پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: محیط زیست

بررسی جذب نیترات از آب توسط نانورس بنتونیت

بشارت بشیرگنبدی*[۱]، شهریار مهدوی[۲]
[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر
۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر
Besharat_bashiri21@yahoo.com

چکیده
آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی توسط نیترات رو به افزایش است و یافتن راه حلهایی برای حذف آن از آبها و خاک ضروری به نظر می‌رسد. آزمایشات بهینه سازی جذب برای حذف نیترات از آب بررسی شدند و بعد ایزوترم‌های جذب مورد بررسی قرار گرفت. میزان حذف نیترات توسط رس بنتونیت در pH=۴، غلظت برابر با ۱ گرم در لیتر، دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و زمان تعادل ۶۰ دقیقه بیشترین مقدار و به ترتیب برابر با۲۸/۷، ۲۴/۶، ۳۱/۸ و ۴۶/۲ درصد بود. معادله ایزوترمی لانگ مویر در مقایسه با فروندلیچ نیز با ضریب تبیین R^2 =۰/۹۷۹ بر داده ها برازش بهتری پیدا کرد. بر اساس مدل لانگ مویر ظرفیت جذب ۳۰/۸ میلی گرم بر گرم بدست آمد.

واژه های کلیدی: جذب، نیترات، بنتونیت

مقدمه
در اثر مصرف آب آشامیدنی که دارای نیترات بیش از حد مجاز باشد در سیستم گوارشی نیتروزآمین تولید می‌شود که عامل سرطان بوده و همچنین احتمال بروز بیماریهایی چون متهموگلوبینا در اطفال و نوزادان را افزایش می‌دهد. بدلیل اینکه نیترات به عنوان مهمترین شاخص آلودگی آبهای زیرزمینی در نتیجه فعالیتهای کشاورزی شناخته می‌شود، بررسی غلظت نیترات در آبهای زیرزمینی کم عمق و آبهای سطحی ضروری به نظر می‌رسد (موسوی و همکاران، ۱۳۸۹). در دهه های اخیر برای حذف اینگونه آلودگی ها روش های متفاوتی استفاده می‌شود که یکی از آنها جذب سطحی است. جذب یک روش ساده و قابل دسترس می‌باشد که بسیار مناسب به نظر می‌رسد. یک جاذب برای حذف همه انواع آلودگی مناسب نیست اما استفاده از جاذب جهت حذف آلودگی نسبت به روش‌های دیگر حذف ارجحیت دارد (Csanady and Straub, 1994).

ذرات نانو دارای اندازه کوچک، واکنش بالا، سطح بزرگ، جداسازی آسان و مکان‌های دارای فعالیت برای واکنش با اجزاء مختلف هستند. این ویژگی‌ها با بیشترین سطح و انرژی سطح و ظرفیت فعالیت بالا، باعث افزایش ظرفیت جذب این ذرات می‌گردد (Huang & etal,2006, Deliyanni & etal, 2004). رس ها را می‌توان به عنوان عامل ضد آلودگی به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی آنها محسوب کرد برای مثال سطح ویژه بزرگ، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و میل جذب برای یونهای آلی و غیر آلی. رس بنتونیت عمدتاً از ذرات ریز کریستالی مونت موریلونیت تشکیل شده است که جزئ رسهای معدنی ۲:۱ است یعنی دارای دو صفحه تتراهدرال و یک صفحه اکتاهدرال مرکزی می‌باشد. از آنجا که ذخایر عظیم بنتونیت وجود دارد، پتانسیل بسیار زیادی برای استفاده آن در تصفیه خانه فاضلاب وجود دارد (Randelovic & etal, 2011). در این تحقیق نیز از نانو رس بنتونیت جهت بررسی حذف آلودگی نیترات از آب استفاده شد. هدف از این پژوهش بررسی پتانسیل رس نانو جهت حذف نیترات از آب تحت شرایط بهینه می‌باشد.

مواد و روش‌ها
در این تحقیق برای ساختن محلول نیترات از نمک نیترات پتاسیم استفاده شد که از شرکت مرک آلمان خریداری شده بود و جاذب مورد استفاده نانو رس بنتونیت بود که از شرکت سیگما آلدریچ خریداری شد. آنالیز نیترات به روش رنگ سنجی

(نیتراور ۵) انجام گردید که با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۰۰ نانومتر انجام شد (Jones and Benton,2001)

بعد از انتخاب نانوذرات آزمایشات بهینه سازی جذب که شامل چهار بخش (اثر غلظت، اثر دما، اثر پ هاش و اثر زمان تماس) می‌باشد انجام گردید.

۱- بررسی اثر زمان تماس بر میزان جذب:

در بررسی اثر زمان تماس ۰/۰۲۵ گرم از هر جاذب وزن شد و از محلول ۵۰ میلی گرم بر لیتر نیتروژن با پهاش اصلی محلول به آن اضافه شد و در بازه زمانی ۱۰ تا۱۸۰ دقیقه در حالت تعادل در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار گرفت و بعد غلظت نیتروژن تعادلی در آن اندازه‌گیری شد.

۲- بررسی اثر پهاش بر میزان جذب:

پس از تنظیم pH محلول بر روی دامنه ای از پهاش بین ۲ تا ۸، ۰/۰۲۵ گرم از هر جاذب وزن شد و محلول ۵۰ میلی گرم در لیتر با pH های مشخص به آن اضافه شد و بعد از ۱۸۰ دقیقه تعادل در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و شیک، غلظت نیتروژن در آن مورد اندازه گیری قرار گرفت.

۳- بررسی اثر غلظت نانوذره بر میزان جذب:

مقادیر مشخصی از نانوذره شامل ۱ تا ۵ گرم بر لیتر وزن شد و از محلول ۵۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن با پهاش اصلی محلول به آن اضافه شد بعد از ۱۸۰ دقیقه تعادل در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و شیک، غلظت نیتروژن در آن اندازه گیری شد.

۱- بررسی اثر دما بر روی میزان جذب:

مقدار ۰/۰۲۵ گرم از نانوذره وزن شد مقدار مشخصی از محلول ۵۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن با پهاش اصلی محلول به آن اضافه شد و به مدت ۱۸۰ دقیقه در دامنه دمایی ۱۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد در حالت تعادل قرار گرفت و غلظت نیتروژن تعادلی اندازه‌گیری شد.

۲- بررسی ایزوترم جذب نیترات:

بعد از انجام آزمایشات بهینه‌سازی جذب، ایزوترم جذب براساس شرایط بهینه انجام گرفت.

در این تحقیق برای توصیف داده‌ها از دو مدل فروندلیچ و لانگ‌مویر استفاده شد که به قرار ذیل است:

معادله خطی فروندلیچ:

$$\log q_e = \frac{1}{n}\log C_e + \log K_f \qquad (1)$$

که در این معادله:

q_e: میزان جذب‌شونده در واحد وزن جاذب(mg/kg)

C_e: غلظت تعادلی جذب‌شونده (mg/L)

K_f: ثابت فروندلیچ که بیان‌کننده ضریب جذب می‌باشد.

n: ثابت (بدون بعد) که بیان‌کننده شدت و درجه برهمکنش بین جاذب و ماده جذب شده می‌باشد.

معادله خطی لانگ موير:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_{max}} + \frac{1}{k_l q_{max}} \qquad (2)$$

که پارامترهای این معادله به قرار ذیل هستند:

C_e و q_e: همانند معادله فروندلیچ که در بالا ذکر شده هستند.

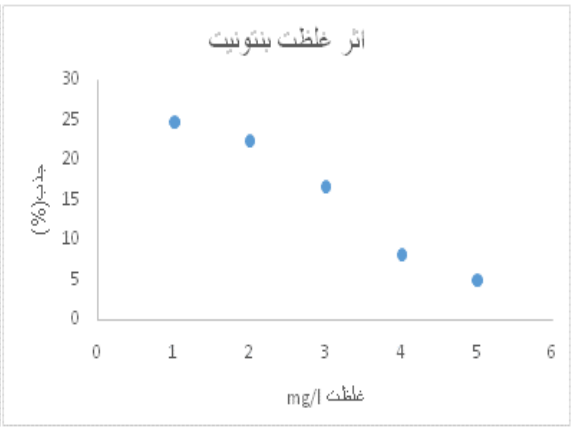
q_{max}: حداکثر جذب در حالت پوشش یک لایه‌ای (mg/g).

K_L: ثابت لانگ‌مویر که نشاندهنده میزان کمی قدرت پیوندهای مکان‌های جذبی است (L/mg) (Sparks, 2003).

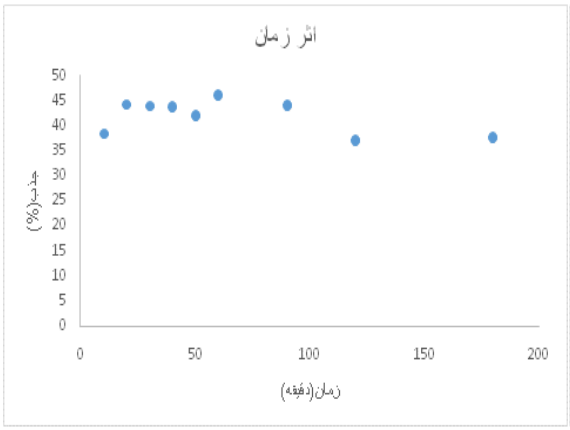
بحث و نتایج

اثر غلظت جاذب و زمان تماس:

در این تحقیق نتایج حاصل از اثر غلظت جاذب و زمان تماس بر اساس شکل (۱) و شکل (۲) به دست آمد:



شکل ۱) اثر غلظت جاذب بر حذف نیترات

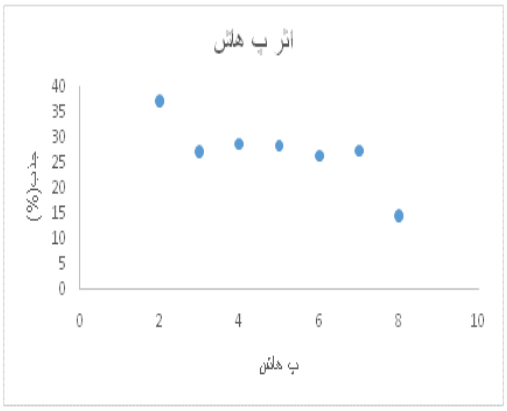


شکل ۲) اثر زمان تماس بر حذف نیترات توسط نانورس بنتونیت

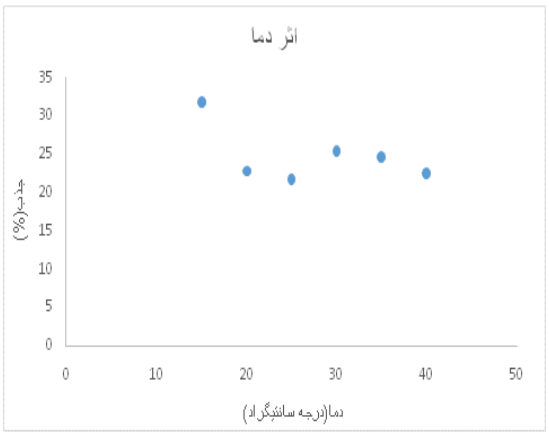
با توجه به شکل بالا با افزایش غلظت جاذب، کارایی جذب نیترات کاهش می‌یابد بطوریکه با افزایش غلظت جاذب از ۱ تا ۵ گرم در لیتر کاهش ۱۹/۷ درصدی در جذب نیترات روی داد که میتوان دلیل آن را فولکوله شدن ذرات و کاهش سطح ویژه و در نتیجه کاهش جذب بیان کرد، بیشترین راندمان جذب در غلظت ۱ گرم بر لیتر به دست آمد که مقدار آن ۲۴/۶ درصد بود. در مورد اثر زمان با افزایش زمان تماس تا ۶۰ دقیقه کارایی جذب افزایش می‌یابد و بعد از آن هر چه زمان تماس افزایش می‌یابد جذب کاهش می‌یابد بطوریکه بیشترین راندمان جذب نیترات را در زمان ۶۰ دقیقه داشته و مقدار آن ۴۶/۲ درصد به دست آمد.

اثر پ‌هاش و اثر دما:

اثر پ‌هاش و اثر دما بر حذف نیترات توسط نانورس بنتونیت مطابق با شکل (۳) و شکل (۴) به دست آمد:



شکل ۳) اثر پ‌هاش بر حذف نیترات با استفاده از نانورس بنتونیت

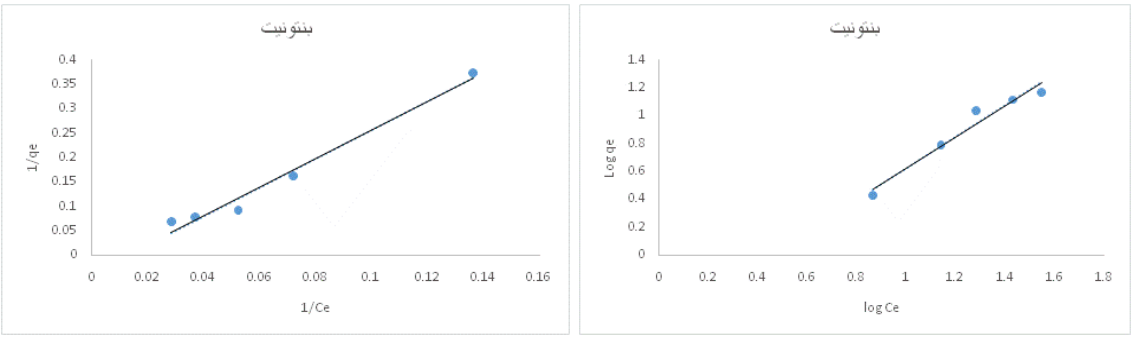


شکل ۴) اثر دما بر حذف نیترات

نتایج نشان داد که با فزایش دما از ۱۵ درجه سانتیگراد تا ۲۵ درجه کاهش جذب نیترات اتفاق افتاد و از ۲۵ درجه سانتیگراد تا ۳۰ درجه کمی افزایش جذب داشته و بعد از ۳۰ درجه نیز با افزایش دما تا ۴۰ درجه سانتیگراد کاهش جذب اتفاق افتاده و در نتیجه بیشترین مقدار جذب نیترات در دمای ۱۵ درجه و مقدار آن ۳۱/۸ درصد به دست آمد، و در مورد پهاش با افزایش پهاش به تدریج جذب نیترات کاهش می‌یابد به دلیل اینکه هر چه پهاش بالاتر می‌رود بار منفی بیشتر شده و جذب آنیون (نیترات) کاهش می‌یابد بطوریکه ۲۳ درصد کاهش جذب از پهاش ۲ تا پهاش ۸ اتفاق افتاده است. بیشترین راندمان جذب نیترات در پهاش ۴ اتفاق افتاد که مقدار آن برابر با ۲۸/۷ درصد بود.

ایزوترم جذب:

بعد از انجام آزمایشات بهینه سازی جذب آزمایش ایزوترم جذب انجام شد و برای توصیف داده ها از دو مدل فروندلیچ و لانگ موير استفاده شد که نتایج آن مطابق با اشکال زیر می‌باشد:



شکل ۵) برازش مدل فروندلیچ و لانگ موير در جذب نیترات با استفاده از نانورس بنتونیت

جدول(۱): ضرائب مربوط به معادلات فروندلیچ و لانگموير در جذب نیترات.

جاذب	فروندلیچ			لانگ موير		
	R^2	K_f	n	R^2	q_{max}	K_l
نانورس بنتونیت	۰/۹۵۷	۰/۰۰۰۶	۰/۹۰۲	۰/۹۷۹	۳۰/۷۶	۰/۰۱۱

با توجه به داده‌های جدول مذکور معادله ایزوترمی لانگ‌موير در مقایسه با فروندلیچ بر داده‌ها برازش بهتری پیدا کرد. همچنین با توجه به فرض اول معادله لانگ موير که بیان میکند جذب سطحی روی سطوح مسطحی که دارای تعداد ثابتی از مکانهای همانند می‌باشد صورت میگیرد و یک مکان تنها می‌تواند یک ملکول را نگهداری کند لذا صرفاً اجازه تشکیل یک پوشش تک لایه ای داده می شود که نشاندهنده حداکثر جذب سطحی می‌باشد (Sparks, 2003). لذا می‌توان گفت جذب به صورت تک لایه ای رخ داده است.

کشوردوست چوکامی و همکاران (۲۰۱۷)، در بررسی حذف نیترات از محلولهای آبی با استفاده از نانوذرات ZnO و نانوکامپوزیت چیتوسان- پلی استایرن- Zn، شرایط بهینه را: غلظت ۰/۵ گرم از جاذب و پهاش ۳ و زمان ۳۰ دقیقه به دست آوردند.

نائیج و همکاران (۱۳۹۱)، در بررسی حذف نیترات از آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر نشانده شده بـر زئولیـت، شـرایط بهینه جذب را : پ‌هاش ۵، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه، میزان جاذب ۱۵ گرم بر لیتر برای جاذب زئولیت به دست آوردند.

نتیجه‌گیری

اثرات زمان تعادل، پ هاش، غلظت جاذب و دما بر روی حذف نیترات از آب توسط نانورس بنتونیت بررسی شد و رانـدمان حذف در زمان تعادل ۶۰ دقیقه، پ هاش: ۴، دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و غلظت ۱ گرم در لیتر جـاذب بیشـترین مقـدار و بـه ترتیب برابر با: ۴۶/۲، ۲۸/۷، ۳۱/۸، ۲۴/۶ درصد به‌دست آمد. با توجه به نتایج به دست‌آمده در این تحقیـق، حـذف نیتـرات بـا استفاده از نانورس بنتونیت از مدل ایزوترم لانگ‌مویر پیروی می‌کند. بر اساس مدل لانگ موید برای نانو رس بنتونیت ظرفیـت جذب ۳۰/۸ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد. این مطالعه قدرت بالقوه نانورس بنتونیت را بـرای حـذف نیتـرات از محلولهـای آبـی تأیید میکند و می‌توان از این نانورس برای حذف نیترات از آب استفاده کرد، این اطلاعات ممکن است برای درمان آبهای آلوده مفید باشد.

منابع

موسوی، س.ع، اسدی، ح. اسفند بد، م. ۱۳۸۹. کارایی فرایند تبادل یونی در حذف نیترات از آب – هم دماهای تعادلی جذب نیترات توسط رزین purolite-400 ، مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۰/۱، شماره ۴.

نائیج، ام. محسنی بندپی، ا. جنیدی جعفری، ا. اسرافیلی، ع. رضایی کلانتری، ر.(۱۳۹۱). حذف نیترات از آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر نشانده شده بر زئولیت، مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، ۴، ۴۷۵-۴۸۶.

Csanady, M.; Straub, I . , 1994." Health damage due to pollution in Hungary",
Proceedings of the Rome Symposium, September; International Association of Hydrological Sciences: Wallingford, pp. 147-152.

Huang, Y. H., Hsueh, C. I., Cheng, H. P., Su, L. C., Chen, C. Y. 2006." New generation adsorbents for water treatment". J. Hazard Mater. 144, 406.

Deliyanni, E. A., Lazaridis, N. K., Peleka, E. N., Matis, K. A., 2004. "Metals removal from aqueous solution by iron-based bonding agents". Environ, Sci, Pollut. Res 11, 18.

M. Rand.elovi´c,M. Purenovi´c, A. Zarubica, J. Purenovi´c, B. Matovi´c, M. Mom˘cilovi ´c,2011. Synthesis of composite by application of mixed Fe, Mg (hydr)oxides coatings onto bentonite – A use for the removal of Pb(II) from water, Journal of Hazardous Materials.199- 200: 367-374.

Jones, J. Benton, 1930. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis.121-129.

Sparks, D.L., 2003. Environmental soil chemistry. Academic press.

Keshvardoostchokami, M. Babaei, Sh. Piri,F. Zamani, A. (2017). Nitrate removal from aqueous solutions by ZnO nanoparticles and chitosan-polystyrene–Zn nanocomposite: Kinetic, isotherm, batch and fixed-bed studies. International Journal of Biological Macromolecules.101.922-930.

Study Nitrate adsorption from water by nano-clay bentonite

B. Bashirgonbadi*, Sh. Mahdavi
Besharat_bashiri21@yahoo.com

Abstract
Contamination of surface water and groundwater by nitrates is increasing and finding solutions to remove it from the water and the soil seems necessary. Optimized experiments for nitrate removal from water were examined and then adsorption isotherm were done. The nitrate removal capacity by bentonite clay in PH = 4, a concentration of 1 gr/L, temperature of 15 ° C and the equilibrium time of 60 minutes was 28.7, 24.6, 31.8 and 46.2 respectively . Langmuir model compared with Freundlich also explained by a factor of R2= 0.979 was better fitted to the data, Based on Langmuir, adsorption capacity of bentonite was 30.8 mg/gr respectively.

Keyword: adsorption, Nitrate, bentonite