

یادداشت فنی

تأثیر تغییر غلظت کربن فعال بر زمان تعادل و کارایی حذف فلز نیکل از محیط آبی

شایان شامحمدی^{۱*} و مژده سالاری بردسیری^۲

چکیده

در حال حاضر مطالعات زیادی بر روی حذف فلزات سنگین از پساب صورت گرفته است. یکی از اهداف مهم مطالعات جذب، تعیین زمان لازم برای جذب بهینه در سیستم جامد-مایع است. در این پژوهش علاوه بر بررسی تأثیر تغییر جرم جاذب بر زمان تعادل، کارایی جذب و مدل‌های سینتیک جذب نیز مورد بررسی قرار گرفت. برازش مدل‌های سینتیک لاگرگرن، هو و همکاران، آورامی، الوویچ و پخش درون ذره‌ی بر داده‌های جذب نشان داد که مدل لاگرگرن و آورامی علاوه بر این که برآورد بهتری از مقدار غلظت تعادلی در فاز جامد به دست می‌دهند، داده‌های جذب را نیز به خوبی توصیف می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: جذب، زمان تعادل، کربن فعال، مدل‌های سینتیک، نیکل.

ارجاع: شامحمدی ش. و سالاری بردسیری م. ۱۳۹۲. تأثیر تغییر غلظت کربن فعال بر زمان تعادل و کارایی حذف فلز نیکل از محیط آبی. مجله پژوهش آب ایران. ۷(۱۳): ۲۱۵-۲۱۷.

۱- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه زابل.

* نویسنده مسئول: shavan11962@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۱۲

مدل	معادله
لاگرگرن	$q_t = q_e [1 - \exp(-k_1 t)]$
هو و همکاران	$h_0 = k_2 \cdot q_e^2 \quad q_t = \frac{k_2 q_e^2 t}{1 + q_e k_2 t}$
آورامی	$q_t = q_e \cdot \{1 - \exp[-(k_{AV} t)]^{n_{AV}}\}$
الووویچ	$q_t = \frac{1}{\beta} \ln(\alpha \cdot \beta) + \frac{1}{\beta} \ln(t)$
پخش درون ذره‌ای	$q_t = k_{id} \cdot \sqrt{t} + c$

جدول ۲- فهرست علائم و اختصارات

علائم	شرح
q_e	مقدار یون نیکل جذب شده در حالت تعادلی (mg/g)
C	ثابت مربوط به ضخامت لایه مرزی ($mg g^{-1}$)
K_{AV}	ثابت سینتیک آورامی (h^{-1})
K_{id}	ثابت سرعت پخش درون ذره‌ای
η_{AV}	مرتبه کسری واکنش (آورامی) مربوط به مکانیسم واکنش
h_0	سرعت اولیه جذب در معادله هو و همکاران ($mg g^{-1} h^{-1}$)
k_1	ثابت جذب (1/min)
q_t	مقدار یون ماده جذب شده در زمان t (mg/g)
k_2	ثابت جذب (g/mg.min)
α	سرعت اولیه جذب معادله الوویچ ($mg g^{-1} h^{-1}$)
β	ثابت الوویچ وابسته به مقدار پوشش سطحی و همچنین انرژی فعال‌سازی موجود در جذب شیمیایی (gmg^{-1})

نتایج و بحث

بر اساس مجموع معیارهای ارزیابی متقابل، مدل برای بررسی مدل‌های سینتیک نتایج برازش مدل‌ها بر داده‌های آزمایشگاهی در جدول ۳ درج شده است. همان گونه که نشان داده شده است، مدل‌های آورامی و لاگرگرن به عنوان مناسب‌ترین مدل برازش داده شده بر داده‌های آزمایش در بین مدل‌های سینتیکی هستند. پس از مدل‌های آورامی و لاگرگرن، مدل هو و همکاران با توان ۲ و مدل‌های الوویچ و پخش درون ذره‌ای به ترتیب با توان‌های ۳ و ۴ در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند.

مقدمه

در حال حاضر، بیش از ۴۰٪ نیکل موجود در محیط‌زیست از طریق کارخانه‌های صنعتی تولید می‌شود، که سهم به سزایی در آلودگی آب‌های سطحی دارد (دورسان و همکاران، ۲۰۰۶). پژوهش‌های زیادی در زمینه استفاده از کربن فعال برای حذف فلزات سنگینی مثل جیوه (هوانگ و بلنکنشپ، ۱۹۸۴)، مس (کاظمی‌پور و همکاران، ۲۰۰۸)، سرب (جمالی‌ارمندی، ۲۰۰۸)، کروم (سربین و همکاران، ۱۹۹۱)، کادمیم (تکر و ایمامقلو، ۱۹۹۹)، نیکل (هاسار، ۲۰۰۳)، روی (آیپان و همکاران، ۲۰۰۵) و لیتیوم (پراتیک و همکاران، ۲۰۰۷) انجام شده است. در کلیه این پژوهش‌ها برای ارزیابی مدل‌های ایزوترم جذب، از تغییر جرم به ازای یک زمان تعادل ثابت استفاده شده است. هدف اصلی در این پژوهش، بررسی تأثیر تغییر جرم جاذب بر زمان تعادل و کارایی جذب است. همچنین، تعیین پارامترهای مدل‌های سینتیک جذب نیکل با کربن فعال یکی دیگر از اهداف پژوهش است.

مواد و روش‌ها

در تمامی آزمایش‌ها، ترکیب محلول و جاذب روی یک شیکر رفت و برگشتی با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه تکان داده شدند. کلیه محلول‌ها از صافی واتمن شماره ۴۰ گذرانده شد و غلظت نیکل باقی‌مانده در محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروکوانت ۱ (ساخت کارخانه مرک آلمان) اندازه‌گیری شد. در کلیه مراحل آزمایش، دمای اتاق در محدوده ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد کنترل شد. لازم به ذکر است که در تمامی آزمایش‌ها pH محلول با استفاده از اسید نیتریک و هیدروکسید سدیم تنظیم شد. pH‌های مختلف (۲ تا ۹) مورد تحقیق قرار گرفت (دنگ و تینگ، ۲۰۰۵؛ هریس و راملو، ۱۹۹۰؛ ژو و کیف، ۱۹۹۱). محلول‌ها را روی شیکر گذاشته، بعد از سپری شدن مدت زمان ۳۰۰ دقیقه (جمالی و شامحمدی، ۱۳۸۹) نمونه‌ها به ترتیب از روی شیکر برداشته شدند. در جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب مدل‌های سینتیک و ضرایب آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳- مقایسه مدل‌های سینتیک

جرم جاذب	معیارهای ارزیابی	هو و همکاران	لاگرگرن	آورامی	الوویچ	پخش درون ذره‌ای
	MBE	۰/۰۰۰۳۸	-۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۱۳۴	-۰/۰۰۰۹
	RMSE	۰/۰۱۳۸۱	۰/۰۰۶۹۱	۰/۰۰۶۹۱	۰/۰۲۹۴۲۴	۰/۰۷۱۱۳
۵ گرم	MAE	۰/۰۱۰۷۷	۰/۰۰۴۸۲	۰/۰۰۴۸۲	۰/۰۲۳۴۷۶	۰/۰۵۶۴۳
	R^2	۰/۹۸۵۶	۰/۹۹۶۴	۰/۹۹۶۴	۰/۷۷۴	۰/۵۹۶۲
رتبه بر اساس مجموع معیارها		۲	۱	۱	۳	۴

- Deng S. B. and Ting Y. P. 2005. Characterization of PEI-modified biomass and biosorption of Cu(II), Pb(II) and Ni(II), Water Resource Research. 39:2167-2177.
- Esmaili A. and Ghasemi S. 2009. Evaluation of the activated carbon prepared of algae marine Gracilaria for the Biosorption of Ni (II) from Aqueous Solutions. World Applied Sciences Journal. 6(4):515-518.
- Harris P. O. and Ramelow G. J. 1990. Binding of metal ions by particulate biomass derived from Chlorella Vulgaris and Scenedesmus Quadricauda, Environmental Science and Technology. 24:220-228.
- Hasar H. 2003. Adsorption of nickel from aqueous solution onto activated carbon prepared from almond husk; Journal of Hazardous Materials. B 97:49-57.
- Huang C. P. and Blankenship D. W. 1984. Water Resource Research. 18:37-46.
- Kazemi pour M. Ansari M. Tajrobehkar S. Majdzade M. and Kermani H. 2008. Removal of lead, cadmium, zinc and copper from industrial wastewater by carbon developed from walnut, hazelnut, almond, pistachio shell and apricot ston. Journal of Hazardous Materials. 150:322-327.
- Pratik M. Choksia V. and Joshib Y. 2007. Adsorption kinetic study for the removal of nickel (II) and aluminum (III) from an aqueous solution by natural adsorbents. Desalination. 208:216-231.
- Serin G. Joseph G. and Kamil S. 1991. Removal of chromium (VI) by adsorption using activated carbon. National. Academy Science Letters 12(12):410-419.
- Teker M. and Imamoglu M. 1999. Adsorption of copper and cadmium ions by activated carbon from rice hulls. Turk Journal of Chemistry. 23:185-191.
- Zafar N. M. Nadeem R. and Hanif M. A. 2007. Biosorption of nickel from protonated rice bran, Journal of Hazardous Materials. 143: 478-485.
- Zhou J. L. and Kiff R. J. 1991. The uptake of copper from aqueous solution by immobilized fungal biomass. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 52:317-330.

با توجه به نتایج حاصل از برازش مدل‌های سینتیک جذب، مقدار K_2 که نشان دهنده سرعت جذب است، برای ۵ گرم بر لیتر جرم جاذب بررسی می‌شود. مقدار K_2 برای جذب نیکل توسط کربن فعال برابر ۰/۴۵۹۳ است که در مقایسه با نشاسته، زغال چوب، زغال فعال شده، خاک رس (پراتیک و همکاران، ۲۰۰۷) و سبوس برنج (زفر و همکاران، ۲۰۰۷) بیشتر و از کربن فعال (اسماعیلی و قاسمی، ۲۰۰۹) کمتر است، که نشان دهنده بالا بودن سرعت واکنش در مقایسه با نشاسته، سبوس برنج، زغال چوب، زغال فعال شده و خاک رس و پایین بودن سرعت واکنش نسبت به کربن فعال حاصل از جلبک دریایی است.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات سینتیک نشان داد که با افزایش جرم جاذب کارایی جذب افزایش می‌یابد. برازش مدل‌های جذب روی داده‌های سینتیک نشان داد که مدل‌های آورامی و لاگرگرن، داده‌های جذب را به خوبی توصیف می‌کنند و برازش یکسانی بر داده‌های آزمایش دارند.

منابع

- جمالی ارمندی ح و شامحمدی حیدری ز. ۱۳۸۹. تأثیر غلظت بر بازده و زمان تعادل جذب سرب از محیط آبی توسط جاذب پوسته شلتوک. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۲: ۶۳-۷۰.
- شامحمدی حیدری ز. معاضده و حقیقت‌جو پ. ۱۳۸۷. بررسی همگرایی کارایی جذب کادمیوم از محیط آبی توسط پوسته شلتوک. مجله علوم دانشگاه شهید چمران. ۶۷: ۲۷-۳۳.
- Ayyappan R. Carmalin Sophia A. Swaminathan K. and Sandhya S. 2005. Removal of Pb(II) from aqueous solution using carbon derived from agricultural waste. Process Biochemistry. 40:1293-1299.

