



قابلیت رنگرزی منسوجات پشمی پیوند شده با کیتوسان با رنگزای اسیدی

مرضیه رنجبر محمدی^۱، مختار آرامی^{۲*}، هژیر بهرامی^۳، فیروز مهر مظاہری^۴، نیاز محمد محمودی^۵

۱- دانشجوی دکترا، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۸۴-۴۴۱۳

۲- استاد، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۸۴-۴۴۱۳

۳- دانشیار، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۸۴-۴۴۱۳

۴- مریبی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۸۴-۴۴۱۳

۵- استادیار، گروه پژوهشی رنگ و محیط زیست، پژوهشگاه علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۶ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۹۰/۳/۲۰ تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۰

چکیده

در این تحقیق، قابلیت رنگرزی کالای پشمی اصلاح شده با پلی ساکارید کیتوسان با استفاده از آنیدرید مورد بررسی قرار گرفت. منسوجات پشمی آسیله شده با سوکسینیک آنیدرید در دو حلول دی متیل فرمامید و دی متیل سولفوکسید و پیوند شده با کیتوسان با رنگزای اسیدی رنگرزی شدند. بررسی رنگرزی با رنگزهای اسیدی نشان داد که در نمونه عمل شده با کیتوسان نسبت به نمونه عمل نشده و نمونه آسیله شده جذب رنگزا و میزان K/S افزایش می یابد و نمونه های عمل شده قابلیت رنگرزی بهتر و سریع تری دارند.

واژه های کلیدی: پشم پیوند شده، رنگرزی، کیتوسان، آنیدرید.

Dyeing Capability of Chitosan Grafted-Acylated Wool Fabrics with Acidic Dye

M. R. Mohamamadi¹, M. Arami*¹, H. Bahrami¹, F. M. Mazaheri¹, N. M. Mahmoodi²

¹ Textile Engineering Department, Amirkabir University of Technology, P.O. Box: 15875-4413, Tehran, Iran

² Department of Environmental Research, Institute for Color Science and Technology, P.O.Box: 16765-654, Tehran, Iran

Abstract

In this research, dyeing ability of the chitosan grafted-acylated wool fabrics has been studied. Acylated wool fabrics at two different solvents (dimethylsulfoxide (DMSO) and N,N-dimethyl formamide (DMF)) using succinic anhydride (SA) and grafted with chitosan have been dyed with acidic dye Polar Brilliant Red 3BN. Chitosan grafted fabrics indicated the higher K/S in comparison with the acylated and blank wool samples. J. Color Sci. Tech. 5(2011), 21-27 © Institute for Color Science and Technology.

Keywords: Grafted wool, Dyeing, Chitosan, Anhydride.

جذب رنگرهای اسیدی، مستقیم و راکتیو بیشتر از کربن فعال است. کیتوسان یک پلی الکتروولیت کاتیونی است. اتصال یونی، با پروتونه شدن مولکول‌های کیتوسان و آنیونی شدن گروه‌های سولفون رنگزا در آب ایجاد می‌شود. کارایی کیتوسان نسبت به کربن فعال در جذب رنگرهای اسیدی و مستقیم بیشتر است. در مقادیر pH کمتر از ۶.۵ گروه آمین کیتوسان پروتونه و سبب می‌شود زیست-پلیمر یک طرفیت مخصوص برای آنیون‌ها پیدا کند. هرچه مقدار pH کاهش یابد، جذب رنگرهای اسیدی و مستقیم افزایش می‌یابد چون در مقادیر pH کم گروه‌های آمین آزاد زیادی به فرم NH_3^+ در می‌آیند. [۱۸-۱۵].

تاکنون کیتوسان جهت بهبود خاصیت رنگ‌پذیری و نمای شدن الیاف پشمی به کار رفته است اما به دلیل چسبندگی ضعیف کیتوسان بر روی پشم، از مواد شبکه کننده‌ای مانند گلی‌اسوال، گلوتارآلدئید یا سیتریک اسید استفاده شده است [۲۰، ۱۹]. در تحقیقات دیگری گزارش شده است قبل از عمل آوری با کیتوسان ابتدا عملیات اکسیداسیون با یک عامل اکسنده مانند پراکسید هیدرژن، پرمنگات پتاسیم یا عملیات پلاسمای در دمای پایین بر روی الیاف پروتئینی انجام شده است تا زمینه اتصال کیتوسان به لیف فراهم شود در نهایت قابلیت رنگزا آنها مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۲، ۱۰]. اما از آنجایی که دمای بالا جهت پخت مواد شبکه کننده ذکر شده از قابلیت‌های کیتوسان می‌کاهد و به لایه کوتیکل پشم در اثر عمل آوری اولیه با مواد اکسید کننده آسیب وارد می‌شود، لذا در مقاله قبلی از شبکه کننده انیدرید که پیوند بین کیتوسان و پشم را به صورت موفقیت‌آمیز انجام داد استفاده شد [۲۱]. بررسی‌ها نشان دادند که تاکنون گزارشی در مورد بررسی قابلیت رنگ‌پذیری کالاهای پشمی پیوند شده با کیتوسان به واسطه انیدریدها مشاهده نشده است. در این تحقیق، قابلیت رنگزا کالاهای پیوند شده با جزئیات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-بخش تجربی

۲-۱-مواد

پارچه پشمی ۱۰۰٪ با تراکم تار: ۷۳، تراکم پود: ۶۸ و نمره متريک ۸۰ از شرکت ريسنديگي، بافتگي مطهری تهيه شد. قبل از انجام عمل آوري نمونه‌ها در حمامي حاوي آلتراون جي پي^۱ و هيدرکسيد آمونيوم در pH=8.5 به مدت ۴۵ دقيقه در دمای ۷۵°C به منظور زدون ناخالصی‌ها شسته شدند. کیتوسان با درجه دي استيلاسيون ۸.۸۵٪ و وزن مولکولي KDa ۱۰۰۰ از شرکت کیتوتك و مواد مورد استفاده دیگر از شرکت مرک تهيه شدند.

رنگزا اسیدی C.I. Name: Acid (Polar Brilliant Red 3BN) Red 131 از شرکت Ciba تهيه شد.

1- Ultroven GP

۱- مقدمه

پشم از جمله الیاف طبیعی دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاص است و به دلیل خواص منحصر بفرد قابلیت تجزیه زیستی، مقاومت در برابر چروک، قابلیت تجزیه پذیری بیولوژیکی، توانایی جذب آب تا حدود ۳.۱ برابر وزن خود، قابلیت ارتجاعی، مقاومت در برابر آتش (به علت ساختار شیمیایی بی‌نظیر و مقدار رطوبت درونی)، مقاومت در برابر قارچ و کپک و عایق بودن مورد توجه زیبادی قرار گرفته است و تاکنون هیچ لیف دیگری یافت نشده که همه این مشخصات را تواناماً دارا باشد [۱-۳].

برای رنگزا الیاف پشمی می‌توان از رنگرهای اسیدی، متال کمپلکسی، کرومی و راکتیو استفاده نمود. ایرادی که در زمینه رنگزا پشم وجود دارد این است که اسیدهای چرب متصل به پشم و مقدار زیاد پل‌های دی‌سولفیدی، سطح بیرونی پشم را آبگریز می‌کند که این ویژگی در فرآیندهای چاپ و رنگرزی ایجاد مراحمت و از نفوذ رنگرهای آبدوست به درون الیاف جلوگیری می‌کند. برای رفع این ایراد لازم است خصوصیات رنگ‌پذیری و آبدوستی پشم بهبود داده شود. در بعضی موارد به کارگیری عوامل اکسید کننده از جمله پراکسید هیدرژن و عوامل احیا کننده مانند سدیم هیدروسولفات نیز پیشنهاد شده است [۴].

الیاف پروتئینی مانند پشم حاوی گروه‌های فعال زیادی در زنجیر پلی‌پپتیدی است که وجود این عوامل می‌تواند جهت بهبود خواص الیاف پروتئینی از طریق اتصال عوامل شیمیایی بر آن استفاده شود [۴]. آسیل دار کردن الیاف پروتئینی توسط اسید انیدریدها به مقدار زیادی می‌تواند سبب بهبود خواص شیمیایی آن در واکنش با سایر مواد شود [۵، ۶].

پلیمرهای طبیعی به دلیل قیمت پایین، منبع تولید زیاد و خواص ویژه از قبیل غیر سمی بودن، قابلیت تجزیه بیولوژیکی، سازگاری زیست محیطی و خواص جذبی توانسته‌اند جانشین خوبی برای پلیمرهای سنتزی باشند لذا در سال‌های اخیر از پلیمرهای طبیعی نظری کیتوسان جهت بهبود برخی از خصوصیات الیاف پروتئینی نظیر ضد میکروب کردن، بهبود خواص رنگ‌پذیری، وزن دهنده الیاف ابریشم و ضد نمایی کردن الیاف پشمی استفاده شده است [۴، ۷-۱۲].

کیتین و کیتوسان پلی‌ساقاریدهای فوق العاده قلیایی می‌باشند که به خاطر درصد بالای نیتروژن (۰.۶-۰.۸۹٪)، مورد توجه قرار گرفته و به عنوان مواد مناسبی برای بسیاری از کاربردها معرفی می‌شوند [۱۳]. ساختار ایده‌آل کیتوسان به صورت یک پلی‌ساقارید خطی با فرمول $(\text{D-2-آمینواکسی-D-گلوكوپیرانوز})_n$ است [۱۴] و به خاطر ساختار منحصر به فردی که دارد تمایل بسیار بالایی به اکثر گروه‌های رنگزاها مانند دیسپرس، مستقیم، راکتیو، اسیدی و خمی دارد ولی تمایل کیتوسان نسبت به رنگرهای بازیک کم است. کارایی کیتوسان در

NO.2 ISO/R 150/N, Part9 ۰۵ g/L صابون، ۱:۵۰ L.R= درجه سانتی گراد و زمان ۳۰ دقیقه تحت عملیات شستشو قرار گرفتند.

ثبات نوری (بر مبنای ۱:۱ عمق استاندارد) با استفاده از استاندارد Part2 Xenon Lamp Iso/BR105/V, جهت بررسی میزان رمق کشی از دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی استفاده شد. انعکاس نمونه‌ها در طول موج ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر به دست آمد و میزان K/S طبق فرمول زیر براساس کمترین میزان انعکاس محاسبه شد (رابطه ۱).

$$K/S = \frac{(1-R)^2/2R - (1-R_0)^2/2R_0}{(1)}$$

که در رابطه فوق R نمایانگر کمترین انعکاس نمونه و R₀ مربوط به انعکاس نمونه شاهد (نمونه قبل از رنگرزی) می‌باشد.

سطح مقطع عرضی نمونه‌ها جهت بررسی عمق رنگرزی و مقایسه آن در نمونه‌های مختلف نیز تهیه شد. برای انجام این کار از دستگاه میکروتوم استفاده شد. ابتدا الیاف به مقدار کافی به صورت موازی در داخل شیار استوانه‌ای قرار داده شد و سپس با یک صفحه مخصوص به نام Mikroskopie آغشته شد تا یک بستر مناسب جهت قرار دادن الیاف به صورت موازی فراهم گردد و به راحتی بتوان با تیغ، برشی در ابعاد میکرون تهیه کرد. با پیچاندن پیچی در ابعاد میکروتوم ضخامت مورد نیاز جهت برش با تیغ تنظیم شد. در نهایت با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی X ۱۰ از فیلم تهیه شده عکس گرفته شد.

جهت تعیین ضریب زردی نمونه‌ها از رابطه ۲ استفاده شد:

$$Y.I = \frac{127.50X - 105.84Z}{Y} \quad (2)$$

که (Y.I) مشخص کننده میزان زردی کالا (طبق استاندارد ۱۹۶۵ ASTM Method) می‌باشد.

برای تعیین میزان زردی، X، Y و Z روابط ۳-۵ به کار گرفته شدند.

$$X = \sum_{\lambda=400}^{\lambda=700\text{nm}} E \times \bar{x} \times T \quad (3)$$

$$Y = \sum_{\lambda=400\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E \times \bar{y} \times T \quad (4)$$

$$Z = \sum_{\lambda=400\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E \times \bar{z} \times T \quad (5)$$

۲-۲- روش کار

دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی Gretag Macbeth 7000A ساخت شرکت Color-Eye جهت محاسبه K/S نمونه‌ها و دستگاه CrockMeter برای اندازه‌گیری ثبات سایشی نمونه‌های رنگرزی شده استفاده شدند. تهیه سطح مقطع از نمونه‌های رنگرزی شده عمل آوری شده و نمونه اولیه با استفاده از دستگاه میکروتوم برش سطح مقطع دقیق INTERNATIONAL LTD (Precision Fibre Microtome) ساخت کشور انگلیس (SDL) انجام گرفت. ثبات شستشویی و نوری نمونه‌های رنگرزی شده با استانداردهای مربوطه مورد بررسی قرار گرفت.

منسوجات پشمی در ابتدا با ۴۰ g سوکسینیک ایندیرید (SA) در دو حلal دی متیل سولفوکسید (DMSO) و دی متیل فرمامید (DMF) با ۲۰:۱ L.R= در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت برای عمل آوری پشم با ایندیرید حرارت داده شد. در طی آزمایش از مبرد و حمام گلیسیرین جهت ثابت نگه داشتن دما در طول فرآیند استفاده شد. در مرحله بعدی با حلal ایندیرید به کار رفته یعنی DMSO یا DMF شستشو داده تا ایندیرید اضافی که با کالا واکنش نداده است جدا شود. سپس شستشوی نهایی با استون به مدت یک ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد انجام گرفت و افزایش وزن نمونه‌ها به عنوان معیاری جهت ارزیابی مقدار ایندیرید واکنش داده با کالا در نظر گرفته شد [۵]. جهت عمل آوری با کیتوسان، منسوجات پشمی عمل شده با ایندیرید در pH ۷-۶,۵ به مدت ۱۸ ساعت در محلول کیتوسان ۲٪ در اسید استیک غوطه‌ور شد [۱۰]. سپس نمونه‌ها در هیدرکسید آمونیوم ۵٪، به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵:۱ L.R= شسته شده و در گرم کن در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد خشک شدند و سپس چند مرتبه نمونه‌ها با آب شسته شدند. در انتها نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در آب ۵۵ درجه سانتی گراد شستشو داده شدند [۲۱].

جهت بررسی تأثیر پیوند کیتوسان بر رنگرزی منسوجات پشمی، پشم عمل آوری نشده، پشم عمل شده با ایندیرید و پشم عمل شده با کیتوسان با رنگزای اسیدی طبق نسخه زیر رنگرزی شدند:

2.00 %Polar Brilliant Red 3BN

1.00 % Albelgal A

2.00 g/L Ammonium Sulphate

Acetic Acid pH 4.5

L.R=40:1

Dyeing Time: 60min

Dyeing Temp: Boil

پس از تخلیه پساب، ابتدا کالای رنگرزی شده با آب ۵۰ درجه سانتی گراد، سپس با آب سرد آبکشی و در نهایت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد خشک شد.

جهت انجام آزمون ثبات شستشویی از استاندارد Washing Test

$bq=200*((Yq/Yn)^(1/3)-(Zq/Zn)^(1/3));$
 %metric chroma named C and metric hue angle h.for sample P:
 $Cp=(ap^2+bp^2)^{0.5};$
 $hp=\text{atan}(bp/ap)^*(180/\pi);$
 %for sample Q:
 $Cq=(aq^2+bq^2)^{0.5};$
 $hq=\text{atan}(bq/aq)^*(180/\pi);$

۳- نتایج و بحث

نتایج تحقیق انجام شده برای ایجاد پیوند بین کیتوسان و اندیرید متصل شده به پشم نشان داد که سوکسینیک اندیرید در حلال DMSO بیشترین میزان پیوند را دارد [۲۱]. در این تحقیق، خاصیت رنگ‌پذیری نمونه‌های عمل شده با کیتوسان و تاثیر این پیوند بر میزان زردی نمونه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۳- بررسی خواص رنگرزی

جهت بررسی خواص رنگرزی نمونه‌های عمل شده با اندیرید و کیتوسان، ابتدا نمونه‌ها رنگرزی شد و جهت مقایسه میزان جذب رنگ آنها از تغییر میزان R در طول موج‌های مختلف (روش کیفی) و از مقدار K/S (روش کمی) استفاده شد (مقدار K/S طبق رابطه ۱ محاسبه گردید).

رنگزهای اسیدی به راحتی بر روی پشم و الیاف طبیعی قابل کاربرد هستند. با توجه به نمودار شکل ۱ مشخص می‌شود که با عمل کردن کالای پشمی با سوکسینیک اندیرید در حلال DMSO میزان انعکاس افزایش و در نتیجه جذب رنگرا کاهش می‌یابد. دلیل کاهش جذب رنگرا در اثر عمل با اندیرید می‌تواند به دلیل مسدود شدن بعضی مکان‌های واکنش‌پذیر کالا (گروه‌های آمین و کربوکسیل) توسط اندیرید باشد. اما با پیوند پشم توسط کیتوسان همچنان که در نمودار شکل ۱ مشاهده می‌شود دوباره مقدار انعکاس کاهش و در نتیجه جذب رنگزای نمونه‌ها افزایش می‌یابد. همچنین میزان جذب رنگزای پشم بیشتر از میزان اولیه آن است که این امر می‌تواند به دلیل حضور گروه‌های آمینی و هیدرکسیلی در کیتوسان و دسترسی آسان‌تر مولکول‌های رنگرا به آنها باشد.

مقادیر انعکاس نمونه‌های مختلف توسط اسپکتروفوتومتر انعکاسی و همچنین K/S در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱ نشان می‌دهد که در نمونه‌های آسیله شده در دو حلال DMF و DMSO میزان عمق رنگزا (K/S) کاهش می‌یابد. در رنگرزی پشم با رنگزهای اسیدی، بین مولکول‌های رنگزا با مکان‌های واکنش‌پذیر لیف (گروه‌های کربوکسیلی و آمینی) پیوند یونی ایجاد می‌شود. دلیل کاهش جذب رنگزا در اثر عمل با اندیرید می‌تواند به دلیل مسدود شدن این گروه‌ها توسط اندیرید باشد. اما با پیوند پشم توسط کیتوسان در نمونه آسیله شده با حلال DMSO همچنان که در نمودار شکل ۱ مشاهده می‌شود مقدار K/S نمونه‌ها افزایش می‌یابد و میزان جذب رنگزا در پشم بیشتر از میزان اولیه آن شده که این امر

که در روابط فوق E، انرژی نسبی لامپ استاندارد (استاندارد D65) و برابر با انعکاس نمونه‌ها و \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} مقادیر محرکه‌های رنگ همانندی (برای استاندارد نسبی CIE ۱۹۶۴) و مشاهده کننده ۱۰ درجه می‌باشد.

جهت محاسبه ضرایب زردی یعنی مقادیر X, Y و Z برای نمونه‌ها از برنامه Matlab که در زیر ارائه شده است استفاده شد.

%Spectral reflectance of sample P and sample Q with 20nm intervals,

%from 400 to 700 nm, are:

Clear

exe1_1y

P=[28.487	32.098	34.698	37.293	39.726	41.888
43.845	45.562	47.174	48.716	50.123	51.356
53.385	54.309	55.140	55.812	56.437	56.981
58.045	58.507	58.934	59.346	59.841	60.478
61.691	62.322	62.918	63.447];		
Q=[35.093	39.629	42.882	46.086	49.028	51.699
54.043	56.074	57.873	59.551	61.082	62.356
64.488	65.500	66.397	67.172	67.903	68.505
69.694	70.362	71.038	71.648	72.283	72.955
73.858	74.435	75.221	75.888];		

%k is normalize factor under illuminant D65 with 20nm intervals,

%a,b,c are color matching functions of 1964 standard observer for x,y,z respectively.

a=OBS(41:10:341,2);

b=OBS(41:10:341,3);

c=OBS(41:10:341,4);

%Spectral power distribution of Illuminant D65. Data are presented from

%400 to 700 nm with 20 nm intervals.

d=D65(1:2:61);

k=100/(d*b);

p=diag(P,0);

q=diag(Q,0);

%Xp,Yp,Zp are tristimulus values of sample P.

Xp=k*d*p*a

Yp=k*d*p*b

Zp=k*d*p*c

%Xq,Yq,Zq are tristimulus values of sample Q.

Xq=k*d*q*a

Yq=k*d*q*b

Zq=k*d*q*c

%tristimulus values of illuminant D65 under 2 degree perception.

Xn=95.02;

Yn=100;

Zn=108.81;

%Lp,ap,bp are CIELAB color space specification of sample P, under

%illuminant D65 under 2degree perception.

Lp=116*(Yp/Yn)^(1/3)-16;

ap=500*((Xp/Xn)^(1/3)-(Yp/Yn)^(1/3));

bp=200*((Yp/Yn)^(1/3)-(Zp/Zn)^(1/3));

%Lq,aq,bq are CIELAB color space specification of sample Q, under

%illuminant D65 under 2degree perception.

Lq=116*(Yq/Yn)^(1/3)-16;

aq=500*((Xq/Xn)^(1/3)-(Yq/Yn)^(1/3));

لیف نیز عاملی جهت کم شدن میزان پیوند با کیتوسان و کم شدن K/S می‌باشد.

نتایج حاصل از ثبات شستشویی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنان که از جدول فوق قابل مشاهده است، تغییری در ثبات شستشویی نمونه‌ها پس از انجام عمل پیوند مشاهده نمی‌شود. نتایج حاصل از ثبات نوری نمونه‌های رنگرزی شده نیز در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طور که از نتایج پیداست تغییری در ثبات نوری نمونه‌های رنگرزی شده قبل و بعد از عمل آوری مشاهده نمی‌شود.

ثبات سایشی نیز در مورد نمونه‌های رنگرزی شده در دستگاه CROCKMETER اندازه‌گیری شد. نتایج در جدول ۴ مشاهده می‌شود که تغییری در ثبات سایشی بین نمونه عمل آوری نشده و عمل شده حاصل نشده است.

جدول ۲: ثبات شستشویی نمونه‌های رنگرزی شده.

نمونه‌های رنگرزی شده	تغییر رنگ	لکه‌گذاری
نمونه پشم عمل آوری نشده	۵	۵
نمونه پشم پیوند شده (آسیلاسیون در حلال DMSO)	۵	۵
نمونه پشم پیوند شده (آسیلاسیون در حلال DMF)	۵	۵

جدول ۳: ثبات سایشی نمونه‌های رنگرزی شده.

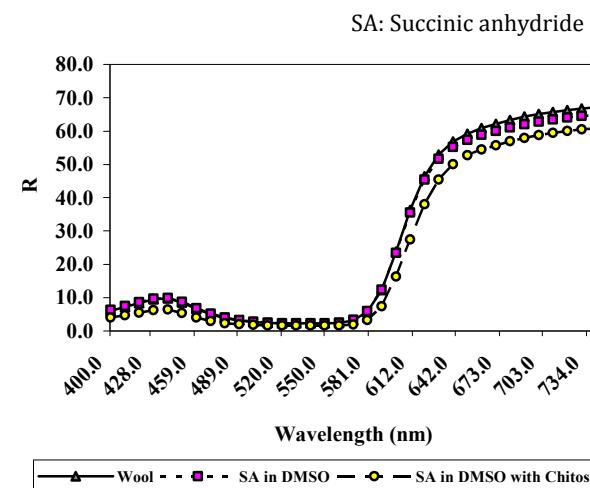
ثبات نوری	نمونه‌های رنگرزی شده
۴-۵	نمونه پشم کنترلی
۴-۵	نمونه پشم پیوند شده (آسیلاسیون در حلال DMSO)
۴-۵	نمونه پشم پیوند شده (آسیلاسیون در حلال DMF)

جدول ۴: ثبات سایشی نمونه‌های رنگرزی شده.

ثبات خشک	نمونه‌های رنگرزی شده	ثبات تر
۴-۵	نمونه پشم عمل آوری نشده	۴-۵
۴-۵	نمونه پشم پیوند شده (آسیلاسیون در حلال DMSO)	۴-۵
۴-۵	نمونه پشم پیوند شده (آسیلاسیون در حلال DMF)	۴-۵

جدول ۱: بررسی تأثیر عمل آوری پشم با کیتوسان و بررسی خواص رنگرزی آن.

K/S	انعکاس (R)	نمونه رنگرزی شده
۲۵,۱۱	$R=1,83, R_0=23,85$	پشم عمل آوری نشده
۲۴,۲۲	$R=1,94, R_0=36,93$	پشم آسیله شده در حلال DMSO
۱۹,۹۱	$R=2,32, R_0=33,94$	پشم آسیله شده در حلال DMF
۲۹,۶۱	$R=1,59, R_0=33,38$	پشم پیوند شده (حلال DMSO)
۲۴,۵۵	$R=1,90, R_0=31,00$	پشم پیوند شده (حلال DMSO)



شکل ۱: منحنی‌های انعکاسی نمونه‌های رنگرزی شده (پشم رنگرزی شده، پشم عمل شده با SA در حلال DMSO و رنگرزی شده، پشم پیوند شده با کیتوسان و رنگرزی شده).

می‌تواند به دلیل حضور گروه‌های آمینی و هیدرکسیلی در کیتوسان و دسترسی آسان‌تر مولکول‌های رنگرا به آنها باشد [۶، ۹، ۲۱]. مقادیر جدول ۱ نشان می‌دهند که در نمونه پیوند شده با کیتوسان در حلال DMF مقدار K/S و جذب رنگ کاهش می‌باید به این دلیل که فرآیند آسیلاسیون مقدار K/S را خیلی پایین می‌آورد مقدار K/S نهایی که در اثر پیوند با کیتوسان به دست می‌آید نیز نسبت به پشم عمل آوری نشده کمتر است. پایستی در نظر داشت که به اندازه DMSO نمی‌تواند در لیف نفوذ کرده و با متور نمودن کالا جذب ایندیرید را بیشتر و گروه‌های عاملی زیادی را در دسترس ایندیرید قرار دهد، در نتیجه مقدار ایندیرید قرار گرفته بر روی کالا کم می‌شود [۶]. بنابراین، مقدار کم گروه‌های آسیل قرار گرفته بر روی

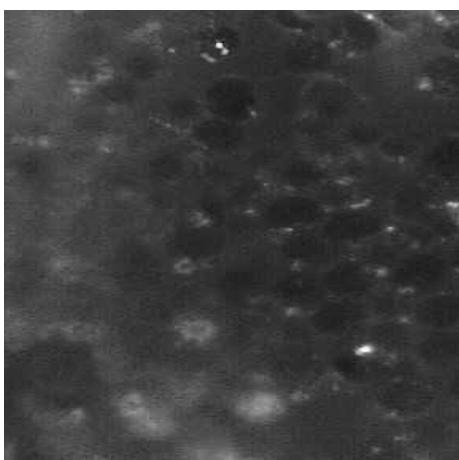
الیاف طبیعی، پلاستیک‌ها و رنگ‌های پوشاننده سطوح مورد استفاده قرار گیرند.

جهت مشخص کردن ضرایب زردی بر طبق استاندارد ASTM Method D1925 عمل شد که این مقیاس با درک بصری هماهنگی دارد و تنها برای رنگ‌هایی که زرد یا آبی مشاهده شده باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدول ۵ نشان می‌دهد که در پارچه پشمی عمل شده با اندیزید در حلال DMSO ضریب زردی آن به مقدار کمی افزایش می‌یابد که به خاطر اثر حلal است. با عمل دوباره پشم عمل شده با اندیزید با کیتوسان دوباره زردی کالا افزایش می‌یابد، که این امر نشان دهنده قرار گرفتن پلیمر طبیعی کیتوسان بر روی پارچه پشمی عمل شده با اندیزید و در نتیجه رنگ طبیعی خود کیتوسان می‌باشد.

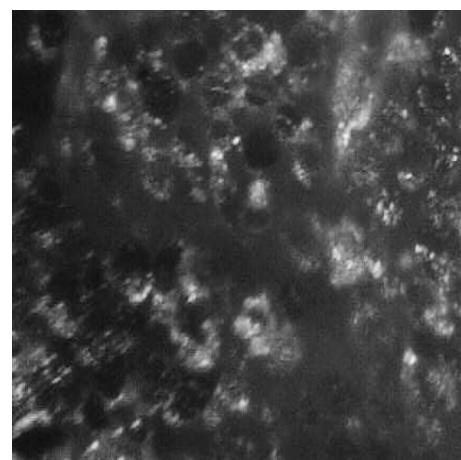
تصاویر حاصل از میکروسکوپ نوری جهت مشاهده سطح مقطع عرضی در نمونه‌های رنگرزی شده که با روش میکروتوم انجام شد نشان داد که جذب رنگزا در نمونه‌های عمل آوری شده به صورت عمقی است و رنگرزی در سطح انجام نشده است. این موضوع نشان دهنده نفوذ کیتوسان به ساختار لیف و عدم جذب رنگرا به صورت سطحی است (شکل ۲).

۳-۲- بررسی ضریب زردی

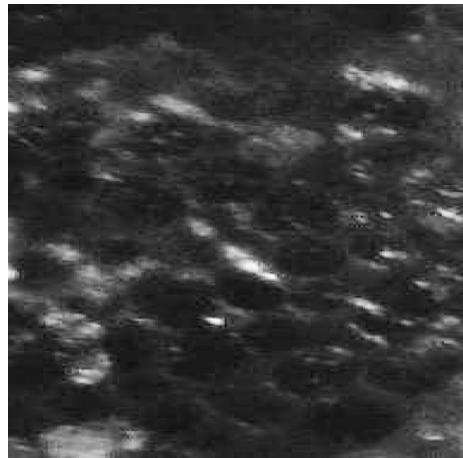
از دید بصری ضریب زردی به نمونه‌هایی اطلاق می‌شود که گرد و غبار گرفته و دچار سوختگی سطحی شده و یا توسط نور، فرآیندهای شیمیایی تخریب شده‌اند. ضرایب زردی اساساً جهت کمی کردن این نوع تخریب‌ها با یک مقدار، مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند در



ب



الف



ج

شکل ۲: سطح مقطع عرضی نمونه‌های رنگرزی شده، الف: نمونه پشم، ب: پشم عمل شده با سوکسینیک اندیزید در DMSO، ج: پشم عمل آوری شده با اندیزید و کیتوسان.

یافت. در ضمن نمونه‌های عمل شده با سوکسینیک اسیدرید در حلال DMSO و پیوند شده با کیتوسان قابلیت رنگرزی بهتری در مقایسه با نمونه‌های آسیله شده در حلال DMF داشتند و مقادیر K/S آنها نیز بزرگ‌تر است. نتایج حاصل از ثبات سایشی، نوری و شستشوی نشان دادند که تغییری در ثبات نمونه‌های رنگرزی شده که پیوند در آنها صورت گرفته است نسبت به پشم کنترلی حاصل نمی‌شود. در ضمن رنگرزی یکنواختی نیز بر روی کالای پیوند شده مشاهده شد که نشان از توزیع یکنواخت کیتوسان بر روی منسوج دارد. محاسبه ضریب زردی در نمونه‌ها نیز نشان داد که زردی در نمونه‌های عمل شده با اسیدرید و کیتوسان به مقدار کمی افزایش می‌یابد. نتایج نشان دادند که معطل پساب زیاد تولید شده در اثر عمل آوری با مواد اکسید کننده جهت رنگرزی یا اتصال کیتوسان به لیف در این عمل آوری وجود ندارد. همچنین آسیب زیادی هم به لایه کوتیکل پشم وارد نمی‌شود و رنگرزی یکنواختی در اثر توزیع یکسان کیتوسان بر روی کالا انجام می‌شود.

جدول ۵: بررسی میزان زردی نمونه‌های پشمی عمل شده با اسیدرید و کیتوسان.

نوع تکمیل انجام شده بر روی پشم	ضریب زردی	درصد افزایش	ضریب
پشم کنترلی	--	۳۰,۱۳۸	
پشم عمل شده در SA در حلال DMSO	۳,۷۶	۳۱,۲۷	
پشم آسیله شده و پیوند شده با کیتوسان	۹,۴	۳۳	

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق، قابلیت رنگ‌پذیری نمونه‌های پیوند شده با کیتوسان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پیوند کیتوسان سبب ایجاد تکمیل‌های پایدار بر روی پشم، از قبیل افزایش رmc کشی رنگرهای اسیدی بر روی پشم شد و مقدار K/S در نمونه‌های پیوند شده نسبت به نمونه‌های عمل شده با اسیدرید و پشم کنترلی افزایش

۵- مراجع

- M. Sadeghi-kiakhani, K. Gharanjig, M. Arami, N. M. Mahmoodi, J. Mokhtari, The dyeing of wool with monoazo disperse dyes based on naphthalimide containing butyric acid. *J. Color Sci. Tech.* 3(2009), 9-15.
- W. V. Bergen, Wool handbook. Interscience Pub. New York. 1970.
- M. H. Seyed-Esfahani, A. Shams-Natri, *Text. Finish.* Amirkabir University of Technology Pub., 2(2001).
- N. Onar, M. Sarisik, Use of enzymes and chitosan biopolymer in wool dyeing. *Fibers Text. Eastern Eur.* 13(2005), 54-59.
- G. Freddi, M. Tuskada, H. Shiozaki, Chemical modification of wool fibers with acid anhydrides. *J. Appl. Polym. Sci.* 71(1999), 1573-1579.
- T. Arai, G. Freddi, D. Innocenti, Acylation of silk and wool with acid anhydrides and preparation of water-repellent fibers. *J. Appl. Polym. Sci.* 82(2001), 2832-2841.
- R. Salehi, M. Arami, N. M. Mahmoodi, S. H. Bahrami, Acid dyes removal using chitosan in single and binary. *J. Color Sci. Tech.* 4(2011), 199-206.
- V. R. Giri Dev, J. Venugopal, S. Sudha, G. Deepika, S. Ramakrishna, Dyeing and antimicrobial characteristics of chitosan treated wool fabrics with henna dye. *Carbohydr. Polym.* 75(2009), 646-650.
- S. Davarpanah, N. M. Mahmoodi, M. Arami, H. Bahrami, F. M. Mazaheri, Environmentally friendly surface modification of silk fiber: chitosan grafting and dyeing. *Appl. Surf. Sci.* 255(2009), 4171-4176.
- E. Pascual, M. R. Gulia, The role of chitosan in wool finishing. *J. Biotechnol.* 89(2001), 289-296.
- S. Vilchez, P. Jovancic, A. M. Manich, A. M. R. Julia, P. Erra, Chitosan application on wool before enzymatic treatment. *J. Appl. Polym. Sci.* 98(2005), 1938-1946.
- S. Vilchez, A. M. Manich, P. Javoncic, P. Erra, Chitosan contribution on wool treatments with enzyme. *Carbohydr. Polym.* 71(2008), 515-523.
- M. Kumar, A review of chitin and chitosan applications. *React. Func. Polym.* 46(2000), 1-27.
- E. Khor, *Chitin: fulfilling a biomaterials promise.* Elsevier, Amsterdam. 2001.
- M. Tuskara, T. Arai, G. M. Colonna, A. Bdschi, G. Freddi, Preparation of metal-containing protein fibers and their Antimicrobial Properties. *J. Appl. Polym. Sci.* 89(2003), 638-644.
- B. Smith, T. Koonee, S. Hudson, Decolorizing dye wastewater using chitosan. *Am. Dyest. Rep.* 82(1993), 18-36.
- G. McKay, S. Blair, J. R. Gardner, The absorption of dyes onto chitin in fixed bed columns and batch adsorber. *J. Appl. Polym. Sci.* 29(1984), 1499-1514.
- G. McKay, H. Blair, S. Gardner. Adsorption of dyes on chitin. I. Equilibrium studies. *J. Appl. Polym. Sci.* 27(1982), 3034-3057.
- R. S. Davidson, Y. Xue, Improving the dyeability of wool by treatment with chitosan. *J. SDC.* 110(1994), 24-29.
- S. H. Hsieh, Z. K. Huang, Z. Z. Huang, Z. S. Tseng, Antimicrobial and physical properties of woolen fabrics cured with citric acid and chitosan. *J. Appl. Polym. Sci.* 94(2004), 1999-2007.
- M. Ranjbar-Mohammadi, M. Arami, H. Bahrami, F. Mazaheri, N. M. Mahmoodi, Grafting of chitosan as a biopolymer on to wool fabric using anhydride bridge and its antibacterial property. *Colloids. Surf. B.* 76(2010), 397-403.