کاربردهای منتخب نانوتکنولوژی در منسوجات

مترجم: نرگس غلامپور سیگارودی[1] علیرضا نیکوکار[2]

مقدمه

مفهوم نانوتکنولوژی جدید نیست بلکه بیش از ۴۰ سال از شروع آن می‌گذرد. طبق موسسه نانوتکنولوژی ملی (NNI) نانوتکنولوژی مانند کاربرد ساختارهایی با حداقل یک بعد از مقیاس نانویی برای ساختمان مواد، ابزارها یا سیستم‌هایی با ویژگی‌های بطور قابل ملاحظه بهبود یافته، یا نوین ناشی از اندازه نانویی شان تعریف می‌شوند. نانوتکنولوژی نه فقط ساختارهای کوچک تولید می‌کند بلکه همچنین می‌تواند تکنولوژی ساختی را که می‌تواند کنترل دقیق و کم هزینه ساختار ماده را ارائه دهدپیش بینی نماید. نانوتکنولوژی می تواند بهترین توصیف از فعالیتها در سطح اتم ها و مولکولها که در دنیای واقعی کاربرد دارند، باشند. نانوذرات بکار رفته در محصولات تجاری معمولاً در محدوده ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند.

نانوتکنولوژی بیش از پیش توجه جهانی را جلب کرده است برای اینکه آن کاملا مانند یک پیشنهاد بالقوه عظیم در یک محدوده گسترده برای مصارف نهایی تشخیص داده شد. ویژگی های جدید و منحصر بفرد نانومواد نه تنها در علم و تحقیقات بلکه همچنین در تجارت مورد توجه قرار گرفته است که ناشی از پتانسیل عظیم و مقرون به صرفه اش می باشد.

نانوتکنولوژی کارایی تجاری برای صنعت نساجی دارد . این موضوع علی الخصوص از این واقعیت ناشی می شود که روشهای متداول مورد استفاده برای بهره مندی از ویژگی های مختلف داده شده به محصولات اغلب به اثرات پایدار منجر نمی شوند و کاربردشان را پس از شستشو و پوشیدن از دست می دهند. نانوتکنولوژی می تواند دوام بالایی را برای محصولات ایجاد کند ، برای اینکه نانوذرات سطح بزرگی از نسبت مساحت به حجم و سطح انرژی بالایی دارند، بنابراین شرایط بهتری برای محصولات ایجاد می کند و منجر به افزایش در دوام عملکردها می شود . علاوه بر این پوشش نانوذرات در محصولات بر روی قابلیت تنفس یا احساس لمسی اثری نخواهد گذاشت . بنابراین علاقه به کاربرد نانوتکنولوژی در صنعت نساجی افزایش یافته است.

اولین کار روی نانوتکنولوژی در منسوجات توسط شرکت نانوتکس یک شعبه از صنایع برلینگتون در ایالات متحده آمریکا برعهده گرفته شد . بعدها شرکت های بیشتری بر روی توسعه نانوتکنولوژی شروع به سرمایه گذاری کردند.روکش یکی از تکنیکهای

متداول مورد استفاده نانوذرات در منسوجات می باشد. ترکیبات روکشی که می تواند سطح منسوجات را اصلاح نماید معمولاً از نانوذرات ، عامل فعال سطحی، اجزاء و یک حامل میانی تشکیل شده است . چندین روش می تواند برای کاربرد روکش بر روی پارچه ها استفاده شوند که شامل اسپری کردن، چاپ کردن، شستشو، فروکردن در آب و لایه گذاری می باشند.

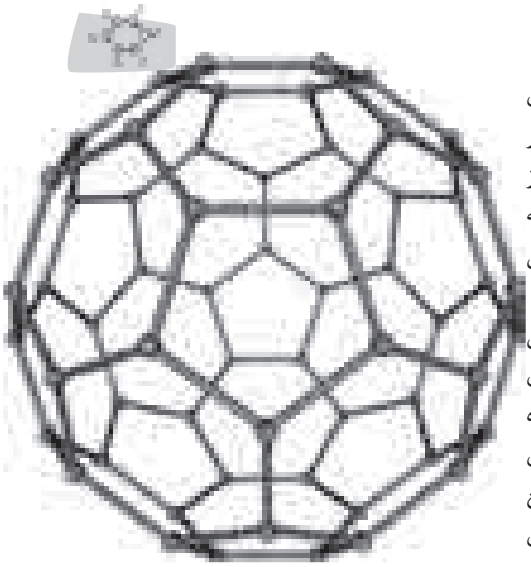
در این بین معمولترین روش مورد استفاده لایه گذاری می باشد. نانوذرات به پارچه ها، با استفاده از لایه گذار تنظیمی در فشار و سرعت مناسب اتصال می یابند . ویژگی های داده شده به منسوجات با استفاده از نانوتکنولوژی شامل ضد آب ،ضد خاک ، ضد چین و چروک، آنتی باکتری، آنتی استاتیک و محافظ UV، تاخیر در اشتعال پذیری، بهبود رنگ پذیری و غیره می باشد .همچنان که کاربردهای بالقوه گوناگونی از نانوتکنولوژی در صنعت نساجی وجود دارد فقط بعضی از ویژگی های شناخته شده به رفتار نانوذرات نسبت داده می شوند که در این مقاله به صورت برجسته نقد می شوند.

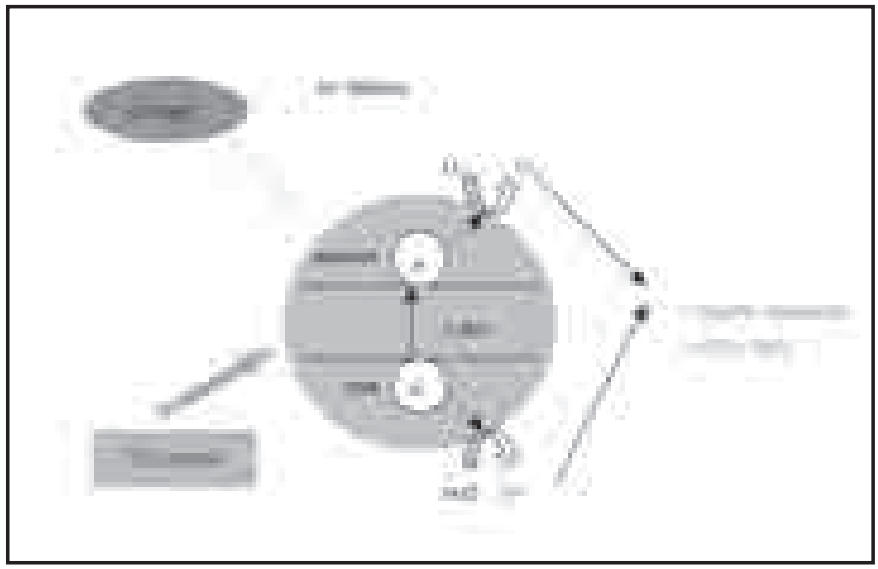
ضد آب

نانوتکس ،ویژگی ضد آب پارچه را توسط ایجاد ویسکرها که هیدروکربنهایی با اندازه ۱/۱۰۰۰ نوعی نخ کتان بوده وبه پارچه افزوده می شوند و حالت پرزمانند هلویی ایجاد می نمایند بهبود بخشید. فضای بین ویسکرها در روی پارچه از قطره آب کوچکتر است اما از مولکولهای آب بزرگتر می باشد .بنابراین آب در نوک ویسکرها و بالای سطح پارچه باقی می ماند ، به هر حال در صورتیکه فشار اعمال گردد مایع می تواند از میان پارچه عبور کند.این عملکرد وقتی که قابلیت تنفس پذیری تامین می شود دائمی می گردد.

جدا از نانوتکس ، شرکت منسوجات سویسی اسکولر ، نانوسفر را برای تولید پارچه های مقاوم به آب توسعه داد . نانوسفر اشباع شده یک ساختارسطح ۳ بعدی با افزودنیهای ژلی را در گیر می سازد که آب را دفع می کند و از اتصال ذرات آلوده به آن جلوگیری می کند. مکانیسم آن مشابه اثرات لوتوس در طبیعت می باشد همچنان که در شکل یک نشان داده شده گیاه لوتوس دارای سطوح فوق آب گریز می باشد که بافت زبری دارد. به محض اینکه قطرات کوچک آب در آن رسوخ می کند قطرات آب بالا می روند و اگر سطح، کمی شیبدار باشد بر روی آن می غلتد.در نتیجه حتی در طی یک بارش شدید سطح خشک می ماند علاوه بر این قطرات ریز، ذرات کوچک آلوده را همچنان که می غلتند بر می دارد وبنابراین برگهای گیاه لوتوس حتی در طی بارش ملایم تمیز باقی می ماند .

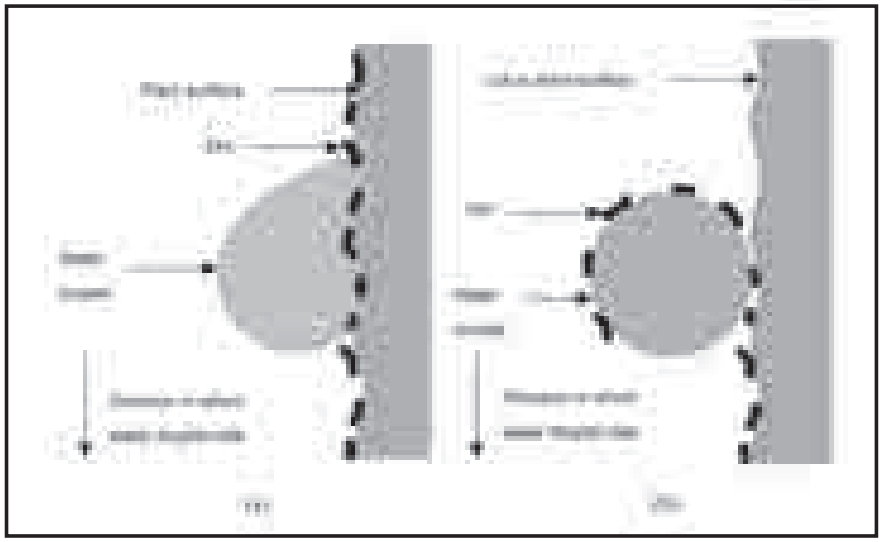
از طرفی دیگر ویژگی آبگریزی می تواند روی یک پارچه کتان پوشیده شده با یک فیلم نازک پلاسمای دارای ذرات نانو آشکار گردد . فرکانس سمعی پلاسما در بعضی از انواع فلوروکربن های شیمیایی با وجود لایه آبگریز ذرات نانو روی سطح پارچه کتان به کار گرفته شده، که برای بهبود ویژگی مقاوم به آب در آن می باشد . قدرت فوق آبگریزی به وجود آمده ناشی از زبری سطح پارچه بدون تاثیر نرمی و مقاومت سایشی پارچه کتان می باشد .





حفاظت در برابر پرتو UV

مسدود کننده های پرتوUV غیر آلی نسبت به مسدود کننده های پرتو UV آلی دارای مزایایی می باشند همچنان که آن ها تحت تاثیر پرتو UV و دمای بالا ، غیر سمی و از لحاظ شیمیایی پایدار می باشند . مسدودکننده های UV غیر آلی معمولا به صورت اکسیدهای نیمه رسانا همچون SiO_2، ZnO، TiO_2 و Al_2O_3 می باشند . در میان این اکسیدهای نیمه رسانا معمولا تیتانیوم دی اکسید (TiO_2) و روی اکسید (ZnO) مورد استفاده قرار می گیرند. اندازه گیری نشان داده است که تیتانیوم دی اکسید و روی اکسید نانوسایز در جذب و پراکنش پرتوUV از اندازه های معمول موثرتر می باشند، و بنابراین بهتر قادر به مسدود کردن پرتو UV خواهند بود به دلیل این حقیقت است که نانوذرات دارای سطح گسترده ای در واحد حجم و جرم نسبت به مواد عادی می باشند،که منجر به افزایش درتاثیرگذاری مسدودکننده های پرتوUV خواهد شد. برای ذرات ریز ، پراکنش نور تقریباً بیش از یک دهم طول موج نورهای پراکنش شده می باشد. تئوری پراکندگی رایلی (Rayleigh) بیان می دارد که پراکندگی به شدت وابسته به طول موج بوده، و پراکندگی بطور معکوس متناسب با طول موج به توان چهار می باشد



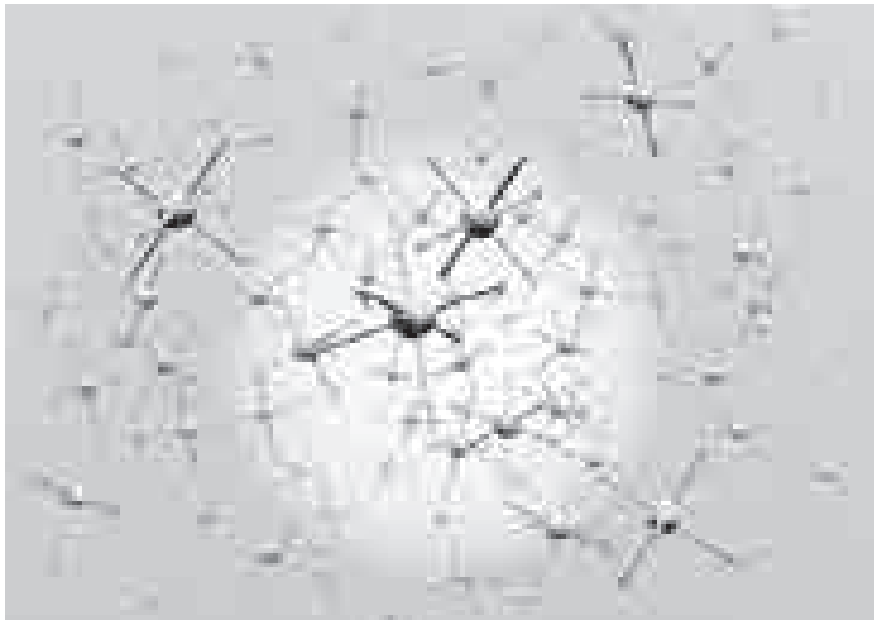
این تئوری پیش بینـــی می کند که به منظور پراکنش پرتو UV بیـــن ۲۰۰ تا۴۰۰ نانومتر انـــدازه مطلوب ذرات بین ۲۰ تـــا ۴۰ نانومتر خواهد بود .

کارهـــای تحقیقاتـــی مختلفـــی روی کاربرد مســـدودکننده پرتـــو UV بـــرای پارچـــه با استفاده از نانوتکنولوژی انجام پذیرفت.کاربرد مسدودکننده های پرتوUV برای پارچه های کتان با بکارگیری روش سل-ژل توسعه یافت . لایه نازکی از تیتانیوم دی اکســـید در سطح پارچه کتان تشکیل می شود که حفاظت فوق العاده ای را در برابر پرتو UV ایجاد می کند ، این اثـــر می تواند بعد از ۵۰ دور شستشـــو حفـــظ گردد. به غیر از تیتانیوم دی اکســـید ، ذرات نانویی روی اکســـید بـــا اندازه ۱۰ تا ۵۰ نانومتر در پارچـــه های کتان برای حفاظت از پرتو UV بکار می روند. بر اســـاس مطالعات، اثرات مســـدودکننده های پرتو UV ، عملکرد پارچه با قدرت نانویی روی اکسید یک فاکتور حفاظتـــی UV فـــوق العـــاده‌ای (UPF) را نشان می دهد.

آنتی باکتری

برای بهـــره مندی از ویژگی آنتـــی باکتری ، نقره نانوســـایز ، تیتانیوم دی اکســـید و روی اکسید مورد استفاده قرار می گیرد.

یـــون ها و ترکیبـــات فلزی درجـــه خاصی از تاثیر اســـتریلی را نشان می دهند . قابل توجه است که بخشی ازاکســـیژن موجود در هوا یا آب از طریـــق کاتالیـــز با یون فلـــز تبدیل به اکســـیژن فعال می شـــوند ، بدینوســـیله حل کـــردن مواد آلی، اثـــرات اســـتریلی را ایجاد می کند. با اســـتفاده از ذرات نانوســـایز تعداد ذرات در واحد ســـطح افزایش یافته و بنابراین اثرات آنتی باکتری می تواند به حداکثر برسد. ذرات نانو نقره دارای ســـطح به نسبت بزرگی بـــوده در نتیجه تماس خود را بـــا باکتری یا قارچ افزایـــش می دهند و به طور گســـترده ای تاثیـــرات باکتریایی و قارچی آنها را بهبود مـــی بخشـــند . نانونقره با پروتئین ها بســـیار واکنش پذیر اســـت . هنگامی کـــه با باکتری و قـــارچ برخورد مـــی کند به طـــور عکس بر روی متابولیســـم ســـلولی تاثیرگذاشته و رشد سلولی را افزایش می دهد. همچنین از تنفس جلوگیری کرده ومتابولیســـم اساسی سیستم انتقـــال الکتـــرون و انتقال زیرلایـــه به داخل غشـــاء سلولی میکروبی می باشد. علاوه بر این از تکثیر و رشـــد باکتری و قـــارچ که موجب عفونت،بو،احســـاس خارش و زخم می شـــود جلوگیری مـــی کند . بدین دلیـــل ذرات نانو نقـــره می تواند در محدوده به طور گســـترده در تولیـــد جوراب بـــه منظـــور جلوگیری از رشـــد باکتری بـــه کار گرفته شـــوند . بعلاوه نانو نقره مـــی تواند در محـــدوده محصولات ســـلامتی مانند لباس برای ســـوختگیها، تاول و دریافـــت کننده های ترمیمی پوســـت مورد اســـتفاده قرار گیرد. تیتانیوم دی اکسید یک فوتوکاتالیزگر می باشـــد که در ابتدا توســـط نوری با انرژی بالاتر روشن می شود الکترونها در تیتانیوم دی اکســـید از باند والانس به باند هدایت می جهند و الکترون(e^-) وجفت حفره الکتریکی(h^+) بر روی ســـطح فوتوکاتالیست شـــکل خواهند گرفـــت. الکترونهـــای منفی و اکســـیژن به صـــورت O_2^- تبدیل می شـــوند. حفره هـــای الکتریکی مثبت و آب رادیکالهای هیدروکســـیل تولید خواهند کرد.از آنجاییکه هردوی آنها ترکیبات شیمیایی ناپایدار



هســـتند وقتی کـــه ترکیب آلی روی ســـطح فوتوکاتالیست می آید با O_2^- و OH^- به ترتیب ترکیب می شـــوند و تبدیل به دی اکسید کربن (CO_2) و آب (H_2O) خواهند شد . این واکنش زنجیره ای" اکســـایش-کاهش" نامیده می شود و مکانیسم آن در شـــکل ۲ نشان داده می شود. از طریق این واکنش فوتوکاتالیست قادر خواهد بود مواد آلی متداول موجود در هوا مانند مولکولهای ادوکلن ها ، باکتریها و ویروسها را تجزیه کند.

در چندین مقاله به کاربرد ویژگی فوتوکاتالیستی TiO_2 در زمینه نســـاجی پرداخته شـــده است. عملکـــرد یک پارچه با نانو تیتانیوم دی اکســـید می توانـــد حفاظت موثری را علیه باکتری ، رنگ رفتگی و لک ناشـــی از فعالیتهای فوتوکاتالیستی مشـــابه با دی اکسید تیتانیوم ایجادکند. از طرف دیگر روی اکســـید نیز یک فوتوکاتالیست بوده و مکانیسم فوتوکاتالیستی آن مشابه با تیتانیوم دی اکسید می باشد و فقط فاصله گپ پیوند (TiO_2:3.2ev و Zno:3.37ev) متفـــاوت از تیتانیوم دی اکســـید می باشـــد. نانو روی اکسید ویژگی فوتوکاتالیستی موثری را ابتدا با درخشان ساختن توســـط نور فراهم می کند و بـــرای ویژگی های ضدباکتری درمنسوجات به کارگرفته می شود.

آنتی استاتیک

باراســـتاتیک معمـــولا در فیبرهـــای ســـنتزی ماننـــد نایلون و پلی اســـتر ســـاخته می شـــود برای اینکـــه آنها آب کمی را جـــذب می کنند. فیبرهـــای ســـلولزی مقـــدار بالاتـــری رطوبت دارند که بارهای اســـتاتیک را تحـــت تاثیر قرار می دهند بنابراین فیبرهای ســـنتزی ویژگیهای آنتی اســـتاتیک ناچیـــزی را ایجاد مـــی کنند. کارهای تحقیقاتی درباره بهبود ویژگی های آنتی استاتیکی منســـوجات با استفاده از نانوتکنولوژی انجـــام پذیرفت. مقـــرر گردید که دی اکســـید تیتانیوم نانوســـایز ، ویسکرهای روی اکسید، نانو آنتیموان متخلخل قلع اکســـید ونانوسل سیلان می توانند از ویژگیهای آنتی اســـتاتیک فیبرهای سنتزی بهره مند شوند. تیتانیوم دی اکسید، روی اکســـید و قلع اکسید ویژگی های آنتی استاتیک را به دلیل اینکه مواد رســـانای الکتریکی هستند فراهم مـــی آورندچنین موادی بـــه طور موثری کمک به پراکنـــش بارهای اســـتاتیک می کند کـــه در پارچه تجمع یافته اســـت. از طرفی دیگر نانوســـل ســـیلان ، ویژگی های آنتی استاتیک همچون ذرات ژل ســـیلان روی الیاف جذب آب و رطوبت موجود در هوا را توسط گروههای آمینو و هیدروکســـیل جذب می کنـــد. نانوتکنولوژی در ســـاخت لباس آنتی استاتیک به کار می رود. L.W Gore. و انجمن GmbH نانوتکنولوژی و پلی تترافلورواتیلن را برای توسعه یک غشا آنتی استاتیک برای لباسهای محافظ بکار بردند.یافته هـــای Gore - Tex پوشـــنده لباس را از تخلیه الکترواســـتاتیکی محافظت مـــی نماید. نانوذرات رســـانای الکتریســـیته به طور مداوم به فیبریل های غشا تفلون Gore - Tex وصل می شوند و ایجاد یک شبکه هدایت الکتریکی می کنند که از تشکیل بخش های قابل شارژ ایزوله و پیک ولتاژ که معمولا در مواد آنتی اســـتاتیک متعارف یافت می شـــوند ، ممانعت می نماینـــد. این روش می تواند به محدودیت روشـــهای متعارف غلبه نماید و عامل آنتی اســـتاتیک به آسانی بعد از چند دور چرکی شدن به آسانی شسته می شوند .

مقامت در برابر چروک شدن

کاربرد این روش متعارف بـــرای بهبود مقاومت چروک شدن پارچه می باشد. اگرچه محدودیت هایی در کاربرد رزین وجود دارد که شامل کاهش در اســـتحکام کششـــی الیاف، مقاومت سایش ، قابلیت جذب آب و رنگ پذیری و همچنین قابلیت تنفس اســـت. برای غلبه بر محدودیت استفاده از رزین، بعضی از محققان از نانو تیتانیوم دی اکسید و نانو سیلیکا برای بهبود مقاومت چروک پذیری به ترتیب در کتان و ابریشم استفاده کردند . نانو تیتانیوم دی اکسید با کربوکسیلیک اسید مانند یـــک کاتالیزگر تحت تابش پرتوUV برای کاتالیز کردن واکنش اتصال عرضی بین مولکولهای سلولز و اســـید به کار گرفته می شـــود . از طرفی دیگر نانوسیلیکا به عنوان کاتالیزگر با مالئیک انیدرید به کار گرفته می شـــوند ، نتایج نشـــان می دهد که کاربرد نانوســـیلیکا با مالئیک انیدرید به طور موفقیت آمیزی به مقاومت چروک پذیری ابریشم کمک می کند.

نتیجه گیری

مواد نساجی با اســـتفاده از نانوتکنولوژی دارای پنج ویژگـــی بهبود یافته می باشـــند که در این مقاله بررســـی شـــده اند .همچنان که ذکر شد نانوتکنولوژی بر محدودیت های کاربرد روشهای متعـــارف برای بهبـــود ویژگی هـــای خاص مواد نســـاجی غلبه می کند . هیچ شکی نیست که در چندین سال آینده، نانوتکنولوژی در هر بخشی از صنعت نساجی نفوذ خواهد کرد.

منبع:

SELECTED APPLICATIONS OF NONOTECHNOLOGY IN TEXTILES

No1, March 2006 AUTEX Research Journal ,Vol.6,

پی نوشت:

۱-کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی گیلان

۲- مدرس آموزشکده فنی شهید رجایی لاهیجان