

## بررسی تاثیر pH و سولفات در حذف نیترات از آب توسط نانو ذره آهن صفر

علیرضا مصداقی نیا<sup>۱</sup>، امیر حسین محوی<sup>۲</sup>، سیمین ناصری<sup>۳</sup>، علی اکبر محمدی<sup>۴</sup>، مرضیه شکر ریز<sup>۵</sup>، محمود علی محمدی<sup>۲</sup>

نویسنده مسئول: بابل، خیابان گنج افروز، دانشگاه علوم پزشکی بابل، دانشکده پیراپزشکی، گروه بهداشت محیط Amohamady58@yahoo.com

پذیرش: ۹۰/۰۵/۳۱

دریافت: ۹۰/۰۳/۰۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه در بسیاری از شهرهای کشور افزایش بیش از حد نیترات مشاهده می شود که این افزایش نیترات مشکلاتی را در زمینه محیط زیست و بهداشت عمومی ایجاد می کند. نیترات در غلظت های بالا در آب آشامیدنی در نوزادان زیر شش ماه با هموگلوبین تولید متهموگلوبین و ایجاد سندرم بچه آبی (blue baby) می کند و همچنین از ترکیبات سرطان زا نیز تولید می کند. در نتیجه غلظت بالای آن اهمیت ویژه ای دارد، بنابراین هدف از این مطالعه تعیین میزان حذف نیترات از آب توسط نانو ذره آهن صفر است.

**روش بررسی:** آزمایش ها بر روی نمونه های سنتتیک در غلظت های مشخص انجام شد و نمونه ها از لحاظ pH، تاثیر زمان تماس، غلظت نیترات اولیه و سولفات به عنوان متغیر مداخله گر مورد آنالیز قرار گرفتند. تمامی آنالیزها بر اساس استاندارد متد انجام شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات و pH های ۷، ۶، ۵ میزان حذف نیترات در ۶۰ دقیقه به ترتیب ۶۹، ۷۲، ۸۸ درصد است. میزان حذف نیترات در غلظت ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر و pH=۶ به ترتیب از ۶۰ به ۸۳ درصد رسیده است. در غلظت ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات همراه با همین غلظت سولفات در pH برابر ۷ بازده حذف از حالتی که بدون سولفات بوده است از ۷۲ به درصد ۷۰ رسیده است.

**نتیجه گیری:** نتایج تحقیقات نشان می دهد که pH اولیه محلول برای رسیدن به حداکثر بازده حذف حایز اهمیت است، به طوری که در pH های پایین تر میزان حذف بیشتری مشاهده می شود. در تمامی آزمایش ها بیشترین میزان حذف در ۵ دقیقه اول به دست آمد. همواره با افزایش غلظت اولیه نیترات میزان حذف بیشتری مشاهده شد.

**واژگان کلیدی:** نیترات، نانو ذرات آهن، آب آشامیدنی

۱- دکترای بهداشت محیط، استاد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- دکترای شیمی، استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- کارشناس ارشد بهداشت محیط، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی بابل

۵- دکترای شیمی، عضو هیئت علمی پژوهشگاه صنعت نفت

## مقدمه

در بسیاری از شهرهای ایران مانند تهران، مشهد، رشت، ساری، همدان، اراک و اصفهان غلظت‌های بیش از حد مجاز نیترات مشاهده شده است. تاکنون در اکثر شهرهای کشور به دلایل مختلف آمار رسمی مبنی بر چگونگی وضعیت نیترات آب‌های زیرزمینی منتشر نشده است. طبق گزارش‌های موجود و جمع‌آوری شده در شهرهای مختلف ایران مقادیر غلظت نیترات به این شرح است که حداکثر مقدار نیترات در آب دشت مشهد ۴۸۶ میلی‌گرم در لیتر (۱)، گیلان و مازندران ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر (۲)، غرب تهران کرج ۸۵ میلی‌گرم در لیتر (۳)، زنجان ۶۹ میلی‌گرم در لیتر (۴)، قزوین ۹۶ میلی‌گرم در لیتر (۵)، اراک ۱۷۱ میلی‌گرم در لیتر (۶)، ملایر ۷۴ میلی‌گرم در لیتر (۷) و کرمانشاه ۸۴ میلی‌گرم در لیتر (۸) است. عوامل آلاینده آب‌های زیرزمینی عبارتند: از چاه‌های فاضلاب خانگی، دفع غیربهداشتی مواد زاید شهری و صنعتی، فعالیت‌های کشاورزی توام با مصرف بی‌رویه سموم، کودهای حیوانی و شیمیایی و روش‌های غیرمعمول در آبیاری، نوع ساختار زمین‌شناسی هر منطقه، آلودگی هوا ناشی از اکسیدهای ازت تولیدی از فعالیت‌های صنعتی و قطع جنگل‌ها، تخریب مراتع، چمن‌زارها، باتلاق‌ها، گورستان‌ها و فضولات دامی و... (۹ و ۱۰). ترکیبات نیتروژنه از راه‌های مختلفی وارد بدنه آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند که در نتیجه غلظت نیترات در منابع آب آشامیدنی بالا می‌رود. افزایش نیترات در منابع آبی افزایش خطر سلامت جامعه را به دنبال دارد، از جمله بیماری‌هایی که در اثر غلظت بالای نیترات وارد به بدن به وجود می‌آیند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. بیماری متهموگلوبین یا سندرم بچه آبی (به خصوص در مورد کودکان زیر شش ماه یافت می‌شود که در اثر کاهش قدرت حمل اکسیژن توسط خون باعث کبود شدن و خفگی می‌گردد)، دیابت کودکان، تشکیل ترکیبات مهلک و سرطان‌زای نیتروزامین‌ها در بدن، سرطان‌های دستگاه گوارش و مثانه و سقط جنین ناگهانی خانم‌های باردار، عدم تکامل جنین و مسمومیت نیتراتی نشخوارکنندگان

(سقط جنین و تشکیل ترکیبات سرطان‌زا و...) (۱۰). بر اساس نتایج حاصل از تجربیات به دست آمده در نقاط مختلف جهان و بنابه اعلام USEPA و سازمان بهداشت جهانی (WHO)، حداکثر غلظت مجاز نیترات بر حسب ازت mg/L ۱ و بر حسب نیترات mg/L ۵۰ برای سیستم آبرسانی عمومی پذیرفته شده است. روش‌های حذف نیترات از آب شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است که تمامی روش‌های ذکر شده ضمن آن که اثر احتمالی جانبی بروی آب دارند، در مقیاس بزرگ از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه نیست. بنابراین رویکرد کنونی استفاده از روش‌های در محل برای اصلاح کیفیت آب‌های آلوده شده به نیترات بالاست. یکی از این روش‌ها، احیای نیترات با استفاده از آهن فرو است که به دلیل نیازمندی به  $Cu^{+2}$  به عنوان کاتالیست و تولید مقدار زیاد لجن، چندان مورد توجه قرار نگرفته است (۱۱). بنابراین استفاده از Zero Valent Iron (ZVI) به عنوان یک عامل حذف‌کننده در تصفیه آب زیرزمینی از سال ۱۹۹۰ شروع شد. در این زمان برای اولین بار گرانوله‌های ZVI در سیستم‌های مانعی نفوذ پذیر Permeable Reactive Barriers (PRBS) مورد استفاده قرار گرفت. تنها در آمریکا بیش از ۲۰ پروژه از سال ۲۰۰۰ تاکنون در این زمینه انجام شده است پروژه‌های دیگری نیز در امریکای شمالی، اروپا، آسیا در حال انجام است (۱۲). چگونگی تولید و استفاده از ZVI در ۱۰ سال اخیر موضوع تعداد زیادی از تحقیقات بوده و به عنوان یکی از جدیدترین روش‌ها در تصفیه و حذف آلاینده‌ها از آب و فاضلاب مقبولیت‌های پیدا کرده است (۱۳ و ۱۴). سازوکارهای آلاینده‌ها توسط ZVI به وسیله واکنش‌های کاهشی یا فرایند جذب انجام می‌شوند. (۱۵ و ۱۶). چون واکنش‌های ZVI فرایندی است که به میزان سطح بستگی دارد. بنابراین هر چه اندازه ذره کوچکتر و سطح مقطع ذره بزرگتر شود میزان واکنش پذیری این ذرات نیز افزایش می‌یابد (۱۷). یکی از سریع‌ترین و شگفت‌انگیزترین جنبه‌های تحقیقات در حال رشد در زمینه فناوری نانو، استفاده از Nano Zero Valent Iron (nZVI) به عنوان یک فناوری

سنتتیک انجام گردید. برای ساختن محلول نیترات در غلظت‌های مورد نظر ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات از نمک نیترات پتاسیم ( $KNO_3$ ) محصول شرکت مرک آلمان استفاده گردید. ابتدا مقدار ۷/۲۱۴۲۸ گرم نمک نیترات پتاسیم اندازه گیری شد و سپس با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر به حجم یک لیتر رسانده شد و این غلظت، به عنوان محلول استوک استفاده گردید. سپس با استفاده از فرمول  $N_1V_1=N_2V_2$  غلظت‌های مورد نظر تعیین گردید که این غلظت‌ها با آب مقطر دو بار تقطیر تهیه شدند در مرحله بعد با استفاده از محلول سود (NaOH) ۰/۱ نرمال و اسید کلرید یک (HCl) ۰/۱ نرمال و دستگاه pH متر در pH های ۵، ۶، ۷ تنظیم شدند. همچنین پس از تنظیم pH، نمونه مورد نظر به حجم ۵۰۰ میلی لیتر در داخل شیشه‌های جار ریخته شد و به هر کدام از نمونه ها مقدار ۲ g/L نانو ذره آهن اضافه گردید. پس از این مرحله، بشرهای جار روی دستگاه جارتست قرار داده شد و سپس دور دستگاه روی ۲۵۰ دور در دقیقه تنظیم گردید. و به ازای هر یک زمان مشخص شده یک نمونه بر روی جارتست قرار داده شد و پس از مدت زمان مشخص، نمونه برداشته شد و با استفاده از تجهیزات صاف سازی که شامل پمپ خلا، ارلن بوخنر به همراه نگه دارنده صافی است نمونه‌ها صاف گردید و مقدار ۵۰ سی سی از نمونه برداشت شده داخل بشر ریخته شد و مقدار ۱ cc از محلول اسید کلریدریک را به آن اضافه گردید، همزمان با این کار ۵۰ cc آب مقطر برداشت شده و به آن نیز ۱ cc اسید کلریدریک اضافه گردید و در نهایت با استفاده از دستگاه اسپکترومتر UV مدل Perkin Elmer Lambda 25 uv/vis spectrometer نمونه اندازه گیری شد.

در مرحله دوم تاثیرات ناشی از یون سولفات بر روی میزان حذف نیترات بررسی شد. برای این کار پس از ساختن محلول نیترات مورد نظر جهت تهیه یون سولفات از بنیان سولفات سدیم  $Na_2SO_4$  استفاده شد. به این صورت که مقدار ۱۴۷/۹ میلی گرم از این ماده وزن گردید و در یک لیتر آب مقطر

ابداعی برای اصلاح زیست محیطی است. اخیراً چندکاره بودن nZVI برای استفاده در مهندسی محیط زیست را نشان می دهد (۱۸). نانو ذرات آهن به دلیل داشتن اندازه کوچک و ساختار مولکولی و اتمی منحصر به فرد خود از ویژگی های مغناطیسی، مکانیکی، نوری، الکتریکی، کاتالیتیکی و شیمیایی ویژه ای برخوردارند که سبب کاربرد رو به رشد آنها در تصفیه آلاینده های زیست محیطی شده است (۱۹).

نانو ذرات آهن به دلیل داشتن اندازه کوچک می توانند به وسیله فشار یا تحت نیروی ثقل به صورت دوغاب به نواحی آلوده حرکت کنند و سبب تصفیه در محل آب آلوده می شوند. مطالعات نشان می دهد که نانو ذرات آهن همچنین می توانند در تصفیه های خارج از محل نیز استفاده شوند (۲۰). نانو ذرات آهن در تصفیه تعدادی از آلاینده های موجود در آب شامل پرکلرواتیلن (PCE)، تری کلرواتیلن (TCE) کربن تتراکلراید (CT)، نیترات، TNT، RDX، حشره کش های ارگانوکلره نظیر لیندان و DDT و همچنین فلزات سنگین مانند کروم، سرب و آرسنیک مؤثر هستند (۱۳). بنابراین استفاده از ZVI روش جدیدی است که خاص مکان هایی با میزان نیترات بالاست. در این تحقیق از نانو ذرات آهن صفر برای احیای نیترات استفاده شده که اثر pH اولیه، زمان تماس، غلظت نیترات اولیه و سولفات به عنوان متغیر مداخله گر مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش ها

### مواد مورد استفاده:

### نانو ذرات آهن

نانو ذرات آهن صفر پوشش دار خریداری شده از پژوهشگاه صنعت نفت برای تحقیق دارای این مشخصات بودند: اندازه ذرات ۸-۱۸ نانومتر، درصد خلوص ۶۵٪، مساحت سطح مخصوص  $59-79 m^2/gr$ ، رنگ سیاه و شکل کروی است.

### تهیه محلول های مورد استفاده :

### آزمایش بر روی نمونه های سنتتیک:

آزمایش با آماده نمودن محلول نیترات، بر روی نمونه های

pH های مختلف را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه کارشان بدین صورت گزارش شده که در pH های کنترل شده ۲ و ۳ و ۴ توانسته اند مقدار ۹۵ درصد نیترات را حذف کنند (۲۴).

Zhang و Huang با کار بروی آهن در اندازه های ۰/۵ میلی متر و pH ۳ و پایین تر از آن نشان دادند که هر چه میزان pH پایین باشد عمل حذف نیترات بهتر انجام می گیرد (۲۵). نتایج گرفته شده از کلیه آزمایش ها نشان می دهد میزان بازده حذف نیترات در مواردی که از نانو ذره آهن صفر استفاده شده است با کاهش pH کارایی فرایند حذف افزایش پیدا می کند.

در نمونه اول کنترل بر روی pH وجود داشت به این معنی که همواره در طول انجام واکنش pH را در مقدار ۵ ثابت نگه داشته شد، تحت این شرایط مشاهده شد که پس از ۴۵ دقیقه عمل حذف نیترات به طور کامل انجام گرفت. ولی در نمونه دوم که هیچ کنترلی بر روی pH وجود نداشت، مشاهده شد که پس از گذشت زمان یک ساعت هم همواره مقدار ۱۸ درصد از نیترات باقی می ماند و pH نمونه پس از پایان واکنش مقدارش به ۸ رسیده است (شکل ۲). این نتایج با آنچه از آزمایش های Gordon CC.yang به دست آمده مطابقت دارد با این تفاوت که مقدار نیترات باقی مانده پس از ۴۵ دقیقه ۵۰ میلی گرم در لیتر بوده است که این را می توان ناشی از تفاوت سایز نانو ذرات استفاده شده در این واکنش ها نسبت داد (۲۶).

### بحث

در این آزمایش با استفاده از آب مقطر دی یونیزه شده محلول سولفات سدیم در غلظت های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه شده و در محلول نیترات در غلظت های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر وارد گردید سپس مقدار ۲ میلی گرم در لیتر نانو ذره آهن وارد نمونه گردیده و نتایج به دست آمده به قرار زیر است که در غلظت ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات با غلظت ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات در pH=۷ بازده حذف از حالتی که بدون سولفات بوده است

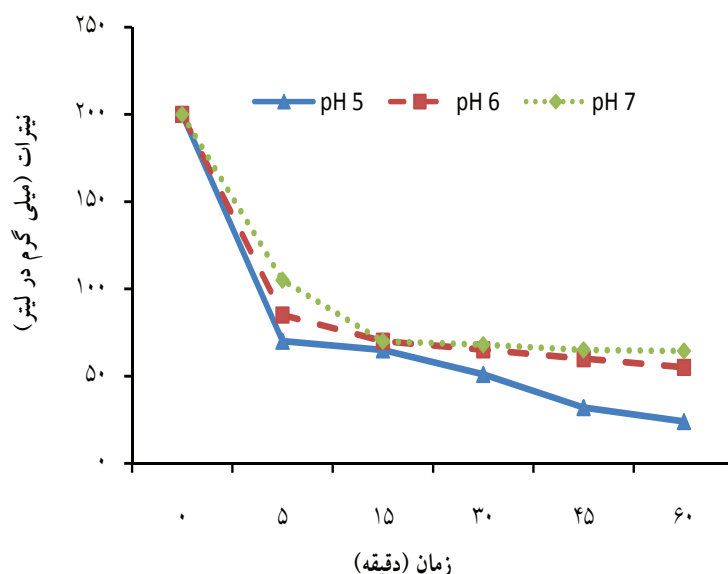
دوبار تقطیر حل شد سپس به حجم یک لیتر رسانده شد و این نمونه پس از رقیق شدن به غلظت های مورد نظر که توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده می شود، رسید. برای تنظیم pH از دستگاه pH متر مدل pH-Meter E 520 استفاده شد. برای اندازه گیری نیترات و سولفات از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Perkin Elmer Lambda 25 uv/vis spectrometer استفاده گردید.

برای اندازه گیری آهن فرس از دستگاه DR2000 استفاده گردید. مشخصات ابزار جمع آوری اطلاعات و نحوه جمع آوری آن: اطلاعات و داده های لازم با انجام آزمایش ها و استفاده از وسایل آزمایشگاهی به دست می آید آزمایشات لازم (۲۱) براساس استاندارد متد انجام شد و پس از انجام آزمایشات و به دست آمدن نتایج از نرم افزار SPSS برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد.

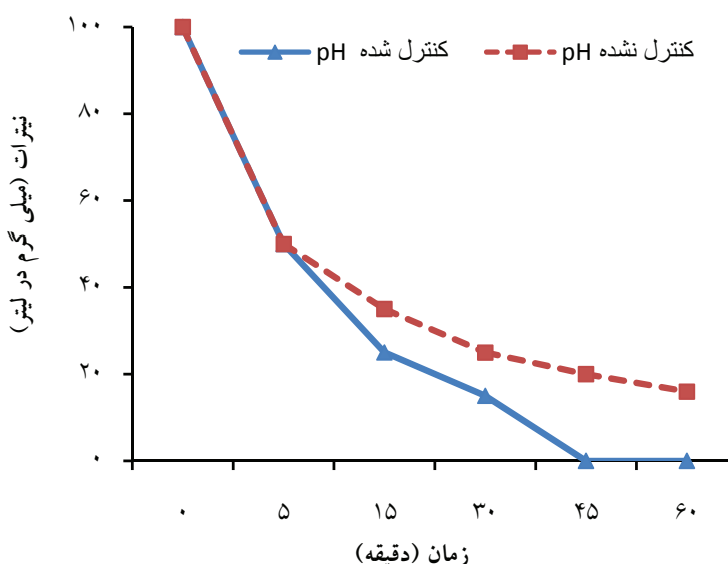
### یافته ها

شرایط کلیایی برای احیای نیترات مطلوب نیست چرا که در pH بالا هیدروکسید آهن رسوب می کند و در مطالعه Huang و همکارانش (۲۲) گزارش شده است که در pH های پایین تر از ۴ عمل احیا به راحتی انجام می گیرد. بنابراین با توجه به این که pH آب های طبیعی در محدوده ۶-۸ است، pH در نظر گرفته شده در این آزمایش بین (۷-۵) است. نتایج به دست آمده از آزمایش ها در شکل ۱ نشان داد که در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات و ۷، ۶، ۵ pH میزان حذف نیترات در یک ساعت اولیه به ترتیب ۶۹، ۷۲، ۸۸ درصد است، در بقیه غلظت ها نیز همچنان که مشاهده شد با کاهش میزان pH درصد حذف نیترات افزایش می یابد بنابراین pH نقش اصلی را در احیای نیترات بازی می کند و این نتایج به خوبی با نتایج Choe و همکارانش مطابقت دارد (۲۳). نتایج به دست آمده با دیگر نتایجی که در مقالات عنوان شده مطابقت دارد و به این شرح است که:

Huan و همکارانش عمل تصفیه نیترات را با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و مقدار نانو ذره آهن صفر ۲۰ g/L در



شکل ۱: اثر pH بر روی فرایند حذف نیترات توسط نانو ذره آهن صفر، غلظت اولیه نیترات برابر ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و نانو ذره آهن صفر مصرفی ۲ گرم در لیتر

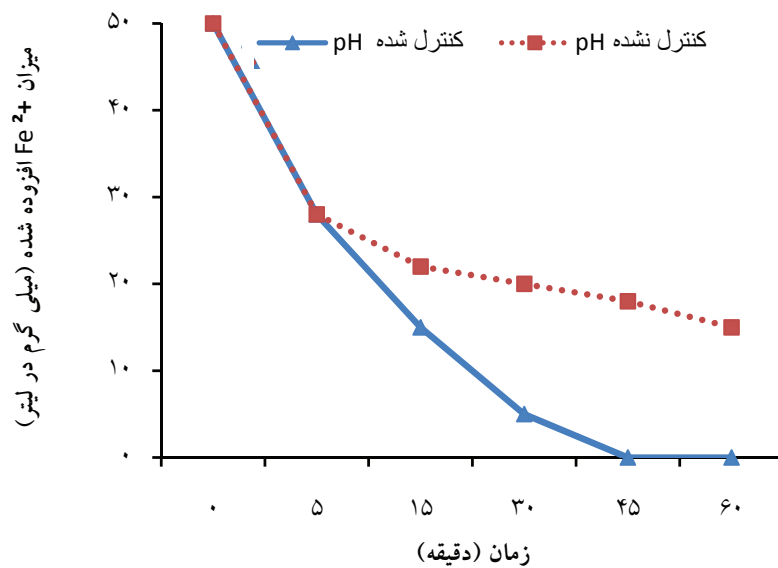


شکل ۲: مقایسه حذف نیترات تحت شرایط کنترل شده pH و بدون کنترل pH با غلظت اولیه = ۵۰ mg/L و pH=۵ و Fe=۲ g

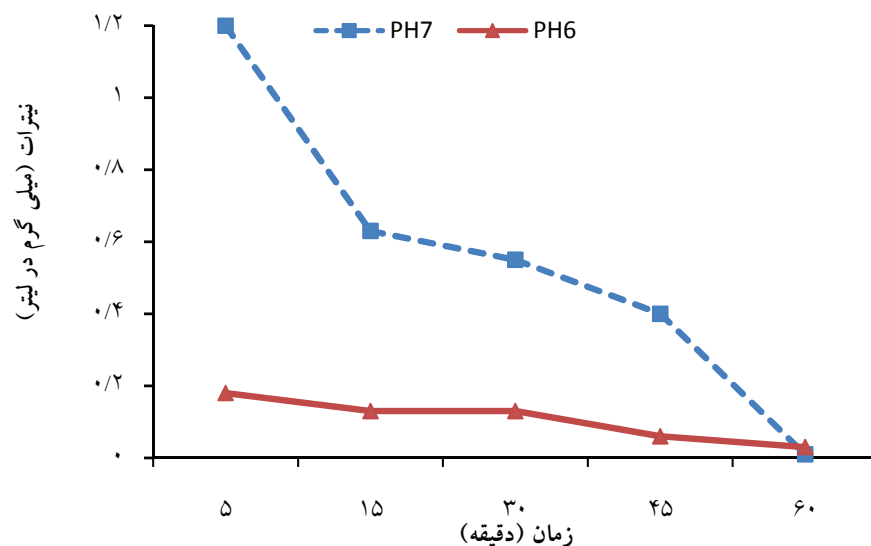
همچنین در سال ۲۰۰۸ Kyng-Hee Shin, Daniel میزان حذف نیترات را در یک راکتور به تنهایی با نانو ذره آهن صفر که در آن میزان سولفات بالا بود مورد آزمایش قرار داد و به این نتیجه رسید که فرایند حذف نیترات کمتر تحت تاثیر غلظت سولفات قرار می گیرد (۲۷).

در نمونه اول pH در نظر گرفته شده برای واکنش ۶ است که پس از گذشت زمان ۵ دقیقه مقدار آهن (II) به ۲ میلی گرم

به ترتیب از ۶۳ درصد به ۵۹/۳ درصد و از ۷۲ به ۷۰ درصد رسید. همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است اثر سولفات بر روی فرایند حذف نیترات ناچیز است و می توان از آن صرف نظر کرد که این نتایج با آزمایش ها CHIN-PAO Haung در سال ۱۹۹۴ مطابقت دارد که وی نیز سولفات را به عنوان یک مداخله گر در غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر تاثیر داده ولی اثر بازدارندگی آن را ناچیز گزارش کرده است (۱۲۱).



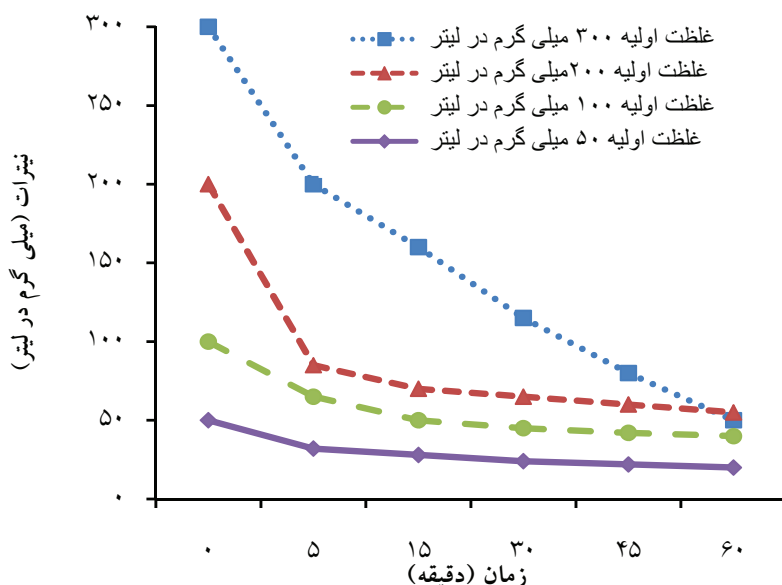
شکل ۳: مقایسه اثر یون سولفات به عنوان متغیر مداخله گر در غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر با حالتی که یون سولفات در نمونه وجود ندارد. غلظت نیترات ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر و نانو ذره آهن صفر مصرفی ۲ گرم در لیتر



شکل ۴: مقایسه میزان آهن افزوده شده به آب در pH=۷ و ۶ در زمان های مختلف

آزمایش احیا نیترات توسط نانو ذرات آهن صفر تحت شرایط کنترل شده را انجام داده و پس از ۲۵ دقیقه مقدار آهن (II) موجود در نمونه به صفر اعلام کرد (۲۶).  
با توجه به شکل ۵ مشاهده شد که با بالا رفتن میزان غلظت نیترات درصد حذف نیترات نیز بالا می رود به طوری که برای غلظت ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در PH=۶ درصد حذف نیترات به ترتیب از ۶۰ به ۸۳ درصد رسیده است.

در لیتر رسید و پس از زمان ۶۰ دقیقه به مقدار ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر رسید. در نمونه دوم pH در نظر گرفته شده برای واکنش ۷ است که پس از گذشت زمان ۵ دقیقه مقدار آهن (II) به ۰/۱۸ میلی گرم در لیتر رسید و پس از زمان ۶۰ دقیقه به مقدار ۰/۰۳ میلی گرم در لیتر رسید (شکل ۴). این کاهش مقادیر با آزمایش های CHIN-PAO Haung در سال ۱۹۹۸ مطابقت دارد (۲۸). همچنین Gordon CC yang در سال ۲۰۰۵



شکل ۵: تاثیر غلظت اولیه نیترات در حذف نیترات توسط نانو ذره آهن صفر، مقدار آهن مصرفی ۲ گرم در لیتر و  $\text{pH} = 6$

### نتیجه گیری

۴) محصولات تولیدی ناشی از احیای نیترات توسط نانو ذره آهن صفر شامل:

**الف)** نتایج حاصل از شکل ۴ نشان داد که افزایش مقدار آهن (II) داریم که البته در  $\text{pH}$  های پایین و در مدت زمان یک ساعت به کمتر از مقدار استاندارد آن یعنی ۳/۰ میلی گرم بر لیتر می رسد بنابراین در مورد افزایش میزان آهن موجود در نمونه نگرانی وجود ندارد.

**ب)** در ارتباط با  $\text{Fe(OH)}_3$ ، هیدروکسید آهن تولیدی که احتمال تشکیل رسوب را در لوله ها و تجهیزات را خواهد داشت لازم است که قبل از استفاده کمی اسیدی گردد.

**ج)** یکی دیگر از محصولات تولیدی فرایند احیای نیترات تولید آمونیوم است. در آزمایش های G.C.C. Yang و همکارانش که بر روی احیای نیترات انجام دادند مقدار آمونیاک تولیدی از واکنش را ۹۰ درصد بیان کردند (۲۶).

۵) نتایج حاصل از شکل ۳ نشان داد که اثر سولفات بر روی فرایند حذف ناچیز است و می توان از آن صرف نظر کرد.

۵) از جمله مزایای فرایند احیای شیمیایی نیترات توسط نانو ذره آهن صفر: سریع بودن واکنش و آسان بودن مراحل کار با این فرایند است. همچنین این مواد بسیار قابل اطمینان و غیر سمی است.

۱. نتایج به دست آمده از آزمایش ها (شکل ۱) نشان داد که در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیترات و  $\text{pH}$  ۷، ۶، ۵ میزان حذف نیترات در یک ساعت اولیه به ترتیب ۶۹، ۷۲، ۸۸ درصد بود، در بقیه غلظت ها نیز همچنان که مشاهده شد با کاهش میزان  $\text{pH}$  در صد حذف نیترات افزایش می یابد لذا  $\text{pH}$  نقش اصلی را در احیای نیترات بازی می کند لذا  $\text{pH}$  اولیه محلول برای رسیدن به حداکثر بازده حذف حایز اهمیت است. به طوری که در  $\text{pH}$  های پایین تر میزان حذف بیشتری مشاهده می شود بنابراین کنترل  $\text{pH}$  خیلی مهم است و در حالت کلی محیط اسیدی برای حذف نیترات بهتر است.

۲. در تمامی آزمایش های (۳-۵) مشخص شد که بیشترین میزان حذف را در ۵ دقیقه اول واکنش داریم که این مساله را می توان ناشی از دو مورد زیر دانست:

**الف.** پس از مدت زمان ۵ دقیقه  $\text{pH}$  نمونه افزایش می یابد که این خود باعث کند شدن فرایند احیای نیترات می گردد.

**ب.** پس از این مدت زمان غلظت نیترات موجود در نمونه کاهش می یابد که تاثیر منفی بر روی فرایند حذف می گذارد.

۳. در مقدار ۲ گرم بر لیتر نانو ذره آهن مصرفی همواره با افزایش غلظت نیترات اولیه افزایش میزان حذف نیترات مشاهده می شود.

## منابع

- Lashkaripour Gh, Ghafari M. Survey of nitrate in groundwater Mashhad. *Journal of Water and Wastewater*. (2004);41(1):2-7 (in Persian).
- Shahnazari R. Assessment of nitrate and nitrite in the two provinces of Gilan, Mazandaran [dissertation]. Tehran: Tarbiat Modares University; 1995 (in Persian).
- Farshad AA, Imandel K. An assessment of groundwater nitrite and nitrate levels in the industrial sites in the west of Tehran. *Journal of School of Public Health and Health Research Institute*. 2003;1:33-44 (in Persian).
- Fazli MM, Sadeghi Gh. Study on Contamination of drinking water supply sources Zanjan years 2000-2001. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences and Health Services*. 2003;43:49-54 (in Persian).
- Jamali HA. Investigate and determine the amount of nitrate ions in drinking water sources during the years 2000-2001 in Qazvin. *Proceedings of the 6th National Conference on Environmental Health*; 2003; Mazandaran, Iran (in Persian).
- Haghighat Pajoh HR, Jamshidimoghadam S, Yari B. Review strategies to removal of nitrate from drinking water. *Proceedings of 7th National Congress of Chemical Engineering*; 2005; Tehran (in Persian).
- Norozi HA, Shahbazi A, Ranjbar M, Safdari H. Evaluation of nitrite and nitrate ions in groundwater resources of the province Hamadan. *Proceedings of the 8th National Conference on Environmental Health*; 2005; Tehran (in Persian).
- Karami A. Evaluation of nitrate ions in underground water resources Kermanshah. *Proceedings of the 8th National Conference on Environmental Health*; Tehran (in Persian).
- Amit B, Mika S. A review of emerging adsorbents for nitrate removal from water. *Chem Eng J*. 2011;168(2):493-504.
- Anna R, Seung-Woo J, Am J, Heechul C. Reduction of highly concentrated nitrate using nanoscale zero-valent iron: Effects of aggregation and catalyst on reactivity. *App Cat B: Environ*. 2011;105(1-2):128-35.
- WHO, *Guidelines for Drinking Water Quality*. 3rd ed. Geneva: WHO; 2008.
- USEPA (US Environmental Protection Agency). *National primary and secondary drinking water regulations*. USA: USEPA; 2008.
- Chew CF, Zhang TC, In situ remediation of nitrate-contaminated ground water by electrokinetics/iron wall processes. *Water Sci Technol*. 1998;38:135-42.
- Jianfa L, Yimin L, Qingling M. Removal of nitrate by zero-valent iron and pillared bentonite. *J Hazard Mat*. 2010;174(1-3):188-93.
- Li XQ, Elliott DW, Zhang WX. Zero-valent iron nanoparticles for abatement of environmental pollutants: materials and engineering aspects. *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*, 2006;31(4):111-22
- Joo S, Hee I, Cheng F. *Nanotechnology for Environmental Remediation*. New York: Springer; 2006.
- Junyapoon S. Use of zero-valent iron for wastewater treatment. *Journal of KMITL Sci Tech*. 2005;5(3):587-95.
- USEPA. *Workshop on nanotechnology for site remediation*. Washington DC: US Department of Commerce; 2005.
- Sherman MP, Johng D, Thomase M. Remediation of Cr(VI) and Pb(II) aqueous solutions using supported, nanoscale zero-valent iron. *Environ Sci Technol*. 2000;34:2564-69.
- Zhong X, Dongye Z, Gang P. Rapid and complete destruction of perchlorate in water and ion-exchange brine using stabilized zero-valent iron nanoparticles. *Water Research*. 2007;41:3497-505.
- Rajkanel S, Manning B, Charlet L, Cho IH, Removal of Arsenic(III) from groundwater by nanoscale zero-valent iron. *Environ Sci Technol*. 2005;39:1291-98.
- Sigmund W. *Particulate Systems in Nano- and Biotechnologies*. New York: CRC Press; 2009.
- Xiang W. An overview: Nanoscale iron particles for environmental remediation. *Nanoparticle Research*. 2003;5:323-32.
- APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC: APHA; 2005.
- Choe S, Chang YY, Hwang KY, Khim J, Kinetics of reductive denitrification by nanoscale zero-valent iron. *Chemosphere*. 2000;41(8):1307-11.
- Huang CP, Wang HW, Chiu PC, Nitrate reduction by metallic iron. *Water Res*. 1998;32(8):2257-64.
- Zhang H, Jin Zh, Han L, Qin Ch. Synthesis of nano-



scale zero-valent iron supported on exfoliated graphite for removal of nitrate. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 2006;16:345-49.

28. Choe S, Chang YY, Hwang KY, Khim J. Kinetic of reductive de nitrification by Nano scale zero-Valente iron. Chemosphere. 2000;41(8):1307-11.

29. Gordon CC, Yang HLL. Chemical reduction of nitrate by nanosized iron:kinetics and pathways. Water Research. 2005;39:884-94.

30. Shin KH, Cha DK. Microbial reduction of nitrate in the presence of nanoscale zero-valent iron, Chemosphere. 2008;72:257-67.

31. Chin-Pao H, Haung-Wen W, Pei Chun C. Nitrate reduction by metallic iron. Water Research. 1998;32(8):2257-64.

## **Study of Nitrate Reduction from Water Using Nanosized Iron**

Mesdaghi nia A.R.<sup>1</sup>, Mahvi A.H.<sup>1</sup>, Naseri S.<sup>1</sup>, \*Mohamadi A.A.<sup>2</sup>, Shekarriz M.<sup>3</sup>, Alimohamadi M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

<sup>3</sup>Department of Chemistry, Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran

Received; 22 May 2011 Accepted; 22 August 2011

### **ABSTRACT**

**Background and Objectives:** New studies indicate that nitrate concentration in groundwater is increasing in most cities. High concentrations of nitrate in water increase the potential health risk in the community and the environment. In infants,  $\text{NO}_3^-$  is reduced to  $\text{NO}_2^-$ , which combines with hemoglobin in the blood to form met hemoglobin leading to blue-tinged blood for babies under six months old in particular, namely, so-called “blue baby syndrome” and it also produce carcinogenic compounds. Therefore high nitrate concentration is important.

The aim of the present study is removing nitrate from water using zero\_valent iron.

**Materials and Methods:** Analyses were conducted on synthetic samples. These samples were analyzed considering reaction times, pH, initial nitrate and sulfate concentration.

**Results:** Results showed that at Nitrate with an initial concentration of  $200\text{mg L}^{-1}$  after 60 min of reaction at pH(s) 7, 6 and 5 about 67.8%, 72.5 % and 88% was reduced, respectively in concentration of 100 and  $300\text{ mgL}^{-1}$  (pH=6) the removal efficiency is 60 and 83 percent, respectively. In sodium sulfate and nitrate with concentration of 300, the removal efficiency reached from 72 to 70 percent.

**Conclusion:** Results show that the initial pH is important to achieve maximum efficiency of nitrate removal. So the lower pH levels increases removal efficiency of nitrate. All of the experiments indicated that removal is the highest in the first 5 min. Generally with an increasing initial nitrate concentration the removal efficiency of nitrate increases.

**Key Word:** Nitrate, Nano sized iron, Drinking water

---

\*Corresponding Author: Amohamady58@yahoo.com

Tel: +912 77 64238 Fax: +98 111 223 43 67