بررسی کاهش COD پساب های نساجی توسط فرایند اکسایش پیشرفته (UV/ClO_2)

سعیده هاشمیان

دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، دانشکده شیمی

Hashemian24@yahoo.com

نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

چکیده

در این تحقیق میزان کاهش COD پساب های نساجی توسط دی اکسید کلر و اشعه UV بررسی شد. پارامترهایی نظیر غلظت اولیه نمونه های رنگ و غلظت دی اکسید کلر، زمان اثر دی اکسید کلر و زمان تابش اشعهUV بررسی و در هر مورد شرایط بهینه تعیین گردید. آزمایش ها در دمای ثابت (23^0C) و pH (۷/۶-۷/۲) بررسی گردید و نشان داد که افزایش دی اکسید کلر تا غلظت ppm ۱۵سرعت اکسیداسیون را افزایش داده ولی افزایش بیشتر این ماده اکسید کننده اثر قابل ملاحظه ای در کاهش میزان COD ایجاد نمی کند و غلظت ppm ۱۵ اکسیدان به عنوان غلظت بهینه تعیین گردید. زمان تأثیر مناسب اکسیدان ۱۵ دقیقه بود. در مورد تابش UV در زمان ۲۵-۲۰ دقیقه سرعت اکسیداسیون افزایش ولی در زمانهای طولانی تر، افزایش اکسیداسیون را به دنبال نداشت. نتایج آزمایش ها نشان داد که عمل هوادهی کاهش ناچیزی در میزان COD ایجاد می کند. بررسی ها نشان داد که استفاده از اشعه UV و اکسید کننده هر کدام به تنهایی، کاهش ناچیزی در میزان COD ایجاد می نماید در حالی که اگر این دو عامل به طور همزمان مورد استفاده قرار گیرند درصد بالایی از COD نمونه های رنگ و پساب را کاهش میدهد. در واقع استفاده از این دو عامل به صورت همزمان به علت تولید رادیکال افزایش راندمان تصفیه پساب ها را به دنبال داشت.

کلمات کلیدی: دی اکسید کلر، اشعه UV ، پساب نساجی.

مقدمه

با توسعه شهرها و گسترش روز به روز صنایع بر اهمیت کنترل آلودگی محیط زیست افزوده می شود. پساب های نساجی یکی از عوامل عمده آلوده کننده محیط زیست به شمار می آیند که بایستی آنها را به طریق بهداشتی جمع آوری و تصفیه نمود. تصفیه این پساب ها به دلیل وجود مولکول های مقاوم رنگ و ترکیبات آلی از پیچیدگی خاصی برخوردار است.. تصفیه پساب های صنعتی به روش سنتی جوابگوی حذف ناخالصی ها نمی باشد. روش های تصفیه پساب از قبیل تصفیه بیولوژیکی، تصفیه فیزیکی و روش های شیمیایی از قبیل لخته سازی، شناور سازی، کربن فعال، اسمز معکوس و پروسه های اکسایش و کاهش تکنیک هایی است که می توان برای تصفیه پساب نساجی استفاده نمود. روش هایی مانند رسوب دادن شیمیایی (انعقاد) توانایی حذف رنگ را ندارند و روش های بیولوژیکی نیز به دلیل مسموم بودن پساب های رنگی مناسب نیستند.

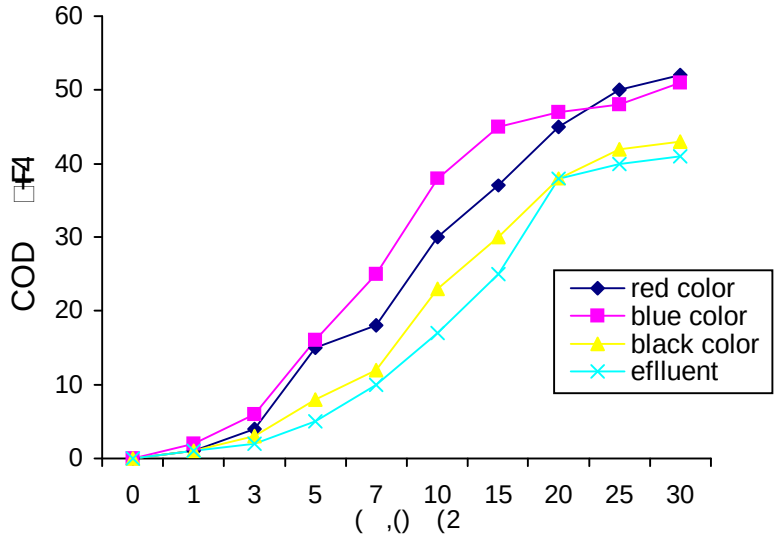
یکی از روش های حذف رنگ و در نتیجه کاهش میزان COD روش اکسیداسیون می باشد که می توان از اکسیدکننده های مناسب و مؤثر نظیر هیدروژن پراکسید، ازن، دی اکسیدکلر و اشعه فرابنفش استفاده نمود. اساس فرایند اکسایش پیشرفته استفاده از اکسیدکننده های قوی با منبع نور فرابنفش می باشد که تولید رادیکال نموده و با فعالیت بالای خود باعث تخریب مواد آلی موجود در پساب می شود.

فرایند اکسایش بیشترین پتانسیل و استفاده را در تصفیه پساب صنایع نساجی دارا می باشد. تصفیه توسط نور فرابنفش و یک اکسیدکننده قوی نظیر دی اکسیدکلر، روش مناسبی برای کاهش COD پساب های نساجی می باشد. تحقیقات نشان می دهد که اکسیدکننده ها در حظور تابش فرابنفش رادیکال تولید می کنند [۱-۶]. همچنین اشعه UV برای بی رنگ نمودن پساب های رنگی مؤثر است و رنگ راکتیو سیاه شماره ۵ را در محدوده غلظت های ۳۰۰-۱۰۰ میلی گرم بر لیتر را بی رنگ می کند[۲]. Yang و همکارانش در سال ۱۹۹۸ نشان دادند که زمان لازم برای بی رنگ شدن تابعی از شدت تابش است [۳]. همچنین بی رنگ شدن پساب های رنگی توسط UV و اکسیدکننده در pH خنثی بیشترین تأثیر را دارد [۳-۲]. برای تعیین COD نمونه ها از مرجع استاندارد متد استفاده گردید [۴]. با توجه به کارهای انجام شده ملاحظه می شود که دما در سرعت اکسیداسیون مؤثر می باشد [۵]. دما با کنترل سرعت واکنش ها بر راندمان آن اثر می گذارد یعنی افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش می گردد. دی اکسید کلر پایدار بوده و در آب به خوبی حل می شود همچنین به عنوان یک ضد عفونی کننده و اکسید کننده آب استفاده می شود [۶-۷].

مواد و روش

برای تعیین شرایط بهینه از نمونه های رنگ راکتیو سنتزی (آبی، قرمز، سیاه) استفاده شد یعنی محلول ppm ۱۰۰۰ از رنگ های فوق تهیه و سپس محلول های رقیق تر ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ppm از محلول اصلی تهیه شد.در مرحله بعد محلول ppm ۱۰۰۰ از دی اکسیدکلر تهیه و سپس محلول های رقیق تر ۱، ۳، ... ppm ۱۰۰۰ از آن تهیه شد.

برای ثابت نگه داشتن دما (۲۳^0 C) از ترموستات و برای اندازه زمان از کرونومتر استفاده شد.



شکل ۱- تاثیر زمان اثر دی اکسید کلر ر در کاهش COD نمونه های رنگ و پساب در دمای محیط و Ph خنثی نشان می دهد

در هر آزمایش pH بین ۷/۶-۷/۲ تنظیم شد. برای تنظیم pH از محلول سودسوزآور و اسیدسولفوریک رقیق استفاده گردید یعنی به محلول قطره قطره اسید یا سود افزوده تا محلول تقریباً خنثی شد. برای عمل هوادهی از پمپ هوا و فتوراکتور که حاوی نمونه های رنگی بود استفاده و از لامپ ۱۵ وات برای تابش اشعه فرابنفش در فتوراکتور استفاده گردید.

در این تحقیق اثر پارامتر های مختلف از جمله غلظت نمونه رنگ اولیه، غلظت دی اکسیدکلر، زمان اثر دی اکسید کلر و زمان مناسب تابش UV بررسی شده است.

در مورد پساب های نساجی رنگی، حذف COD بیانگر کاهش رنگ های موجود در پساب می باشد.

بحث و نتیجه گیری

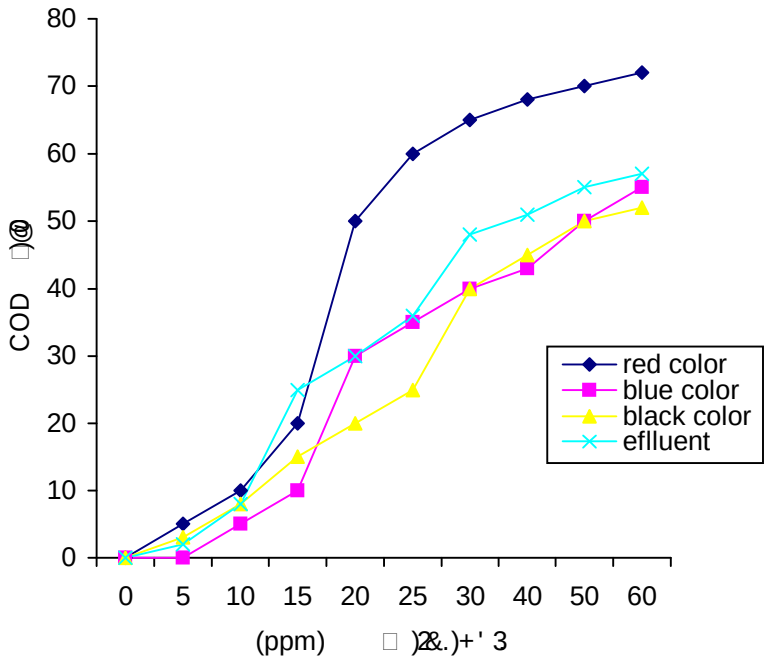
تأثیر زمان اثر دی اکسید کلر بر کاهش COD

در این مرحله اثر غلظت دی اکسید کلر و نقش اکسید کنندگی این ترکیب بر ترکیبات آلی بررسی شد، و ۵۰ میلی لیتر از هر یک از نمونه رنگ های قرمز، سیاه، آبی غلظت ppm ۳۰ و پساب نساجی که توسط کاغذ نویل پوشانده شده بود با محلول ppm ۲۵ از اکسیدکننده مخلوط و به آرام و مدام به هم زده میزان کاهش COD نمونه ها اندازه گیری شد تا زمان بهینه بیشترین کاهش COD نمونه های رنگ و پساب مشخص می گردد که همان گونه که در شکل ۱ نشان داده است رنگ های قرمز و آبی در زمان کوتاه تری اکسید شده در حالیکه رنگ سیاه بعد از ۲۰-۱۵ دقیقه بیشترین کاهش COD را نشان داده و نمونه پساب زمان نسبتاً بیشتری یعنی حدود ۲۵-۲۰ دقیقه مناسب بود. که دلیل این امر وجود رنگ های با ساختار متفاوت در نمونه پساب می باشد. بنابراین زمان بهینه ۲۰ دقیقه انتخاب گردید.

اثر غلظت دی اکسید کلر بر کاهش COD

با غلظت های مختلف از دی اکسیدکلر نقش اکسیدکنندگی آن بررسی شد. یعنی بر روی رنگ ها با غلظت ثابت (۲۰ppm).

غلظت های متفاوتی از اکسیدان مصرف و میزان کاهش COD نمونه ها محاسبه گردید. همان گونه که شکل ۲ نشان می دهد برای رنگ قرمز و آبی غلظت های پایین تر دی اکسیدکلر نیاز است در حالی که نمونه پساب و رنگ سیاه در غلظت های بالاتری از اکسیدان کاهش COD را نشان می دهد. که تفاوت غلظت اکسیدان در رنگ های مختلف به علت ساختار متفاوت رنگ ها می باشد. ولی بطور کلی افزایش مصرف دی اکسید کلر موجب افزایش راندمان تصفیه می شود.



شکل ۲- تاثیر غلظت دی اکسید کلر (ppm) را در کاهش COD نمونه های رنگ و پساب در دمای محیط و pH خنثی نشان می دهد

اثر هوادهی

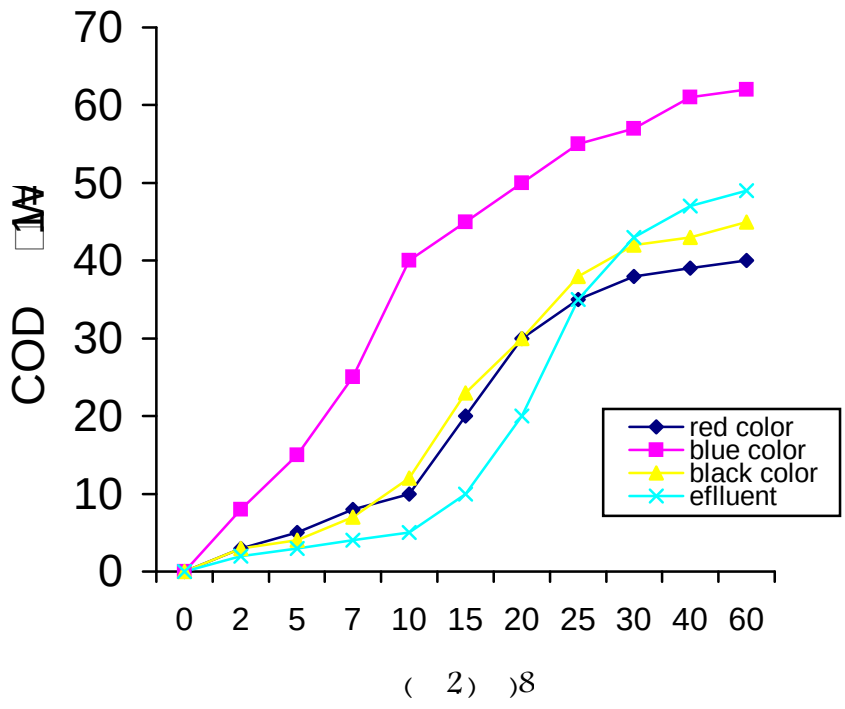
روی هریک ازنمونه ها ی سنتزی وپساب توسط پمپ هوا ودر زمانهای ۱۵و ۳۰ و ۴۵دقیقه عمل هوادهی صورت گرفت و سپس نمونه ها را سانتریفوژ نمودیم ولی رسوبی مشاهده نگردید.با توجه به اینکه رنگها راکتیو بوده و با عمل هوادهی به راحتی اکسید نمی گردند. رسوب قابل ملاحظه ای تشکیل نشد یعنی هوادهی اثر بسیار ناچیزی در کاهش میزان COD نمونه های فوق داشت. نتایج عمل هوادهی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- تاثیر عمل هوادهی را در کاهش میزان COD نمونه های رنگ و پساب در دمای محیط و pH خنثی نشان میدهد.

زمان هوا دهی (دقیقه)	کاهش COD رنگ قرمز	کاهش COD رنگ آبی	کاهش COD رنگ سیاه	کاهش COD پساب رنگی
۱۵	۱۰	۱۵	۹	۸
۳۰	۱۸	۴۰	۱۶	۱۷
۴۵	۳۰	۴۵	۲۳	۲۵

اثر تابش UV

اثر تابش UV با استفاده از لامپ ۱۵ وات بر حجم معینی از نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت.COD نمونه ها قبل از تابش وبعد از تابش UV در زمانها ی مختلف اندازه گرفته شد.همانگونه که در شکل ۳ نشان داده است در زمان ۲۵-۲۰ دقیقه بیشترین سرعت کاهش COD و اکسایش نمونه ها مشاهده می شود. یعنی قسمت اعظم اکسیداسیون رنگ های راکتیو تا زمان ۳۰ دقیقه صورت می گیرد و در زمان های طولانی تر سرعت اکسایش بسیار کم می باشد.



(2))8(

شکل ۳- اثر زمان تابش UV را در کاهش COD نمونه های رنگ و پساب در دمای محیط و pH خنثی نشان می دهد

اثر استفاده همزمان UV/ClO_2

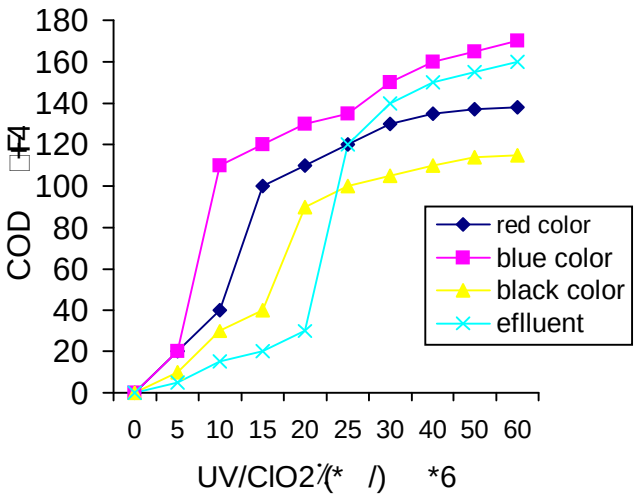
در مراحل قبل که اثر تابش UV و اکسید کننده به طور مجزا بررسی شد، نتایج نشان دادند که میزان کاهش COD کمتر از ۵۰٪ بود به همین دلیل اثر این دو عامل به طور همزمان بررسی گردید. همانگونه که از شکل ۴ ملاحظه میشود استفاده همزمان این دو عامل در زمانهای کوتاهتری درصد بالاتری از COD نمونه های رنگ پساب را کاهش می دهد.در زمانهای ۱۵ دقیقه بیشترین سرعت کاهش COD مشاهده شد در حالی که در زمانهای بالاتر تقریبا حالت ثابت پیدا کرد. در تمام موارد پساب نسبت به فرایند اکسایش مقاومت بیشتری نشان داد. افزایش دادن اکسایش رنگ ها توسط استفاده از UV/ClO_2 را می توان به این صورت توجیه نمود که هنگامی که آب یا نمونه پساب در مجاورت با دی اکسید کلر
قرار گیرد به اکسیژن وکلر و حرارت تجریه می شود

$$ClO_2 \longrightarrow Cl_2 + O_2 + Heat$$

ولی هنگامی که نمونه آب حاوی دی اکسید کلر تحت تابش اشعه UV قرار گیرد، رادیکالها شکل می گیرند

$$ClO_2 + UV \longrightarrow {}^{0}ClO_2$$

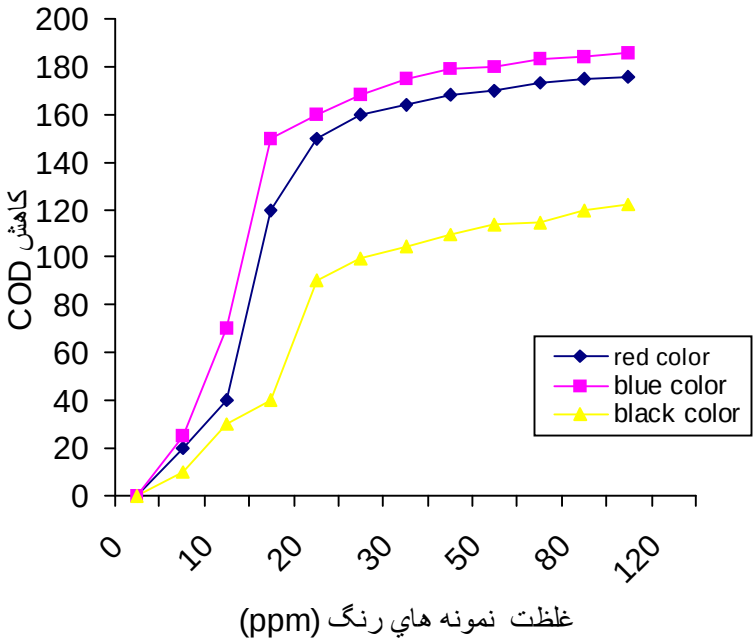
تابش اشعه UV باعث می شود که دی اکسید کلر به رادیکال تبدیل شود. رادیکال های تولید شده، اکسیدان قوی هستندو می توانند ترکیبات آلی را به راحتی اکسید کنند و چون رنگهای شیمیایی عمدتاً آلی هستند به راحتی اکسید می گردند. بنابراین استفاده ترکیبی این دو عامل باعث افزایش راندمان تصفیه پساب می گردد.



شکل ۴- زمان اثر تابش UV را در حضور در اکسید کلر با غلظت ثابت در کاهش COD نمونه های رنگ و پساب در دمای محیط و pH خنثی نشان می دهد

اثر غلظت اولیه رنگ

در این مرحله در شرلیط بهینه بدست آمده از مراحل قبل (دمای محیط، pH خنثی، زمان ثابت تابش پانزده دقیقه و غلظت دی اکسیدکلر ۲۰mg/l) اثر غلظت رنگ برای هر یک از نمونه های رنگ بر عمل اکسایش بررسی شد. همانگونه که شکل ۵ نشان میدهد در غلظت های پایین رنگ، سرعت اکسایش زیاد می باشد در حالیکه با افزایش غلظت و بویژه در غلظت های بالا سرعت اکسایش تقریباً ثابت می شود.



شکل ۵- اثر غلظت رنگ تابش UV و در حضور دی اکسید کلر در کاهش COD در دمای محیط و Ph خنثی نشان می دهد

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از دی اکسیدکلر و اشعه UV روش مناسبی برای تصفیه پساب های نساجی می باشد. در این روش رادیکال دی اکسیدکلر با حمله به مولکول های آلی موجب تخریب آن ها می گردد. پارامتر های زمان اثر دی اکسیدکلر، غلظت اکسیدان، زمان اثر تابش UV و غلظت نمونه های رنگ پارامتر های مؤثر بر راندمان تصفیه بودند. نتایج آزمایشگاهی نشان دادند که غلظت پایین رنگ راندمان بالاتری نسبت به غلظت های بالای رنگ دارد. همچنین افزایش غلظت اکسیدان باعث افزایش راندمان تصفیه و کاهش COD می شود ولی در غلظت های بالای اکسیدان، سرعت تقریباً ثابت می شود. واکنش ها در دمای محیط انجام شد زیرا در دماهای پایین سرعت واکنش کم و در دمای بالا به علت تجزیه دی اکسیدکلر و شکسته شدن اتصالات راندمان عمل تصفیه افزایش نمی یابد. غلظت بهینه نمونه های رنگ ۲۰ mg/l و غلظت بهینه دی اکسیدکلر ۱۵ mg/l انتخاب گردید. در هر دو مورد با افزایش غلظت، افزایش راندمان مشاهده گردید. زمان مؤثر تابش ۲۰-۱۵ دقیقه انتخاب گردید. بنابراین فرایند اکسایش پیشرفته قابلیت تصفیه پساب

نساجی حاوی رنگ های راکتیو را داشته و مناسب می باشد. جدول ۲ میزان درصد کاهش COD نمونه ها را در فرایند اکسایش پیشرفته نشان می دهد.

لازم به ذکر است که پساب فوق از نمونه پساب های صنایع نساجی که رنگهای راکتیو مصرف می کنند تهیه گردیده بود.

همانگونه که مشاهده میشود نتایج آزمایشات نشان میدهند که میزان ٪ کاهش COD وقتی که از دی اکسید کلر و یا از اشعه UV به تنهائی استفاده شده باشد کم و ناچیز میباشد ولی هنگامیکه از دی اکسیدکلر و اشعه بطور همزمان استفاده شود میزان COD به مقدار قابل ملاحظه ای کاسته میشود که میتوان این اثر را افزایش داد یعنی هنگامیکه بجای یک لامپ از چند لامپ بطور همزمان استفاده گردد بر قدرت اکسید کنندگی افزوده میشود و میزان شدت رنگ و نیز میزان COD به میزان قابل توجهی کاهش می یابد .

جدول ۲- ٪میزان کاهش COD را نسبت به تابش UV در حضور دی اکسید کلر نشان میدهد

٪کاهش میزان CODنمونه پساب	٪ کاهش میزان COD رنگ آبی	٪کاهش میزان COD رنگ سیاه	٪ کاهش میزان CODرنگ قرمز	زمان تابش (min)UV /ClO_2
۰	۰	۰	۰	۰
۴/۲	۱۵/۷	۲/۴	۱۰	۵
۲۳	۴۶/۷	۸/۱	۳۱/۵	۱۰
۳۰	۶۳	۲۱	۴۷/۶	۱۵
۴۱	۶۸/۳	۳۴/۴	۵۷/۵	۲۰
۵۲	۷۵	۴۷	۶۴/۳	۲۵
۶۰	۷۹	۵۸/۴	۷۲	۳۰
۶۸	۸۳	۷۲	۸۰	۴۰

منابع و مراجع

1. Ince, N. Hand Gonenc, D. T.1997. Treatability of Textile Azo Dye by UV/H_2O_2. Enviromental technology. 18: 197-185.

2. Shu, H., Huang, C., Chang, M. 1994. Decolorization of Mono-Azo Dyes in Wastewater Processes: A by Advance Oxidation Processes A case Study of Acid Red Yellow 23. Chemosphere. 29:2597-2607.

3. Yang, Y., Wyatt, D. T. II., Bahorshky, M. 1998. Decolorization of Dyes Using UV/H2O2 photochemacal Oxidation. Textile chemist and Colorist. 30: 27-35.

4. Standard Methods for Examination of Water and Wastwater. 19 th edn, American PublicHealth4Assciation / American Water Work Association / Water Environment Federation, Washington Dc, USA (1995).

5. Galindo, C., Kalt, A., Dyes and pigment, 40, 27 (1998).

۶. سعیده هاشمیان، بررسی کاهش میزان COD و رنگ پساب های نساجی توسط UV/H2O2. مجلـه آب و محیط زیست. شماره ۵۱. مهر ۱۳۸۱. ۲۴-۳۱.

۷. سعیده هاشمیان، اصول تصفیه آب و پساب های صنعتی، انتشارات جنگل.تابستان ۱۳۸۲.