

کاهش رنگدگی پارچه پنبه‌ای رنگری شده با رنگینه‌های واکنش پذیر دو عاملی حین شستشوی خانگی با مواد پلیمری

Bleeding Reduction of Cotton Fabrics Dyed with Bifunctional Reactive Dyes during Laundering Using Polymeric Materials

پیمان ولیپور^{۱*}، محمد اسماعیل یزدانشناس^۲، مجید منتظر^۳، نقی سعادتجو^۴

۱- تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده مهندسی، واحد علوم تحقیقات، صندوق پستی ۷۵/۱۴۱۵

۲- یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۱۵۵/۸۹۱۹۵

۳- تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۴۱۳

۴- تهران، شرکت پاکسان، واحد تحقیق و توسعه، صندوق پستی ۴۷۷/۱۳۱۸۵

دریافت: ۸۴/۳/۲۵، پذیرش: ۸۴/۵/۳۰

چکیده

پارچه‌های رنگری شده با رنگینه‌های واکنش پذیر دو عاملی نسبت به رنگینه‌های تک عاملی در فرایند شستشوی خانگی و صنعتی ثبات شستشویی بیشتری دارند. ولی، هنوز مشکل تغییر رنگ و لکه گذاری روی پارچه در فرایند شستشوی خانگی وجود دارد. وجود سفیدکننده پروکسیدی همراه با شوینده، با شکستن پیوند لیف - رنگینه، موجب تغییر رنگ پارچه‌های رنگی و لکه گذاری روی پارچه‌های همراه می‌شود. بدین منظور استفاده از موادی که قابلیت جلوگیری از خروج رنگینه آبکافت شده و نشست مجدد آن را روی پارچه دارند، همواره مورد توجه تولید کنندگان پودرهای شوینده تجاری بوده است. در این پژوهش، از کوپلیمر وینیل ایمیدازول - وینیل پیرولیدون (پلیمر ۱) و پلی گوانیدین (پلیمر ۲) برای محافظت رنگینه و واکنش پذیر دو عاملی در سطح پارچه و سلوفون رنگی و همچنین نگهداری رنگینه‌های آبکافت شده در محلول شوینده استفاده شده است. نمونه‌های رنگی در محلول شوینده دارای کوپلیمر وینیل ایمیدازول - وینیل پیرولیدون ضمن کاهش تغییر رنگ، لکه گذاری کمتری روی پارچه همراه داشته‌اند. همچنین، تغییر رنگ نمونه‌ها در محلول شوینده حاوی پلی گوانیدین کمتر از شستشو با پلیمر ۱ و بدون پلیمر بوده است. در این پژوهش، رنگینه واکنش پذیر Remazol Red RB با گروه‌های عاملی FCP/VS ثبات شستشویی کمتری نسبت به رنگینه واکنش پذیر Remazol Red RB با گروه‌های عاملی MCT/VS دارد.

واژه‌های کلیدی

رنگینه واکنش پذیر، پارچه پنبه‌ای، سفید کننده پروکسیدی، شوینده خانگی، کاهش رنگدگی

مقدمه

شیمیایی محسوب می‌شوند [۱،۲]. ثبات شستشویی منسوجات سلولوزی رنگری شده با رنگینه واکنش پذیر معمولاً خوب است. ثبات شستشویی آنها به نوع و تعداد گروه‌های عاملی و نوع گروه رابط (bridging group) بستگی دارد [۳-۵]. پیوندهای کووالانسی رنگینه‌های

رنگینه‌هایی که با نیروهای فیزیکی - شیمیایی به لیف متصل می‌شوند، معمولاً ثبات شستشوی ضعیفی دارند. این نیروها برهمکنش ضعیفی داشته، برگشت پذیر هستند. نیروهای واندروالسی، جاذبه یونی، پیوندهای هیدروژنی و برهمکنش آبریز جزء نیروهای فیزیکی -

Key Words

reactive dye, cotton fabrics, peroxide bleaching, laundry detergent, bleeding reduction

نساجی خزرریس، سلوفون سلولوزی با ضخامت 0.3 mm محصول شرکت Yuyao Paper Mill، رنگینه های واکنش پذیر دو عاملی با نامهای تجاری Levafix Navy Blue E-BNA با گروه عاملی FCP/VS و Remaolz Red RB با گروه عاملی MCT/VS، صابون استاندارد ECE [۱۷]، سدیم پرورات تتراهیدرات (SP) و تتراستیل اتیلن دی آمین (TAED) از شرکت SDL، کوپلیمر ۱ - وینیل ایمیدازول، ۱ - وینیل ۲ - پیرولیدون (پلیمر ۱) و همچنین پلی گوانیدین (پلیمر ۲) استفاده شده است. ساختار شیمیایی رنگینه ها و مواد پلیمری مورد استفاده در جدول ۱ گزارش شده است.

دستگاهها

در این پژوهش، دستگاه رنگرزی مدل Ahiba Polymat ۱۰۰۰ ساخت سوئیس و طیف نورسنج جذبی UV-Vis ساخت شرکت Shimadzo ژاپن بکار گرفته شد.

روشها

رنگرزی

رنگرزی در دمای 30°C و نسبت L به R برابر ۱:۳۰ آغاز و سپس محلول 70 g/L نمک طعام به مخلوط اضافه و پس از 10 min رنگینه حل شده به محلول رنگرزی افزوده شد. پس از 20 min مقدار 20 g/L سدیم کربنات را اضافه کرده، بعد از 30 min ، دمای حمام با سرعت $75^\circ\text{C}/\text{min}$ به 90°C افزایش یافت. فرایند رنگرزی بعد از 60 min پایان یافت. سپس، نمونه ها خارج و کاملاً با آب سرد، گرم و آب جوش و صابون شسته شدند.

ابتدا نمونه های سلوفون برای نفوذ و یکنواختی در فرایند رنگرزی به مدت 1 h در آب جوش عمل آوری شدند. رنگرزی در دمای اتاق با افزودن رنگینه انتخابی به محلول نمک طعام (70 g/L) آغاز و سپس سلوفون در حمام رنگرزی غوطه ور شد، بعد از 10 min مقدار 20 g/L سدیم کربنات به حمام رنگرزی اضافه شد، بعد از 20 min دمای محلول با سرعت $75^\circ\text{C}/\text{min}$ به 60°C افزایش و مدت 90 min رنگرزی ادامه یافت. سپس، نمونه ها خارج و کاملاً با آب سرد، گرم و جوش و صابون شسته شدند.

در نهایت نمونه ها با آب گرم و سرد کاملاً آبکشی شده، بین دو کاغذ جاذب خشک و در ظرف درب بسته نگهداری شدند.

شستشو

نمونه ها به ابعاد $100 \times 40 \text{ mm}$ انتخاب شدند و بین پارچه همراه قرار گرفتند و اطراف آنها با نخ پلی استر بخیه شد. نمونه های آماده شده با پلیمر و بدون آن در محلول شستشوی استاندارد [۱۶] شامل 4 g/L صابون ECE بدون فسفات، 1 g/L سدیم پرورات تتراهیدرات و 0.5 g/L

واکنش پذیر با سلولوز در شرایط شستشو حاوی مواد سفید کننده، ضعیف بوده، آبکافت می شوند. اصولاً رنگینه آبکافت شده در محلول آبی یا شستشو به راحتی از پارچه خارج شده، ممکن است روی سطح پارچه همراه جذب شود [۵-۹]. با توجه به اینکه حبس فیزیکی رنگینه نامحلول درون لیف، ثبات شستشویی بسیار خوبی را بوجود می آورد، بنابراین حین شستشو با شوینده خانگی حاوی سفیدکننده پروکسیدی برخی از پیوندهای رنگینه - لیف در پارچه های رنگرزی شده با رنگینه واکنش پذیر شکسته شده، رنگینه آبکافت شده به راحتی از لیف خارج می شود و به محلول شستشو مهاجرت می کند. رنگینه های واکنش پذیر آبکافت شده محلول در آب بوده، به راحتی در سطح پارچه پنبه ای همراه جذب شده، لکه ایجاد می کنند [۵،۶،۱۰].

ثبیت کننده های مختلفی به منظور تثبیت رنگینه های مستقیم روی لیف سلولوزی تولید شده است که بعد از رنگرزی روی پارچه بکار می روند. این مواد ممکن است برای رنگینه های دیگر نیز کاربرد داشته باشند [۱۱،۱۲]. برخی از پژوهشگران همچنین دریافته اند که تعدادی از پلیمرهای کاتیونی نیز می تواند از خروج اولیه رنگینه از پارچه هنگام شستشو جلوگیری کند [۹]. پلیمرهای کاتیونی به سادگی در سطح پارچه پنبه ای رنگی قرار گرفته، با رنگینه مستقیم کمپلکس رنگ - پلیمر ایجاد می کنند. بدین ترتیب کمپلکس رنگ - پلیمر ایجاد شده نسبت به رنگینه مستقیم انحلال پذیری کمتری در آب دارد. از این رو، در شستشوی پارچه های رنگی مقدار خروج رنگینه در محلول شستشوی حاوی پلیمر بسیار کمتر از مقدار آن در محلول شستشوی بدون پلیمر است. پلی وینیل پیرولیدون (PVP)، پلی وینیل ایمیدازول (PVI) و ترکیب این دو (PVP/PVI) این قابلیت را دارند که با رنگینه موجود در حمام شستشو، کمپلکس ایجاد کنند [۱۳،۱۴]. این پلیمرها با قطبیت زیاد در محلول شستشو از بار موقتی برخوردار می شوند که مقدار پروتون دار شدن آنها به pH محیط بستگی دارد. کمپلکس رنگ - پلیمر در محلول شستشو به شکل معلق بوده، تمایل آن به لیف نسبت به رنگ خیلی کمتر است، بنابراین سبب کاهش مقدار لکه گذاری روی پارچه می شود [۱۵].

در این پژوهش، اثر افزودن دو نوع ماده پلیمری به محلول شستشوی استاندارد [۱۶] روی ثبات شستشویی پارچه سلولوزی رنگرزی شده با رنگینه های واکنش پذیر انتخابی با نامهای تجاری Levafix Navy Blue E-BNA و Remaolz Red RB که در ادامه به ترتیب با اختصار R_1 و R_2 نام برده می شود، در دماهای مختلف (50°C ، 60°C و 90°C) مطالعه و تغییرات رنگ نمونه های پنبه ای و سلوفون رنگرزی و شسته شده و همچنین مقدار لکه گذاری روی پارچه پنبه ای همراه بررسی شده است.

تجربی

مواد

در این پژوهش، پارچه ی پنبه ای با بافت تافته سفیدگری شده محصول شرکت

جدول ۱ ساختار شیمیایی رنگینه‌ها و مواد پلیمری مورد استفاده.

نام رنگینه و مواد پلیمری	نام شرکت سازنده	ساختار شیمیایی
Levafix Navy Blue E-BNA (C.I. Reactive Blue ۲۲۵)	Dystar	
Remazol Red RB (C.I. Reactive Red ۱۹۸)	Dystar	
کوپلیمر ۱- وینیل ایمیدازول و ۱- وینیل ۲- پیرولیدون	BASF	
پلی گوانیدین	Clariant	

رنگینه واکنش‌پذیر دو عاملی R_1 و R_2 در محلولهای شستشوی بدون پلیمر و با پلیمر ۱ و ۲ در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نمایی از وضعیت رنگی پارچه قبل، حین و بعد از شستشو در شکل ۳ نشان داده شده است.

رنگینه واکنش‌پذیر دو عاملی R_1 نسبت به رنگینه واکنش‌پذیر دو عاملی R_2 تغییر رنگ بیشتری را نشان داده است (شکل ۱). لکه‌گذاری این رنگینه‌ها نیز در شکل ۲ آمده است. چون گروه واکنش‌پذیر VS در هر دو رنگینه وجود دارد، بنابراین بنظر می‌رسد که گروه عاملی FCP در این رنگینه در کاهش تغییر رنگ و همچنین افزایش بیشتر لکه‌گذاری رنگینه واکنش‌پذیر دو عاملی R_1 (بدون در نظر گرفتن رنگساز رنگینه‌ها و نوع گروه رابط آنها) مؤثر باشد [۵، ۶]. به هر حال با افزایش دمای شستشو تغییر رنگ افزایش یافته است (شکل ۱). TAED در محلول بازی سدیم پربورات تتراهیدرات، سبب تولید پراستیک اسید می‌شود (واکنش ۱) که قدرت سفیدکنندگی آن بیشتر از هیدروژن پروکسید تولید شده از سدیم پربورات تتراهیدرات بدون وجود TAED است [۵].

برای درک بهتر اثر پراستیک اسید روی آبکافت رنگینه واکنش‌پذیر، رنگینه‌های R_1 و R_2 به طور خالص در محلول حاوی سدیم پربورات و

TAED با نسبت L:G برابر ۵۰:۱ در دمای ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۵ و ۹۵°C به مدت ۳۰ min شسته شدند. بعد از شستشو، نمونه‌ها از دو طرف باز شده، به مدت ۱۰ min آبکشی و در دمای ۶۰°C به طور آویزان خشک شدند. نمونه‌های سلفون نیز بعد از آبکشی در شرایط فشار ثابت بین کاغذ خشک شدند.

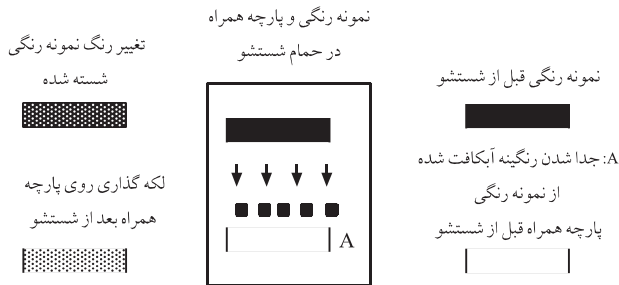
تعیین ثبات شستشو

تغییر رنگ (ΔE) نمونه‌های شسته شده و پارچه‌های همراه به وسیله سامانه CIE Lab با دستگاه Data Colour در منبع نوری D65 اندازه‌گیری شد و نسبت تغییر رنگ نمونه‌های سلفون رنگرزی شده با سلفونهای رنگرزی شسته شده با اندازه‌گیری مقدار جذب آنها به وسیله دستگاه طیف نورسنج جذبی معین شد.

نتایج و بحث

بررسی ثبات شستشوی پارچه‌های رنگرزی شده

مقدار تغییرات رنگ و لکه‌گذاری نمونه‌های رنگرزی شده با دو نوع



شکل ۳ نمایی از انتقال رنگینه آبکافت شده از نمونه رنگرزی شده به حمام و انتقال برخی از آنها روی سطح پارچه همراه.

نوع پلیمر به محلول شستشو توانسته از آبکافت رنگینه واکنش پذیر دو عاملی یا به عبارت دیگر شکستن پیوند رنگینه - لیف در نمونه رنگی جلوگیری کند (جدول ۲ و شکل ۱).

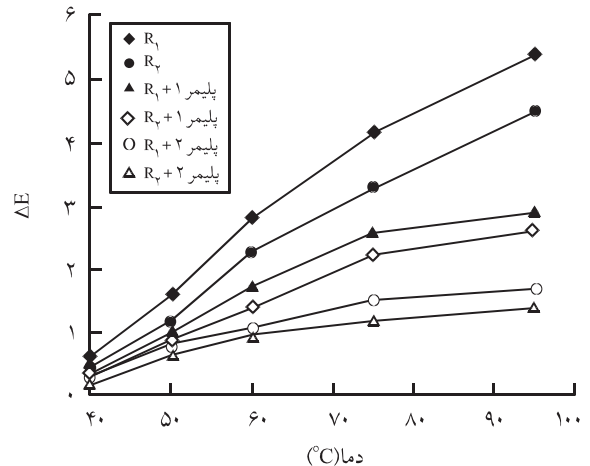
در دمای بیش از 60°C و شرایط قلیایی، فعالیت پراستیک اسید بیشتر شده است [۵، ۱۳] که سبب افزایش جدایی پیوندهای لیف - رنگینه خواهد شد (جدول ۲). با مشاهده کاهش لکه گذاری در دمای بیشتر بنظر می رسد که مقداری از رنگینه های آبکافت شده (رنگینه هایی که از نمونه رنگی وارد حمام شستشو شده است)، با اکسیژن نوزاد حاصل از پراستیک اسید تخریب شده اند (شکل ۲ و جدول ۲).

کاهش لکه گذاری در دمای شستشوی بیش از 60°C روی پارچه همراه بنظر می رسد که به دلیل کاهش تمایل رنگینه واکنش پذیر دو عاملی آبکافت شده به لیف (شکل ۵) و تخریب رنگینه واکنش پذیر دو عاملی (خارج شده از لیف در حمام شستشو (جدول ۲)) و همچنین اثر پلیمر در نگهداری رنگینه های آبکافت شده در حمام شستشو باشد (شکل ۲). با تکرار عملیات شستشو، نمونه های رنگی با پلیمر تغییرات رنگ بیشتری نشان دادند (شکل های ۴ و ۵).

در دمای 40°C با افزودن پلیمر ۱ به محلول شوینده، تغییر رنگ قابل ملاحظه ای نسبت به نمونه های عمل آوری شده بدون پلیمر مشاهده نشده است. با افزایش دمای شستشو تغییر رنگ بیشتر شده است (شکل ۱). همچنین، تغییر رنگ در شستشوی نمونه ها با پلیمرهای ۱ و ۲ در دمای بیشتر از 60°C کمتر از شستشو بدون پلیمر بوده است. با توجه به نتایج

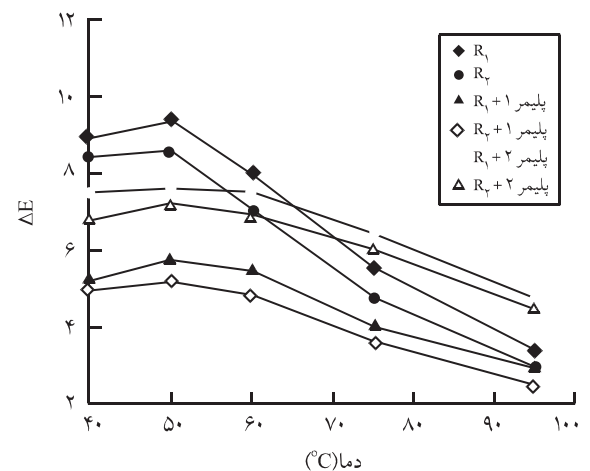


واکنش ۱



شکل ۱ اثر دما و نوع پلیمر در تغییر رنگ پارچه های رنگرزی شده با رنگینه واکنش پذیر دو عاملی R_1 و R_2 در محلول شوینده حاوی $\text{SP } 1 \text{ g/L}$ و $\text{TAED } 0.15 \text{ g/L}$ ، $\text{ECE } 4 \text{ g/L}$

TAED قرار داده شده، به مدت 140 min گرم شدند، سپس جذب نمونه ها به وسیله طیف نورسنج جذبی UV-Vis اندازه گیری شد. در تمام شرایط اعمال شده با افزایش دما، غلظت رنگینه در حمام قلیایی حاوی سدیم پربورات ترا هیدرات و TAED کاهش یافته است (جدول ۲). همچنین از نتایج جدول ۲ مشاهده می شود که با افزایش دما مقدار طیف جذب محلول رنگی کاهش یافته است، بنابراین بنظر می رسد مقدار قابل ملاحظه ای از رنگینه خالص یا آبکافت شده در محلول حاوی سفیدکننده پروکسیدی تخریب شده است. به هر حال، افزودن دو



شکل ۲ اثر دما و نوع پلیمر در لکه گذاری پارچه های رنگرزی شده با رنگینه های واکنش پذیر دو عاملی R_1 و R_2 در محلول شوینده حاوی $\text{SP } 1 \text{ g/L}$ و $\text{TAED } 0.15 \text{ g/L}$ ، $\text{ECE } 4 \text{ g/L}$

جدول ۲ تغییرات نسبت طیف جذب رنگینه عمل نشده به رنگینه عمل شده $(A_0/A)^*$ در محلول بازی سدیم پربورات تترا هیدرات و TAED با پلیمر و بدون آن در دماهای مختلف به مدت ۱۴۰ min.

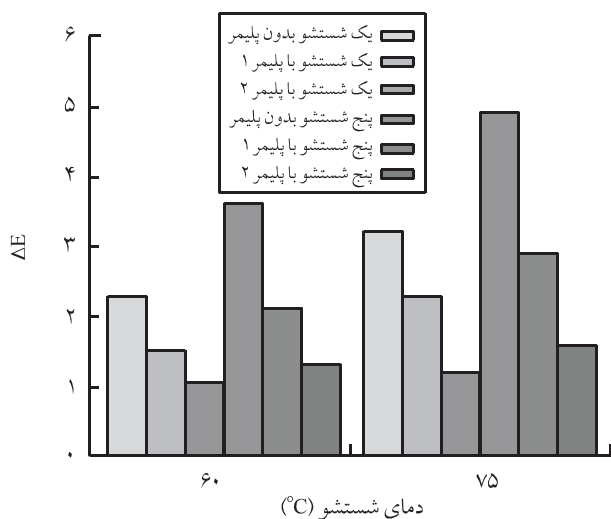
تغییرات نسبت جذب رنگینه عمل نشده به رنگینه عمل شده					شرایط	λ_{max} (nm)	نوع رنگینه
۹۵°C	۷۵°C	۶۰°C	۵۰°C	۴۰°C			
۷۴۹۵	۷۲۳۷	۷۱۲۱	۷۰۵۵	۷۰۱۷	بدون پلیمر با پلیمر ۱ با پلیمر ۲	۶۰۳	Levafix Navy Blue E-BNA (R _۱)
۷۱۰۵	۷۰۹۸	۷۰۶۸	۷۰۲۶	۷۰۱۲	بدون پلیمر با پلیمر ۱ با پلیمر ۲	۵۱۶	Remazol Red RB (R _۲)

* A_0 جذب محلول رنگینه قبل از عملیات گرمایی و A جذب محلول رنگینه بعد از عملیات گرمایی است.

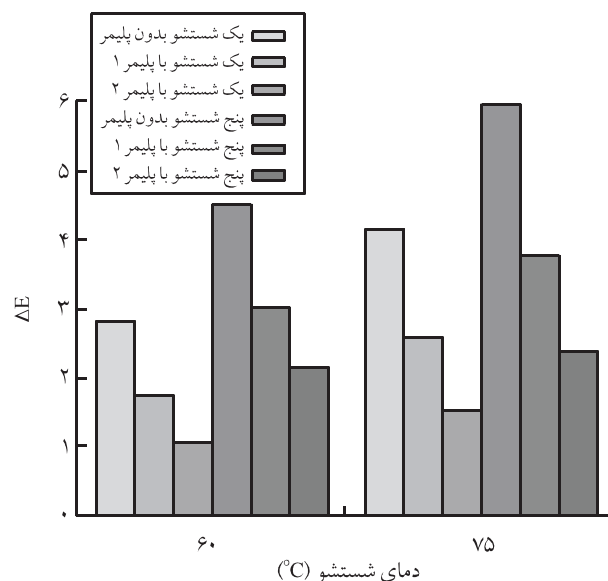
کارایی پلیمر ۱ را به عنوان عامل کاهش دهنده لکه گذاری نشان می‌دهد. کاهش لکه گذاری، ممکن است به دلیل تخریب رنگینه‌های موجود در حمام شستشو باشد (جدول ۲). افزون بر این، رنگینه‌های آبکافت شده در مجاورت پلیمر ۱ تمایل کمتری به لکه گذاری نشان داده‌اند (شکل ۸). رنگینه R_۱ تغییر رنگ و لکه گذاری بیشتری نسبت به رنگینه R_۲ نشان داده است (شکل ۸). تغییر رنگ نمونه‌های شستشو شده با پلیمر ۲ در دمای مختلف، نسبت به شستشوی بدون پلیمر و با پلیمر ۱ کمتر است (شکل ۱). به هر حال لکه گذاری روی پارچه همراه نسبت به حالت شستشو با پلیمر ۱ بیشتر است (شکل‌های ۲ و ۸).

بنظر می‌رسد که محلول شوینده دارای پلیمر ۲، نمی‌تواند به خوبی

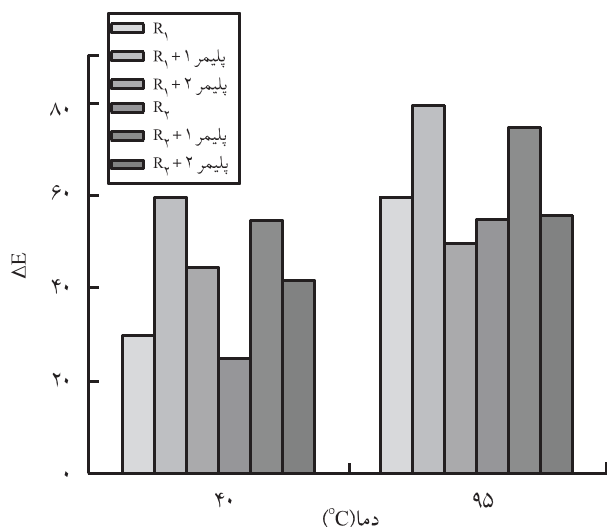
بدست آمده از جدول ۲ و شکل‌های ۴ و ۵ بنظر می‌رسد که وجود پلیمر ۱ در شستشوی متوالی نمونه‌ها در دماهای ۶۰ و ۷۵°C به منظور جلوگیری از خروج رنگینه‌های آبکافت شده از سطح لیف بهتر عمل کرده است. تغییر رنگ و لکه گذاری نمونه‌های شستشو شده در مجاورت پلیمر ۱ در دمای بیش از ۶۰°C نسبت به شستشوی بدون پلیمر کمتر بوده است (شکل ۱ و ۲). با توجه به جدول ۱ و شکل‌های ۴ و ۵ وجود پلیمر ۱ در دماهای بیشتر شستشو موجب جلوگیری از خروج رنگینه‌های آبکافت شده از سطح پارچه و همچنین نفوذ رنگینه‌های آبکافت شده موجود در حمام شستشو به سطح پارچه‌های همراه شده است. به علاوه شکل ۶



شکل ۵ اثر توالی شستشو بر مقدار تغییر رنگ نمونه‌های رنگرزی شده با رنگینه R_۲.



شکل ۴ اثر توالی شستشو بر مقدار تغییر رنگ نمونه‌های رنگرزی شده با رنگینه R_۱.

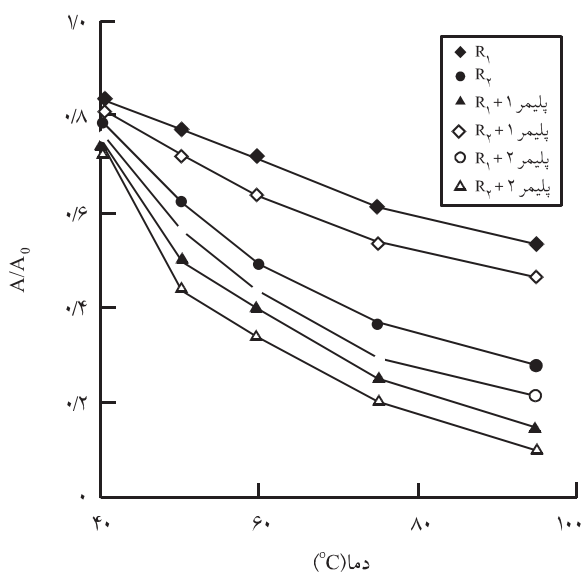


شکل ۸ سفیدی پارچه در حمام رنگی حاوی رنگینه های پودری R₁ و R₂ (۵٪ درصد) در محلول سدیم پریورات تترا هیدرات و TAED با پلیمر و بدون آن.

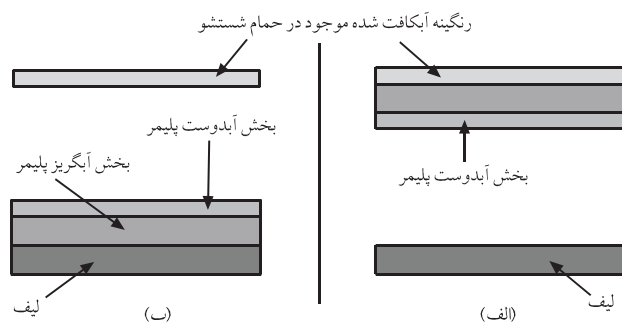
حالتهای شستشو، رنگینه R₁ نسبت به رنگینه R₂ پایداری کمتری دارد.

بررسی ثبات شستشوی سلوفون رنگرزی شده

نمونه های سلوفون رنگی در محلول شستشوی با و بدون پلیمر ۱ و ۲ در دمای ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۵ و ۹۵°C عمل آوری شدند. نمونه های رنگی بعد از

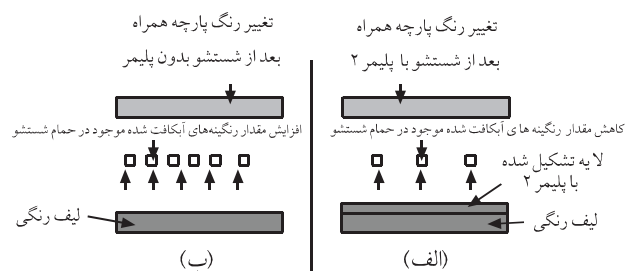


شکل ۹ اثر دما و نوع پلیمر در لکه گذاری سلوفونهای رنگرزی شده با رنگینه های R₁ و R₂ در محلول شوینده دارای ۴ g/L ECE، ۱ g/L SP و ۰/۱۵ g/L TAED.



شکل ۶ نمای از کارایی پلیمر ۱: (الف) محافظت رنگینه در محلول شستشو و (ب) محافظت پارچه همراه در محلول شستشو.

رنگینه های آبکافت شده موجود در حمام شستشو را محافظت کند یا به عبارت دیگر از لکه گذاری رنگینه های آبکافت شده موجود در حمام شستشو روی پارچه همراه جلوگیری کند. شکل ۷ نمایی از کارایی پلیمر ۲ در محلول شستشو را برای محافظت از خروج رنگینه از کالای رنگی نشان می دهد. بنابراین، پلیمر ۲ تنها به عنوان عامل محافظت کننده از رنگینه واکنش پذیر دو عاملی آبکافت شده روی پارچه های رنگرزی شده محسوب می شود و نقش چندانی در حبس رنگینه های آبکافت شده موجود در حمام شستشو ندارد (شکل ۸). همچنین، تغییر رنگ نمونه ها بعد از ۵ مرتبه شستشو در مجاورت پلیمر ۲ نسبت به حالت های شستشوی بدون پلیمر و با پلیمر ۱ کمتر است (شکل های ۴ و ۵). در حالی که مقدار لکه گذاری روی پارچه سفید نسبت به شستشو با پلیمر ۱ بیشتر است. با توجه به نتایج بدست آمده بنظر می رسد استفاده از پلیمر ۲ برای شستشوی پارچه های رنگرزی شده با رنگینه های حساس به مواد سفید کننده پروکسیدی، مناسب است. همچنین، با توجه به کم بودن ثبات شستشوی پارچه های رنگی در محلول شوینده دارای سدیم پریورات تترا هیدرات و TAED، پلیمر ۱ لکه گذاری کمتری را نسبت به حالت های دیگر دارد. افزون بر این، در همه



شکل ۷ نمایی از کارایی پلیمر ۲: (الف) شستشوی پارچه رنگرزی شده در محلول شستشو حاوی پلیمر ۲ و (ب) شستشوی پارچه رنگرزی شده در محلول شستشو بدون پلیمر.

راحتی از پارچه خارج شده و به حمام شستشو مهاجرت کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

وجود سفیدکننده پروکسیدی در شوینده‌های خانگی موجب افزایش تغییر رنگ و لکه‌گذاری پارچه می‌شود. با افزایش دما، مقدار تغییر رنگ بیشتر شده، با تخریب رنگساز رنگینه مقدار لکه‌گذاری نیز کاهش می‌یابد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن پلیمر ۱ به محلول شستشو در دماهای ۷۵ و ۹۵°C سبب کاهش تغییر رنگ و لکه‌گذاری نمونه‌ها شده است، که می‌توان علت آن را افزایش اثر محافظت‌کنندگی پلیمر روی پارچه رنگی مربوط دانست. همچنین، نشان داده شده که پلیمر ۱ به مقدار زیادی از جذب رنگینه‌های آبکافت شده روی پارچه سفید جلوگیری می‌کند.

وجود پلیمر ۲ در حمام شستشو موجب کاهش شدید تغییر رنگ پارچه شده است، تا جایی که لکه‌گذاری روی پارچه همراه نسبت به حالت قبل بیشتر شده است. بنظر می‌رسد که این پلیمر شبیه تثبیت‌کننده‌های رنگینه‌های مستقیم عمل کرده، با قرارگیری روی نمونه‌های رنگی از خروج رنگینه جلوگیری کرده است.

افزون بر این، آزمایش شستشو به همراه این دو پلیمر روی نمونه‌های سلوفون رنگرزی شده نشان می‌دهد که جلوگیری از خروج رنگینه واکنش‌پذیر دو عاملی حین شستشو می‌تواند به دلیل ایجاد لایه‌ای پلیمری روی پارچه رنگی باشد. همچنین، کاهش لکه‌گذاری در اثر شستشو در محلول حاوی پلیمر ۱ نشان‌دهنده محافظت (کمپلکس رنگینه - سلولوز) رنگینه و جلوگیری از جذب آنها به وسیله پارچه‌های همراه است.

مراجع

1. Phillips D., Duncan M., Jenkins E., Bevan K., Lloyd J. and Hoffmeister J., The Development of a Test to Predict Colour Fading of Cotton Fabrics after Multicycle Laundering with a Bleach-containing Domestic Detergent, *J. Soc. Dyers Colourists*, **112**, 287-294, 1996.
2. Boardman C. and Jarvis A.N., The Prevention of In-Wash Dye Transfer, *Rev. Prog. Colour*, **30**, 63-66, 2000.
3. Aiken J. D., Sampath M. and Swift R. A., Method of Launder-

آبکشی به وسیله سطح فعال غیر یونی در دمای جوش به مدت ۱۵ min عمل آمده، بعد از آبکشی بین کاغذ در فشار ثابت خشک شدند. با استفاده از این روش رنگهای آبکافت شده که قابلیت خروج از نمونه‌های سلوفون را در محلول شستشو حاوی پلیمر نداشتند کاملاً خارج شدند [۱۸].

نسبت تغییرات رنگ نمونه اولیه (A₀) به نمونه عمل آمده (A) به وسیله طیف نورسنج جذبی UV-Vis اندازه‌گیری شده است. سلوفون رنگرزی شده با رنگینه R_۱ در حالت شستشو بدون پلیمر، تغییر رنگ بیشتری نسبت به سلوفون رنگرزی شده با رنگینه R_۲ نشان می‌دهد (شکل ۹). تغییر رنگ ممکن است به دلیل شکسته شدن پیوند سلوفون - رنگینه و تخریب رنگساز رنگینه در محلول شستشو حاوی سفیدکننده پروکسیدی باشد (جدول ۲) [۱، ۶]. یکی از عوامل افزایش تغییر رنگ سلوفون رنگرزی شده با رنگینه واکنش‌پذیر دو عاملی R_۱ حاوی گروه FCP/VS در محلول شوینده حاوی سفیدکننده پروکسیدی بنظر می‌رسد به دلیل وجود گروه پیریمیدین در این رنگینه باشد [۵، ۶]. با افزایش دمای شستشو تغییر رنگ نمونه‌های سلوفون شسته شده افزایش یافته است. همچنین، با افزودن پلیمر ۱ به محلول شستشو مقدار رنگدگی و تغییر رنگ نسبت به شستشو بدون پلیمر در دماهای مختلف کاهش یافته است. همچنین، مقدار تغییر رنگ در دمای بیش از ۶۰°C کمتر شده است که می‌تواند به علت اثر بهتر پلیمر ۱ در محافظت رنگینه آبکافت شده در سطح سلوفون باشد. همچنین، نمونه‌های سلوفون رنگی شستشو شده با پلیمر ۲ تغییر رنگ کمتری نسبت به پلیمر ۱ داشته‌اند (شکل ۹).

نمونه‌های سلوفون رنگی شسته شده با پلیمر ۲ تغییر رنگ و رنگدگی بیشتری نسبت به حالت شستشو در محلول حاوی پلیمر ۱ داشته است. نمونه‌های شسته شده بدون پلیمر تغییر رنگ بیشتر و رنگدگی آن بسیار کمتر بوده است. در این حالت بنظر می‌رسد که در فرایند شستشو، رنگینه‌های آبکافت شده به دلیل عدم وجود محافظ روی سلوفون به

ing Soiled Fabrics by Non-aqueous Detergent Formulated to Control Dye Transfer and Sudsing in High Efficiency Washing Machines, *US Pat. 6,348,441*, 2002.

4. Kinoshita M., Ikeda A. and Arai K., Warning System for Vehicle, *US Pat. 5,757,949*, 1998.
5. Valipour P., Yazdanshenase M.E., Montazer M. and Saadatjou N., Effect of Detergent Containing Oxidative Bleaching Agents on Cotton Fabric Dyed with Bifunctional Reactive Dyes, *8th*

- Asian Textile Conference*, Tehran, Iran, 5, 9-11 May, 2005.
6. Yazdanshenase M.E., *Instability of Reactive Dying to Oxidation*, PhD Thesis, Polytechnique University of Leicester, 71-86, 1978.
 7. Ratee I.D. and So K.F., The Hydrolysis of the Bonds between Fiber Reactive Dyes and Cellulose by Sodium Perborate and Hydrogen Peroxide Solutions, *Dyes and Pigments*, **1**, 121-137, 1980.
 8. Sugane A., Watanabe A., Okada Y. and Morita Z., The Stability of Monochlorotriazinyl Reactive Dyes on Cellulose Films in Aqueous Alkaline Solutions Containing Peroxide Bleaching Agents, *Dyes and Pigments*, **50**, 223-241, 2001.
 9. Cardamone J.M., Marmer W.N., Blanchard E.J., Lambert A.H. and Bulan-Brady J., Pretreatment of Wool/Cotton for Union Dyeing, Part 1: Resins Plus Choline Chloride, *Text. Chem. Colorists*, **28**, 19-23, 1996.
 10. Ratee I.D. and Gomes J., The Instabilization of Dye-Fiber Bonds by Peroxide Treatment, *J. Soc. Dyers Colour*, **101**, 319-326, 1985.
 11. Hull M. and Scowen R.V., Detergent Composition Containing PVP and Process of Using Same, *US Pat. 4,954,292*, 1990.
 12. Giede K., Giesen B., Hoeffkes H. and Meffert A., Soil-collecting Cleaning Enhancers in Aqueous Surfactant Laundering and Cleaning Solutions, *US Pat. 4,761,249*, 1988.
 13. Brown D.R., Kellett P.J., Norman W.I., Owen R.T. and Swift R.A., Method of Laundering with a Low Sudsing Granular Detergent Composition Containing Optimally Selected Levels of a Foam Control Agent Bleach Activator/Peroxygen Bleaching Agent System and Enzyme, *US Pat. 5,762,647*, 1998.
 14. Boeckh D. Jager H.U. and Lux J.A., Polycationic Condensates as Color Transfer Inhibiting and Color Release Reducing Additive to Detergents and Fabric Conditioners, *US Pat. 6,262,011*, 2001.
 15. Haffmann H., Dynamic Behaviour of Alcohol Drops in Dilute Solutions of an Amine Oxide, *Tenside Surf. Det.*, **32**, 462-468, 1995.
 16. Tests for Colour Fastness-Part C08: Colour Fastness to Domestic and Commercial Laundering Using Non-phosphate Reference Detergent Incorporating a Low Temperature Bleach Activator, ISO 105-C08, 2001.
 17. Philips D., Lakhanapal R., Bevan G. and Liloyd J., An International Interlaboratory Trial of the Proposed ISO 105- C08 Test Procedure: A Single Wash Test Protocol Using a Detergent Incorporating a Low-temperature Bleach Activator, *J. Soc. Dyers Colourists*, **115**, 339-341, 1999.
 18. *The Analytical Chemistry of Synthetic Dye*, Venkataraman K.A. (Ed.), Wiley-Interscience, India, Chap.15, 1977.