

گیاه پالایی سه گونه درختی زبان گنجشک، نارون چتری و بیدسفید (*Fraxinus rotundifolia*, *Ulmus densa*) نسبت به فلز سنگین نیکل (مطالعه موردی: پالایشگاه نفت کرمانشاه)

ثریا عظم پور^{۱*}، بابک پیله‌ور^۲، انوشیروان شیروانی^۳، ویلما بایرام‌زاده^۴ و مهدی احمدی^۵

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه کشاورزی، دانشگاه لرستان

^۲استادیار گروه جنگلداری دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

^۳استادیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۴استادیار دانشگاه آزاد واحد کرج

^۵رئیس بخش HSE شرکت پالایش نفت کرمانشاه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰ / ۱۱ / ۱۵، تاریخ پذیرش: ۹۱ / ۸ / ۲)

چکیده

آلودگی را می‌توان تغییر نامطلوب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هوا، آب یا زمین تعریف کرد که سبب به خطر افتادن سلامت، بقا و فعالیت‌های انسان یا دیگر موجودات زنده می‌شود. آلودگی ناشی از فلزات سنگین به‌علت پایداری در محیط زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این تحقیق ارزیابی توان گیاه‌پالایی سه گونه زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*)، بیدسفید (*Salix alba*) و نارون چتری (*Ulmus densa*) در جذب عنصر سمی نیکل از طریق برگ در حریم پالایشگاه نفت کرمانشاه است. نمونه‌برداری از برگ گونه‌های درختی در دو منطقه (پارک شاهد به‌عنوان منطقه آلوده و محوطه بیمارستان فارابی به‌عنوان منطقه شاهد) در سه نوبت در ابتدای فصل رویش (اواسط اردیبهشت)، میانه فصل رویش (اواسط مردادماه) و پایان فصل رویش (نیمه دوم مهرماه قبل از خزان برگ‌ها) انجام شد. پارک شاهد در شرق پالایشگاه و در فاصله نزدیک به‌عنوان منطقه آلوده و محوطه بیمارستان فارابی در فاصله دورتر از پالایشگاه به‌عنوان منطقه شاهد انتخاب شد. بعد از عصاره‌گیری، مقدار فلز نیکل با دستگاه ICP اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در مناطق مورد بررسی، فاصله و جهت وزش باد تأثیر معنی‌داری در پراکنش فلز سنگین نیکل ندارد. همچنین در دو منطقه مورد نمونه‌برداری (منطقه آلوده و شاهد) در اوایل فصل رویش برگ گونه بید سفید به‌طور معنی‌داری بیش از دو گونه دیگر نیکل جذب کرد. در عین حال در منطقه آلوده جذب نیکل در برگ گونه زبان گنجشک و نارون چتری روند افزایشی داشت.

واژه‌های کلیدی: زبان گنجشک، نارون چتری، بید سفید، گیاه‌پالایی، نیکل.

مقدمه و هدف

افزایش جمعیت و پدیده صنعتی شدن جوامع، به استفاده هرچه بیشتر از سوخت‌های فسیلی و مواد نفتی منجر شده است که تبعاتی چون آلودگی هوا و خاک را به همراه داشته است. فلزات سنگین به دلیل تجزیه‌ناپذیری و آثار فیزیولوژیک آنها بر موجودات زنده، حتی در غلظت‌های بسیار کم نیز از عوامل مختل‌کننده اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌آیند (خادمی و کرد، ۱۳۸۹). فلزات سنگینی که به‌عنوان آلاینده‌های مهم مطرحند، سرب، کادمیوم، کروم، مس، جیوه، نیکل و روی هستند. یکی از اصلی‌ترین فلزات سنگینی که در ترکیب نفت شناسایی شده، نیکل است که خصوصیات سمی و حتی کشندگی آن برای انسان، حیوانات و گیاهان تأیید شده است. نیکل مانند عناصر کمیاب و حیاتی مورد نیاز گیاهان در خاک است که به‌عنوان نوعی فلز سنگین در متابولیسم نیتروژن و رشد گیاهان نقش دارد. این عنصر در غلظت‌های کم، اثر سمی بر گیاه ندارد، ولی در غلظت‌های زیاد برای گیاهان سمی است (Baycu *et al.*, 2006).

برخی از گیاهان به‌عنوان گیاهان انباشت‌کننده این عنصر معرفی شده‌اند و در تعداد اندکی نیز نیکل به‌عنوان فلزی سودمند در رشد آنها شناخته شده است. کمبود نیکل سبب کاهش رشد، پیری زودرس، جلوگیری از رشد دانه، کاهش قوه نامیه و کاهش غلظت آهن در بافت‌های گیاه می‌شود (Rahmatullah *et al.*, 2001; Karagiannidis *et al.*, 2002;) (Brake *et al.*, 2004). مقادیر اندک از فلزات سنگین برای گیاهان به‌عنوان عناصر غذایی کم‌مصرف ضروری است، اما در مقادیر زیاد ممکن است سبب اختلال در سوخت‌وساز و توقف رشد شوند (Sinha *et al.*, 2005). نیکل از طریق مواد غذایی، آب آشامیدنی، جذب پوستی و استنشاق به بدن راه می‌یابد. غلظت‌های کم نیکل (۰/۱۳ تا ۰/۲ میلی‌گرم نیکل بر مترمکعب) سبب بروز مشکلات فراوانی مانند مشکلات تنفسی، افزایش حساسیت‌های پوستی، افزایش بروز ناهنجاری و سقط جنین در انسان و حیوانات می‌شود (Goyer, 1991). فلزات سنگین در محیط تجزیه نمی‌شوند، بنابراین خارج کردن آنها از محیط ضروری است. از طرفی هزینه‌های بسیار گزاف روش‌های فیزیکی و شیمیایی، موجب تلاش برای دستیابی به روش‌های ارزان‌تر شده است.

می‌توان از منابع بیولوژیک محیط زیست مانند استفاده از گیاهان سبز (علف‌ها، درختان) یا میکروارگانیسم‌ها برای کاهش آلودگی محیطی و خارج کردن مواد خاص مانند فلزات سنگین و تأثیر عناصر رادیواکتیو از خاک برای پاکسازی نقاط آلوده به انواع آلاینده‌ها کمک گرفت. این انتقال مسمومیت ممکن است از خاک، رسوبات، آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی و حتی اتمسفر صورت پذیرد (Ouyang, 2002) که به گیاه‌پالایی^۱ معروف است. در بخش پالایش آلاینده‌ها به‌خصوص فلزات سنگین، مشخصه‌های زیادی از قبیل نقش میکروارگانیسم‌ها در انتقال فلزات، رفتار فلزات با همدیگر در محیط خاک، سازوکارهای دفع و جذب عناصر و دسترسی بیولوژیکی به عناصر سنگین در خاک قابل اندازه‌گیری و بررسی است. غلظت فلزات سنگین در ریشه گیاهان به‌طور تقریبی از مقدار آن در خاک پیروی می‌کند (Pukacki, 2000). همچنین در بررسی‌های مربوط به استقرار درخت بر روی خاک‌های آلوده، درختان و گیاهان مختلفی مانند گونه‌های جنس بید، توسکا، توس و افرا مطرح شده‌اند (Pulford & Waston, 2003).

هدف از این تحقیق، مقایسه مقدار گیاه‌پالایی سه گونه درختی بید سفید، زبان گنجشک و نارون چتری نسبت به فلز نیکل حاصل از احتراق نفت در کوره‌های بلند پالایشگاه نفت کرمانشاه است. با توجه به اینکه پایه‌های مورد بررسی چندین سال از عمرشان می‌گذرد، نتایج حاصل به‌نحو بهتری می‌تواند پاسخگوی رفتار واقعی پایه‌های بالغ این گونه‌ها نسبت به فلز نیکل در مقایسه با نهال‌های این گونه‌ها باشد.

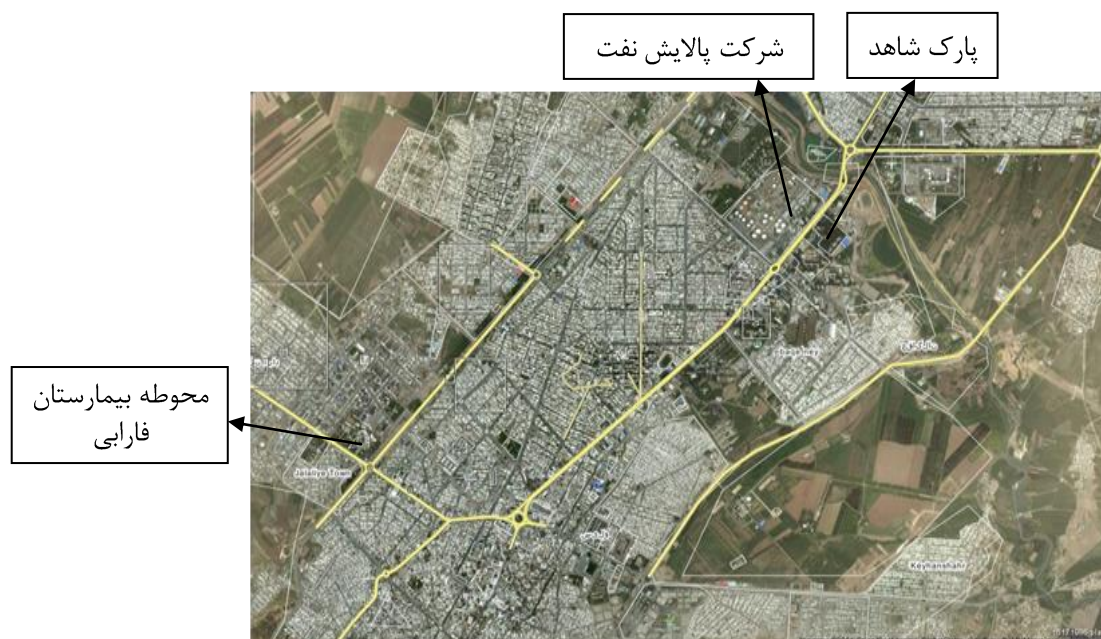
مواد و روش‌ها

- ویژگی‌های منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی محدوده پالایشگاه نفت کرمانشاه (به لحاظ قدمت دومین پالایشگاه نفت ایران) است که تقریباً در مرکز استان واقع است و بیش از ۹۵۹۹۰۴/۱۳ مترمربع مساحت دارد. این پالایشگاه به دلیل قرار گرفتن در دل شهر، گذر رودخانه اصلی شهر از ضلع شرقی آن، وجود زمین‌های کشاورزی در شمال آن و از همه مهم‌تر وجود بوستان‌ها و پارک‌ها در حومه آن، اهمیت محیط زیستی

تا بهمن، از جنوب شرقی به شمال غربی است. پارک شاهد به عنوان منطقه آلوده در شرق پالایشگاه واقع شده است و درختان کاشته شده در این پارک را می توان به عنوان واحد های بیولوژیک که در معرض آلودگی قرار دارند در نظر گرفت.

زیادی دارد (محسن زاده و همکاران، ۱۳۸۸). نفت کوره ۹،۷۶ میلی گرم بر کیلوگرم فلز نیکل دارد. در این پالایشگاه از نفت کوره همراه با گاز طبیعی به عنوان سوخت بزرگ ترین کوره (H-۱۰۱) استفاده می شود. براساس گزارش های اداره هواشناسی استان، جهت باد غالب برای ماه های فروردین تا مهر و اسفند، از غرب به شرق و از آبان



شکل ۱- نقشه موقعیت مناطق نمونه برداری و شرکت پالایش نفت استان کرمانشاه

برای عصاره گیری، ۰/۲۵ گرم از پودر هر نمونه در بشر ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و ۴ میلی لیتر اسیدسولفوریک به نمونه اضافه شد. بشر پس از چندبار تکان دادن به داخل دستگاه Digesdahl انتقال داده شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای مورد نظر در دستگاه، قرار گرفت. سپس ۱۳ میلی لیتر آب اکسیژنه به آن اضافه شد. در نهایت عصاره از دستگاه خارج شد و پس از سرد شدن، با استفاده از آب مقطر دوباره به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد (Vicentim & Ferraz, 2007). پس از صاف کردن عصاره ها با کاغذ سلولز استات ۵ میکرون، غلظت نیکل در هر یک از نمونه ها به وسیله دستگاه ICP اندازه گیری شد. به منظور مقایسه توان گیاه پالایی این سه گونه درختی پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها از طریق آزمون کولموگروف اسمیرنوف، از تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد در نرم افزار آماری SPSS 17 استفاده شد. همچنین به منظور

- روش تحقیق

با توجه به شواهدی مبنی بر وجود فلز سنگین نیکل در سوخت کوره مادر و خروج این فلز از دودکش این کوره، پارک شاهد در نزدیک پالایشگاه به عنوان منطقه آلوده و محوطه بیمارستان فارابی که در فاصله دورتری از پالایشگاه و در جنوب غربی کرمانشاه قرار دارد، به عنوان منطقه شاهد در نظر گرفته شد. این دو منطقه حدود ۶ کیلومتر از هم فاصله دارند. در هر دو منطقه به صورت تصادفی پنج پایه از گونه های بید سفید، زبان گنجشک و نارون چتری برای نمونه برداری انتخاب شد. درختان انتخاب شده تقریباً همسال و از یک طبقه قطری و دارای تاج متقارن بودند. نمونه برداری از برگ در سه دوره فصل رویش (اواسط اردیبهشت، اواسط مرداد و اواسط مهر) انجام گرفت. نمونه ها پس از شست و شو با آب و توزین، در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد، ۴۸ ساعت در آون قرار داده شدند و بعد از توزین مجدد و پودر شدن

نتایج

در ابتدا فاصله موقعیت‌های نمونه‌برداری بر مقدار جذب فلز نیکل در برگ سه گونه درختی مورد بررسی طی فصل‌های مختلف با استفاده از آزمون t مستقل بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار جذب فلز نیکل در برگ، به غیر از گونه زبان‌گنجشک در اردیبهشت و مهر، و نارون چتری در مهر، در دیگر موارد نشان از عدم تأثیر موقعیت نمونه‌برداری (منطقه آلوده و شاهد) بر مقدار جذب فلز نیکل دارد (جدول ۱).

بررسی تأثیر فاصله دو موقعیت نمونه‌برداری بر مقدار جذب فلز سنگین نیکل در بین گونه‌های درختی مورد بررسی در فصل‌های مختلف، از آزمون t مستقل استفاده شد. برای تعیین تأثیر ویژگی‌های خاک و غلظت فلز نیکل موجود در خاک دو منطقه، در هر منطقه پنج نمونه خاک از عمق‌های ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری تهیه شد. پس از آمیختن این نمونه‌ها، از هر عمق یک نمونه آمیخته به دست آمد و بافت، شوری خاک، مقدار اسیدیته و مقدار نیکل در خاک اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- مقایسه مقدار نیکل جذب‌شده در برگ گونه‌های زبان‌گنجشک، بید سفید و نارون چتری در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری در دو منطقه آلوده و شاهد. مقادیر اشتباه معیار داخل پراتنز آورده شده است.

گونه	آلوده		شاهد	
	اردیبهشت	مرداد	اردیبهشت	مرداد
زبان‌گنجشک	۶/۰۸ ^b (۰/۴۶)	۱۴/۶۱ ^a (۱/۸۷)	۹/۴۵ ^{ab} (۰/۸۸)	۱۳/۱۹ ^a (۱/۹۴)
بید سفید	۱۰/۱۸ ^a (۱/۳۹)	۸/۸۹ ^a (۱/۰۹)	۱۳/۰۷ ^a (۱/۸۴)	۱۰/۷۸ ^a (۱/۲۷)
نارون چتری	۵/۴۷ ^b (۰/۲۹)	۱۳/۸۳ ^a (۲/۶۶)	۶/۷۷ ^b (۰/۳۳)	۹ ^a (۱/۲۶)
آماره f	۶/۷۶	۱/۶۹	۶/۹۶	۱/۸۸
مقدار p	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۷۸
معنی‌داری	**	ns	**	ns

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns: نبودن تفاوت معنی‌دار

نیکل جذب‌شده توسط برگ سه گونه درختی معنی‌دار است، ولی در دیگر مقاطع نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری بین این سه گونه مشاهده نمی‌شود (جدول ۲).

نتایج مقایسه توان گیاه‌پالایی سه گونه درختی بررسی شده در منطقه آلوده و شاهد نشان داد که در مقطع زمانی اردیبهشت، در دو منطقه آلوده و شاهد، اختلاف بین مقدار

جدول ۲- مقایسه میانگین مقدار نیکل جذب‌شده توسط برگ سه گونه درختی مورد بررسی در منطقه آلوده و شاهد در سه مقطع زمانی نمونه‌برداری با استفاده از تحلیل واریانس یکطرفه. مقادیر اشتباه معیار داخل پراتنز آورده شده است. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین مقادیر است.

گونه	آلوده		شاهد	
	اردیبهشت	مرداد	اردیبهشت	مرداد
زبان‌گنجشک	۶/۰۸ ^b (۰/۴۶)	۱۴/۶۱ ^a (۱/۸۷)	۹/۴۵ ^{ab} (۰/۸۸)	۱۳/۱۹ ^a (۱/۹۴)
بید سفید	۱۰/۱۸ ^a (۱/۳۹)	۸/۸۹ ^a (۱/۰۹)	۱۳/۰۷ ^a (۱/۸۴)	۱۰/۷۸ ^a (۱/۲۷)
نارون چتری	۵/۴۷ ^b (۰/۲۹)	۱۳/۸۳ ^a (۲/۶۶)	۶/۷۷ ^b (۰/۳۳)	۹ ^a (۱/۲۶)
آماره f	۶/۷۶	۱/۶۹	۶/۹۶	۱/۸۸
معنی‌داری	**	ns	**	ns

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns: نبودن تفاوت معنی‌دار

یکطرفه استفاده شد. نتایج نشان داد که روند افزایش مقدار غلظت فلز نیکل در برگ گونه‌های زبان‌گنجشک و نارون

به‌منظور بررسی روند افزایش غلظت نیکل در هر یک از گونه‌های در دو منطقه آلوده و شاهد، از تحلیل واریانس

چتری در منطقه آلوده، افزایشی است و اختلاف معنی‌داری بین غلظت فلز نیکل در برگ گونه‌های زبان‌گنجشک و نارون چتری در منطقه آلوده از اردیبهشت تا مهر مشاهده می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین مقدار نیکل جذب‌شده توسط برگ سه گونه درختی مورد بررسی طی مقاطع زمانی مختلف در منطقه آلوده و شاهد با استفاده از تحلیل واریانس یکطرفه. مقادیر اشتباه معیار داخل پرنتر آورده شده است. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین مقادیر است.

مقطع زمانی		آلوده			شاهد		
نمونه برداری	زبان‌گنجشک	بید سفید	نارون چتری	زبان‌گنجشک	بید سفید	نارون چتری	
اردیبهشت	۶/۰۸ ^a (۰/۴۶)	۱۰/۱۸ ^a (۱/۳۹)	۵/۴۷ ^a (۰/۲۹)	۹/۴۵ ^a (۰/۸۸)	۱۳/۰۷ ^a (۱/۸۴)	۶/۷۷ ^a (۰/۳۳)	
مرداد	۱۴/۶۱ ^{ab} (۱/۸۷)	۸/۸۹ ^a (۱/۰۹)	۱۳/۸۳ ^{ab} (۲/۶۶)	۱۳/۱۹ ^a (۱/۹۴)	۱۰/۷۸ ^a (۱/۲۷)	۹ ^a (۱/۲۶)	
مهر	۲۶/۷۵ ^b (۷/۰۸)	۱۱/۳۲ ^a (۱/۳۳)	۱۵/۳۹ ^b (۲/۵۹)	۱۰/۵۷ ^a (۱/۴۵)	۱۶/۵۶ ^a (۴/۴۷)	۵/۸۶ ^a (۱/۱۵)	
آماره f	۶	۰/۹۰	۲/۰۹	۱/۶۵	۰/۷۲	۲/۶۳	
معنی‌داری	**	ns	**	ns	ns	ns	

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns نبودن تفاوت معنی‌دار

ویژگی‌های خاک و غلظت فلز سنگین نیکل ممکن است اثر معنی‌داری در تفسیر نتایج این بررسی داشته باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود برخلاف انتظار، مقدار غلظت

فلز نیکل در خاک سطحی منطقه شاهد، بیش از منطقه آلوده است (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج بررسی خاک دو منطقه آلوده و شاهد

عمق خاک cm	EC	pH	بافت	درصد سیلت	درصد رس	درصد ماسه	مقدار نیکل ppm
۰-۱۰	۰/۵۵	۷/۵	لوم رسی لای	۴۶/۶	۳۴/۸	۱۸/۶	۹/۸۵۱۲
۱۰-۲۰	۰/۶۰	۷/۶	لوم رسی	۳۶/۶	۳۶/۸	۲۶/۶	۹/۰۳۰۳
۲۰-۳۰	۰/۳۲	۷/۷	رسی لای	۴۰/۶	۴۴/۸	۱۴/۶	۶/۹۷۷۹
۰-۱۰	۰/۳۵	۷/۷	لوم	۳۲/۴	۱۹/۶	۴۸	۴۵/۱۵۱۴
۱۰-۲۰	۰/۳۲	۷/۷	لوم رسی	۳۸/۶	۳۸/۸	۲۲/۶	۱۰/۸۷۷۴
۲۰-۳۰	۰/۳۲	۷/۷	رسی	۳۶/۶	۴۴/۸	۱۸/۶	۴/۵۱۵۱

بحث

انحلال فلز و دسترسی زیستی به گیاه بیشتر به‌وسیله خصوصیات شیمیایی خاک از قبیل pH خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، پتانسیل اکسیداسیون و احیا، بافت خاک، محتوای رس و ماده آلی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Williams et al., 1980; Logan & Chaney, 1983; Verloo & Eeckhout, 1990) که در بین عوامل تأثیرگذار تجمع فلزات در گیاهان، معمولاً pH خاک مهم‌ترین مشخصه است (Piechalak et al., 2003; Kirkham, 2002; Ramos et al., 2002; Deng et al., 2006). در نمونه‌های تهیه‌شده در دو منطقه مورد بررسی تنها در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک مقدار رس خاک در منطقه شاهد کمتر از منطقه آلوده بود که می‌تواند به جذب راحت‌تر فلز نیکل منجر شده باشد. از طرف دیگر در

برخلاف تصور اولیه مبنی بر آلوده‌تر بودن منطقه نزدیک به پالایشگاه و تأثیر آن بر افزایش غلظت نیکل در برگ گونه‌های درختی مورد بررسی در منطقه آلوده، نتایج نشان داد که به غیر از مقدار نیکل برگ در گونه زبان‌گنجشک در اردیبهشت و مهر و گونه نارون در مهرماه که اختلاف معنی‌داری دارند، در دیگر موارد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر غلظت نیکل در برگ سه گونه درختی مشاهده نشد و جالب توجه اینکه مقدار غلظت نیکل برگ در گونه زبان‌گنجشک در اردیبهشت در منطقه آلوده کمتر از منطقه شاهد بود. یعنی در این مورد، برخلاف انتظار نتیجه معکوس مشاهده شد. علت را می‌توان در غلظت زیاد نیکل در خاک سطحی منطقه شاهد جست‌وجو کرد. قابلیت

گونه‌های دفع‌کننده، گونه‌هایی هستند که از طریق جمع‌آوری برگ آنها در فصل خزان می‌توان غلظت فلز سنگین نیکل را در خاک کاهش داد (Baker & Reeves, 1991). با توجه به تعریف گونه‌های دفع‌کننده، می‌توان دو گونه زبان گنجشک و نارون چتری را جزو آنها طبقه‌بندی کرد. در مقابل، روند تجمع فلز نیکل در برگ گونه بید، کهنه است و می‌توان این گونه را جزو گونه‌های انباشت‌کننده طبقه‌بندی کرد. گونه‌های انباشت‌کننده، فلزات سنگین را در اندام‌های دیگر مانند شاخه انباشته می‌کنند. با بررسی روند تجمع فلز نیکل در برگ هر یک از گونه‌ها طی سه نوبت نمونه‌برداری در منطقه آلوده مشاهده می‌شود که روند تجمع فلز نیکل در برگ گونه زبان گنجشک و نارون چتری از اوایل فصل رویش به سمت اواخر فصل رویش افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار در مهر وجود دارد. در این زمینه نتایج حاصل از مطالعه خواجه‌بی (۱۳۸۸) نشان داد که مقدار جذب سرب و کادمیوم در زبان گنجشک در اندام‌های برگ نوبت مرداد ماه، دوره زمانی پیش از خزان برگ‌ها و ریشه از افاقا بیشتر است.

عوامل متعددی به‌ویژه فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و همچنین آنزیم‌هایی که از ریشه درختان ترشح می‌شود، فرایند در دسترس بودن فلزات برای گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد، به‌همین دلیل مقدار در دسترس فلز برای گیاهان در فصل‌های مختلف سال با توجه به شرایط محیطی تغییر می‌کند.

بر اساس نتایج تحقیق ابراهیمی (۱۳۹۰)، تغییرات فصلی فلزات روی، مس و کروم در بافت‌های گیاهی نشان داد که بیشترین غلظت فلزات در اندام‌های هوایی در فصل تابستان، و برای اندام‌های زیرزمینی در فصل‌های زمستان و پاییز است. پورفرهادی (۱۳۷۳) و شاه‌منصوری (۱۳۷۴) در بررسی‌های خود نقش فصل‌ها و ماه‌های مختلف را در مقدار جذب سرب در گیاهان بررسی کردند و اظهار داشتند که بیشترین مقدار جذب سرب در فصل تابستان (ماه شهریور) صورت می‌پذیرد. سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران نیز بیشترین مقدار سرب در گیاهان را در اواخر شهریور گزارش کرده است (بی‌نام، ۱۳۷۳).

خاک‌های ریزبافت‌تر، حرکت آلاینده‌ها کندتر از خاک‌های درشت‌بافت‌تر است، بنابراین می‌توان استفاده از خاک‌های ریزبافت‌تر را به‌منظور گیاه‌پالایی آلاینده‌ها یا اصلاح خاک‌های آلوده در مناطق دارای بارندگی بیشتر یا در مکان‌هایی که امکان آب‌گرفتگی وجود دارد توصیه کرد (مللی و همکاران، ۱۳۹۰).

مقایسه مقادیر نیکل جذب‌شده در برگ هر سه گونه درختی در دو منطقه آلوده و شاهد نشان داد که فقط در اردیبهشت در اوایل دوره رویشی اختلاف معنی‌داری بین گونه بید با دو گونه نارون و زبان گنجشک وجود دارد و در دیگر مقاطع نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. بید از گونه‌هایی است که شروع دوره رویش آن از نظر فنولوژیک، زودتر از گونه‌های نارون و زبان گنجشک است و در اوایل فصل رویش به دلیل تندرشد بودن، مقادیر زیادی از نیکل را جذب و به برگ‌های خود منتقل می‌کند. به‌نظر می‌رسد گونه نارون چتری برخلاف گونه بید سفید از همان ابتدا که در معرض آلودگی قرار می‌گیرد، نوعی سازوکار دفاعی و مقاومتی ایجاد می‌کند. در تحقیقات زیادی ثابت شده که هرگاه گیاهان در برابر فلزات سمی قرار می‌گیرند، مجموعه‌ای از سازوکارهای دفاعی را از خود بروز می‌دهند که جذب، تجمع و انتقال این عناصر خطرناک و غیرسمی کردن آنها را کنترل می‌کند (Watanabe et al., 2006).

نتایج نشان داد که گونه بید سفید نسبت به دو گونه زبان گنجشک و نارون چتری می‌تواند آلاینده نیکل را در برگ خود به مقدار بیشتری جذب کند. می‌توان گفت جذب بیشتر فلز نیکل توسط این گونه ترجیحاً به ترکیبی از غلظت فلز در اندام‌های هوایی، تولید زی‌توده زیاد و تندرشد بودن گونه بستگی دارد. این افزایش جذب فلز در گونه بید از دیدگاه گیاه‌پالایی بسیار مهم است و به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مؤثر، بررسی و استفاده می‌شود. با توجه به تندرشد بودن و تولید بیشتر گونه بید نسبت به دو گونه دیگر، می‌توان در صورت تأمین نیاز آبی، آن را به‌عنوان گونه‌ای مؤثر در پالایش عنصر نیکل در حریم پالایشگاه‌ها معرفی کرد.

این منظور استفاده می‌شود، در این بررسی از درختان چندساله موجود در طبیعت که طی سال‌های گذشته در این منطقه سازگار شده‌اند، استفاده شد. شایان ذکر است که قدرت گیاه‌پالایی گونه‌های درختی در مراحل مختلف رشد، متفاوت است و با افزایش مدت رویش بیشتر می‌شود. به گفته‌ی خادمی و کرد (۱۳۸۹) غلظت سرب در اندام‌های مختلف گونه‌ی چنار، بیشتر از زبان‌گنجشک است و به احتمال زیاد، این تفاوت ممکن است ناشی از مسن بودن پایه‌های گونه‌ی چنار نسبت به زبان‌گنجشک باشد. همچنین عبدالوهابی و قدسی (۱۳۶۴) در تحقیقات خود با تأیید این مطلب بیان کردند که مقدار سرب در اندام‌های پایه‌های مسن بیشتر از پایه‌های جوان‌تر است.

با توجه به اینکه این تحقیق با هدف مشخص کردن توان واقعی گیاه‌پالایی درختان پس از گذشت چندین سال از عمرشان انجام گرفت، برخی از عوامل کنترل‌ناپذیر، فرضیه‌های اولیه‌ی این تحقیق را تحت تأثیر قرار داد، از جمله اینکه ویژگی‌های متفاوت خاک در دو منطقه مورد بررسی، فرضیه اولیه‌ی مجاورت منطقه پارک شاهد به پالایشگاه به‌عنوان عامل افزایش آلودگی در این منطقه را رد کرد. نتیجه‌ی تحقیق حاضر می‌تواند مبنایی برای مقایسه‌ی غلظت فلزات در بین گونه‌های دیگر در این مناطق در آینده باشد. پیشنهاد می‌شود که غلظت این عناصر در منطقه در اندام‌های دیگر درختان اندازه‌گیری شود، زیرا ممکن است با فعالیت پالایشگاه تجمع این عناصر در گونه‌های دیگر بیشتر شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی شرکت پالایش نفت کرمانشاه انجام پذیرفت که به این وسیله از آقای مهندس رستمی رئیس بخش پژوهش و مهندس احمدی رئیس بخش HSE (مشاور صنعتی) سپاسگزاری می‌شود.

منابع

ابراهیمی، مهدیه، ۱۳۹۰. شناسایی و کاربرد گونه‌های مرتعی بیش‌اندوز فلزات سنگین برای گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده قزوین (مطالعه موردی: منطقه صنعتی لیا)، رساله

مقایسه‌ی نتایج اندازه‌گیری فلز نیکل در خاک منطقه شاهد و آلوده با استانداردهای سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) (Keleperstis *et al.*, 2001) نشان می‌دهد که مقادیر نیکل در خاک سطحی (عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری) در منطقه آلوده (۹/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از مقدار استاندارد (۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمتر و در خاک سطحی منطقه شاهد (۴۵/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از مقدار استاندارد آن بیشتر است. دلایل احتمالی بیشتر بودن مقدار نیکل در منطقه شاهد، وجود منابع آلوده‌کننده دیگری مانند آبیاری با آب آلوده، منشأ خاک موجود در منطقه و فاضلاب بیمارستان است. اگرچه با توجه به غلظت بحرانی نیکل در خاک (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، می‌توان گفت غلظت نیکل در دو منطقه مورد بررسی کمتر از حد بحرانی است.

همچنین با توجه به اینکه در خروج فلز سنگین نیکل از کوره‌های پالایشگاه تردیدی وجود ندارد، عدم اختلاف معنی‌دار بین غلظت فلز نیکل در برگ گونه‌ها در دو منطقه را می‌توان به قابلیت انتشار وسیع این آلاینده در هوا نسبت داد. ارتفاع زیاد دودکش‌ها و جهت متغیر جریان‌های هوایی در فصول مختلف می‌تواند دلیلی بر این نتایج باشد.

در مورد شاخص‌های مؤثر بر انتشار آلاینده‌ها تحقیقات زیادی انجام گرفته است. صفوی و علیجانی (۱۳۸۵) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که غلظت زیاد آلاینده‌ها با فشار جو مرتبط است. شرعی‌پور و اکبری بیدختی (۱۳۸۴) دریافتند که بین مشخصه‌های هواشناسی و غلظت آلاینده‌ها در فصل سرد سال، همبستگی معنی‌داری وجود دارد. در بررسی عطایی و هاشمی‌نسب (۱۳۹۰) مشخص شد که در روزهایی که سرعت باد کم و فشار زیاد باشد، آلودگی افزایش می‌یابد. همچنین برای تعیین غلظت و نحوه پراکنش آلاینده‌ها از پارامترهایی مانند مقدار انتشار مورد نظر (گرم بر ثانیه)، ارتفاع دودکش (متر)، قطر دهانه دودکش (متر) و ارتفاع از سطح زمین (متر) استفاده می‌شود.

برخلاف بررسی‌های قبلی در این زمینه که تأثیر غلظت‌های مختلف فلزات سنگین را بر روند جذب توسط گونه‌های مختلف در شرایط کاملاً کنترل‌شده در قالب طرح‌های آزمایشی بررسی می‌کردند و از نهال گونه‌های درختی برای

- دکتری رشته مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۳۵ ص.
- بی‌نام، ۱۳۷۳. بررسی میزان جذب سرب در برخی از گونه‌های زینتی تهران، انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران، ۷۲ ص.
- پورفرهادی، کریم، ۱۳۷۳. بررسی میزان جذب سرب هوای تهران توسط گیاهان همیشه‌سبز و تعیین گونه‌های مقاوم‌تر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۰۸ ص.
- خادمی، امین و بهروز کرد، ۱۳۸۹. نقش گونه‌های پهن‌برگ (چنار و زبان گنجشک) در کاهش آلودگی ناشی از سرب، فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۵(۱): ۱۲-۱.
- خواجeh‌بی، ندا، ۱۳۸۸. توان پالایش عناصر سمی کادمیوم و سرب به‌وسیله نهال‌های دوساله گونه‌های زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) و افاقیا (*Robinia pseudoacacia*)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۸۰ ص.
- شاه‌منصوری، محمدرضا، ۱۳۷۴. بررسی اکولوژیک آلودگی ناشی از سرب در رودخانه زاینده‌رود، مجله آب و فاضلاب، ۱۱-۳: ۱۶.
- شرعی‌پور، زهرا و عباسعلی اکبری بیدختی، ۱۳۸۴. شرایط هواشناسی جو بالا و وضعیت حاد آلودگی هوا (مطالعه موردی: شهر تهران)، اولین همایش آلودگی هوا و آثار آن بر سلامت، مجله محیط شناسی، ۳۵(۵۲): ۱۴-۱.
- صفوی، سیدیحیی و بهلول علیجانی، ۱۳۸۵. بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۸: ۹۹-۱۱۲.
- عبدالوهابی، عبدالرضا و جعفر قدوسی، ۱۳۶۴. پراکنش سرب در گیاه و خاک باغستان‌های مختلف چای لاهیجان نسبت به جاده، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۲۷ ص.
- عطایی، هوشمند و سادات هاشمی نسب، ۱۳۹۰. بررسی آماری آلودگی هوای شهر اصفهان و ارتباط آن با فراسنج‌های اقلیمی، یازدهمین کنگره جغرافیادانان ایران، دانشگاه شهید بهشتی، ۹۱ ص.
- مجتهدی، مسعود و حسین لسانی، ۱۳۷۱. زندگی گیاه سبز، انتشارات دانشگاه تهران ۵۸۶ ص.
- محسن‌زاده، فریبا، سیمین ناصری، علیرضا مصداقی‌نیا، رامین نبی‌زاده و دوستمراد ظفری، ۱۳۸۸. بررسی امکان کاربرد گیاه *Amaranthus retroflexus* L. و قارچ‌های رایزوسفر آن جهت زیست‌پالایش خاک‌های آلوده به نفت خام، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۴۴۲ ص.
- مللی، احمدرضا، محمدعلی حاج‌عباسی، مجید افیونی و امیرحسین خوش‌گفتارمنش، ۱۳۹۰. گیاه‌پالایی هیدروکربن‌های نفتی لجن فاضلاب پالایشگاه اصفهان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۶): ۱۶۶-۱۵۵.
- Alloway, B.J., 1990. Heavy Metals in Soils, Blackie Academic and Professional. New Delhi, India, 339 Pergamon Press.
- Baker, A.J. & S.P. Reeves, 1991. In situ Decontamination of Heavy Metal Polluted Soils Using Crops of Metal -Accumulation Plants-Feasibility Study, In Situ Bioreclamation, Butterworth-Heinemann, 539-544.
- Baycu, G., T. Doganay, O. Hakan & G. Sureyya, 2006. Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul, *Environmental Pollution*, 143: 545-554.
- Brake, S.S., R.R. Jensen & J.M. Mattox, 2004. Effects of nickel amended soils on tomato plants, *Plant Soil*, 54: 860-869.
- Goyer, R., 1991. Toxic effects of metals, In: Casarett and Doull's Toxicology, 4th ed. Amdur, M.O., J.D. Doull and C.D. Klaassen, eds., Pergamon Press, New York, Pergamon Press, 623-680.
- Deng, H., Z.H. Ye & M.H. Wong, 2006. Lead and zinc accumulation and tolerance in populations of six wetland plants, *Environment Pollution*, 141(1): 69-80.
- Karagiannidis, N., N. Stavropoulos & K. Tsakelidou, 2002. Yield increase in tomato, eggplant and pepper using nickel in soil, *Communication in Soil Science Plant Analysis*, 33: 2274-2285.

aluminum toxicity and phosphorus starvation in three tropical forages, *Journal Plant Nutrition*, 29: 1243-1255.

Williams, D., J. Vlamis, AH. Purkite & JE. Corey, 1980. Trace element accumulation movement and distribution in the soil profile from massive applications of sewage sludge, *Soil Science*, 1292: 119-132.

Ouyang, Y., 2002. Phytoremediation: modeling plant uptake and contaminant transport in the soil-plant atmosphere continuum, *Journal Hydrology*, 266(1-2): 66-82.

Kelepertsis, A., D. Alexakis & I. Kita, 2001. The Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki area, Korinthos, Greece, *Environmental Geochemistry and Health*, 23: 117-135.

Kirkham, MB., 2006. Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation and amendments, *Geoderma*, 137: 19-32.

Logan, T.J. & R.L. Chaney, 1983. Utilization of municipal wastewater and sludge on land-Metals, In: In Proceedings of the 1983 Workshop on Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land, eds. A. L. Page, T. L. Gleason 111, J. E. Smith, Jr., I. K. Iskandar, and L. E. Sommers, University of California, Riverside, California. Pergamon Press: 235-323.

Pulford, I.D. & C. Watson, 2003. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees-a review, *Environment International*, 29(4): 529-540.

Piechalak, A., B. Tomaszewska & D. Baralkiewicz, 2003. Enhancing phytoremediative ability of *Pisum sativum* by EDTA application, *Phytochemistry*, 4: 1239-1251.

Pukacki, P.M., 2000. Effects of sulphur, fluoride and heavy metal pollution on the chlorophyll fluorescence of Scot pine (*Pinus sylvestris* L.) needles, *Journal of Dendrobiology*, 45: 83-88.

Rahmatullah, B.U. Zaman, M. Salim & K. Hussin, 2001. Influences of Ni supply on tomato growth and N uptake, *International Journal of Agriculture & Biology*, 3: 320-323.

Ramos, I., E. Esteban, J.J. Lucena & A. Garate, 2002. Cadmium uptake and subcellular distribution in plants of *Lactuca* sp. Cd-Mn interaction, *Plant Science*, 162: 761-767.

Sinha, S., K. Pandey, A.K. Gupta & K. Bhatt, 2005. Accumulation of metals in vegetables and crops grown in the area irrigated with river water, *Bulletin Environment*, 74: 210-218.

Verloo, M. & M. Eeckhout, 1990. Metal species transformations in soil: an analytical approach, *International Journal Environment Analytical Chemistry*, 39: 170-186.

Vicentim, M.P. & A. Ferraz, 2007. Enzyme production and chemical alterations of *Eucalyptus grandis* wood during biodegradation by *Ceriporiopsis subvermispota* in cultures supplemented with Mn²⁺, corn steep liquor and glucose, *Enzyme and Microbial Technology*, 40: 645-652.

Watanabe, T., M. Osaki, H. Yano & IM. Rao, 2006. Internal mechanisms of plant adaptation to

Nickle phytoremediation by leaves of planted species (*Fraxinus rotundifolia*, *Ulmus densa*, *Salix alba*) (Case study: Kermanshah oil refinery area)

S. Azampoor^{*1}, B. Pilehvar², A. Shirvany³, V. Bayramzadeh⁴ and M. Ahmadi⁵

¹M.Sc. student, Faculty of Agriculture, Lorestan University, I. R. Iran

²Assistant Prof, Faculty of Agriculture, Lorestan University, I. R. Iran

³Assistant Prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

⁴Assistant Prof, Azad University, Karaj, I. R. Iran

⁵Chief of HSE Kermanshah Oil Refining Company, I. R. Iran

(Received: 3 February 2012, Accepted: 23 October 2012)

Abstract

Pollution can be defined as an undesirable change in physiochemical and biological properties of air, water, or land that can damage human or living organism's health, survival and activities. The pollution induced by heavy metals due to their stability in environment is important. The purpose of this research was to investigate the phytoremediation ability of Nickel uptake for three species including, ash (*Fraxinus rotundifolia*), willow (*Salix alba*), and elm (*Ulmus densa*) around Kermanshah refinery in 2011. Sampling was performed in two locations during growing season in three times, at beginning (May), middle (August), and end (October) of season. Shahed Park which is near the refinery was selected as polluted location and Farabi Hospital far from refinery as control location were selected. ICP method was used to measure nickel content after extraction. Results showed that distance from pollution source and wind direction had not significant effects on nickel dispersion in study locations. Also there was more nickel content in leaves of willow in sampling locations at the beginning of growing season. In addition, the results indicated that the rate of nickel accumulation in ash and elm had upward trend in growing season.

Key words: *Fraxinus rotundifolia*, *Salix alba*, *Ulmus densa*, Phytoremediation, Nickle.