

مقایسه کار آبی روش فتوشیمیایی توأم با پراکسید هیدروژن (UV/H₂O₂) و دی اکسید تیتانیوم (UV/TiO₂) در حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ از محیط های آبی

افشین ملکی^۱، یحیی زند سلیمی^۲، بهزاد شاهمرادی^۳، رضا رضایی^۴، محمد امین پردل^۲

- ۱- دانشیار، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
- ۲- کارشناس، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (مولف مسئول) تلفن: ۰۸۷۱-۶۶۶۱۸۱۷
- ۳- استادیار، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
- ۴- مربی، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

چکیده

زمینه و هدف: با توسعه و گسترش صنایع تولید رنگهای نساجی، رنگهای جدیدی وارد بازار می شوند که خواص رنگرزی بهتری دارند. بهبود کیفیت رنگها، ناشی از پایداری ساختارهای مواد رنگزای مورد استفاده می باشد که سبب مقاوم شدن آنها در برابر تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی می گردد. لذا هدف از این تحقیق، مقایسه کارایی فرآیند فتوشیمیایی توأم با پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم در حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ از محیط های آبی در سیستم ناپیوسته بود.

روش بررسی: این تحقیق یک نوع مطالعه تجربی-آزمایشگاهی بود، ابتدا طراحی و ساخت راکتور صورت گرفت. سپس pH اپتیمم در شرایط ثابت برای هر کدام از فرآیندهای مورد مطالعه تعیین گردید. سپس با ننگ داشتن pH اپتیمم تاثیر غلظت اولیه پراکسید هیدروژن، دی اکسید تیتانیوم، زمان تماس و غلظتهای مختلف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز و تفسیر داده ها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل و ضریب رگرسیون انجام شد.

یافته ها: نتایج مشخص ساخت که کارایی حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیندهای مورد مطالعه با pH اسیدی افزایش یافته و با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارایی فرآیندها کاهش می یابد. همچنین داده ها نشان داد که با افزایش زمان تماس و غلظت پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم کارایی حذف رنگزا افزایش یافت.

نتیجه گیری: به طور کلی نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد که می توان از فرآیندهای فتوشیمیایی توأم با پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم به عنوان یک روش موثر در حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ از محیط های آبی استفاده نمود. همچنین نشان داده شد راندمان حذف در فرآیند فتوشیمیایی توأم با پراکسید هیدروژن بهتر از فرآیند فتوشیمیایی توأم با دی اکسید تیتانیوم است و این فرآیند به دلیل قابل دسترس و سریع بودن و عدم تولید لجن پیشنهاد میگردد.

کلید واژه ها: رنگزای اسیدی قرمز ۱۸، فرآیند فتوشیمیایی، پراکسید هیدروژن، دی اکسید تیتانیوم

تاریخ وصول: ۹۰/۵/۵ اصلاحیه نهایی: ۹۰/۸/۱۴ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۱۴

مقدمه

پیامدهای زیست محیطی آن نمی شود. از جمله صنایعی که باید توجهی ویژه به تصفیه پسابهای آنها داشت، صنایع نساجی و رنگرزی می باشد. در فرآیندهای صنایع نساجی انواع وسیعی

در جهان امروز صنایع با چنان شتابی توسعه می یابند که اغلب تنها بعد اقتصادی آنها در نظر گرفته شده و توجهی به

لجن می نمایند که مشکلات زیست محیطی دیگری را به دنبال خواهد داشت (۳).

فناوری اکسیداسیون نوری پیشرفته در دهه اخیر پیشرفت قابل ملاحظه ای داشته و اهمیت زیادی در زمینه تصفیه پسابهای صنعتی بدست آورده است، بویژه پسابهای حاوی مواد آلی مقاوم که روشهای متداول تصفیه قادر به حذف این ترکیبات نیستند مزایای این فناوریها عبارتند از (۶):

- ۱- اکثر ترکیبات آلی را به مواد معدنی مانند آب، دی اکسید کربن و اسیدهای معدنی تجزیه می کنند.
- ۲- مشکل ضایعات دور ریختنی (پسماند) ندارند.
- ۳- در درجه حرارت محیط و فشار اتمسفر انجام می گردد.

بطور کلی فرآیندهای اکسایش پیشرفته در برگیرنده کلیه فرآیندهایی هستند که در آنها با روشهای مختلف، رادیکالهای فعال هیدروکسیل (OH^\bullet) تولید می گردد. به خاطر ظرفیت اکسایش بالای رادیکالهای هیدروکسیل ($\text{V} \text{ } 2/8$) اغلب فرآیندهای اکسایش پیشرفته بر پایه تولید این رادیکال فعال استوار هستند. استفاده از امواج فرا صوت، اشعه فرابنفش، ازن و... از جمله این فرآیندها می باشند. استفاده از اشعه UV و یک ماده اکسید کننده مناسب مانند H_2O_2 و TiO_2 یکی از مؤثرترین روشهای اکسایش پیشرفته می باشد. این روش در حذف آلاینده های آلی مقاوم در برابر تجزیه بیولوژیکی بسیار مؤثر است. (۸-۶). در مقالات علمی، مکانیسم های مختلفی برای فرآیند فتواکسیداسیونی $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ پیشنهاد شده است. مکانیسمی که امروزه مورد قبول می باشد و در بیشتر منابع نیز گزارش گردیده شامل تولید رادیکالهای فعال هیدروکسیل (OH^\bullet) در اثر تابش نور UV به محلول حاوی H_2O_2 می باشد. مرحله اصلی و اولیه در فرآیند $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ ، تشکیل رادیکالهای آزاد هیدروکسیل در نتیجه تابش نور UV به محلول رنگ حاوی H_2O_2 می باشد. رادیکالهای هیدروکسیل با توانایی اکسید کنندگی بالا با مولکولهای رنگ واکنش می دهند، در نتیجه باعث تخریب رنگ و حذف آن از

از رنگها و مواد شیمیایی به مصرف می رسد که غالباً این مواد در فاضلاب این صنایع یافت می شوند. فاضلابهای صنایع نساجی از نظر کمیت دارای حجم زیاد و از نظر کیفیت بسیار آلوده و متفاوت هستند (۱).

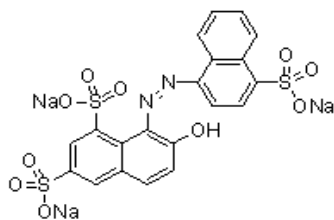
رنگهای آزو بزرگترین گروه از مواد رنگ کننده سنتزی را تشکیل می دهند. سالیانه در جهان بیش از $700/000$ تن مواد رنگزا سنتز می شود که ۵۰٪ آنها آزو هستند. سیستم رنگساز آنها اساساً شامل گروه آزو -N=N- می باشد که به همراه آن یک یا چند سیستم آروماتیک نیز حضور دارد. ممکن است در یک رنگ بیش از یک گروه آزو وجود داشته باشد، به عنوان مثال دی آزو، تری آزو، پلی آزو و... که منظور حضور دو، سه و یا تعداد بیشتری گروه آزو در یک مولکول رنگ است. گستره رنگ هایی که این گروه ها تشکیل می دهند بسیار وسیع بوده و شامل رنگ های زرد، تعداد زیادی قرمز و نارنجی، سورمه ای، بنفش و مشکی است، رنگهای سبز نیز شناخته شده اند ولی تعداد آنها نسبتاً محدودتر است (۲).

با توسعه و گسترش صنایع تولید رنگهای نساجی، رنگهای جدیدی وارد بازار می شوند که خواص رنگرزی بهتری دارند. بهبود کیفیت رنگها، ناشی از پایداری ساختارهای مواد رنگزای مورد استفاده می باشد و سبب مقاوم شدن آنها در برابر تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی می گردد (۳). اکثر رنگهای مورد استفاده صنایع نساجی به دلیل ایجاد کمپلکس های قوی، غیر قابل تجزیه بیولوژیکی می باشد (۴).

برای رنگ زدایی صنایع نساجی روش های متفاوتی وجود دارد که می توان به روشهای انعقاد و لخته سازی، اکسیداسیون شیمیایی، تصفیه بیولوژیکی، تکنیک الکترو شیمیایی، تعویض یونی، فرآیندهای جذب سطحی و همچنین فرآیندهای ترکیبی شامل ازن زنی و کواگولاسیون، یا کواگولاسیون و تعویض یونی اشاره کرد (۵).

فرآیندهای تصفیه متداول فاضلاب مانند جذب سطحی، انعقاد و لخته سازی، روش مؤثری برای حذف آنها محسوب نمیگردد. همچنین این روشها معمولاً تولید مقادیر قابل توجهی

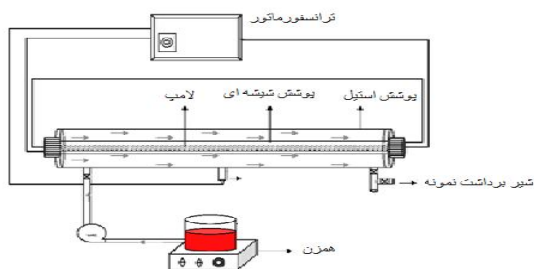
هیدروکسید سدیم (NaOH) و اسید سولفوریک (H₂SO₄) (Merck) بود، همچنین مواد شیمیایی با گرید آزمایشگاهی و درجه خلوص بالا مورد استفاده قرار گرفت. ساختار رنگ با فرمول شیمیایی C₂₀H₁₁N₂Na₃O₁₀S₃ در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل (۱): فرمول گسترده شیمیایی رنگ Acid Red 18

طراحی و ساخت راکتور

راکتور با جریان منقطع با حجم ۲/۸ لیتر از جنس استیل که درون آن پوشش کوارتز و لامپ کم فشار ۵۵ وات ساخت شرکت فلیپس هلند استفاده شده است. شماتیک کلی راکتور در شکل ۲ نشان داده شده است.



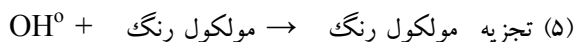
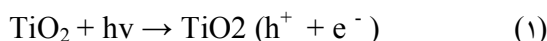
شکل (۲): شماتیک کلی راکتور

تهیه محلول استوک رنگزای اسیدی قرمز ۱۸

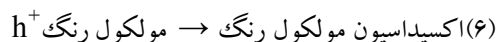
محلول مادر رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ (۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) را با حل کردن ۱ گرم رنگ در آب بدون یون تهیه کرده و برای جلوگیری از تغییرات غلظت، محلول استوک در یخچال نگه داری شد. غلظت های مختلف از محلول استوک تهیه گردید. به منظور تعیین مناسبترین طول موج جهت اندازه

آب و پساب می شوند. عمدتاً رادیکال هیدروکسیل ترکیبات آلی را از طریق گرفتن هیدروژن به رادیکالهای آلی تبدیل می نماید. این رادیکالهای آلی در اثر واکنش با اکسیژن تولید رادیکالهای پراکسیل را می نمایند. حد واسط های رادیکالی حاصل یک سری از واکنش های دگراداسیون زنجیری را آغاز می نمایند به طوری که در نهایت منجر به تبدیل آلاینده آلی به دی اکسید کربن، آب و سایر مواد بی ضرر می شوند (۹-۱۱).

مکانیسم فتوکاتالیست دی اکسید تیتانیوم TiO₂ در حذف رنگ با حضور اشعه ی پرتو ماورابنفش طبق واکنشهای ذیل باعث تخریب ساختارمولکول رنگی می شود (۶):



شیمیایی

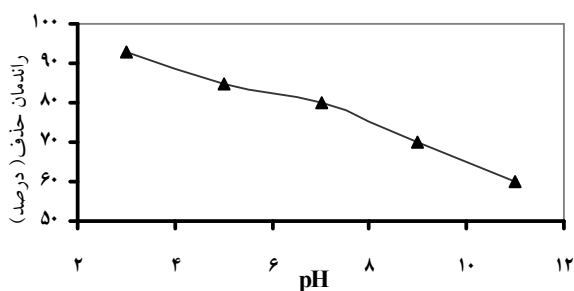


روش بررسی

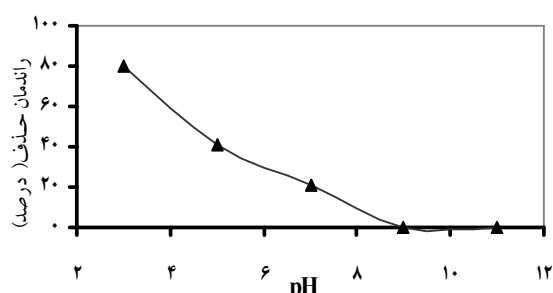
این تحقیق یک مطالعه تجربی - کاربردی است که در مقیاس آزمایشگاهی در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کردستان انجام گردیده است. مراحل انجام تحقیق به شرح ذیل می باشد.

مواد شیمیایی مورد نیاز

رنگزای مورد استفاده با نام تجاری Acid Red 18 ساخت شرکت الوان ثابت همدان می باشد، علت انتخاب این رنگ فراوانی مصرف و کاربرد زیاد آن در صنایع نساجی کشور می باشد، پراکسید هیدروژن (H₂O₂) ۳۰٪ (Merck) و دی اکسید تیتانیوم (TiO₂) (Merck) جهت تنظیم pH نیز از



نمودار الف) تعیین pH ایتیم در فرایند فتوشیمیایی توام با پراکسید هیدروژن



نمودار ب) تعیین pH ایتیم در فرایند فتوشیمیایی توام با دی اکسید تیتانیوم

تأثیر غلظت پراکسید هیدروژن بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/H₂O₂)

تأثیر غلظت اولیه پراکسید هیدروژن بر کارایی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/H₂O₂) با غلظت های مختلف پراکسید هیدروژن ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۵۰ میلی مول بر لیتر، غلظت رنگزای ۵۰ میلی گرم بر لیتر، pH=۳ و زمان های تماس ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۱۵ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله در نمودار ۲ نشان داده شده است. همانطور که از نمودار پیداست غلظت ایتیم پراکسید هیدروژن ۱۵ میلی مول بر لیتر می باشد.

گیری غلظت های رنگ مورد مطالعه با استفاده از روش استاندارد متد انجام شد (۱۳). در نهایت مناسبترین طول موج که حداکثر جذب را برای رنگ مورد نظر داشته به ۵۰۸ نانومتر تعیین گردید. پس از تعیین مناسبترین طول موج با استفاده از محلول اصلی، محلولهایی با غلظتهای متفاوت از رنگ مورد نظر تهیه و جذب آنها در طول موج بینه به دست آمده و با رسم منحنی استاندارد غلظت مجهول رنگ در مراحل انجام آزمایش بدست آمد. برای محاسبه میزان درصد حذف رنگ در این تحقیق از رابطه (۷) استفاده گردید

$$R\% = [C_0 - C_t / C_0] \times 100 \quad (7)$$

R% = درصد حذف رنگ

C₀ = غلظت رنگ در زمان صفر (mg/l)

C_t = غلظت رنگ در زمان t (mg/l)

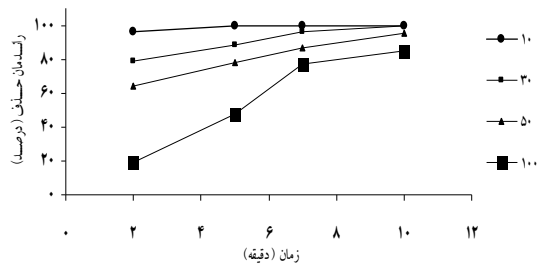
یافته ها

تعیین pH ایتیم تأثیر pH بر کارایی حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸

آزمایش تعیین pH ایتیم فرآیند فتوشیمیایی توام با پراکسید هیدروژن UV/H₂O₂ در pH های ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر رنگزای اسیدی قرمز ۱۸، زمان تماس ۷ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۲۰ میلی مول بر لیتر انجام گرفت نتایج در نمودار ۱ الف) نشان داده شده است که راندمان حذف در pH=۳ برابر ۹۳٪ و در pH=۱۱ به ۶۰٪ کاهش یافته است. نتایج تعیین pH ایتیم فرآیند UV/TiO₂ در pH های ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر رنگزای اسیدی قرمز ۱۸، زمان تماس ۶۰ دقیقه و غلظت دی اکسید تیتانیوم ۰/۵ گرم بر لیتر در نمودار ۱ ب) نشان داده شده است که راندمان حذف در pH=۳ برابر ۸۰٪ و در pH=۱۱ به ۰٪ کاهش یافته است. پس pH ایتیم برای فرآیندهای (UV/H₂O₂) و (UV/TiO₂) برابر ۳ است.

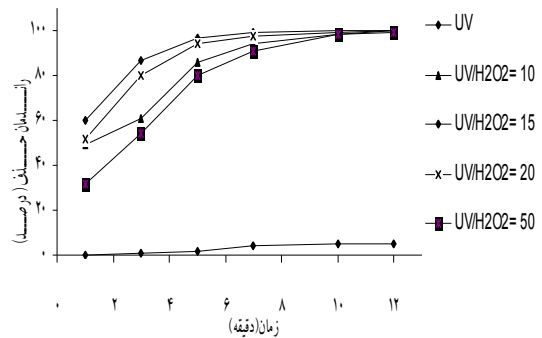
تأثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/H₂O₂) و (UV/TiO₂)

تأثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ بر کارایی حذف در فرآیند (UV/H₂O₂) با تغییر غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸، ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در شرایط ثابت غلظت پراکسید هیدروژن ۱۵ میلی مول بر لیتر و pH=۳ در زمانهای تماس ۲، ۵، ۷ و ۱۰ دقیقه بررسی شد. در نمودار ۴(الف) نتایج حاصل نشان داده شده است. همانطور که از نمودار پیداست کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/H₂O₂) کاهش می یابد.



نمودار ۴(الف) - تأثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ (میلی گرم بر لیتر) بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ با فرآیند (UV/H₂O₂)

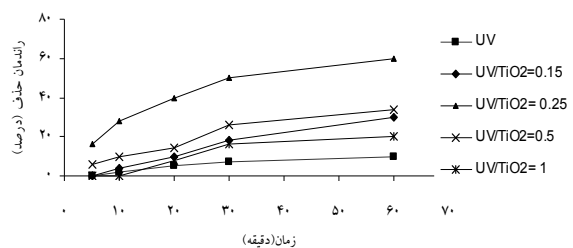
غلظت های مختلف اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/TiO₂) به ترتیب ۱۰، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در شرایط ثابت غلظت دی اکسید تیتانیوم ۰/۲۵ گرم بر لیتر و pH=۳ در زمانهای تماس ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه بررسی شد. در نمودار ۴(ب) نتایج حاصل نشان داده شده است. همانطور که از نمودار پیداست کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/TiO₂) کاهش می یابد.



نمودار ۲: تأثیر غلظت پراکسید هیدروژن (میلی مول بر لیتر) در حذف رنگ با فرآیند UV/H₂O₂

تأثیر غلظت دی اکسید تیتانیوم بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/TiO₂)

تأثیر غلظت اولیه دی اکسید تیتانیوم بر کارایی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/TiO₂) با غلظت های مختلف دی اکسید تیتانیوم ۰/۱۵، ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۱ گرم بر لیتر، غلظت رنگزای ۵۰ میلی گرم بر لیتر، pH=۳ و زمان های تماس ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله در نمودار ۳ نشان داده شده است. همانطور که از نمودار پیداست غلظت اپتیمم دی اکسید تیتانیوم ۰/۲۵ گرم بر لیتر می باشد.

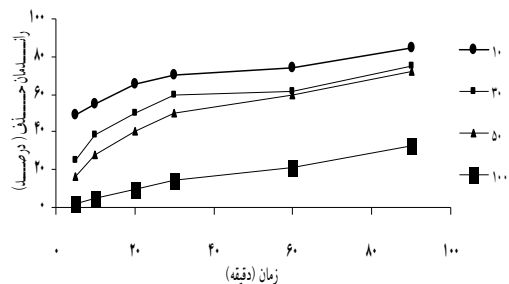


نمودار ۳: تأثیر غلظت دی اکسید تیتانیوم (گرم بر لیتر) در حذف رنگ با فرآیند UV/TiO₂

زمان تماس ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ دقیقه برای فرآیند (UV/TiO₂) بررسی گردید. نتایج حاصله در نمودار ۲ نشان داده شده است. غلظت بهینه پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم به ترتیب ۱۵ میلی مول بر لیتر و ۰/۲۵ گرم بر لیتر می باشد. همانطور که از نمودار پیداست افزایش غلظت پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم بیش از حد معین تاثیر چندانی بر حذف رنگ نخواهد داشت، علت این امر مربوط به تاثیر دوباره رادیکالهای هیدروکسیل می باشد (۱۱). بطوریکه نتایج حاصله با مطالعه ای که سلویا موزیا و همکاران بر روی رنگ زدایی اسید رد ۱۸ با استفاده از فتوکاتالیست انجام دادند، مطابقت دارد (۴). همچنین نتایج حاصله با مطالعه ای که جی لی و همکاران بر روی حذف رنگ فاضلاب با دی اکسید تیتانیوم انجام دادند، مطابقت دارد (۱۶).

همانطور که در نمودار ۴ الف و ب میزان افزایش رنگبری را با افزایش زمان تابش در غلظتهای اولیه گوناگون رنگزا را نشان می دهد. راندمان تجزیه رنگزا در غلظتهای بالای رنگ کاهش می یابد. علت این پدیده این است که در غلظتهای بالای رنگزا مکانهای فعال کاتالیست، بوسیله مولکولهای رنگزا که بار منفی دارند پوشیده می شود. اثر جذب کنندگی تابش فرابنفش به وسیله خود مولکولهای رنگزا نیز نقش مهمی در کاهش میزان رنگبری دارد. این عوامل، تولید در سطح کاتالیست را کاهش می دهند همچنین ممکن است مواد واسطه تولید شده نیز برای تجزیه شدن با مولکولهای رنگزای مادر رادیکالهای OH رقابت نمایند. نتایج حاصله با نتایج تحقیقی که مالیک و سانیا بر روی کینیتیک تجزیه رنگها از صنایع نساجی انجام دادند مطابقت دارد (۱۷).

کاهش میزان حذف در اثر افزایش غلظت رنگ را می توان این گونه توجیه نمود که چون در تمامی محلول ها مقدار پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم، pH و زمان تماس یکسان بوده است، در نتیجه مقدار رادیکال های تولید شده نیز در هر سه نمونه یکسان می باشد، بنابراین حذف رنگ در نمونه های با غلظت کم تر رنگ بیشتر خواهد بود. دلیل دوم



نمودار ۴(ب)- تاثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ (میلی گرم بر لیتر) در حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ با فرآیند (UV/TiO₂)

بحث

همانطور که در نمودار ۱ (الف) مشاهده می شود حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در pH های ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ مورد آزمایش قرار گرفت. با افزایش pH از ۳ به ۱۱ راندمان حذف در هر دو فرآیند کاهش چشمگیری دارد به گونه ای که در شرایط ثابت، غلظت رنگزا ۵۰ میلی گرم بر لیتر، زمان تماس ۷ دقیقه و غلظت پراکسید هیدروژن ۲۰ میلی مول بر لیتر راندمان فرآیند (UV/H₂O₂) در pH=۳ برابر ۹۳٪ در ۱۱ = pH برابر ۶۰٪ می باشد. همچنین در فرآیند (UV/TiO₂) با شرایط ثابت غلظت رنگزا ۵۰ میلی گرم بر لیتر، زمان تماس ۶۰ دقیقه و غلظت دی اکسید تیتانیوم ۰/۵ گرم بر لیتر راندمان از ۸۰٪ در pH=۳ به صفر در pH=۱۱ کاهش یافت. بطوریکه نتایج حاصله با مطالعه شو و همکاران بر روی حذف رنگ اسید بلک ۱ با استفاده از فرآیند (UV/H₂O₂) (۱۴). و مطالعه کاظم مهنایور بر روی حذف رنگ اسید رد ۱۱۴ با فرآیند (UV/TiO₂) دادند مطابقت دارد (۱۵).

تاثیر غلظت اولیه پراکسید هیدروژن و دی اکسید تیتانیوم بر کارایی راندمان حذف رنگزای اسیدی قرمز ۱۸ در فرآیند (UV/TiO₂) و (UV/H₂O₂) با غلظت های مختلف پراکسید هیدروژن ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۵۰ میلی مول بر لیتر و غلظت های دی اکسید تیتانیوم ۰/۱۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱۰ گرم بر لیتر، غلظت رنگزای ۵۰ میلی گرم بر لیتر pH=۳ و زمان های تماس ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۲ دقیقه برای فرآیند (UV/H₂O₂) و

اکسیدتیتانیوم در حذف رنگرای اسیدی قرمز ۱۸ از محیط های آبی استفاده نمود. در مقایسه فرآیند ها نیز ذکر شد، استفاده از فرآیند (UV/H₂O₂) کارایی حذف بالاتری داشته و بعنوان یک روش سریع جهت حذف رنگزها از محیط های آبی پیشنهاد میگردد.

برای توجیه این پدیده این است که با افزایش غلظت رنگ، پرتو تابیده شده به وسیله مولکولهای رنگ جذب شده و در نتیجه پرتو نور به سطح کلیه ذرات کاتالیت نرسیده و در نتیجه عدم تحریک همه ذرات کاتالیت، مقدار تجزیه تا میزان قابل توجهی کاهش می یابد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می دانند از مسئولین دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کردستان که امکانات لازم را برای انجام طرح ایجاد نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نماید.

نتیجه گیری

به طور کلی pH محلول نقش مهمی در راندمان فرآیند مورد مطالعه ایفا می کند به گونه ای که در هر دو فرآیند با افزایش pH به دلیل کاهش رادیکالهای هیدروکسیل، راندمان کاهش می یابد. همچنین نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد می توان از فرآیند فتوشیمیایی توأم با پراکسد هیدروژن و دی

References

1. Daneshvar N, Salari D. Photocatalytic degradation of azo dye acid red 14 in water. *Journal Photochem Photobiol* 2003;157:111-116.
2. Maleki A, Mahvi AH, Ebrahimi R, Zandsalimi Y. Photochemical and sonochemical processes efficiency for degradation of dyes in aqueous solution. *Journal of Chemical Engineering* 2010;27:79-82.
3. Rezaie R, Maleki A, Shirzad Siboni M, Rahimi M, Mohammadi M. Comparison of efficiency of photochemical and sonochemical processes combined with hydrogen peroxide in removal of direct blue71(D71) from aqueous solution. *Journal of Kurdistan University of Medical Sciences* 2011;16:38-47
4. Sylwia- M, Maria- T, Antoni- W. Photocatalytic degradation of azo-dye acid red 18. *Journal Desalination* 2005;185:449-456.
5. Maleki A, Mahvi AH, Shahmoradi B. Hydroxyl radical-based processes for decolourization of direct blue 71. *Asian Journal of Chemistry* 2011;23:
6. Idil- A, Isil-A, Detlef-W. Advanced oxidation of a reactive dye bath effluent comparison of O₃- H₂O₂/UV-C and TiO₂/UV-A Processes. *Journal Water Research* 2002;36:1143-11547.
7. Daneshvar N, Aber S, Hosseinzadeh F. Study Of CI acid orange 7 removal In contaminated water by photo oxidation processes. *Global NEST Journal* 2008; 16: 23-10
8. Samarghandi M, Shirzad Siboni M, Maleki A, Jafari SJ, Nazemi F. Kinetic determination and efficiency of titanium dioxide photocatalytic process in removal of reactive black5(RB5) dye and cyanide from aquatic solution. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2011;21:44-52
9. Samarghandi- M.R, Nouri-J, Mesdaghinia A. R, Mahvi- A. H, Nasser- S, Vaezi -F. Efficiency removal of phenol, lead and cadmium by means of UV/TiO₂/H₂O₂ processes. *Journal Environ* 2007;4:19-25

10. Shashank Sk , Satyam M, Alok Sinha. Advanced oxidation processes for treatment of textile and dye wastewater. 2nd International Conference on Environmental Science and Development 2008.
11. Verma M ,Ghaly A. Treatment of remazol brilliant blue dye effluent by advanced photo oxidation process in TiO₂/UV and H₂O₂/UV reactors. American Journal of Engineering and Applied Sciences Separation and Purification Technology 2008;3:230-240.
12. Jingyi-LI, Chuncheng-CH, Jincai-ZH. Photodegradation Of dye pollutants on TiO₂ pillared bentonites under UV light irradiation. Journal Science in China 2002;11:21-4
13. Jenkins sh. Standardized methods of water examination. Water Research 1998;41:531-546
14. ShuH Y, Chang MC, FanH J. Decolorization of azo dye acid black1 by the UV/H₂O₂ process and optimization of operating parameters. Journal of Hazardous Materials 2004;113:201-8
15. Mahanpoor-K , Gholivand-K, Nikazar-M. Photocatalytic degradation of azo dye Acid Red 114 in water with TiO₂ supported on clinoptilolite as a catalyst. Journal Desalination 2008;219:293-300
16. Jie L, Zhigang Z, Huijuan W, Guofeng L, Yan W. Research on decoloration of dye wastewater by combination of pulsed discharge plasma and TiO₂ nanoparticles. Journal Desalination 2007 ; 212:123-128.
17. Malik PK, Sanyal SK. Kinetics of decolourisation of azo dyes in wastewater by UV/H₂O₂ process. Separation and Purification Technology 2004;36:167-175.