



بررسی اثر افزودن باز و الکترولیت در رنگرزی نایلون ۶,۶ با رنگزای راکتیو منوکلروتتری آزین

آتشه سلیمانی گرگانی

استادیار، گروه پژوهشی علوم و فناوری چاپ، پژوهشگاه علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴
تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۳۰ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۸۹/۶/۲۰

چکیده

با توجه به پایین بودن درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزاهای راکتیو آنیونی تجاری در رنگرزی نایلون ۶,۶، در این پژوهش افزودن باز و الکترولیت به صورت جداگانه و با هدف بهینه‌سازی رنگرزی مورد ارزیابی قرار گرفت. از آنجایی که طبق تحقیقات قبلی، رنگزای Procion Rubine XL+ نسبت به سایر رنگزاهای راکتیو آنیونی تجاری دارای ضعیف‌ترین خصوصیات رنگرزی بود، در مطالعه حاضر از آن به عنوان رنگزای مورد مطالعه استفاده شد و رنگرزی با دو روش متفاوت بر روی نایلون انجام گردید. در روش اول، پس از رمق‌کشی رنگزا در $pH=4$ کربنات سدیم به عنوان باز به حمام رنگرزی اضافه شد و در روش دوم، الکترولیت به همراه رنگزا در $pH=4$ به حمام رنگرزی اضافه گردید و خصوصیات رنگرزی هر کدام به صورت جداگانه بررسی شد. در این بررسی مشخص شد که افزودن باز یا الکترولیت به حمام رنگرزی اثر بهینه‌سازی در خصوصیات رنگرزی را ندارد.

واژه‌های کلیدی: رنگزای راکتیو، درصد تثبیت رنگزا، نایلون ۶,۶، الکترولیت.

Investigation of Added Alkali and Electrolyte on Dyeing Nylon 6.6 by Mono-Chlortriazinyl Reactive Dye

Atasheh Soleimani-Gorgani

Department of Printing Science and Thechnology, Institute for Color Science and Technology, P.O.Box: 16765-654, Tehran, Iran

Abstract

One of the recurring problems observed with most of commercial anionic reactive dyes for dyeing nylon was the low degree of exhaustion and fixation. In this paper, a number of attempts were made to improve the fixation efficiency of an anionic reactive dye, Procion Rubine XL+, on modified nylon. This dye was selected for further study since, from the previous study, under non-optimised conditions fixation efficiency was particularly poor and therefore offered more scope for significant and readily observable improvements. The following process variables were studied; (a) effect of added alkali; dye was exhausted at $pH 4$ and then alkali added, (b) effect of added electrolyte. The addition of alkali and electrolyte during dyeing resulted in reduced dye fixation. *J. Color Sci. Tech.* 4(2010), 125-131 © Institute for Color Science and Technology.

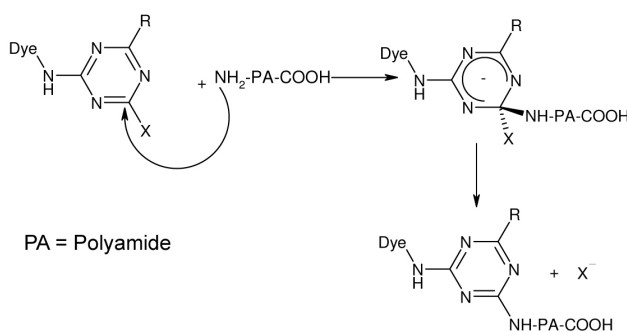
Keywords: Reactive dyes, Fixation, Nylon 6.6, Electrolyte.

۱- مقدمه

گروه‌های آمینی موجود در ساختمان نایلون، توانایی تشکیل پیوند با رنگزاهای آنیونی از قبیل رنگزاهای اسیدی، مستقیم و راکتیو را دارند. در بین این رنگزاهای، رنگزای نایلون با رنگزاهای کمپلکس فلزی اسیدی ۱:۲ [۱] ثبات شستشویی بالاتری را نسبت به سایر رنگزاهای همراه دارد ولی متأسفانه هنوز ثبات شستشویی مطلوب را ایجاد نمی‌کند و برای حصول ثبات شستشویی دلخواه انجام یک سری عملیات تکمیلی ضروری می‌باشد.

در اواسط دهه پنجاه رتی^۲ و استفن^۳ [۲-۵] از رنگزایی که دارای گروه دی‌کلرو تری‌آزین بود در رنگزای سلولز استفاده کردند و نتیجه گرفتند که گروه دی‌کلرو تری‌آزین رنگزا با سلولز پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد که باعث ثبات شستشویی بالا در سلولز رنگزای شده می‌شود.

رنگزاهای راکتیو دارای ساختاری شبیه رنگزاهای اسیدی هستند، با این تفاوت که رنگزاهای راکتیو دارای گروه‌های واکنش‌زا با توانایی انجام واکنش با گروه‌های الکترون دوست لیف می‌باشند و به همین دلیل این رنگزاهای واکنش‌پذیر یا راکتیو می‌نامند (شکل ۱).



شکل ۱: واکنش رنگزاهای راکتیو با گروه‌های الکترون دوست لیف.

تحقیقات انجام شده بر روی رنگزاهای راکتیو، بیشتر در زمینه ساختمان و کاربرد آنها بر روی الیف سلولزی بوده [۶،۷] و توجه کمتری به رنگزای پارچه‌های پلی‌آمیدی با رنگزاهای راکتیو شده است [۸]. تنها در مطالعات معدودی توانایی تشکیل پیوند کووالانسی بین رنگزاهای راکتیو سلولزی و گروه‌های آمینی نایلون در محیط اسیدی و دمای جوش (۹۸ °C) و بدون عملیات تکمیلی قلیایی، بررسی شده است [۹،۱۰].

در تحقیقات قبلی، برخی رنگزاهای راکتیو سلولزی دارای گروه

الکترون دوست واکنش‌زا مانند کلرو دی‌فلوئورو پیریمیدین [۱۱]، برومو آکریل‌آمید [۱۲]، کلرو تری‌آزین و وینیل سولفون [۱۳-۱۷] و همچنین بعضی از رنگزاهای دیسپرس [۱۸] در رنگزای نایلون مورد بررسی قرار گرفته است.

در حال حاضر رنگزاهای Eriofast, Stanalan [۱۹،۲۰] از معروف-ترین رنگزاهای راکتیو تجاری نایلون هستند. Eriofast رنگزایی بدون فلز و دارای گروه‌های سولفونیک اسید می‌باشد که برای رنگزای نایلون به منظور به دست آوردن خصوصیت ثبات شستشویی بالا استفاده می‌شود.

در مطالعات گذشته، قبل از سنتز رنگزاهای راکتیو جدید مورد استفاده در رنگزای نایلون اثر ساختاری رنگزاهای راکتیو تجاری در رنگزای نایلون بررسی شده است و در نتیجه بهترین pH برای رنگزای نایلون ۶،۶ اصلاح شده (Tactal Coloursafe) با رنگزاهای راکتیو آنیونی استفاده شده، در محدوده ۴ می‌باشد [۱۶،۱۷] اما از آنجایی که درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا در رنگزای نایلون ۶،۶ توسط رنگزاهای راکتیو تجاری آنیونی در حد بالا نبوده است سعی در سنتز رنگزاهای راکتیو کاتیونی شده است که در محیط رنگزای بازی دارای بالاترین درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا بر روی نایلون ۶،۶ باشند [۲۱].

در این پژوهش با بررسی دو روش مختلف رنگزای نایلون ۶،۶، سعی در به دست آوردن مقادیر مطلوب درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا با استفاده از یک رنگزای راکتیو آنیونی، با ضعیف‌ترین خصوصیات رنگزای در مقایسه با سایر رنگزاهای آنیونی، شده است.

از آنجایی که رنگزاهای راکتیو دارای گروه کلرو تری‌آزین، توانایی ایجاد واکنش کووالانسی از طریق جانشینی هسته دوستی (S_N2) با گروه‌های آمینی نایلون را دارند، این واکنش در شرایطی که گروه‌های آمینی نایلون پروتونه نشده و به صورت هسته دوست باشند به بهترین وجه انجام می‌شود. با توجه به این امر که pH محیط رنگزای بر غلظت گروه‌های هسته دوست آمینی موجود در نایلون تأثیر دارد، انتظار می‌رود با تغییر pH محیط رنگزای توسط اضافه کردن باز به حمام رنگزای، خصوصیات رنگزای از جمله درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا بر روی نایلون دستخوش تغییر شود. با این پیش فرض، با رمق‌کشی رنگزا در pH=۴ و سپس اضافه نمودن باز به حمام رنگزای، اثر افزودن باز در حین رنگزای نایلون بر درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا بررسی می‌شود.

همچنین می‌دانیم که در رنگزای نایلون با رنگزاهای راکتیو آنیونی در pH=۴، گروه‌های سولفونیک رنگزا (Dye-SO₃⁻) با گروه‌های آمینی پروتونه شده نایلون (PA-NH₃⁺) پیوند یونی برقرار می‌کنند و انتظار می‌رود با افزودن الکترولیت به عنوان یک بخش یونی به حمام رنگزای پیوند یونی بین رنگزا و نایلون متأثر گردد. لذا با افزودن الکترولیت به حمام رنگزای به بررسی تأثیر الکترولیت بر خصوصیات رنگزای نایلون از جمله مقادیر درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا پرداخته شده است.

1- Wash-fastness
2- Rattee
3- Stephen

۲- بخش تجربی

۱-۲ مواد

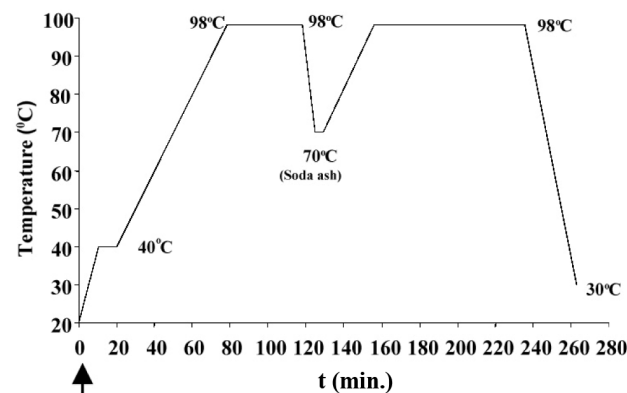
پارچه نایلونی ۶،۶ اصلاح شده محصول کارخانه دوپونت^۱ انگلستان و رنگزای راکتیو تجاری سلولزی Procion Rubine XL+ که مشخصات آن در جدول ۱ آمده است، مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱: مشخصات رنگزای تجاری مصرف شده برای رنگرزی نایلون.

شرکت تولیدکننده	تعداد گروه‌های راکتیو	نوع گروه‌های راکتیو	تعداد گروه‌های سولفونیک اسید	رنگزا
DyStar	۳	MCT ^۲	۹	Procion Rubine XL+

۲-۲ روش کار

رنگرزی نمونه‌ها با ۵ گرم از پارچه نایلون ۶،۶ اصلاح شده (Tactal Coloursafe) در L:R برابر ۲۰:۱ توسط ماشین رنگرزی مدل Mathis Labomat BFA دارای کپسول‌هایی با ظرفیت ۲۰۰ سانتیمتر مکعب به ترتیب در حضور نمک طبق منحنی ذکر شده در مقالات قبلی [۱۶،۱۷،۲۱] و باز به طور جداگانه طبق منحنی نشان داده شده در شکل ۲ رنگ شدند. در انتهای رنگرزی نایلون رنگ شده توسط آب سرد به مدت ۵ دقیقه شسته شده و سپس در دمای محیط خشک شد.



رنگزا و بافر

شکل ۲: روش رنگرزی برای رنگزای راکتیو تجاری در حضور باز.

بررسی مقدار جذب رنگزا بر روی پارچه توسط مقدار K/S که تخمینی از میزان رنگزای رقیق‌شده توسط پارچه می‌باشد و به کمک رابطه ۱ [۲۱، ۱۸-۱۱] به دست می‌آید. مقدار انعکاس (R) نایلون رنگ شده توسط دستگاه اسپکترومتر مدل Datacolor Spectraflash 600 دارای لامپ D65 با هندسه $d/8^\circ$ در محدوده ۷۰۰-۳۶۰ نانومتر با فواصل ۵ نانومتری در چهار مرحله و در قسمت‌های مختلف نایلون رنگ شده اندازه‌گیری شد.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (1)$$

مقدار درصد رقیق‌شده رنگزا (%E) در نایلون به کمک روش‌های دستگاهی اندازه‌گیری شد. مقدار جذب هر کدام از محلول‌های رنگی ساخته شده در λ_{max} قبل و بعد از رنگرزی توسط اسپکتروفوتومتری UV/Visible مدل Philip 8720PU اندازه‌گیری شد و درصد رقیق‌شده رنگزا توسط رابطه ۲ که در آن A_0 و A_1 به ترتیب نشان دهنده جذب محلول رنگی قبل و بعد از رنگرزی می‌باشند محاسبه گردید [۲۱، ۱۸-۲۱].

$$\%E = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100 \quad (2)$$

در رنگرزی نایلون با رنگزاهای راکتیو، فقط قسمتی از رنگزاهای جذب شده در نایلون با گروه‌های آمینی نایلون پیوند کووالانسی برقرار می‌کنند و بقیه رنگزا فقط توسط پیوندهای یونی و واندروالسی جذب پارچه می‌شوند. برای مشخص شدن درصد رنگزاهایی که با لیف پیوند کووالانسی ایجاد نموده است، ۱ گرم نایلون رنگ شده در ۱۵۰ سانتیمتر مکعب محلول پیریدین در آب (۲۰٪) قرار داده و تحت تقطیر برگشتی به دمای جوش رسانیده شد. این فرآیند تا زمانی که دیگر رنگزایی از پارچه رنگرزی شده خارج نشود ادامه یافت (در حدود ۳ ساعت). در انتها، پارچه توسط آب روان کاملاً شسته شده و در دمای محیط خشک شد. درصد رنگزاهای جذب شده^۴ که بر روی نایلون ثابت شده است توسط رابطه ۳ [۱۴-۹] اندازه‌گیری می‌شود. در رابطه ۳، $(K/S)_1$ و $(K/S)_2$ به ترتیب مقدار قدرت رنگزا قبل و بعد از شستشو با محلول پیریدین می‌باشند.

$$\%F = \frac{(K/S)_2}{(K/S)_1} \times 100 \quad (3)$$

3- Exhaustion

4- Fixation

1- Du Pont

2- MonoChloroTriazine

Mol.In رنگزا (مقدار گرمی از رنگزا که دارای یک مول رنگزای خالص است) توسط رابطه ۶ به دست می‌آید [۲۵-۲۲].

$$MI = \frac{mass \times Hf \times 100000}{Tf \times Vol} \quad (۶)$$

که در آن، Mass: مقدار گرم مصرفی از رنگزای سنتز شده برای تیتراسیون است. Hf فاکتور هیدروژنی: مقدار هیدروژن مصرفی برای احیا کردن گروه‌های آزو و نیترو موجود در رنگزا که هر کدام به ترتیب ۴ و ۶ است می‌باشد. Tf فاکتور تیتراسیون: مقدار آن کمتر از یک است که توسط تیتراسیون کلرید تیتانیم (III) با یک رنگزای استاندارد که مقدار Mol.In آن معلوم باشد به دست می‌آید. Vol(ml): حجم مورد نیاز کلرید تیتانیم (III) برای احیا کردن محلول رنگی است. از آنجایی که کلرید تیتانیم سریعاً در محیط اکسیژنی اکسید می‌شود، تیتراسیون باید در لوله‌های بسته و محیط خنثی (گاز آرگون) انجام شود. پس از انجام هر تیتراسیون فاکتور تیتراسیون اندازه‌گیری می‌شود. پایان تیتراسیون توسط بی‌رنگ شدن محلول رنگی مشخص می‌گردد و از مقدار Mol.In به دست آمده درصد خلوص^۱ رنگزا توسط رابطه ۷ به دست می‌آید [۲۵-۲۲].

$$EA = \frac{MolecularWeight}{MI} \times 100\% \quad (۷)$$

- 1- Build-Up
2- Effective Agent

در واقع درصد کل رنگزای تثبیت شده بر روی پارچه (%T) با در نظر گرفتن مقدار درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا در پارچه توسط رابطه ۴ محاسبه می‌شود [۲۱، ۱۷-۱۵].

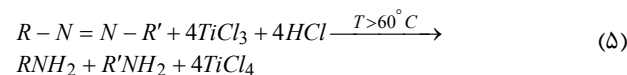
$$\%T = \frac{\%F \times \%E}{100} \quad (۴)$$

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات رنگرزی^۱ رنگزا

ابتدا به بررسی خصوصیت رنگرزی رنگزا بر روی نایلون پرداخته شد. نایلون در غلظت‌های متفاوت رنگزا توسط روشی که در مقالات قبلی [۱۷، ۲۱-۱۶] نشان داده شده بدون افزودن باز و یا الکترولیت رنگ شد. مقادیر K/S، %E و %T رنگزا در pH=۴ در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

با توجه به اینکه رنگزای تجاری استفاده شده، غیر از مواد رنگزا دارای ترکیبات متفاوت دیگری جهت بهبود رنگرزی می‌باشد و برای اینکه نتیجه‌گیری از مقادیر (K/S)، %E، %F، %T به دست آمده از آزمایشات قابل مقایسه باشند، درصد خلوص رنگزای استفاده شده توسط تیتراسیون با کلرید تیتانیم (III) اندازه‌گیری شد. در این روش در محیط اسیدی گروه‌های آزوی رنگزا توسط کلرید تیتانیم (III) احیا می‌شوند و محلول رنگی بی‌رنگ می‌شود (رابطه ۵).



جدول ۲: مقادیر^۱ (K/S)_۱، (K/S)_۲، %E و %T رنگزای مصرف شده سه عاملی در pH=۴ [۱۶].

مواد	درصد رنگزا* (o.m.f)	۰,۰۵	۰,۱	۰,۲	۰,۵	۰,۸	۱	۱,۵
	(K/S) _۱	۰,۸۵	۱,۶۷	۲,۳۹	۵	۶,۵	۷,۶	۸,۹
	(K/S) _۲	۰,۶۲	۰,۹	۱,۶	۳,۲	۴,۲۶	۴,۷۵	۵,۴
Procion Rubine XL+	%E	۱۰۰	۱۰۰	۷۳,۵	۶۰	۵۰	۴۸	۳۶
	%T	۷۲,۹	۵۴	۵۰	۳۹	۳۲	۳۰	۲۲

* On mass of fabric

بستگی به pH محیط رنگرزی دارد. بنابراین انتظار می‌رود با اضافه کردن باز به حمام رنگرزی و در نتیجه تغییر pH محیط رنگرزی درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا بر روی نایلون نیز دستخوش تغییر شود، به همین خاطر اثر افزودن کربنات سدیم در حین رنگرزی نایلون بر روی مقادیر درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا بررسی شد.

نایلون ۵ گرمی توسط رنگزای قرمز راکتیو تجاری آنیونی Procion Rubine XL+ در هفت عمق رنگی ۰,۵٪، ۱٪، ۲٪، ۵٪، ۸٪، ۱۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ با ۱:۲۰ L:R طبق منحنی شکل ۲ رنگرزی شد. در ابتدای رنگرزی pH محیط رنگرزی در حدود ۴ بوده و پس از رساندن دما به ۹۸ °C و نگهداری حمام رنگرزی در آن دما به مدت ۴۰ دقیقه، کربنات سدیم به عنوان باز به حمام رنگرزی افزوده شد و دمای رنگرزی به ۷۰°C پایین آورده شد و سپس دما را مجدداً به ۹۸ °C افزایش دادیم و رنگرزی طبق شکل ۲ ادامه یافت. جدول ۴ مقادیر افزایش دادیم و رنگرزی طبق شکل ۲ ادامه یافت. جدول ۴ مقادیر Procion Rubine XL+ در هفت عمق رنگی رنگزا (K/S) ، %E ، %T را در هفت عمق رنگی رنگزا Procion Rubine XL+ در حضور و فقدان کربنات سدیم را نشان می‌دهد.

مطابق جدول ۴ و شکل ۳، با افزودن کربنات سدیم به حمام رنگرزی و افزایش pH محیط (در حدود ۱۰)، مقادیر درصد رمق‌کشی رنگزا کاهش می‌یابد. در pH=۴ رنگزای راکتیو آنیونی با گروه‌های آمینی پروتونه شده نایلون پیوند یونی برقرار می‌کند و از آنجایی که در محیط اسیدی گروه‌های آمینی نایلون به حالت تعادل می‌باشند (رابطه ۹) همیشه مقداری آمین پروتونه نشده جهت ایجاد واکنش کووالانس بین نایلون و رنگزا موجود خواهد بود.

نتایج به دست آمده از تیتراسیون محلول رنگی با تیتانیم (III) کلراید در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: مقدار درصد خلوص و Mol.In رنگزاهای یک، دو و سه عاملی.

رنگزا	وزن مولکولی (gr)	Mol.In (MI)	درصد خلوص
Procion Rubine XL+	۲۳۴۱	۳۳۴۷	۷۰

مقدار مولاریته رنگزا بر روی پارچه را با استفاده از درصد خلوص رنگزای مصرفی و رابطه ۸ می‌توان تعیین نمود. با توجه به چند عاملی بودن رنگزای مورد آزمایش مقدار غلظت رنگزای مورد نظر با میلی‌اکی‌والان بیان می‌شود [۱۶].

$$\text{Number of milli moles of dyes} =$$

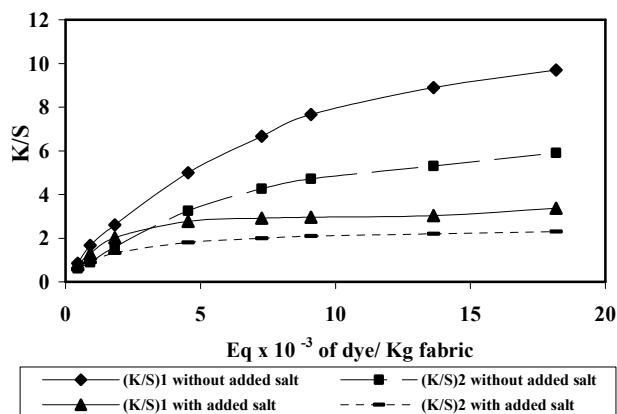
$$\frac{\text{Weight in gram of dye}}{\text{Mol. In}} \times 1000 \quad (8)$$

۳-۲- اثر باز بر روی رنگرزی

رنگزاهای راکتیو که دارای گروه کلروتری‌آزین می‌باشند، توانایی ایجاد واکنش کووالانسی از طریق جانشینی هسته دوستی (S_N2) با گروه‌های آمینی نایلون را دارند. این مکانیسم در شرایطی که گروه‌های آمینی نایلون پروتونه نشده و به صورت هسته دوست باشند به بهترین وجه انجام می‌شود. غلظت گروه‌های هسته دوست آمینی موجود در نایلون

جدول ۴: مقادیر (K/S)_۱، (K/S)_۲، %E و %T رنگزای Procion Rubine XL+ در حضور و فقدان کربنات سدیم.

مواد	درصد رنگزا (o.m.f)	۰,۵	۰,۱	۰,۲	۰,۵	۰,۸	۱	۱,۵	
Procion Rubine XL+	(K/S) _۱	۰,۸۵	۱,۶۷	۲,۳۹	۵	۶,۵	۷,۶	۸,۹	
	(K/S) _۲	۰,۶۲	۰,۹	۱,۶	۳,۲	۴,۲۶	۴,۷۵	۵,۴	
	%E	۱۰۰	۱۰۰	۷۳,۵	۶۰	۵۰	۴۸	۳۶	
	%T	۷۲,۹	۵۴	۵۰	۳۹	۳۲	۳۰	۲۲	
کربنات سدیم (g/l)		۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۵	۱۵	۱۵	
	Procion Rubine XL+ همراه با کربنات سدیم	(K/S) _۱	۰,۷	۱,۳۴	۲,۰	۳,۲۱	۴,۲	۴,۸۱	۶
		(K/S) _۲	۰,۶	۰,۸۸	۱,۳۲	۲,۹۱	۳,۸	۴,۴۷	۵,۳۵
		%E	۸۲	۷۸	۶۱	۳۹	۳۲	۲۹	۲۳
%T		۷۰	۵۱	۴۰,۲	۳۵	۲۹	۲۷	۲۰	



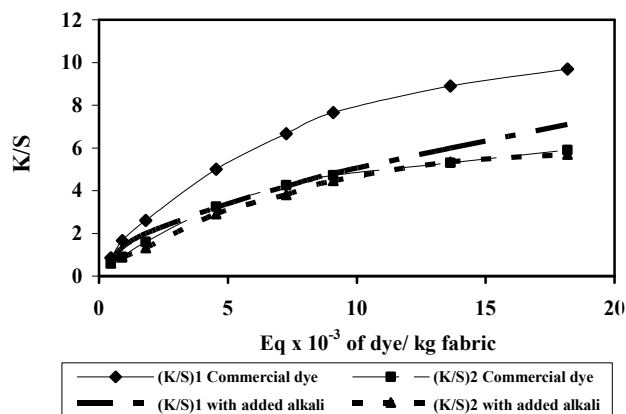
شکل ۴: مقادیر (K/S) برای رنگزای Procion Rubine XL+ در حضور و فقدان کلرید سدیم.

رنگزری سلولز) رنگزری شد. بدین ترتیب که الکترولیت در ابتدای رنگزری همراه با رنگزا و بافر به حمام رنگزری افزوده گردید. جدول ۵ مقادیر (K/S)، (%E) و (%T) در هفت عمق رنگی رنگزا Procion Rubine XL+ در حضور و فقدان الکترولیت را نشان می‌دهد

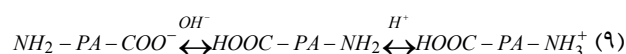
با توجه به نتایج جدول ۵ و شکل ۴، درصد رمق‌کشی و درصد تثبیت رنگزا بر روی نایلون با افزایش مقدار الکترولیت کاهش پیدا کرده است. این کاهش ممکن است به دلیل رقابت موجود بین قسمت آنیونی الکترولیت با قسمت آنیونی رنگزا برای تشکیل پیوند یونی با گروه‌های آمینی پروتونه شده نایلون باشد. از آنجاییکه جرم مولکولی الکترولیت کمتر از جرم مولکولی گروه رنگزا می‌باشد، الکترولیت به راحتی با قسمت‌های آمینی پروتونه شده نایلون پیوند یونی برقرار می‌کند و باعث کاهش درصد رمق‌کشی رنگزا در رنگزری نایلون می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

با افزودن کربنات سدیم به حمام رنگزری و افزایش pH محیط مقدار درصد رمق‌کشی رنگزا به دلیل ایجاد دافعه الکترواستاتیکی بین گروه‌های آنیونی پارچه (PA-COO⁻) با گروه‌های آنیونی رنگزا Dye- (SO₃⁻) کاهش می‌یابد. این دافعه الکترواستاتیکی از نزدیک شدن رنگزا به پارچه و ایجاد پیوند کووالانسی گروه‌های هسته دوست آمینی پارچه (NH₂) با گروه‌های الکترون دوست واکنش‌زای رنگزا جلوگیری می‌کند. با افزایش مقدار الکترولیت، در صد رمق‌کشی و درصد تثبیت رنگزا بر روی نایلون کاهش می‌یابد. این کاهش به دلیل رقابت بین قسمت آنیونی الکترولیت با قسمت آنیونی رنگزا برای تشکیل پیوند یونی با گروه‌های آمینی پروتونه شده نایلون می‌باشد که به علت جرم مولکولی کمتر الکترولیت نسبت به گروه رنگزا، در این رقابت الکترولیت به میزان بیشتری با گروه‌های آمینی پروتونه شده نایلون پیوند یونی برقرار خواهد کرد.



شکل ۳: مقادیر (K/S) برای رنگزای Procion Rubine XL+ در حضور و فقدان کربنات سدیم.



در pH بازی با وجود اینکه غلظت گروه‌های هسته دوست آمینی نایلون که توانایی واکنش با رنگزاهای راکتیو را دارند بیشتر است ولی آنیونی بودن نایلون در این pH سبب ایجاد دافعه الکترواستاتیکی بین گروه‌های آنیونی پارچه (PA-COO⁻) با گروه‌های آنیونی رنگزا Dye- (SO₃⁻) می‌شود. این دافعه الکترواستاتیکی از نزدیک شدن رنگزا به پارچه و ایجاد پیوند کووالانسی گروه‌های هسته دوست آمینی پارچه (NH₂) با گروه‌های الکترون دوست واکنش‌زای رنگزا جلوگیری می‌کند. مطابق نتایج جدول ۴ مقادیر درصد تثبیت رنگزا (%T) بر روی نایلون در حضور و فقدان باز بسیار مشابه است. درصد رمق‌کشی رنگزا (%E) در حضور باز کاهش پیدا می‌کند که می‌توان این کاهش را به وجود دافعه الکترواستاتیکی بین رنگزا و نایلون توجیه نمود.

۳-۳- اثر الکترولیت بر روی رنگزری

همان‌طور که در رابطه ۹ نشان داده شده است در رنگزری نایلون با رنگزاهای راکتیو آنیونی در pH=۴ گروه‌های سولفونیک رنگزا Dye- (SO₃⁻) با گروه‌های آمینی پروتونه شده نایلون (PA-NH₃⁺) پیوند یونی برقرار می‌کند. به نحوی که انتظار می‌رود با افزودن الکترولیت به عنوان یک بخش یونی به حمام رنگزری پیوند یونی بین رنگزا و نایلون متأثر گردد. بنابراین اثر افزودن الکترولیت به حمام رنگزری در رنگزری نایلون بر روی مقادیر درصد رمق‌کشی و تثبیت رنگزا بررسی شد. نایلون ۵ گرمی توسط رنگزای قرمز راکتیو تجاری آنیونی Procion Rubine XL+ در هفت عمق رنگی ۰٫۰۵-٪، ۰٫۱-٪، ۰٫۲-٪، ۰٫۵-٪، ۰٫۸-٪، ۱٫۵-٪ و ۲٫۰-٪ با ۱:۲۰ L:R در pH=۴ طبق روشی که در مقالات قبلی [۱۶، ۱۷، ۲۱] نشان داده شده در حضور الکترولیت (کلرید سدیم) به مقدار ۱۰ تا ۷۰ g/l (مقادیر ارائه شده توسط شرکت DyStar برای

جدول ۵. مقادیر (K/S)_r، (K/S)_t، %E و %T رنگرزی Procion Rubine XL+ در حضور و فقدان الکترولیت کلرید سدیم.

مواد	درصد رنگزا (o.m.f)	۰،۵	۰،۱	۰،۲	۰،۵	۰،۸	۱	۱،۵
Procion Rubine XL+	(K/S) _{r1}	۰،۸۵	۱،۶۷	۲،۳۹	۵	۶،۵	۷،۶	۸،۹
	(K/S) _{r2}	۰،۶۲	۰،۹	۱،۶	۳،۲	۴،۲۶	۴،۷۵	۵،۴
	%E	۱۰۰	۱۰۰	۷۳،۵	۶۰	۵۰	۴۸	۳۶
	%T	۷۲،۹	۵۴	۵۰	۳۹	۳۲	۳۰	۲۲
الکترولیت (g/l)		۱۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۵	۶۰	۶۰
Procion Rubine XL+ همراه با الکترولیت	(K/S) _{r1}	۰،۷۷	۱،۲۹	۲،۰۲	۲،۷۷	۲،۹۱	۲،۹۶	۳،۰۳
	(K/S) _{r2}	۰،۶	۰،۹	۱،۳۲	۱،۸	۲	۲،۱	۲،۲۰
	%E	۹۰	۷۷	۶۰	۳۳	۲۲	۱۸	۱۲،۵
	%T	۷۰،۱	۵۴	۳۹	۲۱،۴	۱۵	۱۳	۹

۵- مراجع

1. S. M. Burkinshaw, Chemical principle of synthetic fibre dyeing. Chapman & Hall, Inc.; London. 1995.
2. W. E. Stephen, New monoazo dyestuffs derived from cyanuric chloride, GB Pat. 785120, 1957.
3. W. E. Stephen, New monoazo dyestuffs derived from cyanuric chloride, GB Pat. 785222, 1957.
4. I. Rattee, Colouring cellulosic textile, GB Pat. 797946, 1958.
5. I. Rattee, Colouring cellulosic textile, GB Pat. 798121, 1958.
6. C. V. Stead, Colorants and auxiliaries. Society of Dyers and Colourist. Bradford. 1990.
7. M. R. Fox, H. H. Summer, The dyeing of cellulosic fibers. Dyers Company Publication Trust. Bradford. 1986.
8. A. H. M. Renfrew, Reactive dyes for textile fibres. Society of Dyers and Colourists., Bradford. 1999.
9. P. Ginns, K. Silkstone, The dyeing of synthetic-polymer and acetate fibers. The Dyers Company Publications Trust. 1979.
10. D. M. Lewis, Wool dyeing. Society of Dyers and Colourists. Bradford. 1992.
11. S. M. Burkinshaw, K. Grandhi, The dyeing of conventional decitex and microfibre nylon 6.6 with reactive dyes-I Chlorodifluoropyrimidinyl dyes. *Dyes Pigm.* 32(1996), 101-127.
12. S. M. Burkinshaw, K. Grandhi, The dyeing of conventional decitex and microfibre nylon 6.6 with reactive dyes-2- α -bromoacrylamido dyes. *Dyes Pigm.* 33 (1997), 259-280.
13. S. M. Brkinshaw, A. E. Wills, The dyeing of conventional and microfibre nylon 6,6 with reactive dyes-3 Vinyl sulphone and chlorotriazine dyes. *Dyes Pigm.* 34(1997), 243-253.
14. S. M. Burkinshaw, S. Young-A, M. J. Bide, The application of hetero bi-functional reactive dyes to nylon 6, 6: process modifications to achieve high efficiencies. *Dyes Pigm.* 48 (2001), 245-251.
15. D. M. Lewis, Y. C. Ho, Improved fixation of dyes on polyamide fibres. Part 2: Use of the reactive crosslinking agent, 2-chloro-4, 6-di(aminobenzene-4'-sumphatoethyl sulphone)-s-triazine(XLC). *Dyes Pigm.* 28(1995), 237-259.
16. A. Soleimani-Gorgani, J. A. Taylor, Dyeing of nylon with reactive dyes. Part 1. The effect of changes in dye structure on dyeing of nylon with reactive dyes. *Dyes Pigm.* 68(2006), 109-117.
17. A. Soleimani-Gorgani, J. A. Taylor, Dyeing of nylon with reactive dyes. Part 2. The effect of changes in level of dye sulphonation on the dyeing of nylon with reactive dyes. *Dyes Pigm.* 68(2006), 119-127.
18. S. M. Burkinshaw, G. W. Collins, The dyeing of conventional and microfibre nylon 6.6 with reactive disperse dyes. *Dyes Pigm.* 25(1994), 31-48.
19. W. H. Russ, M. Elliott, Dyeing preparations of fiber-reactive dyes, US Pat. 5803930, 1998.
20. <http://www.ptj.com.pk/Web%202004/04-2004/ciba.html>
21. A. Soleimani-Gorgani, J. A. Taylor, Dyeing of nylon with reactive dyes: Part 3. Cationic reactive dyes for nylon. *Dyes Pigm.* 76(2008), 610-623.
22. E. Knecht, E. Hibbert, New reduction methods in volumetric analysis. Longmans, Green and Co.; London. 1925.
23. C. H. Giles, J. Grezek, A review of methods of purifying and analyzing water-soluble dyes. *Text. Res. J.* 32(1962), 506-515.
24. K. Venkataraman, The chemistry of synthetic dyes, vol. II. Academic Press Inc., New York. 1952, 1345.
25. H-S. Chen, D. A. S. Phillips, J. A. Taylor, The estimation, with titanium (III) chloride, of azo dyes containing a 3-carboxypyridinium group. *Dyes Pigm.* 68(2006), 177-182.