

تصفیه الکتروشیمیایی پساب صنایع نساجی

احمد اکبری
کارشناسی ارشد

مختار آرامی
استادیار

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در بین روش های معمول برای تصفیه پساب های نساجی، تکنولوژی الکتروشیمیایی را شاید بتوان ادعا کرد تنها روشی است که به تنهایی قادر به حذف مؤثر و اقتصادی انواع آلاینده های موجود در پساب مخصوصاً مواد رنگزا می باشد. در اثر عمل سل الکتروشیمیایی با عبور جریان مستقیم برق از بین الکترودهای آند و کاتد، واکنش های اکسیداسیون و احیاء صورت می گیرند، که در نتیجه باعث حذف مواد رنگزا از پساب می گردد. مطالعات نشان می دهد که مکانیزم حذف رنگ شامل تشکیل کمپلکس های سطحی، جذب الکترواستاتیکی، تخریب شیمیایی و رسوب می باشد. در این تحقیق امکان رنگبری پساب های حاصل از رنگینه های مستقیم، دیسپرس، اسیدی، راکتیو و مخلوط این رنگینه ها و عوامل مؤثر بر راندمان رنگبری از جمله زمان، جریان، ولتاژ، سطح تماس و فواصل بین الکترودها، pH، الکترولیت و ... مورد ارزیابی قرار می گیرد و در نهایت شرایط مطلوب برای تصفیه الکتروشیمیایی انتخاب گردیده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که با استفاده از این روش می توان به بیش از ۹۰ درصد حذف رنگینه و بیش از ۶۰ درصد کاهش COD از جریان پساب دسترسی پیدا نمود. همچنین مطالعات طیف سنجی، تجزیه مواد رنگزا به اجزا ساده را ثابت می نماید.

Electrochemical Treatment of Textile Wastewater

M. Arami
Assistant Professor

A. Akbari
Technical Manager

Textile Engineering Department,
Amirkabir University of Technology

Abstract

Among the conventional methods for treatment of colored textile waste, the electrochemical technique seems to be the most powerful, simple and economic.

In this method a direct current is applied to an electrochemical cell containing colored waste and due to the passage of current oxidation and reduction reactions is caused the destruction of the dyestuff and removal of the color from the solution.

In present research dyebath solution containing direct, dispers, acidic, reactive dyes and mixture of those were treated and %90 of color removal and %60 reduction on COD of the solution were achieved.

The parameters such as time, current, voltage, type and surface area of the electrode, pH, electrolyte on the perf of the cell were examined and their role on the efficiency of the method were clarified.

The spectroscopic studies showed that the dye material was reduced to simple components.

Keywords

Textile, Wastewater, Electrochemical Treatment, Electrode, Cell, Efficiency.

کلمات کلیدی

نساجی، پساب، تصفیه الکتروشیمیایی، الکترو، سل و راندمان رنگبری.

مقدمه

رنگین بودن پساب های نساجی آن را از سایر پساب های صنعتی متمایز نموده و ایجاد حساسیت های شدیدی در جامعه می نماید که این مسأله در نتیجه تحریک حس زیبا دوستی انسان ها بوده است.

وجود مواد رنگزا در پساب یکی از مهمترین واکنش های طبیعی یعنی عمل فتوسنتز گیاهان سبز را در نتیجه کاهش نفوذ نور مانع گردیده و در نهایت رودخانه ها و جویبارهایی که محل جاری شدن این پساب ها در آنها هستند را در طولانی مدت به باتلاق تبدیل خواهد نمود.

تاکنون روش های مختلف پیشرفته ای جهت تصفیه پساب های رنگین بکار گرفته شده است، ولی هیچ یک به تنهایی قادر به حذف انواع مواد رنگزا از پساب نمی باشند. از جمله روش های موجود می توان به فرایندهای کلریناسیون، ازوناسیون، هیدروژن پراکسید گرم، ترکیب نور ماورای بنفش و هیدروژن پراکسید و فرایندهای غشائی (اسمز معکوس، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و ...) اشاره نمود.

شایان ذکر است که هر کدام از این روش ها دارای معایبی می باشند. به عنوان مثال فرایند کلریناسیون قادر به حذف رنگینه های دیسپرس نمی باشد و در ضمن بعد از تصفیه تولید ماده سمی کلروفرم و مشتقات آن را کرده که بسیار مشکل آفرین می باشد. فرایند ازوناسیون نیز علاوه بر اینکه اغلب نیاز به تعبیه فیلترهای کربن فعال جهت حذف ترکیبات فرعی (نظیر آلدئیدها، کتون ها و برومات ها) دارد و همچنین تولید ماده، ازون مستلزم صرف هزینه بالای این روش می گردد، قادر به حذف کامل رنگینه های دیسپرس و خمی حتی در مقادیر بالای ازون نمی باشد. تکنولوژی فرایندهای غشایی تقریباً به طور کامل تمامی مواد رنگزا را از پساب جدا می سازد، ولیکن این روش و همچنین روش اشعه ماورای بنفش هزینه های نصب، راه اندازی و کاربری پیچیده ای را نیاز دارد. تنها روش جدید و پیشرفته که قادر به حذف انواع آلاینده ها از پساب از جمله رنگینه ها می باشد و هزینه نسبتاً پایینی را نیز شامل می شود، تکنولوژی تک مرحله ای الکتروشیمیایی می باشد.

تکنولوژی الکتروشیمیایی اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط کمپانی Andco به وسیله M. Kennedy جهت حذف آلاینده ها به خصوص یون های فلزی از جریان پساب بکار رفت. این روش بعدها توسط Beck و همکارانش در سال ۱۹۷۴، توسط Ramirez و جمعی از محققین در سال ۱۹۷۶، به وسیله Biwyk و Matis در سال ۱۹۸۰ و خلاصه در سال ۱۹۹۶ توسط M.Laschinger با موفقیت انجام پذیرفته است.

تئوری

فرایند الکتروشیمیایی یکی از روش های نوین حذف و تجزیه مواد رنگزا از پساب های رنگین صنعت نساجی است. آب تصفیه شده به طریق الکتروشیمیایی دارای کیفیت آب هایی است که می تواند دوباره به سیستم برگردانده شود و مورد استفاده قرار گیرد. این فرایند جهت تصفیه موارد زیر بکار می رود:

۱ - تصفیه پساب های صنعتی، از جمله پساب های رنگین

نساجی

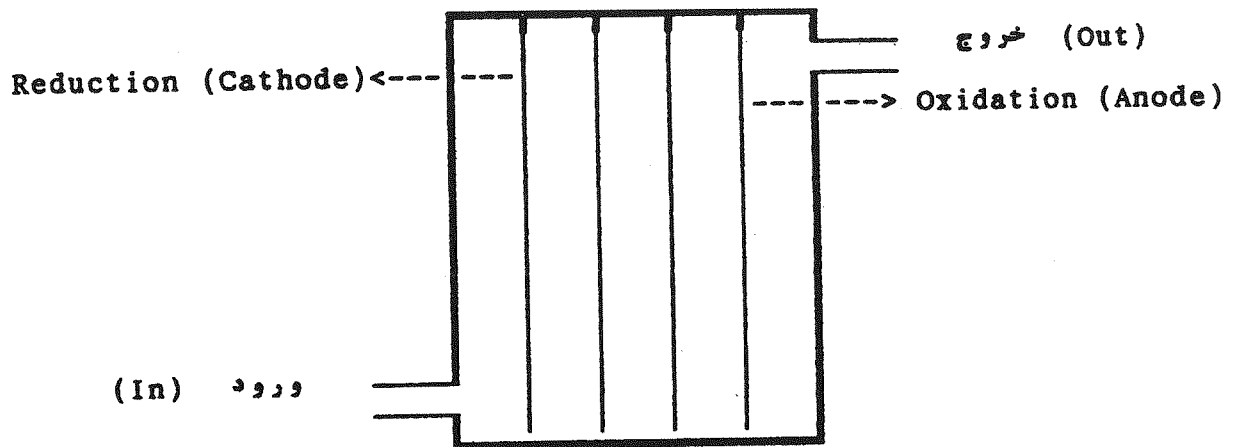
۲ - تصفیه آب چاه

۳ - تصفیه پساب های آبکاری

در روش مذکور جریان مستقیم الکتریسیته بین قطب های مثبت و منفی الکترودهایی که در سل الکتروشیمیایی قرار دارد، برقرار می گردد. سل الکتروشیمیایی از یک ظرف فایبرگلاس با تعدادی صفحات فلزی (آلومینیوم) که نقش الکترو را ایفاء می کنند، تشکیل شده است. (شکل ۱) این صفحات با فواصل مشخص از هم جدا شده اند، انتهای صفحات مذکور به دو قطب مثبت و منفی یک منبع تغذیه با جریان مستقیم متصل است، در اثر عبور محلول رنگین از میان این صفحات و برقراری جریان الکتریکی واکنش های اکسیداسیون و احیاء صورت می گیرد، در قطب مثبت (آند) صفحات آلومینیوم به یون آلومینیوم (Al^{3+}) و در قطب منفی (کاتد) مولکول آب به گاز هیدروژن و یون های هیدروکسید (OH) تفکیک می شود.

سرعت انجام واکنش های مذکور توسط توان منبع جریان (با تغییر ولتاژ) به سادگی قابل کنترل است. یون های آلومینیوم حل شده در آند با یون های هیدروکسید تولید شده در کاتد ترکیب شده و تولید رسوب هیدروکسید آلومینیوم می شود.

واکنش های سل الکتروشیمیایی را می توان به تفکیک



شکل (۱) نمای شماتیک یک سل الکتروشیمیایی با الکترودهای آلومینیوم.

- ۹ - امکان بازیابی مواد رنگزا (خصوصاً مواد رنگزای دیسپرس و مستقیم) تحقیقاتی که تاکنون به عمل آمده نشان می دهد که در یک سل الکتروشیمیایی حذف آلاینده ها از چهار مکانیزم اصلی زیر تبعیت می کند:
- ۱ - تشکیل کمپلکس های سطحی
 - ۲ - جذب الکترواستاتیکی
 - ۳ - تخریب ساختار شیمیایی مواد رنگزا
 - ۴ - رسوب که به طور همزمان ممکن است صورت گیرد.

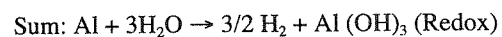
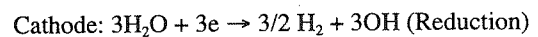
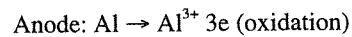
دستگاه ها و مواد شیمیایی

- ۱ - منبع تغذیه
 - منبع تغذیه جهت ایجاد جریان مستقیم مورد استفاده قرار گرفت که جریان ۲۰۰-۰ آمپر و اختلاف پتانسیل ۱۲-۰ ولت را تولید می کند. دارای دو سوئیچ تنظیم جهت ولتاژ مورد نظر می باشد، یکی تا دقت ۱ ولت و دیگری تا دقت ۰/۱ ولت را اندازه می گیرد.
 - سایر مشخصات آن عبارتند از:
 - ولتاژ ورودی ۲۲۰ ولت جریان متناوب
 - فرکانس ۵۰ هرتز
 - دارای سیستم خنک کننده با روغن معمولی با حجم ۱۳۰ لیتر
 - ساخت ایران - کارخانه فیروزیان

۲ - سل الکتروشیمیایی

محفظه سل الکتروشیمیایی که جهت انجام آزمایشات انتخاب گردید یک ظرف پلاستیکی به شکل استوانه با حجم مفید یک لیتر می باشد که شیرهایی در بالا و پایین

هر نیمه پیل به صورت زیر نوشت:



فرایند الکتروشیمیایی به طور کلی برای حذف اکثر مواد شیمیایی مورد استفاده در صنعت نساجی که شامل انواع رنگینه ها، سطح فعال ها، یکنواخت کننده ها، صمغ ها و ... می شود، بکار می رود. به دلیل قابلیت حذف انواع آلاینده ها به تنهایی، برای تصفیه پساب نساجی کافی به نظر می رسد و در طراحی های عملی به همراه فرایندهای اسمز معکوس، جذب توسط کربن فعال و اولترافیلتراسیون برای استفاده مجدد از آب می تواند بکار رود.

سایر ویژگی های این روش را می توان به شرح زیر

نام برد:

- ۱ - کاهش سمیت و بار مواد آلی محلول
- ۲ - حذف بین ۸۰-۱۰۰ درصد فلزات سنگین
- ۳ - حذف رنگزا به طور متوسط بیش از ۹۰ درصد
- ۴ - کاهش BOD و COD به میزان ۷۰-۵۰ درصد
- ۵ - کاهش مواد جامد معلق به میزان متوسط ۸۰-۱۰۰ درصد
- ۶ - قابلیت عملکرد در نرخ های متنوع جریان پساب (از ۱-۲۰۰ گالن بر دقیقه)
- ۷ - هزینه عملکرد کم برای تصفیه آب
- ۸ - امکان ساخت دستگاه تصفیه برای واحدهای با ظرفیت های متفاوت.

آن جهت خروج ورود پساب بر روی آن تعبیه شده است. که در شکل ۱ نشان داده شده است.

۳- الکترودها و نگهدارنده الکترودها

صفحات فلزی از جنس فلزات مختلف (آلومینیوم، آهن و ...) در ابعاد گوناگون به عنوان الکترودها استفاده شد. نگهدارنده الکترودها یک قطعه چوب به شکل مکعب مستطیل با ابعاد $6 \times 14 \times 4$ سانتیمتر مکعب که در آن چهار شیار در فواصل $2/5$ سانتیمتری تعبیه شده است که الکترودها را در فواصل مورد نظر ($2/5$ ، 5 و $7/5$ سانتیمتر) در طول آزمایش به طور ثابت نگه می‌دارد.

۴- اسپکتروفتومتر

دستگاه اسپکتروفتومتر بکار برده شده جهت اندازه‌گیری غلظت رنگزا درپساب قبل و بعد از انجام عمل تصفیه در محدوده مرئی $390-760$ نانومتر ساخت شرکت JENEWAY مدل 6105 بوده و دقت عمل آن در اندازه‌گیری مقدار جذب محلول‌ها در حدود $0/001$ واحد می‌باشد.

۵- pH متر

جهت اندازه‌گیری pH محلول‌های رنگین تهیه شده و محلول‌های تصفیه شده از کاغذ pH متر بدین منظور استفاده گردید و جهت کنترل دقیق آن از دستگاه pH متر Metrohm مدل 691 ساخت سوئیس استفاده شد.

۶- مواد شیمیایی

جهت تهیه محلول‌های رنگین، محلول‌های ۱ درصد از تمامی رنگینه‌ها ساخته شد. مواد رنگزای مورد استفاده از شرکت‌های هوخست، سیبا، بایر و... تهیه گردید. مواد دیگر که جهت شبیه‌سازی پساب‌های رنگین مورد استفاده قرار گرفت عبارتند از: سدیم کلراید (NaCl)، سولفات سدیم (Na_2SO_4)، سولفات آمونیوم $(NH_4)_2SO_4$ ، کربنات سدیم (Na_2CO_3)، اسید استیک ۱ مولار (CH_3COOH) و هیدروکسید سدیم (NaOH) $0/1$ مولار که عمدتاً از محصولات کمپانی مرک (Merck) آلمان می‌باشند.

اندازه‌گیری راندمان رنگبری

در آزمایشات انجام شده راندمان رنگبری براساس اندازه‌گیری میزان جذب نور درپساب قبل و بعد از عمل

تصفیه در یک طول موج خاص استوار است. بدین منظور ابتدا از نمونه اولیه، طول موج ماکزیمم که در آن میزان جذب ماکزیمم است را اندازه گرفته و سپس در همان طول موج میزان جذب نور پساب تصفیه شده در زمان مشخص اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر راندمان رنگبری محاسبه می‌شود:

$$\% R = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

که در آن $R =$ راندمان رنگبری
 $A_0 =$ میزان جذب نور نمونه اولیه (قبل از تصفیه)

$A_t =$ میزان جذب نور نمونه تصفیه شده در زمان مشخص t

اندازه‌گیری COD

آزمایش COD برای اندازه‌گیری مقدار مواد آلی پساب آب‌های طبیعی بکار می‌رود. میزان اکسیژن معادل مواد آلی قابل اکسید شده را می‌توان با استفاده از یک ماده اکسید کننده قوی در یک محیط اسیدی، محاسبه کرد.

برای این منظور از پساب تهیه شده (خام) و پساب تصفیه شده نمونه‌گیری شد و مورد آزمایش قرار گرفت، درصد کاهش COD به صورت زیر محاسبه گردید:

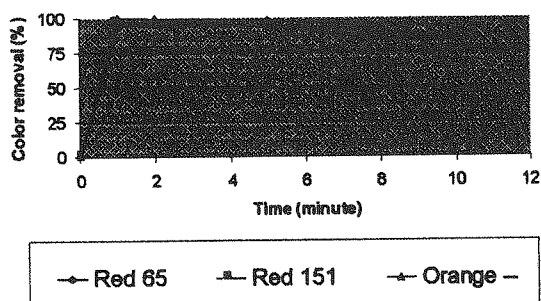
$$\text{درصد کاهش COD} = \frac{\text{COD پساب تصفیه شده} - \text{COD خام}}{\text{COD پساب خام}} \times 100 \quad (2)$$

روش انجام آزمایش

هر یک از بخش‌های مختلف آزمایش‌های انجام شده، بسته به هدف مورد نظر و اندازه‌گیری اثر پارامتر مشخص بر راندمان رنگبری، روش و تکنیک مخصوصی را طلب می‌کند.

در کلیه آزمایش‌ها به منظور شبیه‌سازی پساب‌های رنگین، مقدار $0/05$ گرم بر لیتر (50 ppm) از یک رنگینه خاص به همراه سایر مواد کمکی اصلی و فرعی مطابق با نسخه رنگزای همان رنگینه با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شد و مورد آزمایش و عمل تصفیه قرار گرفت. از پساب تصفیه شده در فواصل زمانی مشخص نمونه برداری شد و به آن حدود 24 ساعت زمان داده شد

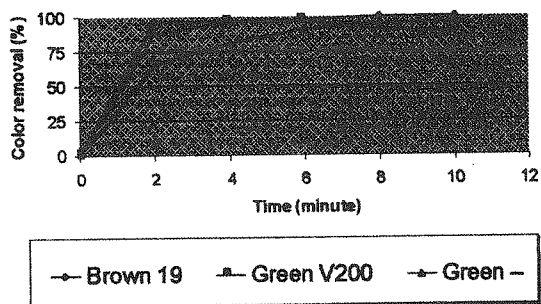
مختلف در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۳) اثر زمان بر راندمان رنگبری.

۱-۳- رنگبری رنگینه‌های اسیدی

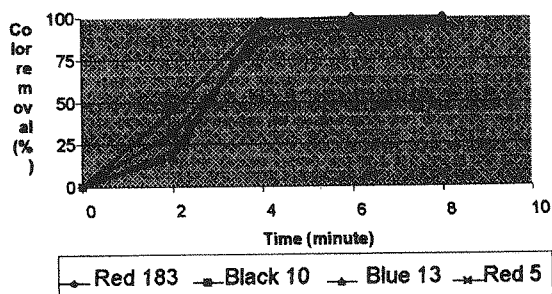
جدول (۳) رنگینه‌های اسیدی را که جهت بررسی مورد استفاده قرار گرفت را نشان می‌دهد. سرعت رنگبری ۴ رنگینه فوق در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۴) اثر زمان بر راندمان رنگبری.

۱-۴- رنگبری رنگینه‌های راکتیو

۴ رنگینه راکتیو در این سری از آزمایشات مورد نقد و بررسی قرار گرفت جدول (۴) که نتایج آن در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵) اثر ساختار ملکولی بر راندمان رنگبری در زمان‌های مختلف.

تا کلیه رسوبات و مواد جامد معلق در آن به طور کامل ته نشین شوند. سپس میزان جذب نور محلول عاری از رسوب، توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. همچنین جهت اندازه‌گیری میزان COD نیز از پساب تصفیه شده و نشده استفاده گردید.

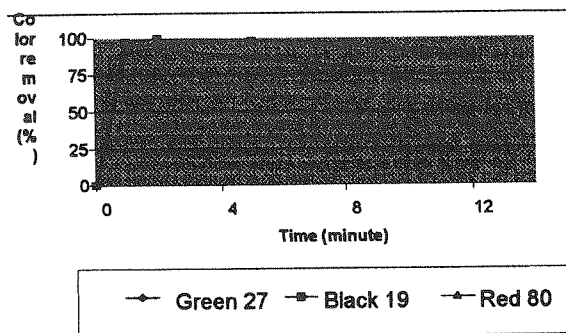
به طور کلی عوامل زیادی چون زمان، غلظت الکترولیت، نوع الکترولیت، سطح تماس الکترودها و ... بر میزان رنگبری رنگینه‌ها مؤثر هستند و تمامی عوامل فوق به طور جداگانه روی تمامی رنگینه‌های دیسپرس، مستقیم اسیدی و راکتیو مورد نقد و بررسی قرار گرفت و نتایج مشابهی حاصل گردید، ولیکن به دلیل گسترده بودن و تکراری بودن بررسی این عوامل فقط به ذکر چند عامل روی انواع رنگینه‌ها اکتفا گردیده است که به شرح ذیل می‌باشد:

آزمایشات

۱- اثر ساختار ملکولی مواد رنگزا بر راندمان رنگبری

۱-۱- رنگینه‌های مستقیم

رنگینه‌هایی که در این سری از آزمایشات مورد نقد و بررسی قرار گرفت از دسته رنگینه‌های آزو می‌باشند. که در جدول (۱) بعضی از مشخصات آنها آمده است. سرعت رنگبری رنگینه‌های مذکور در زمان‌های مختلف در شکل (۲) نشان داده شده است.



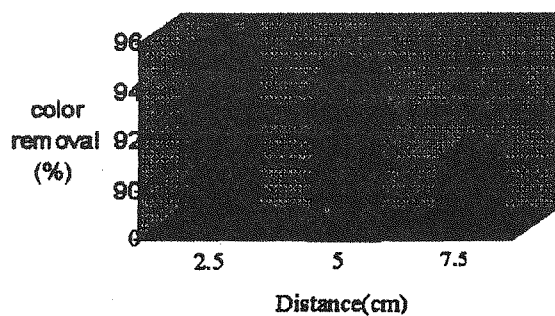
شکل (۲) اثر زمان بر راندمان رنگبری.

۱-۲- رنگبری رنگینه‌های دیسپرس

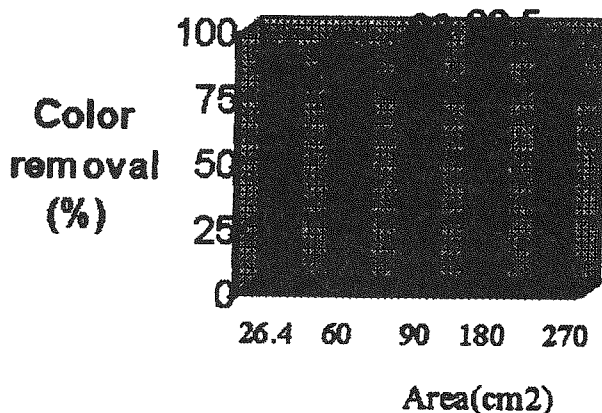
رنگینه‌هایی که در این سری از آزمایشات مورد بررسی قرار گرفت در جدول (۲) همراه با ساختار شیمیایی آنها آمده است: نتایج رنگبری رنگینه‌های مذکور در زمان‌های

۳- اثر سطح تماس الکترودها با محلول

بدین منظور سطوح مختلف از صفحات آلومینیوم مورد آزمایش قرار گرفت و اثر سطح تماس الکترودها روی راندمان رنگبری بررسی شد که نتایج آن در شکل (۱۰) نشان داده شده است.



شکل (۹) اثر فاصله الکترودها بر راندمان رنگبری در زمان ۲ دقیقه و سطح تماس ۹۰ سانتیمتر مربع بر رنگینه C. I. Direct Red 23.



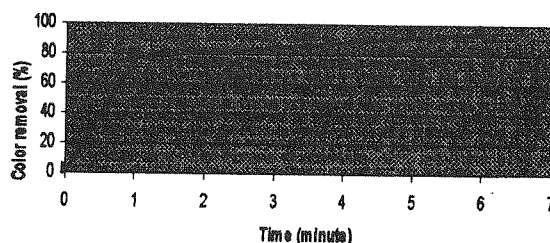
شکل (۱۰) اثر سطح تماس الکترودها بر راندمان رنگبری رنگینه C. I. Direct Red 23 در زمان ۲ دقیقه.

۴- اثر pH

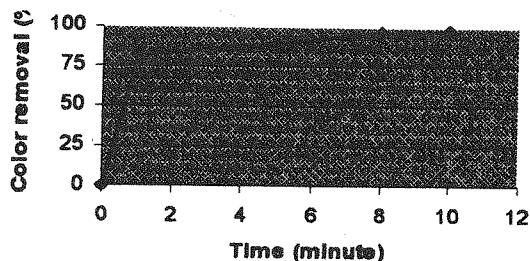
با بررسی به عمل آمده مشخص گردید که تغییرات pH بر راندمان رنگبری تأثیر زیادی ندارد. (جدول ۲) ولی روی سرعت ته نشینی رسوب حاصله بدون تأثیر نمی باشد. به عبارت دیگر کنترل pH در محدوده ۸-۹ باعث افزایش سرعت ته نشینی رسوب می شود، شاید توجه این مهم بدین صورت باشد که کنترل pH در محدوده قلیایی باعث تشکیل شبکه هیدروکسید آلومینیوم شده که در نهایت جذب الکترواستاتیکی مواد رنگزا از جریان پساب را بدنبال دارد و تسریع سرعت ته نشینی رسوب را باعث می شود.

۱-۵- رنگبری مخلوط رنگینه ها

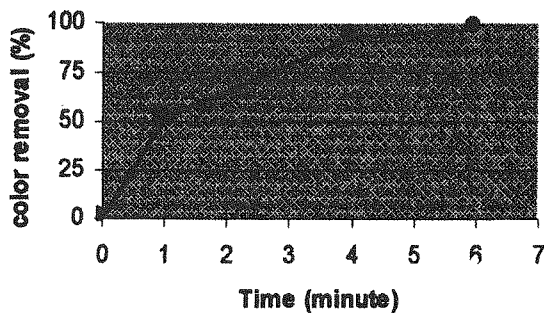
به منظور بررسی عملکرد فرایند الکتروشیمیایی بر رنگبری مخلوط رنگینه ها، ترکیب های متفاوت از سه گروه مواد رنگزای دیسپرس، مستقیم و اسیدی مورد عمل تصفیه قرار گرفت که نتایج آن در نمودار اشکال زیر نشان داده شده است.



شکل (۶) سرعت رنگبری مخلوط رنگینه های Acid Green 28 Direct Yellow 106.



شکل (۷) سرعت رنگبری مخلوط رنگینه های Acid Red 1 Disp. Yellow 211, Direct Red 80,



شکل (۸) سرعت رنگبری مخلوط رنگینه های Acid Red 1 Disp. Red 65, Direct Red 23.

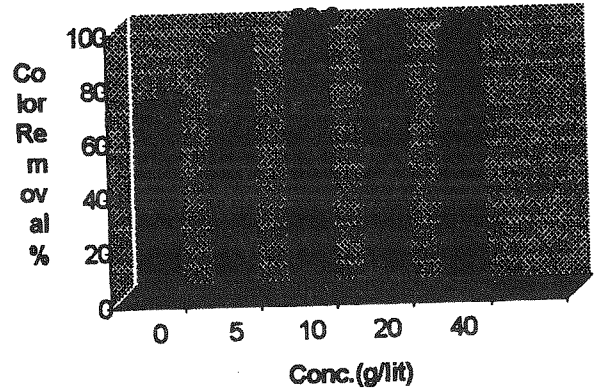
۲- اثر فاصله

به منظور یافتن وابستگی میزان کاهش مواد رنگزا در پساب تصفیه شده به فواصل بین الکترودها آزمایشی صورت گرفت که نتایج آن در شکل (۹) نشان داده شده است.

۵- اثر غلظت الکتروولیت

همانطور که می دانیم مولکول رنگینه های دیسپرس از نظر بار الکتریکی خنثی می باشند و در رنگری این گروه مواد رنگزا از الکتروولیت استفاده نمی شود و پساب های حاصل از نظر یونی تقریباً خنثی هستند، بنابراین در تصفیه الکتروشیمیایی این قبیل پساب ها باید از یک الکتروولیت استفاده نمود.

بدین لحاظ آزمایشی با مقادیر متفاوت از یک الکتروولیت مناسب (NaCl) صورت گرفت که نتایج آن در نمودار شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۱۱) اثر غلظت الکتروولیت (NaCl) بر راندمان رنگبری رنگینه Disp, Red 65 در زمان ۲ دقیقه.

همانطور که ملاحظه می گردد، افزایش غلظت الکتروولیت تا میزان ۱۰ گرم بر لیتر باعث افزایش راندمان رنگبری می شود. افزایش بیش از این مقدار، کاهش راندمان رنگبری را بدنبال دارد.

نتایج و بحث

همانطور که ملاحظه گردید، در زمان های کوتاه راندمان رنگبری برای تمام رنگینه های دیسپرس و مستقیم بالا و تقریباً مستقل از ساختار مولکولی مواد رنگزا می باشد. (شکل ۲ و ۳) به نظر می رسد رنگینه ها به صورت لخته های درشت رنگی جذب شبکه هیدروکسید آلومینیوم شده و ته نشین می شوند. در صورتی که در زمان های بالاتر میزان رنگبری تابع ساختار شیمیایی مواد رنگزا است، چون در این زمان احتمالاً مکانیزم حذف رنگینه از نوع مکانیزم تخریب شیمیایی است و هر چه تعداد پیوندهای آزو (N=N) در مولکول ماده رنگزا بیشتر باشد، میزان احیاء و تخریب این پیوندها کمتر شده و در نتیجه راندمان کاهش

می یابد. به طوری که رنگینه Direct Red 23 در زمان ۸ دقیقه با ساختار دی آزو نسبت به سایر رنگینه های مستقیم که ساختار پلی آزو دارند، و همچنین رنگینه های Disp. Blue 79, Disp. Red. 65 در زمان ۱۰ دقیقه با ساختار مونوآزو نسبت به رنگینه های دیسپرس دیگر که ساختار پیچیده تری دارند، بیشتر مورد تخریب قرار گرفته و به ترتیب بالای ۹۸ و ۹۰ درصد رنگبری را از خود نشان می دهند.

در تصفیه الکتروشیمیایی پساب حاصل از رنگینه های اسیدی و راکتیو این جابجایی مکانیزم های حذف مواد رنگزا کمتر به چشم می خورد و از همان لحظات شروع به فرایند تصفیه الکتروشیمیایی هر دوی این مکانیزم ها با هم باعث خروج و حذف مواد رنگزا شده و در نهایت رنگینه به صورت ذرات سفید از محلول جدا می شود. (شکل ۴ و ۵) علت این امر شاید به خاطر بزرگی و نامحلول بودن مولکول رنگینه های مستقیم و دیسپرس در مقایسه با مولکول رنگینه های راکتیو و اسیدی می باشد.

نتایج حاصل از تحقیقات به عمل آمده به طور خلاصه در جدول ۶ آمده است. همانطور که ملاحظه می گردد برای تمامی مواد رنگزای بالای ۹۰ درصد رنگبری در زمان نسبتاً کوتاه به دست آمده است و تا حدودی این نتایج به خوبی نشانگر مؤثر بودن روش الکتروشیمیایی در مقایسه با سایر روش های معمول تصفیه است.

باتوجه به آزمایشات انجام شده و نتایج بدست آمده مشخص می گردد که راندمان رنگبری به عوامل زیادی می تواند بستگی داشته باشد که از آن جمله می توان به عواملی چون زمان، جریان، ولتاژ اعمال شده به محلول پساب، سطوح تماس الکترودها، فواصل بین الکترودهای آند و کاتد، ساختار شیمیایی مواد رنگزا و ... اشاره نمود. به طوری که هر چه سطوح تماس الکترودها با محلول رنگین بیشتر شود، فواصل بین الکترودهای آند و کاتد کاهش یابد، خصلت یونی محلول و بار یونی آن افزایش یابد و ولتاژ اعمال شده به دو سر الکترودها نیز بیشتر شود، شدت جریان عبوری از محلول بیشتر شده و در نتیجه راندمان رنگبری و حذف سایر آلاینده ها از پساب در مدت زمان کمتر افزایش می یابد.

نتایج

باتوجه به مطالب گفته شده و آزمایشات به عمل آمده

از طرفی در این روش به واسطه زمان کوتاه و تصفیه و انعطاف پذیری در کاربرد شرایط مختلف تصفیه ضمن فضای کم مورد نیاز، امکان پاسخ مناسب به تغییرات حجم با بار آلودگی وجود دارد که جزء مزایای برجسته این روش می باشد.

تکنولوژی استفاده از جریان الکتریسیته جوابگوی تصفیه و حذف انواع مواد شیمیایی مورد استفاده در صنعت نساجی (از جمله انواع رنگینه ها، سطح فعال ها، فلزات سنگین و انواع مواد یونی موجود در پساب) و حتی دیگر صنایع می باشد.

جدول (۱) خواص رنگینه های مستقیم مصرفی.

نام رنگینه C.L.Direct	فرمول بسته	ساختار شیمیایی	وزن مولکولی (گرم بر مول)
Black 19	$C_{34}H_{27}N_{13}Na_2O_7S_2$	Polyazo	839.67
Red 80	$C_{45}H_{26}N_{10}Na_6O_{21}S_6$	Polyazo	1372.55
Red 23	$C_{35}H_{25}N_7Na_2O_{10}S_2$	Diazo	813.26
Green 27	-----	Polyazo	-----

جدول (۲) رنگینه های دیسپرس مصرفی.

نام رنگینه C.L.Disp.	ساختار شیمیایی
Red 65	Monoazo
Blue 79	Monoazo
Red 151	Diazo
Orange --	Antraquinon

جدول (۳) خواص رنگینه های اسیدی مصرفی.

نام رنگینه C.L.Acid	فرمول بسته	ساختار شیمیایی	وزن مولکولی (گرم بر مول)
Brown 19	$C_{16}H_{15}K_2N_3O_7S$	Monoazo	471.49
Green v200	$C_{27}H_{25}N_2S_2O_6Na_2$	TripH. methane	560.49
Green ---	-----	Antraquinone	-----
Blue ---	$C_{18}H_{13}N_3S_2Na_2O_3$	Monoazo	406.41

جدول (۵) اثر pH بر راندمان رنگبری رنگینه

C.I. Direct Red 23

pH	5	7	9
شدت جریان (آمپر)	45	45	45
راندمان رنگبری (%)	98.9	99.5	99.7

جدول (۴) خواص رنگینه های راکتیو مصرفی.

نام رنگینه C.L.Reactive ...	ساختار شیمیایی
Blue 13	Monoazo(monochlorotriazine)
Red 5	Monoazo(monochlorotriazine)
Black 10	Diazo
Red 183	-----

جدول (۶) راندمان تصفیه الکتروشیمیایی مواد رنگزای مختلف.

نام رنگینه C.I. ...	ساختمان	زمان (دقیقه)	درصد رنگبری	درصد کاهش COD
Direct Black 19	Polyazo	2	94.0	87
Direct Red 80	Polyazo	2	96.5	85
Direct Red 23	Diazo	2	98.9	69
Direct Green 27	Polyazo	2	99.6	85
Direct Brown 113	-----	2	97.0	86.5
Disperse Red 65	Monoazo	1	99.7	83
Disperse Red 151	Diazo	1	97.2	70
Disperse Red ----	-----	1	96.2	75
Disperse Orange -	Antraquinone	2	97.7	77
Acid Red 251	Monoazo	4	95.8	70
Acid Green 28	-----	4	91.5	60
Acid Blue ----	-----	4	97.4	55
Acid Brown 19	Monoazo	4	98.7	58
Acid Green ----	Antraquinone	4	98.1	63
Acid Red 1	Monoazo	6	97.6	70
Reactive Blue 13	Monochlorotriazine	6	97.0	65
Reactive Black 10	Diazo	6	99.1	75
Reactive Red 183	-----	6	92.3	53
Reactive Red 5	Monochlorotriazine	6	99.5	60

مراجع

- [1] M. Kennedy, "Electrochemical wastewater treatment technology for textiles", American Dye. Rep., Sep. 1991, P. 26-28.
- [2] S. H. Lin and C. F. Peng, "Treatment of textile wastewater by electrochemical method", Wat. Res. 1994, vol. 28, No. 2, P. 277-282.
- [3] M. Laschiniger. "Implementing dyehouse wastewater treatment systems" American Dye. Rep. 1996, P. 23-27.
- [4] A. Willcock, M. Brewster, W. Tincher, "Using electrochemical technology to treat textile wastewater: three case studies" American Dye. Rep., August 1992, p. 15-22.
- [5] Mc. Clung & A. T. Lemely, "Electrochemical treatment and HPLC analysis of wastewater containing acid dyes", Tect. Chem. & Col., 1995.
- [6] O. Marmagne, and C. Coste, "Color removal from textile plant effluents". American Dye. Rep., April 1996, p. 15-21.
- [7] J. Dziewinski, S. Marczak, W. Smith, "Electrochemical destruction of mixed wastes", Chemtech, 1996, p. 30-33.
- [8] Decolorization dyes with chlorine and Ozon : part 1, march 1994; part 2; April 1994; American Dyestuff Reporter.
- [9] C. G. Nambodri and W. K. Walsh, "Decolorization of spent dyebath with hot peroxide" American, Dye, Rep., Sept. 1995.
- [10] H. Y. She and C. R. Huang. "Ultraviolet oxidation for color removal of azo dyes waste water" American Dye. Rep. August 1995.
- [11] A. F. Strickland and W.S. Perkins, "Decolorization of continuous dyeing wastewater by ozonation", Text. Chem. & Col., May 1995.