بررسی امکان پالایش سرب و روی توسط آفتابگردان و کلزا در یک خاک آلوده اصفهان

محمود صلحی، محمد علی حاج عباسی و حسین شریعتمداری

به ترتیب عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

افزایش توان علمی و فنی بشر از یک طرف و افزایش جمعیت از طرف دیگر موجب افزایش دستکاری بشر وجابجایی مواد در کره خاکی گردیده است . روند فعلی فعالیتهای صنعتی ، کشاورزی و خانگی بشر امروزه، خطر جدی برای آلایش محیط زیست محسوب می‌گردد. آلودگی عناصر سنگین یکی از پی‌آمدهای فعالیت های مذکور است. آلودگی چرخه آب ، خاک – گیاه توسط عناصر سنگین موجب ورود عناصر مذکور به چرخه غذایی و تهدیدی برای بهداشت و سلامتی انسان به حساب می آید ودر صورتی که اقدامی جدی بعمل نیاید، ممکن است تبعات جبران ناپذیر زیست محیطی ، اقتصادی و اجتماعی در پی داشته باشد. بعضی ازمحققین برای پالایش محیط‌های آلوده به عناصر سنگین روشهای مختلف حرارتی، فیزیکی و بیولوژیکی پیشنهاد نموده اند و در این ارتباط پیشرفت های زیادی نیز بدست آورده اند(۱و۳) . ولـــی این روشها عمدتاً گران بوده و مقرون به صرفه نمی باشد. در سال های اخیر تکنیک گیاهپالایـــی (Phytoremediation) توسط محققان مختلفی پیشنهاد گردیده است (۲،۴،۶ و۷). این تکنیک بطور خلاصه عبارتست از استخراج عناصر سنگین توسط گیاهان جاذب. اما در گیاهپالایی آنچه بسیار مهم است اولاً تولید ماده خشک بخصوص در اندام‌های هوایی و ثانیاً غلظت عنصر مورد نظر در اندام هوایی است(۸). یکی از گیاهانی که به عنوان جاذب عناصر سنگین مطرح بوده و تحقیقات گسترده‌ای نیز بر روی آن انجام گردیده است تالاسپی از خانواده براسیکا بوده است. البته گیاهان دیگری مثل خردل هندی ،پنجه غازی و گون نیز مورد مطالعه قرار گرفته‌است (۹) ولی اشکال عمده گیاهان جاذب، رشد ضعیف و ماده خشک تولیدی کم می‌باشد (۵)، لذا اخیراً گیاهانی که بتوانند مقادیر کمتری از عناصر را جذب نمایند ولی در عین حال ماده خشک بیشتری تولید نمایند در تحقیقات جدید جایگاه جدیدی یافته است و گیاهانی نظیر ذرت ، سبزی و صیفی ، علوفه‌ها و غیره مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در مطالعه حاضر لاوه بر اینکه ظرفیت بالقوه آفتابگردان وکلزا جهت استخراج عناصر سنگین مورد مطالعه قرار می‌گیرد. تأثیر تیمارهای اسید سولفوریک ، DTPA

وکود حیوانی نیز جهت جذب بیشتر عناصر وخروج آنها از خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش ها

خاک مورد آزمایش از منطقه آلوده به عناصر سرب و روی از خاک های تشکیل شده در دامنه معدن باما واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی مرکز اصفهان با ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ۱۴۵ میلیمتر انتخاب گردید. نمونه خاک به مدت ۸ هفته در دمای ۲۵-۱۸ سانتیگراد و با رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه در گلخانه نگهداری شد. بعد از انکوباسیون کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک به خاک گلدان ها اضافه شد و آزمایش در قالب یک طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی،با ۳ تکرار و هفت تیمار شامل دو سطح اسید سولفوریک ، دو سطح DTPA و دو سطح کود حیوانی پوسیده شده و یک شاهد برای دو گیاه آفتابگردان و کلزا به اجرا در آمد. ۱۵ بذر آفتابگردان و کلزا در هر گلدان قرار داده شد و بعد از جوانه زنی تعداد بوته ها به ۵ بوته تقلیل یافت(اسید سولفوریک و محلول DTPA همراه با آب آبیاری مصرف شدند). بعد از ۶۰ روز گیاه از سطح خاک برداشت شده و ریشه نیز از خاک شسته شد و هر دو وزن و در دردمای ۸۰ سانتیگراد خشک شد. غلظت سرب و روی بعداز هضم در اسید نیتریک غلیظ توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. غلظت کل خاک نیز پس از هضم در محلول اسید نیتریک و اسید پرکلریک توسط دستگاه مذکور اندازه‌گیری شد(روش پرات ۱۹۶۵). غلظت قابل دسترس عناصر (DTPA.ext) نیز توسط محلول DTPA اندازه‌گیری شد (روش لیندزی و نورول ۱۹۷۸).

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات خاک در جدول (۱) نشان داده شده است همانطورکه ملاحظه می‌شود ، خاک غیر شور ، ماده آلی کم و غنی از سرب و روی می‌باشد.

جدول (۱) برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

EC_e	pH	OC	Total Pb	DTPA Extra.Pb	Total Zn	DTPAExtra. Zn		Sand	Silt	Clay
($dS\ m^{-1}$)		%	$mgkg^{-1}$					gkg^{-1}		
1.8	7.3	1.08	1564.4	28.7	2738.6	181.7		250.0	360.0	39.0

جدول (۲)غلظت سرب و روی در خاک و گیاه(اندام هوایی و ریشه) بر حسب میلیگرم بر کیلوگرم

Plants	Treatments	Soil DTPA Ext.Pb	Soil DTPA Ext.Zn	Shoot Pb	ShootZn $mg\ kg^{-1}$	Root Pb	RootZn
	S1	68.8b	323.2c	137.9b	937.3b	369.3b	810.3c
	S2	94.4a	371.1b	230.7a	958.8b	451a	851.2c
	D1	89.6a	402.8a	230.4a	1231.7a	450.3a	1082.1b
Sunflower	D2	94.4a	428.7a	234.6a	1364.4a	466.9a	1250.9a
	M1	58b	292.6d	127.6b	879.4c	291.5b	729.7d
	M2	59.4b	286.4d	128.1b	851.2c	301.1b	739.4d
	C	32.7c	146.2c	115.5c	463.2d	237.60c	432.60e
	S1	64.7b	319.1c	79.01b	648.2c	251.1b	426.7c
	S2	60.3b	343.7b	83.6b	628c	204.3c	487.7c
	D1	95.5a	393.7a	109.1a	735.2b	332.7a	551.9b
Canola	D2	90.3a	389.1a	106.5a	817.7a	347.5a	668.1a
	M1	56.9c	278.2d	79.4b	568.1d	205.4c	394.4d
	M2	55c	272.3d	65.4c	568.2d	184.7d	353.4d
	C	38.9d	151.9e	47.7d	436.7e	165.5e	271.5e

جدول (۳) ماده خشک، شاخص ماده خشک نسبت فلزدر اندام هوایی به ریشه، ضریب انتقال ضریب جذب

Plants	Treatments	DBM (g)	DBMC	Shoot/Roo Ratio Pb	Zn	SPTC Pb	Zn	UI Index Pb	Zn
	S1	67.00	0.88	0.37	1.16	0.09	0.34	120.72	820.52
	S2	64.22	0.84	0.51	1.13	0.15	0.35	193.56	804.44
	D1	65.07	0.85	0.51	1.14	0.15	0.45	195.88	1047.15
Sunflower	D2	64.09	0.84	0.50	1.09	0.15	0.50	196.45	1142.50
	M1	73.84	0.96	0.44	1.21	0.08	0.32	123.09	848.33
	M2	76.54	1.00	0.43	1.15	0.08	0.31	128.10	851.20
	C	65.74	0.86	0.49	1.07	0.07	0.17	99.21	397.87
	S1	42.09	0.55	0.31	1.52	0.05	0.24	43.45	356.45
	S2	46.67	0.61	0.41	1.29	0.05	0.23	50.97	382.92
	D1	27.61	0.36	0.33	1.33	0.07	0.27	39.36	265.21
Canola	D2	21.52	0.28	0.31	1.22	0.07	0.30	29.94	229.88
	M1	43.30	0.57	0.39	1.44	0.05	0.21	44.92	321.40
	M2	45.00	0.59	0.35	1.61	0.04	0.21	38.45	334.03
	C	36.20	0.47	0.29	1.61	0.03	0.16	22.56	206.56

DBM:dry biomass DBMC: dry biomass coefficient DBMC: dry biomass coefficient SPTC:soil plant transfer coefficient UI:uptake Index

میزان تولید ماده خشک در جدول (۲) نشان داده شده است. از نتایج مذکور معلوم گردید که هم در مورد آفتابگردان و هم درمورد کلزا حداکثر ماده خشک تولید مربوط به تیمارهای کود حیوانی بوده است. یعنی وجود ماده آلی توانسته است ماده خشک تولیدی را به‌طور معنی‌دار در هر دو گیاه افزایش دهد. اما در تیمارهای DTPA کلزا کاهش محصول نشان داده است. در حلیکه آفتابگردان هیچ گونه کاهش محصولی را دراین تیمارها نشان نداده است که حاکی از تحمل بهتر آفتابگردان در شرایط زیادی سرب و روی خاک است. نسبت Shoot/ Root سرب در آفتابگردان بطور معنی‌داری(در سطح ۵ درصد) بیشتر از کلزا است که نشان دهنده انتقال بهتر سرب از ریشه به اندام‌های هوایی در آفتابگردان می‌باشد. ضریب انتقال (Soil plant transfer Coefficient) که عبارتست از نسبت عنصر در اندام هوایی به غلظت کل عنصر در خاک در آفتابگردان تقریباً دو برابر کلزا است که خود نشان دهندهٔ پتانسیل بالاتر استخراج سرب توسط آفتابگردان است. برای اینکه ظرفیت واقعی پالایش عناصر توسط گیاه مشخص گردید از شاخصی به نام شاخص جذب استفاده می‌شود که این شاخص از حاصلضرب شاخص ماده خشک تولیدی در غلظت عنصر در اندام هوایی بدست می‌آید. حد اکثر شاخص جذب در تمیا ردوم DTPA (۳ میلی مول DTPA به ازاء هر کیلوگرم خاک) در آفتابگردان ۱۹۶/۴ و در کلزا د ر تیمار۶۷S1 ۵۰/ بوده است که ملاحظه می‌شود، آفتابگردان قدرت بیشتری برای استخراج سرب از خاک را داراست. در مورد روی نسبت Shoot/ root ratio در کلزا بیشتر از آفتابگردان بوده است. یعنی انتقال روی درون سیستم گیاه کلزا بهتر از آفتابگردان صورت گرفته است ولی مقادیر مطلق غلظت روی در آفتابگردان به مراتب بیشتر از کلزا بوده است و به همین دلیل ضریب انتقال و ضریب جذب روی در آفتابگردان نیز همانند سرب بیشتر از کلزا بوده است.حد اکثر ضریب جذب برای روی در مورد آفتابگردان(۱۱۴۲/۵) در تیمار D2 بوده است. در حالکیه حد اکثر این ضریب برای کلزا (۳۸۲/۹)در تیمار S2 مشاهده شد. بهترین تیمار برای استخراج روی نیز همانند تیمار(D2) ۳ میلی مول DTPA بر کیلوگرم در گیاه آفتابگردان بوده است.

منابع مورد استفاده

1-Alloway, B. J. 1995., Heavy metals in soils, 2nd Ed; Blackie Academic and Professional: London, England.

2-Cunningham, S. C., W. R. Berti and J. W, Huang. 1995. Phytoremediation of –contaminated soils. TIBTECH 13: 393-397.Day,P.R.:1965, Particle fractionation and particle size analysis. In:Method of Soil Analysis part 1.(Ed.C.A).545-565.

3-Holden, T. 1989. How to select hazardous waste treatment technologies for soils and sludges : Alternative, innovative, and emerging technologies. Noyes data corporation, Park Ridge, NJ.

4-Jorgensen, S. E. 1993. Removal of heavy metals from compost and soil by ecotechnological Methods. Ecological Engineering. 2, 89-100.

5-Krueger, E. L., T. A, Anderson and J. R. Coats. 1997. Phytoremediation of soil and water concentrations, Symp. series 664; ACS, Washington DC.

6-Kumar, P. B. A. N., V., Dushenkov, H. Motto and I., Raskin . 1995. Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils.Environ .Sci. Technol. 29, 1232-1238.
7-McGrath, S. P., M. D., Sidoli, A. J. M. Baker, and R. D, Reeves,. 1993. The potential for the use of metal-accumulating plants for the in situ decontamination of metal polluted soils. In Integrated Soil and Sediment Research: A basis for proper protection. Eds. H. J. P. Eijsackers and T.Hamers.pp. 673-676. Kluwer Academic publishers, Dordrecht. the Netherlands.
8-Raskin, I., P. B. N. A., Kumar, V. Dushenkov, and D. E Salt. 1994. Bioconcentration of heavy metals by plants. Curr. Opin. Biotechnol, 5: 285-290.
9-Salt, D. E., M. Blaylock, N. P. B. A, Kumar. V.Dushenkov, B. D., Ensley, I. Chet and I. Raskin,. 1995. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic elements from the environment using plants. Biotechnol. 13: 468-475.