قدرت اسیدی آب را خنثی کنند؛ اما این فرایند باید هر چند سال یک بار تکرار شود تا pH قابل قبولی در آن‌جا حفظ شود.

دریاچه‌های اسیدی‌شده به‌طور مشخص غلظت‌های بالایی از آلمونیم حل‌شده Al^{3+} دارند، که از شسته‌شدن سنگ‌ها به‌وسیلهٔ یون H^{+} حاصل می‌شود. در شرایط pH خنثی آلمونیم به علت انحلال‌ناپذیری آن در سنگ باقی می‌ماند. دانشمندان اکنون به این باورند که قدرت اسیدی و غلظت بالای آلمونیم هردو علت کاهش ویران‌گرایانهٔ جمعیت ماهی‌هاست که در بسیاری از سیستم‌های آبی اسیدی‌شده مشاهده شده است. انواع مختلف ماهی و گیاهان آبی از نظر تحمل المونیم و اسید با هم فرق دارند؛ به طوری‌که ترکیب زیست‌شناختی دریاچه به تدریج که قدرت اسیدی آن بیش‌تر می‌شود،

تغییر می‌کند. به طور کلی، تکثیر ماهی در آب‌های دارای قدرت اسیدی زیاد به شدت کاهش می‌یابد؛ در حالی‌که ماهی‌های بزرگ چنین آبی را تحمل می‌کنند: بچه‌ماهی‌ها که در اوایل بهار از تخم بیرون می‌آیند نیز در معرض آب بسیار اسیدی‌اند؛ زیرا برف اسیدی زمستان تماماً در فاصلهٔ زمانی کوتاهی آب شده به سیستم‌های آبی سرازیر می‌شود. وقتی pH خیلی پایین‌تر از 5 باشد، گونه‌های معدودی زنده می‌مانند و تولید مثل می‌کنند. در نتیجه، بسیاری از رودخانه‌های بزرگ و کوچک در مناطق آسیب‌دیده فاقد ماهی‌های باارزش استند؛ به عنوان مثال: برخی از رودخانه‌ها آن‌قدر اسیدی‌اند که برای ماهی قزل‌آلای اقیانوس اطلس مناسب نیستند، که باعث مرگ گیاهان و جانوران آب‌زی می‌شود. pH دریاچه‌های سالم حدود 7 یا اندکی بالاتر است.

در شکل (1) مشاهده می‌شود که باران اسیدی بر میزان مواد معدنی خاک‌های کشاورزی تأثیر می‌گذارد و آن‌ها را به نمک تبدیل می‌کند و در قسمت‌های عمیق فرومی‌رود و مواد مورد نیاز گیاهان کاهش می‌یابد و نابود می‌شود.

ده‌ها هزار دریاچه در منطقه سپر ماقبل کامبریان در کانادا و در سوئد و تعداد کمتری در ایالات متحده، بریتانیا و فنلاند به شدت اسیدی شده‌اند. دریاچه‌ها در اونتاریو به‌ویژه از این بابت صدمه دیده‌اند؛ زیرا این دریاچه‌ها مستقیماً در مسیر هوای آلوده استند و سنگ آهک در خاک آن منطقه بسیار کم است.

در موارد متعددی سعی شده است با افزودن سنگ آهک به آب رودخانه، قدرت اسیدی خنثی شود؛ اما این فرایند باید هر چند سال یک بار تکرار شود تا قابل قبول بماند (فرد پیرس، 1987). در این صورت، از قراردادن پودر آهک در آب اسیدی، اسیدها خنثی و مرتبط می‌شوند (مندوزی، 1394).

شکل 1: خنثی‌سازی اسیدها در رودخانهٔ اسیدی اسکاندیناوی توسط پودر سنگ آهک (کالین برد، 2009)

مناقشه

تعریف باران اسیدی ناشناخته است؛ مواد معدنی مانند نفت، زغال‌سنگ و... از منابع آلوده‌گی هوایند. در اثر سوزاندن انواع آلاینده‌های مصنوعی و طبیعی گازهای مختلفی در جو منتشر می‌شود که عامل آلوده‌گی هوا است. برخی از این گازهای آزادشده با قطرات باران مخلوط می‌شوند و باعث باران اسیدی می‌شوند. بیش‌تر این گازها از کارخانه‌های تولیدی که دارای لوله‌های اگزوز بالا استند، آزاد می‌شوند که در هنگام بارنده‌گی در قطرات باران حل می‌شوند و باعث تشکیل اسیدهای مختلف و باعث تخریب و آسیب به گیاهان و حیوانات می‌شوند (Burns et al., 2016).

بنابراین، اگر بارانی بدون ویژه‌گی‌های فوق اتفاق بیفتد (باران معمولی pH 5 تا 6 دارد)، نمی‌توان آن را باران اسیدی نامید. بیایید برای نجات موجودات زنده از این نوع مشکلات تلاش کنیم. به عبارت دیگر، در کارخانه‌ها و صرفاً آن دسته از مواد معدنی و پلیمرهایی‌که گازهای مذکور را تولید می‌کنند، نباید سوزانده شوند؛ زیرا گازهای مذکور باعث ایجاد باران اسیدی می‌شوند. در صورت افزایش سطح باران اسیدی در رودخانه‌های یک کشور، استفاده از سنگ آهک برای جلوگیری از اسیدی‌شدن آب ضروری است. و اگر توجه نکنیم، نتیجه خطرناک‌تر خواهد بود (Rechcigl & Sparks, 1985).

نتیجه‌گیری

باران اسیدی یک پدیدۀ آلوده‌گی هوا است که اغلب به وجود می‌آید؛ زمانی‌که گازهای ناخالصی همچون اکسیدهای سلفر و نایتروجن از منابع مختلف نظیر صنایع، وسایل نقلیه و نیروگاه‌ها به جو انتشار می‌یابند، این گازها در هوا با رطوبت ترکیب‌شده و اسیدهای نیتریک و سولفوریک تشکیل می‌دهند که در هوا حل شده و به‌صورت باران، برف یا توده‌های ذرات آبی به زمین می‌آیند.

بنابراین، اول از همه نباید از موادی‌که در تشکیل باران اسیدی نقش دارند، استفاده کنیم تا آلوده‌گی هوا درختان را تحت تأثیر قرار دهد؛ چون روی گیاهان دارویی تأثیر جدی می‌گذارد و مواد غذایی موجود به همان شکلی‌که در رودخانه‌ها وجود دارد، باعث انحلال آلومینیوم می‌شود و این عنصر امکان جلوگیری از جذب عناصر غذایی توسط درختان و همۀ گیاهان را دارد. دانشمندان فعلی بر این باورند که دو دلیل وجود دارد: یکی قدرت اسیدی و دیگری غلظت بالای آلومینیوم است که سطح جمعیت ماهی را کاهش می‌دهد. ماهی‌هایی‌که در مراحل اولیه (بهار) جوجه‌ریزی می‌کنند، در معرض آب بسیار اسیدی قرار دارند و بسیار اندک زنده می‌مانند و تولید را کاهش می‌دهند؛ زیرا رودخانه‌های سالم 7 یا کمتر ارتفاع دارند.

یا می‌توان از اثرات باران اسیدی به چنین نتیجه برسیم:

آسیب به گیاهان: اسیدی‌بودن آب باران می‌تواند به گیاهان و درختان آسیب بزند. این اسیدها می‌توانند روی برگ‌ها و ساقه‌های گیاهان تأثیر بگذارند و عمل‌کرد فتوسنتزی گیاهان را کاهش دهند.

آسیب به خاک: باران اسیدی می‌تواند به افزایش حلالیت المونیم در خاک منجر شود. این موضوع می‌تواند به نابودی میکروب‌ها و ساختار خاک و در نتیجه به افزایش خطر سیلاب و فرسایش خاک منجر شود.

آسیب به آب‌های سطحی و زیرزمین: باران اسیدی می‌تواند به رودخانه‌ها و دریاچه‌ها وارد شود و باعث تغییر PH آب شود. این تغییرات ممکن است به آب‌زیان و سایر زنده‌گی در آب آسیب بزند.

آسیب به مواد ساختمانی: مواد ساختمانی مانند سنگ، آجر و فلزها می‌توانند تحت تأثیر باران اسیدی خرد شده و زیر ساختمان‌ها آسیب ببینند.

تأثیر بر سلامت انسان: اسیدهای موجود در باران اسیدی اگر به میزان زیادی وارد آب آشامیدنی شوند، می‌توانند بر سلامت انسان تأثیر بگذارند.

بنابراین، با انجام این تحقیق توانستیم از روش‌هایی برای جلوگیری از باران اسیدی استفاده کنیم تا درختان، گیاهان و حیوانات دریایی ما با مشکلات فوق مواجه نشوند. نکتهٔ دیگر این است که آشنایی با ویژه‌گی‌های باران اسیدی مانند شناخت موادی‌که گازها از آن‌ها به‌دست می‌آیند که با قطرات باران واکنش شیمیایی می‌دهند و از آن‌ها اسید تشکیل می‌شود، ضروری است و باید مضرات آن را دانست (Rechcigl & Sparks, 1985).

برای کاهش اثرات نامطلوب باران اسیدی اقداماتی همچون کاهش انتشار گازهای آلوده، استفاده از فناوری‌های تمییزتر در صنایع و افزایش آگاهی جامعه در خصوص حفاظت از محیط زیست می‌تواند مؤثر واقع شود. (Hornbeck, J. W, 1981).

پیشنهادها

1- تحقیقات زیادی باید در مورد باران اسیدی انجام شود تا راه‌هایی برای جلوگیری از آن پیدا شود.

2- موادی‌که در هنگام سوختن اکسید تولید می‌کنند، نباید برای سوزاندن استفاده شوند.

3- زمانی‌که میزان بارندگی پنج یا کمتر از پنج باشد، برای خنثی‌کردن آن باید از پودرهای سنگ آهک استفاده کرد.

منابع

احمدزی، عبدالباقی. (۱۳۸۷). مجموعهٔ دانستنی‌های محیط زیستی. ادارهٔ ملی حفاظت محیط زیست، ص۴۲.

پرویز، غلام‌علی. (۱۳۹۲). دانستنی‌های محیط زیست. کابل: انتشارات سعید، صص۵۳-۵۴.

کالین برد، منصور عابدینی. (۱۳۸۹). شیمی محیط زیست. چاپ سوم، تهران: مرکز انتشارات دانشگاهی تهران، صص۸۱-۸۹.

مستشاری، سید مرتضی. (۱۳۹۶). شیمی محیط زیست. انتشارات دانشگاه گیلان، صص۱۶-۲۰.

ملاردی، محمدرضا و سوسن اصغری. (۱۳۸۳). شیمی محیط زیست (آشنایی با جنبه‌های شیمیایی محیط زیست). انشارات مبتکران، صص۵۱-۵۲.

مندوزی، عارف‌الله. (۱۳۹۴). د ژوند چاپیریال. کابل: چاپخانۀ سهر، صص۴۲ـ ۴۳.

حمدزی، نثاراحمد. (۱۳۸۸). د ایکولوژی اساسات او چاپیریال‌ساتنه (د چاپیریال‌ساتنی علم). پوهنتون کابل، صص۳۲-۳۴.

Burns, D. A., Aherne, J., Gay, D. A., & Lehmann, C. (2016). Acid rain and its environmental effects: Recent scientific advances. AtmEn, 146, 1–4.

Chameides, W. L., & Davis, D. D. (1982). Chemistry in the Troposphere. Chemical and Engineering News, 60(40), 38–52.

Pearce, F. (1990). Whatever happened to acid rain? New Scientist, 127(1734), 57–60.

Pearce, Fred. (1987). Acid rain. Penguin London.

Rechcigl, J., & Sparks, D. (1985). Effect of acid rain on the soil environment: A review. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 16(7), 653–680.

Richman, B. T. (1994). Air Pollution in the World's Megacities. Environment, 36(2).

Singh, A., & Agrawal, M. (2007). Acid rain and its ecological consequences. Journal of Environmental Biology, 29(1), 15.

Bhargava, S., & Bhargava, S. (2013). Ecological consequences of the acid rain. IOSR J. Appl. Chem, 5, 19-24.

Mohajan, H. (2018). Acid rain is a local environment pollution but global concern.

Sivaramanan, S. (2015). Acid rain, causes, effect and control strategies. Central Environmental Authority, Battaramulla, 1.

Abbasi, T., Poornima, P., Kannadasan, T., & Abbasi, S. A. (2013). Acid rain: past, present, and future. International Journal of Environmental Engineering, 5(3), 229-272.

Shi, Z., Zhang, J., Xiao, Z., Lu, T., Ren, X., & Wei, H. (2021). Effects of acid rain on plant growth: A meta-analysis. Journal of Environmental Management, 297, 113213.

Likens, G. E., & Bormann, F. H. (1974). Acid rain: a serious regional environmental problem. Science, 184(4142), 1176-1179.

Rechcigl, J. E., & Sparks, D. L. (1985). Effect of acid rain on the soil environment: a review. Communications in soil science and plant analysis, 16(7), 653-680.

Tripathi, A. D. (2021). Environmental impact of acid rain: A review. Asian Journal of Multidimensional Research, 10(11), 592-597.

Lal, N. (2016). Effects of acid rain on plant growth and development.

Kulp, J. L. (1990). Acid Rain: Causes, effects, and control. Regulation, 13, 41.

Kulshrestha, U. (2020). Acid rain. In Managing Air Quality and Energy Systems (pp. 707-727). CRC Press.

Johnson, D. W., Turner, J., & Kelly, J. M. (1982). The effects of acid rain on forest nutrient status. Water Resources Research, 18(3), 449-461.

Ali, S. R. (2021). Impacts of acid rain on environment. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 11(12), 776-781.

Kunt, F., & Özkan, A. (2023). Negative effects of acid rains on agricultural areas. Annals of Environmental Science and Toxicology, 7(1), 013-016.

Mellanby, K. (Ed.). (1988). Air Pollution, Acid Rain and the Environment: Report Number 18 (No. 18). Springer Science & Business Media.

Ferenbaugh, R. W. (1975). Acid rain: biological effects and implications. Envtl. Aff., 4, 745.

Debnath, B., & Ahammed, G. J. (2020). Effect of acid rain on plant growth and development: physiological and molecular interventions. Contaminants in Agriculture: Sources, Impacts and Management, 103-114.

Hornbeck, J. W. (1981). Acid rain: facts and fallacies. Journal of Forestry, 79(7), 438-443.

Eney, A. B., & Petzold, D. E. (1987). The problem of acid rain: an overview. Environmentalist, 7(2), 95-103.

Menz, F. C., & Seip, H. M. (2004). Acid rain in Europe and the United States: an update. Environmental Science & Policy, 7(4), 253-265.

Zhang, Y., Li, J., Tan, J., Li, W., Singh, B. P., Yang, X. & Wang, H. (2023). An overview of the direct and indirect effects of acid rain on plants: Relationships among acid rain, soil, microorganisms, and plants. Science of The Total Environment, 873, 162388.

© Author(s) 2024. This work is distributed under https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/