علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیستم، شماره چهار، زمستان ۹۷

ارزیابی سطح آلودگی فلزات سنگین در خاک کشاورزی منطقه سر پل ذهاب کرمانشاه (مطالعه موردی:آرسنیک،سرب و کادمیوم)

نسرین چوبکار [*1]

Nchoobkar20@iauksh.ac.ir

فرید پارسا [2]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۰۲ **تاریخ پذیرش:۹۴/۱۱/۲۷**

چکیده

زمینه و هدف: خاک جزء اصلی بوم سازگان زیستی محسوب می‌شود و برای بقاء حیات در کره زمین ضروری می‌باشد اما توسط فعالیت‌های انسانی، آلوده می شود. امروزه تعیین حد و مرز در رابطه با فعالیت‌های بشر و پیامد آن ضروری گردیده است. این مطالعه در سال۱۳۹۱ با هدف ارزیابی و بررسی غلظت سه فلز آرسنیک، سرب و کادمیوم در خاک سطحی زمین‌های کشاورزی محدوده دشت ذهاب و تعیین ریسک محیط زیستی انجام گرفت.

روش بررسی: برای این منظور نقاط نمونه برداری در محیط GIS مشخص و به GPS وارد شد و نمونه‌های خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری سطح خاک برداشت گردید، سپس با انتقال نمونه‌ها به آزمایش‌گاه جهت آماده سازی اقدامات لازم انجام گرفت. غلظت کل فلزات با دستگاه جذب اتمی(مدل AA-6300 SHIMADZU) اندازه گیری شد. هم‌چنین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک شامل درصد رس، سیلت، شن، ماده آلی، آهک، گچ، درصد سنگ‌ریزه، EC و pH اندازه گیری شد.

یافته‌ها: با انجام آزمون هم‌بستگی پیرسون مشخص گردید که فلز آرسنیک با هدایت الکتریکی و مواد الی از نظر آماری ارتباط معنی دار دارند($P<0.05$). مقایسه میزان غلظت فلزات با استانداردهای جهانی نشان داد این فلزات در وضعیت مناسب قرار دارند. شاخص آلودگی نشان داد سرب نسبت به دو فلز دیگر از آلودگی بیش‌تری برخوردار می‌باشد. طبقه بندی حاصل از ریسک محیط زیستی نشان داد ۸۳/۲۲ درصد منطقه از ریسک متوسط برخوردار می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری: بالا نبودن غلظت سه فلز آرسنیک، سرب و کادمیوم در دشت ذهاب به دلیل کشاورزی سنتی و خرد مالکیت باشد چرا که به دلیل بضاعت مالی کشاورزان بیش‌تر تکیه بر کودهای حیوانی می باشد و کودهای شیمیایی کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عامل سبب شده میزان فلزات حاصل از فعالیت های کشاورزی در حال حاضر تهدیدی برای محصولات زراعی و زیسک محیط زیستی نباشد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین،آرسنیک، سرب، کادمیوم، دشت ذهاب.

۱- دانشیارگروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 20, No.4, Winter 2019

Assessing the level of heavy metals pollution in the agriculture soil of Zahab plain, Kermanshah (Case study: As, Pb and Cd)

Nasrin Choobkar [1]*

Nchoobkar20@iauksh.ac.ir

Farid Parsa [2]

Admission Date: February 16, 2016 Data Received: September 29, 2015

Abstract

Background and Objective: Soil is the main component of biological biomes and is necessary for survival on the Earth. Today, soil has been contaminated by human activities. Defining the boundaries between human activities and outcomes is essential. This study was done to evaluate the concentrations of metals such as arsenic, lead and cadmium in surface soils of agricultural land around Zahab plain and the environmental risk in 2014.

Method: The sampling points were recorded by GIS and then imported to the GPS. The soil samples were taken from depths of 0 to 30 cm soil by field assessment. The samples were then transported to the laboratory and necessary preparation actions were done. Total concentrations of As, Pb and Cd were measured by atomic absorption (SHIMADZU-AA-6300). The soil chemical and physical parameters such as clay, silt, sand, organic matter, lime, gypsum, gravel percent, EC and pH were also measured.

Findings: Pearson correlation test showed that there is a significant correlation among As, EC and organic matter ($p<0.05$). Comparison of concentrations with the international standards showed that these metals are in good condition. Pollution index showed that Pb poses more contamination than other two metals. Classification of the environmental risk showed that 83/22 % of the region falls in moderate risk.

Discussion and Conclusion: Low concentration of the metals in Zahab zone is due to traditional and small scale farming because farmers could not apply chemical fertilizers and they used mostly manure in their farms. As a result, the metals produced by agricultural activities do not pose a threat to crops and also environment.

Keywords: Heavy Metals, Arsenic, Lead, Cadmium, Zahab Plain.

1- Associate professor, Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran. * *(Corresponding Author)*

2- MSc of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

مقدمه

خاک محیط طبیعی برای رشد گیاهان است و هر نوع تغییر در کیفیت و خواص فیزیکی و شیمیایی آن بر موجودات تأثیر گذار است، از این رو بررسی و شناسایی آلاینده‌ها در خاک امری اجتناب ناپذیر است. این مواد حاصل‌خیزی خاک را تغییر داده و کارایی مطلوب خاک را کاهش می‌دهند (۱).

کاربرد فلزات سنگین در صنعت و مهم‌تر از همه نقش بسیاری از این عناصر در آلودگی محیط زیست، این عناصر را بیش‌تر مورد توجه قرار داده است (۲). در میان فلزات سنگین که اغلب در زیست کره ایجاد مشکل می‌نمایند کادمیوم، کروم، جیوه، منگنز، سرب، بیسموت، قلع، تلوریم، تنگستن و روی را می‌توان نام برد. اما عناصری که بالاترین خطر را برای محیط زیست دارند بریلیوم، کادمیوم، مس، جیوه، نیکل، سرب، سلنیم، وانادیم و روی می‌باشند (۳).

روند انباشت عناصر سنگین در خاک بسیار کند بوده و تقریباً یک فرآیند برگشت ناپذیر است که در دراز مدت موجب کاهش کیفیت خاک و در نهایت تخریب اراضی کشاورزی می‌شود (۴).

البته فلزات سنگین به طور طبیعی در مقادیر مختلف در محیط وجود دارند. مقدار آن‌ها در خاک تحت تاثیرعوامل مختلفی هم‌چون سنگ مادر، وجود منابع آلوده کننده، کاربرد کودهای آلی و شیمیایی در کشاورزی و استفاده از پساب‌های صنعتی و شهری در آبیاری متفاوت می‌باشد (۵).

در دهه‌های اخیر، میزان ورود فلزات سنگین به خاک به وسیله فعالیت‌های انسانی حتی در مقیاس منطقه‌ای افزایش یافته است (۶). تغییرات مکانی فلزات سنگین در خاک سطحی کشاورزی تحت تأثیر مواد خاک مادری و منابع انسانی می‌باشد. غلظت فلزات سنگین در خاک رابطه مستقیم با فاکتورهای خاک سازی که در طول سال‌ها باعث هوازدگی مواد مادری شده‌اند. در این میان ماده مادری، عامل اصلی تعیین کننده غلظت فلزات سنگین در خاک است (۷).

برای دست‌یابی به محیط زیست پایدار، جمع آوری و ارزیابی داده‌های زیست محیطی درباره وضعیت خاک به ویژه آلاینده های آن ضرورت دارد. نقشه‌های مشخص کننده مناطق آلوده به فلزات سنگین می‌تواند اطلاعات مهمی را در زمینه انتخاب و یافتن مناطق مناسب جهت کاربری‌های استفاده از سرزمین یا پاک سازی خاک در اختیار تصمیم گیرندگان قرار دهد (۸).

دشت ذهاب از جمله مناطق کوهستانی است که از دیر باز در دامنه‌های آن کشت و زرع صورت می‌گرفته است. ولی قرار گرفتن در ناحیه مرزی ایران و بالا بودن هزینه‌های نمونه برداری و دشواری کار در این مناطق سبب شده است که این منطقه کم‌تر مورد توجه واقع شود و ضرورت بررسی غلظت فلزات سنگین در این منطقه آشکار می‌باشد. در این مطالعه سه فلز آرسنیک، سرب و کادمیوم همراه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی می‌شود چرا که بالا بودن این سه فلز در اثر استفاده از نهاده‌های کشاورزی، بیش‌تر گزارش گردیده است.

در مجموع اهداف این مطالعه عبارتند از:

۱- تعیین توزیع مکانی فلزات آرسنیک، سرب و کادمیوم در خاک سطحی زمین‌های کشاورزی محدوده دشت ذهاب

۲- ارزیابی کیفیت زیست محیطی با استفاده از شاخص تجمع آلودگی برای سه فلز آرسنیک، سرب و کادمیوم

۳- بررسی ارتباط ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی با غلظت فلزات

روش بررسی

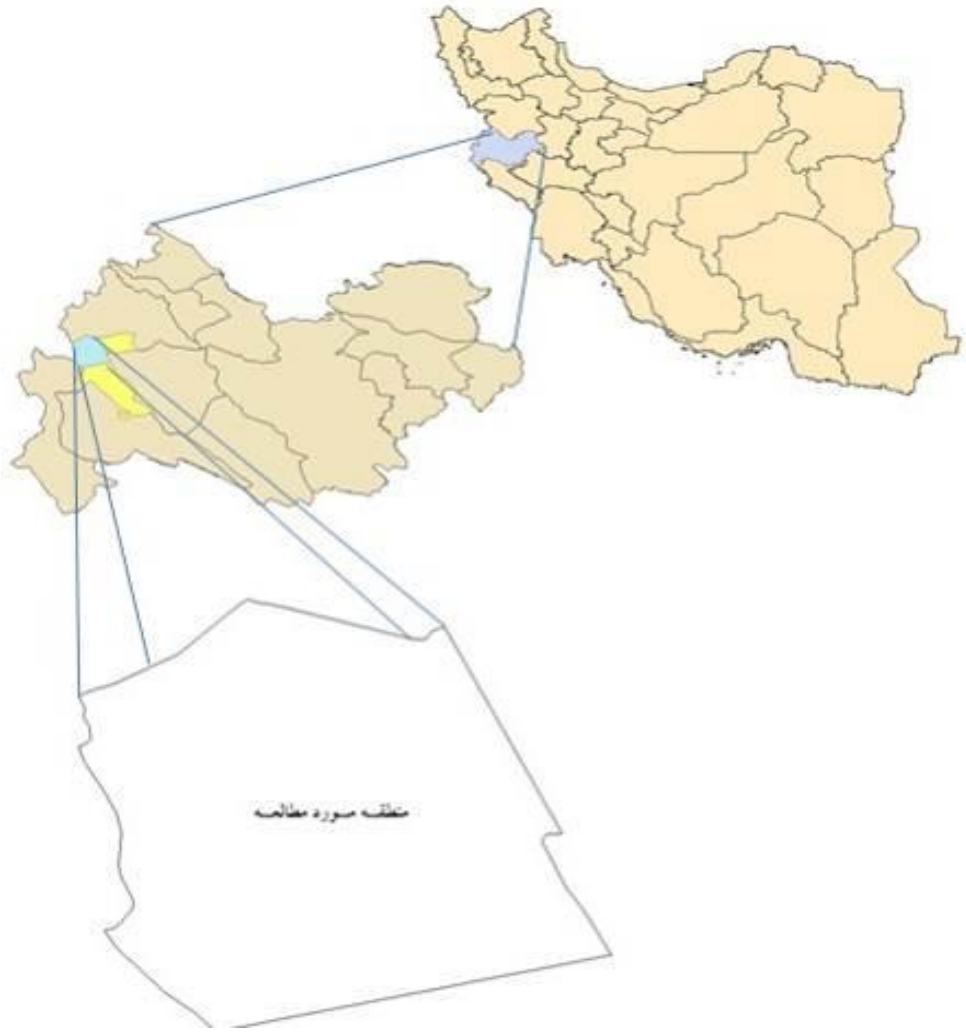
نمونه برداری

نمونه برداری صحیح یکی از مراحل اولیه و بسیار مهم در مطالعات محیط زیستی است. جهت مشخص کردن موقعیت نقاط نمونه برداری(شکل۱)، مرز منطقه وارد محیط GIS شد، نقاط مشخص گردید، سپس وارد موقعیت یاب جهانی[1] گردید. در مرحله دوم نمونه برداری از خاک صورت گرفت.

نمونه برداری خاک بر اساس پلات‌های ۲۰ در ۲۰ متر انجام شد و چهار نمونه خاک از چهار گوشه و یک نمونه خاک از مرکز از عمق ۰-۳۰ سانتی متری در اواخر خرداد ماه۹۱ برداشت گردید، بعد از مخلوط کردن نمونه‌ها ، یک نمونه همگن از نمونه‌ها به دست آمد. لازم به ذکر است از موقعیت‌هایی که فاقد

1- Global position system (GPS)

زمین کشاورزی و یا عدم دسترسی آسان بود نمونه برداری صورت نگرفت، در نهایت از ۵۶ نقطه مشخص شده ۴۶ نقطه برداشت گردید.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure1-Location of the studied area

آماده سازی نمونه‌های خاک

نمونه‌های خاک در مجاورت هوا خشک شد، بعد از کوبیدن آن‌ها با چکش چوبی از الک دو میلی متری عبور داده شدند، و سپس به آزمایش‌گاه منتقل داده شد.

تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و غلظت کل فلزات سنگین خاک

-آهک با روش تیتراسیون با سود نرمال در حضور اسید کلریدریک نرمال و معرف فنل فتالئین تعیین شد.

-pH و هدایت الکتریکی با تهیه گل اشباع و عصاره گیری انجام گرفت که pH در گل اشباع توسط دستگاه pH متر مدل متروم قرائت شده و هدایت الکتریکی توسط دستگاه جانوی با استفاده از محلولKCL نرمال تعیین گردید.

-بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری و محلول هگزامتافسفات سدیم و تعیین اجزای خاک با استفاده از مثلث بافت تعیین گردید.

-یک گرم نمونه خاک درون ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شده و سپس ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷/۵ مولار به هر نمونه

اضافه گردید. جهت اطمینان از هضم کامل خاک و استخراج کل فلزات، نمونه‌ها به مدت ۱۶ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بر روی گرم‌کن در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از سرد شدن، عصاره حاصل به کمک کاغذ صافی صاف شده و با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانیده شد (۹).

-غلظت فلزات به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی مدلAA-6300 SHIMADZU اندازه گیری شد و سپس منحنی نمونه با سه تکرار اندازه گیری و میانگین آن‌ها ثبت گردید.این سه فلز با استفاده از مد شعله اندازه گیری شد (۱۰و۱۱).

توصیف آماری داده‌ها

به منظور توصیف نتایج از نرم افزار SPSS17 استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده گردید و برای تعیین هم‌بستگی بین غلظت فلزات و رابطه آن با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از آزمون هم‌بستگی پیرسون استفاده شد.

محاسبه میزان آلودگی خاک

در کشور ما به دلیل عدم وجود استانداردی خاص برای درجه آلودگی خاک از استانداردهای موجود در دیگر کشورها و یا استانداردهای جهانی جهت تعیین میزان آلایندگی خاک به عناصر سنگین استفاده می‌شود.

تعیین شاخص آلودگی

به منظور ارزیابی محیط زیستی خاک‌های سطحی منطقه مورد مطالعه، غلظت هر یک از این فلزات نسبت به غلظت عناصر در دامنه طبیعی سنجیده شد که می‌تواند معیار مناسبی از ارزیابی میزان دخالت فعالیت‌های انسانی تلقی گردد (۱۲). در مطالعه نمونه‌های برداشت شده، از مراتع به عنوان معیار استفاده شد.

$$I_{ER} = \sum_{i=1}^{n} I_{ERi}$$

I_{ERi}= شاخص ریسک محیط زیستی عناصر مورد مطالعه

I_{ER}= شاخص ریسک زیست محیطی i امین عنصر

$$I_{ERi} = \frac{A_{Ci}}{R_{Ci}} - 1$$

A Ci= غلظت i امین عنصر در محیط

R Ci= غلظت حد مجاز i امین عنصر در محیط

ارزیابی ریسک محیط زیستی فلزات سنگین

ارزیابی ریسک محیط زیستی باید به صورت نسبت غلظت به دست آمده برای ماده مورد نظر در محیط به غلظتی که به عنوان شاخص ریسک عنوان می‌شود بیان گردد. طبقه بندی ریسک محیط زیستی در جدول (۱) ارایه شده است (۱۳).

جدول ۱- طبقه بندی ریسک محیط زیستی

Table1-Classification of environmental risk

شاخص ریسک محیط زیستی	درجه	درجه ریسک محیط زیستی
IER=0	۱	بدون ریسک
0<IER≤ 1	۲	ریسک کم
1<IER≤ 3	۳	ریسک متوسط
3<IER≤ 5	۴	ریسک بالا
IER>5	۵	ریسک بسیار بالا

منبع: (۱۳)

یافته ها

- آمار توصیفی غلظت کل فلزات سنگین و پارامترهای خاک سطحی

خلاصه‌ای از آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین و پارامترهای خاک در جدول (۲) ارایه شده است که سرب بیش‌ترین متوسط آلودگی را دارا می باشد.

جدول۲-آمار توصیفی غلظت کل فلزات و پارامترهای خاک

Table 2- Descriptive statistics of total metal concentrations and soil parameters

ویژگی	واحد	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
ارسنیک	mg/kg	۰/۱۲	۰/۰	۰/۰۴	۰/۰۴
سرب	mg/kg	۱۷	۲/۵۰	۸/۲۶	۴/۰۴
کادمیوم	mg/kg	۰/۶۰	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۱۰
شن	درصد	۳۶/۰۰	۳۹/۰۰	۲۶/۳۸	۵/۵۸
سیلت	درصد	۶۲/۹۰	۳۴/۹۰	۵۱/۰۶	۵۰/۷۰
رس	درصد	۳۲/۱۰	۱۲/۱۰	۲۲/۱۰	۵/۶۳
ماده الی	درصد	۳/۱۸	۰/۰۷	۰/۹۱	۰/۷۵
هدایت الکتریکی	ds/m1	۳/۲۹	۰/۲۸	۰/۶۷	۰/۵۵
pH	-	۷/۶۶	۶/۶۱	۷/۳۸	۰/۱۹
اهک	درصد	۵۴/۷۵	۲۳/۵۰	۳۹/۸۴	۷/۵۶

در بین پارامترها، pH خاک منطقه مورد مطالعه کم‌ترین ضریب تغییرات را داشته که بیان‌گر وضعیت نسبتاً مطلوب می‌باشد. خاک منطقه از نظر pH خنثی تا کمی قلیایی است. میانگین درصد رس، شن و سیلت در خاک به ترتیب ۲۲/۱۰، ۲۶/۳۸ و ۵۱/۰۶ درصد بوده است و بر اساس نتایج به دست آمده از آنالیز شیمیایی خاک تغییرات نمونه‌های خاک منطقه در محدوده لومی و لومی رسی قرار می‌گیرد.

-توزیع فلزات در منطقه مورد مطالعه

بر اساس بررسی ها، قسمت‌های نیمه غربی منطقه دارای غلظت بالاتر آرسنیک نسبت به سایر قسمت‌ها می‌باشد، قسمت‌های نیمه شمالی منطقه دارای غلظت بالاتری از سرب می‌باشدو قسمت شمالی منطقه غلظت بالاتری از کادمیوم دارد.

- ضریب هم‌بستگی بین فلزات سنگین و پارامترهای خاک

نتایج حاصل از آزمون پیرسون در جدول (۳) ارایه شده است. نتایج نشان داد در بین فلزات سنگین هم‌بستگی معنی داری وجود ندارد، تنها فلز ارسنیک با ماده آلی و نیز با هدایت الکتریکی معنی دار می‌باشند. در بین سایر پارامترهای خاک EC با ماده آلی و pH با ماده آلی و هدایت الکتریکی معنی دار می‌باشد.

جدول ۳- نتایج هم‌بستگی پیرسون بین فلزات سنگین و پارامترهای خاک

Table3- Results of Pearson correlation between heavy metals and soil parameters

ویژگی	ارسنیک mg/kg	سرب mg/kg	کادمیوم mg/kg	شن ٪	سیلت ٪	رس ٪	ماده الی ٪	هدایت الکتریکی ds/m^{-1}	اسیدیته	اهک ٪
ارسنیک	۱									
سرب	-۰/۰۵	۱								
کادمیوم	۰/۰۹	-۰/۱۵	۱							
شن	-۰/۰۷	۰/۰۲	-/۱۰	۱						
سیلت	۰/۱۴	-۰/۰۸	-۰/۰۹	-۰/۵۴**	۱					
رس	-۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۱۰	-۰/۴۲*	-۰/۴۳*	۱				
ماده الی	۰/۳۹*	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۱			
EC	۰/۵۰**	-۰/۰۴	-۰/۰۹	۰/۱۰	-۰/۰۸	-۰/۰۱	-۰/۷۲**	۱		
اسیدیتهpH	-۰/۲۳	۰/۱۱	-۰/۰۶	-۰/۲۱	۰/۰۰	۰/۲۵	-۰/۷۱*	-۰/۳۹**	۱	
اهک	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۱	-۰/۱۸۰	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۸	-۰/۱۲	۱

**در سطح ۱ درصد معنی دار است

*در سطح ۵ درصد معنی دار است

- شاخص آلودگی

به منظور ارزیابی کیفیت محیط زیستی از شاخص آلودگی برای هر فلز و شاخص جامع آلودگی برای سه فلز استفاده گردید. به این منظور غلظت هر یک از عناصر ارسنیک، سرب و کادمیوم نسبت به غلظت عناصر در خاک‌های دست نخورده (مراتع) سنجیده شد.

مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین شاخص آلودگی در جدول (۴) ارایه شده است. بالاترین مقدار میانگین شاخص آلودگی برای فلز سرب به دست آمد. هم‌چنین ۵۳/۱۳ درصد نمونه‌ها از آلودگی متوسط برخوردار می‌باشد. در بین فلزات، کادمیوم دارای کم‌ترین میزان نقاط آلوده می‌باشد، به طوری که ۷۸/۱۳ درصد نمونه‌ها بدون آلودگی هستند.

جدول۴- شاخص آلودگی برای هر فلز بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم

Table4-Contamination factor of the studied metals (mg/kg)

	حداقل	حداکثر	میانگین	بدون آلودگی	آلودگی متوسط
ارسنیک	۰	۲/۱۴	۰/۷۱	۶۵٪/۶۲	۳۴/۳۸
سرب	۰/۳۲	۲/۲۲	۱/۰۸	۴۶/۸۷	۵۳/۱۳
کادمیوم	۰/۲۹	۳/۵۳	۰/۸۹	۷۸/۱۳	۲۱/۸۷

برای ارزیابی بیش‌تر سطوح آلودگی، عناصر سنگین، از شاخص جامع آلودگی استفاده شد. در جدول (۵) میزان آلودگی و درصد نقاط آلوده نشان شده است. ۶۸/۷۵ درصد از نمونه‌ها آلودگی متوسط دارند.

جدول ۵- خلاصه آماره شاخص جامع آلودگی بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم

Table 5- Summary of contamination factor statistics (mg/kg)

	حداقل	حد اکثر	میانگین	آلودگی متوسط	آلودگی بالا
شاخص جامع الودگی	۴/۰۱	۴/۶۴	۲/۶۸	۶۸/۷۵	۳۱/۲۵

- ریسک محیط زیستی

برای ارزیابی ریسک محیط زیستی فلزات از متوسط غلظت در خاک و از روش فاصله وزنی معکوس برای تهیه نقشه استفاده شد. نقشه در چهار طبقه قرار گرفت که در جدول (۶) ارایه شده است. ۸۳/۲۳ درصد منطقه دارای ریسک متوسط می‌باشد.

جدول ۶-درصد درجه ریسک محیط زیستی منطقه

Table 6- Classification of environmental risk in the studied area

درجه ریسک محیط زیستی	درصد	شاخص ریسک محیط زیستی
ریسک کم	۰/۷۴	$0<IER\leq 1$
ریسک متوسط	۸۳/۲۳	$1<IER\leq 3$
ریسک بالا	۱۴/۹۸	$3<IER\leq 5$
ریسک بسیار بالا	۱/۰۶	$IER>5$

بحث و نتیجه گیری

- مقایسه غلظت فلزات با استانداردهای جهانی

با توجه به عدم وجود استانداردهای غلظت فلزات سنگین برای کشور ایران، در این مطالعه از استانداردهای جهانی برای مقایسه وضعیت منطقه مورد مطالعه استفاده شد. حداکثر غلظت کل قابل قبول فلزات مورد مطالعه در خاک برخی کشورها در جدول (۷) آمده است. بالاترین غلظت مجاز ارسنیک در خاک از ۲۰ میکرو گرم بر گرم در خاک‌های لومی تا ۱۰ میکروگرم بر گرم در خاک‌های شنی گزارش شده است (۱۴). با توجه به مقایسه حداکثر غلظت کل ارسنیک در منطقه و مقایسه آن با سایر کشورها و نیز میانگین غلظت ارسنیک در خاک که ۵ mg/kg است، مقدار ارسنیک موجود در خاک منطقه بیان‌گر وضعیت مطلوب زمین‌های کشاورزی منطقه از نظر میزان غلظت ارسنیک می‌باشد. هم‌چنین در بررسی محل نیز مشخص گردید که تنها در نیمه شمال غربی این منطقه یک کارخانه آسفالت واقع گردیده است که در اندک آلودگی ایجاد شده می تواند تاثیر گذار باشد.

همچنین با توجه به مقایسه حداکثر غلظت کل سرب در منطقه و مقایسه آن با سایر کشورها و همچنین متوسط غلظت ۱۰ mg/kg میزان سرب در خاک بیان‌گر وضعیت مطلوب این فلز در محدوده مورد مطالعه می‌باشد، با توجه به مقایسه حداکثر غلظت کل کادمیوم در منطقه و مقایسه آن با سایر کشورها و هم‌چنین متوسط غلظت در خاک که ۰/۰۶ mg/kg می‌باشد (۱۵)، میزان کادمیوم خاک بیانگر وضعیت مطلوب این فلز در محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

جدول ۷- حداکثر غلظت کل قابل قبول فلزات سنگین در خاک (mg/kg) با توجه به سمیت آن‌ها برای گیاه

Table 7- Maximum acceptable concentrations of heavy metals (mg/kg) based on their toxicity for plants

کشور	آلمان	انگلستان	استرالیا	ژاپن	لهستان	کانادا
غلظت ارسنیک	۴۰	۲۰	۵۰	۱۵	۳۰	۲۵
غلظت سرب	۵۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۱۰۰	۲۰۰
غلظت کادمیوم	۲	۱	۵	-	۳	۸

منبع:(۱)

- تجزیه و تحلیل هم‌بستگی بین فلزات و پارامترهای خاک

هم‌بستگی ارسنیک با مواد آلی به علت کمپلکس پایداری است که با سطح کانی‌ها تشکیل می‌دهند، و باعث کاهش جذب ارسنیک بر روی سایت‌های تبادلی کانی‌های خاک شده و تحرک ارسنیک را در خاک بالا می‌برد و به این ترتیب باعث انتقال این عنصر به عمق‌های بالاتر می‌شود. استفاده زیاد از کودهای فسفاته، حلالیت و تحرک ارسنیک را افزایش داده و باعث کاهش غلظت آن در سطح خاک می‌گردد. استفاده از کودهای فسفاته می‌تواند دلیل هم‌بستگی مواد آلی با ارسنیک باشد. در واقع ارسنیک جذب سطحی مواد آلی می شود (۱۶). از سوی دیگر فولویک اسید و هیومیک اسید کمپلکس های پایداری را با سطح کانی ها تشکیل داده و به طور موثری جذب ارسنیک را بر روی اکسیدهای آهن و آلومینیم، کوارتز و کائولینات محدود می‌کنند، بنابراین تحرک ارسنیک را افزایش خواهند داد (۱۷).

- تجزیه و تحلیل شاخص آلودگی

Zhao و همکاران (۱۸) از میانگین غلظت عناصر غیر آلوده برای بررسی افزایش غلظت عناصر در منطقه مورد مطالعه خود استفاده کردند. شاخص الودگی نشان داد که منطقه تنها دارای آلودگی متوسط بوده و فاقد آلودگی بالا می‌باشد. در مطالعه‌ای که از شاخص جامع آلودگی برای ارزیابی آلودگی فلزات سنگین خاک سطحی پارک‌های شهر بجینگ چین استفاده کردند، نتایج نشان داد تقریباً یک چهارم از پارک‌های مورد بررسی از مقدار آلودگی بالایی برخوردار می‌باشند(۱۹).

- تجزیه و تحلیل ارزیابی ریسک محیط زیستی

ریسک محیط زیستی نشان داد تنها ۱٪ منطقه از ریسک بالا برخوردار می‌باشد که بیان‌گر عاری بودن منطقه از آلودگی بالا می‌باشد. Wang و همکاران (۱۳) برای ارزیابی ریسک محیط زیستی فلزات مورد بررسی از حد قابل تحمل این عناصر در خاک که توسط کاباتا و پندیاس (۱۵) ارایه شده استفاده کردند. در برخی مطالعات نیز برای ارزیابی سطوح آلودگی فلزات سنگین و تعیین شاخص آلودگی از حد قابل تحمل عناصر در خاک‌ها استفاده شده است (۲۰).

بالا نبودن غلظت این سه فلز در دشت ذهاب به دلیل کشاورزی سنتی و خرد مالکیت می‌باشد چرا که به دلیل بضاعت مالی کشاورزان، بیش‌تر تکیه بر کودهای حیوانی می‌باشد وکودهای شیمیایی کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد که سبب شده میزان فلزات حاصل از فعالیت‌های کشاورزی در حال حاضر تهدیدی برای محصولات زراعی و زیسک محیط زیستی نباشد.

بررسی ارتباط بین غلظت فلزات و ساختار زمین شناسی منطقه، اندازه گیری غلظت فلزات در محصولات کشاورزی منطقه، محاسبه میزان انتقال فلزات از خاک به محصولات کشاورزی(با توجه به قدرت خود پالایی گیاهان و قدرت جذب و انباشت فلزات سنگین توسط ریشه، ساقه و دانه بررسی میزان جذب فلزات توسط گیاهان زراعی ضروری می‌باشد)، اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در نهاده‌های کشاورزی مصرفی منطقه و بررسی ارتباط آن با غلظت فلزات در خاک، با توجه به وجود فلزات سنگین در کودهای مورد استفاده در زمین‌های کشاورزی و اندازه گیری میزان فلزات در کودهای مورد مصرف می‌تواند بیان کننده منشاء فلزات در زمین‌های کشاورزی باشد.

Reference

1- Kabata, A., Pendias, H., 2001. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, London. New York. 413 Pages.

2- Sparks, Sh. 2004. Soil Chemistry with Environmental Attitudes. Oustan, Sh, (Translator). Tabriz University Press, p. 472. (In persian)

3- 3- Dabiri, M.2003. Environmental pollution (air-water-soil-sound). Etehad publication .300 pages. (In persian)

4- 4- Amini, M., Afyuni, M and Khademi. H, 2006. Modeling the mass balance of Cd and Pb in agricultural lands of Isfahan. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, No. 4 (a), pp. 77-89. (In persian)

5- Yaron, B., Calvet, R and Prost, R. 1996. Soil Pollution: Processes and Dynamics. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 312 p.

6- Shi, J., Wang, H., Xu, J., Wu, J., Liu, X., Zhu, H. and Yu, C. 2007. Spatial distribution of heavy metals in soils: a case study of Changxing, China, Environmental Geology, Vol. 52, No. 1, pp. 1-10.

7- Rodríguez Martín, J. A., Arias, M. L. and Grau Corbí, J. M. 2006. Heavy metals contents in agricultural topsoils in the Ebro basin (Spain). Application of the multivariate geoestatistical methods to study spatial variations. Environmental Pollution, Vol. 144, No. 3, pp. 1001-1012.

8- Romic, M., Hengl, T., Romic, D. and Husnjak, S. 2007.Representing soil pollution by heavy metals using continuous limitation scores. Computers & Geosciences, Vol. 33, No. 10, pp. 1316-1326.

9- Cao, H.-F., Chang, A. C. and Page, A. L. 1984. Heavy Metal Contents of Sludge-Treated Soils as Determined by Three Extraction Procedures. J Environ Quall, Vol. 13, No. 4, pp. 632-634.

10- Weaver, R. W., Angle, J. S. and Bottomley, P. S. 1994. Methods of soil analysis, microbiological and biochemical properties, part II, Soil Science of America INC, Wisconsia.

11- Klute, A. 1986. Methods of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods, Soil Science Society of America INC, Wisconsia.

12- Zio, S. D., Fontanella, L. and Ippoliti, L. 2004. Optimal spatial sampling schemes for environmental surveys. Environmental and Ecological Statistics, Vol. 11, No., pp. 397-414.

13- Wang, J., Chen, Z., Sun, X., Shi, G., Xu, S., Wang, D. and Wang, L. 2009. Quantitative spatial characteristics and environmental risk of toxic heavy metals in urban dusts of Shanghai, China. Environmental Earth Sciences, Vol. 59, No. 3, pp. 645-654.

14- Pais, I and Jones, J B . 1997, The handbook of trace elements, St lucie press, boca raton, florida, 223

15- Kabata–Pendias, A. and H. Pendias. 1979. Trace elements in the biological environment. wyd. Geol., INC, Warsaw.

16- Smith E, Naidu, R and Alston, AM. 1998. Arsenic in the soil environment: a review. Adv, Agron 64: 149-195.

17- Bauer, M and Blodan, C. 2005. Mobilization of arsenic by dissolved organic matter form iron oxides, soil

and sediment, Sci, total environ354: 179-190.

18- Zhao, Y.-F., Shi, X.-Z., Huang, B., Yu, D.-S., Wang, H.-J., Sun, W.-X., ÖBoern, I. and BlombÄCk, K. 2007. Spatial Distribution of Heavy Metals in Agricultural Soils of an Industry-Based Peri-Urban Area in Wuxi, China. Pedosphere, Vol. 17, No. 1, pp. 44-51

19- Chen, T.-B., Zheng, Y.-M., Lei, M., Huang, Z.-C., Wu, H.-T., Chen, H., Fan, K.-K., Yu, K., Wu, X. and Tian, Q.-Z., 2005, Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. Chemosphere, Vol. 60, No. 4, pp. 542-551.

20- Sridhara Chary, N., Kamala, C. T. and Samuel Suman Raj, D. 2008. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 69, No. 3, pp. 513-524.