

ارزیابی توانمندی تربچه در پالایش گیاهی سرب از خاک<sup>۱</sup>

## Plant evaluation for phytoremediation of soil Lead (Pb) with Radish

مهدي همایي و محمد هادي غفاریان مقرب

به ترتیب دانشیارگروه خاکشناسی و دانش آموخته رشته خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس.

ghafarm@modares.ac.ir

## مقدمه

خاک‌های آلوده به سرب در بخشهای وسیعی از جهان یافت می‌شوند. روشهای متعدد فیزیکی و شیمیایی برای پالایش خاک وجود دارد که این روشها اثرات مخرب فیزیکی، حاصلخیزی و بیولوژیک بر خاک دارند. افزون بر این، دارای هزینه زیاد خاک برداری و خاک‌ریزی هستند و در سطوح وسیع، کاربرد محدودی دارند. پالایش گیاهی یک روش آلودگی زدایی درجا و مستقیم برای خاک، فاضلاب، رسوبات و آبهای آلوده به آلاینده‌های آلی و معدنی است. سرب، عمومی‌ترین عنصر سنگین آلوده‌کننده محیط زیست است. پالایش سرب توسط گیاه به سه روش استخراج گیاهی، تثبیت گیاهی و تصفیه ریشه ای صورت می‌گیرد. از این روشها تنها روش استخراج گیاهی قادر به آلودگی زدایی خاک است. استخراج گیاهی یک روش از پالایش گیاهی است که طی آن گیاهان بصورت پمپ‌های خورشیدی با جذب مواد و ورود آنها به چرخه کربن موجب کاهش معنی‌دار یک ماده از پیش ماده‌اش می‌شوند. در یک فرآیند استخراج گیاهی باید سطح فلز سنگین را در ظرف ۳ تا ۵ سال به زیر حد خطر آفرین برساند. بنابراین ما به گیاهی نیاز داریم که حداقل بتواند بیش از ۱ درصد فلز سنگین را در خود انباشت نماید و محصولی بیش از ۳ تن در هکتار در سال داشته باشد. گیاهان با قابلیت جذب بالا<sup>۲</sup> گونه‌هایی هستند که می‌توانند برخی فلزات را ۱۰۰ تا ۵۰۰ برابر بیش از سایر گونه‌ها، جذب و انباشت نمایند.

این پژوهش در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی برای ارزیابی میزان کارایی و دامنه بکارگیری روش استخراج گیاهی توسط گیاه تربچه برای پالایش یک خاک شن لومی در سطح مزرعه انجام پذیرفت. در این طرح میزان سرب موجود در خاک شامل شش سطح ۲۲۸، ۲۴۸، ۳۲۸، ۴۲۸، ۷۲۸، ۱۲۲۸ (میلی‌گرم در کیلوگرم) در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت سرب در خاک مزرعه بدون افزایش سرب ۲۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و خاک با محلول نترات سرب ( $PbNO_3$ ) بصورت یکنواخت تا حدود آلودگی خاکهای تهران آلوده گردید. آلوده‌سازی در ۳ مرحله تا رسیدن به غلظت مورد نظر ادامه یافت. سپس با تجزیه جزء به جزء (تسی‌یر و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۸۴)) خاک مقادیر مختلف سرب قابل دسترس را شناسایی گردید. سرب موجود در بخشهای مختلف گیاه به روش هضم با مخلوط اسید نیتریک - اسید پرکلریک و اسید سولفوریک استخراج و بوسیله روش جذب اتمی شعله<sup>۴</sup> اندازه‌گیری شد. چون سرب آلاینده فلزی است و غیر قابل تجزیه بیولوژیکی می‌باشد. پالایش آن زمانی حاصل می‌شود که غلظت آن در خاک کاهش یافته و کمتر از حد خطر آفرینش (۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) شود. در این آزمایش ابتدا عملکرد و انباشت سرب در اندامهای هوایی و غدهای گیاه بطور مجزا اندازه‌گیری گردید سپس محاسبه زمان مورد نیاز برای پالایش از فرمول ارائه شده توسط Schnoor و همکاران که در سال ۲۰۰۲ ارائه گردیده استفاده شده است.

$$M = M_0 e^{-kt}$$

M تخمین جرم باقی مانده (حاصل اختلاف بین  
میزان مجاز و میزان موجود در خاک)

$$T = \frac{\ln \frac{M}{M_0}}{K}$$

T زمان لازم برای پالایش

<sup>۱</sup> برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد<sup>۲</sup> Hyperaccumulator<sup>۳</sup> Tessier *et al.*<sup>۴</sup> Flame Atomic Absorption Spectrophotometry

نتایج نشان داد که که تربچه *Rhaphanus sativus* L توانایی جذب و ذخیره ۴۴۷ میلی گرم بر کیلوگرم سرب را در وزن خشک غده و انباشت ۴۱,۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم سرب را در وزن خشک ساقه خود دارد. این در حالی است که مقدار سرب در بیشتر گونه های گیاهی در حدود ۰/۵-۳ میلی گرم در کیلوگرم است. بطور کلی میزان سرب تجمع یافته در اندام هوایی کمتر از غده است. در تربچه غده، هپیتیکول تغییر شکل یافته است به بیانی ساده تر قسمت یقه در گیاه توسعه یافته و تغییر ساختار آوندی در این قسمت موجب می گردد تا سرب به شدت در غده تجمع می یابد. نتایج نشان می دهد که با افزایش فراوانی سرب در خاک میزان سرب موجود در گیاه افزایش یافته است. استخراج گیاهی تا حدی کاربرد دارد که شدت آلودگی فراتر از تحمل گیاه نباشد پس از آنجا که هیچ علائم سمیتی در تربچه در دامنه تیمارهای موجود دیده نشد این گیاه تا این سطح آلودگی قادر به پالایش سرب از خاک می باشد. میزان سرب تجمع یافته در گیاه از یک رابطه غیرخطی با مقادیر کل سرب موجود در خاک و سرب قابل دسترس پیروی می کند. نتایج نشان می دهد که ابتدا شیب خط اندک و با افزوده شدن بر میزان سرب خاک بر شدت جذب و تجمع افزوده می گردد. مقدار سرب انباشت شده در ساقه تربچه کلیه تیمارها ۲ تا ۱۴ برابر و در غده آنها ۲۴ تا ۱۴۸ برابر غلظت معمول سرب در گیاهان می باشد. این موارد موید آن است که گیاه تربچه، یک گیاه با قابلیت جذب بالای سرب است. اگر چه غلظت سرب تجمع یافته در تربچه کمتر از یک درصد می باشد ولی عملکرد آن در هر هکتار در حدود ۱۸ تن برای هرنوبت کشت می باشد. این گیاه دارای طول مدت رشدی در حدود یک ماه و توانایی تولید زیست توده فراوان می باشد، بطوریکه در شرایط آب و هوایی ایران در اغلب نقاط ۳ تا ۵ بار در سال کشت می شود. نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه تربچه می تواند خاک آلوده به سرب را تا تیمار ۷۲۸ میلی گرم در کیلوگرم بدون نیاز به همراهی با سایر روشهای فیزیکی و شیمیایی با سیستم تک کشتی در مدت زمان ۱ تا ۴ سال خاک را پالایش نماید. سیستم تک کشتی در کوتاه مدت (۲ تا ۳ سال) برای پالایش گیاهی قابل قبول است در حالیکه برای دوره های طولانی تر استفاده از چند گونه گیاهی و تناوب کشت مورد نیاز است. در تیمار ۱۲۲۸ میلی گرم در کیلوگرم نیاز است تا گیاه تربچه در یک سیستم چند کشتی با سایر گیاهان مناسب و به صورت تناوبی بکار گرفته شود. از آنجا که برای پالایش فلزات سنگین حذف کامل فلز در خاک لازم نمی باشد این روش به تنهایی می تواند خاک را پالایش نماید با توجه به تمایل زیاد تربچه در جذب مقادیر زیاد سرب از محیط، مصرف تربچه کشت شده در مقادیر کمتر از حد مجاز در خاک (۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) نیز توصیه نمی گردد و باید از کشت آن در این مزارع مجاور شهرهای بزرگ جلوگیری شود.

#### منابع

- [1] **Pendias, A. K., and H. Pendias.** 1992. Trace element in soils and plants. V. Lead. 2<sup>nd</sup> edition. Boca Raton Arbor, London. pp.187-198.
- [2] **Halim, M., Conte, P., and Piccolo, A.** 2003. Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils induced by exogenous humic substances. *Chemosphere* **52**:265-275.
- [3] **Schnoor, J. L.** 2002. Phytoremediation. Technology Evaluation Report TE-98-01. GWR TAC, Pittsburg, PA.