



## بررسی میزان جذب عناصر سنگین در pH های مختلف به وسیله یونجه

علی رضا هوشمندفر\*

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

\* نویسنده مسئول: علی رضا هوشمندفر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، دانشکده کشاورزی،

[houshmandfar@iau-saveh.ac.ir](mailto:houshmandfar@iau-saveh.ac.ir)

### چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر مخلوط فلزات سنگین کادمیوم، مس و روی، هر کدام به میزان ۶۰ قسمت در میلیون در pH های ۴/۸، ۶ و ۷/۲ بر رشد طولی اندام هوایی و جذب فلزات سنگین به وسیله گیاه یونجه *Medicago sativa L.* در آزمایشی اسپلیت پلات در قالب طرح پایه کاملا تصادفی به صورت گلدانی در شرایط کنترل شده نور و دما به اجرا درآمد. نتایج به دست آمده نشان داد که اثر pH بر رشد طولی اندام هوایی در شرایط وجود و عدم وجود مخلوط فلزات سنگین معنی دار نمی باشد ولی اختلاف معنی داری در سطح یک درصد آماری بین رشد طولی اندام هوایی در تیمار شاهد و تیمار حاوی مخلوط عناصر سنگین مشاهده شد. در رابطه با میزان جذب فلزات سنگین، بالاترین نسبت گیاه به خاک غلظت فلزات سنگین به میزان تقریبی ۱۸ برابر برای کادمیوم در pH ۴/۸، ۹ و ۵ برابر به ترتیب برای عناصر روی در pH ۷/۲ و مس در pH ۴/۸ مشاهده شد.

واژگان کلیدی: یونجه، جذب عناصر سنگین، pH

### مقدمه

امروزه بر اثر فشار شدید فعالیت هایی مانند کشاورزی و معدن غلظت فلزات سنگین در برخی سیستم های زیستی افزایش یافته و سبب آلودگی روزافزون محیط زیست در نقاط مختلف جهان شده است (کلمنز، ۲۰۰۶). افزایش غلظت فلزات سنگین سبب ایجاد امکان افزایش جذب آن ها توسط گیاهان زراعی و علوفه ای (آلودگی غذای دام) و در نهایت سبب آلودگی غذای انسان می شود (هوشمندفر و طهرانی، ۱۳۸۷). فلزاتی چون مس و روی در مقادیر اندک برای رشد و نمو بسیاری از سیستم های گیاهی ضروری می باشند و تنها زمانی که در مقادیر بالا به صورت قابل استفاده زیستی در دسترس گیاه قرار گیرند سبب ایجاد سمیت می شوند (کلمنز، ۲۰۰۶) در مقابل عناصری مانند کادمیوم که به عنوان عناصر غیر ضروری برای رشد و نمو گیاهان شناخته شده اند، می توانند باعث ایجاد کلروز، کاهش بیوماس، جلوگیری از رشد طولی ریشه و در نتیجه کاهش تولید کلروفیل و آنزیم های آنتی اکسیدان و در نهایت مرگ گیاه شوند (میلونه و همکاران، ۲۰۰۳). عواملی چون میزان مواد آلی، رس ها، اکسیداسیون و احیا، pH و غلظت فلزات سنگین بر میزان در دسترس بودن فلزات به جهت ایجاد آلودگی آن ها موثر می باشند (ریچمن، ۲۰۰۲). تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر مخلوط عناصر سمی در مخلوط کادمیوم، مس و روی در pH های مختلف بر میزان جذب آن ها و رشد گیاه یونجه *Medicago sativa L.* به مرحله اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در شرایط کنترل شده نور و دما به صورت گلدانی در گلدان های پلاستیکی نیم کیلوگرمی پر شده از ۴۰۰ گرم مخلوطی از ۷۰٪ ماسه شسته شده با قطر ۰/۲۵ میلی متر، ۲۰٪ سنگریزه شسته شده و ۱۰٪ رس مونت موریلیت (پرالتا ویدا و همکاران، ۲۰۰۱) به صورت آزمایشی اسپلیت پلات در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح pH (عامل فرعی) به میزان ۴/۸، ۶ و ۷/۲ و دو سطح (عامل اصلی) وجود مخلوط فلزات سنگین روی، مس و کادمیوم و عدم حضور فلزات سنگین به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. ابتدا خاک نیمی از گلدان ها توسط محلول حاوی ۶۰ ppm از هر یک از عناصر کادمیوم، روی و مس از منابع نیترا روی، مس و کادمیوم به میزان ۱۰۰ mL آبیاری شد. در طول دوره رشد هر گلدان به میزان ۲۰ mL از محلول غذایی هوگلند را چهار روز در هفته دریافت نموده و در صورت نیاز با آب مقطر آبیاری شد (هوگلند و آرون، ۱۹۵۰). در تمامی مراحل آزمایش، محلول ها، تیمارها و آبیاری های انجام شده در سه pH جداگانه: ۴/۸، ۶ و ۷/۲ تهیه شده و گلدان های حاوی فلزات سنگین محلول غذایی دارای pH یکسان با مخلوط فلزات سنگین خود را دریافت نمودند. سپس تعداد ۵ عدد بذر گیاه یونجه همدانی در هر گلدان کاشته شد. پس از گذشت ۲۱ روز گیاه از سطح خاک برداشت شده و با آب و آب مقطر شسته شد. سپس نمونه ها اندازه گیری و توزین شده و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت در آن خشک گردیدند. نمونه ها مجدداً وزن شده و به همراه نمونه های خاک یک گرمی تهیه شده از خاک گلدان ها پس از برداشت گیاهان، غلظت روی، کادمیوم و مس موجود در آن ها بعد از هضم در اسید نیتریک غلیظ توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای Excel و MSTATC انجام شد.

## نتایج و بحث

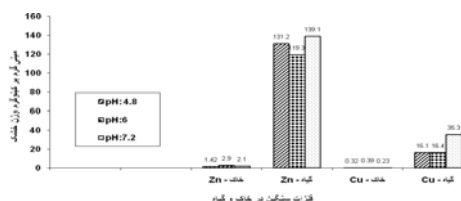
جدول شماره یک نشان دهنده طول اندام هوایی گیاه در شرایط حضور و عدم حضور مخلوط فلزات سنگین در pH های مختلف می باشد. نتایج به دست آمده نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در ارتباط بین pH های مختلف در شرایط عدم حضور مخلوط فلزات سنگین (تیمار شاهد) و طول اندام هوایی گیاه می باشد، با این وجود در این مرحله از آزمایش بالاترین میزان طول اندام هوایی مربوط به تیمار pH شش به میزان ۴/۲ سانتی متر بود. همچنین اثر pH های مختلف بر طول اندام هوایی در حضور مخلوط فلزات سنگین نیز معنی دار نشد. بیشترین میزان رشد طولی اندام هوایی در این حالت مربوط به pH های ۶ و ۷/۲ به میزان ۲/۳ سانتی متر به دست آمد. اختلاف بین طول اندام هوایی بین شرایط وجود و عدم وجود مخلوط فلزات سنگین در سطح یک درصد آماری معنی دار شد.

جدول شماره ۱: طول اندام هوایی در شرایط حضور و عدم حضور مخلوط فلزات سنگین در pH های مختلف

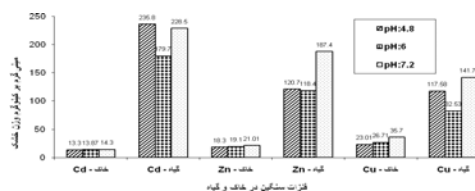
pH	شاهد (cm)	مخلوط فلزات سنگین (cm)
۴/۸	۴/۱	۲/۲
۶	۴/۲	۲/۳
۷/۲	۴/۱	۲/۳

شکل های یک و دو نشان دهنده میزان غلظت فلزات سنگین موجود در برگ در pH های مختلف می باشند. زمانی که فلزات سنگین به میزان مورد نیاز گیاه در خاک حضور دارند (تیمار شاهد)، غلظت روی موجود در برگ در سطح یک درصد آماری دارای اختلاف معنی دار با غلظت مس موجود در برگ بوده و از آن بیشتر می باشد (شکل شماره ۱)، نتایج مشابهی توسط دیگر محققین در رابطه با جذب بیشتر عنصر روی نسبت به عنصر مس در شرایط وجود مقادیر کافی عناصر غذایی گزارش شده است (پرالتا ویدا و همکاران، ۲۰۰۲). ولی زمانی که خاک توسط مخلوط فلزات سنگین آلوده شد (شکل شماره ۲)، کادمیوم دارای بالاترین غلظت در برگ به میزان ۲۳۵، ۱۷۹ و ۲۲۸ ppm به ترتیب در pH های ۴/۸، ۶ و ۷/۲ نسبت به مس و روی می باشد. بالاترین مقادیر غلظت فلزات سنگین

روی و مس موجود در برگ گیاه در pH ۷/۲ به دست آمد، نتیجه حاصل با آنچه در رابطه با گیاه ذرت گزارش شده است که در جذب مس توسط گیاه ذرت pH بی تاثیر است مغایرت دارد (بران و همکاران، ۲۰۰۱). در این آزمایش میزان غلظت فلزات سنگین روی، کادمیوم و مس موجود در برگ گیاه دارای ارتباط مثبت با میزان غلظت این فلزات در خاک می باشد. شکل شماره سه نشان دهنده نسبت (گیاه به خاک) غلظت فلزات سنگین روی و مس در شرایط وجود تقریبی این عناصر به میزان مورد نیاز گیاه در خاک می باشد، در این شرایط مشاهده می شود که روی در برگ گیاه بیش از فلز مس و به میزان حدود ۹۲ برابر در pH ۴/۸، ۴۱ برابر در pH ۶ و حدود ۶۶ برابر در pH ۷/۲ نسبت به میزان غلظت آن در خاک وجود دارد (P<0.01). در شرایط وجود مخلوط فلزات سنگین همان گونه که در شکل شماره چهار مشاهده می شود بالاترین مقدار نسبت گیاه به خاک مربوط به عنصر کادمیوم به میزان تقریبی ۱۸ برابر در pH ۴/۸ می باشد. این نتیجه با آن چه در مورد گیاه برنج به دست آمده مطابق می باشد (هراوتی و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش چنین استنباط می شود که مخلوط فلزات سنگین سبب ایجاد استرس در گیاه شده و باعث کاهش رشد طولی اندام هوایی گیاه به میزان تقریبی ۵۰٪ می شود، با این وجود در شرایط این آزمایش گیاه با جذب حدود ۱۰۰ ppm کادمیوم، روی و مس در برگ در شرایط وجود مخلوط فلزات سنگین (حاوی ۶۰ ppm از هر یک از عناصر)، دارای جذب بالا و بسیار سمی این عناصر از خاک می باشد.

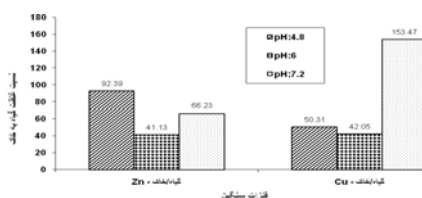


نمودار ۱: میزان غلظت فلزات سنگین موجود در خاک و برگ گیاه در pH های مختلف در تیمار شاهد

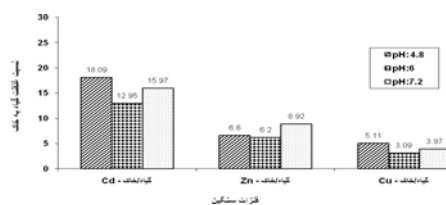


نمودار ۲: میزان غلظت فلزات سنگین موجود در خاک و برگ گیاه در pH های مختلف در تیمار شاهد

#### مخلوط فلزات سنگین



نمودار ۳: نسبت گیاه به خاک فلزات سنگین در pH های مختلف در تیمار شاهد



نمودار ۴: نسبت گیاه به خاک فلزات سنگین در pHهای مختلف در تیمار مخلوط فلزات سنگین

## نتیجه گیری کلی

با توجه به گزارشات مختلف آلودگی زمین های زراعی و مرتعی به ویژه در محدوده معادن و نقاط پر تردد وسایل نقلیه، و نیز نتایج به دست آمده در این مطالعه و دیگر تحقیقات انجام شده، بررسی دقیق و اجرایی میزان آلودگی خاک و گیاه و نیز چرخه انتقال آلودگی در دام و انسان پیشنهاد می شود.

## منابع

۱. هوشمندفر، ع. و طهرانی، م. م.، ۱۳۸۷. بررسی پتانسیل استخراج سرب و روی خاک به وسیله گیاه گلرنگ. گیاه و زیست بوم، شماره ۱۴، صفحات ۷۷-۸۶.
2. Brun, L.A., Maillet, J., Hinsinger, P., Pe'pin, M. 2001. Evaluation of copper availability in copper-contaminated vineyards soils. *Environmental Pollution*. 111: 293-302.
3. Clemens, S. 2006. Toxicmetal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*. 88: 1707-1719.
4. Herawati, N., Susuki, S., Hayashi, K., Rivai, I.F., Koyama, H. 2000. Cadmium, copper, and zinc levels in rice and soil of Japan, Indonesia, and China by soil type. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 64: 33-39.
5. Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. 1950. A water culture method for growing plants without soil. *Californ. Agric. Exp. Stat. Circul*. 347.
6. Milone, M.T., Sgherri, C., Clijsters, H., Navari-Izzo, F. 2003. Antioxidative responses of wheat treated with realistic concentration of cadmium. *Environ. Exp. Bot*. 50: 265-276.
7. Peralta-Videa, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., Gomez, E., Tiemann, K.J., Parsons, J.G., Carrillo, G. 2002. Effect of mixed cadmium, copper, nickel and zinc at different pHs upon alfalfa growth and heavy metal uptake. *Environmental Pollution*. 119: 291-301.
8. Peralta, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., Tiemann, K.J., Gomez, E., Arteaga, S., Rascon, E., Parsons, J.G. 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 66: 727-734.
9. Reichman, S. M. 2002. The responses of plant to metal toxicity: A review focusing on copper, manganese and zinc. *The Australian minerals & energy environment foundation. Occasional paper No.14*.



---

## Cadmium, Copper and Zinc Uptake at Different pHs by Alfalfa

Houshmandfar, A.\*  
School of Agriculture, I.A.U., Saveh branch  
[houshmandfar@iau-saveh.ac.ir](mailto:houshmandfar@iau-saveh.ac.ir)

### Abstract

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants were grown in soil-pots contaminated with a mixture of Cd(II), Cu(II), and Zn(II), (at 60 mg/kg each) at pHs of 4.8, 6 and 7.2. The plants were fertilized using a nutrient solution, which was adjusted appropriately to the same pH. There were statistically significant differences ( $P < 0.01$ ) between the shoot length of the control treatment plants and the length of plants grown in the presence of the heavy metal mixture. Under the effects of the heavy metal mixture, Cadmium was the most accumulated element in the shoot tissue, with 228, 179, and 235 ppm at pH 7.2, 6 and 4.8, respectively. Zinc was found to be second in accumulated concentrations with 187 ppm, 118 ppm, and 120 ppm at pH 7.2, 6 and 4.8, respectively; while copper was third. The maximum relative uptakes (element in plant/element in soil-water-solution) were found to be approximately 18 times for cadmium, 9 times for zinc, and 5 times for copper.

**Key word :** Alfalfa, Heavy metals uptake, pH.