

بررسی غلظت فلزات سنگین (آهن، نیکل، مس، روی، سرب)

در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان

صفورا جوان سیامردی، محمدرضا رضایی کهخا، عاطفه صفایی مقدم و رقیه نوری*

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زابل، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۳/۲۰ : تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی فلزات سنگین نه تنها به طور مستقیم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش فعالیت بیولوژیکی و کاهش دستیابی زیستی مواد مغذی خاک تأثیر می گذارند، بلکه خطر جدی برای سلامتی انسان و امنیت غذایی به حساب می آیند. بنابراین، حفاظت از این منبع و اطمینان از پایداری آن حائز اهمیت می باشد. به این منظور در این مطالعه، میزان غلظت فلزات سنگین آهن، سرب، مس، روی و نیکل در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان بررسی شده است.

مواد و روش ها: این مطالعه از نوع بنیادی- کاربردی بوده و ۱۶۰ نمونه خاک از زمین های کشاورزی بخش مرکزی سیستان بصورت تصادفی نمونه برداری شد. مقادیر آهن، سرب، روی، نیکل و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله ای، طبق روش استاندارد متد اندازه گیری شد.

یافته ها: میانگین غلظت فلزات آهن، نیکل، مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۳۴۰٫۹۶، ۱۸٫۵۶، ۷٫۲۶، ۱۹٫۸۰۶، ۲۹٫۹۰۹ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد.

نتیجه گیری: مقادیر آهن، سرب، نیکل، روی و مس در خاک کشاورزی در منطقه کمتر از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت (WHO) بوده است و از این نظر مشکلی در سلامت خاک وجود ندارد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، خاک کشاورزی، آلودگی خاک.

مقدمه

فلزات سنگین عناصری با مشخصات فلزی (ضریب هدایت- پایداری کاتیونی و ویژگی لیگاند) و عدد اتمی بیش از ۲۰ می باشند.^۱ این فلزات به دلیل سمیت، پایداری و خاصیت تجمع زیستی از جمله آلودگی های جدی و خطرناک محیط زیست می باشند.^{۲،۳} آنها پتانسیل آلوده نمودن خاک و آب را داشته و می توانند با پراکنده شدن و تجمع در گیاهان و جانوران به

وسیله انسان مورد مصرف قرار گیرند.^۴ همچنین می توانند با تجمع زیستی در زنجیره غذایی به سمیت مزمن و شدید دامن زنند.^۵ وجود فلزات در خاک امری طبیعی محسوب می شود، اما مقادیر بیشتر از حد طبیعی به دلیل جذب توسط گیاهان، ورود به زنجیره غذایی به عنوان منابع آلوده کننده محیط زیست محسوب می شوند.^۶ آلودگی خاک به فلزات سنگین معمولاً در مزارعی که در گذشته آب یا لجن فاضلاب دریافت

* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زابل، ایران
ایمیل: r.noori@zbmu.ac.ir - شماره تماس: ۰۵۴-۳۲۲۳۲۱۷۷

کرده‌اند و همچنین مناطق صنعتی که در آنها ترکیبات شیمیایی دفن و یا دپو شده‌اند مشاهده می‌گردد. تجمع بیش از حد فلزات سنگین برای انسان و دیگر حیوانات مضر است. آلودگی به فلزات سنگین از این طریق، معمولاً طولانی مدت و خفیف بوده و بیشتر از طریق چرخه غذایی صورت می‌گیرد و مسمومیت شدید فوری، به ندرت دیده می‌شود؛ ولی مسمومیت‌های شدید نیز می‌تواند از طریق بلعیدن خاک و تماس پوست با فلزات سنگین حادث شود.^۷ امروزه کاملاً معلوم شده است که آلودگی خاک با عناصری مانند نیکل، سرب، روی و مس به دلیل فعالیت‌های معدنی مایه نابودی گیاهان حساس می‌گردد.^۸ معمولاً بیشترین مشکل، ناشی از شکل کاتیونی فلزات می‌باشد. عناصر فلزی که به شکل کاتیون در خاک یافت می‌شوند شامل جیوه، کادمیوم، سرب، نیکل، روی، مس، کروم و ترکیبات منگنز می‌باشند.^۹ آلودگی فلزات سنگین، نه تنها به طور مستقیم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش فعالیت بیولوژیکی و کاهش دستیابی زیستی مواد مغذی خاک تأثیر می‌گذارد، بلکه خطر جدی برای سلامتی انسان از طریق ورود در زنجیره غذایی و امنیت زیست محیطی از طریق نفوذ در آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شود. اختلالات عصبی (پارکینسون، آلزایمر، افسردگی، اسکیزوفرنی) انواع سرطان‌ها، فقر مواد مغذی، برهم خوردن تعادل هورمون‌ها از نتایج اثرات ورود فلزات سنگین به بدن انسان می‌باشد.^{۱۰} تاکنون تحقیقات مختلفی بر روی فلزات سنگین در خاک‌های مناطق مختلف صورت گرفته است. Sterckemen و همکاران با ارزیابی آلودگی خاک‌های اراضی کشاورزی با ۸ عنصر سنگین در پیرامون دو صنعت ذوب فلزات در دوا (شمال فرانسه)، گزارش کردند که غبار اتمسفری ناشی از فعالیت دو کارخانه تولید سرب و روی منجر به آلودگی خاک‌های پیرامون با سرب، روی، کادمیوم، مس، جیوه، ایندیوم و نقره شده است و همبستگی بین غلظت عناصر براساس منطقه صنعتی متفاوت است.^{۱۱}

در مطالعه ای که توسط رضایی کهخا و همکاران تحت عنوان بررسی میزان فلزات سنگین در خاک کشاورزی و گیاهان آبیاری شده با فاضلاب شهری انجام گرفت، نتایج نشان داد که میزان سرب در سه ایستگاه و در تمام گونه‌های گیاهی از مقدار مجاز آن کمتر و در خاک کشاورزی از حد مجاز آن بالاتر است. مقدار کادمیوم و روی، در تمام گونه‌های گیاهی و همچنین خاک کشاورزی، در محدوده مجاز قرار دارد و آبیاری زمین‌های کشاورزی با پساب فاضلاب باعث تجمع فلزات سنگین در خاک و گیاه می‌شود.^{۱۲} Geravid به بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک مزارعی واقع در جنوب لهستان، که تحت تأثیر آلودگی ناشی از برخی صنایع، قرار گرفته بودند پرداخت و با استفاده از سه شاخص مولر، غنی شدن و درجه آلودگی، میزان ورودی‌های انسانی را ارزیابی و محاسبه کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که رسوبات، نسبت به کادمیوم و سرب، در کلاس آلودگی ۳ و دارای آلودگی قابل ملاحظه و نسبت به مس، جیوه، نیکل و روی غیرآلوده (کلاس آلودگی صفر) بوده‌اند.^{۱۳} ژانگ به بررسی فلزات سنگین در آب، خاک و گیاهان در تالاب‌های riparian در رودخانه Pearl در جنوب چین پرداختند که نتایج نشان داد که مقدار همه فلزات Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn در خاک بیشتر از گیاه و در گیاه بیشتر از آب است. و از بین فلزات، سرب تنها فلزی است که بین مقدار آن در خاک و گیاه همبستگی وجود دارد.^{۱۴} Diz مطالعه ای را در خلیج پرسوایسل در پنسیلوانیا انجام داد و در این مطالعه، مقادیر برخی از فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی با مقادیر استانداردهای کیفیت رسوب کانادا و آمریکا مقایسه شد. طبق نتایج، مقادیر تمام فلزات سنگین بررسی شده بیشتر از کم‌ترین حد اثر بوده و فلزات کادمیوم، سرب، روی و نیکل عمدتاً بیشتر از غلظت احتمال اثر و مس کمتر از این مقدار بوده‌است.^{۱۵}

استان سیستان و بلوچستان، با وسعت حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع، معادل ۱۱/۵ درصد مساحت کشور را به خود اختصاص داده‌است. بخش مرکزی شهرستان زابل یکی از

بخش های شهرستان زابل در استان سیستان و بلوچستان است که درآمد اکثریت مردم این منطقه از طریق کشاورزی تامین می شود.^{۱۰} منبع اصلی تأمین آب دشت سیستان، رودخانه هیرمند و در حقیقت شاهرگ حیاتی منطقه سیستان است که از کوه های هندوکش و ارتفاعات بابا یغما در چهل کیلومتری غرب کابل در افغانستان سرچشمه می گیرد. هدف از این مطالعه، تعیین غلظت کل فلزات سنگین (آهن، نیکل، مس، روی، سرب) در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان می باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی است که در سال ۱۳۹۳ بر روی زمین های کشاورزی زیر کشت گندم در بخش مرکزی سیستان انجام گرفت. برای انجام این نمونه برداری، ۱۰۰ هکتار زمین کشاورزی به ۲۰ واحد تقسیم شدند که از هر واحد، ۸ نمونه خاک کشاورزی، از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متری خاک، برداشت شد. در مجموع، تعداد نمونه ها به ۱۶۰ عدد رسید. خاک های برداشت شده به داخل ظرف نمونه برداری استریل منتقل شدند. بعد از آماده شدن، نمونه ها را به آزمایشگاه انتقال داده و داخل پلیت های شیشه ای شسته شده توسط آب مقطر ریخته شد. سپس نمونه ها در درجه حرارت اتاق به طور کامل خشک و کاملاً پودر شد و از الک ۰/۶۳ میکرون عبور داده شدند. جهت هضم نمونه ها، دو گرم خاک از هر نمونه وزن کرده، داخل بشر ریخته و ۵ میلی لیتر اسید نیتریک ۰/۱ مولار به همه نمونه ها اضافه شد. نمونه های آماده شده را بر روی دستگاه بن ماری قرار داده و اجازه یافت به طور کامل خشک شوند. نمونه های خشک شده را با استفاده از اسید کلریدریک ۱ مولار به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده و سپس میزان غلظت فلزات سنگین آهن، نیکل، مس، روی و سرب نمونه های آماده شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله ای قرائت شد. برای ایجاد

شعله در اندازه گیری فلزات، از مخلوط گاز استیلن-هوا استفاده شد و هر یک از نمونه ها توسط دستگاه ۳ بار سنجش شد و در نهایت میانگین غلظت فلزات سنگین مورد نظر ثبت گردید. لازم به ذکر است کلیه آزمون ها بر اساس کتاب استاندارد متد انجام گرفت.^{۱۷} پس از قرائت غلظت توسط دستگاه جذب اتمی، داده های به دست آمده با نرم افزار اکسل تحلیل گردید. روش های متفاوتی برای تخمین درجه غنی شدگی رسوبات توسط فلزات سنگین وجود دارد که هر کدام از محققین، یک مقیاس و طبقه بندی متفاوتی را برای تبدیل مقادیر عددی غلظت ها به یک حالت توصیفی ارائه کرده اند. یکی از راه های بیان سطح آلودگی فلزات، تعیین آن توسط فاکتور آلودگی CF است که به صورت زیر محاسبه می شود:

(۱)

غلظت زمینه فلز مورد نظر / غلظت فلز مورد نظر در رسوب = فاکتور آلودگی شاخص غنی سازی (EF) Enrichment Factor اولین بار توسط محققان استرالیایی ابداع شد و فقط بیانگر محیط دافعه می باشد اگر EF بالای ۱ باشد آن محیط تجمع عناصر را نشان می دهد و اگر زیر ۱ باشد حاکی از محیط دافعه می باشد و اگر ۱ باشد محیط کاملاً طبیعی خواهد بود. رابطه (۱) بیانگر چگونگی محاسبه شاخص غنی سازی است.^{۱۸}

$$EF = \frac{(X/Fe)s}{(X/Fe)c} \quad (2)$$

که در آن X، غلظت عنصر مورد نظر (به عنوان عناصر مرجع زیرزمینی) c و s به ترتیب نشان دهنده غلظت های مورد اشاره در رسوب و پوسته زمین است. هیچ رتبه بندی و طبقه بندی قابل قبولی برای درجه آلودگی براساس EF تا پیش از پیشنهاد ساترلندر وجود نداشت، ساترلندر در سال ۲۰۰۰ این طبقه بندی را مطابق جدول شماره ۲ پیشنهاد کرد.^{۱۸}

شاخص انباشت ژئوشیمیایی نیز برای تخمین درجه غنی شدگی رسوبات توسط فلزات سنگین استفاده می شود در این روش نسبت غلظت فلز سنگین در رسوب به غلظت زمینه فلز با استفاده از شاخص Igeo قابل محاسبه می باشد که توسط

مولر در سال ۱۹۶۹ پیشنهاد شد.

$$I_{geo} = \log_2(C_n/1.5 \cdot B_n) \quad (3)$$

که در آن I_{geo} برابر شاخص انباشت ژئوشیمیایی یا شاخص شدت آلودگی، C_n برابر غلظت فلزسنگین در رسوب، B_n برابر غلظت زمینه فلز سنگین در پوسته زمین (غلظت عنصر در شیل) و ضریب ۱/۵ به منظور کمینه کردن اثر تغییر احتمالی در غلظتهای زمینه که عموماً به تغییرات سنگ شناسی رسوبات نسبت داده می شود منظور شده است.^{۲۱}

نتایج

آلودگی فلزات سنگین نه تنها بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر می گذارند، بلکه هم چنین خطر جدی برای سلامتی انسان از طریق ورود در زنجیره غذایی محسوب می شوند. بنابراین میزان غلظت فلزات سنگین در خاک کشاورزی بسیار با اهمیت است. جدول ۱، خصوصیات آماری فلزات سنگین اندازه گیری شده را بیان می کند. نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در خاک

کشاورزی بخش مرکزی سیستان را نشان می دهد که در بین پنج فلز مورد مطالعه، بیشترین میانگین غلظت مربوط به آهن ۳۴۰/۹۶ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین میانگین غلظت مربوط به مس ۷/۲۶۶ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. به طوری که میانگین غلظت برای فلزات به ترتیب زیر است:

$$Fe > Pb > Zn > Ni > Cu$$

با مقایسه نتایج حاصل از غلظت کل فلزات سنگین با استانداردهای WHO مشاهده می شود که میانگین غلظت آهن در خاک مورد بررسی از محدوده استاندارد جهانی کمتر است. همچنین برای فلز نیکل مقدار غلظت برابر ۱۸/۵ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. که با مقایسه غلظت نیکل در استاندارد WHO این مقدار کمتر از حد جهانی است. غلظت مس و روی در خاک مورد آزمایش به ترتیب برابر با ۷/۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم و ۱۹/۸۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد که کمتر از حد استاندارد می باشد و میانگین غلظت سرب در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان ۲۹/۹۰۹ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد و در محدوده مجاز استاندارد جهانی می باشد.

جدول ۱: غلظت فلزات سنگین در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان (mg/kg)

فلز سنگین	MAX	MIN	MEAN	STD
آهن	۱۰۸۴/۲۳	۷۱/۳۳	۳۴۰/۹۶	۲۲۳/۹۴
نیکل	۲۷/۱۷۰	۵/۰۷	۱۸/۵۶	۶/۵۳
مس	۲۹/۹۱	-۰/۷۸	۷/۲۶	۸/۰۷
روی	۶۷/۸۹	۲/۶۹	۱۹/۸۰۶	۱۹/۰۱
سرب	۵۴/۱۹	۱۸/۷۵	۲۹/۹۰۹	۸/۵۰

جدول ۲: استاندارد WHO برای غلظت فلزات سنگین خاک (mg/kg)^{۲۱}

فلزات سنگین	آلودگی شدید	آلودگی کم	آلودگی متوسط
آهن	-	۲۰۰۰	۳۰۰۰
نیکل	۴۹	۲۳	۳۶
مس	-	۳۵	-
روی	۴۶۰	۱۲۰	۲۹۰
سرب	۱۳۰	۳۶	۸۳

جدول ۳: نتایج به دست آمده برای شاخص های ژئوشیمیایی مختلف در خاک کشاورزی بخش مرکزی زابل

فلزات سنگین	CF	EF	L GEO	IPOLL
آهن	۰/۰۰۷	۱	-۷/۶۹	-۷/۱۰۶
نیکل	۰/۳۷	۰/۰۱	-۲/۰۱۴	-۱/۴۲
مس	۰/۱۶	۰/۰۴	-۳/۲۱	-۲/۶۳
روی	۰/۲۸	۰/۰۲	-۲/۴۰۶	-۱/۸۲
سرب	۱/۴۹	۰/۰۰۴	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۴

در بخشی از کار، شاخص های ژئوشیمیایی مختلفی برای درجه بندی سطح آلودگی خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان محاسبه شدند که نتایج آن در جدول ۳ بیان شده است. نتایج به دست آمده از فاکتور آلودگی (CF) برای فلزات سنگین موجود در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان (جدول ۳) و مقایسه آن با جدول درجه بندی سطح آلودگی رسوبات (جدول ۴) نشان داد که فلزات سنگین آهن، نیکل، مس و روی در محدوده آلودگی کم و فلز سرب از نظر این شاخص در محدوده آلودگی متوسط قرار می گیرد.

با محاسبه شاخص EF برای فلزات سنگین در خاک محدوده مورد مطالعه (جدول ۳) و مقایسه با جدول شماره ۵ این نتیجه به دست می آید که فلزات مورد مطالعه دارای غنی شدگی در کمترین مقدار هستند که این مسئله حاکی از محیط دافعه می باشد.

مقایسه نتایج حاصل از محاسبه شاخص Igeo (جدول ۴) با جدول ۵ نشان می دهد که طبق شاخص Igeo و Ipoll خاک کشاورزی بخش مرکزی زابل از لحاظ فلزات سنگین مورد مطالعه کاملاً غیر آلوده می باشد.

جدول ۵: درجه بندی سطح آلودگی رسوبات بر مبنای شاخص EF^{۲۲}

مقدار EF	درجه غنی شدگی
EF < ۲	غنی شدگی در کمترین مقدار
EF = ۲-۵	غنی شدگی متوسط
EF = ۵-۲۰	غنی شدگی با اهمیت
EF = ۲۰-۴۰	غنی شدگی شدید
EF > ۴۰	غنی شدگی بسیار شدید

جدول ۴: درجه بندی سطح آلودگی رسوبات بر مبنای CF

میزان آلودگی	مقدار CF به دست آمده
آلودگی کم	CF < ۱
آلودگی در حد متوسط	۱ ≤ CF ≤ ۳
آلودگی در حد قابل ملاحظه	۳ ≤ CF ≤ ۶
آلودگی بالا	CF > ۶

جدول ۶: رتبه بندی درجه آلودگی و وضعیت رسوب از نظر شاخص Igeo و Ipoll^{۲۳}

وضعیت آلودگی رسوب یا ذرات معلق	درجه آلودگی	عدد به دست آمده برای Igeo
آلودگی بسیار شدید	۶	> ۵
آلودگی شدید تا بسیار شدید	۵	۴-۵
آلودگی شدید	۴	۳-۴
آلودگی متوسط تا شدید	۳	۲-۳
آلودگی متوسط	۲	۱-۲
غیر آلوده تا متوسط	۱	۰-۱
کاملاً غیر آلوده	۰	< ۰

بحث

نتایج به دست آمده در این تحقیق برای فلز آهن، با نتایج شهبازی و همکاران تطابق دارد. نتایج مطالعه آنها نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین مس، نیکل و روی در منطقه مورد مطالعه کمتر از حداکثر غلظت قابل قبول در زمین های کشاورزی برای سایر کشورها است. اما میانگین غلظت کروم در منطقه بیشتر از حداکثر غلظت قابل قبول برای کشورهای لهستان، کانادا و استرالیا بود، می توان گفت منطقه از نظر فلز کروم تا حدودی آلوده می باشد.^{۱۲} نتایج این طرح، در مقایسه با نتایج به دست آمده از مطالعه طبری و همکاران سازگار نیست. طبری و همکاران به بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین Cu، Fe، Pb در خاک تحت جنگل کاری (اقاقیا) پرداختند و نتایج حاصل از تعیین غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب (فاضلاب شهری و آب چاه) و خاک نشان داد که فاضلاب شهری و خاک آبیاری شده با آن، از نظر فلزات سنگین فوق الذکر، به طور معنی داری از سطوح بالاتری برخوردار می باشد.^{۱۶} برای فلز نیکل در منطقه مرکزی سیستان آلودگی مشاهده نشد. نتایج به دست آمده برای این فلز با نتایج Diz و بیگی هرچگانی مطابقت نمی کند.^{۱۵، ۲۰} در این تحقیق فلز سنگین سرب در محدوده استاندارد جهانی به دست آمده است و این مقدار برای محصولات کشاورزی مشکلی ایجاد نمی کند. در تحقیقات رضایی کهخا^{۱۰}، طبری^{۱۶}، Diz^{۱۵} و هرچگانی^{۲۰} مقادیر به دست آمده برای سرب با تحقیق حاضر مغایرت دارد. برای فلز روی، مقادیر به دست آمده کمتر از حد

منابع

- Kalbasi M, Racz G, Lewen-Rudgers L. Reaction products and solubility of applied zinc compounds in some Manitoba soils. *J Soil Sci* 1978;125(1): 55-9.
- MacFarlane G, Burchett M. Cellular distribution of Cu, Pb and Zn in the Grey Mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. *Aquat Bot* 2000;68(3): 45-59.
- Defew LH, Mair JM, Guzman HM. An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. *Mar Pollut Bull* 2005;50(5): 547-52.
- Wcisło E, Ioven D, Kucharski R, Szdzuj J. Human health risk assessment case study: an abandoned metal smelter site in Poland. *Chemosphere* 2002;47(5): 507-15.

مجاز است و با نتایج رضایی کهخا و شهبازی^{۱۲} مطابقت و با نتایج هرچگانی^{۲۰} و Diz^{۱۵} مغایرت دارد. به نظر می رسد مقادیر کم فلزات سنگین در خاک کشاورزی منطقه مرکزی سیستان به این علت است که آبیاری خاک این منطقه از طریق آب رودخانه هیرمند صورت می گیرد و کشاورزان از پساب فاضلاب جهت آبیاری استفاده نمی کنند. همچنین به دلیل نبود کارخانجات صنعتی (نبود منابع انسانی فلزات سنگین) در منطقه، مقادیر آهن، سرب، نیکل، روی و مس در خاک کمتر از حد استاندارد WHO است. هرچند مصرف سموم کشاورزی و کودهای شیمیایی باعث ورود و انباشت کم و تدریجی فلزات سنگین در خاک خواهد شد. بنابراین ضروری است برنامه ریزی یک سیستم پایش پیوسته انجام پذیرد، به ویژه اینکه آب رودخانه هیرمند از کشور افغانستان وارد ایران می شود که هیچگونه کنترل دقیقی بر میزان ورود آلاینده به آب در آن کشور انجام نمی پذیرد. نتایج به دست آمده برای فلزات سنگین، تنها ناشی از زمین شناسی منطقه است و در نتیجه خاک این منطقه از نظر فلزات سنگین مورد بررسی، جهت کشاورزی مناسب می باشد.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان این مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از پرسنل آزمایشگاههای دانشکده بهداشت و سرکار خانم ندا رنجبر جهت مساعدت های ایشان ابراز می نمایند.

5. Ahmad K, Mehedi Y, Haque R, Mondol P. Heavy metal concentrations in some macrobenthic fauna of the Sundarbans mangrove forest, south west coast of Bangladesh. *Environ Monit Assess* 2011;177(1-4): 505-14.
6. Altaş L. Inhibitory effect of heavy metals on methane-producing anaerobic granular sludge. *J Hazard Mater* 2009;162: 1551-6.
7. Teker M, Imamoglu M, Saltabas O. Adsorption of copper and cadmium ions by activated carbon from rice hulls. *Turk J Chem* 1999;23(2): 185-91.
8. Mohammadi M, Fotovat A, Haghniya G. Efficiency of sand - soil - organic matter filter, the removal of heavy metals copper, nickel, zinc and chromium from industrial wastewater. *J Soil Water* 2009;23: 262-51 [in Persian].
9. Ahluwalia S S, Goyal D. Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresource Technol* 2007;98(12): 2243-57.
10. Rezaei Kakhka M.R, Keykhahi M, Rezaie H, et al. Assessment of heavy metal concentrations in soil and plants irrigated with urban sewage. *Rostamineh* 2011;3(2): 19-26 [in Persian].
11. Sterckeman T, Douay F, Proix N, Fourrier H, Perdrix E. Assessment of the contamination of cultivated soils by eighteen trace elements around smelters in the North of France. *Water Air Soil Pollut* 2002;135(1-4): 173-94.
12. Kaczala F, Marques M, Hogland W. Lead and vanadium removal from a real industrial wastewater by gravitational settling/sedimentation and sorption onto *Pinus sylvestris* sawdust. *Bioresource Technol* 2009;100(1): 235-43.
13. Gerard R. The identification of point sources of heavy metal in industrially impacted water way by periphyton and surface sediment monitoring. *Water Air Soil Pollut* 1992;65: 175-90.
14. Honggang Z, Baoshan C, Rong X, Hui ZHAO. Heavy metals in water, soils and plants in riparian wetlands in the Pearl River Estuary, South China. *Procedia Environ Sci* 2010;2: 1344-54.
15. Lester J. Significance and behaviour of heavy metals in waste water treatment processes I. Sewage treatment and effluent discharge. *Sci Total Environ* 1983;30(1): 1-44.
16. Tabari M, Salehi A. Impact of Irrigation by Municipal Sewage on Accumulation of Heavy Metals in Soil. *J Environ Sci Technol* 2012;13(4): 49-59 [in Persian].
17. Mahrasbi MR, Farahmandkia Z. Heavy Metal Removal from Aqueous Solution by Adsorption on Modified Banana Shell. *J Health Environ* 2008;1: 57-66 [in Persian].
18. Eaton A, Clesceri L, Greenberg AE. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA AWWA WEF, American Public Health Association, Washington. 1995.
19. Chipasa KB. Accumulation and fate of selected heavy metals in a biological wastewater treatment system. *Waste Manage* 2003;23: 135-43.
20. Beigi Harchegani H, Banitalebi G. The Effect of Twenty-Three years of Surface Irrigation With Treated Municipality Waste Water on Soil Loadings, Transfer to wheat and Corn Grains, and Related Health Risks of Some Heavy Metals. *J Water Soil* 2013;27(3): 570-80 [In Persian].
21. MacDonald DD, Ingersoll CG, Berger T. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Arch Environ Contam Toxicol* 2000;39(1): 20-31.
22. Pekey H. Heavy metal pollution assessment in sediments of the Izmit Bay, Turkey. *Environ Monit Assess* 2006;123(1-3): 219-31.
23. Müller G. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins-Veränderungen seit 1971. *Umschau* 1979;79(24): 778-83.

Survey of Heavy Metals Concentration (Fe ,Ni ,Cu ,Zn ,Pb) in Farmland Soils of Sistan Central Part

Safoora Javan Siamardi, Mohammad Reza Rezaei Kahkha,

Atefeh Safaei Moghaddam, Roghayeh Noori*

Departement of environmental health engineering, Zabol University of Medical sciences, Zabol, Iran

E-mail: r.noori@zbmu.ac.ir

Received: 10 Jun 2014 ; Accepted: 17 Sep 2014

ABSTRACT

Background: Heavy metals pollution not only influences directly on physical and chemical properties, biological activity reduction, and mass access reduction of rich materials of soil, but also is considered as a serious harm in food safety and environment security. Therefore, protection of this resource and security of permanency is important. For this purpose, in this study concentration of heavy metals such as iron, copper, zinc, and nickel has been explored in agriculture soil of Sistan province central area.

Methods: This study was applicable-infrastructural and 160 samples of soil from agriculture lands of central of Sistan's area were collected randomly. Iron, copper, zinc, lead, and nickel have been measured using FlameAtomic Absorption Spectrometer according t standard method.

Results: Concentration average of Iron, nickel, Copper, zinc, and lead were 340.96, 18.56, 7.28, 19.806, and 29.909 mg/kg, respectively.

Conclusion: The concentration of iron, lead, nickel, zinc, and cooper in agricultural soil was less than limited levels of WHO and according to this case; there was no problem in soil health.

Keywords: Heavy Metals, Agricultureal Soil, Soil Pollution