

بررسی اثر تراکم کشت بر پالایش گیاهی سرب از خاک بوسیله تربچه^۱**Investigation plant density effects on Phytoremediation of soil Lead (Pb) with Rhadish (*Rhaphanus sativa* L.)**

مهدی همایی و محمد هادی غفاریان مقرب

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

ghafarm@modares.ac.ir

مقدمه

پالایش گیاهی روشی پایدار، طبیعی، ارزان و قابل کاربرد در سطوح وسیع است. گیاه با ترسیب و تجزیه ترکیبات آلاینده در ریزوسفر، جذب انتخابی فلزات و تجمع در بافت خویش و یا تصعید آلاینده به اتمسفر، موجب کاهش محتوی و یا سمیت مواد آلاینده‌ای چون فلزات سنگین و ترکیبات آلی می‌گردد. پالایش گیاهی یک روش آلودگی زدایی درجا و مستقیم برای خاک، فاضلاب، رسوبات و آبهای آلوده به آلاینده‌های آلی و معدنی است. این روش به کلیه فرآیندهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی همراه با کشت گیاه که باعث پالایش مناطق آلوده گردد اطلاق می‌شود. سرب عنصری غیرضروری در فرآیندهای متابولیکی است و سمیت آن از دیرباز شناخته شده است. براساس نظر آژانس حفاظت از محیط زیست^۲ سرب، عمومی‌ترین عنصر سنگین آلوده‌کننده محیط زیست 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. استخراج گیاهی سرب از خاک بسیار دشوار است. زیرا گیاه تنها می‌تواند اشکال قابل دسترس فلزی را در محیط ریزوسفر پالایش کند و تنها کمتر از ۱ درصد از سرب خاک به شکل محلول و اشکال قابل دسترس می‌باشد. تاکنون آزمایشات مزرعه‌ای که موفق به حذف آلودگی آلاینده شده باشند به ندرت گزارش یافته است این پژوهش در سطح مزرعه انجام گرفته است.

این پژوهش در قالب طرح بلوک های خرد شده کملا تصادفی و با دو تیمار سطوح مختلف سرب در خاک و تیمار تراکم کشت در واحد سطح در جهت ارزیابی کارایی روش استخراج گیاهی در پالایش خاک در یک خاک شن لومی انجام پذیرفت. در این طرح فاکتور (A) میزان سرب موجود در خاک شامل شش سطح ۲۲۸، ۲۴۸، ۳۲۸، ۴۲۸، ۷۲۸، ۱۲۲۸ (میلی‌گرم در کیلوگرم) و فاکتور B تراکم بوته در واحد سطح (سه سطح ۲۲۵، ۴۰۰، ۶۲۵ بوته در متر مربع) بود. غلظت سرب در خاک مزرعه بدون افزایش سرب ۲۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و خاک با محلول نترات سرب (PbNO₃) بصورت یکنواخت آلوده گردید. آلوده‌سازی در ۳ مرحله تا رسیدن به غلظت مورد نظر ادامه یافت سپس با تجزیه جزء به جزء (تسی‌یر و همکاران^۳ (۱۹۸۴)) خاک مقادیر مختلف سرب قابل دسترس را شناسایی کردیم. سرب موجود در بخشهای مختلف گیاه به روش هضم با مخلوط اسید نیتریک - اسید پرکلریک و اسید سولفوریک استخراج شد و بوسیله روش جذب اتمی شعله، میزان سرب تجمع یافته در بخشهای مختلف گیاه اندازه‌گیری کردیم. 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 برای محاسبه زمان مورد نیاز برای پالایش از فرمول ارائه شده توسط Schnoor و همکاران که در سال ۲۰۰۲ ارائه گردیده استفاده شده است. سپس با بررسی اثر تراکم کشت بر افزایش عملکرد در واحد سطح و میزان تجمع سرب مناسب‌ترین بر هم کنش تراکم کشت و تجمع سرب را برای پالایش گیاهی هر تیمار پیشنهاد دادیم.

^۱ برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد^۲ EPA^۳ Tessier et al.

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

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

نتایج نشان داد که شکل محلول سرب تقریباً ۰/۱ درصد، شکل تبادل کمتر از ۰/۶ درصد و سرب در ترکیب با مواد آلی کمتر از ۰/۶ درصد کل سرب موجود در خاک را تشکیل می‌دهند. یک ارتباط غیرخطی میان سرب قابل دسترس و مقادیر مختلف سرب خاک وجود دارد. نتایج نشان داد که که ترپچه *Rhaphanus sativus* L توانایی جذب و ذخیره ۴۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب را در وزن خشک غده و انباشت ۴۱،۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب را در وزن خشک ساقه خود دارد. بطور کلی میزان سرب تجمع یافته در اندام هوایی کمتر از غده است. پژوهش نشان داد که مقدار سرب در ساقه ترپچه ۲ تا ۱۴ برابر و در غده آن ۲۴ تا ۱۴۸ برابر غلظت معمول سرب در گیاهان می‌باشد. عملکرد ترپچه در هر هکتار بطور متوسط ۱۸ تن برای هرنوبت کشت می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم کشت بر میزان عملکرد در واحد سطح افزوده شده، از وزن هر بوته کاسته می‌شود و در مجموع بر میزان تجمع سرب افزوده می‌گردد. بنابراین تراکم ۶۲۵ بوته در متر مربع دارای بالاترین میزان تجمع در کلیه سطوح سرب در خاک می‌باشد. نتایج نشان داد که بالاترین مقدار تجمع سرب در گیاه، در بیشترین غلظت سرب در خاک و تراکم کشت وجود دارد. اگر چه بالاترین تجمع سرب در تیمار ۱۲۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم سرب در خاک در بر همکنش با ۶۲۵ بوته در هر متر مربع گیاه A6B3 دیده می‌شود. ولی در خاک حاوی ۷۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم سرب در بر همکنش با ۴۰۰ بوته در هر متر مربع A6B2 دارای کمترین زمان مورد نیاز برای پالایش گیاهی است و در خاک حاوی ۴۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در بر همکنش با ۶۲۵ بوته در هر متر مربع گیاه A5B3 سرب تفاوتی در زمان مورد نیاز برای پالایش در سطوح مختلف دیده نشد. با توجه به نتایج این پژوهش و تمایل زیاد ترپچه در جذب مقادیر زیاد سرب از محیط، باید از کشت آن در این مزارع مجاور شهرهای بزرگ جلوگیری شود.

منابع

- [1] Huang, J. W. 1997. Phytoextraction of lead contaminated soil. In: Phytoremediation of soil and water contaminants, E. L. Kruger et al., Eds. The American Chemical Society, pp. 283-298.
- [2] Piechalak, A., Tomaszewska, B., Baralkiewicz, D., and Malecka, A. 2002. Accumulation and detoxification of lead ions in legumes. *Phytochemistry*. 60:153-162.
- [3] Schnoor, J. L. 2002. Phytoremediation. Technology Evaluation Report TE-98-01. GWR TAC, Pittsburg, PA.