Archive of SID

زیست‌ردیابی آلودگی خاک و هوای شهر کرج

علی غلامی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات اهواز - خوزستان **khesteki471@yahoo.com**

خسرو استکی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد بروجرد **ali.gholami54@gmail.com**

تاریخ دریافت۱۳۸۸/۹/۱۹ تاریخ پذیرش ۱۳۸۸/۱۰/۲۶

چکیده

توسعه صنعت و گستردگی ترافیک شهری و برون شهری در کشورهای پیشرفته و اخیراً ایران، آلودگی خاک، آب وهوا را درپی داشته است. با توجه به اهمیت آلودگی محیط زیست ردیابی دائمی آلودگی هوا، خاک و آب در نواحی به لازم است مورد توجه خاص قرار گیرد. گیاهان و جانوران به عنوان زیست‌ردیاب در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این تحقیق برگ درخت زبان گنجشک(**Fraxinus**) به عنوان یک زیست ردیاب آلودگی خاک و هوا به فلزات سنگین در شهر کرج مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت فلزات سنگین (**Fe**، **Pb**، **Mn** و **Cd**) در خاک و برگ های نمونه‌برداری شده شسته شده و شسته نشده از سایت‌های چهارگانه (بلوار عظیمیه، بلوار طالقانی، شهرک صنعتی هشتگرد و روستای نظرآباد) در دو مرحله (اواخر خرداد و شهریور ۱۳۸٦) جمع‌آوری و پس از آماده کردن مقدماتی توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه نمونه‌های خاک برداشت شده از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک نشان داد که میزان فلزات سنگین در سایت‌های مورد مطالعه کمتر از حد مجاز بوده است. غلظت فلزات سنگین در برگ‌های شسته نشده بیشتر از برگ‌های شسته شده بود و میان برگ‌های شسته شده و برگ‌های شسته نشده اختلاف معنی‌داری نشان داده شد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که مناطق صنعتی و پرترافیک شهری عامل اصلی آلودگی هوا به فلزات سنگین در کرج بوده و در این منطقه زبان گنجشک می‌تواند به عنوان یک زیست ردیاب مطمئن در بررسی‌های آلودگی هوا و خاک مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: زیست ردیاب، درخت زبان گنجشک، فلزات سنگین، آلودگی هوا، آلودگی خاک، منطقه صنعتی، منطقه پرترافیک.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آلودگی یکی از معضلات زیان‌باری است که به طـور عمـده در جریـان بهـره‌بـرداری از منـابع طبیعـی و استفاده از سوخت‌های فسیلی به محیط زیست وارد می‌گردد. این پدیده با صنعتی شـدن و نـوگرایی جوامـع شدت بیشتری یافته است. منظور از آلودگی محیط زیست ایجاد تغییرات نامطلوب در مشخـصات فیزیکـی، شیمیایی و بیولوژیکی منابع اصلی حیات یعنی آب، هوا و خاک به مقداری است که بقاء و سلامت انـسان و دیگر موجودات را به خطر انداخته و یا فعالیت آنها را محدود مـی‌سـازد (Markert,1993). هرگـاه غلظـت آلاینده‌ها از حد معینی که به آن غلظت آستانه (Threshold concentration) گفته می‌شود تجاوز کند، علاوه بر سلامت انسان و حیوانات می‌توانند برای گیاهان نیز سمّی باشند. این سمیّت ابتـدا بـا کـاهش رشـد گیـاه همراه بوده سپس عملکرد گیاه کاهش یافته و در شرایط شدیدتر ممکن اسـت مـرگ گیـاه را سـبب گردنـد (Kabata –pendias and Pendias, 1992). با توجه به خطری که آلاینده‌ها به حیات موجـودات زنـده وارد می‌سازند، اطلاع کافی از نوع و میزان هر یک از آنها در محیط حائز اهمیت شایانی است. یکی از جدیدترین راه‌های مطمئن جهت دسترسی به تعیین مقدار و نوع بسیاری از آلاینده‌های محیطی استفاده از زیست ردیابی طبیعی است. گرچه در گذشته از زیست ردیاب‌ها بیشتر به منظور تخمین آلودگی هـوا اسـتفاده شـده اسـت، اما امروزه با شدت کمتری از آنها برای تخمین و اندازه‌گیـری آلـودگی آب و خـاک نیـز اسـتفاده مـی‌گـردد (Soylak and Dogan, 2000, Mulgrewand and Williams, 2004). نظـر بـه اینکـه بـسیاری از گیاهـان قادرند تعدادی از آلاینده‌ها را از طریق اندام‌های هوایی خود به ویژه برگ‌ها جذب و در خود ذخیره نمایند، لـذا زیست ردیابی با گیاهان روشی مفید برای تخمین آلاینده‌ها است. سالهاست از گیاهـان بـرای ارزیـابی جـذب و انباشتگی آلاینده‌های هوا و به طور کلی محیط زیست اسـتفاده شـده اسـت. زیـست ردیـابی بـا گیاهـان روشـی کـم هزینـه و بـا ارزش جهـت بررسـی تـأثیر آلاینـده‌هـای مختلـف هـوا و بـه طـور کلـی محـیط مـی‌باشـد (Celik *et al*., 2004, Monaci and Bargali, 2000). غلظت آلاینده‌های هوا و جمع‌آوری اطلاعـات در ایـن زمینه روشی کاربردی بوده که می‌تواند ما را در جهت پیدا کردن راهکارهای عملی در زمینه کنتـرل آلـودگی هوا کمک کند (Aksoyand Sahin, 2000, Adel, 2003). به طور کلی زیست ردیاب‌ها را بـه دو دسـته بـه نام‌های زیست ردیاب‌های فعال و زیست ردیاب‌های غیرفعال طبقه‌بندی کرده‌اند. در زیست ردیابی غیرفعـال، از گیاهانی که در نواحی مورد مطالعه به طور طبیعی رشد کرده‌اند یا وجود دارند مانند گیاهان بومی، گیاهـان باغی، گیاهان زراعی و گیاهان زینتی استفاده می‌شود. از گیاهان زیست ردیاب غیر فعال که در منابع علمـی از آنها استفاده شده است می‌توان به برخی از گیاهان عالی نظیر درختان سپیدار، کاج، نخل خرما، سنجد، انجیر، زبان گنجشک، سیب، غان، عرعر، آقطی، بلوط، تبریزی و اقاقیا اشاره کرد.در این گیاهان از برگ و در برخـی از موارد پوست و چوب آنها برای ردیابی آلاینده‌ها استفاده شده است (Madettoin). برخی از گیاهان علفـی

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان زیست ردیاب‌های غیرفعال نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Markert *et al*., 1999). خزه‌ها، گلسنگ‌ها نیز برای بررسی آلودگی هوا به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Celik and Aslihan, 2004). از میان جانوران ماهی‌ها و بسیاری دیگر از جانوران (بخصوص جانوران آبزی) مورد استفاده قرارگرفتند (Madettion *et al*., 2004). در روش زیست ردیابی فعال گیاهانی که به صورت ژنتیکی نسبت به آلاینده‌های هوا واکنش نشان می‌دهند در منطقه مورد مطالعه کشت گردیده و یا از مناطق دیگری که آلوده نیستند، جمع‌آوری و به محیط عرضه می‌گردد (Djingova and Kuleff, 1993). آلاینده‌ها به نوبه خود مختل کننده اکوسیستم به شمار می‌روند که از میان آنها فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی بر موجودات زنده، حتی در غلظت‌های کم، حائز اهمیت شناخته شده‌اند. کاربرد فلزات سنگین در صنعت به لحاظ دخیل بودن در برخی از فعالیت‌های فیزیولوژیکی برای گیاهان و حیوانات، جهات مختلفی است که اطلاعات هر چه بیشتر از آنها در محیط زیست لازم به نظر می‌رسد.

در کشور ما نیز با توجه به توسعه صنعتی در نیمه دوم قرن اخیر و برنامه‌ریزی‌های آتی و همچنین روند روبه رشد تعداد وسایط نقلیه بنزین‌سوز، بررسی و بحث بر روی آلاینده‌ها و اثرات آنها در چرخه زیست محیطی به صورت امری ضروری در آمده است. بخش اعظم شهر کرج نیز به لحاظ استقرار واحدهای صنعتی آلوده‌ساز، وضعیت ترافیکی خاص و سنگین، موقعیت جغرافیایی، وجود کارگاههای کوچک و بزرگ (که بعضاً با تأکید بر افزایش تولید بدون وجود تجهیزات کافی برای مهار آلودگی مشغول فعالیت‌اند) در معرض خطر آلودگی هوا، خاک و آب قرار گرفته‌اند. بنابراین مطالعات مربوط به تعیین میزان و نوع آلاینده‌های ناشی از ترافیک شهری و صنعتی و غیره موجود در هوا و خاک شهر کرج می‌تواند راه‌گشای ارائه راه حل‌های عملی در جهت سالم سازی محیط قرار گیرد. بنابراین اجرای یک طرح تحقیقاتی در جهت تعیین آلودگی هوا و خاک در چند نقطه از مناطق صنعتی و غیرصنعتی کرج با استفاده از روش زیست‌ردیابی لازم و ضروری به نظر رسید.

هدف از اجرای این مطالعه بررسی شدت آلودگی هوا و خاک به برخی از فلزات سنگین مانند (Cd, Mn, Fe و Pb) در مناطق پرترافیک، صنعتی شهر و حاشیه شهر کرج با استفاده از درخت زبان گنجشک به عنوان یک گیاه زیست ردیاب غیرفعال انجام شد.

مواد و روش ها

موقعیت و محل اجرای پژوهش

این تحقیق در چهار محل (سایت) واقع در شهرستان کرج و حومه‌ی آن برای بررسی نوع و غلظت آلاینده‌های خاک و هوا به شرح ذیل اجرا شده است :

۱- کم ترافیک (بلوار عظیمیه).۲- محل پر ترافیک شهر کرج (بلوار طالقانی).

www.SID.ir

Archive of SID

۳- منطقه صنعتی (شهرک صنعتی هشتگرد). ٤- روستا (دارای ترافیک جزئی و به عنوان شاهد) قریه نظرآباد.

نمونه‌برداری، آماده سازی و تجزیه نمونه‌های خاک

تعداد ۲۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متری خاک سطحی مناطق چهارگانه با استفاده از اگر نمونه‌برداری خاک برداشته و در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه تحقیقات خاک‌شناسی «خاک‌آزمای دلتا» واقع در زاهدان منتقل گردید. در آزمایشگاه، کلیه نمونه‌های خاک هوا خشک، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. اسیدیته (pH) عصاره اشباع نمونه‌های خاک به وسیله دستگاه pH سنج متراهم مدل ۲٦۲، کربن آلی با استفاده از روش والکی و بلاک (Nelson and Sommers, 1982) و کربنات‌کلسیم خاک با اضافه کردن ۲ میلی لیتر اسید کلریدریک یک مولار به یک گرم خاک و تیترکردن اسید باقیمانده با هیدروکسید سدیم یک مولار اندازه گیری شد(Sommers, R.E, 1982). برای تعیین فلزات سنگین نمونه‌های خاک یک گرم خاک در بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه و به مدت یک ساعت روی بن ماری حرارت داده شد. پس از سرد شدن به نمونه‌های خاک آب اکسیژنه اضافه کرده تا نمونه‌ها بی‌رنگ شوند، پس از صاف کردن با کاغذ صافی، داخل بالن ۱۰۰میلی لیتری به حجم رسانده، غلظت عناصر سنگین در آن با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید (Pydtt etal, 1999, Soon and Abboud, 1993).

زمان و روش نمونه‌برداری از گیاه

درخت زبان گنجشک به عنوان یک زیست ردیاب غیرفعال انتخاب و نمونه‌برداری از برگ آن در ۲ نوبت (اواخر خرداد و شهریور) به روش زیر انجام گرفت:

در هر سایت ۵ درخت به طور تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری برگ از ارتفاع حدود یک متری سطح زمین در چهار سمت درخت انجام گردید. سپس نمونه‌های برداشت شده از چهار سمت هر درخت با هم مخلوط و به دو قسمت مساوی تقسیم گردید. یک قسمت شدیداً با آب مقطر شسته شد تا گرد وغبار و مواد نهشته شده روی برگ زدوده شود و قسمت دیگر دست نخورده باقی ماند. این نمونه‌ها برای تجزیه‌های آزمایشگاهی در نظر گرفته شد. بنابراین تعداد کل نمونه‌های گیاهی آماده شده در دو نوبت برای تجزیه ۸۰ نمونه بود که ٤۰ نمونه شسته شده و ٤۰ نمونه شسته نشده بوده است. نمونه‌های گیاهی شسته شده و شسته نشده (جمعاً ۸۰ نمونه) را روی ورقه‌های کاغذ تمیز ابتدا هوا خشک و سپس در داخل پاکت‌های کاغذی منتقل و تا رسیدن به وزن ثابت در ٦۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس با آسیای وایلی به صورت پودر در آورده شده و آماده تجزیه گردید. جهت هضم نمونه‌های گیاهی یک گرم از هر یک از نمونه‌های گیاهی به

www.SID.ir

Archive of SID

دقت توزین و به ارلن مایر شیشه‌ای ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل گردید و بر طبق روشی که در مورد خاک در همین مقاله نوشته شد هضم و با استفاده از دستگاه جذب اتمی نسبت به اندازه‌گیری Fe، Pb، Mn و Cd اقدام گردید به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار بین سایت‌های مورد بررسی از نظر فلزات سنگین از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل استفاده شد. برای تعیین اهمیت شستشوی برگ‌ها، آزمون t جفت شده برای مقایسه محتوای فلزات سنگین گیاهان شسته شده و شسته نشده برای هر سایت به کار گرفته شد. تست F (ANOVA) برای مقایسه مکان‌های مختلف و مقایسه و میانگین مقدار فلزات سنگین در برگ‌های شسته شده و خاک استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها از برنامه آماری SAS و MINITAB استفاده شد.

نتایج و بحث

الف – نتایج تجزیه خاک:

مقایسه میانگین برخی از مشخصات شیمیایی خاک‌ها و تعدادی از عناصر سنگین اندازه‌گیری شده در این تحقیق در جدول(۲) منعکس شده است. گرچه همان‌طور که جدول مزبور نشان می‌دهد میانگین pH خاک سایت‌های مورد بررسی از تفاوت زیادی برخوردار نیستند. در نتیجه این میانگین‌ها از یکدیگر متفاوتند. اما به هر حال کلیه خاک‌های مورد بررسی در رده خاک‌های قلیایی قرار می‌گیرند. pH خاک بر میزان حلالیت و قابلیت جذب بسیاری از عناصر و شکل گونه‌های عناصر نادر، از جمله فلزات سنگین، مؤثر است. اشکال مختلف گونه‌های فلزات سنگین، به سبب دارا بودن حلالیت‌های متفاوت در pH های مختلف، در روند جذب و حتی انتقال به اندام‌های هوایی و انباشتگی در این اندام‌ها و بخصوص برگ ها دارای الگوهای متفاوتی می‌باشند.

(Kabata – Pendias and Pendias , 1992 ، Cook and Sgardelis , 1994 , Brady, 1990)

میانگین مواد آلی نمونه‌های خاک از ۰/26 تا ۰/62 درصد متفاوت بوده است. مواد آلی خاک افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و ایجاد کمپلکس با فلزات سنگین در محیط خاک را سبب می‌گردند. تأثیر مواد آلی و pH به طور گسترده‌ای بر دستیابی زیستی (Bioavailability) فلزات سنگین قرار گرفته است. نتایج این تحقیقات، حاکی از آن است که افزایش pH و مواد آلی در خاک قابلیت دستیابی زیستی گیاهان به فلزات سنگین را کاهش می‌دهد(Handreek etal, 1994, Kabata – Pendias and Pendias, 1992).

میانگین آهک موجود در خاک سایت‌های چهارگانه مورد بررسی با یکدیگر از تفاوت زیادی برخوردارند و به ترتیب ٤٦/٥، ٤١/٤، ٥٠/٢ و ٢٣/٩ درصد می‌باشند. آهک موجود در خاک می‌تواند دستیابی زیستی عناصر سنگین را تحت تأثیر قرار دهد و بنابراین از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

مقدار عناصر سنگین Fe، Mn، Cd و Pb موجود در نمونه‌های خاک سایت‌های مورد مطالعه و میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار هر سایت بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک خاک ($\mu g\, g^{-1}$) درجدول (۲) ارائه شده است. بحث درباره هر یک از این عناصر ارائه شده است. میانگین سرب قابل عصاره‌گیری در نمونه‌های خاک سایت‌های چهارگانه به ترتیب صفر، 25/4، ۱۰/۷۵ و صفر میکروگرم در گرم اندازه‌گیری شد که از نوسان قابل توجهی برخوردار بود. مبدأ بخش زیادی از سرب موجود در نمونه‌های خاک می‌تواند به ترافیک شهری مربوط باشد (Kabata – Pendias and Pendias, 1992).

میانگین مقدار کادمیوم قابل استخراج از خاک سایت‌های چهارگانه مورد بررسی به ترتیب ۷/۲، ۷/۹، ۹/۱ و ٦/۲۵ میکروگرم در گرم خاک بود که این مقادیر برای سایت ٤ (نظرآباد) کمترین و در سایت ۳ (شهرک صنعتی هشتگرد) بیشترین بوده است. میانگین منگنز در سایت‌های چهارگانه مورد بررسی به ترتیب ۱۹۲/۱، ۳۲۹/۱، ۲۸۱/۳ و ۱٤۱/۲ میکروگرم در گرم خاک اندازه گیری شد که این میانگین برای خاک سایت ۱ کمترین و برای خاک سایت ٤ (نظرآباد) بیشترین بوده است. میانگین مقادیر آهن قابل استخراج در خاک این چهار سایت به ترتیب ۷٤۲/۱، ۱۰۰۹/۱۰۳۷،۷/۷ و ٦۸۸/۱ میکروگرم در گرم اندازه‌گیری و محاسبه شده است. مقادیر مجاز تعدادی از عناصر سنگین در خاک و مقایسه آنها با مقادیر اندازه‌گیری شده در سایت‌های چهارگانه در جدول (۳) ارائه شده است. همان‌گونه که این جدول نشان می‌دهد در میان عناصر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های خاک سایت‌های چهارگانه فقط مقدار کادمیوم از مقدار مجاز بیشتر است که باید مورد توجه دست‌اندرکاران محیط زیست قرار گیرد. خوشبختانه مقادیر سرب و منگنز اندازه‌گیری شده در این تحقیق در محدوده مجاز قرار دارند. تجزیه واریانس و مقادیر میانگین فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در خاک سایت‌های مورد مطالعه به ترتیب در جدول‌های (۱) و (۲) منعکس شده‌اند. جدول (۱) گویای آن است که تغییرات آهن و کادمیوم در خاک سایت‌های چهارگانه معنی‌دار نبوده در حالی‌که تغییرات مس، منگنز، روی، سرب و مواد آلی در سطح ۱ درصد و pH در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول شماره ۱: تجزیه واریانس غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک مورد مطالعه

منابع تغییرات S.V	درجه آزادی D.F	Fe	Mn	Cd	Pb	O.M	pH
تکرار R	٤	۹۳۱٥۳/۱	۲۷٦٥/٦	۰/۷۷۱	۱۰۰/۸	۰/۰۰۱	۰/۰۱
محل Site	۳	n.s ۱٥۰۰۸۹/۷	۹٦۱٥/۱**	n.s ۷/۰۹۱	٦۷۱/۸**	۰/۱٤۲**	۰/۰۲۰*
خطا E	۱۲	۱۰۸۳٤٤/۸	۱٥۹۸/٤	۳/۷۱	٦۳/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳

*، ** و n.s به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم تفاوت معنی دار

در ارتباط با مطالعات خاک‌شناسی انجام شده در این بررسی و مراجعه به جدول(۲) چنین نتیجه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود که منشاء اغلب عناصر سنگین در خاک سایت‌های چهارگانه مورد مطالعه به گونه‌ای مستقیم یا غیرمستقیم به فعالیت‌های انسانی مربوط می‌گردد. بنابراین لااقل بخشی از این عناصر اندازه‌گیری شده در گروه « عناصر با منشاء انسانی» طبقه بندی می‌گردند، زیرا این عناصر بیشتر به سبب فعالیت انسان در محیط زیست (خاک) نهشته شده‌اند.

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین غلظت عناصر سنگین (میکروگرم در گرم) و برخی از خصوصیات دیگر در خاک مناطق مورد مطالعه

CaCo3 %	O.M %	pH	Pb	Cd	Mn	Fe	محل Site
46/5	0/26C	7/51B	0 /01B	7/2AB	192/1B	742/1A	بلوار عظیمیه
41/4	0/6A	7/49B	25/4A	7/9AB	329/1AB	1031/7A	بلوار طالقانی
50/2	0/62A	7/63A	10/75B	9/1A	281/3A	1009/7A	شهرک صنعتی هشتگرد
23/9	0/51B	7/54B	0/01B	6/25B	141/2A	688/1A	نظرآباد

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار نمی‌باشند.

جدول شماره ۳: مقادیر توصیه شده تعدادی از فلزات سنگین در خاک و مقایسه آنها با خاک محل‌های مورد بررسی

مقادیر توصیه شده Authorized Amounts (µg/g)	مقادیر اندازه گیری شده Measured Values (µg/g)	فلز سنگین Heavy Metal
۲-۲۰۰	۲۶-۰/۰۱	سرب (Pb)
۳-۰/۰۱	۶-۹	کادمیوم (Cd)
۱۰۰-۴۰۰۰	۱۴۰-۳۳۰	منگنز (Mn)
۵۰-۵۰۰	۶۹۰-۱۱۰	آهن (Fe)

ب – تجزیه گیاه :

میانگین نتایج تجزیه نمونه‌های برگ گیاه نارون مربوط به خرداد ۸۵ (مرحله اول) و شهریور ۸۵ (مرحله دوم) برای عناصر سنگین Cd, Mn, Fe و Pb در سایت‌های چهارگانه در جدول(۵) ارائه شده است. در ذیل به تفکیک به ذکر و ارائه این عناصر می‌پردازیم. آهن یکی از عناصر ضروری کم مصرف مورد نیاز گیاهان است که گیاهان بدون وجود آن قادر به تکمیل چرخه حیاتی خود نمی‌باشند. اما وجود همین عنصر در مقادیر بیشتر می‌تواند برای گیاه سمی باشد. حد کفایت+ این عنصر در بیشتر گیاهان ۵۰۰-۵۰ میکروگرم در گرم است و حد بحرانی آن برای برخی از گیاهان ۵۰ میکروگرم در گرم می‌باشد (عابدی و هنرجو، ۱۳۸۲). جدول (۵) نمایشگر آن است که غلظت آهن در برگ‌های شسته شده و شسته نشده متفاوت بوده که میانگین این غلظت در برگ‌های شسته نشده بیشتر از برگ‌های شسته شده بود. این پدیده نشان می‌دهد که

www.SID.ir

Archive of SID

تمام آهن نهشته شده روی برگ فرصت جذب توسط این اندام را نداشته و تنها بخشی از آن همراه با آهن محلول موجود در خاک توانسته است جذب گیاه شده و در فرآیندهای مربوط وارد گردد. همچنین جدول فوق نشان می‌دهد که میانگین غلظت آهن در مرحله دوم نمونه‌برداری مشابه مرحله اول بوده است. با توجه به جدول تجزیه واریانس جدول (٤) گیاهان مناطق نمونه‌برداری شده از نظر مقدار آهن در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. غلظت آهن در همه مناطق از حد زمینه ($۱۵۰\ \mu g\ g^{-1}$) که توسط مارکرت گزارش شده بالاتر است (Markert, 1993). بیشترین غلظت آهن برگ مربوط به بلوار طالقانی به مقدار ۱۰۳۱/۷ میکروگرم در گرم و کمترین آن مربوط به سایت (نظرآباد) ٦٨٨/١ میکروگرم در گرم می‌باشد. مطالعات انجام شده نیز نشان داد مقدار آهن درخاک و گیاه در مناطق صنعتی و پرترافیک بیشتر از حد زمینه بوده است. منگنز یکی دیگر از عناصر ضروری گیاهان است. مقدار آن در گیاهان ۵۰۰- ۱۰۰ میکروگرم در گرم است. حد کفایت برای اکثر گیاهان ۳۰۰- ۲۰۰ میکروگرم در گرم گزارش شده است (عابدی و هنرجو، ۱۳۸۲). مطابق جدول تجزیه واریانس جدول (٤) از نظر مقدار منگنز بین سایت‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. میانگین مقدار منگنز برگ مطابق جدول (۵) زیر حد زمینه می‌باشد. منشاء اصلی منگنز موجود در هوا و خاک از ترمز اتومبیل‌ها ناشی می‌گردد(Monaci *et al*., 2000, Celik and Aslihan, 2004).

میانگین مقدار کادمیوم درتمام سایت‌های چهارگانه مورد مطالعه در این پژوهش، از حد مجاز ارائه شده توسط (Kabata *et al*., 1992) بیشتر بود جدول(۵). این محققین مقدار عنصر کادمیوم در گیاهان را ۱- ۰/۱ میکروگرم در گرم وزن خشک گیاه گزارش نموده‌اند و عدم نیاز گیاهان و حیوانات به این عنصر را ذکر کرده‌اند(Celik and Aslihan, 2004). همچنین در منطقه صنعتی مورد مطالعه خود، میزان کادمیوم را بیشتر از حد مجاز گزارش نمودند. کادمیوم موجود در هوا از صنایع فلزکاری، سایش لاستیک وسایل نقلیه موتوری و احتراق سوخت‌های فسیلی منشاء می‌گیرد (Celin and Aslihan, 2004, Pydtt, 1999) .

مقدار سرب موجود در اکثر نمونه‌های برگ مورد مطالعه در این تحقیق در زیر حد تشخیص به وسیله دستگاه بود. این عنصر برای گیاهان و حیوانات ضروری نیست و با گذشت زمان مقدار آن در خون انسان انباشته شده و تا سرحد خطرناک افزایش می‌یابد. مقدار سرب در خاک‌ها و گیاه به ترتیب ۱۸۹-۳ و ۳۰۰-۳۰ میکروگرم در گرم گزارش شده است (رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹ و Kabata – Pendias and Pendias, 1992). گزارشات متعددی حاکی از آن است که غلظت سرب در خاک ارتباط معنی‌داری با حجم ترافیک دارد (رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹ و Celik, Pydtt, 1999, Celik and Aslihan, 2004).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ٤: تجزیه واریانس برای غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در برگ درخت نارون

میانگین مربعات M.S					
Pb	Cd	Mn	Fe	درجه آزادی D.F	منابع تغییرات S.V
0/00	0/47 n.s	8911/12n.s	175345/8**	3	محل
0/00	2/19 n.s	3127/81n.s	5328/07	1	زمان نمونه برداری
0/00	15/38*	14/09n.s	498607/2**	1	شست و شو
0/00	2/93 n.s	6617/18n.s	6341/59	1	اثر متقابل نمونه و شست‌وشو
0/00	2/1	6143/01	29918/34	9	خطا

*، ** و n.s به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم تفاوت معنی دار

جدول شماره ۵: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در برگ‌های نارون

Pb	Cd	Mn	Fe	محل
0/000	4/88A	135/2A	448/9B	بلوار عظیمیه
0/000	4/95A	168/1A	623/8AB	بلوار طالقانی
0/000	5/1A	182/1A	861/1A	شهرک صنعتی هشتگرد
0/000	5/1A	109/88A	407B	نظرآباد
				زمان نمونه برداری
	4/99A	190/1A	567/24A	خرداد
	4/14A	163/20A	601/2A	شهریور
				تیمار
	3/68B	174/2A	405/11B	شستن
	5/81A	176/0A	759/1A	عدم شستن

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

نتیجه گیری

نتایج مطالعات نشان داد برگ درخت زبان گنجشک به‌عنوان یک زیست‌ردیاب آلودگی هوا مناطق آلـوده به فلزات سنگین مانند Cd, Mn, Fe و Pb را ردیابی نموده و محل‌های آلوده را از محل‌های غیرآلوده تفکیک نماید. بنابراین برای ردیابی دقیق‌تر آلودگی هوا لازم است از پوست درختان نیز همانند برگ استفاده کرد.

نظر به اینکه محتوای عناصر در بخش‌های مختلف گیاه به‌طور قابل توجهی تفاوت دارد بنابراین پیـشنهاد می‌شود علاوه بر برگ از پوست درخت نیز برای ردیابی فلزات سنگین موجود در هوا استفاده کرد، زیرا این دو بخش از گیاه به‌طور مستقیم در برابر هوا قرار دارند. غیر از زبان گنجشک که یک گیاه پهـن بـرگ اسـت ممکن است برخی از سوزنی برگ‌ها مانند کاج به سبب داشتن پوست کلفت و زبرتر ردیاب بهتری باشند که در این رابطه برای رسیدن به پاسخ نیاز به تحقیقات دامنه‌دار در آینده خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- رحمانی، ح. ر، کلباسی، م وحاج رسولیها، ش، ۱۳۷۹، آلودگی خاک به وسیله سرب حاصل از وسایل نقلیه در محدوده برخی از بزرگراه‌های ایران، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم، شماره چهارم، صفحات ٤٢-۳۱.

۲- عابدی، م. ج. و هنرجو، ن، ۱۳۸۲، عناصر کمیاب (جزئی)، کتاب مرجع، جهاد دانشگاهی، دانشگاه مشهد.

3- ADEL, MANZALA, A. 2003,Heavy metal pollution and biomonitoring plants in lake Manala, Egypt. Pakistan of Biological, Science 6 G(13), P:1108 – 11170.

4-AKSOY, A., SAHIN, U, 2000, Robinia pseudo– acacia L.as a possible biomonitor of heavy metal pollution. In :Kayseri. Sci. Total Environ, 24, p:279 – 284.

5-BRADY, N.C, 1990, The nature and properties of soils, 10 th edition, Macmilan Publisbing Company New York, p:512 – 546.

6-CELIK, A., ASLIHAN, A, 2004, Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinia pseudo acaciaL, Volume 31, Issue 1, p:105 – 112.

7-COOK, C.M., SGARDELIS, S.P, 1994, Concentration Pb, Zn and Cu in Taraxacum Spp in relation to urban pollution. Bull. Environ. Contan, Toxical.53, p:204 – 210.

8-DIATTA, J.B., GRAZEBISZ, W, 2003, A study of soil pollution by heavy metals in the city of Poland using Taraxacum Officinale as a bioindicator, Volume G. Issu 2, p:1-12.

9- DJINGOVA, R., KULEFF, I, 1993, Monitoring of heavy metal pollution by Taraxacum Officinale, Plants as biomonitors Indicator for heavy metals in the Terrestrial Environment. Markert , B. , VCH Publisher, Weinheim, p: 435 – 460.

10- HARRISON, R.M., CHIRAWI, M.B, 1989, The assessment of air and soil as contributors of some trace metals to vegetable plants.I.Use of a filtered air, growth cabinet, Science of the Total Environment(83), p:13 – 34.

11-- HANDREEK, K.A, 1994, Effect of pH on the uptake of Cd, Cu and Zn from soil less media containing sewage sludge, Soil and Plant(25), p:1913-1927.

12-MARKERT, B, 1993, Plant as biomonitors / Indicators for heavy metals in the terrestrial environment, weinheim VCH.press: 670, White poplar (populus alba) as a biomonitor of trace elements in contaminated riparion forest. Environ. Pollution 132, p:145 – 155.

13- MONACI, F., BARGALI, R, 2000, Biomonitoringof airborne metals in urban environments: New trace of vehicle emission in place of lead, Environ. Pollut.(107) , p:321- 327.

14-MULGREW, A., WILLIAMS, P, 2004, Biomonitoring of air quality using plants. Air Hygiene report no 10, P: 1-100.

15-NELSON, D.W, Sommers, L.E, 1982, Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties Znd ed. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Publisher. Madison, wisconsis, p: 570-573.

www.SID.ir