اثر کاربرد پودر یونجه بر توزیع فرمهای کادمیوم و سرب خاکها در شرایط غرقابی

علی عباس پور، محمود کلباسی و شاپور حاج رسولیها

مقدمه

استخراج معادن، ذوب فلزات, لجن فاضلاب و مصرف سوختهای فسیلی بیشترین منابع آلودگی خاک به عناصر سنگین هستند. تجمع عناصر سنگین در خاک، بویژه در زمینهای کشاورزی , امری تدریجی بوده و غلظت عناصر میتواند به سطوحی برسد که امنیت غذایی بشر را تهدید نماید. سالانه هزاران تن از این عناصر که ناشی از فعالیتهای شهری , صنعتی و کشاورزی است وارد خاک میشود. به عنوان مثال سالانه بیش از ۳۸ هزار تن کادمیوم و ۱ میلیون تن سرب از منابع مختلف وارد خاک میشود[۱]. امینی و همکاران [۲] جهت تهیه نقشه آلودگی سرب و کادمیوم، ۲۵۵ نمونه تصادفی از ۶۸۰۰ کیلومتر مربع خاکهای نواحی استان اصفهان جمع آوری نمودند. آنها دریافتند که بیش از ۸۹ درصد کادمیوم کل خاکها بیشتر از مقدار مجاز کشور سوئیس(برای کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۸ و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) بود. برای سرب این مقدار کمتر از ۵ درصد بود.

به منظور انجام مطالعات طولانی مدت بر روی سینتیک تغییر و تحول مجدد عناصر سنگین در خاکهای مختلف نیاز است تا تحرک و قابلیت دسترسی عناصر سنگین در شرایط غرقاب نظیر باتلاقها و مزارع برنج تعیین گردد تا با مدیریتی صحیح کمترین سمیت برای گیاهان و حداقل پتانسیل آلودگی آبهای زیرزمینی را به دنبال داشته باشد. هدف این تحقیق بررسی غرقابی کردن خاکهای با پ هاش مختلف و افزودن پودر یونجه بر روند تغییرات پتانسیل احیایی و توزیع فرمهای مختلف کادمیوم و سرب در طول زمان نگهداری است.

مواد و روشها

در این مطالعه ۲ نمونه خاک از استان گیلان (۱ نمونه خاک اسیدی از مزرعه توتون در شهر رشت و نمونه خاک دیگر از مزرعه برنج در شهر بندر انزلی) و ۱ نمونه خاک آهکی از استان چهارمحال و بختیاری (مزرعه گندم) انتخاب شدند. تیمارهای آزمایش شاهد, پودر یونجه (۲٪ وزن خاک), کادمیوم و سرب (به ترتیب ۲۰ و ۱۵۰ میلیگرم در کیلوگرم خاک) و مخلوط پودر یونجه وکادمیوم و سرب بودند. نمونه ها در شرایط سوسپانسیون ۱:۲/۵ خاک به آب به مدت ۱۲ هفته اشباع شدند.

با اندازه گیری مداوم پتانسیل احیایی (pe) نمونه ها، در فواصل زمانی ۱ و ۱۲ هفته نمونه های فرعی برداشته شد. در نمونه های فرعی علاوه بر پ-هاش, بخشهای مختلف عناصر کادمیوم و سرب به روش عصاره گیری متوالی تعیین گردید. در این روش عناصر سنگین موجود در خاک به ۶ فرم تبادلی , جذب ویژه, پیوند شده به اکسیدهای منگنز, پیوند شده به اکسیدهای آهن, کمپلکس شده با مواد آلی و باقیمانده تقسیم گردید[۳]. غلظت عناصر کادمیوم و سرب با دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی (مدل Perkin Elmer, AAnalyst 200) اندازه گیری گردید.

به منظور کمی کردن فرایند توزیع مجدد عناصر سنگین در خاک شاخص تفکیک کاهشی(I_R) که بیان کننده شدت نسبی پیوند عناصر سنگین با ذرات خاک و شاخص انطباق تعادلی(Uts) که نشان دهنده تمایل یک عنصر اضافه شده به خاک برای به تعادل رسیدن با فاز جامد خاک است توصیف شد[۴].

$$I_R = \sum_{i=1}^{k} (F_i \times (i)^n)/ (k^n)$$

$$U_{ts} = \sum_{i=1}^{k} (F_i \times F_a / F_c)$$

که در آن k شماره مرحله عصاره گیری که مقدار آن مطابق با قدرت و شدت عصاره گیر در استخراج عناصر سنگین افزایش می یابد. n عدد صحیح و مقدار آن برابر با ۲ است.F غلظت عنصر عصاره گیری شده در یک مرحله به

کل غلظت آن عنصر در خاک و i شماره مرحله عصاره گیری می‌باشد. F_a عنصر پیوند شده به هر بخش در خاک آلوده شده پس از گذشت یک دوره زمانی مشخص و F_c عنصر پیوند شده به همان بخش در خاک آلوده نشده پس از گذشت همان دوره زمانی مشخص می‌باشد.

نتایج و بحث

افزودن پودر یونجه به خاک اسیدی تاثیرقابل ملاحظه ای بر پ هاش در هفته اول دوره نگهداری نداشت اما با گذشت زمان، پ هاش این خاک شدیداً افزایش یافت به طوری که در انتهای دوره نگهداری پ هاش این خاک نسبت به شاهد حدود ۲/۱ واحد افزایش نشان داد. این تیمار، پ هاش خاک خنثی را نسبت به شاهد ابتدا کاهش و سپس افزایش داد. در خاک آهکی نیز تیمار مذکور پ هاش را نسبت به شاهد ۱/۷ واحد کاهش داد و مقدار کاهش پ هاش در انتهای دوره نگهداری حدود ۰/۷ واحد بود. با غرقابی کردن خاکها، پتانسیل احیایی کاهش یافت که بیشترین کاهش آن در ۲۰ روز اولیه دوره نگهداری اتفاق افتاد و پس از آن پتانسیل احیایی خاکها کاهش محسوسی نداشت. کاربرد پودر یونجه باعث کاهش بیشتر بر پتانسیل احیایی خاکها نسبت به شاهد شد به طوری که در انتهای دوره نگهداری تیمار مذکور، پتانسیل احیایی خاکهای اسیدی, خنثی و آهکی را نسبت به شاهد به ترتیب ۲ ، ۲/۷ و ۱ ولت کاهش داد.

عمده کادمیوم و سرب افزوده شده به خاکها به ترتیب در فرم جذب ویژه و پیوند شده به اکسیدهای آهن متمرکز شد. شاخص $\mathbf{I_R}$ کادمیوم در همه خاکها خصوصاً خاک اسیدی در اثر کاربرد پودر یونجه در انتهای دوره نگهداری افزایش یافت که نشاندهنده کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم خاکها میباشد. کاربرد پودر یونجه باعث کاهش شاخص **Uts** در خاکهای آهکی و اسیدی شد، اما حالت عکس برای خاک خنثی مشاهده شد. این بدان معناست که پودر یونجه افزوده شده باعث غیر یکنواختی بیشتر کادمیوم در خاک مذکور شد. در طول دوره نگهداری شاخص **Uts** تنها در خاک اسیدی افزایش یافت. تجمع بیش از حد کادمیوم در فرم پیوند شده به اکسیدهای آهن (بیش از ۵۰ درصد کادمیوم افزوده شده) در انتهای دوره نگهداری به احتمال زیاد عامل اصلی این افزایش است. شاخص $\mathbf{I_R}$ سرب درخاک آهکی در اثر کاربرد پودر یونجه و نیز در طول دوره نگهداری شدیداً کاهش یافت که نشاندهنده افزایش تحرک و قابلیت دسترسی سرب در اثر کاربرد پودر یونجه بود. این تیمار سبب کاهش شاخص **Uts** در همه خاکها شد. گذشت زمان نیز باعث کاهش این شاخص در همه خاکها شد. نکته قابل توجه در تحقیق حاضر این بود که انحلال اکسیدهای آهن در شرایط غرقاب سطوح مناسبتری برای جذب کادمیوم نسبت به سرب فراهم ساخت.

منابع

[1] Alloway. B.J. 1990. Heavy metals in soils. John Wiley & Sons. Inc. New York.

[2] Amini, M., Afyuni, M., Khademi, H., Abbaspour, K.C., and Schulin, R., 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of Central Iran. *Sci. Total Environ*., 347: 64- 77.

[3] Han, F.X., and Banin, A., Long- term transformation and redistribution of potentially toxic heavy metals in arid-zone soils: II. 1999. Incubation at the field capacity moisture content. *Water Air and Soil Pollut*. 114: 221-250.

[4] Han, F.X., Banin, A., Kingery, W.L., Triplett, G.B., Zhou, L.X., Zheng, S.J. and Ding, W.X., 2003. New approach to studies of heavy metal redistribution in soil. Adv. Environ. Res. 8**:** 113-120.