

آلودگی گیاه بوسيله سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراههای ایران

* مهندس حدیدرضا رحمانی

** دکتر محمد کلباسی

*** دکتر شاپور حاج رسولیها

کلمات کلیدی:

آلودگی گیاه، آلودگی آب و خاک، حجم ترافیک، ترافیک جاده، درجه آلودگی، شدت آلودگی

چکیده:

آلودگی خاک و گیاه در اطراف بزرگراهها توسط ذرات سرب خارج شده از اگزوز اتومبیلها در سراسر جهان گزارش شده و به عنوان مهمترین و بیشترین منبع آلوده کننده محیط زیست ذکر گردیده است. عنصر سرب از جمله عناصر سنگینی است که از قدیم الایام سمیت آن در جانداران و انسان مطرح بوده و نقش آن در آلودگی محیط زیست شناخته شده است. در تحقیق حاضر جهت بررسی آلودگی گیاهان در حاشیه جاده ها توسط سرب خارج شده از اگزوز وسائط نقلیه، بزرگراههای رشت - انزلی (منطقه انزلی)، کلاچای - رامسر (منطقه رامسر)، تهران - کرج (منطقه کرج)، اصفهان - تهران (منطقه دلیجان) برای مطالعه انتخاب گردیدند. برای نمونه برداری، تراپخشی به طول ۱۰۰ متر عمود بر جاده در هر بزرگراه زده شد و نمونه گیری از گیاه غالب منطقه در ارتفاع ۱۵ سانتی متری از سطح خاک و به فواصل مختلف از جاده به عمل آمد. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و به روش استاندارد تجزیه شدند.

میانگین غلظت سرب کل در نمونه های گیاهی مناطق انزلی، رامسر، کرج، دلیجان (شرق جاده) و دلیجان (غرب جاده) به ترتیب برابر ۱۱۴/۵، ۵۸/۳، ۲۶۰/۲، ۷۵/۱ و ۸۰/۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک گیاه تعیین گردید. غلظت سرب کل اندام های گیاهی در کنار جاده بالا بود و با فاصله از جاده به صورت نمایی کاهش نشان داد. همچنین غلظت سرب گیاهان فراتر از حد مجاز و در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت که از این نظر خطر ورود این عنصر سمی به زنجیره غذایی در حاشیه جاده ها بسیار بالا است. از نظر درجه آلودگی، نمونه ها دارای آلودگی متوسط تا بسیار شدید بودند. به طوریکه در منطقه کرج آلودگی بسیار شدید، در منطقه انزلی شدید و در مناطق رامسر و دلیجان متوسط بوده است. غلظت سرب گیاه با تراکم ترافیک جاده ارتباط مستقیم داشته و همبستگی بالایی را نشان داد.

* مربی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

** استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

*** استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

سرآغاز

پرتراپیک میدان شوش ۶۱/۹۵ میکروگرم در گرم حاصل شده است (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴).

در بسیاری از گزارشها، محققان عنوان کرده اند که مقدار سرب در گیاهان کنار جاده بالا بوده و مقدار سرب با حجم تراپیک نسبت مستقیم و با فاصله از جاده نسبت عکس دارد (Ward et al 1977; Ndiokwere, 1984; Madany et al, 1990).

مواد و روشها

به منظور بررسی آلودگی گیاه به وسیله سرب حاصل از سوخت وسائط نقلیه، چندین بزرگراه که حجم تراپیک و موقعیت آنها متفاوت بودند انتخاب گردید. این بزرگراهها عبارتند از: رشت - انزلی (منطقه انزلی)، کلاچای - رامسر (منطقه رامسر)، تهران - کرج (منطقه کرج) و تهران - اصفهان (منطقه دلجان). در هر بزرگراه تراپیکشی* به طول ۱۰۰ متر در یک یا دو طرف جاده و عمود بر آن در نظر گرفته شد و نمونه گیری از گیاه غالب منطقه (جدول ۱) در طول تراپیکش به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر از سطح خاک و در فواصل ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ متر از جاده از اندامهای هوایی صورت گرفت. به این ترتیب تعداد ۵ نمونه در طول هر تراپیکش برداشت گردید که با داشتن ۵ تراپیکش در مناطق مختلف جمع نمونه ها به ۲۵ رسید. نمونه ها با انتقال به آزمایشگاه بدون شستشو در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشکانده شده و برای تجزیه آماده گردیدند.

جدول شماره ۱: مشخصات نمونه های گیاهی و آمار

ترافیک روزانه مناطق مورد مطالعه

منطقه	نام گیاه	نام نمونه گیاهی به لاتین	خانواده	ترافیک روزانه*
انزلی	مرغ	Cynodon dactylon	Graminac	۱۷۰۲۶
رامسر	مرغ	Cynodon dactylon	Graminae	۱۰۷۳۸
کرج	گلرنگ وحشی	Carthamus oxyacantha	Compositae	۲۲۷۰۴
دلجان	اسپند	Peganum harmala	Zygophyllaceae	۱۳۴۱۰

*منبع: نشریه آمار ترافیک بصری (۱۳۷۱).

تجزیه نمونه های گیاهی برای سرب کل، بر اساس روش خاکستر خشک با حل کردن خاکستر در اسید کلریدریک ۲ نرمال

از میان منابع مختلف آلودگی سرب در محیط، مهمترین و بیشترین منبع آلوده کننده هوا اسپهر، خاک، گیاه و آب ذرات سرب خارج شده از اگزوز وسائط نقلیه بنزین سوز می باشد (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴). طبق بررسی های به عمل آمده، ۸۰ درصد کل سرب اتمسفر از این منبع نشأت می گیرد (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴). احتراق بنزین عمده تاً سبب آلودگی هوا می گردد. ذرات درشت سرب وارد شده به هوا تا فاصله ۱۰۰ متری از جاده سقوط می کند و ذرات ریز توسط باران و برف نهایتاً بر سطح خاک فرود آمده و باعث آلودگی خاک و گیاه می گردند (Alloway, 1990).

به دلیل خطراتی که سرب خارج شده از اگزوز وسائط نقلیه در آلودگی محیط زیست و سلامت انسان دارد، آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) برنامه کاهش غلظت سرب بنزین به حداکثر ۰/۱۳ گرم در لیتر بنزین را از ژانویه ۱۹۷۹ به اجرا در آورده است. میزان سرب افزایشی به بنزین در آلمان ۰/۱۵، ژاپن ۰/۳۱ و برخی از کشورهای اروپایی ۰/۴ گرم در لیتر تعیین گردیده است (صاحبقدم لطفی، ۱۳۶۷). این مقدار در بحرین، عربستان، استرالیا، نروژ، کانادا، پرتقال و یوگسلاوی به ترتیب برابر ۰/۸۴، ۰/۸۴، ۰/۱۵، ۰/۴، ۰/۷۷، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در لیتر گزارش شده است (رحمانی، ۱۳۷۴; Madany et al, 1990).

مقدار سرب در بیشتر گونه های گیاهی در حدود ۰/۵ تا ۳ میکروگرم در گرم گزارش شده است. برای برخی از گونه ها حد سمیت سرب خیلی بالاست، که می تواند وضع نسبتاً خطرناکی ایجاد کند (کریمیان، ۱۳۷۱). برای نمونه مقدار سرب در ریشه تربچه تا ۴۹۸ میکروگرم در گرم و در قسمت های هوایی تا ۱۳۶ میکروگرم در گرم اندازه گیری شده است (کریمیان، ۱۳۷۱). همچنین در یک بررسی تجمع سرب در پوشش گیاهی کنار جاده در دامنه غلظت ۱۰۰ تا ۷۰۰ قسمت در میلیون گزارش شده است (Pendias & Pendias, 1992).

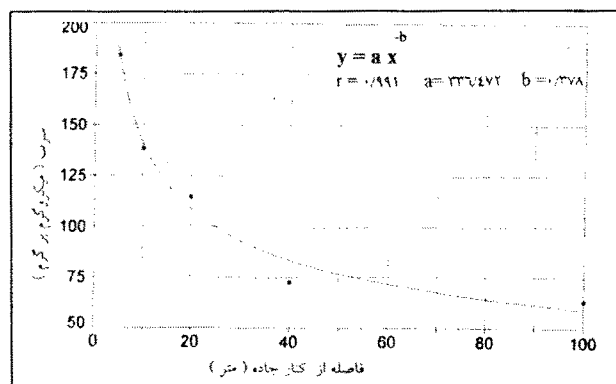
غلظت سرب در برگهای چای باغستانهای مختلف لاهیجان ۷ تا ۱۴ میکروگرم در گرم ماده خشک در کنار جاده و ۲ تا ۴ میکروگرم در گرم در فواصل دورتر نسبت به جاده به دست آمده است (عبدالوهابی و قدوسی، ۱۳۶۴). در پروژه ای تحقیقاتی در تهران، مقدار سرب در برگهای خشک شستشو نشده چنار ۵/۶۳ میکروگرم در گرم و در پارک منظره (دور از خیابان) و در منطقه

* واژه پیشنهادی فرهنگستان علوم ایران برای ترانسکت. سردبیر.

نتایج اندازه گیری غلظت سرب کل نمونه های گیاهی بر اساس وزن خشک گیاه در شکلهای ۱ تا ۵ آمده است. در کلیه مناطق غلظت سرب گیاه در کنار جاده بالا بوده و با فاصله از جاده کاهش نشان داد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها، همبستگی سرب کل گیاه با فاصله از جاده در مناطق انزلی، رامسر، کرج، دلیجان (شرق جاده) و دلیجان (غرب جاده) را به ترتیب برابر ۰/۹۹۱، ۰/۹۹۵، ۰/۹۵۳، ۰/۹۲۶ و ۰/۹۵۶ نشان داد. روند تغییرات سرب گیاه با فاصله از جاده در کلیه مناطق یکسان و بصورت نمایی بود و همبستگی بالائی را نشان داد. همچنین کلیه معادلات برازش شده بر داده ها این وضعیت را تأیید کرد، که از بین آنها بهترین و

ساده ترین مدل $y = ax^{-b}$ انتخاب و ارائه شده است.

بالا بودن میزان سرب گیاه در کنار جاده و کاهش آن با فاصله از جاده را احتمالاً می توان در ارتباط با وزن نسبی زیاد ذرات سرب و سقوط سریع آنها دانست. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می دهند که ذرات درشت سرب خارج شده از اتومبیلها بیشتر در کنار جاده و تا شعاع کمتر از ۱۰۰ متری رسوب می کند. اما ذرات ریز سرب وارد هوا شده و نهایتاً توسط باران و برف بر سطح خاک و گیاه فرود می آیند (عبدالوهابی و قدوسی، ۱۳۶۴ و Alloway, 1990).



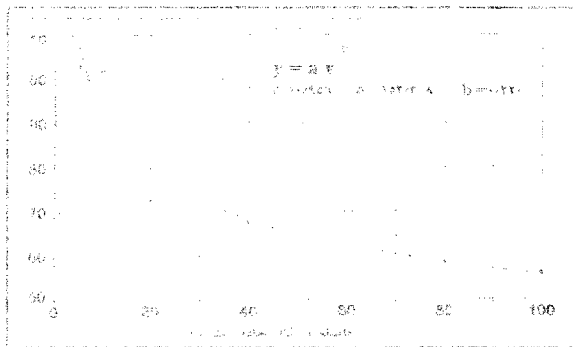
شکل شماره ۱: تغییرات غلظت سرب با فاصله از جاده در نمونه

های گیاهی حاشیه بزرگراه رشت - انزلی

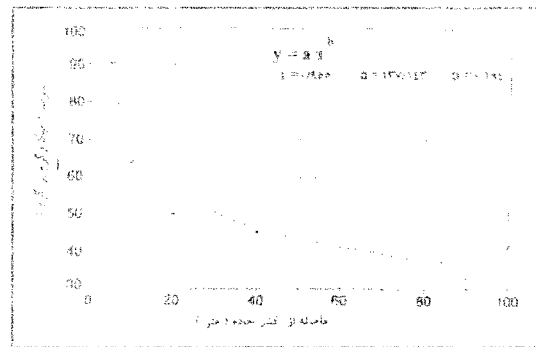
و گذراندن از کاغذ صافی و رساندن به حجم صورت گرفته و غلظت سرب عصاره ها با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید و در نهایت بر اساس وزن خشک گیاه محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده ها و ترسیم نمودار با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری (Table Curve) و (Quattro pro) انجام شد. نرم افزار (Table Curve) تعداد زیادی معادله (حدود ۳ هزار معادله) بر داده های هر منطقه برازش نمود. آنگاه معادله ای ساده با بالاترین r انتخاب و نمودار آن ترسیم گردید.

نتایج و بحث

ذرات سرب منتشره از اگزوز اتومبیلها به دو طریق گیاهان اطراف جاده را آلوده می سازند: یکی رسوب بر سطح خاک و جذب آن بوسیله ریشه گیاه است و دیگری رسوب بر روی اندام هوایی گیاه از هوا. در گزارشات بسیاری جذب از طریق اندامهای هوایی قابل توجه و جذب از طریق ریشه محدود ذکر شده است (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴; Pendias & Pendias, 1992; Ndiokwere, 1984; Ward et al, 1977). در این زمینه می توان به دو مورد اشاره کرد. در یک تحقیق میزان سرب شستشو شده از سطح نمونه های گیاهی ۵۰ درصد سرب اندازه گیری شده در نمونه قبل از شستشو برآورد گردید (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴). همچنین در مطالعه ای جذب سرب ۲۱۰ به وسیله گیاه جو، بررسی و مشخص شد که فقط ۰/۰۰۳ تا ۰/۰۰۵ درصد از کل سرب در خاکها ممکن است توسط گیاهان جذب شود. اگرچه این درصد در غلظتهای مختلف سرب و فرمهای مختلف آن متفاوت است (Pendias & Pendias 1992). در تحقیق حاضر با توجه به عدم شستشوی گیاه، میزان سرب اندازه گیری شده در نمونه ها شامل مجموع سرب جذب شده از خاک توسط ریشه و سرب جذب شده از هوا توسط اندامهای هوایی است. اگرچه جذب از ریشه با نوع گیاه تغییر می کند و جذب ذرات رسوب کرده سرب بر روی اندامهای هوایی به سطح و زبری برگ وابسته است، اما با توجه به اینکه نمونه ها از نظر سطح و زبری برگ با هم اختلاف چندانی ندارند و هیچ یک در زمره گیاهان تجمع کننده سرب نیز گزارش نشده اند، بنظر می رسد مقایسه نسبی نمونه ها در مناطق مورد مطالعه ممکن باشد، گرچه جذب از طریق ریشه را قابل توجه در نظر نگیریم.

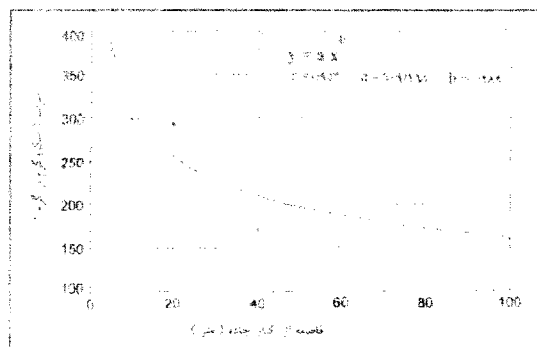


شکل شماره ۱: تغییرات غلظت سرب با فاصله از جاده در نمونه های گیاهی حاشیه بزرگراه اصفهان - تهران (شرق جاده)

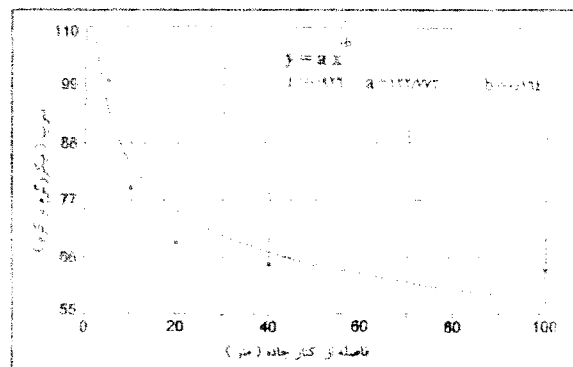


شکل شماره ۲: تغییرات غلظت سرب با فاصله از جاده در نمونه های گیاهی حاشیه بزرگراه کلاچای - واسر

بالا بودن غلظت سرب گیاه در کنار جاده و کاهش آن با فاصله گرفتن از جاده در مناطق مورد بررسی نشانگر این واقعیت است که منشأ سرب در گیاه از سرب خارج شده از آگروز وسائط نقلیه است. تحقیقات بسیاری وجود دارند که غلظت سرب را در کنار جاده بالا گزارش کرده و به کاهش آن با فاصله از جاده اشاره کرده اند (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴ و سنالوهایی و Ndiokwere, 1984; ۱۳۷۴ و رحمانی، ۱۳۷۴; Xian & Shokohifard, 1989; Al-Mutaz, 1987; Alloway, 1990; Nasrallah, 1994; Madany et al, 1990; Pendias & Pendias, 1992). در یک تحقیق با بررسی خاکها و گیاهان چندین منطقه غلظت سرب در خاک و گیاه کنار جاده بالا اندازه گیری شد (Alloway, 1990). همچنین در تحقیق انجام شده در مورد آلودگی خاک در حاشیه برخی از بزرگراههای ایران، غلظت سرب خاک با فاصله از جاده و از سطح به عمق خاک کاهش نشان داد (رحمانی، ۱۳۷۴). گزارشات دیگری از کشورهای مصر (۱۹۷۸)، ونزوئلا (۱۹۸۴)، بتریک (۱۹۸۵)، یونان (۱۹۸۸) و ایتالیا (۱۹۸۶) وجود دارند که بر آلودگی خاک و گیاه کنار جاده با استفاده از بنزین سرب دار اشاره کرده اند (گردآوری ۱۹۹۰ Alloway). بنابراین امکان آلودگی گیاه به وسیله ذرات سرب خارج شده از آگروز وسائط نقلیه در حاشیه بزرگراههای مورد بررسی وجود دارد. به طوریکه افزایش ذرات سرب به گیاه در کنار جاده بالا بوده و با فاصله گرفتن از جاده مقدار آن کاهش می یابد. همچنین تغییرات سرب گیاه با فاصله از



شکل شماره ۳: تغییرات غلظت سرب با فاصله از جاده در نمونه های گیاهی حاشیه بزرگراه تهران - گرج



شکل شماره ۴: تغییرات غلظت سرب با فاصله از جاده در نمونه های گیاهی حاشیه بزرگراه اصفهان - تهران (شرق جاده)

مرگ ۲ گاز و ۴۰ اسب گردید (Pendias & Pendias, 1992). بنابراین خطر ورود غلظت بالایی از سرب گیاهان حاشیه جاده های مورد بررسی به زنجیره غذایی وجود دارد، حتی اگر گیاه مورد نظر به طور مستقیم در چرخه زنجیره غذایی قرار نگیرد. با توجه به غلظت بالای سرب در گیاهان خطر سمیت وجود دارد. علاوه بر آن خطر سمیت سرب برای جانداران حاشیه جاده ها که مستقیماً دریافت کننده ذرات سرب از هوا یا از طریق تغذیه گیاهان حاشیه بزرگراهها هستند نیز محتمل است. در تحقیقات زیادی سمیت جانداران از جمله حیوانات اهلی در حاشیه جاده ها گزارش شده است (خادم حقیقت و قدوسی، ۱۳۶۴، عبدالوهابی و قدوسی، ۱۳۶۴ و رحمانی، ۱۳۷۴).

جاده بصورت نمایی است و از مدل ax^{-b} پیروی می کند جدول ۲ دامنه غلظت معمولی، بحرانی و اندازه گیری شده سرب در گیاهان مورد مطالعه را نشان می دهد. با مقایسه غلظت سرب اندازه گیری شده در نمونه های گیاهی به نظر می رسد از نظر درجه آلودگی، گیاهان مناطق رامسر و دلیجان دارای آلودگی متوسط، گیاهان مناطق انزلی دارای آلودگی شدید و گیاهان مناطق کرج دارای آلودگی بسیار شدید می باشند. محققان به غلظت بالا و بحرانی سرب در گیاه اشاره کرده اند. در یک تحقیق دامنه غلظت سرب در گیاه کنار جاده ۱۰۰ تا ۷۰۰ قسمت در میلیون اندازه گیری شد و در تحقیقی دیگر غلظت متوسط سرب در قسمت هوایی گیاه یولاف وحشی ۵۳۷ قسمت در میلیون اندازه گیری شد که استفاده از آن سبب مسمومیت و

جدول شماره ۲: غلظت سرب در نمونه های گیاهی مورد مطالعه در مقایسه با غلظت معمول و بحرانی* آن (۸ و ۱۶)

بر حسب میکروگرم بر گرم

دامنه غلظت سرب در نمونه های گیاهی مناطق مورد مطالعه				دامنه غلظت	دامنه غلظت
دلیجان (غرب جاده)	دلیجان (شرق جاده)	کرج	رامسر	انزلی	معمول
۵۶-۱۰۲	۶۳-۹۹	۱۵۷-۲۷۸	۴۱-۹۰	۶۳-۱۸۳	۰/۲-۲۰

* منبع: Alloway, 1990; Xian & Shokohifard, 1989.

چنانکه ملاحظه می شود کاملاً این دو روند با یکدیگر هماهنگ و منطبق بوده و نشانگر نسبت مستقیم تراکم ترافیک و غلظت سرب گیاه است. از نظر آماری نیز ترافیک جاده ها همبستگی بالایی ($r = 0/97$) با غلظت سرب گیاه نشان داده است. بیشتر محققان به نسبت مستقیم آلودگی در خاک و گیاه کنار جاده به عنصر سرب با حجم ترافیک اشاره کرده اند. برای نمونه می توان به مطالعه ای در مورد بررسی اثرات سرب بر محیط زیست که در اطراف نواحی پرتراffic در ایالات متحده آمریکا صورت گرفته است اشاره کرد. در این تحقیق نواحی دارای مقدار نسبی بالای سرب بیشتر بر خطوط اصلی جاده های پرتراffic منطبق بوده است (Pendias & Pendias, 1992). در تحقیق دیگری غلظت سرب در مناطق پرتراffic ۱۰۰ بار نسبت به مناطق غیرآلوده بیشتر ذکر شده است (Xian & Shokohifard, 1989).

از عوامل مؤثر دیگر در آلودگی گیاهان حاشیه بزرگراهها میزان سرب افزایشی به بنزین است. با بررسیهای به عمل آمده

از عوامل مؤثر بر آلودگی سرب در حاشیه جاده ها نوع وسیله نقلیه، مقدار سرب افزایشی به بنزین، اقلیم (جهت باد و میزان بارندگی)، نزدیکی به سایر منابع آلاینده، عمر جاده و ترافیک جاده ذکر شده است که تراکم ترافیک جاده از جمله عوامل مؤثر در میزان آلودگی در حاشیه جاده ها است (عبدالوهابی و قدوسی، ۱۳۶۴; Madany et al, 1990; Ndiokwere, 1984). اگر آمار تراکم ترافیک روزانه بزرگراههای مورد مطالعه مرور شود (آمار ترافیک بصری، ۱۳۷۱)، ترتیب زیر در میزان ترافیک مناطق بدست می آید.

آمار ترافیک روزانه بزرگراهها:

رامسر > دلیجان > انزلی > کرج
۱۰۷۳۸ ۱۳۴۱۰ ۱۷۰۲۶ ۲۲۷۰۴

غلظت کل سرب گیاه در مناطق مورد مطالعه با فاصله از جاده نیز از همان روند پیروی می کند. بدین معنی که ترتیب زیادی غلظت سرب در گیاهان کنار جاده مورد مطالعه عبارتند از:

رامسر > دلیجان > انزلی > کرج

گیاهان مورد بررسی در این پژوهش) نسبت به تجمع و جذب زیاد سرب اقدام می نمایند خودداری گردد.

۲. حتی سرب در غلظت کم مسئول اختلال در سیستم عصبی است. با توجه به نقش بالای این عنصر در تهدید سلامتی انسان و جانوران، تحقیقات گسترده بر وضعیت سرب در محیط زیست از جمله خاک و گیاه ضروری و حیاتی بنظر می رسد.

۳. بررسی و تحقیق در مورد سمیت جانداران در حاشیه جاده ها نیز با توجه به آلودگی گیاهان و تنفس هوای آلوده توسط آنها از نظر زیست محیطی دارای اهمیت است.

تشکر و قدردانی

از مسئولین دانشکده کشاورزی و دانشگاه صنعتی اصفهان به خاطر ایجاد تسهیلات لازم و نیز از سازمان تحقیقات کشاورزی به جهت تأمین بخشی از بودجه طرح تشکر و قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

- امور پالایش شرکت ملی نفت ایران. ۱۳۷۲. گزارش عملیات ماهیانه پالایشگاههای کشور.
- خادم حقیقت، م و قدوسی، ج. ۱۳۶۴. توزیع سرب در برگهای چنار نسبت به مراکز تردد خودروها در مناطق مختلف تهران. انتشارات جهاد دانشگاهی.
- رحمانی، ح. ۱۳۷۴. آلودگی خاک توسط عنصر سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراههای ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- صاحبقدم لطفی، ع. ۱۳۶۷. متابولیسم سرب و مسمومیت های ناشی از آن. مرکز انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- عبدالوهابی، ع. و قدوسی، ج. ۱۳۶۴. پراکنش سرب در گیاه و خاک باغستان های مختلف چای لاهیجان نسبت به جاده. انتشارات جهاد دانشگاهی.
- کریمیان، ن (مترجم). ۱۳۷۱. شیمی خاک. جلد اول: مبانی. ویراسته بولت وبروگنوت. مرکز نشر دانشگاهی. ۲۹۸ صفحه.
- نشریه آمار ترافیک بصری راههای کشور. ۱۳۷۱. وزارت راه و ترابری.

مقدار افزایش سرب به بنزین در پالایشگاههای کشور ۲/۱۱ گرم سرب در یک گالن آمریکایی (۳/۴ لیتر) می باشد که معادل ۰/۵۵ گرم در لیتر بنزین است (امور پالایش شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۷۲). این مقدار از حد مجاز سرب افزایشی به بنزین در آمریکا و اروپا (۰/۴ گرم در لیتر) بیشتر است. اما در مقایسه با حدود مجاز کشورهای عربستان، کانادا و یوگسلاوی دارای وضعیت بهتری است (رحمانی ۱۳۷۴ و Madany et al, 1990). در هر صورت لازم است مقدار سرب افزایشی به بنزین در کشور با تعیین حد مجاز قابل قبول، کنترل شده و تا حد امکان مقدار آن جهت آلودگی کمتر نباتات حاشیه جاده ها کاهش یابد. در مورد سایر فاکتورهای مؤثر بر میزان آلودگی از جمله عمر جاده و جهت باد اطلاعات دقیقی در دسترس نیست تا از این نظر بررسی لازم انجام شود. در مورد میزان بارندگی ذکر این نکته لازم است که این عامل در شستشوی سرب رسوب کرده بر اندام هوایی در مناطق مرطوب مؤثر است. در تحقیق حاضر به نظر می رسد عامل مزبور در مناطق رامسر و انزلی مهم تر باشد که مستلزم بررسی و تحقیق بیشتر است.

نتیجه گیری

۱. سرب خروجی از اگزوز اتومبیلها می تواند باعث آلودگی گیاهان کنار جاده شده و دز مؤثری را وارد زنجیره غذایی نماید.
۲. میزان آلودگی سرب در گیاهان کنار جاده ها در فواصل نزدیک بالا بوده و با فاصله از جاده غلظت سرب به صورت نمایی کاهش نشان می دهد.
۳. درجه آلودگی نباتات کنار جاده با ترافیک جاده ارتباط مستقیم داشته و با افزایش حجم ترافیک، میزان آلودگی شدت می یابد. بنابراین می توان ترافیک جاده را عاملی مهم در میزان آلودگی گیاهان حاشیه جاده ها دانست.
۴. با توجه به غلظت معمول و بحرانی سرب در گیاه، گیاهان اطراف کلیه جاده های مورد مطالعه دارای غلظت سرب در محدوده بحرانی و فراتر از آن هستند که درجه آلودگی متوسط، شدید و بسیار شدید را دارا می باشند.

پیشنهادات

۱. توصیه می گردد که در اطراف جاده ها بالاخص بزرگراههای پرترافیک از کشت محصولات کشاورزی و گیاهانیکه (مانند

- Alloway, B. I. 1990. Heavy metals in soils: Lead. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London: 177-196.

- Al-Mutaz, I.S. 1987. Automotive emission problem in Saudi Arabia. *Environ. Inter.* 13:335-338.
- Madany, I. M, S. et al. 1990. Assessment of lead in road side vegetation in Bahrain. *Environ. Inter.* 6: 123-126.
- Nasrallah, N., et al. 1994. Effect of roadside planting on suspended particulate matter concentration near road. *Environ. Technol.* 15: 293-298.
- Ndiokwere, C. L. 1984. A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effect on roadside soil vegetations and crops in Nigeria. *Environ. Pollut. Ser. B.* 7:35-42.
- Pendias, A. K. and H. Pendias. 1992. Trace elements in soils and plants: Lead. 2nd Ed. Boca Raton Arbor. London. 187-198.
- Ward, N.I., et la, 1977. Heavy metal pollution from automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in NewZealand. *Environ. Sci. Technol.* 11(9): 917-920.
- Xian, X, and Shokohifard, G. 1989. Effect of pH on chemical forms and plant availability of cadmium, zinc and lead in polluted soils. *Water. Air. Soil. Pollut.* 45: 265-273.