ی عناصر سنگین خاک‌های آلوده شده با لجن تصفیه فاظلاب پالایشگاه اصفهان با استفاده از ی‌فسکیو (*Festuca Arundianacea*)

ا مللی[۱]، زهرا خانمحمدی[۱]، مجید افیونی[۲]، محمد علی حاج عباسی[۲] و امیر حسین خوشگفتارمنش[۲]

ان کارشناسی ارشد خاکشناسی، [۲] اساتید گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

خاک به روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی امکان‌پذیر است. پالایش فلزات به‌وسیله گیاهان به دلیل قدرت بالای اهان در جذب مقادیر مختلف فلزات سنگین که برای سایر گیاهان سمی است، استفاده از این گونه‌ها را برای استخراج گین از خاک به شدت گسترش داده و در مراحل بعدی خاک پاکسازی شده می‌تواند گیاهان با مقاومت کمتر را در خود [۲، ۴ و ۶]. بنابراین استفاده از گیاهان مقاوم به ترکیبات آلاینده برای پاکسازی ترکیبات سمی فلزات سنگین منجر به یک اکوسیستم شده و شرایط را برای رشد گیاهان و جانداران با مقاومت کمتر بهبود می‌بخشد [۱، ۳، ۵ و ۶]. از این‌رو در ش امکان گیاه‌پالایی عناصر سنگین لجن تصفیه فاضلاب پالایشگاه اصفهان در دو خاک آهکی به‌وسیله گیاه تال‌فسکیو مورد ار گرفت.

وش‌ها

د بازیافت آب پالایشگاه اصفهان را به نسبت‌های ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد وزنی با دو خاک متفاوت از مناطق کشاورزی د (بافت رسی) و باغ‌پرندگان اصفهان (بافت لوم‌سیلتی) در گلدان‌های ۳ کیلوگرمی و در ۳ تکرار مخلوط شد و سپس در ، تال‌فسکیو (*Festuca Arundianacea*) کشت شد. در پایان دوره کشت کربن‌آلی، نیتروژن کل خاک و عملکرد وزن شه و اندام هوایی گیاه تعیین شد. همچنین غلظت عناصر سرب، آهن، روی، نیکل، کادمیوم، کروم و کبالت در اندام هوایی از عصاره‌گیری با اسید کلریدریک ۲مولار، به وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس وریل کاملا تصادفی و مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD انجام گرفت.

حث

زات سنگین اندازه‌گیری شده خاک‌ها کمتر از حداکثر مجاز عناصر در زمین‌های کشاورزی بود [۷]. مهمترین ویژگی این لجن در جدول ۱ مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که حدود ۲۷ درصد لجن را ماده آلی تشکیل می‌دهد، بنابراین کاربرد ک می‌تواند تاثیر مطلوبی بر مقدار ماده آلی و برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های با ماده آلی کم داشته باشد. در بین گین اندازه‌گیری شده سرب و کادمیوم و در بین عناصر کم‌نیاز گیاهان، آهن و منگنز هر کدام به ترتیب دارای بیشترین و غلظت کل در لجن بود. عناصر موجود در بخش آلی با تجزیه مواد آلی لجن سبب آزاد شدن و ورود تدریجی فلزات به فاز تبادلی خاک شده و می‌تواند باعث افزایش بیشتر غلظت فلزات سنگین و افزایش سمیت این عناصر در خاک شود [۳]. ستفاده از گیاهان مقاوم به عناصر سنگین مثل تال‌فسکیو می‌تواند با جذب عناصر در طی دوره یا دوره‌های کشت، غلظت ر را در خاک‌های آلوده کاهش دهد و شرایط را برای رشد سایر گیاهان مهیا کند.

لجن عملکرد گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل‌های ۱ و ۲). به نظر می‌رسد سطوح ۲۰ و ۱۰ درصد به‌ترتیب در مودآباد و باغ‌پرندگان بالاترین سطح لجن باشد که تاثیری در کاهش عملکرد گیاه ندارد. لجن حاوی مقدار زیادی نیتروژن راین با افزایش لجن، نیتروژن خاک نیز افزایش یافت. بیشترین کاهش کربن آلی (۵۰ درصد) در سطح ۴۰ درصد در شاهده شد. احتمالا در این سطح میزان بیشتری از عناصر از بخش آلی وارد بخش معدنی خاک می‌شود.

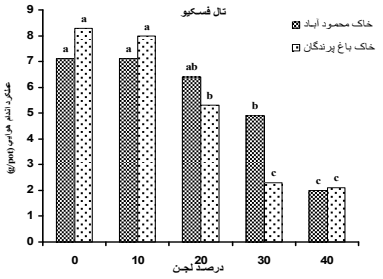
رب، آهن، روی، نیکل، کروم، کادمیوم و کبالت در اندام هوایی تال‌فسکیو در جدول ۲ مشاهده می‌شود. با افزایش لجن ن عناصر در گیاه افزایش یافت. افزایش غلظت روی و آهن در این گیاه با اضافه شدن لجن، احتمالا به دلیل غلظت بالای ر در لجن می‌باشد. غلظت سرب و کروم با افزایش لجن تغییر چندانی نکرد. غلظت کادمیوم و کبالت نیز کمتر از حد دستگاه بود. بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از این لجن تا ۳۰ درصد باعث افزایش غلظت آهن، روی و نیکل می‌شود. قدار عنصری که توسط عملکرد گیاه از هر گلدان استخراج شده (Total Content) نشان داد که بیشترین مقدار استخراج خاک به‌وسیله این گیاه در سطح ۲۰ درصد لجن می‌باشد و با افزایش سطح لجن مقدار استخراج عنصر به طور معنی‌داری

ت (جدول ۳). استخراج عناصر به وسیله گیاه تال‌فسکیو در خاک‌های آلوده شده با لجن بازیافت پالایشگاه اصفهان نشاه داد بش لجن به بیش از ۲۰درصد باعث کمتر شدن عملکرد شده و هرچند میزان غلظت عناصر با افزایش درصد لجن افزایش ی مقدار عنصر سنگین استخراج شده از خاک کاهش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد سطح ۲۰ درصد لجن بالاترین سطح شد که بتوان بیشترین کارایی را در استخراج فلزات سنگین به وسیله گیاه تال‌فسکیو از خاک آلوده به‌دست آورد.

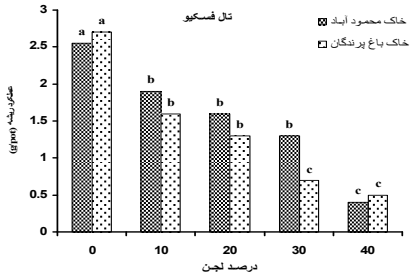
جدول۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و لجن مورد استفاده

ژگی	لجن	خاک محمودآباد	خاک باغ پرندگان	ویژگی		لجن	خاک محمودآباد	خاک باغ‌پرندگان
pH	۷/۴	۷/۸۵	۷/۶	$EC_{1:5}$ (dS/m)		۱۱	۱/۵	۰/۸
ی (g/kg)	۱۵۷	۱۱/۷	۱۳/۹	نیتروژن کل(g/kg)		۳۴/۴	۱/۰۶	۱/۵۴
آهن	۲۴۴۹۰	۱۲۰۹۰	۸۱۰۰	آهن	مقدار قابل‌عصاره‌گیری فلزات‌با DTPA (mg/kg)	۱۲۵۱	۴۵/۳	۱۷/۹
روی	۲۹۸۷	۵۵۸	۵۲۲	روی		۵/۷	۳/۰	۵/۵
مس	۱۳۵۲	۵۳/۵	۴۷/۶	مس		۰/۳	۳/۳	۴/۷
منگنز	۴۹۴	۷۲۰	۵۲۷	منگنز		۳۱/۸	۲۵۸	۱۱۱
نیکل	۲۳۰	۱۲۲	۹۴	نیکل		۲/۵	۰/۲	۰/۱۵
سرب	۲۱۵	۳/۷	۱/۷	سرب		۱۰/۲	۱/۴	۰/۷
کادمیوم	۱۱/۶	ND□	۰/۲	کادمیوم		۰/۱	ND	ND
کبالت	۱۴/۱	۲۲/۲	۱۷/۸	کبالت		۱/۲	۲/۵	۱/۵
کروم	۹۳/۶	۵۶/۴	۴۰/۲	کروم		۰/۲	۰/۲	۰/۱

غلظت کمتر ازحد تشخیص دستگاه جذب اتمی می‌باشد.



شکل ۱. عملکرد اندام هوایی گیاه تال‌فسکیو



شکل ۲. عملکرد ریشه گیاه تال‌فسکیو

جدول ۳. میزان جذب عنصر توسط تال‌فسکیو در هر گلدان

خاک	درصد لجن	Total Content (mg/pot) سرب	آهن	روی	نیکل	کروم
محمودآباد	۰	۰/۰۸۵^{b}	۱/۰۸۶^{c}	۰/۱۳۸^{c}	۰/۰۳۴^{bc}	۰/۰۰۴
	۱۰	۰/۰۷۳^{b}	۲/۱۶۷^{a}	۰/۴۰۱^{b}	۰/۰۴۰^{b}	۰/۰۰۳
	۲۰	۰/۰۸۹^{b}	۲/۱۴۹^{a}	۰/۵۴۴^{a}	۰/۰۷^{a}	۰/۰۰۲
	۳۰	۰/۰۴۶^{bc}	۱/۸۱۸^{ab}	۰/۳۹۷^{b}	۰/۰۷۳^{a}	۰
	۴۰	۰/۰۳۳^{c}	۰/۹۶۶^{c}	۰/۲۹۲^{c}	۰/۰۳۸^{b}	۰/۰۰۲
باغ‌پرندگان	۰	۰/۱۲۵^{a}	۱/۶۱^{b}	۰/۲۳۶^{c}	۰/۰۲۷^{c}	N.D
	۱۰	۰/۱۳۶^{a}	۱/۷۸^{b}	۰/۴۴۴^{b}	۰/۰۳۸^{b}	N.D
	۲۰	۰/۰۷۵^{b}	۲/۰۴۱^{ab}	۰/۵۹۵^{a}	۰/۰۴۸^{b}	N.D
	۳۰	۰/۰۲۷^{c}	۰/۸۷۴^{c}	۰/۲۰۷^{c}	۰/۰۲۹^{c}	N.D
	۴۰	۰/۰۲۹^{c}	۱/۱۱۵^{c}	۰/۲۳۶^{c}	۰/۰۳۱^{c}	N.D

اعداد دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲. غلظت برخی از عناصردر اندام هوایی گیاه

خاک	درصد لجن	غلظت (میلی‌گرم بر گیلوگرم وزن خشک) سرب	آهن	روی	نیکل	کروم
محمودآباد	۰	۱۲/۰	۱۵۳	۱۹/۴	۴/۸	۰/۶
	۱۰	۱۰/۱	۳۰۱	۵۵/۷	۵/۶	۰/۵
	۲۰	۱۳/۱	۳۱۶	۸۰/۱	۱۰/۳	۰/۳
	۳۰	۹/۳	۳۷۱	۸۱/۰	۱۴/۸	N.D*
	۴۰	۱۵/۶	۴۶۰	۱۳۹	۱۷/۸	۱/۲
باغ‌پرندگان	۰	۱۵/۱	۱۹۴	۲۸/۴	۳/۲	N.D
	۱۰	۱۷/۰	۲۲۳	۷۴/۴	۴/۸	N.D
	۲۰	۱۳/۹	۳۷۸	۸۲/۲	۸/۹	N.D
	۳۰	۱۴/۳	۴۶۰	۱۰۹	۱۵/۲	N.D
	۴۰	۱۵/۳	۵۸۷	۱۲۴	۱۶/۴	N.D

*: ND نشان‌دهنده غلظت کمتر از محدوده اندازه‌گیری به وسیله دستگاه جذب اتمی می‌باشد.

[1] Abedi-Koupai, J. 2003. Potential uses of phytoremediation technology for nickel-polluted soils. *Proceding International Conference on Civil Engineering,* May 5-7. Isfahan University of Technology, Iran, PP. 199-205.

[2] Adriano, D. 1999. *Phytoremediation research programs,* DOE Scientific and Technical Information, U. S. A.

[3] Alexander, M. 1999. *Biodegradation and Bioremediation*. Academic Press INC., San Diego, U. S. A.

[4] Cluis, C. 2004. Phytoremediation as a new option for soil decontamination*. Bio. Teach.* 2: 61-67.

[5] Edwards, N. T., B. M. Ross-Todd and E. G. Garver. 1982. Uptake and metabolism of 14C anthracene by s (Glycine max). *Environ. Exper. Botany*. 22: 349-357.

[6] Jerald, L. and S. Schnoor. 1997. *Phytoremediation*. The University of Iowa, Department of Civil and Enviror Engineering and Center for Global and Regional Environmental Research.

[7] Pais, I. J and B. Jr. Jones. 1997. *The hand book of trace elements*, st lucie press, N. W., Boca, Florida, U. S. A.