شناسایی آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های مناطق صنعتی شهرستان ماهشهر

فرزانه نیکفر [۱]، علی غلامی [۲*]، سیما سبزعلیپور [۳]، احد نظرپور [۴]

۱- دانشجوی دکتری گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- دانشیار خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران * (نویسنده مسئول، ali.gholami54@gmail.com)

۳- استادیار محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۴- استادیار زمین شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

منطقه مورد مطالعه در بندر ماهشهر که یک منطقه صنعتی به دلیل تراکم پتروشیمی‌ها و وجود طیف وسیعی از آلاینده‌های صنعتی و تردد وسایل نقلیه در خاک‌های پیرامونی، به عنوان منطقه‌ای مهم جهت ارزیابی میزان آلودگی محسوب می‌گردد. فلزات سنگین As، Cu، Cd، Pb، Zn، Vd، Ni، Fe، Cr مربوط به ٤٧ نقطه خاک سطحی از عمق (cm ۲۰-۰) بصورت v شکل برداشت شده‌اند. سطح آلودگی خاک‌های شهری با استفاده از تجزیه و تحلیل به روش ICP بررسی شد و در آخر با توجه به نقشه‌های بدست آمده از عناصر مورد نظر مشخص شده که آلودگی فلزات سنگین در نواحی جنوب منطقه مورد مطالعه بخصوص جنوب غرب بسیار زیاد است.

واژه‌های کلیدی: عناصر سنگین، آلودگی خاک، مناطق صنعتی ماهشهر، ICP

مقدمه

امروزه آلودگی محیط زیست از مسائل مهمی است که جوامع مختلف با آن رو به رو می باشند. در واقع تخریب و آلودگی محیط زیست، ثمره جوامع صنعتی و یکی از راه آوردهای صنعتی شدن اجتماعات بشری است (دبیری، ۱۳۹۷). خاک به همراه آب و هوا جز عمده محیط زیست تلقی می شوند خاک علاوه بر اینکه پایگاه موجودات خشکی‌زی به ویژه تجمع انسانی است، محیط منحصر به فردی برای زندگی انواع موجودات مخصوصاً گیاهان به شمار می‌آید (راستین، ۱۳۷۹). فعالیت های روزافزون انسان بر روی کره زمین سبب شده است که کارکرد بخش خاک که خود جزئی از پوسته زمین است در مواردی دچار اختلال گردد (بروگنورت، ۱۳۷۱). آلاینده ها از جمله عوامل مختل کننده خاک به شمار رفته که ازمیان آنها فلزات سنگین به دلیل تجزیه ناپذیری در غلظت های کم نیز حائز اهمیت ساخته می-گردند (وهاب زاده، ۱۳۷۲). تغییرات مکانی محتویات فلزات سنگین در خاک‌های سطحی ممکن است تحت تأثیر مواد مادری خاک و یا منابع انسانی باشد. به عبارت دیگر این فلزات به طور طبیعی در خاک وجود داشته، اما در اثر فعالیت های انسانی نیز، به خاک افزوده می‌گردند. در حقیقت فعالیت‌های انسانی منجر به تجمع بیشتر فلزات سنگین در خاک می‌گردد (یالکین و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از منابع اصلی تولید فلزات سنگین در شهرها، وسایل حمل و نقل می‌باشد که با تولید آلاینده‌ها و وارد کردن آن‌ها به هوا، اولین حلقه آلودگی را ایجاد

می‌نمایند. سپس این مواد از طریق فرونشست جوی وارد خاک شده و در آنجا تجمع می‌یابند (مرگینتون، ۲۰۰۳). خاصیت سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات سنگین در خاک و گیاهان و نیز ورود به زنجیره غذایی انسان، خطرات ناشی در آنها را دو چندان می‌سازد. بنابراین حفاظت از منبع خاک و اطمینان از پایداری آن حائز اهمیت می‌باشد (ونگ و همکاران، ۲۰۰۲). جاده‌های اصلی بندرامام به ماهشهر، بندرامام به منطقه ویژه اقتصادی و بندرامام به اداره بنادر و کشتیرانی به دلیل تردد وسایل نقلیه، به عنوان یک منبع غیرنقطه ای در ایجاد آلودگی در محیط صنعتی محسوب می‌گردد. به طوری که نشرهای حاصل از اگزوز خودروها عامل اصلی تولید فلزات سنگین در هوا و خاک می‌باشند. همچنین گسترش فعالیت های صنعتی، همواره مسائل و مشکلاتی در خصوص آلودگی خاک‌های سطحی منطقه ایجاد نموده است. لذا به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح منابع، مدیریت کیفی خاک‌های سطحی امری ضروری می‌باشد. بنابر مطالب ارائه شده، اهمیت بررسی کیفیت و شدت آلودگی منابع خاک سطحی آشکار می‌گردد. براین اساس تصمیم گرفته شد که در این مطالعه با هدف توزیع مکانی فلزات سنگین در خاک سطحی همچنین میزان غلظت، شدت آلودگی، عناصر سنگین در خاک‌های مناطق صنعتی شهرستان ماهشهر مورد بررسی قرار گیرد.

منطقه مورد مطالعه و روش کار

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، منطقه ویژه اقتصادی می‌باشند که این منطقه صنعتی به دلیل تراکم پتروشیمی‌ها و وجود طیف وسیعی از آلاینده‌های صنعتی و تردد وسایل نقلیه، در خاک‌های پیرامونی، به عنوان منطقه‌ای مهم جهت ارزیابی میزان آلودگی محسوب می‌گردد. در این قسمت مشخصات کلی و موقعیت جغرافیایی، آب و هوا، منابع آب و نقش آنها در ایجاد آلودگی خاک و همچنین منابع آلاینده شهرستان ماهشهر مورد بحث قرار می‌گیرد. شهرستان ماهشهر دارای مساحت ۲۷۱۳ هکتار می‌باشد که بعد از اهواز وسیع‌ترین شهرستان خوزستان است و از شمال به اهواز، از غرب به شادگان، از شرق به رامشیر و امیدیه و از جنوب به خلیج فارس و از جنوب شرق به هندیجان ختم می‌شود. این شهر در ۱۸ کیلومتری بندرامام خمینی و ۹۵ کیلومتری آبادان و ۱۱۰ کیلومتری اهواز قرار دارد. این شهرستان در ۱۱۰ کیلومتری اهواز، از نظر جغرافیایی بین مختصات با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه واقع شده است. ارتفاع این شهر از سطح دریا نیز ۳ متر می باشد. بندر ماهشهر تنها شهر ایران است که دارای خور (شاخه‌هایی از دریا که به خشکی منشعب می شوند) است که مهم ترین آن ها خور موسی نام دارد که از نظر استراتژیک و اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. خور موسی که در جنوب بندر ماهشهر قرار گرفته، دارای انشعابات زیادی است و یکی از انشعابات از وسط شهر بندر ماهشهر می‌گذرد. البته در گذشته شاخه‌های دیگری هم در شهر داشته ولی از بین رفته‌اند. خورموسی واقع در سواحل شمال غربی خلیج فارس، یکی از معابر مهم ارتباطی ایران با دریا است. بنادر مهمی از جمله بندر امام خمینی و بندر ماهشهر در

امتداد دو کناره سواحل همین شریان بنا شده‌اند. چندین رودخانه در جنوب ایران قبل از ورود به خلیج فارس، با عمقی کم و با پیشینه تاریخی طولانی به خور موسی وارد می‌شوند. که با تخلیه پساب پتروشیمی‌های منطقه ویژه اقتصادی و تخلیه آب توازن تانکرهای نفتی خورموسی آلوده به مواد نفتی چون قیر و فلزات سنگین و... شده است. با تدوین و اجرای طرح مدیریت محیط زیست در صنایع پتروشیمی جهت به حداقل رساندن آسیب‌های زیست محیطی و همچنین رعایت الزامات استانداردهای تعریف شده می‌توان راه را برای بهبود کیفیت محیط زیست منطقه هموار کرد.

روش مطالعه حاضر از نوع تحلیلی–توصیفی بوده و به منظور دستیابی به اهداف مطالعه از روش‌های گونانی استفاده شده است. از جمله آن می‌توان به بازدیدهای منطقه‌ای به منظور انتخاب ایستگاه‌های مورد نیاز جهت نمونه‌برداری بررسی و مطالعه سوابق منابع اطلاعاتی موجود به تعیین و شناسایی محدوده مطالعاتی، شیوه نمونه‌بردای و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، روش تجزیه و تحلیل اطلاعات بر اساس شاخصهای تعیین میزان آلودگی و استفاده از برنامه‌های نرم افزاری EXCEL،SPSS و ... اشاره نمود.

بازدید میدانی و دلایل انتخاب ایستگاه‌ها

جهت تعیین ایستگاهای مطالعاتی داشتن اطلاعات کافی از شرایط منطقه لازم و ضروری است. محل‌های نمونه برداری بدین گونه انتخاب شدند که مفهوم دقیقی از کیفیت خاک را به ما ارائه دهند. در این مطالعه کیفیت خاک منطقه را در ۴۷ نقطه و کیفیت رسوب منطقه را در ۱۱ نقطه مورد پایش و کنترل قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا موقعیت کلی منطقه با استفاده از نقشه مورد بررسی قرار گرفت، سپس با ارزیابی اطلاعات موجود، ایستگاه‌های مورد نظر با توجه به در معرض بودن بیشترین آلودگی ناشی از فعالیت های صنعتی مشخص گردیدند. تعداد ۴۷ ایستگاه در چهار جهت جغرافیایی در اطراف مناطق صنعتی شهرستان ماهشهر از جمله منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی ماهشهر، اداره بنادر و کشتیرانی بندرامام و بندر صادراتی در فصل تابستان ۱۳۹۷ در نظر گرفته شد (شکل ۱).

شکل ۱- داده‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه.

آماده‌سازی نمونه‌ها

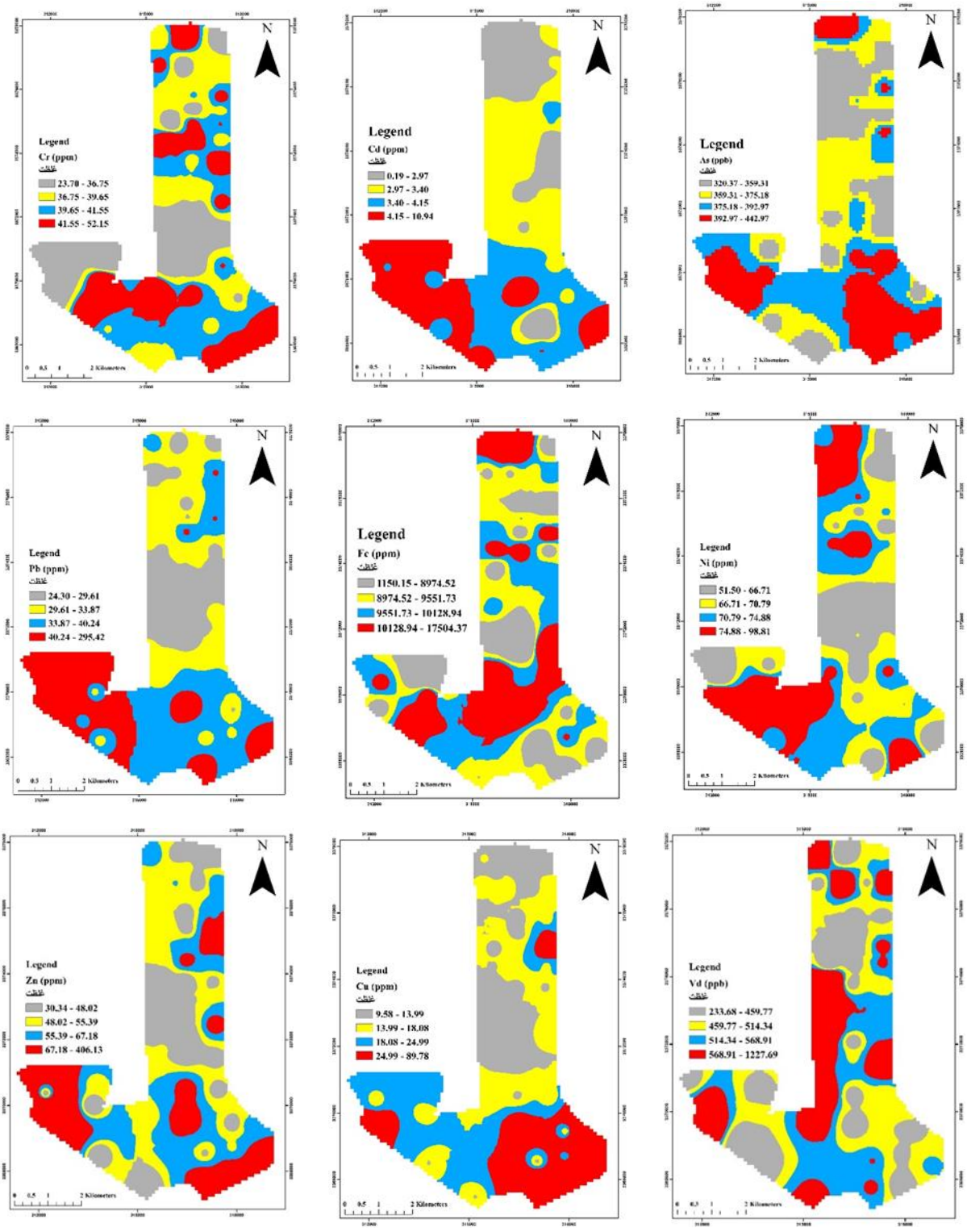
جهت تعیین ایستگاه‌های مطالعاتی، داشتن اطلاعات کافی از شرایط منطقه لازم و ضروری می باشد محل-های نمونه‌برداری باید طوری انتخاب شوند که مفهوم دقیقی از کیفیت خاک را به ما ارائه دهند. در این مطالعه کیفیت خاک منطقه در ۴۷ ایستگاه و کیفیت رسوب منطقه در ۱۱ ایستگاه مورد پایش و کنترل قرار گرفته است. به این منظور ابتدا موقعیت کلی منطقه با استفاده از نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. سپس با ارزیابی اطلاعات موجود، ایستگاه‌های مورد نظر باتوجه به بیشترین وجود تردد وسایل نقلیه و آلودگی های ناشی از فعالیت های صنعتی مشخص گردیدند. پس از تعیین ایستگاه‌ها، موقعیت مکانی آنها توسط دستگاه GPS از نظر طول و عرض جغرافیایی قرائت شد. نمونه برداری یکبار انجام پذیرفت و نمونه‌ها در یک ماه خرداد برداشت گردیدند. به طور کلی، در این پژوهش تعداد ۴۷ نمونه خاک سطحی و ۱۱ نمونه رسوب از ایستگاه‌های مذکور برداشت گردید. نمونه‌ها با استفاده از بیلچه از عمق ۲۰-۰ سانتی متری خاک به صورت V شکل برداشت شده سپس، نمونه‌ها درون کیسه‌های پلی اتیلن جمع‌آوری خواهد شد و به آنها برچسب مختصات زده خواهد شد و برای آماده‌سازی و خشک شدن به مکانی که به دور از تابش نور مستقیم خورشید قرار داشته باشند، منتقل خواهند گردید. بعد از انتقال، ابتدا بقایای گیاهی و زوائد از نمونه‌های خاک جدا خواهد شد. سپس نمونه‌ها جهت خشک کردن در ظرف پتری دیش در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده خواهد شد پس از خشک شدن خاک‌ها را با چکش لاستیکی کوبانده و بعد ذرات کوچکتر از از ۶۳ میکرون توسط مش جدا سازی خواهد شد و سپس جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل خواهد شد.

آنالیز نمونه‌ها

اندازه گیری غلظت فلزات سنگین بررسی در این مطالعه توسط دستگاه طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی (ICP) انجام شد. روش طیف سنجی پلاسمای جفت شده القایی از جمله بهترین روش‌های طیف سنجی برای تعیین نوع و غلظت عناصر مختلف است. این روش دارای حساسیت، حد تشخیص و مزاحمت‌های طیفی و شیمیایی بیشتری نسبت به سایر روش‌های نشری است. در این روش از گاز آرگون برای تولید پلاسما و یونیزاسیون عناصر استفاده می‌شود. یکی از مزایای اصلی این دستگاه توانایی آنالیز چند عنصری سریع است. در آنالیز هم زمان اندازه‌گیری ۵۰ عنصر یا بیشتر بسته به نوع سیستم در یک نمونه به وسیله یک پلی کروماتور امکان پذیر است. آنالیز پی در پی توسط کروماتور انجام می‌شود. مزیت دیگر این است که در این روش برای اکثر عناصر، طیف‌های بسیار خوب و تمایزی تحت یک سری شرایط بر انگیختگی، قابل دریافت است. به طوری که طیف‌ها برای عناصر مختلف می‌توانند به طور هم زمان ثبت شوند. این کارکرد وقتی اهمیت پیدا می‌کند که بخواهیم در یک نمونه کوچک، چندین عنصر را اندازه گیری کنیم. حساسیت بالا و تکرار پذیری از دیگر مزایای این روش به شمار می‌آیند.

بحث

پس از آنالیز نمونه‌ها و بدست آمدن غلظت مربوط به هر عنصر توانستیم با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و با بهره‌گیری از تکنیک IDW آلودگی مربوط به عناصر سرب، روی، نیکل، وانادیم، آرسنیک، مس، کروم و کادمیوم در منطقه مورد نظر دست پیدا نماییم.



شکل ۲- نقشه پراکندگی عناصر مورد نظر در منطقه مورد مطالعه.

نتیجه‌گیری

بر اساس نقشه‌های بدست آمده از میزان غلظت عناصر سنگین مربوط به منطقه مورد مطالعه (شکل ۲)، برای هریک از عناصر می‌توان چنین نتیجه گرفت:

آرسنیک: بیشترین میزان تمرکز در نواحی جنوبی منطقه (جنوب شرق).

کادمیوم: بیشترین میزان تمرکز در جنوب غرب.

کروم: در قسمت میانی و همچنین جنوبی بصورت پراکنده غلظت این عنصر بالا است.

مس: بیشترین میزان غلظت در جنوب شرق محدوده.

آهن: در نواحی جنوب بصورت کامل و شمال منطقه بصورت پراکنده بیشترین میزان غلظت.

نیکل: در قسمت شمال غرب و جنوب غرب بیشترین تمرکز.

سرب: در قسمت جنوب محدوده (جنوب غرب بیشتر).

وانادیوم: بصورت پراکنده در قسمت‌های مختلف محدوده.

روی: در قسمت جنوب و خصوصاً جنوب غرب.

با توجه به نتایج بدست آمده از تمرکز عناصر، تقریباً در قسمت جنوب محدوده آلودگی بسیار زیاد است که می‌توان از این منطقه به عنوان هدف پژوهشی در مطالعه بعدی استفاده نماییم. نتایج مطالعات حاضر نشان داد که غلظت سرب عمدتا تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی و غلظت سایر عناصر بخصوص آهن تحت تاثیر هر دوی عوامل طبیعی و انسانی است. بنابراین خاک‌های منطقه مورد مطالعه نیازمند پالایش مطابق با راهبردهای کیفی خاک هستند. همچنین پایش منظم میزان غنای فلزات سمی به منظور کنترل انتشارات صنعتی در منطقه ضروری است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد، محققین در مطالعات دیگر به ارزیابی خطرات بهداتی انسانی فلزات شاخص‌های مربوط به آلودگی بپردازند که می‌تواند مکمل کار ما در این مطالعه گردد. برخی راهکارها به منظور کاهش حداکثری انتشار آلاینده‌های فلزی از منبع اصلی این آلاینده‌ها عبارتند از: ۱) بررسی تعداد بیشتری از عناصر که احتمال انتشار از این صنایع را دارند. ۲) استفاده از روش‌های کمی برای تعیین منشا آلایندها، ۳) نصب فیلتر در مسیر دودکش و ایجاد سیستم هدایت کننده مسیر غبار برای نمونه‌برداری online.

منابع

۱- سیستانی، ن.، معین الدینی م، و خراسانی ن.، ۱۳۹۶. آلودگی فلزات سنگین در خاکهای مجاور صنایع فولاد کرمان، ارزیابی غنای فلزی و درجه آلودگی، نشریه سلامت و محیط زیست، فصلنامهٔ علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، ۱۰(۱)، ۸۶ تا ۷۵.

۲- ساریخانی، ر.، امیری، م. ۱۳۹۶. بررسی زیست محیطی عناصر سنگین در خاک اطراف پالایشگاه کرمانشاه با استفاده از فناوری های GIS و زمین آمار، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری-دانشگاه لرستان، پژوهشکده علوم زمین، [پایان نامه کارشناسی ارشد].

۳- سلیمان نژاد، ز.، عبدل زاده و صادقی پور، ح. ۱۳۹۵. بررسی میزان فلزات سنگین خاک منطقه صنعتی و محل دفن زباله شهرستان قائمشهر. نشریه علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۶(۱۳۶): ۱۹۶-۲۰۱.

۴- احمدی دوآبی، ش.، افیونی، م.، خادمی، ح. و کرمی، م. ۱۳۹۵. آنالیز آماری آلودگی فلزات سنگین در گرد و غبار اتسمفری استان کرمانشاه. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۰ (۷۶): ۴۳-۲۹.

۵- کرباسی، ع، لک، ل، سنایی، م. ۱۳۹۵. بررسی ژئوشیمی زیست محیطی عناصر سمی در ناحیه غرب شهر خوی تا مرز رازی، مطالعات علوم محیط زیست، ۳(۱)، ۶۸-۵۷.

۶- کاکه ،ج، گرجی، م، علی محمدی، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی کمی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف در بخشی از اراضی جنوب شرق قزوین، سامانه نشر مجلات علمی دانشگاه تهران، ۴۷(۱۳،۴): ۷۷۵-۷۸۴.

۷- داوطلب نظام س، شاکری، ع، رضایی م. ۱۳۹۵. منشأ و ارزیابی ریسک سلامت عناصر بالقوه سمناک در خاک پارک شهر و پارک لاله شهر تهران، نشریه: علمی پژوهشی یافته های نوین در زمین شناسی ، ۲(۲):۱۲.

۸- تقوی، آ. ۱۳۹۵. سهم منابع طبیعی و انسان ساخت در توزیع عناصرسنگین در خاک های اطراف معدن منگنز و نارچ قم، مجله علمی پژوهشی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست.

۹- نظرپور، ا.، قنواتی ،ن . ۱۳۹۵ .بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاکهای کنار جاده ای در تقاطع های شهر اهواز، مجله ژئوشیمی، ۵ (۱).

۱۰- روان خواه، ن، میرزایی، م، معصوم، س. ۱۳۹۵. ارزیابی خطر فلزات سنگین بر سلامت انسان در خاک سطحی، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۲۶(۱۳۶): ۱۰۹-۱۲۰.

۱۱- راست منش، ف.، زراسوندی، ع و باقری بیرگانی ب .۱۳۹۵. بررسی تأثیر مجتمع پتروشیمی و پالایشگاه نفت آبادان بر تمرکز فلزات سنگین و گوگرد در خاک، فصلنامه علوم محیطی، ۱۴(۲) :۶۰-۴۹

۱۲- علوان پور، ا.، پناه پور، ا و حسینی الهاشمی، ا. ۱۳۹۴. تعیین سهم طبیعی و انسان ساخت فلزات سنگین در محدوده شهری شهرستان شادگان، (پایان نامه کارشناسی ارشد).

۱۳- راست منش، ف.، زراسوندی، ع و موسوی ،م. ۱۳۹۴. غنی شدگی و منشأ فلزات سنگین در خاک شهری ماهشهر، سیزدهمین همایش ملی ارزیابی اثرات محیط زیستی ایران.

۱۴- خیرآبادی ،ح .، افیونی ،م .، ایوبی ،ش و سفیانیان، ع . ۱۳۹۴ .ارزیابی خطر ناشی از فلزات سنگین در خاک و گیاهان زراعی خوارکی عمده در استان همدان، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۹(۷۴).

۱۵- هاتفی، ر، خضری، م، خدایی، ک، همکاران. ۱۳۹۴. ارزیابی آلودگی و ریسک اکولوژیک فلزات سنگین در خاک های سطحی اطراف گرانیتوییدهای منطقه اهر -آذربایجان شرقی، نشریه پژوهش های دانش زمین، ۷(۲۶): ۱-۲۰

۱۶- سلگی، ع، کرامتی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی خطرات بهداشتی ناشی از فلزات سنگین در خاک شهری (شهر بجنورد)، نشریه دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۷(۴): ۸۲۷ -۸۱۳.

۱۷- برومندی، م، خامه چیان، م، نیکودل، م، فاضلی، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب پذیری خاک ها نسبت به آلودگی فلزات سنگین در اطراف شهرک های صنعتی، شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

۱۸- پورنیا، م، موسوی، م، ح، جاسمی زرگانی، ز. ۱۳۹۴. بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک های سطحی اطراف شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۷(۴): ۳۲-۲۳، ۱۳۹۴.

۱۹- کرباسی، ع، بیاتی، آ، ۱۳۹۳. راهنمای نمونه برداری و آنالیز سم شناختی رسوبات، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

۲۰- افشاری، ع، خادمی، ح، حجتی، س. ۱۳۹۳. ارزیابی پتانسیل خطرپذیری آلودگی فلزات سنگین درخاک های مرکزی استان زنجان بر اساس انواع شاخص های آلودگی، نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۲(۶).

۲۱- روان خواه، ن، میرزایی، ر، معصوم، س، ۱۳۹۳. بررسی تغییرپذیری مکانی کادمیوم در خاک سطحی شهرستان آران و بیدگل، اولین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست، چکیده دریافت شد.

۲۲- نظرپور، ا، سرلک، م، ابطحی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی آلودگی غلظت فلزات سنگین در خاک های کنار جاده ای و رواناب شهری و همبستگی آن ها با ترافیک در شهر اهواز، همایش ملی آب، انسان و زمین و نشریه زمین شناسی ژئوتکنیک، ۱.

۲۳- شهبازی، ع، سفیانیان، ع، ر، میرغفاری، ن، عین قلایی، م. ۱۳۹۳. 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، ۳(۵): ۳۸-۳۱.

۲۴- نظرپور، ا، رستمی پایدار، ق و رهنماراد، ج. ۱۳۹۳. ارزیابی آلودگی فلزات سنگین خاک های سطحی شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز- جنوب غرب ایران، نشریه زمین شناسی ژئوتکنیک، ۱۰(۱): ۶۷-۵۷.

۲۵- شهبازی، ش، سفیانیان، ع، ا، میر غفاری، ن. ۱۳۹۱. بررسی وضعیت آلودگی خاک به فلزات سنگین کبالت و کروم (مطالعه موردی شهرستان نهاوند) اولین همایش ملی بیابان.

۲۶- خیرآبادی، ح. ۱۳۸۹. بررسی منشأ عناصر سنگین در خاک و تعیین خطر آنها بر سلامت انسان در خاک های سطحی استان همدان، [پایان نامه کارشناسی ارشد].

۲۷- افشار، ش، کرباسی، ع، باغوند، ا، معطر، ف. ۱۳۸۸. تعیین سهم انسان ساخت و طبیعی برخی فلزات سنگین در خاک های میدان نفتی آب تیمور، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ۲۰-۱۸ مرداد: ۱۳۹-۱۳۲.

۲۸- نظرپور، ا؛ زراسوندی، ع؛ مر، ف. ۱۳۸۸. اولین گزارش ترکیب ایزوتوپی سرب ذرات تشکیل دهنده گرد وغبار استان خوزستان در سال ۱۳۸۸ با تاکید بر تعیین خاستگاه و شاخص های زمین شناسی زیست محیطی، نشریه بلور شناسی و کانی شمتسی ایران ، ۱۹(۲): ۲۶۳-۲۷۰.

۲۹- کرباسی، ع، بیاتی، آ. ۱۳۸۷. سهم منابع طبیعی و انسان ساخت در توزیع عناصر سنگین در رسوب مغزی در دریاچه زریوار، فصلنامه محیط شناسی، شماره ۴۷: ۳۶-۳۱

۳۰- رئیس پور،ک. ۱۳۸۷. تحلیل آماری و همدیدی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان: ۱۸۹، [پایان نامه کارشناسی ارشد].

۳۱- ربانی، م. ۱۳۸۶. اندازه گیری فلزات سنگین سرب، نیکل و جیوه در آب و رسوب در خلیج فارس، منطقه عملیاتی عسلویه، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۹(۳): ۲۳-۳۱.

۳۲- عرفانی منش، م، افیونی، م. ۱۳۸۰. آلودگی محیط زیست آب و خاک، انتشارات ارکان اصفهان، چاپ اول، ۳۱۸، ۱۳۸۰.

۳۳- دبیری، م. ۱۳۷۵. آلودگی محیط زیست. انتشارات اتحاد، چاپ اول. ۳۹۹ صفحه.

34- Nazarpour, A., Ghanavati, N., Watts, M. 2017. Spatial distribution and human health risk assessmentof mercury in street dust resulting from various land-usein usein Ahvaz, Iran. Geochem Health:1-12.

35- Wu, S., Yang, H., Guo, F. and Han, R. 2017. Spatial patterns and origins of heavy metals in Sheyang River catchment in Jiangsu, China based on geographically weighted regression. Science of the Total Environment 580: 1518–1529.

36- Barkouch, Y., Fadilli, S., Pineau, A.2016. Contamination By Trace Elements Of Agricultural Soils Around Sidi Bou Othman In Abandoned Mine Tailings In Marrakech, Morocco. Environmental Pollution2:93-101.

37- Oyeleke, P., Abiodun, O., Solako, R., and Odeyemi, O. 2016 Assessment Of Some Heavy Metals In The Surrounding Soils Of An Automobile Battery Factory In Ibadan, Nigeria, African. Environmental Science And Technology, 10(1): 1-8.

38- Wu ,S., Peng, S., Zhang, X.,and Luo, W.2015.Levels and health risk assessments of heavy metals in urban soils inDongguan, China. J Geochem Explor ,148: 71-78.

39- Zhao, K., Fu, W., Ye, Z., and Zhang, C. 2015. Contamination And Spatial Variation Of Heavy Metal In The Soil-Rice System In Nanxun Country, Southeastern China, International. Environmental Research And Public Health, 12: 1577-1579.

40- Celenk, F., Kiiloglu. 2015. Distribution of Lead Accumulation in Roadside Soils: A Case Study from D 100 Highway in Sakarya, Turkey. Research in Agriculture and Forestry, 2(5): 1-10.

41- Wei, X., Gao, B., Wang, P.,and Zhou H.2015.Pollution characteristics and health riskassessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing,China. Ecotoxicology and Environmental Safety, 112: 186-192.

42- Mtunzi,F. M., Dikio, E. D., Moja, S. 2015. Evaluation of heavy metals pollution on soil in vaderbijlpark South Africa. Environmental Monitoring and Analysis, 3(2): 44 - 49.

43- Dolezalova, W.H., Pavlovsky, J., Chovanec, P. 2015.heavy metal contaminations of urban soils in Ostrava, czach republic: assessment of metal pollution and using principal component analusis .international environmental research, 9(2): 683-696.

44- Qing ,X., Yutong, Z., Shenggao ,L.2015. Assessment of heavy metal pollution and human healthrisk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. Ecotoxicol Environ Saf, 120:377-385.

45- Hongwei ,C., Jing, A.,Shuhe ,W., and Jian, G.2015,Spatial Patterns and Risk Assessment ofHeavy Metals in Soils in a Resource-Exhausted City, Northeast China.
46- Chen,C., An,J., Wei,S Wei., and Gu, J .2015.Spatial Patterns and Risk Assessment ofHeavy Metals in Soils in a Resource-ExhaustedCity, Northeast China.
47- Oludare, H., Olufunmilayo, O., Nwanya,C. 2014.Soil and water pollution levels in and around Uraban scrapyards. environmental science. 8(5): 60-68.
48- Esmaeili, A., Moore, F., Keshavarzi, B., Jaafarzadeh, N. and Kermani, M. 2014. A geochemical survey of heavy metals in agricultural and background soils of the Isfahan industrial zone, Iran. Catena, 121: 88–98.
49- Garba, S.T., Akan, J.G., Ahmed, I. 2014. Spatial Distribution of the Heavy Metals: Ni, Fe, Cr, and Mn in Roadside Soils of Maiduguri Metropolis, Borno State Nigeria. Global Journal of Science Frontier Reserch. 14 (1).
50- Karim, Z., Qureshi, B., Zahed, M. 2014. Health Risk Assessment Of Heavy Metals In Urban Soil Of Karachi, Pakistan. Environmental Pollution. 20(3): 213-221.
51- Yuswir, N., Praveen, S., Aris., A., Hashim, .2014. Health Risk Assessment on Bioavailability of Heavy Mental In Klang Distribution Urban Surface Soil. Health, 43 (3): 167-171.
52- Zhao, Q., Wang, Y., Cao, Y., and Chen, A.2014. Potential health risks of heavy metals in cultivated topsoil and grain,including correlations with human primary liver, lung and gastric cancer, in Anhuiprovince, Eastern China. Sci Total Environ 470-471: 340-347.
53- Fan, S.,2014. assessment of spatial distribution and pollution with heavy metals in roadside soils along xi'an-baoji highway in northwest china. Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, Romania.13(12) :3161-3171.
54- Li ,Z., Ma, Z., Van, d.,and Yuan ,Z.2014. review of soil heavy metal pollution from mines in China: pollution and health risk assessment. Sci Total Environ,468: 843-853.
55- Pathak, A. K., Yadav, S., Kumar, P .,and Kumar ,R. 2013. Source apportionment and spatial-temporal variation in the metal content of surface dust collected from an industrial area adjoining Dehli, India. Sci. Total. Environ., 443: 662-672.
56- Chabukdhara, M., Nema, AK.2013. Heavy metals assessment in urban soil around industrial clusters in Ghaziabad, India, probabilistichealth risk approach. Ecotoxicol Environ Saf,87: 57-64.
57- Anyakora., C., Ehianeta, T., and Umukoro, O. 2013. Heavy metal levels in soil samples from highly industrialized of Lagos environment. Environment Science Technology Journal, 7(9): 917-924.
58- Duong, T. T. T.,Lee, B. K. 2011. Determining contamination level of heavy metals in rod dust from busy traffic areas with different characteristics. J. Environ. Manage., 92: 554-562.
59- Fang, S-B., Hu, H., Sun, W-Ch., and Pan, J-J. 2011. Spatial Variations of Heavy Metals in the Solid of Vegetable- Growing Land along Urban-Rural Gradient of Nanjing, China, Int. J. Environ. Res. Public Health, 8: 1805-1816.
60- Luo, XS., Ding J., Xu B.,and Wang YJ.2012. Incorporating bioaccessibility into human health risk assessments of heavy metals inurban park soils. Sci Total Environ ,424: 88-96.

61- Mohammad A. H., Bhuiyana,M.A.,Parvez,L.,Islam,MA., and Dampare,S. 2010. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh.Hazard Mater, 173(1-3): 384–392.
62- Bai, S.G., and Lu, S.Q. 2009. Contamination and potential mobility assessment of heavy metals in urban soils of Hangzhou, China: relationship with different land uses, : 1482.
63- Zhang, W.,Feng,H.,Chang,J., andQu,J.2009.Heavy metal contamination in surface sediments of Yangtze River intertidal zone: An assessment from different indexes, Environmental pollution,157(5): 1533-1543.
64- Li, L. G., Xue, L. D., and Ming, L. Q. 2008. Heavy metals contamination characteristics in soil of differentmining activity zones, Trans. Nonferrous Met. Soc., 18:207-211.
65- Abrahim, G. M. S., and Parker, R. J. 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand, Environ Monit Assess,136:227–238.
66- Sharma, R.K., Agrawal, M., and Marshall, F. 2007. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66: 258-266.
67- Wang, Y.P., Shi, J.Y., Wang, H., and Lin, Q. 2007. The influence of soil heavy metals pollution on soil microbial biomass, enzyme activity, and community composition near a copper smelter. Ecotoxicology and Environmental Safety, 67: 75-81.
68- Gonzales,M.,Shifter,L., Liuch,C.,andRodriguez,L. 2006. Distribution , enrichment and accumulation of heavy metals in coastal sediments of salina cruz bay , mexico. Environmental Monitioring And Assessment, 118:211-230.
69- Pekey, H. 2006. Heavy metals assessment insediments of the Izmit bay, Turkey. EnvironmentalMonitoring and Assessment,123:219-231.
70- Franco, C., Soares, A. and Delgado, J. 2006. Geostatistical modelling of heavy metal contamination in the top soil of Guadiamar river margins (S Spain) using a stochastic simulation technique. Geoderma, 136: 852-864.
71- Khan, A.G. 2005. Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. Journal of Trace Elements Med. Biology, 18: 355-364.
72- Milenkovic, N., Damjanovic, M ., and Ristic, M. 2005. Study of heavy metal pollution in sediments from the iron gate(Danube river), Serbia and Montenegro
73- Lukkari, T., Taavitsainen, M., Vaisanen, A., and Haimi, J. 2004. Effects of heavy metals on earthworms along contamination gradients in organic rich soils. Ecotoxicology and Environmental Safety, 59: 340-348.
74- Honda M., Yabuki S., Shimizu H.2004. Geochemical and_ isotopic studies of Aeolian sediments in China. Sedimentology 51: 211-230.
75- Nahmani, J., Lavelle, P. 2002. Effects of heavy metal pollution on soil macrofauna in a grassland of Northern France. European Journal of Soil Biology, 38: 297-300.
76- Heiri, O., Lotter, A.F., and Lemcke, G. 2001. Loss on Ignition as a Method for Estimating Organic and Carbonate Content in Sediment: Reproducibility and Comparability of Results,.Journal of Paleolimnology, 25:101-110.

77- Muller, G. 1979. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River, Geological Journal, 2: 108 - 118.