

بررسی آلودگی سرب خاک ناشی از تردد وسایل نقلیه در محدوده پناهگاه حیات وحش قمیشلو

لیلا دواشی*^۱، حمیدرضا عظیم‌زاده^۲، شایسته دادفرنی^۳، سید رحمان دانایی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه یزد hazimzadeh@yazd.ac.ir
۳. استاد دانشکده شیمی، دانشگاه یزد studfarnia@yazduni.ac.ir
۴. رئیس اداره حفاظت محیط زیست شهرستان اصفهان srd169@yahoo.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۲/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۱/۳/۲۳

چکیده

سرب به‌منزله فلزی غیرضروری، منبع و منشأ سمیت محیط‌زیست و انسان است. هدف از مطالعه حاضر تعیین غلظت سرب در غبار کف جاده و حاشیه اطراف در پناهگاه قمیشلو با مساحتی حدود ۱۲۰ هزار هکتار است. این منطقه را چهار جاده در اطراف محصور کرده است. بار ترافیکی محور جنوبی ۱۹۰۰۰ - ۳۶۰۰۰ خودرو در روز گزارش شده است. در این منطقه، ۱۲ نمونه غبار کف جاده و ۷۲ نمونه خاک از فواصل ۳، ۲۰ و ۵۰ متری از دو طرف جاده از عمق ۵ سانتی‌متر سطحی جمع‌آوری شد. سرب نمونه‌ها با روش ایزو ۱۱۴۶۶ استخراج و با دستگاه جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شد. غلظت سرب غبار کف جاده مناطق پرتراffیک $109/28 \pm 800/17$ و مناطق کم‌ترافیک $582/28 \pm 71/28$ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. علاوه بر آن، آزمون تجزیه واریانس نشان داد اختلاف غلظت سرب در مناطق مختلف پر و کم‌ترافیک معنی‌دار است ($P=0/005$). نسبت متوسط غلظت سرب مناطق پرتراffیک به کم‌ترافیک غبار، حاشیه‌های ۳، ۲۰ و ۵۰ متری به ترتیب ۱/۳۷، ۱/۹۷، ۱/۴۲ و ۱/۴۰ به دست آمد. بنابراین، تردد در جاده عامل اصلی منشأ سرب در جاده و حاشیه آن است. نتایج نشان داد غلظت سرب با دور شدن از جاده کاهش معنی‌داری دارد. نتایج گویای تأثیر معنی‌دار جاده تا محدوده ۲۰ متری در حاشیه منطقه است و اختلاف غلظت در فواصل دورتر معنی‌دار نیست. دو شاخص انباشت زمینی و آلودگی برای بیان کلاس آلودگی محدوده مورد مطالعه استفاده شد. بررسی شاخص نشان می‌دهد غبار جاده در کلاس آلودگی زیاد است. خاک حاشیه ۳ متری دارای دامنه‌ای از کلاس‌های غیرآلوده تا آلودگی متوسط است. شاخص I_{poll} در حاشیه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری با I_{geo} در حاشیه‌هاست ($P=0/001$). بیش از ۲۲/۴ درصد از نقاط مورد مطالعه دارای سهم آلودگی انسان ساخت بین ۱۰۰ - ۷۵ درصد از کل آلودگی است.

کلیدواژه

پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو، سرب، شاخص تجمع زمینی، شاخص آلودگی، غبار.

۱. سرآغاز

تولید آلاینده‌های فلزات سنگین در شهرها به شمار می‌روند. این آلاینده‌ها به صورت ذرات از آگروز یا دیگر اجزای خودرو وارد محیط می‌شوند. فلزات سنگین مانند سرب از منابع مهم آلودگی خاک در محیط‌های شهری محسوب می‌شوند (رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹).

خاک به‌منزله یکی از اجزای محیط‌زیست از مهم‌ترین دریافت‌کنندگان پسماندهای صنعتی و کشاورزی است. سرب حاصل از سوخت وسایل نقلیه مهم‌ترین و بیشترین منبع آلوده‌کننده محیط است. خودروها اغلب منبع اصلی

موجود بود که شاخص IPI نیز آلودگی بالای نمونه‌ها را تأیید کرده است (Wei & Yang, 2010).

Khairy و همکاران (2011) به بررسی سرب نمونه‌ای گرد و غبار در مصر پرداختند. نتایج نشان داد مقدار سرب در مکان‌های با بار ترافیکی بالا در دامنه ۷۱۰-۱۷۴ ppm تغییر می‌کند. این مقاله شاخص I_{geo} را برای تعیین سطوح آلودگی خاک معرفی کرد. ordonez (2002) توزیع فلزات سنگین در گرد و غبار خیابان و خاک‌های منطقه صنعتی شمال اسپانیا را با حدود ۱۱۲ نمونه غبار و ۴۰ نمونه خاک بررسی کرد و مقدار فلز سنگین سرب در غبار و خاک به ترتیب ۹۶۴ - ۳۳۰، ۱۱۶۰ - ۵۴ و میانگین آن ۵۱۴ و ۱۴۹ میکروگرم بر گرم گزارش کرد.

بررسی‌های faiz و همکاران (2009) در مطالعه شاهرآه اسلام‌آباد از ۱۳ نقطه غبار و ۴ نمونه خاک نشان داد کمترین غلظت سرب مربوط به مناطق کم‌ترافیک و بیشترین غلظت مربوط به مناطقی است که بار ترافیکی بالایی دارد. متوسط مقدار سرب در غبار ۱۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در نمونه‌های خاک ۶۲/۵ ppm گزارش شد. بیشترین I_{geo} ۰/۸۶ و کمترین آن ۰/۶۴ - به دست آمد.

Xinwei Lua و همکاران (2009) در مقاله «ارزیابی آلاینده‌گی مس، سرب، روی، منگنز و نیکل در گرد و غبار خیابان بائوجی چین» دریافتند که غلظت مس، سرب، روی، منگنز و نیکل در گرد و غبار جاده نسبت به خاک بیشتر است. همچنین با بررسی شاخص‌های آلودگی (نسبی) PI^2 تجمعی آلودگی IPI^3 عنوان کردند غبار خیابان دارای آلودگی شدید است. همچنین در این منطقه شاخص زمین شیمیایی I_{geo} نشان داد آلودگی سرب بیش از روی و روی بیش از نیکل است. شاخص I_{geo} برای عناصری همچون سرب، روی و نیکل حدود ۳/۱۹، ۲/۸۵ و ۰/۱۷ به دست آمده است. ترکیب و کمیت گرد و غبار اطراف جاده‌ها شاخص‌های آلودگی محیط‌زیست است. بنابراین، مطالعه این گرد و غبار نقش تعیین‌کننده‌ای در

سرب فلزی غیرضروری برای بدن است، به طوری که وجود هر مقدار از آن در بدن بیانگر آلودگی به این عنصر است. سرب در سلول‌ها جایگزین کلسیم می‌شود و فعالیت اعضای بدن را مختل می‌کند. همچنین باعث اختلال در عملکرد کلیه و کبد، آسیب به اعضای تناسلی و دستگاه تولید مثل، کم‌خونی، کاهش بهره‌ هوشی و بروز عوارض متابولیکی می‌شود (یاسایی و همکاران، ۱۳۸۹).

بهبهانی‌نیا (۱۳۸۶) در بررسی آلودگی فلزی حاصل از سوخت‌های فسیلی در خاک‌های اطراف جاده تهران - دماوند به این نتیجه رسید که با افزایش فاصله از جاده، غلظت سرب در نمونه‌ها کاهش می‌یابد. همچنین مقدار سرب از ۳ تا ۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است.

تائبی و همکاران (۱۳۸۶) با نمونه‌برداری از خاک آبراهه‌ها و فاصله ۵۰ متری حاشیه خیابان‌های اصفهان، میانگین غلظت سرب را در آبراهه‌ها و فاصله ۵۰ متری حدود ۲۲۰/۸۶ و ۱۲۶/۸۲ به دست آوردند. همچنین میانگین غلظت سرب در سایت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند که ناشی از اختلاف در عوامل ترافیکی است.

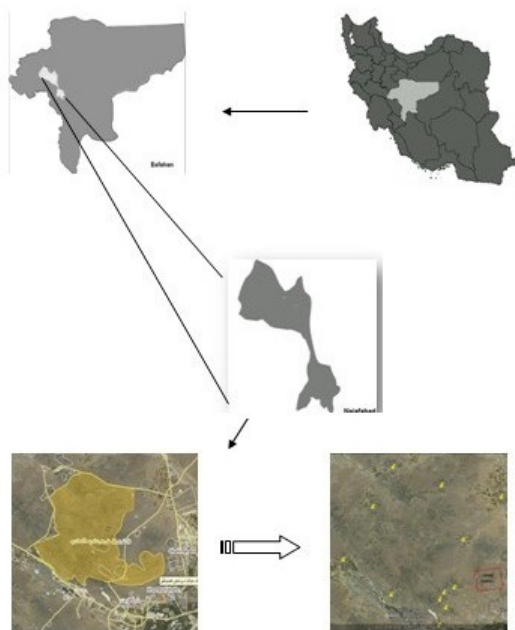
آلودگی خاک ناشی از سرب در حاشیه و اراضی مجاور بزرگراه‌های تهران - اصفهان (دلیجان)، رشت - انزلی، کلاچای - رامسر در فواصل و اعماق مختلف از جاده، عیار سرب در خاک‌های کرج، دلیجان، انزلی به ترتیب ۸۰۰ - ۲۷، ۲۲۷ - ۲۲، ۱۸۷ - ۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد (رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹).

نتایج مطالعه در کشور چین روی آلودگی خاک از نظر فلزات سنگین نشان داد در غبار جاده شهری و خاک‌های کشاورزی مقدار عناصر کروم، نیکل، مس، سرب و روی بیش از مقدار استاندارد است. همچنین محاسبه شاخص انباشت زمینی^۱ (I_{geo}) بیانگر گستردگی آلودگی خاک‌ها و نمونه‌های غبار به فلزات سنگین بود. عناصری همچون مس، سرب و روی بیش از سایر فلزات در این نمونه‌ها

۲. مواد و روش بررسی

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

پناهگاه حیات وحش قمیشلو در ۴۵ کیلومتری شمال غرب اصفهان قرار دارد. این منطقه از شمال به جاده ارتباطی علویجه، از غرب به جاده ارتباطی حسینیجه، حسین آباد، میرآباد و محمدیه، از جنوب به جاده ارتباطی تندران، ورپشت و تیران و از شرق به دشت‌های کشاورزی جهادآباد محدود است. این محدوده در موقعیت جغرافیایی $50^{\circ}52'32''$ تا $51^{\circ}28'09''$ طول شرقی و $32^{\circ}43'05''$ تا $33^{\circ}04'08''$ عرض شمالی به مساحت $85647/63$ هکتار واقع شده است. حداقل ارتفاع منطقه 1687 متر در بخش غربی حوزه و حداکثر ارتفاع 2767 متر در بخش جنوبی حوزه است. شکل ۱ موقعیت منطقه را نشان می‌دهد. منطقه قمیشلو از جهت شرق به آزادراه کنارگذر غرب اصفهان و در جهت جنوب به جاده نجف‌آباد تیران منتهی می‌شود که این دو جزء جاده‌های پرتردد به شمار می‌روند. در غرب منطقه جاده دهق - علویجه و در جهت شمال جاده شهرک صنعتی علویجه قرار دارد که نسبت به دو جاده دیگر تردد کمتری دارند. منطقه را می‌توان به دو قسمت کم‌ترافیک و پرترافیک تقسیم‌بندی کرد.



شکل ۱. موقعیت منطقه قمیشلو

مشخص کردن منشأ توزیع و سطح فلزات سنگین دارد (Lu, et al., 2009)

Skrbic و همکاران (2010) در بوسنی و هرزگوین مقدار فلزات سنگین را در خاک، غبار و پوسته درختان در دو فاصله مختلف از جاده مطالعه کردند. در بررسی انجام‌شده، نمونه‌های خاک و غبار از فواصل $0/5$ و 100 متری برداشت شدند.

کرباسی و همکاران (۱۳۸۷) در برآورد سهم طبیعی و انسان‌ساخت عناصر سنگین در رسوبات رودخانه جاجرود از دو شاخص انباشت زمینی (I_{geo}) (Muller, 1979) و شاخص آلودگی (I_{poll}) استفاده کردند. همچنین در بررسی‌های آلودگی Hosseini Alhashemi و همکاران (2012) دو شاخص انباشت زمینی و آلودگی (انسان‌ساخت) برای تفکیک سهم آلودگی‌های طبیعی و انسان‌ساخت تالاب شادگان به کار گرفته شده است.

Ghiyasi و همکاران (2010) در بررسی فلزات سنگین اطراف کارخانه آلومینیوم‌سازی اراک با استفاده از شاخص I_{poll} غلظت آلاینده‌های مختلف را بررسی کردند. Kargar و همکاران (2010) به بررسی وضعیت آلودگی سد باطله میدوک کرمان پرداختند. در این بررسی از شاخص‌های مختلف برای تعیین سطح آلودگی هر عنصر آلاینده و همچنین آلودگی تجمعی استفاده شده است.

Vesali Naseh و همکاران (2012) در تالاب انزلی و shaker و همکاران (2009) نیز در جنوب شیراز از شاخص‌های انباشت زمینی (I_{geo}) و شاخص آلودگی (I_{poll}) در تفکیک آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسان و فرایندهای طبیعی استفاده کردند.

هدف از مطالعه حاضر تعیین غلظت سرب در غبار کف جاده و حاشیه اطراف آن در دو بخش پر و کم‌ترافیک محدوده پناهگاه حیات وحش قمیشلو است. از دیگر اهداف، بررسی و تفکیک آلودگی سرب طبیعی و انسان‌ساخت در محدوده ذکر شده است.

۲.۲. روش تحقیق

اطلاعات ترافیکی مربوط به جاده‌های اطراف قمیشلو از سازمان حمل و نقل و پایانه استان اصفهان به دست آمد. از جاده اطراف پناهگاه به طول ۱۷۰ کیلومتر شامل محور تیران - نجف‌آباد، دهق - علویجه، جاده شمال شهرک صنعتی علویجه و آزادراه کنارگذر غرب اصفهان نمونه‌برداری شد. فاصله احداث ترانسکت‌های عمودی بر جاده ۱۵ کیلومتر و فقط برای بخشی از جاده که محدوده پناهگاه را قطع می‌کرد، ترانسکت‌ها با فاصله پنج کیلومتر انتخاب شد.

نمونه‌برداری خاک به روش خطی انجام شد که در آن ۶ نمونه (۳ نمونه از هر طرف جاده) روی خطی عمودی بر محور خیابان انتخاب شد، به گونه‌ای که از جاده در حاشیه ۳، ۲۰ و ۵۰ متری قرار گرفت. از نقطه مرکزی مستقر در جاده یک نمونه غبار جمع‌آوری شد. شکل ۲ موقعیت نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. در مجموع ۱۲ نمونه غبار و ۷۲ نمونه خاک به آزمایشگاه انتقال یافت و طبق استاندارد ایزو ۱۱۴۶۶ آماده‌سازی شد. در کلیه مراحل نمونه‌برداری تمامی نکات کیفیت و صحت نمونه‌برداری رعایت شد.

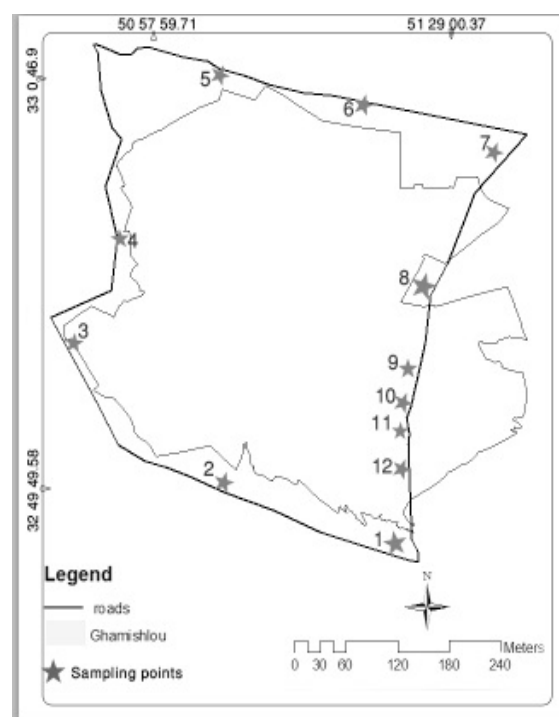
ابتدا تمامی ظروف استفاده‌شده و درخور شستشو به مدت ۶ ساعت در محلول رقیق‌شده اسیدنیتریک قرار داده شد تا از ایجاد خطا در نتایج جلوگیری شود. سپس ۳ گرم از نمونه غبار یا خاک از الک ۲۵۰ میکرون عبور داده شد. ابتدا در ۲۱ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک، سپس ۷ میلی‌لیتر اسیدنیتریک هضم شد. پس از ۱۶ ساعت نگهداری در دمای اتاق، به مدت ۲ ساعت با ملایمت در دستگاه هضم سرپوش‌دار حرارت داده شد. سپس نمونه با استفاده از کاغذ صافی واتمن صاف و با ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر به حجم رسانده شد. غلظت فلزات سنگین نمونه‌ها با دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مدل Analytic jena-350 اندازه‌گیری شد. داده‌ها نیز با نرم‌افزار SPSS v.16 تجزیه و تحلیل شد. اختلاف غلظت سرب نمونه‌ها به تفکیک مناطق کم‌ترافیک و پرترافیک مشخص شد. بدین منظور بر اساس نرمال یا غیر نرمال بودن داده‌ها آزمون‌های تجزیه واریانس و روش‌های غیرپارامتری نظیر من - ویتنی و کراسکال والیس به کار رفت.

برای طبقه‌بندی وضعیت آلودگی از شاخص انباشت زمینی^۴ (I_{geo}) - که Muller در سال ۱۹۷۹ ارائه کرد - و شاخص آلودگی I_{poll} (کرباسی و همکاران، ۱۳۸۷) استفاده شد (خیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ وی و یانگ، ۲۰۱۰).

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{1.5B_n} \right) \quad (1)$$

$$I_{poll} = \log_2 \left(\frac{C_n}{B_n} \right) \quad (2)$$

در این شاخص C_n ، غلظت سرب اندازه‌گیری شده و B_n ، کمترین غلظت سرب اندازه‌گیری شده در بین نقاط یا غلظت زمینه ناشی از ژنز زمین‌شناختی است. طبقه‌بندی آلودگی شاخص انباشت زمینی بر اساس جدول ۱ انجام شد.



شکل ۲. موقعیت نقاط نمونه‌برداری

شده است که ۸۲/۸ درصد آن را سواری و وانت تشکیل می‌دهد. جدول ۲ غلظت سرب موجود در غبار و خاک را نشان می‌دهد.

آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد اختلاف معنی‌داری بین مناطق کم و پرترافیک از لحاظ غلظت سرب غبار جاده وجود دارد ($P=0/005$). بررسی میانگین نقاط نمونه‌برداری (شکل ۲) از نظر ترتیب غلظت عبارت‌اند از: ۱، ۲، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ در محور پرترافیک بزرگراه و تیران- نجف‌آباد دارای غلظت سرب بیشتر و نقاط ۳، ۴، ۵ و ۶ - که جزء محورهای کم‌ترافیک‌اند- آلودگی به نسبت کمتری دارند (شکل ۲).

جدول ۲ غلظت سرب در مناطق پر و کم‌ترافیک را نشان می‌دهد. در مجموع غلظت سرب در غبار و خاک حاشیه‌های جاده مناطق پرترافیک از کم‌ترافیک منطقه بیشتر است (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶).

جدول ۱. طبقه‌بندی کیفی شاخص تجمع زمینی

کلاس آلودگی	طبقه کیفی آلودگی	شاخص تجمع زمینی (I_{geo})
صفر	غیرآلوده	کمتر از صفر
۱	غیرآلوده تا متوسط	۰-۱
۲	متوسط	۱-۲
۳	متوسط تا زیاد	۲-۳
۴	زیاد	۳-۴
۵	زیاد تا خیلی زیاد	۴-۵
۶	خیلی زیاد	بیشتر از ۵

۳. نتایج

۱.۳. مقایسه مناطق پرترافیک و کم‌ترافیک

اطلاعات ترافیکی در آزادراه کنارگذر غرب اصفهان به شرح زیر است: تردد در این منطقه به حدود ۳۶۵۰ خودرو در روز می‌رسد. در جاده تیران - علویجه در شهر یور ۱۳۹۰ آمار تردد ۲۴ ساعته ۱۹۰۴۰ خودرو در روز ثبت

جدول ۲. غلظت سرب غبار و خاک مناطق پر و کم‌ترافیک

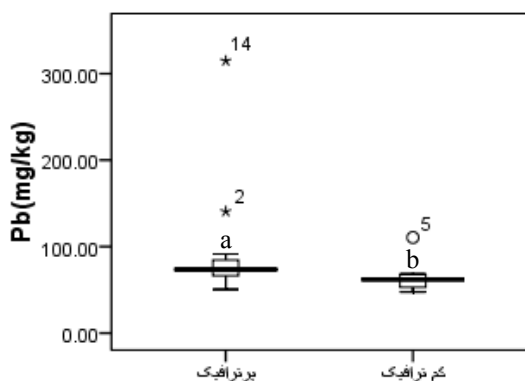
$\mu \pm \text{stdv}$	حداکثر	حداقل	تعداد نمونه	نمونه
				بار ترافیک
غبار				
$582/28 \pm 71/28$ ^{a*}	۶۷۵/۲۷	۵۱۹/۲۸	۴	کم‌ترافیک
$80/17 \pm 10/28$ ^b	۹۰۸/۵۸	۶۳۷/۲۷	۸	پرترافیک
حاشیه ۳ متری جاده (کل نمونه‌ها)				
$67/56 \pm 7/90$ ^a	۸۳/۱۶	۵۹/۲۶	۸	کم‌ترافیک
$132/35 \pm 75/50$ ^b	۳۲۶/۰۰	۷۵/۲۳	۱۵	پرترافیک
حاشیه ۲۰ متری جاده (کل نمونه‌ها)				
$63/31 \pm 11/14$ ^a	۸۰/۴۶	۴۷/۵۳	۸	کم‌ترافیک
$94/90 \pm 58/06$ ^b	۲۸۴/۵۷	۵۴/۳۳	۱۶	پرترافیک
حاشیه ۵۰ متری جاده (کل نمونه‌ها)				
$65/36 \pm 19/77$ ^a	۱۱۰/۵۶	۴۷/۶۰	۸	کم‌ترافیک
$91/45 \pm 63/02$ ^b	۳۱۴/۸۷	۵۰/۵۳	۱۶	پرترافیک

*حروف مختلف انگلیسی به مفهوم اختلاف معنی‌دار است

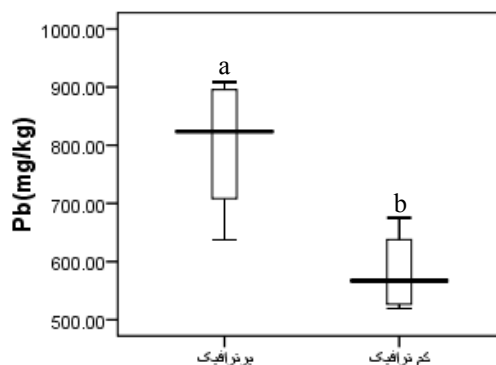
نتایج آزمون غیرپارامتری من - ویتنی نشان داد تفاوت بین ۸ نقطه پرترافیک و ۴ نقطه کم‌ترافیک در خاک حاشیه ۳ متری معنی‌دار است ($P=0/000$). از مقایسه بین مناطق کم و پرترافیک خاک ۲۰ متری حاشیه جاده، مقدار معنی‌داری (۰/۰۱۳) به دست آمد که نشان‌دهنده تفاوت بین این محدوده‌هاست. همچنین در خصوص خاک‌های حاشیه

غلظت سرب غبار خاک‌های حاشیه ۳، ۲۰ و ۵۰ متری به تفکیک مناطق پر و کم‌ترافیک مقایسه شد. داده‌های غبار به علت نرمال بودن با آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه بررسی شدند که نتایج نشان داد تفاوت بین ۸ نقطه پرترافیک و ۴ نقطه کم‌ترافیک در غبار جاده معنی‌دار است ($P=0/005$).

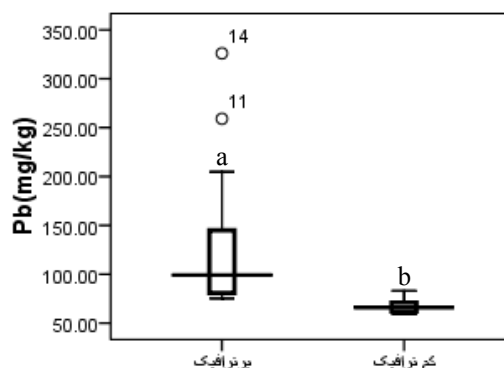
۵۰ متری سطح معنی داری ۰/۰۳۲ به دست آمد. در مجموع غبار و خاک فواصل سه گانه مورد بررسی از حاشیه جاده نشان دهنده اثر ترافیک در بار آلودگی سرب منطقه است. اشکال ۶ - ۳ مقایسه سرب موجود در غبار و حاشیه ها را به تفکیک مناطق کم و پر ترافیک نشان می دهند.



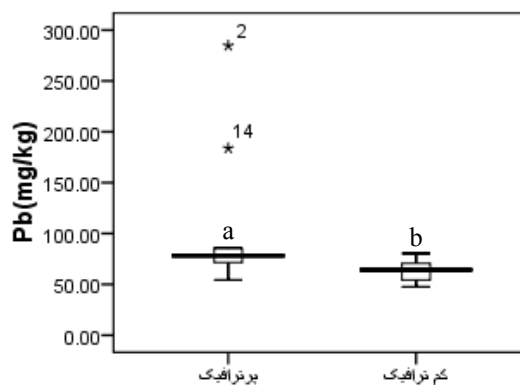
شکل ۶. مقایسه سرب حاشیه ۵۰ متری در مناطق پر و کم ترافیک



شکل ۳. مقایسه سرب غبار جاده در مناطق پر و کم ترافیک



شکل ۴. مقایسه سرب حاشیه ۳ متری در مناطق پر و کم ترافیک



شکل ۵. مقایسه سرب حاشیه ۲۰ متری در مناطق پر و کم ترافیک

۲.۳. مقایسه غبار کف جاده و حاشیه آن
مقایسه مقادیر سرب در غبار به روش تجزیه واریانس یک طرفه و خاک حاشیه جاده به روش کرومکال والیس نشان از اختلاف معنی دار سرب غبار جاده ($P=0/000$) و حاشیه های ۳، ۲۰ و ۵۰ متری ($P=0/029$) دارد.

جدول ۳ مقایسه آماری نتایج غلظت سرب در کل نمونه های غبار و حواشی جاده را نشان می دهد. همان گونه که در جدول آمده است، بین غبار و حاشیه ها اختلاف معنی داری وجود دارد. همچنین بین حاشیه ۳ متری با ۲۰ و ۵۰ متری غلظت سرب از لحاظ آماری معنی دار اندازه گیری شده است.

۳.۳. شاخص Igeo

کمترین غلظت اندازه گیری شده ($47/53 \text{ mg/kg}$) به منزله مقدار زمینه در نظر گرفته شد. بررسی شاخص نشان می دهد غبار جاده در کلاس آلودگی زیاد و خاک حاشیه ۳ متری دارای دامنه ای از کلاس های غیرآلوده تا آلودگی متوسط قرار دارد. البته دو نمونه وجود دارد که آلودگی متوسط و خیلی زیاد را نشان می دهد. دامنه شاخص آلودگی برای حاشیه های ۲۰ و ۵۰ متری تقریباً مشابه هم و در محدوده کلاس های غیرآلوده تا متوسط است. در این بخش نیز دو نمونه در محدوده متوسط تا زیاد واقع است.

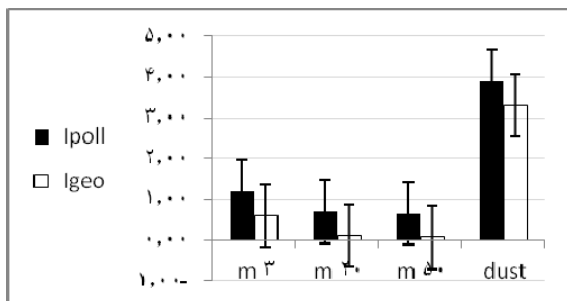
جدول ۳. غلظت سرب در نمونه‌های غبار و حواشی جاده

نمونه	تعداد	حداقل	حداکثر	$\mu \pm \text{stdv}$
غبار (کل نمونه‌ها)	۱۲	۵۱۹/۲۸	۹۰۸/۵۸	^a ۷۲۰/۲۱ ± ۱۳۹/۵۹
حاشیه ۳ متری جاده (کل نمونه‌ها)	۲۳	۵۹/۲۶	۳۲۶/۰۰	^b ۱۰۹/۸۲ ± ۶۸/۱۴
حاشیه ۲۰ متری جاده (کل نمونه‌ها)	۲۴	۴۷/۵۳	۲۸۴/۵۷	^c ۸۴/۳۷ ± ۴۹/۶۷
حاشیه ۵۰ متری جاده (کل نمونه‌ها)	۲۴	۴۷/۶۰	۳۱۴/۸۷	^c ۸۲/۷۵ ± ۵۳/۵۴

*حروف مختلف انگلیسی به مفهوم اختلاف معنی دار است

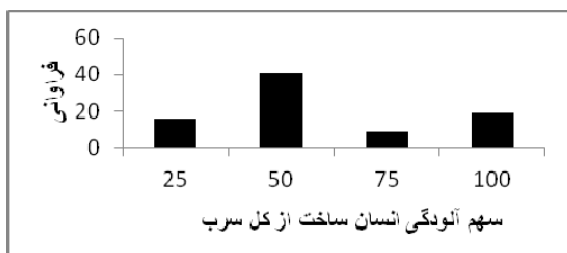
۴.۳. شاخص I_{poll}

شاخص I_{poll} نشان می‌دهد غبار جاده در کلاس آلودگی زیاد قرار دارد. در بین تمام نمونه‌برداری‌ها، ۵۸ نقطه در طبقه غیرآلوده تا متوسط، ۹ نقطه در طبقه آلودگی متوسط و ۵ نقطه در طبقه آلودگی متوسط تا زیاد قرار دارند. خاک حاشیه ۳ متری دارای دامنه‌ای از کلاس‌های غیرآلوده تا متوسط است و دو نقطه در طبقه آلودگی متوسط تا زیاد دارد. دامنه شاخص آلودگی برای حاشیه‌های ۲۰ و ۵۰ متری در محدوده غیرآلوده تا متوسط و متوسط است و هر حاشیه یک نقطه آلودگی متوسط تا زیاد دارد. مطابق آزمون کولموگروف اسمیرنوف، داده‌های I_{poll} نرمال است. آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان می‌دهد که ۳ حاشیه با یکدیگر تفاوت دارند ($P=0/001$) و آزمون توکی نشان داد که ۳ حاشیه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. حاشیه ۳ متری بیشترین مقدار شاخص I_{poll} را بین نمونه‌های خاک حاشیه دارد. حاشیه ۲۰ متری اختلاف معنی‌دار با حاشیه ۳ متری ندارد و حاشیه ۵۰ متری دارای اختلاف معنی‌دار است. شاخص I_{poll} در حاشیه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری با I_{geo} در حاشیه‌هاست ($P=0/000$). شکل ۷ نشان‌دهنده تفاوت ۲ شاخص در حاشیه‌هاست.



شکل ۷. تفاوت دو شاخص I_{geo} و I_{poll}

شکل ۸ فراوانی سهم آلودگی انسان‌ساخت را بین نقاط نمونه‌برداری نشان می‌دهد. نتایج نشان داد آلودگی انسان‌ساخت از کل آلودگی سرب در ۲۲/۴ درصد از نقاط ۱۰۰ - ۷۵ درصد آلودگی را به خود اختصاص داده است.



شکل ۸. فراوانی نسبی سهم آلودگی انسان‌ساخت سرب از کل آلودگی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

خاک در حکم جزء مهم محیط‌زیست، از مهم‌ترین دریافت‌کنندگان آلاینده‌های صنعتی و کشاورزی است. سرب حاصل از سوخت و وسایل نقلیه هنوز منبع آلوده‌کننده محیط محسوب می‌شود. املاح سرب به صورت ذرات جامد از آگروز یا دیگر اجزای خودرو وارد محیط می‌شوند.

بیش از ۱۰/۶ درصد نقاط مورد مطالعه دارای آلودگی سهم انسان‌ساخت بین ۷۵ - ۵۰ درصد از کل آلودگی را تشکیل داده است. بیش از ۴۸/۲ درصد نقاط سهم آلودگی انسان‌ساخت ۵۰ - ۲۵ درصد کل آلودگی و ۱۸/۸ درصد نقاط دارای سهم آلودگی انسان‌ساخت کمتر از ۲۵ درصد است.

است، اختلاف در حاشیه ۳ متری نیز معنی‌دار نیست. شاخص تجمع زمینی به عنوان معیار تفکیک کلاس‌های آلودگی سرب در غبار و خاک حاشیه دارای قدرت تفکیک مناسب است. به این ترتیب غبار جاده در کلاس زیاد و پس از آن حاشیه ۳ متری در آلودگی متوسط و ۲۰ تا ۵۰ متری دارای کلاس غیرآلوده تا متوسط قرار گرفت.

دامنه تغییرات شاخص تجمع زمینی به دست آمده در غبار جاده و خاک حاشیه در این محدوده با کلاس‌های حاصل از نتایج faiz و همکاران (۲۰۰۹) انطباق دارد. همچنین نتایج Ipoll نشان داد آلودگی انسان‌ساخت از کل آلودگی سرب در ۲۲/۴ درصد از نقاط ۱۰۰ - ۷۵ درصد آلودگی را به خود اختصاص داده است.

با اینکه استفاده از بنزین بدون سرب در دستور کار سازمان محیط زیست ایران قرار گرفته و تا حدودی نیز عملی شده، امید است با روند کاهش مصرف بنزین سرب‌دار به تدریج از تجمع آن در حاشیه‌ها و غبار کف کاسته شود. بی‌شک کاهش غلظت سرب در جاده‌های منطقه قمیشلو، به منزله مأوای حیات‌وحش حیواناتی چون آهو، قوچ و میش، ضروری است. بنابراین، لازم است تا با کاهش سطح ترافیک و تردد، از آلودگی سرب و سایر آلاینده‌های صوتی و نوری کاسته شود و خطر برخورد وسایل نقلیه با حیات‌وحش منطقه کاهش یابد.

یادداشت

- 1- Geo-accumulation Index
- 2- (Relative) Pollution Index
- 3- Integrating Pollution Index

چهار جاده منطقه مورد مطالعه را احاطه کرده است. جاده آزادراه اصفهان-تهران و نجف‌آباد-تهران پرترددترین جاده‌های این منطقه و جاده دهق-علویجه و جاده شمال منطقه جزء مناطق کم‌تردد محسوب می‌شوند. در مطالعه حاضر اندازه‌گیری سرب نشان از نقش ترافیک در افزایش سرب جاده‌های منطقه قمیشلو دارد. نسبت متوسط غلظت سرب مناطق پرتراфик به کم‌ترافیک غبار، حاشیه‌های ۳، ۲۰ و ۵۰ متری به ترتیب ۱/۳۷، ۱/۹۷، ۱/۴۲ و ۱/۴۰ به دست آمده است. بنابراین، ترافیک عامل اصلی و منشأ سرب منطقه تلقی می‌شود. جاده منشأ انتشار به محیط اطراف و شدت آلودگی آن تا ۷ برابر مقدار حاشیه جاده است. این نتیجه‌گیری با نتایج حاصل از تحقیقات ordonez و همکاران (۲۰۰۲)، رحمانی و همکاران (۱۳۷۹) و khairy و همکاران (۲۰۱۱) انطباق دارد.

مقایسه غلظت سرب در غبار و حاشیه جاده و کاهش معنی‌دار غلظت با دورشدن از جاده این موضوع را تأیید می‌کند. مقایسه نتایج، گویای تأثیر معنی‌دار جاده تا محدوده ۲۰ متری در حاشیه منطقه است. این در حالی است که اختلاف در محدوده‌های ۲۰ و ۵۰ متری معنی‌دار نیست. نتایج این بررسی با مطالعات تائبی و همکاران (۱۳۸۶) و رحمانی و همکاران (۱۳۷۹) هم‌خوانی دارد.

با آنکه معمولاً تردد و ترافیک در مناطق داخل پناهگاه حیات‌وحش می‌بایست کنترل‌شده و محدود باشد، اختلاف معنی‌داری بین غلظت سرب در غبار جاده محاسبه نشد. حاشیه جاده‌های داخل و خارج محدوده نیز دارای اختلاف معنی‌دار نبود. هرچند مقدار سرب حاشیه‌های دورتر از ۲۰ متری از حاشیه جاده دارای منشأ طبیعی و زمین‌شناختی

منابع

بهپهانی‌نیا، آ. ۱۳۸۶. بررسی آلودگی فلزی حاصل از سوخت‌های فسیلی در خاک‌های اطراف جاده تهران-دماوند، فصلنامه گیاه و زیست‌بوم، شماره هفدهم، بهار ۱۳۸۸.

رحمانی، ح.م، کلباسی، ش، حاج رسولی‌ها. ۱۳۷۹. آلودگی خاک به وسیله سرب حال از وسایل نقلیه در محدوده برخی از بزرگراه‌های تهران، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم، شماره چهارم.

کرباسی، ع.، ا. باغوند. م. معینی. ۱۳۸۷. برآورد سهم طبیعی و انسان‌ساخت عناصر سنگین در رسوبات رودخانه جاجرود، یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط.

یاسایی مهرجردی، غ. و همکاران. ۱۳۸۹. ارزیابی مقادیر سرب و کادمیم در شیر خام مناطق مختلف استان یزد، علوم غذایی و تغذیه، سال هفتم، شماره ۳

Faiz, Y., et al. 2009. Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan, *Microchemical Journal*, vol. 92, pp: 186-192

Ghiyasi, S., et al. 2010. Origin and concentrations of heavy metals in agricultural land around aluminium industrial complex, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol. 8, No. 3&4, pp: 1237-1240

Hosseini Alhashemi, A., et al. 2012. Accumulation and bioaccessibility of trace elements in wetland sediments, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10, No. 9, pp: 1625-163

Kargar, M., et al. 2012. An Investigation on As, Cd, Mo and Cu Contents of Soils Surrounding the Meyduk Tailings Dam, *Journal of Environmental Research*, vol. 6, No. 1, pp: 73-148

Khairy, M., et al. 2011. multielement determination by flame atomic absorption of road dust samples in delta region Egypt, *microchemical journal*, vol. 97, pp: 234-242

Lu, X., et al. 2009. Contamination assessment of copper, lead, zinc, manganese and nickel in street dust of Baoji, NW China, *Journals of Hazardous Materials*, 161

Muller, G. 1979. Heavy metals in the sediments of the Rhinechangessince 1971. *Umsch Wiss Tech* 79, pp: 778-783

Ordonez, A., et al. 2002. Distribution of Heavy Metals in the Street Dusts and Soils of an Industrial City in Northern Spain, *Environmental contamination and toxicology*, 44, pp: 160-170

Shaker, A., F., Moore, S., Modabberi. 2009. Heavy Metal Contamination and Distribution in the Shiraz Industrial Complex Zone Soil, South Shiraz, Iran, *World Applied Sciences Journal*, vol. 6, No. 3, pp: 413-425

Skrbic, B., S., Milovac, M., Mtavulj. 2012. multielement profiles of soil, road dust, tree bark and wood-rotten fungi collected at various distances from high-frequency road in urban area, *Journals of ecological indicators*, No. 13 pp: 168-177

VesaliNaseh, M., et al. 2012. Evaluation of Heavy Metal Pollution in Anzali Wetland, Guilan, Iran, *Iranian Journal of Toxicology*, Vol. 5, No. 15

Wei, B., L., Yang. 2010. A review of heavy metal contamination in urban road dusts and agricultural soils from China, *Microchemical journal*, NO. 94, pp: 99-107

Xinwei, L., et al. 2009. Contamination assessment of copper, lead, zinc, manganese and nickel in street dust of Baoji NW China, *Journals of Hazardous Materials*, vol. 161, pp: 1058-1062