گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و یکم، شماره چهارم، ۱۳۹۳
http://jwsc.gau.ac.ir

تأثیر غلظت عناصر سنگین منابع مختلف آب آبیاری بر آلودگی خاک شالیزاری

***محمدرضا خالدیان[۱]، محمدکریم معتمد[۲]، مجتبی رضایی[۳]، محسن قره‌شیخ بیات[۴] و برهان ملک‌نیا[۴]**

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان، [۲]دانشیار گروه توسعه روستایی، دانشگاه گیلان،
[۳]پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، [۴]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۹

چکیده

در آبیاری علاوه بر کمیت، کیفیت آب نیز باید مدنظر قرار گیرد. به‌دلیل نبود تصفیه‌خانه فاضلاب در شهر رشت، رودخانه زرجوب دریافت‌کننده انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و زه‌آب‌های کشاورزی است. در این پژوهش تأثیر آبیاری برنج با آب این رودخانه و آب چاه روی تجمع عناصر سنگین در خاک پرداخته شده است. یک آزمایش گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار با ۵ سطح آبیاری شامل ۱) غرقاب دایم، ۲) اشباع، ۳) ظرفیت زراعی، ٤) ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و ۵) ٦۰ درصد ظرفیت زراعی انجام شد. آبیاری با آب برداشتی از پنج مقطع رودخانه و آب چاه صورت گرفت. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی و برداشت محصول میزان تجمع فلزات سنگین در خاک با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد. نتایج نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد خاک تحت آبیاری در تمام تیمارها به کادمیوم و مس (به‌ترتیب با میانگین بیش از ۰/۳ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌عنوان حدود مجاز) آلوده شده ولی به سرب و روی (به‌ترتیب با میانگین کم‌تر از ۲۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌عنوان حدود مجاز) آلوده نشده است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی خاک شالیزاری، آبیاری، فاضلاب، عناصر سنگین

* مسئول مکاتبه: khaledian@guilan.ac.ir

مقدمه

فلزات سنگین از آلاینده‌های مهم محیط زیست به‌شمار می‌روند. منظور از آلودگی محیط زیست ایجاد تغییرات نامطلوب در مشخصات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی منابع اصلی حیات یعنی آب، هوا و خاک به مقداری است که بقا و سلامت انسان و دیگر موجودات را به خطر انداخته و یا فعالیت آن‌ها را محدود سازد (لاوادو، ۱۹۹۸). آلودگی فلزات سنگین نگرانی‌های عمیقی را در سرتاسر جهان ایجاد کرده است (بادی و همکاران، ۱۹۹۱؛ مک‌فارلین و بورشت، ۲۰۰۰). آلودگی آب، خاک و گیاه به‌وسیله فلزات سنگین، ناشی از آلودگی محیط زیست به‌وسیله فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری است (صلحی و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات زیادی در مورد تجمع فلزات سنگین در خاک‌ها انجام شده است (سمهی و الخیراباش، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای که روی رودخانه تجن انجام شده مشخص گردید که غلظت عناصر سنگین آب رودخانه در بالادست رودخانه و قبل از ورود آب به شهر پایین است ولی با ورود رودخانه به شهر و دریافت پساب شهری و صنعتی غلظت این عناصر افزایش یافته است. در فصل کم‌آبی که معمولاً هم‌زمان با فصل آبیاری است غلظت این عناصر به بالاترین مقدار خود رسید که خطر آلودگی محصولات کشاورزی تحت آبیاری با آب رودخانه را افزایش می‌دهد (بهمنیار، ۲۰۰۳). برخی فلزات سنگین به راحتی جذب ریشه شده و سبب سمیت برای گیاهان می‌شوند (واتک و همکاران، ۲۰۰۳). شیرین‌فکر ذوالپیرانی (۱۹۹۸) در بررسی آلودگی رودخانه زرجوب و تأثیر آن بر آلودگی خاک شالیزاری به سرب دریافت که زمینی که به‌طور مستقیم از رودخانه آبیاری می‌شد بیش‌ترین تجمع سرب را داشت.

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر آبیاری با آب رودخانه زرجوب همچنین آب زیرزمینی برداشتی از یک منطقه شالیزاری (مؤسسه تحقیقات برنج کشور با بیش از ۳۰۰ هکتار سطح زیرکشت برنج) بر آلودگی خاک شالیزاری به چهار عنصر شامل مس، روی، سرب و کادمیوم است. این دو منبع آبی به‌صورت مرسوم در منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پژوهش از نظر تولید پایدار، حفظ کیفیت خاک و سلامتی افراد جامعه دارای اهمیت است.

مواد و روش‌ها

رودخانه زرجوب رودخانه‌ای است که از داخل شهر رشت عبور می‌کند. در حال حاضر رودخانه زرجوب، به‌دلیل نداشتن مدیریت صحیح در استفاده از آن و بی‌توجهی به سلامت و حفاظت از این

رودخانه، کیفیت آب خود را از دست داده و روزبه‌روز بـر آلـودگی آن افـزوده مـی‌شـود (خالـدیان و همکاران، ۲۰۱۲). امروزه رودخانه زرجوب در بخش کشاورزی نقش مهمی را در اقتـصاد خانوارهـای ساکن در منطقه دارد، توسـعه فعالیـت‌هـای انـسانی در چنـد دهـه اخیـر در حوضـه آبریـز زرجـوب به‌خصوص شهر صنعتی رشت موجب شده که حجم بالایی از آلاینده‌ها وارد رودخانه زرجوب شده و از این طریق وارد تالاب انزلی گردد. بنـابراین انجـام فعالیـت‌هـای تحقیقـاتی در زمینـه آلـودگی ایـن رودخانه، از اهمیت زیادی برخوردار است.

در این پژوهش با توجه به اهمیت کشت برنج در استان گیلان و با توجه به استفاده از آب رودخانه زرجوب و همچنین آب زیرزمینی در نقاط دور از رودخانه برای آبیاری، آزمایـشی گلـدانی در فـضای کنترل شده گلخانه صورت گرفت و تأثیر آبیاری با آب مقاطع مختلف رودخانه و آب چاه بـر تجمـع عناصر مورد مطالعه در خاک تحت آبیاری بررسی شد. این پـژوهش در فـصل زراعـی بـرنج در سـال ۱۳۹۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور زیر شلتر به اجرا درآمد. این آزمایش به‌صـورت فاکتوریـل بـر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل منابع مختلف آب و سطوح مختلف آبیاری اجرا شـد. منـابع آب شامل آب برداشتی از پنج مقطع رودخانه زرجوب و از ایستگاه‌های سراوان، شهر صـنعتی رشـت، شرکت آب منطقه‌ای، پل گلسار و پیربازار به اضافه آب برداشتی از چاه بود و سـطوح آبیـاری شـامل غرقاب، اشباع، ظرفیت زراعی، ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و ٦۰ درصد ظرفیت زراعی بودنـد. در تیمـار غرقاب، ارتفاع آب روی خاک در حد ۵ سانتی‌متر نگهداری می‌شد و در صورتی‌که ارتفاع آن به کم‌تـر از ۳ سانتی‌متر می‌رسید دوباره آبیاری صورت می‌گرفت. در سایر تیمارها با کنترل روزانه رطوبت خاک با روش وزنی در صورتی‌که مقدار آن به کم‌تر از حد اشاره شده می‌رسید آبیاری انجام می‌شـد. تعـداد ۳ عدد نشا که در شرایط معمولی آماده شده بودند، در گلدان‌هایی به قطر و عمق ۲۵ سانتی‌متر که قبلاً از خاک زراعی محل پر شده بودند نشاکاری شد. طی مدت ۱۰ روز پس از نـشاکاری آبیـاری بـا آب معمولی انجام می‌گرفت، سپس اعمال تیمارهای طرح به‌صورت غرقاب با ارتفاع ۵ سانتی‌متر شروع شد. در مجموع ۳۰ تیمار و با احتساب ۳ تکرار در کل ۹۰ گلدان وجود داشت. پس از برداشت محـصول، غلظت عناصر مورد مطالعه در نمونه خاک برداشت شده از وسط گلدان اندازه‌گیری و نتایج با نرم‌افزار SAS تجزیه شدند. مقایسه میانگین با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام پذیرفت. جدول ۱ استاندارد آب آبیاری از نظر غلظت فلزات سنگین را نشان می‌دهد. در این پـژوهش از آن‌جایی‌که خاک گلدان ریزدانه می‌باشد از غلظت استاندارد برای بافت ریز استفاده شده است.

برای هضم نمونه‌های آب آبیاری، طبق استاندارد آب (ایتون و همکاران، ۲۰۰۵) با چند قطره اسیدنیتریک غلیظ pH به کم‌تر از ۲ رسانده شد، سپس نمونه‌ها زیر هود حرارت داده شدند. بعد نمونه‌ها از کاغذ صافی واتمن عبور داده شدند تا رسوبات معلق جدا گردند. اندازه‌گیری عناصر با دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی صورت گرفت. برای آنالیز نمونه‌های خاک مقدار دو گرم از خاک خشک شده عبوری از الک ۰/۵ میلی‌متری درون بوته چینی ریخته و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤ ساعت سوزانده شد. پس از سرد شدن ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱:۱۰ روی آن ریخته و روی هیتر ۷۰C درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از کامل شدن هضم نمونه، آن را با کاغذ صافی واتمن ٤۲ صاف کرده و به بالن ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و به حجم رسانده شد. مقدار غلظت عناصر به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- حداکثر غلظت مجاز عناصر مورد مطالعه در آب آبیاری برای دو نوع بافت خاک (کلپرتسیس و همکاران، ۲۰۰۱).

نام عنصر	غلظت استاندارد در آب آبیاری (ppb)	
	بافت درشت	بافت ریز
روی	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰
سرب	۵۰۰۰	۲۰۰۰۰
کادمیوم	۱۰	۵۰
مس	۲۰۰	۵۰۰۰

نتایج و بحث

جدول ۲ غلظت فلزات سنگین در آب منابع مختلف را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که منابع آبی از نظر روی، سرب، کادمیوم و مس آلوده نیستند؛ ولی استفاده طولانی‌مدت از این منابع آبی و کشت برنج طی سالیان متمادی (مصرف کود و سموم)، ریسک آلودگی خاک را بالا می‌برد (ژوانگ و همکاران، ۲۰۰۹). جدول‌های ۳ و ٤ حداکثر مجاز غلظت فلزات سنگین در خاک را براساس استانداردهای مختلف نشان می‌دهند. پس از برداشت محصول، نمونه‌های خاک آنالیز شدند و میزان فلزات سنگین تعیین شدند. که نتایج در ادامه ارایه شده‌اند.

جدول ۲- میزان فلزات سنگین در آب برداشتی از مقاطع مختلف رودخانه و آب چاه برای استفاده در آبیاری (ppb).

منبع آب	ایستگاه	Cd	Pb	Cu	Zn
	سراوان	۰/۲	۲/٦	۰/۰۱	۳/۳
	شهر صنعتی	۰/٤	۳/۸	۰/۰۲٤	۰/٤
رودخانه	شرکت آب منطقه‌ای	۰/۵	۱/۷	۰/۰٦۳	۰/۸
	گلسار	۰/٦	٤/۱	۰/۰۱۲	۹/٤
	پیربازار	۰/۳	۲/٦	۰/۰۱۳	۰/۵
چاه		۰/۱۸	۲/٤	۰/۰۳۷	۲/٤

جدول ۳- حداکثر مقدار مجاز عناصرکل در خاک بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم (اسلوان و داولی، ۱۹۹۸).

عنصر	اروپا	اونتاریو	آلمان	شمال‌شرقی آمریکا
کادمیوم	۰/۵	۰/۸	۳	۲/۵
سرب	۲۵	٤۵	۱۰۰	۲۵۰
روی	۷۵	۱٦۵	۳۰۰	۱۲۵
مس	۲۵	۷۵	۱۰۰	٦۲/۵

جدول ٤- غلظت عناصر سنگین (ppm) از نظر دو استاندارد USEPA و GLC و میانگین جهانی این عناصر (کلپرتسیس و همکاران، ۲۰۰۱).

استاندارد	Mn	Cd	Ni	Cr	Pb	Cu	Zn
USEPA	٦۰۰	–	٤۰	۱۰	۱۰	۳۰	–
GLC	٦۰۰	–	۲۰	۱۰	۲۰	–	–
میانگین جهانی	۸۵۰	۰/۳	٦۸	۹۰	۲۰	٤۵	۷۵

در جدول ۵ نتایج مربوط به تجزیه واریانس در مورد تجمع چهار عنصر در خاک آمده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که منبع آب، رژیم آبیاری و اثر متقابل این دو در تجمع هر چهار عنصر در خاک دارای تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بوده‌اند.

جدول ٥- نتایج تجزیه واریانس عناصر سرب، کادمیوم، روی و مس در خاک.

منابع خطا	درجه آزادی	میانگین مربعات سرب	میانگین مربعات کادمیوم	میانگین مربعات روی	میانگین مربعات مس
منبع آب	٥	٢٦**	١٩٩٥**	٥٢**	٥١**
رژیم آبیاری	٤	٨٣**	١٥٩٢**	٦٧**	٢٩**
منبع آب × رژیم آبیاری	٢٠	٦٣**	٧٨٥**	٦٥**	٤٤**

** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ٦ نشان می‌دهد که آب چاه باعث ایجاد کم‌ترین میزان تجمع سرب در خاک گلدان شده است و بعد از آن سایر منابع آب قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که آب چاه باعث ایجاد کم‌ترین میزان تجمع کادمیوم در خاک گلدان شده است. از طرفی آب برداشتی از ایستگاه گلسار سبب ایجاد بیش‌ترین تجمع فلز کادمیوم نسبت به سایر منابع آبی شده است که این تفاوت نسبت به آب چاه، آب برداشتی از ایستگاه آب منطقه‌ای و بهدان معنی‌دار است. همچنین آب چاه باعث ایجاد کم‌ترین میزان تجمع روی شده است ولی آب برداشتی از ایستگاه گلسار بیش‌ترین تجمع فلز روی را سبب شده است. بالاخره آب چاه و آب برداشتی از ایستگاه گلسار باعث ایجاد کم‌ترین و بیش‌ترین میزان تجمع مس در خاک گلدان شده‌اند.

حداکثر غلظت مجاز روی و سرب در خاک به‌ترتیب ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد و حد طبیعی روی و سرب در خاک به‌ترتیب ۱۰۰ و ۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (ژوانگ و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به نتایج به‌دست آمده همه منابع آبی موجب آلودگی خاک به سرب و روی نشده‌اند. مقدار اولیه سرب و روی در خاک قبل از کشت یعنی در اردیبهشت‌ماه به‌ترتیب ۲/۹ و ۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده‌اند، که از حداکثر غلظت مجاز پایین‌ترند ولی میزان سرب به بالاترین حد طبیعی خود (۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) رسیده است. رامکنس و همکاران (۲۰۰۵)، راگان و همکاران (۲۰۰۸) و سینگا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه غلظت عناصر سنگین خاک شالیزاری، آلودگی به سرب و روی را گزارش کردند.

در کشور ژاپن ۵۰ درصد اراضی زیرکشت به برنج اختصاص دارد. از سال ۱۹۹۱ استانداردهایی سخت‌گیرانه برای کاهش سطح فلزات سنگین خاک اجرا می‌شود. متوسط میزان کادمیوم و سرب در خاک‌های کشاورزی ژاپن به‌ترتیب ۰/۳۸ و ۱۸/۱ پی‌پی‌ام می‌باشد. معمولاً غلظت فلزات سنگین در

کودهای کشاورزی پایین است ولی کود سوپرفسفات دارای میزان بالایی از کادمیوم می‌باشد. سنگ فسفاتی که در ساخت کودهای فسفره به‌کار می‌رود گاهی اوقات دارای میزان بالایی از فلز کادمیوم است (۱۰۰-۱ پی‌پی‌ام). همچنین کودهای شیمیایی دارای مقادیر بالایی از روی و مس هستند (کودهایی مانند سوپرفسفات و فسفات منیزیم). مادامی که کودهای شیمیایی در مقادیر توصیه شده استفاده شوند باعث آلودگی خاک به فلزات سنگین نمی‌شوند هر چند به‌طور قطعی نمی‌توان منشأ آلودگی خاک شالیزاری را به کودهای شیمیایی نسبت داد ولی مصرف بی‌رویه کودها در مناطق شالیزاری در بلندمدت می‌تواند در آلودگی خاک نقش داشته باشد. تجمع روی در خاک نشان‌دهنده اضافه شدن لجن فاضلاب یا آب آلوده به فاضلاب به خاک است (چینو، ۱۹۹۹). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آب برداشتی از مقطع گلسار باعث تجمع بیش‌ترین مقدار روی در خاک نسبت به سایر تیمارها شده است، چرا که منطقه‌ای شهری با حجم بالایی از ورود فاضلاب خانگی است که به‌دلیل تصفیه نشدن می‌تواند مضرات لجن را نیز داشته باشد.

حداکثر غلظت مجاز کادمیوم و مس در خاک به‌ترتیب ۰/۳ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد و حد طبیعی کادمیوم و مس ۰/۲ و ۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (ژوانگ و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج آزمایش نشان می‌دهند که منابع آبی موجب آلودگی خاک به کادمیوم و مس شده‌اند (جدول ٦). لازم به ذکر است که مقدار اولیه کادمیوم و مس در خاک گلدان قبل از کشت به‌ترتیب ۰/۰٦ و ۱۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است که نشان‌دهنده آلودگی اولیه خاک شالیزاری به مس می‌باشد. در مطالعه‌ای که در مورد آلودگی خاک‌های شالیزاری در تایوان صورت گرفته است مشخص شد که خاک به کادمیوم و مس آلوده است (رامکنس و همکاران، ۲۰۰۵). سینگا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود روی خاک شالیزاری در هند دریافتند که خاک شالیزاری به کادمیوم آلوده بوده ولی به مس آلوده نیست. امینی و همکاران (۲۰۰۷) طی پژوهشی در استان اصفهان، کاربرد کود فسفره را عامل اصلی در ورود کادمیوم به خاک‌های کشاورزی استان ذکر کرده‌اند، که این وضعیت در سایر نقاط کشور که از مقادیر بالای کود فسفره استفاده می‌شود می‌تواند بروز کند. استفاده از آبیاری غرقاب باعث کاهش شرایط اکسیداسیون و برقراری شرایط احیا شده و میزان غلظت کادمیوم در دانه را کاهش می‌دهد. طی آزمایشی در ژاپن، میزان عملکرد در آبیاری غرقاب و تناوبی به‌ترتیب ۱٦/۳ و ۱۰/۱ گرم در گلدان بود و غلظت کادمیوم در دانه ۰/۳ و ۲/۲۵ پی‌پی‌ام بود، که نشان‌دهنده نقش افزایشی آبیاری تناوبی در تجمع فلزات سنگین است (چینو، ۱۹۹۹). شاید رواج آبیاری غرقابی و زهکشی نکردن اراضی شالیزاری و در نتیجه دوام شرایط احیا در استان گیلان موجب کاهش تجمع کادمیوم در دانه شود.

جدول ٦- مقایسه میانگین با آزمون دانکن در مورد غلظت عناصر سرب، کادمیوم، روی و مس در خاک (بر حسب پی‌پی‌ام).

منبع آب	سرب	کادمیوم	روی	مس
چاه آب	۲۰/۸۷^{a}	۱۳۱^{a}	۷۳/۱۱^{a}	۱۲۵/۰۷^{a}
شرکت آب منطقه‌ای	۲۲/۷۷^{b}	۱۵۱^{c}	۷۳/۳۸^{ab}	۱۲٦/۳۷^{b}
پیربازار	۲۳/٦۱^{bc}	۱۵٦^{cd}	۷٤/۳۰^{abc}	۱۲٦/۷۰^{b}
بهدان	۲۳/٦۳^{bc}	۱۳۹^{b}	۷۵/۸۵^{c}	۱۲۸/۵۳^{c}
گلسار	۲۳/۹٤^{c}	۱٦٤^{d}	۷۸/۱۵^{d}	۱۳۰/۲۷^{d}
سراوان	۲٤/٦۷^{c}	۱۵٦^{cd}	۷۵/۳٤^{bc}	۱۲۸/۰۷^{c}

تعداد نمونه: ۱۵ نمونه، حرف مشترک در یک ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

نتیجه‌گیری کلی

رودخانه زرجوب به‌دلیل عبور از داخل شهر رشت و کنار شهر صنعتی رشت دریافت‌کننده فاضلاب‌های صنعتی و شهری است. آب این رودخانه منطقه پیربازار را که منطقه‌ای کشاورزی است و به کشت برنج اختصاص دارد سیراب می‌سازد. با توجه به حضور فلزات سنگین در آب رودخانه، تأثیر آبیاری بر تجمع فلزات سنگین در خاک تحت آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که خاک به فلزات مس و کادمیوم آلوده شده است هر چند خاک به سرب و روی آلوده نشده است. علاوه بر آلودگی آب، کاربرد کود فسفره نیز می‌تواند در آلودگی خاک به کادمیوم نقش داشته باشد. با توجه به تأثیر آلودگی خاک بر آلودگی گیاهان، توجه به کیفیت آب این رودخانه ضروری است. اتمام هرچه سریع‌تر تصفیه‌خانه فاضلاب رشت و سایر شهرهای استان و حفظ حریم کمی و کیفی رودخانه اولین گام‌ها در ارتقای کیفیت آب آبیاری برداشتی از این رودخانه است.

سپاسگزاری

این پروژه تحقیقاتی با حمایت مالی کمیته تحقیقات شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان تحت قرارداد شماره ۳۲۸٦۳/۱۱۱ مورخ ۸۹/۹/۲۳ با کد GIE89001 به انجام رسیده است.

منابع

1.Amini, M., Afyuni, M., and Khademi, H. 2007. Modeling Cadmium and Lead Balances in Agricultural Lands of Isfahan Region, Central Iran. JWSS-Isfahan University of Technology. 10: 4. 77-90. (In Persian)
2.Bahmanyar, M. 2003. Evaluation of heavy metals conditions in Tajan River of Mazandaran and its changes on water dams. 8th soil sciences congress of Iran. University of Guilan. (In Persian)
3.Body, P.E., Dolan, P.R., and Mulcahy, D.E. 1991. Environmental lead, a review. Crit. Rev. Environ. Control. 20: 299-310.
4.Chino, M. 1999. Metal pollution of soil and groundwater and remediation strategies in Japan, P 80-95. In: Huang, P.M., and I.K. Iskandar (eds.), Soils and groundwater pollution and remediation: Asia, Africa, and Oceania. CRC Press, New York, USA.
5.Eaton, A.D., Clesceri, L.S., and Rice, E.W. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st edition. Washington D.C.: American Water Works Association (AWWA). 1368p.
6.Kelepertsis, A., Alexakis, D., and Kita, I. 2001. The Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki area, Korinthos, Greece. Environmental Geochemistry and Health. 23: 117-135.
7.Khaledian, M., Motamed, M., Rezaei, M., Gharesheikhbayat, M., and Maleknia, B. 2012. Effects of irrigation with Zarjoub River water on heavy metals content of soil. Third Global Water Resources Management. Agricultural and Natural Resources University of Sari, Sari. 11-12 September 2012. (In Persian)
8.Lavado, R.S. 1998. Heavy metal in soil of Agrentina: Comparison between urban and agricultural soils, Commun. Soil Sci. Plant. Anal. 29: 11-14. 1913-1917.
9.Mac Farlane, G.R., and Burchett, M.D. 2000. Cellular distribution of Cu, Pb and Zn in the Grey Mangrove Avicennia marina (Forsk.) Vierh. Aquatic Botany. 68: 45-59.
10.Rogan, N., Dolenec, T., Serafimovsk, T., Tasev, I.G., and Dolenec, M. 2008. Determination of heavy metals in paddy soils (Kocani field, Macedonia) by a sequential extraction procedure. Materials and Geoenvironment. 55: 4. 444-455.
11.Romkens, P.F., Guo, H.Y., Chu, C.L., Liu, T.S., Chiang, C.F., and Gerwin, F. 2005. Characterization of soil heavy metals pools in paddy fields in Taiwan: chemical extraction and solid solution partitioning. J. Soil Sed. 9: 3. 216-228.
12.Semhi, K.H., and Al-Khirabash, S. 2010. Dry atmospheric contribution to the plant-soil system around a cement factory: spatial variation and sources, a case study from Oman. Water, Air and Soil Pollution. 205: 343-357.
13.Sloan, J.J., and Doweley, R.H. 1998. Recovery of biosalids applied heavy metals sixteen years after applications. J. Environ. Qual. 27: 6. 1312-1317.
14.Shirinfekrzolpirani, A. 1998. Evaluation of heavy metals concentration on Goharroud and Zarjoub Rivers and itaccumulation in soils and rice of paddy fields under their irrigation. M.Sc. Thesis. Tehran Azad University. (In Persian)

15. Singha, J., Suraj, K.U., Pathaka, R.K., and Gupta, V. 2011. Accumulation of heavy metals in soil and paddy crop (*Orywa sativa*), irrigated with water of Ramgarh Lake, Gorakhpur, UP, India. Toxicological and Environmental Chemistry, 93: 3. 462-473.
16. Solhi, M., Hajabbasi, M.A., and Shareatmadari, H. 2005. Heavy metals extraction potential of sunflower (*Helianthus annuus*) and canola (*Brassica napus*). Caspian J. Environ. Sci. 3: 1. 35-42.
17. Woitke, P., Wellmitz, J., Helm, D., Kube, P., Lepom, P., and Litheraty, P. 2003. Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube. Chemosphere. 51: 633-642.
18. Zhuang, P., Zou, B., Li, N.Y., and Li, Z.A. 2009. Heavy metals contamination in soils and food crops around Dabaoshan mine in Guangdong, China: implication for human health. Environmental Geochemistry and Health. 31: 6. 707-715.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 21(4), 2014
http://jwsc.gau.ac.ir

Short Technical Report

Effects of heavy metals concentration of irrigation water from different sources on the contamination of paddy field soil

***M.R. Khaledian[1], M.K. Motamed[2], M. Rezaei[3], M. Ghareh-Sheikh-Bayat[4] and B. Maleknia[4]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, University of Guilan, [2]Associate Prof., Dept. of Rural Development, University of Guilan, [3]Researcher at Rice Research Institute, Rasht, [4]M.Sc. Student, Dept. of Water Engineering, University of Guilan

Received: 05/12/2013; Accepted: 12/30/2013

Abstract

The quality of water is as important as its quantity in irrigation. Lack of wastewater purification plant in Rasht, Zarjoub River receives all municipal, industrial and agricultural wastewaters. In this study the effects of irrigation water from five stations along the river and irrigation water from well water on heavy metals accumulation in soil were assessed. A pot experiment was carried out in a completely randomized design with three replications. Irrigation regimes were flooding, saturated condition, field capacity (FC), 0.8FC and 0.6FC. Irrigation was done with water from five stations along the river and water from a well. After physiological maturity, harvest was done and soil heavy metals concentrations were measured with atomic absorption apparatus. Results showed that pot soils in all treatment were polluted with Cd and Cu (being in average higher than 0.3 and 50 mg/kg as maximum allowable concentrations, respectively) however Pb and Zn pollutions were not detected (being in average higher than 250 and 200 mg/kg as maximum allowable concentrations, respectively).

Keywords: Paddy soil contamination, Irrigation, Wastewater, Heavy metals

* Corresponding Author; Email: khaledian@guilan.ac.ir