

## مطالعه جذب سطحی عناصر سنگین سرب، کادمیم و مس روی چند خاک از رژیم های رطوبتی Udic، Xeric و Aridic در استان گلستان

عاطفه کشاورزی<sup>۱</sup>، امیر فتوت<sup>۲</sup>، فرهاد خرمالی<sup>۱</sup> و شمس الله ایوبی<sup>۳</sup>

۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲- دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- دانشگاه صنعتی اصفهان.

### مقدمه

محتوای عناصر سنگین و توزیع در خاکها توسط فاکتورهای مختلفی تحت تاثیر قرار می گیرد، از جمله این عوامل می توان به مواد مادری، محتوای ماده آلی، کانی شناسی، توزیع اندازه ذرات، وضعیت زهکشی، حضور گیاه و تهویه خاک اشاره کرد (اسر و همکاران، ۱۹۹۱ و لی و همکاران، ۱۹۹۷). تیلر (۱۹۵۸) اظهار داشت که فلدسپارها، میکاها، اکسیدهای آهن و هیدروکسیدها، کانیهای رسی و هوموس اجزاء حامل فلزات سنگین هستند و هر یک از این گروهها یک سری از فلزات سنگین را به طور انتخابی جذب بیشتر جذب می کنند. کانیهای رسی درجه آلودگیها (عناصر سنگین و مولکولهای آلی) را کنترل می کنند که این امر از طریق دو پروسه جذب و جذب سطحی صورت می گیرد (هین و همکاران، ۲۰۰۳). آلودگی صنعتی و کشاورزی مقادیر زیادی فلزات سنگین به اتمسفر، آبهای سطحی، خاک و گیاهان آزاد می کنند (لی، ۲۰۰۵). مطالعات روی پدیده جذب سطحی نشان داده است که خاکهایی با خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف رفتار متفاوتی از خود نشان می دهند. به این ترتیب خاکهایی با کاربری و رژیم رطوبتی مختلف در استان گلستان انتخاب و جذب سطحی سه عنصر سنگین سرب، کادمیم و مس روی آنها بررسی شد.

### مواد و روشها

پروفیلها در غرب استان گلستان به این ترتیب که خاک شماره ۱ متعلق به صحرا (از رژیم Aridic)، خاک شماره ۲ با کاربری زمین کشاورزی (از رژیم رطوبتی Xeric)، خاک شماره ۳ در حاشیه جنگل (از رژیم رطوبتی Xeric) و خاک شماره ۴ در عمق جنگل متعلق به رژیم رطوبتی Udic حفر شد. نمونه برداری از افقهای خاکها صورت گرفته و پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. آزمایشات فیزیکی- شیمیایی روی خاکها انجام شد. سپس مطالعه کانی شناسی از روش کیتریک و هوپ (۱۹۸۶) روی دو افق سطحی و تکامل یافته همه خاکها صورت گرفت. سپس مطالعه جذب سطحی، روی لایه سطحی همه خاکها صورت گرفت. به این ترتیب که محلولهای کمپلکس از سه عنصر با غلظتهای صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر برای مس و سرب و صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر برای کادمیم تهیه و به ۱ گرم از هر خاک ۱۰ میلی لیتر از این محلول ها اضافه شد و پس از مدت زمانی معین شیک (این زمان از کالیبراسیون خاکها به دست می آید) نمونه ها ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شده و غلظت عناصر نامبرده در محلول رویی توسط دستگاه جذب اتمی شیماتزو قرائت شد.

### نتایج و بحث

خاک شماره ۱ چنانچه در جدول ۱ آمده است، جزء خاکهای شور-سدیک بود. کانیهای غالب در افق سطحی این خاک شامل ایلایت، کلرایت، اسمکتایت و کائولینایت و در افق زیرسطحی شامل ایلایت، کلرایت، اسمکتایت و مقدار ناچیزی کائولینایت بود. خاک ۲ و ۳ متعلق به رژیم رطوبتی Xeric با کاربری متفاوت دارای کانیهای غالب متفاوتی بودند، چنانچه افق سطحی خاک ۲ دارای اسمکتایت، ایلایت، کلرایت و کائولینایت و افق زیر سطحی آن حاوی ایلایت، اسمکتایت، کلرایت و کائولینایت بود. در حالیکه افق سطحی خاک شماره ۳ حاوی کانیهای اسمکتایت، ایلایت، کلرایت و کائولینایت و افق زیرسطحی این خاک دارای ایلایت، اسمکتایت، کلرایت و مقدار ناچیزی کائولینایت بود. خاک

جنگلی شماره ۴ در لایه سطحی حاوی کانیهای ورمیکولایت، ایلیت، اسمکتایت، کلرایت و کائولینایت و در لایه زیر سطحی دارای HIV، ایلیت، اسمکتایت و کائولینایت بود. میزان بارندگی در منطقه خشک پروفیل شماره ۱ کمتر از ۲۰۰ میلیمتر و در منطقه جنگلی خاک شماره ۴ بیش از ۶۰۰ میلیمتر بود.

جدول شماره ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد مطالعه

Texture	CEC Cmol(+)/kg <sup>-1</sup>	%OC	%CCE	EC dSm <sup>-1</sup>	pH	
SiL	۱۱/۱	۱/۴	۱۸	۸۱/۸	۷	افق سطحی خاک ۱
SiL-Si	۱۳	۱/۷	۲۵	۸۳/۹	۷/۴	افق زیر سطحی خاک ۱
SiCL	۴۶/۷	۲/۴	۱۲/۵	۱/۴	۷/۳	افق سطحی خاک ۲
SiCL	۴۶/۲	۲/۳	۸/۵	۱/۸	۷/۴	افق زیر سطحی خاک ۲
Si Cl L	۵۸/۵	۴/۳	۱۰/۵	۲/۱۳	۷/۴	افق سطحی خاک ۳
Si L	۱۴/۶	۱/۳	۲۷	۱/۳۳	۷/۳	افق زیر سطحی خاک ۳
SiCL	۶۲	۴	۹	۲/۱	۶/۵	افق سطحی خاک ۴
SiC	۵۱/۶	۱/۵	۷/۵	۲/۱	۶/۴	افق زیر سطحی خاک ۴

کانیهای ایلیت و کلرایت در خاکها جزء کانیهای هستند که منشا مادری دارند (خرمالی و ابطحی، ۲۰۰۳) و هرچه میزان این کانیها در خاکها بیشتر باشد دلیل بر هوادیدگی کمتر و تکامل کمتر خاکهاست. مشابه آنچه در خاک ۱ دیده می شود، اما حضور کانی های ثانویه اسمکتایت و ورمیکولایت در خاکها بیانگر هوادیدگی بیشتر خاک تحت تاثیر رطوبت بیشتر است. افزایش رطوبت قابل دسترس خاک و به دنبال آن محیطی با آبشویی نسبی بیشتر برای آزادسازی K<sup>+</sup> از کانی های میکایی، مشخصا ایلیت، در محیط آهکی با Mg<sup>2+</sup> بالا و تحرک Si بالا ممکن است شرایط مطلوبی برای تشکیل اسمکتایت فراهم کند (خرمالی و ابطحی، ۲۰۰۳). طبق رده بندی سیستم آمریکایی خاک شماره ۱ جزء رده Aridisols، خاک ۲ متعلق به Mollisols و خاک ۳ و ۴ جزء Alfisols بودند.

پس از انجام آزمایشات جذب سطحی روی لایه سطحی همه خاکها، دو ایزوترم جذب سطحی لانگ مویر و فروندلیچ برای نشان دادن اختلاف بین میزان جذب سطحی خاکها انتخاب شد، که در همه موارد داده ها با معادله لانگ مویر توافق خوبی نشان داده و این امکان فراهم شد تا مقادیر ثابت معادله لانگ مویر ( $k$ : انرژی جذب و  $b$ : حداکثر مقدار جذب یا ظرفیت جذب) محاسبه شود. مقادیر محاسبه شده نشان داد که در مورد همه خاکها با خصوصیات مختلف عنصر سرب در جذب سطحی و اشغال جایگاههای تبادلی نسبت به عناصر دیگر موفق بود.

جدول شماره ۲- مقادیر ثابت معادله لانگ مویر برای خاکهای مورد مطالعه

مس	کادمیم		سرب			
	$k$	$b$	$k$	$b$		
۰/۰۱۳۶	۶/۳۴۵	۰/۰۷۲	۰/۱۵۹	۰/۰۳۵	۹/۹۳۰	خاک ۱
۰/۰۴۵۵	۵/۲۸۳	۰/۴۴۸	۰/۳۲۴	۰/۰۴۶	۱۰/۸۶۹	خاک ۲
۰/۰۷۵۸	۶/۲۳۱	۰/۴۱۳	۰/۴۲۶	۰/۰۵۳	۱۰/۹۹۰	خاک ۳
۰/۰۴۸	۶/۱۲۰	۱/۱۲۵	۰/۳۵۳	۰/۰۳۶	۱۰/۷۳۰	خاک ۴

هرچند که در مواردی سرب، انرژی جذب ضعیف تری نسبت به عناصر دیگر داشت (خاک شماره ۱). به نظر می رسد جذب سطحی سرب بیشتر وابسته به کانیهای رسی خاک باشد تا اینکه به مواد آلی مرتبط باشد. زیرا جذب سطحی این عنصر با افزایش ماده آلی روند خطی نشان نداد ولی با تغییر نوع کانی خاک میزان جذب سطحی آن تغییر کرد. یکی از دلایل جذب زیاد عنصر سرب، علاوه بر سایر فاکتورهای مربوط به خاک (میزان ماده آلی، نوع و مقدار کانی های رسی) اندازه بزرگ کاتیون عنصر سرب و در نتیجه شعاع هیدراته کوچک و انرژی آبشویی کم آن دانست، در نتیجه این عنصر به راحتی می تواند آب هیدراته را از دست داده و به سطح کانی متصل شود (انصاری و همکاران،

۱۳۸۳). بعد از سرب، مس سهم زیادی از جایگاههای تبادل را به خود اختصاص داد. روند افزایش ظرفیت جذب سطحی مس با افزایش ماده آلی رابطه داشت (آریاس و همکاران، ۲۰۰۵). عنصر کادمیم در اکثر موارد کمترین ظرفیت جذب را داشت اما در مقایسه با عناصر دیگر انرژی جذب سطحی بالایی داشت. جذب سطحی Cd نیز توافق خوبی با ماده آلی نشان داد. البته می توان به تأثیر نوع کانی نیز در جذب سطحی کادمیم اشاره کرد. نهایت اینکه در مورد تمام عناصر جذب سطحی در خاک Alfisols ( خاک ۳ و ۴) < Molisols ( خاک ۲) < Aridisols ( خاک ۱) بود.

#### منابع

- [۱] انصاری مهابادی، آ. م. ع. حاج عباسی و ح. خادمی. ۱۳۸۳. ارزیابی مقدار و سرعت جذب عناصر سنگین سرب، کادمیم، روی و مس از محلول های آبی توسط دو نمونه از زئولیت های طبیعی ایران. مجله علمی - پژوهشی علوم و صنایع کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. شماره ۴. صفحه ۱۱-۳.
- [2] Arias, M., C. Perez- Novo, E. Lopez, and B. Soto. 2005. Geoderma. Article in press. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Esser, K. B., J. G. Bockheim, and P. A. Helmek. 1991. Trace element distribution in soils formed in the Indiana dunes, U.S.A Soil Sci. 152: 340- 350.
- [3] Hein, J. R., J. S. Dowling, A. Schuetze and H. J. Lee. 2003. Clay-mineral suites, sources, and inferred dispersal routes: Southern California continental shelf. Marine Environmental Research. 56:79-102.
- [4] Lee, B. D., B. J. Carter, N. T. Basta, and B. Weaver. 1997. Factors influencing heavy metal distribution in six Oklahoma Benchmark soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 218- 223.
- [5] Lee, S. G. 2005. Geochemistry and partitioning of trace metals in paddy soils affected by metal mine tailings in Korea. Geoderma. Article in press. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- [6] Khormali, F. and A. Abtahi. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province, southern Iran. Clay minerals. 38:511-527.
- [7] Kittrick, J. A. and E. W. Hope. 1963. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Sci. 96:312-325.
- [8] Tiller, K. G. 1958. The geochemistry of basaltic materials and associated soils of south- eastern and south Australia. J. Soil Sci. 9: 225- 241.