تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال دوازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵
Volume 12, No. 2, Summer 2016 (IR-WRR)
۱۵۸-۱۶۱

یادداشت فنی

بررسی فرآیند جذب زیستی توسط پودر مخروط کاج در حذف کروم شش ظرفیتی از محیط آبی

علی شهیدی[۱*]، فهیمه شریفان و عباس خاشعی سیوکی[۲]

چکیده

کروم شش ظرفیتی از جمله فلزات سنگین سمی و قابل حل در آب است. لذا مطالعه حاضر با حذف کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی توسط پودر مخروط کاج انجام شده است. جاذب مورد نظر در شرایط آزمایشگاهی تهیه و با استفاده از الک استاندارد ASTM با اندازه مش ۱۰۰ دانه‌بندی شد. در این تحقیق pH، زمان تماس، جرم جاذب، غلظت اولیه و دما برای حذف کروم ۶ ظرفیتی و همچنین مدل‌های ایزوترمی لانگمیر و فروندلیچ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش pH و غلظت منجر به کاهش راندمان حذف و افزایش زمان تماس، میزان جرم جاذب و دما منجر به افزایش راندمان حذف گردید و از طرفی حذف کروم توسط پودر مخروط کاج از مدل ایزوترمی لانگمیر به خوبی تبعیت می‌کند و همچنین پودر مخروط کاج به عنوان جاذب طبیعی مناسبی برای حذف کروم شش ظرفیتی می‌باشد.

کلمات کلیدی: ایزوترم، پودر مخروط کاج، جذب، کروم شش ظرفیتی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۲/۴

۱- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
*- نویسنده مسئول

Technical Note

Study of Biosorption Process in Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Environment by Pine Fruit Powder

A. Shahidi [1], F. Sharifan and A. Khashei siuki[2]*

Abstract

The hexavalent chromium is one of the heavy metals that is toxic and soluble in water. This study is done to remove the hexavalent chromium from aqueous solution by pine fruit powder. The adsorbent prepared in laboratory scale and pulverized by standard ASTM sieve (100 mesh). In this research, the effect of pH, contact time, adsorbent dose, initial Cr (VI) concentration, and Temperature as well as the Langmuir and Freundlich isotherm models was studied. The results showed that increasing the pH and initial chromium concentration led to decrease in the removal efficiency and increasing contact time, adsorbent dose, and temperature increased the removal efficiency. The chromium ion adsorption by pine fruit powder followed the Langmuir isotherm model. Pine fruit powder is a suitable natural adsorbent for the removal of chromium (VI).

Keywords: Absorption, Discontinuous experiment, Hexavalent chromium, Isotherm, Pine fruit powder

Received: February 19, 2016
Accepted: April 23, 2016

1- Assistant Professor, Department of Water Engineering, School of Agriculture, University of Birjand, Iran. Email: ashahidi@birjand.ac.ir
2- Assistant Professor, Department of Water Engineering, School of Agriculture, University of Birjand, Iran.
*- Corresponding Author

۱- مقدمه

با پیشرفت روزافزون علوم و فناوری در جوامع بشری و افزایش کمی و کیفی تولیدات صنعتی بنا به نیازهای جامعه‌ی امروزی پساب‌های صنعتی که نیز حاصل فرآیندهای تولید در بخش‌های مختلف صنعت می‌باشد به صورت یکی از عوامل مخاطره‌آمیز برای محیط زیست در آمده است. کروم موجود در پساب‌های صنعتی و طبیعت در دو شکل شش ظرفیتی و سه ظرفیتی یافت می‌شود. کروم شش ظرفیتی در مقایسه با کروم سه ظرفیتی بسیار سمی، سرطان‌زا و جهش‌زا است (APHA, AWWA, WPCF, 2005). مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بیشینه مقدار مجاز پیشنهاد شده کروم در آب آشامیدنی را ۰/۱ mg/l در نظر گرفته است (Muthukumaran and Beulah, 2011).

مطالعات مربوط به حذف فلزات سنگین به وسیله جاذب‌های ارزان و طبیعی عمدتاً از دهه ۱۹۷۰ شروع شد. در این زمینه می‌توان به مطالعات Farokhi et al. (2013)، Babaei et al. (2012) و Nuri et al. (2013) که به ترتیب حذف کروم توسط خاکه اره درخت توسکا، نانو ذرات مگنتیت تثبیت شده با تفاله چای، تفاله سیب خام و اشکال اصلاح شده آن با پراکسید هیدروژن و کلرید منیزیم می‌باشد اشاره کرد که در این پژوهش‌ها این جاذب‌ها به طور مؤثری کروم را از محیط آبی حذف کردند. هدف این تحقیق بررسی کارایی پودر میوه درخت کاج در حذف کروم از محیط‌های آبی می‌باشد.

۲- روش تحقیق

جاذب مورد نظر ابتدا جهت حذف ناخالصی‌های آن با آب بدون یون چندین بار شسته شده و سپس در آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. پس از خارج کردن از آون خرد شده و توسط آسیاب سنگی به پودر تبدیل شد سپس پودر را از الک ۱۰۰ عبور دادیم و پودر درون زیر الک به عنوان جاذب مورد استفاده قرار گرفت. جهت تهیه محلول کروم ۶ ظرفیتی از ماده دی کرومات پتاسیم استفاده گردید. جهت تعیین غلظت نهایی کروم ۶ ظرفیتی از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. مقدار کروم جذب شده، که به ازای واحد جرم جاذب است با استفاده از رابطه (۱) قابل محاسبه است:

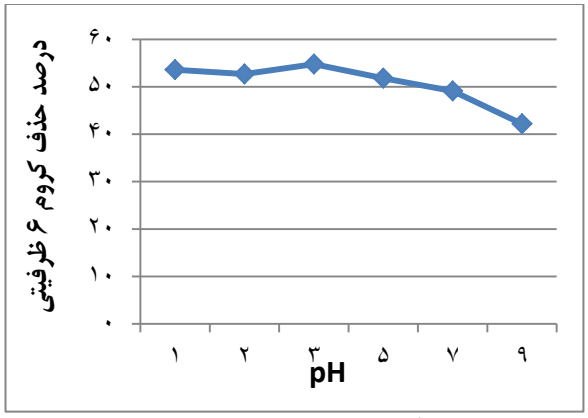
$$qe = \frac{(C0-Ce)V}{m} \qquad (۱)$$

که در آن q_e غلظت ماده جذب شونده در فاز جامد بر حسب میلی گرم بر گرم، C_o غلظت اولیه ماده جذب شونده در محلول (mg/l)، C_e غلظت نهایی ماده جذب شونده بعد از برقراری تعادل (mg/l)، V حجم محلول (لیتر) و m جرم جاذب بر حسب گرم است. مدل‌های جذب فیزیکی لانگمویر و فروندلیچ دو مبنای متداول در حذف آلاینده‌ها محسوب می‌گردند که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تأثیر pH محلول

نتایج حذف کروم در آزمایشات اثر pH در شکل ۱ ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود pH بهینه برای حذف کروم توسط پودر مخروط کاج ۳ می‌باشد و پایین تر و بالاتر از این مقدار منجر به کاهش کارایی حذف می‌شود. در pH برابر ۳، ۵۴/۸ درصد از کروم ۶ ظرفیتی توسط جاذب مورد نظر حذف گردید. برخی از مطالعات گذشته نشان می‌دهد که pH محلول‌های حاوی کروم عموما بسیار اسیدی می‌باشند (Garg et al., 2004).



شکل ۱- تأثیر تغییرات pH بر روی کارایی حذف
(غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی ۵۰ mg/l، مقدار ماده جاذب ۰/۲ گرم، زمان تماس ۱۵ دقیقه و دما ۲۲ درجه سانتی‌گراد)

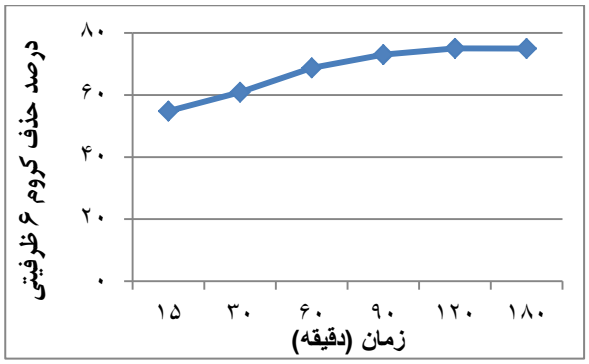
۳-۲- بررسی تأثیر زمان تماس

نتایج اثر زمان تماس در شکل ۲ ارائه شده است. در این بررسی حداکثر درصد حذف توسط پودر مخروط کاج ۷۵ درصد می‌باشد که در ۱۲۰ دقیقه اتفاق افتاده و بعد از آن تقریباً مقدار حذف توسط این جاذب ثابت شده است. در مطالعه‌ای از پودر هسته انار جهت حذف کروم ۶ ظرفیتی استفاده شده است. در این مطالعه، زمان تعادل در زمان تماس ۱۲۰ دقیقه مشاهده گردید (Ghaneian et al., 2014). که نتایج مشابهی با این بررسی دارد.

۳-۳- بررسی تأثیر مقدار جاذب

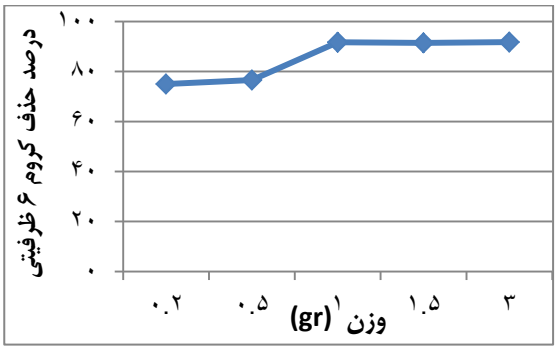
با افزایش مقدار جاذب تعداد جایگاه‌های قابل دسترس افزایش یافته و کارایی جاذب برای حذف یون های فلزی افزایش می‌یابد.

نتایج اثر مقدار جاذب در شکل ۳ ارائه شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می‌گردد راندمان حذف کروم ۶ ظرفیتی از ۷۵ درصد به ۹۱/۷۲۴ درصد برای مقادیر جاذب ۰/۲ تا ۳ گرم می‌باشد و حداکثر جذب توسط جـاذب در ۳ گـرم اتفاق می‌افتد. مطالعه مشابهی جهت حذف کروم با استفاده از سبوس بـرنـج انجام شـده است که بـا افزایش میزان جـاذب راندمان جذب افزایش می‌یابد (Nameni et al., 2010).



شکل ۲- تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف

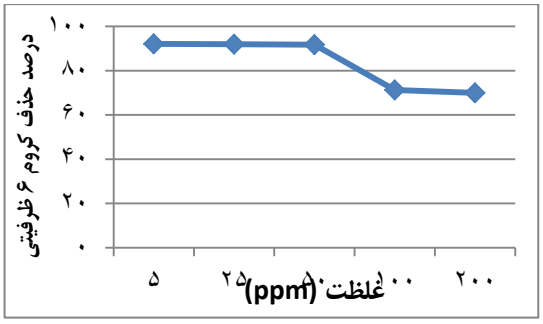
(pH = ۳، مقدار ماده جاذب ۰/۲ گرم، غلظت اولیه کروم شش ظرفیتی ۵۰ mg/l و دما ۲۲ درجه سانتی گراد)



شکل۳ - اثر وزن جاذب در راندمان حذف کروم شش ظرفیتی (pH= ۳، غلظت اولیه کروم ۵۰ mg/l، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه و دما ۲۲ درجه سانتی گراد)

۳-۴- بررسی تأثیر غلظت اولیه

افزایش غلظت کروم سبب می‌شود که محل‌های در دسترس موجود بر روی جاذب برای عمل جذب کاهش پیدا کرده و محل‌های کمتری برای جایگذاری آلاینده‌ی موجود در محیط وجود داشته باشد. نتایج اثر غلظت اولیه محلول در شکل ۴ ارائه شده است. با توجه به شکل می‌توان گفت حداکثر راندمان جذب توسط جاذب ۹۲/۰۸ درصد و در غلظت کروم ppm ۵ می‌باشد. در مطالعه‌ای که از برگ انگور و کربن فعال آن جهت حذف کروم استفاده شده است نتیجه مشابهی با این بررسی داشته که راندمان حذف با افزایش غلظت کاهش می‌یابد (Taheriyan, 2014).



شکل ۴ - اثر غلظت اولیه کروم بر روی کارایی حذف

(pH= ۳، مقدار ماده جاذب ۳ گرم، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه و دما ۲۲ درجه سانتی گراد)

۳-۵- بررسی تأثیر دما

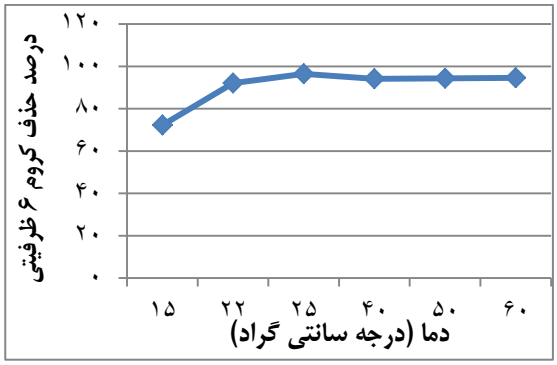
افزایش اثر دما سبب افزایش راندمان حذف می‌شود. این مسأله می‌تواند به دلیل افزایش اندازه منافذ و فعال شدن سطح جاذب نسبت داد. نتایج اثر دما در شکل ۵ ارائه شده است. با توجه به شکل می‌توان گفت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان حذف کروم ۶ ظرفیتی اتفاق می‌افتد به طوری‌که در این دما، راندمان حذف ۹۶/۵ درصد برای این جاذب مشاهده گردید. Naseh et al. (2013) به نتیجه مشابه با این پژوهش رسیده است که با افزایش دما راندمان حذف هم افزایش می‌یابد.

۳-۶- تعیین مدل ایزوترم جذب کروم ۶ ظرفیتی

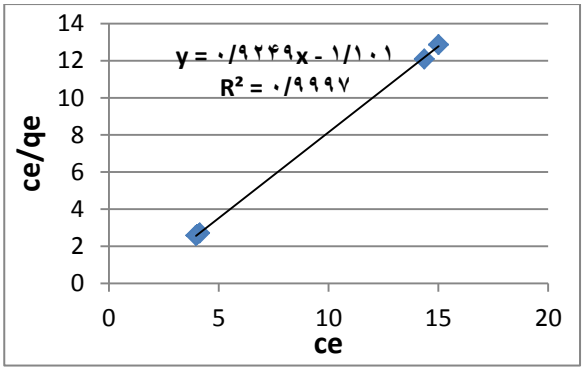
نتایج حاصل از مدل‌های ایزوترمی لانگمیر و فروندلیچ به ترتیب در شکل‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. داده‌های آزمایشگاهی جذب کروم شش ظرفیتی در این پژوهش به خوبی از مدل ایزوترم لانگمویر پیروی کرد (R^2=۰/۹۹۹۷). در این مطالعه R_L برابر با ۰/۰۲ بود که نشان دهنده جذب مناسب کروم شش ظرفیتی بر روی سطح پودر مخروط کاج می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

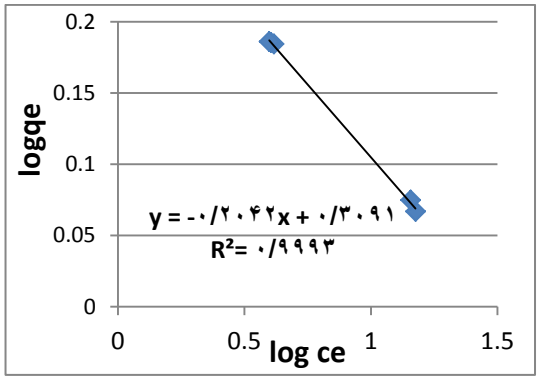
به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که pH محلول آبی نقش مهمی در فرآیند جذب ایفا می‌کند. دلیل آن شکل‌گیری گونه‌های مختلف کروم شش ظرفیتی و بار سطحی جاذب است که وابستگی زیادی به pH دارد. سرانجام، نشان داده شد که می‌توان از پودر مخروط کاج به عنوان روشی مؤثر و ارزان برای حذف کروم شش ظرفیتی از محلول‌های آبی استفاده کرد.



شکل ۵- اثر دما بر روی کارایی حذف (pH= ۳، مقدار ماده جاذب ۳ گرم، غلظت اولیه کروم ۵ mg/l و زمان تماس ۱۲۰ دقیقه)



شکل ۶- ایزوترم لانگمیر برای حذف کروم ۶ ظرفیتی توسط پودر مخروط کاج



شکل ۷- ایزوترم فروندلیچ برای حذف کروم ۶ ظرفیتی توسط پودر مخروط کاج

جدول ۱- مقادیر پارامترهای ثابت معادلات لانگمیر و فروندلیچ

لانگمیر			فروندلیچ		
R^2	q_0	b	R^2	K_f	n
۰/۹۹۹۷	۱/۰۸	۰/۸۴	۰/۹۹۹۳	۲	۴/۸۹

۵- مراجع

APHA, AWWA, WPCF (2005) Standard methods for examination of water and wastewater, 21th ed. Washington D.C, USA 3: 67-68

Babaei A, Ahmadi M, Jafarzade N, Gudarzi Q R (2012) Evaluating the performance of Magnetic Nanoparticles stabilized by tea-waste in the removal of Cr^{+6} from aqueous solutions. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences 7:124-133 (In Persian)

Farokhi M, Shirzadsipni M, Tajasos S, Naeimi Joveyni M (2013) Removal of hexavalent chromium Cr (VI) from aqueous solution using adsorption onto Modified alder Sawdust: a study of Equilibrium and kinetics. J of Guilan University of Med Sci 23(89):57-65 (In Persian)

Garg VK, Gupta R, Kumar R, Gupta RK (2004) Adsorption of chromium from aqueous solution on treated sawdust. Bioresour Technol 92:79-81

Ghaneian M, Jamshidi B, Amrollahi M, Dehvari M, Taghavi M (2014) Application of biosorption process by pomegranate seed powder in the removal of hexavalent chromium from aquatic environment. Koomesh 15(2):206-211 (In Persian)

Muthukumaran K, Beulah S (2011) Removal of Chromium (VI) from wastewater using chemically activated Syzygium jambolanum nut carbon by batch studies. Procedia Environ Sci 4:266-280

Nameni M, Alavi M R, Arami M (2010) Rice bran, natural sorbent for the removal of chromium 6 in drinking water. Journal of Environmental Science and Technology 15:45-55 (In Persian)

Naseh N, Taghavi L, Barikbin B, Harifi A (2013) Investigation of Cr (VI) removal from aqueous solutions efficiency by almond green hull and its ash. Journal of Birjand University of Medical Sciences 20 (3): 220-232 (In Persian)

Nuri Sepehr M, Taghva M, Zarabi M (2013) Study of chromium removal from solutions Sntytyk with raw apple dross and shapes corrected with hydrogen peroxide and magnesium chloride. Journal of Alborz University of Medical Sciences 4:255-260 (In Persian).

Taheriyan P (2014) Study of chromium removal from wastewater in a fixed bed and a movable column absorbent natural Grape leaves. Birjand University Press, 90p (In Persian)