

تعیین غلظت فلزات سنگین (وانادیوم، سرب، نیکل، کادمیوم)  
در گرد و غبار و مقایسه با شاخص آلودگی و زمین انباشت  
(مطلعه موردی: مرکز شهر تهران)

فریناز حسینی نژاد<sup>۱</sup>، آزیتا بهبهانی نیا<sup>۲\*</sup>، نبی اله منصوری<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- استادیار گروه محیط زیست دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، رودهن، ایران

۳- استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

\*ایمیل نویسنده مسئول: Behbahani@riau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۲۰

#### چکیده

فلزات سنگین با اتصال به ذرات گرد و غبار می توانند در مقیاس وسیعی منتشر شوند. وسایل نقلیه شهری مقادیر قابل توجهی فلزات سنگین را وارد هوا می کنند. هدف اصلی این پژوهش تعیین غلظت فلزات سنگین در گرد و غبار موجود در مرکز شهر تهران است. به همین منظور در پارک شهر و خیابانهای منتهی به آن، نمونه های گردوغبار از کنار جداول جمع آوری شده و غلظت فلزات سنگین در آنها تعیین شد. میانگین غلظت سرب، وانادیم، نیکل و کادمیم به ترتیب: ۷۰.۳۸، ۴۳.۹۰، ۳۹.۳۹ و ۲.۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد. شاخص زمین انباشت برای نیکل، ۰.۳۱۹ و وانادیم ۰.۵۱۴ که هر دو فلز در مرتبه غیر آلوده ولی برای کادمیم ۰.۹۶۹ در مرتبه آلودگی متوسط و سرب ۳.۶۷۲ که در مرتبه به شدت آلوده قرار می گیرد. شاخص آلودگی برای نیکل و کادمیم به ترتیب، ۱.۸۳۳ و ۱.۹۵۴ که در سطح آلودگی متوسط و وانادیم ۰.۷۷۲ که در سطح آلودگی پایین و سرب ۴.۱۶ در سطح بالای آلودگی قرار می گیرد. مصرف سوخت، سایش سطح جاده و لاستیک می تواند باعث ایجاد فلزات سنگین در گرد و غبار شود. سرب از منابعی نظیر بنزین سرب دار، روغن و ساییدگی لاستیک ها ناشی می شود.

#### کلمات کلیدی

فلزات سنگین، گرد و غبار، آلودگی، زمین انباشت، پارک شهر

## Determination of heavy metal concentrations (vanadium, lead, nickel, cadmium) in dust and comparison with pollution index and geoaccumulation index (Case Study: Downtown of Tehran)

Fainaz Hoseininezhad<sup>1</sup>, Azita Behbahania<sup>2\*</sup>, Nabiolah mansouri<sup>3</sup>

2\* Department of Environmental Science, Faculty of Agriculchre. Islamic Azad University, Roudehen Branch, Tehran, Iran

\*Email address: Behbahani@riau.ac.ir

#### Abstract

Heavy metals can be released on a large scale by bonding to dust particles. Urban vehicles transport significant amounts of heavy metals into the air. The main purpose of this study was to determine the concentration of heavy metals in dust in downtown Tehran. For this purpose, in the city park and on the streets leading to it, dust samples were collected from the tables and the concentrations of heavy metals were determined. The mean concentrations of lead, vanadium, nickel and cadmium were 70.38, 43.90, 39.39 and 2.80 mg / kg, respectively. Accumulation index for nickel, 0.319 and vanadium 0.514, both metals in non-contaminated grade but for cadmium 0.969 in moderate contamination grade and 3.672 in highly contaminated grade. The contamination indices for nickel and cadmium are 1.833 and 1.954 which are at medium level and vanadium 0.772 which are at low level of pollution and 4.16 lead at high level of pollution. Fuel consumption, road surface wear and tires can cause heavy metals in the dust. Lead comes from sources such as leaded gasoline, oil, and rubber wear.

#### Keywords

Heavy metals, Dust, Pollution, Geoaccumulation, City P

## ۱- مقدمه :

شدیدا مرتبط با تراکم ترافیک و وسایل نقلیه است ( شیخ مقدسی، ۱۳۸۷). در تحقیقی در زمینه بررسی آلودگی فلزات سنگین در غبارهای ترافیکی شهر مشهد و تعیین منشا آن نتایج نشان داد فلزات سنگین سرب و نیکل بیشتر منشا انسانی دارند ( بهروش و همکاران، ۱۳۹۴). وجود گرد و غبار و آلودگی آنها با فلزات سنگین و ورود به بدن انسان از راه تنفس یا پوستی می تواند مشکلاتی برای شهروندان که در این مناطق تردد می کنند، ایجاد شود. با توجه به منطقه پرتردد مرکز شهر تهران و وجود گرد و غبار در این مناطق و احتمال آلودگی آنها با فلزات سنگین، هدف از انجام این پژوهش بررسی آلودگی فلزات سنگین در گرد و غبار است و مقایسه با محاسبه شاخص های استاندارد زمین انباشت و آلودگی می باشد.

## ۲- روش انجام تحقیق

با مطالعات و بررسی های میدانی و میزان تردد خودروها در مرکز شهر تهران از منطقه پارک شهر و خیابانهای منتهی به آن، خیابان بهشت و خیام، شش منطقه جهت نمونه برداری در نظر گرفته شد. موقعیت ایستگاههای نمونه برداری در شکل ۱ و مشخصات آنها در جدول ۱ مشخص شده است.

جدول ۱ مشخصات ایستگاههای نمونه برداری واقع در پارک شهر و دو خیابان مورد بررسی (محقق، ۱۳۹۸)

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
S1	خیابان بهشت ۱	51° 24' 36.731"	35° 40' 53.984"	1150
S2	خیابان بهشت ۲	51° 24' 57.896"	35° 40' 52.227"	1150.01
S3	خیابان خیام ۱	51° 25' 3.956"	35° 40' 54.117"	1150
S4	خیابان خیام ۲	51+ 25' 4.625'	35° 40' 59.742"	1150.01
S5	پارک شهر ۱	51° 24' 38.361"	35° 40' 56.103"	1150.01
S6	پارک شهر ۲	51° 25' 2.926"	35° 40' 58.361"	1150.01

گرد و غبار منبع مهم فلزات سنگین به ویژه در محیط زیست شهری است. فلزات سنگین با اتصال به ذرات گرد و غبار می توانند در مقیاس وسیعی منتشر شوند. وسایل نقلیه شهری مقادیر قابل توجهی فلزات سنگین را وارد هوا می کنند. خاکها در امتداد بزرگراهها حاوی مقادیر زیادی از فلزات سنگین به خاطر دود حاصل از آگزوز و فرسودگی اجزای وسایل نقلیه است. فلزات سنگین موجود در گاز خروجی از خودروها، باعث آلودگی غباری میشوند که ناشی از ترافیک موجود در شهرهاست. فلزات سنگین تولید شده توسط آگزوز خودروها و سایش تایر استفاده از ترمز خودروها می توانند در گرد و غبارها و خاک های شهری رسوب کنند (Thrope & Harrison, 2008) انتشار فلزات سنگین از وسایل نقلیه یکی از منابع اصلی آلودگی فلزات در محیط های شهری حاصل از حجم بالای ترافیک است (شکوهیان و قاضی نژاد ۱۳۸۹) در تحقیقی که توسط سلطانی و همکاران در اصفهان در مورد فلزات سنگین در گرد و غبار شهری انجام شد، به این نتیجه رسیدند که آلودگی فلزی در گرد و غبار می تواند ناشی از فعالیت های مختلف انسانی از جمله ترافیک سنگین خودروها، احتراق سوخت های فسیلی، مواد افزودنی به سوخت خودروها و خوردگی سطوح فلزای خودروها باشد (سلطانی و همکاران ۱۳۹۴) در پژوهش دیگری در شهر کاشان به تغییرات مکانی فلزات سنگین در گرد و غبار پرداخته شد که نتیجه تحقیق نشان داد ترافیک و فعالیت های صنعتی احتمالا عامل اصلی افزایش غلظت فلزات سنگین در گرد و غبار شهر کاشان است (مردای و میرزایی، ۱۳۹۵). سرب از مهمترین عناصر موجود در خروجی آگزوز خودروهاست. سرب به طور طبیعی در محیط زیست وجود دارد. اما در اکثر موارد سرب موجود در طبیعت حاصل فعالیت های بشری است. به علت کاربرد سرب در بنزین، چرخه سرب غیر طبیعی شده است. در موتور ماشین، سرب می سوزد بنابراین نمکهای سرب ( کلرین، برمین، اکسیدها ) تشکیل می شوند. نمکهای سرب از راه آگزوز ماشین ها وارد محیط می شود. ذرات بزرگتر بلافاصله روی زمین ته نشین می شوند و خاکها و آبهای سطحی را آلوده می کنند و ذرات کوچکتر از طریق هوا مسافتهای طولانی را طی کرده و در جو باقی می ماند. بخشی از این سرب، به هنگام باران به زمین برمی گردد. چرخه سرب در اثر فعالیت های بشری نسبت به چرخه طبیعی، گسترده تر شده است. همین امر باعث آلودگی سرب در سرتاسر دنیا شده است (Wei et al, 2015). وجود نیکل در گرد و غبار شهری می تواند از منابع ترافیکی به ویژه از اصطکاک و سایش تایرهای وسایل نقلیه نشی شود (Christoforidis et al, 2009). بالا بودن غلظت فلزات سنگین در خاکهای نزدیک بزرگراهها و جاده ها نسبت به نمونه های خاکهای مناطق دورتر نشان می دهد خودروها منبع عمده فلزات سنگین هستند. چون آنها از احتراق سوخت های فسیلی، سایش تایرها، روغن های مکمل و سایر اجزای وسایل نقلیه حاصل می شوند ( بهبهانی نیا، ۱۳۸۸) در نتایج تحقیقی با ارزیابی کادمیم، نیکل و سرب در خاکهای استان گیلان نشان داد، افزایش غلظت نیکل در محیط شهری

که در آن  $C_n$  غلظت اندازه گیری شده در نمونه و  $B_n$  مقدار اندازه گیری شده در پوسته زمین است. شاخص زمین انباشت به صورت زیر رده بندی می شود:

$I_{geo} \leq 0$	غیر آلوده
$0 < I_{geo} \leq 1$	غیر آلوده تا آلودگی متوسط
$1 < I_{geo} \leq 2$	آلودگی متوسط
$2 < I_{geo} \leq 3$	آلودگی متوسط تا به شدت آلودگی
$3 < I_{geo} \leq 4$	به شدت آلوده
$4 < I_{geo} \leq 5$	به شدت تا بی نهایت آلوده
$5 < I_{geo}$	بی نهایت آلوده

ب: شاخص آلودگی (PI)

این شاخص با استفاده از فرمول زیر بدست می آید:

$$PI = C_n / B_n$$

که در آن  $C_n$  غلظت اندازه گیری شده در نمونه و  $B$  مقدار اندازه گیری شده در خاک غیر آلوده است. شاخص آلودگی بصورت زیر طبقه بندی می شود:

$PI \leq 1$	سطح آلودگی پایین
$1 < PI \leq 3$	سطح آلودگی متوسط
$PI > 3$	سطح آلودگی بالا

### ۳- نتایج

برای تعیین نرمال بودن توزیع داده ها، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف در نرم افزار SPSS استفاده شد نتایج این آزمون در جدول ۲ مشخص شده است. طبق جدول ۲ مقدار سطح معنی داری بدست آمده برای همه عناصر مورد مطالعه بیش تر از ۰/۰۵ است بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که توزیع داده ها نرمال می باشد.



شکل ۱ - موقعیت نقاط نمونه برداری بر روی نقشه (گوگل میپ، ۱۳۹۸)

از شش ایستگاه مشخص شده، دو ایستگاه در پارک شهر، دو ایستگاه در خیابان خیام و دو ایستگاه در خیابان بهشت قرار گرفته اند. از گردو غبار کنار جداول و دریچه های فاضلاب و مکان هایی که مدتی در آنجا گرد و غبار مانده بود نمونه برداری در دو تکرار صورت گرفت و جمعاً حدود ۴۰ نمونه خاک در سه ماه خرداد، تیر و مرداد ۱۳۹۸، جمع آوری شد. جهت مرحله هضم نمونه ها از اسید نیتریک و اسید کلریدریک استفاده شد (page et al, 1982) و با استفاده از دستگاه جذب اتمی سری FS AA240 اسپلنت، غلظت فلزات سنگین در نمونه ها تعیین شد.

### بررسی سطح آلودگی

سطح آلودگی فلزات سنگین در نمونه های گرد و غبار با استفاده از دو فاکتور شاخص زمین انباشت (Igeo) (Lue et al, 2009) و شاخص آلودگی (PI) (Nicholson et al, 2003) مورد بررسی قرار گرفت. یعنی مقدار هر فلز مشخص و با استانداردهای زیر مقایسه گردید:

### الف- شاخص زمین انباشت (Igeo)

این شاخص با استفاده از فرمول زیر بدست می آید:

$$I_{geo} = \log_2 [C_n / 1.5B_n]$$

متغیرهای تحقیق	(آماره کلموگروف اسمیرونوف) Z	(سطح معناداری تعریف شده) Sig(	(سطح معناداری بدست آمده) Sig(	نتیجه نرمالیتی
وانادیوم	۱.۴۳	۰.۰۵	۰.۱۶	نرمال
سرب	۱.۳۶	۰.۰۵	۰.۲۲	نرمال
نیکل	۱.۳۶	۰.۰۵	۰.۱۱	نرمال
کادمیوم	۱.۲۳	۰.۰۵	۰.۰۹	نرمال

جدول ۲: نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنوف

جدول ۴ غلظت عناصر در پوسته زمین یا خاکهای غیر آلوده را مشخص می کند برای محاسبه شاخص زمین انباشت از اعداد استاندارد در پوسته زمین و برای محاسبه شاخص آلودگی از اعداد استاندارد برای خاکهای طبیعی استفاده شد.

جدول ۴- غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در پوسته زمین (Taylor 1964) و خاک های طبیعی (USEPA 1983)

Metal	Natural Soils	crust
Pb	10	12.5
Cd	0.1	0.2
Ni	40	75
V	80	100

جدول شماره ۵ شاخص زمین انباشت فلزات سنگین برای میانگین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه را نشان می دهد. محاسبه شاخص زمین انباشت برای نیکل، 0.319، برای وانادیم 0.514 که هر دو فلز در مرتبه غیر آلوده ولی برای کادمیم 0.969 که نزدیک به یک و آلودگی متوسط را نشان می دهد. شاخص زمین انباشت برای سرب 3.672 که در مرتبه به شدت آلوده قرار می گیرد.

جدول ۵: شاخص زمین انباشت بر اساس میانگین غلظت فلزات سنگین

نام فلز سنگین	مقدار Igeo محاسبه شده	وضعیت آلودگی
کادمیم	$0 < I_{geo} \leq 1$	غیر آلوده تا آلودگی متوسط
نیکل	$0 < I_{geo} \leq 1$	غیر آلوده تا آلودگی متوسط
سرب	$3 < I_{geo} \leq 4$	به شدت آلوده
وانادیم	$0 < I_{geo} \leq 1$	غیر آلوده تا آلودگی متوسط

محاسبه شاخص آلودگی برای نیکل و کادمیم به ترتیب، 1.954 و 1.833، که در سطح آلودگی متوسط و برای وانادیم 0.772 در سطح آلودگی پایین و برای سرب 4.16 در سطح آلودگی بالا قرار می گیرد. (جدول شماره ۶)

میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه های گرد و غبار در ماههای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است بر اساس این جدول ترتیب غلظت فلزات سنگین به صورت کادمیم > نیکل > وانادیم > سرب به دست آمد. همانطور که در جدول مشخص است بیشترین مقدار کادمیم ۴.۴۳ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های گرد و غبار در تیرماه در ایستگاه شماره ۳ در خیابان خیام است و کمترین مقدار ۱.۱۷ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های تیرماه در ایستگاه شماره ۲ خیابان بهشت است و میانگین کادمیم در نمونه ها ۲.۸ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. بیشترین مقدار سرب ۹۳.۵۴ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های گرد و غبار در تیر ماه در ایستگاه شماره ۳ در خیابان خیام است و کمترین مقدار ۴۷.۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های تیرماه در ایستگاه شماره ۱ خیابان بهشت است و میانگین سرب در نمونه ها ۷۰.۸۳ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. بیشترین مقدار نیکل ۵۵.۲۸ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های تیرماه در ایستگاه شماره ۳ در خیابان خیام است و کمترین مقدار ۲۳.۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های تیرماه در ایستگاه شماره ۱ خیابان بهشت است و میانگین نیکل در نمونه ها ۳۹.۳۹ میلی گرم بر کیلوگرم تعیین شد. بیشترین مقدار وانادیم ۵۸.۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های گرد و غبار در تیر ماه در ایستگاه شماره ۴ در خیابان خیام است و کمترین مقدار ۲۹.۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به نمونه های خرداد در ایستگاه شماره ۵ در پارک شهر است و میانگین وانادیم در نمونه ها ۴۳.۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. (جدول ۳)

جدول ۳: میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه های گرد و غبار در ماههای مختلف بر حسب mg/kg

ایستگاه	مقدار	کادمیم	سرب	نیکل	وانادیم
S1	خرداد	1.25	47.25	23.50	45.25
	تیر	1.21	47.23	28.35	29.71
S2	مرداد	1.28	48.33	34.12	29.87
	خرداد	1.23	48.31	43.05	30.14
S3	تیر	1.17	48.39	25.47	29.71
	مرداد	1.33	69.38	28.15	30.12
S4	خرداد	2.45	89.35	49.25	45.05
	تیر	2.27	93.54	45.25	50.85
S5	مرداد	2.48	62.14	55.28	48.28
	خرداد	2.55	89.25	32.55	49.87
S6	تیر	4.43	79.45	48.25	58.23
	مرداد	2.34	82.05	55.25	38.58
بیشینه	خرداد	2.38	62.11	35.12	29.58
	تیر	1.25	58.32	30.25	30.15
کمینه	مرداد	1.28	63.15	28.05	44.08
	خرداد	1.33	69.32	45.05	29.65
میانگین	تیر	2.32	66.28	27.10	35.07
	مرداد	1.28	58.13	35.05	44.05
بیشینه		4.43	93.54	55.28	58.23
کمینه		1.17	47.23	23.50	29.58
میانگین		2.8	70.38	39.39	43.90

جدول ۶: شاخص آلودگی PI براساس میانگین غلظت فلزات سنگین

نام فلز سنگین	وضعیت آلودگی	مقدار PI
کادمیوم	سطح آلودگی متوسط	$1 < (1.954)PI \leq 3$
نیکل	سطح آلودگی متوسط	$1 < (1.833)PI \leq 3$
سرب	سطح آلودگی بالا	$(4.16)PI > 3$
وانادیوم	سطح آلودگی پایین	$(0.772)PI \leq 1$

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش در حدود ۴۰ نمونه گرد و غبار از منطقه مرکزی شهر تهران از جداول در پارک شهر و خیابانهای نزدیک آن بهشت و خیام برداشته شد. غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیم، نیکل و وانادیوم در نمونه ها تعیین شد. نتایج نشان می دهد، غلظت فلزات سنگین در نمونه های گرد و غبار خیابان خیام فلزات سنگین بیشتر از پارک شهر و خیابان بهشت مشاهده شد. تردد بیشتر وسایط نقلیه در خیابان خیام و ترافیک بیشتر این منطقه احتمالاً می تواند دلیلی بر بالا بودن غلظت فلزات سنگین در ایستگاههای خیابان خیام باشد. تفاوت قابل ملاحظه ای بین غلظت فلزات سنگین در ایستگاههای مورد نظر در ماههای مورد مطالعه به دست نیامد. مقایسه نتایج با شاخص زمین انباشت نشان دهنده آلودگی شدید سرب در گرد و غبار و آلودگی متوسط کادمیم است. از نظر شاخص آلودگی نیز سرب دارای آلودگی شدید و نیکل و کادمیم آلودگی متوسط دارند. به نظر می رسد وجود فلزات سنگین در گرد و غبار در این منطقه بیشتر مربوط به حجم و ترافیک خودروهاست. افزایش مصرف سوخت، پایین بودن کیفیت سوخت، سایش سطح لاستیک ها باعث رها شدن فلزات سنگین در غبار ترافیکی که بر روی خاک رسوب می کند، می گردد بالا بودن سرب نیز در گرد و غبار شهری از منابعی نظیر بتزین سرب دار، روغن های مکمل حاصل می شود. در تحقیقی توسط بهروش (۱۳۹۲) آلودگی فلزات سنگین در غبارهای ترافیکی مشهود همه نمونه ها سطح بالایی از آلودگی

سرب و روی نشان دادند و نیکل و مس سطح آلودگی متوسطی نشان دادند. که با نتایج این تحقیق در زمینه آلودگی سرب مشابه است. در تحقیق دیگری توسط سلمان زاده (۱۳۹۱) در زمینه آلودگی فلزات سنگین در غبارهای ته نشین شده خیابانی شهر تهران در منطقه شرق و جنوب، بیشترین غلظت فلزات سنگین در بزرگراه باقری به دست آمد که یکی از پرترددترین بزرگراههای تهران است. تحلیل نتایج نشان داد، آلودگی می تواند ناشی از فعالیت های مختلف انسانی از جمله ترافیک سنگین خودروها، احتراق سوخت های فسیلی، مواد افزودنی به سوخت خودروها، خوردگی سطوح فلزی اتومبیل ها و خوردگی مصالح ساختمانی باشد. مقادیر ضریب غنی سازی فلزات مس، کادمیم، سرب و روی، غنی شدگی بشدت زیاد و منشاء انسانی این عناصر نشان داد. در پژوهشی توسط بهبهانی نیا (۱۳۸۸) آلودگی فلزی حاصل از سوخت های فسیلی در خاکهای سطحی اطراف جاده تهران- دماوند بررسی شد و نتایج نشان داد، خاکهای نزدیکتر به جاده دارای آلودگی سرب و کادمیم بیشتری هستند. در تحقیق دیگری در مورد فلزات سنگین در هوای شهری در منطقه شهر ری نتایج حاکی از آن است که میانگین سالانه غلظت فلزات کروم، نیکل و کادمیم در تمامی ایستگاهها و فلز سرب، در ایستگاههای صنعتی، بالاتر از حد استاندارد ملاک عمل بوده است ولی این ایستگاهها، نسبت به انتشار سالانه فلزات مس و جیوه در شرایط مطلوبی قرار داشته اند (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۵)، که بالا بودن غلظت سرب با این تحقیق مشابه می باشد به نظر می رسد که سرب در ذرات معلق و گرد و غبار شهری تهران در مناطق مطالعه شده در پژوهش های مختلف بیشتر از حد استاندارد است. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه و به ویژه پارک شهر از مناطقی که افراد زیادی در آنها رفت و آمد دارند آلودگی گرد و غبار به فلزات سنگین می تواند مشکلاتی برای شهروندان ایجاد کند. گرد و غبار از راه تنفس و تماس پوستی ممکن است وارد بدن شوند و با توجه به عدم تجزیه پذیری آنها در بافت های خاصی انباشته شده و موجب بیماری های مختلفی برای شهروندان به ویژه کودکان گردد. بنابراین با توجه به نتایج شناسایی و کنترل منابع آلاینده هایی چون فلزات سنگین در گرد و غبار به منظور پیگیری از آلودگی ناشی از آنها نیازمند توجه بیشتر می باشد.

#### منابع

- Behravesht F, Mahmoodi M, Ghasemzade F, Avaz Moghaddam S. Investigation of Heavy Metal Pollution in Traffic Dust in Mashhad and Determination of Its Origin Using Combined Extraction Method. Journal of Earth Sciences. 2015, 24(95)/; 141-150(persion)
- Behbahaninia A. The investigation of metals pollution of fossil fuels in roadsides soils of Tehran-Damavand. Plant and Ecosystem. 2009, 17:45-57 (persion)
- Christoforidis, A. & Stamatis, N., 2009- Heavy metal contamination in street dust and roadside soil along the major national road in Kavala's region. Greece Geoderma, 151, pp. 257-263.
- Elik, A., 2003- Heavy metal accumulation in street dust samples in Sivas. Communications in Soil Science and Plant Analysis 34, 145-156

- Lu, X., Wanga, L., Lei, K., Huang, J. & Zhai, Y., 2009- Contamination assessment of copper, lead, zinc, manganese and nickel in street dust of Baoji, NWChina. *Journal of Hazardous Materials* 161, pp. 1058–1062
- Moradi Q, Mirzaee R. Spatial variation of heavy metals in street dust of Kashan City. *Iranian Journal of Health and Environment*.2017 ;( 4):443-456(persion)
- Nicholson F, Smith S, Alloway B, Carlton-Smith C, Chambers B. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. *Science of the Total Environment*. 2003; 311(1):205-19.
- Page, A. L., Miller, R. H. & Keeney, D. R., 1982- "Methods of soil analysis", Madison, Wisconsin, USA
- Soltani N, Keshavarzi B, Moore F, Tavakol T, Lahijanzadeh AR, Jaafarzadeh N, et al. Ecological and human health hazards of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in road dust of Isfahan metropolis, Iran. *Science of the Total Environment*.2015; 505:712-23.(persion)
- Salmanzadeh m, Saeedi M, Nabibidhendi Gh. Heavy metal contamination in sedimentary street dust in Tehran and their ecological risk assessment. *Journal of Environmental Studies*, 1391, 38(61): 9-18(persion)
- Saeedi L, Hajihadi M, Rastegar M. Determination of heavy metal concentrations in urban air. *Environmental Science Studies*.1395, 1(1):23-36(persion)
- Shokohian M, Ghazinejad M. Traffic and its role in environmental pollution. 5th National Congress of Civil Engineering, 2010, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran(persion)
- Sheikh Moghaddasi Z. Geostatistical Evaluation of Lead, Nickel and Cadmium in Soils of Guilan Province Thesis of Master of Science, University of Guila. 2008(persion)
- Taylor, S. R., 1964- Abundance of chemical elements in the continental crust. *Australian National University, Canberra Geochimicuet Cosmochimicn Acta* 1964, Vol. 28, pp. 1273 to 1285.
- Thrope, A.Harrison R.M. Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: areview science total environmental. 2008, 400(1-3): 270-282
- USEPA- Office of Solid Waste and Emergency Response, Hazardous Waste Land Treatment SW-874 (April 1983), page 273.
- Wei X, Gao B, Wang P, Zhou H, Lu J. Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2015; 112:186-92.