

# مقایسه عملکرد کیتوزان بعنوان جاذب در حذف نیترات

## از محلول آبی سنتتیک و آب آشامیدنی شهری

محمد نوری سپهر<sup>۱\*</sup>، سمیه گلپاز<sup>۱</sup>، سهند جرفی<sup>۲</sup>

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۷/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۹

### چکیده

**زمینه و هدف:** ترکیبات نیترات و نیتريت از عوامل آلاینده منابع آب های زیرزمینی هستند که در سال های اخیر میزان متوسط آنها در آب های زیرزمینی به علت گسترش انواع فاضلاب های شهری، صنعتی و کشاورزی رو به افزایش است. متداولترین منبع ورود نیترات به منابع آب شامل کاربرد کود شیمیایی و کودهای حیوانی در کشاورزی، پساب سپتیک تانک، پساب تصفیه خانه های فاضلاب، تجزیه بقایای حیوانی و گیاهی در زمین، دفع غیر بهداشتی مواد زاید جامد و استفاده از چاه های جذبی برای دفع فاضلاب است.

**روش کار:** این تحقیق یک مطالعه تجربی کاربردی می باشد که به منظور حذف نیترات با استفاده از کیتوزان در شرایط دمای محیط طراحی و در مقیاس آزمایشگاهی و به صورت سیستم بسته انجام شد. اثر پارامترهایی مانند pH، زمان تماس، غلظت جاذب و غلظت اولیه نیترات بر حذف نیترات از محلول آبی مورد مطالعه قرار گرفت.

**یافته ها:** عملکرد کیتوزان در محلول آبی سنتتیک و آب آشامیدنی شهری بر طبق سیستم دوغاب pH بهینه ۴، زمان تعادل ۲۰ دقیقه و افزایش غلظت اولیه نیترات باعث بالا رفتن ظرفیت جذب شد. همچنین مقدار بهینه جاذب ۰/۵ g/L بدست آمد. نتایج حاصل از ایزوترم جذب با استفاده از مدل لانگمویر و فروندلیچ مورد آنالیز قرار گرفت. مدل لانگمویر بیشترین همخوانی را با داده های آزمایش داشت ( $R^2 > 0/93$ ).

**نتیجه گیری:** اگرچه راندمان حذف نیترات در محلول آبی سنتتیک بهتر از آب آشامیدنی می باشد اما روش فرایند جذب سطحی با استفاده از کیتوزان می تواند به عنوان گزینه ای مناسب به هنگام طراحی و انتخاب روش حذف نیترات جهت دستیابی به استانداردهای زیست محیطی مد نظر قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** کیتوزان، نیترات، جذب، ایزوترم، آب آشامیدنی

### مقدمه

یون های نیترات و نیتريت بخش مهمی از چرخه طبیعی ازت می باشند. هرچند که نیترات به صورت طبیعی در آب آشامیدنی وجود دارد، ولی مقادیر زیادی معمولاً در نتیجه فعالیت های انسان نظیر تخلیه مواد زائد شهری و صنعتی، لندفیل های غیر مهندسی مواد زائد، سیستم تصفیه فاضلاب در محل، رواناب یا آب زیرزمینی مرتبط با زمین های کشاورزی، زهکش های سیلاب و مراتع چرای جانوران وارد منابع آب زیر

زمینی می شود.<sup>۱-۳</sup> به دلیل حلالیت بسیار بالای نیترات، این ترکیب به آسانی به درون خاک و سپس سفره های آب زیر زمینی نفوذ می کند. همچنین آب های سطحی نظیر دریاچه ها، مخازن و رودخانه در معرض آلودگی با نیترات ناشی از منابع مذکور هستند. در مناطق دارای نرخ بارندگی کم و پوشش گیاهی ضعیف آلودگی آب ها به نیترات تشدید می شود.<sup>۴</sup> یون نیترات نسبتاً غیر سمی است؛ اما احیای آن توسط میکرواورگانیزم ها به نیتريت می تواند خطرات بهداشتی جدی

\* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران  
ایمیل: dr.noorisepehr@gmail.com

را برای انسان‌ها ایجاد نماید<sup>۵</sup>. در میان این خطرات بهداشتی می‌توان به بروز بیماری بچه آبی که بخصوص در نوزادان اتفاق می‌افتد و به بیماری سندرم کودک آبی نیز مشهور است اشاره نمود.<sup>۶</sup> این عارضه بهداشتی در زنان باردار با نقص آنزیم گلوکز فسفات دهیدروژناز و افراد دارای نقص ارثی در تولید آنزیم متهموگلوبینمیا ردوکتاز نیز مشاهده می‌شود.<sup>۷،۸</sup> علاوه بر آن، غلظت‌های مازاد نیترات در آب آشامیدنی باید به دلیل نقش آن در فشار خون،<sup>۹</sup> سرطان معده،<sup>۹</sup> اختلالات تیروئید،<sup>۱۰</sup> نقایص سیتوژنیک،<sup>۱۱</sup> نقص در تولد نوزادان<sup>۱۲</sup> و گواتر<sup>۱۳</sup> حذف گردد. در ایران استاندارد نیترات در آب آشامیدنی  $45 \text{ mg/L}$  است، در حالی که در بسیاری از کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا، کانادا، حداکثر غلظت مجاز  $10 \text{ mg/L}$  را بر حسب نیترات توصیه می‌کند.<sup>۱۴</sup> با توجه به اثرات نامطلوب این آلاینده، روش‌های مختلفی جهت حذف آن بکار می‌رود که عبارتند از: فرایندهای دنیتریفیکاسیون شیمیایی، دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی، استفاده از ماکروفت ها، جذب سطحی، فرایندهای غشایی نظیر اسمز معکوس یا نانوفیلتراسیون، الکترودیالیز، تبادل یونی و روش‌های الکتروشیمیایی.<sup>۱۵،۱۶</sup> کاربرد برخی از فرایندهای مذکور جهت حذف نیترات از آب دارای معایبی می‌باشند. به طور مثال فرایندهای اسمز معکوس و تبادل یونی به صورت انتخابی در حذف نیترات عمل نمی‌کنند و نیاز به احیای مداوم محیط دارند. این دو فرآیند تغییر فرم شیمیایی در نیترات ایجاد نمی‌کنند و در نهایت پساب آلوده ای نیز تولید می‌گردد.<sup>۱۷،۱۸</sup> فرایند دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی نیز بیشتر در مورد فاضلاب‌ها انجام گرفته و در فرایندهای تصفیه آب به دلیل نیاز به سوبسترای آلی و هم چنین نگهداری زیاد سیستم نامطلوب می‌باشد. بعلاوه لجن بیولوژیکی حاصله نیاز به تصفیه و دفع دارد. به طور کلی روش‌های فوق‌الذکر ضمن آن که اثرات احتمالی جانبی بر روی آب دارند از نظر اقتصادی نیز بعضاً گران قیمت می‌باشند.<sup>۱۹،۲۰</sup> در حال حاضر جذب بهترین روش برای حذف نیترات به خاطر کم هزینه بودن سادگی و راهبری

آسان مورد توجه قرار گرفته است.<sup>۱۱</sup> در همین رابطه مطالعات زیادی در دنیا برای جایگزین جاذب‌های ارزان‌تر انجام شده است که در برخی موارد سودمند بوده است و می‌تواند با رزین‌ها رقابت کند. کیتوزان یکی از جاذب‌های پلیمری است که از پوسته سخت پوستان دریایی به دست می‌آید. پلیمرهای کتین و کیتوزان آمینو پلی ساکاریدهای طبیعی هستند که دارای ساختار منحصر به فرد، کارکردهای پیچیده و کاربردهای گسترده در بیوتکنولوژی و حوزه‌های صنعتی هستند. ویژگی‌های مثبت آن نظیر قابلیت رقابت زیستی عالی، زیست تجزیه‌پذیری و ایمنی کاری در محیط، سمیت کم و خاصیت‌های ضد میکروبی منجر به توجه روز افزون به این ترکیبات جهت کاربرد زیست محیطی شده است. از طرف دیگر کیتوزان به علت دارا بودن پیوندهای هیدروژنی با ساختار شبه کریستالی دارای خاصیت انحلال پذیری پایین می‌باشد که از مزیت‌های دیگر آن بشمار می‌آید. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی کارایی روش جذب سطحی با استفاده از کیتوزان به عنوان جاذب در حذف نیترات از منابع آب و تعیین اثر پارامترهای مختلف (pH، زمان تماس، تأثیر غلظت جاذب و غلظت اولیه نیترات) بر آن می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه تجربی کاربردی می‌باشد که به منظور حذف نیترات با استفاده از کیتوزان در شرایط دمای محیط طراحی و در مقیاس آزمایشگاهی و به صورت سیستم بسته انجام شد. محلول‌های سنتتیک با استفاده از آب دو بار تقطیر و نیترات پتاسیم (ساخت شرکت Merck آلمان) جهت آماده سازی محلول حاوی نیترات تهیه گردید. به منظور بررسی کارایی کیتوزان با استفاده از آب آشامیدنی شهری، نیترات با غلظت‌های متفاوت به نمونه‌ها اضافه گردید. جهت تنظیم pH از هیدروکسید سدیم (NaOH)  $1 \text{ M}$  و اسید هیدروکلریک (HCl)  $1 \text{ M}$  ساخت شرکت Merck آلمان و به وسیله یک

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| ۲۲۰ | قلیائیت کل                        |
| ۲۹۲ | سختی کل (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) |

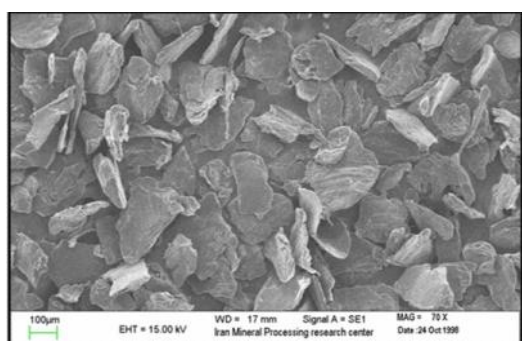
## یافته‌ها

### تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی مورد مطالعه

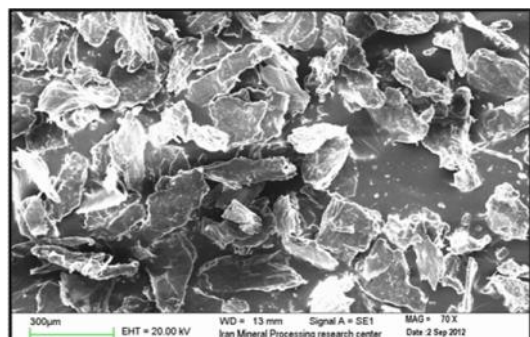
اندازه گیری کمی کیفیت آب، قبل از کنترل آلودگی امری ضروری است. در جدول ۱ غلظت ناخالصی‌هایی مانند نیترات، سولفات و یون کلرور و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دیگر آب شرب مورد مطالعه، ارائه شده است

### تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی کیتوزان

تصاویر میکروسکوپ الکترونی از کیتوزان قبل و بعد از جذب نیترات به ترتیب در شکل (۱) و (۲) در بزرگنمایی ۷۰ ارائه شده است. نمودار (۱) پراش پرتو ایکس (XRF) کیتوزان را نشان می‌دهد.



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی کیتوزان قبل از فرآیند جذب

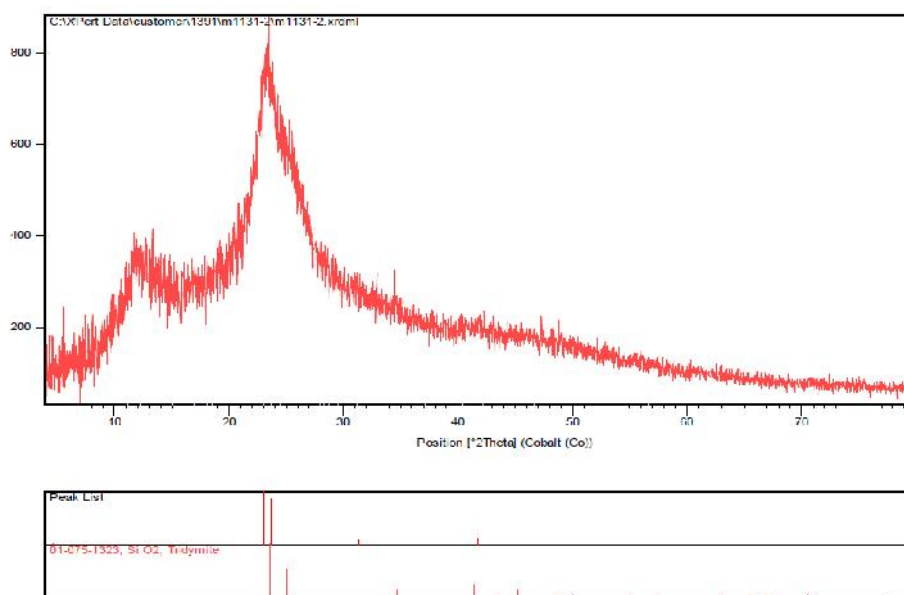


شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی کیتوزان بعد از فرآیند جذب

pH متر (Metrohm 827 pH lab, Switzerland) در محدوده بین ۳ تا ۱۰ تنظیم گردید. با استفاده از روش یک پارامتر در زمان (one factor at a time)، تأثیر زمان (۰ تا ۱۲۰ دقیقه)، جاذب کیتوزان (۰/۵ تا ۲۰ گرم در لیتر)، تأثیر غلظت اولیه نیترات (۲۵ تا ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر)، بر راندمان حذف آن با سرعت ۱۴۰ دور در دقیقه بررسی گردید. برای سنجش غلظت نیترات باقیمانده، از روش اسپکتروفتومتری ماورای بنفش توسط دستگاه DR ۵۰۰۰ در طول موج ۲۲۰ نانومتر استفاده شد. کلیه آزمایشات سنجش نیترات مطابق روش آزمایش 4500-NO<sub>3</sub>- کتاب روش های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد.<sup>۱۶</sup> لازم به ذکر است که جهت کاهش خطا و بالا رفتن دقت، آزمایشات حداقل ۲ بار تکرار شد و در نهایت از داده‌ها میانگین گرفته شد. به منظور بررسی رابطه بین داده‌های بدست آمده از نرم افزار Excel استفاده شد.

### جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی مورد مطالعه

| ۷/۴۵   | pH                                           |
|--------|----------------------------------------------|
| ۲۱/۹   | درجه حرارت (°C)                              |
| ۷۴/۴۷۷ | کلرور                                        |
| ۰/۱۳   | کلر باقیمانده                                |
| ۰/۰۸   | کدورت                                        |
| -۱     | (mΩ) Res                                     |
| ۱۵۳۳   | (µs) SAL                                     |
| ۹۲۱    | (mg/l)TDS                                    |
| ۱۵۳۱   | (µs)EC                                       |
| ۰/۰    | فسفات                                        |
| ۲۷     | نیترات                                       |
| ۱۶۸/۳  | سولفات (mg/l)                                |
| ۶۳/۲۵  | اسیدیته (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) فنل فتالین |
| ۰/۰    | متیل اورانژ                                  |
| ۶۳/۲۵  | اسیدیته کل                                   |
| ۰      | فنل فتالین (mg/l CaCO <sub>3</sub> )         |
| ۲۲۰    | متیل اورانژ                                  |

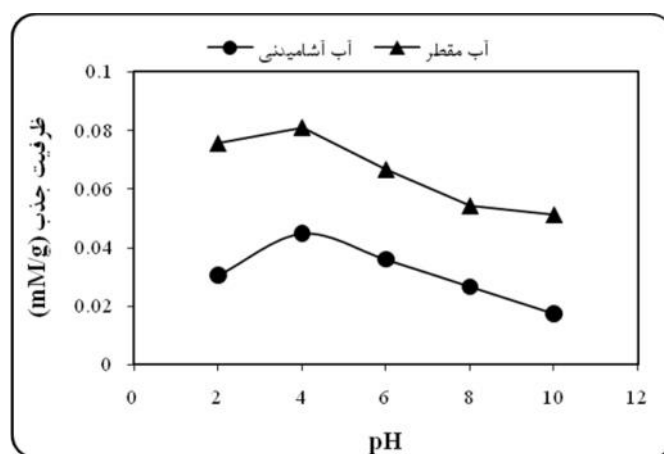


نمودار ۱: پراش پرتو ایکس (XRF) کیتوزان

انجام شد. همچنین تأثیر زمان تماس، مقدار جاذب، pH و غلظت اولیه نیترات بر میزان جذب آن با استفاده از جاذب مورد بررسی قرار گرفت.

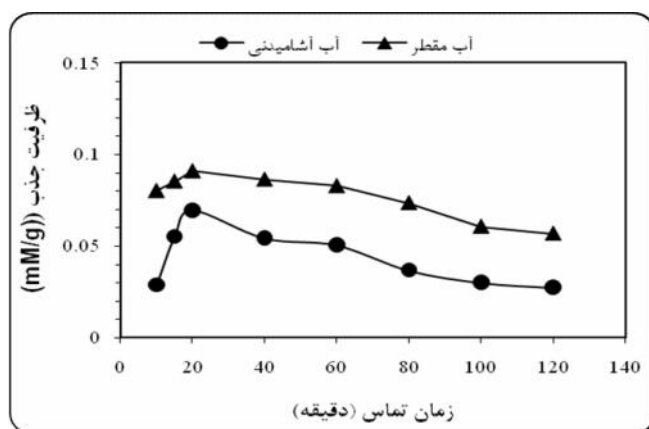
## تعیین میزان کارایی کیتوزان در حذف نیترات از محلول‌های آبی در مرحله ناپیوسته

به منظور بررسی میزان کارایی کیتوزان در حذف نیترات از محلول‌های آبی مطالعات در مرحله ناپیوسته و بصورت دوغابی

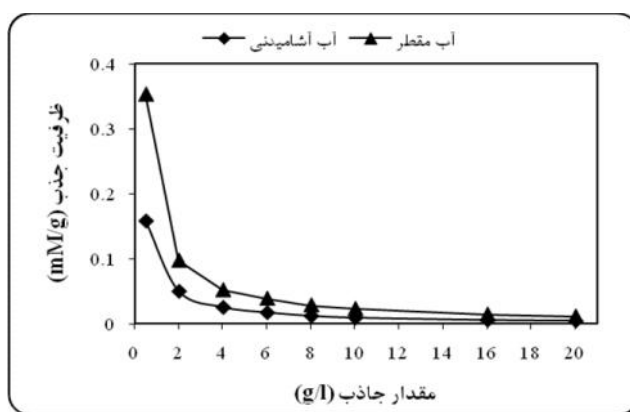


نمودار ۲: تأثیر pH بر ظرفیت جذب کیتوزان در حذف آلانده نیترات (در شرایط غلظت نیترات برابر با ۵۰ mg/l، غلظت جاذب کیتوزان برابر با ۲ g/l و زمان واکنش ۱۰ دقیقه)

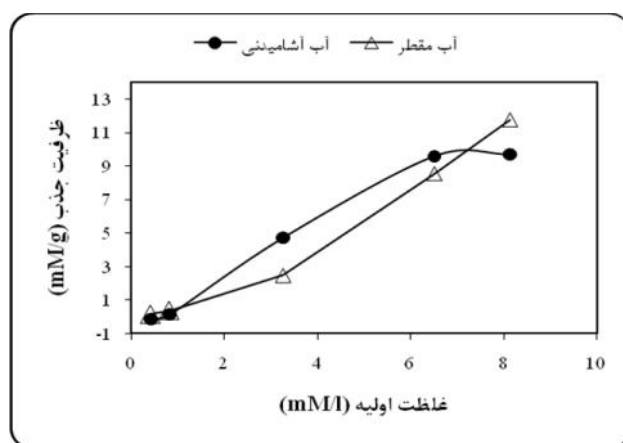
مقایسه عملکرد کیتوزان بعنوان جاذب در حذف نیترات از محلول آبی سنتتیک و آب آشامیدنی شهری



**نمودار ۳:** تأثیر زمان تماس بر ظرفیت جذب کیتوزان در حذف آلاینده نیترات (در شرایط غلظت اولیه نیترات برابر با  $50 \text{ mg/l}$ ،  $\text{pH}=4$  و غلظت جاذب کیتوزان برابر با  $2 \text{ g/L}$ )



**نمودار ۴:** تأثیر مقدار جاذب بر ظرفیت جذب کیتوزان در حذف آلاینده نیترات (در شرایط غلظت اولیه نیترات برابر با  $50 \text{ mg/l}$ ،  $\text{pH}=4$  و زمان واکنش ۲۰ دقیقه)



**نمودار ۵:** تأثیر غلظت اولیه آلاینده بر ظرفیت جذب کیتوزان در حذف آلاینده نیترات (در شرایط  $\text{pH}=4$ ، غلظت جاذب کیتوزان برابر با  $0.5 \text{ g/l}$  و زمان واکنش ۲۰ دقیقه)

## بحث و نتیجه گیری

بر اساس جدول ۱، میزان نیترات در آب شرب برابر با ۲۷ میلی گرم در لیتر بر حسب نیترات می باشد که در مقایسه با استاندارد ایران (۴۵ mg/L) در وضعیت نسبتاً خوبی قرار دارد. اما با توجه به سختی کل  $292 \text{ mg/l CaCO}_3$ ، این آب در دسته آب های سخت طبقه بندی می شود. غلظت یون های مهم مانند سولفات و کلرور نیز به ترتیب برابر با  $168/3$  و  $74$  بود. آزمایش پراش پرتو ایکس نشان داد که نمونه کیتوزان تقریباً آمورف است و ترکیبات قابل شناسایی در آن فقط تری‌دی‌میت ( $\text{SiO}_2$ ) است. وجود یون های سیلیس در این جاذب باعث ایجاد مکان های جذب قابل توجه می باشد. از آنجا که لایه های سیلیکاتی دارای بار منفی می باشند. در نتیجه این بار می تواند عامل مؤثری در جذب کاتیون نیترات با بار مثبت محسوب شود. جهت شناسایی ویژگی های فیزیکی جاذب مانند اندازه دانه ها، اندازه تخلخل و توزیع آن و بررسی زبری و میزان ناصافی سطح جاذب، از میکروسکوپ الکترونی استفاده گردید. با توجه به تصاویر SEM کیتوزان مواد تشکیل دهنده آن بصورت متراکم و توده ای بوده که منجر به ایجاد سطحی ناصاف نموده و سطحی متخلخل و دارای منافذ را ایجاد نموده اند.

نتایج مطالعه صورت گرفته بر روی جذب نیترات نشان داده است که pH تأثیر قابل توجهی بر فرآیند جذب دارد. در این پژوهش اثر pH بر روی ظرفیت تعادلی جذب نیترات در محدوده pH اولیه ۱۰-۲ مورد مطالعه قرار گرفت (نمودار ۲). pH بهینه اولیه برای حذف نیترات ۴ بدست آمد. همچنین بیشترین ظرفیت جذب در pH ۴ برای آب مقطر و آشامیدنی به ترتیب معادل  $0/08$  و  $0/045$  میلیگرم بر گرم جاذب بدست آمده است و با افزایش pH راندمان حذف نیترات با استفاده از کیتوزان در آب شرب نسبت به آب مقطر کاهش یافت و از  $48\%$  به  $39\%$  رسید. به نظر می رسد که ناخالصی های موجود در آب بر راندمان عملکرد کیتوزان در حذف نیترات تأثیر

می گذارد. بطوریکه سولفات و یون کلرور یکی از تداخلگرهای اصلی حذف نیترات از محلول های آبی می باشند. نتایج بدست آمده با مطالعات صورت گرفته مطابقت دارد بطوری که مطالعات نشان داده اند با کاهش pH راندمان حذف نیترات با استفاده از کیتوزان افزایش یافته است. که این بعلت افزایش برخورد الکترواستاتیکی بین یون های نیترات با بار منفی و گروه آمینی با بار مثبت می باشد. بار سطحی کیتوزان در pH اسیدی دارای بار مثبت می باشد و با افزایش pH بار مثبت کاهش می یابد که باعث کاهش راندمان حذف نیترات می گردد<sup>۱۷</sup>.

با توجه به اینکه فرآیندهای جذب از نوع واکنش تعادلی هستند، بنابراین زمان تماس در پیشرفت واکنش نقش دارد و همچنین واکنش تا رسیدن به تعادل پیش می رود. طبق نتایج بدست آمده در نمودار ۳ با افزایش زمان از ۱۵ دقیقه به ۲۰ دقیقه راندمان جذب افزایش می یابد ولی پس از ۸۰ دقیقه راندمان حذف ثابت و بعد از ۱۰۰ دقیقه کاهش می یابد. که در نتیجه رسیدن به زمان تعادل و یا واجذب نیترات می باشد. بطوریکه در ۲۰ دقیقه و  $\text{pH}=4$  راندمان حذف نیترات از آب مقطر و آشامیدنی به ترتیب معادل  $50$  و  $45$  درصد می باشد و در زمان های بعدی تغییرات ناچیز می باشد. افزایش راندمان در زمان های اولیه بعلت سطح بستر بزرگتر در دسترس جاذب می باشد اما بعد از رسیدن به زمان تعادل محل های خالی سطح جاذب اشغال شده و راندمان کاهش می یابد. همچنین این نمودار نشان می دهد که راندمان حذف نیترات از آب شرب کمتر از آب مقطر می باشد. بنظر می رسد ناخالصی های موجود در آب آشامیدنی سبب کاهش راندمان حذف این آلاینده می شود.

در فرآیندهای جذب آزمایشات متعدد توسط محققان مختلف با استفاده از مواد جاذب گوناگون نشان داده است که افزایش مقدار جاذب یکی از پارامترهای مؤثر در افزایش راندمان جذب است چرا که با افزایش مقدار جاذب سطح تبدالی موجود برای جذب تعادلی که در اختیار ماده جذب

\* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران  
ایمیل: dr.noorisepehr@gmail.com

شونده است افزایش می‌یابد<sup>۱۸</sup>. با توجه به نتایج بدست آمده اگرچه با افزایش مقدار جاذب از ۰/۵ به ۲۰ گرم بر لیتر راندمان حذف نیترات افزایش یافته است، اما راندمان قابل ملاحظه نمی‌باشد، به طوری که راندمان حذف از ۵۰ درصد به ۵۶ درصد برای آب سنتتیک و از ۳۸ به ۴۰ درصد برای آب آشامیدنی افزایش می‌یابد. کیتوزان قادر است با غلظت ۰/۵ گرم بر لیتر مقدار نیترات با غلظت اولیه (۵۰mg/l) را به زیر حد رهنمودی استاندارد ملی (۲۶ mg/l) برساند.

غلظت اولیه آلاینده از جمله مواردی است که می‌تواند عمل جذب را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین مکانیسم حذف آلاینده به غلظت اولیه آن بستگی دارد. در غلظت‌های پایین مواد آلاینده در محل‌های ویژه جذب می‌شوند، در حالیکه با افزایش غلظت محل‌های ویژه اشباع شده و آنها در محل‌های تبادلی جذب می‌شوند و با افزایش غلظت، راندمان حذف نیز افزایش می‌یابد<sup>۱۹</sup>. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش با افزایش غلظت اولیه نیترات، ظرفیت جذب نیز افزایش یافته است. عبارت دیگر مقدار فلز جذب شده به ازای وزن جاذب ( $q_e$ ) افزایش یافته بطوریکه برای آب سنتتیک از غلظت ۲۵۰ به ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر،  $q_e$  از ۰/۱۶ به ۱۱/۷۵ و برای آب آشامیدنی از ۰/۱۲- به ۹/۶ میلی مول بر گرم رسیده است. راندمان پایین حذف در غلظت‌های پایین به نظر می‌رسد بعلت تماس ضعیف نیترات با جاذب می‌باشد.

داده‌های آزمایشات ایزوترم جذب، آنالیز این داده‌ها و تعیین مدل ایزوترم جذب برای طراحی واحدهای فرآیندی جذب لازم می‌باشد. برای مدلسازی ایزوترم جذب از معادلات ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ استفاده شد. با توجه به جدول پارامتر  $R^2$  نتیجه گیری می‌شود که ایزوترم جذب نیترات از مدل لانگمویر تبعیت نموده ( $R^2 > ۰/۹۳$ ). با توجه به معادله زیر

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0}$$

مقدار  $R_L < ۱$  بدست آمده است که نشان دهنده ایزوترم

مطلوب می‌باشد. در معادله فروندلیچ  $K_F$  ظرفیت جذب و  $n$  وضعیت جذب و همچنین شکل منحنی را نشان می‌دهد، بطوریکه هر چه  $K$  بزرگتر باشد، نشان دهنده بالا بودن ظرفیت جذب جاذب برای جذب شونده می‌باشد، حال آنکه اگر  $n$  بین ۲ تا ۱۰ باشد نشان دهنده وضعیت خوب جذب است و حاکی از خوب و مطلوب بودن شکل منحنی است و چنانچه بین ۱ تا ۲ باشد وضعیت جذب، معمولی و شکل منحنی خطی است و کمتر از ۱ وضعیت جذب ضعیف و شکل منحنی نامطلوب است<sup>۱۹</sup>. ظرفیت جذب ( $K_F$ )، بدرستی داده‌های جذب را در حالت عملی توصیف می‌کند و می‌توان بر اساس آن ظرفیت جذب کیتوزان را برای نیترات مورد بررسی قرار داد، بر اساس مقدار  $K_F$ ، ظرفیت جذب کیتوزان بطور متوسط (۲/۴۵ L/mM) می‌باشد. با توجه به اینکه فرآیند جذب از معادله لانگمویر پیروی می‌کند، از پارامترهای بدست آمده از معادله مذکور به منظور بررسی وضعیت جذب با استفاده از کیتوزان استناد می‌نمائیم. به طور کلی، راندمان فرایند جذب سطحی با استفاده از کیتوزان در حذف نیترات از آب مقطر بیشتر از آب آشامیدنی بود. زیرا که ناخالصی‌های موجود در آب بخصوص یون‌های سولفات و کلرور بر راندمان عملکرد کیتوزان در حذف نیترات تأثیر می‌گذارند و باعث کاهش راندمان حذف نیترات می‌شوند. به عبارت دیگر فرایند جذب سطحی با استفاده از کیتوزان می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب به هنگام طراحی و انتخاب روش حذف نیترات جهت دستیابی به استانداردهای زیست محیطی مد نظر قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه علوم پزشکی البرز به شماره طرح ۵۵۱۲/دع برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

- Schick J, Caullet P, Paillaud J-L, Patarin J, Mangold-Callarec C. Batch-wise nitrate removal from water on a surfactant-modified zeolite. *Microporous and Mesoporous Materials* 2010;132:395-400.
- Maia MP, Rodrigues MA, Passos FB. Nitrate catalytic reduction in water using niobia supported palladium-copper catalysts. *Catalysis today* 2007;123:171-6.
- Ayyasamy PM, Shanthi K, Lakshmanaperumalsamy P, Lee S-J, Choi N-C, Kim D-J. Two-stage removal of nitrate from groundwater using biological and chemical treatments. *Journal of bioscience and bioengineering* 2007;104:129-34.
- Sooknah RD, Wilkie AC. Nutrient removal by floating aquatic macrophytes cultured in anaerobically digested flushed dairy manure wastewater. *Ecological Engineering* 2004;22:27-42.
- Rodríguez-Maroto J, García-Herruzo F, García-Rubio A, Gómez-Lahoz C, Vereda-Alonso C. Kinetics of the chemical reduction of nitrate by zero-valent iron. *Chemosphere* 2009;74:804-9.
- Li J, Li Y, Meng Q. Removal of nitrate by zero-valent iron and pillared bentonite. *Journal of hazardous materials* 2010;174:188-93.
- Mohseni-Bandpi A, Elliott D. Nitrate removal from groundwater using an anoxiaerobic rotating biological contactor. *Water Science and Technology* 1996;34:323-30.
- Malberg J, Savage E, Osteryoung J. Nitrates in drinking water and the early onset of hypertension. *Environmental Pollution* 1978;15:155-60.
- Cantor KP. Drinking water and cancer. *Cancer Causes & Control* 1997;8:292-308.
- van Maanen J, van Dijk A, Mulder K, de Baets MH, Menheere PC, van der Heide D, et al. Consumption of drinking water with high nitrate levels causes hypertrophy of the thyroid. *Toxicology letters* 1994;72:365-74.
- Rao P, Puttanna K. Nitrates, agriculture and environment. *Current Science* 2000;79:116.
- DORSCH MM, SCRAGG RK, MCMICHAEL AJ, BAGHURST PA, DYER KF. Congenital malformations and maternal drinking water supply in rural South Australia: a case-control study. *American Journal of Epidemiology* 1984;119:473-86.
- Seffner W. Natural water contents and endemic goiter--a review]. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin= International journal of hygiene and environmental medicine* 1995;196:381.
- Kawamura S. Integrated design and operation of water treatment facilities: John Wiley & Sons Incorporated; 2000.
- Pintar A, Batista J, Levec J. Integrated ion exchange/catalytic process for efficient removal of nitrates from drinking water. *Chemical engineering science* 2001;56:1551-9.
- Andrew D. Standard methods for the examination of water and wastewater: none; 2005.
- Chatterjee S, HanWoo S. The removal of nitrate from aqueous solutions by chitosan hydrogel beads. *j Hazar Mater* 2009;164:1012-8.
- Jaafarzadeh N, Amiri H, Ahmadi M. Factorial experimental design application in modification of volcanic ash as a natural adsorbent with Fenton process for arsenic removal. *Environmental technology* 2012;33:159-65.
- Jaafarzadeh N, Ahmadi M, Amiri H, Yassin MH, Martinez SS. Predicting Fenton modification of solid waste vegetable oil industry for arsenic removal using artificial neural networks. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 2012;43:873-8.

## Comparision of Chitosan Function as Adsorbent for Nitrate Removal Using Synthetic Aqueous Solution and Drinking Water

Mohammad Noori Sepehr<sup>1\*</sup>, Somayeh Golbaz<sup>1</sup>, Sahand Jorfi<sup>2</sup>

1. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Alborz University of Medical Sciences, karaj, Iran

2. Department of environmental health engineering, faculty of health, Jondi Shapor University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

\*E-mail: [dr.noorisepehr@gmail.com](mailto:dr.noorisepehr@gmail.com)

Received: 2 Oct. 2013 ; Accepted: 19 Dec. 2013

### ABSTRACT

**Background & Objectives:** Nitrate and nitrite compounds pollution of groundwater resources in recent years which recently their mean concentration due to enhancement of different kind of municipal, industrial and agriculture waste water, were increased. The most common source of nitrates entering the water include chemical fertilizers and animal manure in agriculture, septic tank effluent, wastewater, wastewater treatment plants, animal and plant residue analysis on the ground of non-sanitary disposal of solid waste and the use of absorbing wells for sewage disposal.

**Materials and methods:** This experimental study is applied to the nitrate removal using chitosan in laboratory scale at ambient temperature and the design of the system was Batch. Effects of parameters such as pH, contact time, initial concentration and adsorbent concentration of nitrate on nitrate removal from aqueous solution was studied.

**Results:** Function of chitosan in synthetic aqueous solution and drinking water according to the slurry system results, the optimum condition was obtained at pH=4, 20 min contact time and increasing the initial concentration of nitrate enhance the adsorption capacity of chitosan. Also optimum dosage of adsorbent was obtained at 0.5 g/l. The data obtained from the experiments of adsorbent isotherm were analyzed using Langmuir and Freundlich isotherm models. The Langmuir equation was found to be the best fitness with the experimental data ( $R^2 > 0.93$ ).

**Conclusion:** Although efficiency of Nitrate removal in synthetic aqueous solution was better than drinking water, adsorption process using chitosan as an option for the design and selection nitrate removal should be considered in order to achieve environmental standards.

**Key words:** Chitosan, Nitrate, Adsorbtion, Isotherm, Drinking water