اثر مجاورت خرفه بر جذب کادمیم توسط گیاه سویا

علی اشرفی [۱]، مرتضی زاهدی [۱]، کیمیا فهمی [۲]
۱- عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانش آموخته گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
روابط متقابل گیاهان زراعی و علف‌های هرز می‌تواند تحت تاثیر عوامل محیطی مختلف از جمله تنش‌های محیطی و آلودگی فلزات سنگین قرار گیرد. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کادمیم خاک بر روابط متقابل بین گیاه زراعی سویا و علف هرز خرفه، بصورت آزمایش گلدانی شامل چهار ترکیب گیاهی (خاک بدون کشت، تک کشتی سویا، تک کشتی خرفه وکشت مخلوط سویا و خرفه) و سه سطح آلودگی کادمیم خاک (شاهد، ۳ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) انجام شد.در حضور گیاه خرفه،کل کادمیم جذب شده توسط سویا و همچنین میزان تخصیص آن به بذر سویا کاهش یافت. این کاهش با افزایش جذب کادمیم خرفه و کاهش غلظت کادمیوم لبایل در محلول خاک همراه بود. نتایج این آزمایش نشان داد که مجاورت خرفه نه تنها برمیزان حلالیت کادمیم در خاک بلکه بر میزان جذب کادمیم و تسهیم آن به بخش‌های مختلف در گیاه سویا نیز تاثیر گذار است.

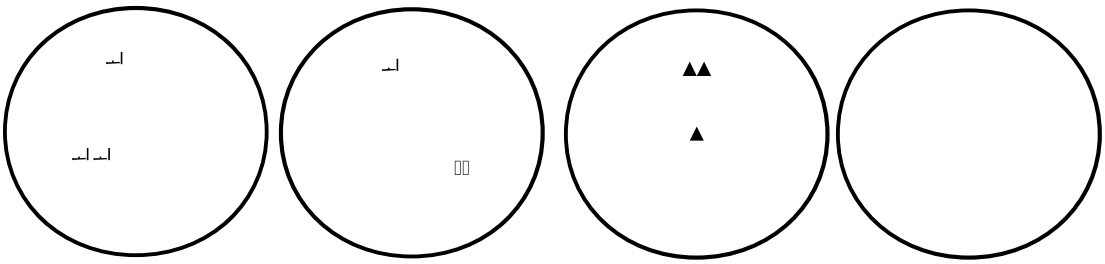
واژه های کلیدی: کادمیم، سویا، خرفه، اثر مجاورت

مقدمه
افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی باعث افزایش احتمال ورود این عناصر به گیاهان، به ویژه بخش‌های خوراکی آنها می‌شود. بنابراین، انباشته شدن فلزات سنگین در خاک علاوه بر کاهش عملکرد مورد انتظار، خطر جدی ورود این عناصر به چرخه غذایی انسان و سایر اجزاء اکوسیستم کشاورزی را نیز در بر خواهد داشت.بر اساس نتایج تحقیقات متعددی، توانایی علف‌های هرز، گیاهانی که خود همواره از مشکلات اولیه در مسیر تولید محصولات کشاورزی بوده‌اند، در گیاه‌پالایی عناصر سنگین مورد تایید قرار گرفته است (Abe *et al*., ۲۰۰۸; Wu *et al*., ۲۰۰۵). با این حال، این سوال مطرح است که آیا علف‌های هرز علاوه بر جذب و خارج سازی فلزات سنگین از اراضی بایر، در مزارع تحت کشت گیاهان زراعی آلوده به این عناصر نیز کارکردی دارند. به عبارت دیگر روابط اکولوژیکی متقابل بین گیاه زراعی و علف‌های هرزی که به صورت نقطه‌ایی و لکه‌ایی در مزرعه رشد می‌کنند چه تاثیری بر جذب فلزات سنگین از خاک توسط گیاه زراعی خواهد داشت.گوو و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ایی در یک خاک آلوده اثر مجاورت گیاه بیش‌انباشتگر *Thlaspi caerulescens* بر میزان جذب فلزات سنگین در دو گیاه همراه جو را مورد بررسی قرار دادند(Gov*e et al*., ۲۰۰۲). آنها مشاهده کردند غلظت روی در گیاه جو به دلیل تخلیه بیش از حد گیاه بیش‌انباشتگر با کاهش مواجه شد ولی غلظت کادمیم به دلیل ترشحات ریشه‌ایی گیاه بیش‌انباشتگر تا ۴/۲ برابر در مقایسه با تک کشتی آن افزایش یافت. آنها علت احتمالی این تبعیض را تکامل بیشتر مکانیسم‌های گیاه بیش‌انباشتگر برای جذب روی در مقایسه با کادمیم و همچنین اثرات متقابل این دو فلز سنگین بر یکدیگر در مرحله جذب دانستند.لیو و همکاران (۲۰۱۱) افزایش تجمع کادمیم در تنباکوی کشت شده در مجاورت شبدر را تایید کردند. آنها این افزایش جذب را ناشی از افزایش قابلیت جذب کادمیم خاک دانستند و بیان کردند ترشحات ریشه شبدر در جریان تثبیت نیتروژن از یک سو با تشکیل کلات‌های کادمیم و از سوی دیگر با کاهش pH خاک ریزوسفری، قابل جذبی کادمیم خاک را افزایش داد (Liu *et al*., ۲۰۱۱). البته پر واضح است که در شرایط معمول مزرعه وجود تراکم‌های بالاتر از آستانه کنترل علف هرز به علت رقابت با محصول زراعی قابل قبول نیست. ولی توجه به مفاهیم امنیت و سلامت غذایی حتی در خاک‌های با غلظت‌های پایین فلزات سنگین نیز می‌تواند آستانه تراکم اقتصادی علف‌های هرز در مزرعه را تغییر دهد. از این رو بررسی نقش علف‌های هرز در ترکیب با گیاه زراعی در وضعیتی که دارای ریزوسفر[۱۴۴] مشترک هستند ممکن است تعیین حدود آستانه بیولوژیکی این گیاهان مهاجم را دستخوش تغییر و دگرگونی سازد.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در سال ۱۳۸۸ در محل گلخانه‌های آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت گلدانی و در فضای باز اجرا شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۴ تکرار و با استفاده از الگوی کاشت سری‌های افزایشی اجرا شد.خاک مورد آزمایش از بخش نکاشت یک مزرعه غیرآلوده در شهرستان فریدن که احتمال نوع آلودگی آن به فلزات سنگین حداقل بود، تهیه گردید. دو سوم این خاک پس از عبور از الک ۱۰ میلی‌متر با سطوح آلودگی ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم در کیلوگرم خاک به صورت کاملاً یکنواخت آلوده شد. این یکنواختی با اسپری کردن محلول نیترات کادمیم بر روی خاک

[۱۴۴]- Rhizosphere

درون همزن دوار به دست آمد. پس از این مرحله به منظور تغییر و تبدیل این عنصر در فازهای مختلف، خاک به مدت دو ماه در رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. در مورد آماده سازی نمونه شاهد که فاقد هرگونه آلودگی به کادمیم بود، کلیه مراحل فوق با آب مقطر به اجرا در آمد.به منظور ایجاد شرایط یکسان در دسترسی به خاک در کلیه تیمارها، وزن خاک گلدان‌های کشت مخلوط ۲ برابر گلدان‌های تک کشتی در نظر گرفته شد. در این آزمایش تاثیر حضور علف هرز خرفه به عنوان علف هرز بر میزان جذب کادمیم در گیاه زراعی سویا Glycine max L. (رقم رشد محدود هابیت) مورد بررسی قرار گرفت. بذور سویا و خرفه با تراکم نهایی ۳ بوته در هر گلدان در آرایشی ترکیبی با خرفه مطابق شکل زیرکشت شد (شکل ۱).



گیاه خرفه :
گیاه سویا :
شکل ۱- آرایش کشت در ترکیبات گیاهی مختلف

پس از برداشت، بوته‌ها به ریشه و اندام هوایی تقسیم شده و اندام هوایی با آب مقطر و ریشه‌ها درون حمام مافوق صوت[۱۴۵](Hilson ic, UK) در محلول ۵ میلی مولار $CaCl_2$ شستشو شدند. سپس نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در خشک‌کن تهویه‌دار و درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و به وسیله آسیاب برقی پودر شدند. مقدار ۲/۰ گرم از پودر آسیاب شده در لوله هضم ریخته سپس ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک (۶۵%) به آن اضافه شد. بالن به مدت ۱۲۰ دقیقه بر روی صفحه داغ (Digester DK ۴۲/۲۶, Velp Scientifica, Milano, Italy) در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. سپس ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳۰ درصد به آن اضافه و به مدت ۶۰ دقیقه حرارت داده شد و با سرد شدن لوله هضم، عصاره حاصل با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید (Soleiman*i et al*., ۲۰۱۰). غلظت کادمیم در عصاره صاف شده به وسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی و سایر عناصر نیز به وسیله همین دستگاه و بدون کوره گرافیتی با استفاده از شعله قرائت شد.

همچنین غلظت کادمیم لبایل[۱۴۶] در خاک اطراف ریشه (به عنوان خاک ریزوسفری)، با استفاده از عصاره‌گیر NH_4NO_3 اندازه‌گیری شد. برای عصاره‌گیری کادمیم لبایل، ۵ گرم از خاک ریزوسفری با محلول یک مولار NH_4NO_3 به نسبت ۵:۱/۲ (حجمی / وزنی) به مدت ۲ ساعتبا استفاده از همزن عمودی مخلوط گردید (Vyslouzilov*a et al*., ۲۰۰۶).غلظت کادمیم در عصاره صاف شده به وسیله دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی(Perkine Elmer ۲۱۰۰) قرائت شد.

تجزیه آماری داده ها توسط نرم افزار SAS، مقایسه میانگین ها با استفاده از شاخص کمترین اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL ۲۰۰۷انجام شد.

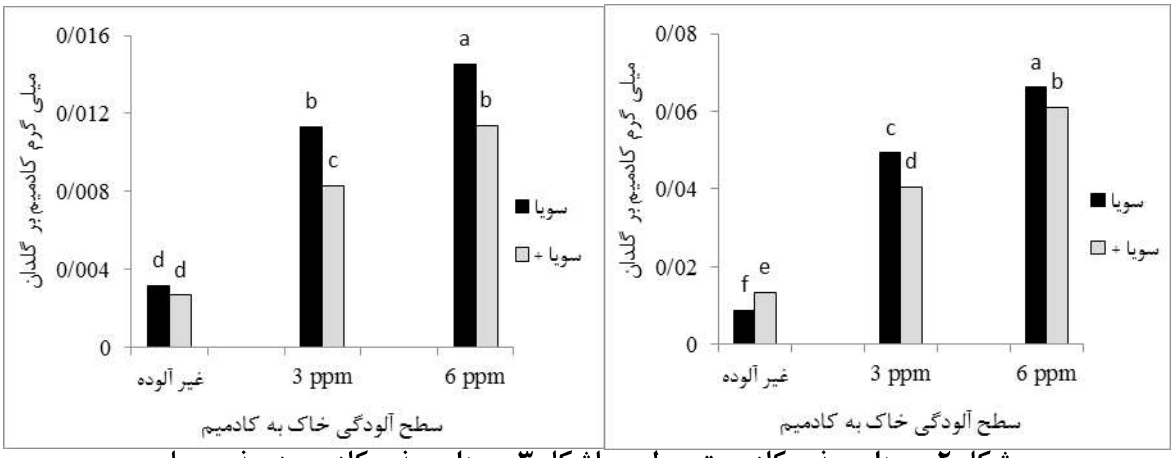
نتایج و بحث

با افزایش سطح آلودگی در همه تیمارها جذب کادمیم توسط گیاه سویا افزایش یافت (شکل ۲). این در حالی است که وجود آلودگی، روند تجمع کادمیم در تک کشتی سویا را بیشتر از سویای همراه تسریع کرد.از سوی دیگر بررسی تجمع کادمیم در گیاه خرفه در حضور سویا نشان می‌دهد که عامل جذب بیشتر کادمیم در یکی کاهش جذب در دیگری بوده است.گوو و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده کردند که در حضور گیاه بیش‌انباشتگر *Thlaspi caerulescens* جذب روی توسط جو به طور معنی‌داری کاهش یافت (Gov*e et al*., ۲۰۰۲)، که این کاهش را می‌توان به دلیل جذب فعال روی از طریق ناقل‌های روی در ریشه گیاه بیش‌انباشتگر و کلات کننده‌های گیاهی (Phytochelator) مسیر تعرق گیاه دانست (Whiting *et al*., ۲۰۰۱). همچنین گوپتا و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که گیاه *Chrysopogon zizanioides* L. می‌تواند تا حد زیادی علایم مسمومیت سرب در گیاه مجاور *Vigna mungo*راکه شامل کاهش ارتفاع، وزن‌تر و خشک، محتوای کل کلروفیل، کاروتنوئید، نیتروژن و پروتئین بودند، جبران کند (Gupt*a et al*., ۲۰۰۸).

[۱۴۵]- Ultrasonic bath

[۱۴۶]- Labile

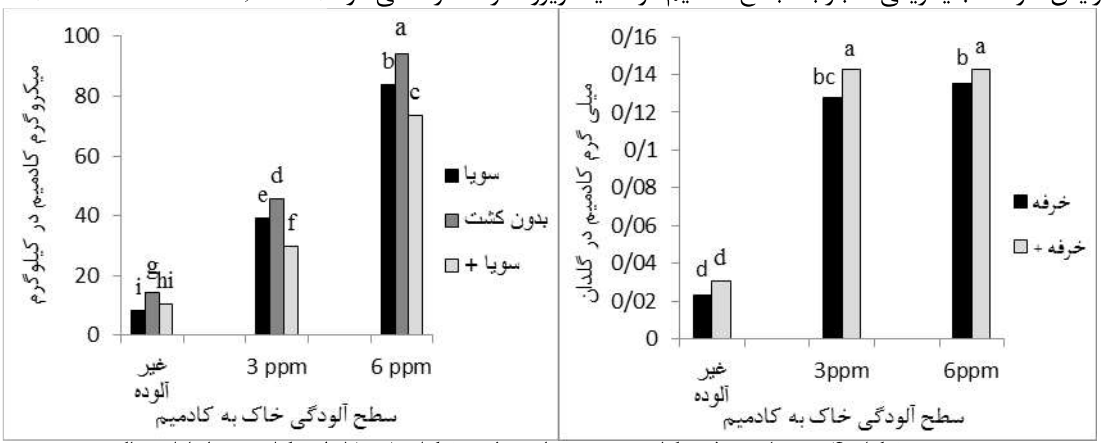
تجمع کادمیم در بذر سویا در سطوح ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم در تک کشتی سویا به ترتیب ۲۵۹ و ۳۶۲ درصد و در مجاورت علف هرز خرفه به ترتیب ۲۱۰ و ۳۲۷ درصد افزایش یافت (شکل ۳). این نتایج نشان می‌دهند که در اثر افزایش غلظت کادمیم، میزان تجمع کادمیم در بذرتک کشتی سویا در مقایسه با کشت سویا در مجاورت خرفه بیشتر بود. لیو و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که در شرایط مزرعه غلظت کادمیم در بخش‌های خوراکی ذرت و گوجه‌فرنگی کشت شده در مجاورت شبدر افزایش یافت در حالی که حضور سویا تاثیر معنی داری بر غلظت کادمیم در بخش‌های خوراکی گوجه فرنگی نداشت. آنها تغییر روابط متقابل ریشه‌ها و تاثیر لگوم‌ها بر فرایند تخصیص کادمیم در گیاه همراه را عامل افزایش تجمع کادمیم در بخش‌های خوراکی گیاهان همراه دانستند. آنها اعلام کردند که کشت مخلوط لگوم‌ها حتی در اراضی غیرآلوده به کادمیم که دارای غلظت‌های پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد می‌تواند منجر به آلوده شدن محصول زراعی همراه شود (Liu *et al.*, ۲۰۱۲).



شکل ۲- میزان جذب کادمیمتوسط سویاشکل ۳- میزان جذب کادمیم در بذر سویا

جذب کادمیم توسط خرفه در سطوح ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم در شرایط تک کشتی به ترتیب ۳۹۲ و ۳۷۶ درصد و در شرایط مجاورت با سویا به ترتیب ۲۴۴ و ۲۳۰ درصد افزایش یافت (شکل ۴). این نتایج نشان می‌دهند که در خاک آلوده به کادمیم، جذب کادمیم توسط گیاه خرفه در شرایط مجاورت با سویا در مقایسه با تک کشتی آن به نسبت کمتری افزایش یافته است. از سوی دیگر جذب کادمیم توسط سویا در حضور گیاه خرفه در مقایسه با تک کشتی سویا افزایش یافت. وو و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی اثر مجاورت گیاه ذرت و سطوح مختلف آلودگی خاک به کادمیم بر تجمع کادمیم، شاهد افزایش ۳ برابری جذب کادمیم در اندام هوایی گیاه *Sedum alfredii* به عنوان بیش‌انباشتگر کادمیم بودند(Wu *et al.*, ۲۰۰۷).

افزایش سطح کادمیم خاک درکلیه تیمارها، باعث افزایش غلظت کادمیم لبایل خاک شد (شکل ۵).در کلیه تیمارهای آلوده، حضور گیاه در خاک باعث کاهشغلظت کادمیم لبایل خاک شد که احتمالا دلیل این تغییر را می‌توان به توانایی بالاتر دو گیاه برای تخلیه کادمیم نسبت داد. غلظت کادمیم لبایل خاک تحت کشت مخلوط سویا و خرفه نسبت به تک کشتی سویا در سطوح صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم کادمیم به ترتیب ۰/۲۵، ۴/۲۴- و ۲/۱۲- درصد تغییر یافت. حضور گیاهان مجاور در برخی از شرایط به دلیل سرعت جذب بیشتر یا سرعت جایگزینی پایین‌تر منجر به تخلیهکادمیم از محیط ریزوسفر و در برخی شرایط به دلیل کاهش سرعت جذب و افزایش سرعت جایگزینی منجر به تجمع کادمیم در محیط ریزوسفر مشترک می‌شود (Wieshammer *et al.*, ۲۰۰۷).



شکل ۴- میزان جذب کادمیم توسط خرفه شکل ۵- غلظت کادمیم لبایل خاک

منابع

Abe T., Fukami M. and Ogasawara M. ۲۰۰۸. Cadmium accumulation in the shoots and roots of ۹۳ weed species. Soil Science and Plant Nutrition, ۵۴: ۵۶۶-۵۷۳.

Gove B., Hutchinson J. J., Young S. D., Craigon J. and McGrath S. P. ۲۰۰۲. Uptake of metals by plants sharing a rhizosphere with the hyperaccumulator Thlaspi caerulescens. International Journal of Phytoremediation, ۴: ۲۶۷-۲۸۱.

Gupta D. K., Srivastava A. and Singh V. P. (۲۰۰۸) Phytoremediation of induced lead toxicity in Vigna Mung L. by vetiver grass. In First Indian National Vetiver WorkshopCochin, India, pp. ۲۱۳-۲۱۵.

Liu L., Li Y., Tang J., Hu L. and Chen X. ۲۰۱۱. Plant coexistence can enhance phytoextraction of cadmium by tobacco (Nicotiana tabacum L.) in contaminated soil. Journal of Environmental Sciences (China), ۲۳: ۴۵۳-۴۶۰.

Liu L., Zhang Q., Hu L., Tang J., Xu L., Yang X., Yong J. W. H. and Chen X. ۲۰۱۲. Legumes can increase cadmium contamination in neighboring crops. PLoS ONE, ۷: e۴۲۹۴۴.

Soleimani M., Hajabbasi M. A., Afyuni M., Mirlohi A., Borggaard O. K. and Holm P. E. ۲۰۱۰. Effect of endophytic fungi on cadmium tolerance and bioaccumulation by Festuca arundinacea and Festuca pratensis. International Journal of Phytoremediation, ۱۲: ۵۳۵-۵۴۹.

Vyslouzilova M., Puschenreiter M., Wieshammer G. and Wenzel W. W. ۲۰۰۶. Rhizosphere characteristics, heavy metal accumulation and growth performance of two willow (Salix— rubens) clones. Plant Soil and Environment, ۵۲: ۳۵۳-۳۶۱.

Whiting S. N., Leake J. R., McGrath S. P. and Baker A. J. M. ۲۰۰۱. Hyperaccumulation of Zn by Thlaspi caerulescens can ameliorate Zn toxicity in the rhizosphere of cocropped Thlaspi arvense. Environmental Science and Technology, ۳۵: ۳۲۳۷-۳۲۴۱.

Wieshammer G., Unterbrunner R., Garcia T. B., Zivkovic M., Puschenreiter M. and Wenzel W. ۲۰۰۷. Phytoextraction of Cd and Zn from agricultural soils by Salix ssp. and intercropping of Salix caprea and Arabidopsis halleri. Plant and Soil, ۲۹۸: ۲۵۵-۲۶۴.

Wu C., Chen X. and Tang J. ۲۰۰۵. Lead accumulation in weed communities with various species. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۶: ۱۸۹۱-۱۹۰۲.

Wu Q., Wei Z. and Ouyang Y. ۲۰۰۷. Phytoextraction of metal-contaminated soil by Sedum alfredi H: Effects of chelator and co-planting. Water Air and Soil Pollution, ۱۸۰: ۱۳۱-۱۳۹.

ABSTRACT

Bioaccumulation of heavy metals can be affected by various crop-weed interactions in agroecosystems. An experiment was conducted to evaluate the role of below ground interaction of soybeanand purslane (*Portulaca oleracea* L.) weed on cadmium (Cd) uptake and its allocation to soybean grains. The experimental treatments were included four cropping systems (unplanted soil, mono culture of each plant and mixed culture of them) and three levels of Cd in soil (Control; ۳ and ۶ mg/kg).Results show that the decreasing uptake and grain allocation of Cd in co-planted soybean was associated with enhancing of purslane Cd uptake and the depletion of Cd in soil solution. Therefore, it can be concluded that co-planted purslane can alter the uptake of cadmium to the neighboring soybean plants.