بررسی پراکندگی میزان سرب و کادمیوم در خاک‌های منطقه برخوار (اصفهان)

امیر گندمکار *
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد
حمید رضا رحمانی
مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان
مینا هادی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۰۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۴/۳۰

چکیـــده
پژوهش حاضر با هدف بررسی وضعیت خاک‌های منطقه برخوار از نظر میـزان فلـزات سـرب و کادمیوم صورت گرفته است. برای انجام کار ابتدا با دیدن منطقه و بررسی‌هـای اولیـه اراضـی برخوار غربی واقع در شرق صنایع آلاینده پالایشگاه، پتروشیمی و نیروگاه شهید محمد منتظری تا محدوده ۲۰ کیلو متری انتخاب شد. سپس نمونه گیری از خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی و در منطقه انتخابی در ٤١ نقطه و در هر نقطه به صورت نمونـه گیـری مرکـب صورت گرفت. نمونه‌های خاک با انتقال به آزمایشگاه، در هوای اتـاق خشـک شـد و از الـک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و غلظت قابـل جـذب کـل نمونه‌ها اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که غلظت کادمیوم در خاک‌های منطقه از حد مجـاز بالاتر است. در رابطه با سرب نتایج نشان داد که مقدار سـرب نیـز در بسـیاری از خـاک‌هـای منطقه از حد مجاز بالاتر است. بررسی نقشه نشان می‌دهد که پراکندگی مکانی سرب در منطقه الگوی خاصی ندارد.

واژگان کلیدی: آلودگی خاک، فلزات سنگین، منطقه برخوار، نمونه‌گیری خاک.

مقدمه

مطالعه محققان مختلف در داخل کشور نشان می‌دهد که تشدید فعالیت‌های صنعتی در کشور از یک سو و عـدم رعایـت مسایل و استانداردهای زیست محیطی از طرف بعضی از صاحبان صنایع از سوی دیگر، موجبات آلـودگی محـیط زیسـت بعضی از مناطق کشور را فراهم ساخته است. در چند دهه گذشته با پیشرفت صنعت، مقدار عناصر سمی در خاک افـزایش داشته است. پساب‌های شهری و صنعتی، پسماندهای جامد حاصل از فعالیت‌های مختلف شـهری، صـنعتی و کشـاورزی، انواع کودها و سموم شیمیایی از منابع آلوده کننده مهم خاک با عناصر سمی هستند. منظور از آلودگی، وجود یک یا چنـد ماده یا عنصر شیمیایی معدنی یا آلی مضر با انباشتگی و تراکم خاص در یک محیط خـاکی اسـت. مقـادیر بسـیار بـالای آلودگی خاک ممکن است نتیجه حضور مقادیر زیاد آلوده کننـده‌هـایی نظیـر فلـزات سـنگین و یـا مـواد زائـد خطرنـاک

* نویسنده مسئول : ۰۹۱۳۳۲۵۴۰۹۷
Email: aagandomkar@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

باشد(جعفری، ۱۳۸۸، ۲۲۴). هرگونه تغییر در ویژگی‌های اجزاء متشکله خاک به طوری که استفاده از آن ناممکن گردد، آلودگی خاک نامیده می‌شود. اخیراً خارج کردن ضایعات از محیط زیست انسان برای ادامه تمدن به عنوان ضرورت شناخته شده است. برای به حداقل رساندن آلودگی، ضایعات باید سریعاً به چرخه طبیعی خود برگردانده شوند. خاک یک واسطه برگشت مجدد این ضایعات محسوب می‌گردد(دبیری، ۱۳۸۷، ۳۳۳).

تجمع عناصرسنگین درخاک، به ویژه درزمین های کشاورزی، امری تدریجی بوده و غلظت عناصرمی‌تواند به سطوحی برسد که امنیت غذائی بشر را تهدید نماید(عباسپور، ۱۳۸۴، ۵۴۳). فاضلاب ها و مواد زائد صنعتی که از کارخانه‌ها خارج و به نحوی وارد زمین می‌شوند، نیز در آلودگی خاک مؤثر است(کردوانی، ۱۳۷۶، ۱۸۰). ورود فلزات سنگین از طریق فعالیت انسانی باعث آلودگی بسیاری از خاک‌ها شده، به طوری که شدت آلودگی در این خاک‌ها یا بیش از حد طبیعی است و یا به زودی به آن خواهد رسید(An hfalk, 1996) .

هاتچینسون (۲۰۰۳) با بررسی پراکندگی میزان فلزات سنگین در خاک‌های یورکشایر جنوبی در انگلستان به این نتیجه رسید که میزان بالای سرب در خاک‌های منطقه حاصل از منطقه صنعتی قدیمی است که مدت‌ها در این منطقه به فعالیت مشغول بوده است.

داسیلوا و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی میزان فلزات سنگین خاک در نواحی خشک و مرطوب به این نتیجه رسیدند که میزان روی، کبالت، کادمیوم و سرب در خاک‌های با رطوبت کم که به عنوان زمین کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا حد زیادی افزایش می‌یابد و این امر می‌تواند حاصل از نوع کشاورزی این مناطق باشد.

جانسی و همکاران (۲۰۱۰) با ترسیم نقشه‌ای ژئوشیمیایی نمونه‌های خاک برداشت شده در منطقه اسکوپیه به این نتیجه رسیدند که مقدار سرب، روی، کبالت، زیرکونیم و کادمیوم در خاک‌های این منطقه از حد مجاز بالاتر است و این امر حاصل عوامل ژئوشیمیایی منتج از صنایع این منطقه بوده است.

رحمانی(۱۳۸۵) در پژوهشی با عنوان کیفیت پساب شرکت فولاد مبارکه اصفهان و اثرات آن بر اراضی تحت کشت مو به این نتیجه رسیده است که خاک‌های تحت آبیاری پساب صنعتی دارای غلظت قابل جذب عناصر سنگین فراتر از خاک شاهد بوده وغلظت کل عناصر سنگین در دامنه غلظت بحرانی این عناصر در خاک قرار دارد.

گلچین (۱۳۸۴) در پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر کارخانجات سرب و روی زنجان بر آلودگی محصولات زراعی و باغی به فلزات سنگین به این نتیجه رسیده‌اند که غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های گیاهی نزدیک کارخانه بالا و نگران کننده می‌باشد و بیشترین آلودگی سرب و کادمیوم در علوفه مشاهده شده که مورد استفاده دام قرار می‌گیرد و برای انسان نیز مضر است.

امامی و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی با عنوان بررسی غلظت کادمیوم، سرب و روی در نیمرخ یک نوع خاک لومی آهکی پس از آبشویی با محلول این عناصر به این نتیجه رسیده‌اند که غلظت کادمیوم در اعماق مختلف خاک با هم اختلاف معنی داری داشتند

امینی و همکاران (۲۰۰۵) برای تهیه نقشه آلودگی کادمیوم و سرب در خاک‌های منطقه اصفهان به مساحت ۶۸۰۰ کیلومتر از کریجینگ شاخص برای ۲۵۵ نمونه خاک سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متر) استفاده کردند. آنها غلظت‌های بدست آمده را با مقدار مرجع سوئیس مقایسه کردند، در بیش از ۸۰٪ نمونه‌ها کادمیوم بیشتر از مقدار مرجع و تنها در ۲٪ نمونه‌ها میزان سرب بیش از مقدار مرجع بود.

آتش نما و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی در زنجان با عنوان میزان تجمع برخی از فلزات سنگین در سه گیاه علوفه‌ای یونجه، فلرو اسپرس به این نتیجه رسیده اند که وجود آلودگی باعث تجمع مقادیر بیشتری از سرب و کادمیوم در

Archive of SID

www.SID.ir

بخش‌های هوایی گیاهانی شده‌اند که در این خاک‌ها رشد کرده انـد. از ایـن رو حیوانـاتی کـه از گیاهـان مـذکور تغذیـه می‌کنند فلزاتی از قبیل سرب و کادمیوم را بیش از مقادیر اندازه گیری شده در این تحقیق خواهند بلعید.

دیانی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی با عنـوان تجزیـه و تحلیـل زمـین آمـاری غلظـت سـرب،روی و کـادمیوم در خاک‌های حومه سپاهان شهر واقع در جنوب اصفهان به این نتیجه رسیده‌اند که غلظت بالای فلزات سنگین به خصـوص روی و سرب حاکی از افزایش این عناصر در اراضی اطراف سپاهان شهر است.

داده‌ها و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش ابتدا محدوده مورد بررسی در نواحی شرق صنایع پالایشگاه، نیروگاه و پتروشیمی اصفهان تـا فاصله ۲۰ کیلومتری انتخاب شد و طی یک عملیات صحرائی نمونه گیری از خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی و در منطقه انتخابی در ۴۱ نقطه صورت گرفت. برای نمونه برداری از خاک هـر نقطـه، از روش نمونـه بـرداری خطی استفاده شد که در آن سه نمونه یکسان روی خطی موازی و به مرکزیت نقطه اصلی و به فاصه ۲۵ سـانتی متـر از یکدیگر برداشت و مخلوط شدند. نمونه‌های خاک با انتقال به آزمایشگاه کیفیت خـاک سـازمان جهـاد کشـاورزی اسـتان اصفهان، ابتدا توسط هوا خشک شده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. سپس به ۲ گرم نمونه خـاک، ۱۲/۵ میلـی‌لیتـر اسید نیتریک ۴ مولار اضافه شد. نمونه‌ها یک شب در داخل حمام ماری در حرارت ۸۰ درجه سلسیوس نگهداری شـدند و سپس محلول حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد. غلظت عناصر سرب و کادمیوم محلول به وسیله دستگاه جذب اتمی و Induced Coupled Plasma تعیین شد. (دیانی و همکاران، ۱۳۸۹، ۲۸۹) لازم به ذکر است که آنالیزهای شـیمیایی بـا دو تکرار صورت گرفت.

پس از انجام عملیات صحرائی و آزمایش‌های خاک و تعیین غلظت هر کدام از عناصر، با استفاده از روش کریگینـگ داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌ای تبدیل شد و نقشه پراکنش هر کدام از عناصر سرب و کادمیوم ترسیم شد.

همچنین از ۴۱ نمونه خاک میزان سرب قابل جذب، سرب کل، کادمیوم قابل جذب و کادمیوم کـل تمـام نمونـه هـا تعیین گردید و با استفاده از آزمون مقایسه میانگین‌ها و بر اساس استانداردهای بین‌المللی حد مجاز عناصر سنگین خـاک، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها و نتایج

دشت برخوار بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ۵۲ درجه و ۴ دقیقه شـرقی و عـرض‌هـای جغرافیـایی ۳۲ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۳ درجه شمالی واقع شده است.

حداکثر ارتفاع دشت از سطح دریا ۲۰۰۰ متر و حداقل آن ۱۵۳۰ متر و متوسط ارتفـاع دشـت ۱۵۵۰ و حـداکثر ارتفـاع محدود مطالعاتی ۲۶۷۱ متر از سطح دریا می‌باشد.

عمده صنایع آلاینده خاک در منطقه برخوار عبارتند از پالایشگاه اصفهان، نیروگـاه بـرق شـهید منتظـری، پتروشـیمی اصفهان و شهرک‌های صنعتی کوچک و بزرگ که بیشتر آن‌ها در محدوده غرب منطقه برخوار و در دامنه شیبدار کوه‌های محمودآباد قرار گرفته‌اند.

به منظور بررسی میزان کادمیوم و سرب نمونه‌های برداشت شده با استانداردهای حد مجـاز ایـن عناصـر در خـاک از آزمون مقایسه میانگین‌ها (آزمون T یک طرفه) استفاده شد. بر اساس استانداردهای بین‌اللی حد مجـاز عناصـر سـنگین خاک، مقدار مجاز برای کادمیوم ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک است و بیش از این حد، نشان‌دهنده آلودگی خاک است. حد مجاز برای سرب ۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم است.

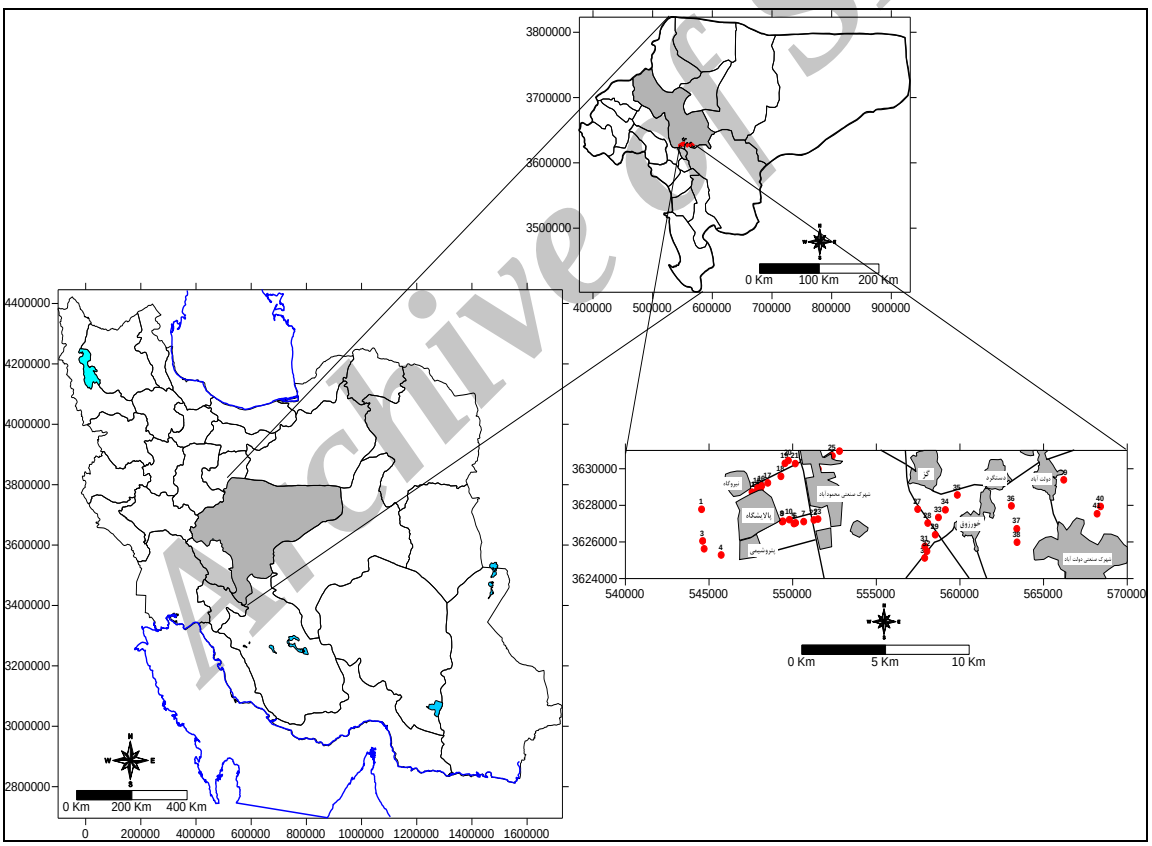
Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس نتایج آزمون در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت که مقدار کادمیوم در خاک‌های منطقه از حد استاندارد بالاتر است.

بر اساس شکل ۳ میزان کادمیوم خاک از حدود ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در غرب نیروگاه اصفهان تا حدود ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در حاشیه جاده اصفهان – تهران و شهرک صنعتی محمود آباد متغیر است. این امر نشان می‌دهد که اثر کارخانه‌های صنعتی کوچک و فراوان بیشتر از صنایع مادر است. البته میانگین میزان کادمیوم در کل خاک‌های منطقه هم حدود ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که از میزان حد مجاز آن (۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، بالاتر است.

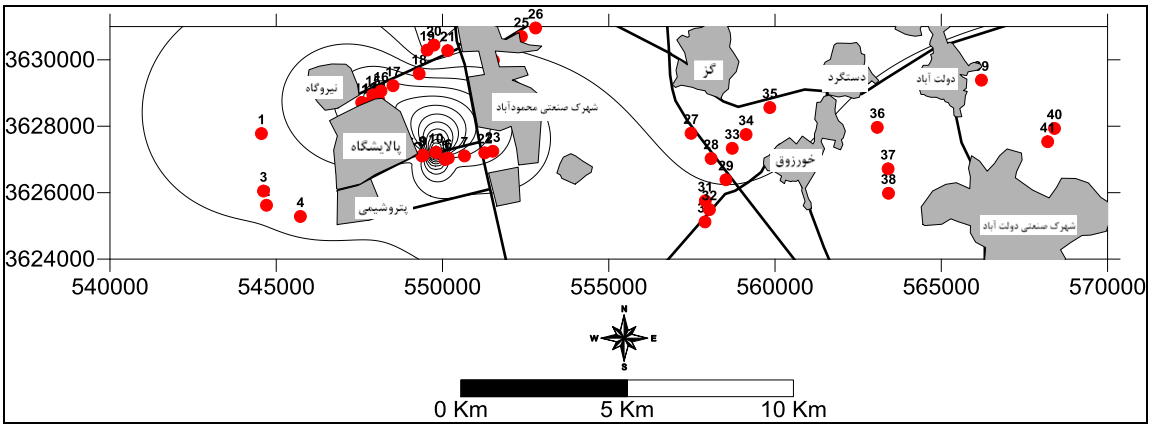
در خصوص سرب هم، با توجه به نتایج آزمون می‌توان گفت که مقدار سرب در خاک‌های منطقه از حد استاندارد بالاتر است. بررسی شکل ۴ نشان می‌دهد که میزان سرب موجود در خاک‌های منطقه از حدود ۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در زمین‌های کشاورزی مرکز منطقه تا حدود ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در حاشیه شهرک صنعتی محمود آباد متغیر است و متوسط آن در کل منطقه حدود ۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که از حد مجاز آن (۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) خیلی بالاتر است. در مجموع میزان سرب در کل خاک‌های منطقه از حد مجاز بالاتر است و باز هم شهرک صنعتی محمود آباد با تعداد زیاد صنایع کوچک، بیشترین اثر را بر این امر داشته است.



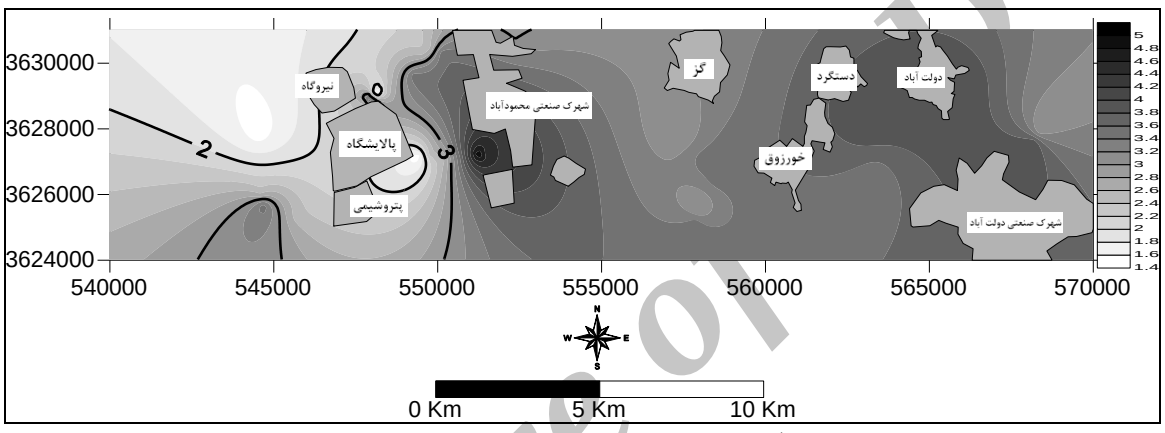
شکل ۱: موقعیت محدوده مطالعاتی (UTM)

Archive of SID

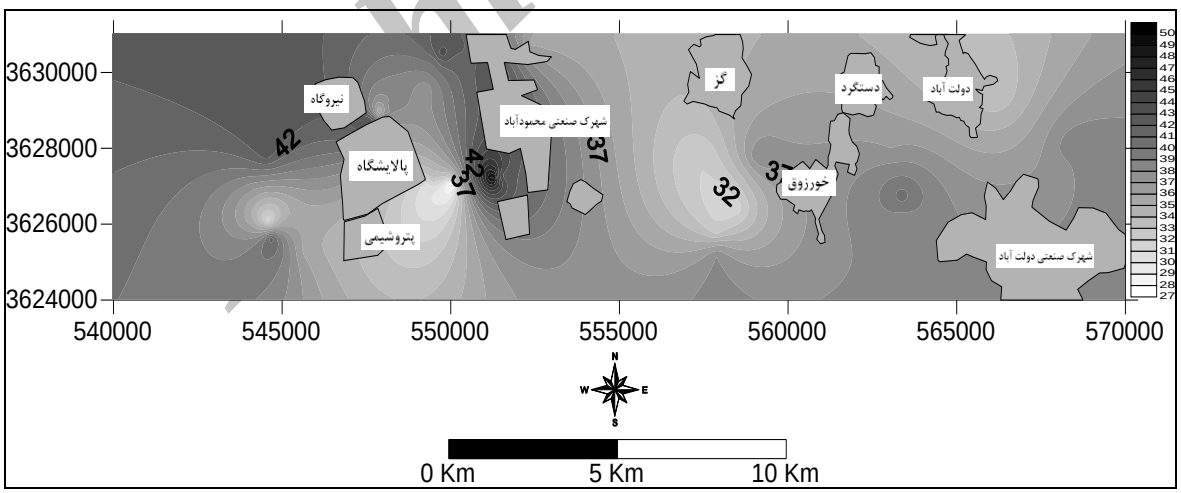
www.SID.ir



شکل ۲: نقشه پراکندگی نقاط نمونه برداری (UTM)



شکل ۳: میزان پراکندگی کادمیوم در منطقه برخوار



شکل ٤: میزان پراکندگی سرب در منطقه برخوار

نتیجه‌گیری

در پدیده‌های آلودگی از نوع نقطه‌ای انتظار می رود با افزایش فاصله از منبع آلودگی آلاینده‌های نقطه‌ای، غلظت آلاینده کاهش یابد. مشاهده چنین رفتاری در مورد سرب و کادمیوم کل در منطقه برخوار خلاف مطلب فوق را تأیید می‌کند.

www.SID.ir

همان‌طور که شکل ۳ نشان می‌دهد غلظت کادمیوم در قسمت شرق صنایع پتروشیمی، نیروگاه و پالایشگاه بسیار کم و هر چه از صنایع دور می‌شویم به میزان کادمیوم کل افزوده می‌شود. بیشترین میزان کادمیوم در اطراف شهرک صنعتی محمود آباد و آخرین نقطه نمونه برداری در اطراف دولت آباد دیده می‌شود.

با توجه به استاندارد حد مجاز سرب، در تمام منطقه، میزان سرب موجود در خاک از حد مجاز بالاتر است ولی پراکندگی مکانی سرب الگوی خاصی ندارد و بیشترین میزان سرب در کنار جاده اصفهان – تهران و در حاشیه شهرک صنعتی محمودآباد مشاهده می‌شود.

با توجه به نتایج آزمون می‌توان گفت که مقدار کادمیوم هم در خاک‌های منطقه‌ای از حد استاندارد بالاتر است. البته از نظر پراکندگی مکانی، میزان کامیوم در برخی مناطق در حد مجاز قرار دارد ولی در اطراف شهرک صنعتی محمود آباد و همچنین شهرک صنعتی دولت‌آباد، میزان کادمیوم خاک از حد مجاز بالاتر است.

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در این پژوهش نمی‌توان به طور یقین گفت که وجود صنایع بزرگ پالایشگاه، نیروگاه برق و پتروشیمی، موجب بالارفتن میزان فلزات سنگین به ویژه سرب و کادمیوم در خاک‌های منطقه برخوار شده‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که دو شهرک صنعتی محمودآباد و دولت‌آباد نقش بیشتری در افزایش غلظت فلزات سنگین به ویژه سرب و کادمیوم در خاک‌های منطقه دارند.

منابع

۱- آتش نما، کریم، گلچین، احمد، اسماعیلی، محمد (۱۳۸۵): میزان تجمع برخی از فلزات سنگین در سه گیاه علوفه‌ای یونجه، خلرواسپرس، مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار.

۲- امامی، حجت، شرفا، مهدی، ثواقبی فیروزآبادی، غلامرضا(۱۳۸۵): بررسی غلظت کادمیوم، سرب و روی درنیمرخ یک خاک لومی آهکی پس از آبشویی با محلول این عناصر، مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، صص ۲۸۸-۲۸۷.

۳- برد، کالین. (۱۳۸۶): شیمی محیط زیست، ترجمه منصور عابدینی، چاپ دوم، مرکز نشر دانشگاهی.

۴- ثواقبی، غلامرضا. (۱۳۷۱): خاک و آلودگی با فلزات سنگین، رشد آموزش کشاورزی، ص ۱۲.

۵- جعفری، محمد، طهمورث، محمد، ملکیان، آرش.(۱۳۸۸): مدیریت خاک، انتشارات دانشگاه تهران.

۶- دبیری، مینو.(۱۳۸۷): آلودگی محیط زیست(هوا، آب، خاک، صوت)، چاپ ششم، انتشارات اتحاد.

۷- دیانی، محمود، محمدی، جهانگرد، نادری، مهدی. (۱۳۸۸): تجزیه و تحلیل زمین آماری غلظت سرب،روی و کادمیوم در خاک‌های حومه سپاهان شهر واقع در جنوب اصفهان، نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد۲۳، شماره ۴، صص۷۶-۶۷.

۸- دیانی، محمود، نادری، مهدی و محمد جهانگرد. (۱۳۸۹): پهنه‌بندی، غلظت سرب، روی و کادمیوم در خاک با استفاده از داده‌های ماهواره Landsat ETM در جنوب شهرستان اصفهان، نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۲، ص ۲۹۶-۲۸۶.

۹- رحمانی، حمید رضا. (۱۳۸۵): کیفیت پساب شرکت فولاد مبارکه اصفهان و اثرات آن بر اراضی تحت کشت مو، مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، کرج. صص۹۰-۸۹.

۱۰- سبزقبایی، نعمت ا....(۱۳۷۵): آلودگی رسوبات زاینده رود توسط فلزات سنگین و شناسایی منابع معین آلاینده، رساله کارشناسی ارشد رشته خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- طغیانی، مجتبی. (۱۳۷۹): جغرافیای شهرستان برخوار و میمه، جلد اول، انتشارات دانش.
۱۲- عباسپور، علی، کلباسی، محمود، حاج رسولیها، شاپور، گلچین، احمد. (۱۳۸۴): بررسی شدت آلودگی تعدادی از خاک‌های ایران به عناصر سنگین کادمیوم و سرب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، انتشارات نشر آبخیز، جلد اول، صص۵۴۴-۵۴۳.
۱۳- فخارمنش، جعفر.(۱۳۸۶): ارزیابی عوامل مؤثر بر بالا بردن کارائی گیاه پالایی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین. رساله کارشناسی ارشد عمران. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۴- کردوانی، پرویز. (۱۳۷۶): حفاظت خاک، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران
۱۵- گلچین، احمد. (۱۳۸۴): منابع آلاینده خاک‌ها و محصولات زراعی وباغی استان زنجان به فلزات سنگین، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان، ایران.
۱۶- موسوی، الهه. (۱۳۸۸): پهنه بندی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین در منطقه همدان، رساله کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۷- هودجی، مهران، جلالیان، احمد. (۱۳۸۳): پراکنش نیکل، منگنز و کادمیوم در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه استقرار مجتمع فولاد مبارکه، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره سوم، صص۶۵-۵۵.

18- Amini, M. Afyuni, M. Khademi, H. Abbaspour, K. C. Sheath in Soils of Central IRAN, Science of The Total Environment, Vo.347:64-77.
19- Da Silva, S. Siqueira, J.O. Soares, C.R.F.S., (2006): Mycorrhizal Fungi Influence on Brachiariagrass Growth and Heavy Metal Extraction in a Contaminated Soil, Pesquisa Agropecuaria Brasileira Volume 41, Issue 12, Pages 1749-1757.
20- Hutchinson, S.M., (2003): Environmental Archives of Heavy Metal Pollution or Contaminated, Land? A Case Study of Former Water Powered Industrial Sites in South Yorkshire, UK, Journal De Physique. IV: JP Volume 107, Issue I, Pages 645-648.
21- Jancev, S. Bogoevski, S. Bliznakovska, B. (2010): Results of The Preliminary Regional Eco-Geochemical Mapping of The Agricultural Soil Samples From The Skopje City Area, Journal of Environmental Protection and Ecology, Volume 11, Issue 3, Pages 854-865.

Archive of SID

www.SID.ir