

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۱۱

# کاربرد فناوری نانو در صنعت نساجی

سال انتشار: ۱۳۹۳

ویرایش نخست



فناوری نانو به عنوان یکی از فناوری های کلیدی قرن بیست و یکم، توجه جدی کشورها و شرکت های بزرگ دنیا را به خود جلب نموده است. در بهره گیری از فناوری های متداول، می توان اثرات ویژه آن در بهبود خواص را درک نمود. ایجاد پوشش های نانو ساختار بر روی منسوجات به منظور ایجاد خواص جدید در آنها، استفاده از نانوذرات در ساختار منسوجات و الیاف با قابلیت ایجاد خواص همچون ضدباکتری، ضد بو، دیرسوزی، ضد آب و لکه گریز از جمله این موارد است. استفاده از فناوری نانو در صنایع نساجی می تواند باعث افزایش کارایی منسوجات، ایجاد خواص جدید در آنها، کاهش هزینه های تولید با تغییر فرآیندها و توسعه کاربردهای منسوجات در حوزه های دیگر از جمله منسوجات پزشکی و ژئوتکستایل ها شود. لذا در این نوشتار، علاوه بر اهمیت و مزایای استفاده از فناوری نانو در صنعت نساجی، بر کاربردهای این فناوری اشاره ای شده است تا صنعتگران و مدیران شرکت ها با استفاده بهینه از این دانش و فناوری بتوانند موجب افزایش بهره وری شرکت خود و بهبود کارایی منسوجات تولیدی شرکت خود شوند.

### آینده صنعت نساجی



منسوجات همیشه نقش حیاتی در زندگی انسان بازی کرده و هیچ دلیلی برای این باور که اهمیت آن در قرن بیست و یکم کاهش می یابد وجود ندارد. در مقابل، در حالی که هیچ جایگزین جدی برای منسوجات متعارف زمینه های پوشاک و دکوراسیون داخلی وجود ندارد، پیش بینی می شود منسوجات و مواد مرکب مبتنی بر منسوجات، جایگزین بسیاری از مواد فلزی و

پلاستیکی مورد استفاده در صنعت خودرو، کشتی سازی، ساختمان و یا هوانوردی، در صنعت ماشین آلات و ابزار ماشین آلات، الکترونیک، برق و دستگاه های پزشکی، ساخت و ساز یا کشاورزی و به میزان کمتر مواد چوبی یا چرمی مبلمان، کالاهای ورزشی و دیگر زمینه های کاربردی کوچک تر شود. در مقیاس جهانی، صنعت تولید الیاف، منسوجات و محصولات مبتنی بر منسوجات در حال تکامل و رشد است. بخش قابل توجهی از این رشد در مناطقی از جهان که تجربه سریع نرخ رشد در مصرف منسوجات مرسوم دارند همچون آسیای جنوبی و شرقی و آمریکا لاتین صورت خواهد گرفت. بنابراین چشم انداز آینده صنعت نساجی و پوشاک تنها می تواند حول مفهوم پویایی، نوآوری، حرکت مبتنی بر دانش و شبکه های مشتری مدار تجارت شکل بگیرد.

## چرا منسوجات به سمت نانو می‌روند؟

### ۱ مزایای فنی و مهندسی:

■ بهبود کارایی منسوجات؛

■ ارتقاء کیفیت محصولات؛

■ امکان ایجاد نوآوری در توسعه محصولات

جدید؛

■ حوزه کاربردی گسترده؛

■ قابلیت انجام عملیات روی تمام انواع

منسوجات؛

■ بهبود یا نوآوری در فرآیندهای تولید.

### ۲ مزایای اقتصادی و تولیدی:

■ ایجاد ارزش افزوده؛

■ تولید ثروت؛

■ افزایش قدرت رقابت‌پذیری در بازارهای

داخلی و خارجی؛

■ ارائه راه‌کارهایی برای تولید محصولات

دوست‌دار محیط زیست؛

■ بهبود فرآیندهای تولید و کاهش هزینه‌های

آن از طریق تغییر در فرآیندها.

## فناوری نانو چه فرصت‌های جدیدی برای صنعت نساجی ایجاد می‌کند؟



طبق تخمین ارائه شده توسط موسسه Cientifica ارزش بازار محصولات نساجی که از فناوری نانو استفاده می‌کنند در سال ۲۰۰۷ در حدود ۱۳/۶ میلیارد دلار و در سال ۲۰۱۲ با رشد تقریباً سه برابری به عدد ۱۱۵ میلیارد دلار رسیده است. با یک نگاه اجمالی به متوسط نرخ رشد در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ مشخص می‌شود که فناوری نانو دارای تأثیرات متفاوت در بخش‌های مختلف صنعت

نساجی است. بیشترین تأثیر برای منسوجات ورزشی/ منسوجات بیرون از خانه پیش‌بینی می‌شود (۲۴۷/۹۲ درصد در سال)، که پس از آن منسوجات فنی غیرمتعارف (۱۳۳/۱۲ درصد در سال)، منسوجات پزشکی (۱۰۱/۵۹ درصد در سال)، منسوجات نظامی (۶۵/۱۷ درصد در سال)، منسوجات خانگی (۵۶/۰۴ درصد در سال) و منسوجات مورد استفاده در پوشاک (۱۴/۲۱ درصد در سال) قرار دارند.

فناوری نانو می‌تواند از دو جنبه فرصت‌دهی برای صنعت نساجی ایجاد کند:

■ تحول با توسعه مبتنی بر فناوری نانو. به عنوان نمونه بازار جذاب منسوجات فنی و پزشکی را می‌توان مثال زد.

■ رقابت با ترکیه و شرق آسیا. مثال این بخش تولید پوشاک به عنوان محصولی با شصت درصد سهم در بازار منسوجات است.

## حوزه‌های کاربردی نانوفناوری در صنعت نساجی

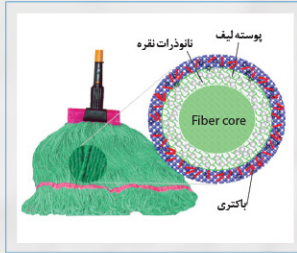
گستره قابل توجهی از کاربردهای مختلف ایجاد شده با فناوری نانو زمینه‌های جذابی را در حوزه

نساجی ایجاد کرده است.

### ■ الیاف کامپوزیتی نانوساختار

الیاف کامپوزیتی نانوساختار الیافی هستند که در ساختار آنها از مواد نانوساختار استفاده شده است. مزیت اساسی الیاف نانو کامپوزیتی تولید شده توسط روش ذوب‌ریسی این است که تنها با اعمال تغییرات اندک می‌توان یک خط تولید الیاف پلیمری معمولی را به خط تولید الیاف کامپوزیتی نانوساختار تبدیل کرد.

» نخ با ساختار  
نانو کامپوزیتی ضد باکتری  
(سمت راست) شرکت  
تهران زرنخ (سمت چپ)  
شرکت جونز آمریکا



### ■ نانو کامپوزیت

نانو کامپوزیت به گروهی از کامپوزیت‌ها گفته می‌شود که حداقل یکی از اجزای آنها نانو مقیاس باشد. نانو کامپوزیت‌های حاصل از پلیمرها و نانوذرات فلزی، اکسیدها و سایر مواد خصوصیات متنوع و بهبود یافته‌ای دارند. به عنوان مثال خواص تأخیر در شعله‌پذیری کامپوزیت‌های شامل نانوذره سیلیکات می‌تواند به خوبی مصارفی در سرویس خواب، پرده‌ها و غیره پیدا کند.

### ■ نانوالیاف

هنگامی که قطر الیاف پلیمری از میکرون به چندصد نانومتر کاهش یابد، می‌تواند خواص ویژه‌ای نظیر نسبت سطح به حجم بسیار بالا در مقایسه با مواد شناخته شده بدست آورد. این خواص برجسته، نانوالیاف پلیمری را گزینه مناسبی جهت بسیاری از کاربردهای مهم از جمله فیلتراسیون، منسوجات پزشکی و... می‌نماید. روش مرسوم در تولید نانوالیاف فرایند الکتروریسی است.

» دستگاه الکتروریسی  
صنعتی (سمت راست)  
شرکت فناوری نانو ساختار  
آسیا (سمت چپ)  
شرکت نانومقیاس



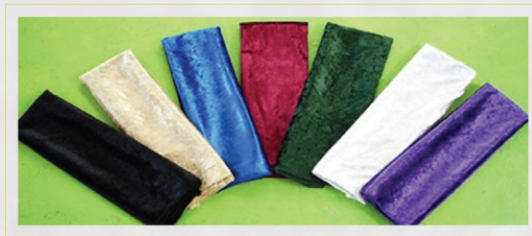
### نانو تکمیل ها



نانو پوشش ها شامل پوشاندن سطح با نانو مواد یا لایه های نانومتری است. برای بکار بردن نانو پوشش ها در نساجی از نانو ساختارها و برخی روش های اصلاح سطح و روش هایی مثل پلاسما، سل ژل، لایه به لایه و... استفاده می شود. نانو پوشش ها در منسوجات شامل پوشش های ضد چروک، ضد آب، ضد روغن، ضد شعله، ضد باکتری، ضد بو و عرق، ضد حشره، دفع آب، ضد اشعه ماوراء بنفش، ضد الکتریسیته ساکن، ضد اشعه یووی، قابلیت تنفس و آب دوستی و... هستند.

### نانو رنگریزی

رنگریزی برخی از منسوجات مصنوعی مانند پلی پروپیلن به خاطر ساختار کریستالی و نبود گروه های عاملی و غیر قطبی بودن آن سخت است. قابلیت های این منسوجات با وارد کردن نانو پرکننده ها می تواند تغییر کند و رفتار رنگ پذیری بهبود یابد. مثلاً نخ های نایلونی شامل نانو کلی با رنگریزی دیسپرس سریعتر می شوند.



### پارچه های ابریشمی رنگریزی شده با نانو ذرات طلا و نقره

افزایش قابلیت رنگ پذیری پارچه ها به روش پوشش دهی مواد جاذب بر روی پارچه ها نیز صورت می گیرد. به عنوان مثال ایجاد لایه نانومتری کیتوسان بر روی ابریشم باعث افزایش سطح ابریشم به میزان چشم گیری می شود که قابلیت رنگ پذیری آن را به میزان ۱۰۰ تا ۲۰۰ برابر افزایش می دهد. مزیت اقتصادی این روش کاهش مصرف مواد رنگی است.

در برخی موارد با استفاده از اصلاحات سطحی نانویی می توان بهبود در رنگریزی ایجاد کرد. مثلاً فناوری پلاسما با اصلاحات سطحی فیزیکی و شیمیایی در حد نانو می تواند بدون تغییر خواص توده (بالک) سبب افزایش آبدوستی و تغییر گروه های شیمیایی سطح شده و بهبود و یا تغییر در رنگ پذیری و ثبات رنگی را حاصل کند.

## کارکردهای ویژه فناوری نانو در نساجی

### ■ منسوجات چندمنظوره

فناوری نانو به منسوجات امکان ترکیب خواص مختلف را می‌دهد. بدین ترتیب آنها می‌توانند به سمت چندمنظوره شدن حرکت کنند. هرچه کارکردهای مفید منسوج افزایش یابد ارزش افزوده کالا بالاتر خواهد رفت. برای مثال از فناوری پلاسما می‌توان برای تغییر در سطح لایه‌های بیرونی منسوجات استفاده کرد که می‌تواند بصورت همزمان باعث ایجاد خواص ضد باکتری، ضد قارچ و دفع آب در آنها شود.



▲ الیاف پیژوالکتریک

### ■ منسوجات با کارایی بالا

در حال حاضر مصرف‌کنندگان متقاضی لباس‌هایی هستند که در ضمن زیبا بودن، خوشبو، راحت و پاکیزه بوده و نگهداری از آن نیز آسان باشد. همچنین برخی منسوجات دارای خصوصیات ویژه در این دسته قرار می‌گیرند. پارچه‌ها و پوشاک مبتنی بر فناوری‌های برتر که به منظور تولید لباس‌های با کارایی بالا طراحی شده‌اند، توانسته‌اند چارچوب مدهای روزمره را از بین ببرند.



▲ جوراب مجهز به نانوالیاف PVDF.

جهت برداشت انرژی از راه رفتن.

محصول شرکت Teijin ژاپن

## محصولات تجاری شده

### ■ مثال اول؛ کاربردهای فناوری نانو در پوشاک

قیمت پوشاک توانمندشده با نانو نسبت به محصولات معمولی در بازار تنها بیش از ده درصد بالاتر است. این امر موجب پذیرش وسیع این فناوری میان تولیدکنندگان مواد می‌شود. شرکت Schoeller با استفاده از نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم پوشش‌های خودتمیزشونده را برای ممانعت در برابر آب، لک، روغن، بو، میکروب و چرک ارائه داده است.

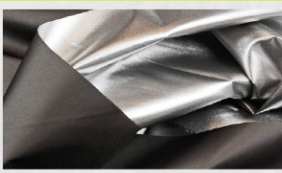


▲ نمونه‌ای از پوشاک تولید شده با

فناوری نانو، پوشاک ضد آب

### ■ مثال دوم؛ کاربرد فناوری نانو در منسوجات خانگی

صنعت نساجی یکی از بزرگترین بازارهای صنعتی را دارا است و منسوجات خانگی و آنچه که در اثاثیه منزل یا در بخش رویه کوبی مبلمان کاربرد دارد را شامل می‌شود. گرایش به تولید پارچه‌هایی راحت با نگهداری آسان (حداقل نیاز به تمیز کردن و...) نشانه مثبتی از فرصت خوبی است که محصولات تولیدشده با فناوری نانو (با توجه به ویژگی‌های اضافی که دارند) از آن



▲ برده پوشش داده شده با نانوفلز،

محصول شرکت Suzutora

برخوردار هستند. موسسه Suzutora با پوشش های نانو فلزی، پرده های مقاوم در برابر اشعه UV و شرکت MIPAN Nano Magic Silver با پوشش های نانو نقره، فرش های ضد میکروب عرضه کرده اند.

#### ■ مثال سوم؛ کاربرد فناوری نانو در صنایع نظامی



نانوسنسورهای لیفی موجود در پوشاک برای گزارش زخمی شدن سرباز

هزینه های تولید در صورت استفاده از فناوری نانو می تواند باعث افزایش ۱۰ تا ۵۰ برابری در هزینه ها برای بخش منسوجات لیاف نظامی شود، اما به نظر می رسد که قیمت محصولات در بازار ۳ تا ۴ برابر افزایش می یابد. در نتیجه سود ناشی از استفاده از فناوری نانو، به طور قابل ملاحظه ای بالاتر از هزینه های اضافی برای بخش منسوجات نظامی است و منجر به تقابل گسترده ای میان کیفیت و کمیت تولید کننده های مواد خواهد شد. دانشگاه MIT با استفاده از نانولوله های کربنی، نوعی لباس های محافظ با ضریب محافظتی بالا تولید کرده که ضد گلوله، عبور دهنده هوا، ضد سم و آنتی باکتریال هستند.

#### ■ مثال چهارم؛ کاربرد فناوری نانو در منسوجات پزشکی

هر چند که ظرفیت بازار پارچه های دارای خواص بهداشتی و ضد باکتریایی بسیار بالاست اما هزینه تولید این گونه پارچه ها چندان بالا نبوده، زیرا تنها به پرداخت پارچه های معمولی با روکش های ضد باکتری نیاز است. بانداژهای زخم مجهز به نانوذرات نقره برای بیماران سوختگی، محصول شرکت Nucryst Pharmaceuticals Acticoat، بانداژهای ضد باکتری تولید شده با استفاده از نانو کامپوزیت ضد باکتری در شرکت داروسازی عماد و نخ های جراحی تولید شده با نانوالیاف جهت درمان جراحات محصول شرکت Alltracel Pharmaceuticals از جمله این منسوجات است.

پانسمان ضد باکتری حاوی نانو کریستال های نقره (سمت راست) تولید شده توسط شرکت smith&nephew (سمت چپ) تولید شده توسط داروسازی عماد



#### ■ مثال پنجم؛ کاربرد فناوری نانو در پوشاک ورزشی و لباس های بیرون از منزل

مصرف کنندگان منسوجات ورزشی با توجه به عملکرد و قابلیت های بهتر این محصولات حاضرند قیمت بیشتری را بپردازند. بطوری که فواید محسوس و نامحسوس این محصولات بسیار بیشتر از آن است که

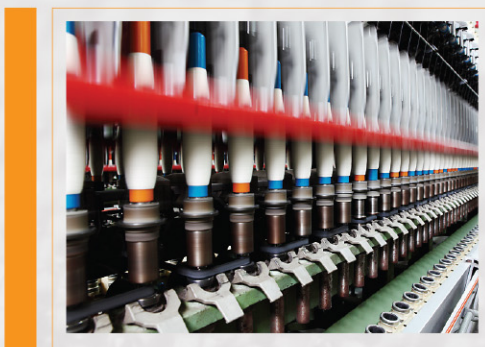
تحت تأثیر افزایش هزینه‌ها در صنعت منسوجات ورزشی قرار گیرند. پارچه مخصوص لباس غواصی که توسط شرکت Suzutora ساخته شده با روکشی از نانوذرات فلزی می‌تواند ضمن حفظ گرمای بدن، غواصی راحت و لذت بخشی را به ارمغان می‌آورد.



استفاده از روکش‌های نانوفلزی برای لباس‌های غواصی



### راهبردهای مدیریتی



همانطور که اشاره شد، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری از اهداف راهبردی شرکت‌های فعال در صنعت نساجی است. به طوری که امروزه تمرکز بسیاری از شرکت‌ها بر استفاده فناوری‌های نوین در بهبود فرآیندهای تولید، ایجاد خاصیت‌های جدید در منسوجات، تولید منسوجات با کاربردهای نو و کاهش هزینه‌های تولید از طریق استفاده از فرآیندهای نوین است. به دلیل جدید بودن این فناوری در کشور،

چالش‌های مختلفی بر سر راه استفاده از این فناوری در صنایع نساجی وجود دارد. رفع این چالش‌ها به راهکارها و روش‌های عملیاتی برنامه‌ریزی شده نیازمند است که در ادامه ارائه شده است.

### ۱ آشناسازی صنایع با موضوع فناوری نانو

همان‌طور که اشاره شد، صنعت نساجی یکی از حوزه‌های پر کاربرد فناوری نانو و به خصوص نانو کامپوزیت‌ها و نانو مواد خواهد بود. لذا آشنا کردن مهندسان، تکنسین‌ها و مدیران از مزایا و اهمیت این فناوری و نیز تعامل با متخصصان و فعالان این حوزه می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش هزینه‌ها و بهبود کارایی، تولید محصولات جدید و بهبود فرآیندهای تولید ارائه نماید.

### ۲ نیاز به مواد اولیه نانویی

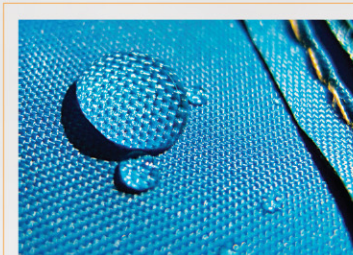
به دلیل اینکه اغلب الیاف پلیمری مصنوعی و پوشش‌های نانویی منسوجات نیازمند استفاده از نانو مواد و



مسترچ‌های نانویی هستند، از این رو شرکت‌های سازنده اینگونه محصولات نیازمند استفاده از نانو مواد، مسترچ‌های نانویی و... هستند. بنابراین تقویت و یا ایجاد شرکت‌های تولید کننده نانو مواد و مسترچ از جمله فعالیت‌هایی است که باید تمرکز بیشتری بر روی آنها صورت گیرد. همچنین راه‌اندازی خطوط تولید مسترچ‌های نانویی و خطوط تکمیل با فناوری ایجاد پوشش‌های نانویی بر روی منسوجات از دیگر اولویت‌های توسعه فناوری نانو در صنعت نساجی خواهد بود.

### ۲ نیاز به مهندسی و طراحی فرآیندهای بر اساس تقاضای مشتری

همان‌طور که در این گزارش اشاره شد، ساخت و تولید تجهیزات، مواد اولیه، مواد واسط، روش‌های تولید و



توسعه دانش فنی استفاده از آنها در تولید منسوجات نانویی سبب بهبود کارایی منسوجات رایج و در برخی موارد ایجاد خواص و ویژگی‌های جدید در آنها و یا ایجاد منسوجی جدید و یا کارایی تازه می‌گردد. تنوع این ویژگی‌ها و خواص به پارامترهای مختلفی بستگی دارد. لذا تقویت تیم مهندسی کارآموده در واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌ها می‌تواند به این مهم کمک نماید.

### ۴ توسعه فناوری‌های زیرساختی

یکی از راهکارهای بهبود وضعیت صنایع و به روزسازی محصولات و فناوری‌های مورد استفاده در صنایع، استفاده از فناوری‌هایی است که پایه و زیربنای تعداد زیاد و متنوعی از محصولات هستند. این



فناوری‌ها که در اصلاح مدیریت فناوری به آنها فناوری‌های زیرساختی (Technology Platform) گفته می‌شود، از جمله راهکارهای اصلی و مهم توسعه پیوسته صنعتی است. همان‌طور که این فناوری‌ها گسترده و کاربرد زیادی دارند، به همان میزان نیز سرمایه‌گذاری، تجهیزات و منابع انسانی نیاز دارد که این مهم تنها از طریق تشکیل

گروه‌های کاری مشترک و انجام یک فعالیت تیمی کامل و منظم امکان‌پذیر است.

لذا برنامه‌ای که ستاد نانو در دست اجرا دارد می‌تواند سه عضو اصلی این تیم مشترک که عبارتند از صنایع، مراکز پژوهشی و دولت را در کنار یکدیگر قرار داده تا بتوانند با رصد فناوری‌ها، فناوری‌های زیرساختی را شناسایی کرده و اقدام به توسعه و بکارگیری این گونه فناوری‌ها در صنایع کشور نمایند.



- ماه‌های کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظروف آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضد آتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌های جدید برای داروسازی
- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانو بلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم‌محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه پیچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری

### 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 «نفت»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت‌وساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۸۸۰۲۳۹۶۴ - [www.nanosun.ir](http://www.nanosun.ir)

تلفن: ۰۲۱-۶۳۱۰۰

نمابر: ۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

پایگاه اینترنتی: [nanoindustry.ir](http://nanoindustry.ir)

پست الکترونیک: [im@nano.ir](mailto:im@nano.ir)

صندوق پستی: ۱۴۵۶۵-۳۴۴

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

کارگروه صنعت و بازار

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهرویژن

تهیه‌کننده: محسن عسکری