



رنگرزی یک حمامه پارچه‌های پلی‌استر و پنبه با مواد رنگزای دیسپرس جدید بر پایه نفتالیمید و یک رنگزای راکتیو

کمال الدین قرنجیگ^۱، مختار آرامی^{۲*}، علیرضا خسروی^۳، نیازمحمد محمودی^۱، جواد مختاری^۴

۱- گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، پژوهشگاه صنایع رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵

۲- دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۴۱۳-۱۵۸۷۴

۳- دانشکده مهندسی پلیمر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

۴- گروه مهندسی نساجی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۷۵۶

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۷/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۱/۱۷ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۸۶/۱۲/۲۰

چکیده

رنگرزی یک حمامه پارچه‌های پلی‌استر و پنبه با سه ماده رنگزای دیسپرس بر پایه مشتقات نفتالیمید به همراه یک ماده رنگزای راکتیو بررسی شد. دو تا از این مواد رنگزای حاوی گروه استر و یکی از آنها حاوی گروه الکیل است. مواد رنگزای دیسپرس حاوی گروه استر به همراه رنگزای راکتیو قادرند پارچه‌های پلی‌استر و پنبه را به طور موفقیت‌آمیزی در روش دو مرحله‌ای یک حمامه رنگرزی نمایند. این مواد رنگزای دیسپرس نشان دادند که می‌توانند در محیط قلیایی آبکافت شده و به ترکیبات محلول در آب تبدیل شوند. بنابراین، برای حذف مواد رنگزای موجود روی سطح الیاف، شستشوی قلیایی جایگزین شستشوی احیایی گردید. مواد رنگزای دیسپرس حاوی گروه‌های استری نشان دادند که می‌توانند بر روی قسمت پلی‌استری پارچه ثبات شستشویی عالی ایجاد کنند. بررسی سینتیکی آبکافت مواد رنگزای دیسپرس حاوی گروه استری در محیط قلیایی نشان داد که سینتیک واکنش آبکافت مواد رنگزای از درجه اول است. واژه‌های کلیدی: مواد رنگزای آزو، مواد رنگزای دیسپرس، نفتالیمید، رنگرزی، پلی‌استر، پنبه.

The One-bath Dyeing of Polyester and Cotton Fabrics with Novel Naphthalimide-based Disperse Dyes and a Reactive Dye

K. Gharanjig, M. Arami*, A. Khosravi, N. M. Mahmoodi, J. Mokhtari

Abstract

The one-bath dyeing of polyester and cotton fabrics with three disperse dyes based on naphthalimide derivatives and a reactive dye with together were investigated. Two of these disperse dyes have an ester group and one of them has an alkyl group. The disperse dyes containing of ester group and a reactive dye with together enable to dye polyester and cotton fabrics in two stages one-bath method, successfully. These dyes showed that they can be hydrolyzed in alkali media and convert to water soluble compositions. Thus, for removing loose dyed adsorption on the fabric, reduction clearing method was displaced by the alkali-clearing system. Disperse dyes containing ester groups showed that they have excellent wash fastness on the polyester component. Kinetic studies of hydrolysis of the disperse dyes containing ester group in alkali medium showed that the kinetic of the hydrolysis reaction is first order. *J. Color Sci. Tech.* 1(2008), 67-72. © Institute for Colorants, Paint and Coatings.

Keyword: Azo dyes, Disperse dyes, Naphthalimide, Dyeing, Polyester, Cotton.

۱- مقدمه

می‌شوند. بنابراین، مواد رنگزای موجود در سطح الیاف در اثر یک شستشوی نسبتاً ساده از روی کالا خارج می‌شوند.

در بررسی‌های قبلی، سنتز یک سری جدید از مواد رنگزای دیسپرس بر پایه آزو نفتالیمید گزارش شد [۹،۱۰]. همچنین رنگزای الیاف پلی‌استر با مواد رنگزای فوق‌الذکر مورد بررسی قرار گرفت. این رنگزاهای عموماً دارای ثبات شستشویی و سایشی خوبی بودند. ساختار شیمیایی این مواد رنگزای در شکل ۱ نشان داده شده است.

در این مقاله رنگزای پارچه‌های پلی‌استر و پنبه با مواد رنگزای دیسپرس و راکتیو به روش یک حمامه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن با روش‌های متداول دو حمامه مقایسه گردید. ضمناً آبکافت مواد رنگزای دیسپرس استفاده شده در محلول ارزیابی شد.

۲- بخش تجربی

۲-۱- مواد شیمیایی

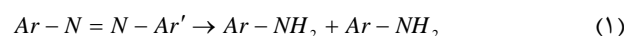
مواد مصرفی در این تحقیق شامل هیدروسولفیت سدیم (۸۷٪)، هیدروکسید سدیم (۹۹٪)، اسید استیک (۱۰۰٪) و سولفات سدیم (۹۹٪) از نوع آزمایشگاهی شرکت مرک بوده است.

۲-۲- روش کار

مواد رنگزای دیسپرس استفاده شده در این مقاله، طبق روش‌های گزارش شده در [۹،۱۰] سنتز شده‌اند.

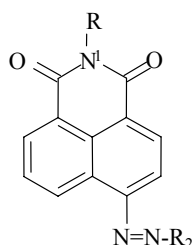
برای تهیه دیسپرسیون مواد رنگزای، مخلوطی از ۱ گرم از هر یک از مواد رنگزای را با ۲ گرم از دیسپرس‌کننده لیوپرینت^۱ (محصول سیبا) و ۴ ml آب به مدت یک ساعت در یک هاون چینی ساییده شد و به مدت ۲۰ ساعت در یک آسیاب گلوله‌ای، آسیاب گردید. مخلوط حاصل به حجم ۱۰۰ ml رسانده شد و با فیلتر ۵ μm صاف گردید. بدین ترتیب سوسپانسیونی با غلظت ۱٪ تهیه شد و برای رنگزای الیاف پلی‌استر به کار رفت.

مواد رنگزای آزو بزرگترین گروه از مواد رنگزای دیسپرس مصرفی در نساجی (حدود ۶۰٪) را تشکیل می‌دهند [۱]. این مواد رنگزای در آب نامحلول هستند و به صورت دیسپرس شده در آب برای رنگزای الیاف پلی‌استر به کار می‌روند. بدلیل عدم انحلال مواد رنگزای دیسپرس در آب، در انتهای رنگزای مقداری از ذرات ماده رنگزای بر روی الیاف رسوب می‌کنند. این رسوب سبب کاهش درخشندگی رنگ و کاهش ثبات شستشویی، مالشی و تصعیدی می‌گردد [۲]. عدم انحلال مواد رنگزای دیسپرس در آب سبب شده است تا این رسوبات را نتوان از طریق شستشوی معمولی از بین برد. روش معمول برای از بین بردن رسوبات مواد رنگزای دیسپرس بر روی الیاف پلی‌استر، شستشوی احیایی می‌باشد. در طی این عملیات، کالای رنگزای شده در حمام حاوی هیدروسولفیت سدیم، هیدروکسید سدیم و شوینده عمل می‌شوند [۳]. در طی عملیات شستشوی احیایی، ترکیبات آزوی موجود در سطح الیاف شکسته شده و به مولکول‌های کوچکتر تبدیل می‌شوند (معادله ۱).



مولکول‌های حاصل از شکسته شدن پیوندهای آزو می‌توانند ترکیبات سمی، خطرناک و گاهی اوقات سرطانزا باشند. علاوه بر آن، مصرف هیدروسولفیت سدیم سبب افزایش BOD^۱ پساب می‌گردد [۴]. در سال‌های اخیر طراحی ساختارهای شیمیایی جدید که منجر به مواد رنگزایی شود که در رنگزای الیاف پلی‌استر با آنها عملیات شستشوی احیایی، حذف و به جای آن عملیات شستشوی قلیایی جایگزین گردد افزایش چشمگیری یافته است [۴-۸]. در این دسته از مواد رنگزای، نیازی به استفاده از هیدروسولفیت سدیم نمی‌باشد. بنابراین، قیمت رنگزای و تصفیه پساب کاهش می‌یابد [۸]. به علاوه اجتناب از عملیات شستشوی احیایی سبب کاهش مصرف آب، مواد شیمیایی و حجم پساب تولیدی می‌شود [۴].

مواد رنگزای آزو دیسپرس بر پایه فلوروسولفونیل، تیوفن، فتالیمید و دی‌استرها مواد رنگزایی هستند که قابلیت حذف شستشوی احیایی را پس از رنگزای الیاف پلی‌استر دارند. این گروه از مواد رنگزای در محیط قلیایی آبکافت شده و به ترکیبات محلول در آب تبدیل



R ₂	R ₁	شماره رنگزای
N,N-diethylaniline	CH ₃	۱
N,N-diethylaniline	CH ₂ COOC ₂ H ₅	۲
2-Naphthol	CH ₂ COOC ₂ H ₅	۳

شکل ۱: ساختار شیمیایی مواد رنگزای دیسپرس بر پایه نفتالیمید.

1- Biological oxygen demand

2- Lyoprint

اسپکتروفوتومتر انعکاسی Mcbeth 7000 A با استاندارد مشاهده کننده 10° زیر منبع نوری D65 اندازه‌گیری شده و مقادیر اختلاف رنگ ΔE نمونه‌های لکه‌گذاری شده بر روی الیاف پنبه توسط مواد رنگزای دیسپرس در فضا رنگ CIELAB به طور مستقیم از دستگاه به دست آمده است. ضمناً بازده رنگی^۵ مواد رنگزا بر روی الیاف پنبه و پلی‌استر از معادله ۲ به دست آمده است که در آن $Z_{10,\lambda}$ ، $Y_{10,\lambda}$ ، $X_{10,\lambda}$ توابع رنگ همانندی برای مشاهده‌کننده استاندارد 10° در هر طول موج و f_k بازده رنگی است (K: ضریب جذب و S: ضریب پراکندگی). محدوده طول موج‌های اندازه‌گیری ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بوده است.

$$f_k = \sum_{400}^{700} (K/S)(x_{10,\lambda} + y_{10,\lambda} + z_{10,\lambda}) \quad (2)$$

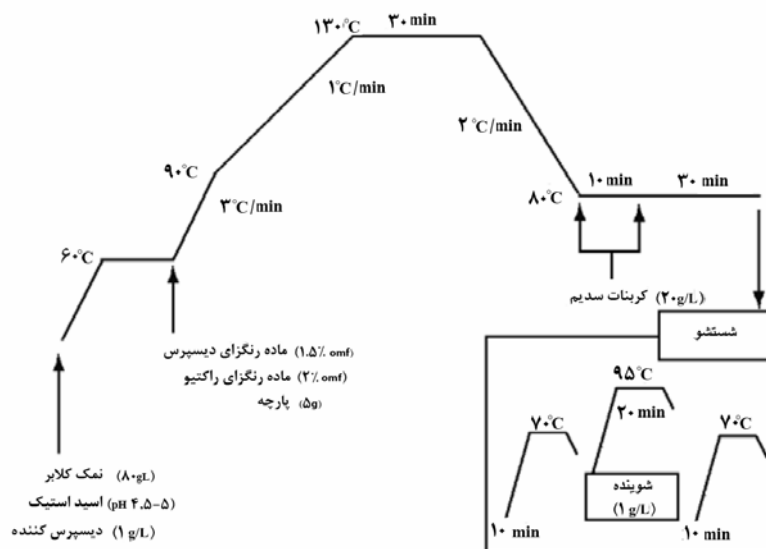
برای آبکافت مواد رنگزا، ۰/۰۵ گرم از هر یک از مواد رنگزا در محلول ۵۰ ml هیدروکسید سدیم با غلظت‌های ۱، ۲/۵ و ۵ g/L در حمامی با 80°C قرار داده شدند. از هر یک از محلول‌ها در طی زمانهای مختلف نمونه‌برداری شده و غلظت مواد رنگزای هیدرولیز شده به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر UV-Vis مدل Cecil 9200 در طول موج حداکثر جذب هر یک از مواد رنگزای ۲ و ۳ (به ترتیب ۵۳۰،۶ و ۵۵۷ نانومتر) به دست آمده‌اند.

- 1- Lotensol
- 2- Irgasol
- 3- C.I. Reactive Red 152
- 4- Color difference
- 5- Color yield

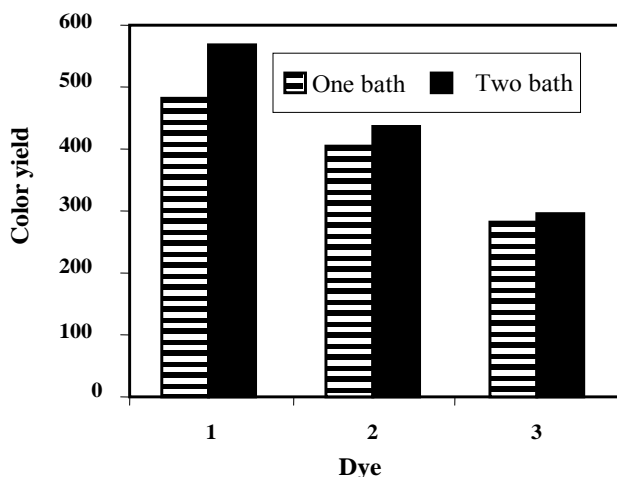
مشخصات پارچه‌های پنبه‌ای و پلی‌استری به کار رفته در این تحقیق، به ترتیب شامل بافت سرزه تار پودی (warp: 26 threads/cm) و weft: 36 threads/cm) و حلقوی پودی ($w_{pe}=16$ ، $C_{pe}=30$) می‌باشند. قبل از رنگریزی، پارچه‌های پلی‌استر و پنبه در حمامی حاوی ۵ g/L شوینده لوتنسول^۱ (از شرکت هانزا) در 80°C به مدت ۲۰ دقیقه شستشو داده شدند.

پارچه‌های پلی‌استر و پنبه در ماشین رنگریزی روتادایر شرکت نساج صنعت یزد با غلظت ۱٪ از ماده رنگزای دیسپرس و $L.R=50:1$ رنگریزی شد. در روش متداول دو حمامه ابتدا جزء پلی‌استر در حمامی حاوی ماده رنگزای دیسپرس (۱٪)، دیسپرس کننده ایرگاسول^۲ DAM (۱٪) و اسید استیک (۰/۵٪، $pH=4.5-5$) رنگریزی شد. پس از آن کالاهای در حمامی حاوی ۳ g/L هیدروسولفیت سدیم، ۲ g/L هیدروکسید سدیم و ۱ g/L شوینده به مدت ۲۰ دقیقه در 80°C شستشو داده شدند. بخش سلولزی پارچه در حمامی حاوی ماده رنگزای راکتیو (۱٪) و نمک گلابر (۴۰ g/L) در 80°C به مدت ۴۰ دقیقه رنگریزی گردید. در نهایت پارچه‌ها با شوینده شستشو داده شد تا مواد رنگزای تثبیت نشده از کالا خارج گردند. ماده رنگزای مصرفی، راکتیو قرمز ۱۵۲^۳ بود. در روش رنگریزی یک حمامه، پارچه‌های پلی‌استر و پنبه مطابق شکل ۲ رنگریزی شد. ابتدا جزء پلی‌استر در 130°C و سپس جزء سلولزی در 80°C رنگریزی گردید. برای مقایسه بازده رنگی بر روی الیاف پلی‌استر، پارچه‌هایی از جنس پلی‌استر و پنبه (به طور جداگانه) در داخل حمام رنگریزی قرار گرفتند و مطابق نمودار شکل ۲ رنگریزی شدند.

رنگ تمامی کالاهای رنگریزی شده به وسیله دستگاه



شکل ۲: رنگریزی پارچه‌های پلی‌استر و پنبه با مواد رنگزای دیسپرس و راکتیو به روش یک حمامه [۱۱].



شکل ۳: بازده رنگی پلی‌استر رنگرزی شده با مخلوط مواد رنگرزی دیسپرس / راکتیو به روش یک حمامه و دو حمامه.

برای سنجش مناسب بودن مواد رنگرزی دیسپرس مورد نظر برای رنگرزی مخلوط پلی‌استر / پنبه به روش یک حمامه، اثر لکه‌گذاری هر سه ماده رنگرزی دیسپرس بر روی الیاف پنبه از طریق اندازه‌گیری اختلاف رنگ بین کالاهای پنبه‌ای لکه‌گذاری شده و کالاهای پنبه‌ای عمل نشده در فرآیند رنگرزی بخش پلی‌استری مخلوط ارزیابی شدند. پس از پایان رنگرزی، بخش پنبه‌ای مخلوط که به طور جداگانه در حمام رنگرزی قرار گرفته بود به سه قسمت مساوی تقسیم شده و یک قسمت آن تحت عملیات شستشوی احیایی، یک قسمت دیگر تحت شستشوی قلیایی و قسمت سوم نیز آبکشی شده و خشک گردید. اختلاف رنگ هر قسمت با کالای پنبه‌ای مرجع به وسیله اسپکتروفوتومتر انعکاسی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که بیشترین اختلاف رنگی بین نمونه‌های شستشو شده به روش احیایی و قلیایی مربوط به ماده رنگرزی ۱ است. یعنی شستشوی قلیایی نتوانسته است اثر لکه‌گذاری ماده رنگرزی ۱ را به مقدار قابل ملاحظه‌ای بر روی پنبه کاهش دهد. در صورتی که شستشوی قلیایی اثر لکه‌گذاری ماده رنگرزی ۳ را به میزان قابل توجهی کاهش داده است. لکه‌گذاری کمتر ماده رنگرزی ۳ به آبکافت این ماده رنگرزی در محیط قلیایی نسبت داده می‌شود. گروه‌های استری و OH در این ماده رنگرزی به گروه‌های عاملی COONa⁻ و O⁻ تبدیل می‌شوند و از الیاف پنبه که خود دارای بار منفی است دور می‌شوند. در حالی که ماده رنگرزی ۱ در محیط قلیایی ملایم آبکافت نشده و لکه‌گذاری بیشتری را بر روی پنبه دارد. ماده رنگرزی ۲ فقط دارای یک گروه استری است که می‌تواند در محیط قلیایی آبکافت شود ولی میزان آبکافت آن کم است لذا اختلاف رنگی دو قسمت شستشو داده شده در محیط قلیایی و احیایی نسبت به ماده رنگرزی ۳ بیشتر است اما از ماده رنگرزی ۱ کمتر می‌باشد (شکل ۴).

اندازه‌گیری ثبات شستشویی هر یک از کالاهای رنگرزی شده مطابق استاندارد ISO 105 CO6/C2S انجام شد. دمای شستشو ۶۰°C و زمان شستشو ۳۰ دقیقه با ۴ g/L شوینده، ۱ g/L پرپورات و ۱ g/L کربنات سدیم بود. ثبات سایشی کالاهای رنگرزی شده نیز مطابق استاندارد ISO 105-X12: 1993(E) اندازه‌گیری شدند.

۳- نتایج و بحث

مزیت استفاده از مواد رنگرزی دیسپرس با قابلیت آبکافت شونده در محیط‌های قلیایی این است که عملیات شستشوی احیایی که در آن هیدروسولفیت سدیم مصرف می‌گردد، حذف شده و آلودگی محیط زیست به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. به علاوه در مصرف مواد، انرژی و آب صرفه جویی می‌گردد. البته این دسته از رنگرها، مزایای دیگری نیز دارند که می‌توان به کاربرد آنها در رنگرزی دو مرحله‌ای و یک حمامه الیاف پلی‌استر / پنبه با مخلوط مواد رنگرزی دیسپرس و راکتیو اشاره نمود [۱۲]. در روش‌های متداول، رنگرزی مخلوط پلی‌استر / پنبه به صورت دو حمامه انجام می‌گیرد. ابتدا بخش پلی‌استری رنگرزی شده و عملیات شستشوی احیایی انجام می‌شود تا مواد رنگرزی سطحی موجود در روی الیاف از بین برود، سپس بخش سلولزی با مواد رنگرزی راکتیو رنگرزی می‌گردد. در حالی که در رنگرزی یک حمامه تمامی مواد رنگرزی و مواد کمکی (به غیر از قلیا) از همان ابتدا به حمام اضافه شده و رنگرزی مطابق نمودار شکل ۲ انجام می‌شود.

سه ماده رنگرزی ۱ تا ۳ به همراه یک ماده رنگرزی راکتیو برای رنگرزی پارچه‌های پلی‌استر و پنبه به هر دو روش یک حمامه و دو حمامه استفاده شد. برای اندازه‌گیری بازده رنگی پلی‌استر رنگرزی شده با هر یک از مواد رنگرزی مصرفی که با اسپکتروفوتومتر انعکاسی اندازه‌گیری شد، دو جزء مخلوط به صورت مجزا در داخل حمام‌های رنگرزی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که بخش پلی‌استری کالاهای رنگرزی شده در روش دو حمامه متداول دارای بازده رنگی بیشتری نسبت به روش رنگرزی یک حمامه هستند (شکل ۳).

کاهش در میزان جذب مواد رنگرزی دیسپرس بر روی الیاف پلی‌استر در روش یک حمامه نسبت به روش دو حمامه به تجمع ذرات مواد رنگرزی دیسپرس در حضور الکترولیت مصرفی نسبت داده می‌شود [۱۲]. لازم به ذکر است که در روش یک حمامه برای جذب مواد رنگرزی راکتیو بر روی الیاف سلولزی حدود ۱۰۰-۴۰ g/L نمک لازم است. در هر حال اختلاف بازده رنگی بر روی الیاف پلی‌استر در روش‌های رنگرزی یک حمامه و دو حمامه به ساختار شیمیایی مواد رنگرزی دیسپرس مورد نظر و روش رنگرزی وابسته است [۱۲]. ماده رنگرزی ۳ بر روی الیاف پلی‌استر دارای بازده رنگی تقریباً یکسانی در روش‌های رنگرزی یک حمامه و دو حمامه است.

نسبت داده می‌شود. این گروه‌ها در محیط‌های قلیایی آبکافت شده و به ترکیبات محلول در آب تبدیل می‌شوند (شکل ۵) و از روی سطح کالا زدوده می‌شوند [۷].

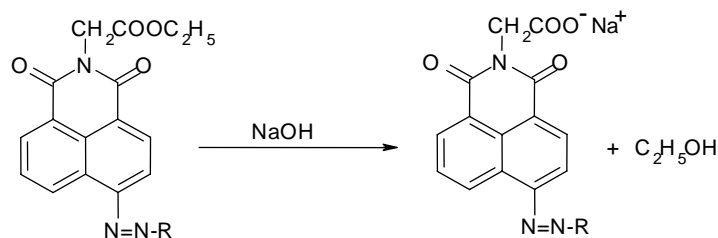
آبکافت مواد رنگزای مذکور در محیط‌های قلیایی و در 80°C نیز نشان می‌دهد که بیشترین مقدار آبکافت به ماده رنگزای ۳ و کمترین مقدار آن به ماده رنگزای ۱ مربوط می‌شود. بررسی سینتیک آبکافت مواد رنگزا در محلولی از هیدروکسید سدیم (2.5 g/L) در 80°C انجام شده و غلظت مواد رنگزای آبکافت شده و سپس غلظت مواد رنگزای اولیه به روش اسپکتروفوتومتری در طول موج حداکثر جذب (به ترتیب برای مواد رنگزای ۲ و ۳ مقادیر 530.6 و 557 نانومتر است) به دست آمدند. نتایج با معادله واکنش مرتبه اول مطابقت داده شدند (معادلات ۳ و ۴).

$$-dC/dt = kC \quad (3)$$

$$-\ln C_t/C_0 = kt \quad (4)$$

که در آن C_0 و C_t غلظت ماده رنگزا به ترتیب در لحظه صفر و زمان t می‌باشند.

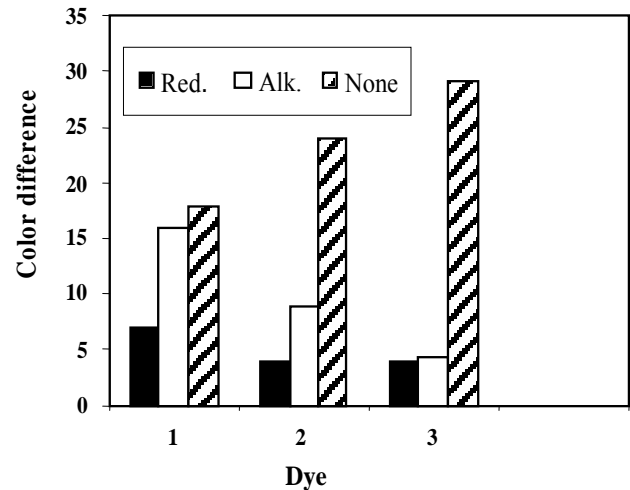
درجه همبستگی منحنی $-\ln C_t/C_0$ برحسب زمان و تبعیت آن از خط راست نشان دهنده تطابق آبکافت مواد رنگزای ۲ و ۳ از معادله سرعت مرتبه اول است (شکل ۶). ثابت سرعت واکنش مشخص می‌کند ($k_{dye 2} = 0.067\text{ min}^{-1}$ و $k_{dye 3} = 0.115\text{ min}^{-1}$) که ماده رنگزای ۳ دارای سرعت آبکافت بیشتری نسبت به ماده رنگزای ۲ است. میزان آبکافت ماده رنگزای ۱ نیز در محیط قلیایی ناچیز است.



شکل ۵: نحوه آبکافت مواد رنگزای دیسپرس سنتز شده حاوی گروه‌های استری.

جدول ۱: ثابت شستشویی و سایشی کالاهای رنگرزی شده.

ثبات سایشی		ثبات شستشویی		ثبات شستشویی		ثبات شستشویی		ماده رنگزا	
شستشوی قلیایی		شستشوی احیایی		بدون شستشو		شستشوی قلیایی		بدون شستشو	
تر	خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر	خشک
۴-۳	۴	۵-۴	۵-۴	۳	۴-۳	۴	۵	۴-۳	۱
۵-۴	۵-۴	۵-۴	۵-۴	۳	۳	۵-۴	۵	۴-۳	۲
۵-۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۵	۴	۳

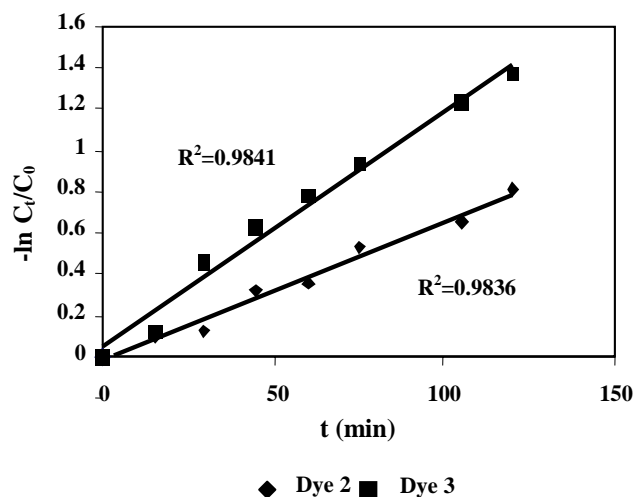


شکل ۴: اثر لکه‌گذاری مواد رنگزای دیسپرس بر روی الیاف پنبه پس از شستشوی احیایی (Red.)، قلیایی (Alk.) و بدون شستشو (None).

اندازه‌گیری ثابت شستشویی و ثابت سایشی کالاهای رنگرزی شده نیز نشان می‌دهد که کالای رنگرزی شده با ماده رنگزای ۱ هنگامی که شستشو داده نشده‌اند دارای ثابت پایین و در طی عملیات شستشوی احیایی دارای ثابت شستشویی بالایی هستند (جدول ۱). شستشوی قلیایی بر افزایش ثابت رنگ در برابر شستشو تأثیر چندانی ندارد. در حالی که در مورد کالاهای رنگرزی شده با مواد رنگزای ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که با عملیات شستشوی قلیایی، ثابت رنگ در برابر شستشو افزایش می‌یابد. افزایش ثابت رنگ کالاهای رنگرزی شده با مواد رنگزای ۲ و ۳ به حضور گروه‌های استری در ساختار شیمیایی آنها

۴- نتیجه‌گیری

روش‌های رنگرزی یک حمامه الیاف مخلوط پنبه / پلی‌استر مزایای فراوانی دارند. در این روش، عملیات شستشوی احیایی حذف شده و مصرف آب، زمان رنگرزی، مواد شیمیایی و حجم پساب کاهش می‌یابند. ساختارهای شیمیایی خاصی از مواد رنگزا لازم است تا بتوان از آنها در روش رنگرزی یک حمامه پارچه مخلوط پنبه / پلی‌استر استفاده نمود. مواد رنگزای دیسپرس بر پایه نفتالیمید حاوی گروه استری نشان دادند که می‌توانند در محیط‌های قلیایی ملایم آبکافت شده و به ترکیبات محلول در آب تبدیل شوند. بنابراین، کالاهای پلی‌استر رنگرزی شده با این گروه از مواد رنگزا قادرند در محیط قلیایی از روی سطح کالا جدا شده و سبب افزایش ثبات رنگ شوند. مواد رنگزای دیسپرس بر پایه نفتالیمید حاوی گروه استری به همراه رنگزای راکتیو، نشان دادند که می‌توانند پارچه‌های پلی‌استر و پنبه را در روش دو مرحله‌ای یک حمامه رنگرزی نمایند.



شکل ۶: سینتیک آبکافت مواد رنگزای ۲ و ۳ در هیدروکسید سدیم ۲.۵ g/L در ۸۰ °C

۵- مراجع

1. Y. Ishikawa, T. Esker, A. E. Leder, Chemical economics handbook, SRI international pub., 2003.
2. J. Koh, Alkali-hydrolysis kinetics of alkali-clearable azo disperse dyes containing a fluorosulphonul group and their fastness properties on PET/cotton blends. *Dyes Pigments*. 64 (2005), 17-23.
3. D. M. Nunn, The dyeing of synthetic-polymer and acetate fibres, The dyers company publications trust (1979) 411.
4. J. S. Koh, J. P. Kim, Application of phthalimide-based alkali-clearable azo disperse dyes on polyester and polyester/cotton blends. *JSDC*. 114(1998), 121-124.
5. J. H. Choi, S. H. Hong, E. J. Lee, A. D. Towns, Structure-wet fastness relationship of some blue disperse dyes for polyester. *JSDC*. 116(2000), 273-278.
6. P. W. Leadbetter, A. T. Leaver, Disperse dyes- the challenge of the 1990s. *Rev. Prog. Coloration*. 19(1989), 33-39.
7. J. H. Choi, S. H. Hong, A. D. Towns, High fastness heterocyclic azo disperse dyes bearing ester functions. *JSDC*. 115(1999), 32-37.
8. J. Koh, A. J. Greaves, Synthesis and application of an alkali-clearable azo disperse dye containing a fluorosulfonyl group and analysis of its alkali-hydrolysis kinetics. *Dyes Pigments*. 50 (2001), 117-126.
9. K. Gharanjig, M. Arami, H. Bahrami, B. Movassagh, N. M. Mahmoodi, S. Rouhani, Synthesis, spectral properties and application of novel monoazo disperse dyes derived from N-ester-1,8-naphthalimide on polyester fibres. *Dyes Pigments*. 76 (2008), 684-689.
10. A. Khosravi, S. Moradian, K. Gharanjig, F. Afshar Taromi, Synthesis and spectroscopic studies of some naphthalimide based disperse azo dyestuffs for the dyeing of polyester fibres. *Dyes Pigments*. 69(2006), 79-92.
11. J. Koh, Alkali-hydrolysis kinetics of alkali-clearable azo disperse dyes containing a fluorosulfonyl group and their fastness properties on PET/cotton blends. *Dyes Pigments*. 64(2005), 17-23.
12. J. Koh, H. Y. Yoo, J. P. Kim, One-bath dyeing of poly (ethylene terephthalate)/ cotton blends with alkali-clearable azo disperse dyes containing a fluorosulphonyl group. *Color. Technol*. 120(2004), 156-160.