جذب زیستی فلز سنگین کروم VI توسط بیوماس خشک جلبک دریایی Padina borgeseni

درینه کوثری[1]*، شیلا صفائیان[2] و حسین غفوریان[3]
۱ و ۲- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳- گروه شیمی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۲

چکیده

در این تحقیق حذف یون های فلز سنگین کروم VI از محلول آبی در شرایط آزمایشگاهی مختلف با استفاده از جلبک قهوه ای Padina borgesenni خشک به عنوان جاذب زیستی مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه ها از سواحل جزیره هنگام واقع در خلیج فارس با موقعیت جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی در پاییز ۱۳۸۹ با غواصی (scuba) جمع آوری و به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال منتقل شد. پارامترهایی از جمله میزان غلظت اولیه ۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰، ۲۵۰و ۱۲۵ ppm و pH اولیه ۲، ۴و ۷ در مدت زمان ۶ ساعت بررسی شدند. میزان باقیمانده جذب توسط دستگاه جذب اتمی VARIAN AA۲۴۰ انجام شد . بررسی های آماری با روش آنالیز واریانس دوطرفه در نرم افزار SPSS 14 با سه تکرار جهت مقایسه تفاوت ها و درجه معنی داری داده ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که، حذف کروم VI به دو عامل میزان غلظت اولیه محلول کروم در بیوماس خشک جلبک قهوه ای دریایی borgesenni Padina و همچنین میزان pH اولیه وابسته می باشد. نتایج بدست آمده نشان داد با افزایش میزان غلظت اولیه، میزان جذب افزایش یافته و میزان pH اولیه نیز عامل بسیار موثری بر فاکتور جذب می باشد. در pH اولیه ۲ و غلظت ۷۵۰ ppm حداکثر جذب کروم VI توسط بیوماس خشک جلبک مزبور صورت گرفت. هرچه میزان pH کمتر باشد جذب بهتر صورت می گیرد.

واژگان کلیدی
جذب زیستی، کروم VI، بیوماس خشک Padina borgesenni ، سواحل خلیج فارس(جزیره هنگام)

* نگارنده پاسخگو: dorrinehk @yahoo.com

مقدمه

فلزات سنگین از مهم‌ترین عوامل آلودگی در خاك و آب هستند و افزایش آن‌ها خطر مهمی براي محیط پیرامون و انسان ایجاد می نماید. در مقایسه با آلودگی هاي آلی فلزات سنگین از لحاظ زیست‌شیمیایی تخریب‌پذیر نیستند و در طبیعت فقط حالت شیمیایی آن‌ها عوض می‌شود و این عدم تخریب‌پذیري سبب تجمع آن‌ها در چرخه‌ي غذایی‌می‌شود (Mane & Bhosle, 2012).

به همین دلیل محققین به طور سنتی از روش‌هاي فیزیکی و شیمیایی براي حذف فلزات سنگین از محیط استفاده می‌نمایند. این روش‌ها معایب خاص خود را دارند از جمله می‌توان به با صرفه نبودن، عدم بازدهی بالا به ویژه در مقادیر کم فلز و پیچیدگی برخی از این روش‌ها اشاره نمود (Volesky, 2001).

جلبک ها گروه بزرگی از موجودات ساده هستند، آنها با انجام فتوسنتز اکسیژن آزاد می کنند. جلبک ها به دو گروه ماکروجلبک ها و میکرو جلبک ها تقسیم می شوند (ریاحی،۸۷). جلبک های قهوه ای شاخه مهمی از ماکرو جلبک ها هستند. یکی از راسته های این شاخه *Dictiotales* می باشدکه بیشتر در آب های مناطق گرم استوایی یافت می شوند. از جنس های معروف این راسته *Padina* است که شکل ظاهری آن شبیه بادبزن است رنگ قهوه ای تیره دارد و در کنار ساحل دیده می شود (کیان مهر،۱۳۸۴). بیشینه پراکنش جنس *Padina* در استان های هرمزگان جزایر قشم، هرمز، لارک و در استان سیستان و بلوچستان گواتر، بریس، چابهار، گوردیم و تنگ می باشد. همچنین بیشینه پراکنش این جلبک در فصول پاییز و زمستان است (قرنجیک و روحانی،۱۳۸۹).

جزیره قشم از نظر تقسیمات سیاسی یکی از شهرستان های استان هرمزگان است که دارای فرمانداری مستقل می باشد. جزایر هنگام، لارک و هرمز نیز تابع این فرمانداری اند. جزیره هنگام در دهانه تنگه هرمز واقع شده است، منشا آن حاصل فعالیت های نمکی است، بندر هنگام در منتهی الیه قسمت شمالی جزیره هنگام واقع شده است. این جزیره دارای چند مسیر آبراهه فصلی است. عمق آب در این منطقه از ۲ تا ۵/۵ متر است. بجز قسمت شمالی که بندر هرمز قرار گرفته است بقیه سواحل به شکل صخره ای هستند (آزادبخت و ارمغان،۱۳۸۸).

امروزه محققین، علاقه‌ي زیادي به روش جدید به نام جذب زیستی، نشان داده‌اند که در آن از میکروارگانیسم‌ها براي حذف فلزات سنگین از محیط آبی استفاده می‌شود (Wild *etal.*, 2006). جذب زیستی روشی است که فرآیند جذب در آن به وسیله‌ي بیوماس زنده و یا مرده (خشک) صورت می‌گیرد. از مزایاي این روش نسبت به روش‌هاي پیشین می‌توان به: هزینه‌پایین، بازدهی بالا حتی در غلظت های کم فلز، امکان بازیابی فلزات و غلظت کم فلزات در لجن باقیمانده از تیمار بیوماس را اشاره کرد (Romera *et al.*, 2006).

کروم به عنوان هفتمین فلز سنگین موجود در کره زمین، در بسیاري ار صنایع از قبیل چرم سازي، آبکاري، متالوژي و غیره؛ استفاده می‌شود. این‌فلز در دو حالت پایدار Cr(III) و Cr(VI) وجود دارد که‌حالت سه‌ظرفیتی آن به نسبت بی‌ضرر و حالت شش ظرفیتی آن بسیار سمی و سرطان زا است. کروم شش ظرفیتی تحرك بالایی در محیط آبی و خاك داشته و امکان جذب آن به وسیله‌ي پوست وجود دارد. از لحاظ میزان سمیت، فلز کروم بعد از سرب، کادمیوم و جیوه قرار می‌گیرد (Sheehan *et al.*, 1991).

هدف این تحقیق بررسی امکان حذف یون کروم VI و میزان آن از محیط آبی توسط جاذب زیستی بیوماس خشک جلبک دریایی *Padina borgesenni* و همچنین دست یابی به pH و غلظت بهینه می باشد.

مواد و روش ها

جلبک پادینا با نام علمی *Padina borgesenni* از آب های سواحل هنگام واقع در خلیج فارس با موقعیت جغرافیایی۲۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی در پاییز ۱۳۸۹ و به روش غواصی جمع آوري و به آزمایشگاه منتقل‌شده (شکل۱). به‌منظور از بین بردن فلز سنگین Cr(VI) در آزمایشگاه دانشگاه علوم و فنون ، جلبک با آب مقطر شستشه شدند و سپس در نور خورشید خشک و با دستگاه مخلوط کن پودر جلبک بدست آمد. برای آزمایش های مربوط به جذب فلزی مورد استفاده قرار گرفت. یون های کروم VI با استفاده از نمک کروم (دی کرومات پتاسیم) در آب مقطر تهیه شدند. در آزمایشات جذب زیستی دستگاه شیکر با قدرت ۱۵۰ rpm به کار گرفته شد. از ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری که دارای ۱۰۰ میلی لیتر محلول کروم VI با غلظت های ۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰، ۲۵۰و ۱۲۵ ppm بود استفاده شد. پس از ۶ ساعت تماس (مطابق با تست های دینامیکی جذب اولیه) با ۰/۲ گرم بیوماس خشک جلبک دریایی *Padina borgesenni* به تعادل رسید و توسط کاغذ صافی وات من صاف شد (Gupta & Babu, 2008).

شکل ۱- جزیره هنگام واقع در خلیج فارس با موقعیت جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی (**Google earth**)

درصد باقیمانده جذب پس از سه بار تکرار از رابطه‌ي زیرمحاسبه شد (صوفی، ۱۳۸۵).

$$\text{Residue (\%)} = (\text{Co-Ce/Co}) \times 100$$

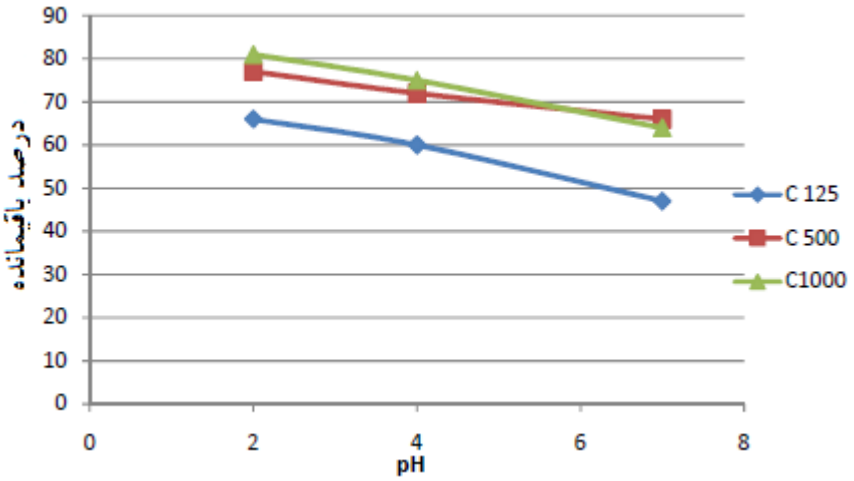
Ce: غلظت نهایی (غلظت یون در محلول پس از مجاورت با جاذب) (میلی گرم بر لیتر)

Co: غلظت اولیه (غلظت یون در محلول قبل از مجاورت با جاذب) (میلی گرم بر لیتر)

از روش آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) جهت بررسی‌های آماری داده ها با سطح معنی‌دار پی کوچکتر از ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 14.0 با سه تکرار جهت مقایسه تفاوت‌ها و درجه معنی‌داری داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

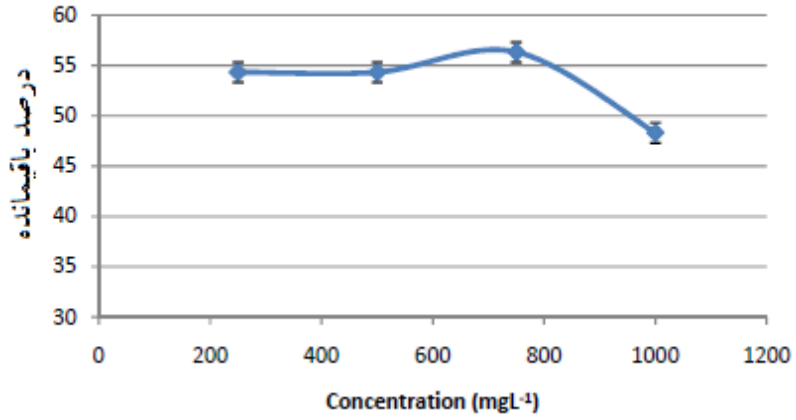
اثر pH بر جذب Cr(VI) توسط بیوماس خشک جلبک در محدوده‌ي ۲تا ۷ براي کاتیون فلزي کروم (VI) بررسی شد. غلظت اولیه براي یون Cr(VI)، ۱۲۵، ۵۰۰ و ۱۰۰۰میلی‌گرم بر لیتر و مقدار جاذب پادینا۰/۲گرم در محلول Cr(VI) بود. تمام آزمایش‌ها با سه بار تکرار انجام شد. در۲=pH بیشترین مقدار ۷۵درصد باقیمانده جذب کروم (VI) بر روي پادینا مشاهده شد (شکل۲).



شکل۲- اثر **pH** بر درصد باقیمانده جذب **Padina borgesenni** توسط بیوماس خشک پادینا در غلظت‌های متفاوت یون **Cr(VI)** (در سه تکرار)

بررسی اثر غلظت کروم (VI) بر درصـــد باقیمانده جذب توسط بیوماس خشک

اثر غلظت‌هاي مختلف ۱۲۵، ۲۵۰،۵۰۰ ،۷۵۰،۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر براي یون Cr(VI) بررسی‌شد. میزان جاذب پادینا۰/۲گرم در محلول بود. بیشینه‌ي ظرفیت جذب بیوماس خشک پادینا در غلظت حدود ۷۸۰ میلی‌گرم بر لیتر (شکل۳).



شکل۳-اثر غلظت **Cr(VI)** بر درصد باقیمانده جذب توسط بیوماس خشک خشک پادینا در غلظت‌های متفاوت یون **Cr(VI)**

جدول۱- داده‌های جذب جلبک **Padina borgesenni** در حضور غلظت۱۲۵ میلی گرم بر لیتر از **Cr(VI)** در **pH**های مختلف

pH	Co	Ce	%باقیمانده	میانگین	انحراف معیار
۲	۱۲۵	۳۴,۳۹۷	۶۶		
۲	۱۲۵	۴۶,۹۷۵	۶۵	۶۵,۶۶۶۶۷	۰,۵۷۷۳۵
۲	۱۲۵	۴۳,۱۸	۶۶		
۴	۱۲۵	۵۲,۱۶۹	۵۹		
۴	۱۲۵	۴۶,۴۷۲	۶۱	۶۰	۰,۸۳۸۵۳
۴	۱۲۵	۴۹,۴۶۱	۶۰		
۷	۱۲۵	۶۶,۸۵۵	۴۷		
۷	۱۲۵	۶۲,۳۷۳	۴۸	۴۷	۰,۷۵۴۳۱
۷	۱۲۵	۶۷,۵۴۳	۴۶		

جدول۲- داده های جذب جلبک **Padina borgesenni** در حضور غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر در **PH** های مختلف

pH	Co	Ce	%باقیمانده	میانگین	انحراف معیار
۲	۵۰۰	۱۱۳,۳۷	۷۷		
۲	۵۰۰	۹۰,۹۹۵	۸۲	۷۷,۶۶۶۶۷	۴,۰۴۱۴۵۲
۲	۵۰۰	۱۲۸,۷۲۵	۷۴		
۴	۵۰۰	۹۴,۰۰۷	۸۱		
۴	۵۰۰	۱۵۵,۱۶۷	۶۹	۷۲,۶۶۶۷	۷,۲۳۴۱۷۸
۴	۵۰۰	۱۶۰,۶۹۵	۶۸		
۷	۵۰۰	۱۷۶,۳۲۸	۶۴		
۷	۵۰۰	۱۷۱,۳۵۸	۶۶	۶۵	۰,۹۸۷۷۱
۷	۵۰۰	۱۸۰,۳۵۴	۶۵		

جدول ۳- جدول داده های جذب جلبک **Padina borgesenni** در حضور غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در **pH** های مختلف

pH	Co	Ce	%باقیمانده	میانگین	انحراف معیار
۲	۱۰۰۰	۲۰۵,۲۳۶	۸۰		
۲	۱۰۰۰	۲۰۱,۲۳۶	۸۳	۸۰,۶۶۶۷	۲,۰۸۱۶۶۶
۲	۱۰۰۰	۲۱۱,۰۰۸	۷۹		
۴	۱۰۰۰	۲۱۱,۰۰۸	۷۶		
۴	۱۰۰۰	۲۵۴,۳۱۵	۷۶	۷۵,۶۶۶۶۷	۰,۵۷۷۳۵
۴	۱۰۰۰	۲۴۹,۳۲۵	۷۵		
۷	۱۰۰۰	۳۵۶,۳۲۵	۶۵		
۷	۱۰۰۰	۳۶۱,۲۵۳	۶۴	۶۴,۳۳۳۳	۰,۵۷۷۳۵
۷	۱۰۰۰	۳۵۷,۶۴۳	٦٤		

جدول ۴- جدول داده‌های جذب برای جلبک **Padina borgesenni** در**pH=۶** و غلظت متفاوت از یون **Cr(VI)**

Co	Ce	%باقیمانده	میانگین	انحراف معیار
۱۲۵	۷۲,۲۵۴	۴۲		
۱۲۵	۷۷,۱۸۸	۳۸	۴۰,۶۶۶۶۷	۲,۳۰۹۴۰۱
۱۲۵	۷۲,۵۶۳	۴۲		
۲۵۰	۱۰۷,۹۰۱	۵۶		
۲۵۰	۱۱۳,۸۵۲	۵۴	۵۴,۳۳۳۳۳	۱,۵۲۷۵۲۵
۲۵۰	۱۱۰,۵۱۶	۵۳		
۵۰۰	۲۳۱,۴۱۶	۵۳		
۵۰۰	۲۱۳,۲۴۱	۵۷	۵۴,۳۳۳۳۳	۲,۳۰۹۴۰۱
۵۰۰	۲۳۱,۷۲۴	۵۳		
۷۵۰	۳۱۵,۲۱	۵۸		
۷۵۰	۳۴۶,۲۸	۵۳	۵۶,۳۳۳۳۳	۲,۸۸۶۷۵۱
۷۵۰	۳۱۵,۴۲	۵۸		
۱۰۰۰	۴۹۰,۱۵۲	۵۱		
۱۰۰۰	۵۶۲,۹۱۷	۴۴	۴۸,۳۳۳۳۳	۳,۷۸۵۹۳۹
۱۰۰۰	۴۹۷,۵۲۴	۵۰		

بحث و نتیجه گیری

در سال های اخیر تکنیک های مختلفی برای حذف فلزات سنگین از محلول های آبی استفاده شده است، از آن جمله می‌توان به روش اسمز معکوس، فیلتراسیون، اکسیداسیون شیمیایی، احیا، کربن فعال، ته‌نشینی، انعقاد، تبادل یونی، فرآیندهای غشایی، تکنیک های الکترولیتی و تصفیه الکتروشیمیایی اشاره کرد (اخلاصی، ۱۳۸۹). جذب سطحی یکی از تکنیک‌های موثر برای حذف یون‌های فلزات سنگین مانند کروم می‌باشد Materials, 158(2-3):605-14..

Gupta, S. & Babu, B.V. 2008. Removal of toxic metal Cr (VI) from aqueous solutions using sawdust as adsorbent: Equilibrium . Kinetics and Regeneration Studies, 365-374.

Kaewsarn, P. &Yu, Q. 2000. Cadmium(II) removal from aqueous solutions by pre-treated biomass of marine algae Padina sp. Environmental Pollution, 112(2):209-213 .

Kumar, R. R., Bishnoi, N. & Bishnoi, G.K. 2007. Biosorption of chromium(VI) from aqueous solution and electroplating wastewater using fungal biomass. Chemical Engineering Journal, 135: 202-208.

Mane, P. C. & Bhosle, A. B. 2012. Bioremoval of some metals by living Spirogyra sp. and Spirulina sp. from aqueous solution. International Journal of Environmental Research, 6(2): 571-576.

Romera, E., Gonzalez, F., Ballester, A., Blazquez, M.L. & Munoz, J.A. 2006. Biosorption with algae: a statistical review. Critical Review Biotecholy, 26: 223-35.

Sheehan, P. J., Meyer, D.M., Sauer, M.M. & Paustenbach, D.J. 1991. Assessment of the human health risks posed by exposure to chromium contaminated soil. Journal of Toxicology and Environmental Health, 12: 161–201.

Volesky, B. 2001. Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century. Hydrometallurgy, 59: 203–216.

Wilde, K. L., Stauber, J. L., Markich, S. J., Franklin, N. M. & Brown, P. L. 2006. The effect of pH on the uptake and toxicity of copper and zinc in a tropical freshwater alga (Chlorella sp.). Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 51: 174 -185.