بررسی وضعیت آلودگی درختان صنوبر اطراف کارخانه سرب و روی زنجان با استفاده از دوایر سالیانه (*Populous nigra*)

توفیق احمدی [۱]، مریم میاحی [۲]، ویلما بایرام زاده [۲]، منوچهر زرین کفش [۲]، وحیدرضا صفدری [۲]

چکیده

یکی از جدیدترین راه ها جهت تعیین مقدار و نوع بسیاری از آلاینده های محیطی استفاده از زیست ردیابی طبیعی است. در مناطق معتدله هر ساله یک لایه چوب به درختاضافه می شود که در آن شرایط رویشگاهی همان سال ضبط شده و گزینه خوبی برای زیست ردیابی در طول زمان هستند. لذا در این تحقیق سعی شده است که از درخت صنوبر که به فراوانی در اطراف کارخانه سرب و روی زنجان کشت می شود به عنوان زیست ردیاب استفاده کرده و روند آلودگی خاک اطراف را نشان دهیم. به همین منظور ۲ درخت از فواصل ۵و۱۰کیلومتری کارخانه سرب و روی زنجان تهیه شد.ضمنا"از خاکهای مجاور هر درخت هم نمونه برداری انجام گرفت. در نمونه های چوبدوایر سالیانه سن یابی و از هم جداشدند. غلظت سرب و روی درهریک از دوایر سالیانه و نمونه های خاک تعیین شد. نتایج حاصل نشان داد که میزان آلودگی هم در نمونه های خاک و هم در نمونه های چوب در نزدیک کارخانه بالاتر از نمونه دیگر بود. میزان سرب وروی در دوایر سالیانه درخت صنوبر در هر دو نمونه از سال ۱۳۷۰تا ۱۳۸۹روند افزایشی نشان داد ولی این افزایش در درختی که به کارخانه نزدیکتر بود چشمگیر تر بود. در ضمن آنالیزهای ماری همبستگی معنی داری را بین میزان سرب وروی و سالهای مورد مطالعه در سطح ۰/۰۱ نشان داد. این یافته نشان می دهد که میزان سرب و روی خاک و در نتیجه میزان سرب و روی در گیاه مورد مطالعه هر ساله،افزایش داشته است. ضمنا" بحث حرکت آلاینده ها بین دوایر هم باتوجه به نتایج آماری (خود همبستگی) نفی می شود چون مقدار همبستگی در وقفه های مطالعه شده از لحاظ آماری معنی دار نمی باشد.بنابراین می توان نتیجه گرفت که صنوبر را می توان به عنوان زیست ردیاب برای خاکهای آلوده به سرب و روی در منطقه مورد مطالعه استفاده کرد.

واژه های کلیدی : فلزات سنگین – زیست ردیاب – دوایر سالیانه – درخت صنوبر

۱–استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات،دانشکده علوم کشاورزی،دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس،ایران
t1350a @ gmail.com

۲– دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج،گروه خاکشناسی

مقدمه

آلودگی زیست محیطی یک مشکل اصلی در کشورهای توسعه یافته ودرحال توسعه می باشد. در این جوامع هریک ازسه محیط آب ،خاک وهوا میزبان عناصر شیمیایی وبیولوژیکی شده اند که اثر سوء بر سلامت انسان می گذارد (ناریاگو و پاسیانا[1]،۱۹۸۸) . از جمله این عناصر می توان از عناصر کمیاب و فلزات سنگین نام برد.آن ها در عین کمیابی عناصرپایداری هستند که تا اندازه ای ازطریق غذا، آب وتنفس وارد بدن می شوند. غلظت‌های بالای این عناصر موجب بروز مسمومیت‌های مختلفی می‌شود .این ترکیبات وارد زنجیرهای غذایی شده و در بافت های دریافت کنندگان تجمع می یابند ومنشاء یک سری از بیماری‌های خاص و خطرناک می‌باشند. فاضلاب و پساب صنایع و کارخانه‌ها می‌توانند منشاء آلودگی خاک به این عناصر باشد. با توجه به خطری که آلاینده ها به حیات موجودات زنده وارد می سازند، اطلاع کافی از نوع و میزان هر یک از آنها در محیط بسیارحائز اهمیت است.یکی از جدیدترین راه‌های مطمئن جهت دسترسی به تعیین مقدار و نوع بسیاری از آلاینده های محیطی استفاده از زیست ردیابی طبیعی است. در گذشته از زیست ردیابها بیشتر به منظور تخمین آلودگی هوا استفاده شده است، اما امروزه با شدت کمتری از آنها برای تخمین و اندازه گیری آلودگی آب و خاک نیز استفاده می‌گردد. (سویلاک و دوگان[2] ،۲۰۰۰) زیست ردیابی با گیاهان روشی کم هزینه و با ارزش جهت بررسی تاثیر آلاینده‌های مختلف هوا، آب و خاک می باشد. در این میان درختان در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته اند، این توجه از آن جهت می باشد که هر ساله به تنه درختان منطقه معتدله یک لایه چوب اضافه می شود و پس از چند سال مجموع لایه ها در مقطع عرضی تنه درختان به شکل دوایر متحد المرکز در آمده و به آنها دوایر رویشی یا حلقه های سالیانه اطلاق می شود. (پارسا پژوه و همکاران[3] ،۱۳۸۰) در طول زمان هر حلقه رویشی شرایط رویشگاهی سالی را که در آنتشکیل یافته ضبط می نماید. مجموعه این حلقه‌ها می‌توانند به عنوان نمایشگرهای زیست‌محیطی معرف گذشته درختان باشند. (دیوال و همکاران[4]، ۱۹۹۱)، (فریتس،۱۹۹۱)، (شووینگ رابر،۱۹۹۳) شیمی نگاری درختی یا شیمی حلقه‌های رویشی، مطالعه همین عناصر شیمیایی داخل حلقه های رویشی است که در طول زمان در اثر فاکتورهای فیزیولوژیکی و محیطی تغییر می‌نماید. بسیاری از مطالعات نشان داده که شیمی حلقه های رویشی درخت می‌تواند وسیله خوبی در جهت ارزیابی تغییرات آلودگی در طول زمان یا دربین رویشگاه-های مختلف باشد. (بیس و مکلاگ هلین[5]، ۱۹۸٤)، (بودینتی[6] و همکاران ، ۱۹۹۰)، (گویتی[7] و همکاران،۱۹۹۱)، (لونگ و دیویس[8] ،۱۹۸۹) اعتبارمطالعات شیمی نگاری درختی در انعکاس وقایع گذشته بستگی به چگونگی جذب فلزات سنگین به وسیله ریشه درختان و عدم حرکت آنها در حلقه‌های رویشی دارد. بعضاً حرکت فلزات از سمت برون چوب به درون چوب باعث می‌شود تا وقایع زمانی مربوط به آلاینده ها در محیط زیست با غلظت عناصر حلقه های رویشی هم

خوانی نداشته باشد. (کاتر و گویه تی[9] ،۱۹۹۳)که کمک گرفتن از روش‌های آماری خود همبستگی بین حلقه‌های رویشی درختان و استفاده از روشی که در این مطالعه برای درختان پراکنده آوند توصیه می شود می تواند این مشکل را رفع نماید (لیو و همکاران[10] ،۲۰۰۹) اکنون مشخص شده فعالیت های انسانی منجر به تجمع قابل توجهی از فلزات سنگین در مقیاس جهانی شده است. فلزات سنگین و عناصر کمیاب از جمله آلاینده-های محیط زیست هستند که در صورت تجمع در خاک و جذب توسط گیاه وارد زنجیره غذایی شده و مسمومیت‌هایی را برای انسان و حیوانات ایجاد می کنند (گی و بودر[11] ،۱۹۸٦). تجمع عناصر در خاک می‌تواند در نتیجه کاهش فعالیت-های میکروبی، تنوع‌زیستی و باروری خاک، تلفات محصولات کشاورزی وحتی آسیب در حیوانات و بهداشت و درمان انسان از طریق زنجیره مواد غذایی ایجاد کند (صفدری،[12]۱۳۸۳). اطلاع از ماهیت فلزات سنگین، رفتار شیمیایی آنها در خاک و هوا و پیدا کردن راه کارهای مدیریتی در جهت پاکسازی یا خنثی سازی آنها در محیط امری مهم و حیاتی است (سویلاک و دوگان[13] ،۲۰۰۰). در این تحقیق سعی شده است که ازغلظت سرب و روی در دوایر سالیانه درخت صنوبرکه به فراوانی در اطراف کارخانه سرب و روی زنجان کشت می شود و جزء درختان بیش اندوز می باشد استفاده کرده و روند آلودگی خاک را به این عناصر از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ در اطراف کار خانه نشان دهیم. چون صنوبر جزء درختان پراکنده آوندی می باشد و در درختان پراکنده آوند چندین حلقه با محیط در تماس می‌باشد. (بایرام زاده[14]و همکاران،۱۹۹۰) لذا در این تحقیق به جای استفاده از غلظت آلایندها در یک حلقه از مجموع آلاینده ها در ۵ حلقه برای ردیابی زیستی استفاده شده است.

مواد وروش ها

موقعیت و محل اجرای تحقیق

این تحقیق در اطراف کارخانه سرب و روی زنجان که در ۱۰ کیلومتری شرق زنجان واقع شده است صورت گرفته است .

روش مطالعه

نمونه‌برداری ،آماده‌سازی و تجزیه نمونه-های گیاه

نمونه‌های گیاهی مورد استفاده شامل دو درخت صنوبری می‌باشند که از فواصل ۵ کیلومتری و۱۰ کیلومتری اطراف کارخانه تهیه شدند. از درختان دیسکهای ۱۰ سانتی متری در ارتفاع ۵ سانتی متری از سطح خاک بریده شدند ونمونه های چوب را به آزمایشگاه منتقل کرده و در هوای آزاد خشک کرده ایم و سپس دوایر سالیانه را شماره گذاری کرده۵ تا ۵ تا از هم جدامی کنیم. بعد از آماده سازی نمونه‌ها، با کمک دستگاه جذب اتمی غلظت سرب و روی در هر یک از دوایر سالیانه تعیین شد. برای تعیین غلظت فلزات سنگین در گیاه ۰/۲گرم از هر نمونه را در بشر ۱۲۵ میلی لیتری ریخته، ۱۰ میلی لیتر از مخلوط اسید (اسید نیتریک واسید کلریدریک ۳به۱) به نمونه اضافه کرده، بشر را روی اجاق گذاشته و به مدت ۳۰ دقیقه تا دمای ۹۵ درجه

سانتی‌گراد بدون جوشش حرارت می دهیم (رفلاکس کردن). پس از سرد شدن مجددا ۵ میلی لیتر مخلوط اسید به نمونه اضافه کرده و دوباره آن را رفلاکس کرده وافزایش مخلوط اسید را یک میلی لیتربه یک میلی لیتر ادامه داده و آن را گرم می کنیم تا واکنش به حداقل ممکن برسد و نمونه بدون تغییر باقی بماند. پس ازآن محتویات بشر را بعد از سرد شدن با کاغذ صافی واتمن شماره ٤١ در داخل بالن ۵۰ میلی لیتری صاف می کنیم و کاغذ صافی را با مقدار کمی آب مقطر شسته و داخل بالن ریخته و سپس به حجم رساندیم. محلول حاصله را برای سنجش میزان سرب و روی با دستگاه جذب اتمی مورد استفاد قرار دادیم. (پایدت[۱۵] ، ۱۹۹۹) .

نمونه‌های برداری، آماده سازی و تجزیه نمونه های خاک

تعداد ٤ نمونه خاک از اطراف نمونه‌های گیاهی و از عمق ۰تا ۱۵ سانتی متری و از عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری تهیه شدند. در آزمایشگاه نمونه های خاک را در هوای آزاد خشک گردید و سپس با چکش چوبی آنها را کوبیده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده ایم. مقداری از نمونه‌ها جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی استفاده شده و مقداری دیگر از نمونه‌های خاک جهت اندازگیری میزان عناصر کل را به روش مخلوط اسید عصاره گیری شد. پس از آماده شدن عصاره خاک، عنصر مورد نظر با کمک دستگاه جذب اتمی قرائت گردید. درضمن برای تعیین برخی از خصوصیات خاک از روش های زیر بهره گرفتیم. بااستفاده از روش هیدرومتری درصد رس، درصدشن، درصد سیلت تعیین شد (گی و بودر[۱۶] ،۱۹۸٦).pH خاک در گل اشباع با استفاده از آب مقطر و KCL به بوسیله pH متر اندازه گیری شد (آلیسون و مودی[۱۷] ، ۱۹٦۵). ماده آلی با استفاده از روش والکی وبلاک تعیین شد (نلسون و سامر[۱۸] ،۱۹۸۲) مقدار کل ازت موجود در خاک بر حسب درصد و به روش کجدال تعیین گردید (برنر و مولوانی[۱۹] ،۱۹۸٤).

روش آماری مورد استفاده

برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش آماری spss استفاده شده است و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. برای نشان دادن همبستگی بین سرب،روی و در دوره مطالعه از همبستگی پیرسون و از خود همبستگی برای نشان دادن عناصر مورد مطالعه در حلقه‌های رویشی استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به آنالیز خاک

برخی از ویژگی های نمونه های خاک که از۵ کیلومتری و ۱۰ کیلومتری کارخانه تهیه شده اند در جدول شماره(۱) ارائه شده است. خاک منطقه مورد مطالعه در نمونه نزدیک به کارخانه(۵ کیلومتری)و از (عمق۰تا۳۰سانتیمتری) از نوع قلیایی باpHبرابر با ۸/۱٦ است، درصد ماده آلی ۱/۲۲درصد و درصد ازت کل ۰/۱۲ درصد می باشد .بافت خاک منطقه مورد مطالعه شنی لوم است.خاک منطقه مورد مطالعه در نمونه دورتر از کارخانه (۱۰کیلومتری) و از (عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری) از نوع قلیایی با pH برابر با ۸/۲۲ است، درصد ماده آلی ۱/٦۲درصد و درصد ازت

کل ۰/۱٦درصد می باشد. و بافت آن شنی لوم است .

بررسی میزان آلاینده های موجود در خاک

غلظت کل سرب و روی در نمونه‌های خاک در جدول شماره ۲ نشان داده شده است . غلظت سرب و روی کل در نمونه های نزدیک به کارخانه(۵کیلومتری) در عمق ۱۵-۰ سانتی متری خاک به ترتیب ٦۵ و ۱٦۲/۵میلی گرم در کیلو گرم خاک و در عمق ۳۰-۱۵سانتی متری خاک به ترتیب ۵/۲۵ و ۸/۵ میلی گرم در کیلو گرم خاک می باشد. غلظت سرب و روی کل در نمونه های دورتر از کارخانه (۱۰ کیلومتری) در عمق ۱۵-۰ سانتی متری خاک به ترتیب ۲۷/۵ و ۸۲/۵ میلی گرم در کیلو گرم خاک ، ودر عمق ۳۰-۱۵ سانتی متری خاک به ترتیب ۱/۹ و ۷/۵ میلی گرم در کیلو گرم خاک می باشد. طبق طبقه بندی پراسادکه حد مجاز سرب و روی را برای خاک های لومی به ترتیب ۵۰ و ۱۵۰ ذکر کرده است(پراساد[20] ، ۲۰۰٤) خاک سطحی این منطقه که در ۵ کیلو متری کارخانه واقع شده است آلوده می باشد. باشد ولی با افزایش عمق خاک غلظت آلاینده کاهش می‌یابد که این یافته با نتایج هودچی و همکاران همسو می‌باشد (هودچی[21] و همکاران، ۱۳۸٦). ولی در فاصله دورتر از کارخانه آلودگی خاک قابل اغماض است.

جدول شماره ۱: مشخصات خاک منطقه مورد مطالعه

عنوان نمونه	pH	درصد ماده آلی (OM%)	درصد ازت کل (N%)	تجزیه اندازه ذرات			بافت
				شن ٪	سیلت ٪	رس ٪	
نمونه نزدیک به کارخانه (فاصله۵ کیلومتری)							
(۰- ۱۵ سانتی متر)	۸/۳۵	۱/۳۱	۰/۱۳	۵۹	۲٦	۱۵	شنی - لوم
(۱۵-۳۰ سانتی متر)	۷/۹۸	۱/۱۳	۰/۱۱	٦۷	۱۵	۱۸	شنی - لوم
میانگین	۸/۱٦	۱/۲۲	۰/۱۲	٦۳	۲۰/۵	۱٦/۵	شنی - لوم
نمونه دورترازکارخانه(فاصله ۱۰ کیلومتری)							
(۰- ۱۵ سانتی متر)	۸/۲	۱/۹۳	۰/۱۹	٤۸	۳۸	۱٤	شنی - لوم
(۱۵-۳۰ سانتی متر)	۸/۲۵	۱/۳۲	۰/۱۳	۵۵	۲۹	۱٦	شنی - لوم
میانگین	۸/۲۲	۱/٦۲	۰/۱٦	۵۱/۵	۳۱/۵	۱۵	شنی - لوم

جدول شماره ۲ : میزان سرب و روی در نمونه های خاک

عناصر میکرو (میلی گرم در کیلو گرم خاک)		
نمونه نزدیک به کارخانه ۵ کیلومتری		
عنوان نمونه	سرب کل	روی کل
(۰- ۱۵ سانتی متر)	٦۵	۱٦۲/۵
(۱۵-۳۰ سانتی متر)	۵/۲۵	۸/۵
نمونه دورتر از کارخانه ۱۰ کیلومتری		
عنوان نمونه	سرب کل	روی کل
(۰- ۱۵ سانتی متر)	۲۷/۵	۸۲/۵
(۱۵-۳۰ سانتی متر)	۱/۹	۷/۵

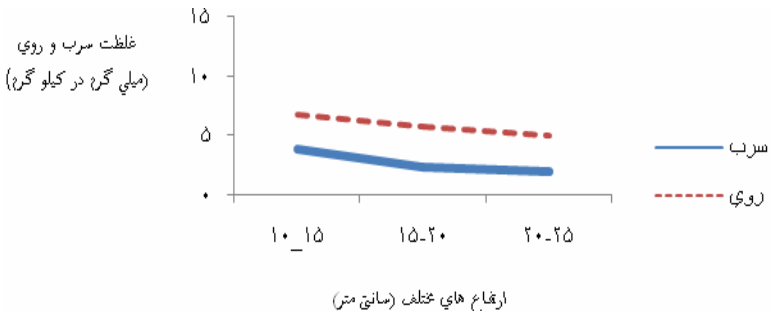
نتایج مربوط به آنالیز گیاه

بررسی روند تغییرات میزان سرب و روی در تنه درخت (ارتفاعات مختلف درخت)

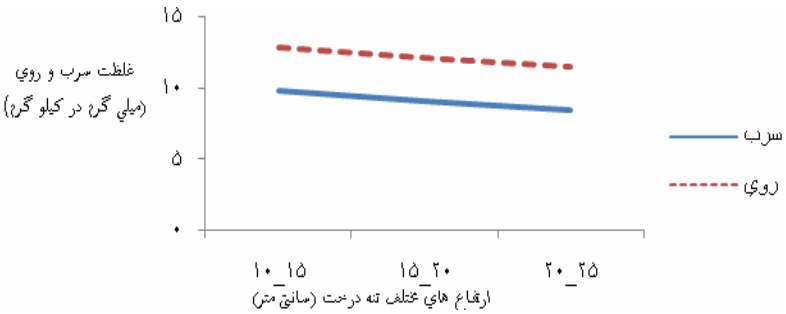
نمودارشماره۱و۲نشان می‌دهند که با افزایش ارتفاع درخت میزان آلاینده جذب شده کاهش پیدا کرده است به‌طوری‌که بیشترین مقدار آلاینده در ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی متری درخت مشاهده می کنیم که این یافته با یافته وربل شکلی ۲۰۰۸ (۲۸) که اظهار داشته اند که مقدار آلودگی‌های خاک جذب شده توسط درخت با افزایش ارتفاع درخت کاهش می‌یابد، تطابق دارد که به نظر می-رسد این پدیده می‌تواند مربوط به حمل آلاینده-های جذب شده همراه آب باشد که باید از ریشه به قسمت‌های بالای تنه انتقال یابد و به همین خاطر در نزدیکی ریشه جذب آلودگی بیشتر شده است.

بررسی روند تغییرات سرب و روی در طول زمان

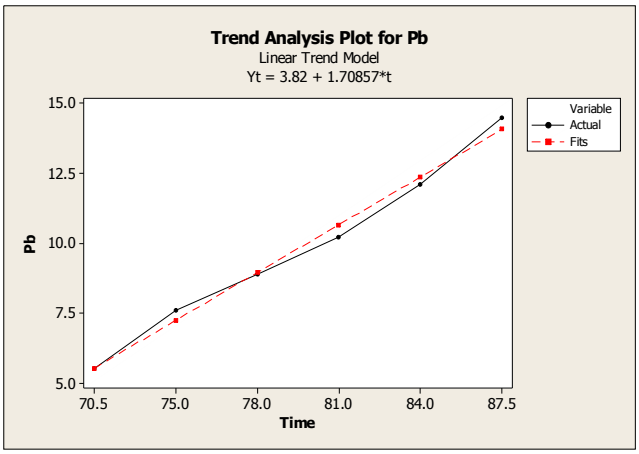
نمودارهای شماره ۳ و٤ روند تغییرات سرب و روی را در نمونه تهیه شده در نزدیکی کارخانه نشان می‌دهد برای بررسی روند تغییرات آلاینده‌ها در طول زمان از دوایر سالیانه سن‌یابی شده استفاده شده است. و چون درخت مورد نظر پراکنده آوند بوده است از قطعات به جای تک حلقه استفاده شده است. و برای هر قطعه یکسال در نظر گرفته شده است این نمودار نشان می‌دهد که غلظت سرب و روی با افزایش سن درخت افزایش نشان می‌دهد. نمودارهای شماره ٥و٦.به درختی است که از فاصله دورتر از کارخانه تهیه شده است و نتیجه آن نیز مشابه نمودار قبلی می-باشد. لذا می‌توان گفت میزان آلودگی خاک از سال ۷۰ تا ۸۹ روند افزایشی داشته است که در خت صنوبر نیز این آلودگی را جذب کرده است که این‌یافته با نتایج صفدری و همکاران (صفدری[۲۲] و همکارن ،۱۳۸۳) که اظهار داشته‌اند که مقدار آلودگی با افزایش زمان (سال) در درخت کاج آلداریکا *(Pinuseldarica)* بیشتر می شود، تطابق دارد.



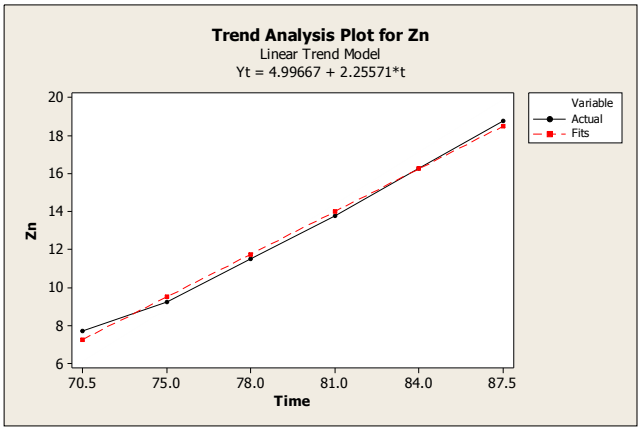
نمودار شماره۱- روندتغییرات میزان سرب و روی درنمونه دورتر از کارخانه (۱۰km) در ارتفاعات مختلف



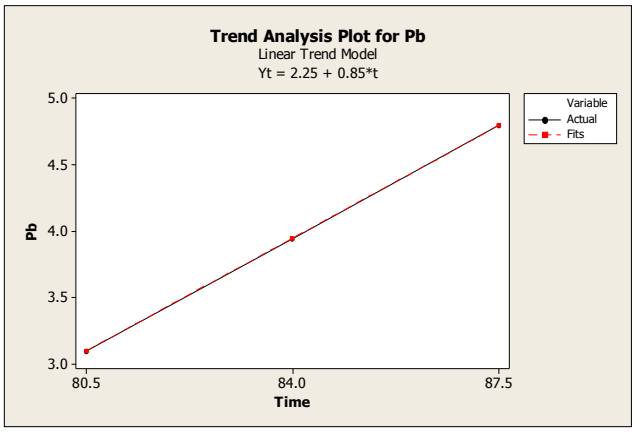
نمودار شماره۲- روند کاهشی میزان سرب و روی درنمونه نزدیکتر از کارخانه (۵km) در ارتفاعات مختلف



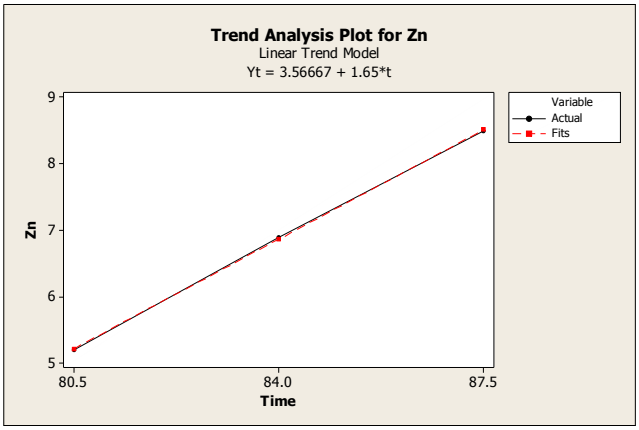
نمودارشماره ۳- روند تغییرات میزان سرب در سال های نمونه گیری(۵km)



نمودارشماره٤- روند تغییرات میزان روی در سال های نمونه گیری(۵km)



نمودار۵–روند تغییرات میزان سرب در سال های نمونه گیری(۱۰km)



نمودار شماره٦– روند تغییرات میزان روی در سال های نمونه گیری(۱۰km)

جدول شماره ۳– همبستگی بین میزان روی و سرب ودوره مطالعه را نشان می‌دهد. همان طورکه مشاهده می‌شود میزان سرب و روی با همدیگر و مقدار سرب وروی با زمان در سطح آماری ۰/۰۵ درصد ارتباط معنی‌داری را نشان می‌دهد .

جدول شماره ۳ – همبستگی(Pearson correlation) بین میزان روی و سرب در دوره مطالعه

	سرب	روی
Pearson correlationسرب Sig.(2 tailed) N	۱ ٦	۰/۹۹۳ ——
Pearson correlationروی Sig.(2 tailed) N	۰/۹۹۳* ۰/۰۰۰ ٦	۱ ٦
Tim Pearson Correlation Sig.(2 tailed) N	۰/۹۹٤* ۰/۰۰۰ ٦	۰/۹۹۱* ۰/۰۰۰ ٦

بررسی حرکت آلاینده‌ها در بین دوایر سالیانه

نگرانی اکثر محققان از حرکت عرضی آلاینده‌ها بین دوایر سالیانه می باشد که غالبا" در درختان پراکنده آوند مثل صنوبر به فراوانی اتفاق می‌افتد. به‌منظور بررسی این موضوع راه‌حلی توسط لیویو ۲۰۰۹ (لیویو[۲۳]،۲۰۰۹) برمبنای استفاده از روش خود همبستگی بین حلقه‌ها ارائه شده تا نشان داده شود که حرکت بین کدام حلقه‌ها اتفاق افتاده است.جدول شماره ٤ میزان خود هبستگی بین مقادیر سرب و روی با وقفه های ۱ تا۳ را برای سرب و روی نشان می‌دهد. اگرچه در وقفه ۱ میزان همبستگی در حدود ۰/٤٤برای سرب و۰/۵۱ برای روی است اما این همبستگی معنی-دار نمی‌باشد. لذا می‌توان گفت که حرکت آلایندها بین قطعات بریده شده (۵ سال به ۵سال) صورت نگرفته است.

جدول شماره ٤–خودهمبستگی (Autocorrelation) بین سرب و روی در قطعات تهیه شده

سرب					
			Box-Ljung Statistic		
				درجه آزادی	ارزش
وقفه	خود همبستگی	معیار انحراف			
۱	۰/٤٤۱	۰/۳۲۳	۱/۸۷۰	۱	۰/۳۸٦
۲	۰/۰۵٤	۰/۲۸۹	۱/۹۰۵	۲	۰/۱۷۱
۳	-۰/۲۸۳	۰/۲۵۰	۲/٦۳۲	۳	۰/٤۵۲
روی					
			Box-Ljung Statistic		
				درجه آزادی	Sig.
وقفه	خود همبستگی	معیار انحراف	ارزش		
۱	۰/۵۱۳	۰/۳۲۳	۲/۵۳۰	۱	۰/۱۱۲
۲	۰/۰۵۱	۰/۲۸۹	۲/۵٦۱	۲	۰/۲۷۸
۳	-۲/۸۳	۰/۲۵۰	۳/۸٤٤	۳	۰/۲۷۹

بحث و نتیجه گیری

۱– صنوبر به‌عنوان یک درخت بیش اندوز (hyper accumulator) در خاک قلیایی توانسته است به‌خوبی آلاینده‌ها را جذب کند. ۲– میزان آلاینده‌های سرب و روی با افزایش سن درخت روند افزایشی نشان می‌دهد که این بیانگر افزایش آلا ینده ها از سال ۸۹–۷۰ می باشد.۳– با توجه به نتایج بدست آمده با افزایش آلودگی در خاک مقدار آلاینده در درخت هم افزایش نشان داده است و می توان گفت که از درخت صنوبر می‌تواند به عنوان یک زیست ردیاب مورد استفاده قرار گیرد(۱) .٤– با توجه به مشکل حرکت عرضی آلاینده ها و همینطور ارتباط چندین حلقه رویشی محیط با خاک در درختان پراکنده آوند بهتر است به جای یک حلقه رویشی از چندین حلقه رویشی برای مطالعات استفاده

شود. با توجه به نتایج تحقیقات انجام یافته ، به منظور کاهش میزان انتشار آلودگی و جلوگیری از تا ثیر سوء فلزات سنگین بر اکوسیستم و حفظ سلامت عمومی موارد زیر پیشنهاد می شود.

۱- شناسائی و کاشت گونه های گیاهی مقاوم به فلزات سنگین در جهت جذب و تثبیت فلزات سنگین وارده به خاک.

۲-شناسایی گیاهان بومی که توانایی زیست پالایی دارند.

۳- افزایش کاشت درخت صنوبر در اطراف کارخانه سرب و روی به دلیل اینکه درخت صنوبر یک زیست ردیاب و یک درخت بیش اندوز می باشد.

منابع

۱-پارسا پژوه، داود ؛ فائزی پور، مهدی و تقی یاره، حمیدرضا. ۱۳۸۰. فرهنگ ٤ زبانه گاه شناسی درختی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۸٤. ۳۲۰.صفحه

۲-صفدری،وحید رضا،۱۳۸۳.مطالعه گاه شناسی درختی (Dendrochronology) به منظور بررسی اثرات آلودگی و تغییرات آب و هوا بر روی رویش شعاعی دو گونه (Fraxinus excelsior &Pinuseldarica)

۳-هودجی، مهران و جلالیان ،احمد.۱۳۸٦. غلظت منگنز و نیکل در خاک و گونه های گیاهی در منطقه استقرار کارخانه ذوب آهن اصفهان

4- Allison LE and CD Moodie (1965) Carbonate In: C. A. Black (Eds), Methods of Soil Analysis. Part 2, Monograph No. 9, Agron., Madison, WI. PP. 1396.

5- Baes, C.F. III & S.B. McLaughlin. 1984. Trace elements in tree rings: Evidence of recent and historical air pollution. Science (Washington, DC). 224: 494-497pp.

6- Bremner, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen - Total. In: Methods of Soil Analysis (A. L. Page et al., ed.). Agronomy Monograph 9, Part 2, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 595-624.

7- Bayramzadeh, V.,RFunda and T. Kubo. 2008. Relationships Between vessel element anatomy an physiological as well as morphological trains of leaves in Fagus crenataseedings originating from different provenacos .Trees 22:217-274

8- Bondietti, E. A., N. Momoshima, W. C. Shortle& K. T. Smith., 1990. A historical perspective on divalent cation trends in red spruce stemwood and the hypothetical relationship to acid deposition, Can. J. For. Res. , 20:1850-1858pp.

9- Chaney, R. L., C. E. Green, E. Filcheva and S. L. Brown. 1994. Effect of iron, manganese, and zinc enriched biosolids compost on uptake ofcadmium by lettuce from cadmium-contaminated soils. In Sewage Sludge: Land the Environment, eds CE Clapp, WE Larson, RH Dowdy, pp. 205-207, American SocAgron, Madison, Wl.

10-Cutter B. E. & R. P. Guyette. 1993. Anatomical, chemical, and ecological factors affecting tree species choice in dendrochemistery studies. J. Environ. Qual.. 22:611-619pp.

11-Devall, M. S., J. M. Myers & J. Koretz.1991. Dendroecological analysis of a longleaf pine *Pinus palustris* forest in Mississipi. Vegetatio 93: 1-8pp.

12-Devall, M. S., B. R. Parresol & J. Wright. 1995. Dendroecological Analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobomba septenatum* and *Annona spraguei* in central Panama. IAWA Journal, vol. 16 (4), 411-424pp.

13-Fritts, H.C. 1991. Reconstrcting large-scale climatic patterns from tree – ring data: A diagonsticapproch. The Unive. Of Arizona Press, Tucscon, AZ.

14-Gee, GW and JW Bauder. 1986. Particle-size analysis. p. 383-411. *In* A Klute (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9 (2ed). American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, WI.

15-Ghosh M - SP Singh(2005) A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by products. Applied Ecology and Environmental Research 3(1): 1-18.

16-Guyette, R. P., B. E. Cutter & G. S. Henderson. 1991. Long-term correlations between mining activity and levels of lead and cadmium in tree-rings of Eastern red-cedar . J. Eviron. Qual. , 20(2), 146-150pp

17-Guyette, R. P., B. E. Cutter & G. S. Henderson. 1991. Long-term correlations between mining activity and levels of lead and cadmium in tree-rings of Eastern red-cedar . J. Eviron. Qual. , 20(2), 146-150pp.

18-Kozlowski TT, Constantinidou HA (1986) Responses of wood plants to environmental pollution. I. Source and types pollutants and plant responses. Forestry Abstr 47: 5-51.

19-Liu Yu, TA Wei Yuan et 2009. Trance elements in tree rings and their environmental effects: A case study in Xi an City

20-Long, R. P . & D. D. Davis. 1989. Major and trace element concentration in surface organic layers, mineral soil, and white oak xylem downwind from a coal-fired power plant, Can. J For .Res., 19, 1603

21-Nelson, DW & LE Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 539-579 en: Page AL, Miller DH, DR (Keeney Eds) Methods of Soil Analysis, ASA, SSSA, Madison, Wis.

22-Nriagu J O,Pacyna, J.M. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals Nature 333, 1988,pp,134-139

23-Prasad, M. N. V. 2004. Heavy metal stress in plants, Second Ed. Norosa Publishing House. USA.

24-Pydtt,F.B.1999. Comparison of foliar and stem bioaccumulation of heavy metals by Corsican pines in the Mount Olympus area of Cyprus, Ecotoxicol.Environ (42) : 57- 61

25-Schweingruber, F. H. 1987. Tree rings: Basics and applications of dendrochronology. Kluwer Academic, Dordecht, Holland .In: Cutter, B. E. & R. P. Guyette., 1993. Anatomical, chemical, and ecological factors affecting tree species choice in dendrochemistery studies. J. Environ. Qual.. 22:611-619pp.

26-Soylak M, and Dogan M**,** Lead concentration of dust sample from Nigde city Turkey, Fresenius Environ,Bull,9,2000,pp:36-40

27-Soon, Y.K., Abboud, S. 1993. Cadmium, Chromium, Lead and Nickel. Soil sampling and Method of Analysis. Lewis puplishers P: 103 – 107.

28-Vroblesky, D.A., 2008, User's guide to the collection and analysis of tree cores to assess the distribution of subsurface ,volatile organic compounds: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2008–5088, 59 p.(available online at *http://pubs.water.usgs.gov/sir2008-5088*)