

بررسی میزان آلودگی سرب و روی در خاک های سطحی اطراف شهرک صنعتی شکوهیه قم

سعید ملک محمدی^۱

آزینا بهبهانی نیا،^{۲*}

behbahani@riau.ac.ir

مریم فراهانی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۳۰

چکیده

در این تحقیق میزان آلودگی خاک های اطراف شهرک صنعتی شکوهیه استان قم به فلزات سرب و روی تعیین شد. از روش نمونه برداری تصادفی نمونه هایی از ۱۰ ایستگاه در شعاع ۵ کیلومتری شهرک صنعتی شکوهیه قم تهیه و غلظت سرب و روی در نمونه ها بوسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. با استفاده از نرم افزار ArcGIS پهنه بندی سرب و روی در منطقه مورد مطالعه تعیین شد. میانگین غلظت سرب و روی در خاک بین ایستگاههای مختلف نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه به ترتیب، ۱۳/۰۳ و ۸۱۱/۰ میلیگرم بر کیلوگرم می باشد. نتایج نشان داد، در ایستگاه شماره ۱ میانگین غلظت روی ۱/۶۰ و سرب ۹۸ میلیگرم بر کیلوگرم و بیش از استاندارد می باشد ولی در سایر ایستگاهها کمتر از حد استاندارد بدست آمد. علت این پدیده می تواند نزدیکی این منطقه به جاده اصلی (توبان قم- تهران) می باشد. بر اساس نقشه پراکنش غلظت سرب در خاک سطحی نیز بالاترین غلظت سرب در خاک منطقه مورد مطالعه در دامنه ۵۰/۱ - ۱۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم در جنوب غربی شهرک صنعتی می باشد و با دور شدن از این بخش آلودگی خاک سطحی نسبت به سرب کاهش می یابد. بالاترین غلظت روی در خاک منطقه مورد مطالعه در دامنه ۷/۰۰ - ۹ میلیگرم بر کیلوگرم در جنوب غربی شهرک صنعتی شکوهیه قم قرار داشته و با دور شدن از این بخش آلودگی خاک سطحی نسبت به روی کاهش می یابد

کلمات کلیدی: آلودگی، خاک، سرب، شهرک صنعتی، قم

۱ - دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، ایران
۲ - استادیار گروه محیط زیست واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران (نویسنده مسئول مکاتبات)
۳ - استادیار گروه محیط زیست واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

Survey of Lead and Zink Pollution in Surface Soils around the Shokouhieh Industrial Estate

Saeed Malekmohammadi¹

Azita Behbahaninia^{2*}

behbahani@riau.ac.ir

Maryam Farahani³

Abstract

In this research, the amount of soil contamination in Shokhoyeh industrial city of Qom province was determined to lead and zinc metals. Using random sampling method, samples of 10 stations in 5 km distance of Shomkhoyeyeh industrial city of Qom were prepared and lead and zinc concentrations were determined by atomic absorption spectroscopy. Using ArcGIS, the lead-zinc zoning was determined. The mean concentration of lead and zinc in the soil between the stations that were sampled in the study area was 13.03 and 811.0 mg/kg, respectively. The results showed that, at station 1, the mean concentration of zinc is 60.1 and lead is 98 mg / kg and more than standard, except for station 1, lead and zinc levels at other stations were lower than the standard. The reason for this phenomenon can be near the main road (Qom-Tehran). According to the distribution map of lead concentration in surface soil, the highest concentration of lead in the study area is in the range of 1.50 to 100 mg / kg. In the southwest industrial town and bypassing this section, surface contamination decreases with lead. The highest zinc concentration in the studied area was in the range of 7.00 - 9 mg/kg. In the southwest of Shokoieh industrial city of Qom and Bypassing this section, soil contamination decreases with zinc.

Keywords: Pollution, Soil, Lead, Shokouhieh Industrial Estate, Qom

1- M.Sc. Environment and Energy Islamic Azad university Hamadan branch

2- Assistant professor, Department of Environment, Roudehen branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran
*(Corresponding Author)

3- Assistant professor, Department of Environment, Roudehen branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran

مقدمه

ها، کمبود رشد، اعمال بینایی، تاخیر در بهبود زخم های بدنی، هضم غذا، تولید مس، تنفس، اعمال کلیه و تنظیم قندخون می گردد (۶) ولی در صورتی که غلظت روی در انسان از حد معمول آن (۲ میلی گرم در روز) بالاتر رود ایجاد مسمومیت می کند. تحت چنین شرایطی دستگاه ایمنی بدن خوب کار نمی کند و احتمال ابتلا به آسم بسیار زیاد می باشد تهوع، استفراغ و سرطان پوست از دیگر علائم مسمومیت روی است (۲).

یکی از منابع اصلی تولید فلزات سنگین در شهرها صنایع کوچک و بزرگ و نیز وسایل حمل و نقل می باشند که با تولید آلاینده ها و وارد کردن آنها به هوا اولین حلقه آلودگی ایجاد می نمایند. سپس این مواد از طریق فرو نشست جوی وارد خاکها شده و در آنها تجمع می یابند (۷). خاک محیطی طبیعی برای رشد گیاهان است و از آنجا که گیاهان منبع مهم تغذیه برای موجودات به طور مستقیم و غیرمستقیم هستند هر نوع تغییری در کیفیت و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک بر کلیه موجودات زنده تاثیر گذار است. از این رو بررسی و شناسایی عوامل آلاینده در خاک امری ضروری است مطالعات متعددی در کشورهای مختلف برای تعیین توزیع مکانی غلظت فلزات سنگین در خاک انجام گرفته است. در دهه های اخیر، یکی از روش های مورد استفاده جهت بررسی پراکنش آلودگی خاک، استفاده از علم زمین آمار است (۸). در این زمینه موحدی راد (۲۰۰۸) با بررسی تغییرات مکانی عناصر روی، سرب، کادمیم و نیکل در بخشی از استان قم اعلام کرد؛ نوع کاربری مهمترین عامل بر روند افزایشی عناصر سرب و روی بوده در حالیکه منشا طبیعی و توپوگرافی مؤثرترین عوامل در افزایش غلظت نیکل در منطقه می باشند (۹). جیاکن و همکاران (۲۰۰۷) از روش های زمین آمار و GIS برای بررسی آلودگی خاک نسبت به چند عنصر سنگین در خاک های چانگزینگ استان ژیجیانگ در چین استفاده کرده اند (۱۰). همچنین خداکرمی و همکاران (۲۰۱۲) به هدف مطالعه، تعیین توزیع مکانی فلزات سنگین کروم، کبالت و نیکل در خاک سه حوزه آبخیز در استان همدان از روش های زمین آمار و GIS برای بررسی تأثیرات ساختار های زمین شناسی و کاربری

خاک یکی از منابع ارزشمند و مهم طبیعت می باشد. بدون داشتن خاک سالم زندگی و ادامه حیات بر روی زمین امکان پذیر نخواهد بود (۱). آلاینده ها از جمله عوامل مختل کننده محیط زیست به شمار رفته و از میان آنها فلزات سنگین به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی بر موجودات زنده در غلظت کم حائز اهمیت شناخته شده اند، از جمله این عناصر می توان به سرب و روی اشاره کرد که به خاطر توانایی بالقوه در آسیب رسانی به سلامت انسان ها و حیوانات در چند دهه اخیر از نظر مسائل زیست محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته اند (۲). برخی ارگانسیم های زنده به مقادیر بسیار کمی از فلزات سنگین برای ادامه رشد و بقا نیاز دارند که به اصطلاح به آنها عناصر کمیاب می گویند مثل آهن، کبالت، مس، منیزیم، مولیبدن، وانادیم، استرنسیم و روی و اگر از آن حداقل مورد نیاز و ضروری افزایش یابند باعث اختلال در رشد می گردند (۳). سایر فلزات سنگین مانند جیوه، سرب و کادمیم عناصر حیاتی نبوده و اثرات سود مندی بر حیات ارگانسیم های زنده ندارند به طوریکه تجمع آنها در بدن موجودات زنده به خصوص پستانداران باعث بیماری های خطرناکی می گردد (۴). غلظت سرب در خاکها بین ۱ تا ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و به طور متوسط ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم و حد بحرانی آن ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. غلظت روی در خاک بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و مقدار متوسط آن ۵۰ و حد بحرانی آن ۱۲۵ تا ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد (۵). هر کدام از این عناصر اگر بیش از معمول وارد چرخه غذایی انسان شوند از لحاظ سلامتی بسیار خطرناک خواهند بود. سرب بعد از انتقال در خون به نقاط مختلف بدن منتقل شده و در اندام هایی مانند کلیه، کبد، طحال، سیستم های عصبی، مغز استخوان و غدد فوق کلیوی جمع می شوند و با بالا رفتن غلظت آن ایجاد سمیت شدیدی می کند که در اثر عدم درمان و جلوگیری از آلودگی بیشتر به مرگ منتهی می شود. روی عنصری ضروری برای بدن تمامی موجودات زنده است، بطوریکه در درک مزه و طعم عنصر ضروری به شمار می رود و کمبود آن سبب بی اشتها، اختلال در فعالیت متالوآنزیم

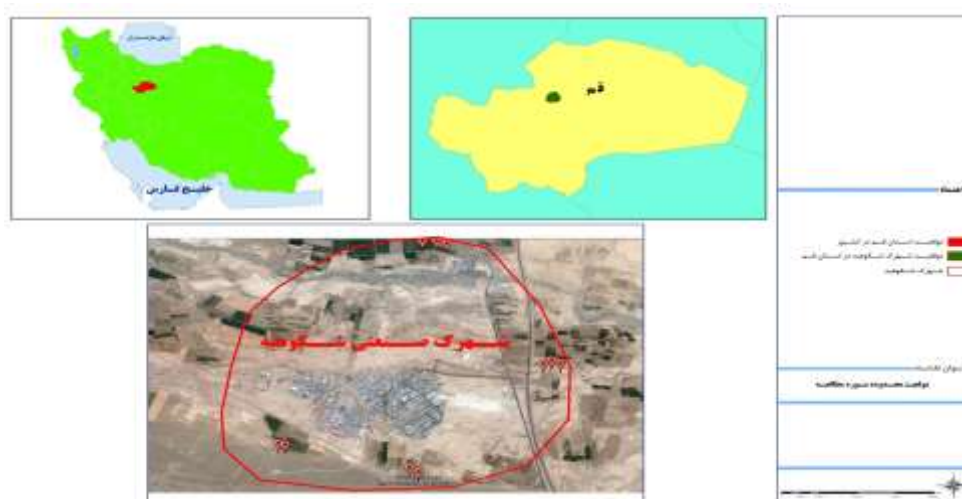
می‌باشد. فاز سوم به وسعت ۷۴ هکتار جهت فعالیت های غذایی، دارویی و بهداشتی در حال آماده‌سازی می باشد (شکل ۱). در تحقیق حاضر ابتدا ۱۰ ایستگاه در شعاع ۵ کیلومتری شهرک صنعتی شکوهیه قم انتخاب شد (شکل ۲)، نمونه‌ها از خاک سطحی تهیه گردید، نمونه برداری خاک با توجه به مساحت منطقه، به صورت تصادفی از خاک‌های اطراف شهرک صنعتی شکوهیه قم انتخاب شدند. همچنین مختصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری توسط دستگاه GPS^۱ بر اساس سیستم UTM ثبت شد (جدول ۱). نمونه های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند (۱۲). در این تحقیق به منظور اطمینان از نرمال بودن داده ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده و داده های پرت نیز با استفاده از نمودار جعبه ای بررسی شدند. جهت مقایسه میانگین غلظت عناصر در نمونه ها با استانداردهای جهانی موجود، از آزمون آماری t تک گروهی (One-Sample T Test) استفاده شد. همچنین برای مقایسه غلظت عناصر مورد بررسی بین ایستگاههای مختلف از آزمون های آمار توصیفی و روش های t دو گروه مستقل با تاکید بر گزینه واریانس های مجزا استفاده شد.

اراضی بر روی غلظت این فلزات در خاک استفاده کرده اند (۱۱). تقی پور و همکاران (۲۰۱۲) ضمن مطالعه تغییرات مکانی غلظت نیکل و مس در خاک های سطحی اطراف همدان با بکارگیری روش زمین آمار و براساس نقشه های پراکنش مس و نیکل، اظهار نموده اند؛ نوع مواد مادری عامل مؤثر بر روند افزایشی این عناصر می باشد (۷). در این تحقیق به بررسی وضعیت آلودگی سرب و روی در خاک اطراف شهرک صنعتی شکوهیه استان قم پرداخته شده و ایستگاه های نمونه برداری در شعاع ۵ کیلومتری شهرک در نظر گرفته شد. و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها و غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ها تعیین شد. جهت تهیه نقشه آلودگی خاک به این عناصر از نرم افزار GIS استفاده شده است.

مواد و روش بررسی

نمونه برداری و موقعیت محل نمونه برداری

شهرک شکوهیه با وسعت ۹۵۵ هکتار در کیلومتر ۱۲ جاده قدیم قم - تهران قرار دارد. فاز یک شهرک صنعتی شکوهیه با مساحت ۴۱۰ هکتار دارای ۲۳۵ هکتار زمین صنعتی می‌باشد که با توجه به واگذاری بیش از ۹۵٪ اراضی آن، فاز توسعه شهرک صنعتی شکوهیه با مساحت ۳۲۵ هکتار در حال واگذاری به متقاضیان



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و الگوی نمونه برداری



شکل ۲- موقعیت مناطق نمونه برداری

استخراج فلزات سنگین در نمونه‌ها

ابتدا pH و هدایت الکتریکی (EC) نمونه‌ها در عصاره ۱: ۵ خاک به آب به ترتیب توسط دستگاه pH متر Horiba F-11 و هدایت سنج Genway-520 اندازه‌گیری شد. تعیین بافت خاک نیز بر پایه قانون استوکس و به روش هیدرومتر صورت گرفت (۱۱). برای تعیین غلظت کل عناصر سنگین از روش هضم اسیدی استفاده شد. مقدار ۱ گرم از نمونه خاک خشک شده را وزن کرده و در ظرف ریخته ۶ سی‌سی اسید نیتریک اضافه کرده و در ظرف را بسته و یک شب نگهداری شد. سپس آن را به مدت ۱ الی ۱/۵ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد درون حمام آبی قرار داده و بعد نمونه‌ها را بیرون آورده و ۳ سی‌سی اسید پرکلریک به آن‌ها اضافه کرده و مجدد به مدت ۱/۵ ساعت درون حمام آب قرار داده شد. در مرحله آخر که نمونه‌ها کاملاً شفاف شدند ۱ سی‌سی آب اکسیژنه اضافه کرده و بعد از کامل شدن پروسه و خنک شدن آن‌ها، نمونه‌ها را از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد (۱۳، ۱۴). غلظت عناصر سنگین موجود در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Perkin elmer 200 قرائت گردید.

یافته‌ها

مختصات جغرافیایی مناطق نمونه برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نمونه‌های مطالعاتی در جدول ۱ نشان داده شده است. بافت خاک در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری با کمی تفاوت از شنی در ایستگاه‌های ۷ و ۸ تا لومی شنی در سایر ایستگاه‌ها متغیر می‌باشد. pH از ۸/۱ در ایستگاه ۳ تا ۷/۷ در ایستگاه ۹ متغیر بوده که این تفاوت از نظر آماری معنی دار نمی‌باشد. همچنین توصیف آماری غلظت فلزات سنگین سرب و روی در جدول (۲) مشخص شده است. با توجه به بررسی آمار توصیفی مربوط به غلظت عناصر سرب و روی در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری (جدول ۲) مشخص می‌شود:

- میانگین غلظت سرب در خاک بین ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه ۱۳/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.
- حداکثر و حداقل غلظت سرب مشاهده شده در خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۹۸/۰۰ و ۱/۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های شماره ۱ و ۶ می‌باشند.

- میانگین غلظت روی در خاک بین ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه ۰/۸۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری خاک ۱/۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.
- حداکثر و حداقل غلظت روی مشاهده شده در خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱/۶۰ و ۰/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که حداکثر غلظت روی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های سطحی مربوط به ایستگاه شماره ۱ و میزان حداقل آن مربوط به ایستگاه‌های شماره ۲ و ۱۰ می‌باشد.
- از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. لذا با توجه به اینکه مقدار p-value مربوط به آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای داده‌های مربوط متغیرهای سرب و روی کمتر از ۰/۰۵ بدست آمده است نشان دهنده عدم نرمال بودن این داده‌ها است. بنابراین غربال داده‌ها برای شناسایی و حذف داده‌های پرت ضرورت دارد و به این منظور از ترسیم دیاگرام‌های جعبه‌ای استفاده شده و داده‌های پرت شناسایی و حذف گردیدند.
- جهت مقایسه میانگین غلظت عناصر در نمونه و استاندارد از آزمون آماری t تک‌گروهی (One-Sample T Test) استفاده نموده و نتایج حاصل از آن در جدول ۳ ارائه شده است. در این تحقیق ((میانگین حاصل از نتایج بدست آمده از آزمایشات بر روی نمونه‌های خاک)) به عنوان میانگین تجربی و ((میزان استاندارد پیشنهادی بر طبق ضوابط و استانداردهای سازمان بهداشت جهانی)) به عنوان میانگین نظری بکار رفته است. در مواقعی که این آزمون معنی‌دار شود می‌توان مطرح کرد که میانگین تجربی با میانگین نظری فرق دارد و این تفاوت به اندازه‌ای شدت یافته که از لحاظ آماری قابل توجه است. زمانی که تفاوت بین میانگین نظری و میانگین تجربی اندک باشد، به این تفاوت از نظر آماری، تفاوت ناشی از شانس و یا عوامل اتفاقی می‌گویند.
- بعد از بدست آوردن نتایج آنالیز نمونه‌ها با استفاده از ویرایش ۹/۳ نرم‌افزار ArcGIS اقدام به تهیه بانک اطلاعاتی از نتایج گردید و بر اساس روش درون‌یابی ساده، نقشه‌های پهنه‌بندی برای هر عنصر ترسیم گردید (شکل ۳ و ۴).

جدول ۱- مختصات جغرافیایی مناطق نمونه برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نمونه‌ها

ایستگاه	X	Y	pH	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس)	بافت خاک
۱	۴۸۶۸۲۱	۳۸۵۱۲۸۸	۷/۹	۱۵۶۵	لوم رسی شنی
۲	۴۸۷۰۰۲	۳۸۵۱۳۷۹	۷/۹	۴۱۷	شن لوم
۳	۴۸۷۱۹۸	۳۸۵۱۳۰۱	۸/۱	۱۶۵۴	لوم شنی
۴	۴۸۴۶۷۶	۳۸۵۴۸۶۷	۷/۵	۱۵۶۳	لوم شنی
۵	۴۸۴۴۶۱	۳۸۵۴۹۴۱	۷/۹	۱۱۳۳	لوم شنی
۶	۴۸۴۱۴۲	۳۸۵۴۹۲۹	۷/۸	۳۲۲	لوم شنی
۷	۴۸۴۰۶۱	۳۸۴۸۰۵۹	۷/۸	۱۶۵	شن
۸	۴۸۳۸۵۵	۳۸۴۸۱۷۸	۷/۸	۱۴۷	شن
۹	۴۸۱۰۹۸	۳۸۴۸۸۶۵	۷/۷	۲۵۸	لوم
۱۰	۴۸۰۹۵۸	۳۸۴۸۹۰۱	۷/۹	۱۰۹۸	لوم

جدول ۲- نتایج آزمون آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین سرب و روی

پارامتر	غلظت عنصر سرب (mg/kg)	غلظت عنصر روی (mg/kg)
ایستگاه ۱	۹۸/۰۰	۱/۶
ایستگاه ۲	۸/۰۰	۰/۶
ایستگاه ۳	۳/۶۰	۰/۷۱
ایستگاه ۴	۲/۸۰	۰/۷۴
ایستگاه ۵	۴/۲۰	۰/۷۶
ایستگاه ۶	۱/۰۰	۰/۸۰
ایستگاه ۷	۲/۷۰	۰/۹۰
ایستگاه ۸	۱/۴۰	۰/۷۰
ایستگاه ۹	۶/۲۰	۰/۷۰
ایستگاه ۱۰	۲/۴۰	۰/۶۰
میانگین غلظت عنصر (mg/kg)	۱۳/۰۳	۰/۸۱
حداقل غلظت عنصر (mg/kg)	۱/۰۰	۰/۶۰
حداکثر غلظت عنصر (mg/kg)	۹۸/۰۰	۱/۶۰
انحراف معیار	۲۹/۹۳۱	۰/۲۹۱

جدول ۳- نتایج آماری مقایسه میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خاک با حد استاندارد

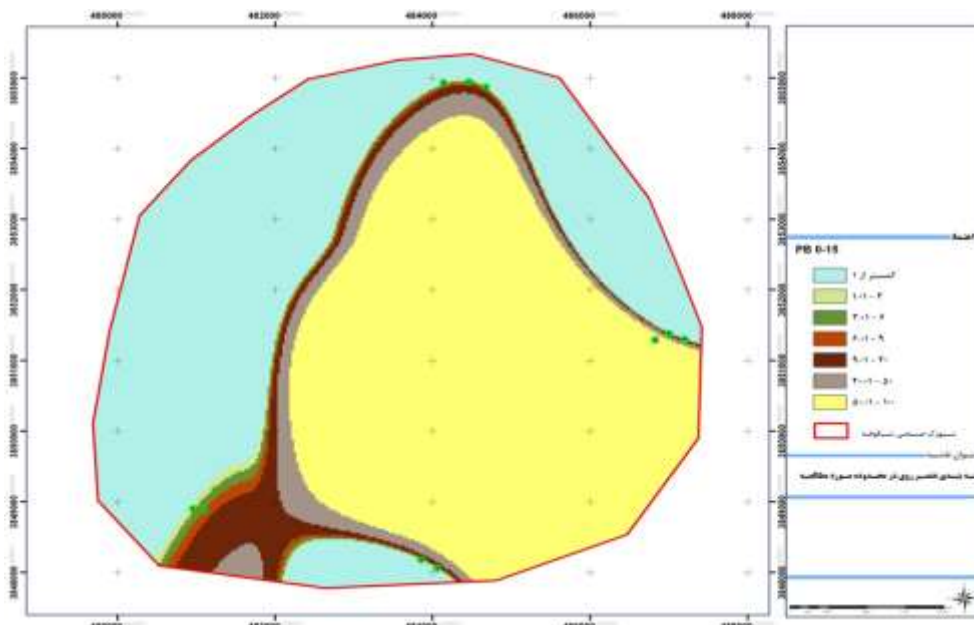
پارامتر	Test value	آماره t	درجه آزادی	Sig(2-tailed)	تفاوت میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪	
						کران بالا	کران پایین
سرب	۱۵	-۰/۲۰۸	۲۹	۰/۸۴۰	-۱/۹۷	۱۹/۴۴	-۲۳/۳۸
روی	۵۰	-۵۳۴/۵۴۷	۲۹	۰/۰۰۰	-۴۹/۱۸	-۴۸/۹۸	-۴۹/۳۹

شکوهیه قم قرار داشته و با دور شدن از این بخش آلودگی خاک سطحی نسبت به سرب کاهش می‌یابد بطوریکه کمترین غلظت سرب در خاک منطقه مورد مطالعه در دامنه کمتر از ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در شمال و جنوب شرقی شهرک صنعتی شکوهیه قم قرار دارد. بر اساس نقشه پراکنش غلظت روی در خاک سطحی (شکل ۴) نیز بالاترین غلظت روی در خاک

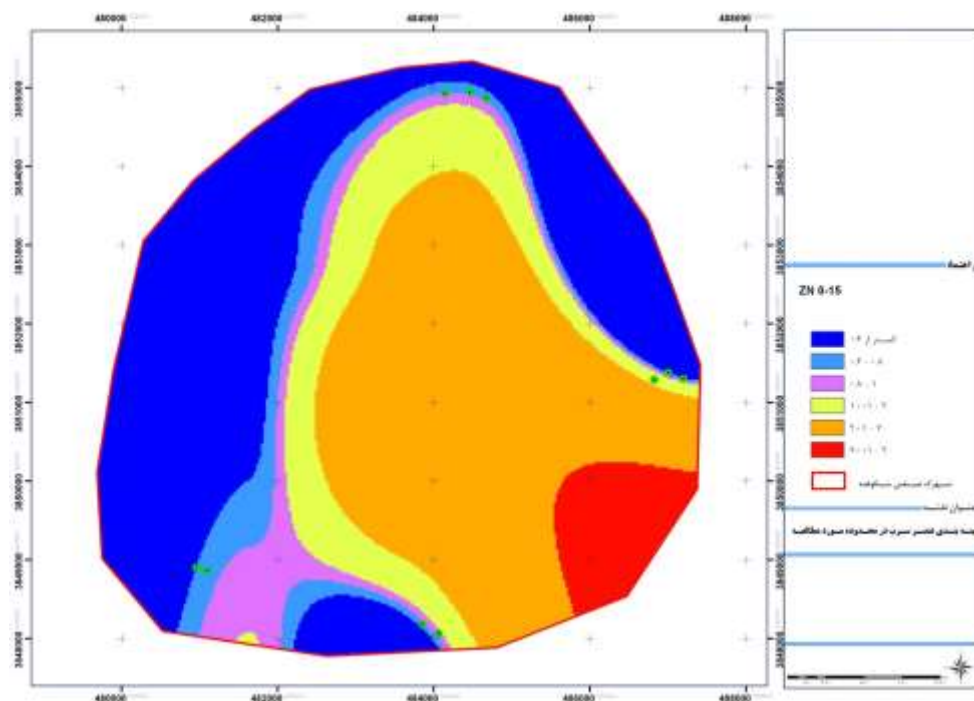
بعد از بدست آوردن نتایج آنالیز نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار ArcGIS و بر اساس روش درون یابی ساده، نقشه‌های پهنه‌بندی برای هر عنصر ترسیم گردید. بر اساس نقشه پراکنش غلظت سرب در خاک سطحی (شکل ۳) نیز بالاترین غلظت سرب در خاک منطقه مورد مطالعه در دامنه ۵۰/۱ - ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در جنوب غربی شهرک صنعتی

مطالعه در دامنه کمتر از ۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در شمال غربی تا شمال شرقی و بخش شمال شرقی تا جنوب شرقی شهرک صنعتی شکوهیه قم قرار دارد.

منطقه مورد مطالعه در دامنه ۷/۰۰ - ۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در جنوب غربی شهرک صنعتی شکوهیه قم قرار داشته و با دور شدن از این بخش آلودگی خاک سطحی نسبت به روی کاهش می‌یابد بطوریکه کمترین غلظت روی در خاک منطقه مورد



شکل ۳- نقشه توزیع مکانی فلز سنگین سرب در نمونه خاک سطحی منطقه مورد مطالعه



شکل ۴- نقشه توزیع مکانی فلز سنگین روی در نمونه خاک سطحی منطقه مورد مطالعه

بحث و نتیجه گیری

انجام داده اند، اعلام کرده اند، که عناصر سنگین مورد بررسی منشاء زمین شناسی و کشاورزی داشته بطوریکه در خاک بطور طبیعی وجود دارند ولی فعالیت های کشاورزی و استفاده از نهاده های شیمیایی در آن منجر به تجمع این فلزات در خاک شده است (۱۵). همچنین نتایج حاصل از تحقیق: تقی پور و همکاران (۲۰۱۰) نتایج مشابهی را نشان میدهد، بطوریکه مقایسه میانگین غلظت سرب کل در کاربری های متفاوت نشان می دهد که اراضی شهری از غلظت سرب بالاتری برخوردار می باشند که می توان دود ناشی از اتومبیل ها و ترافیک شهری را از عوامل اصلی افزایش سرب در منطقه به شمار آورد (۷). همچنین در تحقیقی توسط بهبهانی نیا (۲۰۰۹) با عنوان بررسی آلودگی فلزی حاصل از سوخت های فسیلی در خاک های اطراف جاده تهران-دماوند، نتایج نشان داد که سرب با فاصله از جاده همبستگی منفی دارد و با افزایش فاصله از محور اصلی جاده، غلظت سرب در نمونه های خاک کاهش می یابد (۱۶). با توجه به نتایج آمار توصیفی (جدول ۲) میانگین غلظت روی در خاک سطحی بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه ۰/۸۱۱ میلیگرم بر کیلوگرم می باشد. حداکثر و حداقل غلظت روی مشاهده شده در خاک سطحی به ترتیب ۱/۶۰ و ۰/۶۰ میلیگرم بر کیلوگرم می باشد که حداکثر غلظت روی اندازه گیری شده در نمونه های سطحی مربوط به ایستگاه شماره ۱ و میزان حداقل آن مربوط به ایستگاه های شماره ۲ و ۱۰ می باشد. همچنین با توجه به جدول ۳ مشخص می گردد: از آنجایی مقدار (۵۳۴/۵۴۷-) و sig (۰/۰۰۰) بدست آمده مربوط به آزمون تفاوت میانگین روی در خاک های منطقه مورد مطالعه با استاندارد موجود در این زمینه، در سطح اطمینان ۰/۰۵ و سطح معنی داری ۰/۰۵ معنی دار می باشد. بنابراین، تفاوت میانگین تجربی روی در خاک های سطحی اطراف شهرک شکوهیه قم و میانگین استاندارد این پارامتر، معنی دار بوده و فرض کمتر بودن میزان روی خاک از حد استانداردهای موجود جهانی مورد تایید قرار می گیرد. بطوریکه با توجه به شاخص های توصیفی مشخص

با بررسی نتایج بدست آمده از تحقیق فوق و جمع بندی و تجزیه و تحلیل های انجام گرفته توسط روش های آمار توصیفی (جدول ۲) نتیجه گیری میشود: میانگین غلظت سرب در خاک سطحی بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه ۱۳/۰۳ میلیگرم بر کیلوگرم که کمتر از استاندارد های جهانی پیشنهادی می باشد. در حالیکه حداکثر غلظت سرب مشاهده شده در خاک سطحی ۹۸/۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم می باشد (ایستگاه شماره ۱). تفاوت میانگین تجربی سرب در خاک اطراف شهرک شکوهیه قم و میانگین استاندارد این پارامتر، معنی دار نبوده و فرض کمتر بودن میزان سرب خاک از حد استانداردهای موجود جهانی از نظر آماری مورد تایید قرار نمی گیرد (جدول ۳). بطوریکه با توجه به شاخص های توصیفی مشخص می گردد که اگرچه، ظاهراً، میانگین بدست آمده تجربی این پارامتر (۱۳/۰۳) کمتر از حد استاندارد (۱۵) می باشد. این مطلب دلیل بر اطمینان از عدم آلودگی خاک سطحی نسبت به سرب نمی باشد. همچنانکه در ایستگاه ۱ مقدار آن چندین برابر میزان استاندارد بدست آمده است. از آنجایی که ایستگاه شماره یک نسبت به سایر ایستگاه های نمونه برداری به جاده تهران- قم نزدیکتر می باشد، احتمالاً تحت تاثیر غبار حاصل از تردد اتومبیل ها و ترافیک عبوری حاصل از آن بیشتر در معرض منابع آلودگی می باشد. همچنین کمتر بودن فاصله این ایستگاه تا مناطق بهره برداری کاربری کشاورزی و منطقه نظامی نسبت به سایر بخش های منطقه مورد مطالعه میتواند عامل دیگری برای بیشتر بودن میزان سرب در خاک آن باشد. همچنانکه در بخش های قبلی نیز ذکر گردید تاکنون در منطقه اطراف شهرک شکوهیه قم مطالعاتی در زمینه بررسی میزان عناصر سنگین در خاک صورت نگرفته است ولی نتایج حاصل از تحقیقاتی که توسط محققین دیگر نظیر شهبازی و همکاران (۲۰۱۲) در سایر مناطق صورت گرفته است نیز نتایج مشابهی را نشان داده بطوریکه شهبازی و همکاران بر اساس نتایج تحقیقی که بر روی بررسی آلودگی خاک نسبت به عناصر سنگین در شهرستان دماوند

کادمیم در خاک های حومه سپاهان شهر واقع در جنوب اصفهان. مجله علمی پژوهشی آب و خاک، ۱۳۸۸. جلد ۲۳. شماره ۴.

۳- گراوند مجتبی، قاسمی حبیب الله، حافظی ناصر، مقدس ارزیابی ژئوشیمیایی و زیست محیطی فلزات سنگین در خاک های حاصل از شیست های گرگان فصلنامه علوم زمین. ۱۳۹۱. شماره ۸۶

4- Misra, S. G., Dinesh Mani, 2009. Soil Pollution, Published by S.B. Nangia, New Delhi.

۵- دیانی محمود، نادری مهدی، محمدی جهانگرد. پهنه بندی غلظت سرب، روی و کادمیم در خاک با استفاده از داده. های. ماهواره. Landsat ETM+. در جنوب شهرستان اصفهان. مجله علمی پژوهشی آب و خاک. ۱۳۸۹. جلد ۲۴، شماره ۲. ۲۸۶-۲۹۶

۶- خسروی الهام، هودجی مهران، اعتمادی فر مسعود. بررسی ارتباط بین غلظت فلزات سنگین سرب و روی در خاک برخی اراضی استان اصفهان با بیماری مولتیپل اسکروز. مجله دانشکده پزشکی اصفهان. ۱۳۹۳. دوره ۳۲، شماره ۲۷۵: ۱۶۰-۱۶۹

۷- تقی پور مرضیه، ایوبی شمس اله، خادمی حسین. تجزیه و تحلیل تغییرات مکانی غلظت کل نیکل و مس در خاکهای سطحی اطراف همدان به روش زمین آمار. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک. ۱۳۸۹. جلد هفتم شماره دوم. ۶۹-۸۷

8- Issak, E.H., and Srivastava, R.M. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York, 561p.

۹- موحدی راد زهرا. تجزیه و تحلیل زمین شناسی و تغییرات مکانی روی، سرب، کادمیم و نیکل در خاکهای سطحی استان قم. پایان نامه کارشناسی ارشد کشاورزی دانشگاه اصفهان. ۱۳۸۷. صفحه ۱۷۳

10- Jiachun, S., Haizhen, W., Jianming, X., Jianjun, W., Xingmei, L., and

می گردد، میانگین بدست آمده تجربی این پارامتر (۰/۸۱۱) کمتر از حد استاندارد (۵۰) می باشد. این مطلب دلیل بر اطمینان از عدم آلودگی خاک سطحی نسبت به روی می باشد. همچنانکه در تمامی ایستگاه های نمونه برداری شده غلظت روی بسیار کوچکتر از میزان استاندارد پیشنهادی از طرف سازمان بهداشت جهانی می باشد. لذا در خاک منطقه اطراف شهرک شکوهیه قم نسبت به روی آلودگی وجود ندارد. نتایج حاصل از تحقیقاتی که توسط محققین دیگر نظیر دیانی و همکاران در سال (۲۰۱۰)، بوداگی و همکاران در سال (۲۰۱۲) و زانگ و همکاران در سال (۲۰۱۰) منتشر شده است بیانگر آن است که غلظت عناصر سنگین درون خاک وابستگی مکانی بالایی دارد. بطوریکه با توجه به خصوصیات زمین شناسی منطقه و نوع صنایع مستقر در منطقه و فاصله از این صنایع، غلظت عناصر سنگین در خاک تغییر می یابد. آنچه آنکه در پژوهش های انجام شده توسط آنها نیز غلظت روی در خاک منطقه مورد مطالعه شان کمتر از حد استاندارد بدست آمده است (۵)، (۱۷) و (۱۸). نتایج تحقیق حاضر بیانگر آن است که غلظت سرب در خاک منطقه اطراف شهرک شکوهیه قم بیشتر از غلظت روی می باشد. نتایج مطالعه ای که پورینا و همکاران در سال ۲۰۱۱ در ارتباط با ارزیابی اثرات زیست محیطی شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز بر خاک های سطحی مناطق اطراف منتشر کرده اند بطور مشابه بیانگر آن است که غلظت نیکل، سرب و کروم در خاک اطراف شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز بیشتر از غلظت روی می باشد (۱۹).

منابع

- ۱- کرباسی عبدالرضا، معطر فرامرزه، منوری سیدمسعود، مسیبی سعیده سادات. اثر آلودگی هوا بر غلظت عناصر سنگین در خاک پارک ملت. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. زمستان ۱۳۸۸، دوره ۱۱، شماره ۴ (مسلسل ۴۳)؛ از صفحه ۵۱ تا صفحه ۶۳.
- ۲- دیانی محمود، محمدی جهانگرد، نادری مهدی، تجزیه و تحلیل زمین آماری غلظت سرب، روی و

- ۱۶- بهبهانی نیا، بررسی آلودگی فلزی حاصل از سوخت های فسیلی در خاکهای اطراف جاده تهران- دماوند . مجله علمی پژوهشی زیست بوم گیاه. ۱۳۸۸. شماره هفدهم، ۴۵-۵۶
- 17- Boudaghi, H., Yonesian, M., Mahvi, A.H., Mohammadi, M., Dehghani, M., and Nazmara, Sh. 2012. Survey of concentration cadmium, lead and arsenic on soil paddy and underground water and its relationship with chemical fertilizer in Ghaemshahr City. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 1:21. 20-28.
- 18- Zhong, L., Liu, L., Yang, J. 2010. Assessment of heavy metals contamination of paddy soil in xiangyin county china, Environmental Science, 17-20.
- ۱۹- پورنیا، محسن. موسوس میرحسن. جاسمی زرگانی زینب. بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک های سطحی اطراف شهرک . فصلنامه علوم تکنولوژی محیط زیست. صنعتی شماره ۲ اهواز. دوره ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، صفحه ۲۳-۳
- Haiping, Z. 2007. Spatial distribution of heavy metal in soil: A case study of changing, China. Environ Geol. 52. 1-10.
- ۱۱- لقمان خدا کریمامین گلشاهی ، مجید افیونی ، نوراله میرغفاری ، علیرضا سفیانیان پهنه بندی غلظت فلزات سنگین کروم، کبالت و نیکل در خاکهای سه زیر حوزه آبخیز استان همدان با استفاده از فناوریهای GIS و زمین آمار. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۱۳۹۰ / سال پانزدهم / شماره پنجاه و هشتم
- 12- Klute, A. 1986. Methods of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods. Second edition. Soil Science Society of America INC. Wisconsin. USA.
- 13- Stalikas, C.D., Pilidis, G.A., and Tzouwara-Karayanni, S.M. 1999. Use of a sequential extraction scheme with data normalisation to assess the metal distribution in agricultural soils irrigated by lake water. Sci. Total Environ. 236: 7-18.
- 14- Baker, D.E., and Amacher, M.C. 1982. Nickel, Copper, Zinc and Cadmium. PP. 323- 334. In: A.L. Page, R.H. Millers and D. R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2: chemical and microbiological properties. 2nd ed., Agronomy Monograph No. 9, American Socitey of Agronomy, Madison, WI.
- ۱۵- شهبازی علی ، سفیائیان علیرضا ، میرغفاری نوراله ، عین قلائی محمد رضا. بررسی آلودگی فلزات سنگین خاک با استفاده از شاخص های فاکتور آلودگی ، زمین انباشتگی و شاخص جامع فاکتور آلودگی (مطالعه موردی: شهرستان نهاوند). فصلنامه محیط زیست و توسعه. ۱۳۹۱. سال سوم، شماره ۵، ۳۹-۳۱

