بررسی آلودگی فلزی حاصل از سوخت‌های فسیلی در خاک‌های اطراف جاده تهران– دماوند

آزیتا بهبهانی‌نیا [۱]

چکیده

جاده تهران-دماوند در ابتدای جاده هراز یکی از پر رفت و آمدترین جاده‌های ایران می‌باشد. در بنزین، روغن، برخی مکمل‌های سوختی خودروها، فلزات سنگین وجود دارد.آلودگی فلزی خاک‌ها که بیش‌تر مربوط به سرب و کادمیم است، روی گیاه، دام، ذخایر آب‌های زیرزمینی و در نهایت انسان اثر می‌گذارد و آسیب‌های زیست محیطی برای اکوسیستم منطقه همراه خواهد داشت. برای همین بررسی میزان سطوح آلودگی سرب و کادمیم خاک‌های اطراف جاده، ازخاک‌های سه منطقه در مسیر جاده سرخه حصار، جاجرود، پردیس ازکنار جاده در فواصل ۰ ، ۱۰ ، ۵۰ متری در عمق‌های ۵ و ۱۵ سانتی‌متری خاک در فصل‌های بهار، تابستان و پاییز نمونه‌برداری شد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها تعیین شد و برای اندازه‌گیری فلزات سرب و کادمیم، نمونه‌ها در اسید نیتریک، هضم و سپس به وسیله دستگاه جذب اتمی غلظت فلزات مشخص شد. غلظت سرب در نمونه‌ها از ۳ تا ۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است که نشان‌دهنده‌ی آلوده بودن خاک در بعضی مناطق است. نتایج آماری حاصل از طرح با تعیین ضریب همبستگی بین خصوصیات خاک نشان می‌دهد که سرب با فاصله از جاده و بارندگی همبستگی منفی و دارای اختلاف معنی‌داری در حد ۰/۰۵ است. به عبارت دیگر با افزایش فاصله از محور اصلی جاده غلظت سرب در نمونه‌ها کاهش می‌یابد و با افزایش بارندگی نیز به دلیل شستشوی خاک توسط باران، سرب در خاک کاهش می‌یابد و کادمیم با عمق و بارندگی همبستگی منفی دارد. کادمیم بیش‌تر در قسمت‌های سطحی خاک تجمع می‌یابد.

کلمه‌های کلیدی: خاک - آلودگی- فلزات سنگین- سوخت‌های فسیلی- جاده.

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن. (E-Mail:Azitabehbahani@yahoo.com)

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: تابستان ۱۳۸۷

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

غلظت فلزات سنگین و عناصر سمی ناشی از سوخت‌های فسیلی می‌توانند اطلاعات با ارزشی در مورد سطوح آلودگی در مناطق شهری و صنعتی در اختیار قرار دهند چون در بیش‌تر موارد، این‌گونه غلظت‌ها گسترش فراوان این عناصر را از منابع انسانی معلوم می‌سازند، سرب به طور وسیع در آلودگی خاک‌های همه مناطق، به جز آن‌هایی که به دور از مناطق پرجمعیت و جاده‌های اصلی هستند، نقش دارد. پایداری این فلز در خاک زیاد و حرکت آن در خاک بسیار کند است و اغلب در سطح خاک انباشته می‌شود. وجود مراکز صنعتی و آموزشی مختلف در منطقه و سفرهای زیاد و انتقال کالا و محصولات توسط وسایل نقلیه سنگین می‌تواند دلایلی برای تردد زیاد خودروها در جاده تهران- دماوند در ابتدای جاده هراز باشد. دودهای خارج شده از وسایل نقلیه در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی می‌تواند سبب آلودگی خاک‌های منطقه شد. تردد بسیار زیاد در سال‌های اخیر، استفاده بیش از ظرفیت و عدم توجه به استانداردها و ارزیابی‌های زیست محیطی می‌تواند موجب افزایش آلودگی خاک و هوا شود. تحقیق‌های زیادی نشان داده است افزایش میزان سرب خاک می‌تواند به دلیل افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی باشد (Khaled, 2003 ; Basta, 1993 ; Albasel, 1985 ; Sposito, 1982).

با وجود این که استفاده از بنزین بدون سرب در دستور کار محیط زیست ایران قرار گرفته و تا حدودی نیز مورد عمل واقع شده است با این حال فلزات سنگین در قسمت‌های مختلف خودروها و هم‌چنین در مکمل‌های سوختی وسایل نقلیه سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد و فلزاتی مانند کادمیم از خطرهای سوخت‌های فسیلی است و تاکنون تولید بنزین بدون سرب به طور کامل نیز عمومیت پیدا نکرده است. علاوه بر این سرب و کادمیم دراثر تردد خودروها می‌توانند چندین سال در لایه‌های خاک تجمع یابند (Solmon & Hatford 1976).

تصاعد کادمیم در اثر استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌تواند تا صد برابر غلظت کادمیم خاک را افزایش دهد قسمت عمده کادمیم در ۳۰ سانتی‌متری خاک از سطح زمین تجمع می‌یابد (غضبان، ۱۳۸۱). خوشبختانه قابلیت حل، حرکت و قابلیت دسترسی بیولوژیکی سرب کم است اما غلظت سرب به ویژه در نزدیکی جاده‌ها برای سلامتی خطرناک می‌باشد (Alloway, 1990).

سرب در کنار جاده با فاصله ازجاده، حجم ترافیک، نزدیکی به سایر جاده‌های اصلی، سن جاده، جهت و شدت بادهای دایمی، فصل سال، اوضاع جوی، وضعیت طبیعی و جغرافیایی منطقه، کیفیت و کمیت بنزین مصرفی، نوع وسایل نقلیه، نوع خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی بستگی دارد. میزان آلودگی از خروجی اگزوز اتومبیل‌ها به

Archive of SID

www.SID.ir

کیفیت بنزین، میزان مصرف بنزین و حجم ترافیک به طور مستقیم ارتباط دارد که تغییر در هر یک سبب تغییر در آلودگی خاک کنار جاده می‌شود (Wazd, 2005).

سرب تنها آلاینده‌ای است که مطالعه‌های وسیعی بر روی گسترش آن در خاک‌ها انجام گرفته است و این آلودگی خاک‌ها نتیجه استفاده از ترکیبات آلکیل سرب به عنوان افزودنی ضد ضربه در بنزین می‌باشد (Smith, 1976).

با بررسی‌هایی که برای بررسی منابع سرب آلوده کننده‌ی خاک توسط ترکیبات ایزوتوپ سری صورت گرفته، مشخص شده است که آلودگی خاک در کنار جاده از خروجی اگزوز اتومبیل‌ها بوده است. در یک مطالعه حتی آلودگی از راه خروجی اتومبیل‌ها تا شعاع ۵۰ کیلومتری از جاده به دلیل جهت باد غالب صورت گرفته است. هم‌چنین در این مطالعه‌ها آمده است که ذرات درشت سرب خروجی از اتومبیل‌ها تا شعاع ۱۰۰ متری رسوب کرده اما نیمی از ذرات سرب به‌وسیله جریان‌های هوا تا شعاع بیش از ۲۰ کیلومتری از منبع انتقال یافته که این ذرات ریز بوده و توسط باران و برف در نهایت به سطح خاک بر می‌گردند (Ramos, 1994).

بررسی‌های زاخارین نشان داد که غلظت کادمیوم در خاک‌های اطراف جاده در دو حالت حجم بالاو کم دارای اختلاف معنی‌داری در حد ۱٪ بوده است (Zakharin, 2006).

Legret (۲۰۰۶) در ارزیابی وضعیت خاک‌های اطراف دو بزرگراه در انگلستان به این نتیجه رسید که غلظت‌های بسیار بالایی از سرب در ۵ سانتی‌متری اول خاک‌های حاشیه این بزرگراه‌ها وجود دارد. غلظت سرب در فاصله ۵ متری از بزرگراه بیش از حد مجاز این عنصر به‌دست آمد.

در بررسی که در رابطه با میزان ۹ فلز سنگین در خاک‌های اطراف جاده که در یکی از شهرهای اسپانیا، انجام گرفت از روش‌های آماری چند متغیره برای گروه‌بندی این عناصر بر اساس (Daine, 1970) سطح ترافیک جاده استفاده شد. یافته‌های این پژوهش نشان دادند که سرب و کادمیوم عناصری هستند که در دسته‌ای قرار می‌گیرند که منشأ آن‌ها در خاک‌های اطراف جاده ناشی از سوخت‌های فسیلی بوده است. سایر عناصر دسته‌ای دیگر را تشکیل دادند که منشأ آن‌ها غیر از سوخت‌های فسیلی است.

Korteliz (۲۰۰۴) غلظت سرب و کادمیوم را در فاصله چند متری از بزرگراه‌ها در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری کرد و یافته‌های به‌دست آمده را با نمونه‌های خاک در فاصله خیلی دورتر (حدود ۱ کیلومتر) به عنوان غلظت زمینه مقایسه کرد. نتایج یافته‌های وی نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در بین این دو دسته داده وجود دارد به

Archive of SID

www.SID.ir

طوری‌که اختلاف این دو غلظت در حد ۱٪ معنی‌دار بود. Sobotra & Tanda (۲۰۰۶) علاوه بر اندازه‌گیری غلظت سرب و کادمیوم در خاک‌های اطراف جاده، غلظت این دو عنصر را در سنگ بستر این مناطق نیز اندازه‌گیری کردند. این پژوهشگران اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ در غلظت این دو بین فواصل ۱۰ متری پیدا کردند. غلظت ناچیزی از این دو عنصر در نمونه‌های سنگ بستر منطقه به‌دست آمد. نتایج آن‌ها نشان داد که غلظت بالای سرب و کادمیوم در نمونه‌های خاک منطقه تنها ناشی از سوخت‌های فسیلی بوده است و سازندهای زمین شناختی منطقه نقشی در این رابطه ندارند. سالاری (۱۳۷۵) در بررسی میزان سرب اطراف خاک‌های بزرگراه کرج، غلظت بالای این عنصر را تا فاصله ۱۰ متری از سطح جاده به‌دست آورد. با افزایش فاصله از ۱۰ متر به بیش‌تر، کاهش چشمگیری در غلظت سرب مشاهده شد. هم‌چنین وی با مقایسه غلظت این دو عنصر در ساعت‌های پر و کم ترافیک بزرگراه، نشان داد که اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین این دو وضعیت بزرگراه وجود دارد. ترکیبات سرب در خاک خیلی پایدارند حتی اگر تمام تصاعدهای سرب در خاک به طور ناگهانی متوقف شود، آلودگی سرب در خاک برای مدت‌ها باقی خواهد ماند. بنابراین با توجه به موارد بالا، هدف اصلی این بررسی مشخص کردن غلظت‌های سرب و کادمیم در منطقه‌ی مورد مطالعه و ارتباط غلظت‌ها با حجم ترافیک، فاصله از جاده، میزان بارندگی و خصوصیات خاک و مقایسه‌ی آن‌ها با استانداردهای خاک می‌باشد.

مواد وروش‌ها

در مسیر جاده تهران - دماوند ۳ منطقه‌ی سرخه حصار، جاجرود و پردیس برای نمونه‌برداری انتخاب شد. نمونه‌برداری‌ها در ماه‌های فروردین، مرداد، آبان سال ۱۳۸۶ انجام گرفت. نمونه‌های خاک از فاصله ۰، ۱۰، ۵۰ متری شانه خاکی جاده در عمق‌های ۵ و ۱۵ سانتی‌متری برداشته شد. در هر نمونه‌برداری از هر ایستگاه ۶ نمونه خاک و از سه منطقه ۱۸ نمونه خاک و به طور کلی ۵۴ نمونه خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از خشک شدن در هوای آزمایشگاه، کوبیده شده و از الک ۲ میلی‌متری گذارنده شدند و در نمونه‌های خاک ویژگی‌هایی نظیر ، ظرفیت قابل تبادل کاتیون، بافت خاک، درصد رطوبت اشباع، درصد کربنات کلسیم و درصد pH مانند مواد آلی خاک اندازه‌گیری شدند و سپس در نمونه‌های خاک غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیم تعیین شدند. برای اندازه‌گیری بافت خاک از روش هیدرومتری براساس قانون استوک (تأثیر جرم و زمان در سقوط ذرات) استفاده شد و سپس با استفاده از مثلث بافت خاک، بافت نمونه‌ها تعیین شد.

Archive of SID

www.SID.ir

برای اندازه‌گیری اسیدیته خاک از نمونه‌ها گل اشباع تهیه و سپس از دستگاه استفاده شد (Klute 1986). برای درصد رطوبت اشباع، بر اساس اختلاف وزن نمونه در حالت خشک و اشباع تعیین شد و تعیین درصد مواد آلی نمونه‌های خاک به روش وایکلی - بلک انجام گرفت. برای تعیین ظرفیت قابل تبادل کاتیون‌ها از روش باور[1] با استفاده از محلول استات آمونیم و قرار دادن در سانتریفوژ و دستگاه فلیم فتومتر استفاده شد (Black, 1970).

برای تعیین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک، ۲ گرم از نمونه‌های خاک وزن شد و در فلاکس‌های درب‌دار قرار داده و ۱۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۴ نرمال به آن‌ها اضافه شد سپس نمونه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در حمام آب در دمای ۸۰ سانتی‌گراد قرار داده شدند پس از این مدت نمونه‌ها صاف شد و حجم آن‌ها با اسید نیتریک ۴ نرمال به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و به بطری‌های پلاستیکی منتقل شدند و توسط دستگاه جذب اتمی غلظت سرب و کادمیم در آن‌ها تعیین شد (Chang 1984).

برای اطلاع از میزان تردد وسایط نقلیه در منطقه‌ی مورد مطالعه به تفکیک نوع وسیله نقلیه، موتور، سواری، وانت بار، مینی بوس، اتوبوس، کامیون ، تریلی از اطلاعات پلیس راه جاجرود در ماه‌های مختلف از فروردین ماه تا بهمن ۱۳۸۶ استفاده شد و آمار میزان بارندگی ۱۰ سال اخیر نیز تهیه شد و محاسبه‌های آماری اطلاعات به‌دست آمده در تحقیق با نرم‌افزار Excel انجام شد و برای رسم نمودارهای مورد نظر از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

میانگین مشخصات خاک در فاصله‌ها و عمق‌های مختلف خاک در زمان‌های نمونه‌برداری در منطقه‌ی طرح در جدول ۱ مشخص شده است همان‌طور که در این جدول قابل مشخص است بافت خاک شنی لومی و خاک خنثی تا حدی قلیایی است. درصد رطوبت اشباع خاک در حد متوسط است. pH درصد مواد آلی خاک به نسبت کم است. درصد کربنات کلسیم و ظرفیت قابل تبادل کاتیون‌ها نیز نسبت به خاک‌های ایران در حد متوسط است. میانگین غلظت سرب و کادمیم نمایانگر میانگین غلظت این فلزات در دو عمق ۵ و ۱۵ سانتی‌متری و در فواصل ۰، ۱۰، ۵۰ متری از کناره جاده است.

1-Bower

Archive of SID

www.SID.ir

بیش‌ترین مقدار سرب در منطقه‌ی جاجرود به‌دست آمد که میانگین غلظت‌های سرب در نمونه‌های خاک با در نظر گرفتن عمق و فاصله در شکل‌های ۱، ۲ ، ۳ قابل مشاهده است .ضریب همبستگی بین عناصر Tstudent سنگین و خصوصیات خاک در جدول ۲ قابل مشاهده است و آزمون جفتی داده‌ها نیز در جدول ۳ مشخص شده است.

بحث

PH خاک در محدوده‌ی خنثی تا حدی قلیایی است. نتایج این پژوهش نشان داد که PH خاک در جذب و دفع سرب و کادمیم تأثیری نداشت.

در PH بالا خاک دارای بار اضافی منفی می‌شود و قادر به جذب سرب و کادمیوم می‌شود و در pH در اسیدی، این فلزات را دفع می‌کند و قادر خواهد بود غلظت آن‌ها را در محلول خاک افزایش دهد. pH ظرفیت قابل تبادل کاتیونی خاک و رطوبت اشباع خاک تقریباً متوسط است و نشان می دهد که میزان رس خاک تقریبا متوسط یا کم است و نخواهد توانست جذب بالایی ا ز این ۲ عنصر را داشته باشد.

مواد آلی خاک نیز کم است. تشکیل کمپلکس‌های آلی با این ۲ عنصر کم‌تر انجام می‌گیرد و شاید نمی‌تواند غلظت این ۲ عنصر را در محلول خاک کاهش دهد. در مورد سرب همان‌گونه که انتظار می‌رود غلظت نسبت به حالت طبیعی اغلب خاک‌های ایران کمی بیش‌تر است، ولی در مورد کادمیوم به این صورت نیست و غلظت‌های پایین به‌دست آمده است.

یکی از علل اصلی این موضوع می‌تواند غلظت بالاتر سرب نسبت به کادمیوم در بنزین باشد که افزایش بالاتر غلظت این عنصر را در خاک منجر شده است. با توجه به اینکه این جاده مدت زیادی مورد استفاده قرارگرفته است و در سال‌های پیش نیز بنزین سرب‌دار استفاده بیش‌تری داشته است سبب تجمع سرب در خاک شده است. علت دیگر وجود آهک در خاک است. Mcbride (۱۹۸۰) نشان داد که کادمیوم موجود در محلول خاک، قادر است جایگزین کلسیم موجود در آهک شود و به این ترتیب از غلظت موجود در محلول خاک کم کند. در مورد نمونه‌های خاک منطقه‌ی طرح نیز، کادمیوم ممکن است جایگزین کلسیم آهک شده باشد و موجب کاهش غلظت این عنصر در نمونه‌ها شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خاک منطقه‌ی جاجرود در نمودار ۱ نشان می‌دهد بیش‌ترین غلظت سرب در فروردین ماه در عمق ۱۵ سانتی‌متری و در کناره جاده به‌دست آمد. تغییرهای غلظت سرب در نمونه‌های خاک در عمق ۵ سانتی‌متری در فواصل مختلف از جاده بسیار کم می‌باشد. در مرداد ماه با افزایش فاصله از کنار جاده در هر دو عمق غلظت‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است(نمودار۲). در آبان ماه غلظت‌های سرب در نمونه‌های خاک کنار جاده بسیار بالا به‌دست آمد (۴۵/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) علاوه بر این با افزایش فاصله غلظت سرب در نمونه‌ها کاهش یافت.

ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات و خصوصیات خاک نشان می‌دهد که سرب با فاصله از ایستگاه و میزان بارندگی همبستگی منفی و با کربنات کلسیم همبستگی مثبت دارد. این موضوع بیانگر آن است که هر چه فاصله از محور جاده افزوده می‌شود میزان آلودگی سرب کاهش می‌یابد و هرچه میزان بارندگی نیز افزایش می‌یابد، میزان این آلودگی به دلیل شستشوی خاک توسط آب باران کاهش پیدا می‌کند. ارتباط مثبت بین کربنات کلسیم و سرب نشان از کاهش حلالیت سرب در شرایط افزایش خاک و تثبیت ماندگاری آن است. این موضوع بدین معنی است که کادمیم تحت شرایط خاک‌های منطقه از تحرک کمی برخوردار بوده و در قسمت‌های سطحی تجمع می‌یابد.

pH درصد مواد آلی خاک با فاصله از محور اصلی جاده ارتباط مثبت دارد. به عبارت دیگر هر چه از جاده دورتر شویم، میزان مواد آلی خاک افزایش و شرایط جهت رشد و توسعه پوشش گیاهی فراهم می‌شود. ارتباط منفی بین اسیدیته و مواد آلی خاک نیز بیانگر آن است که مواد آلی سبب کاهش PH خاک شده است (جدول ۲).

بر اساس نتایج جدول ۳ در سطح معنی‌داری ۹۵٪ بین آلودگی سرب و کادمیم با پارامترهایی مانند میزان ترافیک، فاصله از محور اصلی جاده، عمق و بارندگی ارتباط معنی‌داری وجود دارد. این ارتباط در میزان ترافیک و فاصله از جاده در بیش‌ترین حد است. دامنه‌ی غلظت سرب در خاک‌ها و سنگ‌ها بسیار متفاوت است. دامنه‌ی غلظت سرب ۳۰۰-۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک‌های مختلف تعیین شده است (Bowen 1979).

Pais & Jones (۱۹۹۷) غلظت سرب را تا حد ۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم را غیر آلوده در نظر گرفتند البته آن‌ها بیان کردند نوع خاک و سنگ بستر در تعیین آلودگی سرب بسیار دارای اهمیت است و با وجود نوسانات غلظت سرب در منطقه طرح (۴۵-۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) نشان می‌دهد در بعضی نمونه‌ها از حد برخی استانداردها بالاتراست. بنابراین اطلاع از خصوصیات خاک‌ها و کنترل میزان و تردد خودروها، توجه به ارزیابی‌های زیست محیطی می‌تواند نقش مهمی در کاهش آلودگی خاک‌ها و اکوسیستم‌ها داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - میانگین مشخصات خاک و غلظت عناصر سنگین در منطقه طرح

زمان	منطقه	بافت	pH	CEC Cmol/kg	درصد کربنات کلسیم خاک	درصد رطوبت اشباع خاک	درصد مواد آلی خاک	سرب mg/kg	کادمیم mg/kg
فروردین	سرخه حصار	شنی لومی	۷/۶۵	۳۳/۲۷	۱۲/۰۸	۴۶/۷۶	۰/۴۳	۱۰/۱۲	۰/۲۷
فروردین	جاجرود	شنی لومی	۷/۴۳	۲۸/۸۱	۱۴/۵۴	۳۶/۸۵	۰/۷۱	۱۰/۹۳	۰/۱۸
فروردین	پردیس	شنی لومی	۷/۳۶	۲۹/۵۱	۵/۱۲	۳۴/۲۱	۰/۶۴	۸/۶۲	۰/۱۳
مرداد	سرخه حصار	شنی لومی	۷/۵۴	۲۴/۵	۱۳/۲۵	۳۷/۵۱	۰/۶۸	۱۷/۹۲	۰/۲۸
مرداد	جاجرود	شنی لومی	۷/۵۰	۲۶/۶	۱۶/۲۵	۳۶/۲۹	۰/۷۳	۲۱/۱۱	۰/۳۷
مرداد	پردیس	شنی لومی	۷/۴۱	۲۷/۹۱	۱۰/۸۷	۳۵/۶۲	۰/۶۳	۱۰/۱۴	۰/۳۱
آبان	سرخه حصار	شنی لومی	۷/۵۸	۲۵/۹۸	۱۳/۰۷	۴۲/۱۵	۰/۴۷	۱۸/۹۸	۰/۳۳
آبان	جاجرود	شنی لومی	۷/۴۶	۲۹/۰۸	۱۰/۰	۳۶/۳۹	۰/۶۳	۲۲/۳۰	۰/۴۳
آبان	پردیس	شنی لومی	۷/۴۰	۲۸/۸۰	۱۰/۸۶	۳۴/۵۹	۰/۶۳	۱۰/۹۴	۰/۳۸

جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات و خصوصیات خاک

ضریب پیرسون	فاصله	pH	درصد کربنات کلسیم	عمق	بارندگی
سرب	۰/۵۲۰*	۰/۰۸۴	۰/۴۲۱*	۰/۰۱۱	-۰/۳۰۶*
کادمیم	۰/۳۱	-۰/۰۳۷	-۰/۰۴۳	-۰/۳۲۲*	-۰/۴۲۲
درصد مواد آلی	۰/۴۸۵*	-۰/۲۹۵*	-۰/۰۶	-۰/۲۷۰	-۰/۱۴۹

ارقامی که با علامت یک ستاره (*) نمایانده شده‌اند میزان معنی‌دار بودن ارتباط داده‌ها را در سطح ۹۵ درصد نشان می‌دهد.

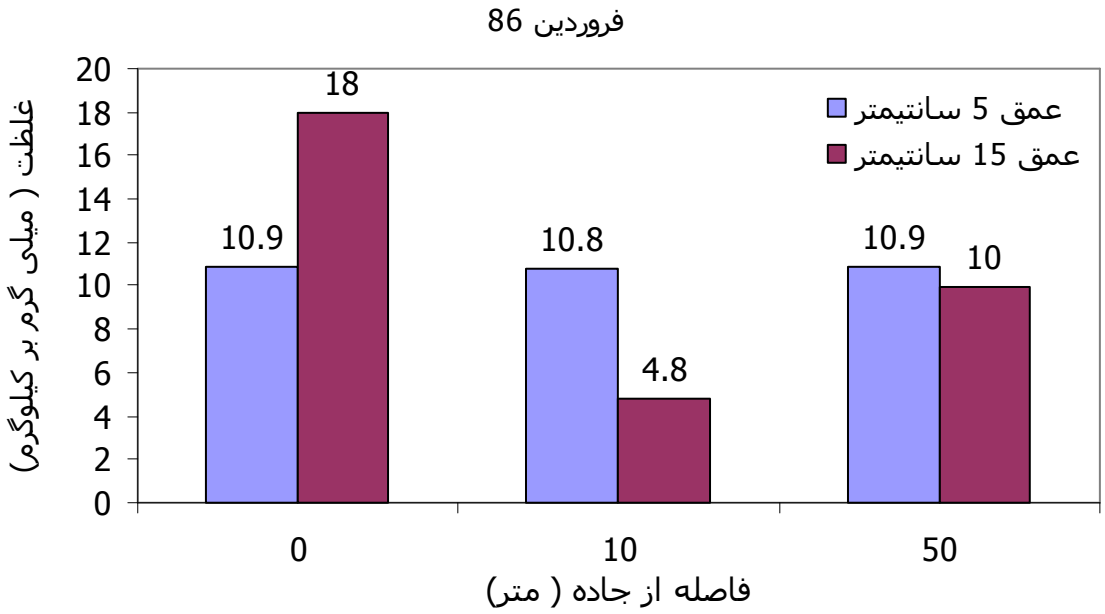
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- T Student آزمون جفتی داده‌ها

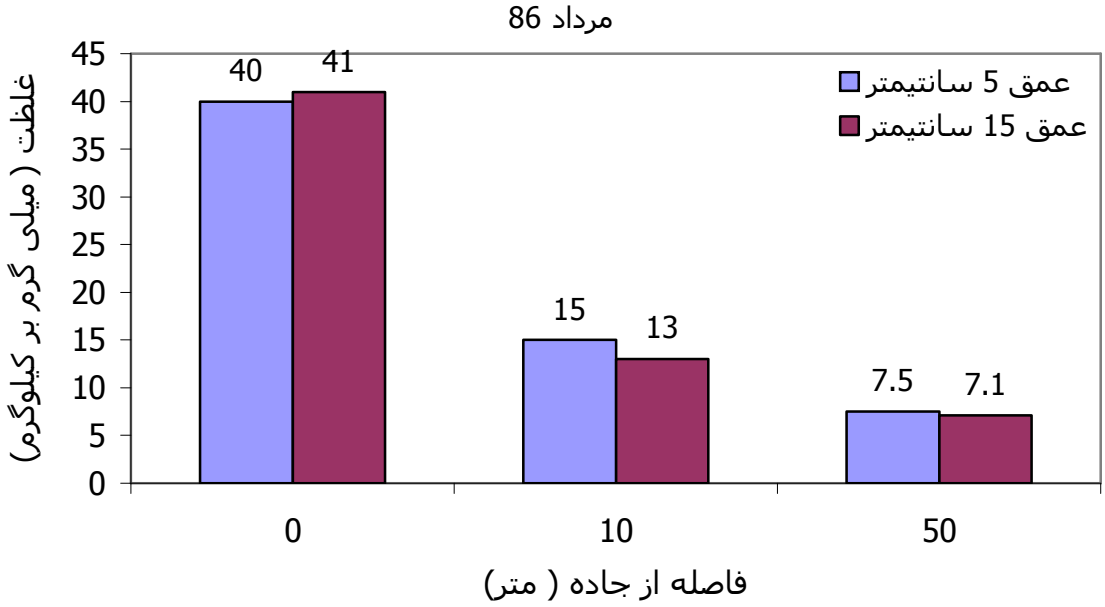
داده‌ها	میانگین	انحراف معیار	میزان t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
سرب- ترافیک	۱۱۵۴۶۳	۲۹۰۴/۸۷۸	-۲۹۲/۰۸۶	۵۳	۰/۰۰
کادمیم- ترافیک	۱۱۵۵۵۱	۲۸۸۳/۹۸۵	-۲۹۱/۶۸۸	۵۲	۰/۰۰
سرب- فاصله	-۶/۴۵۲	۱۳/۹۱۱	-۳/۴۰۸	۵۳	۰/۰۰۱
کادمیم- فاصله	۸/۱۸۴	۶/۲۴۴	۹/۵۴۲	۵۲	۰/۰۰
سرب- بارندگی	-۳۱/۴۱۵۰	۴۶/۹۵۰۵۷	-۴/۹۵۷	۵۳	۰/۰۰
کادمیم- بارندگی	-۴۴/۷۷۶۶	۴۲//۴۲۱۳۳	-۷/۶۸۴	۵۲	۰/۰۰
سرب- عمق	-۴/۷۸۵	۱۰/۸۵۳	-۳/۲۴۰	۵۳	۰/۰۰۲
کادمیم-عمق	۹/۷۸۸	۵/۰۹۷	۱۳/۹۸۱	۵۲	۰/۰۰

Archive of SID

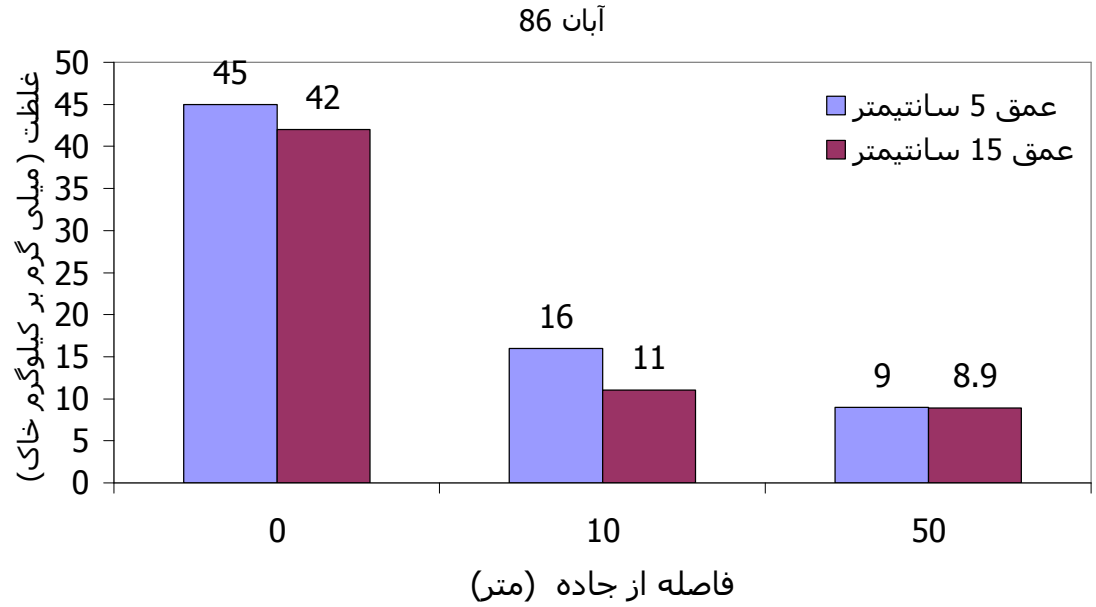


۱ - میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خاک درفواصل مختلف از جاده در منطقه جاجرود (فروردین ۸۶)

www.SID.ir



۲- میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خاک درفواصل مختلف از جاده در منطقه جاجرود(مرداد ۸۶)



۳- میانگین غلظت سرب در نمونه‌های خاک درفواصل مختلف از جاده در ایستگاه دوم (آبان ۸۶)

www.SID.ir

منابع

سالاری،ت.، ۱۳۷۵، اثر تراکم‌های زیاد و کم وسایل نقلیه بر غلظت سرب خاک‌های اطراف بزرگراه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تبریز.

غضبان، ف.، ۱۳۸۱ ، زمین‌شناسی زیست محیطی، انتشارات دانشگاه تهران،ص۵۶-۵۸.

Albasel, N. 1985. Heavy metal concentration near major highways and soil.poll.24:103-109

Alloway, B. J. 1990. Heavy metals in soil. Oxford university press.

Basta, N. T. 1993. Path analysis of heavy metal heavy meal adsorption by soil. 85, 1054-1057.

Black, C.A. 1970. Methods of soil analysis, Part 2. SSSA.

Bowen, H.J.M. 1979. Environmental chemistry of the Elements. Academic press, LOndon

Chang, A. C. 1984. Accumulation of heavy metals in sewage sludge treated soils, J. Env. Qua. 13: 87-90.

Daine, B. R. and H. R. Otto. 1970. Atmospheric Pb, relationship to traffic volume and proximity to highways, Env. Sci. and Tech., 4: 318-322.

Khaled, J. 2003. Lead concentrations of roadside soils of Bagdad, Iraq. Wat. Air and soil poll. 12; 45-49.

Klute, A. 1986. Method of soil analysis, part 1. SSSA.

Korteliz, K. 2004. Lead and Cadmium pollution of roadside soils, Wat. Air and soil poll. 24: 247-251.

Legret, M. 2006. Heavy metal deposition and soil pollution along 2 major rural highways, Env tech, 27: 247-254.

Archive of SID

www.SID.ir

Mcbride, M. B. 1980. Chemisorption of Cd on calcite surfaces. J. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 26-28.

Pais, I. J. and Jones, B. Jr., 1997. The hand book of trace element. St. Luice prss, N. W., Boca Roton, Florida

Ramos, L. 1994. Fractionation of Cd, Pb, Cu, and Zn in soils from or near Donana national park. J. Env. Qua. 23: 50-57.

Smith, W. H. 1976. Pb contamination of roadside ecosystem. Air Poll. Con. Assoc., 26: 753.

Sobotra, K. and F. Tanda. 2006. Evaluation of Pb and Cd concentrations in soils and bedrocks. J. Env. Poll.12: 457-460.

Solomon, A. L., and J. Hatford, 1976. Pb and Cd in a small urban community, Env. Sci. and Tech., 10: 773-780.

Sposito, G. 1982, Chemistry of soils, Oxford university press. 50 Stouthart, W.J. 1994. Effects of low water pH on lead toxicity to early

Wazd, P. 2005. Heavy metal pollution along high and low traffic highways. Env Sci and tech, 14; 24-29.

Archive of SID

www.SID.ir