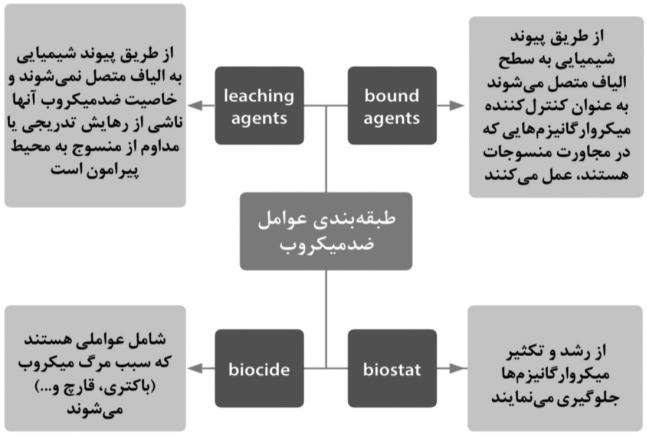
منسوجات ورزشی

مواد ضدمیکروب در صنعت نساجی

تهیه و تنظیم: دکتر فرناز نایب‌مراد

طبقه‌بندی متفاوتی از مواد ضدمیکروب براساس کارایی، سازوکار فعالیت ضدمیکروب و ثبات شستشویی وجود دارد. طبقه بندی عوامل ضدمیکروب بر اساس سازوکار فعالیت ضدمیکروب:



از آنجایی که مواد ضدمیکروب (bound agents) به محیط پیرامون منسوجات نفوذ نمیکنند، بنابراین احتمال مقاوم شدن میکروارگانیزمها در برابر این عوامل اندک است. همچنین به دلیل پیوند شیمیایی، این گروه از عوامل ضدمیکروب در برابر شستشو مقاومتر از گروه leaching agents هستند.

با این وجود ثبات شستشویی گواه پایداری خاصیت ضدمیکروب منسوج نیست. زیرا جذب مواد آلاینده، میکروارگانیزم‌های مرده یا ایجاد کمپلکس میان مواد تکمیل کننده و شوینده‌های آنیونیک می‌تواند منجر به کاهش اثربخشی ضدمیکروب این منسوجات شود. در صنعت نساجی، عدم آلودگی محیط زیست، سلامت و ایمنی افراد به اندازه کارایی منسوجات ضدمیکروب حائز اهمیت می‌باشد. رهایش مواد ضدمیکروب به محیط پیرامون می‌تواند بر سامت موجودات زنده موثر باشد. با این رویکرد، استفاده از مواد پیونددهنده به دلیل عدم رهایش ترکیبات به پیرامون مناسبتر می‌باشد.

نانوساختارهای ضدمیکروب مورد استفاده در نساجی

از آنجایی میانگین اندازه انواع باکتری در حدود چند میکرون (۶–۱۰ m) است، بنابراین استفاده از مواد ضدمیکروب با ابعاد نانومتری زمینه به‌کارگیری فناوری نانو در ایجاد ترکیبات ضدمیکروب موثر را فراهم ساخته است. سازوکار ضدمیکروب نانومواد به سطح جانبی زیاد این مواد در مقایسه با مواد در ابعاد بزرگتر باز می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهند که کاهش ابعاد نانوذرات با افزایش کارایی ضدمیکروب آنها ارتباط مستقیم دارد. فعالیت ضدمیکروبی نانوذرات ناشی از سطح جانبی زیاد، ساختار کریستالی غیرمعمول این ذرات و وجود مناطقی با احتمال واکنش بیشتر (لبه و گوشه نانوذرات) است.

به طور کلی شش رویکرد برای تاثیر نانو ذرات برمیکروارگانیزم‌هـــا وجود دارد:

۱- تخریب دیواره سلولی و لایه پپتیدوگلیکان در اثر تماس مستقیم با نانوذرات
۲- رهایش یون‌های سـمی
۳- اختلال در انتشار پروتئین در اثر تغییر pH و تغییر باز سطحی سلول
۴- تولید اکسـیژن فعال (ROS)
۵- تجزیه RNA، DNA و پروتئیـــن و تاثیر بر سنتـز پروتئیـن
۶- تولیـد اندک آدنوزین تری فسفات (ATP) ناشی از اسیدی شدن در اثر حضور ترکیبات اکسیژن

نانوذرات ضد میکروب پرکاربرد در صنعت نساجی در ادامه معرفی می‌شوند:

- نانوذرات دی اکسیدتیتانیوم (TiO_2)

نانوذرات دی اکســیدتیتانیوم از ویژگی‌های منحصر به فردی نظیر ثبات و کارایی زیاد، ایمنی و قابلیت تاثیر بر طیف وســیعی از میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا برخوردار است. به این منظور از این نانوذرات در مصارفی نظیر خودتمیزشـــوندگی، ضدمیکروب و محافظت در برابر پرتوفرابنفش اســتفاده می‌شود. دی اکسیدتیتانیوم با دارا بودن خاصیت فوتوکاتالیســتی قادر به تولید اکسیژن فعال است که این ماده قادر به اکسید کردن ترکیبات آلی موجود در سلول باکتری و تولید دی اکسیدکربن و آب می‌باشد.

- نانوذرات روی

نانوذرات روی در ســلول‌های خورشیدی، حسگر، نمایشــگرها و کرم‌های ضدآفتاب، جاذب پرتوفرابنفش، پوشش‌های ضد بازتاب نور، ضدباکتری و فوتوکاتالیســت استفاده می‌شود. نانوذرات روی نسبت به نانوذرات نقره از مزایایی نظیر بهای کمتر، سفیدرنگی و خاصیت ضدپرتوفرابنفش برخوردار است.

- نانوذرات نقره

نقــره از قدیمی‌ترین ترکیبات ضدمیکروب اســت. در حال حاضر تحقیقات زیــادی بر خواص ضدباکتری وچندگانــه نانوذرات نقره انجام شــده اســت. نقره در مقایســه با برخــی مواد ضدمیکروب آلــی که دارای اثرات مخرب بر ســلامت انسان است، از مواد ضدمیکروب ایمن به شــمار می‌رود. در حال حاضر خاصیت ضدمیکروب نقره علیه بیش از ۶۵۰ گونه میکروارگانیزم بیماریزا شناخته شده است. یون‌های نقره از قابلیت تخریب پروتئین، غشــاء و ایجاد اختلال در تنفس سلولی باکتری برخوردار می‌باشد.

- نانوذرات طلا

نتایــج حاصل از تحقیقات اخیر، نانــوذرات طلا را به عنوان یک ماده ضدمیکروب موثر معرفی نموده اســت. خاصیت ضدقارچ این نانوذرات در برابر آکنه و شــوره ســر و عدم مقاوم شدن باکتری نسبت به این ماده سبب به کارگیری این نانوذرات در صنایع آرایشــی شده اســت. خاصیت ضدباکتری این نانوذرات علیه دو باکتری Escherichia coli و Salmonella typhi به اثبات رسیده است.

- نانوذرات مس

از دیرباز مس و ترکیبات مس به عنوان مواد ارزان قیمت و موثر در تولید مایعات ضدعفونی کننده و منسوجات ضدمیکروب به کارگرفته میشدند. مهمترین چالش در اســتفاده از نانوذرات مس، تولید نانوذرات مس پایدار است. زیرا این نانوذرات در هوا یا محیط مرطوب به سرعت به کاتیون مس اکسید میشوند.

نانوساختارهای طبیعی ضدمیکروب:

۱- کیتوسان:

مــادهای طبیعــی، غیرســمی و ضدمیکروب اســت که از پوســته سخت‌پوســتانی نظیر میگــو، خرچنگ و... تهیه می‌شــود. خاصیت ضدباکتــری و قارچ ایــن ماده ناشــی از گروه‌های کاتیونی (بارمثبت) موجود در این ترکیــب می‌باشد که امکــان اتصــال با بار منفــی موجود بر سطح سـلول را فراهـم آورده و مانـع رشد باکتـری و قارچ می‌شوند.

۲- سریسین:

سریسین ابریشم،یک پروتئین درشت مولکول طبیعی اســت که از پیله کرم ابریشم اســتحصال شــده و ۳۰-۲۵٪ پروتئین ابریــشم را تشــکیل می‌دهد. این مــاده که به عنوان پوشــش فیامنت ابریشم (فیبروئین) عمل می‌کنــد، در مراحل صمغ‌گیری از روی الیاف ابریشــم زدوده می‌شــود. از این ماده به منظــور بهبود خواص برخــی الیاف مصنوعی اســتفاده می‌شــود.

۳- عصاره نیم:

عصاره نیم ازدرخت (آزاد درخــت Azadiracta indica) کــه در مناطق گــرم و مرطوب می‌روید مشتق شده اســت و حاوی چندین ترکیب حشره‌کش و ضــدمیکروب طبیعی اســت. ترکــیبات موثر این گیــاه در تمام بخــش‌های گیــاه یافت می‌شــود، لیکن از دانه، برگ و ریشــه این درخــت برای تهیه عصــاره نیم اســتفاده می‌شــود. از این ماده برای تکمیل ضدمیکروب پارچه پنبه، پنبه/پلی‌اســتر و پشم استفاده شده است.

٤- رنگینه‌های طبیعی:

برخی از رنگینه‌های طبیعی تهیه شده از گیاهان مختلف از خاصیت ضدمیکروبی برخوردار هســتند. بــرای مثال رنگ حاصل از انار به دلیل وجود مقادیر قابل توجه تانن Tannin از خاصیت ضدمیکروب برخوردار اســت. منابــع گیاهی حــاوی

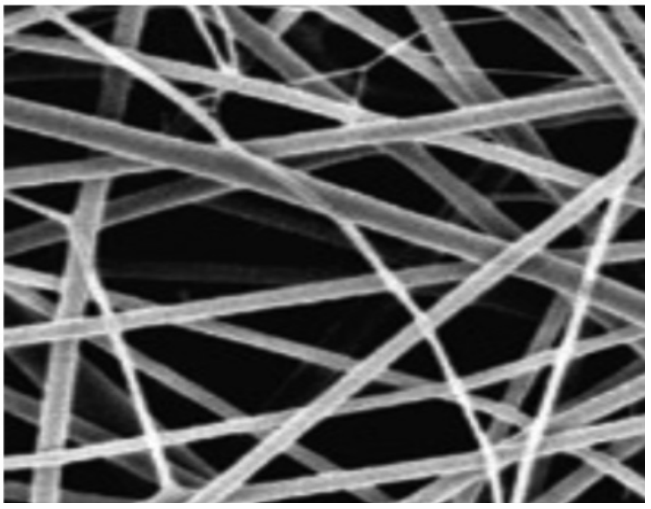
نفتوکینون نظیر حنا، گـــردو از خاصیت ضدباکتـــری و قارچ برخوردار هستند.
استفاده از زردچوبه به منظور رنگرزی و تکمیل پارچه پشمی سبب ایجاد خاصیت ضدمیکروب در این منسوج شده است. اســـتفاده از مـــواد ضدمیکروب طبیعی دیگر نظیـــر آلوئه‌ورا، عصاره درخت چای، عصـــاره گل کاه خاردار و اکالیپتوس نیز برای ضدمیکروب کردن منســـوجات گزارش شده است.
در سال‌های اخیر از فناوری نانو در تولید حامل‌های نانومتری نظیر نانوکپســـول‌ها به منظور افزایـــش ماندگاری و کارایی مواد ضدمیکروب طبیعی استفاده شده است.

- فرایندهای ضدمیکروب کردن منسوجات:
به منظور ضدمیکروب کردن منســـوجات از روش‌های مختلفی نظیر افزودن ماده ضدمیکروب در مرحله تولید الیاف و یا تکمیل منسوجات استفاده می‌شود.

- الیاف مصنوعی ضدمیکروب
یکی از روش‌های تولید الیاف ضـدمیکروب، افزودن ترکیبـــات ضدمیکـــروب در مرحله تولیـــد الیاف می‌باشـــد. در روش‌های مختلف تولیـــد الیاف نظیر ذوبریســـی، تر‌ریسی، خشکریسی و الکتروریسی می‌توان بـــا افزودن مواد ضدمیکـــروب به محلول یا مذاب ریســـندگی، الیافی بـــا خاصیت ضدمیکروب تولید کرد.

-تکمیل ضدمیکروب منسوجات
الیاف طبیعی و منسوجاتی نظیر پارچه و منسوجات بی‌بافت که امکان ضدمیکروب کردن آنها در مرحله تولید الیاف وجود نداشته باشد را می‌توان در مرحله تکمیل، ضدمیکروب کرد.

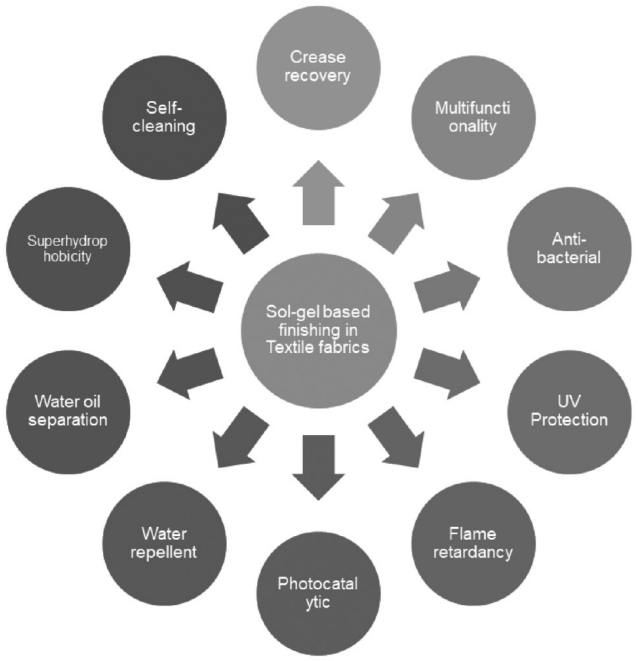
۱- منسوجات ضد میکروب:
نانوالیاف ضدمیکروب الکتروریســـی به عنوان اصلی‌ترین روش برای تولید نانوالیـــاف پیوســـته در مقیـــاس صنعتـــی و محدوده وسیع قطر (از چند نانومتر تا چند میکرومتر) شناخته می‌شود.



در الکتروریســـی امـــکان افـــزودن دارو و مـــواد ضدمیکـــروب به محلـــول پلیمری به منظـــور تولید نانوالیـــاف حاوی این مـــواد وجـــود دارد.

۲- الیاف ضدمیکروب:
افـــزودن نانومـــواد ضدمیکـــروب در مرحلـــه تولیـــد الیـــاف به منظـــور تولید الیاف ضدمیکروب پیشنهاد شده است. به ایـــن منظور در مـــورد الیافـــی که به روش ذوب ریســـی تهیه می‌شوند. ماده ضدمیکروب در مرحلـــه پیش از ذوب شدن به گرانولهای پلیمری افزوده شده و در اثر ذوب شـــدن و اختلاط به وسیله اکسترودر، مذاب یکنواختی حاوی مقدار مشخص ماده ضدمیکروب تهیه می‌شـــود که پس از گذر از رشته ســـاز به فیامنت‌های ضدمیکروب تبدیل می‌شـــوند.
از مزایای این روش اســـتفاده از ماشین‌آلات ذوب ریســـی برای تولید الیافی با خاصیت ضدمیکروب و عدم نیاز به تجهیزات اضافه است.
از این روش برای تولید الیاف پلی‌استر و نایلون حاوی نانوذراتی نظیر نقره و روی استفاده می‌شود. تولید الیاف ضدمیکروب با اســـتفاده از نانوذرات از طریق فرایند تر‌ریســـی نیز امکانپذیر است.

۳- پارچه‌های ضدمیکروب:
ایـــن محصـــولات عموماً بـــا فرایندهـــای مختلف تکمیـــل تولید می‌شـــوند. برای تولیـــد پارچه‌های ضدمیکـــروب می‌توان نانـــوذرات را به رنگزای پارچه اضافه نمـــود و پارچه در فرآیند رنگرزی یا چاپ عاملدار شـــده و دارای خواص مورد نظر می‌شود.
همچنین می‌توان عامل ضدمیکروب را به مواد مورد اســـتفاده در فرآیند تکمیل نهایی اضافه کـــرد. به منظور تکمیل پارچه با مواد ضدمیکروب نانومتری روش‌های مختلفی وجود دارد که برخی از آنها:



-پوشش‌دهی لایه به لایه
-گرافت کردن پلیمری
-پد-خشک-پخت
-س ل - ژ ل
-رسوب نشانی فیزیکی با بخار PVD
-تکمیل ضدمیکروب پارچه
-رسوب‌نشانی اتمی
-رسوب‌نشانی شیمیایی با بخار CVD

تولید چرم آنتی باکتریال:

افـزودن نانوذرات ضدمیکـروب (معمولاً نانوذرات نقـره) به چـرم بـا روش‌های مـورد کاربـرد برای منسوجات متفاوت است. بدین منظور از فرایند تخلیه الکتریکـی کرونا corona discharge اسـتفاده می‌شـود. در این روش، گازهـای محیط توسـط تخلیه الکترونـی کرونا به رادیکال، الکترون و یون تبدیل شـده و ذرات تهییج شده می‌توانند سطوح پلیمری را تحت تاثیر واکنش شیمیایی و تخریب ساختار سـطحی قرار دهند. این فرایند سـبب عاملدار شدن زنجیره‌های پلیمری چرم، ایجاد حفره‌های میکروسکوپی شده که جذب نانوذرات را امکان‌پذیر می‌سازد. سپس روغنی حاوی عامل‌های ضدمیکروب بر سطح چرم پاشیده شده و در نهایت چرم ضدمیکروب تولید خواهد شد.

تکمیل ضدمیکروب محصولات نهایی:

به منظور ایجاد خاصیت ضدمیکروب در منسوجات تمام شده نظیر پوشـاک می‌توان از روش‌هایی نظیر غوطه‌وری و افشـانه حاوی نانومـواد ضدمیکروب اسـتفاده کرد. هرچند این روش یکی از سـاده‌ترین روش‌ها برای تولید منسـوجات ضدمیکروب است، لیکن عدم اتصـال نانوذرات به منسـوجات منجر به سهولت رهایش این مواد می‌شـود. در نتیجه علاوه بر کاهش خواص مورد نظر در منسـوجات، سـبب آلودگی محیط زیسـت و افزایش احتمال ورود این مواد به بدن انسان و ایجاد بیماری‌های ناشی از حضور این ذرات در بدن می‌شوند.

مراجع

1- Leroueil PR, Hong S, Mecke A, Baker JR Jr, Orr BG, Banaszak Holl MM. Nanoparticle interaction with biological membranes: does nanotechnology present a Janus face. Acc Chem Res. 2007;40:335- .42

2- Moustafa M. G. Fouda (2012). Antibacterial Modification of Textiles Using Nanotechnology, A Search for Antibacterial Agents, Dr. Varaprasad Bobbarala (Ed.).

3- Enrique Lima et al, Gold nanoparticles as efficient antimicrobial agents for Escherichia coli

9- Prickly Chaff Flower 10 Jones

11- Danfloor

12- RadiciGroup

13- Bliss

14- Microban

15- Nucryst Pharmaceuticals Acticoat

and Salmonella typhi, Chemistry Central Journal 7:11 ,2013

4- Younsook Shinet al, Antimicrobial finishing

of polypropylene nonwoven fabric by treatment with chitosan oligomer, Journal of Applied Polymer Science, 1999, Vol 74, No 12, pp. 2911–2916.

5- Yamada H& Matsunaga A, Jap Pat 06-017373A, .1994

6- Wakabayashi S & M Sugioka, Jap Pat 06- 017372A, 1994

7- M. Joshi et al, Antibacterial finishing of polyester/cotton blend fabrics using neem (Azadirachta indica): A natural bioactive agent, Journal of Applied Polymer Science , Vol 106, Issue 2, pp. 793–800, 2007.

8- Gupta, Deepti, Laha Ankur, , Antimicrobial activity of cotton fabric treated with Quercus infectoria extract, IJFTR Vol.32(1), pp 88-92, 2007.

9- Fang, J., Wang, H., Niu, H., Lin, T. & Wang, X. (2010). Evolution of fiber morphology during electrospinning. Journal of Applied Polymer Science, Vol.118, No.5, pp 2553-2561.

10- Hong, K.H. (2007). Preparation and properties of electrospun poly(vinyl alcohol)/silver fiber web as wound dressings. Polymer Engineering and Science, Vol.47, No.1, pp 43- 49.

11- www.nami.org.hk

12- http://www.sciencedaily.com/

releases/2014/05/140512142213.htm

13- Mangesh D. Teli and Ravindra D. Kale, Polyester Nanocomposite fibers with Antibacterial Properties, Advances in Applied Science Research, 2011, 2 .491-502:(4)

14- Aysin Dural Erem et al, Antibacterial Activity of PA6/ZnO Nanocomposite Fibers, Textile Research Journal July 11, 2011.

17- Idris, A; Majidnia, Z; Valipour, P; Antibacterial Improvement of Leather by Surface Modification using Corona Discharge and Silver Nanoparticles Application, JournalofScienceandTechnology,Vol 5, No 2, 2013

16- Mauro Pollini, Alessandro Sannino, Alfonso Maffezzoli, Antonio Licciulli , Antibacterial surface treatments based on silver clusters deposition, WO2007074484 A2, Jul 5, 2007.

18- http://www.agactive.com/products.html [19] https://www.nanosilver.eu

20- Paolo Pianezza, Antibacterial neck-tie, US20090081268 A1, Mar 26, 2009

21- http://www.jonesyarn.com/Products/ antimicrobial-yarn.html .

22- http://www.newlifeyarns.com

23- www.danfloor.co.uk