بررسی حذف مواد رنگی آلی از فاضلابهای صنعتی با استفاده از سه روش UV/H₂O₂,UV/H₂O₂/Fe(II),UV/H₂O₂/Fe(III)

عليرضا ختائي ٰ **میر سعید سید دراجے^۳** نظامالدين دانشور ` محمد حسین رسولیفرد ^۲

(دریافت ۸٥/٧/۱۲ پذیرش ۸٥/١٢/٣)

چکیدہ

فرأيندهاي UV/H₂O₂/Fe(II)، UV/H₂O₂/Fe(II)، UV/H₂O₂/Fe(III)، UV/H₂O₂/Fe(III)، UV/H₂O₂/Fe(III) برخوردار هستند و می توان از آنها در تصفیه پسابهای کارخانههای رنگرزی استفاده نمود. در این تحقیق رنگ آلی ردآمین B به عنوان ماده رنگزای آلی نمونه انتخاب شده است. بیشترین استفاده از ردآمین B در تهیه لاکها، رنگرزی چرم و کاغذ می باشد. نتایج نشان داد که ایس ماده رنگزا در حضور آب اکسیژنه و تابش نور ماوراء بنفش(UV-C) حاصل از لامپ جیوه (۳۰ وات) و همچنین فرآیند فتوفنتون قابل تجزیه میباشد. حذف ردآمین B در غیاب آب اکسیژنه و در اثر عمل فتولیز مستقیم کم بوده و در غیاب تابش نورUV بـسیار نـاچیز مـیباشـد. در فرآیند UV/H₂O₂ عوامل مختلفی از جمله زمان تابش اشعه UV، مقدار H₂O₂ و غلظت اولیه رنـگ، مـورد بررسـی قـرار گرفتنـد. بررسـی سینتیکی فرآیند UV/H₂O₂ نشان داد که نمودار نیمه لگاریتمی غلظت بر حسب زمان در این فرآیند تقریباً خطی می باشد که دلالت بر سینتیک درجه اول واکنش دارد. همچنین نتایج آزمایشها نشان داد که فرآیندهای UV/H2O2/Fe(II) وUV/H2O2/Fe(II) در حذف آلاینده از قابلیت بالاتری نسبت به فرآیند UV/H2O2 برخوردار می باشند. به طوری که محلولی از ردآمین B با غلظت ۲۰ppm در حضور ۱۸mM پراکسید هیدروژن و تابش نور UV در مدت زمان ۱۵ دقیقه به صورت کامل رنگزدایی گردید. نتایج اَزمایش ها نـشان داد کـه بـا افـزایش Fe(II) ، +/ ۱mM یا Fe(III) به محلول حاوی ۲۰ppm ماده رنگی و mM ۵، H₂O₂ تحت تابش نور UV مدت زمان حذف به ۱۰ دقیقه کاهش مي يابد.

واژههای کلیدی: فر آیندهای اکسایش پیشرفته، فر آیند فتوفنتون، آب اکسیژنه، آبهای آلوده.

Removal of Organic Dyes from Industrial Wastewaters Using UV/H₂O₂, UV/H₂O₂/Fe (II), UV/H₂O₂/Fe (III) Processes

Nezamaddin Daneshvar¹ Alireza Khataee² Mirsaeed seyed Dorraji³ Mohammad Hossien Rasoulifard²

> Accepted Feb. 22, 2007) (Received Oct. 4, 2006

Abstract

UV/H₂O₂, UV/H₂O₂/Fe (II) and UV/H₂O₂/Fe (III) processes are very effective in removing pollutants from wastewater and can be used for treatment of dyestuff units wastewaters. In this study, Rhodamine B was used as a typical organic dye. Rhodamine B has found wide applications in wax, leather, and paper industries. The results from this study showed that this dye was degradable in the presence of hydrogen peroxide under UV-C irradiation (30W mercury light) and Photo-Fenton process. The dye was resistant to UV irradiation. In the absence of UV irradiation, the decolorization efficiency was very negligible in the presence of hydrogen. The

۳۴ آب و فاضلاب

۲- دانشجوی دکترای شیمی کاربردی دانشگاه تبریز ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی کاربردی دانشگاه تبریز

nezam_daneshvar@yahoo.com ا - استاد گروه شیمی کاربردی دانشگاه تبریز،

www.SID.ir

¹⁻ Professor of Applied Chemistry, University of Tabriz,

<sup>a robust of Applied Chemistry, University of Tabriz
2- PhD Student of Applied Chemistry, University of Tabriz
3- M.Sc Student of Applied Chemistry, University of Tabriz</sup>

effects of different system variables such as initial dye concentration, duration of UV irradiation, and initial hydrogen peroxide concentration were investigated in the UV/H₂O₂ process. Investigation of the kinetics of the UV/H₂O₂ process showed that the semi-log plot of the dye concentration versus time was linear, suggesting a first order reaction. It was found that Rhodamine B decolorization efficiencies in the UV/H₂O₂/Fe (II) and UV/H₂O₂/Fe (III) processes were higher than that in the UV/H₂O₂ process. Furthermore, a solution containing 20 ppm of Rhodamine B was decolorized in the presence 18 mM of H₂O₂ under UV irradiation for 15 minutes. It was also found that addition of 0.1 mM Fe(II) or Fe(III) to the solution containing 20 ppm of the dye and 5 mM H₂O₂ under UV light illumination decreased removal time to 10 min.

Keywords: Advanced Oxidation Processes, Photo-Fenton Process, Hydrogen Peroxide, Contaminated Water.

ممکن است از نظر مکانیسم به سه گروه مختلف طبقه بندی شوند که در ادامه به آنها اشار ، شده است. رادیکال های هیدروکسیل عمدتاً ترکیبات آلی را از طریق گرفتن هيدروژن به راديکالهاي آلي تبديل مينمايند $OH^{o} + RH \rightarrow H_{2}O + R^{o}$ (1)این رادیکالهای آلی در اثر واکنش با اکسیژن، رادیکال يراکسيل را ايجاد ميکنند. حد واسط هاي راديکالي حاصله، يک سری از واکنش های تخریبی زنجیری را آغاز می نمایند. به طوری که در نهایت منجر به تبدیل آلاینده آلی به دی اکسید کربن و سایر مواد ہےضر ر مے شوند $R^{o} + O_{2} \rightarrow RO_{2}^{o} \rightarrow \rightarrow Products$ π ; ایش الکتر و فیلے رادیکال هیدر وکسیل به سیستمهای تركيبات آلى، مكانيسمى ديگر براي تخريب اكسيداسيوني مي باشد $R_2C = CR_2 + OH^\circ \rightarrow R_2C^\circ - CR_2OH$ (٣) همچنين راديكالهاي هيدروكسيل مي توانند در انتقال الكترون

از سوبسترای آلی شرکت کرده و آنیونهای هیدروکسیل را تـشکیل دهند[۴و۵]

$$OH^{o} + RX \to RX^{o^{+}} + OH^{*}$$
^(*)

همچنیین فرآینید فتوفنتیون ((UV/H₂O₂/Fe(III) ممچنیین فرآینید فتوفنتیون (UV/H₂O₂/Fe(III) که شامل پراکسید هیدروژن فعال شده با نمکهای آهن میباشد با تولید رادیکالهای هیدروکسیل باعث حذف مواد آلاینده و تبدیل آنها به P₂O و 2OO و سایر مواد بی ضرر میگردد[۶]. لازم به ذکر است، طی گزارشی که لی و همکارانش ^۱ در فرآیندهای اکسایش پیشرفته ارائه کردهاند، علاوه بر CO2 و OO و OO و OO و OO و OO و OO و فرآیندهای از اسیدهای آلی نظیر اسید استیک، که به عنوان حد واسط در واکنشهای تخریب ظاهر می شوند، با استفاده از دستگاه OC/MS قابل شناسایی هستند [۷]. در سیستم (UV/H₂O₂/Fe(III). ۱- مقدمه
در جهان سالانه بیش از ده هزار نوع مختلف از رنگهای سنتزی تولید میگردد که به صورت گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار میگیرند. صنایع رنگرزی نساجی یکی از بزرگ ترین مصرف کنندگان آب و تولید کنندگان مقدار قابل توجهی پساب به شمار میروند. این پسابها حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات شمار میروند. این پسابها حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات مقدار میار می رنگزا می باشد. وجود مواد رنگزای آلی در پسابهای صنعتی به و اثرات سمی آنها صدمات جبران ای در عمل فتوسنتز، معات معات می مناز می منتی و اثرات می در می معادیر قابل توجهی پساب به معاد می رنگزا می باشد. وجود مواد رنگزای آلی در عمل فتوسنتز، و اثرات سمی آنها صدمات جبران ای دری به محیط زیست وارد می می می می می در از اینرو تصفیه پسابهای رنگی قبل از تخلیه آنها به محیط زیست، ضروری می باشد. روشهای معمول تصفیه فیزیکی و شیمیایی هماند ترسیب شیمیایی، انعقاد و جذب سطحی توسط شیمیایی هماند راز یک فاز به فاز دیگر منتقل نماند [۲]

در سالهای اخیر استفاده از فر آیندهای اکسایش پیشرفته، رشد چشمگیری نموده است. به طور کلی فر آیندهای اکسایش پیشرفته در برگیرنده کلیه فر آیندهایی هستند که در آنها با روشهای مختلف، رادیکالهای فعال هیدروکسیل تولید می شوند. با توجه به آن که رادیکالهای هیدروکسیل قدرت اکسیدکنندگی بسیار بالایی دارند (E⁰=7/A eV) باعث حذف کامل اکثر آلایندهها به ویژه آلایندههای آلی می گردند. فر آیند 20/H الایندههای آلی می گردند. فر آیند که در طول دهه گذشته به عنوان یک روش تصفیه، توسعه زیادی یافته است[۳]. در مقالات علمی، مکانیسمهای مختلفی برای فر آیند فتو اکسایشی یشد و در پیشنهاد شده است. مکانیسمی که امروزه مورد قبول می باشد و در پیشنهاد شده است. مکانیسمی که امروزه مورد قبول می باشد و در کی در وکسیل در اثر تابش نور UV به محلول حاوی 20_H می باشد میدروکسیل در اثر تابش نور UV به محلول حاوی 20_1 می باشد می داد بخشهای آلی داده شده است [۴]. و اکسایشی و در ای در ای دانه دال در اثر تابش نور UV به محلول حاوی 20_2 می باشد و می دروکسیل در اثر تابش نور UV به محلول حاوی 20_2 می باشد

۱۳۸۱ سال ۱۳۸۶ www.SID.ir

¹ Lei et al.

UV/H_2O_2	فرايند	براى	پیشنهادی	۱- مکانیسم	جدول
-------------	--------	------	----------	------------	------

واكنش شيميايي	ثابت سرعت(M ⁻¹ s ⁻¹)	مرحله
$H_2O_2 + hv \rightarrow 2OH^o$		مرحله آغازين
$H_2O_2 + OH^o \rightarrow HO_2^o + H_2O$	۲/٧×۱۰ ^۷	مرحله انتشار
$H_2O_2+OH^o \rightarrow O_2^{o-}+H_2O+H^+$	۲/٧×۱۰ ^۷	
$\mathrm{H_2O_2}\text{+}\mathrm{HO_2}^{\mathrm{o}} \rightarrow \mathrm{OH^o}\text{+}\mathrm{H_2O}\text{+}\mathrm{O_2}$	٣/٠	
$\mathrm{H_2O_2}\!\!+\mathrm{O_2}^{\mathrm{o}\text{-}}\!\rightarrow\mathrm{OH}^{\mathrm{o}}+\mathrm{O_2}\!\!+\mathrm{OH}^{\mathrm{-}}$	• / ١٣	
$OH^{o} + OH^{o} \rightarrow H_{2}O_{2}$	$\Delta/\Delta \times 1$ · °	مرحله اختتام
$OH^{o} + HO_{2}^{o} \rightarrow H_{2}O+O_{2}$	۶/۶×۱۰''	
$\mathrm{HO_2}^{\mathrm{o}} + \mathrm{HO_2}^{\mathrm{o}} \rightarrow \mathrm{H_2O_2} + \mathrm{O_2}$	$\Lambda/\Psi \times 1$ · ^{\circ}	
$OH^{o} + O_{2}^{o} \rightarrow O_{2} + OH^{-}$	1/•×1• ^{1•}	
$\mathrm{HO_2}^{\mathrm{o}} + \mathrm{O_2}^{\mathrm{o}} \to \mathrm{HO_2}^{\mathrm{-}} + \mathrm{O_2}$	۹/Y×۱۰ ^v	

غلظت اولیه رنگ، مقادیر مختلف (Fe(III و Fe(III مورد مطالعه قرار گرفت. رادیکالهای هیدروپراکسی و هیدروکسیل مطابق واکنش ه ای زیر تولید میگردند

 $H_{2}O_{2} + hv \rightarrow 2OH^{\circ}$ (Δ)

 $\mathrm{Fe}^{3+} + \mathrm{H}_{2}\mathrm{O} + \mathrm{hv} \rightarrow \mathrm{Fe}^{2+} + \mathrm{OH}^{\circ} + \mathrm{H}^{+} \qquad (\mathcal{S})$

 $Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + HO_2^{\circ} + H^+$ (Y)

تولید رادیکالهای هیدروکسیل در سیستم (UV/H₂O₂/Fe(II) مطابق واکنشهای زیر میباشد

$$H_2O_2 + hv \to 2OH^{\circ} \tag{A}$$

$$\operatorname{Fe}^{2+} + \operatorname{H}_2\operatorname{O}_2 \to \operatorname{Fe}^{3+} + \operatorname{HO}^{\circ} + \operatorname{OH}^{-}$$
(9)

کار آیی بالای این فر آیندها باعث شده که این روشها مورد توجه دانشمندان و محققان در زمینه تصفیه آب و پسابهای صنعتی قرار گیرد. مطالعات صورت گرفته نشان میدهد که فر آیند فتوفنتون در مقایسه با فر آیند 2/H20 وهمچنین فر آیندهای فتوکاتالیزی نظیر 20/H20 از راندمان بالایی برخوردار می باشد (۳. ۶ و ۸]. تحقیقات مختلفی در زمینه بررسی کار آیی فر آیندهای پسابهای حاوی مواد رنگی و ترکیبات آلی سمی انجام گرفته است پسابهای حاوی مواد رنگی و ترکیبات آلی سمی انجام گرفته است فتواکسایشی ۴- نیترو فنل و اسید قرمز ۲۷ و بررسی کار آیی فر آیندهای فتوفنتون در تخریب فنل اشاره کرد [۹. ۱۰ و ۱۱]. در فر آیندهای فتوفنتون در تجزیه رنگ ردآمین B به عنوان ماده کار پژوهشی حاضر فر آیندهای 20/H202 (II). در ایر کار آیی کار پژوهشی حاضر فر آیندهای 20/H20 (II) ایر رازیی کار پژوهشی ماضر فر آیندهای 20/H20 (II) (UV/H202 (II). کار پژوهشی ماضر فر آیندهای 20/H20 (II). در ایر ایر کار آیی کار پژوهشی حاضر فر آیندهای 20/H20 (II). (UV/H202/Fe(II). در کار پژوهشی حاضر فر آیندهای 20/H20 (II). (UV/H202/Fe(II). در کار پژوهشی ماضر فر آیندهای 20/H20 (II). (UV/H202/Fe(II). در کار پژوهشی ماند ایر در تجزیه رنگ ردآمین این ماده کار پژوهشی ماند در تار در تعزیه رنگ ردآمین این این ماده رنگیزای آلی مورد بررسی قران تابش اشعه نور UV، مقدار 20/H20

کلرید اهن (۱۱۱) از شرکت شرکت فلوکا.

کلیه کارهای عملی مربوط به این کار پژوهشی در یک سیستم فتو راکتور ناپیوسته انجام گردید (شکل ۲). وسایل به کار رفته در این سیستم فتو راکتور عبارتاند از: محفظه، لامپ جیوه (۳۰وات)، همزن مغناطیسی، جک آزمایشگاهی، لوله جریان هوا جهت سرد کردن لامپ و سیستم، بشر ۲۵۰میلیلیتری به عنوان راکتور،



¹ Fluka

² Philips

۳۶ آب و فاضلاب



 $(1 \cdot)$

$$X = \frac{C_{\circ} - C}{C_{\circ}} = 1 - \frac{C}{C_{\circ}}$$

۳- نتایج و بحث
۳- بررسی نقش مؤثر تابش نور VU و محلول H₂O₂ در تجزیه nle of content of co

دستگاه اسپکتروفتومتر دو شعاعی به منظور اندازهگیری جذب نمونهها و تعیین غلظت باقیمانده آلاینده بعد از زمان مورد نظر. به منظور اندازهگیری غلظت ماده رنگی در این پروژه از مشخصات جذبی آن در ناحیه UV-Vis استفاده شده است. بدین منظور در ابتدا عبت تعیین طول موج ماکسیمم، طیف جذبی محلولی از رنگ به غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر در محدوده ۸۵۰ - ۲۰۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر رسم شد. طیف جذبی محلول مذکور از تعیین طول موج ماکسیمم، محلولهایی با غلظتهای متفاوت از رنگ ردآمین B تهیه و جذب آنها در طول موج ۵۵۵ نانومتر نشان داد. پس اندازهگیری و منحنی کالیبراسیون رسم گردید (شکل ۳). میزان حذف رنگ در طول آزمایشها با محاسبه کسر تبدیل رنگ (X) بر اساس رابطه ۱۰ به دست آمد که در آن ۲۰ غلظت اولیه رنگ، ۲

آب و فاضلاب ۲۷

۳-۳- بررسی تأثیر غلظتهای اولیه مختلف از رنگ در فرآیند UV/H₂O₂ UV/H₂O₂ با توجه به شکل ۶ مشاهده می گردد که با ثابت ماندن مقدار H₂O₂ و سایر شرایط، با افزایش غلظت رنگ، میزان حذف رنگ به طور قابل ملاحظهای کاهش می یابد، علت این امر به این صورت توجیه می گردد که با وجود یکسان بودن تمام شرایط، مقدار رادیکالهای هیدروکسیل تولید شده برای تمام نمونه ها برابر خواهد بود. بنابراین در نمونه هایی با غلظت کم از آلاینده، سرعت تجزیه بالا خواهد بود [۱۰].

۳-۴- بررسی حفف ماده رنگزا در اثر فر آیندهای UV/H₂O₂ / Fe(II) و UV/H₂O₂ / Fe(III)

همان طور که در شکلهای ۷ و ۸ مشاهده می شود، زمانی که محلول تحت تابش لامپ UV، فقط حاوی یون های(Fe(III یا Fe(III) باشد، کسر تبدیل، افزایش قابل توجهی نشان نمی دهد ولی زمانی که دقیقه بیش از ۹۵ درصد رنگ از محلول رنگی حذف میگردد. علت این امر در واقع مربوط به تولیـد رادیکـالهـای هیدروکـسیل در اثـر فتولیز پراکسید هیدروژن تحت تابش نور UV میباشد [۹و ۱۰].

۳-۲- بررسی تأثیر غلظتهای مختلف H₂O₂ در تجزیه رنگ با استفاده از فر آیند UV/H₂O₂ همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود، با افزایش مقدار H₂O₂ راندمان حذف نیز افزایش می یابد، به طوری که محلولی از ردآمین B به غلظت ۲۰ppm در عرض ۱۵ دقیقه در حضور ۱۸ میلی مولار از 2O₂ به صورت کامل حذف می گردد. همچنین با توجه به این شکل مشاهده می شود که افزایش غلظت H₂O₂ از یک حد معین، تأثیر چندانی در حذف رنگ نخواهد داشت و علت این امر مربوط به ترکیب دوباره رادیکال های هیدر و کسیل می باشد. بنا براین مقدار

بهینه پراکسید هیدروژن در فرآیند UV/H₂O₂ برای محلول فوق. ۱۸ میلی مولار می باشد [۹].





شکل ۶- اثر مقادیر مختلف رد آمین B در فر آیند UV/H2O2 شرایط عمل: تحت همزدن مناسب، MmM او [H2O2] و [H2O2]



شکل۷- نقش مؤثر تابش نور UV و محلولهای (III و Fe(III و H₂O₂ و H₂O₂ در تجزیه ردآمینB در فر آیند(UV/H₂O₂/Fe(III)



سکل۸- نقش مؤثر تابش نور UV ومحلولهای (II) و Fe(II و H₂O₂ و H₂O₂ در تجزیه ردآمینB در فرآیند(UV/H₂O₂/Fe(II) شرایط عمل: تحت همزدن مناسب،۲۰ ppm،[H₂O₂] و MM، [Fe(II]) ∞=۰/۱mM، [Fe(II]

آب و فاضلاب ۲۹

شماره ٦١ سال ١٣٨٦



شرايط عمل: تحت همزدن مناسب،T۰ ppm[ر رنگ] الس]₀=(m₂O_2]

افزایش می یابد، که در این حالت بعد از گذشت ۱۰ دقیقه در حضور ۱۰/۰ میلی مولار از (II) رنگ به صورت کامل حذف می گردد. به طوری که مقدار بهینه (Fe(II) برابر با ۱/۰ میلی مولار در فرآیند UV/H2O2/Fe(II) می باشد و در فرآیند (UV/H2O2 /Fe(III) با در نظر گرفتن شرایط ثابت برای تمام نمونه ها کسر تبدیل ردآمین B با افزایش غلظت (III) Fe(III) افزایش پیدا می نماید و مقدار بهینه (III) نیز برابر ۱/۰میلی مولار خواهد بود.

۳-۶- بررسی سینتیک فر آیند UV/H2O2 در حذف ماده رنگی آلی همان طور که در شکل ۱۱ مشاهده می شود، با توجه به خطی بودن تغییرات (Ln(C/C0) برحسب زمان و همبستگی خطی بالای نمودار فوق نسبت به نمودار تغییرات بر حسب زمان، می توان

محلول رنگ حاوی H₂O₂ تحت تابش نور UV قرار می گیرد به دلیل تولید رادیکالهای هیدروکسیل، کسر تبدیل افزایش می یابد. در نمونهای که شامل H₂O₂ و (II) Fe باشد و در تاریکی قرار بگیرد، به علت انجام فرآیند فنتون و تولید رادیکالهای هیدروکسیل در اثر فرآیند فنتون کسر تبدیل، افزایش پیدا میکند. بیشترین میزان UV/H₂O₂/Fe(III) می باشد. علت این امر مربوط به افزایش شدید تولید رادیکالهای هیدروکسیل می باشد [۶و ۸].

۳–۵– بررسی تأثیر مقادیر غلظتهای مختلف (III) و (Fe(III) در تجزیه رنگ در فر آیندهای Fe(III) و UV/H₂O₂ /Fe (III) رنگ در فر آیندهای UV/H₂O₂ /Fe(III) و UV/H₂O₂ /Fe(III) چنانچه در شکلهای ۹ و ۱۰ مشاهده می شود با درنظر گرفتن شرایط ثابت برای تمام نمونهها، با افزایش مقدار (Fe(II) کسر تبدیل رنگ

۴۰ آب و فاضلاب

شماره ٦١ – سال ١٣٨٦

www.SID.ir



زمان تابش (دقيقه)

شکل ۱۱ – تعیین ثابت سرعت ظاهری تجزیه ماده رنگی در فرآیند UV/H₂O₂ شرایط عمل: تحت همزدن مناسب، ۳۰ ppm[رنگ] .[H₂O₂]

برای حذف V۰ppm از رنگ، تحت تابش نور UV مقدار بهینه H2O2 برابر ۱۸ میلی مولار در فرآیند UV/H2O2 است. بررسی های سینتیکی نشان داد که فرآیند UV/H2O2 از سینتیک درجه اول تبعیت میکند. آزمایش ها نشان داد که با افزایش نمکهای آهن به فرآیند UV/H2O2، سرعت تجزیه رنگ به طور قابل توجهی افزایش می یابد. همچنین مقدار بهینه (II) و (III) برای ۲۰ppm از رنگ در حضور ۵ میلی مولار از H2O2 برابر ۱/۰ میلی مولار می باشد.

۵- تشکر و قدردانی

مؤلفین از دانـشگاه تبریـز بـه خـاطر پـشتیبانی مـالی و همچنـین از شرکت الوان ثابت به خاطر ارسال نمونههـای رنـگ، کمـال تـشکر و قدردانی را دارند. نتیجه گرفت که معادله سرعت تجزیه رنگ در فر آیند UV/H₂O₂ از درجه یک پیروی میکند. مقدار ثابت سرعت ظاهری درجه اول تجزیه رنگ از روی شیب نمودار در محلولی حاوی ۳۰ ppm رنگ در حضور ۱۸ میلیمولار آب اکسیژنه برابر با ۲۰۷/۰ به دست آمد.

۴- نتیجهگیری

نتایج حاصل از آزمایش ها نشان میدهد که فر آیندهای UV/H₂O₂/Fe(II) و UV/H₂O₂/Fe(III) قادر به حذف ماده رنگی ردآمین B از آبهای آلوده میباشند که این عمل در اثر تولید عوامل اکسید کننده نظیر رادیکال های هیدروکسیل اتفاق میافتد. میزان تجزیه رنگ تحت تأثیر مقدار H₂O₂، مقدار (II)، مقدار Fe(III) ، غلظت اولیه رنگ و مدت زمان تابش UV میباشد.

آب و فاضلاب ۲۱

8- مراجع

1- Daneshvar, N., Salari, D., and Khataee, A.R. (2003). "Photocatalytic degradation of azo dye acid red 14 in water: Investigation of the effect of operational parameters." *J. Photochem. Photobiol.*, 157, 111-116.

2- Daneshvar, N., Salari, D., and Khataee, A.R. (2004). "Photocatalytic degradation of azo dye acid red 14 in water on ZnO as an alternative catalyst to TiO₂." *J. Photochem. Photobiol.*, 162, 317-322.

3- Daneshvar, N., Salari, D., Niaei, A., and Khataee, A.R. (2006). "Photocatalytic degradation of the herbicide Erioglaucine in the presence of nanosized titanium dioxide: comparison and modeling of reaction kinetics." *J. Environmental Science and Health*, part B, 41, 1-18.

4- Crittenden, J.C., Hu, S., Hand, D.W., and Green, S.A. (1999). "A kinetic model for UV/H_2O_2 process in a completely mixed batch reactor." *Water Res.*, 33(10), 2315-2328.

5- De laat, J., and Gallard, H. (1999). "Comparative study of the oxidation of Atrazine and acetone by UV/H_2O_2 , Fe(III)/UV, UV/H_2O_2 /Fe(III) and Fe(III) or Fe(II)/H_2O_2." *Chemosphere*, 39, 2693-2706.

6- Kusic, H., and Koprivanac, N. (2006). "Photo-assisted Fenton type process for dye degradation of phenol, a kinetic study." *J. Hazard. Mater.*, 136, 632-644.

7- Lei, P., Chen, C., and Yang, J. (2005). "Degradation of dye pollutants by immobilized polyoxometalate with H₂O₂ under visible-light irradiation." *Environ. Sci. Technol.*, 39, 8466-8474.

8- Chen, F., Xie, Y., and He, J. (2001). "Photo-Fenton degradation of dye in methanolic solution under both UV and visible irradiation." *J. Photochem. Photobiol.*, 138, 139-146.

9- Daneshvar, N., Rabbani, M., Modirshahla, N., and Behnajady, M.A. (2004). " Critical effect of hydrogen peroxide concentration in photochemical oxidative degradation of C.I.Acid Red 27 (AR27)." *Chemosphere*, 56, 895-900.

10- Daneshvar, N., Behnajady, M.A., and Zorriyeh Asghar, Y. (2006). "Photooxidative degradation of 4-nitrophenol (4-NP) in UV/H_2O_2 process: Influence of operational parameters and reaction mechanism." *J. Hazard. Mater.*, in press.

11- Kang, N., and Lee, D.S. (2002). "Kinetic modeling of Fenton oxidation of phenol and momochlorophenol." *Chemosphere*, 47, 915-924.

شماره ۲۱ – سال ۱۳۸۲