

# سنتر نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی (NZVI) و بررسی کارایی هیدروژن پراکسید و هیدروژن پراکسید - نانو ذرات آهن صفر در حذف رنگ Acid Red 18 از محیط های آبی

احمد رضا یاری<sup>۱</sup>، شهرام نظری<sup>۲\*</sup>، غریب مجیدی<sup>۲</sup>، سودابه علیزاده متبوع<sup>۳</sup>، اسرافیل عسگری<sup>۴</sup>، ایوب رسنگار<sup>۵</sup>، سمانه دهقان<sup>۶</sup>

<sup>۱</sup>استادیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

<sup>۲</sup>کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

<sup>۳</sup>کارشناس مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

<sup>۴</sup>کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مجتمع آموزشی عالی سلامت خوی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

<sup>۵</sup>کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

<sup>۶</sup>دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

\* نشانی نویسنده مسئول: شهرام نظری، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

E-mail: Shahramnazari73@yahoo.com

وصول: ۱۳۹۴/۲/۱، اصلاح: ۱۳۹۴/۳/۲۴، پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱۱

## چکیده

**زمینه و هدف:** رنگها مواد آلی، با ساختار پیچیده، غالباً سمی، سرطانزا، جهش زا، غیرقابل تجزیه بیولوژیکی و پایدار در محیط زیست می باشند و چنانچه بدون تصفیه وارد محیط زیست شوند باعث به خطر انداختن محیط زیست و سلامت انسان می شوند. هدف از این مطالعه سنتر نانو ذره و بررسی کارایی دو فرآیند هیدروژن پراکسید و هیدروژن پراکسید - نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی در حذف رنگ Acid Red 18 از محیط های آبی است.

**مواد و روش ها:** این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. در این مطالعه ابتدا نانو ذرات با استفاده از بوروهیدرید سدیم به عنوان کاهنده اصلی فریک آهن، تهیه گردید و سپس کارایی هیدروژن پراکسید و هیدروژن پراکسید - نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی در حذف رنگ Acid Red 18 از یک محلول سنتتیک بررسی شد. هم چنین اثر pH محلول، غلظت رنگ، هیدروژن پراکسید، غلظت نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی و زمان تماس در کارایی عمل رنگ زدایی مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته ها:** نتایج آزمایشات نشان داد که فرآیند ترکیبی نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی - هیدروژن پراکسید، نسبت به هیدروژن پراکسید تنها، از قدرت رنگبری بالایی برخوردار است. در pH=3، زمان تماس 80 دقیقه، هیدروژن پراکسید 200 میلی مول، غلظت رنگ 70 میلی گرم در لیتر و غلظت نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی 2 گرم در لیتر، حذف رنگ در حدود 90 درصد بوده است.

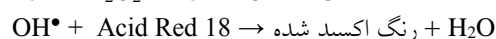
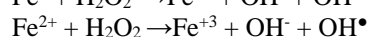
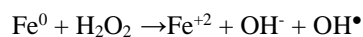
**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج آزمایش ها، استفاده از هیدروژن پراکسید - نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی کارایی مناسبی در حذف رنگ Acid Red 18 از گروه رنگ های آزو، دارد.

**کلمات کلیدی:** نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی، هیدروژن پراکسید، Acid Red 18 حذف رنگ.

## مقدمه

یکی از عمده ترین صنایع آلاینده محیط زیست پسابهای صنعتی می باشد. صنایع نساجی و رنگرزی یکی از صنایع مهم و پایه بوده و یکی از شاخصه های توسعه هر کشوری محسوب می شود. علاوه بر صنایع نساجی و رنگرزی، صنایع دیگر از جمله صنایع مواد آرایشی، کاغذ سازی، داروسازی نیز فاضلاب رنگی تولید می کنند (۱). در فرآیندهای رنگرزی، در حدود ۱۵ درصد از کل رنگ تولید شده وارد فاضلاب می شود و فاضلاب های رنگی به این صورت تشکیل می گردند (۲). مواد رنگ زای مختلفی در صنایع استفاده می شود که معمول ترین آنها رنگ های گروه آزو می باشد. رنگ های آزو یکی از بزرگترین گروه رنگ های سنتتیک را به خود اختصاص داده که دارای یک یا تعداد بیشتری باند آزو  $-N=N-$  می باشند. برای تصفیه فاضلابهای رنگی روشهای مختلفی توسط محققان زیادی مورد بررسی قرار گرفته است از جمله این روشها می توان به روشهای مختلف فیزیکی شیمیایی نظیر اولترا فیلتراسیون، اسمز معکوس، تبادل یونی و جذب روی مواد مختلف نظیر کربن فعال، زغال، تراشه های چوب و سلیکاژل به منظور حذف رنگ و COD از پساب اشاره کرد، که در حوضه کاربردی بودن از موفقیت های نسبی برخوردار بوده اند. ولی از آنجا که تنها آلودگی را از فاز آبی به شبکه جامد منتقل می کنند و فرآیندهای تخریبی و حذفی نیستند، تکنیک های فراگیر به حساب نمی آیند. از این رو در سال های اخیر فرآیند اکسیداسیون پیشرفته که بر مبنای تولید رادیکال های آزاد و فعال به ویژه  $OH$  متکی هستند، به دلیل قدرت بالای اکسایش با پذیرش علمی نسبتا گسترده ای روبرو شده اند (۳). در فرآیند نانو ذرات آهن صفر و هیدروژن پراکسید نسبت به فرآیند فنتون معمولی، تولید رادیکال هیدروکسیل در دو مرحله اتفاق می افتد. بنابراین کارایی فرآیند افزایش می یابد. از طرف دیگر در فرآیند فنتون با تشکیل یون فروس عملا کارایی فرآیند کاهش یافته و

متوقف می شود. در حالی که چنانچه از نانو ذرات آهن صفر استفاده گردد، ابتدا یون های فرو و سپس یون های فروس تشکیل می گردد بنابراین عملا کارایی فرآیند در مقایسه با فرآیند فنتون معمولی بیشتر خواهد بود (۴). مهم ترین واکنش هایی که در حذف ماده آلی توسط فرآیند هیدروژن پراکسید در حضور نانو ذرات آهن صفر، موثرند به صورت زیر است:



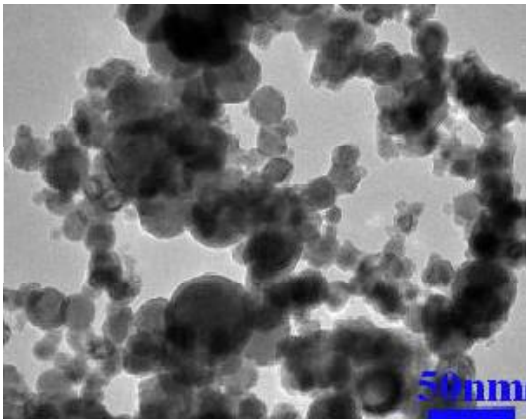
تنوع گسترده ای از آلاینده ها از جمله ترکیبات آلی کلرینه شده، بی فنیل های پلی کلرینه، یون های فلزات سنگین، اکسی آنیون ها، دی متیل فتالات، ۲، ۴ دی کلرو فنوکسی استیک اسید می توانند با (Nanoparticles) NZVI Zero Valent Iron مورد تصفیه قرار گیرند (۵-۷) و همچنین غیرفعال سازی میکروارگانیسم های موجود در آب آشامیدنی، فاضلاب، آبهای سطحی و دیگر منابع از کاربردهای دیگر NZVI می باشد (۸-۱۰).

رنگ ها از دسته مواد شیمیایی هستند که ممکن است توسط این فرآیند ناپایدار شوند و اخیرا برای حذف چندین رنگ آزو مورد استفاده قرار گرفته اند (۱۱-۱۴). بنابراین با توجه به مطالبی که اشاره شد، به علت کارایی نسبتا بالای این فرآیند در حذف آلاینده های مختلف از جمله مواد رنگ زاء، هدف اصلی این پژوهش بررسی کارایی فرآیند نانو ذرات آهن صفر در حضور هیدروژن پراکسید ( $Fe^0/H_2O_2$ ) در جهت حذف ماده رنگ زای Acid Red 18 از محلول های آبی می باشد.

## مواد و روش ها

۱- نحوه سنتز نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی

نانو ذرات آهن با استفاده از بورو هیدرید سدیم به عنوان کاهنده اصلی فریک آهن، تهیه گردید. محلول ۰/۲ مولار بورو هیدرید سدیم ( $NaBH_4$ ) به میزان ۱:۱ به محلول کلرید آهن آبدار  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  (۰/۰۵ مولار) که

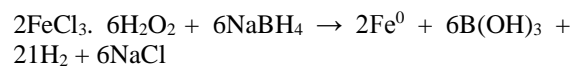


شکل ۱: تصویر نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی با میکروسکوپ الکترونی (TEM)

به دلیل اینکه Acid Red 18 خاصیت اسیدی دارد و در نتیجه در هنگام تنظیم pH= ۹ مقداری از غلظت رنگ قبل از اضافه کردن نانو ذرات آهن و هیدروژن پراکسید حذف میگردید. به همین دلیل بعد از تنظیم این pH مقدار غلظت رنگ حذف شده بدست آمده و بعد از واکنش نانو ذرات آهن و هیدروژن پراکسید این مقدار حذف شده به غلظت رنگ باقیمانده اضافه گردید.

رنگ Acid Red 18 از شرکت رنگ الوان ثابت تهیه گردید. مشخصات ماده رنگ زای Acid Red 18 به شرح زیر می باشد: نام تجاری Acid Red 18، فرمول شیمیایی  $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$ ، طول موج ماکزیمم ۵۰۶ نانومتر، وزن مولکولی ۶۰۴/۵ گرم بر مول (۱۵). جهت انجام آزمایش ها، غلظت های مختلف از رنگ به حجم ۲۵۰ میلی لیتر به بشرهای ۵۰۰ میلی لیتری اضافه گردید و pH رنگ در محدوده مورد نظر تنظیم گردید. سپس غلظت های مختلف نانو ذرات - هیدروژن پراکسید و هیدروژن پراکسید تنها به حجم ۲۵۰ میلی لیتر از رنگ با غلظت اولیه مختلف اضافه گردید و بعد از عمل اختلاط توسط جارتست با دور ۲۵۰ دور در دقیقه در فواصل زمانی مشخص نمونه برداری صورت گرفت. میزان حداکثر جذب برای رنگ Acid Red 18 در طول موج ۵۰۶ نانومتر (۱۶) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر UV/VIS (CECIL 7250) اندازه گیری شد. سپس با

بر روی دستگاه همزن مغناطیسی به میزان ۴۰۰-۵۰۰ دور بر دقیقه در حال چرخش است، با نرخ ۴۰-۵۰ قطره در دقیقه اضافه گردید. فریک آهن با بوروهیدرید سدیم بر اساس واکنش زیر کاهیده می شود، علاوه بر این نمک، گاز هیدروژن و نانوذرات از دیگر محصولات این واکنش خواهد بود:



این واکنش در زیر هود انجام گردید زیرا در اثر واکنش های شیمیایی، گاز هیدروژن به عنوان محصول جانبی تولید می گردد. پس از انجام این واکنش، نانوذرات به صورت ذرات سیاه رنگ بسیار ریزی ته نشین خواهد شد. ضمناً جهت رسوب نانو ذرات از چسب نشاسته استفاده گردید. پس از فیلتر کردن محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن، نانو ذرات بر روی کاغذ باقی ماندند. سپس با آب مقطر دوبار یونیزه شده سه مرتبه نانو ذرات شسته شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰-۷۰ درجه سانتیگراد در آن خلا خشک گردید (۳). تمامی موارد فوق در حضور گازهای نیتروژن به منظور عدم دسترسی اکسیژن به نانو ذرات و در نتیجه جلوگیری از اکسید شدن آنها انجام گردید. برای تعیین خصوصیات نانو ذرات آهن تولیدی از میکروسکوپ الکترونی TEM (Transmission Electron Microscope) استفاده گردید.

## ۲- آزمایش های حذف Acid Red 18

مطالعه حاضر از نوع بنیادی-کاربردی می باشد که در مقیاس آزمایشگاهی و به صورت ناپیوسته انجام گرفته است. در این پژوهش متغیرهای مورد بررسی عبارتند از زمان تماس (۵، ۱۰، ۳۰، ۸۰، ۱۴۰، ۲۱۰) دقیقه، غلظت اولیه نانو ذرات (۰/۵، ۲، ۳، ۴) گرم بر لیتر و pH (۳، ۵، ۷، ۹)، هیدروژن پراکسید (۲۴، ۹۰، ۱۴۰، ۲۰۰، ۳۰۰) میلی مول، غلظت اولیه رنگ Acid Red 18 (۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰) میلی گرم در لیتر. برای اندازه گیری pH از pH متر مدل Mettler Toledo و برای تنظیم pH از سود و اسیدکلریک ۱ نرمال استفاده گردید.

به وضوح در نمودار ۱ نشان داده شده است. به طوری که با کاهش pH از ۹ به ۳، راندمان حذف فرآیند هیدروژن پراکسید- نانو ذرات آهن و هیدروژن پراکسید به ترتیب از ۲۷ به ۹۰ و ۱۰ به ۳۱ درصد افزایش پیدا کرده است. نمودار ۲ نشان می‌دهد که با افزایش زمان تماس، درصد حذف رنگ افزایش می‌یابد به طوری که با افزایش زمان از ۵ به ۲۱۰ دقیقه، راندمان حذف فرآیند هیدروژن پراکسید- نانو ذرات آهن و هیدروژن پراکسید به ترتیب از ۵۱ به ۹۸ و ۹ به ۳۹ درصد افزایش پیدا کرده است.

نمودار ۳ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت رنگ، درصد حذف آن کاهش می‌یابد به طوری که با افزایش غلظت رنگ از ۲۵ به ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، راندمان حذف فرآیند هیدروژن پراکسید- نانو ذرات آهن و هیدروژن پراکسید به ترتیب از ۹۹/۸ به ۸۱ و ۳۶ به ۲۷ درصد کاهش پیدا کرده است.

نمودار ۴ به طور واضح کارایی حذف رنگ را در غلظت‌های مختلف از NZVI نشان می‌دهد. با افزایش NZVI از ۰/۵ به ۴ گرم در لیتر در pH برابر ۳ و هیدروژن پراکسید برابر با ۲۰۰ میلی مول، در فرآیند هیدروژن پراکسید- NZVI، درصد حذف رنگ از حدود ۲۹ به ۹۸ درصد افزایش یافته است. تاثیر هیدروژن پراکسید به تنهایی در مقادیر ۲۴ تا ۳۰۰ میلی مول، در pH=۳ مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که راندمان حذف برای بالاترین و پایین‌ترین مقدار  $H_2O_2$  به ترتیب در حدود ۸ تا ۳۵ درصد بوده است.

تاثیر افزایش هیدروژن پراکسید در افزایش راندمان حذف رنگ به وضوح در نمودار ۵ نشان داده شده است. کارایی حذف رنگ، (با کاهش میزان جذب در طول موج ۵۰۶ نانومتر)، با افزایش مقادیر هیدروژن پراکسید در حضور NZVI، افزایش می‌یابد. به طوری که با افزایش مقدار هیدروژن پراکسید از حدود ۲۴ به ۳۰۰ میلی مول در pH برابر ۳، میزان درصد حذف رنگ از ۸۰ به ۹۸ درصد افزایش می‌یابد.

داشتن میزان جذب و با استفاده از منحنی کالیبراسیون غلظت باقیمانده تعیین گردید. به عنوان مثال در pH=۳ و غلظت اولیه رنگ ۵۰ میلی گرم در لیتر، دوزهای مختلف نانو ذرات - هیدروژن پراکسید و هیدروژن پراکسید اضافه گردیده و در زمان‌های تماس مشخص، نمونه برداری انجام شد و غلظت باقیمانده رنگ مشخص گردید.

## یافته‌ها

### ۱- خصوصیات نانو ذرات تولیدی

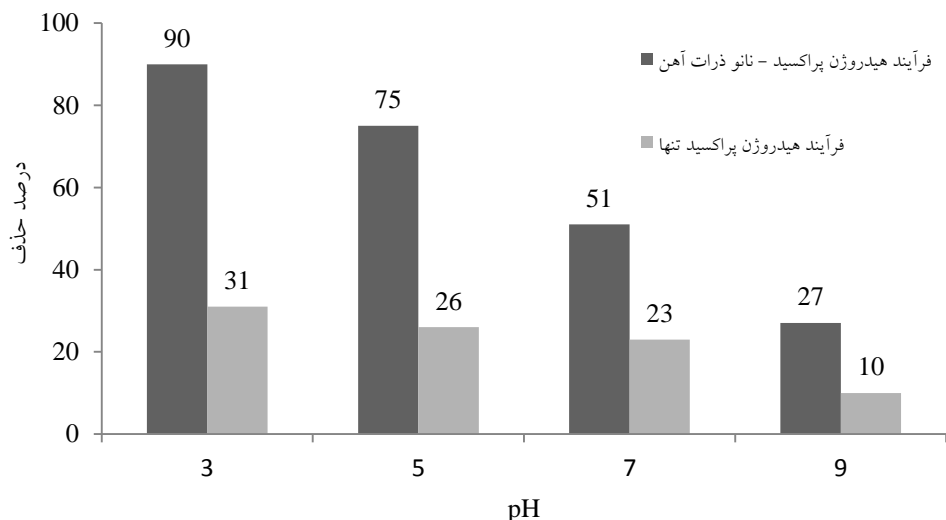
در شکل ۱ تصویر نانوذرات سنتز شده نشان داده شده است. نتایج حاصل از TEM ذرات، اندازه ذرات تولیدی را در محدوده نانو نشان می‌دهد. اندازه موثر نانو ذرات ۵۰-۲۵ نانومتر، با نسبت سطح به جرم  $19-7 \text{ m}^2/\text{g}$  می‌باشد.

### ۲- نتایج حذف Acid Red 18

نتایج حاصل از آزمایش‌ها در نمودارهای ۱ تا ۵ نشان داده شده است. در این نمودارها تاثیر زمان ماند، غلظت اولیه رنگ، pH، غلظت نانو ذرات و غلظت پراکسید هیدروژن بر کارایی حذف رنگ در هر مرحله نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش غلظت نانو ذرات، پراکسید هیدروژن، زمان تماس و کاهش غلظت اولیه رنگ و pH تا یک مقدار معین، راندمان حذف را افزایش می‌دهد.

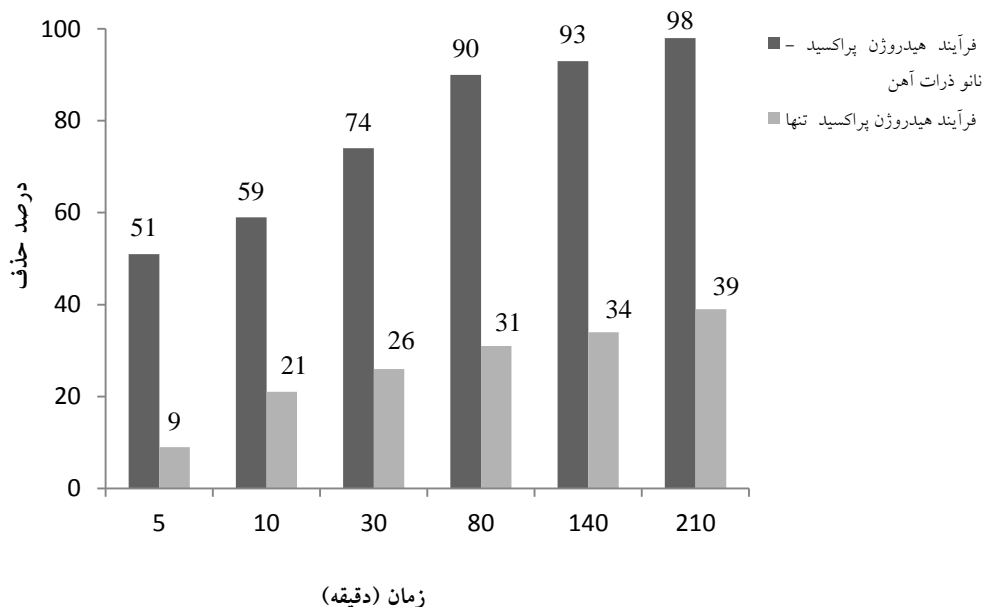
نتایج بهینه آزمایشات نشان می‌دهد که در زمان تماس ۸۰ دقیقه، pH=۳، غلظت رنگ ۷۵ میلی گرم در لیتر، غلظت نانو ذرات ۲ گرم در لیتر و غلظت هیدروژن پراکسید ۲۰۰ میلی مول، درصد حذف رنگ در مورد فرآیند هیدروژن پراکسید به همراه نانو ذرات و هیدروژن پراکسید تنها به ترتیب در حدود ۹۰ و ۳۱ درصد بوده است و با افزایش pH به ۹، درصد حذف رنگ به ترتیب به حدود ۲۷ و ۱۰ درصد کاهش یافت.

تاثیر کاهش pH در افزایش راندمان حذف رنگ



نمودار ۱: بررسی تأثیر pH بر کارایی فرآیند

(غلظت رنگ: ۷۵ میلی گرم در لیتر، زمان تماس: ۸۰ دقیقه، غلظت نانو ذرات: ۲ گرم در لیتر، غلظت پراکسید هیدروژن ۲۰۰ میلی مول).



نمودار ۲: بررسی تأثیر زمان تماس بر کارایی فرآیند

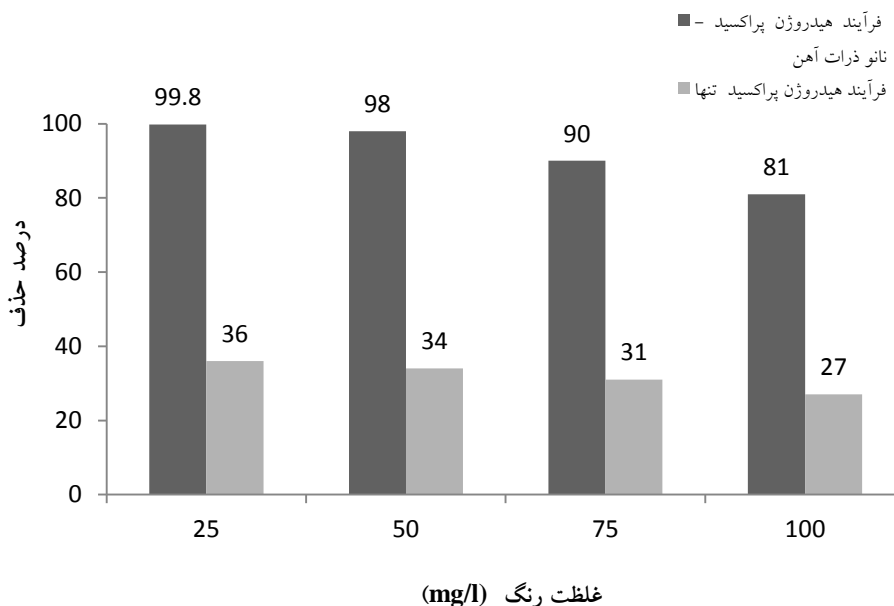
(غلظت رنگ: ۷۵ میلی گرم در لیتر، pH=۳، غلظت نانو ذرات: ۲ گرم در لیتر، غلظت پراکسید هیدروژن ۲۰۰ میلی مول).

فرآیند کاهش می یابد. در pH های قلبایی نیز  $Fe^{+2}$  به  $Fe^{+3}$  تبدیل شده و به صورت  $Fe(OH)_3$  از چرخه کاتالیستی خارج می شود (۱۶).

pH برابر ۳ در این مطالعه به عنوان عدد بهینه معرفی گردید و همانطور که از نمودار ۱ مشخص است، بیشترین راندمان در این pH بدست آمده است و با افزایش pH راندمان حذف رنگ کاهش پیدا کرده است.

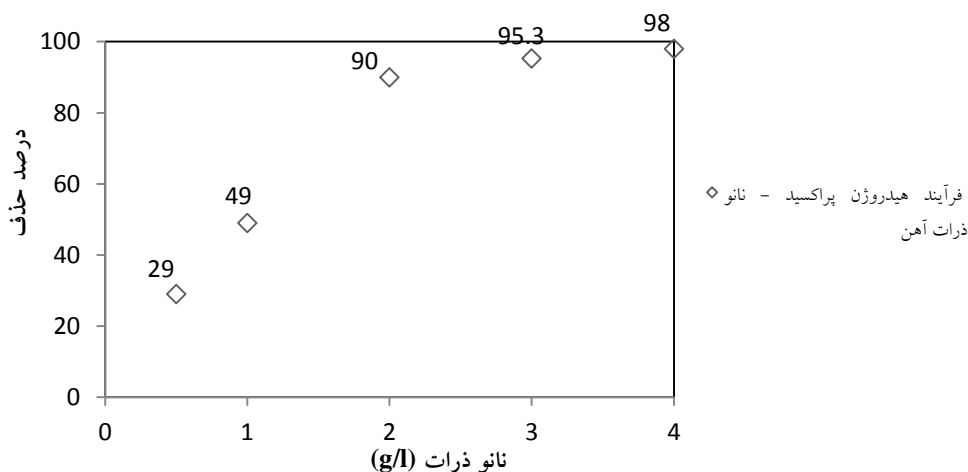
## بحث

نتایج این مطالعه نشان می دهد که pH اسیدی در دستیابی به حداکثر حذف رنگ مؤثر می باشد. یکی از مشکلات عمده این روش نیاز به اسیدی کردن محیط است. در pH پایین تر از ۲/۵ تشکیل  $Fe(OH)^{2+}$  که با هیدروژن پراکسید به آرامی واکنش می دهد، باعث کاهش مقدار رادیکال های هیدروکسیل شده و در نتیجه بازدهی



نمودار ۳: بررسی تأثیر غلظت اولیه رنگ بر کارایی فرآیند

(زمان تماس: ۸۰ دقیقه، pH=۳، غلظت نانو ذرات آهن: ۲ گرم در لیتر، غلظت پراکسید هیدروژن: ۲۰۰ میلی مول).

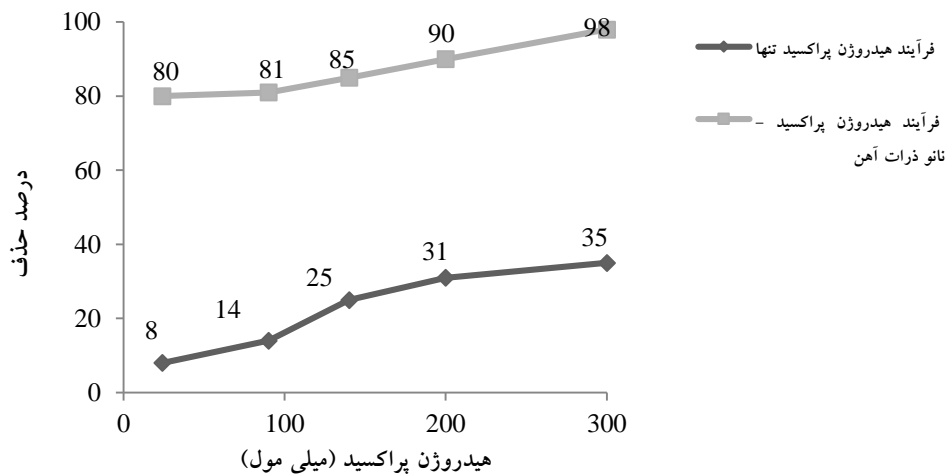


نمودار ۴: بررسی تأثیر نانوذرات بر کارایی فرآیند

(زمان تماس: ۸۰ دقیقه، pH=۳، غلظت اولیه رنگ: ۷۵ میلی گرم در لیتر، غلظت پراکسید هیدروژن: ۲۰۰ میلی مول).

یابد و یا از ۳/۵ به ۴ افزایش یابد، کاهش سریعی در راندمان حذف رنگ اتفاق خواهد افتاد. نکته مهمی که ایشان به آن اشاره نمودند این مطلب بود که واکنش هیدروژن پراکسید در حضور پودر آهن نسبت به واکنش فتون دارای مزیت بسیار مهمی است، به این صورت که افزایش مقدار پودر آهن در فرآیند ترکیبی آهن در حضور هیدروژن پراکسید سبب افزایش pH نهایی شده که در نتیجه به مقدار ماده کمتری برای خنثی سازی فاضلاب نیاز خواهد بود (۱۷). در پژوهشی دیگر که در مورد حذف

باربوسینسکی و همکاران در تحقیقی که در ارتباط با حذف رنگ Acid Red 18 توسط معرف فتون در حضور پودر آهن انجام دادند توانستند به راندمان ۹۹/۹ درصد دست یابند. ایشان بهینه مقدار هیدروژن پراکسید و آهن عنصری را به ترتیب ۶۰ و ۵۰ میلی گرم در دسی لیتر تعیین و به این نکته اشاره نمودند که کاهش pH و افزایش زمان تماس در حذف رنگ بسیار موثر است. همچنین دریافتند که در محدوده pH ۲/۵ تا ۳/۵ حذف رنگ با سرعت بالایی انجام می گیرد و اگر pH به ۲ تنزل



نمودار ۵: بررسی تأثیر غلظت اولیه هیدروژن پراکسید بر کارایی فرآیند (زمان تماس: ۸۰ دقیقه، pH=۳، غلظت اولیه رنگ: ۷۵ میلی گرم در لیتر، غلظت نانو ذرات آهن: ۲ گرم در لیتر).

درصد حذف آن کاهش می یابد که این می تواند به علت اشغال سطح NZVI توسط مولکول های رنگ، دسترسی کمتر یون های  $Fe^{+2}$  به مولکول های رنگ و همچنین دسترسی کمتر هیدروژن پراکسید به NZVI باشد. این موضوع با مطالعات دیگران شباهت دارد (۱۱، ۱۸).

در تحقیق دیگری آقای موزیا و همکارانش از فرایند فتوکاتالیستی برای تجزیه Acid Red 18 استفاده کردند. در این تحقیق غلظت اولیه جاذب، دوز کاتالیستی و دمای واکنش مورد بررسی قرار گرفت (۲۰). این فرآیند در مقایسه با فرآیندهای مورد مطالعه این تحقیق، فرآیند کاملا پیچیده ای است. با توجه به اینکه این فرآیند (نانو ذره آهن در حضور هیدروژن پراکسید)، نسبت به سایر روش های اکسیداسیون پیشرفته در دسترس تر، از نظر زیست محیطی بی خطرتر، دارای بهره برداری آسان و کارایی بالاست (۱۱)، در نتیجه این مزایا سبب استفاده فراوان از این روش شده است. لذا این فرآیند در حذف رنگ زاهای آزو مفید می باشد.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، نانوذرات آهن- هیدروژن پراکسید دارای مزایایی از قبیل کارایی حذف بالا و زمان واکنش کوتاه بوده و می تواند به عنوان یک گزینه مناسب در حذف رنگ های آزو از محیط های آبی مطرح گردد ولی هیدروژن پراکسید به تنهایی کارایی

Acid Yellow 28 توسط NZVI انجام شده است به این نتیجه رسیدند که pH اسیدی و افزایش غلظت NZVI در دست یافتن به راندمان حداکثر مهم می باشد به طوری که راندمان حذف رنگ از ۲۶ به ۹۹/۲ درصد افزایش پیدا کرده بود. pH=۳ و غلظت NZVI ۲ گرم در لیتر، مقادیر بهینه این مطالعه بود (۱۱).

همانطور که در نمودار ۵ نشان داده است کارایی حذف رنگ با افزایش مقدار هیدروژن پراکسید در pH برابر ۳ افزایش می یابد. این امر به دلیل این است که افزایش غلظت هیدروژن پراکسید، باعث اسیدی شدن محیط شده و تولید یون های  $Fe^{2+}$  را تشدید کرده و به نوبه خود منجر به افزایش تولید رادیکال هیدروکسیل می شود، در نتیجه کارایی حذف رنگ را افزایش می دهد (۱۸). در پژوهش دیگری آقای موزیا و همکارانش از سیستم غشایی هیبرید با استفاده از فرایند تجزیه فتوکاتالیستی برای تجزیه Acid Red 18 استفاده کرده اند (۱۹). در این تحقیق در مدت زمان ۵ ساعت رنگ بطور کامل حذف شد که در مقایسه با مطالعه حاضر، همانطور که در نمودار ۲ نشان داده شده است، در فرآیند هیدروژن پراکسید - نانو ذرات آهن در طی زمان ۸۰ دقیقه، راندمان حذف رنگ ۹۰ درصد می باشد، کارایی کمتری دارد.

نمودار ۳ نشان می دهد که با افزایش غلظت رنگ،

کمتری در حذف رنگ های آزو از محیط های آبی دارد. بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم و همچنین از مسئول محترم آزمایشگاه شیمی و میکروبی دانشکده بهداشت به خاطر همکاری در انجام این تحقیق، تشکر و قدرانی می نمایند.

## تشکر و قدرانی

نویسندگان این مقاله از مدیریت محترم دانشکده

## References

1. Santos D, Andre B, Francisco J, Jules B, Lier V. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresource Technology*. 2007;98(12):2369-85.
2. Özer A, Dursun G. Removal of methylene blue from aqueous solution by dehydrated wheat bran carbon. *Journal of Hazardous Materials*. 2007; 146(1): 262-9.
3. Wang C-B, Zhang W-X. Synthesizing nanoscale iron particles for rapid and complete dechlorination of TCE and PCBs. *Environmental science & technology*. 1997; 31(7): 2154-6.
4. Kusic H, Koprivanac N, Srsan L. Azo dye degradation using Fenton type processes assisted by UV irradiation: a kinetic study. *Journal of photochemistry and photobiology A: Chemistry*. 2006;181(2):195-202.
5. Liu T, Wang Z-L, Zhao L, Yang X. Enhanced chitosan/Fe<sup>0</sup>-nanoparticles beads for hexavalent chromium removal from wastewater. *Chemical Engineering Journal*. 2012; 189: 196-202.
6. Kim H, Hong HJ, Jung J, Kim SH, Yang JW. Degradation of trichloroethylene (TCE) by nanoscale zero-valent iron (nZVI) immobilized in alginate bead. *Journal of hazardous materials*. 2010; 176(1):1038-43.
7. Wang Y, Zhou D, Wang Y, Zhu X, Jin S. Humic acid and metal ions accelerating the dechlorination of 4-chlorobiphenyl by nanoscale zero-valent iron. *Journal of Environmental Sciences*. 2011; 23(8):1286-92.
8. Izanloo H, Ahmadi Jebelli M, Nazari Sh, Safavi N, Tashauoei HR and et al. Studying the antibacterial effect of Polyamidoamine-G4 Dendrimer on some of the gram-negative and gram-positive bacteria. *Arak Medical University Journal*. 2014; 17(90): 1-10 (Persian)
9. Izanloo H, Tashauoei HR, Khazae M, Nazari Sh, Mjidi Gh, Vaziri Rad V and et al. The antimicrobial effects of Polypropylenimine-G2 and Polyamidoamine-G4 Dendrimers on *Klebsiella oxytoca*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Proteus mirabilis*, in vitro experiment. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2014; 21(5):925-33. (Persian)
10. Izanloo H, Nazari Sh, Ahmadi Jebelli M, Alizadeh Matboo S, Tashauoei HR, Vakili and et al. Studying the Polypropylenimine-G2 (PPI-G2) Dendrimer Performance in Removal of *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* from Aqueous Solution. *Arak Medical University Journal*. 2015; 18(99):8-16. (Persian)
11. Poursaberi T, Hassanisadi M, Nourmohammadian F. Application of Synthesized Nanoscale Zero-Valent Iron in the Treatment of dye Solution Containing Basic Yellow 28. *Prog Color Colorants Coat*. 2012; 5: 35-40.
12. Rakhshae R. Rule of Fe<sup>0</sup> nano-particles and biopolymer structures in kinds of the connected pairs to remove Acid Yellow 17 from aqueous solution: Simultaneous removal of dye in two paths and by four mechanisms. *Journal of hazardous materials*. 2011; 197:144-52.
13. Chang MC, Shu HY, Yu HH, Sung YC. Reductive decolourization and total organic carbon reduction of the diazo dye CI Acid Black 24 by zero-valent iron powder. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2006; 81(7): 1259-66.
14. Frost RL, Xi Y, He H. Synthesis, characterization of palygorskite supported zero-valent iron and its application for methylene blue adsorption. *Journal of colloid and interface science*. 2010; 341(1): 153-61.
15. Barbusiński K, Majewski J. Discoloration of azo dye Acid Red 18 by Fenton reagent in the presence of iron powder. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2003;12(2):151-5
16. Chamarro E, Marco A, Esplugas S. Use of Fenton reagent to improve organic chemical biodegradability. *Water research*. 2001;35(4):1047-51.
17. Barbusiński K. The modified Fenton process for decolorization of dye wastewater. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2005;14(3):281-5.



18. Shu HY, Chang MC, Chang CC. Integration of nanosized zero-valent iron particles addition with UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process for purification of azo dye Acid Black 24 solution. *Journal of hazardous materials*. 2009; 167(1): 1178-84.
19. Mozia S, Tomaszewska M, Morawski AW. Removal of azo-dye Acid Red 18 in two hybrid membrane systems employing a photodegradation process. *Desalination*. 2006; 198(1): 183-90.
20. Mozia S, Tomaszewska M, Morawski AW. Photocatalytic degradation of azo-dye Acid Red 18. *Desalination*. 2005; 185(1): 449-56.

# Nanoparticles Zero Valent Iron (NZVI) Synthesis and application of $H_2O_2/Fe^0$ and $H_2O_2$ in the Treatment of Dye Solution Containing Acid Red 18 from aqueous environments

**Ahmad Reza Yari.,**

Assistant Professor of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Pollutants, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

**\*Shahram Nazari.,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

**Gharib Majidi.,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

**Soudabeh Alizadeh Matboo.,**

4School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

**Esrafil Asghari.,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Khoy Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

**Ayoob Rastegar.,**

M.Sc in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Sabzevra University of Medical Sciences, Sabzevra, Iran.

**Samaneh Dehghan.,**

Ph.D Student of Environmental Health Engineering, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received:21/04/2015, Revised:14/06/2015, Accepted:02/09/2015

## Corresponding author:

Shahram Nazari,  
School of Public Health, Qom  
University of Medical Sciences,  
Qom, Iran.  
E-mail:  
Shahramnazari73@yahoo.com

## Abstract

**Background:** Organic dyes, with a complex structure, often toxic, carcinogenic, mutagenic, non-biodegradation and stable in the environment are and if without treatment enter the environment can endanger the environment and human health. The aim of this study was to nanoparticles zero valent iron synthesis and evaluate the performance of  $H_2O_2$  and  $H_2O_2/Fe^0$  for the removal of dye Acid Red 18 from aqueous environments.

**Materials and Methods:** This study was conducted at the laboratory scale. Nanoparticles were synthesized by reduction of ferric chloride using sodium borohydride and then removal efficiency of Acid Red 18 from a synthetic solution by  $H_2O_2$  and  $H_2O_2/Fe^0$  was investigated. As well as effect of solution pH, dye concentration, concentration of nano zero valent iron,  $H_2O_2$  and time contact in decolorization efficiency was investigated.

**Results:** Results show that in the pH=3, contact time of 80 minutes, dye concentration of 75 mg/L and Concentration of nano zero valent iron, 2 g/L and  $H_2O_2$ , 200Mmol, about 90% day removal was observed.

**Conclusions:** According to the results of experiments, the use to be of  $H_2O_2/Fe^0$  the efficiency in dye removal of Acid Red 18.

**Keywords:** Nanoparticles Zero Valent Iron,  $H_2O_2$ , Acid Red 18, Day Removal