

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۴۹

منسوجات ضد میکروب

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

تلفن:

۰۲۱-۶۳۱۰۰

نمابر:

۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

پایگاه اینترنتی:

www.nano.ir

پست الکترونیک: setad@nano.ir

report@nano.ir

صندوق پستی:

۱۴۵۶۵-۳۴۴

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهر ویژن

نظارت: داود قرایلو

تهیه کننده: گروه ترویج صنعتی نانونساجی

۳	 مقدمه
۴	 مواد ضد میکروب مورد استفاده در صنعت نساجی
۵	 نانوساختارهای ضد میکروب مورد استفاده در نساجی
۹	 فرایندهای ضد میکروب کردن منسوجات
۹	 منسوجات ضد میکروب
۹	 نانوالیاف ضد میکروب
۱۱	 الیاف ضد میکروب
۱۲	 پارچه‌های ضد میکروب
۱۲	 تولید چرم آنتی باکتریال
۱۳	 تکمیل ضد میکروب محصولات نهایی
۱۳	 شرکت‌های تولید کننده محصولات ضد میکروب
۱۷	 وضعیت فناوری در ایران



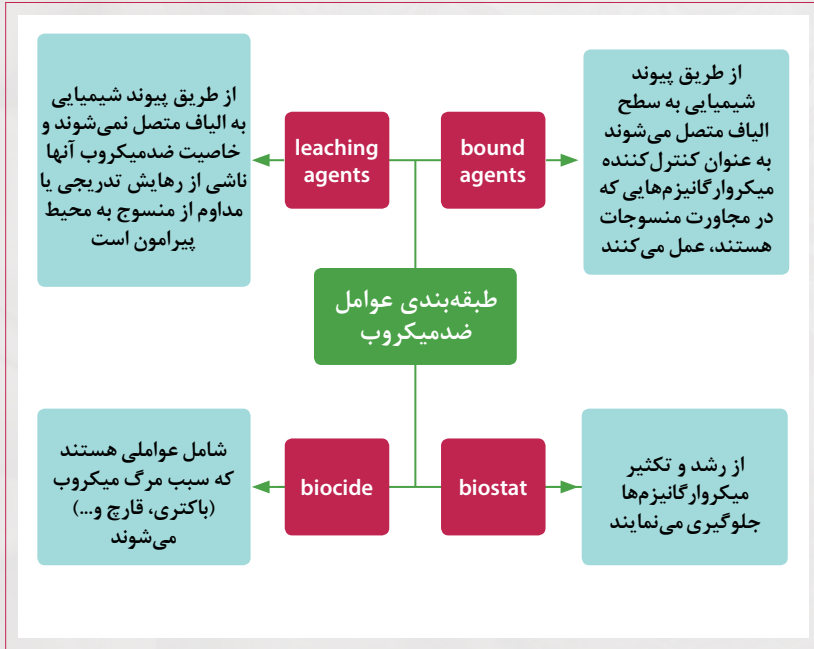
در محیط پیرامون انسان شمار زیادی از میکروارگانیسم‌ها زندگی می‌کنند. میکروارگانیسم‌ها شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها، جلبک‌ها، هاگ‌ها و... هستند که غالباً به عنوان میکروب بیان می‌شوند. در صورت برهم خوردن تعادل این موجودات در طبیعت، سلامت افراد تهدید خواهد شد. از آنجایی که منسوجات علاوه بر مهیا نمودن محیط مناسب رشد و تکثیر میکروب‌ها می‌توانند سبب انتقال و شیوع انواع بیماری‌ها شوند، از این رو تحقیقات زیادی برای تولید الیاف و منسوجات ضد میکروب انجام شده است.

برخی از الیاف به ویژه الیاف سلولزی مورد تجزیه بیولوژیکی میکروب‌ها قرار می‌گیرند. این عملکرد میکروب‌ها می‌تواند سبب تغییر رنگ و کاهش خواص مکانیکی (استحکام سایشی و کششی) الیاف شده و موجبات پوسیدگی منسوج را فراهم آورد. همچنین میکروارگانیسم‌ها می‌توانند سبب کاهش ویسکوزیته و تخریب مواد مورد مصرف در فرایندهای مختلف تکمیل منسوجات شوند. به منظور کاهش بوی نامطبوع ناشی از حضور میکروب‌ها بر منسوجات روش‌هایی از جمله استفاده از میکرو و نانو کپسول‌ها، تبدیل ترکیبات بدبو به ترکیبات بی‌بو و کاهش فراریت مواد دارای بوی نامطبوع وجود دارد. استفاده از ترکیبات ضد میکروب در مرحله تولید یا تکمیل منسوجات از کارآمدترین روش‌ها برای از بین بردن بوی نامطبوع به شمار می‌رود.

پیشوند نانو بیانگر مقیاس بسیار کوچک در ابعاد ماده است. یک نانومتر، یک میلیاردیم یا 10^{-9} متر است. مواد در این ابعاد ویژگی‌های منحصر به فرد و جدیدی از خود نشان می‌دهند. استفاده از فناوری نانو در صنعت نساجی به منظور بهبود بخشیدن به خواص و یا ایجاد ویژگی جدید در منسوجات با استفاده از مواد یا ساختارهای نانومتری انجام می‌شود. در این نوشتار گزارش کوتاهی از چگونگی به کارگیری فناوری نانو در تولید منسوجات ضد میکروب، نمونه‌های صنعتی و چشم‌انداز پیش‌رو ارائه خواهد شد.

مواد ضد میکروب مورد استفاده در صنعت نساجی

طبقه‌بندی متفاوتی از مواد ضد میکروب بر اساس کارایی، سازوکار فعالیت ضد میکروب و ثبات شستشویی وجود دارد.



شکل ۱. طبقه‌بندی عوامل ضد میکروب بر اساس سازوکار فعالیت ضد میکروب



از آنجایی که مواد ضد میکروب (bound agents) به محیط پیرامون منسوجات نفوذ نمی‌کنند، بنابراین احتمال مقاوم شدن میکروارگانیسم‌ها در برابر این عوامل اندک است. همچنین به دلیل پیوند شیمیایی، این گروه از عوامل ضد میکروب در برابر شستشو مقاوم‌تر از گروه leaching agents هستند. با این وجود ثبات شستشویی گواه پایداری خاصیت ضد میکروب منسوج نیست. زیرا جذب مواد آلاینده، میکروارگانیسم‌های

مرده یا ایجاد کمپلکس میان مواد تکمیل کننده و شوینده های آنتی بیوتیک می تواند منجر به کاهش اثربخشی ضد میکروب این منسوجات شود.

در صنعت نساجی، عدم آلودگی محیط زیست، سلامت و ایمنی افراد به اندازه کارایی منسوجات ضد میکروب حائز اهمیت می باشد. رهایش 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 رهایش ترکیبات به پیرامون مناسب تر می باشد.

■ نانو ساختارهای ضد میکروب مورد استفاده در نساجی



از آنجایی میانگین اندازه انواع باکتری در حدود چند میکرون ($10^3 - 6$ m) است، بنابراین استفاده از مواد ضد میکروب با ابعاد نانومتری زمینه به کارگیری فناوری نانو 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 بزرگ تر باز می گردد. تحقیقات نشان می دهند 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.

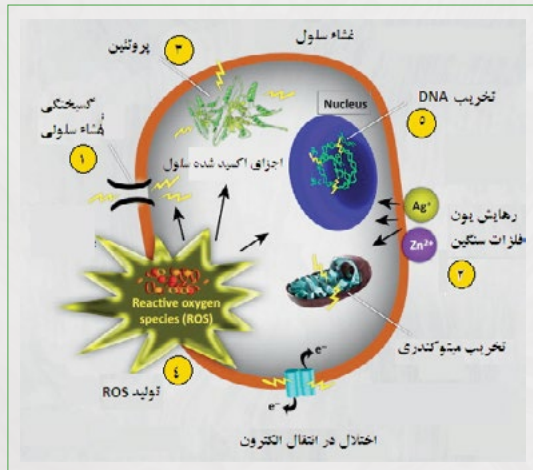


▲ شکل ۲. مقایسه اندازه اکسید سربیم، پنی سیلین، آنتی بادی و نانوذرات سربیم، ویروس و باکتری

سازو کار تاثیر نانوذرات بر باکتری به صورت طرحواره در شکل ۳ نشان داده شده است. به طور کلی شش رویکرد برای تاثیر نانوذرات بر میکروارگانیسم ها وجود دارد که عبارتند از:

- تخریب غشاء سلولی
- رهایش یون های سمی

» شکل ۳. سازوکار تاثیر نانوذرات بر میکروارگانیسم‌ها. ۱) تخریب دیواره سلولی و لایه پپتیدوگلیکان در اثر تماس مستقیم با نانوذرات، ۲) رهائش یون‌های سمی، ۳) اختلال در انتشار پروتئین در اثر تغییر pH و تغییر باز سطحی سلول، ۴) تولید اکسیژن فعال (ROS) و ۵) تجزیه DNA، RNA و پروتئین و تاثیر بر سنتز پروتئین، ۶) تولید اندک آدنوزین تری فسفات (ATP) ناشی از اسیدی شدن در اثر سازوکار نوع ۳ و حضور ترکیبات اکسیژن فعال (سازوکار ۴ و ۵) [۱].



■ اختلال در انتقال الکترون

■ اکسیداسیون پروتئین

■ جمع شدگی غشاء

■ تولید اکسیژن فعال (ROS) (Reactive Oxygen Species) [V].

برخی از نانوذرات ضد میکروب پر کاربرد در صنعت نساجی در ادامه معرفی می‌شوند.

■ نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2)

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 خودتمیز 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.

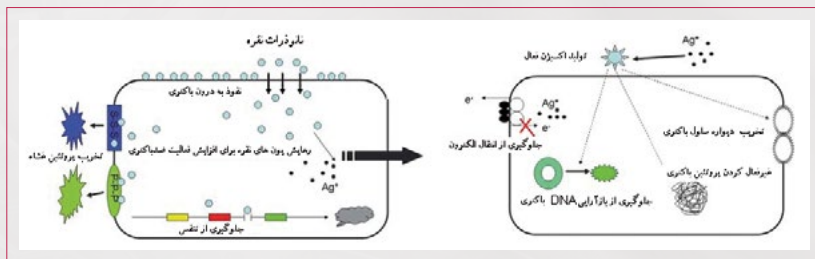
■ نانوذرات روی

نانوذرات روی در سلول‌های خورشیدی، حس گر، 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.

■ نانوذرات نقره

نقره از قدیمی‌ترین ترکیبات ضد میکروب است. در حال حاضر تحقیقات زیادی بر خواص ضد باکتری

و چند گانه نانوذرات نقره انجام شده است. نقره در مقایسه با برخی مواد ضد میکروب آلی که دارای اثرات مخرب بر سلامت انسان است، از مواد ضد میکروب ایمن به شمار می‌رود. در حال حاضر خاصیت ضد میکروب نقره علیه بیش از ۶۵۰ گونه میکروارگانیسم بیماری‌زا شناخته شده است. یون‌های نقره از قابلیت تخریب پروتئین، غشاء و ایجاد اختلال در تنفس سلولی باکتری برخوردار می‌باشد. در شکل ۴ سازوکار تاثیر نانوذرات نقره بر سلول باکتری نشان داده شده است.



شکل ۴. سازوکار ضد میکروبی نانوذرات نقره [۲].

■ 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 *Escherichia coli* و *Salmonella typhi* به اثبات رسیده است [۳].

■ نانوذرات مس

از دیرباز مس و ترکیبات مس به عنوان مواد ارزان قیمت و موثر در تولید مایعات ضد عفونی کننده و منسوجات ضد میکروب به کار گرفته می‌شدند. در حال حاضر چگونگی عملکرد مس به عنوان ماده ضد میکروب کاملاً شناخته شده نیست. مهم ترین 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.

■ نانوساختارهای طبیعی ضد میکروب



۱. **کیتوسان**: ماده‌ای طبیعی، غیر سمی 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 (بار مثبت) 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 کراس‌لینک^۲ کننده‌ای همچون گلو تارال دئید^۳ و پلی کربو کسپلیک اسیدها^۴ قادر به اتصال به سطح منسوجات پنبه‌ای و ایجاد منسوجات ضد میکروب می‌باشد [۴].



۲- سریسین^۵: سریسین ابریشم، یک پروتئین درشت مولکول طبیعی است که از پيله کرم ابریشم استحصال شده و ۳۰-۲۵٪ پروتئین ابریشم را تشکیل می‌دهد. این ماده که به عنوان پوشش فیلانت ابریشم (فیروئین) عمل می‌کند، در مراحل صمغ‌گیری از روی الیاف ابریشم زوده می‌شود. از این ماده به منظور بهبود خواص برخی الیاف مصنوعی

استفاده می‌شود. در تحقیقات انجام شده توسط یامادا و واکابایاشی اصلاح سطح پارچه پلی استر با استفاده از سریسین انجام شد. پارچه‌ای با خاصیت آب‌دوستی 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 [۵،۶].



۳- عصاره نیم^۶: عصاره نیم از درخت (آزاد درخت)^۷ که در مناطق گرم و مرطوب می‌روید مشتق شده است و حاوی چندین ترکیب حشره کش و ضد میکروب طبیعی است. ترکیبات موثر این گیاه در تمام بخش‌های گیاه یافت می‌شود، لیکن از دانه، برگ و ریشه این درخت برای تهیه عصاره نیم استفاده می‌شود. از این ماده

برای تکمیل ضد میکروب پارچه پنبه، پنبه/پلی استر و پشم استفاده شده است [۷].



۴- 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^۸ از خاصیت ضد میکروب برخوردار است. منابع گیاهی حاوی نفتو کینون نظیر حنا، گردو از خاصیت ضد باکتری و قارچ برخوردار هستند [۱۷]. استفاده از زردچوبه به

منظور 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 [۸]. استفاده از مواد ضد میکروب طبیعی دیگر نظیر آلوئه‌ورا، عصاره درخت چای، عصاره گل کاه خاردار^۹ و اکالیپتوس نیز برای ضد میکروب کردن منسوجات گزارش شده است [۹]. در سال‌های اخیر از فناوری نانو در تولید حامل‌های نانومتری نظیر نانو کپسول‌ها به منظور افزایش ماندگاری و کارایی مواد ضد میکروب طبیعی استفاده شده است.

فرایندهای ضد میکروب کردن منسوجات

به منظور ضد میکروب کردن منسوجات از روش‌های مختلفی نظیر افزودن ماده ضد میکروب در مرحله تولید الیاف و یا تکمیل منسوجات استفاده می‌شود.

■ 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، تریسی، خشک‌ریسی و الکتروریسی می‌توان با افزودن مواد ضد میکروب به محلول یا مذاب ریسندگی، الیافی با خاصیت ضد میکروب تولید کرد.



■ تکمیل ضد میکروب منسوجات

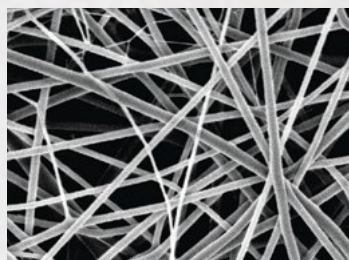
الیاف طبیعی و منسوجاتی نظیر پارچه و منسوجات بی‌بافت که امکان ضد میکروب کردن آن‌ها در مرحله تولید الیاف وجود نداشته باشد را می‌توان در مرحله تکمیل، ضد میکروب کرد.

منسوجات ضد میکروب

■ نانوالیاف ضد میکروب

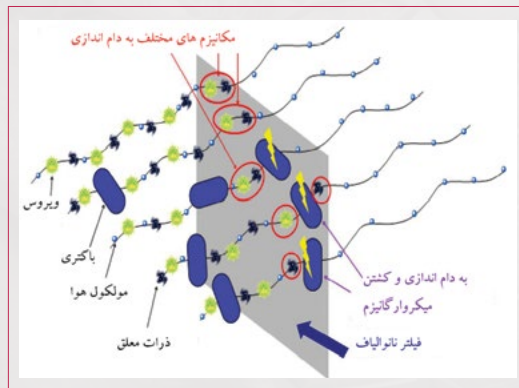
الکتروریسی به عنوان اصلی‌ترین روش برای تولید نانوالیاف پیوسته در مقیاس صنعتی و محدوده وسیع قطر (از چند نانومتر تا چند میکرومتر) شناخته می‌شود.

در الکتروریسی امکان افزودن دارو و مواد ضد میکروب به محلول پلیمری به منظور تولید نانوالیاف حاوی این مواد وجود دارد. به منظور ایجاد خاصیت ضد باکتری در نانوالیاف استفاده از

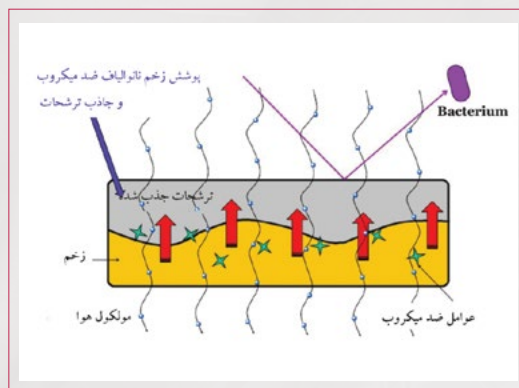


عوامل ضد باکتری نظیر نانوذرات نقره و کمپلکس‌های ید گزارش شده است. به این منظور از کمپلکس پلی‌وینیل‌پیرولیدن (PVP) و ید با امکان رهایش تدریجی ید (عامل ضدباکتری و ویروس) برای تهیه نانوالیاف استفاده شده است. با افزودن نیترات نقره به محلول پلیمری امکان رهایش یون‌های نقره و ایجاد خاصیت ضد میکروب در الیاف نهایی وجود دارد.

برای مثال نانوالیاف تهیه شده از پلی‌وینیل‌الکل 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 پلی‌پورتان‌های حاوی گروه‌های آمونیوم نوع چهارم هنگامی که به منسوج بی‌بافتی از نانوالیاف تبدیل می‌شود علیه باکتری‌های E.coli و S.aureus خاصیت ضد باکتری قابل توجهی نشان می‌دهند [۱۰، ۱۱]. از نانوالیاف ضد میکروب به منظور تولید منسوجات پزشکی و فیلتر هوا و ماسک استفاده شده است که در ادامه



» تولید فیلتر هوا
با استفاده از نانوالیاف
ضد میکروب [۱۲].



» پوشش‌های زخم
ضد میکروب و جاذب
ترشحات [۱۳].

➤ **ماسک ضد میکروب**
تهیه شده از نانوالیاف [۱۴].



به برخی محصولات تجاری تهیه شده اشاره می‌شود.

۱ تولید فیلتر هوا با استفاده از نانوالیاف ضد میکروب [۱۲].

۲ پوشش‌های زخم ضد میکروب و جاذب ترشحات [۱۳].

۳ ماسک ضد میکروب تهیه شده از نانوالیاف [۱۴].

■ الیاف ضد میکروب



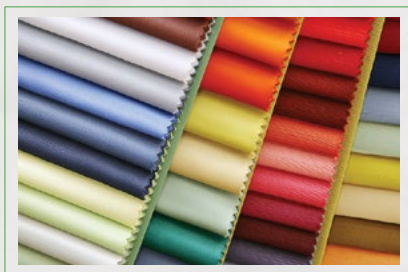
افزودن نانومواد ضد میکروب در مرحله تولید الیاف به منظور تولید الیاف ضد میکروب پیشنهاد شده است. به این منظور در مورد الیافی که به روش ذوب‌ریسی تهیه می‌شوند. ماده ضد میکروب در مرحله پیش از ذوب شدن به گرانول‌های پلیمری افزوده شده

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 می‌شوند. از مزایای این روش استفاده از ماشین آلات 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 حسام و همکارانش انجام شد، الیاف ویسکوز ضد میکروب و رنگی با استفاده از نانوذرات نقره تهیه شد. به این منظور نانوذرات نقره به صورت درجا و بدون استفاده از عامل احیا و پایدار کننده در ماتریس پلیمری ویسکوز سنتز شد. 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 کراس‌لینک‌کننده می‌باشد [۱۶].

از دیگر روش‌های تولید نخ ضد میکروب، عبور نخ اولیه از درون محلولی حاوی نانوذرات ضد میکروب

می‌باشد. در این روش نانو ذرات همانند آهار بر روی نخ تولیدی قرار می‌گیرند. از این روش می‌توان برای ضد میکروب کردن انواع نخ پنبه‌ای، ابریشمی، پشمی و مصنوعی استفاده کرد.

■ پارچه‌های ضد میکروب



این محصولات عموماً با فرایندهای مختلف تکمیل تولید می‌شوند. برای تولید پارچه‌های ضد میکروب می‌توان نانو ذرات را به رنگزای پارچه اضافه نمود و پارچه در فرآیند رنگ‌رزی یا چاپ عامل دار شده و دارای خواص مورد نظر می‌شود. همچنین می‌توان عامل ضد میکروب را به مواد مورد استفاده در فرآیند تکمیل نهایی اضافه کرد. به منظور تکمیل پارچه با مواد ضد میکروب

نانومتری روش‌های مختلفی وجود دارد که برخی از آن‌ها در شکل ۵ ذکر شده‌اند.



▲ شکل ۵. روش‌های مختلف تکمیل منسوجات

■ تولید چرم آنتی باکتریال

افزودن نانو ذرات ضد میکروب (معمولاً نانو ذرات نقره) به چرم با روش‌های مورد کاربرد برای منسوجات متفاوت است. بدین منظور از فرایند تخلیه الکتریکی کرونا استفاده می‌شود. در این روش، گازهای محیط توسط تخلیه الکتریکی کرونا به رادیکال، الکترون و یون تبدیل شده و ذرات تهیج شده می‌توانند سطوح پلیمری را تحت تاثیر واکنش شیمیایی و تخریب ساختار سطحی قرار دهند. این



فرایند سبب عامل دار شدن زنجیره‌های پلیمری چرم، ایجاد حفره‌های میکروسکوپی شده که جذب نانوذرات را امکان‌پذیر می‌سازد. سپس روغنی حاوی عامل‌های ضد میکروب بر سطح چرم پاشیده شده و در نهایت چرم ضد میکروب تولید خواهد شد [۱۷].

تکمیل ضد میکروب محصولات نهایی



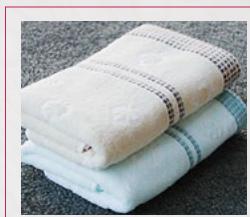
به منظور ایجاد خاصیت ضد میکروب در منسوجات تمام شده نظیر پوشاک می‌توان از روش‌هایی نظیر غوطه‌وری و افشانه حاوی نانومواد ضد میکروب استفاده کرد. هرچند این روش یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای تولید منسوجات ضد میکروب است، لیکن عدم اتصال نانوذرات به منسوجات منجر به سهولت رهايش این مواد می‌شود. در نتیجه علاوه بر کاهش خواص مورد نظر در منسوجات، سبب آلودگی محیط زیست و افزایش احتمال ورود این مواد به بدن انسان و ایجاد بیماری‌های ناشی از حضور این ذرات در بدن می‌شوند.

شرکت‌های تولیدکننده محصولات ضد میکروب

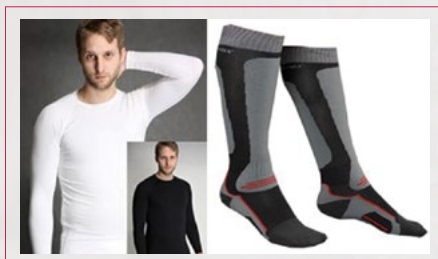
مقبولیت منسوجات ضد میکروب در میان مصرف‌کنندگان، سبب ترغیب تولیدکنندگان به تحقیق، ثبت اختراع و تولید محصولات مربوطه شده است که در ادامه به چند نمونه اشاره می‌شود.

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 پوشش‌های زخم یا سوختگی، لباس زیر، جوراب، کفش و آستر کفش، ملحفه، بالش، حوله، محصولات بهداشتی، روپوش آزمایشگاه و لباس‌های پزشکی مناسب دانسته‌اند [۱۶].

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 شده است و تولید منسوجاتی نظیر لباس زیر و تیشرت ضد میکروب را در دستور کار خود قرار داده است [۱۸].

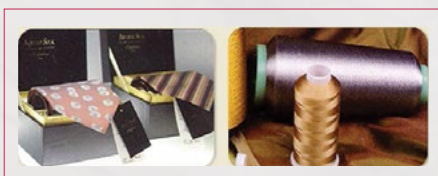


شکل ۶. برخی محصولات ضد میکروب شرکت AgActive



شکل ۷. نمونه‌ای از محصولات ضد میکروب شرکت Nanosilver

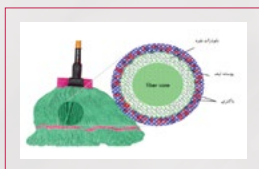
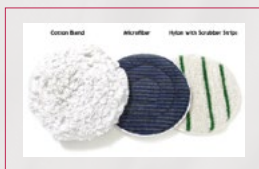
۳ شرکت Nanosilver® در کشور چک، با استفاده از نخ‌های مصنوعی حاوی نانو ذرات نقره همراه با الیاف پنبه (به منظور افزایش راحتی) اقدام به تولید محصولات متنوعی نظیر جوراب، لباس زیر، لباس ورزش و... نموده است. این شرکت استفاده از محصولاتش را به افراد نظامی، کارگران، کشاورزان و همه افرادی که ناگزیر به انجام فعالیت‌های بدنی زیاد هستند پیشنهاد نموده است [۱۹].



شکل ۸. کراوات تولید شده با نخ ضد میکروب توسط شرکت Pianezza

۴ در سال ۲۰۰۸ Paolo Pianezza مالک شرکت پایانزا نخ 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 نانو ذرات یا یون‌های نقره در مرحله ریسندگی، از خاصیت ضد میکروب برخوردار می‌باشد [۲۰].

۵ شرکت جونز آمریکا در طول «مسیر سبز» تولید محصولات خود موفق به دستیابی به فناوری تولید نخ ضد میکروب و بهبود یافته AMTM شده است. کارایی ضد میکروبی نخ‌های سری ۰۹۶۰۰۴ و ۵۰۶۵۰۴ ناشی از طبیعت ضد باکتری نانو ذرات نقره است. نخ‌های AMTM با اختلاط نانو ذرات نقره در مرحله ریسندگی الیاف پلی استر تولید می‌شوند و از آنجایی که نانو ذرات به صورت سطحی بر روی الیاف قرار نگرفته‌اند، لذا در اثر شستشو یا استفاده از نخ جدا نشده و خاصیت ضد باکتری این الیاف دائمی است. یون‌های نقره سازگار با محیط زیست، غیر سمی و غیر آلرژی زا بوه و در تماس با انسان کاملاً بی‌خطر می‌باشند. نخ AMTM برای کاربرد در منسوجات مورد استفاده در نظافت، تولید مواد غذایی، بهداشت مناسب است. هنگامی که از این الیاف برای پاک کردن زمین استفاده می‌شود، مواد آلی، خاک، ذرات غذا، قارچ، کپک و حتی باکتری‌ها را نیز جمع‌آوری و نابود می‌کند. نخ AMTM در برابر رشد میکروب‌های تخریب‌کننده رنگ منسوجات و کاهنده استحکام الیاف مقاوم است [۲۱].

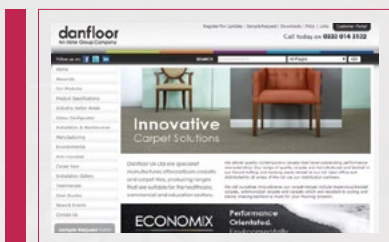


شکل ۹. برخی محصولات تهیه شده از نخ تولیدی شرکت جونز آمریکا



۶ شرکت NewLife™، تولیدکننده نخ ضد میکروب
با ماندگاری خواص در طول زمان مصرف می‌باشد. این شرکت ایتالیایی با اضافه کردن مخلوطی از سرامیک حاوی فسفات زیر کونیم/ یون نقره/ حین فرایند ذوب‌ریسی، موفق به تولید نخ ضد میکروب و ضدبو با حفظ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نخ شده است که رشد میکروارگانیسم‌های غیر بیماری‌زا

را که باعث ایجاد بوی نامطبوع می‌شوند را مهار می‌کند. سرامیک به کار گرفته شده در این پلیمر از لحاظ ایمنی دارای استاندارد Oeko-Tex® standard 100 بوده، که بیانگر عدم ایجاد حساسیت در اثر تماس با پوست و عدم آلودگی در اثر رهایش در محیط زیست می‌باشد استفاده از این محصول در منسوجاتی نظیر پوشاک (لباس زیر، جوراب، لباس‌های ورزشی، لباس کارمورد استفاده در صنایع غذایی و پزشکی)، مبلمان و منسوجات خواب (ملحفه، پتو، لحاف)، پرده حمام، حوله و... پیشنهاد شده است [۲۲].



۷ افزایش استفاده از فرش در اماکن عمومی نظیر
بیمارستان‌ها، مدارس و سایر نهادها لزوم به کارگیری مواد ضد میکروب در این منسوجات را به وجود آورده است. شرکت انگلیسی دان‌فلور "فناوری نوینی را برای غلبه بر این مشکل ارائه نموده است. محصول mædical™ i-Link™ ساخت این شرکت، طراوت و بهداشت مطلوب را برای منسوجات حتی پس از

استفاده بسیار زیاد و شستشوی مکرر تضمین می‌کند. این فناوری یک پوشش ضد میکروبی ثابت بر روی الیاف فرش است که منجر به مرگ میکروارگانیسم در زمان تماس با فرش می‌شود. کارایی این پوشش به مرور زمان کاهش نیافته و محیط غیر قابل رشدی برای میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌کند که سبب از بین بردن بوی نامطبوع و افزایش بهداشت جامعه می‌شود. سازوکار اثر ضد میکروب این پوشش در شکل ۱۰ نشان داده شده است [۲۳].

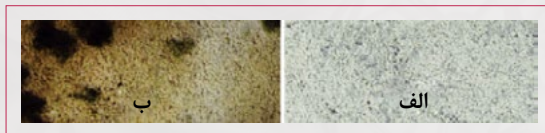
۸ شرکت ایتالیایی رادسیسی^{۱۲} در سال ۲۰۰۴ نخ نایلون ۶ ضد میکروب را با استفاده از فناوری ضد میکروبی AlphaSan® (سرامیک زیر کونیم فسفات حاوی نانوذرات نقره) برای تولید فرش ارائه نموده است که از رشد کپک، قارچ، باکتری و سایر میکروارگانیسم‌های مسبب ایجاد بوی نامطبوع، تغییر رنگ و بیماری‌های جلوگیری می‌کند [۲۴].

۹ شرکت بلیس^{۱۳} فرش ضد میکروبی را با استفاده از خاصیت ضد باکتری فلزاتی نظیر، مس و روی ارائه نموده است. سازوکار این فناوری به رهایش یون‌های فلزی در رطوبتی که برای رشد میکروب‌ها مورد نیاز است باز می‌گردد. یون‌های فلزی به میکروب متصل شده و سبب غیر فعال شدن آن‌ها می‌شوند. نانوذرات فلزی حین ریسندگی الیاف فرش به آن‌ها افزوده می‌شود و به این ترتیب از ایجاد بوی نامطبوع ناشی از حضور باکتری‌ها جلوگیری می‌نماید [۲۵].



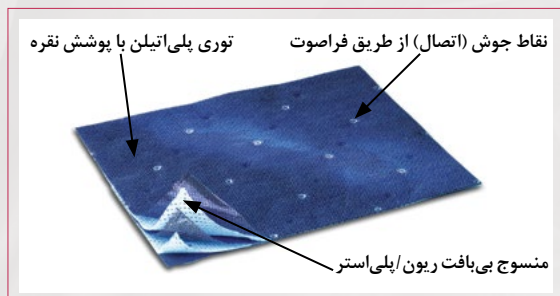
شکل ۱۰. یون‌های فلزی رها شده روی الیاف فرش سبب غیرفعال شدن میکروب‌های عامل ایجاد بو و لکه روی فرش می‌شوند.

شرکت میکروبن^{۱۴} نیز فرش ضد میکروبی ارائه نموده است که با از بین بردن شرایط رشد و تکثیر میکروب‌ها، مانع از ایجاد لکه و بوی نامطبوع بر روی فرش می‌شود. به علت افزودن مواد ضد میکروب حین تولید الیاف خواص الیاف ماندگار بوده و برای مقابله با طیف گسترده‌ای از انواع میکروب‌ها طراحی شده است. فرش ضد میکروب تولید شده برای کاربرد در محل‌هایی که به علت عبور و مرور بسیار زیاد مستعد رشد میکروب هستند، بسیار مناسب است. این خواص ناشی از حضور ذرات روی در الیاف فرش می‌باشند [۲۶].



شکل ۱۱. فرش تهیه شده از الیاف ضد میکروب (الف)، فرش معمولی (ب)

شرکت ناکریست^{۱۵}، باندهای زخم حاوی نانوذرات نقره برای زخم‌های سوختگی ارائه نموده است که مانع از ایجاد عفونت در محل زخم می‌شود. این باند زخم شامل دو لایه منسوج بی‌بافت ریون/ پلی‌استر است که در طرفین توری پلی‌اتیلن با چگالی زیاد (HDPE) پوشش داده شده با نقره قرار گرفته است [۲۷].



شکل ۱۲. باند زخم سه لایه Acticoat

وضعیت فناوری در ایران



استقبال گسترده از جشنواره‌ها و نمایشگاه‌های فناوری‌نانو در حوزه نساجی، نشان دهنده افزایش توجه مردم نسبت به استفاده از منسوجات تولید شده مبتنی بر فناوری‌نانو است. از سوی دیگر اهمیت سلامت و بهداشت، زمینه فعالیت شرکت‌های فناوری‌انو در این حوزه فراهم ساخته است. در کشور ما برخی صنایع به استفاده از فناوری‌نانو در تولید منسوجات به ویژه منسوجات ضد میکروب روی آورده‌اند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

۱ صنایع پتروشیمی شهید تندگویان اقدام به تولید گرانول پلی اتیلن ترفتالات ضد میکروب (حاوی نانوذرات $\text{TiO}_2\text{-Ag}$) با نام تجاری AB-PET نموده است که در تولید فیلامنت پلی استر ضد میکروب قابل استفاده است. دائمی بودن خاصیت ضد میکروب در کنار سازگاری با شرایط عملیات و ماشین آلات ریسندگی از مهمترین ویژگی‌های این محصول می‌باشد که در مرحله اول، ۳۰۰ تن از این محصول تولید و به بازار داخل کشور عرضه شد [۲۸].



۲ شرکت تولیدی تهران زرنخ یکی از سه کارخانه گروه تولیدی صنعتی تهرانی، موفق به تولید نخ پلی آمید با خاصیت ضد میکروب ماندگار شده است. به منظور تولید این الیاف از مستریج حاوی PA6 / نانوذرات نقره TiO_2 استفاده شده است که در مرحله ذوب‌ریسی با گرانول پلی آمید ۶ مخلوط می‌شود. محصولات متعدد تهیه شده از این الیاف موفق به دریافت نشان سیب سبز سلامت از سازمان غذا و دارو شده است [۲۹].

۳ دو شرکت جوراب کاسپین و تولیدی جوراب مهیار زنجان نیز از پوشش‌دهی محصولات خود با نانوذرات نقره به منظور ایجاد خاصیت ضد میکروب و ضدبو در محصولات خود استفاده می‌نمایند [۳۰].

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 [۳۱].

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

کاغذی بومی بوده و از لحاظ قیمت تنها ۲۰ درصد نسبت به دستمال کاغذی های معمولی افزایش قیمت خواهد داشت.



۶ پانسمن AgiCoat تولید شده در شرکت داروسازی عماد نمونه‌ای دیگر از محصولات ضد میکروب نانویی ساخت ایران است. این محصول یک پانسمن تک‌لایه با پوششی از نانو کریستال‌های نقره است که توسط روش احیای شیمیایی، نقره بر روی شبکه‌های از الیاف نایلونی با انعطاف‌پذیری بسیار بالا، پوشش داده شده‌اند. این لایه با آزادسازی آهسته یون نقره اثرات ضد میکروبی و ضد التهابی خود را اعمال می‌کند [۳۲].

پی‌نوشت‌ها

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| ۱ Chitosan | ۹ Prickly Chaff Flower |
| ۲ Cross linking agents | ۱۰ Jones |
| ۳ Glutaraldehyde | ۱۱ Danfloor |
| ۴ Polycarboxylic acids | ۱۲ RadiciGroup |
| ۵ sericin | ۱۳ Bliss |
| ۶ neem | ۱۴ Microban |
| ۷ Azadiracta indica | ۱۵ Nucryst Pharmaceuticals Acticoat |
| ۸ Tannin | |

مراجع

- ۱ 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.
- ۲ Moustafa M. G. Fouda (2012). Antibacterial Modification of Textiles Using Nanotechnology, A Search for Antibacterial Agents, Dr. Varaprasad Bobbarala (Ed.).
- ۳ Enrique Lima et al, Gold nanoparticles as efficient antimicrobial agents for Escherichia coli and Salmonella typhi, Chemistry Central Journal 2013, 7:11
- ۴ 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.
- ۵ Yamada H& Matsunaga A, Jap Pat 06-017373A, 1994.
- ۶ Wakabayashi S & M Sugioka, Jap Pat 06-017372A, 1994

۷ 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.

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

۹ 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.

۱۰ 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.

۱۱ www.nami.org.hk

۱۲ <http://www.sciencedaily.com/releases/2014/05/140512142213.htm>

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

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

۱۵ Idris, A; Majidnia, Z; Valipour, P; Antibacterial Improvement of Leather by Surface Modification using Corona Discharge and Silver Nanoparticles Application, Journal of Science and Technology, Vol 5, No 2, 2013

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

۱۸ <http://www.agactive.com/products.html>

[19] <https://www.nanosilver.eu>

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

۲۱ <http://www.jonesyarn.com/Products/antimicrobial-yarn.html> .

۲۲ <http://www.newlifeyarns.com>

۲۳ www.danfloor.co.uk

۲۴ www.antimicrobialalphanas.com

۲۵ <http://www.blissflooring.com/bliss/home-carpet/carpet-treatment/silver-release.aspx>

۲۶ <http://www.microban.com/what-we-do/by-product/categories/carpet>

۲۷ <http://www.smith-nephew.com/professional/products/advanced-wound-management/acticoat/>

۲۸ <http://www.shana.ir/fa/newsagency/197074>

۲۹ <http://www.zarnakh.com>

۳۰ <http://corridor.nano.ir>

۳۱ <http://www.golrizpaper.com>

۳۲ www.emadpharma.com

۳۳ <http://www.yjc.ir/fa/news>

مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفط»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت‌وساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ - www.nanosun.ir

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- نقش فناوری نانو در توسعه پیچ‌های پوستی
- کاربرد های فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربرد های فناوری نانو در گل حفاری
- کاربرد های فناوری نانو در صنعت نساجی
- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آنروزل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک داروهای متصل‌شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون
- نانو حسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول خون (تعیین میزان قند، چربی و...)
- نانو کامپوزیت‌های زیست تخریب‌پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خودتمیز شونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی با استفاده از نانو کودهای بیولوژیک
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتن‌های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- نانولیپوزوم‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربرد فناوری نانو در محیط‌های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربردهای فناوری نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب
- حذف آلاینده‌های آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان
- استفاده از غشاء نانولوله کربنی جهت نمک‌زدایی و تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک
- غنی‌سازی محصولات کشاورزی با نانو کودهای کلاته آهن و روی
- کاربرد فناوری نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- کیتوسان پلیمری زیست تخریب‌پذیر در سامانه‌های دارورسانی
- فناوری نانو و بتن‌های ویژه
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربردهای فناوری نانو در بخش انتقال شبکه برق‌رسانی
- فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی
- نقش فناوری نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه سیمانی
- روش تغییر شکل پلاستیک شدید در تولید فلزات نانو ساختار
- آلیاژسازی و فعال‌سازی مکانیکی، فناوری تهیه نانومواد