دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه)

جذب رقابتی نیکل و کادمیوم به وسیله علف شاخی (*Ceratophyllum demersum L.*) در محیط هیدروپونیک

امیر پرنیان[1]، مصطفی چرم[2]، نعمت اله جعفرزاده حقیقی فرد[3]، مهری دیناروند[4]، امیرحسین رمضان پور اصفهانی[5]

1-کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه دانشگاه شهید چمران اهواز (amir.parnian86@gmail.com).

2- دانشیار علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (mchorom@yahoo.com).

3- استاد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز.

4- کارشناس ارشد گیاهشناسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اهواز.

5- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه دانشگاه شهید چمران اهواز.

چکیده

نیکل و کادمیوم از عناصر سنگین بوده و از طریق منابع آلوده از جمله پساب‌ها سبب آلودگی منابع آب میگردد. پالایش سبز با گیاهان آبزی روشی نو، کارآمد و ارزان برای پالایش آب و پساب است. در این پژوهش علف شاخی طی 9 روز در محلول غذایی هوگلند آلوده در 16 سطح مختلف آلودگی Ni و Cd به ترتیب (0-0)، (0-1)، (0-2)، (0-4)، (1-0)، ... (4-0)، (4-1)، (4-2) و (4-4) mg/L و 3 تکرار، جذب گیاهی رقابتی آن عناصر بررسی شد. با اندازه‌گیری غلظت عناصر در محلول، همچنین مقدار اولیه و نهایی در گیاه، تصفیه نیکل از پساب‌ها امکان سنجی شد. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار غلظت، مقدار جذب افزایش یافته تا جایی که افزایش غلظت باعث مسمومیت یا نقصان رشد گیاه نشود. پالایش سبز نیکل و کادمیوم توسط علف شاخی، گیاه آبزی بومی بسیاری از رودهای ایران، از پساب‌ها کارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: نیکل، گیاه‌پالایی پساب، علف شاخی، استخراج گیاهی، گیاهان آبزی

مقدمه

آلودگی به عناصر سنگین ناشی از منابع مختلف یک مشکل زیست محیطی مهمی است (Demirezen, 2007). فلزات سنگینی مانند مس، نیکل و کبالت میل ترکیبی شدیدی با گروه‌های آهن سولفیدریل (SH) دارند و آنزیم‌ها را متلاشی کرده و قدرت آنزیمی آن‌ها را از بین می برند. این فلزات قابلیت تجمع در بافت حیوانی و گیاهی را دارند (جاوید و صمدیار، 1386). کادمیم از طریق ریشه و برگ جذب شده و به دام یا انسان منتقل می شود و باعث بروز اختلالات متابولیکی می شود. کادمیوم

می تواند با راه اندازی مسیرهای استرس اکسیداتیو در سلول سبب آسیب به بخش‌های مختلف سلول از جمله مـا ده ژنتیکـی موجود در هسته شده که موجب پیری زودرس در سلول‌ها می شود (مینویی و همکاران، 1378).

گیاه‌پالایی که روشی موثر در حفظ کیفیت منابع آب است (Fox et al., 2008). گیاه‌پالایی محیط‌های آبی با گیاهـان آبـزی (گونه هایی مانند: *Eichhornia crassipes* و واریته‌هایی مانند: *Lemna minor* و *Spirodela polyrrhiza*) روشی موثر،کارامد و ارزان برای حذف نیتروژن و دیگر آلاینده‌ها از جمله فلزات سـنگین و ریـز مغـذی‌هـا از پـساب‌هـا و آب‌هـای آلـوده اسـت (Polomski et al., 2009 و Fox et al., 2008). کارا و همکاران در 3 روز کشت عدسک آبی (*Lemna minor*) و بررسی اثرات نیکل بر آن را بررسی کردند که جذب نیکل را توسط عدسک بسیار خوب توصیف کردند (Kara et al, 2003).

گیاه علف شاخی که به نام چنگال آبی (*Ceratophyllum demersum* L.) هم شناخته مـی‌شـود، و از گیاهـان آبـزی مهـم و غالب رودها و کانال‌های ایران است (قهرمان، 1373)، این گیاه از راسته‌ی نیمفیلز (Nymphaels) و خـانواده‌ی سراتوفیلاسـه (Ceratophyllaceae) است، که در آبهای کم عمق، گل آلود، تیره و کم سرعت در شدت‌های کم نور می‌روید (Aravind and Prasad, 2005). این گیاه می‌تواند فیلتر زیستی مناسبی برای انواع مختلفی از فلزات سنگین باشد، و مطالعات بسیاری بـرای پالایش فلزات سنگین از محیط‌های آبی توسط علف شاخی و دیگر گیاهان آبزی انجام شده است. درتمامی ایـن پـژوهش‌هـا کاهش چشمگیر غلظت فلزات سنگین گزارش شده (Khellaf and Zerdaoui, 2009، Khan et al., 2009، Miretzky et al., 2004، Mishra and Tripathi, 2008، Aravind and Prasad, 2005 وSaygideger and Dogan, 2004)، اما مطالعات اندکی بر جذب رقابتی نیکل وکادمیوم توسط این جنس از علف شـاخی (*Ceratophyllum demersum* L.) در دسـترس مـی‌باشـد. عناصر سنگین معمولاً به صورت گسترده و عموماً به همراه هم سبب آلودگی منابع آب می‌گردند. بدین ترتیب هـدف اصـلی این پژوهش، جذب رقابتی نیکل و کادمیوم به وسیله علف شاخی (Ceratophyllum demersum L.) در محیط هیدروپونیک مورد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این پژوهش در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شـهید چمـران اهـواز انجـام شـد. گیاهـان از نهرهای آبیاری دانشگاه جمع آوری شد. گیاهان پس از شستشو با آب شهر، در محیط گلخانه، به مدت 4 هفته در گلخانـه‌ی تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز در ظروف 35 لیتری مسطح تحت شرایط کنترل شده برای تطبیق با محـیط کـشت و نگه‌داری شدند، تا رشد، تطبیق و تکثیر یافته، و آماده‌ی کشت آزمایشی گردند.

کشت هیدروپونیک 9 روزه در ظروف پلاستیکی و هوادهی مداوم در محیط گلخانه‌ای حاوی 1/8 لیتـر محلـول غـذایی نـیم غلظت هوگلند (خوشگفتارمنش، 1386) و 12 گرم از گیاهان، با تیمارهای جداگانه نیکل و کادمیوم در غلظت‌های 0 mg/L، 1 mg/L، 2 mg/L و 4 mg/L و 3 EC (3، 5/5 و 9/5) و 3 تکرار انجام شد. طی کشت پس از تنظـیم روزانـه pH بـا محلـول NaOH و HCl در حدود 7/0 از آب برای آنالیز مقدار عناصر سنگین جذب شده نمونه برداری و با در نظـر گـرفتن تبخیـر و تعرق روزانه، سطح محلول با آب دیونیزه ثابت نگه داشته شد. (Marin and Oron, 2007 و خوشگفتارمنش، 1386).

پس از اندازه گیری pH و EC و تصفیه پساب با کاغذ صافی، توسط دستگاه جذب اتمی مقدار عنصر نیکل، با دستگاه جذب اتمی بر اساس روش استاندارد برای آزمایش آب و پساب سازمان سلامت عمومی امریکا اندازه گرفته شد (APHA, 2005). نمونه‌های گیاه با آب دیونیزه شستشو، در آون در دمای 65 درجه‌ی سانتی‌گراد خشک و طور کامل خرد شد. 0/5 گرم از هر نمونه را در بوته‌چینی با 15 میلی‌لیتر HNO_3–$HClO_4$ مخلوط، و در دمای اتاق تا یک شب به حال خود باقی گذاشته شد، سپس به 140-180 درجه سانتی‌گراد رسانده تا هضم کامل گردد. محلول هضم شده برای عناصر میکرو توسط دستگاه اتمیک بررسی گردید (Abul Kashem et al., 2008). تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار آماری Excel 2007 و SPSS 16 صورت گرفت.

نتایج

جدول 1 مقادیر غلظت عناصر باقی مانده در محلول کشت را نشان می‌دهد. این مقادیر با افزایش غلظت افزایش داشته و نشانگر افزایش فلز باقی مانده در محیط با افزایش مقدار غلظت اولیه است که با نتایج میشرا و تریپاتی (2008) همخوانی دارد (Mishra and Tripathi, 2008). با افزایش غلظت اولیه تا حد (mg/L) 2 کاهش مقدار غلظت نهایی و با افزایش غلظت اولیه از حدود (mg/L)2 این روند افزایشی مشاهده شده است.

جدول 1: غلظت باقی‌مانده عناصر (mg/L) درمحلول با غلظتهای اولیه مختلف عناصر نیکل و کادمیوم

% جذب (Ni و Cd)	C_{Cd}=0	C_{Cd}=1	C_{Cd}=2	C_{Cd}=4
C_{Ni}=0	(0 و 0)	(0 و 74)	(0 و 84)	(0 و 35)
C_{Ni}=1	(77 و 0)	(67 و 77)	(71 و 79)	(79 و 86/5)
C_{Ni}=2	(52 و 0)	(60 و 38)	(62 و 82)	(32 و 48)
C_{Ni}=4	(50 و 0)	(58/25 و 81)	(30 و 29)	(35 و 37)

حذف روزانه نیکل و کادمیوم از پساب شبیه سازی شده با شاخص درصد جذب بیان شده است، این شاخص از تقسیم غلظت کاهش یافته روزانه ماده در محلول کشت بر غلظت اولیه تیمار شده بدست می‌آید. از این شاخص برای نشان دادن میزان حذف گیاهی عناصر از محلول رقابتی، در جدول 2 استفاده شده است.

جدول 2: مقادیر درصد جذب نهایی عناصر در غلظت‌های اولیه مختلف

% جذب (Ni و Cd)	C_{Cd}=0	C_{Cd}=1	C_{Cd}=2	C_{Cd}=4
C_{Ni}=0	(0 و 0)	(0 و 0/26)	(0 و 0/32)	(0 و 2/6)
C_{Ni}=1	(0/23 و 0)	(0/33 و 0/23)	(0/8 و 0/42)	(79 و 0/54)
C_{Ni}=2	(0/96 و 0)	(0/8 و 0/62)	(0/76 و 0/36)	(32 و 2/72)
C_{Ni}=4	(2 و 0)	(1/66 و 0/19)	(1/05 و 1/44)	(35 و 2/6)

مطابق جدول 2 با افزایش مقدار غلظت، مقدار جذب افزایش یافته تا جایی که افزایش غلظت باعث مسمومیت یا نقصان رشد گیاه نشود.

نتیجه گیری

پالایش سبز نیکل و کادمیوم توسط علف شاخی (*Ceratophyllum demersum* L.)، گیاه آبزی بومی بسیاری از رودهای ایران، از محلول‌های رقابتی (محیط‌های طبیعی آلوده) شبیه‌سازی شد. در این پژوهش نشان داده شد که، با افزایش مقدار غلظت، مقدار جذب افزایش یافته تا جایی که افزایش غلظت باعث مسمومیت یا نقصان رشد گیاه نشود. نتایج نشان داد که این گیاه کارایی بسیاری در پالایش محلول‌های آلوده رقابتی دارد.

منابع

خوشگفتارمنش، ا. ح. 1386. هیدروپونیک.دانشگاه صنعتی اصفهان مرکز نشر.

قهرمان، ا. 1373. کورمورفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). انتشارات دانشگاه تهران، جلد چهارم. ص 55-60.

مینویی س.، د. مینایی تهرانی، ک. سمیعی و ش. فریور. 1387. مطالعه تغییرات ماکروسکوپی و میکروسکوپی تأثیر فلز کادمیوم بر گیاه گندمی(*Chlorophytum comosum*)، مجله زیست شناسی ایران، ص 737-747.

Abul Kashem, Md., Singh, B. R., Imamul Huq, S. M. & Kawai, Sh. 2008. Cadmium Phytoextraction Efficiency of Arum (*Colocasia antiquorum*), Radish (*Raphanus sativus* L.) and Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Grown in Hydroponics. Water Air Soil Pollut, 192:273–279.

APHA. 2005. Standard methods for examination of water and wastewater. Washington DC.

Aravind, P. and M. N. V. Prasad. 2005. Cadmium-Zinc interaction in hydroponic system using *Ceratophyllum demersum* L.: adaptive ecophysiology, biochemistry and molecular toxicology. Journal of plant physiology. 17(1):3-20.

Demirezen, D. 2007. Effects of salinity on growth and nickel accumulation capacity of *Lemna gibba* (Lemnaceae), Journal of Hazardous Materials 147:74–77.

Fox, L. J., Struik, P. C., Appleton, B. L. & Rule, J. H. 2008. Nitrogen Phytoremediation by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). Water Air Soil Pollut, 194:199–207.

Kara, Y., Basaran D., Kara I.,. 2003. Bioaccumulation of nickel by aquatic macrophyta *Lemna minor* (duckweed). International journal of agriculture & biology, 281–283.

Khan, S., Ahmad, I., Shah, M.T., Rehman, Sh., Khaliq, A. 2009. Use of constructed wetland for the removal of heavy metals from industrial wastewater, Journal of Environmental Management 90:3451–3457.

Khellaf, N. and M. Zerdaoui. 2009. Phytoaccumulation of zinc by the aquatic plant, *Lemna gibba* L., Bioresource Technology 100:6137–6140.

Marin, D.C.C.M. & Oron, G. 2007. Boron removal by the duckweed *Lemna gibba*: A potential method for the remediation of boron-polluted waters. Water Research 41:4579 – 4584.

Miretzky P., Saralegui A. and Cirelli A. F. 2004. Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina). Chemosphere 57:997–1005.

Mishra, V. K. & Ttipathy, B.D. 2008. Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes, Bioresource technology 99:7091-7097.

Polomski, R. F., M. D. Taylor, D. G. Bielenberg, W. C. Bridges, S. J. Klaine and T. Whitwell. 2009. Nitrogen and phosphorus remediation by three floating aquatic macrophytes in greenhouse-based laboratory-scale subsurface constructed wetlands. Water air soil pollutant. 197:223-232.

Saygideger, S., Dogan, M. 2004. Lead and cadmium accumulation and toxicity in the presence of EDTA in *Lemna minor* L. and Cratophyllum demersum L. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 73:182-189.