



قابلیت رنگرزی منسوجات پشمی پیوند شده با کیتوسان با رنگزای اسیدی

مرضیه رنجبر محمدی^۱، مختار آرامی^{۲*}، هژیر بهرامی^۲، فیروز مهر مظاهری^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- مربی، 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 دریافت: ۸۸/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۶ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۹۰/۳/۲۰

چکیده

در این تحقیق، قابلیت رنگرزی کالای پشمی اصلاح شده با پلی ساکارید کیتوسان با استفاده از انیدرید مورد بررسی قرار گرفت. منسوجات پشمی آسیله شده با سوکسینیک انیدرید در دو حلال دی متیل فرمامید و دی متیل سولفوکسید و پیوند شده با کیتوسان با رنگزای اسیدی رنگرزی شدند. بررسی رنگرزی با رنگزاهای 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، انیدرید.

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.

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 بی نظیر و مقدار رطوبت درونی)، مقاومت در برابر قارچ و کپک و عایق بودن مورد توجه زیادی قرار گرفته است و تاکنون هیچ لیف دیگری یافت نشده که همه این مشخصات را توأماً دارا باشد [۱-۳].

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

الیاف پروتئینی مانند پشم حاوی گروه‌های فعال زیادی در زنجیر پلی پپتیدی است که وجود این عوامل می‌تواند جهت بهبود خواص الیاف پروتئینی از طریق اتصال عوامل شیمیایی بر آن استفاده شود [۴]. آسپیل 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 نظیر کیتوسان جهت بهبود برخی از خصوصیات الیاف پروتئینی نظیر ضد میکرب کردن، بهبود خواص رنگ‌پذیری، وزن‌دهی الیاف ابریشم و ضد نم‌داری الیاف پشمی استفاده شده است [۷-۱۳].

کیتین و کیتوسان پلی‌ساکاریدهای فوق‌العاده‌ای می‌باشند که به خاطر درصد بالای نیتروژن (۶,۸۹٪)، مورد توجه قرار گرفته و به عنوان مواد مناسبی برای بسیاری از کاربردها معرفی می‌شوند [۱۳]. ساختار ایده‌آل کیتوسان به صورت یک پلی‌ساکارید خطی با فرمول β -D-۲-آمینوآکسی-۲-گلوکوپیرانوز است [۱۴] و به خاطر ساختار منحصر به فردی که دارد تمایل بسیار بالایی به اکثر گروه‌های رنگزاهای مانند دیسپرس، مستقیم، راکتیو، اسیدی و خمی دارد ولی تمایل کیتوسان نسبت به رنگزاهای بازیک کم است. کارایی کیتوسان در

جذب رنگزاهای اسیدی، مستقیم و راکتیو بیشتر از کربن فعال است. کیتوسان یک پلی‌الکترولیت 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 رنگزاهای اسیدی و مستقیم بیشتر است. در مقادیر pH کمتر از ۶,۵ گروه آمین کیتوسان پروتونه و سبب می‌شود زیست-پلیمر یک ظرفیت مخصوص برای آنیون‌ها پیدا کند. هرچه مقدار pH کاهش یابد، جذب رنگزاهای اسیدی و مستقیم افزایش می‌یابد چون در مقادیر pH کم گروه‌های آمین آزاد زیادی به فرم NH_3^+ در می‌آیند. [۱۵-۱۸].

تاکنون کیتوسان جهت بهبود خاصیت رنگ‌پذیری و نم‌داری الیاف پشمی به کار رفته است اما به دلیل چسبندگی ضعیف کیتوسان بر روی پشم، از مواد شبکه‌کننده‌ای مانند گلی‌اکسال، گلوکارآلدئید یا سیتریک اسید استفاده شده است [۱۹، ۲۰]. در تحقیقات دیگری گزارش شده است قبل از عمل‌آوری با کیتوسان ابتدا عملیات اکسیداسیون با یک عامل اکسند مانند پراکسید هیدروژن، پرمنگنات پتاسیم یا عملیات پلازما در دمای پایین بر روی الیاف پروتئینی انجام شده است تا زمینه اتصال کیتوسان به لیف فراهم شود در نهایت قابلیت رنگرزی آنها مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۰، ۱۲]. اما از آنجایی که دمای بالا جهت پخت مواد شبکه‌کننده ذکر شده از قابلیت‌های کیتوسان می‌کاهد و به لایه کوتیکل پشم در اثر عمل‌آوری اولیه با مواد اکسید کننده آسیب وارد می‌شود، لذا در مقاله قبلی از شبکه‌کننده 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 رنگرزی کالاهای پیوند شده با جزییات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- بخش تجربی

۲-۱- مواد

پارچه پشمی ۱۰۰٪ با تراکم تار: ۷۳، تراکم پود: ۶۸ و نمره متریک ۸۰ از شرکت ریسندگی، بافندگی مطهری تهیه شد. قبل از انجام عمل‌آوری نمونه‌ها در حمامی حاوی آلتران جی پی^۱ و هیدرکسید آمونیوم در pH=8.5 به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۷۵ °C به منظور زدودن ناخالصی‌ها شسته شدند. کیتوسان با درجه دی استیلاسیون ۸۵٪ و وزن مولکولی ۱۰۰۰ kDa از شرکت کیتوتک و مواد مورد استفاده دیگر از شرکت مرک تهیه شدند.

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

1- Ultroven GP

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 عمل‌آوری شده و نمونه اولیه با استفاده از دستگاه میکروتوم برش سطح مقطع دقیق (Precision Fibre Microtome) (INTERNATIONAL LTD) SDL ساخت کشور انگلیس انجام گرفت. ثبات شستشویی و نوری نمونه‌های رنگرزی شده با استانداردهای مربوطه مورد بررسی قرار گرفت.

$$K/S = (1-R)^2/2R - (1-R_0)^2/2R_0 \quad (1)$$

منسوجات پشمی در ابتدا با ۴۰ g/l سوکسینیک انیدرید (SA) در دو حلال دی متیل سولفوکسید (DMSO) و دی متیل فرمامید (DMF) با L.R= ۱:۲۰ در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت برای عمل‌آوری پشم با انیدرید 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 حلال انیدرید به کار رفته یعنی DMSO یا DMF شستشو داده تا انیدرید اضافی که با کالا واکنش نداده است جدا شود. سپس شستشوی نهایی با استون به مدت یک ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت و افزایش وزن نمونه‌ها به عنوان معیاری جهت ارزیابی مقدار انیدرید واکنش داده با کالا در نظر گرفته شد [۵]. جهت عمل‌آوری با کیتوسان، منسوجات پشمی عمل شده با انیدرید در ۷ - ۶٫۵ pH 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 L.R=۱:۲۵ شسته شده و در گرم‌کن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس چند مرتبه نمونه‌ها با آب شسته شدند. در انتها نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در آب ۵۵ درجه سانتی‌گراد شستشو داده شدند [۲۱].

جهت تعیین ضریب زردی نمونه‌ها از رابطه ۲ استفاده شد:

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

که (Yellow Index) Y.I. مشخص کننده میزان زردی کالا (طبق استاندارد ASTM Method 1965) می‌باشد.

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

$$X = \frac{\lambda=700nm}{\sum E \times \bar{x} \times T} \quad (3)$$

$$\lambda=400$$

$$Y = \frac{\lambda=700nm}{\sum E \times \bar{y} \times T} \quad (4)$$

$$\lambda=400nm$$

$$Z = \frac{\lambda=700nm}{\sum E \times \bar{z} \times T} \quad (5)$$

$$\lambda=400nm$$

منسوجات پشمی در ابتدا با ۴۰ g/l سوکسینیک انیدرید (SA) در دو حلال دی متیل سولفوکسید (DMSO) و دی متیل فرمامید (DMF) با L.R= ۱:۲۰ در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت برای عمل‌آوری پشم با انیدرید 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 حلال انیدرید به کار رفته یعنی DMSO یا DMF شستشو داده تا انیدرید اضافی که با کالا واکنش نداده است جدا شود. سپس شستشوی نهایی با استون به مدت یک ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت و افزایش وزن نمونه‌ها به عنوان معیاری جهت ارزیابی مقدار انیدرید واکنش داده با کالا در نظر گرفته شد [۵]. جهت عمل‌آوری با کیتوسان، منسوجات پشمی عمل شده با انیدرید در ۷ - ۶٫۵ pH 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 L.R=۱:۲۵ شسته شده و در گرم‌کن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس چند مرتبه نمونه‌ها با آب شسته شدند. در انتها نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در آب ۵۵ درجه سانتی‌گراد شستشو داده شدند [۲۱].

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

2.00 %Polar Brilliant Red 3BN
1.00 % Albeal 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 سانتی‌گراد، سپس با آب سرد آبکشی و در نهایت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد 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:
 $Cp=(ap^2+bp^2)^{0.5}$;
 $hp=atan(bp/ap)*(180/pi)$;
 %for sample Q:
 $Cq=(aq^2+bq^2)^{0.5}$;
 $hq=atan(bq/aq)*(180/pi)$;

۳- نتایج و بحث

نتایج تحقیق انجام شده برای ایجاد پیوند بین کیتوسان و انیدرید متصل شده به پشم نشان داد که سوکسینیک انیدرید 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.

۳-۱- بررسی خواص رنگرزی

جهت بررسی خواص رنگرزی نمونه‌های عمل شده با انیدرید 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).

رنگزاهای 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 انیدرید در حلال DMSO میزان انعکاس افزایش و در نتیجه جذب رنگزا کاهش می‌یابد. دلیل کاهش جذب رنگزا در اثر عمل با انیدرید می‌تواند به دلیل مسدود شدن بعضی مکان‌های واکنش‌پذیر کالا (گروه‌های آمین و کربوکسیل) توسط انیدرید 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 رنگزا 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 رنگزاهای اسیدی، بین مولکول‌های رنگزا با مکان‌های واکنش‌پذیر لیف (گروه‌های کربوکسیلی و آمینی) پیوند یونی ایجاد می‌شود. دلیل کاهش جذب رنگزا در اثر عمل با انیدرید می‌تواند به دلیل مسدود شدن این گروه‌ها توسط انیدرید 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 T برابر با انعکاس نمونه‌ها و \bar{x} ، \bar{y} ، \bar{z} مقادیر محرکه‌های رنگ همانندی (برای استاندارد نسبی ۱۹۶۴ CIE 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 52.462
53.385 54.309 55.140 55.812 56.437 56.981 57.520
58.045 58.507 58.934 59.346 59.841 60.478 61.101
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 63.502
64.488 65.500 66.397 67.172 67.903 68.505 69.077
69.694 70.362 71.038 71.648 72.283 72.955 73.513
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 می باشد.

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 عمل‌آوری 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 عمل‌آوری نشده و عمل شده حاصل نشده است.

جدول ۲: ثبات شستشویی نمونه‌های رنگرزی شده.

نمونه‌های رنگرزی شده	تغییر رنگ	لکه‌گذاری
نمونه پشم عمل‌آوری 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.

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

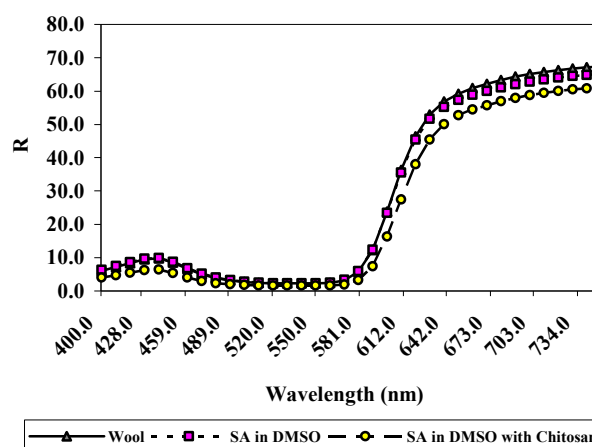
جدول ۴: ثبات سایشی نمونه‌های رنگرزی شده.

نمونه‌های رنگرزی شده	ثبات خشک	ثبات تر
نمونه پشم عمل‌آوری 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	۴-۵

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

نمونه رنگرزی شده	انعکاس (R)	K/S
پشم عمل‌آوری نشده	$R=1,82, R_0=23,85$	۲۵,۱۱
پشم آسیله شده در حلال DMSO	$R=1,94, R_0=36,93$	۲۴,۲۲
پشم آسیله شده در حلال DMF	$R=2,32, R_0=33,94$	۱۹,۹۱
پشم پیوند شده (حلال DMSO)	$R=1,59, R_0=33,38$	۲۹,۶۱
پشم پیوند شده (حلال DMSO)	$R=1,90, R_0=31,00$	۲۴,۵۵

SA: Succinic anhydride



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 رنگزا به آنها باشد [۹، ۲۱، ۶].

مقادیر جدول ۱ نشان می‌دهند که در نمونه پیوند شده با کیتوسان در حلال DMF مقدار K/S و جذب رنگ کاهش می‌یابد 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 عمل‌آوری نشده کمتر است. بایستی در نظر داشت که DMF به اندازه DMSO نمی‌تواند در لیف نفوذ کرده و با متورم نمودن کالا جذب انیدرید را بیشتر و گروه‌های عاملی زیادی را در دسترس انیدرید قرار دهد، در نتیجه مقدار انیدرید قرار گرفته بر روی کالا کم می‌شود [۶]. بنابراین، مقدار کم گروه‌های آسیل قرار گرفته بر روی

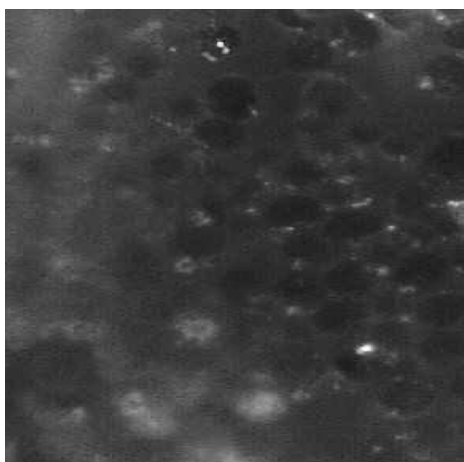
الیاف طبیعی، پلاستیک‌ها و رنگ‌های پوشاننده سطوح مورد استفاده قرار گیرند.

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 انیدرید در حلال DMSO ضریب زردی آن به مقدار کمی افزایش می‌یابد که به خاطر اثر حلال است. با عمل دوباره پشم عمل شده با انیدرید با کیتوسان دوباره زردی کالا افزایش می‌یابد، که این امر نشان دهنده قرار گرفتن پلیمر طبیعی کیتوسان بر روی پارچه پشمی عمل شده با انیدرید و در نتیجه رنگ طبیعی خود کیتوسان می‌باشد.

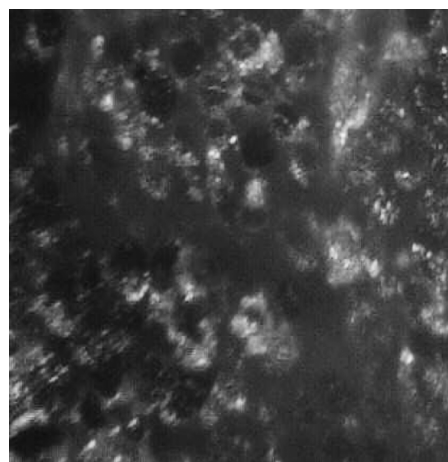
تصاویر حاصل از میکروسکوپ نوری جهت مشاهده سطح مقطع عرضی در نمونه‌های رنگ‌رزی شده که با روش میکروتوم انجام شد نشان داد که جذب رنگزا در نمونه‌های عمل‌آوری شده به صورت عمقی است و رنگ‌رزی در سطح انجام نشده است. این موضوع نشان‌دهنده نفوذ کیتوسان به ساختار لیف و عدم جذب رنگزا به صورت سطحی است (شکل ۲).

۲-۳- بررسی ضریب زردی

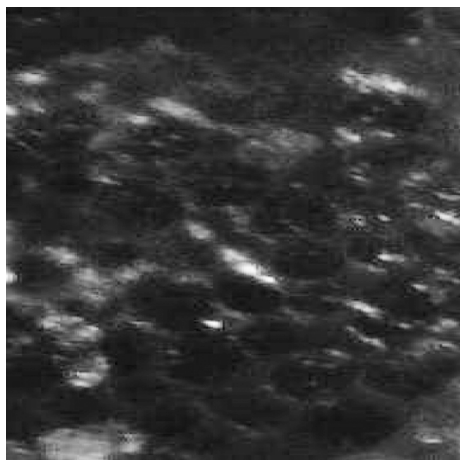
از دید بصری ضریب زردی به نمونه‌هایی اطلاق می‌شود که گرد و غبار گرفته و دچار سوختگی سطحی شده و یا توسط نور، فرآیندهای شیمیایی تخریب شده‌اند. ضرایب زردی اساساً جهت کمی کردن این نوع تخریب‌ها با یک مقدار، مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند در



ب



الف



ج

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

یافت. در ضمن نمونه‌های عمل شده با سوکسینیک انیدرید 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 شستشویی 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 انیدرید و کیتوسان به مقدار کمی افزایش می‌یابد. نتایج نشان دادند که معضل 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 انیدرید و کیتوسان.

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

۴- نتیجه گیری

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 رمق‌کشی رنگزاهای اسیدی بر روی پشم شد و مقدار K/S در نمونه‌های پیوند شده نسبت به نمونه‌های عمل شده با انیدرید 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 naphtalimide 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. Sariisik, 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. Jovancic, 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. Colonno, 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 absorbtion 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.