



جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بوسیله نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم از فاضلاب سنتتیک

نویسندگان: محمدتقی قانعیان* محمد حسن احرامپوش* سمیه رحیمی** قادر غنی زاده***

محسن عسکر شاهی*****

*استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد-ایران
 ** دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد-ایران
 *** نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی

درمانی شهید صدوقی یزد-ایران تلفن: ۰۹۱۷۸۳۶۸۶۵۱ Email: Rahimi.somaye@gmail.com

****استادیار بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت و دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، تهران

*****عضو هیئت علمی گروه آمار حیاتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی

یزد-ایران

چکیده

سابقه و اهداف: رنگ ها یکی از مهمترین آلاینده های موجود در فاضلاب صنایع نساجی و رنگرزی هستند غالباً سمی، سرطان زا، جهش زا و غیر قابل تجزیه بیولوژیک می باشند. رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ یکی از رنگ های آزو بوده که در حال حاضر نیز در صنایع نساجی کاربرد دارد. این مطالعه با هدف بررسی کارایی فرآیند جذب رنگ بر روی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم از فاضلاب سنتتیک نساجی انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه یک پژوهش کاربردی است که به صورت تجربی در یک راکتور منقطع بر روی فاضلاب سنتتیک با غلظت های رنگ ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر انجام و اثر متغیرهایی نظیر غلظت اولیه رنگ، غلظت نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم، زمان و pH بر کارایی جذب رنگ بررسی شد. غلظت رنگ در نمونه های مختلف با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۸ نانومتر اندازه گیری شد.

یافته ها: مقادیر ظرفیت جذب رنگ در pH های ۴، ۷ و ۱۰ برای غلظت اولیه رنگ ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و جرم جاذب ۰/۴ گرم در لیتر در زمان ۱۸۰ دقیقه به ترتیب ۹۲/۵، ۷۰ و ۳۷/۵ میلی گرم در گرم بوده و میزان جذب رنگ در غلظت های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در pH ۴، جرم جاذب ۱ گرم در لیتر و زمان ۱۸۰ دقیقه به ترتیب ۵۱/۸، ۵۶/۱ و ۶۱/۴ میلی گرم در گرم جاذب بوده و ایزوترم جذب رنگ مطالعه شده منطبق بر مدل لانگمیر ($R^2 = ۰/۹۸$) می باشد که حداکثر جذب آن معادل ۳۸/۴۶ میلی گرم بر گرم است.

نتیجه گیری: نتایج مطالعات جذب نشان داد که میزان جذب / حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ با افزایش غلظت اولیه رنگ، زمان واکنش، جرم جاذب و کاهش pH افزایش می یابد. بر اساس نتایج این تحقیق نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم قادر به جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در حد مطلوبی بوده و کارایی فرایند در pH اسیدی بیشتر می باشد. با توجه به کاربرد TiO_2 به عنوان فتوکاتالیست در حذف آلاینده های زیست محیطی، جذب بیشتر آلاینده ها در شرایط اسیدی بر روی نانو ذرات، کارایی فرایند فتوکاتالیستی را افزایش می دهد.

واژه های کلیدی: فتوکاتالیست، نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم، رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸، فاضلاب

طلوع بهداشت

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال نهم

شماره: چهارم

زمستان ۱۳۸۹

شماره مسلسل: ۳۰

تاریخ وصول: ۱۳۸۹/۱۱/۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

**مقدمه**

صنایع نساجی و رنگرزی مقادیر زیادی از آب را مصرف نموده و یکی از بزرگترین صنایع مصرف کننده آب می باشد (۱). بطوریکه میزان مصرف آب در این صنایع بین ۲۵ تا ۲۵۰ مترمکعب به ازاء هر تن محصول (با توجه به نوع فرایند تولید) می باشد (۲). رنگ ها بر اساس کاربردشان به انواع وات، راکتیو، دایرکت، اسیدی، دیسپرس و کاتیونی تقسیم می گردند (۳). رنگ های راکتیو بخش مهمی از رنگهای سنتتیک تجاری می باشد که بصورت گسترده در صنایع نساجی مورد استفاده قرار می گیرند و به دلیل اثرات سوء بهداشتی و زیست محیطی مورد توجه جدی است (۴-۶). صنایع نساجی بعلت تنوع رنگ مصرفی و روش های تولید، پساب هایی با کمیت و کیفیت شیمیائی متفاوت، تولید می کنند. فاضلاب های این صنایع که دارای مقادیر متناهی رنگ هستند اغلب سمی، مقاوم به تجزیه بیولوژیک و پایدار در محیط زیست می باشد (۷ و ۸). حذف رنگ از فاضلاب های صنعتی با روش های گوناگون نظیر انعقاد و لخته سازی، تصفیه بیولوژیکی، اکسیداسیون شیمیایی، تصفیه الکتروشیمیایی، تعویض یون و فرایند جذب سطحی امکان پذیر است (۹ و ۱۰). مواد گوناگونی از جمله خاک رس (۱۱)، کربن فعال (۱۲) و ملاس چغندر، تفاله ذرت (۱۳) و پیت جهت حذف رنگ از پساب های رنگی مورد استفاده قرار گرفته اند. فلز نیمه رسانای تیتانیوم نیز از موادی است که در طی سال های اخیر جهت فرایندهای تصفیه آب و فاضلاب بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۴). TiO_2 در سه فاز کریستالی آاناتاز، روتایل و بروکیت وجود دارد. که معمولاً فرم آاناتاز آن دارای میزان

فعالیت فتوکاتالیستی بیشتری است (۱۷-۱۵). TiO_2 غالباً در تحقیقات به عنوان فتوکاتالیزور مورد استفاده قرار گرفته است اما قابلیت آن در جذب مواد نیز مورد بررسی قرار گرفته است (۱۸). مدیریت فاضلاب های حاوی رنگ های راکتیو از دیدگاه زیست محیطی حائز اهمیت است. رنگ های راکتیو، سولفوناته و بسیار محلول در آب بوده، جذب آنها بر روی توده های بیولوژیکی ضعیف است و تحت شرایط هوایی تجزیه نمی شوند (۲۰ و ۱۹). این مطالعه با هدف بررسی کارایی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در جذب رنگ از فاضلاب سنتتیک انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه یک پژوهش کاربردی است که به صورت تجربی و در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. در این تحقیق از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم به عنوان جاذب استفاده گردید. نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (P25)، با مشخصات مذکور در جدول ۱ محصول شرکت دگوسا آلمان بوده و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در انجام آزمایشات محصول شرکت مرک می باشد.

بعنوان عامل کمکی می باشد. دلیل انتخاب این ماده رنگی، استفاده گسترده این ماده در صنایع نساجی بود. این رنگ بطور گسترده در فرایند رنگرزی و رنگ آمیزی سیلک و کتان استفاده می شود.

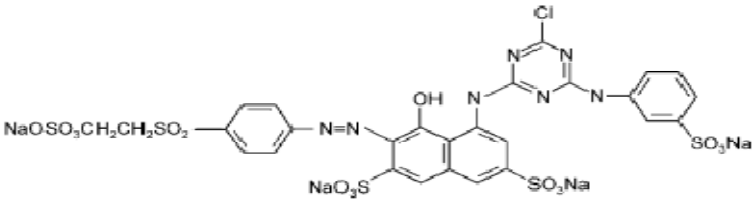
رنگ مورد استفاده در این تحقیق محصول شرکت مرک آلمان بود که مشخصات شیمیایی و طول موج حد اکثر جذب آن در جدول ۲ ارائه شده است. تهیه محلولهای شیمیایی مورد استفاده



آزمایشات آب و فاضلاب انجام شد. جهت یکنواخت سازی سوسپانسیون TiO_2 در محلولهای آبی ازدستگاه حمام اولتراسونیک ساخت ایتالیا (مدل Elma TI-H-5) استفاده گردید.

در این تحقیق فاضلاب مصنوعی با سه غلظت مختلف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ ($100, 150, 200 \text{ mg/l}$) تهیه، و اثر سه سطح مختلف pH (۱۰، ۷، ۴) و سه جرم مختلف برای دی اکسید تیتانیم (1 g/l)، $0/4, 0/6, 0/8$ طی فرایند جذب مورد آزمایش قرار گرفته و در زمانهای مختلف (۱۵۰، ۱۸۰، ۱۲۰، ۹۰، ۶۰، ۳۰، از راکتور نمونه برداری و تأثیر غلظت جاذب، غلظت ماده رنگی، pH و زمان واکنش در راندمان جذب رنگ بررسی گردید. در این مطالعه نمونه های انتخاب شده جهت آنالیز رنگ و بررسی تاثیر سایر فاکتورهای مورد نظر در مطالعه به صورت تصادفی و با دو بار تکرار آزمون شده و نتایج ارائه شده بر اساس میانگین این تکرارها می باشد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد.

جدول ۲: مشخصات رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸

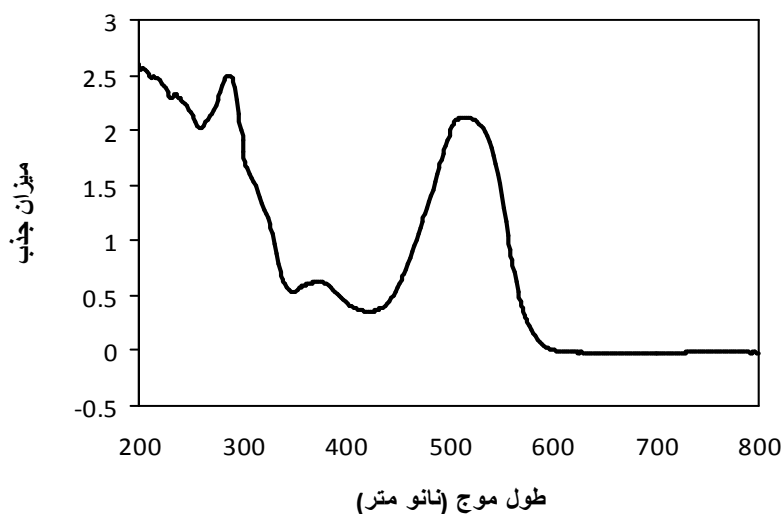
ساختار شیمیایی	
نوع رنگ	آنیونی
علامت اختصاری	RR 198
فرمول شیمیایی	$C_{27}H_{18}ClN_7Na_4O_{15}S_5$
وزن مولکولی (g/mol)	۹۶۷/۵
طول موج حداکثر جذب (nm)	۵۱۸

در مطالعه با استفاده از آب مقطر و محلول رنگی مورد نظر با استفاده از آب شهر انجام شده است.

جدول ۱: ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نانوذرات دی

مقدار	واحد	مشخصات
50 ± 15	متر مربع بر گرم	میزان سطح ویژه
۲۱	نانومتر	متوسط اندازه اولیه ذرات
۳/۵-۴/۵	—	pH (در مخلوط ۴ درصد)
$\geq 99/5$	درصد وزنی	درجه خلوص
$\leq 0/3$	درصد وزنی	میزان Al_2O_3
$\leq 0/2$	درصد وزنی	میزان SiO_2
$\leq 0/1$	درصد وزنی	میزان Fe_2O_3

با توجه به طول موج حداکثر جذب برای رنگ مورد مطالعه ($\lambda_{max} = 518 \text{ nm}$)، (شکل ۱) در این تحقیق سنجش غلظت رنگ با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده با غلظت های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل UV/Vis Optima SP-3000 Plus، ژاپن) مطابق با دستور العمل کتاب روش های استاندارد



شکل شماره ۱: طیف جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸

یافته ها

pH محیط واکنش از مهمترین فاکتورهای موثر بر یونیزاسیون آلاینده ها و بار سطحی جاذب هاست. جهت بررسی تأثیر این عامل با استفاده از ۰/۴ گرم در لیتر جاذب، غلظت رنگ ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و زمان تماس ۱۸۰ دقیقه، pH محیط در محدوده ۴-۱۰ تغییر داده شد (شکل ۲). نتایج نشان داد که افزایش pH در محدوده ۴ تا ۱۰ منجر به کاهش میزان جذب رنگ شده است. مطابق شکل ۲ با کاهش pH و اسیدی شدن محیط واکنش راندمان جذب افزایش می یابد. مقادیر ظرفیت جذب رنگ در pH های ۴، ۷ و ۱۰ به ترتیب ۹۲/۵، ۷۰ و ۳۷/۵ میلی گرم در گرم بوده است.

در مطالعات جذب، تعیین جرم مناسب جاذب یکی از مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد. بر اساس نتایج این تحقیق افزایش جرم جاذب منجر به افزایش نسبت جاذب به رنگ شده

که سطح و محل های بیشتری برای جذب فراهم آورده است (۲۶). جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بر روی TiO_2 به عنوان تابعی از جرم جاذب در شکل ۳ ارائه شده است. در این مرحله غلظت اولیه رنگ ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، جرم جاذب ۰/۴ تا ۱ گرم در لیتر، pH ۴ و مدت زمان واکنش ۱۸۰ دقیقه بود. مطابق شکل ۳ با افزایش جرم جاذب حذف رنگ افزایش یافته است. جهت بررسی غلظت اولیه رنگ در راندمان جذب رنگ، تأثیر غلظتهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر رنگ مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه جذب رنگ در pH ۴ دارای بیشترین کارایی بوده، بنابراین در این مرحله جرم جاذب ۱ g/l و pH محیط واکنش ۴ بوده که نتایج آن در شکل ۴ ارائه شده است. نتایج این مرحله نشان داد که میزان جذب رنگ به ازاء هر گرم از جرم جاذب با افزایش غلظت اولیه رنگ افزایش می یابد. همانگونه که در شکل ۴ نشان داده شده است میزان جذب رنگ

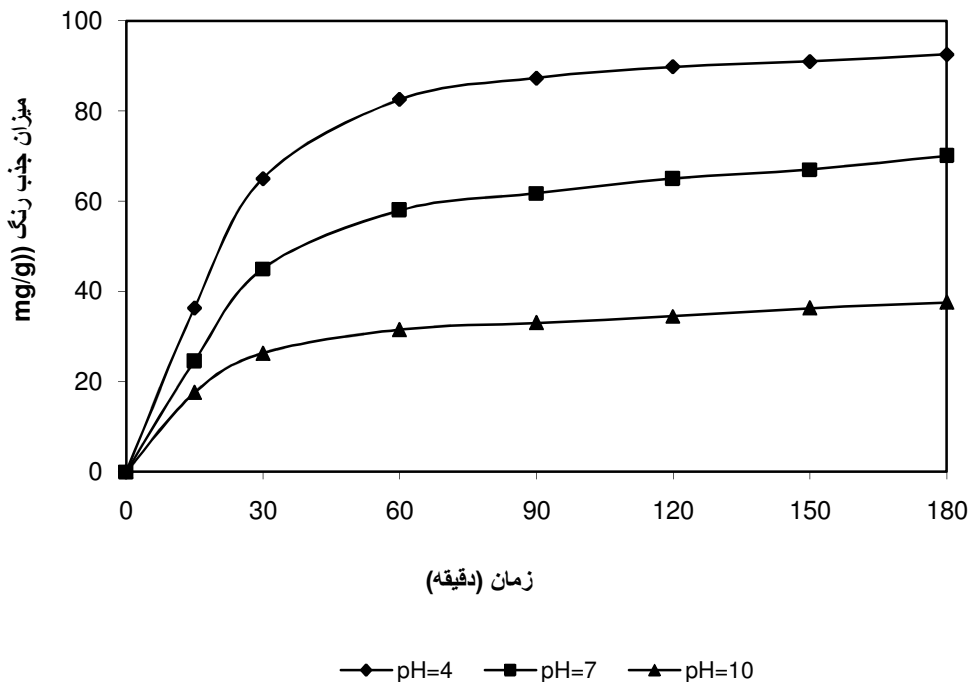


راندمان جذب رنگ افزایش می یابد اما بیشترین میزان جذب در طی ۳۰ دقیقه اول اتفاق می افتد.

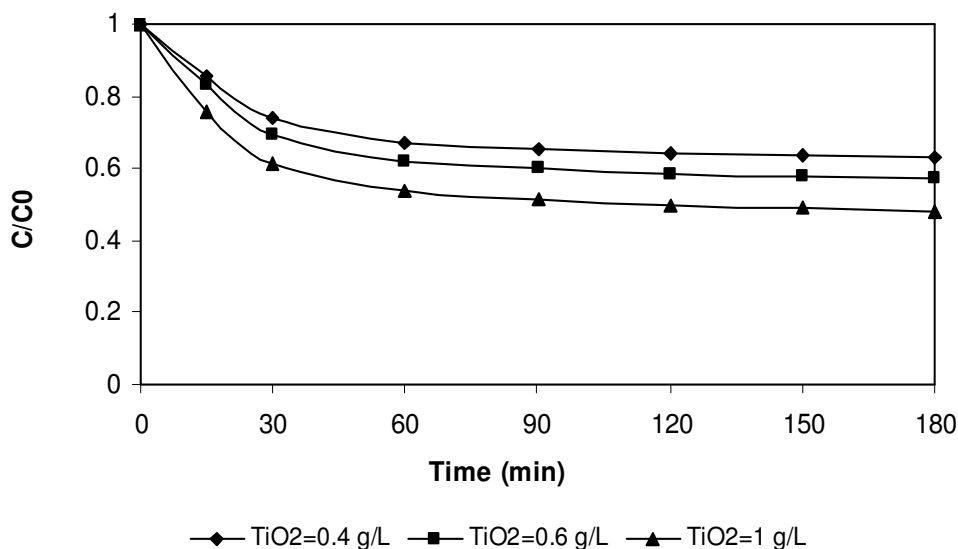
تعیین ایزوترم جذب آلاینده توسط جاذبهای مختلف یکی از پارامترهای اصلی مهم در مطالعات جذب می باشد. بررسی داده های آزمایشگاهی با دو مدل لانگمیر و فروندلیچ و مقایسه ضرایب همبستگی آنها نشان داد که جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بر روی پودر TiO_2 از ایزوترم لانگمیر تبعیت می کند که حداکثر جذب رنگ با این جاذب معادل $38/46$ میلی گرم بر گرم می باشد. ضریب ثابت لانگمیر (b) نیز بر اساس محاسبات انجام شده معادل $1/1$ لیتر بر میلی گرم می باشد (شکل ۶ و ۵).

در غلظت های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب $51/8$ ، $56/1$ و $61/4$ میلی گرم در گرم جاذب بوده است. در واقع به دلیل ثابت بودن مقدار جاذب و جایگاه های جذب در دسترس، افزایش غلظت اولیه رنگ، موجب افزایش میزان جذب شده است.

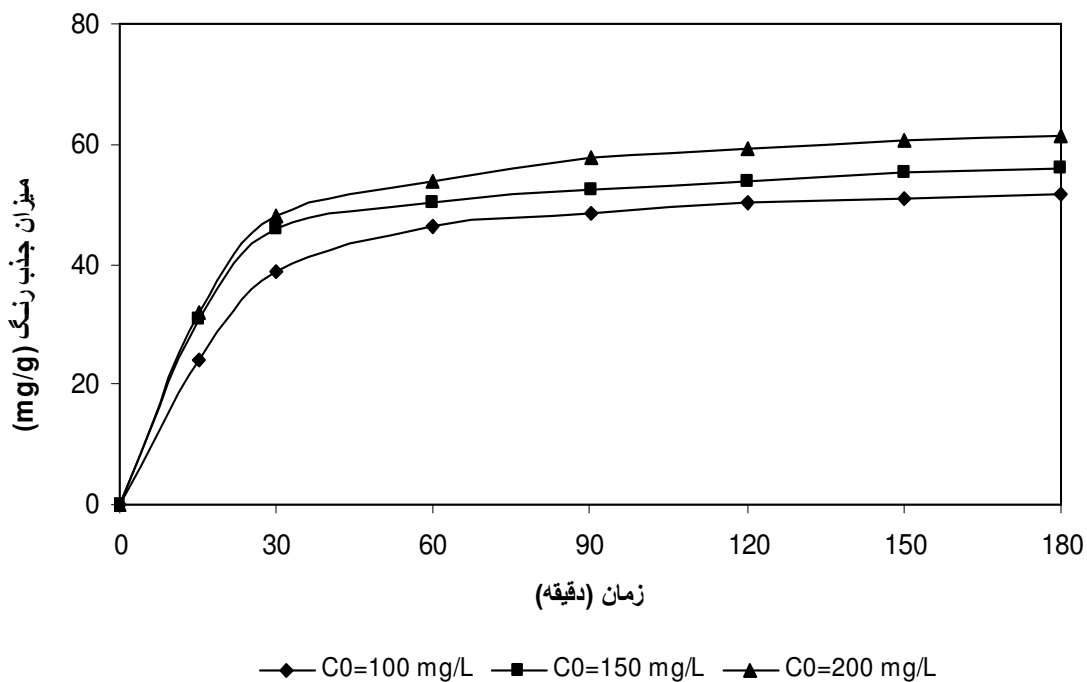
یکی از متغیرهایی که در طراحی و بهره برداری فرایند جذب تأثیر می گذارد زمان واکنش می باشد. جهت تعیین زمان مناسب جذب نمونه برداری و تعیین راندمان جذب با تناوب های زمانی ۳۰ دقیقه در زمانهای ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ دقیقه انجام شد. شکل شماره ۴ نشان داد هر چند با افزایش زمان تماس



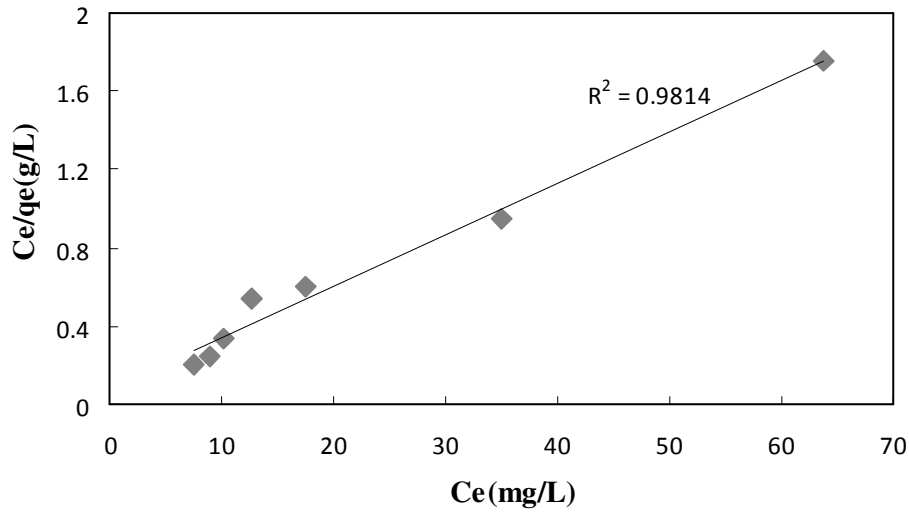
شکل ۲: تأثیر pH بر جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (غلظت اولیه رنگ 100 mg/l و جرم جاذب $0/4 \text{ g/l}$)



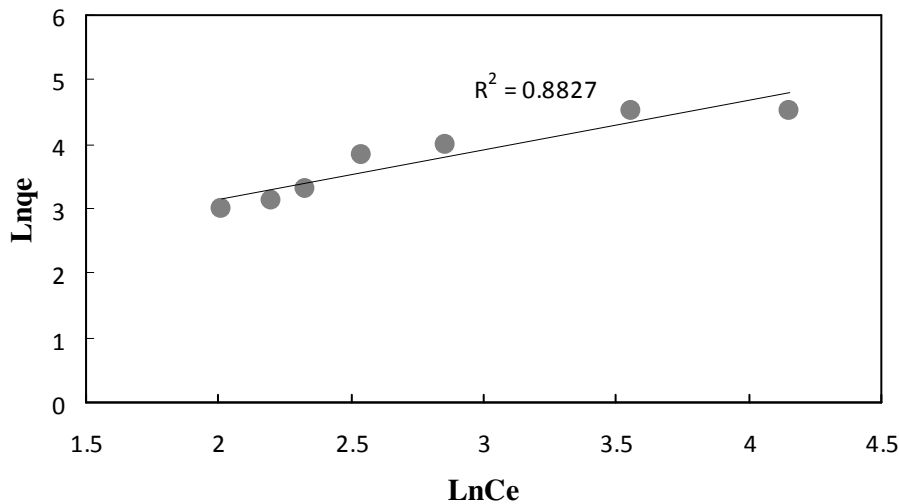
شکل ۳: تأثیر دز جاذب در جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بر حسب میانگین نسبت غلظت به غلظت اولیه (غلظت اولیه رنگ ۱۰۰ mg/l و pH:۴)



شکل ۴: اثر غلظت اولیه رنگ در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (جرم جاذب ۱ g/l و pH:۴)



شکل ۵: ایزوترم جذب لاتگمیر در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (جرم جاذب ۱ g/l و pH=۴)



شکل ۶: ایزوترم جذب فروندلیچ در جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (جرم جاذب ۱ g/l و pH=۴)

بحث و نتیجه گیری

ارتباط دارد. pH_{ZPC} نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در مطالعه Dutta ۶/۸، و در مطالعه Kaur ۶/۲۵ گزارش شده است (۲۵ و ۱). بررسی ها نشان می دهد که در pH پایین تر از pH_{ZPC} بار الکتریکی سطحی غالب در سطح جاذب به صورت بار مثبت است (۲۲ و ۲۱) بر این اساس و با توجه به اینکه بار سطحی دی اکسید تیتانیوم در pH پایین تر از ۶/۳ مثبت است،

pH یکی از فاکتورهای مهمی است که از طریق تأثیر بر ساختار رنگ و بار سطحی جاذب در فرایند جذب تأثیر می گذارد. طبق نتایج حاصل با کاهش pH میزان جذب رنگ افزایش یافته است. علت این پدیده به ساختار آنیونی رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ و pH_{ZPC} دی اکسید تیتانیوم که در نقطه pH حدود ۶/۳ است،



می ماند (۲۹). چنین نتایجی توسط Zhang و همکارانش در سال ۲۰۰۷ نیز گزارش شده است (۳۰).

برای بررسی تأثیر غلظت رنگ در جذب، غلظت رنگ از ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر تغییر داده شد. در این مرحله از آزمایش میزان pH، و جرم TiO_2 به ترتیب در حد ۴ و $1g/L$ ثابت بود. مقدار ظرفیت جذب با افزایش غلظت اولیه رنگ افزایش یافته و حداکثر جذب در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر حاصل شده است. نتایج نشان می دهد که مقدار جذب رنگ تابعی از غلظت اولیه رنگ است. میزان جذب در غلظت های اولیه بالاتر بیشتر است، به این دلیل که مقاومت در برابر جذب در نتیجه افزایش نیروی انتقال جرم، کاهش پیدا می کند. همچنین افزایش غلظت اولیه باعث افزایش اثر متقابل بین جاذب و رنگ می شود. نتایج بدست آمده در این مرحله با تحقیقات Mohmet و Toor مطابقت دارد (۳۱ و ۲۳).

بر اساس یافته های این مطالعه جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از ایزوترم جذب لانگمیر تبعیت می کند حداکثر جذب رنگ با این جاذب معادل $38/46$ میلی گرم بر گرم می باشد. ضریب ثابت لانگمیر (b) نیز بر اساس محاسبات انجام شده معادل $1/1$ لیتر بر میلی گرم می باشد.

با توجه به اینکه کارایی فرایندهای فتوکاتالیستی با افزایش میزان جذب آلاینده بر روی نانو ذرات TiO_2 افزایش می یابد، لذا نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ظرفیت جذب به pH، جرم جاذب، زمان واکنش و غلظت آلاینده وابسته بوده و با افزایش غلظت آلاینده و کاهش pH کارایی جذب بهبود می یابد.

با افزایش pH تعداد بارهای مثبت افزایش یافته و با توجه به ماهیت آنیونی رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ نیروی جاذبه الکترواستاتیکی میان جاذب و آلاینده افزایش یافته و راندمان جذب آن افزایش می یابد (۲۴ و ۲۳).

نتایج بدست آمده در این مطالعه با تحقیقات Kaur و همکاران در سال ۲۰۰۷ مطابقت دارد (۱). Dutta و همکارانش در سال ۲۰۰۹ گزارش کرده اند که درصد جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بوسیله نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم با افزایش pH (۳ تا ۷) کاهش می یابد و ظرفیت جذب رنگ مورد مطالعه بوسیله نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در شرایط اسیدی بالاتر می باشد (۲۵). نتایج مطالعه Minjin و همکارانش در سال ۲۰۰۷ در زمینه جذب رنگ راکتیو نارنجی ۱۶ بوسیله نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم نشان داد که جذب رنگ راکتیو نارنجی ۱۶ در pH اسیدی، بالاتر می باشد که موید پایین بودن جذب رنگ در pH بالاتر از pH_{ZPC} می باشد (۲۷).

Bourikas و همکارانش در سال ۲۰۰۹ گزارش کرده اند که جذب رنگ اسید نارنجی ۷ (AO 7) بوسیله نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم با افزایش pH کاهش می یابد. همچنین pH بهینه در فرایند جذب رنگ را ۳ گزارش کرده اند (۲۸).

بر اساس یافته های این مطالعه با افزایش جرم جاذب از $0/4$ تا ۱ گرم در لیتر راندمان حذف رنگ از ۳۷ درصد به $51/8$ درصد افزایش می یابد. علت چنین پدیده ای به عدم اشباع شدن نقاط فعال در جذب آلاینده ها ارتباط دارد. به عبارت دیگر بعضی از نقاط جذب در طول فرایند جذب به صورت غیر اشباع باقی



تقدیر و تشکر

نویسندگان لازم می‌دانند از کسانی که ما را در انجام این

پژوهش یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایند، لازم به ذکر

است این مقاله حاصل پایان نامه دانشجویی می‌باشد.

References

- 1- Kaur S, Singh V. TiO₂ mediated photocatalytic degradation studies of Reactive Red 198 by UV irradiation. *Journal of Hazardous Materials* 2007 ; 141(1) : 230- 236.
- 2- Lucas MS, Peres JA. Degradation of Reactive Black 5 by Fenton/UV-C and ferrioxalate/H₂O₂/solar light processes. *Dyes and Pigments* 2007; 74(3): 622-9.
- 3- Al-Momani F, Touraud E, Degorce-Dumas JR, et al. Biodegradability enhancement of textile dyes and textile wastewater by VUV photolysis. *J Photobiol* 2002;153:191-197.
- 4- Aguedach A, Brosillon S, Morvan J, Lhadi E.K. Photocatalytic degradation of azo-dyes reactive black 5 and reactive yellow 145 in water over a newly deposited titanium dioxide. *Appl. Catal. B: Environ* 2005;57: 55–62.
- 5- Asouhidou DD, Triantafyllidis K.S, Lazaridis N.K, Matis K.A, Kim S-S, Pinnavaia T.J. Sorption of reactive dyes from aqueous solutions by ordered hexagonal and disordered mesoporous carbons. *Micropor. Mesopor. Mater* 2009;117:257–267.
- 6- Aksu Z, Donmez G. A comparative study on the biosorption characteristics of some yeasts for remazol blue reactive dye, *Chemosphere* 2003;50: 1075–1083.
- 7- Low BT, Ting YP, Deng S. Surface modification of *Penicillium chrysogenum* mycelium for enhanced anionic dye removal. *Chem. Eng. J* 2008;141(1-3): 9–17.
- 8- Khalaf MA, Biosorption of reactive dye from textile wastewater by non-viable biomass of *Aspergillus niger* and *Spirogyra* sp. *Bioresour. Technol* 2008; 99(14): 6631-6634.
- 9- Andre B, Santos D, Francisco J, Jules B, Lier V. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewater: Perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresour. Technol* 2007;98:2369-2385.
- 10- Sloicarf YM. Method of decolonization of textile wastewater. *Dyes Pigm* 1998;37:335-356.
- 11- Lambert SD, Graham NJD, Sollars CJ, Fowler GD. Evaluation of inorganic adsorbents for the removal of problematic textile dyes and pesticides. *Water Sci. Technol* 1997;36:173–180.
- 12-Malik PK. Dye removal from wastewater using activated carbon developed from sawdust: adsorption equilibrium and kinetics. *J. Hazard. Mater* 2004;B113: 81–88.
- 13-Nassar MM. Proceeding of the international meetings on chemical engineering and biotechnology AICHEM-94, Frankfurt, (1994) 5-11.



- 14- Paula V, Messina A, Pablo C. Adsorption of reactive dyes on titania–silica mesoporous materials . *Journal of Colloid and Interface Science* 2006; 299(1);305-320.
- 15-Yixin Y, Jun M, Qingdon Q, Xuedong Z . Degradation of nitrobenzene by nano-TiO₂ catalyzed ozonation. *Journal of Molecular Catalysis A:Chemical* 2007;267(1-2):41-48.
- 16- Loddo V, Marci G. Adsorption and Photocatalytic Degradation of Acetonitrile on TiO₂: FTIR and Kinetic Studies. *J. Catalysis Today* 2005; 107-108: 612-618.
- 17- Nagaveni K, Sivalingam G, Hegde MS, Madras G. Solar photocatalytic degradation of dyes: high activity of combustion synthesized nano TiO₂ . *Applied Catalysis B: Environmental* 2004; 48(2):83-93.
- 18- Mahmoodi NM, Arami M, Yousefi N. Photocatalytic degradation of triazinic ring-containing azo dye (Reactive Red 198) by using immobilized TiO₂ photoreactor: Bench scale study. *Journal of Hazardous Materials* 2006; 133(1-3): 113-118.
- 19- Lee YH, Pavlostathis SG. Decolorization and toxicity of reactive anthraquinone textile dyes under methanogenic conditions. *Water Research* 2004; 38(7):1838-1852.
- 20- Andrade L.S, Ruotolo L.A.M, Rocha-Filho R, Bocchi N, Biaggio S.R, Iniesta J, Montiel V. On the performance of Fe and Fe,F doped Ti–Pt/PbO₂ electrodes in the electrooxidation of the Blue Reactive 19 dye in simulated textile wastewater. *J. Chemosphere* 2007; 66(11): 2035–2043.
- 21- Dutta S, Parsons SA, Bhattacharjee C, et al. Kinetic study of adsorption and photo decolorization of Reactive Red 198 on TiO₂ surface. *Chemical Engineering Journal* 2009; 155(3): 674-679.
- 22- Asilian H, Moussavi GR, Mahmoudi M. Adsorption of Reactive Red 198 Azo Dye from Aqueous Solution onto the Waste Coagulation Sludge of the Water Treatment Plants, 2010, VOL.3, NO.1:93-102
- 23- Hoffmann MR, Martin ST, Choi W, Bahnemann DW. Environmental applications of semiconductor photocatalysis. *Chem. Rev* 1995;95: 69–96.
- 24- Kiriakidou F, Kondarides DI, Verykios XE. The effect of operational parameters and TiO₂ doping on the photocatalytic degradation of azo dyes. *Catal. Today* 1999;54: 119–130.
- 25- Mehmet D, Mahir A, Aydin T, Yasemin O. Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption onto perlite. *J. Hazard. Mater* 2004; B109: 141-148.
- 26- Rahman IA, Saeed B. Utilization of Guava seed as a source of activated carbon for removal of methylene blue from aqueous solution. *Malaysian Journal Chemistry* 2003; 5:8-14.



- 27- Minjin D, Radulovic M, Zlatic D, Jovancic P. Photocatalytic degradation of textile dye C.I. Reactive Orange 16 in TiO₂ water suspension by simulated solar light. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 2007; 13(4):179-185.
- 28- Bourikas K, Stylidi M, Kondarides DI, Verykios X. Adsorption of acid orange 7 on the surface of titanium dioxide. *Langmuir* 21 2005;21: 9222–9230.
- 29- Wang XS, Zhou Y, Yiang Y, Sun C. The removal of basic dyes from aqueous solutions using agricultural by-products. *J. Hazard. Mater* 2008;157: 374–385.
- 30- Zheng W, Li XM, Yang Q, et al. Adsorption of Cd (II) AND Cu (II) from aqueous solution by carbonate hydroxylapatite derived from eggshell waste. *J Hazard Mater* 2007; 147(1-2):534-539.
- 31-Toor AP, Verma A, Jotshi CK, Bajpai PK, Singh V. Photocatalytic degradation of direct yellow 12 dye using UV/TiO₂ in a shallow pond slurry reactor. *Dyes Pigments* 2006; 68: 53-60.



Adsorption of Reactive Red 198 Dye on TiO₂ Nano-particle from Synthetic Wastewater

Ghaneian MT (Ph.D) Ehrampoush MH**(Ph.D) Rahimi S *** (MS.c) Ghanizadeh GH**** (Ph.D) Askarshahi M***** (Ph.D)*

**Assistant Professor, Department Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

***Associate Professor, Department Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

****Corresponding Author: MS.c Student in Environmental Health, Department of Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran Email: Rahimi.somaye@gmail.com*

*****Assistant Professor, Department of Environmental Health, Baghiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

******Instructor, Department of Biostatistics & Epidemiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

Abstract

Background: Dyes are one of the most important existing pollutants in textile industrial wastewater. They are often toxic, carcinogenic, teratogenic, and non-biodegradable. Reactive red 198 dye is one of the azo dyes that is currently used in the textile industry. This study was conducted with the aim of investigating on reactive red 198 dye absorption process titanium dioxide nanoparticles from synthetic textile wastewater.

Methods: This applicable research was performed in a batch reactor on synthetic wastewater with dye concentrations of 100, 150 and 200 mg/L and the effects of parameters such as concentrations of initial dye and TiO₂ nanoparticles, time, and pH_s on dye absorption efficiency were investigated. The dye concentrations were measured via spectrophotometer (518 nm wavelength).

Results: The RR 198 absorption capacity rates were 92.5, 70, and 37.5 mg/g respectively at pH of 4, 7 and 10 for the initial dye concentration of 100 mg/L and 0.4 g/L absorbent mass at 180 minute. Also dye absorption rates were 51.8, 56.1, and 61.4 mg/g on absorbent respectively for 100, 150, and 200 mg/l dye concentration, at pH of 4, 1 g/L absorbent mass, and 180 minutes time and the studied dye absorption isotherm was fitted Langmuir model ($R^2=0.98$) which was 38.46mg/g for maximum adsorption.

Conclusion: The results of absorption studies showed that reactive red 198 absorption/removal rates would increase with increasing the primary dye concentration, reaction time, absorbent mass, and decreasing pH. On the basis of the results, titanium dioxide nanoparticles can absorb reactive red 198 dye appropriately and efficiency of the process is higher in acidic pH. Regarding to TiO₂ application as a photocatalyst in environmental pollutant removal, more pollutant absorption on nanoparticles in acidic condition increases photocatalyst process efficiency.

Keyword: Photocatalyst, TiO₂ nanoparticles, Reactive red 198 dye, Synthetic wastewater, Absorption