



سنتز بنتونیت و ژئولیت آلی با استفاده از سورفکتانت HDTMA-Br و بررسی کارایی جذب، واجذب و سینتیک جذب این دو ذره در حذف نیترات از محیط‌های آبی

فریبا نعمتی شمس آباد^۱، حسین ترابی گل سفیدی^۲، امیر محمد ناجی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شاهد، ۲- استادیار دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شاهد

nemati.fariba@gmail.com

چکیده

در این مطالعه عملکرد جذب، واجذب و سینتیک جذب در رس‌های آلی میکرو-بنتونیت و میکرو-ژئولیت اصلاح شده با سورفکتانت HDTMA-Br در دو سطح غلظت سورفکتانت مورد بررسی قرار گرفت. جذب در ۷ سطح غلظت اولیه نیترات و واجذب در ۲ سطح غلظت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد راندمان جذب و پلایش ذرات بنتونیت در سطح سورفکتانت ۲۰۰ درصد CEC، در غلظت-های ۳، ۶، ۹، ۱۴، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌مولار نیترات به ترتیب، ۸۶، ۹۱، ۸۹، ۸۶، ۷۳، ۷۹، ۶۸ درصد بود در حالی که این راندمان برای ژئولیت آلی به ترتیب ۷۵، ۶۷، ۵۴، ۵۰، ۴۱، ۳۳ و ۳۲ درصد بود. مقایسه فرآیند واجذب نیز نشان داد بالاترین درصد واجذب مربوط به ژئولیت آلی و کمترین واجذب مربوط به بنتونیت آلی می‌باشد. همچنین بررسی پارامتر R^2 و MSE نشان دهنده برازش خوب هر دو مدل فروندلیچ و لانگمویر در توصیف داده‌های جذب نیترات بود.

واژه‌های کلیدی: رس آلی، HDTMA-Br، راندمان جذب، ایزوترم‌های فروندلیچ و لانگمویر

مقدمه

کانی‌های رسی بنتونیت و ژئولیت، اغلب دارای بار منفی (ظرفیت تبادل کاتیونی) بوده و قادر به جذب آنیون‌هایی مانند نیترات نمی‌باشند. می‌توان با تغییر در بار سطحی آنها علاوه بر استفاده از ویژگی‌های مثبت رس‌ها مانند سطح زیاد، آنها را برای جذب آنیون‌ها آماده کرد. این تغییرات با افزودن سورفکتانت‌های آلی بلند زنجیره و ساخت رس‌های آلی (Organo-Clay) امکان پذیر می‌باشد. رس‌های آلی، کانی‌های رسی طبیعی هستند که با مواد پلیمری اصلاح شده و برای اهداف خاصی استفاده می‌شوند. رس‌های آلی انواع مختلفی دارند. نوع جاذب آنها بوسیله تبادل کاتیون‌های طبیعی آمونیوم‌دار و سورفکتانت‌های مختلف در رس‌های طبیعی ایجاد می‌شود. این تغییر باعث باز ماندن دائم لایه‌های رس و ایجاد تخلخل بیشتر و افزایش سطح بین لایه‌ها جهت تبادل می‌شود (Bhattacharya and Aadhar, 2014). رس‌های آلی دارای کاربردهای متنوعی می‌باشند، از جمله آنها می‌توان به حذف آنیون‌هایی مانند فسفات با استفاده از ارگانو ژئولیت (Naghash et al., 2015)، حذف عناصر سنگین مانند آرسنیک و سرب (فدک و همکاران، ۱۳۹۴)، تصفیه فاضلاب (بینا و همکاران، ۱۳۹۰)، کاربرد در حوزه‌هایی مانند پزشکی (Yang, et al., 2016)، حذف هیدروکربن‌های نفتی (Sharafi Masooleh, et al., 2010) حذف آلاینده‌هایی از قبیل پرکلرات (Sprynskyy, et al., 2009) استفاده می‌شود، همچنین به عنوان حامل برای علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها (Trigo, et al., 2009) کاربردهای متنوعی دارد. از ژئولیت اصلاح شده با سورفکتانت (SMZ) برای حذف و واجذب نیترات استفاده شده است. نتایج نشان داد SMZ یک تبادل کننده خوب برای یون نیترات می‌باشد و برای کاربرد به عنوان یک کود کند رهش و حذف و جابجایی نیترات مناسب می‌باشد (ملکیان و همکاران، ۱۳۹۲).

در ایران، بالغ بر ۸۱ معدن بنتونیت وجود دارد که ۵۹ مورد آن فعال بوده و میزان ذخیره آن ۸۷۰۰۱۴ تن و استخراج آن در سال ۱۳۸۹، ۵۴۲۹۳۵ تن گزارش شده است (زرگوش، ۱۳۹۰) که این میزان تقریباً ۹ برابر استخراج ژئولیت‌ها از معادن کشور می‌باشد. مهم‌ترین معادن حاوی بنتونیت در ایران که در فهرست معادن کشور توسط وزارت معادن و فلزات منتشر شده است، در استانهای اصفهان، تهران، خراسان، سمنان، مرکزی و یزد می‌باشد. ژئولیت‌ها نیز آلومینوسیلیکات کریستاله دارای خلل و فرج ریز و شامل واحدهای تتراهدرال می‌باشد. پتانسیل ایران در حوزه برخورداری از منابع ژئولیت بسیار بالاست. در ایران، بالغ بر ۱۷ معدن ژئولیت وجود دارد که ۹ مورد آن فعال بوده و میزان ذخیره آن ۹۵۲۵۵۰۰ تن و استخراج آن در سال ۱۳۸۹، ۵۸۷۷۹ تن گزارش شده است (زرگوش، ۱۳۹۰).



جهت بررسی و توصیف داده های حاصل از جذب معمولاً از ایزوترم های جذب استفاده می شود. لی (۲۰۰۳) در تحقیق بر روی جذب آنیونها توسط رس آلی نشان داد در غلظت های بیشتر از ۱۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی، جذب آنیونی به وسیله ایزوترم جذب لانگمویر به خوبی توصیف می شود (Li Z. , 2003). لی و همکاران در جذب سرب و کلروبنزن ایزوترم جذب لانگمویر را بهترین ایزوترم جهت توصیف همدمای جذب بیان کردند (Lee , et. al. , 2002). هدف از انجام این تحقیق سنتز دو نوع رس آلی بنتونیت آلی و ژئولیت آلی به وسیله سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بروماید از منابع و معادن داخل کشور و مقایسه عملکرد و ایزوترم های جذب این دونوع رس در حذف آنیون نیترات از محلول های آبی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

سطح رس ها جهت جذب آنیون های نیترات می بایست دارای بار مثبت باشد. این تغییر بار رس ها از منفی به مثبت با ترکیب رس و سورفکتانت آلی $HDTMA Br$ صورت می پذیرد. اشکال مختلفی از قرار گیری سورفکتانت بر روی رس ها وجود دارد، که فرم دو لایه و فرم های بالاتر از آن دارای عملکرد بیشتر نسبت به فرم های تک لایه می باشد. تشکیل هر کدام از این فرم ها بستگی به نسبت های مختلف سورفکتانت به رس دارد. در این تحقیق جهت پیدا کردن نسبت بهینه جهت بالاترین میزان جذب محاسبات در دو سطح سورفکتانت ۱۰۰ و ۲۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی انجام گرفته است. سیلیکات های استفاده شده در این تحقیق از دو نوع بنتونیت و ژئولیت طبیعی و تولید معادن داخل کشور می باشد. تجزیه درصد عنصری نمونه های رس با استفاده از دستگاه $EDAX$ مدل $CAMSCAN MV-2300$ انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. ذرات رس در اندازه ۰/۲-۲ میکرون به وسیله سانتریفوژ و به روش (kittrick and Hope, 1963) جدا شده و مورد استفاده قرار گرفتند. اندازه های تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) مدل $GPK NANO WIZARD-2$ محاسبه و متوسط اندازه میکرو ذرات ۰/۲ میکرون به دست آمد. همچنین جهت اطمینان از خلوص ژئولیت مصرفی از بررسی های پراش اشعه ایکس با استفاده از دستگاه XRD مدل $D8 ADVANCE X-Ray Diffractomete$ استفاده گردید. جهت اطمینان از آلی شدن هر دو ذره رس از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل $KYKY-EM3200$ و همچنین برای بنتونیت ها از بررسی های اشعه ایکس دستگاه XRD مدل $D8 ADVANCE X-Ray Diffractomete$ استفاده گردید. برای ساخت رس آلی و بررسی جذب نیترات بر آن ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) بنتونیت با استفاده از روش استات سدیم در اسیدیته ۸/۲ محاسبه گردید (احیایی، ۱۳۷۲). همچنین برای اندازه گیری CEC ژئولیت به دلیل ساختار خاص و غربالی ژئولیت ابتدا CEC خارجی (غیر ژئولیتی) و سپس CEC داخلی ژئولیت اندازه گیری گردید. در این روش برای اندازه گیری CEC ظرفیت تبادل کاتیونی داخلی و بیرونی (ظاهری) ژئولیت با استفاده از روش استات سدیم (احیایی) و جایگزینی سدیم با یون تری بوتیل آمونیوم تعیین گردید (Ming and Dixon, 1987). نتایج آزمایشات، CEC بنتونیت را ۸۶ سانتی مول بار بر کیلوگرم و CEC خارجی ژئولیت ($ECEC$) را ۱۵/۲۲ و CEC داخلی آن ۱۶۳/۰۴ سانتی مول بار بر کیلوگرم نشان داد. ماده آلی استفاده شده جهت اصلاح سطح رس ها سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بروماید یا $HDTMA Br$ با وزن مولکولی ۳۶۴/۴۶ تهیه شده از شرکت مرک آلمان می باشد.

به منظور تغییر سطح رس ها، مقدار ۱۸۰ میلی لیتر از سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بروماید در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ درصد CEC برای ذرات بنتونیت به ترتیب با غلظت های ۰/۲۸ و ۰/۵۷ مولار و برای ذرات ژئولیت ۰/۹۱ و ۱/۸۲ سانتی مولار، با ۶۰ گرم از رس به مدت ۲۴ ساعت در شیکر با دور ۱۵۰ دور در دقیقه تکان داده شد (Li, 2003). جذب نیترات توسط رس های آلی در ۸ سطح غلظت نیترات با سه تکرار به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ۲/۵ گرم از رس آلی تهیه شده با ۲۵ میلی لیتر محلول نیترات پتاسیم در غلظت های ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۴، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی مولار در سه تکرار، به مدت ۲۴ ساعت با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه شیکر شد. پس از سانتریفوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه، محلول صاف رویی جدا و غلظت نیترات بر حسب نیتروژن نیتراتی با استفاده از دستگاه اسپکترو فوتومتر مدل PG Instruments Ltd در دو طول موج ۲۲۰ و ۲۷۰ نانو متر اندازه گیری شد (Armstrong , 1963).

آزمایش واجذب نیترات در ۷ زمان ۱۵، ۳۰ و ۴۵ دقیقه و ۱، ۲، ۸ و ۱۶ ساعت و در دو سطح غلظت نیترات ۶ و ۲۰ میلی مولار برای بنتونیت و ۳ و ۱۴ میلی مولار برای زئولیت هاو در سطح سورفکتانت ۲۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی مورد بررسی قرار گرفت.

همچنین به منظور بررسی بهتر مکانیسم جذب و برآورد نهایی میزان جذب نیترات توسط رس های آلی تولیدی از همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه عنصری بنتونیت و زئولیت بوسیله دستگاه EDAX در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- تجزیه عنصری بنتونیت استفاده شده

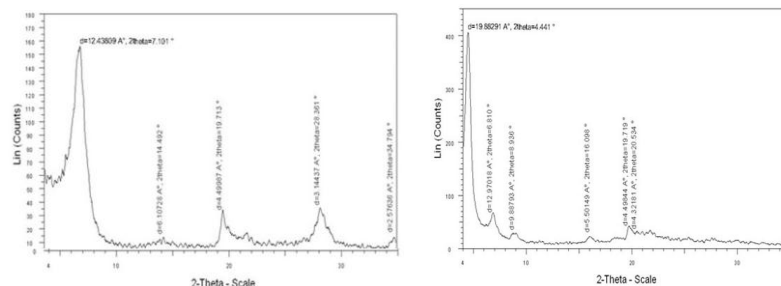
ترکیب	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	LOI*
بنتونیت	۴۷	۱۵/۵	۳/۲	۲/۶	۲/۷	۳/۶	۱۷

جدول ۲- تجزیه عنصری زئولیت استفاده شده

ترکیب	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	LOI*
زئولیت	۵۵/۷	۱۲/۹	۴/۶۳	۱/۵	۳/۹	۲/۸	۰/۳۸	۱۶

*: درصد کلی آب و مواد فرار (Loss of ignition)

نتایج حاصل از دستگاه XRD در شکل ۳ افزایش بعد C کانی بنتونیت پس از ورود ماده آلی را نشان می دهد.

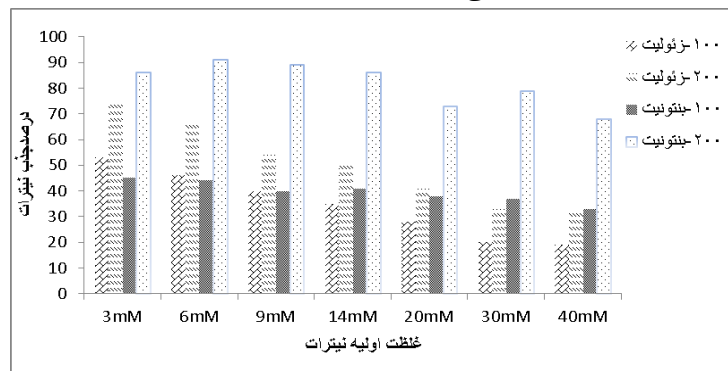


شکل ۳- پراش نگار پرتو ایکس کانی بنتونیت قبل (بالا) و بعد از آلی شدن (پایین)- با ورود HDTMA به درون لایه های رس ۲:۱ بنتونیت، بعد C کانی از ۱۲/۴ به ۱۹/۹ آنگستروم افزایش پیدا کرده و آلی شدن رس را تایید می نماید

تعیین اندازه رس های جداسازی شده به روش سانتیفریوژ با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) نشان داد که ذرات رس جدا شده در اندازه ی حدود ۰/۲ میکرون می باشند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) قرار گیری سورفکتانت کاتیونی را در بین لایه های رس تایید می کند.

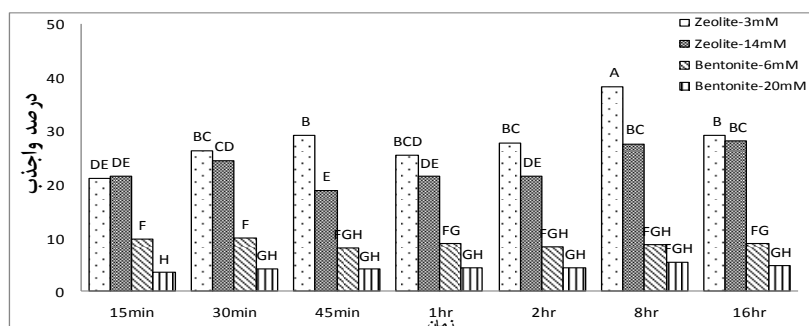
نتایج نشان می دهد اثر سطح سورفکتانت، غلظت نیترات و نوع ذره و اثرات متقابل سطح سورفکتانت و غلظت نیترات، نوع ذره و غلظت نیترات و همچنین نوع ذره و سطح سورفکتانت در سطح احتمال ۰/۱ معنی دار است. نتایج تجزیه و تحلیل به روش دانکن برای اثر متقابل دوگانه در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد رس آلی بنتونیت در مقایسه با زئولیت دارای عملکرد بهتری در سطوح سورفکتانت یکسان می باشند. در سطوح سورفکتانت یکسان، عملکرد دو نوع ذره متفاوت می باشد، و در هر دو ذره سطح سورفکتانت ۲۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی دارای عملکرد بسیار بهتری نسبت به سطح سورفکتانت ۱۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی است. اثر متقابل غلظت های اولیه نیترات بر نوع ذرات در شکل ۲ قابل مشاهده می باشد. بنتونیت آلی در غلظت ۳ تا ۱۴ میلی مولار دارای بالاترین میزان جذب بوده و در این ۴ غلظت دارای اختلاف معنی داری نمی باشد. اما زئولیت آلی دارای یک روند کاهشی از غلظت ۳ میلی مولار تا غلظت ۴۰ میلی مولار می باشد که در غلظت های ۳۰ و ۴۰ میلی مولار تقریباً به حد ثابتی رسیده است. در واقع رفتار هر دو نوع ذره در مقابل غلظت اولیه نیترات به

صورت یکسان بوده و با افزایش غلظت اولیه به صورت کاهشی می‌باشد، اما عملکرد بنتونیت آلی به صورت معنی داری از ژئولیت آلی بهتر است. نتایج این تحقیق نشان داد، افزایش راندمان جذب با افزایش درصد سورفکتانت، تحت تاثیر گنجایش تبادل کاتیونی رس می‌باشد. سطح سورفکتانت ۲۰۰ درصد گنجایش تبادل کاتیونی با اختلاف بالایی نسبت به سطح سورفکتانت ۱۰۰ درصد CEC، سبب افزایش راندمان جذب شده است. علت این اختلاف به نحوه آرایش مولکول‌های آلی سورفکتانت در بین لایه‌های رس مرتبط می‌شود. در غلظت سورفکتانت ۱۰۰ درصد گنجایش تبادل کاتیونی، مولکول‌های آلی سورفکتانت، آرایش تک لایه‌ای تشکیل می‌دهند در حالی که غلظت سورفکتانت ۲۰۰ درصد گنجایش تبادل کاتیونی موجب ایجاد آرایش دو لایه‌ای در بین صفحات رس می‌گردد (ملکوتیان و همکاران، ۱۳۹۰)، (Li and Bowman, 1998). دلیل جذب بیشتر، در غلظت‌های بالاتر سورفکتانت، به خاطر تشکیل آرایش دو لایه‌ای سورفکتانت آلی بر سطح رس می‌باشد. بنابراین رس‌های آلی می‌توانند نیتراهای با بار منفی را جذب کنند.



شکل ۲- مقایسه عملکرد دو نوع ذره در غلظت‌های متفاوت نیترا و سطوح مختلف سورفکتانت

بررسی نتایج فرآیند واجذب نیز نشان داد علاوه بر معنی داری اثرات هر کدام از متغیرها، اثر متقابل سه گانه بین نوع ذره، غلظت اولیه نیترا و زمان نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می‌باشد. آزمون مقایسه به روش دانکن برای اثر متقابل دوگانه در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ - اثر متقابل سه گانه بین نوع ذره، غلظت اولیه نیترا و زمان

واجذب در بنتونیت به صورت معنی داری کمتر از ژئولیت می‌باشد این امر نشان دهنده ثبات و پایداری بنتونیت‌ها در جذب نیترا از محلول‌های آبی می‌باشد. این پدیده می‌تواند مربوط به ساختار ژئولیت در مقایسه با رس ۲:۱ بنتونیت باشد. به نظر می‌رسد، ثبات و استحکام سورفکتانت در بین لایه‌های رس‌های ۲:۱ بنتونیت، نسبت به ژئولیت بیشتر باشد. به طوری که ساختار دو لایه‌ای سورفکتانت در بین صفحات رس‌های ۲:۱ به حالت حبس شدگی درآمده در حالی که در ژئولیت‌ها این ساختار سست‌تر است. نتایج تحقیق Cho و همکاران (۲۰۰۵)، نشان داد که میزان واجذب با افزایش سطح غلظت اولیه افزایش پیدا کرده است، اما این مقدار کمتر از ۲ درصد کل جذب بوده و بنابراین واجذب از بنتونیت آلی را در حد کم گزارش نموده است (Cho, et al., 2005).

نتایج برآزش بر ایزوترم های جذب فروندلیچ و لانگمویر در جدول ۳ نشان داده شده است. به دلیل نامناسب بودن ایزوترم لانگمویر برای بنتونیت در غلظت ۱۰۰ درصد سورفکتانت، ضرایب لانگمویر برای آنها محاسبه نگردیده است. بررسی پارامتر R^2 و MSE نشان داد که دو مدل بررسی شده فروندلیچ و لانگمویر کارائی خوبی در توصیف داده‌های جذب نیترات دارند. عملکرد مناسب مدل لانگمویر در تشریح ایزوترم جذب نیترات با تحقیقات گامودی و همکاران (Gammoudi, et al., 2012)، Shick و همکاران (Schick, et al., 2011)، و نعمتی و همکاران (نعمتی شمس آباد و همکاران، ۱۳۹۵) و عملکرد مدل فروندلیچ با تحقیقات اسلامی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

جدول ۳: ثابت‌ها، ضرایب تبیین و خطاهای استاندارد تخمین برای نیترات جذب شده در دونوع رس آلی

مدل فروندلیچ				مدل لانگمویر				مدل ایزوترم	معادله مدل	
MSE	R^2	$1/n$	K_f	MSE	R^2	K	b	R_L	q_m	
$5/6 \times 10^{-4}$	٪۹۸	۰/۴۵۱۸	۲۷/۸۵	$1/9 \times 10^{-4}$	٪۹۸	۲۳/۵۸	۰/۱۶۷	$1 < R_L < 1$	۱۴۰/۸۴	زئولیت آلی ۲۰۰ درصد CEC
$1/5 \times 10^{-3}$	٪۹۶	۰/۴۶۹	۱۵/۴۵	$2/8 \times 10^{-4}$	٪۹۵	۱۲/۲۴	۰/۱۴۲	$1 < R_L < 1$	۸۶/۲۱	زئولیت آلی ۱۰۰ درصد CEC
۰/۰۰۶۸	۹۴٪	۰/۷۵۵۴	۶۸۵/۰۱	$4/1 \times 10^{-7}$	٪۹۵	۱۶۶۶/۷	۳/۵	$1 < R_L < 1$	۴۷۶/۲	بنتونیت آلی ۲۰۰ درصد CEC
۰/۰۰۸۶	٪۹۳	۰/۸۸۴۱	۷۱۷/۶۲	-	-	-	-	-	-	بنتونیت آلی ۱۰۰ درصد CEC

نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد همواره در سطح سورفکتانت ۲۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی و غلظت های کم، بالاترین میزان جذب نیترات وجود دارد. بنتونیت آلی در سطح سورفکتانت ۲۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی به عنوان بهترین جاذب در تمام غلظت‌ها هستند. اما در سطح سورفکتانت ۱۰۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت آلی در غلظت های کم و بنتونیت آلی در غلظت های بالاتر دارای بهترین عملکرد بودند. مقایسه درصد واجذب نیترات از رس‌های آلی نشان داد که بالاترین درصد واجذب مربوط به میکرو زئولیت آلی در غلظت ۳ میلی‌مولار و زمان ۸ ساعت با درصد واجذب ۳۸/۲۴ و زئولیت آلی در غلظت ۱۴ میلی‌مولار با واجذب ۲۹/۱ درصد بوده و بنتونیت آلی در غلظت ۲۰ میلی‌مولار با واجذب ۳/۳۹ درصد در زمان ۱۵ دقیقه و میزان ۴ تا ۴/۸ درصد در زمان های ۲ تا ۲ ساعت به ترتیب دارای کمترین میزان واجذب هستند. هر چه درصد واجذب نیترات جذب شده توسط رس‌آلی کمتر باشد، نشان دهنده‌ی ثبات و پایداری بیشتر فرایند جذب است. نتایج نشان داد بنتونیت‌های آلی دارای درصد واجذب بسیار اندکی نسبت به زئولیت‌های آلی هستند. بررسی پارامتر R^2 و MSE نشان داد دو مدل بررسی شده فروندلیچ و لانگمویر کارائی خوبی در توصیف داده‌های جذب نیترات دارند.

منابع

- احیایی، ع. (۱۳۷۲). شرح و روش های تجزیه شیمیایی خاک. تهران: موسسه تحقیقات خاک و آب تهران.
- اسلامی، ا.، یزدانیخس، ا.، اسدی، ع. و قدیمی، م. ۱۳۹۳. حذف نیترات از آب آشامیدنی با استفاده از خاکهای رس طبیعی اصلاح شده. آب و فاضلاب، شماره ۱۲۷-۳.
- بینا، ب.، ابراهیمی، ا.، محمدی، ا.، امین، م. م. و پورزمانی، ح. ر. ۱۳۹۰. کارائی نانو زئولیت اصلاح شده با سورفکتانت کاتیونی در حذف پیش سازهای محصولات ثانوی گندزدایی از آب آشامیدنی. *مجله تحقیقات نظام سلامت*، ۵۲۴-۵۳۳.
- زرگوش، س. (n.d.). Retrieved from <http://www.bitumen.loxblog.com/post/326/%3C-PostAuthorLink-%3E>
- فدک، ا.، احمدی، ر. و حبیبی، ش. ۱۳۹۴. حذف یون های سرب و آرسنیک از محلول های آبی توسط نانو بنتونیت اصلاح شده. نشریه علمی پژوهشی مهندسی معدن، دوره دهم، شماره ۷۲ صفحه ۴۴ تا ۷۱.
- ملکوتیان، م.، یوسفی، ن. و جعفرزاده حقیقی فرد، ن. ۱۳۹۰. مدلسازی ایزوترم و سینتیک جذب فسفات از محلول های آبی با استفاده از کلینپتیلولایت اصلاح شده. آب و فاضلاب.



ملکیان، ر.، عابدی کوپانی، ج.، اسلامیان، س. س. و افیونی، م. ۱۳۹۲. فرآیند تبادل آنیونی به منظور حذف نیترات و رهاسازی آن با استفاده از زئولیت اصلاح شده با سورفکتانت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱۹-۲۰۲.

نعمتی شمس آباد، ف.، ترابی گلسفیدی، ح.، و ناجی، ا. ۱۳۹۵. بررسی راندمان جذب و رهاسازی نیترات از محیط‌های آبی توسط نانو زئولیت آلی ساخته شده با سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بروماید. سومین همایش و نمایشگاه محیط زیست و بحران های پیش رو. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

- Armstrong, G. A. 1963. Determination of nitrate in water by ultraviolet Spectrophotometry. Anal chem, 35:1292.
- Bhattacharya, S., & Aadhar, M. 2014. Studies on Preparation and analysis of Organoclay Nano Particles. Research Journal of Engineering Sciences, 3(3): 10-16.
- Cho, H. H., Lee, T., Hwang, S. j., and Park, J. w. 2005. Iron and organo-bentonite for the reduction and sorption. Chemosphere, 58: 103-108.
- Gammoudi, S., Frini-Srasra, N., and Srasra, E. 2012. Nitrate sorption by organosmectites. Engineering Geology, 119-129.
- Kittrick, J.A., and Hope, E.W. 1963. A procedure for particle size separations of soils for x-ray diffraction analysis. Soil Science, 96(5): 319-325.
- Lee, J.-J., Choi, J., and Park, J.-W. 2002. Simultaneous sorption of lead and chlorobenzene by organo-bentonite. Chemosphere, 49: 1309-1315.
- Li, Z. 2003. Use of surfactant-modified zeolite as fertilizer carrier to control nitrate release. Micropor. Mesopor. Mat. 61(1-3): 181-188
- Li, Z., and Bowman, R. S. 1998. sorption of chromate and PCE by surfactant-modified clay minerals. Environmental Engineering Science 15(3): 237-245.
- Ming, D., and Dixon, J. B. (1987). QUANTITATIVE DETERMINATION OF CLINOPTILOLITE IN. clay and clay mineralogy, 32(6): 463-468.
- Naghash, A., and Nezamzadeh-Ejehieh, A. 2015. Comparison of the efficiency of modified clinoptilolite with HDTMA and HDP surfactants for the removal of phosphate in aqueous solutions. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 31: 185-191.
- Schick, J., Caillet, P., Paillaud, Patarin, J., and Callarec, C. 2011. Nitrate sorption from water on a Surfactant-Modified Zeolite. Fixed-bed column experiments. Microporous and Mesoporous Materials. 142 (2-3): 549-556.
- Sharafi Masooleh, M., Bazgir, S., Tamizifar, M., and Nemati, A. 2010. Adsorption of petroleum hydrocarbons on organoclay. Journal of Applied Chemical Researches 19-23.
- Sprynskyy, M., Ligora, T., Lebedynets, M., & Buszewski, B. 2009. Kinetic and equilibrium studies of phenol adsorption by natural and modified forms of the clinoptilolite. Journal of Hazardous Materials, 169: 847-854.
- Trigo, C., Celis, R., Hermosín, M., and Cornejo, J. 2009. Organoclay-Based Formulations to Reduce the Environmental Impact of the Herbicide Diuron in Olive Groves. Soil Science Society of America journal, 73(5), 1652-1657.
- Yang, Q., Gao, M., Luo, Z., & Yong, S. 2016. Enhanced removal of bisphenol A from aqueous solution by organomontmorillonites modified with novel Gemini pyridinium surfactants containing long alkyl chain. Chemical Engineering Journal, 285: 27-38.

Synthesis of organo-bentonite and zeolite by HDTMA-Br and their adsorption/desorption efficiency of nitrate and their kinetic in aqueous solution

F.Nemati ShamsAbad, ¹, MSc of Soil Science, Shahed University
H.Torabi Golsefidi, ², Assist. Prof. of Shahed University
and A.M. Naji, , Assist. Prof. of Shahed University

Abstract

In this study, nitrate adsorption, desorption and its kinetic were investigated in organoclays of modified micro-bentonite and micro-zeolite by HDTMA-Br in two levels of surfactant concentrations. Adsorption in 7 initial concentration of nitrate and desorption in 2 levels were evaluated. The results showed that adsorption efficiency and refinement of bentonite particles in surfactant level of 200% CEC and in concentrations of 3, 6, 9, 14, 20, 30 and 40 mM of nitrate respectively were, 86, 91, 89, 86, 73, 79, 68 percent while this efficiency for organo-zeolite were 75, 67, 54, 50, 41, 33 and 32 percent. The compare of desorption process also showed that the highest percentage of desorption is from organo-zeolites and the lowest desorption from organo-bentonite. R² and SEM, showed that the Langmuir and Freundlich adsorption isotherms were suitable and fitted to the data.

Keywords: Organoclay, HDTMA-Br, adsorption efficiency, Freundlich and Langmuir isotherms