ضرورت بررسی فلزات سنگین خاک در ارتباط با امنیت غذایی و سلامتی انسان

عباس طاعتی[۱]، محمد حسن صالحی[۲]
۱ و ۲- دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهرکرد

چکیده

امروزه آلودگی فلزات سنگین خاک توسط منابع آلاینده مختلف به یکی از نگرانی‌های بزرگ در سطح جهان تبدیل شده است. این فلزات به دلیل غیر قابل تجزیه بودن توسط میکروارگانیسم‌های خاک، تجمع زیستی در بافت جانداران، ورود به زنجیره غذایی و اثرات آشکار بر امنیت غذایی و سلامتی انسان، در دهه‌های اخیر مورد توجه محققان مختلفی قرار گرفته‌اند. تجمع فلزات سنگین در بدن، بیماری‌ها و عوارض متعددی همچون اختلالات عصبی، کم خونی، بیماری‌های سرطان، پارکینسون، آلزایمر، افسردگی، اسکیزوفرنی، فقر مواد غذایی، بر هم خوردن تعادل هورمون‌ها، چاقی و سقط جنین را به همراه دارد و گاهی نیز در موارد حاد سبب مرگ انسان می‌شود. با توجه به اینکه یکی از علت‌های این بیماری‌ها، فلزات سنگین در خاک می‌باشد، لزوم بررسی میزان فلزات سنگین در خون و بافت‌های بیماران در معرض این فلزات علاوه بر غلظت آن‌ها در خاک ضروری می‌باشد.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، تجمع زیستی، امنیت غذایی، سرطان

مقدمه

سلامت خاک (Soil health) پایه و اساس برای تولید مواد غذایی سالم است و به امنیت غذایی (Food security) کمک می‌کند، به عبارت دیگر می‌توان گفت امنیت خاک (Soil security) ارتباط مستقیم با امنیت غذایی دارد (Rojas et al., ۲۰۱۶). با توجه به اهمیت حیاتی خاک برای امنیت غذایی و توسعه کشورها، سازمان ملل متحد سال ۲۰۱۵ را سال جهانی خاک اعلام کرد و اولین سمپوزیوم در ارتباط با امنیت خاک نیز در همین سال و در دانشگاه تگزاس برگزار شد. در سال‌های اخیر دانشمندان مختلفی به اهمیت امنیت خاک توجه نموده‌اند، به طوریکه هر ساله برای انتقال اطلاعات و تجربیات در این زمینه نشست‌ها و کارگاه‌هایی در کشورهای مختلف برگزار می‌شود. قابلیت دسترسی به منابع کافی تأمین غذا، دست‌یابی به منابع غذائی با کیفیت بالا و مغذی و استفاده از اصول تغذیه و وجود آب کافی و سالم جنبه‌های مهم امنیت غذایی را تشکیل می‌دهند (McBratney et al., ۲۰۱۴). امنیت غذایی زمانی فراهم می‌شود که همه مردم، در همه زمان‌ها دسترسی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی به غذای کافی، ایمن و مغذی را برای یک زندگی سالم و فعال داشته باشند (FAO, ۲۰۰۹). بشر به منظور تأمین نیازهای روز افزون خود ناچار به استفاده از مواد و ترکیبات مختلف و نیز زمین‌های قابل کشت با سرعتی بی‌رویه می باشد، از این رو با هدف ارتقاء کمیت و کیفیت محصولات تولیدی خود موادی را وارد خاک می‌کند که در طولانی مدت ممکن است سلامت خاک و محیط زیست را تهدید نماید. صنعتی شدن، شهرنشینی، فعالیت‌های کشاورزی و تغییر در سیستم مدیریت اراضی اثرات عمیقی بر تغییرپذیری ویژگی‌های خاک دارد که به عنوان تغییرات غیر طبیعی یا به عبارتی آلودگی خاک مطرح می‌گردد. هنگامی که خاک آلوده می‌شود این آلودگی می‌تواند به سایر اجزای محیط زیست منتقل شده و به طور مستقیم و یا غیر مستقیم سلامت انسان را تهدید نماید. در بین آلاینده‌های خاک و محیط زیست فلزات سنگین از مهمترین آلاینده‌ها می‌باشند و از نظر سمیت و پایداری جزء خطرناک‌ترین گروه آلاینده‌ها طبقه‌بندی می‌شوند و تهدیدی برای امنیت، ایمنی غذایی و سلامتی انسان می‌باشند (Guan and Sun, ۲۰۱۴). علی رغم تفاوت‌هایی که در رفتار فلزات سنگین از لحاظ تحرک و قابلیت جذب آن‌ها در خاک وجود دارد، در اغلب موارد میزان خروج آن‌ها از طریق آبشویی نسبت به میزان ورود آن‌ها به خاک بسیار کمتر است که این امر موجب انباشته شدن تدریجی این عناصر در خاک و اختلال در کارکردهای خاک می‌شود و می‌توانند از طریق گیاهان و یا فرآورده‌های حیوانی وارد رژیم غذایی انسان شده و سلامتی را تهدید کند.

مشکلات و بیماری‌های عصبی، عقب ماندگی ذهنی، کم خونی و بیماری‌های سرطان در اندام‌های مختلف از جمله اثرات سوء فلزات سنگین بر روی انسان می‌باشند (Steenland and Boffetta, ۲۰۰۰). با توجه به اینکه در حال حاضر هیچ روش درمانی شناخته شده‌ای نیست که قادر باشد اثر فلزات سنگین را به روند معکوسی برگرداند لذا برای کاهش در معرض قرار گرفتن، این مهم است که مسیرهای غالب که شامل مسیرهای مرتبط با رژیم غذایی و غیر رژیم غذایی شناسایی شوند و اقدامات مناسب در جهت کاهش ورود آلاینده‌ها به خاک انجام شود (Tang et al., ۲۰۱۷). نکته‌ای که می‌بایستی به آن اشاره نمود این است که شناسایی و درک روابط میان خاک و سلامت انسان، منحصراً موضوع مورد مطالعه ژئوشیمیست‌ها، دانشمندان علوم پزشکی و اپیدمیولوژیست‌ها بوده و تا بحال، دانشمندان خاکشناسی نقش اندکی در این مطالعات داشته‌اند (روستا، ۱۳۸۵).

تأثیر فلزات سنگین بر روی سلامتی انسان

سازمان بهداشت جهانی (WHO) (۲۰۱۰) لیست ده ماده شیمیایی را که باعث نگرانی سلامت بشر می‌شوند منتشر کرده است که چهار مورد آن شامل فلزات سنگین آرسنیک، کادمیم، سرب و جیوه می‌باشد. نقش فلزات سنگین بر روی انسان متفاوت می‌باشد. بعضی فلزات مثل مس، روی و آهن وقتی سمی هستند که مقدارشان بیشتر از حد آستانه باشد، در حالیکه بعضی فلزات مثل سرب، کادمیم و نیکل حتی در غلظت‌های کم سمی هستند (Wang et al., ۲۰۱۶). مطالعات اپیدومیولوژی و سم شناسی نشان می دهد که بعضی فلزات سنگین مانند سرب، آرسنیک و کادمیم هیچ عملکرد فیزیولوژی مفیدی ندارند و می توانند منجر به آسیب‌های جدی بر روی سلامتی انسان شود. در بین فلزات سنگین کادمیم و سرب به دلیل نیمه عمر طولانی در بدن انسان و حیوانات از اهمیت زیادی برخوردارند. حدود ۹۵ درصد از سرب وارد شده به بدن انسان در استخوان‌ها به صورت فسفات‌های سرب با نیمه عمر ۲۰ تا ۳۰ سال رسوب می‌نمایند. بخش عمده کادمیم پس از ورود به بدن، تمایل به تمرکز یافتن در بافت‌ها و نسوج نرم و حساس بدن مانند جگر و کلیه‌ها را داشته و موجب اختلال در کارکرد این اعضاء، کم-خونی‌های مزمن و برخی از سرطان‌ها می‌شود (محمدی و بویر احمدی، ۱۳۸۷). نیمه عمر این عنصر در بدن انسان ۱۷ تا ۳۰ سال است. با توجه به فاز رشد و تکامل کودک، همچنین الگوهای رفتاری، کودکان بیشتر در معرض مسمومیت ناشی از فلزات سنگین قرار دارند. اختلال در سیستم عصبی مهم‌ترین اثر سوء در اطفال است که از طریق آسیب رسیدن به آن ممکن است سبب تأخیر در رشد فیزیکی، کاهش ضریب هوشی و تغییر رفتار در اطفال می‌شود. لانفر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که آسیب‌های عصبی در کودکان زمانی اتفاق می‌افتد که سطح سرب خون کم باشد ($2-10 \mu g/L^{-1}$). از جمله اثرات مخرب سرب ناشی از افزایش سرب در انسان می توان به اختلال در بیوسنتز هموگلبین، اختلال در سیستم عصبی مرکزی، سیستم خون سازی بدن، آسیب به کلیه، سقط جنین، تأثیرات قابل توجه در مکانیزم‌های ایجاد سرطان، کاهش قدرت یادگیری، افزایش فشار خون، افزایش خطر ابتلاء به آلزایمر، سرطان ریه و کلیه و اختلالات رفتاری در کودکان اشاره کرد (Ayangbenro and Babalola, ۲۰۱۷). قرار گرفتن در معرض کادمیم، باعث مشکلات کلیه، استخوان، آسیب‌های ریوی، سرطان پروستات و کلیه می‌شود (Sankarammal et al., ۲۰۱۴). یکی از مشکلات اساسی بسیاری از کشورها به ویژه کشورهای درحال توسعه کمبود روی در انسان می‌باشد. مقدار جذب روی برای مردان ۱۵ میلی‌گرم، برای زنان ۱۲ میلی‌گرم، برای گودکان ۱۰ میلی‌گرم و برای نوزادان ۵ میلی‌گرم توصیه شده است. اختلالاتی نظیر کاهش رشد، تأخیر بلوغ سیستم جنسی در اثر کمبود روی در بدن گزارش شده است، همچنین مقادیر بالای روی سبب ایجاد کم‌خونی، آریتمی قلبی، ورم معده، زخم معده و بعضی از التهابات پوستی می‌شود. قرار گرفتن و تماس مستمر با مس نیز باعث ایجاد درد شکم، تهوع، استفراغ؛ کم خونی و صدمه به کلیه می-شود.

استانداردهای فلزات سنگین در خون انسان

وقتی که فلزات سنگین از طریق زنجیره غذایی جذب بدن می‌شوند، به وسیله جریان خون در آن توزیع می‌گردند. بسیاری از فلزات در بدن تغییر فرم داده که این عمل در بسیاری اوقات باعث کاهش سمیت آن‌ها می‌شود. البته گاهی نیز تغییر فرم،

مسمومیت آن‌ها را افزایش می‌دهد. در بین فلزات سنگین، سرب می‌تواند باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن از جمله پراکسید هیدروژن، یون سوپر اکسید، اکسیژن منفرد و رادیکال هیدروکسید شود، بنابر این اثرات مخربی بر اندام‌ها و سیستم‌های مختلف انسانی دارد. سیستم خونی یکی از اندام‌های هدف مهم سرب است. مشخص شده است که این ماده تغییرات عمده‌ای در ساختار لیپیدها و پروتئین‌های غشاء گلبول قرمز ایجاد کرده و سنتز هموگلبین را مهار می‌نماید. حد مجاز فلزات سنگین در خون کامل و سرم خون افراد بزرگسال توسط سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰۷) به ترتیب در جداول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- حد مجاز فلزات سنگین در خون کامل و سرم خون بر حسب میکروگرم بر لیتر در افراد یزرگسال

عناصر	خون کامل	سرم خون
آرسنیک	۲	**۱**
کادمیم	۰/۳	**۱**
جیوه	۲	**۱**
مس	۸۰۰	**۸۰۰**
منگنز	۲	**۲**
سرب	۵۰	**۰/۰۱**
روی	۶۰۰۰	**۸۰۰۰**

مطالعات مختلفی در جهان در ارتباط با غلظت فلزات سنگین خاک و بیماری سرطان انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. آبنته و همکاران (۲۰۱۷) آنالیز ترکیبی فلزات سنگین در خاک سطحی و ارتباط آن را با مرگ و میر ناشی از سرطان در اسپانیا بررسی کردند. نتایج نشان داد ترکیبات خاک می‌تواند بر روی توزیع مکانی و الگوهای مرگ و میر سرطان مؤثر باشد. به طوریکه مرگ و میر مردان به علت تومور دستگاه گوارش در مناطق با غلظت فلزات سنگین کادمیم، سرب، منگنز و مس خاک سطحی بالاتر بود. سرطان مثانه نیز در مناطق با کادمیم بالا و سرطان مغز نیز در مناطق حاوی آرسنیک بالاتر بود. در هر دو جنس (مرد و زن) سرطان مری در خاک‌های محتوی سرب بالاتر بود در حالیکه سرطان ریه در خاک‌های دارای مس فراوان بود. نونز و همکاران (۲۰۱۶) سطح عناصر آرسنیک و کروم خاک سطحی و میزان مرگ و میر سرطان را در اسپانیا مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که بین آرسنیک خاک سطحی و مرگ و میر ناشی از سرطان معده، پانکراس، ریه، مغز و لندفوم بین زنان و مردان یکسان است. سطح کروم خاک در سرطان قسمت فوقانی دستگاه گوارش، سینه و هوچکین فقط با مرگ و میر زنان ارتباط داشت. این محققین بیان کردند که قرار گرفتن در معرض سطوح پایین آرسنیک و کروم در خاک سطحی می‌تواند یک عامل خطر بالقوه برای ابتلاء به سرطان باشد.

در ایران مطالعات اندکی در این ارتباط انجام شده است که آن جمله می‌توان به مطالعه مهاجر (۱۳۹۲) که در قالب رساله دکتری به بررسی پراکنش مکانی برخی از فلزات سنگین در خاک و ارتباط آن‌ها با تجمع در بافت‌های گیاهی، حیوانی و شیوع سرطان گوارش در منطقه لنجانات اصفهان پرداخت. با علم به این موضوع و در نظر داشتن اثرات جبران ناپذیر فلزات سنگین بر سلامتی انسان ضروری است که مطالعات بیشتری در این ارتباط انجام شود.

نتایج و بحث

مشکل روز افزون آلودگی زمین‌های کشاورزی به وسیله فلزات سنگین به یکی از نگرانی‌های بزرگ در جهان تبدیل شده است که نه تنها باعث کاهش محصول و ایمنی و امنیت غذایی شده، بلکه می‌توانند از طریق گیاهان و یا فرآورده‌های حیوانی وارد رژیم غذایی انسان شده و باعث تهدید سلامتی و ابتلاء به بیماری‌های مختلف شود. غلظت فلزات سنگین در خاک می‌تواند به عنوان یک ابزار تشخیصی برای توصیف شرایط کنونی زیست‌محیطی منطقه که ممکن است به طور مستقیم یا غیر مستقیم سلامت انسان و یا اکوسیستم را تحت تأثیر قرار دهد به کار رود. ایجاد یک سیستم ردیابی زنجیره غذایی از مزرعه تا بشقاب غذا به منظور دستیابی به اطلاعات مربوط به تولید غذا، فرآوری، حمل و نقل و ذخیره‌سازی برای جلوگیری از گسترش مواد

غذایی آلوده، بهبود نظارت و پایش بهتر خطرات بالقوه این آلودگی‌ها بر روی سلامت انسان ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که زنجیره‌ای از علت و معلول بین آلودگی خاک، ایمنی غذایی و سلامتی انسان وجود دارد، انجام تحقیقات منظم و بین‌رشته‌ای بلند مدت در این ارتباط لازم است توسعه یابد.

منابع

روستا م. ج. ۱۳۸۵. تأثیر عناصر سنگین موجود در خاک بر سلامتی انسان. مجموعه مقالات اولین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. صفحه‌های ۱تا ۱۲. تهران.

محمدی ج. و بویر احمدی م. ۱۳۸۷. خاک‌پزشکی. انتشارات پلک.

مهاجر ر. ۱۳۹۲. پراکنش مکانی برخی عناصر سنگین در واحدهای نقشه خاک و ارتباط آن‌ها با تجمع در بافت‌های گیاهی، حیوانی و شیوع سرطان گوارش در منطقه‌ی لنجانات اصفهان. پایان‌نامه‌ی دکتری خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد.

Ayangbenro A.S. and Babalola O.O. 2017. A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of Microbial Biosorbents. International Journal of Environmental Research and Public Health 14 (1): 1-16.

FAO, IIASA, ISRIC, ISS-CAS, JRC. 2009. Harmonized world soil database (version 1.1). 48. FAO, Rome, Italy and IIASA, Luxemburg, Austria.

Guan X. and Sun L.N. 2014. Current situation and the harm of soil heavy metal pollution and food safety. Applied Mechanics and Materials 675: 612-614.

Lanphear B.P., Hornung R., Khoury J., Yolton K., BaghurstP., Bellinger D.C., Canfield R.L., Dietrich K.N. Bornschein R., Greene T. and Rothenberg S.J. 2005. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. Environmental Health Perspectives 113 (7): 894-899.

López-Abente G., Locutura-Rupérez J., Fernández-Navarro P., Martín-Méndez I., Bel-Lan A. and Núñez O. 2017. Compositional analysis of topsoil metals and its associations with cancer mortality using spatial misaligned data. Environmental Geochemistry and Health pp.1-12.

McBratney A., Field D.J. and Koc A. 2014. The dimensions of soil security. Geoderma 213: 203-213.

Núñez O., Fernández-Navarro P,. Martín-Méndez I., Bel-Lan A., Locutura J.F. and López-Abente G. 2016. Arsenic and chromium topsoil levels and cancer mortality in Spain. Environmental Science and Pollution Research 23 (17): 17664-17675.

Rojas R.V., Achouri M., Maroulis J. and Caon L. 2016. Healthy soils: a prerequisite for sustainable food security. Environmental Earth Sciences 75 (3): 1-10.

Sankarammal M., Thatheyus A. and Ramya D. 2014. Bioremoval of cadmium using pseudomonas fluorescens. Open Journal of Water Pollution. Treatment 1 (2): 92-100.

Steenland K. and Boffetta P. 2000. Lead and cancer in humans: where are we now?. American Journal of Industrial Medicine 38 (3): 295-299.

Tang Z., Chai M., Cheng J., Jin J., Yang Y., Nie Z., Huang Q. and Li Y. 2017. Contamination and health risks of heavy metals in street dust from a coal-mining city in eastern China. Ecotoxicology and Environmental Safety 138: 83-91.

Tejs S. 2008. The Ames test: a methodological short review. Environmental Biotechnology 4: 7-14.

Wang W., Lai Y., Ma Y., Liu Z,. Wang S. and Hong C. 2016. Heavy metal contamination of urban topsoil in a petrochemical industrial city in Xinjiang, China. Journal of Arid Land 8 (6): 871-880.

World Health Organization. 2007. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. WHO, Denmark.

World Health Organization. 2010. Action is needed on chemicals of major public health concern. WHO, Geneva, Switzerland

The necessity of investigation heavy metals in relation to food security and human health

A. Taati[1] and M. H. Salehi[2]
1,2-PhD Student and Professor, Department of Soil Science Engineering, University of Shahrekord

Abstract
Today, heavy metal pollution by various pollutants has become one of the major concerns around the global. These metals have been considered by various researchers in recent decades due to their non-degradability by soil microorganisms, bioaccumulation in living tissue; enter into the food chain, and obvious effects on food security and human health. The accumulation of heavy metals in the body, are numerous diseases and complications such as neurological disorders, anemia, cancer diseases, Parkinson's disease, Alzheimer's disease, depression, schizophrenia, food poverty, the contraction of hormonal balance, obesity and abortion, and sometimes also in Acute cases cause human death. Considering that one of the causes of these diseases is heavy metals in the soil, it is necessary to study the amount of heavy metals in the blood and tissues of patients exposed to these metals in addition to their concentration in the soil.

Keywords: Heavy metals, Bioaccumulation, Food security, Cancer