

عمل آوری الیاف طبیعی پنبه با ترکیبات آبدوست برای تولید پارچه‌های نور کاتالیزور

Treatment of Cotton Fibers with Hydrophilic Compounds for Production of Photocatalytic Fabrics

الهام کتوئی‌زاده، سید مجتبی زبرد^{*}، کمال جانقربان

شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی مواد، صندوق پستی ۷۱۹۴۶-۸۴۴۷۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۱۴

چکیده

لایه‌نشانی الیاف طبیعی با نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید موجب ایجاد خاصیت نور کاتالیزوری و آبدوستی روی پارچه می‌شود. در این پژوهش، محلول دارای تیتانیم هیدروکسید در pH خنثی سنتز شده و سپس لایه‌نشانی روی پارچه پنبه‌ای در دمای کم انجام شد. پس از عملیات آگیری، نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید در الیاف پارچه به‌جای ماند. برای بررسی اثر افزودن نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید بر خواص فیزیکی و شیمیایی پارچه، آزمون‌های (drop shape analysis) DSA، طیف‌نورسنجی UV-Vis، آزمون کشش و ارزیابی میکروسکوپی انجام شد. مشاهدات فضانگاری سطح پارچه نشان می‌دهد، افزودن نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید به پارچه تغییرات محسوس روی ظاهر و اندازه حفره‌های پارچه ایجاد نمی‌کند. نتایج SEM توزیع نانوذرات روی سطح الیاف را به‌خوبی نشان می‌دهد. نتایج آزمون تعیین زاویه تماس سطحی پارچه با قطره‌های آب نشان می‌دهد، زاویه تماس آب با پارچه به‌شدت تحت تأثیر وجود نانوذرات روی سطح است، به‌طوری که این زاویه با افزودن ۳۰/۱۶٪ وزنی از نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید، از ۱۱۶/۴° به ۵۶/۶° تغییر یافت. نمودار جذب UV-Vis قابلیت جذب انرژی را برای فعالیت نور کاتالیزوری نشان می‌دهد. همچنین، تجزیه رنگزای آبی متیلن MB مشاهده می‌شود. استحکام کششی پارچه لایه‌نشانی شده با نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید حدود ۳۰ نیوتن بیشتر از پارچه معمولی است.

مقدمه

بدن جلوگیری می‌کند. بوی نامطبوع بر اثر جمع‌شدن رطوبت و عرق روی پوست به‌وجود می‌آید. اما، وقتی این رطوبت با الیاف طبیعی لباس جمع و تبخیر شود، دیگر جایی برای هیچ بوی نامطبوعی باقی نمی‌ماند [۱]. پوشاک فقط به منزله پوششی برای پوست نیست، بلکه اثر متقابلی با پوست دارد. بنابراین، تنظیم رطوبت و گرما موضوع ضروری است، چون بر بسیاری از خواص لباس مثل جذب، خیس‌کنندگی، مقدار نفوذپذیری آب در ساختار منسوج و دفع عرق اثر می‌گذارد و تمام عوامل نامبرده در راحتی شخص مصرف‌کننده سهیم هستند. در منسوجات ورزشی انتقال رطوبت از پارامترهای مهم است که باید برای راحتی ورزشکار مدنظر قرار گیرد.

اولین واژه مشترک بین انسان و الیاف طبیعی خاصیتی است که از آن با عنوان موئینگی و ترشوندگی یاد می‌شود. خاصیتی که اجازه می‌دهد، لباس مانند خنک‌کننده یا کولر عمل کند. خاصیت ترشوندگی اجازه می‌دهد، الیاف از پنبه تا کتان و کنف به‌راحتی عرق و رطوبت‌های سطحی بدن را به خود کشیده و در طول الیاف پارچه پخش کنند. این رطوبت حکم آب مورد نیاز برای دستگاه خنک‌کننده را دارد. سازوکار خنک‌کنندگی شامل تبخیر رطوبت بین بدن و لباس است که سبب خنک‌شدن بدن می‌شود. ترشوندگی زیاد در کنار خاصیت نور کاتالیزوری از بوی نامطبوع

کلمات کلیدی

سنتز نانوذرات، تیتانیم دی‌اکسید، آبدوست، نور کاتالیزور، رفتار خودتمیزشونده

*مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: mojtabazebarjad@shirazu.ac.ir

است که خواص ضدآب و ضدلک دارند. این شرکت برای به دست آوردن خاصیت ضدلک در برابر عواملی همچون سس گوجه فرنگی یا نوشیدنی ها، از اشباع سازی فلئور کربن جدید بهره برده است. این عملیات باعث تغییر نوری (رنگ) یا فیزیکی الیاف نمی شود.

شرکت چینی U-Right Nano Textile که زیرمجموعه شرکت بزرگ پوشاک هنگ کنگی است، در حال تولید لباس های نانوروش دهی شده ای است که با استفاده از تیتانیوم دی اکسید فرآورش شده اند [۱۶، ۱۷]. در شرکت آمریکایی Nano-Tex تکمیل شیمیایی پارچه با استفاده از امولسیون سازی نانومقیاس انجام می شود [۱۶، ۱۸].

شکاف انرژی تیتانیوم دی اکسید حدود $3/2 \text{ eV}$ است که می تواند نور فرابنفش را جذب کند. دو خاصیت مهم دیگر این ماده که آن را در زندگی انسان بسیار کارا و مفید می سازد، خواص نورکاتالیزوری و خودتمیزشوندگی آن است. از این دو خاصیت برای تصفیه آب و فاضلاب ها، حذف آلودگی هوا در ساختمان ها، تسریع واکنش های نورشیمیایی مانند تولید هیدروژن، ساخت سطوح و لایه های ضمیمه و شیشه های خودتمیزشونده استفاده می شود. در فرایندهای نورکاتالیزوری از انرژی نور مرئی و فرابنفش خورشید برای تهییج نیمه رسانا استفاده می شود. در اثر تابش پرتوهای نوری با انرژی بیشتر یا مساوی شکاف انرژی ماده نیمه رسانا، الکترون های نوار ظرفیت ماده با دریافت انرژی به نوار رسانش رفته و در این حالت یک حفره در نوار ظرفیت ماده ایجاد شده و در نهایت زوج های الکترون - حفره تشکیل می شوند، شکل ۱ این سازوکار را نشان می دهد [۱۹]. رادیکال های آزاد تولید شده بسیار پرنرژی، فعال و واکنش پذیرند و با ترکیبات آلی و آلودگی های مختلف واکنش داده و باعث تجزیه آن ها می شوند. در واقع ماده نیمه رسانا، اکسیژن و رطوبت جذب شده را با ایجاد رادیکال های هیدروکسیل و اکسیژن فعال می کند تا مواد مضر و آلی را به آب، کربن دی اکسید و سایر مواد غیرمضر تبدیل کند. در اثر شکستن پیوندهای مواد آلی و تجزیه آن ها خواص سمی و خطرناک آن ها از بین می رود و محصولات تولید شده به مراتب کم خطرتر و غیرسمی تر از مواد اولیه هستند. بنابراین لازمه انجام واکنش های نورکاتالیزوری، وجود الکترون ها و حفره ها، به طور مجزا در نوارهای رسانش و ظرفیت نیمه رساناست [۲۰].

آبگریز و آبدوست بودن ماده به کمک زاویه تماس بین ماده و قطره های آب معین می شود. برای سطحی آبدوست زاویه تماس کوچک تر از 90° است، در حالی که زاویه تماس سطح آبگریز بزرگ تر از 90° است. شکل ۲ زاویه ترشوندگی در معرض تابش را نشان می دهد. در ادامه، می توان به خاصیت جذب رطوبت این پوشش ها اشاره کرد که کاربرد خنک کنندگی دارند. در واقع، الیافی با خواص جذب رطوبت و تعریق برای رانندگی بسیار راحت هستند [۲۱].

لباس های ضدلک خاصیت خودتمیزشوندگی دارند، ولی سازوکار آنها با پوشش های نورکاتالیزوری متفاوت است. در واقع، در این لباس ها خاصیت آبگریزی زیاد می شود. ولی، در پوشش های نورکاتالیزوری آبدوستی افزایش می یابد [۲۲].

در این پژوهش، با سنتز محلول کلئیدی دارای تیتانیوم هیدروکسید

انتقال رطوبت و بخار آب همواره از سطح داخلی به سطح خارجی انجام می شود. اگر بخار آب همواره از سطح لباس تبخیر نشود، رطوبت نسبی پوست افزایش می یابد و این باعث ایجاد احساس نامطلوب چسبناکی در بدن می شود. اگر رطوبت عرق به طور مستقیم از روی پوست تبخیر شود، نسبت به حالتی که رطوبت در حالت مایع به لایه های بیرونی لباس منتقل شود، انرژی بیشتری از بدن خارج می شود. در حالت دوم، عملیات تبخیر، باعث خنک شدن می شود. از طرفی، آتش نشان ها هنگام انجام عملیات، بسیار عرق می کنند و رطوبت روی لباس آنها جمع می شود. این رطوبت باعث می شود، مواد تشکیل دهنده لباس هنگام قرار گرفتن طولانی مدت در معرض گرما مقاوم تر شوند [۲].

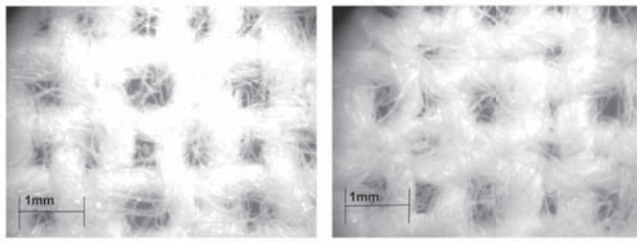
در حقیقت، راحتی لباس به شیوه ترشدن یا خشک شدن پارچه، انتقال گرمای ناشی از عکس العمل بین رطوبت جذب شده و بدن تعریف می شود. شرایط لباس راحت عبارتند از:

- جذب خوب عرق بدن و آزادسازی آن به محیط
- خشک شدن سریع برای ایجاد حس راحتی زیاد از نظر حس لامسه.
پارچه های مزبور بدن شخص استفاده کننده را خنک نگه می دارند و در برابر پرتوهای مضر UVA و UVB محافظت می کنند [۳]. منسوجات همواره محیط مناسبی برای انتقال عوامل بیماری زا به استفاده کننده، ایجاد بوی بد و ایجاد لکه های رنگی هستند، در نتیجه، تلاش های گسترده ای در صنعت نساجی انجام شده تا الیاف مقاومی را در این زمینه تولید کنند [۴].

شرکت پژوهشی تامسون در تورنتو، محصولی با نام اولترا-فرش سیلیپور (ultra-fresh silpure) [۵، ۶] ابداع کرده است که مقاومت زیادی در برابر تخریب الیاف و بو دارد. در سیلیپور از فرایند ساخت اختصاصی نانوذرات فلزی نقره استفاده شده و در مرحله تکمیلی این ذرات به الیاف پارچه وارد شده است. اما هزینه اولیه کاربرد نقره، مانعی در استفاده گسترده از آن است. [۷] Von Götz و همکاران [۸] جداسازی نانوذرات تیتانیوم اکسید و نقره اکسید از لباس و ورود آن به عرق بدن را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که نانوذرات اکسید نقره از الیاف جدا شده و جذب پوست می شوند. در حالی که الیاف تولید شده با تیتانیوم اکسید نانوذرات را آزاد نمی کنند و تاکنون حساسیت پوستی ناشی از این نانوذرات گزارش نشده است. همچنین، پژوهشگران از ذرات طلا برای پوشش دهی الیاف نخی استفاده کردند. اما، در این حالت پیوند شیمیایی بین ذرات طلا و الیاف نخی ایجاد نمی شود [۹].

Hoefnagels و همکاران [۱۰] سطوح خودتمیزشونده آبگریز را با ذرات سیلیکا گزارش کردند که به واسطه وجود گروه آمینی در سطح، با پیوند کووالانسی به الیاف نخی متصل می شوند. نانوذرات تیتان حاوی این گروه هستند. استفاده از افزودنی های پلیمری در پارچه نخی با وجود ایجاد خواص مطلوب، مقاومت گرمایی کمی ایجاد می کنند [۱۱، ۱۲].

Zhou و همکاران [۱۳] اثر انرژی سطحی پارچه بر واکنش ترموفیز یولوژی بدن حین ورزش را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که پوشش های نخی آبدوست نسبت به پوشش های آبگریز سطح بیشتری از تنش های گرمایی را کاهش می دهند. شرکت Empa [۱۴] با همکاری مؤسسه پاول شرر [۱۵] در زمینه تکمیل میتنی بر نانوفناوری روی منسوجاتی کار کرده

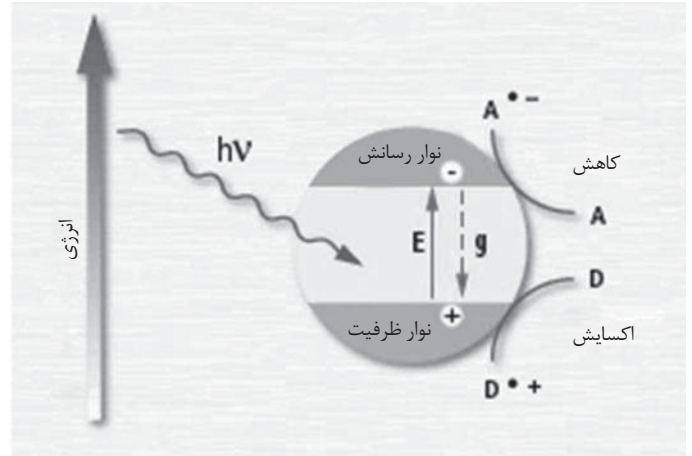


(ب) (الف)

شکل ۳- پارچه نخی: (الف) بدون لایه‌نشانی، (ب) لایه‌نشانی شده با تیتانیوم دی‌اکسید.

دستگاه‌ها و روش‌ها

در فرایند سنتز محلول آبی ۲/۲ mL تیتانیوم ایزوپروکسید با ۱۰/۷ mL از ۲-پروپانول مخلوط شده و با پیپت به محلول آبی ۴۰۰ mL آب یون زدوده به همراه نیتریک اسید با pH برابر ۳ افزوده شد. تمام مراحل در تبرید در ۵°C انجام شد و محلول ۱۲ h روی همزن مغناطیسی و پس از آن ۳۰ min درون کاونده فراصوتی (ultrasonic probe) قرار گرفت. pH محلول نهایی تیتانیوم هیدروکسید سنتز شده در این روش برابر ۷/۵ اندازه‌گیری شد. برای از بین بردن آلودگی، الیاف طبیعی پنبه به روش‌های آنزیمی و قلیایی صمغ‌گیری شدند و با محلول قلیایی سدیم هیدروکسید ۲۰ min شست‌وشو شده و سپس با ۲-پروپانول و آب یون زدوده نیز شسته شدند. برای خشک کردن پارچه‌ها نیز از دمش نیتروژن ۹۹/۹۹٪ استفاده شد. پارچه‌ها در محلول‌های مزبور غوطه‌ور شده و پس از آن با توجه به نمودار فازی استحاله تیتانیوم دی‌اکسید [۲۳] به مدت ۱ h در کوره الکتریکی با دمای ۱۰۰°C خشک شدند و محلول تیتانیوم هیدروکسید آبیگری شده و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم به جای ماند. برای اندازه‌گیری درصد وزنی نانوذرات لایه‌نشانی شده، وزن پارچه نخی به مساحت ۲۵ cm² پیش و پس از فرایند با ترازوی رقمی اندازه‌گیری شد. پس از انجام عملیات لایه‌نشانی تصاویر فضانگاری (stereography) پارچه‌های نخی با میکروسکوپ نوری



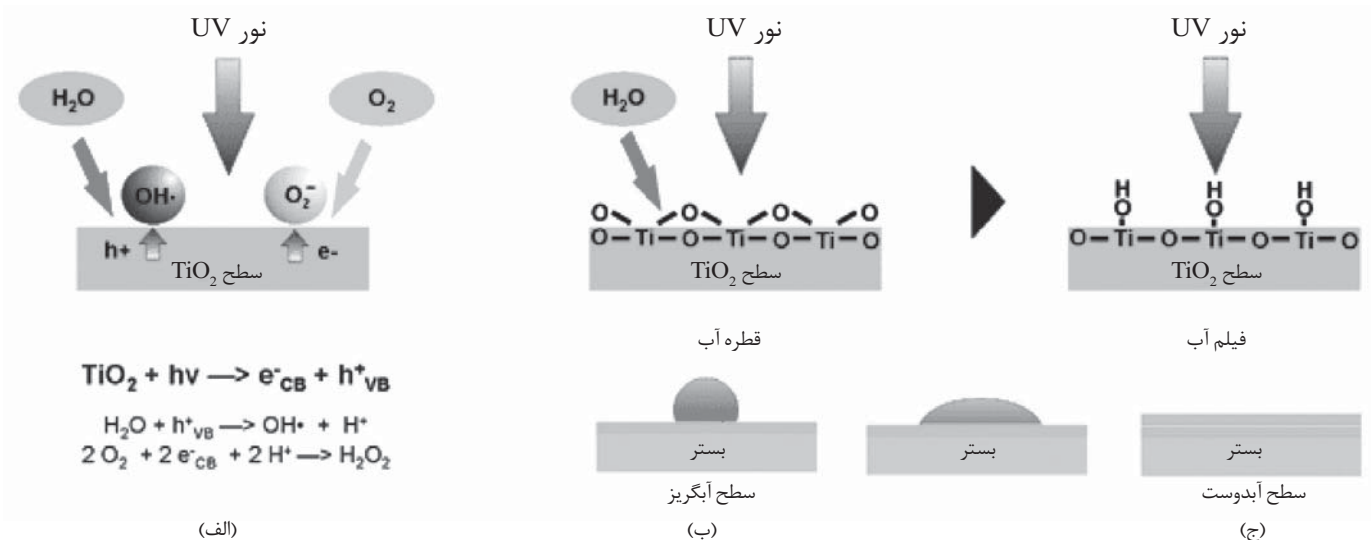
شکل ۱- سازوکار تشکیل زوج‌های الکترون-حفره در مواد نیمه‌رسانا [۱۹].

در شرایط بهینه و سپس لایه‌نشانی روی پارچه پنبه‌ای در دمای کم و pH خنثی این خاصیت بررسی شد، در واقع با افزایش خاصیت آبدوستی، لکه رنگی به‌طور کامل روی سطح پخش شده که سبب بهبود خاصیت نورکاتالیزوری می‌شود.

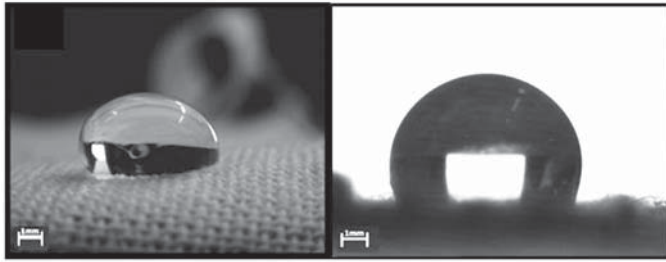
تجربی

مواد

در سنتز نانوذرات برای تهیه محلول کلئیدی از تیتانیوم هیدروکسید، تیتانیوم ایزوپروکسید ۹۸٪ به‌عنوان پیش‌ماده، ۲-پروپانول ۹۹/۹۹٪ به‌عنوان حلال الکلی، نیتریک اسید رقیق شده ۶۵٪ برای کنترل pH که همگی محصول شرکت Merck آلمان بوده و آب یون زدوده برای آبکافت استفاده شد.



شکل ۲- زاویه ترشوندگی در معرض تابش [۲۱].



(ب)

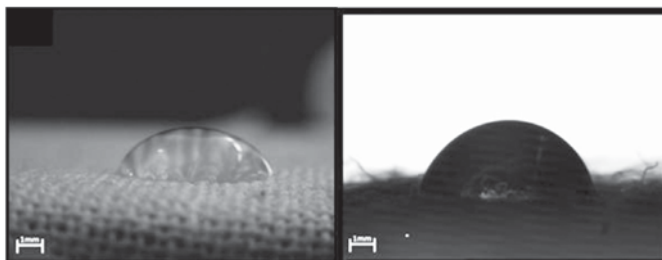
(الف)

شکل ۵- زاویه تماس سطح پارچه‌های نخی پیش از لایه‌نشانی با دستگاه: (الف) DSA و (ب) Dino.

UKZ-TR ساخت شرکت Union ژاپن با بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر تهیه شد. همچنین، توزیع نانوذرات روی سطح پارچه با میکروسکوپ الکترونی EM S360 ساخت شرکت Cambrigh انگلستان مشخص شده است. برای جلوگیری از تجمع بار روی پارچه نخی در روش میکروسکوپی الکترونی روی سطح با دستگاه SC7640 Sputter Coater ساخت پلارون انگلستان لایه‌نشانی طلا انجام شد. زاویه تماس سطح قطره‌های آب یون زدوده شده روی سطح پارچه‌ها با دستگاه DSA100 ساخت شرکت Kruss آلمان و دوربین رقمی Dino-Lite ساخت تایوان اندازه‌گیری شد. بدین منظور، پارچه‌ها روی سطح قرار گرفته و قطره‌های آب یون زدوده با سرنگ روی آن پرتاب می‌شود. طول موج جذب شده با دستگاه طیف‌نورسنج جذبی UV-Vis1800 ساخت شرکت Fujitsu، ژاپن اندازه‌گیری شد. برای کاهش غلظت، محلول‌های سنتز شده با نسبت ۱۰:۹۰ با ماده زمینه ۲-پروپانول مخلوط شدند. تجزیه آبی متیلن MB روی پارچه‌ها پس از ۶ h در دمای محیط، بدون تابش UV-Vis بررسی شد. بدین منظور، یک قطره آبی متیلن با غلظت ۵۰ mg/L تهیه شده و با قطره‌چکان روی سطح قرار گرفت. برای اندازه‌گیری تغییرات استحکام پارچه پس از لایه‌نشانی، نمونه‌ها براساس استاندارد ASTM D 5035، با طول ۳۰ cm و عرض ۶ cm تهیه شدند که ۵ mm از هر طرف در راستای طول الیاف جدا شده و ریشه‌دار شد. با دستگاه کشش STM-150 ساخت شرکت سنتام ایران، نیروی پارگی پارچه اندازه‌گیری شد. سرعت کشش نمونه‌ها ۵۰ mm/min تنظیم شد.

نتایج و بحث

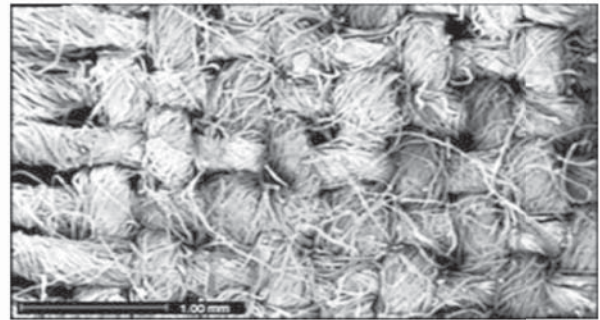
کنترل پارامترهای مختلف سنتز نانوذرات به‌ویژه نوع ماده پیش‌زمینه



(ب)

(الف)

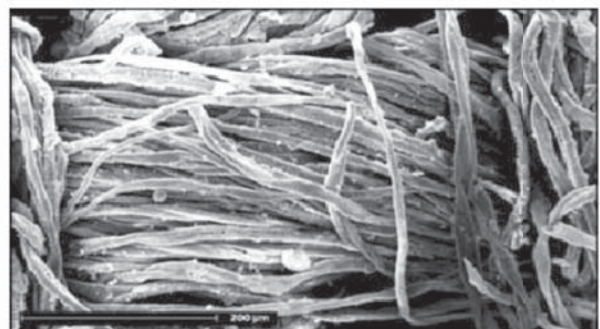
شکل ۶- زاویه تماس سطح پارچه‌های نخی پس از لایه‌نشانی با نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید با استفاده از دستگاه: (الف) DSA و (ب) Dino.



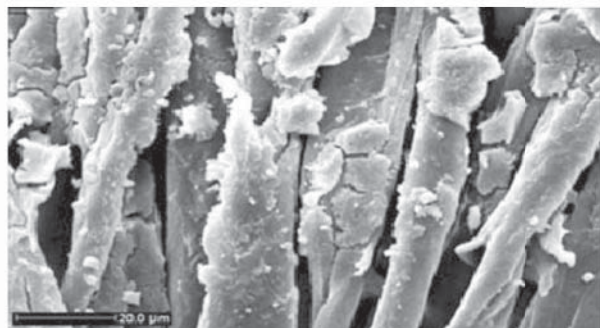
(الف)



(ب)



(ج)

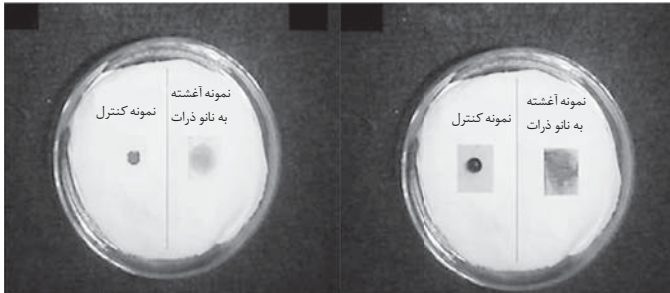


(د)

شکل ۴- تصاویر SEM الیاف پوشش‌داده شده با نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید با بزرگ‌نمایی‌های متفاوت: (الف) و (ب) بدون لایه‌نشانی و (ج) و (د) لایه‌نشانی شده با تیتانیم دی‌اکسید.

جدول ۱- داده‌های حاصل از تحلیل DSA

نمونه	زاویه (°)	سطح تماس (mm ²)	ارتفاع (mm)	حجم (mm ³)
پارچه نخی	۱۱۶/۴	۴۲۲۱۶/۳	۹۵/۱	۱۱۹۰۰۴۸
پارچه پس از لایه‌نشانی با نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید	۵۶/۶	۳۷۰۸۱/۹	۲۰/۳	۱۷۵۷۲۴۴



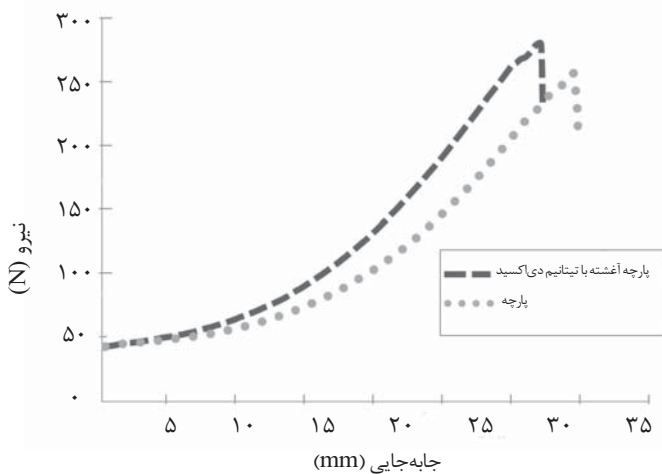
(الف) (ب)

شکل ۸- مقایسه تجزیه آبی متیلن روی پارچه پنبه‌ای با و بدون وجود نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید: (الف) در لحظه اول و (ب) پس از ۶ h در شرایط نور مرئی در دمای محیط.

DSA گزارش شده است. میانگین زاویه تماس سطح، ارتفاع، حجم و مساحت تماس قطره آب نیز اندازه‌گیری شده است که شرایط نسبی یکسانی را نشان می‌دهد.

مقدار انرژی جذب شده در طول موج‌های متفاوت در شکل ۷ نشان داده شده است. جذب انرژی در محدوده تابش امواج فرابنفش سبب ایجاد خاصیت خودتمیزشوندگی و آبدوستی در پوشش‌ها می‌شود که کاربرد بسیاری در عرصه‌های مختلف دارد. تجزیه آبی متیلن روی پارچه‌ها پس از ۶ h در معرض تابش نور مرئی در دمای محیط بررسی شده است (شکل ۸). همان‌طور که مشاهده می‌شود، پس از لایه‌نشانی به علت افزایش آبدوستی پارچه‌ها ماده رنگزای آبی متیلن سطح را به خوبی تر می‌کند که سبب افزایش خاصیت نور کاتالیزوری سطح می‌شود و پس از ۶ h حتی بدون تابش فرابنفش، رنگ تجزیه می‌شود.

نمودار استحکام کششی پارچه‌ها نشان می‌دهد، استحکام پارگی در حالت لایه‌نشانی شده افزایش یافته است (شکل ۹). این افزایش استحکام به دلیل وجود نانوذرات در ساختار الیاف پارچه است که سبب افزایش اصطکاک و استحکام می‌شوند. در مطالعات بعدی می‌توان غلظت‌های مختلف محلول تیتانیوم هیدروکسید را بررسی کرد تا بازده خاصیت‌های مدنظر در هر حالت مشخص شود. همچنین، می‌توان با افزودن عناصری

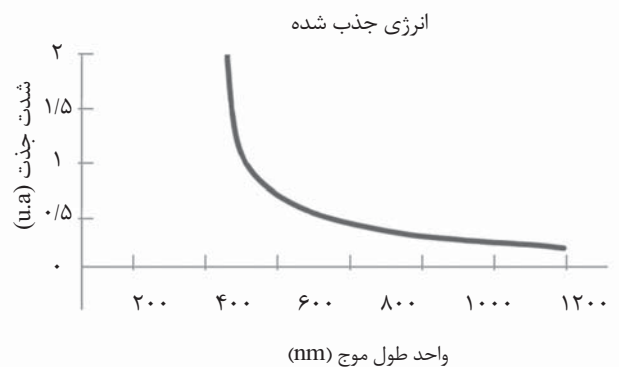


شکل ۹- نمودار آزمون کشش پارچه پنبه‌ای با و بدون وجود نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید.

سبب ایجاد خاصیت آبدوستی با بازده متفاوت در پارچه‌ها می‌شود. هرچه مقدار آب در سنتز بیشتر باشد، آبکافت بهتر انجام می‌شود. از طرفی، وجود الکل برای پراکنده‌سازی پیش‌ماده اولیه در محلول لازم است. با ایجاد زمینه الکلی و تنظیم مقدار مناسب آب برای آبکافت اثر هر دو پارامتر به‌طور بهینه به بیشترین مقدار رسیده است. pH زیاد در این روش از تخریب پارچه‌ها در مقایسه با روش‌های قبل با محیط اسیدی جلوگیری می‌کند.

درواقع با افزایش خاصیت آبدوستی، لکه رنگی به‌طور کامل روی سطح پخش می‌شود که نتیجه آن بهبود خاصیت نور کاتالیزوری است. برای اندازه‌گیری درصد وزنی نانوذرات لایه‌نشانی شده، وزن پارچه نخی به مساحت ۲۵ cm² پیش و پس از فرایند با ترازوی رقمی اندازه‌گیری شد. درصد وزنی نانوذرات افزوده شده به پارچه ۳۰/۱۶۷٪ بود.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نحوه توزیع و اتصال نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید را به الیاف به خوبی نشان می‌دهند، همچنین، شکل ۳ تصاویر فضانگاری پارچه‌های نخی را نشان می‌دهد. انجام مراحل مختلف، تغییری در ویژگی‌های ظاهری الیاف ایجاد نکرده و منافذ به گونه‌ای است که پس از آن به هوادهی نیازی نیست (شکل ۴). نتایج ارزیابی زاویه تماس قطره‌های آب یون‌زدوده شده روی سطح پارچه‌ها بیانگر این موضوع است که خاصیت آبدوستی در پارچه‌های لایه‌نشانی شده با محلول دارای ترکیبات تیتانیوم هیدروکسید سنتز شده آن چنان شدت یافته که دستگاه قابلیت تصویربرداری را ندارد و قطره‌های آب به خوبی سطح را تر می‌کنند (شکل ۵). تصویر قطره‌های آب روی پارچه‌ها با دوربین Dino-lite نیز برای تطبیق بیشتر در کنار هر تصویر به نمایش گذاشته شده است (شکل ۶). در جدول ۱ داده‌های حاصل از تحلیل



شکل ۷- تغییرات انرژی جذب شده بر حسب واحد طول موج

از تخریب پارچه‌ها جلوگیری می‌کند. در واقع، با افزایش خاصیت آبدوستی، لکه رنگی به‌طور کامل روی سطح پخش می‌شود که نتیجه آن بهبود خاصیت نور کاتالیزوری خواهد بود. مراحل مختلف، تغییری در خواص فیزیکی و ظاهر الیاف ایجاد نکرده و منافذ به گونه‌ای است که پس از آن به هوادهی نیازی نیست. جذب انرژی در محدوده تابش امواج فرابنفش سبب ایجاد خاصیت خودتمیزشوندگی و آبدوستی در پوشش‌ها می‌شود که کاربرد بسیاری در عرصه‌های مختلف دارد. پس از لایه‌نشانی به علت افزایش آبدوستی پارچه‌ها، آبی متیلن بلافاصله سطح را تر می‌کند که سبب افزایش خاصیت نور کاتالیزوری سطح شده و پس از ۶ h حتی بدون تابش پرتو فرابنفش، رنگ تجزیه می‌شود. افزایش استحکام در پارچه پنبه‌ای دارای نانوذرات تیتانیم دی‌اکسید به دلیل وجود نانوذرات در ساختار الیاف پارچه است. این ذرات سبب افزایش اصطکاک و استحکام پارچه می‌شوند.

مانند وانادیم و نیتروژن سبب کاهش شکاف انرژی تیتانیم دی‌اکسید و افزایش بیشتر بازده خاصیت نور کاتالیزوری شد.

نتیجه‌گیری

کنترل پارامترهای مختلف سنتز نانوذرات به‌ویژه نوع ماده پیش‌زمینه سبب ایجاد خاصیت آبدوستی در پارچه‌ها می‌شود. هرچه مقدار آب در سنتز بیشتر باشد، آبکافت بهتر انجام می‌شود و از طرفی وجود الکل برای پراکنده‌سازی پیش‌ماده اولیه در محلول لازم است. با ایجاد زمینه الکلی و تنظیم مقدار مناسب آب برای آبکافت اثر هر دو پارامتر به‌طور بهینه به بیشترین مقدار رسیده است. pH زیاد این روش در مقایسه با روش‌های قبل با محیط اسیدی

مراجع

- Gavin T.P., Babington J.P., Harms C.A., Ardel M.E., Tanner D.A., and Stager J.M., Clothing fabric does not affect thermoregulation during exercise in moderate heat, *Medicine Sci. Sports and Exercise*, 33, 2124-2130, 2001.
- Adjustment of humidity and temperature of clothes for the users comfort, Movahed A., <http://happyland.ir/article-fa-55.html>.
- Chaudhari S.S., Chitnis R.S., and Ramkrishnan R., Waterproof Breathable active sports wear fabrics, *Man-made Text. India*, 5, 166-171, 2004.
- Holme I., Innovative technologies for high performance textiles, *Color. Technol.*, 123, 59-73, 2007.
- Ghosh S., Yadav S., and Reynolds N., Antibacterial properties of cotton fabric treated with silver nanoparticles, *J. Text. Institute*, 101, 917-924, 2010.
- Ristic T., Zemljic L.F., Novak M., Kuncic M.K., Sonjak S., Cimerman G., and Strand S., Antimicrobial functionalization of textile material, *Multifunctional Barriers for Flexible Structure*, Springer, Berlin Heidelberg, 23-38, 2007.
- Providing a transparent colloidal nanosilver antibacterial coating on the fabric and sustainable capability against washing, <http://www.nano.ir>.
- Von Götz N., Christiane Lorenz L., Nowack B., Heuberger M., and Hungerbühler K., Migration of Ag- and TiO₂-(Nano) particles from textiles into artificial sweat under physical stress: Experiments and exposure modeling, *Environ. Sci. Technol.*, 47, 9979-9987, 2013.
- Xue C.H., Jia S.T., Chen H.Z., and Wang M., Superhydrophobic cotton fabrics prepared by sol-gel coating of TiO₂ and surface hydrophobization, *Sci. Technol. Adv. Mater.*, 9, 11-35, 2008.
- Hoefnagels H.F., Wu D., de With G., and Ming W., Biomimetic superhydrophobic and highly oleophobic cotton textiles, *Langmuir*, 23, 13158-13163, 2007.
- Cotton N.J., Bartle K.D., Clifford A. A., Ashraf S., Moulder R., and Dowle C.J., Analysis of low molecular weight constituents of polypropylene and other polymeric materials using on line SFE/SFC, *J. High Resolut. Chromatogra.*, 14, 164-168, 1991.
- Krevelen V., Dirk W., and Tenijenhuis K., *Properties of Polymers: Their correlation with chemical structure, their numerical estimation and prediction from additive group contributions*, 4th ed., Elsevier, Oxford, UK, 2009.
- Zhou L.Y., Li Y., Chung J., Tokura H., Gohel M.D.I., Kwok Y.L., and Feng X.W., Effects of fabric surface energy on human thermophysiological responses during exercise and recovery, *Fiber. Polym.*, 8, 319-325, 2007.
- Hegemann D., Mokbul Hossain M., and Balazs D.J., Nanostructured plasma coatings to obtain multifunctional textile surfaces, *Prog. Org. Coat.*, 58, 237-240, 2007.
- Cavaleiro A. and De Hosson M.J. (Eds.), *Nanostructured coatings*, New York, Springer, 2006.
- Chen H.L. and Burns L.D., Environmental analysis of textile products, *Cloth. Text. Res. J.*, 24, 248-261, 2006.

17. Brandt M. and Drew H., Talk loudly or be stealthy about new nanotechnology, *Nanotech. Bus.*, 2, 187, 2005.
18. Wong Y.W.H., Yuen C.W.M., leung M.Y.S., Ku S.K.A., and Lam H.L.I., Selected applications of nanotechnology in textiles, *Autext. Re. J.*, 6, 1-8, 2006.
19. Pejan M.D., The Chapter Entitled Photocatalytic Processes on the Oxidation of Organic Compounds in Water, The Book: *New Trends in Technologies*, National Technical University of Athens, 89-102, January 2010.
20. Docters T.C.J.M., Herrmann J.M., and Deloume J.P., Syntheses of photocatalyst degradation of prosulfuron, *Appl. Catal. B: Environ.*, 50, 219-226, 2004.
21. Fung W. and Hardcastle M., *Textiles in Automotive Engineering*, Vol. 13, Woodhead, 2001.
22. Lazar M.A., Tadvani J.K., Tung W.S., Lopez L., and Daoud W.A., Nanostructured thin films as functional coatings, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 12, 2010.
23. Chaharmahali Razmjou A., The Effect of TiO₂ Nanoparticles on the Surface Chemistry, Structure and Fouling Performance of Polymeric Member, the University of New South Wales, 2012.

Treatment of Cotton Fabric with Hydrophilic Compounds for Production of Photocatalytic Fabrics

Elham Katoeizadeh, Seyed Mojtaba Zebarjad* and Kamal Janghorban

Faculty of Material Engineering, University of Shiraz, P.O. Box: 71949-84471, Shiraz, Iran

Received 21 June 2014; Accepted 06 October 2014

Abstract

Treatment of natural fibers with titanium dioxide nano particles will increase the photocatalytic activity and hydrophilic properties. In this study, cotton fabric samples were treated in titanium hydroxide solution at neutral pH and at low temperature. Titanium dioxide nanoparticles were formed by dehydration treatment in order to bind the nanoparticles to the fibers. In order to elucidate the role of nanosized TiO₂ particles on the physical and mechanical properties of cotton fabrics, DSA (drop shape analysis), UV-Vis (ultraviolet-visible spectro photometry), tensile test and microscopic evaluations were performed. The visual inspection showed that the addition of metal oxide does not have any significant effects on the appearance and the pore size of the fabric. The microscopic observation showed that the nanoparticles distribution over the surface of the fibers was uniform. The result of DSA test showed that the contact angle of water droplet on the untreated and treated fabric by 30.167%wt. of nanoparticles were 116.4° and 56.6°, respectively. The UV-Vis analysis showed that TiO₂ nanoparticles have photocatalytic activity and able to decompose the methylene blue dye in the solution. The result of tensile test showed that the strength of the treated fabric is about 30 N higher than that of the untreated fabric.

Keywords

nanoparticles synthesis,
titanium dioxide,
hydrophilic,
photocatalyst,
self-cleaning behavior

(* Address Correspondence to S.M. Zebarjad, Email: mojtabazebarjad@shirazu.ac.ir