

بررسی ساخت پارچه های ضد میکروب با استفاده از نانو ذرات



نانو تکنولوژی

اکرم ابراهیم بیگی چیمه | وحیده بر بصره

چکیده

پارچه به دلیل تماس مستقیم با بدن انسان که تولیدکننده عرق و چرک است، حاوی مواد لازم برای رشد و تکثیر میکروبها است و به همین دلیل، در معرض مستقیم میکروبها قرار دارد. میکروبها از یک سو به واسطه فعل و انفعالات شان موجبات تخریب پارچه را فراهم می‌سازند و از سوی دیگر از پارچه به عنوان عاملی برای نقل و انتقال خود و نهایتاً شیوع بیماری استفاده می‌کنند. از سوی دیگر شاهد ظهور فناوری نانو هستیم که در آن نانوذرات به واسطه ساختار منحصر به فردشان قادر به از بین بردن میکروبها هستند. به کارگیری نانوذرات در تولید پارچه ضد میکروب می‌تواند در مرحله ریسندگی یعنی قبل از تولید پارچه و یا در مرحله تکمیل یا رنگرزی یعنی پس از تولید پارچه انجام پذیرد. استفاده از نانو ذرات در مرحله ریسندگی موجب ابقای نانوذرات در درون الیاف و جلوگیری از رهايش آن شده و از نظر صنعتی نیز بیشتر مورد استقبال است. کارخانجات نساجی پیشرو اقدام به استفاده از نانوذرات در محصولات خود به منظور تولید پارچه و منسوجات ضد میکروب نموده‌اند. هدف از این پژوهش بررسی امکان ساخت پارچه ضد میکروب به جهت جلوگیری از شیوع بیماریها و حذف آلودگیها بود. روش این تحقیق توصیفی است. شیوه جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای بوده و ابزار گردآوری اطلاعات شامل مقاله، کتاب و پایان‌نامه می‌باشد. یافته‌های این پژوهش حاکی از وجود امکان ساخت پارچه ضد میکروب جهت مصارف پزشکی، نظامی، ورزشی، لباس زیر، جوراب، لباس کار پیشنهاد شده است.

۱- مقدمه

می‌شوند که اتصال میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به این منسوجات نساجی منجر به انتقال این میکروارگانیسم‌ها از افراد بیمار یا مکان‌های آلوده به افراد سالم و سایر مکان‌های غیر آلوده می‌شوند [۲۸]. با ظهور و ورود به زندگی بهبود یافته بشر، حوزه جدیدی در قلمرو پرداخت منسوجات ایجاد شده است و یک آگاهی از مراعات اصول بهداشتی، انتقال بیماری‌های تماسی و ایمنی فرد به سوی توسعه الیاف ضد باکتری سوق یافته پوشنده لباس را در برابر انتشار باکتریها و امراض بیشتر از کیف و دوام منسوجات حفظ کند [۵].

از طرفی رشد میکروارگانیسم‌ها می‌تواند منجر به ایجاد بوی بد و نهایتاً خرابی پارچه شود. در اثر حمله میکروب به پارچه، رنگ پدیدگی و از دست دادن برخی عملکردهای پارچه نظیر الاستیسیته و یا قدرت کشش می‌تواند رخ دهد. برخی از الیاف به‌ویژه الیاف سلولزی مورد تجزیه بیولوژیکی میکروبها قرار می‌گیرند. همچنین میکروارگانیسم‌ها می‌توانند سبب کاهش ویسکوزیته و تخریب مواد مورد مصرف در فرایندهای مختلف تکمیل منسوجات شوند [۱۶].

از طرفی با ظهور فناوری نانو که در آن ذرات بسیار ریز فلزات مختلف استفاده می‌شود به واسطه عملکرد کشنده و خودبه‌خودی این ذرات در مواجهه با میکروارگانیسم‌ها، می‌توان از این ذرات نانو در مراحل مختلف تولید پارچه اعم از مرحله ریسندگی و مراحل تکمیل استفاده کرد و اقدام به ساخت پارچه و در نهایت لباس‌های ضد میکروب کرد.

لباس از پرکاربردترین کالاها در جوامع امروز بشر است [۲]. برخلاف گذشته که لباس تنها برای رفع نیازهای طبیعی تهیه می‌شد از دیدگاه انسان امروز، خصوصیات و ویژگی‌های این پدیده، برای ساماندهی به فرآیندهای اجتماعی، روانشناختی و گسترش مسائل فرهنگی، هنری و اقتصادی جامعه بسیار با ارزش است [۱]. به عبارتی لباس و پارچه به طور گسترده‌ای در زندگی امروزه ما انسان‌ها مطرح است و نقش پررنگی را بازی می‌کند. از طرفی میکروارگانیسم‌ها تقریباً در همه‌جا در محیط اطراف ما یافت می‌شوند. برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها حداقل شرایط تغذیه‌ای شامل آب، یک منبع کربن، نیتروژن و برخی نمکها کافی است. تمامی اینها معمولاً در محیط‌های طبیعی اعم از عرق و چرک بدن انسان وجود دارند [۱۶]. از آن سو منسوجات به خاطر ویژگی مجاورت با بدن انسان و مهیا نمودن شرایط لازم، یک محیط عالی فعل و انفعالات و رشد و تکثیر انواع بیماری‌های عفونی است. به این خاطر و به طور اخص در مورد ورزشکاران و کارگران که فعالیت شدید بدنی دارند و یا لباس‌های بیمارستانی که در معرض مستقیم انواع آلودگی و میکروبها هستند و یا لباس کودکان و همچنین برای دیگر گروه‌های افراد جامعه، عاری از میکروب بودن لباس به منظور رعایت بیشتر بهداشت و جلوگیری از شیوع و انتقال بیماری حائز اهمیت است.

بسیاری از مواد نساجی در حال حاضر در بیمارستان‌ها و هتل‌ها استفاده



۲- سوالات تحقیق

۵- میکروب

در محیط پیرامون انسان شمار زیادی از میکروارگانیسم‌ها زندگی می‌کنند. میکروارگانیسم‌ها شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها، جلبک‌ها، هاگ‌ها و ... هستند؛ که غالباً به عنوان میکروب بیان می‌شوند. در صورت برهم خوردن تعادل این موجودات در طبیعت، سلامت افراد تهدید خواهد شد. از جمله اهداف استفاده از مواد ضد میکروب، غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌هایی می‌باشد که منجر به ایجاد بو و بیماری‌های واگیردار می‌شوند [۶].

۵-۱- پارچه به عنوان میزبان میکروب

برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها حداقل شرایط تغذیه‌ای شامل آب، یک منبع کربن، نیتروژن و برخی نمک‌ها کافی است. تمامی اینها معمولاً در محیط‌های طبیعی اعم از عرق و چرک بدن انسان وجود دارند [۱۶]. از آن سو منسوجات به خاطر ویژگی مجاورت با بدن انسان و مهیا نمودن شرایط لازم، یک محیط عالی برای فعل و انفعالات و رشد و تکثیر انواع بیماری‌های عفونی است.

۵-۱-۱- الیاف طبیعی و مصنوعی در مقابل رشد میکروب‌ها

الیاف طبیعی و مصنوعی به‌طور گسترده‌ای در عکس‌العمل به رشد میکروب‌ها متفاوت عمل می‌کنند و مکانیزم در آنها متفاوت است. الیاف طبیعی هدف راحتی برای حمله میکروبی هستند چراکه الیاف طبیعی آب را به آسانی نگه می‌دارند و آنزیم‌های میکروبی می‌توانند به راحتی پیوند پلیمری آنها را هیدرولیز کنند. پنبه، کتان، پشم و کف برای حمله میکروبی بسیار مستعد هستند. مسئله مهم دیگر این است که نه تنها منسوجات به عنوان بستری برای رشد میکروبی عمل می‌کنند بلکه عامل فعالی در تکثیر میکروب‌ها هستند. حداقل دو ویروس عامل بیماری‌های عمومی به نام پولیو (فلج اطفال) و واکسینیا (آبله) اصرار برای ابقا بر روی الیاف پنبه و پشم برای دوره زمانی کافی (برای ایجاد بیماری) نشان داده‌اند. ویروس‌ها می‌توانند بر روی منسوجات نظیر ملحفه‌های پنبه‌ای، پارچه حوله‌ای، پارچه‌های پشمی قابل شستشو، لباس‌های پنبه‌پلی‌استر و نایلون برای بیش از ۱۶ ساعت باقی بمانند.

۵-۲- تخریب پارچه به وسیله میکروب

همانطور که قبلاً ذکر شد میکروب‌ها علاوه بر اینکه از پارچه به عنوان وسیله‌ای برای رشد و تکثیر و سپس انتقال بیماری استفاده می‌کنند، با فعالیت‌های خود موجب تخریب پارچه نیز می‌شوند. برخی از مکانیسم‌های تخریب میکروبی در پنبه در زیر آمده است: - دیواره دوم سلول لیف ممکن است مستقیماً توسط قارچ آسیب ببیند سپس قارچ شروع به رشد در داخل لومن می‌کند.

- در برخی لیف‌ها قارچ بدون شکستن سطح خارجی به داخل لومن رسوخ می‌کند.

- باکتری سلول را از بیرون به داخل تجزیه می‌کند اما نمی‌تواند

۱- میکروب چیست و شرایط لازم برای رشد و تکثیر آن کدام است؟

۲- منظور از ضد میکروب چیست؟ ضد میکروب مطلوب بایستی چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟

۳- نانوذرات یعنی چه؟

۴- طرز عملکرد نانوذرات چگونه است؟

۵- در کدام مراحل از تولید پارچه می‌توان از نانوذرات استفاده کرد؟ قبل از تولید پارچه در مرحله ریسندگی یا پس از تولید در مرحله تکمیل؟

۶- موارد استفاده از پارچه‌های ضد میکروب کدام است و برای چه گروه‌هایی مصرف بیشتری می‌تواند داشته باشد؟

۳- روش تحقیق

روش این تحقیق توصیفی است. شیوه جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای بوده و ابزار گردآوری اطلاعات شامل مقاله، کتاب و پایان‌نامه می‌باشد. در این مطالعه انواع روش‌های مورداستفاده برای تولید پارچه‌های ضد میکروب به جهت درک هر چه بیشتر نحوه استفاده از نانوذرات در این پارچه‌ها بررسی شد. عدم امکان مشاهده از نزدیک نحوه تولید و مواد مورداستفاده در هر کارخانه به تفکیک و انجام شدن اعم تحقیقات گذشته به زبان انگلیسی از محدودیت‌ها و دشواری‌های پژوهش حاضر می‌باشد.

۴- پیشینه

در مطالعه خانی و همکاران نشان داده شده است که با استفاده از نانوذرات می‌توان رشد باکتری‌های بیماری‌زایی چون شیگلا، اشریشیا کلی و استافیلوکوکوس را مهار کرد [۲۰]. بنابراین با استفاده از این نانوذرات برای مقابله با میکروب‌های بیماری‌زا می‌توان در تولید البسه استفاده کرد [۲۵].

توسط کوالی و همکاران نشان داده شده است که پوشش‌های حاوی نانوذرات اکسید روی/اکسید تیتانیوم دارای خاصیت خود تمیزشونده هستند و به خودی خود باعث حذف آلودگی‌ها از سطح پوشش تهیه شده می‌شوند [۱۳].

در مطالعه دیگر نانو ذره اکسید روی بر روی پارچه‌های کنفی قرار گرفتند. این پارچه‌ها فعالیت عالی ضدباکتری علیه استافیلوکوکوس آئوس نشان دادند [۲۹]. نانوذرات اکسید روی باعث تخریب چربی و پروتئین غشای سلولی باکتری می‌شوند و در نتیجه باعث نشت محتویات داخل سلولی و در نهایت مرگ سلول‌های باکتریایی می‌شوند. علاوه بر این، تولید پراکسید هیدروژن و به عنوان کلید مکانیسم اثرات Zn⁺ یون ضد میکروبی نانوذرات اکسید روی پیشنهاد شده است [۳۰].

فیلم نانو کامپوزیت کیتوزان-اکسید روی دارای عملکرد ضدباکتری بسیار عالی بود؛ بنابراین ممکن است فیلم نانو کامپوزیتی کاربردهای پزشکی داشته باشد و همچنین به عنوان یک پوشش سطح به منظور افزایش ایمنی میکروبی و گسترش عمر مفید مواد غذایی استفاده شود [۱۰].



سلول را مستقیماً هضم کند.

- باکتری‌های هتروپبی کربنی زنجیره‌های پلی‌ساکارید را تخریب می‌کنند و به اجزای کوچکتر و کوتاه‌تر و نهایتاً به سلولوز و گلوکز هیدرولیز می‌کنند.

به عنوان نتیجه تخریب آنزیمی، استحکام پنبه به میزان ۳۴٪ در ۳-۵ درمای ۴۰ درجه کاهش یافت [۱۶].

۶- تعریف نانو

پیشوند نانو بیانگر مقیاس بسیار کوچک در ابعاد ماده است. مواد در این ابعاد ویژگی‌های منحصر به فرد و جدیدی از خود نشان می‌دهند. نانوذرات (ذرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر قطر) نسبت به ذرات بزرگتر (ذرات میکرونی) به دلیل این که نسبت سطح به حجم بیشتری دارند، بسیار فعال‌تر هستند و خصوصیات فیزیکی، زیستی و شیمیایی آن‌ها نسبت به ذرات میکرونی خیلی بهتر است، بنابراین نانوذرات برای ساخت سطوح بهداشتی مناسب‌تر هستند [۱۰]. از آنجایی که میانگین اندازه انواع باکتری در حدود چند میکرون (۱۰-۶ m) است، بنابراین استفاده از مواد ضد میکروب با ابعاد نانومتری زمینه به کارگیری نانوفناوری در ایجاد ترکیبات ضد میکروب موثر را فراهم ساخته است. سازو کار ضد میکروب 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 ضد میکروب آنها ارتباط مستقیم دارد. فعالیت ضد میکروبی نانوذرات ناشی از سطح جانبی زیاد، ساختار کریستالی غیر معمول این ذرات و وجود مناطقی با احتمال واکنش بیشتر (لبه و گوشه نانوذرات) است.

۶-۱- طرز عملکرد مواد نانو

مشخص شده است که بسیاری از فلزات سنگین در غلظت‌های بسیار کم، باکتری‌ها را از بین می‌برند. مکانیسم اصلی تاثیر نانوذرات بر روی باکتری‌ها از طریق آسیب به DNA پروتئین و تخریب دیواره سلولی می‌باشد [۳۳]. سازو کار ضد میکروب نانومواد به سطح جانبی زیاد این مواد در مقایسه با مواد در ابعاد بزرگ‌تر باز می‌گردد. به طور کلی شش رویکرد برای تأثیر نانوذرات بر میکروارگانیسم‌ها وجود دارد که عبارتند از:

۱. تخریب غشاء سلولی،
۲. رهایش یون‌های سمی،
۳. اختلال در انتقال الکترون،
۴. اکسیداسیون پروتئین،
۵. جمع‌شدگی غشاء،

۶. تولید اکسیژن فعال (Reactive Oxygen Species) [۳۱].

۶-۲- انواع فلزات مورد استفاده در نانو فناوری

۶-۲-۱- نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم

نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم از ویژگی‌های منحصر به فردی نظیر ثبات و

کارایی زیاد، ایمنی و قابلیت تاثیر بر طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا برخوردار است. به این منظور از این نانوذرات در مصارفی نظیر خود تمیز شونده‌گی، ضد میکروب و محافظت در برابر پرتو فرابنفش استفاده می‌شود. دی‌اکسید تیتانیوم با دارا بودن خاصیت فوتوکاتالیستی قادر به تولید اکسیژن فعال است که این ماده قادر به اکسید کردن ترکیبات آلی موجود در سلول باکتری و تولید دی‌اکسید کربن و آب می‌باشد.

۶-۲-۲- نانوذرات نقره

نقره از قدیمی‌ترین ترکیبات ضد میکروب است. فنیقی‌های قدیم در ۱۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح آب را در بطری‌های نقره ذخیره می‌کردند تا از آن در برابر میکروب‌ها محافظت کنند. یونانیان و رومیان در ۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح از لوله‌های نقره‌ای برای خالص‌سازی آب استفاده می‌کردند. در قرن چهارم پیش از میلاد نیز بقراط، پدر طب نوین از خواص درمانی و ضدبیماری نقره یاد کرده است [۲۰].

۶-۲-۳- نانوذرات روی

یکی از مهم‌ترین نانوذرات، اکسید روی است که در بسیاری از کشورها در مقیاس صنعتی استفاده می‌شود [۲۴]. مکانیسم عمل اکسید روی نیز شبیه سایر نانو ذرات است ولی بیشتر از طریق تخریب دیواره باکتری عمل می‌کند. با توجه به این ویژگی، نانو ذره اکسید روی به عنوان یکی از پرکاربردترین نانوذرات برای مقابله با باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت مورد استفاده قرار گرفته است. نانوذرات روی در سلول‌های خورشیدی، حسگر، نمایشگرها و کرم‌های ضد آفتاب، جاذب پرتو فرابنفش، پوشش‌های ضد بازتاب نور، ضد باکتری و فوتوکاتالیست استفاده می‌شود. نانوذرات روی نسبت به نانوذرات نقره از مزایایی نظیر بهای کمتر، سفیدرنگی و خاصیت ضد پرتو فرابنفش برخوردار است [۱۷].

۶-۲-۴- نانوذرات طلا

نتایج حاصل از تحقیقات اخیر، نانوذرات طلا را به عنوان یک ماده ضد میکروب موثر معرفی نموده است. خاصیت ضد قارچ این نانوذرات در برابر آکنه و شوره سر و عدم مقاوم شدن باکتری نسبت به این ماده سبب به کارگیری این نانوذرات در صنایع آرایشی شده است. خاصیت ضد باکتری این نانوذرات علیه دو باکتری *Salmonella typhi* و *Escherichia* به اثبات رسیده است.

۶-۲-۵- نانوذرات مس

از دیرباز مس و ترکیبات مس به عنوان مواد ارزان قیمت و موثر در تولید مایعات ضد عفونی‌کننده و منسوجات ضد میکروب به کار گرفته می‌شدند. در حال حاضر چگونگی عملکرد مس به عنوان ماده ضد میکروب کاملاً شناخته شده نیست. مهم‌ترین چالش در استفاده از نانوذرات مس، تولید نانوذرات مس پایدار است. زیرا این نانوذرات در هوا یا محیط مرطوب به سرعت به کاتیون مس اکسید می‌شوند [۱۶].



افزودن ماده ضد میکروب در مرحله تولید الیاف و یا تکمیل منسوجات استفاده می‌شود.

۷-۱- الیاف مصنوعی ضد میکروب

یکی از روش‌های تولید الیاف ضد میکروب، افزودن ترکیبات ضد میکروب در مرحله تولید الیاف می‌باشد. در روش‌های مختلف تولید الیاف نظیر ذوب‌ریسی، ترریسی، خشک‌ریسی و الکتروریسی می‌توان با افزودن مواد ضد میکروب به محلول یا مذاب ریسنده‌گی، الیافی با خاصیت ضد میکروب تولید کرد.

الکتروریسی به عنوان اصلی‌ترین روش برای تولید نانوالیاف پیوسته در مقیاس صنعتی و محدوده وسیع قطر (از چند نانومتر تا چند میکرومتر) شناخته می‌شود.

در الکتروریسی امکان افزودن دارو و مواد ضد میکروب به محلول پلیمری به‌منظور تولید نانوالیاف حاوی این مواد وجود دارد. به‌منظور ایجاد خاصیت ضدباکتری در نانوالیاف استفاده از عوامل ضدباکتری نظیر نانوذرات نقره و کمپلکس‌های ید گزارش شده و ید (PVP) است. به این منظور از کمپلکس پلی وینیل پیرولیدین با امکان رهایش تدریجی ید (عامل ضدباکتری و ویروس) برای تهیه نانوالیاف استفاده شده است. با افزودن نیترات نقره به محلول پلیمری امکان رهایش یون‌های نقره و ایجاد خاصیت ضد میکروب در الیاف نهایی وجود دارد. برای مثال نانوالیاف تهیه شده از پلی وینیل الکل حاوی نانوذرات نقره از قابلیت ضد میکروب و ثبات قابل توجهی در شرایط مرطوب برخوردار است. علاوه بر افزودن ترکیبات ضد میکروب، امکان تولید نانوالیاف ضد میکروب با استفاده مستقیم پلیمرهای ضد میکروب وجود دارد. برای مثال پلی‌یورتان‌های حاوی گروه‌های آمونیوم نوع چهارم هنگامی که به منسوج بی‌بافتی از نانوالیاف تبدیل می‌شود خاصیت ضدباکتری قابل توجهی علیه باکتری‌های S.aureus و E.coli نشان می‌دهند [۱۹].

در مورد الیافی که به روش ذوب‌ریسی تهیه می‌شود. ماده ضد میکروب در مرحله پیش از ذوب شدن به گرانول‌های پلیمری افزوده شده و در اثر ذوب شدن و اختلاط به وسیله اکسترودر، مذاب یکنواختی حاوی مقدار مشخص ماده ضد میکروب تهیه می‌شود که پس از گذر از رشته‌ساز به فیلامنت‌های ضد میکروب تبدیل می‌شود. از مزایای این روش استفاده از ماشین‌آلات ذوب‌ریسی برای تولید الیافی با خاصیت ضد میکروب 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 ضد میکروب با استفاده از نانوذرات از طریق فرایند ترریسی نیز امکان‌پذیر است. در تحقیقی که توسط حُسام و همکارانش انجام شد، الیاف ویسکوز ضد میکروب و رنگی با استفاده از نانوذرات نقره تهیه شد. به این منظور نانوذرات نقره به‌صورت درجا و بدون استفاده از عامل احیا و پایدارکننده در ماتریس پلیمری ویسکوز سنتز شد.

۶-۳-۱- نانوساخترهای طبیعی

۶-۳-۱- کیتوسان

ماده ای طبیعی، غیرسمی و ضد میکروب است که از پوسته سخت پوستانی نظیر میگو، خرچنگ و ... تهیه می‌شود. خاصیت ضد باکتری و قارچ این ماده ناشی از گروه‌های کاتیونی (بارمثبت) موجود در این ترکیب می‌باشد که امکان اتصال با بار منفی موجود بر سطح سلول را فراهم آورده و مانع رشد باکتری و قارچ می‌شود. کیتوسان به واسطه مواد کراسلینک‌کننده‌ای همچون گلوکارالدئید و پلی کربوکسیلیک اسیدها قادر به اتصال به سطح منسوجات پنبه‌ای و ایجاد منسوجات ضد میکروب می‌باشد.

۶-۳-۲- سریسین

سریسین ابریشم، یک پروتئین درشت مولکول طبیعی پروتئین است که از پیله کرم ابریشم استحصال شده و ۳۰-۲۵٪ ابریشم را تشکیل می‌دهد. این ماده که به عنوان پوشش فیلامنت ابریشم (فیبروئین) عمل می‌کند، در مراحل صمغ‌گیری از روی الیاف ابریشم زوده می‌شود. از این ماده به‌منظور بهبود خواص برخی الیاف مصنوعی استفاده می‌شود.

در تحقیقات انجام شده توسط یامادا و واکابایاشی اصلاح سطح پارچه پلی‌استر با استفاده از سریسین انجام شد و پارچه‌ای با خاصیت آب دوستی بیشتر تهیه شد. استفاده از سریسین (۴٪ W/V) منجر به کاهش رشد باکتری‌های P.Vulgaris و S.Aureus به ترتیب ۵۱ و ۳۸٪ شد [۲۲].

۶-۳-۳- رنگینه‌های طبیعی

برخی از رنگینه‌های طبیعی تهیه شده از گیاهان مختلف از خاصیت ضد میکروبی برخوردار هستند. برای مثال رنگ حاصل از انار به دلیل وجود مقادیر قابل توجه تانن از خاصیت ضد میکروب برخوردار است. منابع گیاهی حاوی نفتوکینون نظیر حنا و گردو از خاصیت ضدباکتری و قارچ برخوردار هستند. استفاده از زردچوبه به‌منظور رنگرزی و تکمیل پارچه پشمی سبب ایجاد خاصیت ضد میکروب در این منسوج شده است. گوپتا و همکارانش با استفاده از عصاره بلوط در حضور دندانه‌های آلومینیوم و مس موفق به تهیه پارچه ضد میکروب پنبه‌ای با قابلیت حفظ خاصیت ضد میکروب پس از ۵ بار شستشو شدند. استفاده از مواد ضد میکروب طبیعی دیگر نظیر آلوئه‌ورا، عصاره درخت چای، عصاره گل‌کاه خاردار و اکالیپتوس نیز برای ضد میکروب کردن منسوجات گزارش شده است. در سال‌های اخیر از فناوری نانو در تولید حامل‌های نانومتری نظیر نانوکپسول‌ها به‌منظور افزایش ماندگاری و کارایی مواد ضد میکروب طبیعی استفاده شده است [۱۵].

۷- روش‌های استفاده از نانوذرات در صنعت نساجی پارچه

به‌منظور ضد میکروب کردن منسوجات از روش‌های مختلفی نظیر



الیاف نهایی با توجه به غلظت نانوذرات نقره از رنگ زرد تا نارنجی برخوردار بودند. آزمون ثبات شستشویی (بیش از ۲۰ بار شستشو) و حفظ خاصیت ضد میکروبی الیاف پس از شستشو، گواه کیفیت از این روش بدون استفاده از عامل اتصال یا کراس لینک کننده می باشد [۲۳].

۷-۲- تکمیل ضد میکروب منسوجات

تکمیل به اعمالی گفته می شود که پس از تولید پارچه روی آن انجام می گیرد تا خصوصیات آن را بهبود دهد. الیاف طبیعی و منسوجاتی نظیر پارچه و منسوجات بی بافت که امکان ضد میکروب کردن آن ها در مرحله تولید الیاف وجود نداشته باشد را می توان در مرحله تکمیل ضد میکروب کرد.

به منظور ایجاد خاصیت ضد میکروب در منسوجات تمام شده نظیر پوشاک می توان از روش هایی نظیر غوطه وری و افشانه حاوی نانومواد ضد میکروب استفاده کرد. هر چند این روش یکی از ساده ترین روش ها برای تولید منسوجات ضد میکروب است، لیکن عدم اتصال نانوذرات به منسوجات منجر به سهولت رهاش این مواد می شود. در نتیجه علاوه بر کاهش خواص مورد نظر در منسوجات، سبب آلودگی محیط زیست و افزایش احتمال ورود این مواد به بدن انسان و ایجاد بیماری های ناشی از حضور این ذرات در بدن می شود.

از دیگر روش های تولید نخ ضد میکروب، عبور نخ اولیه از درون محلولی حاوی نانوذرات ضد میکروب می باشد. در این روش نانوذرات همانند آهار بر روی نخ تولیدی قرار می گیرند. از این روش می توان برای ضد میکروب کردن انواع نخ پنبه ای، ابریشمی، پشمی و مصنوعی استفاده کرد [۷].

در صنعت نساجی، عدم آلودگی محیط زیست، سلامت و ایمنی افراد به اندازه کارایی منسوجات ضد میکروب حائز اهمیت می باشد. رهاش مواد ضد میکروب به محیط پیرامون می تواند بر سلامت موجودات زنده موثر باشد. با این رویکرد، استفاده از مواد پیوند دهنده به دلیل عدم رهاش ترکیبات به پیرامون مناسب تر می باشد.

تکمیل ضد میکروبی به واسطه فراهم آوردن خاصیت های حفاظتی از راه های متفاوت، به ارزش منسوج و لباس می افزاید مثل:

۱) جلوگیری از رشد باکتری و قارچ که بدین وسیله منسوج را در مقابل بوهای نامطلوب، لکه و کاهش زود هنگام عملکرد و کیفیت حفظ می کند.

۲) حفاظت از پوشنده یا مصرف کننده منسوجات در مقابل باکتری، مخمر، قارچ و دیگر میکروارگانیسم ها از منظرهای بهداشتی، پزشکی و زیبایی شناسی.

۳) منسوج را در مقابل تخریب که توسط کپک، زنگ گیاهی و قارچ ایجاد می شود، حفاظت می کند.

۴) از منسوج در مقابل حشرات و دیگر افتها مراقبت می کند و همچنین از اشخاصی که لباس را می پوشند نیز در مقابل حشرات و دیگر افتها محافظت می کند.

۸-۲-۱- ضد میکروب کردن به وسیله شستشو

اکثریت وسیعی از محصولات ضد میکروبی به واسطه شستشو عمل می کنند که در آن بر روی سطحی که روی آن بکار رفته اند حرکت می کنند و وارد میکروارگانیسم ها می شوند و آنها را سمی کرده و پروسه حیات آنها را از هم می گسلند و منجر به نتایج مرگ آور می شوند. دز کافی مواد ضد میکروبی برای عملکرد لازم جای نقد و بررسی دارد. اگر از مقدار بسیار کمی از ترکیب استفاده شود، میکروب ها کنترل نمی شوند و می توانند با آن سازگار شوند. اگر مقدار بسیار زیادی از آن استفاده شود، می تواند اثرات جنبی و آسیب زایی داشته باشد. این نوع از محصولات وقتی که در منسوجات استفاده می شوند دوام کمی دارند و پتانسیل ایجاد مشکلات و مسائل متنوعی دارند. آنها می توانند به باکتری های طبیعی پوست آسیب بزنند و موجب مشکلات پوستی مثل جوش و حساسیت پوستی شوند.

۷-۲-۲- ضد میکروب نوع (Bound)

نوع دیگری از ضد میکروب ها وجود دارند که عملکرد کاملاً متفاوتی دارند که در آن با منسوجات پیوند مولکولی ایجاد می کنند. این محصولات یک سطح بستر ضد میکروب روی منسوجات ایجاد می کنند که بواسطه گسیختن پوسته سلول میکروارگانیسم در زمانی که در تماس مستقیم با آن قرار می گیرد، عمل می کند. این روش عملکرد ضد میکروبی بادوامی به پارچه می دهد [۷].

۷-۳- پارچه های ضد میکروب با رنگریزی

برای تولید پارچه های ضد میکروب می توان نانوذرات را به رنگزای پارچه اضافه نمود و پارچه در فرآیند رنگریزی یا چاپ عامل دار شده و دارای خواص مورد نظر می شود. همچنین می توان عامل ضد میکروب را به مواد مورد استفاده در فرآیند تکمیل نهایی اضافه کرد.

۸- خواص ضد میکروب ایده آل

یک محصول ضد میکروب باید نیازهای زیر را پوشش دهد:

- ایمنی: سمیت کمتر برای مصرف کنندگان، برای مثال نباید منجر به حساسیت یا ناراحتی پوستی شود.

- سازگاری: نباید تأثیر منفی بر عملکرد پارچه یا ظاهر آن داشته باشد و با روش های متداول در نساجی مثل رنگریزی یا تکمیل و یا شستشو سازگار باشد.

- دوام: باید در مقابل شستشو مکرر دوام داشته باشد.

باید طیف وسیع عملکرد داشته باشد و در مقابله با همه میکروارگانیسم ها مثل باکتری، کپک، قارچ و ویروس موثر باشد.

- در مقابل عوامل طبیعی فعال باشد.

- عملکرد سریع داشته باشد.

- ثابت باشد.

- با دیگر ضد عفونی کننده و گندزداها سازگار باشد.



استفاده است. دائمی بودن خاصیت ضد میکروب در کنار سازگاری با شرایط عملیات و ماشین آلات ریسندگی از مهم ترین ویژگی های این محصول می باشد که در مرحله اول، ۳۰۰ تن از این محصول تولید و به بازار داخل کشور عرضه شد.

۲. شرکت تولیدی تهران زرنخ موفق به تولید نخ پلی آمید با خاصیت ضد میکروب ماندگار نموده است. به منظور تولید این الیاف از مستریج حاوی PA6/ نانوذرات نقره / TiO₂ استفاده شده است که در مرحله ذوب ریزی با گرانول پلی آمید مخلوط می شود.

۳. دو شرکت جوراب کاسپین و تولیدی جوراب مهیار زنجان نیز از پوشش دهی محصولات خود با نانوذرات نقره به منظور ایجاد خاصیت ضد میکروب و ضد بو در محصولات خود استفاده می نمایند [۸].

۴. شرکت نفیس نخ از تولید کنندگان نخ پلی استر موفق به تولید نخ پلی استر ضد میکروب با استفاده از نانوذرات نقره شده است.

۵. شرکت تولیدات کاغذی گلریز با استفاده از ذرات ۵ نانومتری نقره با غلظت ۲ ppm (دو قسمت در میلیون) بر روی دستمال کاغذی موفق به تولید دستمال کاغذی ضد میکروب شدند.

۱۰- نتیجه

در این تحقیق به این نتیجه رسیدیم که با استفاده از نانو ذرات فلزات گوناگون نظیر نقره، تیتانیوم، روی، طلا و مس و همچنین نانوذرات طبیعی، در مراحل مختلف تولید پارچه اعم از مرحله ریسندگی و یا در مرحله تکمیل و رنگرزی می توان پارچه هایی با خاصیت میکروب زدایی یا ضد میکروب تولید کرد. خاصیت ضد میکروبی این پارچه ها در حذف میکروب ها از سطح مذکور در تحقیقات مختلف مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

مشخص شد که استفاده از نانو ذرات در مرحله ریسندگی ترجیح داده می شود چون زمانی که نانوذرات در مرحله ریسندگی وارد مذاب یا محلول مورد استفاده برای تولید نخ قرار می گیرند این ذرات در بین مولکول های الیاف قرار می گیرند و امکان رهايش آنها وجود ندارد در حالی که زمانی که نانوذرات در مرحله تکمیل یا رنگرزی بر روی پارچه قرار می گیرند با تکرار شستشو امکان رهايش آنها وجود دارد که این موضوع از یک سو باعث از بین رفتن خاصیت ضد میکروبی پارچه و از سوی دیگر موجب استنشاق این ذرات می گردد که برای سلامتی می تواند مضر باشد. همچنین مکشوف به عمل آمد که کارخانجات نساجی بسیاری در داخل و خارج از کشور اقدام به تولید پارچه و منسوجات ضد میکروب نموده اند که در زمینه های پزشکی، نظامی، ورزشی و ... مورد مصرف دارند.

در پنج ساله اخیر بازار برای منسوجات ضد میکروبی رشدی دورقمی داشته است. این رشد از افزایش نیاز مشتریان برای لباس های بهداشتی، تمیز و تازه سرمنشأ می گیرد.

منابع در دفتر مجله موجود است.

- موجب ناراحتی یا حساسیت نشود.

- روی سلامتی اثر مخربی نداشته باشد.

- ارزان و در دسترس باشد.

- در صورتی که وارد چرخه شود سمی نباشد [۱۶].

۹- شرکت های پیشرو

مقبولیت منسوجات ضد میکروب در میان مصرف کنندگان، سبب ترغیب تولید کنندگان به تحقیق، ثبت اختراع و تولید محصولات مربوطه شده است که در ادامه به چند نمونه اشاره می شود.

۹-۱- شرکت های خارجی

۱. در اختراعی که در سال ۲۰۰۷ به ثبت رسید، روش جدیدی برای تولید نخ ضد میکروب ارائه شده است. اثر ضد قارچ نخ ناشی از حضور رسوبی از نانوذرات نقره بر سطح نخ بود. مخترعان این نخ را برای تولید پارچه به ویژه پوشش های زخم یا سوختگی، لباس زیر، جوراب، کفش و آستر کفش، ملحفه، بالش، حوله، محصولات بهداشتی، روپوش آزمایشگاه و لباس های پزشکی مناسب دانسته اند.

۲. شرکت AgActive استرالیا با استفاده از فناوری نانو و تکمیل منسوجات با نانوذرات نقره موفق به تولید محصولات متنوعی نظیر حوله، جوراب، ملحفه و روبالشی نموده است و تولید منسوجاتی نظیر لباس زیر و تی شرت ضد میکروب را در دستور کار خود قرار داده است.

۳. شرکت Nanosilver® در کشور چک، با استفاده از نخ های مصنوعی حاوی نانوذرات نقره همراه با الیاف پنبه) به منظور افزایش راحتی (اقدام به تولید محصولات متنوعی نظیر جوراب، لباس زیر، لباس ورزش و ... نموده است. این شرکت استفاده از محصولاتش را به افراد نظامی، کارگران، کشاورزان و همه افرادی که ناگزیر به انجام فعالیت های بدنی زیاد هستند پیشنهاد نموده است.

۴. در سال ۲۰۰۸ مالک شرکت پابان زا نخی برای تولید کراوات با استفاده از نخ ضد میکروب تولید نمود. در سال ۲۰۰۹ روش تولید این نخ در قالب اختراعی در اروپا به ثبت رسید. این نخ به دلیل افزودن نانوذرات یا یون های نقره در مرحله ریسندگی، از خاصیت ضد میکروب برخوردار می باشد.

۹-۲- وضعیت فناوری در ایران

استقبال گسترده از جشنواره ها و نمایشگاه های نانوفناوری در حوزه نساجی، نشان دهنده افزایش توجه مردم نسبت به استفاده از منسوجات تولید شده مبتنی بر فناوری نانو است. در کشور ما برخی صنایع به استفاده از فناوری نانو در تولید منسوجات به ویژه منسوجات ضد میکروب روی آورده اند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می شود.

۱. صنایع پتروشیمی شهید تندگویان اقدام به تولید گرانول پلی اتیلن ترفتالات ضد میکروب (حاوی نانوذرات TiO₂-Ag) با نام تجاری AB-PET نموده است که در تولید فیلامنت پلی استر ضد میکروب قابل