

## بررسی کارایی پودر آهن، پراکسید هیدروژن و پودر آهن - پراکسید هیدروژن در حذف رنگ اسیدی زرد ۳۶ از محیط‌های آبی

احمد رضا یزدانبخش<sup>۱</sup>، امیر شیخ محمدی<sup>۲</sup>، مهدیه سردار<sup>۳</sup>، حامد محمدی<sup>۲</sup>، منصور ضرابی<sup>۳</sup>

نویسنده مسئول: تهران، ولنجک، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط [yzdanbakhsh@sbmu.ac.ir](mailto:yzdanbakhsh@sbmu.ac.ir)

پذیرش: ۸۸/۰۷/۲۸

دریافت: ۸۸/۰۵/۰۷

### چکیده

زمینه و هدف: بخش بزرگی از ترکیبات آلی که باعث ایجاد آلودگی در آب‌های طبیعی می‌گردند، مواد رنگی شیمیایی هستند. رنگ‌های آزو کاربرد فراوانی در صنایع مختلف دارند. رنگ‌های آزو نه تنها رنگ نامطلوبی به آب می‌دهند، بلکه این رنگ‌ها دارای پتانسیل جهش‌زایی و سرطان‌زایی در افراد بوده و سبب تولید محصولات جانبی سمی در محیط‌های آبی می‌شوند. هدف از این تحقیق بررسی کارایی سه فرایند پودر آهن، پراکسید هیدروژن و پودر آهن - پراکسید هیدروژن در حذف رنگ اسیدی زرد ۳۶ از محیط‌های آبی بوده است. روش بررسی: این تحقیق در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. در این آزمایش یک محلول سنتتیک از رنگ اسیدی زرد ۳۶ ساخته شد و کارایی حذف پودر آهن، پراکسید هیدروژن و پودر آهن - پراکسید هیدروژن در حذف رنگ اسیدی زرد ۳۶ از محلول‌های آبی بررسی شد. هم‌چنین اثر غلظت رنگ،  $pH$  محلول، غلظت پراکسید هیدروژن، غلظت پودر آهن و زمان تماس در کارایی عمل رنگ‌زدایی، بررسی شد. یافته‌ها: نتایج آزمایشات نشان داد که فرایند ترکیبی پودر آهن - پراکسید هیدروژن، نسبت به دو فرایند دیگر از قدرت رنگبری بالایی برخوردار است. به طوری که در فرایند ترکیبی پودر آهن - پراکسید هیدروژن، در  $pH=3$ ، زمان تماس ۶۰ دقیقه، پراکسید هیدروژن ۲۳/۳۳ میلی‌لیتر بر لیتر، غلظت رنگ ۶۰ میلی‌گرم در لیتر و پودر آهن ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۹۷/۹٪ حذف رنگ مشاهده شد. نتیجه‌گیری: با توجه به آزمایش‌ها انجام شده، نتایج نشان داد، این روش (فرایند ترکیبی پودر آهن - پراکسید هیدروژن) کارایی مناسبی در حذف رنگ‌های آزو دارد. ولی کاربرد این روش در صنعت باید از لحاظ اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد. واژگان کلیدی: حذف رنگ، فاضلاب، آهن صفر ظرفیتی، پراکسید هیدروژن، رنگ آزو

۱- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

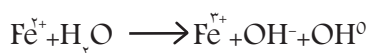
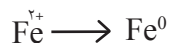
۲- دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

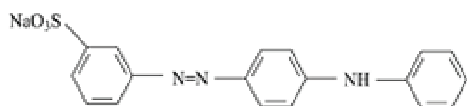
## مقدمه

سالانه در جهان بیش از هفت صد هزار تن مواد رنگ‌زا سنتز می‌شود که در حدود ۵۰٪ از آنها آزو هستند. رنگ‌زاهای آزو دارای یک یا چند پیوند آزو (-N=N-) می‌باشند. برخی رنگ‌زاهای آزو و ناخالصی‌های آنها مانند آمین‌ها سمی و حتی برای بعضی از موجودات سرطان‌زا هستند (۱). حضور مواد رنگ‌زای شیمیایی علاوه بر آنکه بر آلودگی منابع آبی تاثیر می‌گذارند، با متوقف کردن تولید اکسیژن و جلوگیری از نفوذ نور خورشید موجب مرگ موجودات زنده و وارد آمدن صدمات جدی به محیط زیست می‌گردند (۲). علاوه بر صنایع نساجی و رنگرزی، سایر صنایع از قبیل صنایع تولید مواد آرایشی، چرم‌سازی، داروسازی، کاغذ‌سازی و کارخانه‌های تولید رنگ نیز پساب‌های رنگی تولید می‌کنند (۳). فرایندهای بیولوژیکی برای تصفیه پساب‌های حاوی این رنگ‌ها تاثیر چندانی نداشته و فرایندهای تصفیه متداول از قبیل جذب سطحی، انعقاد و لخته‌سازی نیز روش مناسبی نیست. زیرا این روش‌ها به طور عمده پسماند‌های جامدی تولید می‌کنند که متعاقباً مشکلات زیست محیطی دیگری به دنبال خواهد داشت (۴). روش‌های مختلف فیزیکی شیمیایی نظیر اولترا فیلتراسیون، اسمز معکوس، تبادل یونی و جذب روی مواد مختلف نظیر کربن فعال، زغال، تراشه‌های چوب و سیلیکاژل به منظور حذف رنگ و COD از پساب به کار گرفته شده‌اند، که در حوضه کاربری بودن، از موفقیت نسبی برخوردار بوده‌اند. ولی از آنجا که روش‌های مذکور، تنها آلودگی را از فاز آبی به شبکه جامد منتقل می‌کنند و فرایندهای تخریبی نیستند، تکنیک‌هایی فراگیر به حساب نمی‌آیند. از این رو در سال‌های اخیر فرایند اکسیداسیون پیشرفته که بر مبنای تولید رادیکال‌های آزاد و فعال به ویژه OH متکی هستند، به دلیل قدرت بالای اکسایش با پذیرش علمی نسبتاً گسترده‌ای روبرو شده‌اند (۵). در بین فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته، فرایند فنتون یکی از جالب‌ترین روش‌های مورد مطالعه است. روش فنتون به انواع مختلفی تقسیم بندی می‌شود، شامل فوتوفنتون، الکتروفنتون،

فنتون تاریک، شبه فنتون و ... که تنها شرایط عمل در آنها متفاوت است ولی اساس واکنش‌ها یکسان است (۶). فرایند فنتون یک سیستم الکتروشیمیایی است که در آن یون‌های  $Fe^{2+}$  احیاکننده و مولکول‌های پراکسید هیدروژن اکسند هستند. از احیا مولکول‌های  $H_2O_2$  رادیکال‌های فعال هیدروکسیل تولید می‌شوند که هدف اصلی این فرایند می‌باشد. در این تحقیق از آهن صفر ظرفیتی و پراکسید هیدروژن به جای آهن دو ظرفیتی - پراکسید هیدروژن (فنتون) استفاده شد (۷). رادیکال هیدروکسیل دارای پتانسیل استاندارد بالایی  $(E^0(OH^{\cdot}/H_2O_2) = 2/8V)$  بوده و دومین جزو بسیار اکسیدکننده پس از فلور است (۸). تحقیقات زیادی در ارتباط با کاربرد فلزات به ویژه آهن به عنوان کاتالیست برای حذف مواد آلی صورت گرفته است (۹ و ۱۰). در ارتباط با حذف کلرو فنول‌ها توسط آهن در حضور پراکسید راندمان‌های خوبی مشاهده شده است (۱۱ و ۱۲). یولون و همکاران (Yulun et al) در سال ۲۰۰۸ از فرایند پودر آهن در حضور پراکسید هیدروژن جهت حذف دی‌متیل فتالات و ۲، ۴ دی‌کلرو فنوکسی استیک اسید استفاده کرده‌اند (۱۳). هم‌چنین هارووج و همکاران (Hrvog et al) در سال ۲۰۰۶ از این نوع فرایند جهت تجزیه ماده رنگ‌زای اسید اورانژ ۷ استفاده کرده‌اند. در این فرایند نسبت به فرایند فنتون معمولی، تولید رادیکال هیدروکسیل در دو مرحله اتفاق می‌افتد. بنابراین کارایی فرایند افزایش می‌یابد. از طرف دیگر در فرایند فنتون با تشکیل یون فروس عملاً کارایی فرایند کاهش یافته و متوقف می‌شود. در حالی که چنانچه از پودر آهن استفاده گردد، ابتدا یون‌های فرو و سپس یون فروس تشکیل می‌گردد بنابراین عملاً کارایی فرایند در مقایسه با فرایند فنتون معمولی بیشتر خواهد بود (۱۴). مهم‌ترین واکنش‌هایی که در حذف ماده آلی توسط فرایند پراکسید هیدروژن در حضور پودر آهن، موثرند به صورت زیر است:



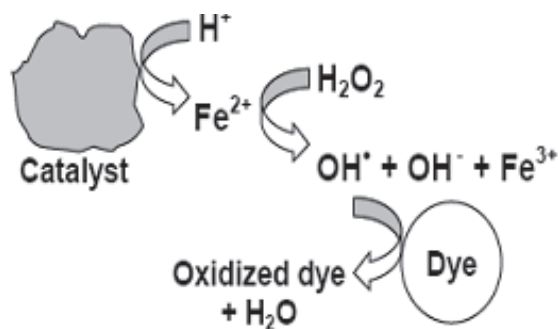
است. پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه شامل pH در محدوده (۳،۵،۷،۹،۱۱)، غلظت اولیه پراکسید هیدروژن (۱۰، ۱۶/۶۶، ۲۳/۳۳، ۳۰ و ۳۶/۶۶) میلی لیتر در لیتر، غلظت اولیه رنگ (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰) میلی گرم در لیتر، زمان تماس (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰) دقیقه و غلظت اولیه پودر آهن (۶۶۰، ۱۳۳۰، ۲۰۰۰، ۲۶۶۰، ۳۳۳۰) میلی گرم در لیتر است. آزمایش ها در سه مرحله شامل پودر آهن تنها، پراکسید هیدروژن تنها و پودر آهن - پراکسید هیدروژن انجام گرفت. برای اندازه گیری pH از pH متر مدل (sartorius PP-۵۰)، و برای تنظیم pH از سود و اسید سولفوریک یک نرمال استفاده گردید. در این مطالعه پودر آهن با اندازه موثر ۱۵۰ میکرون (مرک - آلمان) با مقیاس آزمایشگاهی و پراکسید هیدروژن (مرک-آلمان) با درجه خلوص ۳۰ درصد و مقیاس آزمایشگاهی استفاده گردید. ساختار رنگزای اسید زرد ۳۶ در شکل ۲ نشان داده شده است (۱۶). مشخصات ماده رنگی آزوی اسید زرد ۳۶ نیز در جدول ۱ ارایه شده است.



شکل ۲: ساختار شیمیایی اسید زرد ۳۶ (۱۶)

جهت انجام آزمایش ها، غلظت های مختلف از رنگ به حجم ۱۵۰ میلی لیتر به بشرهای ۵۰۰ میلی لیتری اضافه شد و pH رنگ در محدوده مورد نظر تنظیم شد. سپس غلظت های مختلف پودر آهن و پراکسید هیدروژن به حجم ۱۵۰ میلی لیتر از رنگ با غلظت اولیه مختلف اضافه گردید و بعد از عمل اختلاط توسط دستگاه جارتست با دور ۲۰۰ دور در دقیقه در فواصل زمانی مشخص نمونه برداری صورت گرفت و میزان جذب رنگ در طول موج ۴۳۵ نانومتر (حد اکثر جذب) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS ۲۰۲۱ CE) کنترل گردید، سپس با داشتن میزان جذب و با استفاده از

براده های آهن به عنوان یک کاتالیست نامتجانس برای فعال سازی پراکسید هیدروژن به کار می روند. زمانی که براده های آهن به عنوان یک کاتالیست جامد در محلول به کار می روند سبب تولید یک ترکیب یونی کاملاً متجانس می شوند که این ترکیب نیز به نوبه خود طبق واکنش های فنتون سبب فعال سازی پراکسید هیدروژن شده و باعث ایجاد رادیکال هیدروکسیل می شود. به علت این که براده های آهن، یون های آهن دو ظرفیتی را تحت شرایط اسیدی در محلول رها می کنند این یون های محلول اولین گام برای اکسیداسیون آلاینده ها (به عنوان مثال رنگ) در فرایند  $H_2O_2/Fe^0$  می باشند. زمانی که اکسیداسیون رنگ رخ می دهد، یون های  $Fe^{2+}$  مصرف شده و میزان اکسید کنندگی آلاینده به میزان حلالیت  $Fe^{2+}$  در محلول بستگی دارد. مکانیسم تولید رادیکال هیدروکسیل در حضور براده های آهن به وضوح در شکل (۱) نمایش داده شده است (۱۵).



شکل ۱: مکانیسم پیشنهادی برای حذف ماده آلی توسط پراکسید هیدروژن در حضور یک کاتالیست فلزی (۱۵)

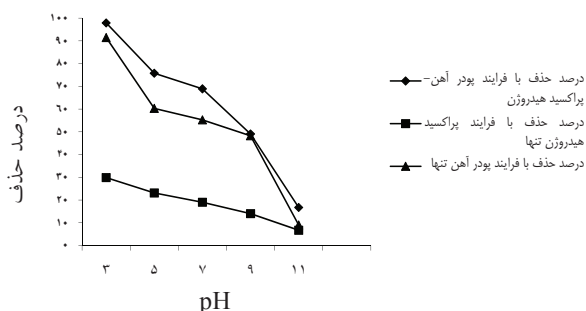
بنابراین با توجه به مطالبی که اشاره شد، به علت کارایی نسبتاً بالای این فرایند در حذف آلاینده های مختلف از جمله مواد رنگزا، هدف اصلی این پژوهش بررسی کارایی فرایند پودر آهن در حضور پراکسید هیدروژن ( $Fe^0/H_2O_2$ ) در جهت حذف ماده رنگزای اسید زرد ۳۶ از محلول های آبی است.

## مواد و روش ها

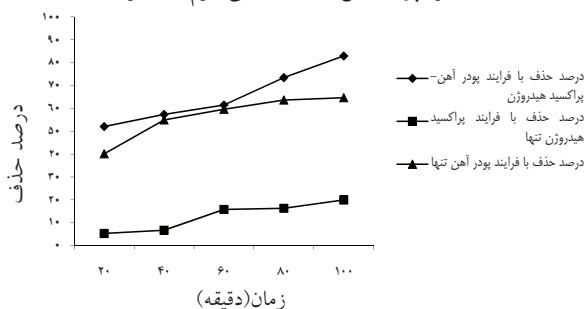
این مطالعه یک نوع مطالعه بنیادی - کاربردی است که در مقیاس آزمایشگاهی و به صورت ناپیوسته انجام گرفته

جدول ۱: مشخصات رنگ آزوی اسید زرد ۳۶

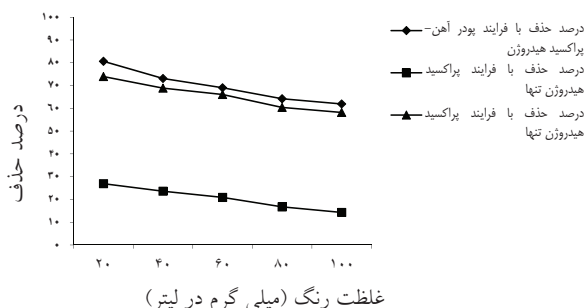
MW	تعداد پیوند آزو	طول موج ماکزیموم (متر)	فرمول شیمیایی	نام تجاری
۳۷۵.۴	مو نو آزو	۴۳۵ نا نو متر	(AY36C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>3</sub> NaO <sub>3</sub> S)	Acid yellow 36



شکل ۴: بررسی تاثیر pH بر کارایی فرایند ( غلظت رنگ: ۶۰ میلی گرم در لیتر، زمان تماس: ۶۰ دقیقه، پراکسید هیدروژن: ۲۳/۳ میلی لیتر بر لیتر، پودر آهن: ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر)

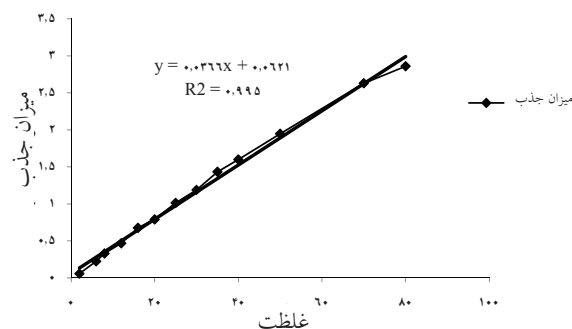


شکل ۵: بررسی تاثیر زمان تماس بر کارایی فرایند ( غلظت رنگ: ۶۰ میلی گرم در لیتر، pH=۷، پراکسید هیدروژن: ۲۳/۳ میلی لیتر بر لیتر، پودر آهن: ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر)



شکل ۶: بررسی تاثیر غلظت اولیه رنگ بر کارایی فرایند (زمان تماس: ۶۰ دقیقه، pH=۷، پراکسید هیدروژن: ۲۳/۳ میلی لیتر بر لیتر، پودر آهن: ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر)

منحنی کالیبراسیون غلظت باقیمانده رنگ تعیین گردید (۱۶).  
منحنی کالیبراسیون دستگاه در شکل ۳ رسم گردیده است. به عنوان مثال در فرایند پودر آهن تنها، در pH=۷ و غلظت اولیه رنگ ۶۰ میلی گرم در لیتر، دزهای مختلف پودر آهن اضافه گردیده و در زمان های تماس مشخص نمونه برداری شد و غلظت باقی مانده رنگ مشخص گردید. در فرایند ترکیبی پودر آهن - پراکسید هیدروژن نیز به عنوان مثال در pH=۷، غلظت اولیه رنگ ۶۰ میلی گرم در لیتر و غلظت اولیه پراکسید هیدروژن ۳۰ میلی لیتر، غلظت های مختلف پودر آهن به محلول اضافه شده و در فواصل زمانی مشخص نمونه برداری گردیده و غلظت باقی مانده رنگ مشخص گردید.

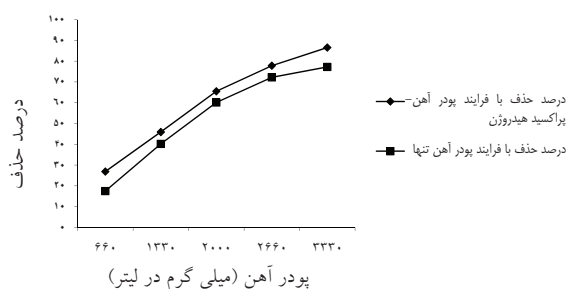


شکل ۳: منحنی کالیبراسیون جهت اندازه گیری غلظت محلول رنگی اسید زرد ۳۶

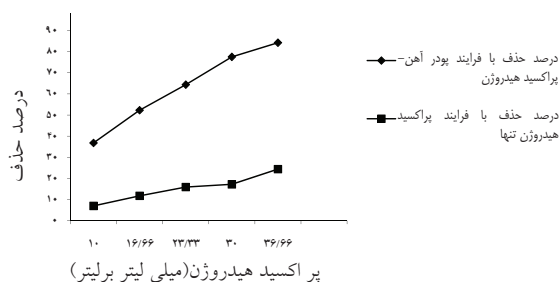
## نتایج

نتایج حاصل از آزمایش های انجام شده در شکل های ۴ تا ۸ ارایه شده است. به طور کلی در این شکل ها تاثیر، pH، زمان ماند، غلظت پودر آهن، غلظت پراکسید هیدروژن و غلظت اولیه رنگ بر کارایی حذف رنگ در هر مرحله نشان داده شده است. شکل ها کاملاً گویا است که افزایش غلظت پودر آهن،

به همراه پر اکسید هیدروژن به ترتیب در حدود ۲۹/۹۶، ۹۱/۴۴ و ۹۷/۹٪ بوده است و با افزایش pH به حدود ۱۱، درصد حذف رنگ به ترتیب به حدود ۶/۷، ۹، ۱۶/۷٪ تقلیل یافت. شکل ۷ به طور واضح کارایی حذف رنگ را در دزهای مختلف از پودر آهن نشان می دهد. با افزایش مقدار پودر آهن از ۶۶۰ به ۳۳۳۰ میلی گرم در لیتر، در pH برابر ۷ و پراکسید هیدروژن برابر ۳۰ میلی لیتر بر لیتر، در فرایند آهن - پراکسید هیدروژن، درصد حذف از حدود ۲۶/۹٪ به ۸۶/۵٪ و زمانی که از فرایند آهن تنها برای حذف رنگ استفاده می گردد از حدود ۱۷/۵٪ به ۷۷/۱۹٪ افزایش می یابد. بنابراین افزایش پودر آهن تا یک مقدار مشخصی تاثیر قابل توجهی در حذف رنگ خواهد داشت. تاثیر پراکسید هیدروژن به تنهایی (بدون حضور آهن) در مقادیر ۱۰ تا ۳۶/۶۶ میلی لیتر بر لیتر، در pH حدود ۷ مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که راندمان حذف برای بالاترین و پایین ترین مقدار  $H_2O_2$  به ترتیب در حدود ۲۴/۴ تا ۶/۹۷٪ بوده است. تاثیر افزایش پر اکسید هیدروژن در افزایش راندمان حذف رنگ به وضوح در شکل ۸ نشان داده شده است. کارایی حذف رنگ، با کاهش میزان جذب در (طول موج ۴۳۵ نانومتر)، با افزایش مقدار پراکسید هیدروژن، افزایش می یابد. به طوری که با افزایش مقدار پراکسید هیدروژن از حدود ۱۰ به ۳۶/۶۶ میلی لیتر در لیتر در pH برابر ۷، میزان درصد حذف رنگ از ۳۶/۷۹ به ۸۴/۲٪ افزایش می یابد (شکل ۸). دلیل این امر اینست که افزایش غلظت پر اکسید هیدروژن، باعث اسیدی شدن محیط می شود که این تولید یون های  $Fe^{2+}$  را تشدید کرده که این به نوبه خود منجر به افزایش تولید رادیکال هیدروکسیل می شود، در نتیجه کارایی حذف رنگ را افزایش می دهد. کاشفیل و همکاران در بررسی که در ارتباط با حذف رنگ اسیدی زرد ۳۶ در محلول های آبی توسط فرایند الکتروکاتالیزه با گولاسیون به همراه الکترودهای آهن انجام دادند نشان داد که افزایش دانسیته به بالاتر از حدود  $127/8 A/M^2$  سبب افزایش بازده حذف رنگ می شود. این فرایند قادر به حذف ۸۵٪ از رنگ اسیدی زرد ۳۶ می باشد که



شکل ۷: بررسی تاثیر میزان پودر آهن بر کارایی فرایند (زمان تماس: ۶۰ دقیقه، pH=۷، پراکسید هیدروژن: ۳۳/۳ میلی لیتر بر لیتر، غلظت اولیه رنگ: ۶۰ میلی گرم در لیتر)



شکل ۸: بررسی تاثیر غلظت اولیه پراکسید هیدروژن بر کارایی فرایند (زمان تماس: ۶۰ دقیقه، pH=۷، پودر آهن: ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر، غلظت اولیه رنگ: ۶۰ میلی گرم در لیتر)

پراکسید هیدروژن، زمان تماس و کاهش غلظت اولیه رنگ و pH تا یک مقدار معین، راندمان حذف را افزایش می دهد.

### بحث و نتیجه گیری

نتایج در این تحقیق نشان داد که pH اسیدی در دستیابی به حداکثر حذف رنگ موثر می باشد. یکی از اشکالات عمده این روش نیاز به اسیدی کردن محیط است. در pH پایین تراز 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 فرایند کاهش می یابد. در pH های قلیایی نیز  $Fe^{2+}$  به  $Fe^{3+}$  تبدیل شده و به صورت  $Fe(OH)_3$  رسوب می کند و از چرخه کاتالیستی حذف می شود. این مساله خود باعث تجزیه پراکسید هیدروژن و کاهش بازدهی فرایند می گردد (۱۷، ۱۸). نتایج آزمایش ها نشان می دهد که در زمان تماس ۶۰ دقیقه، pH=۳، پر اکسید هیدروژن برابر ۲۳/۳۳ میلی لیتر در لیتر و پودر آهن ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر درصد حذف رنگ در مورد فرایند پر اکسید هیدروژن تنها، آهن تنها و آهن

پودر آهن در فرایند ترکیبی آهن در حضور پراکسید هیدروژن سبب افزایش pH نهایی شده که در نتیجه به مقدار ماده کم تری برای خنثی سازی فاضلاب نیاز خواهد بود در ضمن فرایند پراکسید هیدروژن در حضور کاتالیست ها از این نظر نیز می تواند مهم باشد که از فلزات غیر مصرفی و فلزات دور انداخته شده نیز می توان به عنوان کاتالیست در این فرایند مورد استفاده قرار داد (۱۵). استفاده از پودر آهن از لحاظ بهره برداری آسان بوده و به براده های آهن اجازه باقی ماندن در محیط را می دهد و با این حال کاتالیست (براده های آهن) می تواند به طور مداوم به کار رود (۱۵). با توجه به این که این فرایند (پودر آهن در حضور پراکسید هیدروژن)، نسبت به سایر روش های اکسیداسیون پیشرفته در دسترس تر، از نظر زیست محیطی بی خطرتر، (۶) دارای بهره برداری آسان و کارایی بالاست (۱۵)، در نتیجه این مزایا سبب استفاده فراوان از این روش شده است. لذا این فرایند در حذف رنگ زا های آزو مفید بوده ولی کاربرد آن از نظر اقتصادی نیازمند تجزیه و تحلیل های بیشتری است.

### منابع

1. Mahmoudi N.M, Arami M, yusefi limaiei N. The investigation of chemical structure effect in analysis of photo catalysis of tannery chromogens with photo catalysis process (UV/TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O) ninth congress of Iran chemistry engineering 2004; 1060-1066.
2. Wang S. A comparative study of Fenton and Fenton-like reaction kinetics in decolourisation of wastewater. DyesPigments. 2008 ; 76:714-720.
3. Andre B, Santos D, Francisco J, Jules B, Lier V. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters, perspectives for anaerobic biotechnology. Bioresource Technology. 2007; 98 : 2369–2385.
4. Behnejadi Mafa, Daneshvarfan, Rabbani M, Modir N. synthetic modeling of breakdown & decolourization photo catalysis mono Azo dye from tannery industry in UV/TiO<sub>2</sub> process ninth congress of Iran chemistryengineering. 2004 ; 851-854
5. KestioSlu K, Yonar T and Azbar N. Feasibility of physico-chemical treatment and advanced oxidation processes (AOPs) as a means of pretreatment of olive mill effluent. J. Process Biochemistry. 2005 ; 40: 2409 – 2416
6. Pignatello J.J. Dark and photoassisted Fe<sup>3+</sup>-catalyzed degradation of chlorophenoxy herbicides by hydrogen peroxide. Environ Sci

- Technol. 1992;26: 944-951.
7. Uri N. Inorganic free radicals in solutions. Chem. Rev. 1952 ; 50: 375-454.
  8. Chamarro, E, marco A and Esplugas, S, Use of fenton reagent to improve organic chemical biodegradability, Wat Res., 2001 ; 35 : 1047-1051
  9. Al - Hayek N, Dore M. Oxidation of phenols in water by hydrogen peroxide on alumina supported iron. Wat. Res. 1990; 24:973.
  10. Miller C. M, Valentene R. L. Hydrogen peroxide decomposition and quinoline degradation in the presence of aquifer material. Wat Res. 1995 ;29: 2353.
  11. Watts R. J, Kong S, Dipper M, Barnes W. T. Oxidation of sorbed hexachlorobenzene in soils using catalyzed hydrogen peroxide. J. Haz. Mater. 1994; 39:33
  12. Watts R. J, Jones A. P, Chen P. H, Kenny A. Mineral-catalyzed Fenton-like oxidation of sorbed chlorobenzenes. Wat. Environ Res. 1997;69: 269.
  13. Yulun Nie, Chun Hu , Lei Zhou, Jiuhui Qu. An efficient electron transfer at the Fe<sup>0</sup>/iron oxide interface for the photoassisted degradation of pollutants with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Applied Catalysis. B: Environmental. 2008 ; 82 :151-156
  14. Hrvoje Kusic, Natalija Koprivanac , Lidija Srsan. Azo dye degradation using Fenton type processes assisted by UV irradiation, A kinetic study. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2006 ; 181: 195-202
  15. Barbusiński K. The Modified Fenton Process for Decolorization of Dye Wastewater. Polish Journal of Environmental Studies. 2005; 14: 281-285
  16. Sheng H Lin, Chi M, Lin and Horng G Leu. Operating characteristics and kinetic studies of surfactant wastewater treatment by fenton oxidation. Wat Res. 1999; 33:1735-1741
  17. 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; 151-155
  18. Abadi Ali, Majid , Fazel , Shahrzad , Vahab zadeh , Farzaneh . The application of cracing acid operation & fenton process in olive oil effluent treatment. journal of counselor engineerings corporation water & waste water. 2006 ; 57-61
  19. Kashefialasl M, Khosravi M, Marandi R and Seyyed. Treatment of dye solution containing colored index acid yellow 36 by electrocoagulation using iron electrodes. Int. J. Environ. Sci Tech. 2006; 2: 365-371

## **Investigation of Iron Powder, Hydrogen Peroxide and Iron Hydrogen Peroxide for Removal of Acid Yellow - Powder 36 Dye from Aqueous Solutions**

**\*Yazdanbakhsh A.R.<sup>1</sup>, Sheikh Mohammadi A.<sup>1</sup>, Sardar M.<sup>1</sup>, Mohammadi H.<sup>1</sup>, Zarabi M.<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Department of Environmental Health Engineering, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Received 20 July 2009; Accepted 20 October 2009

### **ABSTRACT**

**Backgrounds and Objectives:** A great part of organic compounds cause more pollution in natural waters meet, are chemical dye material. Azo dyes have more usage in different industries. Azo dyes not only give undesirable dye to the water but also have mutation potential and carcinogenesis effects in human and cause the production of toxic substances in water environments. The purpose of this study is investigation of iron powder, hydrogen peroxide and iron powder-hydrogen peroxide processes in removal of acid yellow 36 dye from aqueous solutions.

**Materials and Methods:** This study was conducted in laboratory scale. At this experiment synthetic solution was made from acid yellow 36 dye, and the removal of acid yellow 36 dye was studied by iron powder, hydrogen peroxide and iron powder- hydrogen peroxide processes. Also effect of dye concentration, pH solution, hydrogen peroxide concentration, iron powder concentration and the time of contact on decolorization, were evaluated.

**Results:** The results showed that iron powder - hydrogen peroxide process, compared to two other process has high decolorization power. Removal efficacy of iron powder-hydrogen peroxide process with  $H_2O_2=23.33$  ml / L, pH =3, iron powder 2000 mg/L and 60 minute, was about 97.9%

**Conclusion:** In general this investigation showed that, this method (Iron powder-hydrogen peroxide process) has high efficiency for removal of Azo dyes. But application this method in the industry, should be economically evaluated.

**Key words:** dye removal, wastewater,  $H_2O_2$ ,  $Fe^0$ , Azo dye

---

**\*Corresponding Author:** [yazdanbakhsh@sbmu.ac.ir](mailto:yazdanbakhsh@sbmu.ac.ir)

**Tel:** +98 21 22432043 **Fax:** +98021 22432043