مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۱(۳۰-۱۷)

توانمندی گزنه (*Urtica Dioica* L.) در جذب فلزات سنگین (Pb, As, Cd, Ni) از شیرابه محل دفن پسماند تنکابن

خشایار شریفی[۱]

آپتین راه نورد[۲*]

Rahnavard_Aptin@yahoo.com

کیوان صایب[۳]

فرید غلامرضا فهیمی[۲]

احمد توانا[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۶ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۳**

چکیده

زمینه و هدف: شیرابه حاصل از دفن زباله حاوی فلزات سنگین آلاینده است که باعث ایجاد اثرات سمی بر روی آب و خاک در نزدیکی محل های دفن زباله می شد. گیاه پالایی یکی از روش های کنترلی است که در آن از گیاهان بومی با قابلیت انباشتگری استفاده می شود. این پژوهش با هدف ارزیابی قدرت انباشتگری فلزات سنگین به توسط گزنه از شیرابه صورت گرفته است.

روش بررسی: در پژوهش حاضر پس از جمع آوری بذور گزنه از لندفیل تنکابن، آنها رادر ۱۶ گلدان کشت و پس از مرحله ۶ برگی تحت چهار غلظت شیرابه تازه (۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ ٪) قرار داده شد و بعد از اتمام دوره رویشی، میزان فلزات سنگین (توسط دستگاه طیف سنج جذب اتمی) و فاکتورهای مورفولوژیک مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج نشان دادند که با افزایش غلظت شیرابه، مقدار فلزات سنگین در تمامی اندام های گزنه افزایش یافته (Ni>Pb>Cd>Ar) و اندام های هوایی جذب بیشتری داشتند. به موازات آن، فاکتورهای وزن خشک ساقه و برگ، ریشه و شاخص سطح برگ نیز کاهش یافت. محاسبه TF>1 در اندام های گزنه حاکی از توانایی انباشتگر بودن فلزات سنگین در آن در مواجهه با شیرابه بوده است.

۱- دکتری آلودگی محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

۲- استادیار گروه محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

بحث ونتیجه گیری: زیست‌پالایی با استفاده از گیاهان بومی و انباشتگر جهت حذف فلزات سنگین روشی کم‌هزینه و سازگار با محیط‌زیست می باشد. گزنه گیاهی است بومی که به صورت خودرو در مکان های دفع زباله در شمال کشور می روید و با توجه به توان انباشتگری آن، گونه مناسبی برای پاک سازی خاک از فلزات سنگین محسوب می شود.

واژه های کلیدی: گیاه پالایی، گزنه (*Urtica Dioica* L.)، فلزات سنگین، شیرابه لندفیل.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 2, May, 2022

Capacity of nettle (*Urtica Dioica* L.) in adsorption of heavy metals (Pb, As, Cd, Ni) from Tonekabon landfill leachate

Khashyar Sharifi[1]
Aptin Rahnavard [2*]
Rahnavard_Aptin@yahoo.com
Keivan Saeb[3]
Farid Gholamreza Fahimi[2]
Ahmad Tavana[2]

Admission Date:December 14, 2021 Date Received: July 17, 2021

Abstract

Background and Objective: Landfill leachate contains heavy metals that cause toxic effects on water and soil near landfills. Phytoremediation is one of the control methods in which native plants with accumulation ability are used. The aim of this study was to evaluate the accumulation strength of heavy metals by nettle from leachate.

Material and Methodology: In the present study, after collecting nettle seeds from Tonekabon landfill, they were planted in 16 pots and after the 6-leaf stage, placed under four concentrations of fresh leachate (0, 30, 60 and 100%) and after the growth period, the amount of metals Heavy (by atomic absorption spectrometer) and morphological traits were measured.

Findings: The result showed that with increasing leachate concentration, the amount of heavy metals in all organs increased (Ni> Pb > Cd> Ar) and the aerial parts were more absorbed. In parallel with this result, dry weight factors of stem and leaf, root and leaf area index also decreased. Calculation of TF> 1 in nettle organs showed its ability to be more accumulative in the face of leachate.

Discussion and Conclusion: Bioremediation with using of native plants and accumulators to remove heavy metals is a low cost and environmentally friendly method. Nettle is a native and wild plant that grows in landfills in the north of the country and due to its accumulative power, it is a suitable species for clearing the soil of heavy metals.

Keywords: phytoremediation, *Urtica dioica* L., heavy metals, landfill leachate.

1- Ph.D in Environment pollution, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.
2- Assistant Profesor, Depatment of Environment pollution, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.
3- Associate Profesor, Depatment of Environment pollution, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.

مقدمه

رشد صنایع و توسعه تکنولوژی در چند دهه اخیر و تولید روزافزون محصولات و فرهنگ مصرف، در کنار افزایش جمعیت منجر به تولید بیش از پیش زباله شده است (۱). رایج ترین شیوه دفع پسماند استفاده از مکان های دفن یا همان لندفیل ها بوده و مسأله کلیدی در مدیریت آن ها، کنترل اثر شیرابه حاصل از این انباشتگی است. لازم به ذکر است با این روند، مکان های دفن زباله درحال تغییر سرنوشت اکوسیستم ها می باشند (۲). شیرابه به هر مایع آلوده ای گفته می شود که از نفوذ آب در محل دفع مواد زائد جامد، تجمع آلاینده ها و انتقال به مناطق زیرسطحی ایجاد گردد (۳). این محصول دفن پسماند و به طور بالقوه آلاینده، اثرات مضری بر روی آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی اطراف محل دفن دارد مگر این که با دقت کنترل و به محیط برگردانده شود (۴). از میان عوامل اصلی موثر، آلودگی فلزات سنگین به یک مشکل جدی برای محیط زیست و زندگی انسان تبدیل شده است. مشکلات زیست محیطی با فلزات سنگین مانند سرب، روی، آرسنیک، کادمیوم و نیکل بسیار جدی است زیرا تجزیه پذیر نبوده و هنگامی که از غلظت خاصی فراتر روند، اثرات سمی بر روی موجودات زنده خواهند داشت (۵). از میان روش های متعدد کنترل آلاینده ها، زیست پالایی یک روش پاک سازی موفق برای حذف زباله های سمی از محیط های آلوده است. این روش به شدت در تخریب، ریشه‌کنی، بی‌حرکتی و یا سم‌زدایی ضایعات شیمیایی مختلف و مواد فیزیکی خطرناک از محیط اطراف کاربرد دارد (۶). در این راستا استفاده از گیاهان بیش انباشتگر و بومی در گیاه پالایی کمک شایانی به حساب می آید (۷). گزنه مصداق چنین خصوصیاتی است. گزنه گیاهی است با نام علمی *Urtica dioica* L. از خانواده گزنه ایان، چندساله و اغلب دوپایه (۸) که در نواحی غربی، مرکزی و شمالی کشور به خصوص در مکان های دفن پسماند به وفور می روید (۹). تحقیقات انجام شده در خصوص توانمندی جذب فلزات سنگین به توسط گزنه دلیلی بر این ادعاست. در پژوهشی مقدار گیاه‌پالایی گزنه برای جذب فلزات سنگین (روی، سرب و کادمیوم) ارزیابی و مشخص گردید که این گیاه مقدار آلودگی را بعد از یک ماه رویش، کاهش داد (۱۰). محققان نشان دادند که در بعضی از اندام های گیاهان که به طور طبیعی خشک شده‌اند، نظیر شاه بلوط ، انگور، گل همیشه بهار، گزنه و افرا، فلزات سنگین جذب شده‌اند (۱۱). در آزمایشی دیگر محققان مقدار گیاه‌پالایی فلزات سنگین (Ni, Fe, Cr, Cu, Zn, Cd, Pb, Mn) را در خاک توسط چند گیاه خودرو کشت داده شده از جمله گزنه مورد آزمایش قرارداده و توصیف نمودند که میزان توانایی گزنه برای گیاه‌پالایی به خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک منطقه مورد نظر بستگی دارد (۱۲). همچنین با مطالعاتی که بر روی گیاه گزنه انجام گرفت، توصیف نمودند که گونه گیاهی مذکور توانایی جذب ۱۰۰ برابری نسبت به گیاهان غیر جاذب فلزات سنگین بومی منطقه را داشته و توانایی تحمل آلودگی و قدرت جذب بالای این گیاه می‌تواند عاملی مثبت برای استفاده از آن در گیاه‌پالایی باشد (۱۳). در پژوهشی دیگر نشان دادند که این گیاه توانایی بسیار بالایی در جذب و تجمع فلز سرب دارد (۱۴). با توجه به این نتایج و این دانسته که گیاه‌پالایی روشی ارزان و دوستدار زیست بوم است لذا انجام تحقیقاتی به منظور شناسایی و معرفی گونه‌های گیاهی مناسب برای گیاه‌پالایی فلزات سنگین از خاک لازم و ضروری به نظر می رسد. در نتیجه در این پژوهش گزنه از نظر کاربرد احتمالی در گیاه‌پالایی شیرابه حاصل از دفن پسماند مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

نمونه گیری و تعیین غلظت فلزات سنگین

شهرستان تنکابن با مساحت ۲۷۵/۲۲ کیلومتر مربع در انتهای غربی استان مازندران و در ارتفاع ۲۰ متری از سطح دریا واقع شده است (۱۵). محل دفن زباله شهرداری شهرستان تنکابن در حاشیه جنوب غربی دریای خزر و در ناحیه البرز مرکزی (N 36 41 36.6 , E 50 50 15.53)، در جاده دوهزار در ۱۳ کیلومتری جنوب این شهرستان در جنگل پرده سر در نزدیکی آب‌های سطحی قرار دارد (شکل-۱).

شکل۱- محل سایت و نقاط نمونه برداری شیرابه

Figure 1- Site location and leachate sampling points

جهت نمونه برداری از مجاری شیرابه ای، پس از شبکه بندی براساس خروجی های شیرابه و مکان یابی به توسط نرم افزار ArcGis، نقاط نمونه برداری مشخص و از شیرابه های تازه، ۹ نمونه یک لیتری تهیه (شکل۱) و پس از همگن کردن نمونه ها، میزان فلزات سنگین آنها اندازه‌گیری شد (جدول۱). سپس با توجه به استانداردهای تعیین شده توسط سازمان بهداشت محیط ایران، با اضافه کردن اسید نیتریک ۶۵ درصد به ازای هر لیتر، نمونه های شیرابه تثبیت شدند. در ادامه غلظت‌های صفر، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد از شیرابه تهیه و در طی ۲۰ دوره آبیاری بوته‌ها، اضافه کردن غلظت‌های مختلف به گلدان‌ها آغاز گردید.

جدول۱- فلزات سنگین (میلی گرم برلیتر) و سایر پارامترهای شیرابه محل مورد مطالعه و مقادیرحدآستانه

Table 1. Heavy metals (mg/l) and other parameters leachate of the study area and threshold values

فلز	میانگین غلظت	حد آستانه	پارامترهای مهم	مقدار/ واحد
سرب	۱۱۴	۴/۴	pH	۷/۶
کادمیوم	۱۹	۰/۱	COD	۲۱۴۶ میلی گرم بر لیتر
آرسنیک	۱۶	۱۱/۵۲	BOD_s	۴۹۰ میلی گرم بر لیتر
نیکل	۱۷۳	۳۱	EC	۹۹۶ میکروزیمنس بر سانتی متر

خاک مورد استفاده در این تحقیق برای همه گلدان ها از یک منبع تامین گردید. به صورتی که این خاک از باغ گیاهشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری برداشت و به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل که پس از خشک شدن، از الک ۲ میلیمتری به منظور حذف ضایعات عبور داده و با استفاده از روش های استاندارد آزمایشگاهی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شدند (جدول۲).

پس از جوانه زنی و رشد گیاهچه ها در مرحله شش برگی، کاشت نهال‌های گزنه بر اساس طرح کاملا تصادفی متعادل با چهار تکرار صورت گرفت.

جدول۲ - نتایج آنالیز ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق

Table 2. Results of analysis of physical and chemical properties of soil used in this research

اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	فسفر ppm	پتاسیم ppm	کربن آلی %	ماده آلی %	نیتروژن کل %	بافت خاک	سرب (mg/kg)	آرسنیک (mg/kg)	کادمیوم (mg/kg)	نیکل (mg/kg)
۶/۷	۲/۳	۵/۷	۲۶/۴	۱/۳۳	۵/۲	۱۴/۹	شنی- لومی	۱/۲۶	۰/۸	۱/۰۳	۲/۱۱

در پایان دوره رویش، گیاهان از ۳ سانتی متری سطح خاک بریده و سپس به اندازه گیری وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک برگ پرداخته شد (۱۶). به‌منظور تعیین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های گیاهی، برای آماده سازی نمونه‌ها از روش هضم خشک اسیدی استفاده (۱۷) و در نهایت غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی (HITACHI-Z-cast 2300) اندازه‌گیری گردید. میزان انتقال فلزات از ریشه به اندام هوایی و فاکتور انتقال از تقسیم غلظت فلز در اندام هوایی (C_{shoot}) به غلظت آن در ریشه (C_{root}) مورد محاسبه قرار گرفت. از آنجا که پتانسیل پالایش گیاه با استفاده از ضریب تجمع بیولوژیکی (BAC) و فاکتور انتقال (TF[2]) محاسبه می‌گردد، در این مطالعه توانایی جابجایی و تجمع فلزات با استفاده از آنها ارزیابی شدند (۱۸).

$$C_{shoot}/C_{soil} = BAC$$

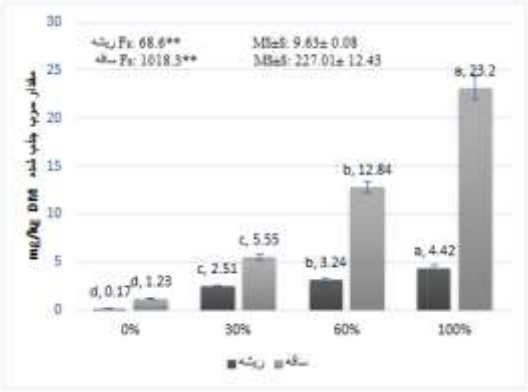
$$C_{shoot}/C_{root} = TF$$

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SPSS19™، مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه ای دانکن، درسطح احتمال یک و پنج درصد و رسم نمودارها با نرم افزار Excel™ صورت پذیرفت.

یافته ها

نتایج نشان داد که مقادیر سرب جذب شده در اندام هوایی و ریشه گزنه تحت تیمارهای شیرابه با بالارفتن غلظت شیرابه به طور معنی داری افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که در تیمار ۱۰۰ ٪ شیرابه بیشترین مقدار سرب در اندام هوایی با مقدار ۲۳/۲ و در ریشه با مقدار ۴/۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک حاصل گردید (شکل۲). در بررسی مقادیر آرسنیک جذب شده تحت تیمارهای شیرابه مشخص شد که گیاه واکنشی همانند فلز سرب داشته و بیشترین جذب آرسنیک در اندام هوایی با مقدار ۷/۳۲ و در ریشه ۲/۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک به دست آمد (شکل-۳). فلز کادمیوم نیز واکنش مشابهی بروز داد به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن در اندام هوایی با مقدار ۹/۳۵ و در ریشه ۲/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک حاصل شد (شکل۴). در رابطه با مقادیر نیکل جذب شده در اندام‌های هوایی و ریشه گزنه تحت تیمارهای شیرابه، عکس‌العمل نیکل مشابه سایر فلزات بوده به گونه ای که بیشترین مقدار تجمع نیکل در ساقه برابر ۲۸/۳ و در ریشه ۱۵/۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک اندازه‌گیری گردید (شکل۵).

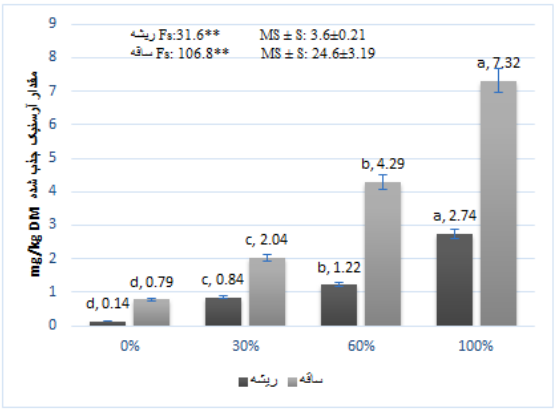
1- Bioaccumulation factor
2- Transfer factor



**معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪، *معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪، ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

شکل۲- مقادیر سرب جذب شده در اندام هوایی و ریشه گزنه تحت تیمارهای شیرابه

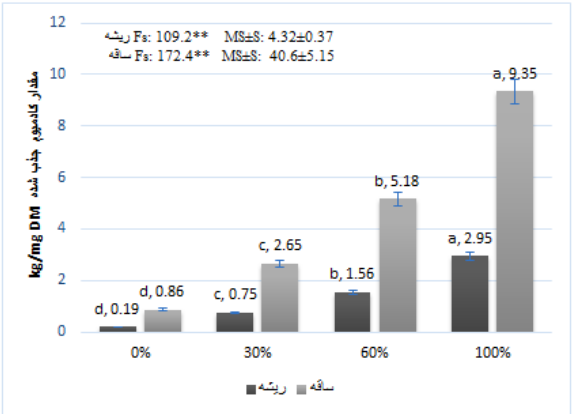
Figure 2. Amounts of lead absorbed in shoot and root of nettle under leachate treatments



**معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪، *معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪، ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

شکل۳- مقادیر آرسنیک جذب شده در اندام هوایی و ریشه گزنه تحت تیمارهای شیرابه

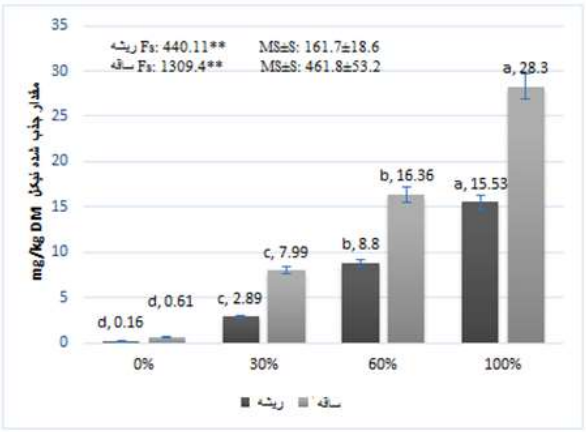
Figure 3. Absorbed amounts of arsenic in shoot and root of nettle under leachate treatments



**معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪، *معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪، ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

شکل۴- مقادیر کادمیوم جذب شده در اندام هوایی و ریشه گزنه تحت تیمارهای شیرابه

Figure 4. Amounts of cadmium absorbed in shoot and root of nettle under leachate treatments



**معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪، *معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪، ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

شکل۵ -مقادیر نیکل جذب شده در اندام هوایی و ریشه گزنه تحت تیمارهای شیرابه

Figure 5. Amounts of nickel adsorbed on shoot and root of nettle under leachate treatments

مطالعه نتایج اثر سطوح مختلف شیرابه بر صفات مورفولوژیک گزنه نشان داد که به احتمال ۹۹٪ تفاوت‌های بسیار معنی داری در تاثیرپذیری متغیرهای مورد بررسی از تیمارهای شیرابه وجود دارد (جدول۳). همچنین آنالیز میانگین جذب فلزات سنگین شیرابه در ریشه گزنه مشخص نمود که با بالارفتن درصد آن، مقدار جذب فلزات سنگین به طور معنی داری افزایش یافته به گونه‌ای که در سطح چهارم شیرابه بیشترین جذب حاصل گردید (جدول۴).

جدول۳- اثر سطوح مختلف شیرابه بر صفات مورفولوژیک گزنه

Table 3. The effect of different leachate levels on the morphological traits of nettle

منابع تغییرات	MS ± S (میانگین مربعات ± انحراف معیار)	Fs (محاسبه شده F)
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	۶/۱۱ ±۴۶/۷۱	**۹۵۶/۲۵۲
وزن خشک ریشه (گرم)	۷۲/۵ ±۰۵۴/۵۳	**۳۵۴/۴۴۸

**معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪، *معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪، ns تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول۴- میانگین جذب فلزات سنگین شیرابه زباله در ریشه گزنه

Table 4. Average uptake of heavy metals in waste leachate at the root of nettle

میانگین فلزات سنگین اندازه‌گیری شده (mg/kg DW)				
سطوح تیمار	سطح یک (شاهد) شیرابه ۰٪	سطح دو شیرابه ۳۰٪	سطح سه شیرابه ۶۰٪	سطح چهار شیرابه ۱۰۰٪
جذب سرب	۰/۰۲^{d}±۰/۱۷	۰/۴۹^{c}±۵۱/۲	۰/۳۸^{b}±۳/۲۴	۰/۴۱^{a}±۴۲/۴
جذب آرسنیک	۰/۰۳^{c}±۰/۱۴	۰/۱۸^{b}±۰/۸۴	۰/۴۹^{b}±۱/۲۲	۰/۵۶^{a}±۷۴/۲
جذب کادمیوم	۰/۰۲^{d}±۰/۱۹	۰/۱۷^{d}±۰/۷۵	۰/۲۵^{b}±۱/۵۶	۰/۶۱^{a}±۹۵/۲
جذب نیکل	۰/۰۶^{d}±۰/۳۲	۰/۸۲^{c}±۴/۹۴	۱/۳۵^{b}±۹/۷۷	۱/۷۴^{a}±۵/۱۷

در اندام هوایی گزنه میانگین جذب فلزات سنگین شیرابه نیز مشابه عکس‌العمل ریشه آن در جذب فلزات مورد بررسی بوده با این تفاوت معنی دار که مقدار جذب این فلزات در اندام هوایی به طور تقریبی در سرب پنج برابر، در آرسنیک سه برابر، در کادمیوم چهار برابر و در نیکل دو برابر ریشه به دست آمد (جدول۵). در رابطه با میانگین تغییرات صفات مورفولوژیک در گزنه تحت سطوح مختلف شیرابه مشخص شد که این صفات نیز همانند جذب فلزات سنگین از تغییرات معنی داری در تأثیرپذیری از درصد شیرابه برخوردار بوده به گونه‌ای که با افزایش تیمارها، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت. بیشترین کاهش در سطح چهارم شیرابه اندازه‌گیری گردید (جدول۶). همچنین مقادیر تغییرات متغیرهای مورفولوژیک گزنه تحت تیمارهای شیرابه در شکل۶ تأیید کننده افزایش اثرپذیری صفات ذکر شده با بالارفتن درصد شیرابه می‌باشند.

جدول ۵- میانگین جذب فلزات سنگین شیرابه زباله در اندام هوایی گزنه

Table 5. Average uptake of heavy metals in waste leachate in nettle shoots

میانگین فلزات سنگین اندازه‌گیری شده (mg/kg DW)				
سطوح تیمار	سطح یک (شاهد) شیرابه ۰٪	سطح دو شیرابه ۳۰٪	سطح سه شیرابه ۶۰٪	سطح چهار شیرابه ۱۰۰٪
جذب سرب	۰/۱۹^{d}±۱/۲۳	۰/۴۹^{c}±۵/۵۳	۱/۳۱^{b}±۱۲/۸۴	۲/۸۴^{a}±۲/۲۳
جذب آرسنیک	۰/۳۱^{d}±۰/۷۹	۰/۵۶^{c}±۲/۰۴	۰/۴۵^{b}±۴/۲۹	۰/۹۲^{a}±۳۲/۷
جذب کادمیوم	۰/۱۱^{d}±۰/۸۶	۰/۲۸^{c}±۲/۶۵	۰/۶۴^{b}±۵/۱۸	۱/۰۳^{a}±۳۵/۹
جذب نیکل	۰/۳۲^{d}±۱/۳۶	۰/۸۴^{c}±۹/۲۵	۱/۲۶^{b}±۱۷/۹۷	۲/۴۹^{a}±۳۰/۴

جدول ۶- میانگین تغییرات صفات مورفولوژیک در گزنه تحت سطوح مختلف شیرابه

Table 6. The mean changes of morphological traits in nettle under different levels of leachate

میانگین فلزات سنگین اندازه گیری شده (mg/kg DW)				
سطوح تیمار	سطح یک (شاهد) شیرابه ۰٪	سطح دو شیرابه ۳۰٪	سطح سه شیرابه ۶۰٪	سطح چهار شیرابه ۱۰۰٪
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	۸۶/۱^{d}±۱۷/۵۱	۵۹/۴^{c}±۵/۲۳	۷۳/۵^{b}±۸/۲۶	۳۸/۵^{a}±۶/۲۸
وزن خشک ریشه (گرم)	۴۷/۱^{d}±۱۵/۸۵	۲۷/۳^{c}±۶/۲۱	۲۶/۴^{b}±۴/۲۳	۴۲/۳^{a}±۲۵/۴

شکل ۶- مقادیر تغییرات متغیرهای مورفولوژیک گزنه تحت تیمارهای شیرابه

Figure 6 The values of changes in nettle morphological variables under leachate treatments

با توجه به مقادیر فاکتور انتقال(TF) به دست آمده حاصل از سطوح مختلف شیرابه می‌توان گفت به دلیل TF >1 ، گیاه گزنه توانایی بالایی در انتقال فلزات مذکور به اندام‌های هوایی خود دارد. امّا با توجه به کمتر شدن فاکتور تجمع فلزات سنگین (BAC) از مقدار عددی یک، در سطوح مورد بررسی شیرابه، در این خصوص گزنه از قابلیت بالای تجمع فلزات سنگین برخوردار نمی‌باشد (جدول-۷).

جدول۷- میانگین جذب و تأثیر تیمارهای مختلف شیرابه بر فاکتور انتقال و فاکتور تجمع فلزات سنگین در گزنه

Table7. The mean of absorption and effect of different leachate treatments on transfer factor (TF) and heavy metal bioaccumulation factor in nettle (BAC)

تیمارها		اندام هوایی	ریشه	کل گیاه	TF	BAC
شیرابه (٪)	mg/kg DW					
۰	میزان سرب	۱/۳۳	۰/۱۷	۱/۵	۷/۸۲	۰/۰۲
۳۰		۵/۵۲	۲/۵۱	۸/۰۳	۲/۱۹	۰/۴۴
۶۰		۱۲/۸۴	۳/۲۴	۱۶/۰۸	۳/۹۶	۰/۵۴
۱۰۰		۲۳/۲	۴/۴۲	۲۷/۶۲	۵/۲۴	۰/۱۹
۰	میزان آرسنیک	۰/۷۹	۰/۱۴	۰/۹۳	۵/۶۴	۰/۰۱
۳۰		۲/۰۴	۰/۸۳	۲/۸۷	۲/۵۴	۰/۱۶
۶۰		۴/۲۹	۱/۲۲	۵/۵۱	۳/۵۱	۰/۱۸
۱۰۰		۷/۳۲	۲/۷۴	۱۰/۰۶	۲/۶۷	۰/۰۶
۰	میزان کادمیوم	۰/۸۶	۰/۱۹	۱/۰۵	۴/۵۲	۰/۰۱
۳۰		۲/۶۵	۰/۷۵	۳/۴	۳/۵۳	۰/۲۱
۶۰		۵/۱۸	۱/۵۶	۶/۷۴	۳/۳۲	۰/۲۲
۱۰۰		۹/۳۵	۲/۹۵	۱۲/۳	۳/۱۶	۰/۰۷
۰		۱/۳۶	۰/۳۲	۱/۶۸	۴/۲۵	۰/۰۲

۳۰		۹/۲۵	۴/۹۴	۱۴/۱۹	۱/۸۷	۰/۷۳
۶۰	میزان نیکل	۱۷/۹۷	۹/۷۷	۲۷/۷۳	۱/۸۳	۰/۷۵
۱۰۰		۳۰/۳	۱۷/۵	۴۷/۸	۱/۷۳	۰/۲۵

بحث و نتیجه گیری

سرب، آرسنیک، کادمیوم، و نیکل زمانی که مقدارشان در بافت های زنده به بیش از حد مجاز می رسد، می‌توانند به آنزیم‌های مهم متصل شده و آنها را غیرفعال نمایند (۱۹). در این پژوهش مشخص گردید که گزنه، فلزات سنگین موجود در تیمارهای شیرابه را که فراتر از حد استاندارد WHO (۲۰) بوده را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد و در این رابطه اندام های هوایی نسبت به ریشه جذب بیشتری در رابطه با فلزات سنگین از خود نشان دادند. در ادامه، گیاه با در معرض قرارگرفتن غلظت‌های بیشتر شیرابه بطور معنی داری قادر به جذب مقادیر بالاتری از فلزات سنگین گردید. ترتیب میزان جذب فلزات به مقدار و ماهیّت آنها در شیرابه و خاک مربوط بوده و در تمام تیمارها، جذب در اندام های هوایی به طور معنی‌داری بیشتر از ریشه به دست آمد. می توان گفت ریشه اولین ارگان در تماس با عناصر سمی است و به طور معمول تجمع فلزات سنگین ابتدا در ریشه‌های گیاه و سپس جهت جلوگیری از آسیب به اندام‌های هوایی منتقل می‌گردند. این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت شیرابه، جذب فلزات افزایش یافته اما به دلیل مقدار فلزات باقی مانده در خاک، درصد جذب آنها به نسبت در تیمارهای مختلف کاهش یافت. Yan و همکاران (۲۱) نشان دادند که وزن خشک شاخص مهمی برای اندازه‌گیری تنش گیاه در برابر هر آلاینده است. با افزایش غلظت تیمارهای شیرابه در خاک، وزن خشک اندام‌های گزنه رو به کاهش نهاد. Nissim و همکاران (۲۲) در مطالعه ارتباط بین شاخص آلودگی ناشی از شیرابه و واکنش رشدی گیاهان، دریافتند که جذب فلزات سنگین در گیاهان شامل انتقال فلزات به خارج از سلول‌های ریشه، ذخیره سازی در بافت‌های آوندی و سپس متعاقب آن سم‌زدایی، جابجایی و جداسازی فلزات در سطح سلول و کل گیاهان است. در خصوص دلیل افزایش فلزات در اندام هوایی گیاهان پالایشگر، تجمع آنها در واکوئل‌ها گزارش شده است (۲۳). Mobin و همکاران در بررسی اثر تنش کادمیوم بر روی فتوسنتز و رشد در گیاه خردل نشان دادند که این شیوه جذب در واکوئل به خصوص در دیواره سلولی اثرات سمی کمتری بر روی گیاه ایجاد می‌کند (۲۴). در حقیقت، تثبیت و تجمع فلزات سنگین در اندام هوایی و انتقال کمتر به ریشه ممکن است به دلیل توالی آلاینده‌های فلزی در واکوئل و سلول‌های اندام هوایی باشد، این پدیده یک استراتژی است که برخی از گیاهان برای مقابله با سمیت فلزات سنگین اتخاذ می‌کنند. به این ترتیب، اندام‌هایی که در متابولیسم گیاهان نقش دارند، از آسیب محافظت می‌شوند (۲۵). اما در این تحقیق، مطابق با داده‌های حاصل گرچه گزنه در جذب فلزات سنگین در اندام هوایی در مقایسه با ریشه موفق‌تر بوده و این مطابق با تحقیقات ذکر شده در بالا است، از سوی دیگر این مقابله باعث ایجاد اختلال در رشد گزنه نشده ولی در دزهای بالای جذب، سبب کاهش وزن خشک گردید. کاهش وزن خشک می تواند ناشی از آسیب های ریشه ای، ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو (۲۶)، تخریب مریستم های نوکی ساقه و ریشه، اختلال در تقسیم سلولی و میتوز غیر طبیعی و یا تغییر در فعالیت آنزیم‌ها و مهار رشد ریشه باشد (۲۷).

فاکتور انتقال و فاکتور تجمع فلزات سنگین شاخص‌های مهمی برای تعیین پتانسیل گیاه پالایی هستند. این شاخص‌ها توانایی تصفیه گیاهان در خاک‌های آلوده از آلاینده‌ها را ارزیابی می‌کنند و در صورتی که بیشتر از یک باشند، گیاه برای فرآیند گیاه پالایی مناسب می باشد (۲۸). در این تحقیق مشخص شد که با افزایش غلظت شیرابه در خاک، فاکتور انتقال افزایش قابل توجهی داشته یعنی زمانی که گیاه در معرض فلزات سنگین بیشتری قرار می‌گیرد (با افزایش غلظت شیرابه) گیاه گزنه نسبت به آن واکنش نشان داده و با تجمع کمتر فلزات در ریشه و انتقال بیشتر آنها به اندام هوایی در مقابل فلزات سنگین

با این رفتار مقاومت می‌کند. نتایج این تحقیق نشان داد که گزنه می‌تواند در خاک های آلوده به شیرابه رشد نموده و مقادیر زیادی از عناصر سمی (آرسنیک، سرب، کادمیوم و نیکل) را در زیست توده زیرین و سطحی خود جمع آوری نماید. بالا بودن عملکرد گیاه و میزان انباشت آلاینده در اندام‌های گیاه، دو شرط لازم در جهت موفقیت گیاه پالایی در محیط‌های آلوده است. در این راستا محدودیت‌هایی در به کارگیری گونه‌های بیش انباشت، از قبیل عدم شناسایی بسیاری از آنها، تولید زیتوده کم و رشد ناچیز و اختصاصی عمل نمودن گیاهان در مورد یک آلاینده خاص و همچنین کوتاه بودن ریشه آنها در مقایسه با سایر گیاهان، در پاک سازی مناطق آلوده وجود دارد. وجود چنین محدودیت‌هایی منجر به بررسی انتخاب های جایگزین به منظور پاکسازی مناطق آلوده شده است. لذا یکی از این گزینه‌ها، استفاده از گونه‌هایی با قابلیت تولید زیتوده بالاست، اما این گیاهان معمولا به غلظت‌های بالای فلز حساس بوده و توانایی کمی در انتقال فلز از ریشه به اندام هوایی خود دارند. از این رو بررسی‌ها در جهت شناسایی گیاهان بیش‌انباشت با توان تولید زیتوده بالا و توانایی انتقال آلاینده از اندام زیرزمینی به اندام هوایی گسترش یافته است. در این بین گونه‌های علفی سریع الرشد به ویژه گزنه با توجه به قابلیت مذکور، رشد سریع و تعرق بالا و همچنین توانایی بقا که همگی از عوامل تاثیرگذار در موفقیت فرآیند گیاه پالایی محسوب می‌شوند، گزینه مناسبی برای این منظور به حساب می‌آید. لازم به ذکر است که علی رغم پالایندگی فلزات سنگین و انباشته شدن آنها در گیاهان پالاینده، متاسفانه به دلیل فقدان تکنولوژی استحصال فلزات سنگین از بقایای گیاهی و یا کمپوست در کشورمان، تنها راه دفع گیاهان پالاینده خاک پس از جذب، سوزاندن آنها می باشد.

References

1. Nta, S.A. and Odiong, I.C., 2017. Impact of municipal solid waste landfill leachate on soil properties in the dumpsite (A case study of Eket Local Government Area of Akwa Ibom State, Nigeria). Int J Sci Eng Sci, 1(1), pp.5-7.
2. Kumari, M., Ghosh, P. and Thakur, I.S., 2016. Landfill leachate treatment using bacto-algal co-culture: an integrated approach using chemical analyses and toxicological assessment. Ecotoxicology and environmental safety, 128, pp.44-51.
3. Beentjes, K. 2021. Intercepting landfill leachate for recirculation: an initial assessment of experimental design parameters.
4. Gworek, B., Dmuchowski, W., Koda, E., Marecka, M., Baczewska, A.H., Brągoszewska, P., Sieczka, A. and Osiński, P., 2016. Impact of the municipal solid waste Łubna Landfill on environmental pollution by heavy metals. Water, 8(10), p.470.
5. Jitar, O., Teodosiu, C., Oros, A., Plavan, G. and Nicoara, M., 2015. Bioaccumulation of heavy metals in marine organisms from the Romanian sector of the Black Sea. New biotechnology, 32(3), pp.369-378.
6. Eslami, E., & Joodat, S. H. S. (2018). Bioremediation of oil and heavy metal contaminated soil in construction sites: a case study of using bioventing-biosparging and phytoextraction techniques. ArXiv preprint arXiv: 1806.03717.
7. Farooqi, Z.U.R., 2021. Phytoremediation of inorganic pollutants: An eco-friendly approach, its types and mechanisms. Plant and Environment, 1(02), pp.110-129.
8. Babakhani, B., Kakoei, A., Saeb, K., Hosseini Beldaji S. A., Pourshamsian, K., Rahdari, P., Jafari Hajati, R. 2012. The effect of height on the amount of medicinal compounds of nettle (Urtica dioica L.) in Ramsar region. Quarterly

Journal of Plant and Ecology. Consecutive 33. (In Persian)

9. Janighorban, M. 1999. Flora of Iran. No. 36, Urticacea Research Institute Publications Forests and pastures of the country. (In Persian)
10. Viktorova, J., Jandova, Z., Madlenakova, M., Prouzova, P., Bartunek, V., Vrchotova, B., Lovecka, P., Musilova, L. and Macek, T., 2016. Native phytoremediation potential of Urtica dioica for removal of PCBs and heavy metals can be improved by genetic manipulations using constitutive CaMV 35S promoter. PLoS One, 11(12), p. e0167927.
11. Biriescu, C., Chiriac, V., Popovici, H. and Vlascici, D., 2012. Removal of copper from water using plant leaves. New Frontiers in Chemistry, 21(1), p.79.
12. Grubor, M.I.L.E.N.A., 2008. Lead uptake, tolerance, and accumulation exhibited by the plants Urtica dioica and Sedum spectabile in contaminated soil without additives. Archives of Biological Sciences, 60(2), pp.239-244.
13. Gregory, R. P. G., & Bradshaw, A. D., 1965. Heavy metal tolerance in populations of Agrostis tenuis Sibth and other grasses. New phytologist, 64(1), 131-143.20. Verma, D.K., Gupta, A.P. and Dhakeray, R., 2011. Removal of heavy metals from whole sphere by plants working as bioindicators–a review. Basic Res. J Pham Sci, 1, pp.1-7.
14. Hiller, E., Jurkovič, Ľ., Majzlan, J., Kulikova, T., & Faragó, T. 2021. Environmental Availability of Trace Metals (Mercury, Chromium and Nickel) in Soils from the Abandoned Mine Area of Merník (Eastern Slovakia). Polish Journal of Environmental Studies, 30(6), 5013-5025.
15. Mashayekhi, H. 2000. Take a look at Tonekabon from all sides. Publications of the Printing and Publishing Institute of the University of Tehran, 703 p. (in Persian)
16. Zacchini, M., Pietrini, F., Mugnozza, G.S., Iori, V., Pietrosanti, L. and Massacci, A., 2009. Metal tolerance, accumulation and translocation in poplar and willow clones treated with cadmium in hydroponics. Water, Air, and Soil Pollution, 197(1), pp.23-34.
17. World Health Organization. 2011. Guidelines for Drinking Water Quality, 4th Edition, Geneva, WHO chronicle, 38(4); 104-8.
18. Mahdavi, A., Khermandar, Kh. Ahmady-Asbchin, S. and Tabaraki, R. 2014. Lead accumulation potential in Acacia victoriae. International Journal of Phytoremediation, 16 (4): 582-592.
19. Balali-Mood, M., Naseri, K., Tahergorabi, Z., Khazdair, M. R., & Sadeghi, M. 2021. Toxic mechanisms of five heavy metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic. Frontiers in pharmacology, 12.
20. Štofejová, L., Fazekaš, J., & Fazekašová, D. 2021. Analysis of Heavy Metal Content in Soil and Plants in the Dumping Ground of Magnesite Mining Factory Jelšava-Lubeník (Slovakia). Sustainability, 13(8), 4508.
21. Yan, A., Wang, Y., Tan, S. N., Mohd Yusof, M. L., Ghosh, S., & Chen, Z. 2020. Phytoremediation: a promising approach for revegetation of heavy

metal-polluted land. Frontiers in Plant Science, 11, 359.

22. Nissim, W. G., Palm, E., Pandolfi, C., Mancuso, S., & Azzarello, E. 2021. Relationship between Leachate Pollution Index and growth response of two willow and poplar hybrids: Implications for phyto-treatment applications. Waste Management, 136, 162-173.
23. Haider, F. U., Liqun, C., Coulter, J. A., Cheema, S. A., Wu, J., Zhang, R., ... & Farooq, M. 2021. Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. Ecotoxicology and Environmental Safety, 211, 111887.
24. Mobin, M. and Khan, N.A., 2007. Photosynthetic activity, pigment composition and antioxidative response of two mustard (Brassica juncea) cultivars differing in photosynthetic capacity subjected to cadmium stress. Journal of Plant Physiology, 164(5), pp.601-610.
25. Hassanpour, A., Zafarian, F. Rezvani, M., & Jalili, B. 2019. The effect of cadmium on pigment, phytochemical and antioxidant changes of three medicinal species Mentha aquatica L., Trautv. Eryngium caucasicum and Froriepia subpinnata Ledeb. Ecophytochemistry of Medicinal Plants, 7 (2), 91-103.
26. Peralta-Videa, J.R., De la Rosa, G., Gonzalez, J.H. and Gardea-Torresdey, J.L., 2004. Effects of the growth stage on the heavy metal tolerance of alfalfa plants. Advances in Environmental Research, 8(3-4), pp.679-685.
27. Gjorgieva, D., Kadifkova Panovska, T., Ruskovska, T., Bačeva, K. and Stafilov, T., 2013. Influence of heavy metal stress on antioxidant status and DNA damage in Urtica dioica. BioMed Research International.
28. Oladoye, P. O., Olowe, O. M., & Asemoloye, M. D. (2021). Phytoremediation technology and food security impacts of heavy metal contaminated soils: A review of literatures. Chemosphere, 132555.