

## ژئوشیمی فلزات سنگین در محیط های شهری

رامین سلماسی<sup>۱</sup>

[raminsalmasi@yahoo.com](mailto:raminsalmasi@yahoo.com)

### چکیده

با توجه به ازدیاد روزافزون جمعیت جهان، آگاهی از روابط متقابل بین فعالیت‌های انسان و محیط زیست شهری ضروری است. رشد و توسعه ژئوشیمی محیط های شهری موجب شده است تا حجم وسیعی از یافته های علمی در مورد پدیده های ژئوشیمیایی محیط‌های شهری مانند توزیع، پخش و ویژگی‌های شیمیایی بعضی عناصر سمی یافت شوند. مروری بر توسعه ژئوشیمی شهری در مراحل مختلف از آغاز تا تخصص‌های مهم امروزه، هدف نوشتار حاضر می‌باشد. بررسی منابع فشرده ای در مورد آلودگی محیط زیست‌های خشکی بویژه خاک نیز آورده شده است تا در این رابطه به مثال هایی اشاره گردد. ژئوشیمی محیط های شهری در مورد آلودگی فلزات سنگین و اثرات بهداشتی آن اطلاعات با ارزشی در اختیار ما قرار می‌دهند.

کلمات کلیدی: آلودگی، انسان، خاک .

## مقدمه

رابطه با آلودگی محیط های خشکی بویژه خاک های شهری با فلزات سنگین اهداف نوشتار حاضر می باشند.

## توسعه دانش ژئوشیمی محیط زیست های شهری

غلظت بالای فلزات سنگین در نتیجه فعالیت های انسانی از مدت ها قبل گزارش شده است (۶). در این گزارش ها آلودگی خاک های شهری با فلزات سرب (۷)، مس، بر و روی (۸) آمده است. در مجموع، این چنین گزارش ها موجب شده اند که آلودگی محیط های شهری با فلزات سنگین آشکار گردد و راه برای توسعه دانش ژئوشیمی محیط زیست های شهری هموار گردد. در آغاز شکل گیری ژئوشیمی محیط های شهری، کوشش بسیاری گردید تا آلودگی سربی را در محیط های شهری بررسی نماید. بسیاری از مطالعات پیشین، آلودگی سرب را در خاک های اطراف جاده ها، گرد و غبار و ذرات اتمسفری داخل محیط های شهری ارزیابی نمودند. اگرچه سرب بعنوان یکی از اولین آلاینده های محیط زیست بررسی گردید، سایر فلزات سمی و بالقوه سمی مانند کادمیوم، مس، نیکل و روی نیز همچنین بررسی شدند. مشابه سرب، این فلزات سنگین در میان پر مصرف ترین فلزات قرار دارند، با تاثیرات سمیت بر روی انسان هایی که در معرض آن ها قرار دارند (۹).

## ویژگی محیط زیست های شهری

محیط زیست شهری محیطی است که تغییرات زیادی توسط انسان پیدا کرده است تا زیستگاه هایی مناسب با شرایط زندگی انسان فراهم سازد. برخی ویژگی های مشخص این گونه محیط ها جمعیت متراکم و سطح نسبتا بالای فرآوری است که از فعالیت های غیرکشاورزی ناشی می شود. یک محیط شهری همچنین شامل انواع گوناگون ساختمان ها و شبکه وسیعی از راه هاست که تراکم بالایی از شبکه حمل و نقل موتوری را دارا می باشد. این ویژگی ها فقط تحت یک شرایط می توانند وجود داشته باشند: تغییرات شدید فیزیکی به محیط. این تغییرات به نو به خود، ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و

طبق آمار انتظار می رود که جمعیت جهان از ۶/۱ بیلیون نفر در سال ۲۰۰۰ به ۸/۳ بیلیون نفر در سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. در سال ۲۰۰۰ حدود ۴۷٪ جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می کردند و انتظار می رود که این جمعیت در سال ۲۰۰۷ بالغ بر ۵۰٪ گردد. آمار همچنین نشان می دهند که محیط زیست های شهری، مهم ترین زیستگاه انسانی در تاریخ خواهند بود (۱).

از جنبه های محیط زیستی و بهداشتی، توسعه جغرافیایی تاثیر بحرانی روی محیط زیست و سلامتی انسان خواهد گذاشت. روزانه بسیاری از فعالیت های انسان، شامل شهری، صنعتی، تجاری و فعالیت های کشاورزی، انواع گوناگونی از آلاینده های سمی و بالقوه سمی را وارد محیط می سازند (۲).

در شهرها، جایی که این فعالیت ها بویژه شدت بیشتری به خود دارد، رها سازی آلاینده های آلی و فلزی بیشتر انجام می گیرد و محیط زیست های شهری را مستعد آلودگی می سازد (۳). فلزات در طبیعت غیر قابل تجزیه زیستی می باشند. تصاعدات بالای آن ها و رسوب شان به مرور زمان موجب غنی سازی های آنومالی شده است که باعث می شود محیط زیست به فلزات آلوده گردد. حضور فراوان آلاینده ها در محیط های شهری، بویژه در خاک های شهری، و ارتباط نزدیک آن ها به جمعیت انسانی، در معرض قرار گیری انسان ها را به فلزات از طریق استنشاق، هضم و تماس پوستی وسعت داده است (۴). از دیگر موارد آلودگی های محیط زیستی به فلزات سنگین می توان به حرکت آلاینده ها به آب ها از طریق روان آب شهری اشاره کرد که باعث غنی سازی رسوبات به فلزات سنگین می گردد (۵). این موضوع می تواند باعث افزایش غلظت فلزات در جانداران آبی شود که به این ترتیب آلودگی زنجیره غذایی را موجب می گردد.

مرور مختصری بر توسعه دانش ژئوشیمی محیط های شهری، تاثیر ژئوشیمی محیط های شهری بر سلامتی انسان و بطور کلی محیط زیست، بررسی منابع در

شهری دارند می توان به فعالیت های مرتبط با ترافیک (سوزاندن سوخت های فسیلی، فرسودگی و پارگی قطعات یدکی و نشت روغن های موتور حاوی فلزات سنگین)؛ فعالیت های ویژه صنعتی؛ رهاسازی پساب های شهری (سوزاندن و دفن بهداشتی) و خوردگی و ساییدگی مصالح ساختمانی اشاره کرد (۱۱). نیرو گاه های حرارتی و عملیات معدن کاری و ذوب فلزات در صورتی که در و یا نزدیکی مناطق شهری قرار گرفته باشند، نقش مهمی در توزیع فلزات سنگین دارند. علاوه بر این موارد، ریزش های اتمسفری نیز موجب ورود فلزات سنگین به مناطق شهری می گردند.

### انتقال فلزات سنگین

توزیع و رسوب ذرات حاوی فلزی و گرد و غبار در محیط های شهری تحت تاثیر عوامل پستی و بلندی، جهت باد و هرزآب شهری قرار می گیرد. جهت باد در محیط های شهری تحت تاثیر موقعیت ساختمان ها قرار می گیرد. این مساله باعث تغییر در جهت و سرعت باد می گردد که به نوبه خود باعث توزیع و رسوب گرد و غبار و سایر ذرات می گردد که پیامد آن ته نشینی ترجیحی فلزات سنگین می باشد. علاوه بر این ها، ذرات گرد و غبار روی سنگفرش خیابان ها می توانند به سادگی توسط باد در هوا معلق شوند یا اینکه توسط هرزآب شهری شسته شوند. تعلیق مجدد ذرات در هوا مسئله بهداشتی مهمی را باعث می شود، چون ذرات ریز می توانند به سادگی استنشاق شده و در شش های انسان انباشته گردند. از آن مهم تر، ذرات ریز می توانند به سادگی به غشای بدن نفوذ کرده و وارد جریان خون شوند.

هرز آب شهری بر اساس جهت شیب و پستی و بلندی، حرکت می کند و ذرات گرد و غبار و سایر ذرات ریز را با خود حمل می نماید. به موجب آن این هرز آب سرشار از آلاینده های فلزی می گردد. این فرایند تغییر مکان توسط هرز آب شهری نه فقط بطور فیزیکی موجب انتقال آلاینده ها به سطوح باز خاک و اکوسیستم های آبی اطراف می گردد، بلکه بطور شیمیایی با انحلال فلزات محلول، موجب تغییر این فلزات

زیستی را تغییر می دهند که باعث می شود این گونه محیط ها از اکوسیستم های طبیعی متفاوت باشند. تشخیص این گونه ویژگی های شهری و تاثیر آن ها بر روی پخش، توزیع و رسوب فلزات سنگین ضروری می باشد.

### منشاء خاک های شهری

خاک های طبیعی و دست نخورده شهری معمولاً لایه بندی عمودی دارند که تحت عنوان افق های A، B و C نام گذاری می شوند. منشاء این خاک های طبیعی و دست نخورده به فرآیند های طبیعی و زمین شناختی مواد مادری آن ها بر می گردد، به عبارت دیگر تشکیل شان در ارتباط با هوادیدگی زمین شناختی، فعالیت های آتشفشانی و / یا رسوب گذاری می باشد. بنابراین ترکیب شیمیایی مواد مادری تخمینی از مقدار زمینه فلزات سنگین در خاک ها ارایه می دهد.

اگر چه این رویکرد در ارزیابی آلودگی فلزات سنگین خاک ها مورد قبول واقع شده است، کاربرد آن ها در خاک های شهری محدود است، چون جای این سوال وجود دارد که این گونه خاک ها تنها از یک منشاء ناشی شده باشند.

در حقیقت خاک های مناطق شهری به دلیل فعالیت های شدید انسانی، بسیار دست خورده بوده و حتی ممکن است از جای دیگری حمل شده باشند (۱۰). در نتیجه آن ها به طور حتم پروفیل لایه بندی شده که مربوط به مواد زمین شناختی آن ها می باشد، نخواهند داشت. این عوامل باعث می شوند که ارزیابی توزیع نسبی فلزات ناشی از فعالیت های انسانی یا طبیعی تنها بر اساس غلظت های فلزات سنگین در خاک ها و زمینه زمین شناختی آن ها دچار مشکل گردد. در این راستا نیاز به اعمال شیوه های دیگر وجود دارد.

### پخش و رسوب فلزات سنگین

در یک محیط شهری، فلزات سنگین می توانند از منابع بی شمار ناشی از فعالیت های انسان وارد محیط زیست گردند. از فعالیت هایی که تاثیر قابل توجهی بر محیط زیست

کنک انجام گرفت، ارتباط بالای بین غلظت زیاد فلزات سنگین و تقاطع خیابان ها، خیابان های اصلی، و ساختمان های صنعتی با استفاده از نقشه های GIS تعیین گردید.

علاوه بر غلظت فلزات سنگین، در پاره ای از مطالعات کوشیده شده است که منشاء، پتانسیل زیست فراهمی و واکنش پذیری آلاینده ها با استفاده از روش های مختلف عصاره گیری و ترکیبات ایزوتوپی تعیین گردد. به عنوان مثال، ترابیان و بغوری (۱۴) در ارزیابی غلظت فلزات سنگین در خاک های جنوب تهران طی سال های ۱۳۷۰ الی ۱۳۷۲ نتیجه گرفتند که غلظت عناصر سرب، نیکل، مس، روی و کادمیوم رو به افزایش بوده است. سلماسی و همکاران، در بررسی حرکت فلزات سنگین در خاک های جنوب تهران (۱۵)، به این نتیجه رسیدند که ۳ عنصر کادمیوم، سرب و نیکل حرکت کمی به اعماق پایین این خاک ها داشته اند. این موضوع برای فلزات یاد شده معتبر است، که نسبتا نا محلول بوده، تمایل زیادی برای جذب بر روی سطوح خاک و مواد آلی از خود نشان می دهند. ولی برای فلزاتی که نسبتا محلول بوده و پیوند سستی با ذرات خاک دارند، حرکت این فلزات به بخش های زیرین خاک می تواند وجود داشته باشد.

### نتیجه گیری

بزودی محیط های شهری مهم ترین زیست گاه بشر در تاریخ خواهند بود. در نتیجه زیاد بودن فعالیت جوامع شهری، تصاعدات فلزات بالقوه سمی، شتاب بیشتری به خود گرفته است. مستعد بودن محیط های شهری به تخریب محیط زیستی و پتانسیل اثرات سو بر روی سلامتی انسان، باعث شده است که دانش ژئوشیمی محیط های شهری توسعه بیشتری پیدا کند. ژئوشیمی محیط های شهری به عنوان یک شاخه علمی، اطلاعات با ارزشی در رابطه با حرکت، پخش، رسوب و توزیع فلزات یا شبه فلزات بالقوه سمی در اکوسیستم های شهری فراهم می سازند. این دانش جهت توسعه پایدار محیط های شهری لازم می باشد.

می شود. این فرایند می تواند بر کیفیت آب ها و موجودات پیرامون آن اثر گذار باشد.

### آلودگی محیط های شهری با فلزات سنگین

خاک ها مهم ترین منبع آلاینده های فلزات سنگین در اکوسیستم های شهری بشمار می روند. حضور آن ها در محیط های خشکی منبع پایداری از فلزات سنگین بشمار می رود که ممکن است نیمه عمر طولانی داشته باشند (مانند سرب). بنابراین خاک های شهری شاخص مهمی از در معرض قرارگیری فلزات سنگین برای انسان به حساب می آیند.

بر خلاف خاک های مناطق روستایی، خاک های محیط های شهری، با یا بدون رستنی، از لحاظ اندازه ریزتر می باشند. بدلیل طراحی های شهری، آن ها به طور عموم در کمربندهای سبز اطراف جاده ها و مناطق تفریحی مانند زمین های بازی و پارک ها یافت می شوند، جایی که به عنوان محیطی برای رشد گیاهان بمنظور جنبه های زیبایی آن کاربرد دارند. همچنین می توانند در حیات های خصوصی، در باغچه های کوچک که برای رشد محصولات غذایی کاربرد دارند یافت شوند. از آن جایی که در این گونه مناطق خردسالان و بزرگسالان رفت و آمد دارند، آگاهی از کیفیت تاسیسات شهری بر محیط زیست ضروری می نماید. در اینجا به مثال هایی از آلودگی های خاک های شهری در داخل و خارج کشور اشاره می شود:

در مطالعه ای که بر روی غلظت فلزات سنگین در یکی از شهرهای کشور هنگ کنگ انجام گرفت (۱۲)، ۶۰۰ نمونه خاک سطحی (۱۵-۰ سانتی متر) از پارک ها و مناطق بیرون این شهر جمع آوری گردید. مقایسه غلظت ۳ عنصر سرب روی و مس در خاک های این ۲ منطقه، نشان داد که غلظت این ۳ عنصر در خاک های مناطق شهری غنی تر از خاک های بیرون شهر می باشد. مطالعه جدید دیگری که توسط میسون و همکاران (۱۳) با استفاده از روش نمونه برداری سیستماتیک در خاک مناطق پر جمعیت شهر کولون هنگ

## منابع

9. Callender E., and Rice K.C., 2000. The urban environmental gradient: anthropogenic influences on the spatial and temporal distributions of lead and zinc in sediments, *Environmental Science and Technology* 34, pp. 232–238.
10. Harrison R.M., Laxen D.P.H., and Wilson S.J., 1981. Chemical association of lead, cadmium, copper, and zinc in street dusts and roadside soils, *Environmental Science and Technology* 15, pp. 1378–1383.
11. Hirano S., and Suzuki K.T., 1996. Exposure, metabolism, and toxicity of rare earths and related compounds, *Environmental Health Perspectives* 104, pp. 85–95.
12. Wilcke W., Muller S., Kanchanakool N., and Zech W., 1998. Urban soil contamination in Bangkok: heavy metal and aluminum partitioning in topsoils, *Geoderma* 86, pp. 211–228.
13. Mason Y., Ammann A.A., Ulrich A., and Sigg L., 1999. Behavior of heavy metals, nutrients, and major components during roof runoff infiltration, *Environmental Science and Technology* 33, pp. 1588–1597.
۱۴. ترابیان، ع.، و بغوری، ا. ۱۳۷۳. بررسی آلودگی های ناشی از کاربرد پساب های شهری و صنعتی در اراضی کشاورزی جنوب تهران، گزارش نهایی موسسه مطالعات محیط زیست تهران.
۱۵. سلماسی، ر.، و توفیقی، ح. ۱۳۷۸. بررسی حرکت نیکل، کادمیوم و سرب در خاک های جنوب تهران. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران.
1. FAO/ISRIC/ISSS, 1998. World reference base for soil resources, *World Soil Resources Report*, 84, FAO, Rome.
2. Al-Chalabi P., and A.S. Hawker D. 1997. Response of vehicular lead to the presence of street dust in the atmospheric environment of major roads, *The Science of the Total Environment*, 206, pp. 195–202.
3. Hansmann W., and Koppel V., 2000. Lead isotopes as tracers of pollutants in soils, *Chemical Geology*, 171, pp. 123–144.
4. Farago, M.E., Kavanagh, P., Blanks, R., Simpson, P., Kazantzis, G., Thornton, I., 1995. Platinum group metals in the environment: Their use in vehicle exhaust catalysts and implications for human health in the UK. A report prepared for the UK Department of the Environment, 182 pp.
5. Alloway, B.J. 1990. *Heavy Metals in Soils*, Blackie and Son, London.
6. Beket, M. 1980. Urban soils – monitoring program, *Journal of Pesticide Monitoring*, 13, pp. 150–154.
7. Bullock P., and Gregory P.J., 1991. *Soils in the Urban Environment*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
8. Ho Y. B., and Tai K.M., 1988. Elevated levels of lead and other metals in roadside soil and grass and their use to monitor aerial metal deposition in Hong Kong, *Environmental Pollution* 49, pp. 37–51.