بررسی افزایش غلظت عناصر سنگین خاک در اثر آبیاری با آب آلوده به فاضلاب شهری شهرستان کرمانشاه

علی بهشتی آل‌آقا[۱]، بنفشه ویسی[۲]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک و ۲- دانشجوی کارشناسی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه رازی

چکیده

استفاده از آب‌های با کیفیت نامناسب یکی از راه‌کارها و فرصت‌های مقابله با چالش کم آبی است. کاربرد فاضلاب‌ها پساب-ها و آب‌های آلوده می‌تواند در آینده باعث افزایش آلودگی خاک‌ها شده و عواقب ناگواری در روند توسعه پایدار کشاورزی داشته باشد. در این پژوهش میزان افزایش غلظت عناصر کادمیم و سرب در خاک‌های حاشیه رودخانه قره‌سو در اثر آبیاری با آب‌های مخلوط حاوی فاضلاب و آب چاه، نسبت‌به آبیاری با آب چاه (نمونه‌های شاهد) مقایسه شد . بررسی میزان آلودگی خاک در نمونه‌های آبیاری شده مخلوط (آب چاه و آب فاضلاب) با استفاده از فاکتور آلودگی صورت گرفت. نتایج نشان داد که نمونه‌های خاکی که با آب مخلوط آبیاری شدند آلودگی متوسطی به سرب و آلودگی خیلی زیادی به کادمیم داشتند، بنابراین خطر آلودگی خاک به کادمیم در این خاک‌ها بالاست و بایستی از ورود فاضلاب به آب آبیاری جلوگیری کرد.

واژه های کلیدی: آلودگی خاک، رودخانه قره‌سو، سرب، کادمیم.

مقدمه

خاک از اساسی‌ترین بخش‌های ساختار اکوسیستم کره زمین بوده که در آن گیاهان رشد کرده و چرخه بیولوژیکی عناصر تکمیل می‌شود. آلودگی خاک‌ها به‌طور مستقیم بر سلامتی انسان‌ها نیز اثر می‌گذارد. افزایش پتانسیل آلودگی در خاک‌ها سبب انتقال عوامل آلوده‌کننده به زنجیره‌های غذایی و یا آب‌های زیرزمینی و شرب می‌گردد (ملکوتی، ۱۳۸۰).

از جمله عوامل آلوده‌کننده آب و خاک، فاضلاب‌هایی با احتمال وجود عناصر سنگین است. فلزات سنگین از طریق فعالیت-های مختلف انسانی مثل صنعت، رها کردن مواد فاسد، دفن زباله، مصرف کودها و حشره‌کش‌ها، ذوب فلزات، فعالیت‌های معدن و فضولات شهری به محیط‌های طبیعی وارد می‌شوند (Yang et al, 2009).

استفاده از فاضلاب‌های شهری و صنعتی در آبیاری اراضی مناطق حومه شهری در بسیاری از نقاط جهان به امری معمول و متعارف تبدیل شده است (Singh and Agrawal., 2008). فاضلاب‌ها می‌توانند برای احیای مناطق تخریب شده و رویش پوشش‌های گیاهی استفاده شوند (Madejo et al, 2006). انواع فاضلاب‌ها شامل تصفیه شده و تصفیه نشده، رواناب‌های حاصل از بارندگی (Shereif et al, 1995) و فاضلاب‌های صنعتی و خانگی (Anderson, 1996) می‌توانند به‌عنوان آب مورد نیاز پارک-های شهری و حاشیه شهرها و مجتمع‌های صنعتی به‌کار روند (Al-Jamal et al, 2000). فاضلاب‌ها اغلب دارای مقادیر قابل توجهی فلزات سنگین و سمی می‌باشند (Tabari et al, 2008) که نوع و مقدار آن‌ها از مکانی به مکان دیگر و حتی در یک مکان خاص، در طول زمان متفاوت است (Rattan et al, 2005). استفاده طولانی مدت از فاضلاب در آبیاری اراضی اغلب به افزایش غلظت فلزات سنگین خاک منجر می‌شود (Larchevêque et al, 2006). زمانی که ظرفیت خاک برای نگه‌داشت فلزات سنگین (به‌دلیل افزایش غلظت آن‌ها در خاک) کاهش یابد، فلزات سنگین به‌سمت آب‌های زیرزمینی یا به‌صورت محلول‌های قابل استفاده برای جذب گیاهی آزاد و منتشر می‌شوند (Sharma et al, 2007). در حقیقت مسأله اساسی در استفاده از فاضلاب در امر آبیاری، حضور فلزات سنگین در فاضلاب، رسوب آن‌ها در خاک و در نهایت جذب آن‌ها توسط گیاه می‌باشد (Rattan et al, 2005). غلظت بالای فلزات سنگین در گیاه می‌تواند جابه‌جایی و تعادل عناصر اساسی گیاه را از طریق جذب رقابتی تحت تأثیر قرار دهد (Schat and Bookum., 1992). بنابراین در صورت استفاده از فاضلاب باید مسائل جانبی کاربرد آن نیز شناخته و بررسی شود.

از جمله عناصر موجود در فاضلاب‌ها سرب و کادمیم است. سرب از نظر ترتیب سی و ششمین عنصر فراوان در پوسته زمین با مقدار ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (Moore., 1991). تولید کلی سرب در جهان حدود ۴۳ میلیون تن در سال است. تقریباً ده درصد سرب تولید شده در جهان به شکل افزودنی‌های بنزین نظیر تترا اتیل سرب می‌باشد و تا حدی در اتمسفر رها می‌شود (کلارک، ۱۳۸۰). در اثر ورود و تجمع سرب در بدن انسان، با گذشت زمان مسمومیت مزمن عارض گشته و بیماری-هایی نظیر فلج عصبی، فلج، ورم کلیه، ایجاد گلبول قرمز هسته‌دار در خون، افزایش فشار و اسید اوریک خون، نقرس سربی و نیز سقط جنین در انسان و حیوانات ایجاد می‌شود (پی‌کاکس، ۱۳۸۲).

کادمیم یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک بوده و غلظت بحرانی آن در خاک بین ۱/۵ تا ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (Amini et al., 2005). کادمیوم از روش‌های مختلفی نظیر فرونشست جوی، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی وارد خاک شده و انباشت آن منجر به کاهش کیفیت و کارکرد مطلوب خاک می‌شود. این عنصر در صورت ورود به بدن انسان در کلیه تجمع می‌یابد و از پیامدهای مهم آن آسیب به سیستم عصبی و ناهنجاری‌های روانی، آسیب به سیستم ایمنی و DNA، آسیب به شش‌ها، کلیه‌ها، نرم‌شدگی استخوان‌ها و درد مفاصل و انواع سرطان است (Siegel, 2002).

در ایران بخش بزرگی از آب مورد استفاده شهرهای بزرگ به فاضلاب‌های شهری تبدیل می‌شود (تجریشی، ۱۳۷۷) که با توجه به کمبود منابع آب کشور، فاضلاب‌های شهری می‌توانند به‌عنوان منبع مهمی از آب برای توسعه فضای سبز و درختکاری‌های اطراف شهرها به‌کار گرفته شوند (Kalavrouziotisa and Apostolopoulos., 2007). مطالعات متعددی از کشورهای مختلف آلودگی فلزات سنگین را در فاضلاب و در خاک آبیاری شده با آن گزارش کرده‌اند (Mapanda et al., 2005). رودخانه قره‌سو در شهرستان کرمانشاه یکی از رودخانه‌های قدیمی و پرآب استان می‌باشد که از زمان‌های گذشته به-ویژه در چند سال اخیر فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به درون آن رها شده است و با توجه به این نکته که از آب این رودخانه برای آبیاری زمین‌های کشاورزی حاشیه این رودخانه استفاده می‌شود. بنابراین احتمال آلودگی خاک زمین‌های اطراف این رودخانه به عناصر سنگین در اثر آبیاری این زمین‌ها به‌وسیله فاضلاب وجود دارد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر آبیاری زمین‌های کشاورزی به‌وسیله آب مخلوط (رودخانه قره‌سو که حاوی فاضلاب است و آب چاه) بر افزایش غلظت عناصر سنگین در زمین‌های کشاورزی در مقایسه با نمونه‌های شاهد (آب چاه) است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مطالعاتی: رودخانه قره‌سو در استان کرمانشاه بین عرض‌های جغرافیایی ″10′19°34 تا ″10′54°34 و طول‌های جغرافیایی ″12′22°46 تا ″12′22°47 قرار گرفته است. سرچشمه اصلی این رودخانه سراب روانسر واقع در ۶۰ کیلومتری شمال غرب کرمانشاه است. مسیر این رودخانه در جهت شمال غربی‌جنوب شرقی است و در ۱۵ کیلومتری کرمانشاه، به رودخانه رازآور و شاخه‌های فرعی آن می‌پیوندد. این رودخانه از میان شهر کرمانشاه عبور کرده و در نزدیکی روستای فرامان به رودخانه گاماسیاب می‌پیوندد و رودخانه بزرگ سیمره را تشکیل می‌دهد. از رودخانه قره‌سو در تأمین آب مورد نیاز بخشی از اراضی کشاورزی شهرستان کرمانشاه استفاده می‌شود. به‌دلیل عبور رودخانه قره‌سو در سطح شهرستان کرمانشاه بعضی از فاضلاب‌ها از جمله فاضلاب خانگی، بیمارستانی و صنعتی به آب این رودخانه وارد شده‌است و از آب این رودخانه برای آبیاری بخشی از اراضی کشاورزی شهرستان کرمانشاه استفاده می‌شود. بنابرای در این پژوهش میزان افزایش غلظت فلز سرب و کادمیم خاک را در اثر آبیاری با آب مخلوط (چاه و رودخانه قره‌سو) در این نمونه‌ها نسبت‌به شاهد مقایسه کردیم.

نمونه‌برداری و آنالیز آزمایشگاهی: برای این منظور از هر منطقه ۶ نمونه خاک جهت انجام آنالیزهای آزمایشگاهی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و هواخشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم و مرتبط با هدف پژوهش از جمله واکنش خاک در عصاره اشباع با استفاده از دستگاه pHمتر (McLean, 1982) و رسانایی الکتریکی عصاره اشباع خاک به‌وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی تعیین گردید (Page et al, 1992). برای اندازه‌گیری مقدار کربن آلی خاک، از روش اکسایش تر یا روش والکی و بلاک (Nelson et al, 1996) استفاده شد و فراوانی نسبی ذرات خاک به‌روش هیدرومتر (Gee and Bauder., 1990) و کربنات کلسیم معادل به روش

کلسیمتری (Richards, 1954) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری غلظت کل کادمیم و سرب براساس روش McGrath and Cunliffe 1985 اندازه‌گیری شد. برای عصاره‌گیری از اسید کلریدریک ٪ ۳۶ حجمی و اسید نیتریک ٪ ۷۶ حجمی استفاده شد.

آنالیز آماری: برای آنالیزهای آماری از جمله خلاصه‌ی آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

ارزیابی آلودگی خاک: در این مطالعه جهت ارزیابی میزان آلودگی خاک در نمونه‌های تحت آبیاری مخلوط در مقایسه با نمونه‌های شاهد از فاکتور آلودگی استفاده شد. براساس فاکتور آلودگی، می‌توان مقدار فلزات خاک را نسبت‌به مقدار طبیعی آن‌ها سنجید و میزان آلایندگی خاک را تعیین کرد (Hakanson, 1980). رابطه فاکتور آلودگی[1] مطابق معادله ۱ است:

$$CF= [C] sample / [C]bachground \quad (۱)$$

در این رابطه CF میزان فاکتور آلودگی، [C] heavy metal غلظت عنصر مورد بررسی در نمونه خاک و [C] background غلظت عنصر در نمونه زمینه است. خاک‌ها از نظر آلودگی به فلزات سنگین براساس فاکتور آلودگی به ۴ گروه $CF<1$ (آلودگی کم[2])، $1 < CF \leq 3$ (آلودگی متوسط[3])، $3 < CF \leq 6$ (آلودگی بالا[4]) و $CF \geq 6$ (آلودگی بسیار بالا[5]) تقسیم می‌شوند (Hakanson, 1980). در این پژوهش از میانگین ۶ نمونه خاک از مناطقی که تحت آبیاری چاه‌ها و بدون آلودگی بودند به‌عنوان نمونه شاهد و ۶ نمونه خاک از مناطقی که تحت آبیاری مخلوط بودند به‌عنوان نمونه Sample انتخاب شد. میزان تغییر غلظت سرب و کادمیم در نمونه‌ها با استفاده از فاکتور آلودگی بررسی شد و پارامترهای آمار توصیفی شامل میانگین، حداکثر، حداقل، انحراف معیار و ضریب تغییرات فاکتور آلودگی عنصر سرب و کادمیم توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ به‌دست آمد.

نتایج و بحث:

میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در نمونه‌های شاهد و آبیاری شده با آب مخلوط (رودخانه قره‌سو که تحت نفوذ فاضلاب است و آب چاه) در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در نمونه‌های مورد مطالعه

نمونه‌ها	میانگین						
	pH	EC ($ds.m^{-1}$)	کربن آلی (٪)	کربنات کلسیم معادل (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
نمونه شاهد	۷/۴۰	۰/۷۵	۰/۷۹	۱۶/۹۷	۱۸/۵۸	۶۶/۵۸	۱۴/۸۴
نمونه خاک تحت آبیاری مخلوط	۷/۱۰	۰/۴۶	۱/۵۰	۱۳/۱۰	۱۷/۵۸	۷۱/۵۸	۱۰/۸۴

به‌طور کلی در نمونه‌های شاهد و خاک تحت آبیاری مخلوط، واکنش خاک بیش‌تر از ۷ است، بنابراین واکنش خاک قلیایی است. میانگین EC در نمونه‌های مطالعاتی از حد آستانه شوری ($4 ds.m^{-1}$) کمتر است، بنابراین میانگین EC برای نمونه‌ها بیانگر غیرشور بودن خاک است. در بین ذرات شن، سیلت و رس ذرات سیلت، از فراوانی بیشتری برخوردارند. مقدار کربن آلی در نمونه خاک‌های تحت آبیاری مخلوط به‌دلیل وجود بعضی از مواد در فاضلاب که منشأ آلی دارند از نمونه‌های شاهد بیش‌تر است. مقدار کربنات کلسیم معادل در نمونه‌های مورد مطالعه متفاوت است، مقدار کربنات کلسیم در نمونه شاهد کمتر از مقدار آن در نمونه‌های تحت آبیاری مخلوط است.

[1]. Contamination Factor
[2]. Low pollution
[3] .Moderately polluted
[4] .Heavily polluted
[5] .Extremely polluted

خلاصه‌ی آماری غلظت کل و فاکتور آلودگی عناصر سرب و کادمیم برای خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین غلظت سرب و کادمیم در خاک‌های تحت آبیاری مخلوط از نمونه‌های شاهد بیشتر است. این افزایش غلظت نسبت‌به نمونه‌های شاهد برای عنصر کادمیم شدت بیشتری دارد. البته این افزایش غلظت در نمونه‌های تحت آبیاری مخلوط با توجه به حد بحرانی سرب و کادمیم در خاک که به‌ترتیب ۵۰ و ۱/۵ تا ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است، از نظر آلودگی سرب و کادمیم مشکلی ایجاد نکرده است . با توجه به این نکته که فاضلاب‌ها حاوی عناصر سنگین هستند؛ بنابراین در گذر زمان و آبیاری به‌وسیله فاضلاب امکان افزایش غلظت و تجمع این عناصر در خاک وجود دارد. قویدل و معطر (۱۳۹۳)، بیان کردند که در ایستگاه‌هایی که تخلیه فاضلاب بدون نظارت صورت می‌گیرد، در رودخانه‌های حوزه آب ریز تالاب انزلی (گوهررود) سطح عناصر سرب، روی و نیکل بالا است.

جهت تعیین میزان آلایندگی خاک به عناصر سنگین باید غلظت عناصر در منطقه با یک استاندارد مقایسه شود. با توجه به این که استاندارد مشخص و معینی جهت مقایسه در منطقه وجود ندارد غلظت عناصر در نمونه‌های شاهد که تحت آبیاری چاه‌های محلی بودند به عنوان نمونه زمینه در نظر گرفته شد و جهت مقایسه تغییرات غلظت عناصر در نمونه‌های خاکی که تحت آبیاری مخلوط چاه‌های عمیق و رودخانه قره‌سو بود، استفاده شد.

میانگین فاکتور آلودگی عناصر سرب و کادمیم برای نمونه‌های تحت آبیاری مخلوط به‌ترتیب ۱/۴۱ و ۷/۰۸ است، که با توجه به سطح خطر فاکتور آلودگی، نمونه‌ها نسبت به عنصر سرب و کادمیم به‌ترتیب آلودگی متوسط و بسیار بالایی دارند. میزان فاکتور آلودگی کادمیم نسبت‌به سرب خیلی بالاست که نشان‌دهنده افزایش غلظت زیاد کادمیم در آب فاضلاب است که منجربه افزایش غلظت کادمیم در نمونه‌های خاک نیز می‌شود. همچنین این افزایش غلظت نسبت‌به نمونه‌های شاهد نشان‌دهنده تأثیر میزان فعالیت‌های انسانی در تغییرات غلظت عناصر است. که در منطقه‌ی مطالعاتی استفاده از آب فاضلاب باعث افزایش غلظت عناصر سنگین به‌ویژه کادمیم نسبت‌به نمونه‌های شاهد شده است. نتایج نشان می‌دهد که عنصر سرب و کادمیم در نتیجه فعالیت‌های انسانی از جمله آبیاری زمین‌های کشاورزی با فاضلاب به محیط وارد شده‌اند و منشأ طبیعی ندارند.

جدول ۲- خلاصه آماری مربوط به غلظت عنصر سرب و فاکتور آلودگی برای نمونه‌های مطالعاتی

نمونه	متغییر	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات
شاهد	غلظت سرب	۵/۳۰	۱۴/۴۰	۹/۹۳[a]	۳/۰۰	۹/۱۰	۳۰/۲۱
	فاکتور آلودگی	۰/۵۳	۱/۴۵	۱[a]	۰/۳۱	۰/۹۲	۳۱
	غلظت کادمیم	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۰۶[a]	۰/۰۷	۰/۱۷	۱۱۶
	فاکتور آلودگی	۰/۴۹	۳/۲۴	۱[a]	۱/۱۰	۲/۷۶	۱۱۰
مخلوط	غلظت سرب	۱۰/۳۴	۱۶/۶۹	۱۳/۹۷[a]	۲/۵۶	۶/۳۵	۱۸/۳۲
	فاکتور آلودگی	۱/۰۴	۱/۶۸	۱/۴۱[a]	۰/۲۶	۰/۶۴	۱۸/۴۳
	غلظت کادمیم	۰/۳۴	۰/۵۶	۰/۴۴[a]	۰/۰۹	۰/۲۲	۲۰/۴۵
	فاکتور آلودگی	۵/۵۱	۹/۰۸	۷/۰۸[b]	۱/۵۴	۳/۵۷	۲۱/۷۵

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار ($P\geq 0/05$) است

نتیجه‌گیری:

مطالعه حاضر نشان داد که غلظت فلزات سرب و کادمیم در خاک‌های تحت آبیاری مخلوط (آب چاه و آب رودخانه قره‌سو که به فاضلاب آلوده است) از خاک‌های شاهد (آبیاری با چاه) بیشتر بود.. مقایسه سطح فلزات سرب و کادمیم در نمونه‌های تحت

آبیاری مخلوط و شاهد با مقادیر حد بحرانی این عناصر در خاک نشان داد که غلظت این فلزات کمتر از محدوده خطرناک برای خاک بود. میزان فاکتور آلودگی برای عنصر سرب و کادمیم به‌ترتیب د آلودگی متوسط و آلودگی خیلی زیاد را نشان داد.. بنابراین با توجه به بالا بودن سطح فلزات سنگین در فاضلاب شهری در کل از یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان جمع‌بندی کرد که استفاده طولانی مدت از فاضلاب شهری به‌عنوان آب آبیاری می‌تواند سبب تجمع و افزایش بیش از حد بحرانی فلزات سنگین در خاک و نهایتاً تخریب محیط زیست و منابع آبی شود.

منابع

پی‌کاکس. ۱۳۸۲. عناصر زمین. ترجمه فرید مر، خدیجه زادری. انتشارات دانشگاه شیراز.

تجریشی، م. ۱۳۷۷. نگرشی جدید و جامع به مشکل فاضلاب شهر تهران. آب و فاضلاب، شماره ۲۸، ص ۳۷-۳۰.

قویدل، آ. و معطر، ف. ۱۳۹۳. بررسی سرب، روی و نیکل رودخانه‌های حوزه آب ریز تالاب انزلی (مورد مطالعه رودخانه گوهررود). مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره شانزدهم، شماره یک.

کلارک، آر. بی. ۱۳۸۰. آلودگی دریا. ترجمه ساداتی‌پور، م. ت. شریعتی فیض آبادی، ف. انتشارات معراج قلم.

Al-Jamal, M.S., Sammis, T.W., Mexal, J.G., Picchioni, G.A., Zachritz, W.H., 2000. A growth irrigation scheduling model for wastewater use in forest production. Agricultural Water Management, 56: 57-79.

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. Science of the Total Environment, 347(1), 64-77.

Anderson, J.M., 1996. Current water recycling initiatives in Australia: Scenarios for the 21st Century. Water Science Technology, 33: 37-43.

Brar MS, Khurana MPS and Kansal BD, 2002. Effect of Irrigation by Untreated Sewage Effluents on the Micro and Potentially Toxic Elements in Soils and Plants, Department of Soils, Punjab Agricultural University, Ludhiana, Punjab, India.

Emongor, V.E., Ramolemana, G.M., 2004. Treated sewage effluent (water) potential to be used for horticultural production in Botswana. Physics and Chemistry of the Earth, 29: 1101-1108.

Emongor, V.E., Ramolemana, G.M.,2004. Treated sewage effluent (water) potential to be used for horticultural production in Botswana. Physics and Chemistry of the Earth, 29: 1101-1108.

Gee G. W., and Bauder, J. W. 1990. Particle sizeanalisis. P. 383-411. In: A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. Monograph No. 9. 2nd ed. Medison, WI: SSSA.

Hakanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach. Water Research, 14:975-1001.

Kalavrouziotisa, I.K., Apostolopoulos,C.A., 2007. An integrated environmental plan for the reuse of treated waste water effluents from WWTP in urban areas. Building and Environment, 42: 1862-1868.

Larchevêque, M., Ballini, C.,Korboulewsky, N., Montès, N., 2006.The use of compost in afforestation of mediterranean areas: Effects on soil properties and young tree seedlings. Science of the Total Environment,369: 220-230.

Madejo´n, P., Maran˜o´n, T., Murillo,J.M., 2006. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. Science of the Total Environment, 355: 187-203.

Malakooti, M.H. 2002. Source and decreasing methods of nitrate and cadmium pollutant in north of Iran paddy fields. Final report. Soil and water research institute. (In Persian)

Mapanda, F., Mangwayana, E.N., Nyamangara, J., Giller, K.E., 2005.The effect of long-term irrigation using waste water on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. Agriculture, Ecosystems and Environment, 107 (2-3): 151-165.

McGrath, S. P., and Cunliffe, C. H. 1985. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. Journal of the Science of Food and Agriculture, 36(9), 794-798.

McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2), 199-224.

Moore, James. W. 1991. Inorganic contaminants of surface water.springer-valag new york,Inc

Nelson, D. W., Sommers, L. E., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., and Sumner, M. E.1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods., 961-1010.

Page, A.L., R.H. Miller ., and Keeney, D.R 1992. Method of Soil Analysis. Part II: Chemical and Mineralogical Properties. 2nd. SSSA pub., Madison, Wis.

Rattan, R.K., Datta, S.P., Chhonkar,P.K., Suribabu, K., Singh, A.K., 2005.Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater-A case study. Agriculture, Ecosystems and Environment, 109: 310-322.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Soil Science, 78(2), 154.

Schat, H., Ten Bookum, W.M., 1992. Metal specificity of metal tolerance syndromes in higher plants. In: Proter, J.A., Baker, J.M., Reeves, R.D.(Eds.),The Ecology of Ultramafic (serpentine) Oils, Intercept Andover, MA, pp: 337-352.

Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F., 2007. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66 (2): 258-266.

Shereif, M.M., Easa El-S, M., El-Samra, M.I., Mancy, K.H., 1995. A demonstration of waste water treatment for reuse applications in fish production and irrigation in Suez. Egypt. Water Science and Technology,32: 137-144.

Siebe, C. 1998. Nutrient inputs to soils and their uptake by alfalfa through long-term irrigation with untreated sewage effluent in Mexico. Soil Use and Management, 14(2), 119-122.

Siegel, F.R. 2002. Hodson, M.R. Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals. Berlin (Springer), 2002, 218 pp. Hardback£ 35. ISBN 3 540 42030 4. Mineralogical Magazine, 66(4), 622-623.

Singh, R.P., Agrawal, M., 2008. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. Waste Management, 28 (2): 347-358.

Tabari, M., Salehi, A., Ali-Arab, A.R., 2008. Effects of waste water application on heavy metals (Mn, Fe, Cr and Cd) contamination in a black locust stand in semi-arid zone of Iran. Research Journal of Environmental Science, 7 (4): 382-388.

Yang, P., R. Mao, H. Shao, Y. Gao. 2009. The spatial variability of heavy metal distribution the suburban farmland of Taihang Piedmont Plain, China, C. R. Biologies 332 . 558–566.

Investigating the Increasing the Concentration of Heavy Elements of Soil by Irrigation with Water Contaminated with Urban Wastewater in Kermanshah

Abstract

The sue of water with Inappropriate quality for agricultural production is one of the solution and Opportunities facing the challenge of water scarcity. Application of sewage sludge and contaminated water can increase soil contamination in the future and have adverse consequences for the sustainable development of agriculture. In this study, the increasing concentration of Cd and Pb in the marginal soils of Qarashoo River was measured by irrigation with mixed water containing wastewater and well water (in the marginal soils of QaraSoo river) compared to irrigation water wells (control samples). Determination of soil contamination in irrigated samples (well water and sewage water) was done using contamination factor. The results showed that soil samples that were irrigated with mixed water had a moderate and high contamination to lead and cadmium, respectively. Therefore the risk of soil pollution to cadmium in these soils is high and entry of waste water into irrigation water should be prevented.

Keywords: Soil polloution, Qarshoo river, Lead, Cadmium.