Archive of SID

بررسی امکان پالایش فلزات سنگین از محیط‌های آبی آلوده با استفاده از دوکفه‌ای Anodonta cygnea

فاتح معزی[۱]، آرش جوانشیر[۲]، سهیل ایگدری[۲]، هادی پورباقر[۲]، محمد سلکی[۳]
گروه شیلات، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران- کرج
fmoezi.fateh@gmail.com

چکیده

در این مطالعه جذب زیستی فلزات روی (Zn) و کروم (Cr) توسط دوکفه‌ای *Anodonta cygnea* در محیط آبی آلوده بررسی گردید. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده‌ی توان بالای صدف در جذب فلزات (۸۰٪) از محیط آبی بود. کاهش غلظت فلز روی نسبت به کروم در طول مدت ۹ روز بیشتر بود ($\alpha=0/05$; $P < 0/000$). در ۳ روز اول نرخ جذب فلز روی بیشتر از کروم بود ($\alpha=0/05$; $P = 0/001$)، اما در ۶ روز بعد نرخ جذب کروم بالاتر بود ($\alpha=0/05$; $P < 0/015$). با توجه به نتایج صدف *A. cygnea* به عنوان ابزاری مفید در پالایش فلزات سنگین از محیط‌های آبی آلوده پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جذب زیستی، روی (Zn)، کروم (Cr)، *Anodonta cygnea* ، نرخ جذب.

۱-کارشناس ارشد اکولوژی آبزیان، گروه شیلات، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۲- هیئت علمی گروه شیلات، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳- کارشناس محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

فلزات سنگین یک عبارت کلی است که به طور عام دربردارنده‌ی عناصر فلزی با زون اتمی بزرگ‌تر از ۴۰ است و فلزات قلیایی، قلیایی خاکی، لانتانیدها و آکتینیدها را شامل نمی‌شود [۱]. گروهی از این فلزات همچون مس، کبالت، آهن، منگنز، مولیبدن، وانادیم، استرانسیم، سلنیم و روی برای موجودات زنده ضروری هستند و گروه دیگر نیز که شامل جیوه، کادمیوم، نیکل، کروم، آرسنیک و سرب هستند که از نظر زیستی غیرضروری هستند [۲]. این فلزات از گروه‌های اصلی آلاینده‌ی محیط-های آبی محسوب می‌شوند و منابع اصلی ورود آن‌ها شامل پساب‌های صنایع پتروشیمی و نیروگاهی است [3 تا ۷].

دوکفه‌ای‌ها گروهی از بی‌مهرگان آبزی هستند که به طور گسترده به عنوان بیواندیکاتور در پایش‌های محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند [8؛ ۹]. این موجودات که عمدتاً فیلترفیدر هستند، شاخص‌هایی حساس در رابطه با آلودگی‌های شیمیایی شناخته شده‌اند [10]. دوکفه‌ای‌ها در تماس با بخش‌های آلوده شده (رسوبات و آب) هستند و می‌توانند سطوح بالایی از فلزات سنگین را در بافت‌های نرم خود ذخیره کنند [۱۱، ۱۲]. در بین این موجودات، دوکفه‌ای‌های خانواده‌ی Unionidae با توجه به ظرفیت بالای انباشتگی طیف گسترده‌ای آلاینده‌های محیطی از جمله فلزات سنگین در بافت‌هایشان، موجوداتی شناخته شده‌اند [13]. در موجودات فیلترفیدر عمدتاً جذب از طریق آب صورت می‌گیرد [14].

هدف از این مطالع، بررسی میزان جذب فلزات سنگین روی (ضروری) و کروم (غیرضروری) توسط دوکفه‌ای *Anodonta cygnea* از محیط آبی آلوده در شرایط آزمایشگاهی بود تا ارزیابی گردد که آیا می‌توان از این گونه یا سایر گونه‌های مشابه در طرح‌های تصفیه‌ی پساب‌های دربردانده‌ی این آلاینده‌ها استفاده کرد.

۲- مواد و روش‌ها

تعداد مورد نیاز صدف از منطقه‌ی سمسکنده‌ی ساری جمع‌آوری گردید و به آزمایشگاه انتقال یافت. به منظور تطابق صدف‌ها با شرایط آزمایشگاهی، مدت دو هفته در نظر گرفته شد. پس از این مدت تعداد ۳۰ صدف در ۶ مخزن فایبرگلاس با حجم lit ۴۵ توزیع شد به طوری که در هر مخزن، ۵ صدف قرار گرفت. این مخازن در دو گروه تفکیک شد و دوکفه‌ای‌های موجود در هر گروه از مخازن به مدت ۹ روز در مواجهه با غلظت µg l-1 ۱۲۵ فلز روی و کروم قرار گرفتند.

در طول دوره‌ی مطالعه شرایط آزمایشی ثابت نگه‌داشته شد. صدف‌های بالغ در شرایط تاریک از نظر نوری و در مخازن دارای آب در گردش همراه با هوادهی و بدون غذادهی نگهداری شدند. آب مخازن از آب شهری کلرزدایی شده تأمین شد. دمای آب در طول مطالعه در دامنه‌ی ۱۵ تا ۱۷ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داشت.

در روزهای سوم، ششم و نهم از آب موجود در مخازن جهت تعیین غلظت فلز موجود نمونه‌گیری شد. در هر بار نمونه-برداری، حجم ml ۲۰ آب برداشت شده و با کاغذ واتمن صاف گردید. ظروف حامل نمونه‌های آب قبل از وارد کردن نمونه‌های آب در آن‌ها، ۱۲ ساعت حاوی HCl (pH < 2) بودند. به منظور تثبیت نمونه‌های آب از HNO3 با pH < 2 استفاده شد و ظروف حاوی نمونه‌های آب تا زمان آنالیز با دستگاه ICP در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد در محیط تاریک نگهداری شدند [15]. نمونه‌های آب قبل از آنالیز با دستگاه ICP با کاغذ استات سلولز (۰/۲۲ میکرون) صاف شدند.

به منظور به دست آوردن وزن خشک (DW)، نمونه‌های صدف به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد.

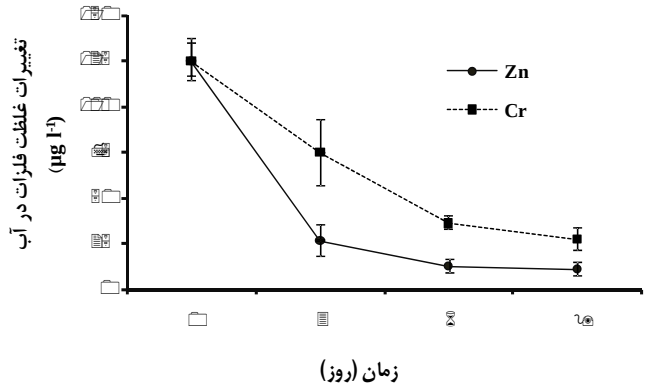
به منظور تعیین اختلاف آماری معنی‌دار، از آزمون t استفاده شد و سطح معنی‌دار بودن تفاوت‌ها، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

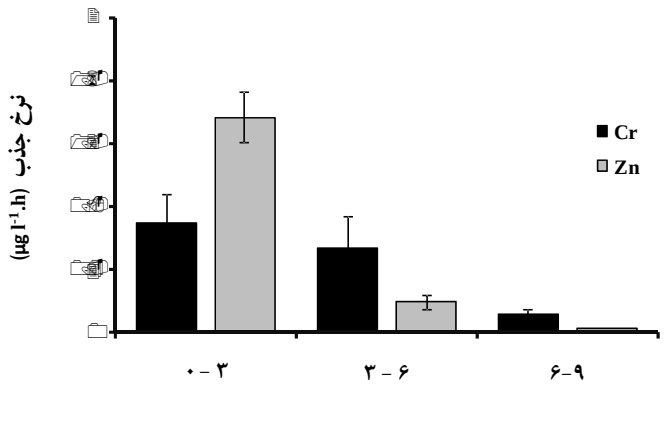
۳- نتایج

تغییرات مقادیر غلظت دو فلز روی و کروم در طول دوره‌ی مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. در طول دوره‌ی مطالعه غلظت دو فلز کاهش یافت. در مجموع مقادیر کاهش غلظت برای فلز روی به طور معنی‌داری ($\alpha = 0/05$; $P < 0/000$) بیشتر از فلز کروم بود. برای فلز روی بیشترین مقدار کاهش غلظت در ۳ روز اول اتفاق افتاد و در روزهای پس از آن کاهش کمتری مشاهده شد، در صورتی که غلظت فلز کروم در طول ۶ روز اول مطالعه کاهش تقریباً یکنواختی را نشان داد و در سه روز مقدار کاهش غلظت آن کمتر بود.



شکل ۱. تغییرات غلظت فلزات روی و کروم در آب در طول مدت مطالعاتی ۹ روزی.

نوسانات قابل توجهی در مقادیر نرخ جذب فلز توسط دوکفه‌ای در سه دوره‌ی متوالی ۳ روزی مشاهده گردید (شکل ۲). در سه روز اول، نرخ جذب فلز روی توسط دوکفه‌ای نسبت به کروم به طور معنی‌داری ($\alpha = 0/05$; $P = 0/001$) بیشتر بود. اما در سه روز دوم و سوم نرخ جذب فلز کروم بیشتر بوده است ($\alpha = 0/05$; $P < 0/015$). در مجموع برای فلز روی نرخ جذب سه روز اول نسبت به سه روز دوم و سوم بسیار بیشتر بوده است، اما نرخ جذب فلز کروم در ۳ روز اول و دوم تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

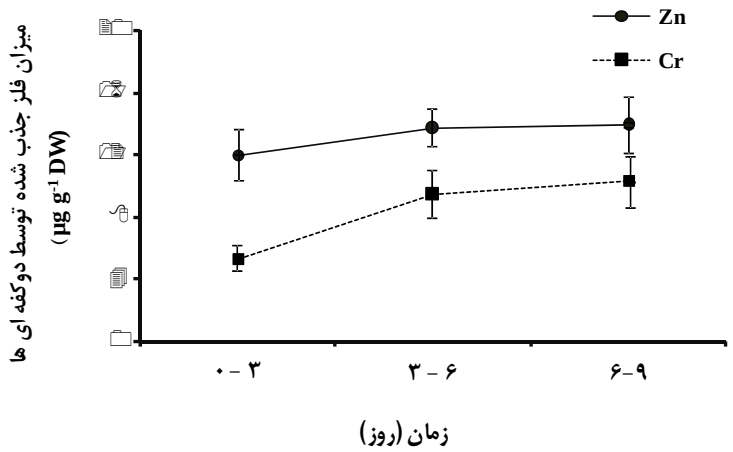


شکل ۲. نرخ جذب فلزات روی و کروم توسط دوکفه‌ای در سه بازه‌ی زمانی ۳ روزی متوالی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر فلز جذب شده از توده‌ی آبی مخازن با در نظر گرفتن حجم آب موجود و همچنین وزن خشک صدف‌ها نشان داد که مقادیر قابل توجهی از هر دو فلز در طول دوره‌ی مطالعه از ستون آب حذف شده‌اند (شکل ۳). میزان فلز روی انباشته شده در دوکفه‌ای‌ها نسبت به فلز کروم به طور معنی‌داری بیشتر بوده است ($\alpha=0/05$; $P < 0/02$). برای فلز در سه روز اول بیشترین افزایش در مقدار فلز جذب شده توسط صدف‌ها دیده شد و پس از آن تغییر قابل توجهی اتفاق نیفتاد. اما برای فلز روی بیشترین مقدار فلز در ۳ روز دوم در دوکفه‌ای‌ها تجمع یافت.



شکل ۳. مقدار کل فلز جذب شده به ازای هر گرم وزن خشک (DW) دوکفه‌ای در بازه‌های سه روزی متوالی.

۴- بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که دوکفه‌ای *Anodonta cygnea* به طور قابل ملاحظه‌ای در طول مدت ۹ روز غلظت دو فلز روی و کروم را در آب کاهش داده است به طوری که $125\ \mu g\ l^{-1}$ غلظت اولیه‌ی فلزات پس از ۹ روز تقریباً ۸۰٪ کاهش یافته است. مطالعات دیگری نیز جذب فلزات سنگین را توسط دوکفه‌ای‌ها گزارش نموده‌اند. جذب فلزات سنگین در صدف *A. cygnea* در تالاب انزلی مورد بررسی قرار گرفته است [16] و نتایج نشان داده است که غلظت سرب و مس نسبت به سایر فلزات در این صدف بالاتر بوده است. همچنین تجمع بیولوژیکی کادمیوم در دو گونه نرم‌تن *A. cygnea* و *Unio elongatulus* مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۷] و نتایج نشان دهنده‌ی جذب قابل توجه این دو فلز بوده است. در مطالعه‌ی دیگری [۱۸] تجمع قابل ملاحظه‌ی فلزات کروم وکادمیوم در یک دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پا گزارش شده است. روند کاهش به دست آمده بیانگر این بود که جذب مقادیر بالاتری از فلز روی در مقایسه با فلز کروم توسط دوکفه‌ای در مدت زمان کوتاهتری اتفاق افتاده است. این را می‌توان به ماهیت ضروری بودن فلز روی و غیرضروری بودن فلز کروم نسبت داد [۱۹؛ ۲۰].

الگوی تغییرات نرخ جذب فلزات توسط دوکفه‌ای تاحدودی مرتبط با ماهیت فلزات (ضروری و غیرضروی) و همچنین طول مدت زمان مواجهه و تغییرات غلظت آنها در محیط است. [۲۱] گزارش دادند که نرخ فیلتراسیون به طور معنی‌داری در ماسل‌های مواجهه یافته با فلز مس با افزایش زمان مواجهه، کاهش می‌یابد. در زمان‌های اولیه‌ی دوره‌ی مطالعه، به دلیل این که غلظت‌های هر دو فلز در محیط بالا بوده است، نرخ جذب بالا بوده است، اما در زمان‌های انتهایی دوره‌ی مطالعه، می‌توان کاهش نرخ جذب را به کاهش غلظت فلز در محیط نسبت داد. گزارش شده است [۹] ارتباطی بین کاهش تجمع در غلظت‌های مواجهه بالا برای فلز مس همراه با کاهش نرخ پالایش دیده می‌شود. نتتایج این مطالعات همسو با نتایج به دست آمده در این تحقیق است، اما مواردی گزارش شده‌اند که نشان‌دهنده‌ی وجود رابطه عکس بین غلظت‌های فلزات و میزان جذب آن‌ها توسط موجودات است [۲۲].

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر فلز جذب شده به ازای توده‌ی خشک دوکفه‌ای‌ها نشان می‌دهد که در کل مقادیر جذب شده‌ی فلز ضروری روی در مقایسه با فلز غیرضروری کروم، بیشتر بوده است که باز هم نشان‌دهنده‌ی مکانیسم‌های تنظیمی متفاوت جذب فلزات سنگین ضروری و غیرضروری توسط این موجودات است [۳2].

۵- نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که دوکفه‌ای *Anodonta cygnea* یک گونه‌ی بسیار مناسب برای حذف آلاینده‌های فلزات سنگین از محیط‌های آبی آلوده است؛ چرا که توان تجمعی بالایی دارد. همچنین نتایج نشان‌دهنده‌ی الگوهای متفاوت زمانی در روند حذف این فلزات از آب توسط دوکفه‌ای بود.

منابع

[1] Abel, P.D. 2002. Water pollution biology. Taylor and Francis group. p. 286
[2] Banfalvi, G. 2011. Cellular effects of heavy metals. Springer. p.348
[3] Langard, S., Norseth, T. 1979. Chromium. In: Friberg, L., Nordberg, G.F., Vouk, V.B. [eds.]. Handbook on the toxicology of metals. Elsevier/ North Holland Biomedical Press, pp. 383-397
[4] Towill, L.E., Shriner, C.R., Drury, J.S., Hammons, A.S., Holleman, J.W. 1978. Reviews of the environmental effects of pollutants: III Chromium. U.S. Environ. Protection Agency Rep. 600/1-78-023. p.287
[5] WHO. 2001. Environmental health criteria: Zinc. Geneva. p123
[6] Buhl, K.J., Hamilton, S.J. 1990. Camparative toxicity of inorganic cantaminants related by placer mining to early life stages of salmonids. Ecotoxicology and environmental safety, 20: 325-342
[7] Liobet, J.M., Domingo, J.L., Colomina, M.T., Mayayo, E., Corbella, J. 1998. Subchronic oral toxicity of zinc in rats. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 41: 36-43
[8] Livingstone, D.R., Chipman, J.K., Lowe, D.M., Minier, C., Mitchelmore, C.L., Moore, M.N., Peters, L.D., Pipe, R.K. (2000). Development of biomarkers to detect the effects of organic pollution on aquatic invertebrates: recent immunological studies on the common mussel (*Mytilus edulis* L.) and other mytilids. Int. J. Environ. Pollut., 13: 1-6.
[9] Sanders, B.M., Martin, L.S., Howe, S.R., Nelson, W.G., Hegre, E.S., Phelps, D.K. 1993. Tissue-specific differences in accumulation of stress proteins in *Mytilus edulis* exposed to a range of copper concentrations. Toxicol. Appl. Pharmacol., 125: 206-213
[10] Fournier, M., Pellerin, J., Clermont, Y., Morin, Y., Brousseau, P. 2001. Effects of *in vivo* exposure of *Mya arenaria* to organic and inorganic mercury on phagocytic activity of haemocytes. Toxicology, 161: 210-211
[11] Van Duren, L.A., Herman, P M.J., Sandee, A.J.J., Heip, C.H.R. 2006. Effects of mussel filtering activity on boundary layer structure. J. Sea Res., 55: 3-14.
[12] Golovanova, I.L., Frolova, T.V. 2005. Influence of copper, zinc and cadmium upon carbohydrase activity in aquatic invertebrates. Biologica Vnutrennih Vod., 4: 73-83
[13] Canli, M. 2005. The transfer of zinc in two linked trophic levels in freshwater and its effect on the reproduction of *Daphnia magna*. J. Freshwater Ecol., 20 (2): 269-276
[14] Barata. C., Markich, S.J., Baird, D.J., Saores, A.M.V.M. 2002. The relative importance of water and food as cadmium source to *Daphnia magna* straus. Aquat. Toxicol., 61(3-4): 143-154
[15] Marcovecchio, J.E., Botte, S.E., Freije, R.H. 2007. Heavy metals, major metals, trace elements. In: Nollet, L.M.L. [ed.]. Handbook of water analysis. CRC Press, Taylor and Francis group. pp.275-312
[۱۶] بابایی سیاهگل، ه. ۱۳۸۳. بررسی جذب فلزات سنگین در صدف آنودونت (*Anodonta cygnea*) در تالاب بین‌المللی انزلی. پایان نامه کارشناسی ترشد رشته‌ی شیمی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران شمال.
[17] Cassini, A., Tallandani, L., Favero, N. 1986. Cadmium bioaccumulation studies in the freshwater molluscs (*Anodonta cygnea* and *Unio elongatulus*). University of Pauda, 84(1): 35-41
[18] Moloukhia, H., Sleem, S. 2011. Bioaccumulation, fate abd toxicity of two heavy metals common in industrial wastes in two aquatic molluscs. Journal of American science, 7(8): 459-464
[19] Hakanson, L., 1984. Metals in fish and sediment from the river kolbacksan water system, Sweeden. Arch, Hydrobiol., 101: 373-400
[20] Gomaa, M.N.E., Badawy, A.E., Naguib, K. 1995. Level of some heavy metals in different Egyptian fishes from fresh and marine sediments. J. Union. Arab Biol., 3(A): 177-195
[21] Shi, D., Wang, W.X. 2004. Modification of trace metal accumulation in the green mussel *Perna viridis* by exposure to Ag, Cu and Zn. Environ. Pollut., 132: 265-277
[۲۲] Mc Geer, J.C., Brix, K.V., Skeaf, J.M., De Forest, D.K., Brigham, S.I., Adams, W.J., Green, A., 2003. Inverse relationship between bioconcentration factor and exposure concentration for metals: implications for hazard assessment of metals in the aquatic environment. Environ. Toxicol. Chem., 22(5): 1017-1037

www.SID.ir

Archive of SID

[۲۳] Rainbow, P.S., White, S.L. 1989. Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: zinc, copper and cadmium in decapods. An amphipod and a barnacle. Hydrobiologia, 174: 254-262

www.SID.ir