استفاده از اشعه فرابنفش در سفیدگری و کاهش پرزدهی پارچه‌های پنبه‌ای کشباف

ترجمه:مهندس آزاده موحد

شیمی نساجی

چکیده

در این مقاله امکان انجام هم زمان عملیات سفید گری و ضد پرزدهی پارچه‌ی پنبه‌ای کشباف با استفاده از اشعه فرابنفش بر روی نمونه ی کشباف آغشته به پراکسید هیدروژن مورد مطالعه قرار گرفته است و تاثیر آغازگر نوری یا حساسگر، هیدروکسید سدیم به عنوان فعال کننده، سیلیکات سدیم به عنوان تثبیت کننده ی پراکسید هیدروژن وزمان پرتودهی بر روی سفیدی، زردی، نرخ پرزدهی و از دست دادن استحکام پارچه بررسی شد. مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از روش متداول پد استیم(پد بخار) نشان می دهد که می توان با پد کردن پارچه ی پنبه ای به روش پد استیم تحت پرتوهای فرابنفش هم به سفیدی مورد نظر دست یافت و هم محدوده ی استحکام از دست رفته را در حد قابل قبولی حفظ کرد.

مقدمه

پرزدهی یکی از عیوب بسیار مهم منسوجات است که بر زیبایی و زیردست پارچه و طول عمر لباس اثر منفی می گذارد. پرزدهی به ویژه در مورد پارچه های کشباف از دلایل اصلی ساییدگی پارچه به شمار می رود. اگرچه پارچه های کشباف دارای مزایای زیادی از جمله نرخ تولید بالا و هزینه ی پایین، راحتی و ساختار نرم هستند اما مساله پرزدهی به دلیل شل و آویزان کردن ساختار پارچه همچنان یک عیب جدی در آن ها به شمار می رود. رشد روزانه ی مصرف پارچه های کشباف به همراه ورود الیاف جدید بشرساخت و ترکیبات آن ها با الیاف طبیعی به بازار، اهمیت کاهش پرزدهی پوشاک را بیشتر می کند. مکانیزم پرزدهی واضح و مشخص است. عملیات تکمیلی تر نظیر رنگرزی و تکمیل چنانچه به درستی انتخاب شوند می توانند پرزدهی پارچه را کنترل کنند، در این صورت ساختار نخ و پارچه است که اهمیت زیادی پیدا می کند.

دو روش مختلف برای به حداقل رساندن کاهش پرزها وجود دارد: کاهش تراکم و تشکیل پرزها با محکم کردن الیاف در ساختار نخ و پارچه، سست کردن الیاف برآمده که منجر به جداشدن آسان تر پرزها می شود. بنابراین روش های مختلفی برای حل مشکل پرزدهی به کار گرفته شد. روش بیوپولیش (صیقل دادن با استفاده از آنزیم ها) یکی از روش های کاهش پرزدهی پارچه های سلولزی می باشد. البته به دلیل استفاده از آنزیم سلولاز در این فرایند خواص پارچه ی عمل شده تا حد زیادی وابسته به شرایط هیدرولیز آنزیمی می شود، بنابراین زمانی که کاهش استحکام از دست رفته امری حیاتی است، تکرارپذیری در مقیاس صنعتی عملا ممکن نیست. در نتیجه یافتن راهی جدید برای سست کردن سطح الیاف بدون اینکه تغییر محسوسی در خواص و استحکام نخ و پارچه ایجاد شود بسیار مهم است. پیش از این تحقیقات زیادی پیرامون به کار گیری اشعه فرابنفش برای کاهش پرزدهی پارچه های سلولزی صورت نگرفته بود. تنها تحقیق موجود در مورد استفاده از اشعه برای ایجاد خواص ضد پرزدهی بر روی پنبه، کاهش شدید استحکام را در پارچه ی پنبه ای نشان می داد که علت آن تاثیر استفاده از پراکسید هیدروژن به عنوان یک آغازگر نوری برای جذب اشعه فرابنفش بود. در تحقیق قبلی ما امکان استفاده از اشعه فرابنفش را در فرایند سفیدگری پارچه ی پنبه ای به منظور ایجاد خواص ضد پرزدهی بدون انجام یک مرحله ی تکمیلی مجزا را مورد بررسی قرار دادیم. مشاهده شد که با ترکیب دو مرحله ی فوق می توان مجموع استحکام از دست رفته ی پارچه را به میزان چشمگیری کاهش داد. علاوه بر آن استفاده از پراکسید هیدروژن به عنوان تثبیت کننده امکان بهبود شرایط کنترلی را به منظور ممانعت از افزایش بیش از حد استحکام از دست رفته فراهم می کند. به علاوه روشی جدید برای سفیدگری پارچه به دست می آید. در این مقاله به دلیل اهمیت زیاد مساله ی پرزدهی در پارچه های کشباف، امکان استفاده از روش جدید برای این دسته از پارچه ها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از انجام فرایند سفیدگری و بیوپولیش در مقیاس صنعتی مقایسه شد. در این روش نیازی به اعمال شرایط هیدرولیز آنزیمی و مشکلاتی که ذکر کردیم نیست.

تجربیات

در این تحقیق از پارچه ی ۱۰۰٪ پنبه ای کشباف، آهارگیری و شستشو شده (کشباف تاری اینترلاک، ضخامت ۰/۷ mm و ۲۲۸/۱۴ g/m^2) و همچنین یک نمونه ی سفیدگری شده و بیوپولیش شده در مقیاس صنعتی تولید شرکت نساجی سبلان پارچه استفاده شده است. مواد شیمیایی مورد استفاده نیز از کمپانی مرک آلمان تهیه شده بود. پرتودهی نمونه ها توسط تیوب MPMA تولید کمپانی پریمارک (۵۷۵ w، OSRAM) که بر روی یک کابینت نصب شده بود پرتودهی شدند.

تمام نمونه ها قبل از انجام هرگونه عملیاتی مورد شستشو قرار گرفتند تا هرگونه آلودگی و ناخالصی موجود در آن ها برطرف شود چون ناخالصی ها تاثیر نامطلوبی روی کارایی پارچه به جا می گذارند. عملیات شستشو در ماشین رنگرزی Roaches (Pyrotec S) انجام شد. نمونه ها با استفاده از یک دترجنت نانیونیک در PH=۸–۹(کربنات سدیم) در دمای ۱۰۰°C و به مدت ۳۰ دقیقه شسته شدند. سپس پارچه ها به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۳۵–۴۰°C آبشور و سپس به تدریج خنک شدند. سرانجام با آب سرد آبکشی و بدون کشش در معرض هوا خشک شدند. نسبت حجم حمام به وزن کالا ۴۰:۱ بود . نمونه های شسته شده تحت شرایط مختلفی مورد

عملیات قرار گرفتند: گروه اول ابتدا پد و سپس به مدت ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه پرتودهی شدند. حمام پد(Werner Mathis AGpad) حاوی ml/l ۴ پرکسید هیدروژن(۳۵٪)، g/l ۷ سیلیکات سدیم(۷۲°TW)، g/l ۵ هیدروکسید سدیم و g/l ۰/۵ از یک عامل تر کننده نانیونیک بود. پارچه در دمای اتاق پد شد و زمان آغشته سازی ۶۰ ثانیه با برداشت ۱۰۰٪ بود. پس از پرتودهی هر دو روی نمونه ها، آن ها در دمای جوش شسته شدند و با استفاده از اسید استیک خنثی سازی و سپس آبکشی شدند.

برای مقایسه ی شرایط ذکر شده برای مثال پد کردن با حمام سفیدگری، گروه دوم نمونه ها در شرایط مشابه عمل شدند اما از سیلیکات سدیم و هیدروکسی سدیم در حمام پد استفاده نشد و نمونه ها تنها با پراکسید هیدروژن به عنوان یک آغازگر نوری پد شدند. علاوه بر آن نمونه های شاهد نیز با آب مقطر پد شدند و عملیات مشابهی روی آن ها انجام گرفت تا میزان تغییر در خواص پارچه و تاثیر پراکسید هیدروژن بر روی جذب اشعه ی فرابنفش پارچه های پنبه ای مشخص شود. با سفیدگری بعضی از نمونه ها توسط روش پد استیم میزان سفیدی پارچه با استفاده از روش های جدید ارزیابی شد. در این روش نمونه ها به مدت ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه با بخار اشباع می شدند، سپس مورد شستشو، خنثی سازی و آبکشی قرار می گیرند. همان طور که می بینیم نمونه ها تحت ۴ شرایط مختلف مورد عملیات قرار گرفتند:

الف) پد کردن با محلول سفیدگری و سپس قرار دادن در معرض اشعه فرابنفش

ب) پد کردن با پراکسید هیدروژن و سپس قرار دادن در معرض اشعه فرابنفش

پ) پد کردن با آب مقطر و سپس قرار دادن در معرض اشعه فرابنفش

ت) پد کردن با محلول سفیدگری، بخاردهی و در نهایت فرایند پد استیم

با اندازه گیری میزان سفیدی، زردی، پرزدهی و استحکام کششی پارچه، تاثیر فرایندهای تکمیلی بر خصوصیات پارچه مورد بررسی قرار گرفت. سفیدی و زردی پارچه با استفاده از اسپکتروفتومتر انعکاسی دیتا کالر، spectraflash مدل +۶۰۰ و CIE۱۹۸۲ ، زیر منبع نوری ۶۵ D با یک روزنه ی بزرگ و فاقد اشعه فرابنفش اندازه گیری شد. نمونه ها در هنگام اندازه گیری به صورت سه لا درآمده بودند تا در چهار نقطه مات باشند و مقدار میانگین تعیین شد.

نرخ پرزدهی بر اساس۲۰۰۰ : ۲-۱۲۹۴۵ و با استفاده از روش تست مارتیندل و با دفعات مختلف سایش(۱۲۵، ۵۰۰ و ۲۰۰۰) بررسی شد. مقاومت در برابر پرزدهی از روی مقایسه با تصاویر استاندارد در یک کابینت نوری تعیین شد. علاوه برآن نرخ پرزدهی نمونه ها با نمونه های بیوپولیش شده با استفاده از آنزیم سلولاز در مقیاس صنعتی مقایسه شد.

مقاومت در برابر پارگی پارچه های عمل شده و شاهد نیز بررسی شد. برای این کار از یک دستگاه Mullen LC Hydraulic استفاده می شود. مراحل انجام شده نیز بر اساس استاندارد ASTM D ۳۷۸۶-۰۱ بود. اندازه ی هر نمونه ی آزمایش شده ۵۰ cm^2 بود. فشار مورد نیاز برای پارگی نمونه همان مقاومت در برابر پارگی است. برای هر نمونه ۱۰ اندازه ی مختلف به دست آمد و میانگین آن ها محاسبه شد.

بحث و نتایج

نتایج اندازه گیری سفیدی نمونه ها (جدول ۱ و ۲) نشان می دهد که سفیدی نمونه های عمل شده با آب مقطر در حین فرایند پرتودهی بدون تغییر باقی می ماند. علت اصلی این امر می تواند عدم حضور آغازگر نوری باشد که نشان می دهد اشعه ی ماورای بنفش نمی تواند به عنوان یک عامل سفید کننده عمل کند. از سوی دیگر وجود محلول سفیدگری در حمام پد نسبت به پد کردن نمونه ها با پراکسید هیدروژن باعث سفیدی بیشتر نمونه ها می شود. اگر ماده اکسید کننده در هر دو حالت یکسان باشد، اثر تثبیت کنندگی سیلیکات سدیم در حمام سفیدگری منجر به تجزیه آهسته تر پرکسید هیدروژن و مدت زمان بیشتر قرارگیری در معرض ماده ی سفید کننده می شود. بنابراین پس از گذشت ۲/۵ دقیقه تفاوت بین دو گروه هر لحظه محسوس تر می شود. علاوه بر آن با ایجاد PH قلیایی، هیدروکسید سدیم به عنوان یک فعال کننده عمل می کند در حالی که برای سایر نمونه ها تنها عامل اشعه فرابنفش بود.

جدول۱-تاثیر شرایط مختلف بر سفیدی نمونه

زمان انجام عملیات،(min)	نوع عملیات			
	پدکردن-پرتودهی			پد استیم
	آب مقطر	پراکسید هیدروژن	محلول سفیدگری	
عمل نشده	۴۶/۵	۴۶/۵	۴۶/۵	۴۶/۸
۲/۵	۵۱/۹	۶۶/۶	۶۸/۵	۷۰/۹
۵	۵۶/۸	۶۷/۱	۷۰/۴	۷۱/۷
۱۰	۵۵/۴	۶۷/۴	۷۱/۳	۷۲/۲
۲۰	۵۷/۳	۶۷/۸	۷۲/۵	۷۲/۶

مقایسه ی بین سفیدی نمون های سفیدگری شده با استفاده از پرتودهی اشعه فرابنفش و روش پد استیم نشان می دهد که نمونه های عمل شده با روش جدید برای مثال پرتودهی پس از پد کردن سفیدی قابل قبولی از خود ارائه می دهند که ممکن است به علت اثر احتمالی منبع انرژی و انتقال حرارت باشد. پرتودهی ماورای بنفش باعث ایجاد رادیکال هیدروکسیل می شود که کوچک و بسیار واکنش پذیر است. علاوه بر آن انرژی ماورای بنفش توسط فوتون ها منتقل می شود که نسبت به بخار اشباع بسیار موثرتر است.

بررسی زردی نمونه ها نیز نشان دهنده ی روند مشابهی است. نمونه هایی که با محلول سفیدگری پد می شوند و در برابر پرتو ماورای بنفش قرار می گیرند دارای حداقل میزان زردی هستند. زردی این نمونه ها کم و بیش مشابه نمونه های پد استیم شده است.

جدول۲-تاثیر شرایط مختلف بر زردی نمونه ها

زمان انجام عملیات،(min)	نوع عملیات			
	پدکردن-پرتودهی			پد استیم
	آب مقطر	پراکسید هیدروژن	محلول سفیدگری	
عمل نشده	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰
۲/۵	۱۳/۲۳	۸/۵۱	۸/۳۶	۷/۲۹
۵	۱۱/۵۴	۸/۳۴	۷/۰۶	۶/۹۲
۱۰	۱۱/۴۶	۸/۰۵	۶/۶۱	۶/۵۴
۲۰	۱۱/۳۹	۸/۱۵	۶/۴۱	۶/۲۵

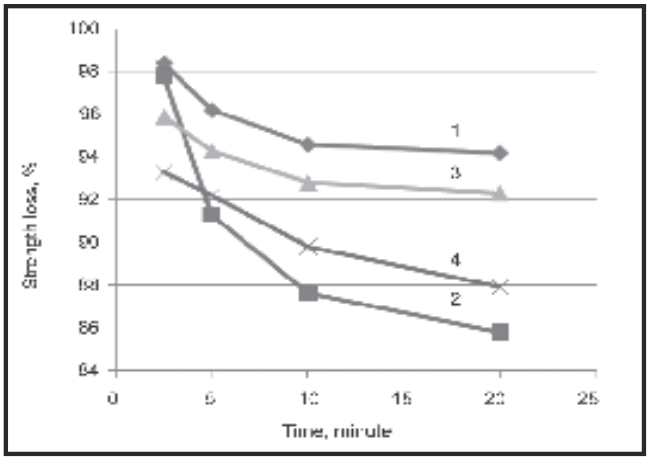
پرزدهی نمونه های مختلف در جدول ۳ مقایسه شده است. همان طور که مشاهده می شود کاهش نرخ پرزدهی نمونه های عمل شده با آب مقطر بسیار ناچیز است به استثنای نمونه هایی که مدت زمان بیشتری در معرض اشعه ی فرابنفش قرار گرفته اند. نمونه های پد شده با پراکسید هیدروژن با قرارگرفتن طولانی مدت در معرض اشعه ی فرابنفش کارایی بهتری در برابر پرزدهی از خود نشان می دهند. همچنین تاثیر حساسگر و پراکسید هیدروژن در حمام سفیدگری به دلیل تاثیری که این دو ماده در مدت زمان طولانی بر پارچه می گذارند و به دنبال آن اثر پرتوهای فرابنفش بر سست کردن پرزهای سطحی پارچه، به مراتب واضح تر است. بنابراین میزان پرزدهی کاهش می یابد. به دلیل تاثیر بیشتر پرتودهی بر سطح پارچه، نرخ پرزدهی کمتر را می توان به کاهش استحکام تا حد پارگی الیاف برآمده نسبت داد که این با نتایج تحقیقات دیگر نیز سازگار است. بنابراین می توان ادعا کرد که با

جدول۳-عملکرد پرزدهی نمونه ها

زمان انجام عملیات (min)	نوع عملیات																	
	پد کردن-پرتودهی									بیوپولیش			پد استیم					
	محلول سفیدگری			پراکسید هیدروژن			آب مقطر											
تعداد دفعات سایش	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۲۵	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۲۵	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۲۵	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۲۵	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۲۵	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۲۵
عمل نشده	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳
۲/۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳	۲-۳				۲-۳	۳-۴	۴-۵			
۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۲-۳	۳-۴	۳-۴	۲-۳	۲-۳	۲-۳				۲-۳	۳-۴	۴-۵			
۱۰	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۳-۴	۳-۴	۴-۵	۲-۳	۳-۴	۳-۴				۲-۳	۲-۳	۳-۴			
۲۰	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۴-۵	۲-۳	۳-۴	۳-۴				۲-۳	۲-۳	۳-۴			

نفوذ محدود محلول به ساختار پارچه و افزایش زمان تجزیه پراکسید هیدروژن از طریق حساسگر می توان تمایل پارچه ای پنبه ای به پرزدهی را حتی در زمان پرتودهی کم کاهش داد. بدیهی است که در مدت زمان پرتودهی بالا (۱۰ و ۲۰ دقیقه) و پس از ۲۰۰۰ بار سایش، پارچه ای با سطح صاف و بدون پرز حاصل می شود. علاوه بر آن نتایج به دست آمده نشان می دهد که فرایند پداستیم نیز تاثیر اندکی بر نمونه ها دارد. همان طور که ذکر شد این اثر می تواند ناشی از منبع انرژی و توانایی زیرلایه ها برای جذب پرتوهای فرابنفش باشد. چناچه ای نمونه ای به دلیل انتقال کامل انرژی فوتون ها به زیرلایه قادر به جذب اشعه باشد، انتقال حرارت پرتوهای فرابنفش در مقایسه با حرارت بخار بسیار بالاتر می شود. علاوه بر آن پرزهای سطحی و الیاف برآمده نسبت به الیاف موجود در نخ و پارچه تاثیرپذیرتر هستند، این پدیده باعث می شود نرخ کاهش پرزدهی نسبت به تشکیل پرز بیشتر شود. از سوی دیگر منحنی تشکیل پرز به صورت یک تابع نمایی است، بنابراین برطرف کردن پرزهای سطحی تشکیل شده می تواند نرخ پرزدهی را به طرز چشمگیری کاهش دهد. این مکانیزم مشابه مکانیزم بیوپولیش کردن پارچه‌های سلولزی برای کاهش پرزدهی آن هاست.

مقایسه ی تاثیر روش جدید بر روی پرزدهی پارچه های پنبه ای با نمونه های بیوپولیش شده ی قابل مقایسه با نرخ پرزدهی ۵-۴ نشان دهنده ی کاهش چشمگیر پرزدهای پارچه ی پنبه ای با روش جدید است. در نتیجه با به کار گیری این روش نیازی به استفاده از آنزیم های سلولاز در یک مرحله ی تکمیلی جداگانه برای رفع پرزهای سطحی و کاهش میل به پرزدهی در پارچه نیست.



شکل۱-استحکام از دسته رفته نمونه های عمل شده در شرایط مختلف: ۱-آب مقطر ۲-پراکسید هیدروژن ۳-محلول سفیدگری ۴-پد استیم

هدف اصلی استفاده از اشعه فرابنفش در فرایندهای تکمیلی نساجی نگه داشتن میزان استحکام از دست رفته در یک حد قابل قبول می باشد. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است و از نتایج مطالعات آماری ANOVA مشخص است، برای نمونه های عمل شده با آب مقطر به جز نمونه های پرتودهی شده به مدت ۲۰ دقیقه، استحکام از دست رفته از نظر آماری چندان محسوس نیست که علت آن را می توان به نبود یک آغازگر برای جذب پرتوهای فرابنفش نسبت داد. استحکام کششی نمونه های عمل شده با پراکسید هیدروژن پس از ۲/۵ دقیقه پرتودهی تقریبا مشابه نمونه های شاهد است در حالی که سایر نمونه ها تفاوت چشمگیری را نشان می دهند. علاوه بر آن استفاده از یک حمام سفیدگری حاوی تثبیت کننده استحکام از دست رفته را کاهش می دهد، بنابراین پرتوهای فرابنفش در استحکام نمونه های پرتودهی شده پس از ۲/۵، ۵ و ۱۰ دقیقه از نظر آماری تغییری حاصل نمی کنند. البته پرتودهی به مدت ۲۰ دقیقه منجر به افزایش استحکام از دست رفته شده و این نمونه را در یک گروه آماری متفاوت قرار می دهد. نمونه های سفیدگری شده به روش متداول پد استیم و به مدت ۲/۵ تا ۵ دقیقه تفاوت فاحشی نسبت به نمونه ی شاهد عمل نشده از خود نشان ندادند.

نتیجه گیری

به کارگیری اشعه ی فرابنفش بر روی پارچه ی پنبه ای کشباف آغشته به پراکسید هیدروژن امکان انجام هم زمان فرایند سفیدگری و تکمیل ضد پرزدهی را در یک مرحله فراهم می کند. با به کار گیری حمام سفیدگری به روش متداول پد استیم و سپس پرتودهی فرابنفش نه تنها سفیدی پارچه ی حاصل مشابه سفیدی به دست آمده در فرایند متداول سفیدگری می شود بلکه به دلیل پرتودهی و وجود آغازگرنوری و پراکسید هیدروژن میزان استحکام ازدست رفته نیز نسبت به نمونه ی شاهد ۱۰٪ کاهش می یابد، همچنین تمایل طبیعی پارچه نیز به میزان چشمگیری کم می شود. علاوه بر آن با به کارگیری روش جدید نیازی به استفاده از آنزیم های سلولاز و بیوپولیش کردن برای بهبود ظاهر پارچه نیست.

به نظر می رسد استفاده از عوامل سفیدکننده با غلظت ها ی مختلف و پرتوهای فرابنفش می توان به فرایند مداوم جدیدی در صنایع نساجی دست یافت.

مرجع:

A.H.Mansuri ،A.Khoddami ،A.Rezaei" ،Using Ultraviolet Radiation for the Bleaching and Pilling Reduction of Knitted Cotton Fabric ،"Fibers & Textiles in Eastern Europe،2011 Vol ،19.No(86)3.pp74-77.