مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی گیاه پالایی کروم، نیکل و روی توسط گونه مهاجم گل عقربی از خاکهای اطراف مجتمع صنعتی آلومینیوم اراک

سمیرا قیاسی*

استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۳

چکیده

در طول قرون گذشته و فعالیت‌های صنعتی بشر که شامل کشاورزی، نظامی و دفع زباله‌های صنعتی بوده است، سبب شده مناطق وسیعی از کشورها، به‌ویژه توسعه یافته با غلظت‌های بسیار بالایی از فلزات سنگین و آلاینده‌ها مواجه شوند که این امر علاوه بر تأثیرات منفی بر روی اکوسیستم‌ها و دیگر مناطق طبیعی، مخاطرات بسیار زیادی را برای سلامت بشری به دلیل آلودگی غذایی از طریق استفاده از محصولات کشاورزی و آب آشامیدنی به بار آورد. هدف از این تحقیق بررسی گیاه پالایی با استفاده از تکنیک‌های محلی و پتانسیل‌های آن‌ها به عنوان یک تکنیک اصلاحی است که از قابلیت‌های ذاتی گیاهان زنده برای حذف و پاکسازی ترکیبات آلاینده از محیط زیست استفاده می‌شود. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۰، برای ارزیابی میزان کارایی و دامنه بکارگیری روش استخراج گیاهی، توسط گیاه مهاجم گل عقربی (*Chrozophora tinctoria* L.)، برای پالایش خاک‌های اطراف مجتمع ایرالکو انجام پذیرفت. در این شرایط ابتدا عناصر روی، نیکل و کروم درخاک اندازه گیری شد، سپس در تیمارهای شاهد، ۲/۵، ۵ و ۱۰برابر غلظت میانگین عناصر در خاک‌های نمونه، میزان جذب و ذخیره در اندام‌های مختلف گیاه بررسی گردید. نتایج تحقیق نشان داد، بیشترین میزان جذب مربوط به عنصر روی با ۶۱/۶۳٪ و کروم با ۶۷/۳۳٪ به ترتیب در برگ و ساقه برآورد شد. با توجه به نتایج تحقیق می‌توان اظهار داشت که گونه عقربی در حذف عناصر Zn و Cr درخاک‌های اطراف مجتمع نقش موثری داشته است.

واژه‌های کلیدی: ایرالکو، گیاه پالایی، گل عقربی (*Chrozophora tinctoria* L.)، فلزات سنگین

* نگارنده مسئول (s.ghiasi@iauctb.ac.ir)

مقدمه

Nedelkoska & Doran (2000) گزارش کردند، آلودگی محیط زیست با فلزات سنگین یک فاجعه جهانی قلمداد می‌شود که توسط انسان همانند استخراج از معادن، ذوب آهن، آبکاری الکتریکی، انرژی، تولید سوخت، انتقال قدرت، لجن دامپینگ، ذوب ایجاد می شود.

Igwe & Abia (2006) بیان کردند، در مجموع فعالیت‌های صنعتی سبب حضور فلزات سنگین در محیط با غلظت‌های بالا شده است که اثرات بسیار سمی بر محیط زیست وارد ساخته اند. Antonkiewicz & Jasiewicz (2002) اظهارکردند، طی چند دهه اخیر تلاش‌های گستردهای در مناطق مختلف به‌منظور حذف فلزات سنگین از خاک شده است که گیاه پالایی به عنوان یکی از این روش‌های بسیار موثر و کم هزینه محسوب می‌شود، در این روش حذف فلزات سنگین و احیا محیط زیست با استفاده از پوشش‌های گیاهی انجام می‌پذیرد. Horsfall & Spiff (2005) گزارش دادند، روش گیاه پالایی با توجه به این‌که بر اساس گیاهان مورد پژوهش قرار می‌گیرد، نقش بسیار مهم زیست محیطی و بهداشتی را در کاهش آلودگی شیمیایی زمین‌های بر عهده دارد.

Chaney (1983)، Keller *et al* (2003) و Baker *et al* (1991) بیان نمودند، در حال حاضر یکی از مباحث بسیار در تحقیقات علمی، شناسایی گیاهان بومی مناطق با قابلیت جذب فلزات سنگین از خاک‌های آلوده در اندام‌های خود در فرآیند گیاه پالایی است.

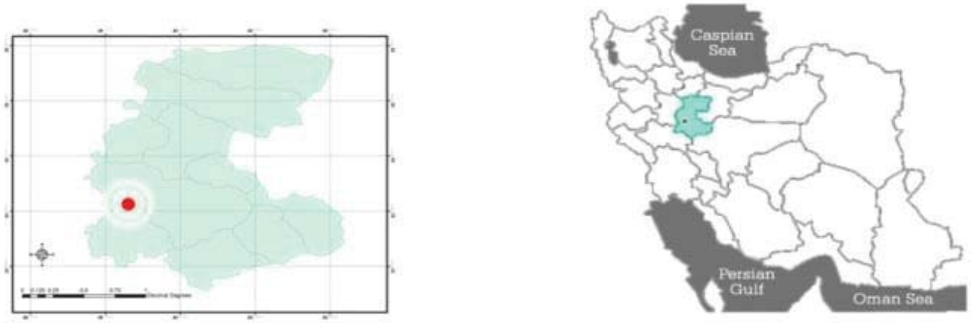
Raskin *et al* (1994) و Bizly *et al* (2000) گزارش کردند، دو پارامتر در خصوص گیاهان مذکور باید صادق باشد که یکی مقاومت و قابلیت حیات در برابر فلزات سنگین و دیگری تجمع مقدار زیاد آن‌ها در اندام‌هاست، در این‌صورت احیای مناطق آلوده تأمین خواهد شد.

با توجه به این‌که مجتمع صنعتی آلومینیوم یکی از منابع آلوده کننده در شهر اراک می‌باشد و تاکنون مطالعاتی در زمینه حذف فلزات سنگین از خاک توسط گیاهان در این منطقه انجام نشده است، هدف از این تحقیق بررسی میزان غلظت فلزات سنگین، اصلاح، پاکسازی و

حذف این عناصر توسط گونه‌های هرز بوته‌ای ومقاوم منطقه بود.

مواد و روش‌ها

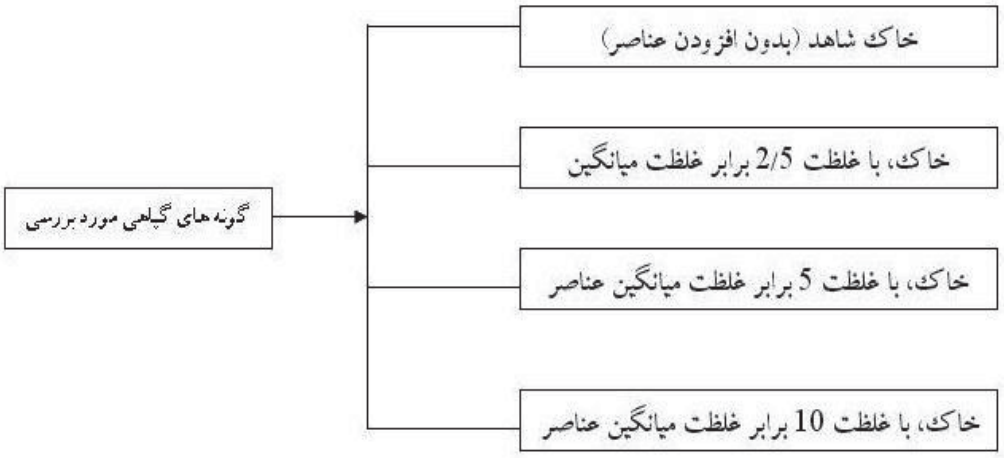
کارخانه تولید آلومینیوم ایران (ایرالکو) در ۵ کیلومتری شهر اراک با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی قرار دارد. ناحیه مورد مطالعه در در جهت باد غالب با زاویه ۷۵ متری در فاصله۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متری از دودکش‌ها با استفاده از نرم افزار Screen3 انتخاب گردید (شکل ۱). برای این منظور محوطه ای به وسعت تقریبی ۲۰۰۰ مترمربع در فاصله تقریبی ۱۱۰۰ متری در ناحیه مورد مطالعه انتخاب گردید. علت انتخاب این محدوده، احتمال حضور عناصر سنگین با غلظت بیشتر می‌باشد. نمونه برداری از خاک در اراضی واحد اراک در اطراف مجتمع ایرالکو ازعمق ۰-۲۵ سانتی متری انجام شد. برای این منظور یک لوله از جنس فولاد ضد زنگ با قطر دهانه حدودا ۴ متر و طول ۱ متر مجهز به پیستون جهت خارج نمودن خاک استفاده گردید. جهت بدست آوردن اطلاعات جامع از وضعیت آلودگی خاک اراضی، مجموعا ۱۱ ناحیه نمونه برداری شد و از هر ناحیه ۲ تا ۳ نمونه تهیه وسپس نمونه‌ها با هم مخلوط گردیدند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه

Chester & Hughes (1967)، Gibbs (1973)و Gupta & Chen (1975) گزارش کردند که جهت تعیین غلظت عناصر در روش تجزیه کامل، باید کلیه نمونه‌ها تحت دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک شوند و پس از جداسازی حدود ۵ گرم از ذرات کوچکتر از۶۳

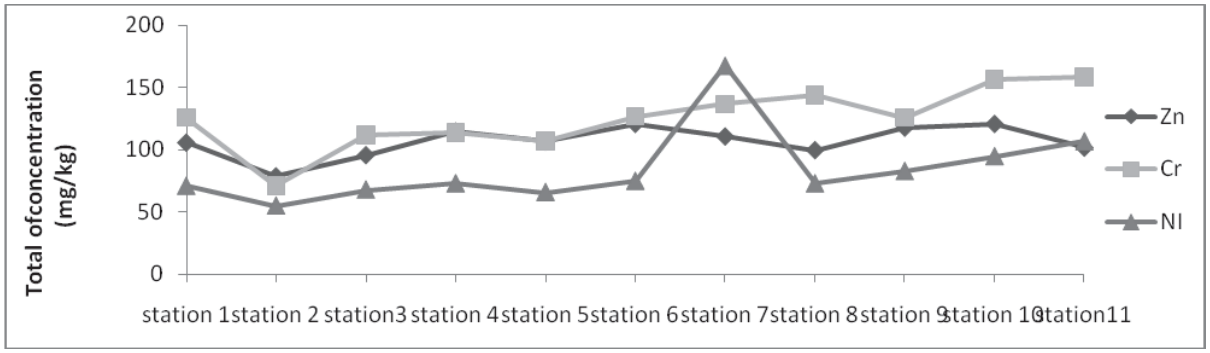
میکرون‌متر در هاون عقیق پودر شوند و روش هضم با استفاده از HF, HCL, HNO3 HCLO4, صورت گیرد. در این شرایط دمای هضم ۱۲۵ درجه سانتی گراد با استفاده از حمام شن است که در این تحقیق جهت تعیین غلظت عناصرسنگین مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق گونه مورد مطالعه در منطقه مطالعاتی گیاه مهاجم گل عقربی (*Chrozophora tinctoria* L.)بود که در شرایط طبیعی روییده بود و در ناحیه مطالعاتی قرار داشت. علت انتخاب این گونه مقاومت به شرایط خشکی وآلودگی وشرایط مطلوب مورفولوژیکی گیاه بود. محل مورد آزمایش دارای حصارکشی بوده و از شرایط مناسبی برای حفاظت گونه‌ی مورد بررسی برخوردار بود. پس از مشورت‌های بعمل آمده و با عنایت به ماهیت تحقیق و تنوع عوامل، طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار مورد استفاده قرار گرفت. بر این اساس تیمارها آزمایشی شامل: غلظت‌های متفاوت از عناصر Cr، Ni و Zn بود که در نقشه طرح ملاحظه می‌گردد (شکل ۲).



شکل۲- تیمارهای مطالعاتی

نتایج و بحث

مقادیر (غلظت) فلزات سنگین در۱۱ نمونه خاک مورد مطالعه درشکل ۳ مشاهده می‌شود. در این تحقیق بیشترین میانگین غلظت مربوط به عنصر کروم با ۱۲۵ mg/kgو کمترین میزان مربوط به عنصر نیکل با غلظت ۸۵ mg/kg در خاک‌های اطراف مجتمع ایرالکو بود. نتایج نشان داد که میزان دسترسی بیولوژیکی برخی عناصر به وسیله گیاهان تحت تأثیر C.E.C و pHخاک می‌باشد. بر این اساس نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های خاک مشاهده می‌گردد (شکل ۴ وجدول ۱) .

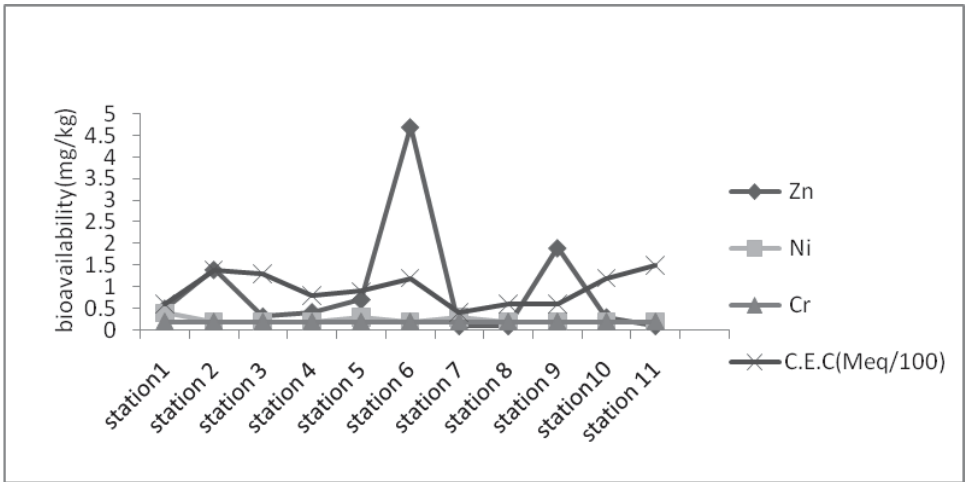


شکل۳- میزان غلظت فلزات سنگین در ۱۱ نمونه خاک

جدول ۱ - مقایسه میزان دسترسی بیولوژیکی ومیزان C.E.C در ناحیه مطالعاتی

Sample	*Sampling Site*	*Bioavailability for Ni*	*Bioavailability fot Cr*	*Bioavailability for Zn*	*C.E.C Meq/100 Soil*	*pH*
station1	*Iralko vicinity*	*0.4*	*0.2*	*0.5*	*6.0*	7.5
Station2	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*1.4*	*14.0*	7.5
Station3	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*0.32*	*13.0*	7.5
Station4	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*0.42*	*8.0*	7.4
Station5	*Iralko vicinity*	*0.3*	*0.2*	*0.7*	*9.0*	7.7
Station6	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*4.7*	*12.0*	7.4
Station7	*Iralko vicinity*	*0.3*	*0.2*	*0.1*	*4.0*	7.8
Station8	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*0.1*	*6.0*	7.8
Station9	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*1.9*	*6.0*	7.7
Station10	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*0.3*	*12.0*	7.8
Station11	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	*0.1*	*15.0*	7.8

Avrage	*Iralko vicinity*	*0.2*	*0.2*	0.4	*9.5*	7.6



شکل۵- مقایسه میزان دسترسی بیولوژیکی ومیزان C.E.C درناحیه مطاالعاتی

با توجه به میانگین غلظت عناصر (شکل۶) در خاک‌های نمونه و مقایسه با میانگین غلظت های پوسته زمین[1] همانطورکه مشاهده می‌شود، غلظت عناصر Cr و Zn بیشتر از میانگین پوسته و میانگین غلظت عنصر نیکل تقریبا نزدیک به میانگین پوسته بود. لذا این عناصر به عنوان آلاینده درمحدوده مطالعاتی یاد شد و سعی بر آن شد تا با استفاده از گونه گل عقربی_(*Chrozophora tinctoria* L.) به عنوان علف هرز و مهاجم در تیمارهای مختلف، اقدام به اصلاح وپاکسازی خاک‌های آلوده گردد.

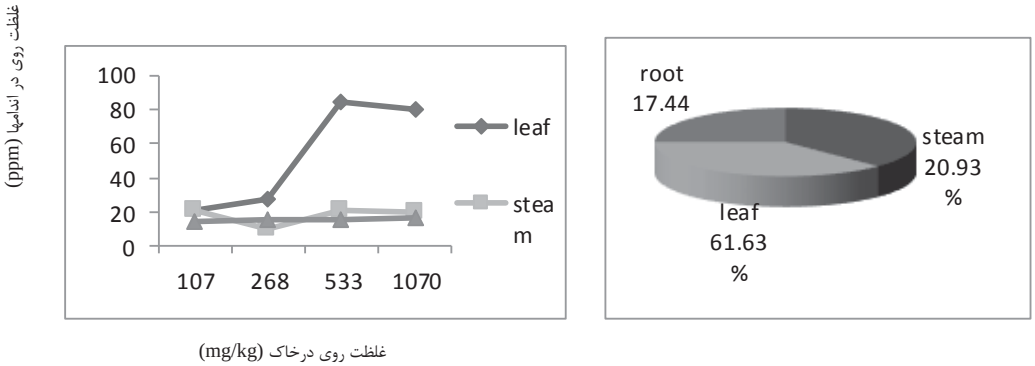
1 - Average earth crust

Elements	Ni	Cr	Zn
Average element in 11 samples (mg/kg)	85	125	107
lee&Yao 1970 (mg/kg)	89	110	94
Taylor 1964 (mg/kg)	75	100	70
AlinaKabata 2007 (mg/kg)	20	100	70

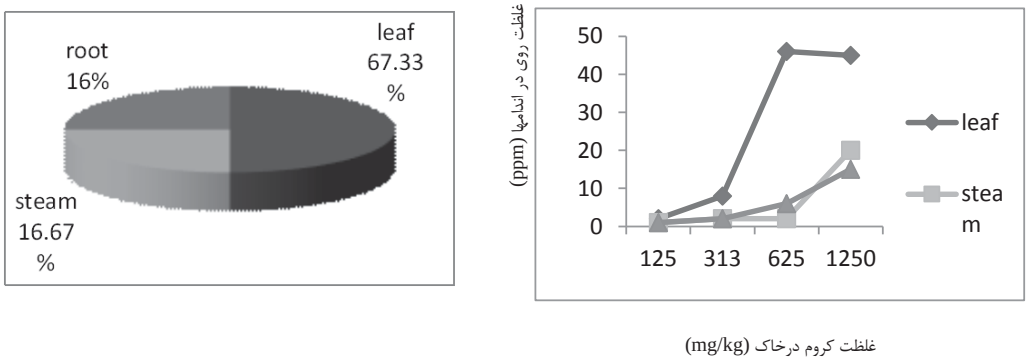
غلظت کروم در اندامها (ppm)

شکل۶- میانگین غلظت عناصر مورد مطالعه درمقایسه با میانگین پوسته زمین

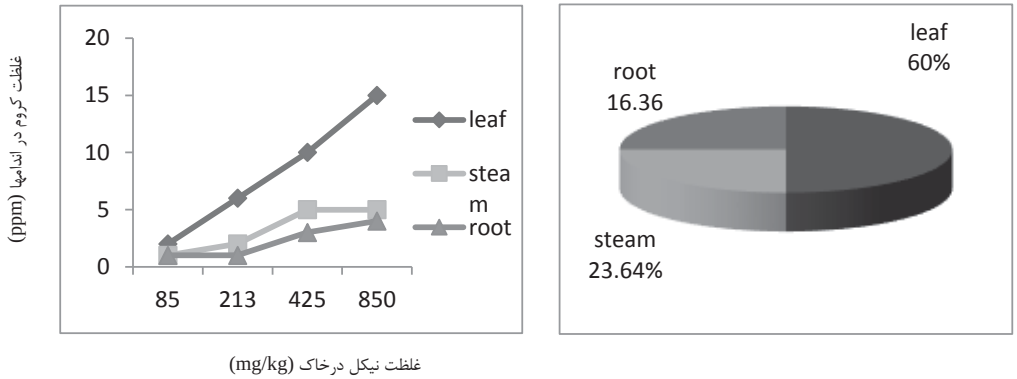
در پایان کار از بخش‌ها و اندام‌های مختلف گیاه جهت اندازه گیری میزان عناصر تجمع یافته نمونه برداری و آزمایش به عمل آمد.



شکل۷- میزان جذب Zn در اندام‌های گیاه *Chrozophora tinctoria*



شکل۸- میزان جذب Cr در اندام‌های گیاه *Chrozophora tinctoria*



شکل۹- میزان جذب Ni در اندام‌های گیاه *Chrozophora tinctoria*

ضریب انتقال عناصر جزئی به گیاهان (T_f) که تحت عنوان نرخ تجمع بیولوژیکی (BR) نیز شناخته شده است، روش مناسبی برای تعیین میزان جذب عناصر توسط گیاه می‌باشد. ضریب انتقال از تقسیم غلظت عنصر در بافت گیاه بر کل غلظت عنصر در پروفیل خاک قابل محاسبه است.

$$\text{ضریب انتقال عنصر به گیاه } (T_f) = \frac{\text{غلظت عنصر در گیاه}}{\text{غلظت عنصر درخاک}}$$

رفتار گیاهان در جذب عناصر متفاوت است و بنابراین ضریب انتقال برای تمام گیاهان (T_f) یکسان نخواهد بود. علیرغم این مساله & Kabata-Pendias Pendias (1992) تقسیم بندی زیر را ارایه نمودند.

ضریب انتقال (Tf)	حالت تجمعی/ دسترسی	عناصر احتمالی موجود در طبقه بندی
<۰/۰۰۱	سندروم کمبود تجمع/ دسترسی	Ba>Ti>Sc>Zr>Bi>Ga>Fe>Se
۰/۰۰۱ – ۰/۰۱	تجمع/ دسترسی جزئی	Sb>Be>Cr>I>V>F>Li>Ni>Mn
۰/۰۱ – ۱/۰	تجمع/ دسترسی متوسط	Co>As>Ge>Te>Ag>Sr>Pb>Cu>Hg>Mo>Zn
۱/۰ – ۱۰/۰	تجمع/ دسترسی زیاد	Rb>Cs>Br>B>Cd

شکل۱۰ - حد فاصل ضریب انتقال عناصر جزئی به گیاهان

به طور کلی آن دسته از عناصری که دارای ضریب انتقال جزیی به گیاه می‌باشند، دارای میل جذب بر روی ذرات خاک هستند و آن دسته از عناصر که دارای ضریب انتقال بالا به گیاه هستند دارای میل جذب کمتر بر روی ذرات خاک هستند. بنابراین آن دسته از عناصری که میل ترکیب با ذرات خاک را دارند کمتر به صورت یون آزاد در دسترس می باشند و بدین ترتیب به صورت بسیار جزیی و ناچیز در گیاهان دیده می شوند.

همایی و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی ارزیابی توانمندی تربچه در پالایش گیاهی سرب از خاک پرداختند. این پژوهش که برای ارزیابی میزان کارایی و دامنه بکارگیری روش استخراج توسط گیاه تربچه در یک خاک شن لومی انجام پذیرفت. در این طرح ۶ میزان سرب موجود در خاک مزرعه (۲۲۸ ، ۲۴۸ ، ۳۲۸ ، ۴۲۸ ، ۷۲۸ ۱۲۲۸ میلی گرم در کیلوگرم) تا حدود آلودگی در خاک‌های تهران اعمال گردید. با مقایسه نتایج حاصل چنین نتیجه گرفته شد که میانگین غلظت عناصر سنگین در خاک‌های نمونه با سایر خاک‌های مناطق ایران اختلاف زیادی نداشته و نزدیک به میانگین پوسته زمین است که نتایج حاصل از تفسیر دندوگرام‌ها نیز آن را تأیید می‌کند.همچنین مقایسه نتایج حاکی از آن بود که میزان جذب عناصر در گونه‌ها ی مختلف متفاوت بوده و عوامل مختلفی از جمله EDTA میزان شوری، pH و غیره در جذب و دسترسی بیولوژیکی عناصر موثر است.

هودجی (۱۳۸۰) انتقال کامیوم را در خاک تیمار شده با لجن فاضلاب در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد خوارسگان بررسی نمود. این منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک، خاک‌های گچی- آهکی، متوسط بارش سالانه ۱۰۰ میلیمتر و تبخیر ۲۰۰۰ میلیمتر می باشد. برای اعمال تیمار فلز سنگین از نمک‌های کلرور آن‌ها استفاده گردید. نتایج نشان داده که مواد آلی لجن بعنوان عامل ممانعت کننده در حرکت کادمیوم در پروفیل خاک عمل کرد است. Hyun et al (1998) اظهار داشتند، اکثر فلزات سنگین در لایه سطحی خاک رسوب نموده و تجمع می یابند. تجمع فلزات سنگین در خاک تدریجی بوده و

در درازمدت منجر به افزایش غلظت آن‌ها می شود، این غلظت می‌تواند به حدی برسد که سلامت محصولات تولیدی و غذایی بشر را تهدید نماید.

در این تحقیق نیز با توجه رابطه معکوس بین میزان C.E.C و دسترسی بیولوژیکی برای عناصر مورد مطالعه، عنصر روی از این رابطه تبعیت نکرده و بیشترین میزان جذب در برگ-های گیاه را داشته است که با توجه به ضریب انتقال این عنصرطبیعی است. کرباسی و بیاتی (۱۳۸۶) اظهار کردند، جذب عناصر تابع متغیرهای خیلی زیادی است، از این میان می‌توان به نوع پیوند عناصر با خاک، حضور مواد آلی، حاکم بودن شرایط احیا و اکسایش و حضور مواد کربناته اشاره کرد.

با توجه به نتایج حاصل از میزان غلظت عناصر مورد نظر در فاز دسترسی بیولوژیکی و میزان C.E.C در pH خنثی خاک، با افزایش میزان C.E.C قابلیت دسترسی بیولوژیکی عناصر نیکل وکروم درخاک کاهش پیدا کرد ولی برای عنصر روی با بیشترین میزان دسترسی بیولوژیکی ۰/۴ mg/kg (شکل۴ و۵) چنین رابطه ای مشهود نبود.

گیاه عقربی جزو علف‌های هرز می‌باشد وگیاهی است که نسبتا در منطقه به وفور یافت می شود. پس از آنالیز اندام‌های گیاهی مشخص شد که این گیاه قادر به جذب عناصر در اندام-های مختلف به ویژه در برگ و سپس ساقه می باشد. همان‌طور که شکل‌های(۷، ۸ و۹) نشان می‌دهد، در تیمارهای مختلف برگ‌های گیاه قادر به جذب عناصر با تجمع بیشتری است وتقریبا ۶۰٪ این عناصر در برگ‌ها تجمع یافته است.

میانگین غلظت عنصرNi در خاک ۸۵ mg/kg می‌باشد و دسترسی بیولوژیکی ۰/۲ mg/kg است (شکل۴). با توجه به نتایج حاصل ومیزان Tf پس از آلودگی گیاه و مقایسه نمونه‌های شاهد این گیاه از میزان جذب نسبتا خوبی برخوردار نبوده است (شکل۹). نتایج حاصل ار تجزیه کامل و فاز دسترسی بیولوژیکی نشان داد که میانگین غلظت عنصر کروم در خاک ۱۲۵ mg/kg و دسترسی بیولوژیکی ۰/۲ mg/kg می‌باشد که پس از آلوده نمودن

گیاهان در تیمارهای مختلف، میزان جذب در برگ‌های گیاه نسبت به شاهد نسبتا بالا است (شکل۸).میانگین غلظت عنصر روی در خاک ۱۰۷ mg/kg و در فاز دسترسی بیولوژیکی ۰/۴ mg/kg بود. میانگین غلظت روی در فاز دسترسی بیولوژیکی نسبت به ۲ عنصر دیگر بالاست و با توجه به ضریب انتقال عنصر روی ۱/۰ – ۰/۰۱ (شکل۱۰) که از نوع متوسط می‌باشد و نتایج تحقیق نیز آن را تأیید می‌کند، انتظار می‌رفت که حضور این عنصر در اندام‌های گیاهان شاهد و آلوده بیشتر از ۲ عنصر دیگر باشد.

همان‌طور که درشکل ۷ مشخص است، میزان تجمع و جذب این عنصر در ساقه وبرگ‌ها بالاست و پس از آلوده نمودن گیاه نیز بیشترین تجمع در برگ‌ها مربوط به عنصر روی می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق می‌توان اظهار داشت که گونه عقربی در جذب Zn و Cr به خوبی عمل کرده وهمانطورکه انتظارمی‌رفت، بیشترین میزان تجمع در برگ‌های گیاه مربوط عنصر روی وسپس کروم بود. باتوجه به این‌که این گیاه علوفه دام نمی‌باشد، می‌تواند در آلوده زدایی خاک منطقه از عناصر مورد مطالعه نقش مؤثری داشته باشد .

منابع

کرباسی. ع. و آ. بیاتی. ۱۳۸۶. ژئوشیمی زیست محیطی مؤسسه انتشاراتی کاوش قلم. صفحات ۵۸-۵۹.

همایی، م.، ا. غفاریان مقرب، و م. هادی . ۱۳۸۶. ارزیابی توانمندی تربچه در پالایش گیاهی سرب از خاک، مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران

هودجی .م. ۱۳۸۰. انتقال کادمیوم. کروم و کبالت در خاک تیمار شده با لجن فاضلاب وجذب آن‌ها بوسیله گیاه . پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات.

Kabata-Pendias, A. and B. Arun. 2007. MukherjeeTrace Elements from Soil to human.576 P

Antonkiewicz, J. and C. Jasiewicz. 2002. The use of plants accumulating heavy metals for detoxification of chemically polluted soils. J. Pol. Agric. Univ. 5: 121–143.

Baker, A.J.M., S.P. Mc Grath, C.M.D. Sidoli, and R.D. Reeves. 1995. The potential for heavy metal decontamination. Mining Environ. Manage. 33: 12–14.

caladium bicolor (wildcocoyam) biomass. Electron. J. Biotechnol.[online]. 8(2). Available from Internet:/http://www.ejbiotechnology. info/content/vol8/issue2/4/index.htmlS.ISSN:0717-3458.

Hyun.H., A.C. Chang, D.R.B. Parker and A.L. Page. 1998. Cadmium solubility and phytoavaability in sludge treated soil . Effect of soil organic carbon .J. Env. Qual. 27:329-334.

Igwe, J.C. and A.A. Abia. 2006. A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents. Afr. J. Biotechnol. 5: 1167–1179.

Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1992. Trace elements in soils and plants (2^{nd} edition), CRC Press, Boca Raton, FL.

Keller,C., D. Hammera, and A. Kayserb. 2003. Phytoextraction of Cd and Zn with Thalaspica erulescens and Salix vim in a lisin kholm, Sweden.12–15June 2003.

Lee, T. and C. Yao, C. 1970. Abundance of chemical elements in the earth's crust and its major tectonic units. International Geology Reviews. 12(7): 778-786.

Muneer, B., R. Shakoori Farah, A. Rehman, and A.R. Shakoori. 2007. Chromium resistant yeast with multi-metal resistance isolated from industrial effluents and their possible use in microbial consortium for bioremediation of waste- water. Pakistan J. Zool. 39: 289–297.

Baker, A.J.M., R.D. Reeves, and S.P. McGrath. 1991. Insitude contamination of heavy metal polluted soils using crops of metal-accumulating plantsa feasibility study. In: Hinchee,R.E.,Oflenbuttle,R.F.(Eds.), In situ bioreclamation applications and investigations for hydrocarbonand contaminatedsite emediation. Battelle MemorialInstitute, Columbus, OH. Buttereworth-Heinemann, Boston, MA, pp:600–605.

Bizly, S., Rugh, C.L., Meager, R.B. 2000. Efficient phytodetoxification of the environmental pollutant methyl mercury by engineered plants. Nat. Biotech- nol. 18: 213–217.

Chaney, R.L. 1983. Plant uptake of inorganic waste. In: Parr, J.E., Marsh, P.B., Kla, J.M. (Eds.), In Land Treatment of Hazardous Wastes. Noyes Data Corporation, Park Risge, pp: 50–76.

Chester, R. and R.M. Hughes,. 1967. A chemical technique for the separation of ferromanganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements from Pelagic Sediments. Chem. Geol. 2: 249-262.

Gibbs, R. J. 1973. Mechanisms of trace metal transport in rivers. Science. 180: 71-72.

Gupta, K. S. and Chen, K. Y. 1975. Partitioning of trace metals in selective chemical fractions of near shore sediments. Environ. Lett. 10:129-159.

Horsfall, M. and A. Spiff. 2005. Effect of temperature on thesorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} from aqueous solution by

Raskin, I., P.B.A.N. Kumar, and V. Dushenkov. 1994. Bioconcentration of heavy metals by plants. Curr. Opin. Biotechnol. 5: 285–290.

Taylor, S.R, 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust. Geochim.Cosmochim. Acta. 28:1273-1285.

20-Malo, B. A. 1977. Partial extraction of metals from aquatic sediments. J. Env. Tech. 11:277-282.

Nedelkoska, T.V. and P.M. Doran. 2000. Characteristics of heavy metal uptake by plant species with potential for phytoremediation and phytomining. Miner. Eng. 13: 549–561.

The investigation of phytoremediation of chromium, nickel and zinc by offensive plant *Chrozophora tinctoria* L. from soils surrounding Arak aluminum industrial complex

S. Ghiyasi*

Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Technical and Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

During past centuries and industrial activities of human that have been include of agriculture, military and disposal of industrial wastes caused that wide region specially, developed countries face with high concentrations of heavy metals and pollutants. Moreover, negative effects on ecosystems and other natural regions, these regions created too many risks for human health because of food pollution by usage of agricultural productions and drinking water. The aim of this research, discussion about phytoremediation with use of local techniques and those potentials is as a corrective technique that from natural capability of biotic plants use for removal and purification of pollutant components of environment. This research was done as completely randomized blocks design with 3 replications during 2011for evaluation of efficiency amount and amplitude of usage of herbal exploitation method by offensive plant *Chrozophora tinctoria* for purification of around solis of Iralko complex. At first Zn, Ni and Cr elements measured in soil, then in the control treatments, 2.5, 5 and 10 fold of sample mean concentration, the amount of uptake and storage in different plant organs were investigated. The results showed that the highest amount of Zn (61.63%) and Chromium (67.33%) were found in leaf and stem, respectively. According to the results, it can be stated that *Chrozophora tinctoria* have an effective role in the removal of Zn and Cr in the complex surrounding soils.

Keywords: *Chrozophora tinctoria* L. , Heavy metals, Iralko, Phytoremediation

* Corresponding author (s.ghiasi@iauctb.ac.ir)