

تأثیر آلودگی فلزات سنگین بر سلامت انسان

نرگس عباسی کاکرودی (کارشناس ارشد ژنتیک) / دبیر زیست‌شناسی دبیرستان‌های شهرستان قدس

مقدمه

افراد و جمعیت‌ها ممکن است به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در طبیعت در معرض آلودگی قرار گیرند. در حالی که اثرهای مستقیم سموم معمولاً فراوانی جانداران را کاهش می‌دهد، اثرهای غیرمستقیم آن‌ها نیز ممکن است منجر به کاهش یا افزایش فراوانی آن‌ها شود. آلودگی‌هایی از قبیل هیدروکربن‌های نفتی، فلزات سنگین و آفت‌کش‌هایی می‌توانند اثرهای سمی مستقیمی در محیط آبی داشته باشند. گونه‌های حساس ممکن است با این اثرهای نسبتاً کشنده از بین بروند و با تأثیر کشندگی آن‌ها ممکن است عده زیادی از گونه‌های جانداران از بین بروند. همچنین آلودگی ممکن است سبب تغییر در رفتار، رقابت، شکار و یا چریدن جانوران شود و در نتیجه فراوانی یا ترکیب جمعیت را تغییر دهد و گاهی هم ممکن است اثرهای آلودگی در آن‌ها پنهان بماند (۱). در مقیاس جهانی، وجود آلودگی بیماری‌زا در آب نوشیدنی بیشترین خطر را برای سلامتی انسان دارد و تعداد زیادی از بیماری‌ها از طریق آب نوشیدنی تصفیه نشده و یا در حد ضعیف تصفیه شده، شیوع یافته‌اند و سبب مسمومیت انسان شده‌اند. هم زنجیره‌های غذایی آبی و هم خاک با تجمع آلاینده‌های محیطی در غلظت‌های سمی آلوده می‌شوند (۲).

راه‌های ورود آلودگی به محیط زیست

ورود آلودگی به سطح آب‌های جاری سطحی، آب‌های زیرزمین، رسوبات و آب‌های آشامیدنی از طریق دو منبع اولیه اتفاق می‌افتد:

■ آلودگی از منبع متمرکز

■ آلودگی از منبع غیرمتمرکز.

مثال‌هایی برای آلودگی از منبع متمرکز وجود دارد که شامل مراکز صنعتی (مانند صنایع غذایی، صنایع فولاد، صنایع کاغذسازی)، کارخانجات تولیدکننده فاضلاب‌های صنعتی و شهری، طغیان آب‌ها و مخلوط شدن آن‌ها با فاضلاب‌ها، استخراج منابع و مکان‌های انهدام زباله (محل‌های جمع‌آوری زباله، تفاله‌های صنعتی) است. در مقابل، آلودگی از منبع غیرمتمرکز شامل آلودگی‌هایی است که مقیاس‌های جغرافیایی وسیعی را دربرمی‌گیرد. مثال‌ها شامل آلودگی‌های موجود در زمین‌های

زراعی (آفت‌کش‌ها، بیماری‌زها و کودها)، سیلاب‌ها و شست‌وشوی زباله‌های شهری، منابع اتمسفری (آلاینده‌های آلی ماندگار مانند متیل جیوه) است. این منابع هر دو می‌توانند برای سلامت انسان و سلامت اکوسیستم‌های آبی خطرناک باشند (۲).

فلزات سنگین

فلزاتی از قبیل کادمیوم، مس، سرب، کروم و جیوه آلاینده‌های محیطی مهمی هستند، خصوصاً در مناطقی که شامل جمعیت بالای انسانی است. وجود این فلزات در اتمسفر، خاک و آب می‌تواند سبب بروز مشکلاتی برای همه موجودات زنده شود. تجمع فلزات سنگین خصوصاً در زنجیره‌های غذایی سبب خطرات اساسی برای سلامت انسان است. فلزات سنگین از دو طریق وارد بدن انسان می‌شود: یکی از طریق تنفس و دیگری از طریق تغذیه؛ که تغذیه نقش مهم‌تری در ورود این عناصر به جمعیت انسانی دارد. جذب فلزات سنگین در جوامع انسانی از طریق زنجیره‌های غذایی در بیشتر کشورها گزارش شده است.

در سیستم‌های گیاه-خاک، آستانه سمیت فلزات سنگین، بالاترین حد مجاز مقدار فلز در خاک است. اگر هیچ اثر سمی روی گیاه نداشته باشد و یا آنکه مقدار فلزات سنگین در قسمت‌های قابل مصرف محصولات از استانداردهای بهداشتی غذایی تجاوز نکند. فعالیت‌های کشاورزی مانند کوددهی و آبیاری، نوع خاک از نظر pH خاک، مواد آلی، خاک رس و غیره می‌تواند در مقدار آستانه فلزات مؤثر باشد. تجمع فلزات سنگین در خاک سبب ورود آن‌ها به محصولات کشاورزی می‌شود که اثرات زیان‌آوری بر کیفیت غذا (از نظر سلامت و فروش آن در بازار)، رشد محصول و سلامت محیطی (گیاهان و جانوران خشکی) دارد.

وجود سبزیجات در وعده‌های غذایی، ضروری است و موادی چون پروتئین، ویتامین‌ها، آهن، کلسیم و دیگر ترکیبات غذایی مثل برخی عناصر کم‌مصرف را تأمین می‌کنند. گاهی همین سبزیجات، هم عناصر ضروری و هم عناصر سمی را در غلظت‌های بالایی در خود دارند. وجود فلزات در سبزیجات ممکن است تهدیدی برای سلامتی انسان باشد. سبزیجات، فلزات سنگین را از طریق خاک آلوده جذب می‌کنند. این فلزات در قسمت‌های مختلف گیاه ذخیره می‌شوند. گزارش‌ها نشان می‌دهند که نیمی از جذب سرب و کادمیوم و جیوه از طریق غذاهای گیاهی مانند میوه‌ها، سبزیجات و حبوبات صورت می‌گیرد. سرب عنصری است که می‌تواند برای گیاهان مضر باشد. اگر چه گیاهان

در مقیاس جهانی، وجود آلودگی بیماری‌زا در آب نوشیدنی بیشترین خطر را برای سلامتی انسان دارد

عصبی مرکزی و مراکز بالایی موجود در کورتکس مغز دارد. قرار گرفتن به مدت زیاد در معرض متیل جیوه، مکانیزم‌های دفاعی را سرکوب خواهد کرد. در صورت کم بودن مقدار متیل جیوه، این ماده وارد کبد می‌شود و به داخل صفرا ترشح می‌شود و سپس به مجرای روده برمی‌گردد و توسط میکروفلورهای روده به صورت متان و جیوه معدنی شکسته می‌شود و غلظت سمی آن کاهش می‌یابد. اگر مقدار متیل جیوه وارد شده به بدن زیاد باشد، غلظت سمی آن از بین نمی‌رود و وارد مغز می‌شود (۴).

* منابع

1. Fleeger JW, Carman KR, Nisbet RM. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. *Sci Total Environ*. 2003 Dec 30; 317 (1- 3): 207- 33. Review.
2. Ritter L, Solomon K, Sibley P, Hall K, Keen P, Mattu G, Linton B. Sources, pathways, and relative risks of contaminants in surface water and groundwater: a perspective prepared for the Walkerton inquiry. *J Toxicol Environ Health A*. 2002 Jan 11; 65 (1): 1- 142. Review.
3. Islam E, Yang XE, He ZL, Mahmood Q. Assessing potential dietary toxicity of heavy metals in selected vegetables and food crops. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2007 Jan; 8 (1): 1- 13. Review.
4. Clarkson TW. Environmental contaminants in the food chain. *Am J Clin Nutr*. 1995 Mar; 61 (3 Suppl): 682S- 686S. Review.
5. Macek T, Kotrba P, Svatos A, Novakova M, Demnerova K, Mackova M. Novel roles for genetically modified plants in environmental protection. *Trends Biotechnol*. 2008 Mar; 26 (3): 146- 52.

معمولاً این توانایی را دارند که مقادیر زیادی از تجمع سرب را داشته باشند، بدون آنکه تغییرات قابل رؤیتی در ظاهر یا محصولشان نشان دهند. در بیشتر گیاهان، تجمع سرب می‌تواند صدها برابر از بالاترین حد مجاز آستانه برای انسان تجاوز کند. از آنجا که ورود سرب در زنجیره غذایی ممکن است روی سلامت انسان اثر گذارد، مطالعات مربوط به تجمع سرب در سبزیجات اهمیت زیادی یافته است. فلز روی در صورت افزایش در انسان ایجاد علائم بالینی مانند افزایش ضربان قلب، شوک عروقی، تهوع و سوءهاضمه، استفراغ، اسهال، التهاب لوزالمعده و آسیب بافت کبد می‌شود (۳). ترکیب متیل جیوه به دلیل آنکه سبب مرگ انسان می‌شود، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و به عنوان یک مسئله زیستی مهم در اکوسیستم آبی مطرح است. در خلیج «مینی مانا» که خلیجی بزرگ و وسیع در ژاپن است، یک کارخانه مواد شیمیایی، ترکیبات متیل جیوه را به داخل این خلیج تخلیه می‌کرد. میزان متیل جیوه در زنجیره غذایی آب آنقدر زیاد بود که ورود ماهیان به بازار مصرف در سطح گسترده‌ای سبب مسمومیت و مرگ انسان شد. بنابراین دیگر تردیدی باقی نماند که هر آلودگی وارد شده به اقیانوس می‌تواند در محیط زیست تجمع یابد و گاهی افزایش غلظت آن در ماهی‌ها، سبب مرگ مصرف‌کنندگان ماهی خصوصاً انسان شود. ترکیب متیل جیوه اثر سمی روی دستگاه

نتیجه‌گیری

مشکل آلودگی غذا را می‌توان با به‌کارگیری مواد خامی با کیفیت خوب و شرایط کاملاً بهداشتی و برنامه‌های منظم بازرسی مرتفع کرد. هر کشوری براساس عادات‌های غذایی، نوع ملیت، کشاورزی و وضعیت اقتصادی‌ای که دارد نیازمند فرمول خاصی برای تعیین استاندارد ماکزیمم مجاز در تهیه محصولات غذایی خود است. فناوری‌های مختلفی نیز برای رفع آلودگی خاک به کار برده شده است. دو راهکار در زمینه فلزات سنگین خاک می‌تواند مورد قبول باشد. ■ به‌کار بردن فعالیت‌های کشاورزی به‌منظور کاهش قابلیت دسترسی به فلزات سنگین در خاک: این مورد شامل تغییرات pH، افزودن مواد آلی، افزودن کود و انتخاب سبزیجات مناسب در خاک‌های ویژه است. این راهکار برای مناطقی مناسب است که غلظت فلزات سنگین در حد وسیعی نباشد.

■ به‌کارگیری تکنیک‌های اصلاح نباتات: در این روش گیاهانی به‌دست می‌آید که قادرند فلزات را جمع و از خاک به درون بخش‌های بالایی خود انتقال دهند و تغلیظ کنند؛ سپس از طریق درو کردن این بخش‌ها، فلزات از آن محل خارج شوند. این تکنیک برای مناطقی است که آلودگی فلزات در سطح وسیعی باشد. اخیراً گیاه‌پالایی یعنی به‌کار بردن گیاهان مناسب‌تر برای جذب فلزات سنگین از زمین‌های بسیار سودمند بوده است (۳).

به‌طور مثال گیاهان ترانس ژنیک مورد استفاده در محیط زیست، گیاهانی هستند که مواد شیمیایی آلاینده محیطی را کاهش می‌دهند و یا مناطق آلوده شده را با بازدهی بالا، پاک می‌کنند. این گیاهان از نظر ژنتیک تغییر یافته‌اند. برخی از نمونه‌های چنین گیاهانی را با جذب به درون خود، کم می‌کنند و برخی دیگر، دارای ژن‌هایی هستند که باعث تجزیه مواد آلی و تبدیل آن‌ها به مواد معدنی در محیط می‌شوند (۵). برخی از گیاهان براساس نیاز فیزیولوژیکی خود، متالوفیت هستند و فعالانه فلزات را جمع می‌کنند. این گیاهان می‌توانند فلزات را از خاک‌های آلوده، رودخانه‌های آلوده و دریاچه‌ها در محل‌هایی که دارای گل و لای ناشی از فاضلاب هستند جمع کنند (۳).

گزارش‌ها نشان می‌دهند که نیمی از جذب سرب و کادمیوم و جیوه از طریق غذاهای گیاهی، مانند میوه‌ها، سبزیجات و حبوبات صورت می‌گیرد