

# مطالعه اثر نرم کننده سیلیکونی بر خواص کالای پنبه‌ای اصلاح سطح شده با تخلیه الکتریکی کرونا

## Study of Silicon Softener on Some Properties of Corona Discharge Treated Cotton Fabric

ساناز جعفری، شیرین نوربخش<sup>\*</sup>، مازیار پروین زاده

تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی نساجی، صندوق پستی ۱۴۴-۱۸۱۵۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۱۷

### چکیده

در این پژوهش، پارچه‌های پنبه‌ای عمل‌آوری شده و نشده با کرونا با مقادیر مختلف از نرم‌کننده سیلیکونی تکمیل شد. خواصی مانند طول خمش، زمان جذب آب و زاویه بازگشت از چروک اندازه‌گیری شد. میکروسکوپی الکترونی پویشی (SEM) برای بررسی شکل‌شناسی سطح و طیف‌سنجی زیرقرمز تبدیل فوریه (FTIR/ATR) برای بررسی اتصالات شیمیایی در سطح به کار گرفته شد. با افزایش مقادیر نرم‌کننده طول خمش کاهش و زمان جذب آب و زاویه بازگشت از چروک نمونه‌ها افزایش یافت. با استفاده از ریزنگارهای SEM ذرات نرم‌کننده و عمل‌آوری پارچه با کرونا قابل مشاهده است. طبق نتایج طیف‌سنجی FTIR/ATR از سطح لیف پنبه و با مقایسه پنبه کرونا شده و نشده می‌توان گفت، در پنبه کرونا شده با افزودن نرم‌کننده سیلیکونی گروه‌های آبدوست در سطح لیف افزایش یافته است، در حالی که در پنبه کرونا نشده کاهش گروه‌های آبدوست مشاهده می‌شود و نرم‌کننده اثر بیشتری بر سطح گذاشته است و این نتایج مطابق با نتایج جذب آب، طول خمش و زاویه بازگشت از چروک است.

### مقدمه

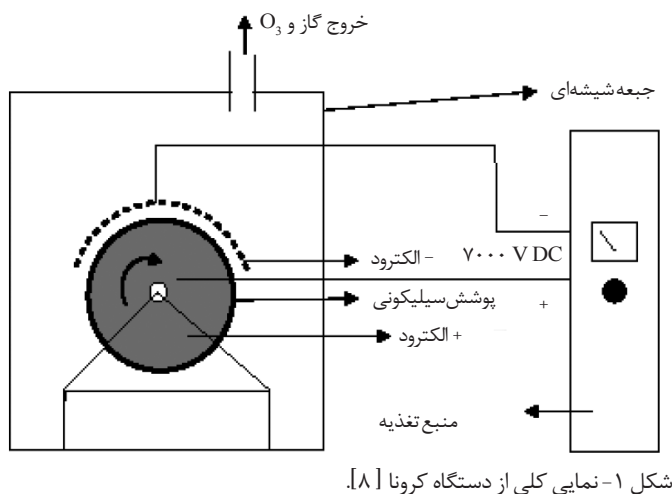
مطرح نیست [۵-۲]. مزایای استفاده از کرونا هزینه کم ماشین‌آلات، استفاده از فشار اتمسفری و بازده زیاد آن است [۶]. تخلیه کرونا حالتی از پلاسماست که در فشار جو و با به‌کاربردن ولتاژ زیاد بین دو الکترود اعمال می‌شود (شکل ۱) [۸، ۷، ۳].  
الکترون‌هایی که میان الکترودها تولید می‌شوند، به کمک ولتاژ زیاد به سمت عایق شتاب می‌گیرند که به‌طور مستقیم روی الیاف و پلیمرها اثر می‌گذارند. الکترون‌ها در مسیر حرکت به طرف ماده به ذرات هوا برخورد می‌کنند، ازن و اکسید نیتروژن تشکیل می‌شود. الکترون‌هایی که به ماده برخورد می‌کنند، به دلیل انرژی زیاد پیوند کووالانسی را می‌شکنند [۹] و

سطح الیاف و پلیمرها برای به‌دست آوردن خواص جدید مانند افزایش ظرفیت جذب مواد شیمیایی و آب اصلاح می‌شود. اصلاح سطح به دو روش شیمیایی و فیزیکی دسته‌بندی می‌شود، در روش شیمیایی ترکیب الیاف و در روش فیزیکی ساختار فیزیکی الیاف تغییر می‌کند [۱]. تخلیه کرونا امروزه برای اصلاح سطح مواد پلیمری و منسوج به کار گرفته می‌شود. در این روش، بدون اثر بر خواص توده پلیمر، رطوبت‌پذیری، چسبندگی، اتصال عرضی و کاهش بار الکتریکی سطح اصلاح می‌شود و به دلیل استفاده نکردن از آب در محیط عمل، مشکلات زیست‌محیطی در این روش

### کلمات کلیدی

پنبه،  
تخلیه الکتریکی کرونا،  
نرم‌کننده سیلیکونی،  
طول خمش،  
بازگشت از چروک

\* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: nourbakhsh.sh@gmail.com



موجب تولید رادیکال آزاد در سطح ماده شده که با ازن و اکسید نیتروژن واکنش داده، سطح ماده را اکسید و قطبی تر می کنند. این روش بر سطح مواد اثر گذاشته به نحوی که لایه‌ای نازک حدود  $100 \text{ \AA}$  را تحت تأثیر قرار می دهد [۴،۱۰،۱۱].

تکمیل‌های نرم کننده از مهم ترین فرایندهای شیمیایی نساجی هستند. با نرم کننده‌ها، می توان به منسوجاتی با نرمی مناسب و قابل قبول و انعطاف پذیری بهتر، همراه با خواص پر بودن زیردست، ضدالکتریسیته ساکن و دوخت پذیری مناسب دست یافت. همچنین نرم کننده‌ها ممکن است، باعث کاهش ثبات نوری و سایشی رنگ و زرد شدن کالا شوند [۱۲].

مطالعاتی در موضوع نرم کننده‌ها روی الیاف انجام شده است. Zyschka و Habereder نشان دادند، نرم کننده‌ها می توانند رنگ منسوج را تغییر دهند [۱۳،۱۴].

Chiweshe نشان داد، نرم کننده‌ها خواص گوناگونی از جمله کاهش اصطکاک به لیف می دهند [۱۵]. همچنین، نرم کننده‌ها بر اساس بار الکتریکی و خاصیت آبدوستی روی سطح لیف جهت می گیرند [۱۶،۱۷]. پژوهشگران اثر فراصوت و نرم کننده سیلیکونی را بر خواص کالای پنبه‌ای و اثر پلاسما و نرم کننده را بر خواص کالای پلی استری بررسی کردند [۱۸-۲۰]. در این پژوهش، نرم کننده سیلیکونی بر خواص مختلف پارچه پنبه‌ای کرونا شده و نشده بررسی شده است.

## تجربی

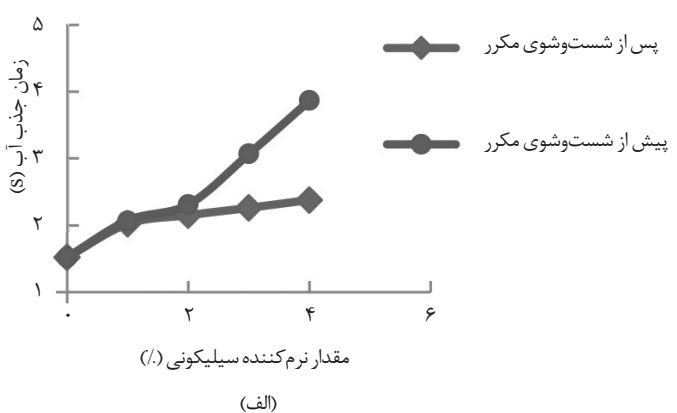
### مواد

در این پژوهش، پارچه پنبه‌ای پخت و سفیدگری شده با وزن  $141 \text{ g/m}^2$  و تراکم تار ۸۰ و پود ۶۴ در اینچ استفاده شد. نرم کننده میکرومولسیون غیر یونی سیلیکونی با نام Persoftal silicone (ASN) ساخت Bayer آلمان با ساختار شیمیایی حاوی گروه عاملی آمینو برای تکمیل روی پارچه پنبه‌ای به کار گرفته شد. برای عملیات شست و شوی مکرر از صابون استاندارد SDCE (1Type) بدون سفید کننده نوری استفاده شد.

**روش‌ها**  
دستگاه کرونا استفاده شده ساخت شرکت صنایع برق آزاد در ایران شامل دو الکترود است (شکل ۱)، نمونه‌ها روی غلتک سیلیکونی دستگاه کرونا قرار گرفت. در انجام این آزمون توان دستگاه برای نمونه‌ها روی  $1000 \text{ W}$ ، فاصله الکترودها  $3 \text{ mm}$ ، سرعت گردش غلتک  $2 \text{ m/min}$  و تعداد عبور پارچه از دستگاه ۳۰ مرتبه تنظیم شد.

پارچه پنبه‌ای کرونا شده و نشده با نرم کننده سیلیکونی آغشته شد. آغشته سازی به روش رمق کشی با نرم کننده سیلیکونی در چهار غلظت ۳،۲،۱ و ۴٪ (نسبت به وزن کالا) در حمام با L:R برابر ۱:۴۰، دمای  $80^\circ \text{C}$  و زمان  $45 \text{ min}$  انجام و سپس در دمای  $100^\circ \text{C}$  خشک شد. شست و شوی مکرر خانگی برای بررسی دوام نرم کننده با آزمون استاندارد (AATCC-124) انجام شد. آزمون با شوینده استاندارد، در زمان  $30 \text{ min}$  و دمای  $47^\circ \text{C}$  و پنج مرتبه تکرار انجام و در پایان نمونه‌ها با آب مقطر شسته و سپس خشک شدند.

آزمون زمان جذب آب برای تمام نمونه‌ها پیش و پس از شست و شوی مکرر طبق استاندارد AATCC-39-1980 انجام شد. به طوری که فاصله بورت تا سطح پارچه ۱ cm تنظیم شد. سپس، در ۱۰ نقطه مختلف



شکل ۲- زمان جذب آب پنبه (الف) کرونا شده و (ب) کرونا نشده پس از تکمیل با مقادیر مختلف نرم کننده.

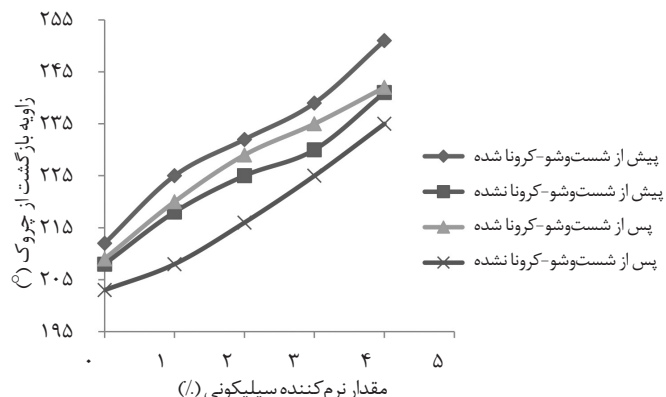
در طیف‌سنجی زیرقرمز (FTIR/ATR) با دستگاه Bruker Tensor 27 از سطح نمونه‌های پارچه پنبه کرونا شده و نشده پیش و پس از آغشته‌سازی با نرم‌کننده سیلیکونی در محدوده  $4000-500 \text{ cm}^{-1}$  پویا انجام شد.

## نتایج و بحث

### زمان جذب آب

زمان جذب آب نمونه‌های تکمیل شده با نرم‌کننده سیلیکونی روی پارچه‌های پنبه‌ای کرونا شده و کرونا نشده پیش و پس از شست‌وشوی مکرر در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در مقایسه دو نمودار نمونه‌های کرونا شده که آغشته به نرم‌کننده سیلیکونی هستند، زمان جذب آب کمتری را نسبت به نمونه‌های کرونا نشده نشان می‌دهند.

مدت زمان لازم برای جذب قطره آب روی پنبه کرونا نشده  $27/4 \text{ s}$  است و پس از عملیات کرونا به  $1/52 \text{ s}$  کاهش یافت. عملیات کرونا سبب اصلاح سطح شیمیایی و فیزیکی روی پنبه می‌شود که به‌نظر می‌رسد، در اینجا اصلاح سطح فیزیکی سرعت جذب آب را افزایش می‌دهد [۲، ۱۱]. با ازدیاد مقدار نرم‌کننده سیلیکونی از ۱٪ به ۴٪ زمان جذب قطره آب برای نمونه‌های کرونا نشده از  $51/6 \text{ s}$  به  $126/0 \text{ s}$  و برای کرونا شده از  $2/07 \text{ s}$  به  $3/87 \text{ s}$  افزایش یافت. افزایش نرم‌کننده سیلیکونی روی نمونه کرونا شده اندکی زمان جذب آب را افزایش می‌دهد، ولی در نمونه کرونا نشده افزودن نرم‌کننده سیلیکونی در افزایش زمان جذب آب بسیار مؤثر است. در نمونه کرونا نشده نرم‌کننده روی سطح قرار می‌گیرد و خاصیت آبگریزی سطح را افزایش می‌دهد. در حالی که در نمونه کرونا شده به علت اصلاح سطح، نرم‌کننده به داخل الیاف نفوذ می‌کند و کمتر در مقدار جذب آب اثر می‌گذارد. نتایج جذب آب تمام نمونه‌ها پس از ۵ مرتبه شست‌وشوی مکرر خانگی در شکل آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تکمیل با نرم‌کننده سیلیکونی زمان جذب آب برای نمونه‌های کرونا نشده پس از شست‌وشوی مکرر کاهش و جذب آب افزایش یافته است. می‌توان گفت، ذرات نرم‌کننده سیلیکونی که روی سطح قرار گرفته‌اند، با شست‌وشوی

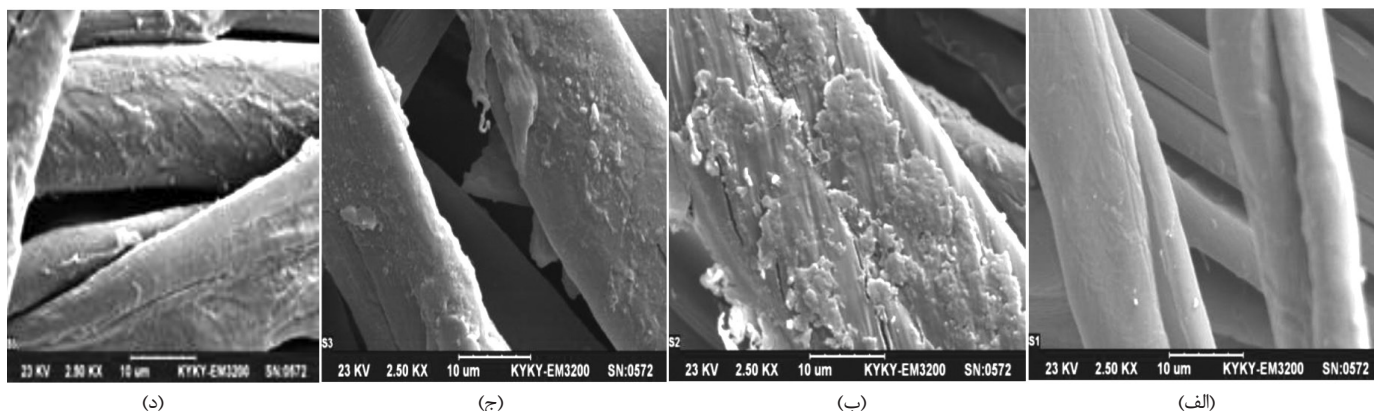


شکل ۳- زاویه بازگشت از چروک (برحسب درجه) پنبه کرونا شده و نشده در مقادیر مختلف از نرم‌کننده.

از پارچه مدنظر قطره آب ریخته شد و زمان مدنظر تا وقتی که قطره از حالت کروی به حالت تخت درآید ثبت شده، میانگین گرفته و یادداشت شد.

آزمون طول خمش طبق استاندارد ASTM D 1388 برای اندازه‌گیری طول خمش پارچه انجام شد. بدین شکل که نوار باریکی از پارچه با ابعاد پهنای  $25 \text{ mm}$  و طول  $200 \text{ mm}$  تا زاویه ثابت ( $41/5^\circ$ ) تحت وزن پارچه خم شد و طول پارچه برای خم شدن تا این زاویه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری زاویه بازگشت از چروک پارچه از روش استاندارد AATCC 66 استفاده شد که در آن پارچه با ابعاد  $15 \times 28 \text{ mm}$  بررسی شد. نصف این نمونه‌ها در جهت تار و نصف دیگر در جهت پود بریده شدند. نمونه‌ها به دو قسمت تا خوردند. سپس، به مدت  $5 \text{ min}$  تحت نیروی  $1000 \text{ kg}$  قرار گرفتند. زاویه بازگشت از چروک با خواندن درجه از روی صفحه مدرج دستگاه مشخص شد.

شکل‌شناسی سطح با میکروسکوپ SEM مدل EM 3200 ساخت شرکت KYKY چین بررسی شد. نمونه‌های تهیه شده، پیش از قرارگیری در دستگاه SEM با دستگاه Sputter coater در محیط خلأ و با لایه‌ای از فلز طلا به مدت  $300 \text{ s}$  پوشش داده شدند. سپس، نمونه‌ها درون دستگاه SEM قرار گرفتند که مقدار ولتاژ استفاده شده  $23 \text{ kV}$  و بزرگ‌نمایی تصاویر  $2500$  برابر در نظر گرفته شد.



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از نمونه پنبه: (الف) کرونا نشده، (ب) کرونا شده، (ج) آغشته شده با نرم‌کننده سیلیکونی و کرونا نشده و (د) کرونا شده و آغشته شده با نرم‌کننده سیلیکونی.

جدول ۱- طول خمش در جهت تار و پود در مقادیر مختلف نرم کننده سیلیکونی پیش و پس از کرونا.

پیش از شست و شو		پس از شست و شو				مقدار نرم کننده (%)		
کرونا شده		کرونا نشده		کرونا شده			کرونا نشده	
پود	تار	پود	تار	پود	تار		پود	تار
۳/۸	۴/۴۵	۳/۶۴	۴/۷۵	۳/۸	۴/۴۵	۳/۶۴	۴/۷۵	-
۳/۷	۴/۳	۳/۵۷	۴/۰۲۵	۳/۵	۴/۴	۳/۶	۴/۲	۱
۳/۶	۴/۳	۳/۴۷	۴	۳/۶	۴/۲	۳/۴	۴	۲
۳/۶	۴/۲	۳/۴	۴	۳/۵	۴	۳/۳۷	۴/۱	۳
۳/۵	۴	۳/۳۷	۳/۹	۳/۵	۴	۳/۲	۴	۴

شیمیایی در سطح پارچه است. همان طور که نتایج زمان جذب آب نشان می دهد، بر اثر عمل کرونا اصلاح فیزیکی سطح انجام شده و زمان جذب آب کاهش می یابد. می توان گفت، این اثر در مقدار جذب محلول مواد شیمیایی نرم کننده نیز مشهود است [۲،۲۱] و با افزایش مقدار نرم کننده سیلیکونی در لیف انعطاف پذیری لیف افزایش یافته و طول خمش کاهش می یابد.

#### زاویه بازگشت از چروک

زاویه بازگشت از چروک نمونه های تکمیل شده با نرم کننده های سیلیکونی و پس از شست و شوی مکرر در شکل ۳ نشان داده شده است. مشاهده می شود، زاویه بازگشت از چروک در نمونه های تکمیل شده با نرم کننده سیلیکونی و کرونا نشده از  $218^\circ$  به  $241^\circ$  و کرونا شده از  $225^\circ$  به  $251^\circ$  افزایش یافته است. در نمونه های تکمیل شده با نرم کننده سیلیکونی که سطح لیاف اصلاح نشده، ذرات به داخل نفوذ نمی کنند و روی سطح قرار می گیرند. در نمونه های اصلاح سطح شده چون کندی و تغییر فیزیکی روی لیاف شکل می گیرد، به نفوذ بیشتر ذرات نرم کننده کمک کرده و انعطاف پذیری و بازگشت از چروک را افزایش می دهد. می توان گفت، ذرات نرم کننده در پنبه کرونا شده به دلیل ایجاد شکاف هایی در سطح لیف می تواند به درون نفوذ کرده و به عنوان پرکننده در فضای میان لیاف و مولکول ها در ساختار پلیمر عمل می کند و این موضوع به بازگشت پذیری بیشتر از چروک کمک می کند [۲۲،۲۳]. پس از شست و شوی مکرر همان طور که مشاهده می شود، می توان گفت در نمونه های عمل آوری شده با نرم کننده سیلیکونی و کرونا نشده با افزایش مقدار نرم کننده، زاویه از  $208^\circ$  به  $235^\circ$  و کرونا شده از  $220^\circ$  به  $242^\circ$  و در مقایسه با پیش از شست و شو مقدار ناچیزی کاهش یافته است.

#### شکل شناسی سطح

تصاویر SEM از نمونه های تکمیل شده با نرم کننده سیلیکونی با غلظت ۴٪ روی پارچه های پنبه ای کرونا شده و کرونا نشده و نمونه شاهد در شکل ۴ نشان داده شده است. شکل ۴-الف تصویر میکروسکوپ الکترونی از نمونه پنبه کرونا نشده با بزرگنمایی ۲۵۰۰ را نشان می دهد.

مکرر از سطح برداشته می شوند، در حالی که در نمونه کرونا شده پس از شست و شوی مکرر اختلاف کمی در جذب آب مشاهده می شود و این به دلیل نفوذ نرم کننده به داخل لیاف است. عملیات اصلاح سطح کرونا سبب کندن سطح لیف می شود. بدین ترتیب منافذی برای عبور و جذب مواد شیمیایی ایجاد می شود که در نتایج میکروسکوپ الکترونی پویسی در شکل ۴-ب تصاویر پنبه اصلاح سطح شده به خوبی نمایان است. این نتایج با مطالعه پژوهشگرانی مطابقت دارد که اثر نرم کننده را بر کالای پلی استری اصلاح سطح شده با پلاسما بررسی کرده اند.

به طوری که در آن پلاسما سبب اصلاح سطح لیف و افزایش جذب نرم کننده به لیف پلی استر می شود [۲۰]. همچنین مالک و Carneiro و همکاران نشان دادند، اصلاح سطح پنبه با پلاسما و کرونا سبب جذب آب و رنگزا شده [۲،۲۱] است. بنابراین می توان گفت، اصلاح سطح در این پژوهش سبب جذب بیشتر نرم کننده در لیف شده است.

#### طول خمش

طول خمش نمونه های تکمیل شده با نرم کننده سیلیکونی در جهت تار و پود و پس از شست و شوی مکرر در جدول ۱ آمده است. همان طور که در این جدول مشخص شده با افزایش مقدار نرم کننده سیلیکونی روی نمونه کرونا نشده طول خمش کمتری در جهت تار و پود مشاهده می شود، به طوری که در جهت تار از  $4025$  به  $39$  و در جهت پود از  $357$  به  $337$  کاهش و در نمونه های کرونا شده در جهت تار از  $43$  به  $4$  و در جهت پود از  $37$  به  $35$  کاهش یافته است. نتایج به دست آمده پس از شست و شوی مکرر نشان می دهد، با افزایش مقدار نرم کننده سیلیکونی روی پنبه کرونا نشده در جهت تار طول خمش را از  $42$  به  $4$  و در جهت پود از  $36$  به  $32$  کاهش می دهد و در کرونا شده نیز با افزایش مقدار نرم کننده، کاهش ناچیزی یافته است. به طور کلی می توان گفت، طول خمش پس از شست و شوی مکرر تغییر زیادی نداشته است. کاهش طول خمش در آزمون طول خمش به مفهوم انعطاف پذیری و نرمی بیشتر پارچه است. می توان گفت، با افزایش مقدار نرم کننده، کاهش طول خمش و در نتیجه نرمی بیشتر مشاهده می شود. این مسئله در نمونه کرونا شده بیشتر مشاهده می شود که نشان دهنده جذب بیشتر نرم کننده به دلیل اصلاح سطح فیزیکی و



همان طور که مشاهده می شود، سطح پنبه عمل آوری نشده صاف دیده می شود. شکل ۴-ب تصویر میکروسکوپ الکترونی از نمونه پنبه کرونا شده با بزرگنمایی ۲۵۰۰ را نشان می دهد. در تصویر مدنظر سطح پنبه متشکل از خوردگی ها و شکاف بسیار است که ناشی از اصلاح فیزیکی سطح پنبه با عملیات کروناست. در این عملیات الکترون ها با انرژی زیاد به سطح لیف برخورد می کنند و شکستگی در سطح ایجاد می شود. همچنین، انرژی زیاد حاصل از کرونا می تواند سبب سوختن سطح شود که این موضوع سبب نتیجه عکس شده و از نفوذ آب و مواد شیمیایی به داخل ممانعت می کند [۲۴، ۲۵]. در حالی که نتایج آزمون های پیشین حاکی از افزایش سرعت جذب آب و ماده شیمیایی نرم کننده است. می توان گفت، خوردگی روی سطح سبب افزایش جذب نرم کننده می شود و این نتایج آزمون های پیشین را تأیید می کند. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، نرم کننده سیلیکونی روی سطح پنبه کرونا شده پوشش داده شده و تا حدودی ناهمواری ها را پر کرده است.

### نتیجه گیری

در این پژوهش، نرم کننده سیلیکونی روی پارچه پنبه ای اصلاح سطح شده با کرونا و کرونا نشده عمل آوری شد. طول خمش، زمان جذب آب و زاویه بازگشت از چروک اندازه گیری شد. با افزایش مقدار نرم کننده طول خمش کاهش یافته و زاویه بازگشت از چروک و زمان جذب آب افزایش یافته است. با استفاده از میکروسکوپی SEM اصلاح سطح فیزیکی لیف، پنبه با کرونا قابل مشاهده است که به دلیل کندی موجود روی لیف نفوذ نرم کننده افزایش یافته است.

همچنین، نتایج طیف سنجی FTIR/ATR نشان می دهد، اصلاح سطح کرونا افزون بر تغییر فیزیکی سبب تغییر شیمیایی و ایجاد گروه های عاملی بر سطح الیاف پنبه شده که این موضوع موجب جذب بیشتر نرم کننده می شود.

در پنبه کرونا شده با افزودن نرم کننده سیلیکونی گروه های آبدوست در سطح لیف افزایش یافته است و نرم کننده درون الیاف نفوذ کرده و کمتر بر سطح اثر گذاشته است، در حالی که در پنبه کرونا نشده کاهش گروه های آبدوست مشاهده می شود و نرم کننده اثر خود را بیشتر بر سطح گذاشته است. این نتایج با نتایج جذب آب، طول خمش و زاویه بازگشت از چروک مطابق است.

### مراجع

- Militky J., Vanicek J., Krystufek J., and Hartych V., *Modified Polyester Fibers*, Elsevier, 1991
- Carneiro N. and Souto A.P., Dyeability of Corona-treated Fabrics, *Color. Technol.*, 117, 298-302, 2001.
- Gokarneshan N., Eco-friendly approaches to textile finishes, *J. Tex. Associat.*, 303, 301-304, 2004.
- Thorson W.J., Modification of cuticle and primary wall of cotton by corona treatment, *Text. Res. J.*, 1974, 44, 422-428, 1974.
- Wakida T. and Tokino S., Surface characteristics of wool and poly(ethylene terephthalate) fabrics and film with low-temperature plasma under atmospheric pressure, *Text. Res. J.*, 63, 433-437, 1993.
- Shishoo R., *Plasma Technology for Textile*, Woodhead, Boston, 2007 65-156, 2007.
- Ryu J. and Wakida T., Effect of corona discharge on the surface of wool and its application to printing, *Text. Res. J.*, 61, 595-601, 1991.

8. Nourbakhsh S., Valipour P., Yazdanshenas M.E., and Ebadi A.G., Dyeability improvement of cationized corona discharge treated cotton fabric, *Asian J. Chem.*, 20, 3543-3548, 2008.
9. Rouette H.K., *Encyclopedia of Textile Finishing*, Springer, Germany, 429, 2001.
10. Nourbakhsh S. and Yazdanshenas M.E., Effect of corona discharge treatment on indigo dyed cotton fabric, *Color Technol.*, 124, 43-47, 2008.
11. Nourbakhsh S., Yazdanshenas M.E., Ghoranneviss M., Rashidi A.S., and Mazaheri F., Effect of corona discharge on indigo dyed cellulosic film, *Iran. J. Polym. Sci. Technol. (Persian)*, 19, 459-465, 2007.
12. Jhauser P. and Schindler W.D., *Chemical Finishing of Textiles*, Woodhead, Cambridge, England, 29-42, 2004.
13. Haberereder P. and Bereck A., Softeners in textile processing, Part 2: Silicone softeners, *Rev. Prog. Color.*, 32, 125-137, 2002.
14. Zyschka R., Textile softeners and their tricky application, *Melliand Int.*, 7, 249-251, 2001.
15. Chiweshe A. and Crews P.C., *Text. Chem. Color. Am. Dyest. Rep.*, 32, 41-47, 2002.
16. Wahle B. and Falkowski J., Softeners in textile processing. Part 1: An overview, *Rev. Prog. Color.*, 32, 118-124, 2002.
17. Nahta R., Textile softeners, *Am. Dyest. Rep.*, 8, 22-26, 1981.
18. Parvinzadeh M. and Hajiraissi R., Effect of nano- and microemulsion silicon softeners on properties of polyester fibers, *Tenside surf. Det.*, 45, 2008, 5.
19. Parvinzadeh M., Memari N., Shaver M., Katozian B., Ahmadi S., and Ziadi I., Influence of ultrasonic waves on the processing of cotton with cationic softener, *J. Surfact Deterg.*, 13, 135-141, 2009.
20. Parvinzadeh M. and Ebrahimi I., Atmospheric air-plasma treatment of polyester fiber to improve the performance of nanoemulsion silicone, *Appl. Surface Sci.*, 257, 4062-4068, 2011.
21. Malek R.M.A. and Holme I., The effect of plasma treatment on some properties of cotton, *Iran. Polym. J.*, 12, 4, 2003.
22. Morris C.E. and Welch C.M., *Text. Res. J.*, 53, 725, 1983.
23. Chattopadhyay D.P. and Patel B.H., Effect of nanosized colloidal copper on cotton fabric, *J. Eng. Fiber. Fabric.*, 5, 2010.
24. Ma P., Huang J., Cao G., and Xu W., Influence of temperature on corona discharge treatment of cotton fibers, *Fiber Polym.*, 11, 941-945, 2010.
25. Ma P., Wang X., Xu W., and Cao G., Application of corona discharge on desizing of polyvinyl alcohol on cotton fabrics, *J. Appl. Polym. Sci.*, 114, 2887-2892, 2009.
26. Vaideki K., Jayakumar S., Thilagavathi G., and Rajendran R., A study on the antimicrobial efficacy of RF oxygen plasma and neem extract treated cotton fabrics, *Appl. Surface Sci.*, 253, 7323-7329, 2007.
27. Kemp W., *Organic Spectroscopy*, Macmillan Education Ltd., 1987.
28. Marsh J.T. Wood F.C., *An Introduction to the Chemistry of Cellulose*, Chapman and Hall Ltd., 1945.

# Study of Silicon Softener on Some Properties of Corona Discharge Treated Cotton Fabric

Sanaz Jafari, Shirin Nourbakhsh\* and Maziyar Parvinzadeh

Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, Yadegare-e-Imam Khomeini (RAH) Shahr-e-Rey Branch,  
Islamic Azad University, P.O. Box: 18155-144, Tehran, Iran

Received 3 May 2015; Accepted 8 August 2015

## Abstract

In this research, silicon softener was used on untreated and corona treated cotton fabrics. Cotton fabrics were treated at different concentrations of silicon softener. The bending length, crease recovery angle and wetting time were determined. By increasing the concentration of softener, the bending length decreased while the wetting time and crease recovery angle increased. Scanning electron microscopy (SEM) was used for investigation of surface morphology. The SEM micro-graphs from the samples showed etching effect on the cotton fabric samples treated with corona discharge which could be a reason for better absorption of the softener into the fibers. The silicon softener was also observed on the surface of treated and untreated cotton fabrics. The FTIR/ATR analysis confirmed the chemical change on the surface of treated cotton fabric which could be due to the increase of hydrophilic groups. The results also showed that the presence of the silicon softener on the surface of corona treated cotton fabric enhanced the hydrophilicity. These results are in agreement with the results of bending length, wetting time and crease recovery angle. The results showed the orientation of silicon softener on the surface of untreated cotton and absorption of softener into the cotton fabrics treated with corona discharge.

## Keywords

cotton,  
corona discharge,  
silicon softener,  
bending length,  
crease recovery

(\*) Address Correspondence to Sh. Nourbakhsh, Email: [nourbakhsh.sh@gmail.com](mailto:nourbakhsh.sh@gmail.com)