پالایش نیکل و کادمیوم از زه آب آلوده با EC های متفاوت به کمک علف شاخی (*Ceratophyllum demersum L.*)

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

با افزایش جمعیت، روند آلوده شدن منابع آبی تشدید شده است. نیکل و کادمیوم از عناصر سنگین و از طریق منابع آلوده از جمله زهاب‌ها سبب آلودگی منابع آب می‌گردند. پالایش سبز با گیاهان آبزی روشی نو در پالایش زهاب است. در این پژوهش علف شاخی طی 9 روز در محلول غذایی هوگلند آلوده در 4 سطح مختلف آلودگی(0، 1، 2 و 4 میلی‌گرم در لیتر) Ni و Cd و 3 سطح EC (3، 5/5 و 9/5 ds/m حاصل از افزودن زه آب مزرعه با EC=15 ds/m) و 3 تکرار کشت شد. با اندازه‌گیری غلظت عناصر در محلول، مقدار اولیه و نهایی این فلز سنگین در گیاه، استخراج گیاهی عناصر امکان سنجی شد. به طور کلی با افزایش میزان EC مقدار جذب عناصر سنگین کاهش داشت و نشان از رقابت دیگر عناصر در فرایند جذب می‌باشد. حداکثر کارایی حذف نیکل و کادمیوم به ترتیب 79/5%، و در سطح آلودگی 1 mg/L و EC=9/5 و 2 mg/L و 97%، و در سطح آلودگی EC=9/5 مشاهده شد.

کلمات کلیدی: نیکل، گیاه‌پالایی ، علف شاخی، زه آب، 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 ما ده ژنتیکی 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 گیاهان آبزی (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 سنگین و ریز مغذی‌ها از پساب‌ها و آب‌های آلوده است (Polomski et al., 2009 و Fox et al., 2008). بابایی و همکاران آرسنیک را توسط جلبک ماکروسکوپی کارا از آب آلوده با راندمان 75% طی 19 روز پالایش کردند (بابایی و همکاران، 1386). 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 می‌تواند پالاینده‌ی زیستی مناسبی برای انواع مختلفی از فلزات سنگین باشد، و مطالعات موفقیت آمیز بسیاری برای پالایش فلزات سنگین از محیط‌های آبی توسط علف شاخی و دیگر گیاهان آبزی انجام شده است (Khellaf and Zerdaoui, 2009، Khan et al., 2009، Miretzky et al., 2004، Mishra and Tripathi, 2008، Mishra et al., 2006، Aravind and Prasad, 2005 وSaygideger and Dogan, 2004)، ولی مطالعات اندکی برای پالایش نیکل و کادمیوم از زهاب‌های با هدایت الکتریکی زیاد توسط این جنس از علف شاخی (*Ceratophyllum demersum* L.) انجام شده است. هدف این پژوهش، پالایش نیکل و کادمیوم از زه آب آلوده با EC های متفاوت به کمک علف شاخی (*Ceratophyllum demersum* L.) بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این پژوهش در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. گیاهان از نهرهای آبیاری دانشگاه جمع آوری شد. گیاهان پس از شستشو با آب شهر، در محیط گلخانه، به مدت 4 هفته در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز در ظروف 35 لیتری مسطح تحت شرایط کنترل شده برای تطبیق با محیط کشت 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 لیتر محلول غذایی نیم غلظت هوگلند (خوشگفتارمنش[a]، 1386) و 12 گرم از گیاهان، با تیمارهای جداگانه نیکل و کادمیوم در غلظت‌های mg/L 0، 1 mg/L، 2 mg/L، 4 mg/L و 3 EC (3، 5/5 و 9/5 حاصل از افزودن زه آب مزرعه با EC=15) و 3 تکرار انجام شد. طی کشت پس از تنظیم روزانه pH با محلول NaOH و HCl در حدود 7/0 از آب برای آنالیز مقدار عناصر سنگین جذب شده نمونه برداری و با در نظر گرفتن تبخیر و تعرق روزانه، سطح محلول با آب دیونیزه ثابت نگه داشته شد. (Marin and Oron, 2007 و خوشگفتارمنش[a]، 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 آمار توصیفی برای نمایش مقادیر جذب عناصر سنگین و نیز آمار تحلیلی برای تعیین اختلاف معنی‌دار آماری در مقادیر جذب عناصر و غلظت اولیه به وسیله‌ی گیاه، با استفاده از نرم افزار آماری Excel 2007 و SPSS 16 صورت گرفت.

نتایج و بحث

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 هدایت الکتریکی تا 5/5 ds/m کاهش مقدار غلظت و با افزایش هدایت الکتریکی تا 9/5 ds/m این روند افزایشی شده است.

جدول 1: مقادیر حاصل تفریق غلظت نهایی عناصر (mg/L) در EC (ds/m)های مختلف در حضورگیاه با نمونه‌های بدون وجود گیاه

	C_{Cd}=1	C_{Cd}=2	C_{Cd}=4	C_{Ni}=1	C_{Ni}=2	C_{Ni}=4
EC=3	0/26	0/32	2/6	0/23	0/96	2
EC=5/5	0/17	0/11	0/24	0/14	0/91	1/68
EC=9/5	0/29	0/06	0/5	0/2	1/08	1/88

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 زه‌آب آلوده، در جدول 2 استفاده شده است.

جدول 2: مقادیر درصد جذب نهایی عناصر در ECهای مختلف

	C_{Cd}=1	C_{Cd}=2	C_{Cd}=4	C_{Ni}=1	C_{Ni}=2	C_{Ni}=4
EC=3	74	84	35	77	52	50
EC=5/5	83	94/5	94	86	54/5	58/25
EC=9/5	71	97	87/5	79/5	46	53

مطابق جدول 2 با افزایش مقدار غلظت و مقدار هدایت الکتریکی، مقدار جذب افزایش یافته تا جایی که افزایش غلظت باعث مسمومیت یا مقدار زیاد هدایت الکتریکی سبب 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 زه‌آب‌ها شبیه‌سازی شد. در این پژوهش نشان داده شد که، با افزایش مقدار غلظت و مقدار هدایت الکتریکی، مقدار جذب افزایش یافته تا جایی که افزایش غلظت باعث مسمومیت یا مقدار زیاد هدایت الکتریکی سبب نقصان رشد گیاه نشود. نتایج نشان داد که این گیاه کارایی بسیاری در پالایش زه‌آب‌های آلوده داد.

منابع

بابایی، ی.، ف. قاسم زاده، م. ح. ارباب زوار و م. ر. علوی مقدم. 1386. مطالعه آزمایشگاهی حذف آرسنیک از آب آلوده توسط جلبک ماکروسکوپی «کارا»، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره 2، ص 11-19.

جاوید، ا. ح. و ح. صمدیار. 1386. مدل‌سازی تاثیر pH در انتقال فلزات سنگین (نیکل و کادمیوم) ناشی از فعالیت‌های پتروشیمی بندر امام خمینی در خلیج فارس (خور موسی)، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نهم، شماره 4، ص 1-13.

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, S., Srivastava, S., Tripathi, R.D., Kumar, R., Seth, C.S., Gupta, D.K., 2006. Lead detoxification by coontail (*Ceratophyllum dermersum* L.) involves induction of phytochelatins and response of antioxidants in response to its accumulation. Chemosphere 65:1027–1039.

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.