



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



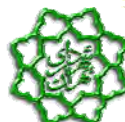
دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست



ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹

پایش آلودگی خاک به کروم در اراضی کشاورزی استان همدان

سهیلا براتی

(دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی های محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان)

barati_iut@yahoo.com

نوراله میرغفاری^(۲)، علیرضا سفیانیان^(۳) (استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان)

Email : "{mnorolah} , {soffianian}"@cc.iut.ac.ir

چکیده

عنصر کمیاب کروم در اغلب خاکها به صورت طبیعی وجود داشته و ورود آن به خاک در اثر فعالیت های انسانی اساساً در ارتباط با صنایع و همچنین به عنوان ناخالصی در برخی از کودها و یا لجن فاضلاب های صنعتی و خانگی می باشد. در این مطالعه غلظت کروم در خاکهای کشاورزی استان همدان که به عنوان یکی از قطب های مهم کشاورزی محسوب می شود، مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین و کمی کردن میزان آلودگی نمونه های خاک با فلز سنگین کروم در اراضی کشاورزی در هر یک از شهرستان های استان همدان از دو معیار شاخص زمین انباشتگی و فاکتور آلودگی استفاده شد. میانگین کروم در کل استان ۲۵/۴ $\pm$ ۹۷/۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم که بالاتر از میانگین جهانی کروم (۵۴ میلی گرم بر کیلوگرم) بود، بدست آمد. مقادیر بدست آمده از شاخص زمین انباشتگی در تمام نمونه ها پایین بود که به منشأ طبیعی این فلز اشاره دارد. بیشترین غلظت کروم از قسمت غربی منطقه مورد مطالعه بدست آمد و در نهایت با استفاده از روش معکوس وزنی فاصله (IDW) غلظت کروم در این منطقه از استان درون یابی شد و نقشه توزیع مکانی کروم بدست آمد. با روی هم گذاری نقشه توزیع کروم و نقشه زمین شناسی مشخص شد که غلظت کروم در ارتباط با ساختار زمین شناسی منطقه مورد مطالعه می باشد.

کلمات کلیدی: کروم، فاکتور آلودگی، شاخص زمین انباشتگی، توزیع مکانی



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



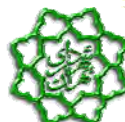
دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست



ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹

۱. مقدمه

خاکهای کشاورزی به طور مستقیم و غیر مستقیم بر روی سلامت عمومی از طریق تولید غذا تأثیر می گذارند بنابراین حفاظت از این منبع و اطمینان از پایداری آن حائز اهمیت می باشد. پیشرفت سریع صنعت و افزایش رهاسازی مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی به محیط زیست منجر به افزایش نگرانی ها در مورد پتانسیل تجمع فلزات سنگین در خاکهای کشاورزی شده است [۴ و ۵]. آلودگی فلزات سنگین در خاکهای کشاورزی ممکن است منجر به بی نظمی در ساختار خاک، دخالت در رشد گیاه و حتی آسیب به سلامتی انسان از طریق آلوده شدن زنجیره غذایی شود [۹]. اخیراً نگرانیها در مورد عنصر کروم به عنوان یک آلاینده زیست محیطی در نتیجه فعالیت های صنعتی و کشاورزی مختلف به دلیل سطوح سمیت آن در محیط زیست افزایش یافته است [۳]. محتوای کروم در خاک سطحی به دلیل آلودگی های ایجاد شده از منابع مختلف افزایش پیدا کرده که اصلی ترین آنها مواد زائد صنعتی (پساب نیروگاهها، رنگدانه های کروم، مواد زائد دباغی، ضایعات ناشی از چرم سازی) و لجن فاضلاب خانگی می باشد. کروم اضافه شده به خاک معمولاً در لایه بالایی خاک تجمع می یابد [۸]. ارزیابی غنی شدگی فلزات سنگین در خاکها به روش های مختلفی می تواند انجام شود. هدف از این تحقیق تعیین میزان آلودگی کروم در خاک های کشاورزی با استفاده از دو معیار شاخص زمین انباشتگی و فاکتور آلودگی و تعیین توزیع مکانی غلظت کروم در منطقه آلوده می باشد. در بسیاری از مطالعات برای تعیین سطوح آلودگی از شاخص زمین انباشتگی استفاده شده است [۱۱ و ۶].

۲. مواد و روش

۱.۲ منطقه مورد مطالعه

استان همدان به وسعت ۱۹۴۹۳ کیلومتر مربع از شمال به استان زنجان و استان قزوین، از جنوب به استان لرستان، از مشرق به استان مرکزی و از مغرب به استان های کرمانشاه و کردستان محدود می شود. تشکیلات زمین شناسی غالب در منطقه شامل تراسهای آبرفتی مربوط به دوره زمین شناسی کواترنری و همین طور تشکیلات آهک اوربیتالین و شیل و مارل مربوط به اواخر دوره کرتاسه و ماسه سنگ دگرگون شده مربوط به دوره ژوراسیک و گدازه های آندزیتی و سنگ آهک ریفی مربوط به اوایل نئوژن و و اواخر پالئوژن می باشد (نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی). خاک های منطقه خاکهای کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه دار سبک تا متوسط همراه با تجمع مقداری مواد آهکی می باشد [۱].



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست

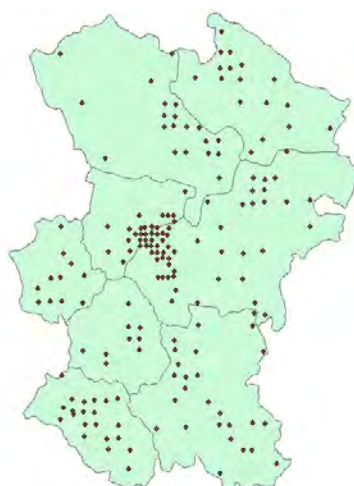


ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹



شکل ۱: موقعیت نقاط نمونه برداری

۲.۲ آنالیز نمونه های خاک

نمونه های خاک با الک ۲ میلی متری الک شده و برای آنالیز آماده گردیدند. غلظت عناصر سنگین با استفاده از دستگاه ICP-MS و با استفاده از دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه شیمی موسسه تحقیقات پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران، اندازه گیری شد.

۳.۲ روش های ارزیابی خاک منطقه مورد مطالعه

جهت تعیین میزان آلودگی خاک به عناصر سنگین در یک منطقه بایستی میزان غلظت آن عناصر در منطقه با یک استاندارد شناخته شده مقایسه شود. بهترین نوع مقایسه، مقایسه با استانداردهای موجود برای همان منطقه می باشد زیرا شرایط زمین شناسی و اقلیمی گوناگون در نقاط مختلف دنیا غلظت های متفاوتی را ایجاد می کند. در کشور ما به دلیل عدم وجود استاندارد خاص برای آلودگی خاک، از استانداردهای موجود در دیگر کشورها و یا استانداردهای جهانی استفاده می شود. از بین شاخص های مختلف تعیین میزان آلودگی خاک در این مطالعه از دو معیار فاکتور آلودگی و شاخص زمین انباشتگی برای سنجش میزان آلودگی خاک با کروم استفاده شد.

۱.۳.۲ شاخص زمین انباشتگی

شاخص زمین انباشتگی یا (Geoaccumulation index) که توسط مولر (۱۹۷۹) معرفی شده است، شاخصی است که می تواند درجه آلودگی خاک را تعیین کند و از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$I_{geo} = \log_2 (C_n) / 1.5B_n$$

فرمول ۱



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست



ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4 th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹

بر اساس شاخص زمین انباشتگی Igeo مولر C_n غلظت در رسوب و خاک، $\log_2$ لگاریتم بر پایه ۲ و B_n غلظت زمینه می باشد [۱۳]. با استفاده از فرمول ۱۰ شاخص زمین انباشتگی برای نمونه های خاک مورد مطالعه محاسبه شده و نتایج حاصل در (شکل ۲) ارائه شده است. در این فرمول برای اینکه اثرات مواد مادری خاک و نوسانات طبیعی محتوای ماده داده شده در محیط و تغییرات بسیار کم ایجاد شده در اثر فعالیت های انسانی تصحیح شود از ضریب ۱/۵ استفاده می شود. در این مطالعه B_n یا غلظت زمینه ژئوشیمیایی میانگین جهانی غلظت عناصر در خاک های غیر آلوده در نظر گرفته شد [۱۲]. مولر ۶ کلاس برای شاخص زمین انباشتگی در نظر گرفته است (جدول ۱).

جدول ۱: طبقات شاخص زمین انباشتگی [۱۰]

درجه آلودگی	شاخص زمین انباشتگی
غیر آلوده	$0 >$
غیر آلوده تا کمی آلوده	$0-1$
کمی آلوده	$1-2$
کمی آلوده تا خیلی آلوده	$2-3$
خیلی آلوده	$3-4$
خیلی آلوده تا شدیداً آلوده	$4-5$
شدیداً آلوده	$5 <$

۲.۳.۲ فاکتور آلودگی

برای تعیین ارزیابی ریسک آلودگی خاک از رابطه ارائه شده توسط هاکانسون (۱۹۸۰) برای تعیین فاکتور آلودگی استفاده گردید [۲]. بر اساس این روش فاکتور آلودگی برای هر آلاینده به صورت زیر بیان می شود و نسبت به دست آمده از تقسیم غلظت هر فلز سنگین در خاک به مقدار زمینه (مقدار فلز در خاک غیر آلوده) می باشد سطوح آلودگی را می توان بر اساس شدت آلودگی بین ۱ تا ۶ تقسیم بندی کرد [۶] (جدول ۲).

$$CF = [C] \text{ heavy metal} / [C] \text{ background} \quad \text{فرمول ۲}$$

جدول ۲: طبقه بندی مقادیر فاکتور آلودگی [۶]



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



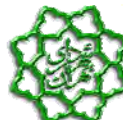
دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن



سازمان حفاظت محیط زیست



ستاد محیط زیست و توسعه پایدار

شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4 th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹

فاکتور آلودگی	درجه آلودگی
۰	بدون آلودگی
۱	بدون آلودگی تا آلودگی متوسط
۲	آلودگی متوسط
۳	آلودگی متوسط تا قوی
۴	آلودگی قوی
۵	آلودگی قوی تا خیلی قوی
۶	آلودگی خیلی قوی

۳. نتایج و بحث

۱.۳ روند توزیع غلظت کروم

آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف استاندارد، ماکزیمم و مینیمم غلظت کروم به تفکیک شهرستان ها در ارائه شده است (جدول ۳). مقایسه غلظت کروم در منطقه نشان می دهد کمترین غلظت کروم در شهرستان همدان با میانگین ۸۸/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم و بیشترین غلظت با میانگین ۱۳۸/۷ میلی گرم بر کیلوگرم در اسدآباد بدست آمده است که در تمامی شهرستان ها بالاتر از میانگین جهانی غلظت کروم بود (شکل ۱).

جدول ۳: آمار توصیفی غلظت کروم در خاک های کشاورزی هر شهرستان

شهرستان	تعداد نمونه	میانگین	انحراف استاندارد	مینیمم	ماکزیمم
همدان	۵۱	۸۸/۱۴	۲۱/۲	۳۰	۱۲۰
بهار	۲۰	۹۰	۱۶/۵	۶۰	۱۲۰
کبودرآهنگ	۲۰	۹۴/۵	۱۸/۳	۶۱	۱۳۰
رزن	۱۸	۹۰/۶	۲۷/۲	۴۱	۱۴۰
تویسرکان	۹	۱۰۰	۲۳/۸	۵۶	۱۴۰
نهادوند	۲۱	۱۱۷/۴	۲۱/۳	۸۸	۱۶۰
ملایر	۲۶	۹۳/۲	۲۰/۷	۴۱	۱۳۰
اسدآباد	۱۱	۱۳۸/۷	۳۰/۱	۸۷	۱۸۰



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست

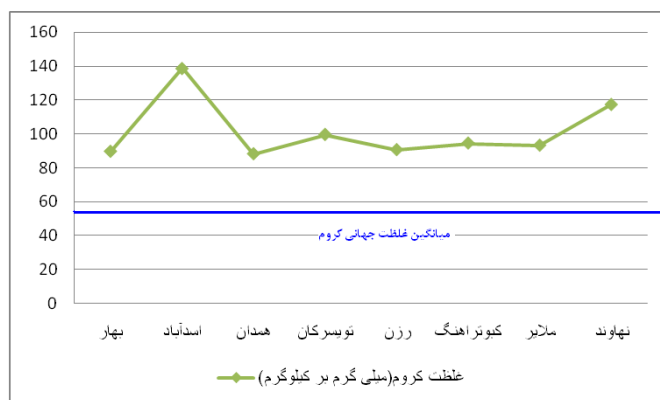


ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

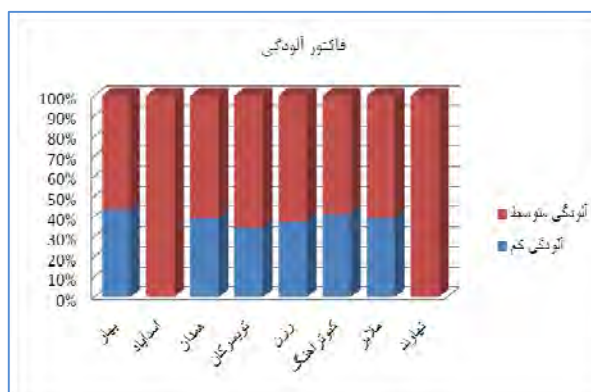
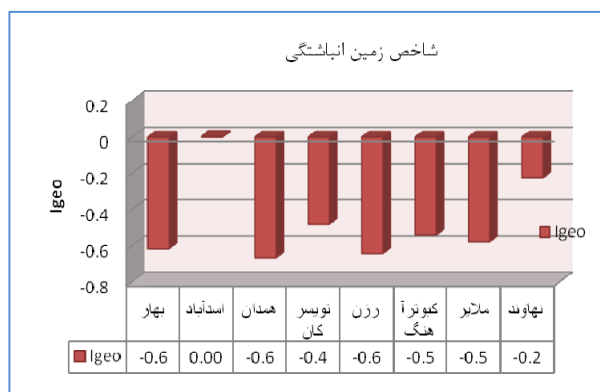
تهران - آبان ماه ۱۳۸۹



شکل ۱: روند توزیع غلظت کروم در هر شهرستان

۲.۳ ارزیابی میزان آلودگی خاک

با توجه به نمودار شکل ۲ محاسبه میزان شاخص زمین انباشتگی نشان می دهد در تمامی نمونه ها میزان این شاخص زیر صفر بوده و در نتیجه غلظت کروم در خاک به منشأ طبیعی آنها ارتباط داده شد. نتایج بدست آمده از تعیین فاکتور آلودگی در (شکل ۲) نشان می دهد اکثر نمونه ها با آلودگی متوسط بوده و در شهرستان های اسدآباد و نهاوند تمامی نمونه ها با آلودگی متوسط و به ترتیب در دامنه ۱/۷-۲/۷ و ۱/۶-۱/۹ قرار داشتند. همدان، ملایر، رزن و نویسرکان بیش از ۷۰٪ داده ها و بهار و کبوترآهنگ ۶۰٪ از نمونه های خاک با آلودگی متوسط بودند. در شکل ۳ نقشه کاربری اراضی اسدآباد و فاکتور آلودگی نشان داده شده است.



شکل ۲: فاکتور آلودگی و مقادیر شاخص زمین انباشتگی در هر شهرستان



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست

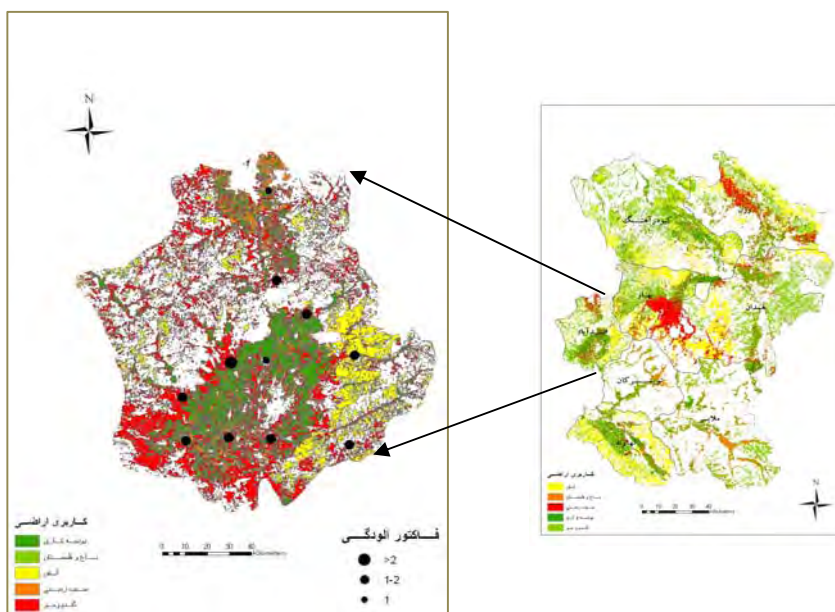


ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی استان همدان و شهرستان اسد آباد، نمایش مقادیر فاکتور آلودگی در نقشه کاربری اراضی

۳.۳ توزیع مکانی

قسمت غرب منطقه مورد مطالعه بیشترین غلظت عنصر کروم و در نتیجه بالاترین آلودگی با این فلز را داشته و برای توصیف بیشتر و چگونگی توزیع غلظت کروم در این بخش از منطقه از درونیایی به روش معکوس وزنی فاصله استفاده شد. از این روش در مطالعات جغرافیایی استفاده زیادی داشته و. فرض اساسی این روش بر آن است که با افزایش فاصله میزان تأثیر پارامترها در برآورد سطح کاهش می یابد. به این ترتیب توزیع مکانی غلظت کروم در منطقه اسدآباد درونیایی شد. قسمت غرب اسد آباد با میانگین ۱۶۰-۱۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم بیشترین غلظت کروم را دارد (شکل ۴) روی هم گذاری نقشه های توزیع مکانی و نقشه زمین شناسی نشان داد که خاک های تشکیل شده بر روی سنگ های آذرین و دگرگونی غلظت بالاتری از کروم را در بردارند اگر چه مواد مادری عامل اصلی افزایش این عنصر در منطقه است اما به دلیل کاربری عمده کشاورزی، مصرف کودهای شیمیایی و آفت کش ها می توانند موجب افزایش غلظت این عنصر در منطقه شود. معمولاً ورود کروم از طریق فعالیت های انسانی نظیر استفاده از کود، آهک و کود حیوانی کمتر از مقداری است که در خاک وجود دارد [۱۴] و در سنگ بستر آذرین و دگرگونی به طور طبیعی محتوای غلظت کروم بالا می باشد [۷].



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست

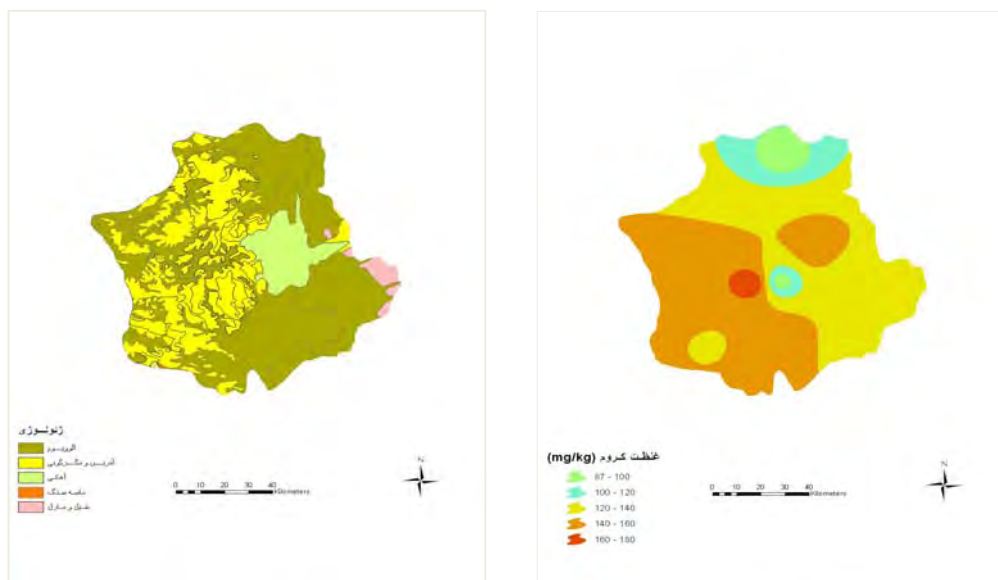


ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹



شکل ۴: نقشه توزیع مکانی کروم در خاک سطحی و نقشه زمین شناسی شهرستان اسدآباد

۴. نتیجه گیری

مقایسه میانگین غلظت کروم در نمونه های خاک با مقادیر متوسط جهانی خاک های غیر آلوده نشان می دهد که عنصر کروم مقادیر بالاتری نسبت به میانگین مقادیر جهانی دارد. بر اساس داده های حاصل از این مطالعه غلظت کروم در بخش غربی استان در شهرستان اسدآباد بالاترین مقدار را داشته و بالاتر از میانگین جهانی آن می باشد. این مسأله تا حدی به مواد مادری و ساختار زمین شناسی غالب منطقه که آذرین و دگرگونی می باشد ارتباط داده شد که معیار شاخص زمین انباشتگی این موضوع را تأیید می کند. اما به دلیل کاربری کشاورزی در منطقه و استفاده از کودها و سموم جهت افزایش بازدهی محصولات کشاورزی میزان کروم موجود در خاک را افزایش داده بنابراین شاخص فاکتور آلودگی، آلودگی متوسط نمونه های خاک را نشان داد. با توجه به اینکه خاک های کشاورزی از مسیرهای مهم انتقال عناصر کمیاب در زنجیره غذایی انسان می باشند، لزوم پایش خاک هایی که بالقوه در معرض ورود فلزات سمی چه از طریق فرایندهای طبیعی و انسانی می باشند بایستی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری:

از دفتر آلودگی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست و معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان برای مساعدت و همکاری در انجام این پروژه تشکر و قدردانی می شود.



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست



ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4 th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹

منابع

- [۱] مطالعات مکان یابی محل دفن و دفع پسماندهای ویژه در استان همدان، گزارشات هواشناسی، هیدرولوژی، زمین شناسی، خاک شناسی، تکتونیک - لرزه خیزی و تلفیق با GIS، معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۶.
- [2] Abraham, G. M. S., and Parker, R. J., *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, 2008.
- [3] Adel, M. Z and Norman T., *Chromium in the environment: factors affecting biological remediation*, *Plant and Soil* 249: 139-156, 2003.
- [4] Alloway, B.J. *Heavy Metals in Soils*, Blackie, Glasgow and London.
- [5] Wong, S.C., Li, X.D., Zhang, G., Qi, S.H. and Min, Y.S. 2002. Heavy metals in agricultural soils of the Pearl River Delta, South China, *Environmental Pollution*, **119**, 33-44, 1990.
- [6] Bhuiyana, M. A.H., Parvez, L., Islam, M.A., Dampare, S. B and Suzukia, S., *Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh* *Journal of Hazardous Materials* 173 384-392, 2010.
- [7] De vos, W., M.J. Batista., A. Demetriades., M.J. Duris., J. Lexa., J. Lis., K.O Sina & P.J. connor, *Metallogenic Mineral Provinces and World Class Ore Deposits in Europe*, In: *Geochemical Atlas of Europe. Part 1 Background Information, Methodology and Maps*, by Salminen, R. and et al, 2005. Geological Survey of Finland. [Online] Availability
- [8] Kabata- Pendias, A., Pendias, H., *Trace Elements in Soil and Plants*, Boca Raton London, New York Washington, D.C, 2001. 400pp
- [9] Lee, C S., Li X and Shi W et al., *Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics*, *Science of the Total Environment*, 356(1-3): 45-61, 2006.
- [10] Loka, k., Wiechula, D., Braska, B., Cebula, E. and Chojnecka, A., , *Assessment of Arsenic Enrichment of Cultivated Soil in Southern Poland* , *Journal of Enviromental Studies*, Vol. 12, No. 2: 187-192. 2003.
- [11] Lu, X., Loretta Y., Li. L. W., Kai. L., Jing H and Yuxiang, Z., *Contamination assessment of mercury and arsenic in roadway dust from Baoji, China*. *Atmospheric Environment* 43, 2489-2496, 2009.
- [12] Manta, D. S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, R and Sprovieri, M., *Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy* *The Science of the Total Environment* 300 229-243, 2002



انجمن مهندسی محیط زیست ایران



دانشکده محیط زیست



وزارت صنایع و معادن
دفتر امور محیط زیست



سازمان حفاظت محیط زیست



ستاد محیط زیست و توسعه پایدار
شهرداری تهران

چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست

The 4 th Conference & Exhibition on Environmental Engineering

تهران - آبان ماه ۱۳۸۹

[13] Muller, G., *Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River*. *Geojournal* 2, 108, 1969.

[14] Yang, P., Mao. R., Shao H and Gao, Y., *The spatial variability of heavy metal distribution in the suburban farmland of Taihang Piedmont Plain, China* C. R. Biologies, 332, 558-566. 2009.