



انجمن علمی صنایع رنگ ایران

# AMNC

available online @ amnc.ir

نشریه علمی پژوهشی مواد پیشرفته و پوشش‌های نوین - ۱۷ (۱۳۹۵) ۱۲۰۴-۱۱۹۵

## خواص فیزیکی و رنگریزی کالای سلولزی عمل شده با ماده رنگزای راکتیو قرمز ۱۹۸ در حضور سیال یونی از نوع ایمیدازولین هیدروکلراید

محمدعلی توانایی<sup>۱\*</sup>، سید منصور بیدکی<sup>۱</sup>، مهدی صفی<sup>۲</sup>، حامد اشتریان<sup>۱</sup>، فرهود نجفی<sup>۳</sup>

۱. دانشکده مهندسی نساجی پردیس فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد

۲. گروه پژوهشی فیزیک رنگ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران

۳. گروه پژوهشی رزین و افزودنیها، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران



در این پژوهش، تأثیر یک سیال یونی از نوع ایمیدازولین هیدروکلراید در فرایند رنگریزی پارچه پنبه ای با ماده رنگزای راکتیو مورد مطالعه قرار گرفته است. غلظت های مختلفی از سیال یونی از ۰/۵ تا ۱۰ گرم بر لیتر حین فرایند رنگریزی مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل های مختلف انعکاسی، مورفولوژیکی، خواص کششی و ثبات های رنگی انجام شد. نتایج نشان داد سیال یونی قادر به بهبود چشمگیر رنگ پذیری پارچه پنبه ای است. رنگریزی نمونه ها در مجاور مقداری برابر ۳٪ از مایع یونی باعث حصول بیشترین اختلاف رنگ  $\Delta E^*_{ab}$  گردید. تصاویر سطحی الیاف حاکی از تأثیر سیال یونی بر تغییرات سطحی و ایجاد خلل و فرج در سطح الیاف است. همچنین استفاده از این ماده سبب کاهش جزئی استحکام نخ ها در جهات تار و پود پارچه ها گردید. ثبات شستشویی نمونه ها به طور کامل بدون تغییر رنگ بوده و ثبات نوری پارچه ها کاهش جزئی را نشان داد.

چکیده

تاریخ دریافت:

۹۴/۲/۲۱

تاریخ پذیرش:

۹۴/۵/۲۴

رنگریزی، پارچه پنبه ای، ماده رنگزای راکتیو، سیال یونی،

ایمیدازولین هیدروکلراید

واژگان کلیدی

## ۱) مقدمه

مایعات یونی<sup>۱</sup> در سال های اخیر به عنوان حلال یا سیال برای محدوده وسیعی از کاربردها به مقدار قابل توجهی مورد استفاده قرار گرفته است [۱]. طبیعت غیرفرار سیالات یونی فرصتی پدید آورده است تا ورود مواد سمی و آلاینده به جو کاهش یابد که خود مزایای زیست محیطی مثبت فراوانی به همراه دارد [۲]. امروزه سیالات یونی، بدلیل خواص منحصر بفرد شیمی- فیزیکی از قبیل پایداری گرمایی بالا (در بسیاری از آنها)، محدوده وسیع مایع بودن، رسانش یونی، ظرفیت بالای حلالیت، فشاربخار قابل اغماض و اشتعال ناپذیر بودن به عنوان یک حلال ایده آل برای شیمی سازگار با محیط زیست، توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است [۳-۴]. این سیالات با نام "حلال های طراحی یا مهندسی شده" شناخته می شوند [۵]، زیرا می توان بخش های اصلی تشکیل دهنده آن که شامل کاتیون، آنیون و زنجیره های آلکیلی است را از میان گزینه های بسیار زیاد و متنوع برای حصول هدف خاص، انتخاب نمود [۵]. استفاده از سیالات یونی در فرایندهای شیمی از دیر باز رایج بوده است، لیکن مصرف این مواد در صنعت نساجی بسیار جدید بوده و اولین کاربرد صنعتی آن به عنوان حلال سبز سلولز در تولید الیاف ویسکوز به روش ترریسی بوده است [۶-۸]. در مطالعه پیشین ما که به مطالعه تأثیر سیال یونی بر قابلیت ریسنجی مذاب و خواص مکانیکی الیاف پلی اتیلن ترفتالات اختصاص داشت، ملاحظه گردید استفاده از سیال یونی در فرایند های با دمای زیاد به دو دلیل دشوار است: دلیل اول جذب رطوبت بالای این مواد است که بسیار به رطوبت حساس بوده و بلافاصله در محیط رطوبت جذب می کنند. از این رو خشک کردن اولیه آنها دشوار بوده و انتقال آن به دستگاه ریسنجی نیز بسیار حساس و با جذب رطوبت همراه است. دلیل دوم، ناپایداری و تخریب حرارتی این سیالات در دماهای ذوب ریسی و کاهش بیش از حد قابلیت ریسنجی الیاف پلی اتیلن ترفتالات بود [۹]. علیرغم گزارش برخی مقالات در خصوص به کارگیری سیالات یونی در فرایندهای مذاب [۱۰-۱۳]، لیکن نتایج موفقیت آمیز از این سیالات اغلب در فرایندهای تر مشاهده شده است [۱۴-۲۵]. یکی از این زمینه ها که کاربرد سیال یونی را مورد بررسی قرار داده است، فرایند رنگرزی بوده است [۲۶-۲۸]. یوان<sup>۲</sup> و همکارانش [۲۶، ۲۷] گزارش کردند که استفاده از سیال یونی در بهبود جذب رنگزای اسیدی به الیاف پشم مؤثر است.

صفا و همکارانش [۲۸] نیز استفاده از سیال یونی هنگام رنگرزی پارچه ۱۰۰٪ پلی استری را مورد مطالعه قرار دادند و تأثیر بهبود بخش هرچند کمی را در جذب رنگ کالای پلی استری هنگام رنگرزی در دمای بالا (HT) گزارش کردند. با توجه به تازگی استفاده از سیالات یونی در فرایندهای رنگرزی، در این پژوهش تأثیر یک نوع سیال یونی سنتز شده با کاتیون بر پایه ایمیدازولین، آنیون هیدروکلراید و زنجیر آلکیلی ۱۸ کربنی، در فرایند رنگرزی پارچه پنبه ای با ماده رنگزای راکتیو مورد مطالعه قرار گرفت. متأسفانه هیچگونه اطلاعاتی در مورد مکانیزم عمل این مواد در حین رنگرزی گزارش نشده است. لذا مکانیزمی نظری در این خصوص پیشنهاد شد و صحت آن با نتایج تجربی بدست آمده، بررسی شد. برای این کار غلظت های مختلفی از سیال یونی از ۰/۵ تا ۱۰ گرم بر لیتر حین فرایند رنگرزی استفاده شد. برای ارزیابی میزان جذب رنگ و تغییرات شاخص های رنگی نمونه ها از آزمون طیف سنجی انعکاسی استفاده گردید. تصاویر میکروسکوپ الکترونی برای بررسی تغییرات سطحی الیاف پنبه در اثر عملیات رنگرزی همراه با سیال یونی تهیه گردیدند. تغییر استحکام نمونه ها برای بررسی تأثیر سیال یونی همزمان با رنگرزی بر خواص پارچه های پنبه ای مورد مطالعه قرار گرفت. ثبات های نوری و شستشویی نیز برای مطالعه دقیق تر رفتار رنگرزی نمونه ها ارزیابی گردیدند.

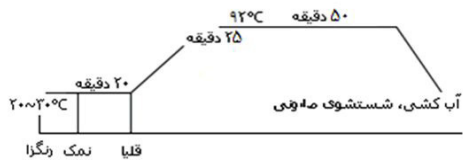
## ۲) بخش تجربی

### ۲.۱) مواد

پارچه مورد مطالعه ۱۰۰٪ پنبه ای با تراکم تاری و پودی به ترتیب ۲۶ و ۲۴ در سانتیمتر و نمره نخ های آن در جهت های تار و پود به ترتیب ۳۰ و ۲۶/۷ انگلیسی (Ne) بود. سیال یونی ایمیدازولین هیدروکلراید با تعداد ۱۸ کربن در زنجیر متصل به حلقه ایمیدازولینی با وزن مولکولی  $M_w = 345/01$  تهیه شده در موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ ایران، مورد استفاده قرار گرفت. ساختار شیمیایی سیال یونی پایه ایمیدازولین استفاده شده در شکل ۱ ارائه گردیده است. بوتیل گلایکل صنعتی برای حل نمودن کامل سیال یونی در آب و تأثیر گذاری بهتر نقش سیال یونی حین فرایند رنگرزی، مورد استفاده قرار گرفت. کلرید سدیم و کربنات سدیم ساخت شرکت مرک آلمان با خلوص آزمایشگاهی به عنوان نمک

1 Ionic liquids  
2 Yuan

دمای جوش شستشو و با آب مقطر آبکشی و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ °C خشک شدند.



شکل ۳) نسخه رنگری مورد استفاده

برای بررسی مقادیر جذب رنگزا توسط هر یک از نمونه‌ها، مقادیر انعکاس طیفی توسط دستگاه طیف سنج، مدل ۷۰۰۰A ساخت شرکت مکث استفاده گردید. اندازه‌گیری‌ها در محدوده مرئی ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر و با هندسه اندازه‌گیری d/8 انجام شد. مقدار K/S بعنوان شاخصی برای تعیین میزان جذب و قدرت رنگی رنگزا از معادله کیوبلکا-مانک (معادله ۱) تعیین شد.

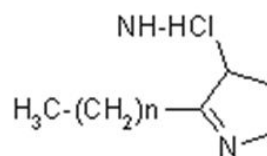
$$K/S = (1-R)^2/2R \quad (1) \text{ معادله}$$

در معادله ۱، R مقدار انعکاس اندازه‌گیری شده از نمونه‌ها است. مقادیر مختصات رنگی CIELAB نمونه‌ها تحت روشی استاندارد D65 و مشاهده کننده استاندارد CIE1964 (o10) محاسبه شد. لازم به ذکر است به دلیل کدوری حاصل از استفاده از سیال یونی در حمام رنگری و احتمال زیاد ایجاد خطا در نتایج، روش طیف سنجی جذبی مورد استفاده قرار نگرفت. از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی<sup>۱</sup>، ساخت شرکت تسکان کشور جمهوری چک برای بررسی دقیق تغییرات سطحی الیاف در ساختار پارچه‌های رنگری شده استفاده گردید. پیش از آن نمونه‌ها در دستگاه پراش نانو ذرات طلا تحت شرایط خلاء به منظور ایجاد رسانایی و تهیه تصاویر با کیفیت مناسب، به طور کامل پوشش داده شدند. ولتاژ دستگاه ۱۵ کیلو ولت و بزرگنمایی مورد استفاده ۱۰۲۱ برابر تنظیم گردید.

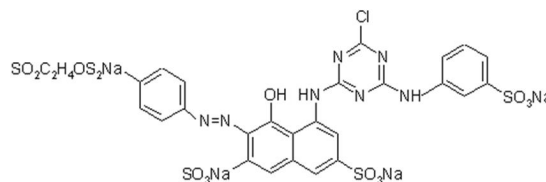
جدول ۱) نسخه رنگری مورد استفاده برای پارچه پنبه ای با ماده رنگری راکتیو همزمان با کاربرد سیال یونی

زمان رنگری در دمای جوش (Min)	دمای رنگری (°C)	L:G	نمک (g/L)	کربنات سدیم (%)	بوتیل گلاکلیکل (cc)	رنگزا (%)
۳۰	۹۲	۵۰:۱	۲۰	۲۰	۳	۲

و تثبیت کننده ماده رنگری راکتیو در فرایند رنگری پارچه پنبه ای استفاده گردید. ماده رنگری راکتیو مورد استفاده قرمز ۱۹۸ ساخت شرکت الوان ثابت<sup>۱</sup> با ساختار شیمیایی ارائه شده در شکل ۲ بوده است.



شکل ۱) ساختار شیمیایی سیال یونی پایه ایمیدازولین



شکل ۲) ساختار شیمیایی ماده رنگری راکتیو قرمز ۱۹۸

## ۲(۲) روش کار

برای مطالعه تأثیر سیال یونی از نسخه رنگری کالای پنبه‌ای با مواد رنگری راکتیو (جدول ۱) استفاد گردید. لازم به ذکر است هفت غلظت مختلف سیال یونی از ۰/۵ تا ۱۰ گرم بر لیتر به ترتیب ۰/۵، ۱، ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۰ گرم بر لیتر، همزمان در حمام رنگری استفاده گردید و نتایج با نمونه شاهد (بدون استفاده از سیال یونی) مقایسه گردید.

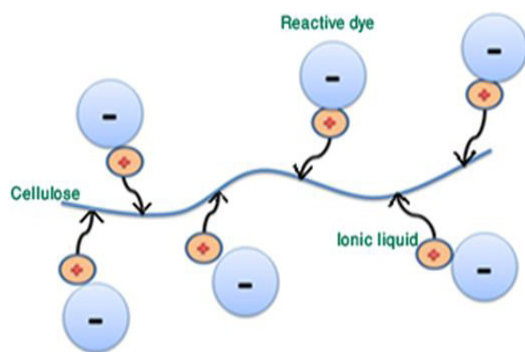
نسخه رنگری مورد استفاده در این پژوهش در شکل ۳ ارائه شده است. عملیات رنگری در بشر و با استفاده از حمام بن ماری، انجام شد. بر اساس روش مورد استفاده یوان و همکارانش [۲۶] برای شستشوی نمونه بعد از عمل با سیال یونی از محلول اتانول در دمای جوش استفاده گردید، تمامی نمونه‌ها سه مرتبه با اتانول در

1 C.I. Reactive Red 198

1 Scanning Electron Microscope (SEM)

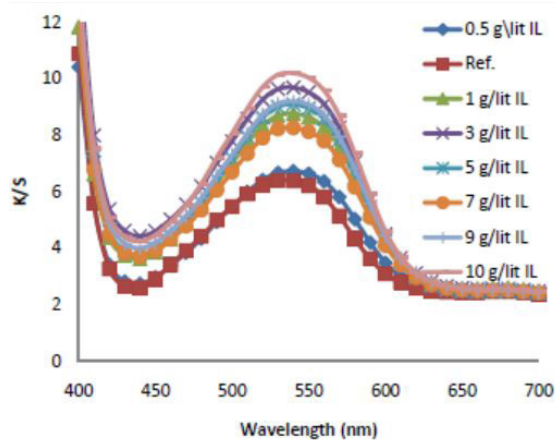


در رنگریزی فوق با مکانیزم کاهش شارژ منفی بین رنگزا و لیف و در نتیجه بهبود مقدار جذب ماده رنگزا در لیف پرخوردار باشد. این ساز و کار به صورت شماتیک در شکل ۴ نشان داده شده است. برای تعیین صحت عملکرد ساز و کار پیشنهادی، نتایج حاصل از رنگریزی و اندازه‌گیری خواص فیزیکی نمونه منسوج رنگریزی شده به شرح زیر بررسی شد.



شکل ۴) شمایی از مکانیزم احتمالی تاثیر سیال یونی کاتیونی در رنگریزی کالای سلولزی با مواد رنگزای آنیونی (راکتیو)

شکل ۵ رفتار طیفی K/S را نشان می دهد. بر اساس این نتایج می توان اذعان نمود، با افزایش غلظت سیال یونی، آن تا محدوده ای از غلظت‌ها (۳ گرم بر لیتر) قادر به بهبود قابل توجه رنگ پذیری پارچه پنبه ای می شود. بین پارچه رنگریزی شده پنبه ای بدون استفاده از سیال یونی با تمامی نمونه هایی که در حضور سیال یونی رنگریزی شده اند اختلاف در عمق رنگریزی قابل مشاهده است. برای مثال می توان نمونه شاهد را با نمونه رنگریزی شده در حضور ۳ گرم بر لیتر سیال یونی مقایسه نمود. افزایش مقدار مایع یونی تا غلظت ۳ گرم بر لیتر با افزایش ۳ واحدی در مقدار جذب (K/S) همراه بوده است.



شکل ۵) تاثیر مقدار مایع یونی در حمام رنگریزی بر عمق رنگی پارچه پنبه ای رنگریزی شده با ماده رنگزای راکتیو. منحنی های K/S نمونه ها در طیف مرئی

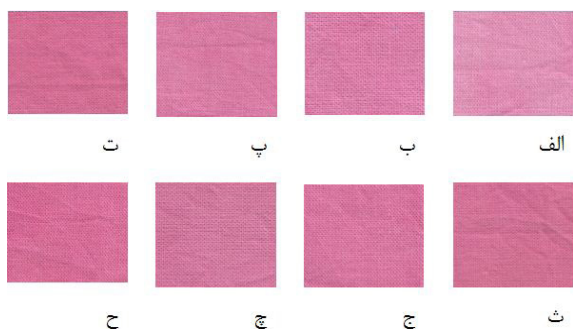
برای سنجش میزان استحکام نخ از دستگاه آزمون خواص کششی ساخت شرکت شرلی انگلستان مدل SDL-mini 150 استفاده شد. همچنین سل اعمال نیروی ۱۰ kg مختص نخ مورد استفاده قرار گرفت. پیش از انجام آزمایش، با استفاده از خط کش دستگاه، فاصله بین دو فک بالایی و پایینی به اندازه ۲ cm تنظیم گردید. هنگامی که نمونه مورد نظر بین فک های دستگاه قرار گرفت، سرعت دستگاه طوری تنظیم گردید که زمان پارگی نمونه  $20 \pm 3$  ثانیه باشد. برای بررسی تغییرات استحکام نمونه ها بعد از فرایند رنگریزی، استحکام تعداد ۱۰ رشته نخ از جهت تار و ۱۰ رشته نخ در جهت پود مورد ارزیابی و میانگین استحکام بیست رشته نخ ذکر شده به عنوان شاخص استحکام پارچه گزارش گردید. همچنین بدلیل ترکیبی بودن میانگین گزارش شده تنها به عنوان یک شاخص ارزیابی برای مقایسه تغییرات، انحراف معیار از میانگین اعداد درج نگردید.

برای تعیین مقاومت رنگ کالای رنگریزی شده در برابر نور روز از دستگاه ثبات نوری دارای لامپ قوس زنون که نوری معادل نور روز تولید می کند استفاده شد. نمونه های مورد آزمایش را در دستگاه قرار داده، به صورتی که نیمی از نمونه ها در معرض نور و نیمی دیگر پوشیده آزمایش مطابق استاندارد Xenotest ISO105-B02 انجام گردید و نمونه ها به مدت ۸۶ ساعت درون جعبه نور قرار گرفتند، سپس اختلاف رنگ مشاهده شده در مقایسه با معیار آبی مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای اندازه گیری ثبات شستشویی پس از رنگریزی، نمونه ها به طور کامل آب کشی شده و در یک حمام صابونی توسط یک سطح فعال غیر یونی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر و نسبت L:G ۳۰:۱ در دمای ۵۰ °C شسته شده تا از عدم حضور ماده رنگزای باقیمانده اطمینان حاصل شود. سپس ثبات های شستشویی به روش استاندارد ISO 105-CO3-1989(E) ارزیابی گردید. نمونه مرکب از پارچه پنبه ای رنگریزی شده، پارچه پنبه ای رنگریزی نشده و پارچه پشمی رنگریزی نشده در ابعاد یکسان تهیه گردید. تغییر رنگ نمونه و لکه گذاری بر روی پارچه های همراه در مقایسه با معیار خاکستری و معیار لکه گذاری ارزیابی گردید.

### ۳) نتایج و بحث

با توجه به یافته‌های قبلی و همچنین ساختار یونی ماده رنگزای راکتیو، لیف سلولزی و سیال یونی، به نظر می‌رسد مواد سیال یونی بواسطه بار مثبت اولیه خود قادر به اتصال با لیف سلولزی و ماده رنگزای راکتیو حاوی بار منفی باشند. لذا پیش بینی می‌شود حضور سیال یونی استفاده

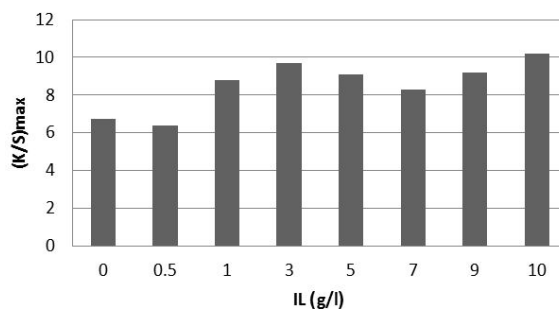


شکل ۷) تصاویر نمونه های رنگریزی شده پارچه پنبه ای با مقادیر مختلف سیال یونی و ماده رنگزای راکتیو. الف) نمونه شاهد، ب) ۰/۵ g/L (پ)، ۱ g/L (ت)، ۳ g/L (ث)، ۵ g/L (ج)، ۷ g/L (چ)، ۹ g/L (ح)، ۱۰ g/L (ح)

بر اساس نتایج حاصل می توان عنوان نمود با افزایش غلظت مایع یونی هر سه مختصات رنگی یعنی روشنایی، خلوص و زاویه فام تغییر یافته است. اما مقدار این تغییرات در بعضی از غلظت های استفاده شده از مقدار مایع یونی محسوس است. مقدار اختلاف رنگ محاسبه شده مقدار تغییرات حاصل شده را بهتر مشخص می نماید. بیشترین مقدار اختلاف رنگ (۵/۷۴) بین نمونه مرجع با نمونه حاوی ۳٪ از مایع یونی به دست آمده است. از این مقدار به بعد به ازاء افزایش در مقدار مایع یونی، افزایش قابل توجهی در مقدار اختلاف رنگ حاصل از نمونه های رنگریزی شده در حضور مایع یونی و بدون حضور مایع یونی مشاهده نمی گردد. با توجه به نتایج بدست آمده برای خلوص (\*C) مشاهده می گردد بین مرجع و ۳٪ مقدار برداشت تغییر نکرده است. با توجه به مقادیر \*L عمق بیشتری درک می شود. لذا به نظر می رسد سیال یونی مصرفی توانسته تا حدی در افزایش عمق رنگزا بر روی کالا تاثیر گزار باشد. با توجه به بیرنگ بودن سیال یونی مصرفی، تاثیر محسوسی بر تغییر فام نمونه ها مشاهده نمی گردد. مقادیر \*b نشان می دهد افزایش مقدار مایع یونی، منجر به کاهش محتوی آبی با کاهش مقدار \*b نسبت به نمونه مرجع شده است.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی روشی از سطح الیاف برخی نمونه پارچه های رنگریزی شده در شکل ۸ ارائه شده است. دو نکته مهم از این تصاویر دریافت می شود که می تواند دلایلی برای افزایش جذب رنگ حاصل تلقی گردند. نکته اول تغییرات سطحی بر اثر خوردگی الیاف در تماس با سیال یونی حین فرایند رنگریزی که در تصاویر ب تاج شکل ۸ قابل مشاهده است. این تغییرات به دلیل تأثیر حلالیت

برای تفسیر بهتر نتایج شکل ۵، مقادیر K/S در طول موج حداکثر جذب تعیین و در شکل ۶ ترسیم شد. نتایج همانگونه که ذکر شد، نشان می دهد به ازاء مقادیر ۳، ۹ و ۱۰ گرم بر لیتر از سیال یونی، مقدار جذب رنگزا از بیشترین مقدار خود در مقایسه با دیگر مقادیر مصرفی از سیال یونی برخوردار است. همانگونه که مشاهده می شود کسب مقادیر بالای جذب از رنگزا بر روی لیف سلولزی به ازاء افزودن هر مقدار سیال یونی منطقی نیست. در مقایسه مقدار ۳ و ۱۰ گرم بر لیتر از سیال یونی مشاهده می گردد در این شرایط به ازاء مقداری در حدود یک سوم، عمقی برابر حاصل شده است. لذا به نظر می رسد نقطه ۳ درصد نقطه پهنه در مصرف سیال یونی استفاده شده در شرایط رنگریزی فوق باشد.



شکل ۶) تغییرات مقدار جذب رنگزا بر حسب K/S در بیشترین طول موج جذب (۵۴۰ نانومتر) در برابر مقدار مایع یونی مصرف شده

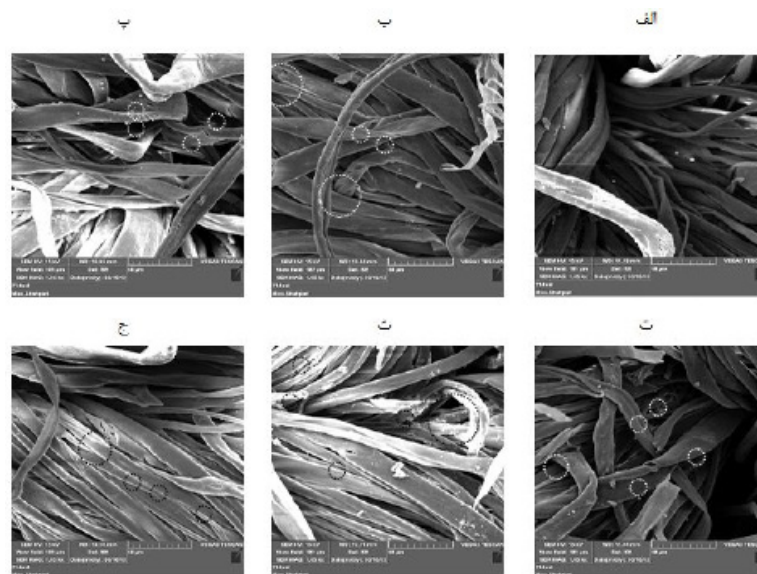
بررسی ها نشان داده که وجود مقادیر سیال یونی از یک حد به بعد با تشکیل میسل های بزرگتر یا پیوستن میسل ها به یکدیگر از پیوستن مواد رنگزا به میسل کاسته و در نتیجه افزایش عمق رنگ مورد انتظار ایجاد نمی شود [۲۹، ۳۰]. در هر صورت افزایش زیاد سیال یونی در مقادیر ۹ و ۱۰ گرم در لیتر باعث افزایش جذب شده است، لیکن تشکیل میسل های احتمالی، افزایش مقادیر جذب را در مقادیر کمتری از حد مورد انتظار قرار داده است. تصاویر تهیه شده از نمونه پارچه های پنبه ای رنگریزی شده در حضور غلظت های مختلف سیال یونی در شکل ۷ ارائه شده است. بررسی تصاویر شکل ۷ حاکی از رنگریزی یکنواخت پارچه پنبه ای در تمامی رنگریزی های انجام شده با غلظت های مختلف سیال یونی است. در جدول ۲ نتایج مختصات رنگی نمونه ها در سیستم CIELCH به همراه مقدار اختلاف رنگ محاسبه شده ( $\Delta E^*ab$ ) بین هر نمونه با نمونه مرجع (نمونه صفر گرم بر لیتر از مایع یونی) ارائه شده است. همچنین مقادیر \*b جهت بررسی محتوی زردی نمونه های عمل شده با مایع یونی گزارش شده اند.

جدول ۲) نتایج مختصات رنگی نمونه ها به همراه مقادیر اختلاف رنگ محاسبه شده ( $\Delta E^*ab$ ) در غلظت های مختلف از سیال یونی به کار رفته

$\Delta E^*ab$	h	b*	c*	L*	غلظت سیال یونی (g/L)
---	۳۳۲	-۱۳/۲۳	۱۸/۳۸	۳۶/۰۰	۰
۱/۵۱	۳۲۹	-۱۲/۲۲	۱۸/۴۰	۳۵/۰۸	۰/۵
۴/۱۳	۳۳۴	-۱۱/۴۳	۱۹/۰۶	۳۱/۹۳	۱
۵/۷۴	۳۴۰	-۸/۳۶	۱۸/۳۵	۳۰/۸۵	۳
۴/۵۲	۳۳۵	-۷/۸۹	۱۹/۴۹	۳۱/۷۲	۵
۳/۶۶	۳۳۶	-۸/۰۷	۱۷/۸۷	۳۲/۵۵	۷
۴/۰۷	۳۳۶	-۶/۲۹	۱۸/۴۷	۳۱/۳۶	۹
۶/۰۰	۳۳۸	-۸/۰۸	۱۹/۸۰	۳۰/۴۵	۱۰

صد در صد پنبه ای پس از رنگریزی با غلظت های مختلف سیال یونی نسبت به نمونه رنگریزی شده بدون استفاده از سیال یونی نیز موید حلالیت سطح و تخریب حاصل در الیاف پنبه نمونه های رنگریزی شده در حضور سیال یونی است. نکته مهم که باید به آن توجه نمود، تأثیر بیشتر میسل های حاصل از سیال یونی به کار رفته در افزایش رنگ پذیری نسبت به تغییرات سطحی الیاف است. لازم به ذکر است با بررسی عملکرد مایع یونی پیش از رنگریزی (در حمام جداگانه) بر کالای پنبه ای، نشان داد که این ماده نه تنها سبب بهبود رنگپذیری نمی شود بلکه باعث تغییر در محتوی زردی کالا نیز می گردد.

سیالات ایمیدازولیومی بر پلیمرهای سلولزی است که پیش از این توسط محققین دیگری نیز بدان اشاره شده است [۳۱-۳۳]. نکته دوم که با ترسیم دوائر نقطه چین در تصاویر ب تاج متمایز گردیده است، ترک ها و حفراتی است که در سطح الیاف بوجود آمده و در نمونه عمل نشده با سیال یونی ملاحظه نگردید. این حفرات نیز می توانند مکانهایی برای نفوذ بیشتر رنگزا به درون ساختار تلقی گردند. یکی دیگر از دلایل افزایش جذب ماده رنگزا در اثر استفاده از سیال یونی را می توان به تغییرات سطحی حاصل در الیاف پنبه در ساختمان پارچه نسبت داد. نتایج تغییرات خواص کششی نخ های تار و پود پارچه



شکل ۸) تصاویر میکروسکوپ الکترونی روشی تهیه شده از سطح الیاف نمونه پارچه های پنبه ای با غلظت های مختلف سیال یونی. غلظت سیال یونی (g/L): الف) ۰ (بدون سیال یونی)، ب) ۰/۵، پ) ۱، ت) ۳، ث) ۵ و ج) ۱۰



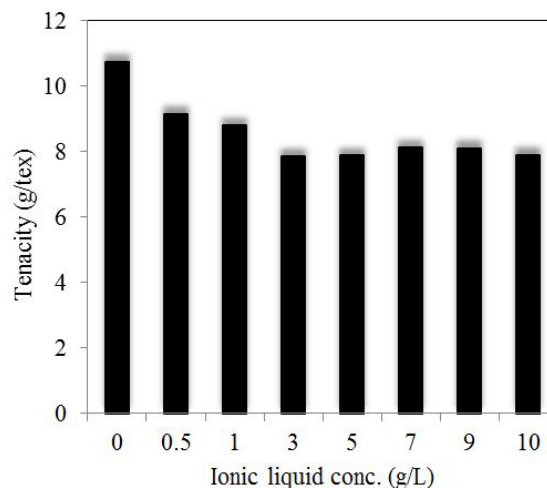
پنبه‌ای با ماده رنگزای راکتیو قرمز ۱۹۸ کاهش محسوسی را به همراه داشته است.

در مجموع، ثبات نوری ماده رنگزای به کار رفته متوسط است و در دستورالعمل سازنده ماده رنگزا ۶-۵ گزارش شده است، لیکن در خصوص ثبات نوری، از پارچه معیار آبی از پیش موجود استفاده شده است و مقدار ثبات نوری نمونه استاندارد در حدود ۴ گزارش شده است، لیکن ممکن است در صورت در اختیار داشتن نمونه پارچه معیار آبی همراه با نمونه های اصلی در محفظه نور نتیجه ای مطابق با گزارش های موجود، حاصل می گردید. علیرغم این موضوع اگر تغییرات نسبی در نظر گرفته شود، ثباتهای نوری در شرایط به کار بردن سیال یونی یک واحد کاهش یافته است. این نتیجه می تواند بدلیل باقی ماندن سیال یونی بر روی کالا (در جدول ۲ با شاخص زردی اشاره شد) و تأثیر متقابل نور و مایع یونی در تجزیه مولکول ماده رنگزا باشد.

#### ۴) نتیجه گیری

در این پژوهش، تأثیر استفاده از یک نوع سیال یونی در عملیات رنگرزی پارچه پنبه ای بر ویژگی های رنگرزی این کالا مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داد سیال یونی قادر به بهبود چشمگیر رنگ پذیری پارچه پنبه ای در روش رنگرزی مورد بررسی است. در عین حال این ماده بر یکنواختی رنگرزی تأثیر منفی نداشته و در تمامی غلظت های مورد بررسی، یکنواختی قابل قبولی حاصل گردید. بیشترین میزان تغییرات در جذب رنگزا نسبت به نمونه شاهد با افزودن ۳ g/L سیال یونی در حمام رنگرزی بوقوع پیوست و از این مقدار به بعد افزایش محسوس بر تغییرات مشاهده نشد. این موضوع می تواند حاکی از قابلیت رنگرزی کالای پنبه ای با عمق رنگرزی بالاتر با استفاده از مقادیر کم و مقرون به صرفه از سیال یونی باشد. مواد سیال یونی بواسطه بار مثبت اولیه خود قادر به اتصال با لیف سلولزی و ماده رنگزای راکتیو حاوی بار منفی باشند، لذا پیش بینی می شود حضور سیال یونی در شرایط رنگرزی بکار رفته، با مکانیزم کاهش شارژ منفی بین رنگزا و لیف و، در نتیجه، بهبود مقدار جذب ماده رنگزا در لیف برخوردار باشد. تصاویر سطحی الیاف حاکی از تأثیر سیال یونی بر تغییرات سطحی و ایجاد خلل و فرج در سطح الیاف بود. استفاده از سیال یونی حین فرایند رنگرزی سبب کاهش جزئی استحکام پارچه پنبه ای شده است. کاربرد سیال یونی تأثیر منفی بر ثبات شستشویی نداشت، لیکن باعث کاهش جزئی ثبات نوری پارچه های رنگرزی شده با ماده رنگزای راکتیو مورد مطالعه گردید.

در شکل ۹، نتایج تأثیر غلظت مایع یونی بر میانگین استحکام نخ های تار و پود پارچه پنبه ای در شرایط یکسان رنگرزی نمایش داده شده است.



شکل ۹) تأثیر غلظت مایع یونی بر میانگین استحکام نخ تار و پود پارچه پنبه ای

بر اساس نتایج حاصل از شکل ۹ ملاحظه می شود با افزایش غلظت سیال یونی در شرایط رنگرزی یکسان نمونه ها، استحکام به مقدار جزئی کاهش یافته است. روند کاهش استحکام تا غلظت ۱ g/l از سیال یونی بیشتر بوده است در حالیکه با افزایش سیال یونی از مقدار ۳ تا ۱۰ گرم بر لیتر، استحکام تغییر قابل توجهی نداشته است. نکته جالب توجه از مقایسه تغییرات قدرت رنگی نمونه و تغییرات استحکام، انطباق خوب روند تغییرات عمق رنگ جذب شده با کاهش استحکام پارچه ها بعد از رنگرزی است که با تغییرات سطحی الیاف در تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی، نشان داده شد. همانگونه که با افزایش غلظت سیال یونی تا ۳ g/L بیشترین میزان جذب ماده رنگزای راکتیو صورت گرفته است، استحکام نیز به مقدار بیشتری کاهش یافته است. این موضوع تأثیر تغییرات سطحی الیاف بر میزان جذب رنگ نمونه ها را که پیش از این بدان اشاره شد را قوت می بخشد. نتایج مربوط به ثبات شستشویی و تغییر رنگ نمونه ها با ارزیابی معیار خاکستری و ثبات نوری آنها با ارزیابی معیار آبی در جدول ۳ درج شده است. همان طور که از جدول ۳ ملاحظه می شود، استفاده از مایع یونی در عملیات رنگرزی بر ثبات شستشویی تأثیر نداشته است و سبب افزایش یا کاهش ثبات شستشویی نگردیده است. بنابراین می توان اطمینان داشت بر اساس روش رنگرزی مورد استفاده، با استفاده از سیال یونی، ثبات شستشویی نمونه ها با تغییر همراه نخواهد بود. نتایج ثبات نوری نمونه ها نشان می دهد که استفاده از سیال یونی در رنگرزی پارچه

## ۶ مراجع

- [10] Ding Y, Tang H, Zhang X, Wu S, Xiong R, Anti-static ability of 1-n-tetradecyl-3-methylimidazolium bromide and its effects on the structure and properties of polypropylene, *European Polymer Journal*, 44, 2008, 1247-1251.
- [11] Park K I, and Xanthos M, Ionic liquids as plasticizer/lubricant for poly lactic acid, *Journal of Polymer Degradation and Stability*, 94, 2009, 834-844.
- [12] Park K I, Xanthos M, *Proc.65th Ann. Tech. Conf. Soc. Plast.Eng.*, 53, 2675, 2007.
- [13] Yunsheng D, Haiou T, Xiaomin Zh, Shuying Wu, Renyan X, Effects of 1-n tetra decyl- 3 methyl imidazolium bromide on the properties of polypropylene, *Journal of Applied Polymer Science*, 109, 2008, 1138-1142.
- [14] Wendler F, Kosan B, Krieg M, Meister F, Possibilities for the Physical Modification of Cellulose Shapes Using Ionic Liquids, *Macromolecular Symposium*, 280, 2009, 112-122.
- [15] Kosan B, Dorn S, Meister F, Heinze T, Preparation and subsequent shaping of cellulose acetates using ionic liquids, *Macromolecular Materials and Engineering*, 295, 2010, 676-681.
- [16] Chen C, Yang C, Preparation of cellulosic ion exchange fiber using an ionic liquid as reaction reagent and medium, *Journal of Applied Polymer Science*, 122, 2011, 2287-2294.
- [17] Hameed N, Guo Q, Natural wool/cellulose acetate blends regenerated from the ionic liquid 1-butyl-3-methylimidazolium chloride, *Carbohydrate Polymers*, 78, 2009, 999-1004.
- [1] Wesserscheid P, Welton T, *Ionic Liquids in Synthesis*, Wiley- VCH: Weinheim, 2007.
- [2] Rogers R D, Seddon K R, Volkov S, NATO. Sci., *Green Industrial Application of Polymeric Ionic Liquids*, New York, 2003.
- [3] Pinkert A, Marsh K N, Pang SH, and Staiger M, *Ionic Liquids and Their Interaction with Cellulose*, *Chemical Reviews*, 109, 2009, 6712-6728.
- [4] Wilks J S, *Properties of Ionic Liquid Solvents for Catalysis*, *Journal of Molecular Catalysis, A: Chemical*, 214, 2004, 1-17.
- [5] Freemantle M, *Designer solvents, liquids may boost clean technology development*, *Chemical and Engineering News*, 76, 1998, 32-37.
- [6] Hermunts F, Meister F, Uerdinger U, *New developments in the production of cellulose fibers with ionic liquids*, *Chemical Fiber International*, 6, 2006, 342-343.
- [7] Tavanaie M A, *Ionic liquids as new solvents for textile fiber formation and modification*, *Chemical Engineering and Technology*, 36, 2013, 1823-1837.
- [8] Hermunts F, Massonne K, Uerdinger U, *Presentation at 45th Dornbirn man-made fibers congress*, September 20-22, Austria, 2006.
- [9] Haghghat N, Tavanaie M A, Safi M, Najafi F, *Spinnability and tensile properties of poly(ethylene terephthalate) fibers blended with polymeric ionic liquids in melt spinning process*, *Journal of Textile Science and Technology*, 2, 2013, 229-235.



- [26] Yuan J, Wang Q, Fan X, Dyeing behaviors of ionic liquid treated wool, *Journal of Applied Polymer Science*, 117, 2010, 2278-2283.
- [27] Yuan J, Wang Q, Fan X, Wang P, Enhancing dye adsorption of wool fibers with 1-butyl-3-methylimidazolium chloride ionic liquid processing, *Textile Research Journal*, 80, 2010, 1898-1904.
- [28] Safi M, Najafi F, Sharifi S, Bakhtiari A, 4th International Color and Coatings Congress (ICCC 2011), Tehran, November 22-24, 2011.
- [29] Narang A S, Delmarre D, Gaoc D, Stable drug encapsulation in micelles and microemulsions, *International Journal of Pharmaceutics*, 345, 2007, 9-25.
- [30] Valentine K G, Peterson R W, Saad J S, Summers M F, Xu X, Ames J B, and Joshua Wand A, Reverse micelle encapsulation of membrane-anchored proteins for solution NMR studies, *Structure*, 18, 2010, 9-16.
- [24] Khaled S. M, Sui R. H, Charpentier P. A, Rizkalla A. S. Synthesis of  $TiO_2$ /PMMA nanocomposite: using methacrylic acid as a coupling agent *Langmuir*, 23, 2007, 3988-3995.
- [25] Zhu A, Cai A, Yu Z, Zhou W. Film characterization of poly (styrene-butylacrylate-acrylic acid)-silica nanocomposite. *J. Colloid Interface Sci*, 322, 2008, 51-58.
- [26] Etienne S, Becker C, Becker C, Ruch D, Grignard B, Cartigny G, Detrembleur C, Calberg C, and Jerome R. Effects of incorporation of modified silica nanoparticles on the mechanical and thermal properties of PMMA. *Jornal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 87, 2007, 101-104.
- [18] Lee J, Broughton R M, Worley S D, Huang T S, antimicrobial polymeric materials; cellulose and m-aramid composite fibers, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2, 2007, 25-32.
- [19] Wana S, Zhanga Y, Wang H, Acrylic fibers processing with ionic liquid as solvent, *Polymers for Advanced Technologies*, 20, 2009, 857-862.
- [20] Cheng L, Zhang Y, Zhao T, Wang H, Free radical polymerization of acrylonitrile in green ionic liquids, *Macromolecular Symposium*, 216, 2004, 9-16.
- [21] Zhang Y, Tu X, Liu W, Wang H, Diffusion dynamics of ionic liquids during the coagulation of solution spinning for acrylic fibers, *Polymer Engineering and Science*, 48, 2008, 184-190.
- [22] Reneker D H, Chun I, Nanometre diameter fibres of polymer, produced by electrospinning, *Nanotechnology*, 7, 1996, 216-223.
- [23] L. Härdelin, J. Thunberg, E. Perzon, G. Westman, P. Walkenström, P. Gatenholm, electrospinning of cellulose nanofibers from ionic liquids: The effect of different cosolvents, *Journal of Applied Polymer Science*, 125, 2012, 1901-1909.
- [24] Lu X, Zhou J, Zhao Y, Qiu Y, Li J, Room temperature ionic liquid based polystyrene nanofibers with superhydrophobicity and conductivity produced by electrospinning, *Chemistry of Materials*, 20, 2008, 3420-3424.
- [25] Seo J M, Arumugam G K, Khan S, Heiden P A, Comparison of the effects of an ionic liquid and triethylbenzylammonium chloride on the properties of electrospun fibers, 1-Poly(lactic acid), *Macromolecular Materials and Engineering*, 294, 2009, 35-44.

- [27] Yuan J, Wang Q, Fan X, Wang P, Enhancing dye adsorption of wool fibers with 1-butyl-3-methylimidazolium chloride ionic liquid processing, *Textile Research Journal*, 80, 2010, 1898-1904.
- [28] Safi M, Najafi F, Sharifi S, Bakhtiari A, 4th International Color and Coatings Congress (ICCC 2011), Tehran, November 22-24, 2011.
- [29] Narang A S, Delmarre D, Gaoc D, Stable drug encapsulation in micelles and microemulsions, *International Journal of Pharmaceutics*, 345, 2007, 9-25.
- [30] Valentine K G, Peterson R W, Saad J S, Summers M F, Xu X, Ames J B, and Joshua Wand A, Reverse micelle encapsulation of membrane-anchored proteins for solution NMR studies, *Structure*, 18, 2010, 9-16.
- [31] Swatloski R P, Spear S K, Holbrey J D, Rogers R D, Dissolution of cellulose with ionic liquids, *Journal of American Chemical Society*, 124, 2002, 4974-4975.
- [32] Hermanutz F, Gahr F, Uerdingen E, Meister F, Kosan B, New developments in dissolving and processing of cellulose in ionic liquids, *Macromolecular Symposium*, 262, 2008, 23-27.
- [33] Ren Q, "Research on the dissolubility of cellulose in ionic liquids", Master's Thesis, BeiJing University of Aeronautics and Astronautics in China, 2003.