نانو تکنولوژی

روکش نانو ساختار بر روی منسوجات فوق آبگریز

مترجم: عباس حاجی پور

چکیده

جنبه‌های احتمالی روکش‌های نانو کامپوزیت برای تقلید سطح خود پاک شونده نانو زبر برگ لوتوس در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه جزئیات بر روی روکش‌های نانو کامپوزیت مبتنی بر نانو سیلیکا و خاک رس با استفاده از روکش غوطه وری و خودآرائی لایه لایه (L–b–L) شرح داده می‌شود که اثر برگ لوتوس بر روی سطح پارچه پنبه‌ای با استفاده از این ذرات تقلید شد، بطوریکه این ذرات، زبری سطحی نانو را ایجاد می‌کنند که به تولید سطح فوق آبگریز کمک می‌کند. نانو سیلیکا در ایجاد زبری نانو بر پارچه پنبه بهتر عمل می‌کند و زاویه تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه می‌باشد. زاویه تماس پارچه عمل شده امولسیون فلوئورو ٪wt ۲ (Nuva HPU) وقتی که پارچه با امولسیون نانو سیلیکا ٪wt ۰/۵ آماده سازی می‌شود، از ۱۱۵ تا ۱۵۵ درجه افزایش می‌یابد. درجه دفع شوندگی آب پارچه عمل شده با نانو سیلیکا ٪wt ۱/۶ همراه با Nuva HPU ٪wt ۲ با پارچه پنبه‌ای عمل شده Nuva HPU% wt ۴ قابل مقایسه می‌باشد. از طرف دیگر، ۴۰ دولایه نانو سیلیکا برای بکار بردن بر روی سطح پارچه پنبه‌ای از طریق تکنیک L–b–L برای ایجاد زبری نانو یکنواخت مورد نیاز است و درجه دفع آب ۴ را ارائه می‌دهد. نفوذپذیری هوا پارچه پنبه‌ای نانو روکش شده L–b–L بوسیله روکش نانوساختار فوق آبگریز تاثیر سوء نمی‌پذیرد.

مقدمه

روکش نانو ساختار بر روی منسوجات یک روش جدید برای افزودن خواص مختلف کاربردی از قبیل مانع نفوذ گاز، ضد باکتری، مقاومت سایشی، مقاومت UV، بازدارنده شعله و فوق آبگریز می‌باشد. نانو مواد از قبیل خاک رس‌های سیلیکاتی لایه‌ای، نانو الیاف/ نانولوله‌های کربن، نانو سیلیکا، نانو TiO_2 در روکش پلیمری اصلی برای افزایش عملکرد منسوجات روکش داده شده برای دستیابی به این خواص بر ور یپارچه‌ها، شرکت داده می‌شوند.

بارتلوت و اهلر در سال ۱۹۹۰ متوجه شدند که خاصیت خود پاک شوندگی برگ لوتوس به دلیل دانسیته بالای برآمدگی‌های سطحی کوچک می‌باشد. نگاهی دقیق‌تر به سطح برگ لوتوس، ساختار منحصر بفرد آن که مخلوطی از سطح زبر نانو و میکرو همراه با مقداری عامل کم کننده کشش سطحی (واکس) می‌باشدف را آشکار می‌سازد. این پدیده به عنوان اثر برگ لوتوس شناخته می‌شود. در حالیکه نانو زبر شوندگی به هیچ مولکول آبی برای جذب بر روی سطح اجازه نمی‌دهد، قطره‌های آب بر روی برآمدگی‌های نانو قرار می‌گیرند و از سطح برگ می‌غلتند و آلودگی را با حرکتشان حذف می‌کنند. تقلید سطح فوق آبگریز از قبیل برآمدگی‌های نانو، توجه محققان را به خود جلب کرده است تا این خاصیت را بر روی سطح پارچه برای ایجاد پوشاک دافع آب و روغن و برای کاربردهای خاص از قبیل پارچه‌های بادبانها و پناهگاه ها تقلید کنند.سطح نانو زبر فوق آبگریز می‌تواند بوسیله کنترل کردن توپوگرافی سطح بوسیله روش‌های فرآوری مختلف، از قبیل سل- ژل، روش هیبرید آلی/ غیرآلی، روش CVD، روش الکترو شیمیایی، روش پلاسما، روش جدایی فاز، وغیره بدست آورده شود. فرآیند دیگر برای آماده سازی سطح بر پایه سیلیکا فوق آبگریز بر روی شیشه، اضافه کردن پلیمر پلی پروپیلن گلایکول (PPG) در پیش ماده سیلیکا و سپس حذف PPG در ۵۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد که سطح نانو زبر بوجود می‌آورد. اما این روش به دلیل دمای بالای استفاده شدهف نمی-تواند بر روی سطح پارچه بکار گرفته شود.

سطح پنبه‌ای فوق آبگریز بوسیله روش سل بر پایه نانو ذرات سیلیکا و عامل جفت شونده پر فلوئورو اکتیله شده آمونیوم سیلان چهار گانه تهیه می‌شوند. در این روش مرکب، نانو زبرشوندگی و کاهش انرژی سطح با کمک دو جزء که برگ لوتوس را تقلید می-کنند، معرفی می‌شوند. در مطالعه دیگر، روکش نانو کامپوزیت نانو ذرات سیلیکا در عامل دفع آب مبتنی بر پرفلوئورو اکریلات، پارچه پنبه فوق آبگریز را تولید می‌کند. تکمیل مرکب از نانو زبرشوندگی و عامل کاهش دهنده کشش سطحی، مقدار غیر زیست محیطی ترکیب فوئور را به wt% ۱ کاهش می‌دهد. نانو زبر شوندگی ایجاد شده توسط نانو ذرات سیلیکا از آنجاییکه سیلیکا نمی-تواند به سطح پنبه‌ای متصل شود، بادوام نمی‌باشد. با این حال، نانو ذرات سیلیکا می‌توانند به طور مناسب اصلاح شوند یا می-توانند به عنوان جزء روکش نانو کامپوزیت برای چسبیدن به سطح پنبه استفاده شوند. نانوذرات سیلیکا عامل دار شده با آمین که بر روی پارچه پنبه‌ای عامل دار شده با اپوکسی بکار برده شد، فوق آبگریز عالی نشان می‌دهد (تقریبا ۱۷۰ درجه). عامل دار کردن سطح سیلیکا و پنبه به ایجاد اتصال قوی بین لیف و ذرات کمک می‌کند. بنابراین نانو زبر شوندگی تولید شده بر روی سطح لیف بسیار محکم و با دوام می‌باشد. علاوه بر اثر دفع آب لوتوس، نانوسیلیکا همچنین می‌تواند برای ایجاد ابریشم آزاد چروک، برای کاهش اصطکاک و پوسیدگی روکش نایلون ۶ و پلی اوراتان، و برای افزایش خاصیت ضد آتش بودن منسوجات مور استفاده قرار گیرد. در این بررسی، ذرات نانو سیلیکا و نانو رس (کلی) برای ایجاد زبری نانو بر روی پارچه با هدف ایجاد پنبه فوق آبگریز مورد استفاده قرار گرفتند. روکش دهی غوطه وری و همچنین تکنیک خود آرائی لایه لایه (L–b–L) برای مناسب سازی آنها (ذرات نانو سیلیکا و نانو رس) در ایجاد چنین سطح زبر نانو بر روی منسوجات مورد بررسی قرار گرفت. روش خود آرائی L–b–L برای رسوب نانو ذرات با چینش مناسب محتمل ترین است تا برآمدگی‌های نانو به طور یکنواخت بر روی سطح پارچه ایجاد شوند. روش خود آرائی L–b–L برای ایجاد نانو روکش ضد باکتری کیتوسان بر روی پارچه پنبه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مقاله نشان می‌دهد که با کمک نانوذراتی مانند نانو سیلیکا و نانو رس همراه با عامل کاهش دهنده کشش سطحی، خاصیت فوق آبگریزی برگ لوتوس می‌تواند بر روی پارچه پنبه‌ای بدست آید. بعلاوه، این فرآیند می‌تواند مقدار رزین مبتنی بر فلوئوروکربن که بر روی پارچه عمل می‌شود را حداقل کند و بنابراین خاصیت دوست داری محیط زیست برای سطح خود تمییز شونده روکش فراهم کند.

بخش تجربی

مواد

ذرات نانو سیلیکا و نانو رس (کائولینیت) برای ایجاد زبری نانو بر روی پارچه مورد استفاده قرار گرفتند. دیسپرسیون کلوئیدی نانو سیلیکا Aerodisp W7520N از M/s Degussa Chemicals Ltd خریداری شد. آن یک دیسپرسیون در آب گرته سیلیکا آئورسل ٪wt ۲۰ با عامل پایدار کننده NaOH (pH حدود ۱۰) می‌باشد. نانو رس کائولین با اندازه متوسط پلاکت‌های ۱۰۲ نانومتر از English Indian Clays Ltd تهیه شد. برای کاربرد لایه لایه، Sandene 2000، یک عامل پلی آمین آلیفاتیک و کاتیون کننده (M/s Clariant India Ltd، هند) برای فعال کردن سطح پنبه مورد استفاده قرار گرفت. پلی (آلیل آمین هیدروکلراید) (PAH)، پلی الکترولیت کاتیونیک از Sigma Aldrich و پلی (سدیم p استایرن سولفونات) (PSS)، پلی الکترولیت منفی از M/s Acros Organic برای تولید لایه ضخیم در طول فرآیند L–b–L مورد استفاده قرار گرفتند. Nuva HPU، تکمیل کننده بر پایه فلوئورو کربن (امولسیون کوپلیمریزه شده پرفلوئورو آلکیل اکرلیک) از Clariant India Ltd. به عنوان عامل کاهش دهنده انرژی سطح مورد استفاده قرار گرفت، و عامل‌های کاهش دهنده انرژی سطح بر پایه غیر فلوئوروکربن شبیه امولسیون Cerol (دیسپرسیون ملامین و واکس پارافین) از Clariant India Ltd. تهیه شد. پارچه پنبه خالص سفید شده و آماده برای رنگرزی با وزن $g\ m^{-2}$ ۱۲۰، بافت ساده به عنوان بستر مورد استفاده قرار گرفت. Arkofix NDF (واکنشگر بر پایه N، N– دی متیلول–۴، ۵–دی هیدروکسی اتیلن–اوره) از Clariant India Ltd. به عنوان عامل پیوند جانبی مورد استفاده قرار گرفت که مقدار فرم آلئید آزاد بسیار کمی پس از پخت کردن، دارد.

روش

دور روش برای ایجاد کردن سطح فوق آبگریز نانو زبر شده استفاده شد. روکش کردن غوطه وری برای روکش کردن نانو رس و نانو سیلیکا بر روی پارچه استفاده شدف در حالیکه روش L–b–L برای ایجاد روکش نانو سیلیکا بر روی سطح پنبه استفاده شد. در روش اول، نانو رس در آب دی یونیزه با ۱ ساعت عملیات التراسونیک در kHz ۳۷ دیسپرس شد. دیسپرسیون نانو سیلیکا و نانو رس برای پارچه پنبه‌ای بوسیله روش دو مرحله‌ای بکار برده شدند که نانو ذرات روکش شدند و سپس عامل کاهش دهنده سطح بکار برده شد. از آنجایی که دیسپرسیون‌های نانوذرات در pH قلیایی (تقریبا ۱۰) پایدار بودند و عامل‌های کاهش دهنده کشش سطح در pH اسیدی (۴–۳) بکار می‌روند، پیشنهاد نمی‌شود که فرآیند تک حمامه انجام شود. دستورالعمل بدین صورت می‌باشد: نانوذرات (w/v) ٪۰/۱–۱۵؛ arkofix NDF (عامل اتصال عرضی) (w/v) ٪۳؛ nuva HPU (w/v) ٪۲ و امولسیون cerol (w/v) ٪۳. تمام مواد به صورت درصد وزنی بر حجم آب دی یونیزه بدست آورده شدند. نانو ذرات ابتدا در آب و عملیات التراسونیک برای مدت ۱ ساعت دیسپرس شدند. سپس دیسپرسیون با عامل پیوند دهنده جانبی Arcofix بر روی پارچه پنبه در فرآیند ۲–dip، ۲–nip (۲ مرحله غوطه وری، ۲ مرحله پد کردن) در فشار پد ٪۷۵ پد شد و در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه خشک شد. پارچه سپس با استفاده از مخلوطی از تمام مواد اضافه شده برای کاهش دادن کشش سطحی و پیوند دادن جانبی پد شد، خشک شد و در مای ۱۵۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۳ دقیقه پخت شد. برای بکار بردن مخلوط دو نانوذره، ابتدا kaolin و سپس Arkofix، نانو سیلیکا و دیگر مواد بکار برده شدند. در روش دوم، نانو سیلیکا بر روی سطح پنبه فعال شده بوسیله تکنیک رسوب دادن L–b–L روکش شد. سطح پارچه ابتدا به صورت کاتیونی بوسیله عمل کردن با ٪wt ۳/۵ از محلول Sandene 2000 (نسبت وزن به حجم ۱:۲۰) برای مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد فعال شد و در دمای اتاق خشک شد. سپس لایه چسبندگی بر روی سطح پارچه بوسیله غوطه وری برای مدت ۳۰ ثانیه به طور متناوب در محلول آبی ۰/۰۱M از PSS (ph ۶) و ۰/۰۱ M از RAH (pH ۴) روکش شد. پس از هر غوطه وری، مقدار اضافی بوسیله عملیات التراسونیک حذف شد. ۳ دو لایه از این چنین جفت الترولیت‌ها برای ایجاد چند لایه ایجاد کننده چسبندگی رسوب داده شد. سپس برای هر لایه، PSS بوسیله محلول ٪wt ۰/۵ از نانو سیلیکا با بار منفی Aerodisp W7520N قرار داده شد. پس از آنکه تعداد مورد نیاز از دولایه‌ها بر روی پارچه پنبه قرار داده شد، در دمای اتاق خشک شد و با ٪wt ۲ Nuva HPU پد شد و در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲ دقیقه پخت شد.

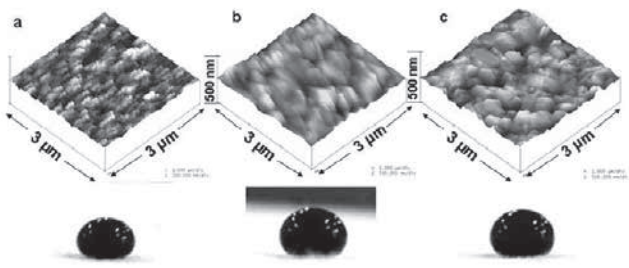
توصیف

تصاویر AFM در حالت tapping میکروسکوپ پروبی پویشی چند حالته از Vecco Instruments Inc.، ایالت متحده آمریکا، با استفاده از ACT؛ Si، پروب نوع n (مقاومت ۰/۰۰۱–۰/۰۲۵ اهم بر سانتیمتر W =۴۵ μmL =۱۲۵ μm، T =۴ μm شعاع نوک کمتر از ۱۰ نانومتر، H =۱۲–۱۶ μm K =۲۵–۷۵ N/m فرکانس ۴۰۰–۲۰۰ kHz؛ تنظیم شده در ۲۸۱ kHz) بر روی سطح رسوب داده شده با سیلیکا و رس صفحه شیشه‌ای نازک (رسوب ٪wt ۱ نانوذرات در هر حالت بوسیله روش دو مرحله‌ای) بدست آورده شدند. فرآیند مشابه بر روی سطح پنبه‌ای تکرار شد و تصاویر بر روی Carl Zeiss EVO50 بدست آورده شدند. تصاویر قطره آب ۱۰ میکرو لیتری آنالیر شدند و زاویه تماس بوسیله DSA 100 Goniometer از Kruss Inc.، آلمان ارزیابی شدند. آزمون دوش آب باندسمن برای بررسی اثر دف آب پارچه‌های مختلف انجام شد. برای این منظور، آب جمه شده در مدت ۲ دقیقه در نگهدارنده نمونه به زاویه ۴۵ درجه با و بدون نمونه‌ها وقتیکه دوش آب از بالا ریخته می‌شد، مورد بررسی قرار گرفتند. اختلاف بین آب جمع شده خالی و با نمونه ایده‌ای از اثر آبگریزی خواهد داد. آزمون دفع شوندگی آب سپس بوسیله روش تست AATCC 193-2005 انجام شد که درجه بندی ۱ تا ۸ به بستر دفع شونده آب داده می‌شود و درجه ۸ برای بیشترین دفع شوندگی می‌باشد. نفوذ پذیری هوا نمونه عمل شده با نانو سیلیکا لایه لایه با استفاده از روش تست BS ISO 5636 در ۱۰۰۰ Pa بوسیله FX3300 Labotester III from Textest Instruments، سوئیس، بررسی شد.

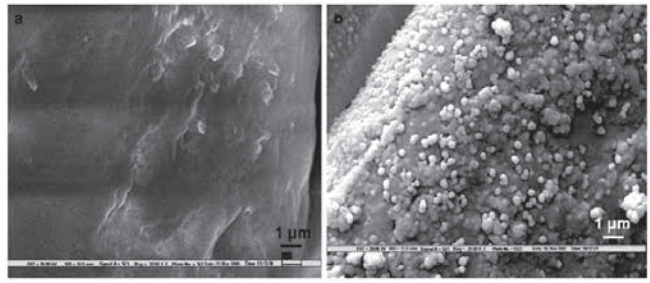
نتایج و بحث

تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی

تصاویر AFM نشان می‌دهد که اثر برگ لوتوس می‌تواند بر روی سطح پنبه‌ای با استفاده از ذرات نانو سیلیکا یا نانو رس (kaolinite) همانند سازی شود. ذرات رسوب کرده تحت شرایط مشابه بر روی پارچه پنبه‌ای، همانطور که در



شکل ۱. سطح زبر شده با نانو ذرات تحت AFM (بالا) و تصویر قطره آب مربوطه بر روی سطح پنبه‌ای رسوب کرده با نانو ذرات (زیر): a. نانو سیلیکا رسوب داده شده ٪wt ۱، b. نانو رس رسوب داده شده ٪wt ۱ و c. هم نانو سیلیکا و هم نانو رس رسوب داده شده (هر یک ٪wt ۰/۵)



شکل ۲. تصاویر SEM a. سطح لیف پنبه و b. سطح لیف پنبه رسوب داده شده نانو سیلیکا L–b–L پس از ۵ دو لایه.

شکل ۱ ناشن داده شده است، خاصیت آبگریزی عالی را نشان می‌دهدف که تصاویر قطره آب مربوطه در زیر تصاویر AFM نشان داده شده است. با این حال، نانو سیلیکا به دلیل ابعاد مشابه و یکنواختی در ایجاد سطح زبر، بهترین می‌باشد (شکل ۱a). نانو رس kaolin و مخلوط نانو سیلیکا و نانو ذرات kaolin زاویه تماس کمتر از پارچه پنبه‌ای رسوب داده نانو سیلیکا نشان می‌دهند. این به علت ساختار صفحه‌ای شکل نانو رس (شکل ۱b) می‌باشد که مقداری از غلتیدن آب از سطح پارچه جلوگیری می‌کند. همچنین، نانو سیلیکا در بین صفحات رس تجمع می‌کند و زبری متغیر بر روی سطح، همانطور که در شکل ۱c مشاهده شد، ایجاد می‌کند.

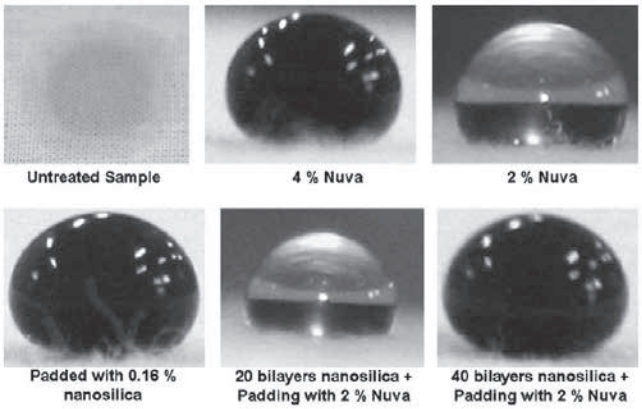
تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی

تصاویر SEM لیف پنبه و سطح پنبه روکش داده شده با نانو سیلیکا به طور واضح تاثیر نانو زبر شوندگی بر روی سطح پنبه را نشان می‌دهد که در شکل ۲ نشان داده شده است. شکل ۲a سطح لیف پنبه قبل از رسوب کردن می‌باشد که صاف می‌باشد، در حالیکه شکل ۲b، سطح رسوب کرده با نانوسیلیکا می‌باشد که به علت رسوب ذرات زبری نشان می‌دهد. این نانو زبری سبب پنبه فوق آبگریز با غلظت پایین عامل کم کننده کشش سطحی می‌شود.

اندازه گیری زاویه تماس

راویه تماس اندازه‌گیری شد و تصاویر برداری از قطره آب بر روی نمونه‌های مختلف انجام شدند. در جدول ۱، اولین ۶ نمونه بوسیله روش پد کردن بدست آورده شدند در حالیکه دو نمونه آخر بوسیله روش L–b–L تهیه شدند.

همانطور که می‌توان از جدول ۱ مشاهده کرد، مقدار بسیار کم از نانو سیلیکا پد شده با Arcofix و Nuva ۲ wt٪ زاویه تماس ۱۳۳ درجه می‌دهند که بسیار بیشتر از Nuva ۲ wt٪ به تنهایی می‌باشد. زبری ایجاد شده بوسیله روش پد کردن دو مرحله ای با نانو سیلیکا ۲ wt٪ و روش خود آرائی L–b–L، تقریبا مشابه است، بطوریکه زاویه تماس بدست آمده با هر دو روش تقریبا مشابه می‌باشد.



شکل ۳. تصاویر قطرات آب بر روی نمونه‌های مختلف

نانو سیلیکا ۰/۵ ۲ wt٪ یا kaolin می‌تواند زاویه تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه ایجاد کند اما مخلوط نانو سیلیکا و نانو رس زاویه تماس را کاهش می‌دهد، زیرا یکنواختی در زبری با استفاده از هر دو آنها در مخلوط کاهش می‌یابد.

شکل ۳ تصاویر قطرات آب بر روی سطوح پارچه پنبه‌ای عمل نشده و عمل شده را نشان می‌دهد. به وضوح می‌توان از تصاویر مشاهده کرد که نانو زبرشوندگی، اثر آبگریزی نمونه‌های عمل شده Nuva ۲ wt٪را افزایش می‌دهد. از تمام موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت که اثر آبگریزی بوسیله ماده انرژی سطح پایین با زبری افزایش پیدا می‌منند و نانو سیلیکا در بین سه سیستم مورد نظر بهترین می‌باشد. از جدول ۱ می‌توان مشاده کرد که زبری به طور چشمگیری، ماهیت آبگریزی بستر پنبه‌ای را افزایش داده است. اثر مخلوط زبری و ماده انرژی سطح پایین بیشتر از ماده انرژی سطح پایین به تنهایی می‌باشد.

دفع شوندگی آب

برای ارزیابی تاثیر زبری بر روی ماهیت آبگریزی سطح، نمونه بر پایه نانو سیلیکا تهیه شده بوسیله روش تکمیل متداول با Nuva HPU ۲ wt٪ رسوب داده شدند. این عمل برای مشاهده اثر مرکب زبری و ماده انرژی سطح پایین انجام شد. روش تست AATCC، ۱۹۲–۲۰۰۵ بر روی نمونه‌های برای ارزیابی تاثیر مرکب زبری و ماده انرژی سطح پایین انجام شد.

از جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که Nuva ۴ wt٪ بالاترین درجه را می‌دهد اما کاهش غلظت تا ۲ wt٪ اثر کاهش دارد. بکارگیری نانو سیلیکا همچنین اثر Nuva ۲ wt٪ را افزایش می‌دهد اما بدون عامل متصل کننده جانبی زیاد نمی‌باشد. این بدلیل آنکه ذرات در رنگرزی تجمه می‌کنند، اتف ق می‌افتد. با این حال، تشکیل ساختار ستونی با کمک سیلیکا، پیوند جانبی و عامل کاهش دهنده کشش سطحی، زبری مناسب برای سطح فراهم می‌کند. درجه بدست

جدول ۱. زاویه تماس نمونه عمل شده (متوسط ٦ بررسی، دو طرف قطره‌ها در سه مکان مختلف).

Sl. no.	Nanoparticle used	Technique used	Cross-linker used	Surface tension lowering agent used	Avg. contact angle (°)
1.	–	Pad-dry-cure	3 wt% Arcofix	4 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	143 ± 1
2.	–	Pad-dry-cure	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	115 ± 1
3.	0·16 wt% nanosilica	Pad-dry-cure	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	133 ± 2
4.	0·5 wt% nanosilica	Pad-dry-cure	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	155 ± 2
5.	0·5 wt% kaolin	Pad-dry-cure	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	153 ± 3
6.	0·5 wt% each of nanosilica and kaolin	Pad-dry-cure	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	138 ± 3
7.	0·5 wt% nanosilica	20 bilayers L–b–L	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	122 ± 2
8.	0·5 wt% nanosilica	40 bilayers L–b–L	3 wt% Arcofix	2 wt% Nuva and 2 wt% Cerol	134 ± 2

جدول ۲. مقایسه درجه آب نمونه‌های عمل شده نانو سیلیکا و nuva HPU.

Samples	Water repellency rating
Untreated cotton fabric	0
Only 4 wt% Nuva HPU	6
Only 2 wt% Nuva HPU	2
0·26 wt% silica + 2 wt% Nuva HPU (without cross linking agent)	3
1 wt% silica + 2 wt% Nuva HPU (without cross linking agent)	3
0·16 wt% silica + 3 wt% Arcofix NDF + 2 wt% Nuva HPU	5

آمده با اثر مرکب زبری و Nuva HPU ٪ wt ۲ ، ۵ می‌باشد که خیلی به درجه ۶ Nuva ٪ wt ۴ به تنهایی نزدیک می‌باشد. برای مشاهده اثر زبری بر روی ماهیت آبگریزی، نمونه با بهترین درجه بندی دفع شوندگی آب برای دفع شوندگی آب با استفاده از آزمون دوش آب باندسمن مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا نگهدارنده های نمونه به صورت خالی و سپس با نمونه‌های مختلف برای مدت زمان مشابه انجام شد. آب نفوذ کرده از طریق نمونه در پایین نوشته شده است. مقدار کمتر آب نفوذ کردهف بیشتر تاثیر دافع آب می‌باشد.

جدول ۳ به روشنی نشان می‌دهد که پارچه عمل شده با سیلیکا با استفاده از محلول تکمیل، اثر آبگریزی به پارچه پنبه می‌دهد، زیرا آب نفوذ کرده در مقایه با پنبه شاهد کمتر می‌باشد. که به این علت ساختار ستونی ایجاد شده بوسیله اثر مرکب سیلیکا و دیگر مواد افزوده شده در محلول می‌باشد.

جدول ۴ اثر تعداد دو لایه‌ها نانو سیلیکا در تکنیک L–b–L بر روی دفع شوندگی آب پارچه پنبه‌ای را تشریح می‌کند. پس از آنکه نانو یلیکا بوسیله فرآیند L–b–L با تعداد مختلف از دو لایه‌ها رسوب داده می‌شودف Nuva ٪ wt ۲ بر روی تمام نمونه‌ها قبل از ارزیابی تاثیر زبری افزایش یافته با افزایش تعداد دولایه ها بکار گرفته شد.

در جدول ۴، درجه دفع شوندگی آب افزایش یافت، یعنی اثر آبگریزی از ۵ تا ۴۰ دولایه افزایش یافت. با مقایسه درجه بندی، واضح است که زبری اثر آبگریزی اضافه شده بوسیله ماده انرژی سطح پایین، افزایش می‌یابد. از ۲۰ تا ۴۰ دو لایه هیچ تاثیری بر روی درجه دفع شوندگی آب وجود نداردف اما زاویه آب با افزایش تعداد دو لایه افزایش یافت (جدول ۱) و افزایش در آبگریزی نیز به صورت واضح مشخص می‌باشد (شکل ۳).

نفوذپذیری آب

به منظور بررسی تاثیر افزایش تعداد دو لایه نانو سیلیکا رسوب کرده بر روی پارچه با استفاده از فرآیند L–b–L، نفوذپذیری آب پارچه‌ها بررسی شد و نتایج در جدول ۵ آورده شده است. از جدول ۵ می‌توان مشاهده کرد که نفوذ پذیری هوا به مقدار کمی با افزایش تعداد دولایه‌ها کاهش یافته است اما وقتی تکمیل

جدول ۳. داده های نفوذ آب با استفاده از تست کننده دوش آب باندسمن.

Sample	Water penetrated (ml)
Blank	335
Untreated fabric	230
0·16 wt% silica + 3 wt% Arcofix NDF + 2 wt% Nuva HPU	132

جدول ٤. درجه بندی دفع شوندگی آب با افزایش تعداد دولایه‌ها (در تکنیک L–b–L).

Sample	Water repellency rating
2 wt% Nuva	2
5 bilayers + 2 wt% Nuva	3
10 bilayers + 2 wt% Nuva	3
15 bilayers + 2 wt% Nuva	3
20 bilayers + 2 wt% Nuva	4
30 bilayers + 2 wt% Nuva	4
40 bilayers + 2 wt% Nuva	4

فلوئور تجاری بر روی پارچه بکار گرفته شد، مقادیر به نمونه شاهد نزدیک بودند. کاربرد ماده شیمیایی حاوی فلوئور رابطه‌ای با افزایش در نفوذپذیری هوا ندارد و اما پد کردن و فرآیند پخت کردن در طول کاربرد ماده شیمیایی فلوئور نانو ذرات سیلیکا به طور ضعیف نگه داشته شده، رسوب کرده بر روی سطح پنبه، دوباره تشکیل می‌شود. نتایج به طور واضح نشان می‌دهد که تنفس پذیری پارچه پس از رسوب گذاری L–b–L و سپس پد کردن با عامل کاهش دهنده کشش سطحی تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

نتیجه‌گیری

نانوذرات بر پایه نانو سیلیکا و نانو رس به طور موفقی برای ایجاد پارچه پنبه‌ای فوق آبگریز مورد استفاده قرار گرفت که زاویه تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه بدست آورده شد بطوریکه قطرات آب بر روی سطوح پارچه می‌غلتد و آلودگی را حذف می‌کنند. در میان دو روش تولید پنبه فوق آبگریز، روکش غوطه وری دو مرحله‌ای با ذرات نانو سیلیکا ٪ wt ۱ بهترین می‌باشد بطوریکه فرآیند L–b–L برتری کمی بعلت زاویه تماس یا دوام می‌دهد و همچنین نسبت به روش روکش دهی غوطه وری کمتر صنعتی می‌باشد. با این حال، تا آنجایی که دوام اهمیت دارد، نانو سیلیکا رسوب کرده با L–b–L با عامل کاهش دهنده کشش سطحی و عامل اتصال جانبی مناسب، انتظارات را برطرف می‌کند، زیرا پارچه مکررا دو طول فرآیند رسوب دادن برای حذف تمام نانو سیلیکا که به طور ضعیف نگهداری شده اند، التراسونیک می‌شود.

آبگریزی چنین نمونه‌های پارچه‌ای، بوسیله درجات دفع شوندگی آب، تست نفوذپذیری آب یا تست کننده دوش آب باندسمن بیشتر تایید شد. روکش نانو ساختار بر روی پارچه پنبه با استفاده از نانو سیلیکا بوسیله پد کردن و همچنین فرآیند L–b–L نه تنها استفاده از عامل کاهش دهنده سطح بر پایه فلوئورو کربن و غیر فلوئورو کربن را کاهش می‌دهد، بلکه رفتار آبگریزی به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. تکنیک L–b–L به حفظ نفوذپذیری هوا پارچه بیشتر کمک می‌کند و بنابراین مشخصات راحتی پارچه را حفظ می‌کند.

جدول ۵. نفوذپذیری هوای نمونه‌های مختلف.

Sample	Air permeability ($cm^3/cm^2/s$)
Cotton fabric (control)	35·40
25 bilayers of nanosilica deposited	31·15
40 bilayers of nanosilica deposited	28·17
15 bilayers of nanosilica + 2% Nuva	33·97
25 bilayers of nanosilica + 2% Nuva	34·97
40 bilayers of nanosilica + 2% Nuva	35·13