تراکم فلزات سنگین در گیاهان بومی رشد یافته در مناطق صنعتی: کاربرد برای گیاه بهسازی

فهیمه مرادی[1]، محسن جلالی[2]

1- **دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.**

2- **استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.**

E-mail: fahim_moradi88@yahoo.com

چکیده

این پژوهش برای بررسی میزان تراکم فلزات سنگین در گیاهان و کارایی آنها برای اصلاح خاک آلوده انجام شد. گونه-های گیاهی غالب مناطق آلوده برداشت و با روش هضم اسیدی غلظت عناصر سنگین در گیاهان تعین گردید و گیاهان *Eremopyrom distans*، *Alyssum hirsutum*، *Achillea micrantha*، *Hordeum murinum*، *Descurainia Sophia*، *Arrhenatherum kotshy*، *Heteranthelium piliferum*، *Stachys inflate*، *Echinps robustus* و *Euphorbia heliscopia* با بیشترین جذب و انباشتگی عناصر فلزی در اندام هوایی خود می*توانند* کارایی بالایی در برداشت فلزات سنگین در خاک داشته باشند. بطور کلی بررسی‌ها نشان داد که گیاه بومی *D. Sophia* نسبت به سایر گیاهان مورد بررسی بهترین متراکم کننده می‌باشد.

کلمات کلیدی: تراکم فلزات سنگین، گیاه بهسازی، مناطق صنعتی.

مقدمه

آلودگی خاک به وسیله فلزات سنگین خطرات زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی مقادیر زیادی از فلزات سنگین را به خاکها وارد می‌کنند (Li and Li, 2001). فلزات اضافه شده به خاک ممکن است به زنجیره غذایی وارد یا باعث آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی شوند. خاک‌های کشاورزی در قسمت‌های زیادی از دنیا به صورت کم تا متوسط به وسیله فلزات سنگین مثل Cd، Ni، Cu، Zn، Pb و ... آلوده شده‌اند. این آلودگی‌ها می‌تواند به واسطه استفاده طولانی مدت از کودها، کاربرد لجن فاضلاب و فاضلاب‌های صنعتی در اراضی کشاورزی باشد.

استفاده از گیاهان برای استخراج فلزهای سنگین از خاک روش جدید برای بهسازی خاک‌های با آلودگی کم تا متوسط می‌باشد و اصطلاحا گیاه بهسازی نامیده می‌شود. در این زمینه دو استراتژی اساسی وجود دارد که گیاهان عالی به وسیله آن می‌توانند غلظت‌های بالای فلزات سنگین از خاک را تحمل کنند. اولی بازدارندگی است که به وسیله آن انتقال فلزات به گیاه محدود شده و گیاه پتانسیل کمی برای استخراج فلزها از خاک دارد و عناصر در خاک رسوب می-کنند. دومی متراکم کردن فلزات است که فلزات سنگین در قسمت‌های بالایی گیاهان متراکم می‌شوند (McGrath et al, 2001). توانایی انتخاب گونه‌های گیاهی مقاوم به فلزات سنگین و گونه‌های گیاهی قادر به تراکم مقدار زیاد فلزات سنگین می‌تواند باعث سهولت در اصلاح مناطق آلوده شود (Bizly et al, 2000, 2002 Lasat) این روش به صورت درجا و با کمترین دست خوردگی خاک قابل انجام است و به دلیل طبیعی بودن، با محیط زیست سازگار بوده و اثرات جانبی خاصی ندارد. در این روش از گیاهان فرا انباشت کننده که قادر به تحمل غلظت‌های بسیار بالای عناصر

فلزی می‌باشند، استفاده می‌شود. هدف از این بررسی تعین میزان تراکم فلزات سنگین در گیاهان و کارایی آنها برای اصلاح خاک آلوده می‌باشد.

مواد و روشها

نمونه برداری خاک وگیاه از 4 منطقه‌ی همدان شامل شهرک صنعتی ویان (S_1)، نیروگاه شهید مفتح (S_2)، کارخانه سیمان هگمتان (S_3)، معدن سرب آهنگران (S_4) انجام شد. در هر یک از این مناطق سه پلات 20 متر مربعی تعین گردید. نمونه‌برداری خاک از عمق15-0 سانتی متری در هر یک از پلات‌ها انجام شد. در هر یک از این پلات‌ها گیاهان غالب برداشت شدند. برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه بعد از شستشو با آب شهر، سپس با آب مقطر شسته و هوا خشک شدند و سپس در دمای 80 درجه آون به مدت 48 ساعت خشک و بعد با استفاده از الک 2 میلیمتری آسیاب شدند. 0/2 گرم از قسمت‌های هوایی و ریشه‌های گیاهان به صورت جداگانه با 4 میلی لیتر اسید نیتریک و 0/2 میلی لیتر پراکسید هیدروژن و حرارت دادن در بن ماری هضم شدند. فلزات سنگین عصاره گیاهی بدست آمده با اسپکترومتری جذب اتمی (AAS) اندازه‌گیری گردید. برای آنالیز خاک، نمونه‌های خاک 0/5 گرمی با 4 میلی لیتر اسید نیتریک و 0/2 میلی لیتر پراکسید هیدروژن هضم و با دستگاه AAS اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

میانگین مقادیر فلزات سنگین در خاک‌های مناطق مختلف در جدول 1 نمایش داده شده است. غلظت فلزات در خاک دارای تغییرات است و S_4 دارای بیشترین غلظت فلزات است که کادمیوم آن $4/9\ mg\ kg^{-1}$، نیکل 47/4، مس 26/2، روی 438/8، سرب 1205/0، منگنز 1026/0 و آهن 17705/4 میلی گرم بر کیلو گرم می‌باشد.

جدول 1. میانگین مقادیر فلزات سنگین($mg\ kg^{-1}$) در خاکهای مختلف.

Metal	محل نمونه برداری			
	S_1	S_2	S_3	S_4
Cd	3/7	3/2	۱/۲	4/9
Ni	43/1	60/2	28/7	47/4
Cu	16/6	27/4	11/1	26/2
Zn	72/2	296/6	55/2	434/8
Pb	51/4	46/0	42/1	1025
Mn	574/7	137/9	659/9	1026/0
Fe	18835/4	9647/1	12087/5	17705/4

S_1: شهرک صنعتی ویان؛S_2: نیروگاه شهیدمفتح؛ S_3: سیمان هگمتان؛S_4: معدن سرب آهنگران ملایر.

غلظت فلزات سنگین در ریشه‌های گیاهان جمع آوری شده دارای تغییرات زیادی است (جدول 2) و دامنه‌ی تغییرات از 0/5 میلی‌گرم در کیلوگرم برای روی در S_2 تا بیشترین مقدار 5927/3 میلی‌گرم در کیلوگرم برای آهن در S_4 می‌باشد.

جدول 2. غلظت‌های فلزات سنگین ($mg\ kg^{-1}$) در ریشه‌ها و ساقه‌های گیاهان در خاکهای مختلف.

	S_1			S_2			S_3		S_4		
	1-a	1-b	1-c	2-a	2-b	2-c	3-a	3-b	4-a	4-b	4-c
ریشه											
Cd	3/7	3/9	۴/۳	3/6	3/8	3/4	4/0	4/4	3/9	4/9	6/0
Ni	7/5	4/6	4/0	4/6	۳/4	0/6	5/7	8/9	2/1	4/9	۳/۴
Cu	5/0	6/3	5/1	5/4	4/0	1/8	7/0	11/5	24/3	32/4	10/6
Zn	23/0	38/8	43/6	34/7	28/8	0/5	36/9	81/0	83/4	146/9	105/8
Pb	36/9	20/6	19/4	21/9	30/6	1081/9	37/8	235/6	1081/0	763/1	415/0
Mn	62/7	27/4	49/6	37/4	27/9	8/0	58/1	138/9	331/6	444/7	87/7
Fe	906/3	664/0	603/3	946/5	1084/3	49/9	3762/5	4553/8	5927/3	5093/0	151/0
ساقه											
Cd	0/9	1/0	1/0	1/6	2/4	0/8	1/6	1/3	1/3	1/8	1/1
Ni	1/1	2/0	1/56	1/0	0/5	12/0	4/9	1/6	9/4	7/9	6/3
Cu	6/2	9/5	7/4	7/8	11/7	3/6	8/0	7/3	15/4	8/4	3/6
Zn	15/3	15/3	14/4	19/5	142/8	9/0	23/2	21/7	62/4	79/0	10/7
Pb	26/3	7/5	26/3	30/6	15/0	1/3	8/1	11/9	408/8	22/3	45/0
Mn	20/3	15/4	19/7	26/6	13/2	10/0	22/4	29/4	257/4	86/0	19/0
Fe	361/3	19/0	273/0	340/9	137/8	55/2	959/1	782/8	4801/6	1574/2	259/8

گیاه 1-a: شانه سر (*Eremopyrum distans*). 1-b: قدومه (*Alyssum hirsutum*). 1-c: بومادران (*Achillea micrantha*). 2-a: جوموشی (*Hordeum murinum*). 2-b: خاکشیر (*Descurainia Sophia*). 2-c: هتراتقلیوم (*Arrhenatherum kotshy*). 3-a: گیسوی چمن (*Heteranthelium apiliferum*). 3-b: ورک (*Huithemia persica*). 4-a: اولیله سنبله ای بادکنکی (*Stachys inflate*). 4-b: خارشکر (*Echinps robustus*). 4-c: فرفیون شیر سگ: (*Euphorbia helioscopia*).

مقدار فلزات سنگین در قسمت‌های هوایی گیاهان در جدول 2 لیست شده است که بیشترین مقدار کادمیوم mg kg^{-1} 1/6 برای گیاهان *Hordeum murinum* و *Heteranthelium piliferum*، بیشترین مقدار نیکل mg kg^{-1} 12/0 برای *Arrhenatherum kotshy*، مس در *Stachys inflate*، روی در *Descurainia Sophia*، سرب، منگنز و آهن در *Stachys inflate* است. نسبت غلظت فلز در ساقه به ریشه غالبا کمتر از 1 است و بیشترین نسبت برای روی و نیکل به ترتیب 5 و 4/4 درگیاهان *D. sophia* و *S. inflate* است (جدول 3). گیاهان برداشت شده از مناطق نمونه برداری بیشتر از خانواده‌ی گرامینه (Gramineae) هستند که ممکن است نشان دهنده‌ی تحمل بیشتر گونه‌های گندمیان نسبت به فلزات سنگین باشد. بکر و ویتینگ (2002) پیشنهاد کردند که متراکم کننده‌ها می‌توانند به وسیله نسبت غلطت فلز در اندام هوایی به ریشه بزرگتر از یک شناخته شوند، در حالیکه بازدارنده‌ها نسبت کمتر از یک دارند. طبق این نتایج ما می‌توانیم گیاهان *S. inflate*، *Echinps robustus* بازدارنده‌ها نسبت کمتر از یک دارند.

و *E.helioscopia* را به عنوان متراکم کننده‌ی نیکل، گیاهان *Eremopyrom distans*، *Alyssum hirsutum*، *Achillea micrantha*، *H. murinum*، *D. Sophia*، *A. kotshy*، *H.piliferum* را متراکم کننده‌ی مس، گیاه *D. Sophia* با بیشترین نسبت ساقه به ریشه متراکم کننده‌ی روی، گیاهان *E. distans*، *A. hirsutum*، *A. micrantha*، *H. murinum*، *D. Sophia* متراکم کننده برای سرب و گیاه *E.helioscopia* . متراکم کننده‌ی آهن معرفی کنیم (جدول3).

جدول 3. نسبت غلظت‌های فلزات سنگین ($mg\ kg^{-1}$) در ساقه به ریشه گیاهان.

	S_1			S_2			S_3		S_4		
	1-a	1-b	1-c	2-a	2-b	2-c	3-a	3-b	4-a	4-b	4-c
نسبت ساقه به ریشه											
Cd	0/2	0/3	0/2	0/5	0/7	0/4	0/4	0/3	0/3	0/4	0/2
Ni	0/2	0/4	0/4	0/2	0/1	0/1	0/9	0/1	4/4	1/2	1/5
Cu	1/3	1/5	1/4	1/3	2/9	1/3	1/1	0/6	0/6	0/5	0/3
Zn	0/7	0/4	0/3	0/4	5/0	0/1	0/6	0/3	0/8	0/8	0/1
Pb	1/0	1/9	1/8	1/3	1/1	0/1	0/9	0/2	0/4	0/7	0/1
Mn	0/3	0/6	0/4	0/4	0/5	0/2	0/4	0/2	0/8	0/8	0/2
Fe	0/4	0/8	0/5	0/1	0/1	0/0	0/1	0/2	0/8	0/2	1/7

داده‌ها نشان می‌دهند که غلظت‌های مس، روی، سرب، منگنز و آهن در گیاهان (ساقه و ریشه) بیشتر از کادمیوم و نیکل است (جدول2). طبق این بررسی ما می توانیم گیاه بومی *D. Sophia* را به علت کارایی آن برای انتقال فلزات سنگین، برای گیاه بهسازی پیشنهاد کنیم ولی این گیاه دارای بیومس تولیدی زیادی نیست.

منابع

Baker AJM and Whiting SN, 2002. In search of the holy grail – a further step in understanding metal hyperaccumulation. New Phytology 155, 1-7

Bizly S, Rugh CL and Meager RB, 2000. Efficient phytodetoxification of the environmental pollutant methylmercury by engineered plants. Nat Biotechnol 18: 213-7.

Li LY and Li F, 2001. Heavy metal sorption and hydraulic conductivity studies using three types of bentonite admixes. J. Environ. Eng 127, 420-429.

McGrath SW, Zhao FJ and Lombi E, 2001. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal - contaminated soils. Plant & Soil 232, 207-214.

Lasat MM, 2002. Phytoextraction of toxic element, a review of biological mechanisms. J. Environ. Qual 31: 109-20.