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.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلزات آهن، نیکل، مس، روی و سرب به ترتیب برابر با ۳۴۰,۹۶، ۱۸,۵۶، ۷,۲۶، ۱۹,۸۰۶، ۲۹,۹۰۹ میلی‌گرم 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 می‌باشند.[۱] این فلزات به دلیل سمیت، پایداری و خاصیت تجمع زیستی از جمله آلودگی های جدی و خطرناک محیط زیست می‌باشند.[۲و۳] 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 می‌توانند با تجمع زیستی در زنجیره غذایی به سمیت مزمن و شدید دامن‌زنند.[۵] وجود فلزات در خاک امری طبیعی محسوب می‌شود، اما مقادیر بیشتر از حد طبیعی به دلیل جذب توسط گیاهان، ورود به زنجیره غذایی به عنوان منابع آلوده‌کننده محیط زیست محسوب می‌شوند.[۶] آلودگی خاک به فلزات سنگین معمولا 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

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

کرده‌اند و همچنین مناطق صنعتی که در آنها ترکیبات شیمیایی دفن و یا دپو شده‌اند مشاهده می‌گردد. تجمع بیش‌ازحد 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، به‌ندرت دیده می‌شود؛ ولی مسمومیت‌های شدید نیز می‌تواند از طریق بلعیدن خاک و تماس پوست با فلزات سنگین حادث شود.[۷] امروزه کاملا 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 هورمون ها 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 خاک های اراضی کشاورزی با ۸ عنصر سنگین در پیرامون دو صنعت ذوب فلزات در دوای (شمال فرانسه)، گزارش کردند که غبار اتمسفری ناشی از فعالیت دو کارخانه تولید سرب و روی منجر به آلودگی خاک های 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 گونه های گیاهی از مقدار مجاز آن کمتر و در خاک کشاورزی از حد مجاز آن بالاتر است. مقدار کادمیوم و روی، در تمام گونه های گیاهی و همچنین خاک کشاورزی، در محدوده مجاز قرار دارد و آبیاری زمین های کشاورزی با پساب فاضلاب باعث تجمع فلزات سنگین در خاک و گیاه می‌شود.[۱۰] Geraid به بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک مزارعی واقع در جنوب لهستان، که تحت تاثیر 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 Cd، Cr، 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

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

بخش های شهرستان زابل در استان سیستان و بلوچستان است که درآمد اکثریت مردم این منطقه از طریق کشاورزی تامین می‌شود.[10] منبع اصلی تأمین آب دشت سیستان، رودخانه هیرمند و در حقیقت شاهرگ حیاتی منطقه سیستان است که از کوههای هندوکش و ارتفاعات بابا یغما در چهل کیلومتری غرب کابل در افغانستان سرچشمه می‌گیرد. هدف از این مطالعه، تعیین غلظت کل فلزات سنگین (آهن، نیکل، مس، روی، سرب) در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان می‌باشد.

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 نمونه‌برداری، ۱۰۰ هکتار زمین کشاورزی به ۲۰ واحد تقسیم شدند که از هر واحد، ۸ نمونه خاک کشاورزی، از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک، برداشت شد. در مجموع، تعداد نمونه‌ها به ۱۶۰ عدد رسید. خاک‌های برداشت‌شده به داخل ظرف نمونه برداری استریل منتقل شدند. بعد از آماده شدن، نمونه‌ها را به آزمایشگاه انتقال داده و داخل پلیت‌های شیشه‌ای شسته شده توسط آب مقطر ریخته شد. سپس نمونه‌ها در درجه حرارت اتاق به طور کامل خشک و کاملا پودر شد و از الک ۰/۶۳ میکرون عبور داده شدند. جهت هضم نمونه‌ها، دو گرم خاک از هر نمونه وزن کرده، داخل بشر ریخته و ۵ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۰/۱ مولار به همه نمونه‌ها اضافه شد. نمونه‌های آماده شده را بر روی دستگاه بن ماری قرار داده و اجازه یافت به‌طور کامل خشک شوند. نمونه‌های خشک شده را با استفاده از اسید کلریدریک ۱ مولار به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس میزان غلظت فلزات سنگین آهن، نیکل، مس، روی و سرب نمونه‌های آماده شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای قرائت شد. برای ایجاد شعله در اندازه‌گیری فلزات، از مخلوط گاز استیلن-هوا استفاده شد و هر یک از نمونه‌ها توسط دستگاه ۳ بار سنجش شد و در نهایت میانگین غلظت فلزات سنگین مورد نظر ثبت گردید. لازم به ذکر است کلیه آزمون‌ها بر اساس کتاب استاندارد متد انجام گرفت.[17] پس از قرائت غلظت توسط دستگاه جذب اتمی، داده‌های به دست آمده با نرم افزار اکسل تحلیل گردید.

روش‌های متفاوتی برای تخمین درجه غنی شدگی رسوبات توسط فلزات سنگین وجود دارد که هر کدام از محققین، یک مقیاس و طبقه‌بندی متفاوتی را برای تبدیل مقادیر عددی غلظت‌ها به یک حالت توصیفی ارائه کرده اند. یکی از راههای 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 Enrichment Factor (EF) اولین بار توسط محققان استرالیایی ابداع شد و فقط بیانگر محیط دافعه می‌باشد 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 کاملا طبیعی خواهدبود. رابطه (۱) بیانگرچگونگی محاسبه شاخص غنی‌سازی است.[18]

$$EF = \frac{(X/Fe)s}{(X/Fe)c} \qquad (۲)$$

که در آن X، غلظت عنصر موردنظر (به عنوان عناصر مرجع زیرزمینی) c وs به ترتیب نشان دهنده غلظت‌های مورد اشاره در رسوب و پوسته زمین است. هیچ رتبه بندی و طبقه‌بندی قابل قبولی برای درجه آلودگی براساس EF تا پیش از پیشنهاد ساترلندر وجود نداشت، ساترلندر در سال ۲۰۰۰ این طبقه‌بندی را مطابق جدول شماره ۲ پیشنهاد کرد.[18]

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

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

مولر در سال ۱۹۶۹ پیشنهاد شد.

$$Igeo = Log2.(Cn/1.5*Bn) \quad (۳)$$

که در آن Igeo برابر شاخص انباشت ژئوشیمیایی یا شاخص شدت آلودگی، Cn برابر غلظت فلزسنگین در رسوب، Bn برابر غلظت زمینه فلز سنگین در پوسته زمین (غلظت عنصر در شیل) و ضریب ۱/۵ به منظور کمینه‌کردن اثر تغییر احتمالی در غلظتهای زمینه که عموماً به تغییرات سنگ شناسی رسوبات نسبت داده می‌شود 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 می‌شوند. بنابراین میزان غلظت فلزات سنگین در خاک کشاورزی بسیار با اهمیت است. جدول ۱، خصوصیات آماری فلزات سنگین اندازه گیری شده را بیان می‌کند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان را نشان می‌دهد که در بین پنج فلز مورد مطالعه، بیشترین میانگین غلظت مربوط به آهن ۳۴۰/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین میانگین غلظت مربوط به مس ۷/۲۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. 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 می‌شود 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 می‌باشد. 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 میلی‌گرم بر کیلوگرم و۱۹/۸۶۰میلی گرم بر کیلوگرم می باشد که کمتر از حد استاندارد می‌باشد و میانگین غلظت سرب در خاک کشاورزی بخش مرکزی سیستان ۲۹/۹۰۹میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد و در محدوده مجاز استاندارد جهانی می‌باشد.

جدول۱: 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

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

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

فلزات سنگین	CF	EF	LGEO	IPOLL
آهن	۰/۰۰۷	۱	-۷/۶۹	-۷/۱۰۶
نیکل	۰/۳۷	۰/۰۱	-۲/۰۱٤	-۱/٤۲
مس	۰/۱٦	۰/۰٤	-۳/۲۱	-۲/٦۳
روی	۰/۲۸	۰/۰۲	-۲/٤۰٦	-۱/۸۲
سرب	۱/٤۹	۰/۰۰٤	-۰/۰۰٤	-۰/۰۰٤

در بخشی از کار، شاخص‌های 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 ٤) 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 می‌گیرد.

با محاسبه شاخص EF برای فلزات سنگین درخاک محدوده مورد مطالعه (جدول ۳) و مقایسه با جدول شماره ۵ این نتیجه به‌دست‌می‌آید که فلزات مورد مطالعه دارای غنی شدگی در کمترین مقدار هستند که این مسئله حاکی از محیط دافعه می‌باشد.

مقایسه نتایج حاصل از محاسبه شاخص Igeo (جدول ٤) با جدول۵ نشان می دهد که طبق شاخص Igeo و Ipoll خاک کشاورزی بخش مرکزی زابل از لحاظ فلزات سنگین مورد مطالعه کاملاً غیرآلوده می‌باشد.

جدول٤: درجه بندی سطح آلودگی رسوبات بر مبنای **CF**

میزان آلودگی	مقدارCF به دست آمده
آلودگی کم	CF< ۱
آلودگی در حد متوسط	۱ ≤CF≤ ۳
آلودگی در حد قابل ملاحظه	۳ ≤CF≤ ٦
آلودگی بالا	CF> ٦

جدول۵: درجه بندی سطح آلودگی رسوبات بر مبنای شاخص **EF**[۲۲]

درجه غنی شدگی	مقدار EF
غنی شدگی در کمترین مقدار	EF< ۲
غنی شدگی متوسط	EF= ۲-۵
غنی شدگی با اهمیت	EF= ۵-۲۰
غنی شدگی شدید	EF= ۲۰-٤۰
غنی شدگی بسیارشدید	EF> ٤۰

جدول۶: 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	٦	>۵
آلودگی شدید تا بسیار شدید	۵	٤-۵
آلودگی شدید	٤	۳-٤
آلودگی متوسط تا شدید	۳	۲-۳
آلودگی متوسط	۲	۱-۲
غیرآلوده تا متوسط	۱	۰-۱
کاملاً غیرآلوده	۰	<۰

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

بحث

نتایج به‌دست‌آمده 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 زمین‌های کشاورزی برای سایر کشورها است. اما میانگین غلظت کروم در منطقه بیشتر از حداکثر غلظت قابل قبول برای کشورهای لهستان، کانادا و استرالیا بود، می‌توان گفت منطقه از نظر فلز کروم تا حدودی آلوده می‌باشد.[۱۲] نتایج این طرح، در مقایسه با نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه طبری و همکاران سازگار نیست. طبری و همکاران به بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین Fe، Cu و Pb در خاک تحت جنگل کاری (اقاقیا) پرداختند و نتایج حاصل از تعیین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب (فاضلاب شهری و آب چاه) و خاک نشان داد که فاضلاب شهری و خاک آبیاری شده با آن، از نظر فلزات سنگین فوق‌الذکر، به طور معنی داری از سطوح بالاتری برخوردار می‌باشد.[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 نمی‌کند.[۱۵و۲۰] در این تحقیق فلز سنگین سرب در محدوده استاندارد جهانی به‌دست آمده‌است و این مقدار برای محصولات کشاورزی مشکلی ایجاد نمی‌کند. در تحقیقات رضایی کهخا [۱۰]، طبری[۱۶]، Diz [۱۵] و هرچگانی[۲۰] مقادیر به‌دست آمده برای سرب با تحقیق حاضر مغایرت دارد. برای فلز روی، مقادیر به دست آمده کمتر از حد مجاز است و با نتایج رضایی کهخا و شهبازی [۱۲] مطابقت و با نتایج هرچگانی[۲۰] و Diz[۱۵] مغایرت دارد. به‌نظر می‌رسد 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 می‌گیرد و کشاورزان از پساب فاضلاب جهت آبیاری استفاده نمی‌کنند. 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 ورورد و انباشت کم و تدریجی فلزات سنگین در خاک خواهدشد. بنابراین ضروری است برنامه ریزی یک سیستم پایش پیوسته انجام پذیرد، به‌ویژه 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 نمی‌پذیرد. نتایج به‌دست‌آمده 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 می‌باشد.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان این مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از پرسنل آزمایشگاههای دانشکده بهداشت و سرکار خانم ندا رنجبر جهت مساعدت‌های ایشان ابراز می‌نمایند.

منابع

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

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 Kahkha M.R, Keykhaii M, Rezaie H, et al. Assessment of heavy metal concentratioins 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. Geraid R. The identification of point soures of heavy metal in industriaully impacted water way by peripnyton and surface sediment monitoring. Water Air Soil Pollut 1992;65: 175-90.

14. Honggang Z, Baoshan C, Rong X, HuiZHAO .Heavy metals in water, soils and plants in riparian wetlands in thePearl 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 Sewege on Accumulation of Heavy Metals in Soil.J Environ Sci Technol 2012;13(4): 49-59 [in Persian].

17. Mahrasbi MR, Farahmsndkia Z. Heavy Metal Removal from Aqueous Solution by Adsorption on Modified Banana Shell. J Health Environ 2008;1: 57-66 [in Persian].

18. Eatone A, Closceri L, Greenberg AE. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA AWWWA 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 Rishs 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.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]

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 seiences, 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

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.46]