تجمع فلزات سنگین در خاک مناطق میانی شهر تهران و بررسی انتقال آنها به گیاهان (مطالعه موردی منطقه٦ شهرداری تهران)

فرناز قبادی [۱]، شهرزاد خرم نژادیان [*۱]، صدرالدین علیپور [۲]

[*۱] – گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند، دماوند ، ایران

۲– مدیر عامل سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران

*ایمیل نویسنده مسئول : khoramnejadian@yahoo.com

تاریخ دریافت :۹۹/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۹

چکیده

حمل و نقل در مناطق شهری موجب آلودگی محیط میگردد.منطقه ۶ یکی از مناطق پرتردد تهران میباشد. در این پژوهش میزان آلودگی خاک در این منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. از ۱۸ نقطه که به کانونهای تولید آلودگی نزدیک بوده اند نمونه برداری خاک صورت گرفته است. غلظت فلزات سنگین با دستگاه ICP سنجیده شد. چهار عنصر کروم، سرب، کادمیم و آرسنیک بررسی شدند. در میان چهار عنصر مورد بررسی کروم و سرب بیشترین تجمع را در خاک دارند. کمترین میزان تجمع مربوط به کادمیم است. Cr>Pb>As>Cd میباشد.رزماری گیاهی است که در بسیاری از معابر منطقه وجود دارد. فلزات سنگین از طریق خاک وارد زنجیره غذایی میشوند. به منظور بررسی انتقال عناصر سنگین به گیاهان از گیاه رزماری استفاده شده است. انتقال عناصر سنگین از خاک به اندامهای هوایی اندازه گیری شده است. بررسیهای انجام شده نشان میدهد که میزان تجمع فلزات سنگین در برگ رز ماری کمتر از ساقه رزماری میباشد و جذب عناصر از طریق خاک صورت پذیرفته است. برای حذف آلاینده های خاک میتوان از گیاه پالایی استفاده نمود. گیاه رزماری برای جذب آلاینده ها مناسب میباشد.

کلمات کلیدی

"فلزات سنگین" ,"آلودگی خاک" ,"شهر تهران","تجمع زیستی"

Accumulation of heavy metals in the soil of the middle areas of Tehran and their transfer to plants (case study: 6th region)

Farnaz Ghobadi [1], Shahrzad Khoramnejadian[1 *], sadraldin alipour[2]

[*]1-Department of environment,damavand branch,Islamic azad university,Damavand,iran

2- Manager director Tehran waste management organization

[*]Email Address: khoramnezhadian@yahoo.com

Abstract

Urban transport cause environmental pollution.6th region is one of the busiest area in Tehran.in these research, soil contamination of these region were investigated. Soil sampling was performed of 18 points, which located near pollution sources. Heavy metal measured by ICP instrument. Arsenic, lead, chromium and cadmium were investigated, among them lead and chromium have the highest accumulation in the soil. Cadmium has a lowest concentration in 6th region soils. In this area heavy metal concentration is Cr>Pb>As>Cd. Rosemary is a plant that is found in many passages in the area. Heavy metals enter the food chain through the soil. Heavy metal transfer from soil to upper parts of rosemary has been studied. Rosemary has been used to study the transfer of heavy elements from soil to plants. Studies shown that heavy metals accumulate in rosemary leaves less than rosemary stem and the elements are absorbed through the soil.for removal soil contaminant Phytoremediation is a good choice. Rosmary plant is suitable for asorb soil pollutant.

Keywords

“heavy metals”, “soil contamination”, “Tehran metropolitan”, “bioaccumulation”,

۱- مقدمه

با توسعه شهرها حمل و نقل ، ترافیک، ساخت و ساز و... افزایش می یابد. توسعه شهری و به تبع آن افزایش جمعیت شهرها سبب افزایش ورود آلاینده ها به محیط های شهری میگردد. میزان آلاینده ها در محیط های شهری بسیار بیشتر از حاشیه ها و نواحی روستایی است. آلودگ خاک یکی از انواع آلودگیهای محیط زیست میباشد. خاک زیستگاه و خواستگاه موجودات است. آلودگی خاک سبب ورود مواد آلاینده به زنجیره غذایی میگردد. آلودگی خاک در مناطق شهری بعلت نشست آلاینده های هوا، حمل و نقل، فرسایش خیابانها و ساختمانها ، انتشار آلاینده ها از مناطق مسکونی و ... میباشد(Ahmed, Ishiga, 2006). آرسنیک، کروم، کادمیم،سرب فلزاتی سنگین دارای دانسیته بالاتر از ۵ گرم بر سانتیمتر مکعب میباشند(Adriano 1986,).فلزات سنگین بطور طبیعی وجود دارند اما فعالیتهای انسانی سبب افزایش آن در محیط میگردد.غلظت عناصر اولیه در سنگهاو فرآیندهای تشکیل خاک در میزان تجمع فلزات سنگین بصورت طبیعی در خاک موثر میباشند(بابا اکبری ساری و همکاران ، ۱۳۹۲). ورود فلزات سمی از طریق فعالیتهای انسانی باعث افزایش بیش از حد این فلزات در خاک میگردد(ناظمی و خسروی ، ۱۳۹۲).آلودگی محیط زیست ناشی از فعالیتهای صنعتی، کشاورزی،حمل ونقل و ... روبه افزایش است(بقایی و عقیلی ، ۱۳۹۷). فلزات سنگین در بافتهای زنده تجمع می یابند و بیماریهای مختلفی را ایجاد میکنند(Hosseini et al., 2016). فلزات سنگین از طرق استنشاقی، بلع و جذب پوستی به بدن انسان منتقل میشوند(Ravankhah et al., 2016).فلزات سنگین ریسک سرطان زایی را افزایش میدهند(Qing,et al.,2015). برخی از این فلزات که خاصیت الکترونگاتیویته زیادی دارند ، تمایل شدیدی به ترکیب با گروههای آمین و سولفیدریل دارند که بدین وسیله میتوانند آنزیمها را تخریب نمایند (Alidadi et al.,2014). جذب این عناصر توسط گیاهان سبب ورود آنها به زنجیره غذایی میگردد که در سطوح بالایی هرم مشکل زا خواهد بود. وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک مانند اسیدیته،وجود لیگاندهای آلی و معدنی، غلظت یونی محلول،حضور کاتیونهای فلزی رقابتی بر جذب فلزات سنگین توسط گیاهان موثر میباشد (Alloway., 2001). خاک یکی از مهمترین قسمتهای اکوسیستم شهری میباشد و فلزات سنگین و آلاینده ها در آن تجمع می یابند(Solgi and, Keramaty., 2016). از این رو بررسی میزان آلاینده ها در خاک مناطق شهری کلیاتی در مورد سلامت محیط ارائه میدهد.خاکهای شهری برای کشت و زرع استفاده نمیشوند، اما ممکن است به طرقی آلاینده های فلزی به نحوی وارد زنجیره غذایی شوند. سوختهای فسیلی، آفتکشها،کودهای فسفاته،فاضلابها و... سبب ورود کادمیم به محیط شهری میشوند(Torkashvand et al., 2018) . کادمیم برای مهره داران و گیاهان آوندی خطرناک میباشد(Bayat., 1990). کادمیم سرطانزا و نوروتوکسین است و بروی استخوان و کلیه اثر میگذارد. بیماری ایتایی ایتایی ناشی از تجمع شدید کادمیم در بدن است. سرب از طریق بنزین، رنگ، فعالیتهای شیمیایی،تولید باتری و ... به محیط وارد میشود.سرب از سموم متابولیک محسوب میگردد و بروی سیستم اعصاب و گردش خون اثر میگذارد(Zarabi et al., 2018). سرب در محیطهای شهری ناشی از سوخت اتومبیلها میباشد. انتشار سرب بصورت ذرات و گاز میباشد، انتشار بصورت ذرات منشاء صنعتی دارد و انتشار گازی سرب بخاطر احتراق بنزین حاوی تترا اتیل سرب و تترا متیل سرب در موتور اتومبیل ها است. کروم از طریق فعالیتهای صنعتی، آبکاری، معدنکاوی و هوازدگی کانیهای حاوی کروم وارد محیط میگردد.زباله های صنعتی و سوزاندن زغال سنگ مقادیر زیادی کروم به محیط وارد میکنند.کروم ۳ ظرفیتی یک عنصر اساسی برای بدن میباشد در حالیکه کروم ۶ ظرفیتی سمی است. آرسنیک بصورت طبیعی در خاک و آب موجود است وبسیار سمی میباشد(Mahzuz et.al;2009).آلی یا معدنی بودن آرسنیک در میزان سمیت آن تاثیر دارند(Kamani et al., 2017).پسماندهای صنعتی، سموم دارای آرسنیک، فاضلابهای صنعتی سبب افز ایش آرسنیک خاک میگردند(Adriano., 1986). شهر تهران پرجمعیت ترین شهر ایران میباشد و بعلت ترافیک زیاد دارای آلودگی هوا میباشد. در اطراف شهر تهران و در حواشی آن صنایع مختلفی نیز وجود دارند. بخاطر آلودگی ناشی از وسایط نقلیه احتمال آلودگی فضای سبز به فلزات سنگین وجود دارد. رزماری گیاهی است که مصارف خوراکی و دارویی دارد و در فضای سبز نیز مورد استفاده است. رزماری نسبت به کم آبی، شوری، سرما و خشکی است. بنابراین در تمام طول سال برگهای سبز دارد.در فضای سبز شهری مورد استفاده است. در این پژوهش خاک منطقه۶ شهر تهران از لحاظ فلزات سنگین و انتقال آنها به گیاهان مورد بررسی قرار گرفته است. کروم، کادمیم، سرب و آرسنیک فلزات مورد بررسی بوده اند. جذب این فلزات سنگین توسط گیاه رزماری مورد بررسی قرار گرفته است..

- **روش نمونه برداری و آنالیز شیمیایی**

در نقاط مختلف محلهایی که به نظر میرسید به کانونهای آلودگی نزدیکتر هستند جهت نمونه برداری انتخاب شدند. جهت نمونه برداری از بیلچه پلاستیکی استفاده خواهد شد. نمونه برداری به شکل مرکب انجام شده و در ظرف پلاستیکی مخلوط و در نهایت در کیسه پلاستیکی دردار ریخته و در جعبه یخ به آزمایشگاه منتقل شده است. نمونه های خاک در هوای آزاد و همچنین پس از ۲۴ ساعت در اون در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد خشک شده از الک ۶۳ میکرون گذرانده شده است. نیم گرم از رسوب خشک از هر نمونه وزن شده ، ابتدا ۲قطره HCl 1/0 نرمال روی رسوب در بشر تفلونی ریخته می شود. سپس برای تجزیه سیلیکات های خاک ۵ سی سی HF اضافه گردیده و روی حمام شن تا ۱۲۵ درجه سانتی گراد حرارت داده شد. برای هر نمونه حدود ۷ سی سی تیزاب سلطانی (ترکیب HNO3 و HCl به نسبت ۳:۱) به منظور تجزیه نیترات ها و کربنات های خاک افزوده و روی حمام شن تا ۱۲۵ درجه سانتی گراد حرارت داده می شود. سپس ۳ سی سی اسید پرکلریک (برای تجزیه مواد آلی) اضافه و مجدداً توسط هات پلیت تا نزدیک خشک شدن حرارت شد. نهایتاً توسط اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال حجم نمونه در بالن ژوژه به ۵۰ سی سی رسانده شده و سپس نمونه ها به دستگاه جذب اتمی Varian Spectra AA 220Z تزریق و نتایج قرائت گردید. گیاه رزماری در فضای سبز بعضی نقاط سنجش آلودگی کشت میگردد. نمونه برداری از برگ و ساقه رزماری به عمل آمده است. نمونه های برگ به دقت از محل دمبرگ جدا می شوند. نمونه ها در آزمایشگاه با آب شسته شده و در آون تهویه دار به مدت ۴۸ ساعت و درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد خشک گردیدند. نمونه های خشک شده بوسیله آسیاب برقی پودر شده و برای عصاره گیری از روش هضم با اسید نیتریک ۴ نرمال در حرارت

۹۵ درجه سانتی گراد استفاده شد پس از صاف کردن عصاره ها، میزان غلظت سرب در هر یک از نمونه ها به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل واریان ۲۲۰ اندازه گیری شد. ضریب انتقال(Tf) از ساقه به برگ طبق فرمول ذیل اندازه گیری شده است :

$$\text{ضریب انتقال} = \frac{\text{غلظت فلزسنگین در برگ}}{\text{غلظت فلزسنگین در ساقه}}$$

- **نتایج**

برای تعیین کیفیت روشهای آنالیز، دقت و صحت بررسی گردید، بدین منظور در هر مرحله، حداقل یک نمونه دوبار تحت آنالیز قرار گرفت. میزان اختلاف نتایج حاصله بیانگر دقت روش آنالیز می‌باشد. میزان درصد اختلاف (دقت) برای سنجش فلزات سنگین در خیابان انقلاب اسلامی‌تهران را در جدول ۱ مشاهده می‌نمایید. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود میزان دقت مابین ۳ تا ۱۷ درصد متغیر است که در محدوده قابل قبول دستورالعمل آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا[1] می‌باشد (Chambers. ; 1983 Pardakhti, 2011).

جدول ۱- مختصات جغرافیایی نقاط سنجش فلزات سنگین

نقاط	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
1	536256.260	3950909.480
2	534353.100	3951459.860
3	535251.880	3952677.250
4	534574.520	3953528.120
5	537596.520	3953037.372
6	536625.363	3955432.458
7	538034.818	3955043.430
8	537811.893	3955027.726
9	537152.047	3954388.052
10	536927.913	3952717.134
11	536847.986	3952034.138
12	535439.590	3955459.361
13	537853.562	3954822.345
14	537894.987	3951002.206
15	536864.162	3955716.718
16	537084.907	3954887.568
17	535624.368	3951878.193
18	537767.303	3955327.333

جدول شماره(۱) مختصات جغرافیایی نقاط سنجش فلزات سنگین را نشان میدهد. این نقاط بر مبنای نزدیکی به منابع مشخص تولید آلودگی و نزدیکی به اتوبانها و مناطق پرتردد انتخاب شده اند. خاک اطراف پمپ بنزینها نیز اندازه گیری شده است.

جدول (۲) پارامترهای تشکیل دهنده خاک در منطقه ٦

نقاط	pH	Clay%	Silt%	Sand%	چگالی ذرات $Gs(g/cm^3)$
1	7/86	10	25	65	2/36
2	7/85	10	22	68	2/44
3	7/43	8	22	70	2/14
4	7/36	15	23	62	2/32
5	7/66	0۰	26	74	2/71
6	7/64	15	24	61	2/57
7	7/4	0	0	100	2/62
8	7/53	23	0	77	2/4
9	7/54	9	20	71	2/51
10	7/63	12	22	66	2/45
11	7/8	0	0	100	2/53
12	7/34	23	0	77	2/43
13	7/47	30	0	70	2/55
14	7/66	8	22	70	2/14
15	7/64	15	23	62	2/32
16	7/4	0	26	74	2/71
17	7/5	15	24	61	2/57
18	7/34	0	0	90	2/62

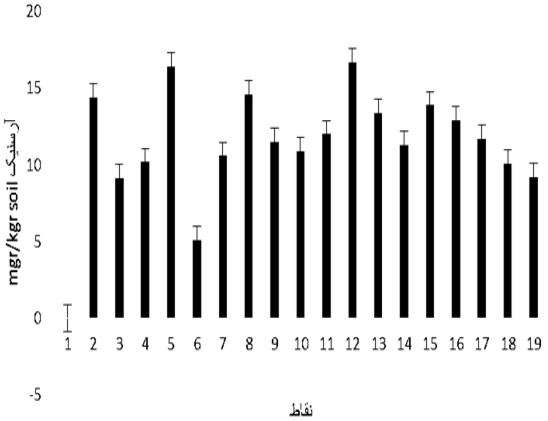
ادامه جدول (۲) پارامترهای تشکیل دهنده خاک در منطقه ٦

نقاط	سدیم	منیزیم	کلسیم
1	185	198	792
2	110	138	550
3	560	37	988
4	100	79	218
5	62	128	248
6	80	99	446
7	81/8	225	900
8	120	62	363
9	92	169	752
10	210	175	450
11	120	75	425
12	187/5	38	225
13	71/4	63	325
14	100	37	218
15	62	79	248
16	80	128	446
17	81.8	99	210
18	69/8	78	251

ادامه جدول (۲) پارامترهای تشکیل دهنده خاک در منطقه ٦

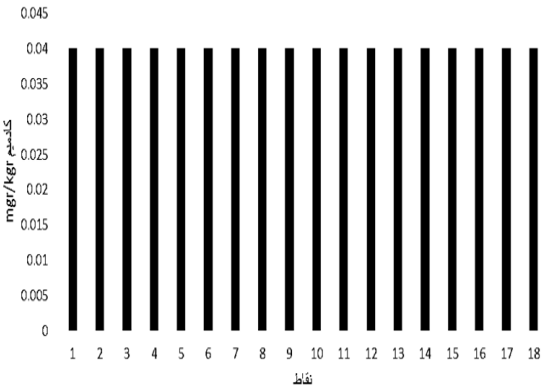
نقاط	مواد آلی OM%	جرم مخصوص حقیقی	پتاسیم
1	8/21	2/36	39/1
2	7/21	2/44	17/8
3	12/94	2/14	62
4	9/51	2/32	10/3
5	5/56	2/71	4/2
6	7/12	2/57	6/8
7	4/84	2/62	24/9
8	13/42	2/4	8/3
9	8/12	2/51	28/4
10	6/37	2/45	12/5
11	9/03	2/53	19/3
12	7/28	2/43	14/5
13	6/85	2/55	4/5
14	7/21	2/4	10/3
15	12/94	2/51	4/2
16	9/51	2/45	6/8
17	5/56	2/53	12.5
18	4/84	2/43	19/3

pH در محدوده ۷/۳ تا ۷/۵۴ قرار دارد. pH خاک شاخص مهمی در ارزیابی شیمیایی محیطی خاک می باشد که بعنوان یک عامل برای میزان پایداری خاک مورد بهره برداری قرار می گیرد. اسیدیته خاک همچنین شاخصی برای فرآیند های شیمیایی است که در خاک در حال وقوع است.اسیدیته خاک در مقادیر مختلف سبب کاهش و یونیزه شدن کاتیون ها و آنیون ها موجود در محلول خاک می شود. خصوصیات خاک تحت تاثیر اندازه ذرات خاک میباشد.ذرات رس دارای بار الکتریکی منفی می باشند و نقش مهمی در تبادل کاتیونی خاک دارند.ظرفیت تبادل کاتیونی توسط رس و مواد آلی ایجاد میگردد(Mirhosseini et al., 2010). هوموس خاک دارای سطوح در دسترس زیادی میباشد و تبادل کاتیونی از این طریق انجام میگردد. فلزات سنگین که از منابع مختلف وارد خاک میگردند از این طریق جذب سطحی میشوند. کلوئیدهای رسی موجود در سطح خاک با جذب عناصر سنگین، مانع آبشویی و انتقال آنها به لایه های پایین خاک می گردند(مجد و همکاران ، ۱۳۸۶) به همین دلیل میزان جذب عناصر توسط گیاهان افزایش می یابد. قابلیت دسترسی فلزات سنگین رابطه معکوسی با pH خاک دارد (khademi et al., 2010).



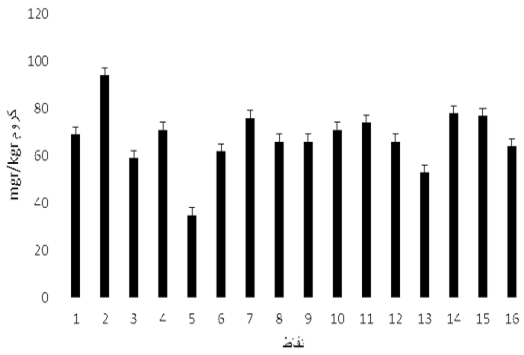
شکل (۱)غلظت فلز سنگین آرسنیک در خاک منطقه ٦

آرسنیک یکی از خطرناکترین عناصر سنگین میباشد و حساسیت ویژه ای در مورد میزان آن در آب و خاک وجود دارد. بیشترین میزان آرسنیک مربوط به پمپ بنزین حکیم و کمترین میزان مربوط به پمپ بنزین یوسف آباد است.آرسنیک در خاک پمپ بنزینها بیشتر از مناطق مجاور است. (۲۰۱۱) Žužu et al.به نتایج مشابهی دست یافته اند (sadiq.1986). با مطالعه ترمودینامیکی انواع آرسنیک به این نتیجه رسیدند که جابجایی آرسنیک در خاک به اسیدیته مرتبط است.



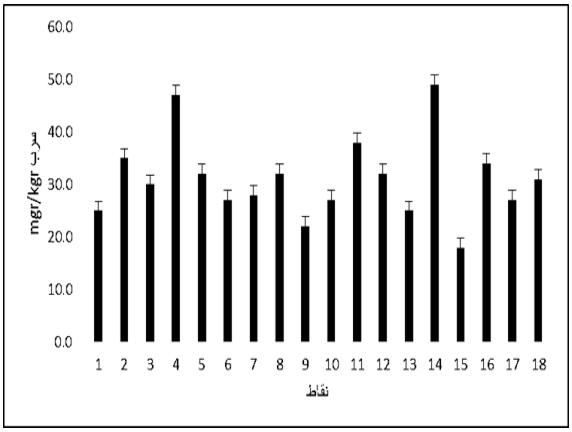
شکل (۲) غلظت کادمیم در ایستگاههای اندازه گیری منطقه ٦

میزان کادمیم در تمامی ایستگاهها یکسان بوده وبرابر ۱ میلیگرم در کیلوگرم میباشد.کادمیم به محیط شهری از استهلاک قطعات خودرو، روغن موتورها و لنت وارد میشود. علت کم بودن کادمیم در منطقه ۶ را میتوان عدم وجود این عنصر در سنگ مادری منطقه دانست و همین میزانی که وجود دارد ناشی از فعالیتهای انسانی است و منشاء طبیعی ندارد.



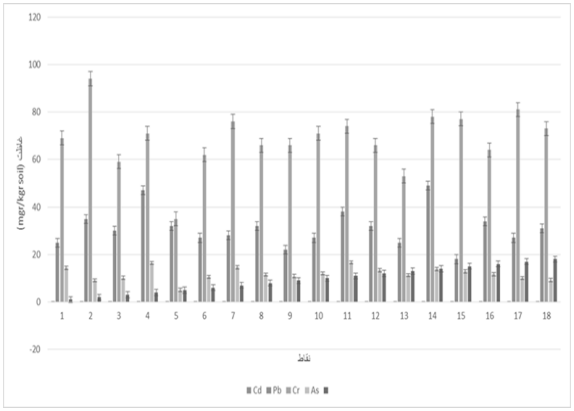
شکل(۳) غلظت کروم در ایستگاههای اندازه گیری منطقه ٦

کروم بطور طبیعی در محیط زیست وجود دارد و هوازدگی سنگ کرومیت سبب ورود آن به محیط میگردد. احتراق گاز طبیعی و نفت ، خوردگی قطعات اتومبیلها سبب ورود این ماده بطور مصنوعی به محیط میگردد. (۲۰۱۳) اکبری و عظیم زاده استاندارد کروم را ۱۰۰mg/kg اعلام نموده اند . با توجه به نتایج بدست آمده ومقایسه آن با استاندارد مشخص میگردد میزان کروم در منطقه ۶ در حد استاندارد قرار دارد.کمترین میزان کروم در مجاورت پمپ بنزین میرزای شیرازی و بیشترین در مجاورت بیمارستان امام خمینی میباشد



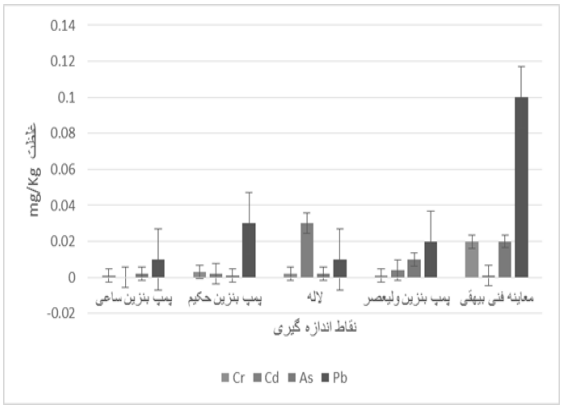
شکل(٤) غلظت سرب در ایستگاههای اندازه گیری منطقه ٦

سرب از طریق احتراق بنزین به مناطق شهری وارد میشود، در سالهای اخیر بدلیل حذف سرب از بنزین مقادیر آن کاهش یافته است، اما از قبل در محیط خاک سرب باقیمانده است (مجد و همکاران ، ۱۳۸۶) در استاندارد کیفیت منابع خاک سازمان محیط زیست حد مجاز فلز سرب ۳۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم تعیین شده است. غلظت فلز سرب در ایستگاه ۴ و ۱۴ بیشتر از بقیه نقاط میباشد ایستگاه ۴ یا پل گیشا در کنار چند اتوبان پرتردد قرار دارد و ایستگاه ۱۴ یا پمپ بنزین میدان فردوسی از نقاط پرتردد شهری میباشد. در محل پمپ بنزین میدان فردوسی هم ترافیک و هم نشت بنزین افزایش آلودگی خاک را بدنبال داشته است. سرب در محیطهای شهری از طریق بنزین به محیط وارد میگردد، بنابراین در منطقه ۶ شهرداری تهران در مناطقی که در مجاورت بزرگراهها و میادین پرتردد قرار دارند میزان سرب از حد مجاز بیشتر است. میتوان گفت منشا سرب در منطقه ۶ تهران وسایط نقلیه میباشند.



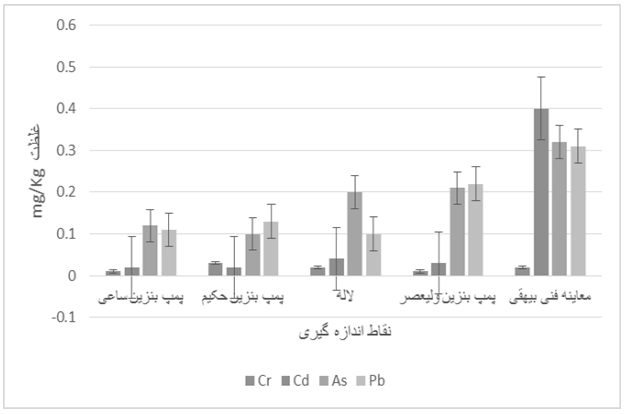
شکل(٥) مقایسه غلظت عناصر سنگین در منطقه ٦

مقایسه غلظت عناصر سنگین در منطقه ۶ در شکل ۵ آمده است. در میان چهار عنصر مورد بررسی کروم و سرب بیشترین تجمع را در خاک دارند. کمترین میزان تجمع مربوط به کادمیم است.Cr>Pb>As>Cd میباشد.در مطالعات داوطلب نظام و همکاران نیز اشاره شده است که در پارک لاله کروم و آرسنیک مقادیر بالاتری دارند(داوطلب نظام و همکاران،۱۳۹۵).



شکل(٦) تجمع فلزات سنگین در برگ رزماری

بررسیها نشان میدهد که فلزات سنگین در برگ گیاه رزماری تجمع یافته اند بیشترین مقدار فلزات سنگین در پمپ بنزین حکیم، پمپ بنزین ساعی و معاینه فنی بیهقی مربوط به سرب میباشد. این امر میتواند بعلت نزدیکی به مراکز پرتردد باشد. میزان کادمیم در پارک لاله بالاتر از سایر نقاط میباشد که میتوان گفت منشا کادمیم بخاطر استفاده از کودهای فسفاته است و همچنین میتواند بخاطر فرسایش لاستیک اتومبیلها باشد(داوطلب نظام و همکاران،۱۳۹۵) . میزان جذب کروم در تمامی ایستگاهها پایین میباشد. آرسنیک در معاینه فنی بیهقی و پمپ بنزین ولیعصر منشا سوخت فسیلی دارد.



شکل(٧) تجمع فلزات سنگین درساقه رزماری

بررسی فلزات سنگین در ساقه رزماری نشان میدهد که تجمع آرسنیک در تمامی نمونه ها قابل توجه میباشد. میزان کادمیم فقط در معاینه فنی بیهقی بالا میباشد. بیشترین میزان تجمع سرب در ساقه رزماری در معاینه فنی بیهقی و کمترین مقدار مربوط به پارک لاله میباشد. جذب کروم در تمامی نمونه ها کم است و به نظر میرسد که رزماری جاذب مناسبی برای کروم نمیباشد.

جدول(۳) ضریب انتقال فلزات سنگین از ساقه به برگ در گیاه رزماری

	Cr	Cd	As	Pb
پمپ بنزین ساعی	0.01	0.002	0.6	1.1
پمپ بنزین حکیم	0.01	1	1	0.334
لاله	0.01	0.31	0.12	0.1
پمپ بنزین ولیعصر	0.01	0.75	2.1	1.1
معاینه فنی بیهقی	0.01	4	1.6	1.3

جدول شماره(۳) ضریب انتقال فلزات سنگین به اندامهای هوایی را نشان میدهد. بیشترین ضریب انتقال مربوط به کادمیم میباشد و کروم کمترین میزان انتقال به اندامهای هوایی را دارد.هنگامیکه ضریب انتقال در اندامهای هوایی از ۱ بالاتر باشد با برداشت گیاه میتوان آلودگی را از محیط خارج نمود، این مساله در تحقیقات سایر پژوهشگران نیز دیده شده است(Rouniasi et al., 2016). در جذب کروم توانایی گیاه کم است ، اما برای حذف آلاینده های سرب، کادمیم و آرسنیک گیاه رزماری توصیه میگردد.کروم با اینکه غلظت بالایی در نقاط مورد بررسی در خاک دارد، میزان جذب آن توسط اندامهای هوایی گیاه رزماری کم است. نتایج تحقیق با تحقیقات پژوهشگرانی که در منطقه ۶ مطالعاتی داشته اند همخوانی دارد، نتایج بدست آمده از پژوهش فاضلی و همکاران(۲۰۱۸) مقادیر بالاتری را نسبت به تحقیق حاضر نشان میدهد.

منابع

- بابا اکبری ساری محمد، فرحبخش محسن، ثواقبی غلامرضا، نجفی نصرت الله. ررسی غلظت آرسنیک در برخی خاک‌های آهکی قروه و جذب آن به‌وسیله ذرت، گندم و کلزا در یک خاک آلوده طبیعی. دانش آب و خاک (دانش کشاورزی).۱۳۹۲،۴(۲۳)، ۱-۱۶
- بابا اکبری, محمد, شکوری, مریم, حسنی, اکبر, سیلسپور, محسن. (۱۳۹۸). ارزیابی پتانسیل خطرپذیری آلودگی فلزات سنگین در برخی از خاک‌های شهرستان ورامین .تحقیقات کاربردی خاک.24-14 ,(3)7 ,
- بقائی امیر حسین، عقیلی فروغ. سنجش غلظت سرب وکادمیوم موجود در خاک شهر اراک در سال ۱۳۹۶ و ارزیابی خطرات غیرسرطانی آن‌ها. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان. ۱۳۹۷; ۱۷ (۸) :۷۶۹-۷۸۰
- داوطلب نظام سمانه، شاکری عطا، رضایی محسن. آلودگی، منشأ و ارزیابی ریسک سلامت عناصر بالقوه سمناک در خاک پارک شهر و پارک لاله، شهر تهران. علوم زمین خوارزمی. ۱۳۹۵; ۲ (۲) :۲۰۹-۲۲۶.
- مجد, سعید سامانی, تائبی, امیر, افیونی, مجید. (۱۳۸۶). آلودگی خاک حاشیهٔ خیابان‌های شهری به سرب و کادمیوم. محیط شناسی, ۳۳(۴۳),۲-۱۰.
- ناظمی سعید، خسروی احمد. بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری شاهرود(۲۰۱۰)، مجله دانش و تندرستی در علوم پایه پزشکی، ۵(۴)، ۲۶-۳۱.
- Adriano DC. Trace elements in the terrestrial environment. New York: Springer-Verlag; 1986.
- Ahmed F, Ishiga H. Trace metal concentrations in street dusts of Dhaka city,Bangladesh.Atmospheric Environment.2006;40(21): 38338444-5
- Akbari, A., Azimzadeh, H. (2013). Soil chromium concentrations spatial changes around Behbahan cement factory. Journal of Natural Environment, 66(2), 137-146. doi: 10.22059/jne.2013.35846
- Alidadi H, Peiravi R, Dehghan A A, Vahedian M, Moalemzade Haghighi H, Amini A. Survey of heavy metals concentration in Mashhad drinking water in 2011. RJMS. 2014; 20 (116) :27-34
- Alloway BJ. Heavy metal in soil. New York: John Wiley and sons Inc;2001.p.20-28.
- arabi, Z. (2016). Effects of some soil properties on arsenic and cadmium uptake by Silybum marianum. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 5(3), 205-218
- Archer, F.C. and Hodgson, I.H. 1987. Total and extraclable trace element contents of soils in England and Wales.J. Soil Sci.,38, 421–431.
- Bayat F. The study of heavy metal accumulation in the leaves of dominant tree and shrub species (Eucalyptus camaldulensis, Conocarpus erectus) in the vicinity of Khuzestan Steel Complex. MSc thesis,Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, 1990. [Persian]
- Davtalabnezam S, Shakeri A, Rezaee M. Contamination, Source Apportionment and Health Risk Assessment of Potentially Toxic Elements in Soil of Park-e-Shahr and Park-e-Laleh, Tehran City. Kharazmi Journal of Earth Sciences. 2017; 2 (2) :209-226
- Fazeli, G., Karbassi, A.R., Khoramnejadian, Sh, Nasrabadi, T. Anthropogenic share of metal contents in soils of urban areas. Pollution, ٤(٤): ٧٠٦-٦٩٧, Autumn .٢٠١٨
- Hosseini G, Teymouri P, Giahi O, Maleki A. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Atmospheric PM10 in Kurdistan University of Medical Sciences Campus. J Mazandaran Univ Med Sci. 2016; 25 (132) :136-146
- Jafari A. : The Evaluation of concentration heavy metals in the soil around the cement plant Dorud and health risk assessment in 2017. Vice Chancellor for Research and Technology. 2019; 1398 (1)
- Kamani H, Hoseini M, Safari G, Jaafari J, Ashrafi S, Mahvi A. Concentrations of Heavy Metals in surface soil of Zahedan City. j.health. 2017; 8 (2) :182-190
- Kaydan Z, Nazarpour A, Ghanavati N *. Evaluation of Soil Pollution with Heavy Metals (Pb, Zn, Cu, Cr, Ni and V) in Ahvaz Parks (2016) . j.health. 2019; 10 (2) :228-239

- Khademi a.kord b.the tole of broadleaf species in reduce lead pollution(plane tree and european ash); journal of science and technology of natural resource, 2010. 5(1), 1-12
- Mahzuz H M A, Alam R, Alam N M, Basak R, Islam S M. Use of arsenic contaminated sludge in making ornamental bricks. Int. J. Environ. Sci. Tech.;2009; 6(2): 291-298.
- Mirhosseini, S., Shahabpour, J., Farpour, M. (2009). Geochemical Behavior of Zinc, Potassium and Sodium in Soils Affected by Acid Rains Related to Sar Cheshmeh Copper Smelter, Rafsanjan. Journal of Geoscience, 18(71), 160-166. doi: 10.22071/gsj.2010.57006
- Mohamadi M, Ghasemi R, Naeimi M. Distribution Pattern of Heavy Metals in Roadside Topsoils around the Rasht-Qazvin Freeway. j.health. 2018; 9 (3) :249-258
- Qing X, Yutong Z, Shenggao L. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. Ecotoxicol Environ Saf 2015; 120:377-385.
- Ravankhah N, Mirzaei R, Masoum S. Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Soil. J Mazandaran Univ Med Sci. 2016; 26 (136) :109-120
- Rouniasi N, Parvizi Mosaed H. Investigating the Amount of Heavy Metals in Different Parts of Some Consumable Vegetables in Karaj City. ijhe. 2016; 9 (2) :171-184
- Sadiq M (1986) Solublity relationships of arsenic in calcareous soils and its uptake by corn. Plant Soil 91:241–248
- Solgi E, Keramaty M. Assessment of Health Risks of Urban Soils Contaminated by Heavy Metals (Bojnourd City). JNKUMS. 2016; 7 (4) :813-827
- Torkashvand V, Mohammadi Rouzbahni M, Babaeinezhad T. Survey of heavy metals (Pb,Ni,Cr,Cd) bio-accumulation in the leaves of (Albizia lebbek and Eucalyotus camadulensis) (case stady: Iran National Steel Industrial Group). J Neyshabur Univ Med Sci. 2018; 6 (1) :33-43
- Zarabi S, Hatamikiya M, Dorosti N, Zarabi M, Mortazavi S. A survey of sampling of heavy metals (lead, cadmium, copper, nickel and mercury) in some cultivated vegetables in Khoramabad city and Aleshtar, Summer 2017. yafte. 2018; 20 (2) :1-12
- Žužul, S., Zgorelec, Ž., Bašić, F., Kisić, I., Mesić, M., Vađić, V., & Orct, T. (2011). Arsenic in Air and Soil in the Vicinity of the Central Gas Station Molve, Croatia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 86, 501-505