

بررسی حذف رنگ‌های Acid Red 14 و Acid Red 18 با استفاده از پودر آهن صفر ظرفیتی از محیط‌های آبی و تعیین سنتیک‌های آن

منصور ضرابی^۱، محمد رضا سمرقندی^۲، علیرضا رحمانی^۲، محمد نوری سپهر^۱، ابراهیم محمدی کلهری^۱، سید جواد جعفری^۳، سعید نامداری^۴

۱. عضو هیئت علمی دانشکده علوم پزشکی کرج ۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان

۳. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان، E-mail: sjavad66@gmail.com

۴. دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان

چکیده

زمینه و هدف: پساب‌های نساجی از جمله آلاینده‌های محیط زیست به شمار می‌روند. مشخصه اصلی پساب‌های نساجی رنگی‌بودن آنها است و حاوی انواع آلاینده‌های آلی و غیر آلی می‌باشند. بنابراین لازم است که این‌گونه پساب‌ها قبل از تخلیه به محیط، با استفاده از روش‌های مؤثر مورد تصفیه قرار گیرند.

روش کار: این مطالعه یک مطالعه بنیادی- کاربردی می‌باشد. در این مطالعه کارایی حذف رنگ‌های Acid Red 14 و Acid Red 18 با استفاده از پودر آهن صفر ظرفیتی مورد بررسی قرار گرفته است. پارامترهای مورد بررسی شامل pH (۱۱-۳)، زمان تماس (۱۲۰-۱۵ دقیقه) و غلظت اولیه پودر آهن (۲-۵ g/L) می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از انجام آزمایشات مشخص کرد که با افزایش زمان تماس و غلظت اولیه پودر آهن، کارایی حذف رنگ افزایش یافته و با افزایش pH کارایی حذف رنگ کاهش می‌یابد. بالاترین کارایی حذف رنگ در pH=۳، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه و غلظت پودر آهن ۲ g/L بدست آمد. نتایج حاصل از مطالعات سینتیکی مشخص ساخت که حذف رنگ Acid Red 14 و رنگ Acid Red 18 از معادله شبه درجه دوم ($r^2 > 0.98$) تبعیت می‌کند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه مشخص ساخت که پودر آهن صفر ظرفیتی قابلیت بالایی در حذف رنگ‌های Acid Red 14 و Acid Red 18 از خود نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پودر آهن، رنگ‌های آزو، سنتیک، pH

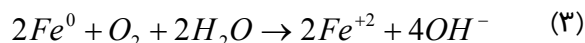
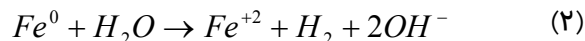
پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۳

دریافت: ۸۹/۱۱/۳

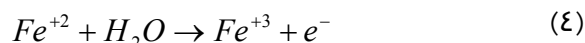
۱- مقدمه

معمولاً مشخصه اصلی پساب این نوع صنایع، رنگی‌بودن آنها می‌باشد که به دلیل استفاده از مواد رنگی در این‌گونه صنایع می‌باشد. فاضلاب‌های رنگی در صنایع مختلفی از جمله داروسازی، چرم‌سازی و سایر صنایع

پساب‌های صنعتی معمولاً یکی از عمده‌ترین آلاینده‌های محیط زیست به شمار می‌روند. صنایع نساجی یکی از عمده‌ترین صنایع پایه هر کشور محسوب می‌شود و



الکترون‌های آزاد تولید شده در محیط‌های آبی نقش عوامل احیاکننده را دارند و می‌توانند باعث احیای ترکیبات آلی گردند. همچنین آهن دو ظرفیتی در محیط‌های آبی به صورت زیر اکسید شده و رسوب ایجاد می‌کند. در طی این واکنش نیز یک الکترون آزاد تولید می‌شود:



بنابراین در طی اکسیداسیون آهن صفر ظرفیتی به آهن سه ظرفیتی، سه الکترون آزاد تشکیل می‌گردد؛ این الکترون‌های آزاد می‌توانند جایگزین یون‌های موجود در ترکیبات آلی از جمله هیدروژن و کلر شوند و باعث تبدیل و تجزیه ترکیبات آلی گردند. برای مثال تجزیه ماده رنگ‌زای Acid Orange 7 توسط پودر آهن در شکل ۱ آورده شده است.

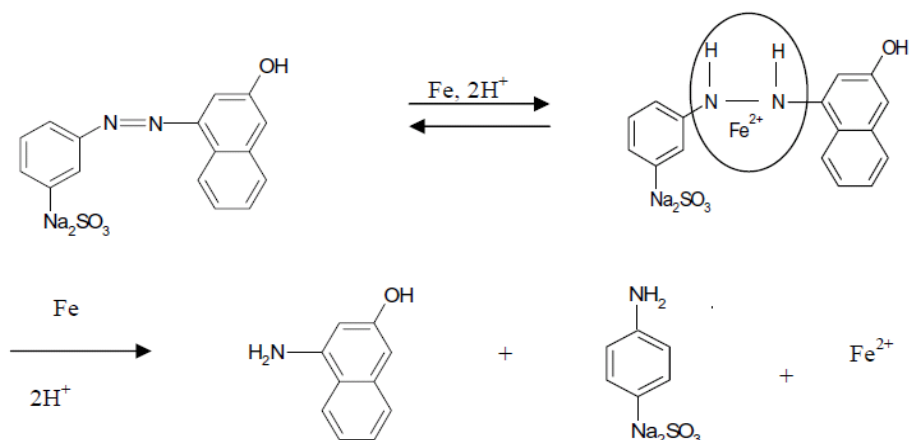
از طرف دیگر همان‌طور که در واکنش‌های بالا به آن اشاره شد، با تشکیل آهن سه ظرفیتی لخته‌های ژلاتینی $Fe(OH)_3$ تشکیل می‌گردد که باعث رسوب‌دادن آلاینده‌های موجود در محیط می‌شود.

بنابراین با توجه به مزایایی که در بالا در مورد پودر آهن اشاره گردید، هدف اصلی این پژوهش استفاده از آهن صفر ظرفیتی برای تجزیه دو نوع رنگ آزو شامل Acid Red 18 و Acid Red 14 و تعیین شرایط بهینه فرآیند می‌باشد. در نهایت سینتیک حذف این دو نوع رنگ با استفاده از آهن صفر ظرفیتی توسط معادله‌های سینتیکی شبه نوع اول، شبه نوع دوم و شبه نوع اول اصلاح‌شده، مورد بررسی قرار گرفت. تعیین شرایط بهینه و سنتیک واکنش‌ها از لحاظ اقتصادی و کنترل بهتر فرآیند، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین در این پژوهش هر دو عامل مورد بررسی و سنجش قرار گرفته است.

تولید می‌شود [۲۹]. مواد رنگ‌زای مختلفی در صنایع استفاده می‌شود که معمول‌ترین آنها رنگ‌های گروه آزو می‌باشد. مواد رنگ‌زای گروه آزو معمولاً دارای یک یا چند پیوند آزو (-N-N-) می‌باشند و به دلیل ارزان‌بودن، رنگ‌ریزی ساده و سمیت کمتر به طور گسترده‌ای برای رنگ‌ریزی الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۰]. عمدتاً مواد رنگ‌زا دارای یک یا چند حلقه بنزنی می‌باشند که به دلیل سمی‌بودن و دیرتجزیه‌بودن، چنانچه بدون تصفیه وارد محیط شوند می‌توانند صدمات جبران‌ناپذیری به محیط زیست وارد کنند. بنابراین لازم است که این گونه پساب‌ها قبل از تخلیه به محیط زیست با استفاده از روش‌های مناسب مورد تصفیه قرار گیرند. روش‌های مختلفی از جمله روش‌های بیولوژیکی [۵ و ۶]، فرآیندهای غشایی [۷]، جذب سطحی [۸-۱۰] و فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته [۱۱ و ۱۳] و سایر روش‌ها برای تصفیه این گونه پساب‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه استفاده از فلزات با ظرفیت صفر از قبیل آهن صفر ظرفیتی و یا منیزیم و سایر فلزات به عنوان عوامل احیاکننده مورد توجه قرار گرفته‌اند. از جمله این فلزات، آهن صفر ظرفیتی می‌باشد که به دلیل فراوانی، ارزان‌بودن، عدم ایجاد سمیت، حذف آسان از محیط، واکنش و احیای مناسب بسیار مورد توجه قرار گرفته است، به‌طوری‌که امروزه حذف آلاینده‌های آلی و غیر آلی از محیط توسط این عناصر از تحقیقات به‌روز محسوب می‌شود [۱۲]. در سال‌های اخیر از آهن صفر ظرفیتی برای تجزیه آلاینده‌های محیط زیست از جمله ترکیبات نیتروبنزن [۱۳]، تری کلرواتیل [۱۴]، نترات [۱۵]، حشره‌کشها، EDTA [۱۶]، فنل [۱۷] استفاده شده است.

در محیط‌های آبی پودر آهن بر طبق واکنش‌های زیر اکسید شده و تولید الکترون آزاد می‌کند [۱۵ و ۱۸].





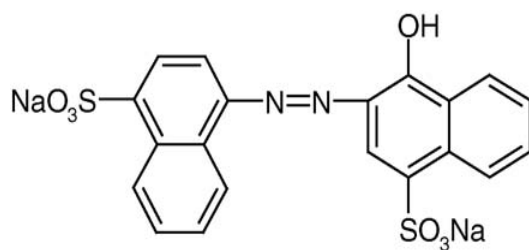
شکل ۱. تجزیه ماده رنگزای Acid Orange 7 توسط پودر آهن

۲- مواد و روش‌ها

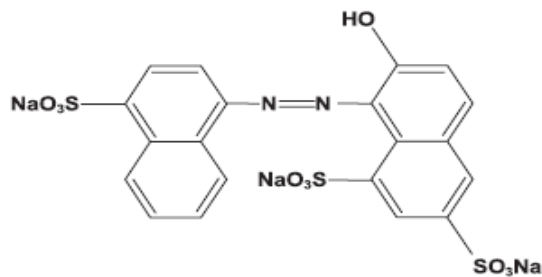
۲-۱- مواد شیمیایی و آزمایشات ناپیوسته

این مطالعه یک مطالعه بنیادی- کاربردی می‌باشد که در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک (آلمان) خریداری شد. پارامترهای مختلفی از جمله pH (۱۱، ۹، ۷، ۵، ۳)، زمان تماس (۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ دقیقه)، میزان پودر آهن (g/L) ۲ و ۱/۵، ۱، ۵/۰ و غلظت اولیه رنگ (mg/L) ۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ مورد بررسی قرار گرفت. جهت تنظیم pH (مدل Sartorius PP-50) از اسید سولفوریک و سود ۱ نرمال استفاده گردید. پودر آهن مورد استفاده با اندازه مؤثر ۱۵۰ میکرون و با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد از شرکت مرک آلمان خریداری گردید. همچنین رنگ‌های مورد مطالعه نیز از شرکت مرک آلمان و با درجه خلوص ۹۹/۹٪ تهیه گردید. جهت تهیه محلول رنگ، ابتدا محلول استوک با غلظت ۱۰۰۰ mg/L از هر دو نوع رنگ تهیه گردید و سپس محلول‌های کاربردی با غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ mg/L به صورت روزانه از محلول استوک تهیه شد. پودر آهن با

اندازه مؤثر ۱۵۰ میکرون مورد استفاده قرار گرفت. حداکثر طول موج جذب هر دو نوع رنگ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV/VIS (Shimadzu-1700, Japan) در محدوده طول موج ۱۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر اسکن گردید و به این ترتیب حداکثر طول موج جذب برای هر دو نوع رنگ تعیین شد. به این ترتیب حداکثر طول موج جذب برای رنگ Acid Red 18 و Acid Red 14 به ترتیب ۵۰۶ و ۵۱۵ به دست آمد. جهت انجام آزمایشات، با ثابت نگاه داشتن سه پارامتر و تغییر دادن یک پارامتر کارایی حذف رنگ مورد مطالعه قرار گرفت. برای مثال جهت بررسی تأثیر pH، محلول رنگ با غلظت ۵۰ mg/L و مقدار آهن صفر ظرفیتی ۱/۵ g/L به سیستم اضافه گردیده و در pH های مختلف و بعد از زمان تماس ۱۲۰ دقیقه، نمونه‌برداری گردیده و غلظت باقی‌مانده رنگ به روش اسپکتروفتومتری تعیین گردید. همین روش برای بررسی تأثیر سایر پارامترها نیز مورد استفاده قرار گرفت. در شکل ۲ ساختار شیمیایی رنگ‌های مورد مطالعه آورده شده است.



(b)



(a)

شکل ۲. ساختار شیمیایی رنگ های (a) Acid Red 18 و (b) Acid Red 14

۲-۲- مطالعات سنتیک

معمولاً در مهندسی محیط زیست، طراحی فرآیندهای شیمیایی مبتنی بر تعیین بهترین نوع مدل حذف آلاینده می‌باشد. بنابراین به منظور طراحی فرآیندهای شیمیایی، لازم است که سینتیک حذف آلاینده به دقت مورد بررسی قرار گیرد. جهت بررسی سنتیک حذف رنگ‌های مورد مطالعه، مقدار $1/5 \text{ g/L}$ پودر آهن به پُشر حاوی محلول رنگ با غلظت 50 mg/L اضافه گردید و در زمان‌های تماس $120-15$ دقیقه، نمونه‌برداری صورت گرفت و سنتیک حذف رنگ مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که pH نمونه در طول آزمایشات سنتیکی برابر ۷ بوده است. در این مطالعه جهت بررسی سینتیک حذف رنگ‌های Acid Red 14 و Acid Red 18 از سه نوع معادله سینتیک شبه درجه اول^۱، شبه درجه دوم^۲ و شبه درجه اول اصلاح شده^۳ استفاده گردید.

۲-۲-۱- معادله سینتیک شبه درجه اول

شکل غیر خطی معادله شبه درجه اول در زیر نشان داده شده است [۱۹].

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1(q_e - q_t) \quad (5)$$

1. Pseudo-first order
2. Pseudo-second order
3. Modified pseudo-first order

با انتگرال‌گیری از رابطه (۵) در محدوده $t=0 \sim t$ و $q_t=0 \sim q_t$ رابطه زیر به دست خواهد آمد:

$$\text{Log}\left(1 - \frac{q_t}{q_e}\right) = -\frac{k_1}{2.303}t \quad (6)$$

در این رابطه q_e و q_t به ترتیب مقدار ماده جذب‌شده بر حسب (mg/g) در حالت تعادل و در زمان t می‌باشند و k_1 نیز ثابت سرعت بر حسب (1/min) می‌باشد.

۲-۲-۲- معادله شبه درجه دوم

رابطه کلی معادله شبه درجه دوم به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2(q_e - q_t)^2 \quad (7)$$

با انتگرال‌گیری از رابطه (۷) در محدوده $t=0 \sim t$ و $q_t=0 \sim q_t$ رابطه زیر به دست خواهد آمد:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e}t \quad (8)$$

در این رابطه k_2 ثابت سرعت بر حسب (g/mg min) می‌باشد. با رسم مقادیر t/q_t در مقابل زمان تماس می‌توان مقادیر k_2 و q_e را به ترتیب از طریق شیب و عرض از مبدأ منحنی فوق به دست آورد.

۲-۲-۳- معادله شبه درجه اول اصلاح شده

معادله شبه درجه اول اصلاح شده، نخستین بار به صورت تجربی توسط یانگ و همکاران (Yang et al.) مطرح گردیده است [۲۰]. عزیزیان و همکاران (Azizian et

(a) معادله فوق را به صورت تئوریک و به شکل زیر بیان کرده‌اند [۲۱].

$$\frac{dq_t}{dt} = k_m \frac{q_e}{q_t} (q_e - q_t) \quad (9)$$

با انتگرال‌گیری از رابطه (۹) در محدوده $t=0 \sim t$ و $q_t=0 \sim q_t$ رابطه زیر به دست خواهد آمد:

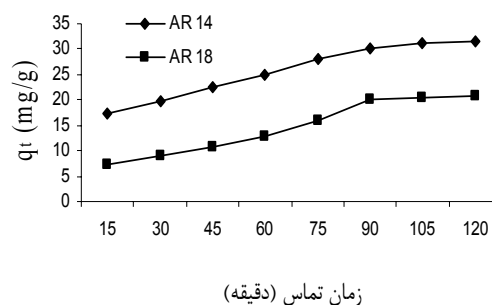
$$\ln\left(1 - \frac{q_t}{q_e}\right) + \frac{q_t}{q_e} = -k_m t \quad (10)$$

با رسم مقادیر $\ln\left(1 - \frac{q_t}{q_e}\right) + \frac{q_t}{q_e}$ در مقابل زمان، می‌توان مقدار k_m را از طریق شیب معادله به دست آورد.

۳- نتایج

۳-۱- تأثیر زمان تماس بر روی حذف رنگ

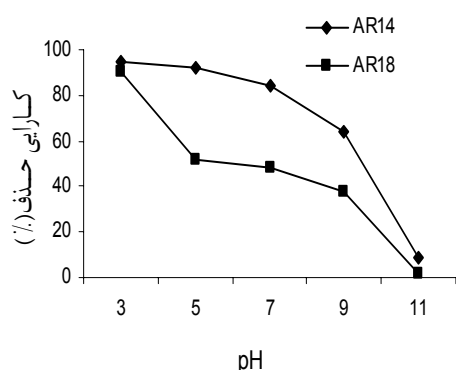
تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه، با تغییر در زمان تماس از ۱۵ دقیقه به ۱۲۰ دقیقه در $pH=7$ ، مقدار ماده پودر آهن $1/5 \text{ g/L}$ و غلظت اولیه رنگ 50 mg/L بررسی گردید. نمودار ۱ تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، وقتی زمان تماس از ۱۵ دقیقه به ۹۰ دقیقه افزایش می‌یابد و از این نقطه به بعد تا زمان تماس ۱۲۰ دقیقه، کارایی حذف با شیب کندی ادامه می‌یابد. بنابراین زمان تماس ۱۲۰ دقیقه به عنوان زمان تعادل در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳. تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف رنگ ($pH=7$ ، غلظت اولیه رنگ 50 mg/L و مقدار پودر آهن $1/5 \text{ g/L}$)

۳-۲- تأثیر pH بر حذف رنگ

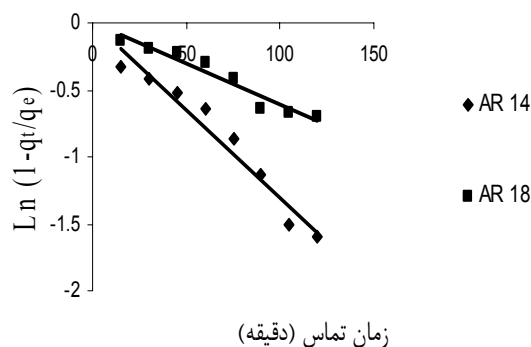
تأثیر pH بر روی کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه، با مقدار پودر آهن $1/5 \text{ g/L}$ ، غلظت اولیه رنگ 50 mg/L ، در زمان تماس ۱۲۰ دقیقه و با تغییر در pH های اولیه (۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱) بررسی گردید. در شکل ۴ نتایج حاصل از تأثیر pH بر روی کارایی حذف نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد که با افزایش pH کارایی حذف کاهش می‌یابد.



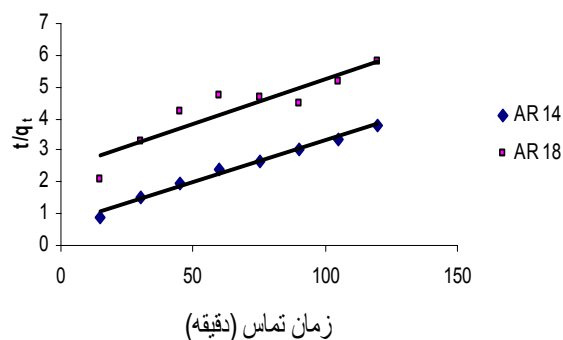
شکل ۴. تأثیر تغییرات pH بر روی کارایی حذف رنگ (غلظت اولیه رنگ 50 mg/L ، مقدار پودر آهن $1/5 \text{ g/L}$ ، زمان تماس 120 min)

۳-۳- تأثیر میزان پودر آهن بر حذف رنگ

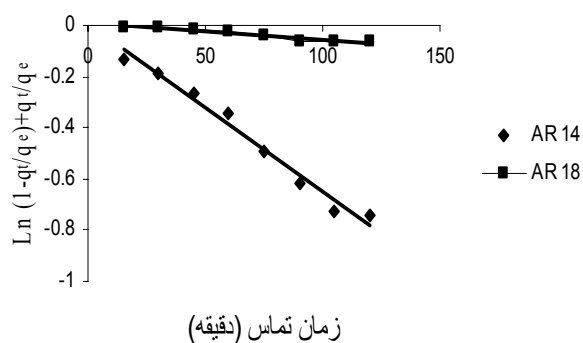
تأثیر میزان پودر آهن بر روی کارایی حذف رنگ در سیستم مورد مطالعه، با تغییر در غلظت اولیه پودر آهن (2 g/L و $1/5$ ، $1/10$ ، $0/5$) در $pH=7$ ، غلظت اولیه رنگ 50 mg/L و در زمان تماس ۱۲۰ دقیقه بررسی شد. در شکل ۵ نتایج حاصل از تأثیر میزان پودر آهن، بر روی کارایی حذف نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد که کارایی حذف با افزایش میزان پودر آهن افزایش می‌یابد.



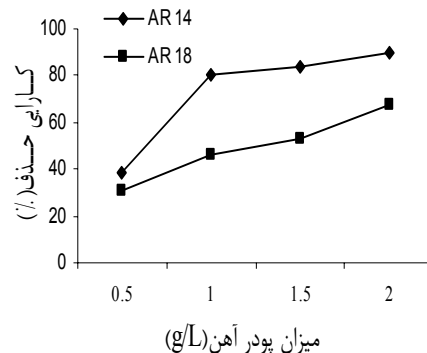
شکل ۶. نتایج حاصل از تطابق داده‌های خام بر روی معادله شبه درجه اول



شکل ۷. نتایج حاصل از تطابق داده‌های خام بر روی معادله شبه درجه دوم



شکل ۸. نتایج حاصل از تطابق داده‌های خام بر روی معادله شبه درجه اول اصلاح شده



شکل ۵. تاثیر میزان پودر آهن بر روی کارایی حذف رنگ ($pH=7$) غلظت اولیه رنگ ۵۰ mg/l، زمان تماس ۱۲۰ min

۳-۴- تعیین سینتیک واکنش

در اشکال ۶ تا ۸ نتایج حاصل از تطابق دادن نتایج آزمایشات بر روی معادلات سینتیک نشان داده شده است. در جدول ۱ و ۲ به ترتیب پارامترهای معادلات سینتیک برای رنگ Acid Red 14 و Acid Red 18 نشان داده شده است. جهت تعیین بهترین معادله سینتیک از رگرسیون آنالیز خطی استفاده گردید. همانطور که در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است، محاسبات حاصل از معادلات سینتیک مشخص ساخت که سینتیک حذف رنگ Acid Red 18 از معادله شبه درجه اول و سینتیک حذف رنگ Acid red 14 از معادله شبه درجه دوم پیروی می‌کند. همچنین با توجه به نتایج حاصل از انجام آزمایشات مطالعات سینتیک، مقدار q_e برای رنگ Acid Red 14 و Red 18 به ترتیب برابر ۲۰ و ۳۱/۵ به دست آمد. با توجه به جدول ۱ و ۲ مقدار q_e حاصل از محاسبات معادلات سینتیک برای رنگ Acid Red 18 و Acid Red 14 به ترتیب برابر ۲۵/۹ و ۳۸ به دست آمد که به مقدار q_e حاصل از آزمایشات بسیار نزدیک می‌باشد، که این امر نشان‌دهنده میزان دقت آزمایشات مربوط به تعیین بهترین نوع مدل سینتیک حذف رنگ Acid Red 14 و Acid Red 18 توسط پودر آهن صفر ظرفیتی می‌باشد.

جدول ۱. پارامترهای معادلات سینتیک برای Acid Red 18

R^2	q_e	$k_m(1/min)$	$k_2(g/mg \min)$	$k_1(1/min)$	
۰/۹۴	۲۵/۹	-----	-----	۰/۰۱۴	معادله شبه درجه اول
۰/۸۳	۳۵/۵	-----	$۳/۳۴ \times ۱۰^{-۴}$	-----	معادله شبه درجه دوم
۰/۹۳	۶۵	۰/۰۰۰۶	-----	-----	معادله اصلاح شده شبه درجه اول

جدول ۲. پارامترهای معادلات سینتیک برای رنگ Acid Red 14

R^2	q_e	$k_m(1/min)$	$k_2(g/mg \min)$	$k_1(1/min)$	
۰/۹۵	۳۲/۳۴	-----	-----	۰/۰۰۳	معادله شبه درجه اول
۰/۹۸	۳۸/۰۲	-----	$۱/۰۲ \times ۱۰^{-۳}$	-----	معادله شبه درجه دوم
۰/۹۷	۴۰/۳	۰/۰۰۶۵	-----	-----	معادله اصلاح شده شبه درجه اول

۴- بحث

در این پژوهش کارایی حذف دو نوع رنگ اسیدی از گروه رنگ‌های آزو توسط پودر آهن صفر ظرفیتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین کارایی حذف رنگ در pH اسیدی اتفاق می‌افتد. در سیستم پودر آهن صفر ظرفیتی pH یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار می‌باشد. در pH های اسیدی، سطح آهن فلزی بطور دائم تمیز نگه داشته می‌شود، به‌طوری‌که آهن دائماً احیاء شده و بنابراین تولید الکترون آزاد ادامه خواهد داشت. همچنین در pH های اسیدی، رسوب $Fe(OH)_3$ تشکیل نمی‌گردد که این امر به نوبه خود باعث افزایش تولید الکترون آزاد و عدم ایجاد رسوب بر روی پودر آهن خواهد گردید [۲۲]. مطالعات مشابهی نیز توسط پودر آهن انجام گردیده است که نشان می‌دهد پودر آهن صفر ظرفیتی در pH اسیدی کارایی بالاتری دارد. در مطالعه‌ای که توسط یانگ و همکاران بر روی حذف رنگ RDX انجام گردیده است، نشان داده شده است که پودر آهن در pH اسیدی کارایی بالاتری دارد [۲۳]. در مطالعه دیگری جرز و همکاران نقش سطح مخصوص پودر آهن در حذف رنگ‌های آزو در محیط اسیدی را بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که سطح پودر آهن در شرایط اسیدی بطور دائم تمیز نگه داشته می‌شود که این امر باعث تولید بیشتر الکترون‌های

آزاد شده و کارایی حذف رنگ را افزایش می‌دهد [۲۴]. همچنین مشخص گردید که با افزایش غلظت اولیه پودر آهن و زمان تماس کارایی حذف رنگ افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. در این پژوهش بهترین غلظت پودر آهن $۱/۵ \text{ g/L}$ به دست آمد. با افزایش غلظت اولیه پودر آهن محلول‌های تولید الکترون آزاد بیشتر می‌گردد، که این امر منجر به افزایش کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه پودر آهن می‌گردد [۲۵]. در مطالعه‌ای که توسط زانگ و همکاران انجام گردیده است، مشاهده شد که افزایش غلظت اولیه پودر آهن باعث افزایش کارایی حذف رنگ می‌گردد [۲۶]. همچنین در مطالعه دیگری چینگ و همکاران نشان داده‌اند که افزایش غلظت اولیه پودر آهن باعث افزایش کارایی حذف رنگ متیل اورنگ می‌گردد [۲۷]. همچنین کارایی حذف رنگ تا زمان تماس ۹۰ دقیقه شیب صعودی داشته و از ۹۰ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه شیب یکنواختی را طی کرده و به تعادل می‌رسد. نتایج حاصل از مطالعات سینتیکی نشان داد که سینتیک حذف رنگ Acid Red 18 از معادله شبه درجه اول و رنگ Acid Red 14 از معادله شبه درجه دوم پیروی می‌کند. همچنین مقادیر q_e حاصل از انجام آزمایشات و محاسبات سینتیکی، بسیار نزدیک به هم به دست آمد که نشان‌دهنده میزان دقت آزمایشات می‌باشد.

۵- نتیجه گیری

بطور کلی می توان نتایج حاصل از این مطالعه را بصورت زیر طبقه بندی کرد:

- ۱- با توجه به نتایج، مشخص گردید که پودر آهن قابلیت بالایی در حذف رنگ های مورد مطالعه دارد.
- ۲- بهترین شرایط بدست آمده در حذف رنگ های مورد مطالعه، شامل pH اسیدی (pH=۳)، پودر آهن با غلظت ۱/۵ g/L و زمان واکنش ۱۲۰ دقیقه می باشد.
- ۳- همچنین مشخص گردید که سنتیک حذف هر دو نوع رنگ از معادله سنتیکی شبه درجه دوم پیروی می کند.

۴- حداکثر مقدار حذف رنگ Acid Red 18 برابر ۳۵/۵mg/g و برای رنگ Acid Red 14 برابر ۳۸/۲۰mg/g به دست آمد، که نشان دهنده حذف سریع تر رنگ Acid Red 14 نسبت به رنگ Acid Red 18 با استفاده از پودر آهن صفر ظرفیتی می باشد.

۶- تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از دانشگاه علوم پزشکی همدان به خاطر حمایت های مالی این طرح تحقیقاتی، کمال تشکر و قدردانی را می نمایند.

منابع

1. Mok Y.S, Jo J.O, Whitehead, J.C. Degradation of an azo dye Orange II using a gas phase dielectric barrier discharge reactor submerged in water. Chem Eng J.2008;142(1):56-64.
2. Renganathan S, Thilagaraj WR, Miranda LR, Gautam P, Velan M. Accumulation of Acid Orange 7, Acid Red 18 and Reactive Black 5 by growing Schizophyllum commune. Biores Tech.2006;97(16):2189-2193.
3. Lu C.S, Chen C.C, Mai F.D, Li H.K. Identification of the degradation pathways of alkanolamines with TiO2 photocatalysis. J Hazard Mat.2009; 165(1-3):306-316.
4. Atia A.A, Donia, A.M, Al-Amrani W.A. Adsorption/desorption behavior of acid orange 10 on magnetic silica modified with amine groups. Chem Eng J. 2009;150(1):55-62.
- 5- Olak F, Atar N, Olgun A. Biosorption of acidic dyes from aqueous solution by Paenibacillus macerans: Kinetic, thermodynamic and equilibrium studies. Chem Eng J.2009;150(1):122-130.
- 6- Aksu Z. Reactive dye bioaccumulation by Saccharomyces cerevisiae. Pro Bioche.2003;38(10):1437-1444.
- 7- Ratana J, Anawat S, Piyanoot L. Performance evaluation of nanofiltration membranes for treatment of effluents containing reactive dye and salt. Desalin.2000;130(2):177-183.
- 8- Shokohi r, Vatanpoor V, Zarrabi M, Vatani akram. Adsorption of acid red 18 by activated carbon from poplar wood. E J Chem7.2010;7(1):65-72
- 9- Rauf M.A, Qadri S.M, Ashraf, S, Al-Mansoori K.M. Adsorption studies of Toluidine Blue from aqueous solutions onto gypsum. Chem Engin J.2009;150(1):90-95.
- 10- Ji P, Zhang J, Chen F, Anpo M. Study of adsorption and degradation of acid orange 7 on the surface of CeO2 under visible light irradiation. Applied Catalysis B: Envi.2009;85(3-4):148-154.
- 11- Rahmani A.R, Zarrabi M, Samarghandi M. R, Afkhami A, Ghaffari H. R. Degradation of Azo Dye Reactive Black 5 and Acid Orange 7. Iran J Chem Engi.2010;7(1).
۱۲. ضربایی منصور، مقایسه کارایی حذف رنگ های AO7 و RB5 با استفاده از پودر آهن و پودر آهن در حضور نور UV. پایان نامه کارشناسی ارشد، همدان، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان.
- 13- Xu W, Li P, Fan J. Reduction of nitrobenzene by the catalyzed Fe/Cu process. J Envi Sci.2008;20(8):915-921.
- 14- Kim H, Hong H.J, Lee Y.J, Shin H.J, Yang J.W. Degradation of trichloroethylene by zero-valent iron immobilized in cationic exchange membrane. Desalin.2008;223(1-3):212-220.

- 15- Chen Y.M, Li C.W, Chen S.S. Fluidized zero valent iron bed reactor for nitrate removal. Chemo.2005;59(6):753-759.
- 16- Gyliene O, Vengris T, Stoncius A, Nivinskiene O. Decontamination of solutions containing EDTA using metallic iron. J Hazard Mat.2008;159(2-3):446-451.
- 17- Sanchez I, Stüber F, Font J, Fortuny A, Fabregat A, Bengoa C. Elimination of phenol and aromatic compounds by zero valent iron and EDTA at low temperature and atmospheric pressure. Chemo.2007;68(2):338-344.
- 18- Choe S, Liljestrand H.M, Khim J. Nitrate reduction by zero-valent iron under different pH regimes. Appli Geochem. 2004;19(1-3):335-342.
- 19- Azizian S. Kinetic models of sorption: a theoretical study. J Coll Inte Scie.2004;276(1):47-52.
- 20- Yang X, Al-Duri B. Kinetic modeling of liquid-phase adsorption of reactive dyes on activated carbon. J Coll Inter Scie.2005;287(1):25-34
- 21- Azizian S, Bashiri H. Adsorption kinetics at solid/solution interface. Statistical rate theory at initial times of adsorption and close to equilibrium Langmuir.2008;24(20):11669-11676.
- 22- Yuan-pang S, Xiao-qin L, Jiasheng C, Wei-xian Z, Paul wang H. Characterization of zero-valent iron nanoparticles. Advances in colloid and interface science. Interface Scie.2006; 120(2):47-56.
- 23- Seok-Young O, Pei C, Byung J, Daniel K. Zero-valent iron pretreatment for enhancing the biodegradability of RDX. Water research.2005;39(20):5027-5032.
- 24- Jerzy A, Gonzalo M, Ela M, Role of iron surface oxidation layers in decomposition of azo-dye water pollutants in weak acidic solutions. Appli Cata B:Envi.2005;56(4):289-303.
- 25- Yulun N, Chun H, Lei Z, Jiuhui Q. An efficient electron transfer at the Fe⁰/iron oxide interface for the photoassisted degradation of pollutants with H₂O₂. Applied Cata B:Environmental.2008;82(3-4):151-156
- 26- Hui Z, Lijie D, Yi Z, Feng W. The use of ultrasound to enhance the decolorization of the C.I. Acid Orange 7 by zero-valent iron. Dyes Pig. 2005;65(1):39-43.
- 27- Jing F, Yanhui G, Jianji W, Maohong F. Rapid decolorization of azo dye methyl orange in aqueous solution by nanoscale zerovalent iron particles. J Haz Mat.2008;166(2-3):904-910.

Kinetic Study of Acid red 18 and Acid red 14 Removal from Aqueous Solution Using Metallic Iron

Zarrabi M.¹, Samarghndi M.R.², Rahmani A.R.², Noori Sepehr M.¹,
Mohamadi Kalhori E.¹, Jafari S.J.³, Namdari S.⁴

1. Department of environmental health engineering, Karaj University of medical science
2. Department of environmental health engineering, Hamadan University of Medical Science
3. *Corresponding Author:* Msc. Student of Environmental Health, School of Public Health, Hamadan university of Medical Science. *E-mail:* seyedjavadjafari@yahoo.com
4. Student, School of Public Health, Hamadan university of Medical Science

ABSTRACT

Background and Objective: Textile wastewaters are known as an important environmental pollutant. The main characteristic of textile wastewater is its coloriness, which contains various organic and inorganic pollutants. Therefore it is necessary to treat such effluent effectively before discharging into the environment.

Methods: In a fundamental-applicable study, removal efficiency of Acid red 18 and Acid red 14 using zero valent iron powder has been investigated. Parameters studied include pH (3-11), contact time (15-120 min), and initial concentration of iron powder (0.5-2 g/L).

Results: Batch experiments show that dye removal was increased with increasing mass of iron powder and contact time, while decreased with increasing of pH. The high removal efficiency was observed in pH=3, contact time=120 min and iron powder concentration of 2 g/L. The result of kinetic studies shows that removal of Acid red 18 and Acid red 14 was best described by pseudo-second order kinetic model.

Conclusion: the overall results of present work shows efficient removal of Acid red 18 and acid 14 by zero valent iron powder

Key word: Iron Powder, Kinetic, Azo dye, pH