

## حذف نیترات از آب با استفاده از جاذب گرانول هیدروکسید فریک

حسن ایزانلو<sup>۱</sup>، طیبه رحیمی<sup>۲</sup>، محمدحسن محمودیان<sup>۳</sup>، محمد خزائی<sup>۴</sup>، زینب یآوری<sup>۵</sup>،  
علیرضا عسگری<sup>۶</sup>، نجمه واعظی<sup>۶</sup>

### چکیده

**مقدمه:** یکی از منابع عمده آلودگی آب آشامیدنی، نیترات است. اگر غلظت نیترات بالاتر از حد استاندارد ( $45 \text{ mgL}^{-1}$ ) بر حسب نیترات) باشد؛ مصرف این آب سبب بروز بیماری متهموگلوبینی در کودکان می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی میزان جذب نیترات روی گرانول هیدروکسید فریک (GFH) می‌باشد. همچنین در این مطالعه، میزان تأثیر فاکتورهایی مانند غلظت اولیه نیترات، زمان تماس، جرم و اندازه ذرات جاذب در ظرفیت جذب تعیین شد.

**روش‌ها:** این مطالعه بنیادی است و در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد که در آن محلول‌های سینتیک نیترات در یک راکتور ناپیوسته در تماس با جاذب قرار داده شد تا سینتیک جذب، مدل شود.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهند که با افزایش غلظت اولیه نیترات، ظرفیت جذب در زمان کوتاه ۲ تا ۳ دقیقه به بیشترین حد می‌رسد. ظرفیت جذب، با افزایش مقدار و کاهش اندازه ذرات جاذب کاهش می‌یابد. همچنین سینتیک جذب از الگوی واکنش‌های درجه دو کاذب پیروی می‌کرد.

**نتیجه‌گیری:** نیترات با این روش حذف، می‌تواند به زیر حد استاندارد ( $45 \text{ mgL}^{-1}$  بر حسب نیترات) برسد. بهره‌برداری آسان و ظرفیت جذب بالای GFH، از مزایای به کارگیری این روش حذف است.

**واژه‌های کلیدی:** GFH، گرانول هیدروکسید آهن، جذب سطحی، نیترات.

### نوع مقاله: تحقیقی

پدیرش مقاله: ۱۹/۷/۲

دریافت مقاله: ۱۹/۵/۲۳

### مقدمه

می‌تواند به راحتی به وسیله آبیاری، بارندگی یا ذوب شدن برف و یخ از خاک‌ها و صخره‌ها عبور کند و در نهایت به آب‌های زیرزمینی برسد. منابع دیگر آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی شامل پساب‌ها، فاضلاب‌ها و فضولات حیوانی هستند. از سوی

یکی از منابع عمده آلودگی آب آشامیدنی، نیترات است. نیترات برای ادامه حیات گیاهان یک منبع اولیه محسوب می‌شود و به صورت کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار مصرف می‌شود. این آلودگی زمانی رخ می‌دهد که این ترکیب بیشتر از مقدار جذب شده به وسیله گیاهان در خاک وجود داشته باشد. مازاد نیترات

۱- استادیار، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۲- کارشناس مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۳- مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۵- مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران.

۶- کارشناس مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: nvaezi.11@gmail.com

دیگر، چرخه نیترات‌سازی در شهرهایی که دفع نادرست فاضلاب به طریق چاه‌های جذبی صورت می‌گیرد، همچنان ادامه دارد و مشکل تولید پیوسته نیترات و انتشار آن به آب‌های زیرزمینی را سبب می‌گردد.

غلظت بالای نیترات در منابع آب آشامیدنی یک خطر جدی محسوب می‌شود که مقدار آن در آب‌های سطحی، پایین و در آب‌های زیرزمینی (چاه‌ها)، بیشتر است و در برخی موارد ممکن است غلظت آن از حد مجاز و قابل قبول سازمان بهداشت جهانی ( $45 \text{ mgL}^{-1}$  بر حسب نیترات) بالاتر باشد.

اگر غلظت نیترات بالا تر از حد استاندارد ( $45 \text{ mgL}^{-1}$  بر حسب نیترات) باشد در این صورت مصرف چنین آبی برای کودکان (به خصوص کمتر از سه ماه) مخاطره‌آمیز است و سبب بروز نوعی بیماری تحت عنوان متهموگلوبینمی می‌شود. وجود آهن سه ظرفیتی در هموگلوبین سبب می‌شود قابلیت پیوند اکسیژن با آهن کاهش یابد و در نتیجه ظرفیت اکسیژن‌رسانی به بافت‌های بدن کاهش یابد و باعث آبی رنگ شدن پوست بدن بچه‌ها شود که اصطلاحاً به این بیماری، بچه آبی (Blue baby) نیز گفته می‌شود. در بزرگسالان به دلیل اسیدی بودن pH معده، شرایط برای احیای میکروبی نیترات به نیتريت فراهم نمی‌شود، به همین دلیل این بیماری مختص کودکان است (۱).

روش‌های متعدد شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی به منظور حذف نیترات وجود دارند (تبادل یون، دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی، احیای شیمیایی، اسمز معکوس و الکترودیالیز) (۲). یکی از روش‌های حذف نیترات از آب، جذب سطحی است. تاریخچه مطالعه و کاربرد جاذب‌ها در تصفیه آب و فاضلاب سابقه طولانی دارد به گونه‌ای که استفاده از جاذب‌ها در واحدهای تصفیه در آمریکا به سال ۱۸۸۳ باز می‌گردد. در سال ۱۹۲۰ در شیکاگو به منظور کنترل بوی ناشی از کلروفیل، از جاذب کربن فعال به صورت پودری استفاده می‌شد. از جاذب‌ها می‌توان به رزین، کربن فعال، رس، زئولیت، خاکستر فعال، پوست درختان کاج و گرد و ... اشاره کرد (۳).

گرانول هیدروکسید آهن GFH نیز ماده‌ای است که به عنوان جاذب جهت حذف برخی از آلاینده‌ها استفاده می‌شود. در مطالعه‌ای نشان داده شد که GFH ظرفیت بالایی در جذب کروم شش ظرفیتی در  $\text{pH} \leq 7$  و زمان تماس ۹۰ دقیقه دارد. به گونه‌ای که حداکثر ظرفیت جذب  $\text{mg/g GFH}$   $\text{Cr}^{+6}$  ۰/۷۸۸ است و جذب آن از رابطه ایزوترم فروندلیچ پیروی می‌کند (۴). در مطالعه دیگری با استفاده از گرانول هیدروکسید آهن مشخص شد که ذرات بزرگ NOM (بیشتر فولیک اسید)، به خوبی جذب GFH می‌شوند، اما جذب ذرات مولکولی کوچکتر به خوبی صورت نمی‌گیرد. همچنین مطالعات سینتیک نشان داد که در آغاز ذرات کوچکتر و متوسط فولیک اسید حذف می‌شوند و این تعادل به شدت وابسته به pH است و قدرت یونی تأثیر کمی بر آن دارد (۵). با استفاده از GFH، جذب فلوراید توسط Tang و همکاران مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که جذب فلوراید با GFH، در ابتدا به سرعت انجام می‌شود و سپس از سرعت آن کاسته می‌شود. در محدوده pH ۲ تا ۱۱، موازنه جذب تحت تأثیر قدرت یونی قرار نمی‌گیرد، اما در کل تحت تأثیر pH است. بیشترین جذب در pH ۳-۶/۵ انجام می‌شود. جذب فلوراید از رابطه ایزوترم فروندلیچ پیروی می‌کند. توالی آنیون‌های اصلی که سبب کاهش جذب فلوراید می‌شوند به صورت  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{H}_2\text{PO}_4^-$  است (۶). در مطالعه مشابه‌ای جذب ارسنات مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که ارسنات هنگامی بیشترین جذب را دارد که غلظت (v) As کمتر از  $500 \text{ mg}$  و غلظت جاذب  $\text{g/L GFH}$  ۱۰۰ باشد (۷). روند حذف ارسنات از رابطه ایزوترم فروندلیچ پیروی می‌کند و pH بهینه، ۷ می‌باشد (۸).

کارایی جذب GFH و هزینه‌های به نسبت پایین آن در مقایسه با روش‌های دیگر، ممکن است پژوهشگران را به سوی استفاده از این ماده به عنوان جاذب سوق دهد. مطالعه حاضر جذب نیترات روی GFH را بررسی می‌کند. همچنین، تأثیر برخی فاکتورها مانند سینتیک جذب، غلظت اولیه نیترات، اندازه ذرات جاذب و اثر جرم جاذب بر فرایند جذب

## آزمایش‌ها

آزمایش‌های جذب با GFH با قطر کمتر از ۱ mm، با حجم ثابت ۵۰ mL و با غلظت‌های اولیه ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و mg  $\text{NO}_3^-/\text{L}$  انجام شدند تا غلظت اولیه بهینه مشخص شود. برای تعیین میزان بهینه جرم جاذب، آزمایش با جرم‌های مختلف GFH به ترتیب ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵ و ۳/۷۵ با حجم ثابت ۵۰ mL از محلول نیترات با غلظت بهینه به دست آمده از مرحله قبل، انجام شد. برای بررسی تأثیر اندازه ذرات جاذب بر فرایند جذب، آزمایش در سه دامنه اندازه GFH، به ترتیب  $1\text{ mm} >$ ،  $420\text{ }\mu\text{m} <$  اندازه  $177\text{ }\mu\text{m} <$  و  $177\text{ }\mu\text{m} <$  در غلظت اولیه و جرم جاذب بهینه به دست آمده روی حجم ثابت ۵۰ mL از محلول ادامه یافت. سه دامنه اندازه GFH با الک‌های شماره ۴۰ ( $420\text{ }\mu\text{m}$ ) و ۸۰ ( $177\text{ }\mu\text{m}$ ) تعیین شد. سرانجام فرایند جذب در شرایط بهینه به دست آمده از مراحل قبل در زمان‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۳، ۴ و ۵ دقیقه بررسی شد تا زمان بهینه جذب محاسبه شود. در تمام آزمایش‌ها، نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰ rpm مخلوط شدند. همه نمونه‌ها از کاغذ صافی واتمن  $0/45\text{ }\mu\text{m}$  عبور داده شدند سپس با اسپکتروفتومتر DR ۴۰۰۰ از شرکت HACH آلمان در طول موج ۲۲۰ nm خوانده شدند. (۱)

از معادله ۱ و ۲ برای محاسبه میلی گرم نیترات جذب شده بر روی یک گرم جاذب استفاده شد:

یون‌های نیترات از محلول را مورد بررسی قرار می‌دهد. با توجه به آلوده شدن مکرر آب شرب در جوامع مختلف و مشکلات مرتبط با حذف آن و همچنین گرایش روزافزون به استفاده از منابع آب زیرزمینی، انجام چنین طرحی ضروری به نظر می‌رسد.

## روش‌ها

این مطالعه بنیادی است و به صورت آزمایشگاهی و در مقیاس پایلوت انجام شد. مراحل تهیه، آماده سازی و انجام آزمایشات به شرح زیر ارایه می‌گردد.

## آماده‌سازی گرانول‌های هیدروکسید فریک (GFH)

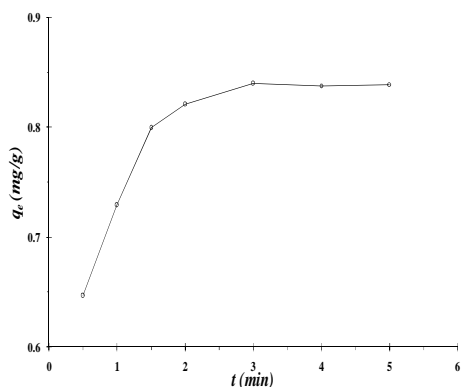
برای آماده‌سازی جاذب، ابتدا گرانول‌های GFH خریداری شده از شرکت آلمانی (Wasserchemie Gmb H and Co.) (KG) با الک مش ۱۸، الک شدند تا اندازه دانه‌های کوچکتر از ۱ mm حاصل شوند. جدول ۱ ویژگی‌های GFH را نشان می‌دهد. سطح ویژه گرانول‌های GFH با استفاده از روش BET تعیین شد. ۹۷ درصد منافذ، بزرگتر از  $4/5\text{ nm}$  هستند (۵). pH نقطه بار صفر (pHPZC) توسط چندین محقق ۸-۷/۵ تعیین شد (۵). پس از شستشو، گرانول‌ها ۲ ساعت در دمای  $105\text{ }^\circ\text{C}$  قرار گرفتند.

## تهیه محلول نیترات

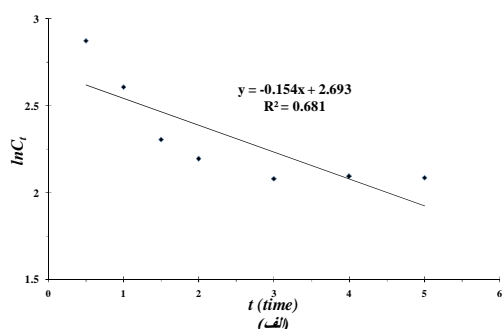
نمونه‌های آب آلوده به نیترات، با نیترات پتاسیم ( $\text{KNO}_3$ ) از شرکت مرک آلمان و آب خالص ساخته شد.

جدول ۱: ویژگی‌های GFH به کار گرفته شده در مطالعه

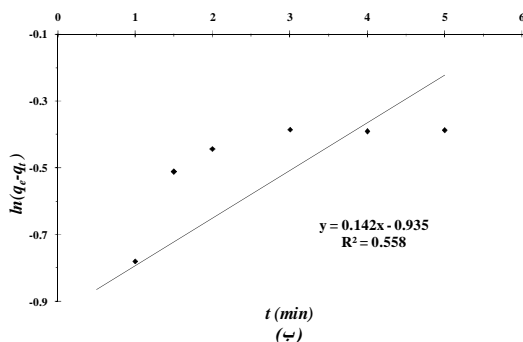
ویژگی	مقدار
سطح ویژه ( $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ )	۲۸۰
اندازه ذرات (mm)	۰/۳۲-۲
حجم آب (درصد)	۴۳-۴۸
چگالی ( $\text{kg m}^{-3}$ )	۱۲۵۰
تخلخل (درصد)	۷۲-۷۷
قیمت (یورو به ازای هر تن)	۴۲۰۰



نمودار ۱: سینتیک جذب نیترات



نمودار ۲: سینتیک خطی جذب نیترات با جاذب گرانول هیدروکسید فریک؛ الف) سرعت درجه اول



نمودار ۳: سینتیک خطی جذب نیترات با جاذب گرانول هیدروکسید فریک؛ ب) سرعت درجه اول کاذب (لاجرگن)

$$q_e = (C_0 - C_t) \times V / m \quad (1)$$

$$q_t = (C_t) \times V / m \quad (2)$$

که در این معادله  $q_e$  مقدار ماده جذب شده بر روی جرم جاذب در شرایط تعادل ( $\text{mg g}^{-1}$ )،  $q_t$  مقدار ماده جذب شده بر روی جرم جاذب در زمان  $t$  ( $\text{mg g}^{-1}$ )،  $C_0$  غلظت اولیه جذب شونده ( $\text{mg L}^{-1}$ )،  $C_t$  غلظت نهایی جذب شونده ( $\text{mg L}^{-1}$ )،  $V$  حجم محلول (L)،  $m$  جرم جاذب (g) می باشند.

سینتیک جذب آنیون ها می تواند با معادله سرعت درجه اول لاجرگن (درجه اول کاذب)، معادله سرعت درجه دوم و معادله سرعت درجه دوم کاذب مدل سازی شود که به ترتیب در روابط ۳ تا ۶ ارایه می شود.

$$\ln C_t = \ln C_0 - k_1 t \quad (3)$$

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - k_2 t \quad (4)$$

$$1 / C_t = 1 / C_0 + k_2 t \quad (5)$$

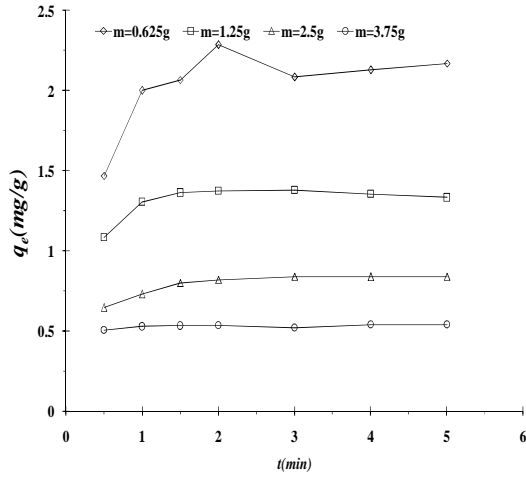
$$t / q_t = 1 / k_2 q_e^2 + (1 / q_e) t \quad (6)$$

که  $k_1$  ثابت واکنش درجه اول ( $\text{min}^{-1}$ )،  $k_2$  ثابت واکنش درجه دوم ( $\text{M}^{-1} \text{min}^{-1}$ )،  $k_2$  ثابت واکنش درجه دوم کاذب ( $\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1}$ ) و  $q_e$  مقدار جذب شونده بر روی جرم جاذب در زمان  $t$  ( $\text{mg g}^{-1}$ ) می باشند.

نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار Excel و ضریب همبستگی، ترسیم و تفسیر گردید.

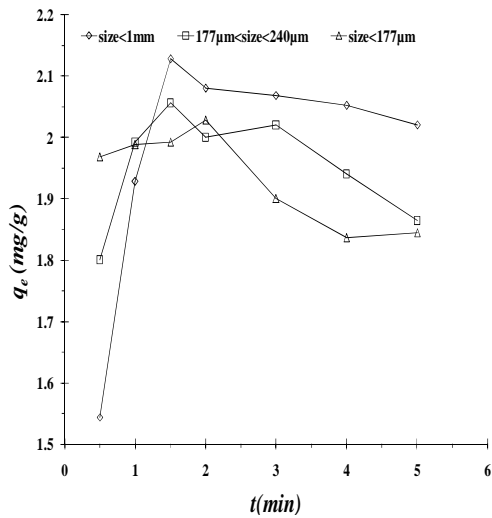
نمودار ۳: نمودار تأثیر غلظت اولیه نیترات روی سینتیک جذب

نیترات توسط GFH



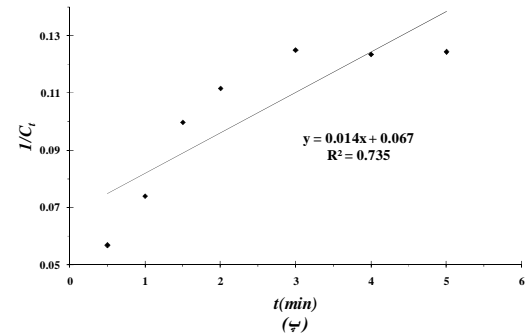
نمودار ۴: تأثیر جرم بر روی سینتیک جذب نیترات توسط GFH

GFH



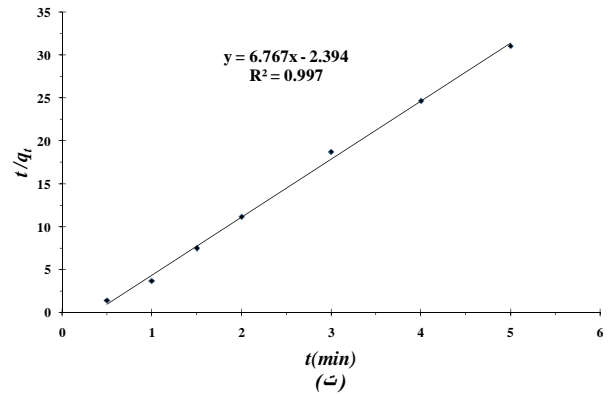
نمودار ۵: تأثیر اندازه ذرات جاذب بر روی سینتیک جذب

نیترات توسط GFH



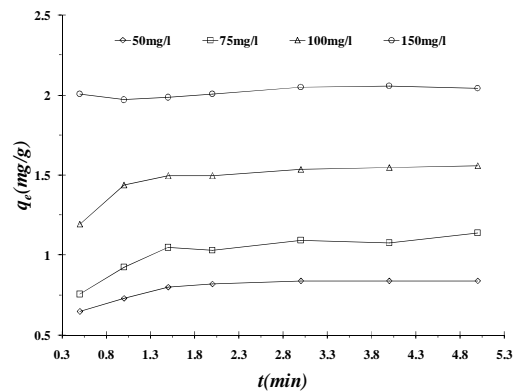
نمودار ۲: سینتیک خطی جذب نیترات با جاذب گرانول

هیدروکسید فریک؛ پ) سرعت درجه دوم



نمودار ۲: سینتیک خطی جذب نیترات با جاذب گرانول

هیدروکسید فریک؛ ت) سرعت درجه دوم کاذب



یافته‌ها

نتایج سینتیک جذب نیترات توسط گرانول هیدروکسید فریک در نمودار ۱، نشان می‌دهند که زمان لازم برای رسیدن به وضعیت تعادل نزدیک ۲-۱/۵ دقیقه است.

سنتیک جذب آنیون‌ها می‌تواند با معادله درجه اول لاجرگرن، معادله درجه دو کاذب و معادله سرعت درجه دو مدل‌سازی شود. نمودار خطی  $\log(q_e - q_t)$  در برابر  $t/q_t$  در برابر  $t$  و  $I/(q_e - q_t)$  در برابر  $t$  در نمودار ۲ الف-ت دیده

می‌شود. مقادیر  $K^*$ ،  $K^L$  و  $k$  از شیب‌های خط‌ها حاصل می‌شود.

نتایج بررسی تأثیر غلظت اولیه نیترات روی سینتیک حذف نیترات از محلول در نمودار ۳ نشان می‌دهند که منحنی‌های به دست آمده شکل یکسانی دارند. با توجه به منحنی‌های رسم شده، غلظت اولیه بهینه  $50 \text{ mg NO}_3^-/\text{L}$  به دست آمد.

تأثیر زمان تماس روی جذب غلظت اولیه  $50 \text{ mg/L}$  از نیترات توسط مقادیر متفاوتی از GFH در نمودار ۴ نشان می‌دهد که با توجه به منحنی جرم بهینه جذب  $0.625 \text{ g}$  می‌باشد.

سطح تماس میان هر جذب و فاز مایعی نقش مهمی در پدیده جذب دارد. نمودار ۵، مجموعه‌ای از منحنی‌های زمان تماس در اندازه‌های متفاوتی از ذرات GFH را نشان می‌دهد. با توجه به منحنی‌های رسم شده، ذرات جذب با قطر کمتر از  $1 \text{ mm}$  به عنوان بهترین اندازه ذرات انتخاب گردید.

#### بحث

##### سینتیک جذب

بر اساس نمودار ۲ الف-ت، مدل سرعت واکنش درجه دو کاذب به خوبی سینتیک جذب نیترات را با ضریب همبستگی ( $R^2 = 0.997$ ) بالا نشان می‌دهد.

##### تأثیر غلظت اولیه نیترات

نمودار ۳ نشان می‌دهد منحنی‌های به دست آمده شکل یکسانی دارند. زمان لازم برای رسیدن به تعادل بر پایه غلظت اولیه نیترات ۳ دقیقه ( $C_0 = 50, 75, 100 \text{ mg/L}$ ) و ۲ دقیقه ( $C_0 = 150 \text{ mg/L}$ ) متغییر است. همچنین مشخص می‌شود که پتانسیل حذف نیترات توسط GFH در غلظت تعادلی با غلظت اولیه نیترات افزایش می‌یابد.

##### تأثیر زمان تماس

بر پایه نمودار ۱ سینتیک حذف نیترات با GFH، منحنی را نشان می‌دهد که ظرفیت بالای حذف نیترات توسط GFH در مدت چند دقیقه ابتدایی تماس میان محلول و جذب و سپس افزایش تا وضعیت تعادل از ویژگی‌های آن است. تقریباً این

گونه می‌توان گفت که حذف یون‌های نیترات در دامنه زمانی کوتاه رخ می‌دهد. زمان لازم برای رسیدن به این تعادل در حدود ۲ تا ۳ دقیقه است و افزایش زمان تماس تا ۵ دقیقه تأثیر قابل توجهی را نشان نمی‌دهد. این مشاهدات با مشاهدات Chabani و همکاران همخوانی دارد (۹).

##### تأثیر جرم جذب

در نمودار ۴ منحنی‌های رسم شده شکل یکسانی دارند و با افزایش مقدار جذب ( $0.625-3/75 \text{ g}$ ) ظرفیت جذب نیترات کاهش پیدا می‌کند. بیشترین مقدار غلظت تعادلی مربوط به کمترین جرم جذب یعنی  $0.625 \text{ g}$  می‌باشد که پس از ۳ دقیقه به وضعیت تعادل می‌رسد. کمترین غلظت تعادلی متعلق به بیشترین جرم جذب یعنی  $3/75 \text{ g}$  می‌باشد که پس از یک دقیقه به وضعیت تعادل می‌رسد.

##### تأثیر اندازه ذرات جذب

منحنی‌های مربوط به اندازه ذرات جذب در نمودار ۵ ارایه شده است. منحنی‌ها شکل منظمی ندارند و با گذشت زمان غلظت تعادل رو به کاهش است. بیشترین مقدار غلظت تعادلی مربوط به ذرات با قطر کمتر از یک میلی‌متر هستند. نیترات با این روش حذف در زمان کوتاه (۲ تا ۳ دقیقه) می‌تواند به زیر حد استاندارد ( $45 \text{ mg/L}^{-1}$  بر حسب نیترات) برسد. بهره‌برداری آسان و ظرفیت جذب بالای GFH از مزایای به کارگیری این روش حذف است.

گرانول هیدروکسید آهن در آب، آهن محلول بر جای می‌گذارد و رنگ تولید می‌کند. اما تصفیه‌خانه‌های متداول می‌توانند آهن باقیمانده و رنگ تولید شده را حذف کنند. اگر این روش حذف نیترات بخواهد در مقیاس بزرگ و واقعی به کار گرفته شود، پیشنهاد می‌شود این واحد پیش از واحد کربن فعال یا صافی شنی استفاده شود. همچنین شاید بهتر باشد فن آوری تولید GFH بومی‌سازی شود تا هزینه‌های خرید و ورود GFH از خارج کشور کاهش یابد. از معایب این روش بر جای ماندن GFH استفاده شده در فرایند جذب است که حاوی نیترات می‌باشد و نیاز به دفع دارد. در صورت یافتن راهی برای احیای GFH و استفاده مجدد از آن، هزینه‌های این روش می‌تواند کاهش داده شود و نیازی به دفع GFH

باقیمانده نخواهد بود. همچنین، به دلیل کمبود امکانات آزمایشگاهی اثر دما بر روی جذب بررسی نشد.

### سپاسگزاری

نویسندگان از مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی قم سپاسگزاری می‌نمایند که کمک‌های مالی و آزمایشگاهی این پژوهش را فراهم نمود.

### References

1. Miranzadeh MB, Mostafavi GR, Jalali A. Survey of nitrate concentration in water supply wells and water distribution network in Kashan during 2005-2004. *Feyz*. 2006; 10(2): 39-45. [In Persian].
2. Chabani M, Amrane A, Bensmaili A. Kinetics of nitrates adsorption on Amberlite IRA 400 resin. *Desalination*. 2007; 206(1-3): 560-7.
3. Saeedi M, Jamshidi A, Abessi O, Bayat J. Removal of Dissolved Cadmium by Adsorption onto Walnut and Almond Shell Charcoal: Comparison with Granular Activated Carbon (GAC). *Water & Wastewater Journal*. 2009; (70): 16-22.
4. Asgari AR, Vaezi F, Nasserli S, Dördelmann O, Mahvi AH, Dehghani Fard E. Removal of hexavalent chromium from drinking water by granular ferric hydroxide. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 2008; 5(4): 277-82.
5. Genz A, Baumgarten B, Goernitz M, Jekel M. NOM removal by adsorption onto granular ferric hydroxide: Equilibrium, kinetics, filter and regeneration studies. *Water Res*. 2008; 42(1-2): 238-48.
6. Tang Y, Guan X, Wang J, Gao N, McPhail MR, Chusuei CC. Fluoride adsorption onto granular ferric hydroxide: effects of ionic strength, pH, surface loading, and major co-existing anions. *J Hazard Mater*. 2009; 171(1-3): 774-9.
7. Guan XH, Wang J, Chusuei CC. Removal of arsenic from water using granular ferric hydroxide: macroscopic and microscopic studies. *J Hazard Mater*. 2008; 156(1-3): 178-85.
8. Badruzzaman M, Westerhoff P, Knappe DR. Intraparticle diffusion and adsorption of arsenate onto granular ferric hydroxide (GFH). *Water Res*. 2004; 38(18): 4002-12.
9. Chabani M, Amrane A, Bensmailia A. Kinetic modelling of liquid-phase adsorption of nitrates on ionized adsorbent. *Desalination*. 2006; 197(1-3): 117-23.

## Nitrate Removal from Water Using Granules Ferric Hydroxide Absorbent

**Hassan Izanloo<sup>1</sup>, Tayebeh Rahimi<sup>2</sup>, Mohammad Hassan Mahmoodian<sup>3</sup>, Mohammad Khazaei<sup>4</sup>, Zeinab Yavari<sup>2</sup>, Ali Reza Asgari<sup>5</sup>, Najmeh Vaezi<sup>6</sup>**

### Abstract

**Background:** One of the major sources of drinking water contamination is nitrate. Nitrate concentrations of more than the standard levels (45mg/l based on nitrate) could cause methemoglobinemia in children. The aim of this study is to investigate the nitrate adsorption on granular ferric hydroxide (GFH). Also in this study, the effect of factors such as initial concentration of nitrate, contact time, adsorbent mass and particle size of adsorbent were determined.

**Methods:** This study was conducted in a laboratory-scale in which the synthetic nitrate solutions were placed in a batch reactor, in contact with the adsorbent to model the adsorption kinetics.

**Findings:** The findings of the study indicated that by increasing Nitrate's initial concentration, sorption capacity reaches to the maximum level in a short time of two to three minutes. Increasing the amount of adsorbent and decreasing the adsorbent particle size could reduce the adsorption capacity. Also, the adsorption kinetics followed the pseudo-degree reaction model.

**Conclusion:** This removal method could decrease nitrate concentrations to less than the standard level (45mg/l based on nitrate). Easy operation and high adsorption capacity of GFH are the advantages of this removal method.

**Key words:** GFH, Granular Ferric Hydroxide, Adsorption, Nitrate

1- Assistant Professor, Environmental Pollutants Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

2- BSc of Environmental Health Engineering, Environmental Pollutants Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

3- Instructor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

4- MSc of Environmental Health Engineering, Department of Environment Health Engineering, School of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

5- Instructor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.

6- BSc of Environmental Health Engineering, Pollutants Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran (Corresponding Author)

Email: nvaezi.11@gmail.com