حذف کادمیوم از محلول‌های آبی توسط لیکا

سمیه بختیاری [۱]، حکیمه عباسلو [۱]
۱-استادیار گروه مهندسی عمران دانشکده عمران دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده
کادمیوم از طریق فرآیندهای طبیعی مانند فرسایش و سایش سنگ‌ها و خاک و یا وقایعی مانند آتش‌سوزی جنگل‌ها و فوران آتشفشان‌ها به محیط زیست وارد می‌شود. بنابراین می‌تواند به‌طور طبیعی در هوا، آب و خاک وجود داشته باشد. کادمیوم یک ترکیب سمی حتی در غلظت‌های کم برای موجودات زنده است. توانایی حذف کادمیوم از محلول‌های آبی توسط لیکا در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات جذبی جاذب‌های مورد استفاده از طریق آزمایشات پیمانه‌ای مطالعه شد. نتایج نشان داد داده‌های حاصل از جذب نیکل توسط لیکا برازش خوبی با مدل فروندلیچ دارند. توانایی لیکا در حذف نیکل با دو جاذب رایج بنتونیت و زئولیت مورد مقایسه قرار گرفت. بیشترین مقدار جذب کادمیوم توسط بنتونیت و زئولیت به ترتیب برابر با ۸۲/۴ و ۱۲ میلی‌گرم بر گرم بود.
واژه های کلیدی: جذب سطحی، کادمیوم، محلول‌های آبی

مقدمه
آلودگی به منابع آب به فلزات سنگین یکی از معضلات زیست محیطی در سطح جهانی است. وجود فلزات سنگین سمی در آب‌های سطحی و زیرزمینی موجب به خطر افتادن زندگی موجودات زنده شده است (Xuan , ۲۰۰۲). بررسی ها نشان می دهد آب‌های سطحی یا زیرزمینی در بعضی از مناطق اطراف منابع آلاینده، در مقادیر ۱/۰ تا ۱ میلی گرم بر لیتر به کادمیوم آلوده می باشند. روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای حذف کادمیوم از محلول‌های آبی وجود دارد (Rao, et al., ۲۰۱۰). امروزه فرآیند جذب به‌عنوان راهکاری ساده و مفید در تصفیه آب و فاضلاب در بسیاری از موارد عملی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای به استفاده از جاذب‌های ارزان قیمتی مانند کانی‌های رسی معطوف شده است و مطالعات مختلف قابلیت بالای این جاذب‌های طبیعی را در حذف عناصر سنگین از آب نشان داده‌اند. لیکا یک نوع رس منبسط شده است که در کوره‌های گردان و در حرارت حدود ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، از انبساط نوع خاصی از خاک رس تولید می‌شود (Noori, ۲۰۱۴). بررسی مطالعات گذشته نشان‌دهنده قابلیت زیاد لیکا در حذف برخی از ترکیبات سمی از آب است (Amiri et al., ۲۰۱۱; Haque et al., ۲۰۰۸; Dordio et al., ۲۰۱۰). هدف از انجام این مطالعه، بررسی قابلیت لیکا در حذف فلز سنگین کادمیوم از محلول‌های آبی بود.

مواد و روش‌ها
مواد شیمیایی
از لیکای به عنوان جاذب، از نمک‌های $CdCl_2,6H_2O$ و $CaCl_2$ خریداری شده از شرکت مرک به ترتیب به‌عنوان ماده جذب شونده و الکترولیت استفاده گردید.

آماده سازی جاذب
جاذب مورد نظر به منظور یکنواختی در اندازه ذرات، پس از آسیاب شدن، از الک ۲۷۰ مش عبور داده شد.

تهیه سوسپانسیون ۱% از جذب‌شونده و جاذب
۱/۰ گرم جاذب را توزین نموده و به ظرف سانتریفیوژ انتقال داده و ۱۰ سی‌سی از هر غلظت جذب‌شونده کادمیوم به آن اضافه شد.

آزمایش ایزوترم جذب
پس از تهیه سوسپانسیون ۱ درصد از جاذب و جذب شونده (محلول ۰۱/۰ مولار $CaCl_2$ حاوی غلظت‌های ۱۰۰-۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم) به میزان سه تکرار برای هر غلظت، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد شیک گردیدند و پس از

شیک، سانتریفیوژ و محلول رویی جهت اندازه‌گیری کادمیوم باقیمانده در محلول با استفاده از دستگاه اتمیک جمع‌آوری شد. مقدار کادمیوم جذب شده از تفاوت مقدار کادمیوم اولیه و کادمیوم باقیمانده در محلول محاسبه شد.

به‌منظور بررسی کارآیی جاذب مورد نظر در حذف کادمیوم، مقایسه قابلیت جاذب‌های طبیعی بنتونیت و زئولیت با لیکا نیز صورت گرفت.

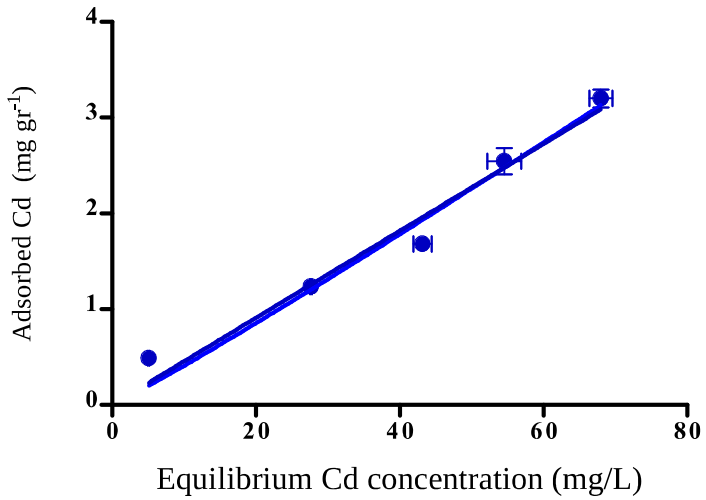
معادلات متعددی جهت بیان ریاضی رابطه بین مقدار جذب یک ترکیب به‌وسیله فاز جامد و غلظت آن در محلول در حالت تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد که معروف‌ترین آن‌ها معادلات لانگمویر و فروندلیچ می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱- انواع معادلات همدماهای جذب استفاده شده در مطالعات مختلف

نوع	معادله	پارامترها	خصوصیات
لانگمویر	$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$	qmax K_L	سطح همگن و تک لایه
فروندلیچ	$q_e = K_F C_e^n$	K_F n	سطح ناهمگن

نتایج و بحث

مدل فروندلیچ توانست برازش خوبی بر داده‌های حاصل از جذب نیکل نشان دهد (شکل ۱). با افزایش غلظت تعادلی، مقدار جذب نیکل نیز افزایش یافته است.



شکل ۱- ایزوترم فروندلیچ برازش داده شده بر جذب کادمیوم توسط لیکا

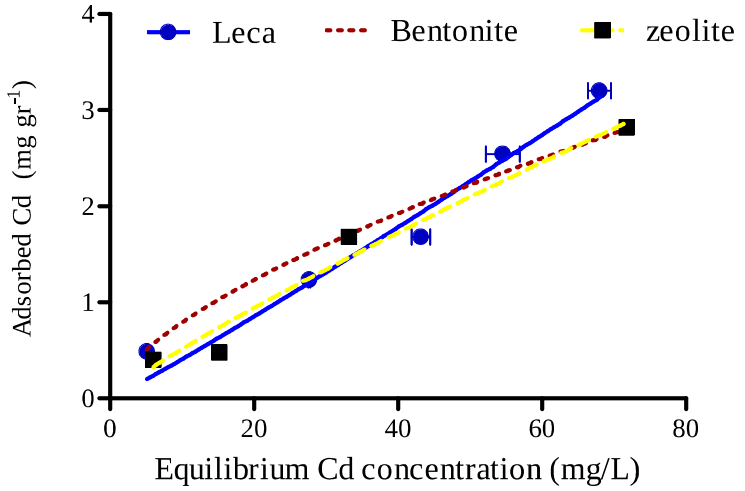
به‌منظور بررسی قابلیت لیکا در حذف نیکل، ضرایب حاصل از برازش مدل فروندلیچ حاصل از داده‌های حاصل از جذب نیکل توسط لیکا با داده‌های حاصل از جذب نیکل توسط زئولیت و بنتونیت مقایسه گردید (جدول ۲). مقدار KF حاصل از مدل فروندلیچ نشان داد که بیشترین مقدار این ضریب مربوط به کانی بنتونیت است و توانایی لیکا در حذف نیکل بیشتر از توانایی زئولیت می‌باشد. ضریب n مدل فروندلیچ که معیار شدت جذب است برای جاذب لیکا بیش از دو جاذب دیگر بود. بیشتر بودن ضریب n می‌تواند نشان‌دهنده افزایش تمایل جاذب برای جذب شونده باشد.

جدول ۲- ثابت‌ها و ضرایب تبیین برازش یافته از مدل‌های لانگمویر و فروندلیچ بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سه جاذب لیکا، بنتونیت و زئولیت

نوع جاذب	لیکا	بنتونیت	زئولیت

لانگمویر			
Q_{max}(mmol/kg)	-	۳/۱±۸۲/۴	۱۲
K_L(L/mmol)	-	۰۰۹/۰±۰۱۸/۰	۰۰۴/۰
R^2	-	۹۶/۰	۹۷/۰
		۲۳/۰	۲۳/۰
فروندلیچ	-		
K_F	۰۱۴/۰±۰۳۵/۰	۰۸/۰±۱۸/۰	۰۴/۰±۰۶/۰
n	۱/۰±۰۶/۱	۱۱/۰±۶۴/۰	۱۵/۰±۸۷/۰
R^2	۹۵/۰	۹۵/۰	۹۷/۰
SEE	۲۲/۰	۲۴/۰	۲۴/۰

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است در مورد هر سه جاذب، با افزایش غلظت تعادلی، مقدار جذب افزایش یافته است، دز موزد دو کانی بنتونیت و زئولیت تقریبا مقدار جذب ثابت شده است و به حداکثر مقدار خود رسیده است، اما ظرفیت جذب لیکا هنوز ثابت نشده است و احتمالا توانایی جذب نیکل را از مقادیر بیشتر غلظت اولیه کادمیوم داراست.



شکل ۲- مقایسه جذب کادمیوم توسط سه جاذب لیکا، بنتونیت و زئولیت

منابع

دیانتی، ر.، ناصری، س. و شریعت، س. م. ۱۳۸۱. بررسی میزان حذف کادمیوم از آب به‌وسیله کربن فعال، مجله علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، شماره ۳۷.

Amiri H., Jaafarzadeh N., Ahmadi M., Mart´nez S.S., ۲۰۱۱. Application ofLECAmodified with Fenton in arsenite and arsenate removal as an adsorbent. Desalination ۲۷۲, ۲۱۲-۲۱۷.

Dordio A., Carvalho A.J.P., Teixeira D.M., Dias C.B., Pinto A.P., ۲۰۱۰. Removal of pharmaceuticals in microcosm constructed wetlands usingTyphaspp. and LECA. Bioresour. Technol. ۱۰۱ (۳): ۸۸۶-۸۹۲.

Elouear,Z.,Bouzid,J.,Boujelben,N.,Fe ki,M.,Montiel,A.۲۰۰۸, The use of exhausted olive cake ash (EOCA) as a low cost adsorbant for removal of toxic ions from aqueous solutions. Fuel, vol. ۸۷, pp.۲۵۸۲-۲۵۸۹

Haque N., Morrison G., Cano-Aguilera I., Gardea-Torresdey J.L., ۲۰۰۸. Iron-modified light expanded clay aggregates for the removal of arsenic (V) from groundwater. Microchem. J. ۸۸, ۷-۱۳.

Xuan z., Wolfgang H., Guichun Y. ۲۰۰۲. Elimination of cadmium contamination from driking water, Water Research, ۳۶ : ۸۵۱-۸۵۸.

Rao K.S., Mohapatra M., Anand S., Venkateswarlu P. ۲۰۱۰. Review on cadmium removal from aqueous solutions, International Journal of Engineering, Science and Technology, ۷: ۸۱-۱۰۳.

Abstract

Cadmium occurs naturally in the environment by the gradual process of erosion and abrasion of rocks and soils, and from singular events such as forest fires and volcanic eruptions. It is therefore naturally present everywhere in air, water and soils. Cadmium is known to be toxic for living organism even if it is present in low levels. The possibility of cadmium ion removal from aqueous solution using light expanded clay aggregate (LECA) was investigated in this work. The adsorption properties of the used adsorbents were investigated through batch studies. The results showed that the equilibrium data by LECA were fitted well with Freundlich isotherm model. The ability of LECA to cadmium removal was compared with two common adsorbent bentonite and zeolite. Maximum sorption capacities were found to be ۴.۸۲, and ۱۲ mg/g for bentonite and zeolite respectively.