

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

اصلاح پشم با تابش فرابنفش و مطالعه قابلیت رنگرزی و خواص رنگی با رنگزای طبیعی قرمز دانه

فهیمة سبزی^۱، سیامک صفاپور^{۲*}، موسی صادقی کیاخانی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رنگرزی و مواد اولیه، دانشکده فرش، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، صندوق پستی: ۴۵۶۷-۵۱۳۸۵

۲- استادیار دانشکده فرش، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، صندوق پستی: ۴۵۶۷-۵۱۳۸۵

۳- گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، موسسه فناوری رنگ و پوشش، تهران، صندوق پستی صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵

چکیده: در این مطالعه از تابش فرابنفش با انرژی بالا یعنی *UVC* (طول موج ۲۵۴ نانومتر) برای اصلاح خواص سطح پشم استفاده شد. نخ پشمی به مدت ۶۰-۵ ساعت تحت تابش قرار گرفت و سپس تاثیر آن بر ساختار مولکولی و قابلیت رنگرزی رنگزای طبیعی قرمز دانه بررسی شد. نتایج آزمون *FTIR* نشان داد تابش فرابنفش باعث ایجاد گروه های عاملی جدید در ساختار پشم می شود که با افزایش زمان تابش افزایش می یابند. تغییرات ساختاری و ایجاد گروه های عاملی موجب گردید قدرت رنگی الیاف رنگرزی شده بهبود یابد. فام رنگی الیاف اصلاح شده بدون تغییر باقی ماند و درجه قرمزی و زردی نمونه ها به میزان جزئی به ترتیب کاهش و افزایش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد می توان از تابش فرابنفش برای بهبود قابلیت رنگرزی پشم با رنگزای قرمز دانه استفاده کرد.

واژه های کلیدی: پشم، اصلاح سطحی، تابش فرابنفش، رنگزای طبیعی قرمز دانه، رنگرزی

مقدمه

در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. پیوند هیدروژنی با اتصال اتم هیدروژن به نیتروژن گروه آمید و همین طور اتصال همان اتم هیدروژن به اتم اکسیژن گروه کربونیل ایجاد می شود. به علاوه زنجیرهای مولکولی توسط پیوندهای نمکی، کوالانسی و پیوندهای ضعیف بین گروه های غیر قطبی به یکدیگر اتصال یافته اند [۳ و ۲].

رنگرزی پشم بسته به خواص نهایی و محدوده و عمق رنگی مورد نیاز با رنگزاهای مختلف شیمیایی و طبیعی انجام می شود. اگر چه در رنگرزی با رنگزاهای شیمیایی، ثبات های عمومی

پشم به عنوان یک لیف طبیعی با منشا حیوانی دارای ویژگی های خاص و متعددی نظیر ارتجاعیت و بازگشت پذیری عالی، جذب رطوبت و رنگ پذیری مناسب می باشد. پشم با داشتن خواص منحصر به فرد، پرمصرف ترین لیف مصرفی به عنوان نخ پرز فرش و خامه ی قالی می باشد [۱]. ساختار اصلی پشم کراتین می باشد که در واقع یک پروتئین است که از اتم های کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و گوگرد تشکیل یافته است. زنجیرهای پروتئین در پشم به وسیله پیوندهای هیدروژنی

* نویسنده مسئول: s.safapour@gmail.com s.safapour@tabriziau.ac.ir ;

بسیاری از این عملیات تکمیلی و اصلاح مورد استفاده برای الیاف، با هدف بهبود خصوصیات و قابلیت رنگرزی الیاف می‌باشد. از انرژی تابش فرابنفش به عنوان یک روش مناسب در صنایع گوناگون برای اصلاح ویژگی های سطح پلیمرها و منسوجات به منظور بهبود خواص ضد میکروبی، ضد نمندی شدن، آنتی استاتیک، ترشوندگی، آب دوستی و قدرت چسبندگی استفاده شده است [۲ و ۶ و ۱۰-۸]. در صنعت نساجی، از تابش فرابنفش برای اصلاح و تغییر ویژگی های سطح الیاف پلیمری از قبیل پشم، ابریشم، پلی استر و نایلون استفاده شده است [۲ و ۹ و ۱۰]. معمولاً منسوجات در هوای آزاد و یا تحت گازهای اکسیژن و نیتروژن جهت فعال سازی سطح لیف و همین طور ایجاد رادیکال های آزاد توسط اشعه ی فرابنفش اصلاح می شوند. محدوده طول موجی وسیعی از تابش های فرابنفش بدین منظور استفاده می شود. این روش، یک روش ساده، مقرون به صرفه و در محیط خشک (بدون مصرف آب) است. همچنین قابل ذکر است که اشعه ی فرابنفش در بافت الیاف نفوذ نکرده و در نتیجه باعث از دست رفتن وزن طبیعی الیاف و همچنین تغییر خواص مکانیکی لیف نمی گردد. تابش فرابنفش به سطح الیاف به دلیل ایجاد گروه های عاملی جدید در سطح الیاف می تواند مقدار رنگ پذیر را افزایش داده و همچنین باعث بهبود خاصیت ترشوندگی، جذب و تثبیت رنگ در دماهای پایین تر و در نتیجه کاهش دمای مؤثر رنگرزی گردد [۲]. در این روش تغییر قابل توجهی در خواص کلی الیاف ایجاد نمی شود، با این حال، سطح لیف تغییر یافته و گروه هی عاملی جدیدی در سطح لیف به وجود می آیند. از این رو، در این مطالعه الیاف پشم با تابش فرابنفش (UVC) با طول موج ۲۵۴ نانومتر اصلاح شد و تاثیر آن بر قابلیت رنگرزی با رنگرزی طبیعی قرمزانه و ویژگی های رنگی الیاف رنگرزی شده مورد بررسی قرار گرفت.

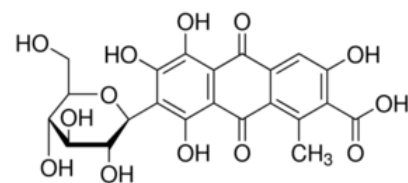
بخش تجربی

مواد و تجهیزات مصرفی

در این پژوهش از نخ پشمی ایرانی تولید شرکت آذربرف با نمره ۲۰۰ تکس ۴ لا استفاده شد. رنگرزی قرمزانه از کارگاه

مناسب و محدوده رنگی بسیار گسترده می باشد، اما مشکلاتی از قبیل آلاینده گی محیط زیست، حساسیت زایی و سمی بودن رنگرهای شیمیایی را نمی توان نادیده گرفت، به طوری که در سال های اخیر در بسیاری از کشورها استفاده از بسیاری از رنگرهای شیمیایی محدود و حتی برخی از آن ها ممنوع شده است. امروزه رنگ های طبیعی به دلیل سازگاری با محیط زیست، زیست تخریب پذیر بودن، تجدیدپذیری و عدم حساسیت زایی در رنگرزی الیاف و منسوجات استفاده می شوند. از محدودیت های رنگرهای طبیعی می توان به تمایل پایین آنها به الیاف نساجی و در نتیجه مقدار رمق کشی، جذب رنگ و قدرت رنگی کم آن ها اشاره کرد [۴-۶].

رنگرزی قرمزانه یک رنگرزی طبیعی با منشأ حیوانی می باشد که در صنعت فرش دستباف برای تولید فام های رنگی قرمز منحصر به فرد و خاص بر روی الیاف پشم و ابریشم استفاده می شود. پودر خام قرمزانه حاوی ۲۰-۱۵ درصد اسید کارمینیک به عنوان ماده رنگرزی اصلی می باشد [۷] که ساختار شیمیایی آن در شکل ۱ نشان داده شده است. در روش های سنتی به دلایل گوناگون نظیر تمایل پایین رنگرزی طبیعی به الیاف پشم، ساختار ویژه و سطح آب گریز پشم، مقدار زیادی از رنگرزی قرمزانه در حمام رنگرزی جذب نشده و با پساب به هدر می رود که موجب افزایش هزینه رنگرزی و تصفیه پساب می گردد. امروزه برای رفع محدودیت های مذکور از روش های مختلف فیزیکی و شیمیایی برای بالا بردن قدرت رنگی و همچنین ثبات رنگی رنگرهای طبیعی بر روی منسوجات استفاده می گردد [۶ و ۱۰-۸]. نتایج تحقیقات پیشین نشان می دهد که با استفاده از این روش ها می توان کیفیت رنگرزی الیاف با رنگرهای طبیعی را به اندازه رنگرهای شیمیایی ارتقا بخشید.



شکل ۱- ساختار شیمیایی اسید کارمینیک [۷]

گرفت. سپس پودر بدست آمده به عنوان ماده رنگزا برای انجام رنگری مورد استفاده قرار گرفت.

رنگری الیاف پشم عمل آوری شده

پس از پایان عمل آوری، الیاف پشمی نوردیده توسط رنگزای قرمزخانه رنگری گردیدند. رنگری نخ پشمی با ۳۰ درصد پودر رنگزای قرمزخانه (نسبت به وزن پشم) انجام شد. وزن مناسب از رنگزا به حمام رنگری (۱:۴۰:۱) اضافه شد و به مدت یک ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خیسانده شد. سپس کالا به حمام رنگری اضافه شد، دمای حمام طی ۳۰ دقیقه به جوش رسانده شد و رنگری در جوش به مدت ۶۰ دقیقه ادامه یافت. در انتها نمونه ها از حمام رنگری خارج، آبکشی و در دمای محیط خشک شدند.

اندازه گیری ویژگی های انعکاسی و رنگی نمونه ها

برای مطالعه خواص رنگی نمونه ها، پارامترهای رنگی (L^* ، C^* و h) و شدت رنگی (K/S) توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی *MiniScan Ez* ساخت شرکت *Hunter Lab* در محدوده طول موج ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر اندازه گیری و محاسبه شدند. شرایط مشاهده جهت محاسبه داده های کالریمتریک $D65/10^\circ$ و ارزیابی نتایج در سیستم $CIE L^*a^*b^*$ بود. پارامتر L^* نشان دهنده درجه روشنایی (*Lightness*) نمونه ها (در محدوده ۰-۱۰۰، صفر معرف مشکی و صد، معرف سفید می باشد)، C^* بیانگر خلوص (*Chroma*) رنگ (که با افزایش میزان آن، شدت رنگ و تیرگی رنگ بر روی لیف پشمی افزایش می یابد) و h بیانگر فام (*Hue*) نمونه های رنگی می باشد. مقدار شدت رنگی ($Color\ strength, K/S$) طبق رابطه ۱ محاسبه شد که در این رابطه K ضریب جذب، S ضریب انتشار و R کمترین مقدار انعکاس هر نمونه (بیشترین مقدار جذب) در محدوده طول موج مرئی ۴۰۰-۷۰۰ نانومتر می باشد.

رنگری سنتی تهیه و آسیاب شد و پودر آن برای رنگری پشم استفاده شد. از اسید استیک آزمایشگاهی به عنوان تنظیم کننده pH و صابون غیر یونی و کربنات سدیم برای شستشوی نخ پشمی استفاده شد.

لامپ *UVC* استوانه ای شکل به طول ۶۰ سانتی متر با طول موج تابش فرابنفش ۲۵۴ نانومتر ساخت شرکت فیلیس کشور هلند برای تابش و اصلاح پشم استفاده شد. بدین منظور نخ های پشمی درون محفظه نوری در فاصله ۱۰ سانتی متری از منبع تابش در مدت زمان های مختلف مورد تابش قرار گرفتند. از دستگاه *FTIR* برای مطالعه تغییر ایجاد شده در ساختار مولکولی پشم استفاده شد. پارامترهای رنگی ($L^*a^*b^*C^*$) و قدرت رنگی (K/S) نمونه های رنگی تحت منبع نوری $D65$ و زاویه مشاهده کننده استاندارد (10°) توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی (*Color-Eye XTH, X-Rite Inc., USA*) در محدوده مرئی (۴۰۰-۷۰۰ نانومتر) اندازه گیری شد و ارزیابی نتایج در سیستم $CIE L^*a^*b^*$ انجام گرفت. مقادیر L^* در محدوده ۱۰۰-۰ متغیر بوده و نشان دهنده درجه روشنایی نمونه می باشد که مقدار کمتر L^* نشان دهنده تیره تر بودن نمونه رنگی می باشد. مقادیر a^* تغییر درجه سبزی-قرمزی و b^* تغییر درجه آبی-زردی و C^* خلوص رنگی نمونه ها را نشان می دهد [۶].

شرایط آزمایش

نوردهی الیاف پشمی توسط تابش *UVC*

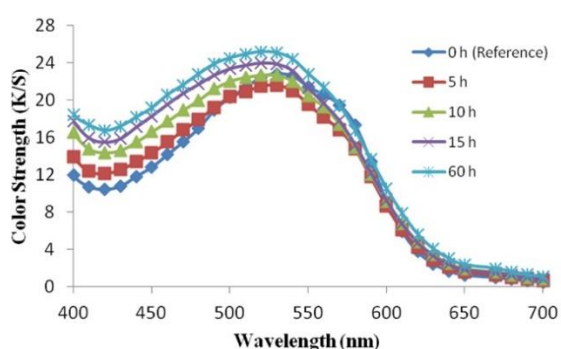
در پژوهش انجام شده، الیاف پشم از فاصله ۱۰ سانتی متر توسط لامپ *UVC* در درون کابینت نوری تحت نوردهی قرار گرفتند. این عمل آوری در مدت زمان های ۱۵ و ۶۰ ساعت انجام گرفت. پس از پایان عمل آوری، الیاف پشمی نوردیده توسط رنگزای قرمزخانه رنگری گردیدند. پس از جدا سازی کامل ماده رنگزا از حلال، ماده تغلیظ شده به منظور خشک کردن کامل در دستگاه آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار

تأثیر مدت زمان نوردهی بر قدرت رنگی

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

رابطه ۱:

نمونه هایی که در شرایط مختلف در مدت زمان صفر تا ۶۰ ساعت نور دهی شده بودند با رنگزای قرمز دانه تحت شرایط ذکر شده در قسمت تجربیات رنگریزی شدند و قدرت رنگی نمونه در محدوده طول موج مرئی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد حداکثر ماکزیمم جذب در محدوده ۵۳۰ نانومتر می باشد. مشاهده می شود با افزایش مقدار تابش، جذب رنگ یا به عبارتی قدرت رنگی (K/S) به صورت پیوسته افزایش پیدا می کند و بیشترین مقدار جذب مربوط به نمونه عمل آوری شده در مدت زمان ۶۰ ساعت می باشد. افزایش جذب رنگ می تواند به دلیل ایجاد گروه های عاملی جدید در سطح لیف، افزایش مکان های رنگ پذیر، افزایش خاصیت تر شونده گی و در نتیجه بهبود جذب و تثبیت رنگ می باشد [۲].



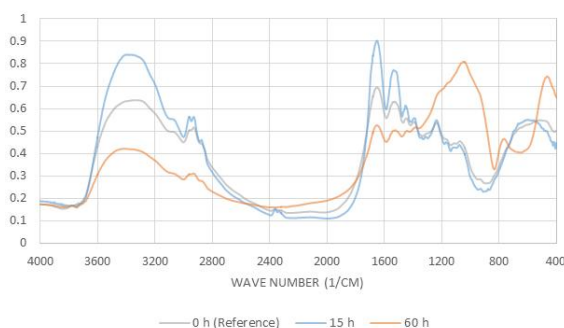
شکل ۲: قدرت رنگی (K/S) الیاف پشم رنگریزی شده با رنگزای قرمز دانه در محدوده مرئی برای نمونه پشم نور ندیده (مرجع) و نمونه هایی که به مدت زمان مختلف تحت تابش نور UVC قرار گرفته اند.

برای درک بهتر تفاوت ها، همانطور که در شکل ۳ مشاهده می گردد مقدار قدرت رنگی (K/S) نمونه مرجع در مدت زمان نوردهی ۵ و ۱۰ ساعت کمتر شده است. کاهش قدرت رنگی می تواند به دلیل از بین رفتن گروه های عاملی و تبدیل شدن آنها به گروه های عاملی دیگر باشد، که نمی تواند به عنوان مکان رنگ پذیر عمل کند [۹ و ۱۰]. از طرفی در زمان های بیشتر از ۱۰ ساعت که مدت زمان نوردهی ۱۵ و ۶۰ ساعت گزارش شده است، قدرت رنگی که نشان دهنده میزان جذب

نتایج و بحث

بررسی نتایج FTIR

از طیف سنجی FTIR برای نشان دادن گروه های عاملی موجود در مواد استفاده می شود. لیف پشم دارای گروه های عاملی متعددی می باشد. هرگونه تغییرات در گروه های عاملی پشم باعث تغییر در نمودار FTIR می شود بنابراین با توجه به بررسی های انجام شده، تابش فرابنفش باعث ایجاد گروه های عاملی جدید، تغییر در پیوندهای مولکولی، شکسته شدن گروه های عاملی در سطح می شود [۲]. بنابراین طیف FTIR نمونه نور ندیده به عنوان مرجع و نمونه های عمل آوری شده در مدت زمان ۱۵ و ۶۰ ساعت جهت مقایسه در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد، زمان نوردهی به مدت ۱۵ ساعت باعث تغییر در شدت گروه های عاملی می شود، همچنین شکل نمودار بطور محسوسی تغییر پیدا می کند، از طرفی، زمان نوردهی به مدت ۶۰ ساعت باعث ایجاد تغییرات قابل توجهی در گروه های عاملی و ایجاد پیک جدید می شود. این تغییرات نشان دهنده تغییر پیوندها و افزایش گروه های عاملی به عنوان عاملی تاثیر گذار بر ویژگی های رنگریزی می باشد.



شکل ۱: طیف FTIR الیاف پشم نور ندیده (مرجع) و نور دیده (UVC) به مدت ۱۵ و ۶۰ ساعت

نتیجه گیری

نتایج آزمون FTIR نشان داد که تابش فرابنفش باعث ایجاد گروه های عاملی جدید در پشم می شود که با افزایش زمان تابش، افزایش می یابند. تغییرات ساختاری و ایجاد گروه های عاملی موجب گردید قدرت رنگی الیاف رنگرزی شده بهبود یابد. به طور کلی نتایج این تحقیق و مطالعه نشان می دهد اصلاح لیف پشم با نوردهی توسط تابش فرابنفش باعث تغییر در ساختار مولکولی پشم، ایجاد گروه های عاملی و از بین رفتن لایه های سطحی پشم می شود [۲ و ۱۰-۹]. از یک سو باعث افزایش مکان های رنگ پذیر و از طرفی دیگر باعث برطرف شدن لایه آبرگیز سطح لیف، که مانع جذب رنگ است، می شود. نتایج این پژوهش نشان داد می توان از تابش فرابنفش برای بهبود قابلیت رنگرزی پشم با رنگزای قرمزانه استفاده کرد. تابش فرابنفش به عنوان یک روش غیر آبی، روشی ساده و در دسترس و دوستدار محیط زیست است که می توان این روش را برای اطلاع ویژگی های پشم، بیشتر با تکیه بر قابلیت افزایش جذب رنگ پذیری و قابلیت رنگرزی استفاده کرد.

تقدیر و تشکر

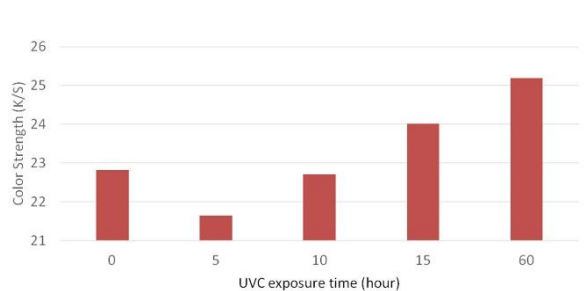
این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد فرش (گرایش مواد اولیه و رنگرزی) در دانشگاه هنر اسلامی تبریز می باشد. بدین وسیله، از تمامی حمایت های مادی و معنوی دانشگاه هنر اسلامی تبریز در طول انجام این پژوهش سپاسگزاری می شود. همچنین از همکاری صمیمانه موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش تهران نیز تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

[1] Kozłowski R. H., *Handbook of natural fiber*. Philadelphia: Woodhead Publishing (2012)

[2] Samanta K. K., Basak S., Chattopadhyay S. K., *Environment-Friendly Textile Processing Using Plasma and UV Treatment; In Muthu S. S., Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Eco-friendly Raw Materials, Technologies, and Processing Methods*. ISBN 978-981-287-065-0 (eBook); DOI: 10.1007/978-981-287-065-0

رنگ است افزایش پیدا می کند. افزایش قدرت رنگی به دلایل مختلفی از جمله افزایش گروه های جاذب رنگ، شکسته شده پیوندهای سطحی، بر طرف شدن لایه ی نازک آبرگیز در سطح لیف پشم، که به عنوان یک مانع از نفوذ رنگ عمل می کند، می باشد.



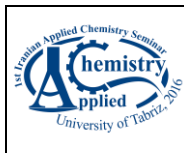
شکل ۳: قدرت رنگی (K/S) الیاف پشم رنگرزی شده با رنگزای قرمزانه در بیشترین طول موج جذب برای نمونه پشم نور ندیده (مرجع) و نمونه هایی که به مدت زمان مختلف تحت تابش نور UVC قرار گرفته اند.

تاثیر زمان نوردهی بر خواص رنگی

نتایج داده های جدول ۱ نشان می دهد که با افزایش زمان نوردهی درجه روشنایی نمونه ها کم می شود که به دلیل جذب رنگ بیشتر و سیر تر شدن نمونه، روشنایی کاهش پیدا می کند. a^* که نشان دهنده قرمزی-سبزی نمونه می باشد، نشان می دهد که با افزایش زمان نوردهی درجه قرمزی نمونه ها به دلیل کم شدن مقادیر a^* کم می شود. از طرفی، با افزایش مقادیر b^* زردی نمونه ها افزایش پیدا می کند.

جدول ۱: داده های رنگی پشم رنگرزی شده با رنگزای قرمزانه پس از عمل آوری با اشعه UV

زمان نوردهی (ساعت)	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
صفر (نمونه مرجع)	۲۳.۱۷	۲۷.۵۴	۱.۹۰	۲۷.۶۰	۳.۹۳
۵	۲۳.۱۹	۲۴.۴۸	۴.۱۰	۲۴.۸۳	۹.۵۱
۱۰	۲۲.۱۹	۲۲.۵۷	۵.۱۰	۲۳.۱۴	۱۲.۷۴
۱۵	۲۲.۰۱	۲۳.۳۱	۶.۴۸	۲۴.۲۰	۱۵.۵۴
۶۰	۲۰.۷۵	۲۱.۱۰	۵.۳۵	۲۱.۷۷	۱۴.۲۳



[3] Broadbent A. D., *Basic Principles of Textile coloration. Society of Dyers and Colourists, ISBN 0901956767 (2001)*

[4] Bechtold T., Mussak R., *Handbook of Natural Colorants. John Wiley & Sons, United Kingdom (2009)*

[5] Kasiri M. B., Safapour S., *Natural dyes and antimicrobials for green treatment of textiles. Environmental Chemistry Letters, 12: 1-13 (2014)*

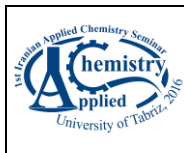
[6] Mehrparvar L., Safapour S., Sadeghi-Kiakhani M., Gharanjig K., *Chitosan-polypropylene imine dendrimer hybrid: a new ecological biomordant for cochineal dyeing of wool. Environmental Chemistry Letters. Accepted. In press (2016)*

[7] Mirnezhad S., Safapour S., Sadeghi-Kiakhani M., *Review on the properties and application of cochineal natural colorant in different industries. Journal of Studies in Color World 5(4): 33-46 (2015)*

[8] Rehman F., Adeel S., Ijaz S. Q., Bhatti A., Shahid M., Zuber M., *Dyeing behaviour of gamma irradiated cotton fabric using Lawson dye extracted from henna leaves (Lawsonia inermis). Radiation Physics and Chemistry 81(11): 1752-1756 (2012)*

[9] Shao J., Hawkyard C. J., Carr C. M., *Investigation into the effect of UV/Ozone treatments on the dyeability and printability of wool, JSDC 113(4): 126-130 (1997)*

[10] Xin J. H., Zhu R., Hua J., Shen J., *Surface modification and low temperature dyeing properties of wool treated by UV radiation, Coloration Technology, 118(4): 169-173 (2002)*



Wool surface modification with ultraviolet irradiation and study of dyeability and color characteristics with cochineal natural dye

Fahimeh Sabzi^a, Siyamak Safapour^{b*}, Mousa Sadeghi-Kiakhani^c

MS Student, Faculty of Carpet, Tabriz Islamic Art University, PO BOX 51385-4567, Tabriz, Iran

^b Assistant Professor, Faculty of Carpet, Tabriz Islamic Art University, PO BOX 51385-4567, Tabriz, Iran

^c Assistant Professor, Department of Organic Colorants, Institute for Color Science and Technology, PO Box

Abstract:

In this study, high energy ultraviolet irradiation, namely, UVC (254 nm) was used for surface modification of wool. Woolen yarns were irradiated for 5-60 hour and then examined for structural changes and dyeability with cochineal natural dye. FTIR analysis confirmed structural changes in wool and formation on new functional groups with the increase in exposure time. Structural changes and formation new functional groups induced better dye up-take and thus the dyeability of wool was improved. Color hue of irradiated wool remained nearly unchanged and only the redness and yellowness were negligibly decreased and increased, respectively. The results of this study showed that UV irradiation can be used for improvement of dyeability of wool with cochineal natural dye.

Keywords: Wool; Surface modification; UV irradiation; Cochineal natural dye; Dyeing

**Corresponding author: s.safapour@gmail.com; s.safapour@tabriziau.ac.ir*

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی