

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

IN THE NAME OF GOD



فناوری نانو در صنعت نساجی و کاربردهای آن



رأست جمهوری  
معاونت علمی و فناوری  
ستاد و شره توسعه فناوری نانو

عنوان: فناوری نانو در صنعت نساجی و کاربردهای آن

تنظیم و تدوین: کار گروه صنعت و بازار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

نشانی: تهران، خیابان ستارخان، خیابان شهید حبیب الهی - بلوار شهید متولیان - پلاک ۹

صندوق پستی: ۳۴۴-۱۴۵۶۵

تلفن: ۴-۶۱۰۰۲۲۵۱

دورنگار: ۶۱۰۰۲۲۲۲

پایگاه اینترنتی: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)

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







## مقدمه

با وجود اینکه پیش از این صاحب‌نظران تأثیر اصلی فناوری نانو را در حوزه‌های پزشکی و الکترونیک پیش‌بینی کرده بودند، اما امروزه شاهد هستیم که صنعت نساجی به یکی از زمینه‌های اصلی برای کاربرد فناوری نانو در تولید محصولات و بهبود فرایندها تبدیل شده است.

نوآوری‌ها در صنعت نساجی شامل مواردی است که یا توسعه محصولات جدیدی را مطابق با تقاضای مصرف‌کننده به دنبال داشته و یا تحول در فرآیندهای تولیدی که موجب کاهش قیمت‌ها، افزایش ظرفیت تولید و ارتقاء کیفیت می‌گردد را به همراه داشته باشند. در آینده نزدیک، نوآوری در تولید محصولات جدید تحول‌کلیدی خواهد بود که توسط فناوری نانو در صنعت نساجی ایجاد خواهد شد؛ جالب آن است که بدانید این تحول‌کلیدی شامل نوآوری در فرایند تولید محصولات نخواهد بود.

به‌کارگیری فناوری‌های نوین توسط شرکت‌های کوچک نساجی به علت وجود مرزهای بسیار مستحکم و نفوذ ناپذیر این گونه فناوری‌ها و نیز هزینه بالای تغییرات، بسیار دشوار است. به‌همین خاطر به‌نظر می‌رسد که شرکت‌های بزرگ نساجی که دارای انواع مختلف محصولات هستند، در این عرصه پیروز میدان باشند. این فرصت رشد سریع در اختیار بخش منسوجات فنی و محصولاتی مانند منسوجات نظامی و ورزشی است که قیمت تمام شده برای آنها زیاد مهم نیست. در زمینه ورود فناوری نانو به بازار پوشاک که حدود ۶۰ درصد بازار منسوجات را تشکیل می‌دهد، موانع زیادی وجود دارد. اما با این وجود، فناوری نانو موجب ارتقاء گسترده‌ای در واحدهای نساجی موجود خواهد شد که بیشتر این رشد در بخش‌های غیرمتعارف خواهد بود.

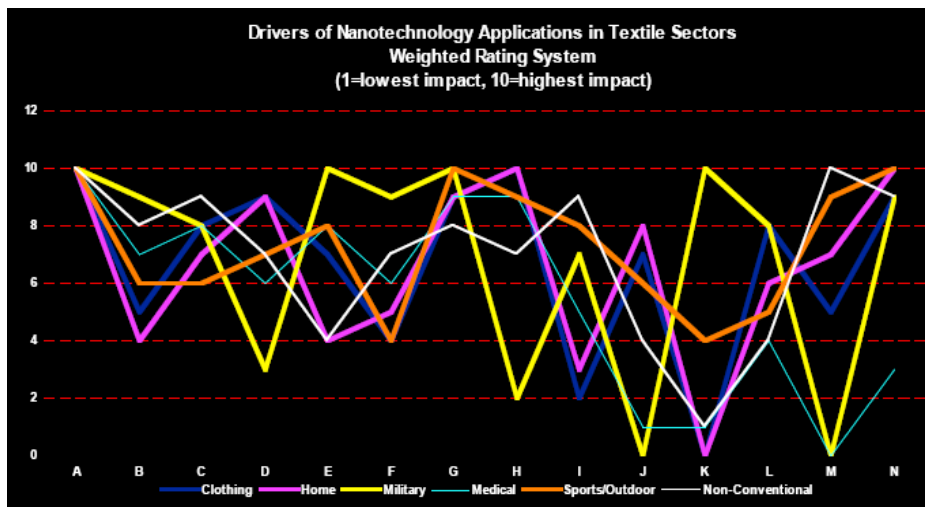
جداول زیر برخی از پیشران‌ها و موانع نفوذ فناوری نانو به هر بخش را به همراه مراتب مختلف تأثیرشان در فرایند به‌کارگیری این فناوری نمایش می‌دهند.

پیش‌ران‌های به‌کارگیری فناوری نانو در بخش‌های مختلف صنعت نساجی						
سیستم رتبه‌بندی وزن‌دار (کمترین اثر = ۱؛ بیشترین اثر = ۱۰)						
پیش‌ران‌ها	پوشاک	خانگی	نظامی	پزشکی	ورزشی/ایرون از خانه	غیرمتعارف
نیاز بازار و تقاضای مشتریان برای لباس‌هایی با قابلیت‌های متعدد و کارایی بالا	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
توسعه‌یافتگی فناوری و در دسترس بودن آن	۵	۴	۹	۷	۶	۸
تأثیر نوآوری محصول بر کاربرد فناوری نانو در پوشاک	۸	۷	۸	۸	۶	۹
نوآوری در فرایند	۹	۹	۳	۶	۷	۷
کاهش مصرف مواد اولیه	۷	۴	۱۰	۸	۸	۴
کاهش هزینه چرخه عمر محصول	۴	۵	۹	۶	۴	۷
عدم تغییر خواص فیزیکی محصولات	۹	۹	۱۰	۹	۱۰	۸
کاهش قیمت نانومواد	۱۰	۱۰	۲	۹	۹	۷
موفقیت تحقیقات وابسته به فناوری نانو (مثل شیمی)	۲	۳	۷	۵	۸	۹
توسعه فناوری‌های ساده (مثل نانوروکش‌ها)	۷	۸	۰	۱	۶	۴
حمایت دولت	۰	۰	۱۰	۱	۴	۱
توسعه اقتصادی	۸	۶	۸	۴	۵	۴
تغییر شیوه زندگی مصرف‌کنندگان (تقاضا برای سرگرمی‌های بیشتر)	۵	۷	۰	۰	۹	۱۰
افزایش رقابت‌پذیری و قابلیت فناوری	۹	۱۰	۹	۳	۱۰	۹

## موانع به کارگیری فناوری نانو در بخش های مختلف صنعت نساجی

سیستم رتبه بندی وزن دار (کمترین اثر = ۱؛ بیشترین اثر = ۱۰)

پیش ران ها	پوشاک	خانگی	نظامی	پزشکی	ورزشی/بیرون از خانه	غیرمتعارف
پیشرفت فناوری های غیر نانویی کنونی (مانند روش های میکرو/شیمیایی و غیره)	۸	۸	۰	۹	۷	۷
اغراق در توصیف فناوری	۸	۶	۰	۲	۷	۵
محسوس نبودن فناوری نانو	۵	۶	۵	۵	۵	۶
نگرانی از آثار جانبی محصولات نانویی (اثرات زیست محیطی، سمیت و حساسیت زایی)	۷	۷	۲	۷	۶	۶
مشکلات کارکردن با نانوپودرها (حمل و نقل و نگهداری آنها)	۳	۲	۲	۳	۱	۳
فقدان آموزش مناسب	۰	۰	۱	۰	۱	۰
فقدان همکاری بین سازمان های تحقیقاتی و تولید کنندگان منسوجات	۳	۶	۲	۴	۷	۶



عوامل پیشران در بکارگیری فناوری نانو در بخش‌های نساجی

A: نیاز بازار و تقاضای مشتریان برای لباس‌هایی با قابلیت‌های متعدد و کارایی بالا

B: توسعه فناوری و در دسترس بودن آن

C: تاثیر نوآوری محصول بر کاربرد فناوری نانو در پوشاک

D: نوآوری در فرایندها

E: کاهش مصرف مواد اولیه

F: کاهش هزینه چرخه عمر محصول

G: عدم تغییر خواص فیزیکی محصولات

H: کاهش قیمت نانومواد

I: موفقیت تحقیقات وابسته به فناوری نانو (مثل شیمی)

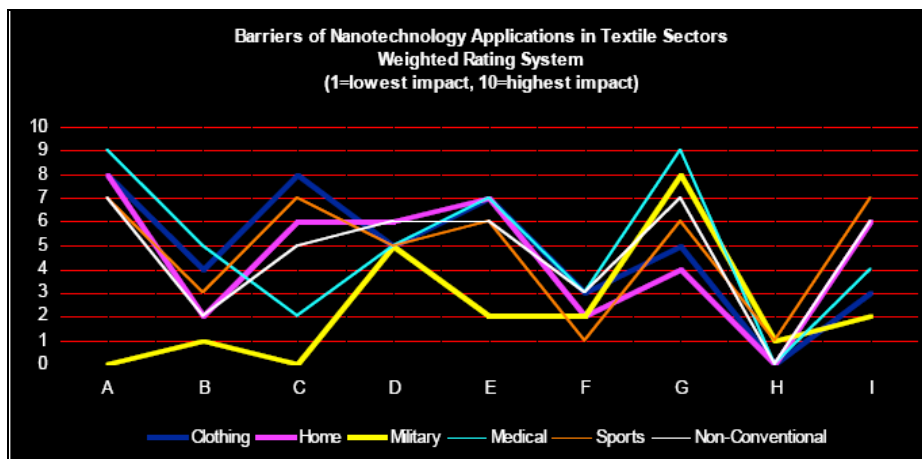
J: فناوری آسان (مثلاً نانوروشها)

K: حمایت دولت

L: توسعه اقتصادی

M: تغییر شیوه زندگی مصرف‌کنندگان (سرگرمی‌های بیشتر)

N: افزایش رقابت‌پذیری و توانمندی فناوری



موانع موجود در به‌کارگیری فناوری نانو در واحدهای نساجی

A: پیشرفت فناوری‌های غیر نانویی کنونی (مانند روش‌های میکرو/شیمیایی و غیره)

B: ارزیابی ریسک

C: اغراق در توصیف فناوری

D: محسوس نبودن فناوری نانو

E: نگرانی از آثار جانبی محصولات نانو (اثرات زیست‌محیطی، سمیت و حساسیت‌زایی)

F: مشکلات کارکردن با نانوپودرها (حمل، نقل و نگهداری آنها)

G: مسائل مرتبط با مالکیت فکری (ترجیح واگذاری امتیاز به جای استفاده از آن)

N: فقدان آموزش مناسب و در دسترس

I: فقدان همکاری بین سازمان‌های تحقیقاتی و تولید کنندگان منسوجات

در صنعت نساجی، فناوری نانو بیشتر به منظور تولید مواد جدید، بهبود خواص مواد موجود و ارتقاء کیفیت محصولات، به کار گرفته می شود و در تقلیل قیمت محصولات نقش چندانی نخواهد داشت. البته در آینده نزدیک، نوآوری در تولید محصولات جدید تحول کلیدی است که توسط فناوری نانو در صنعت نساجی ایجاد خواهد شد. اگرچه در حال حاضر فناوری نانو در ایران دوران طفولیت خود را پشت سر می گذارد، با این وجود انتظار می رود در بهبود کارایی منسوجات، ایجاد ارزش افزوده و افزایش بازدهی مفید واقع گردد.



## پرامنوجات درست نانو می روند؟

یکی از مشوقان اصلی برای استفاده از فناوری نانو در تولید منسوجات، «طبیعت» است؛ دانشمندانی از دانشگاه بن کشف کرده‌اند که بال حشرات و برگ بعضی از درختان همیشه تمیز هستند. علت این امر را اینگونه یافته‌اند که لکه‌ها و ذرات آب نمی‌توانند به سطوح ساختاری آنها بچسبند (اثر لوتوس<sup>۱</sup>). این دانشمندان کشف کرده‌اند که به کمک فناوری نانو می‌توان ساختار سطحی که بتواند از طبیعت تقلید کند را تولید نمود.

به هر حال در دنیای امروز، دو عامل اصلی که باعث ورود فناوری نانو به صنعت نساجی شده است عبارتند از: رقابت روز افزون در این صنعت و نیز نیازهای در حال تغییر بازار.

### • رقابت

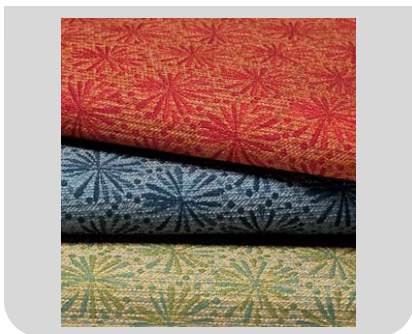
در سال‌های اخیر بخش منسوجات به علت نیازهای در حال تغییر مصرف‌کنندگان، فناوری‌های جدید و پدیده جهانی‌سازی، دچار تغییرات بنیادین شده است. در چنین شرایطی رقابتی روزافزون بین تولیدکنندگان و فروشندگان محصولات نساجی در تأمین نیازهای مصرف‌کنندگان ایجاد می‌شود. با وضعیت موجود صنعت نساجی، شرکت‌ها سعی دارند تا با پرهیز از انباشت اجناس و کالا، و تلاش برای دستیابی به جایگاه ویژه در عرصه نوآوری‌های فناورانه به

<sup>۱</sup> Lotus Effect

حیات خود ادامه دهند. موقعیت نسبتاً جدید ایجاد شده، به وجود آورنده بخش جدیدی در بازار است که مبتنی بر فناوری نانو است. از آنجایی که فناوری نانو می‌تواند در بهبود کارایی منسوجات و ارتقاء و تعدیل کیفیت الیاف مؤثر باشد، نقش قابل توجهی در تولید منسوجات خواهد داشت. توسعه مبتنی بر فناوری نانو قسمتی از راهبرد شرکت‌های نساجی است که امید دارند به بقاء آنها در بازار منسوجات کمک کند. با دستیابی به جایگاه مناسب در عرصه فناوری نانو، شرکت‌های نساجی مجبور نخواهند بود تا با فروش کالاهای ارزان قیمت به رقابت شدید با منسوجات ارزان قیمت آسیایی تکیه کنند.

#### • کشش بازار

همان‌طور که شاهد هستید، از کالیفرنیا گرفته تا چین مشتریان فراوانی به طور روزافزون متقاضی لباس‌هایی هستند که فراتر از حد تصور است؛ خواصی مانند احساس راحتی، پاکیزگی و تازگی همیشگی جزء این نیازها است. افزایش عمر و صرف وقت بیشتر در فعالیتهای تفریحی و به‌طور کلی تغییر در شیوه زندگی مردم موجب پیشرفت بازار منسوجات شده است.



## فناوری نانو در صنعت نساجی

در حالت کلی صنعت نساجی و پوشاک جزء «صنایع سنتی» در نظر گرفته می‌شوند و یکی از عناصر اصلی صنایع کارخانه‌ای است و سهم زیادی در ایجاد فرصت‌های شغلی دارد. تعداد فراوان ( Small and Medium sized Enterprises ) SME های نساجی که بر حوزه‌های خاص متمرکز شده‌اند، اهمیت این صنعت را بر حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی مضاعف می‌کند. افزایش رقابت به ویژه از جانب آسیا و نیز لغو کلیه مالیات‌های واردات منسوجات البسه در اروپا، آمریکا، کانادا و نروژ در سال ۲۰۰۵ باعث شده است که این صنعت دچار تغییر و تحول گردد. بازسازی عمده‌ای که در طول یک دهه گذشته به وقوع پیوسته است، مبین این مطلب بوده که تولیدات مرسوم حوزه پوشاک دیگر برای یک تجارت ماندگار کافی نیست و صنعت نساجی باید در راستایی حرکت کند که با تولید محصولات باکیفیت و نوین، خود را متمایز کرده و وارد عرصه رقابت شود. حوزه‌های کلیدی برای افزایش رقابت‌مندی در فناوری اطلاعات، زیست فناوری و فناوری نانو ظهور نانو یافت می‌شود. فناوری نانو، فناوری عظیمی است که قادر به ایجاد تحول در صنعت منسوجات است.

به طور کلی تلاش‌ها برای به‌کارگیری فناوری نانو در دو زمینه اصلی متمرکز شده‌اند:

- ارتقاء کارایی و عملکرد فعلی منسوجات

محصولات تجاری که با استفاده از پژوهش‌هایی در خصوص ارتقاء کارایی و عملکرد فعلی منسوجات توسعه یافته‌اند، وجود دارند که به برخی از این موارد در ادامه اشاره خواهد شد:

- ❖ تولید الیاف ترکیبی با استفاده از پرکننده‌های نانو مقیاس؛
- ❖ پارچه‌های ترکیبی جدید برای کاربردهای فردی (مثلاً در لباس‌های ورزشی، لباس کوهنوردی، کاربردهای نظامی) که شامل استفاده از نانولوله‌های کربنی<sup>۲</sup> در پارچه است
- ❖ ارتقاء خواص مواد و یا ایجاد خواص بدیل (مقاومت در برابر اشعه ماورای بنفش، طول عمر بالا، تنفس پذیری، انعطاف‌پذیری، قابلیت بازیافت، حفظ رنگ، خود تعمیری)
- ❖ توسعه خواص وابسته به زیبایی (مثل درخشش درتاریکی یا تغییر رنگ در اثر اعمال میدان الکتریکی)
- ❖ تولید الیاف سنتزی (مانند پلی استر) با خواص الیاف طبیعی (مانند پشم) با استفاده از پوشش دهی سطوح
- ❖ توسعه محصولات نساجی شیمیایی ارتقاء یافته با خواص ضد لک، ضد چروک، آب‌دوست، ضدالکتریسته ساکن و ضد آب رفتگی.

<sup>۲</sup> CNT

- توسعه منسوجات هوشمند با خواص و عملکرد کاملاً جدید

این زمینه تحقیقاتی دارای افق تجاری وسیع‌تری است و فعالیت‌های جاری پژوهشی این بخش شامل موارد زیر است:

- ❖ پیل‌های خورشیدی با قابلیت قرارگیری در لباس و ذخیره سازهای انرژی
- ❖ حسگرها و حافظه‌های اطلاعاتی برای عملکردهای درونی بدن
- ❖ آشکارسازی و حفاظت پیچیده و چندکاره
- ❖ کارکرد مراقبت از سلامت و ترمیم جراحات
- ❖ کارکرد خودپاک‌شوئندگی و خودتعمیری پارچه
- ❖ سیستم‌های آزادسازی عوامل ضد قارچی، عوامل رشد و غیره که در جواب به محرک‌های محیطی مانند تغییرات دما، رطوبت، PH و یا اکسیژن حل شده عکس العمل نشان می‌دهند.





## طبقه بندی صنعت نساجی

### ■ بر اساس نوع الیاف:

صنعت نساجی معمولاً بر اساس «نوع الیاف» طبقه بندی می شود. اختلاف اساسی بین کارخانه های نساجی که فرآوری الیاف مصنوعی (سنتزی یا باز یافته) را انجام می دهند و کارخانه های نساجی که فرآوری الیاف طبیعی را انجام می دهند، وجود دارد. همچنین تفاوت عمده ای درون کارخانه های فرآوری الیاف طبیعی وجود دارد که متمایز کننده کارخانه های نساجی پنبه ای از کارخانه های نساجی فرآوری ابریشم یا پشم است. به عنوان مثال کارخانه تولید کننده پنبه نمی تواند در تولید الیاف ابریشم مورد استفاده قرار گیرد.

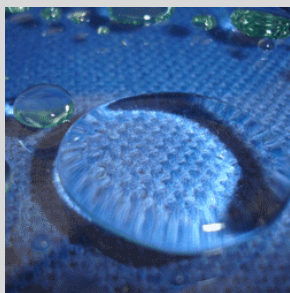
### ■ بر اساس فرایند:

طبقه بندی عام تر دیگری که مورد استفاده قرار می گیرد عبارتست از «فرایند تولید پارچه». هر فرایندی ماشین آلات، سیستم ها، هزینه و مهارت های خاص خود را دارد. اگرچه بسیاری از کارخانه های نساجی به منظور اجرای تنها یک فرایند خاص مانند بافندگی ایجاد شده اند، با این حال برخی از کارخانه های نساجی

وجود دارند که به صورت عمودی مجتمع شده‌اند و چندین فرآیند مختلف را با هم انجام می‌دهند (از قبیل ریسندگی، بافندگی و عملیات تکمیل).

#### ■ بر اساس محصول:

در نهایت دسته‌بندی عام دیگری که در صنعت نساجی استفاده می‌شود مبتنی بر «محصول» است؛ برای مثال یک کارخانه نساجی معمولاً برای تولید نوع خاصی از پارچه مانند جین یا مخمل اختصاص می‌یابد. در مورد محصولات عمومی مانند جین، کارخانه‌های فراوانی وجود دارند که فقط می‌توانند با انواع مختلفی از جین سر و کار داشته باشند و نه چیز دیگر.



## لباس‌های دافع لک/آب/روغن

### معرفی/توصیف:

نیاز جهانی به لباس‌هایی که نیازمند نگهداری نیستند، روز به روز در حال افزایش است. از جمله خواصی که می‌تواند در جهت رفع این نیاز باشد، خاصیت دفع لک و آب است. با به‌کارگیری فناوری نانو در عملیات تولید یا تکمیل پارچه، قطرات مایع نمی‌توانند درون پارچه‌های مقاوم در برابر مایعات، نفوذ کنند. این اثر شبیه اثر موجود در برگ‌های زنبق آبی یا گل لادن است که با یک لایه واکس به ضخامت یک نانومتر پوشیده شده‌اند. در این گل، قطرات آب روی این برگ‌ها به صورت دانه‌های کوچک درآمده و با لغزیدن روی سطح، آلودگی و گرد و غبار را نیز با خود می‌برند. مولکول‌های فراوری شده با نانو نیز می‌توانند مایعات را جذب کرده یا حرکت داده، لک و آلودگی را دور کنند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

این خاصیت را می‌توان روی پارچه‌های نخی یا نخ‌ی/پلیمری برای رفع لک در کاربردهای درون منزل همانند لک سس گوجه‌فرنگی، قهوه، چمن یا روغن ایجاد کرد و در عین حال امکان تنفس را برای پارچه حفظ نمود. این فرایند برای پوشاک بچه‌ها، لباس ورزشی، یا یونیفورم‌ها ایده‌آل است.

**دارنده فناوری/محصول تجاری شده:**

در شرکت آمریکایی Nano-Tex<sup>۱</sup> عوامل تکمیل شیمیایی مبتنی بر نانو با استفاده از امولسیون سازی نانومقیاس سنتز می شوند. شرکت Nano-Tex امتیاز استفاده از پارچه های خود را با مارک Nano-Care<sup>®</sup> به شرکت های دیگر تولیدکننده پوشاک در آمریکا واگذار کرده است که برخی از آنها عبارتند از VF Corp's Lee، Eddie Bauer، Gap و Land's End.

شرکت Empa<sup>۲</sup> در سوئیس همراه با مؤسسه آلمانی Paul Scherrer (PSI) روی فرآیند تکمیل مبتنی بر فناوری نانو برای منسوجاتی که اثرات ضدآب و ضدلک را باعث می شوند، کار کرده است.

شرکت سوئیسی Schoeller Textiles AG<sup>۳</sup> صاحب فناوری NanoSphere است. NanoSphere یک عملیات مقاوم سازی در برابر فشار و اصطکاک است و به نحوی طراحی شده که آلودگی و روغن روی سطوح نانو ساختار لغزیده و از آن جدا می شوند.

دانشمندان دانشگاه پلی تکنیک هنگ کنگ با یک نانولایه نازک از ذرات ریز دی اکسید تیتانیوم پارچه پنبه ای را روکش دهی کرده اند که با نور خورشید واکنش داده، آلودگی ها و مواد آلی را تجزیه می کند.

شرکت چینی U-Right Nano Textile Limited که زیرمجموعه شرکت بزرگ پوشاک هنگ کنگی U-Right International<sup>۴</sup> است، در حال تولید لباس های نانوروکش دهی شده ای است که با استفاده از دی اکسید تیتانیوم فراوری شده اند.

شرکت ژاپنی Exlan<sup>۵</sup> با الیاف آکرلیکی فتوکاتالیستی، لباس هایی با نام SelfClear را شامل پوشاک، لباس های ورزشی، یونیفورم ها، تختخواب و ملافه ها، و لوازم روزانه به بازار ارائه کرده است.

<sup>۱</sup> [www.nano-tex.com](http://www.nano-tex.com)

<sup>۲</sup> [www.empa.ch](http://www.empa.ch)

<sup>۳</sup> [www.schoeller-textiles.com](http://www.schoeller-textiles.com)

<sup>۴</sup> [www.u-right.com](http://www.u-right.com)

<sup>۵</sup> [www.exlan.co.jp](http://www.exlan.co.jp)



## لباس‌های ضدالکتریسیته ساکن

### معرفی / توصیف:

پدیده شارژ شدن بدن اشخاص از مدت‌ها قبل شناخته شده‌است و بیشتر در مواردی اتفاق می‌افتد که شخص دارای کفش‌های با کف عایق (مانند لاستیک یا کرب) باشد. در اثر حرکت روی زمین یا ساییده شدن البسه بر روی یکدیگر و یا اصطکاک لباس یا زیرپوش با بدن شخص و همچنین در اثر پدیده القاء، بدن شخص دارای بار الکتریسیته ساکن می‌شود. پدیده اخیر در مورد کارگرانی که در مجاورت ماشین‌ها کار می‌کنند نیز رخ می‌دهد بدین ترتیب که دستگاه‌ها در موقع کار اغلب باردار شده و بدن افرادی که در مجاورت ماشین‌ها کار می‌کنند را با بار مخالف شارژ می‌نماید. در پاره‌ای اوقات ممکن است تجمع بار به حدی رسد که در اثر تماس شخص با بدنه‌های فلزی تخلیه بار صورت گیرد. این عمل که با یک جرقه نیز همراه است می‌تواند باعث ایجاد یک تکان محسوس و ناخوشایندی در فرد شود. هر چند تکان یاد شده برای خود فرد خطرناک نمی‌باشد ولی می‌تواند در صورت کار در ارتفاع به سقوط فرد انجامیده و یا در حین کار با ماشین‌آلات خطرناک، به درگیر شدن او با قسمت‌های خطرآفرین ماشین بیانجامد. علاوه بر این چنانچه تخلیه بار الکتریکی تجمع یافته بر روی اشخاص در محیطی انجام گیرد که دارای اتمسفری با گازهای قابل اشتعال و انفجار باشد، می‌تواند بسیار خطرناک بوده و به آتش‌سوزی و انفجار بیانجامد. لذا استفاده از البسه ضدالکتریسیته ساکن در موارد مذکور امری است که در جهت افزایش ایمنی فرد رابطه مستقیم و حیاتی دارد و فناوری نانو نیز به کمک این مسأله آمده‌است.

**کاربرد/مزایا/معایب:**

خاصیت مذکور که روی پلی استر ایجاد می شود، اثر بار ساکن را کاهش داده و موادی که در اثر بار ساکن روی الیاف چسبیده بودند، را از روی آن دفع می کند. این خاصیت همچنین موجب از بین رفتن شوک ناشی از بار ساکن روی الیاف نیز می شود. این خاصیت برای بازار ۳ میلیارد دلاری پشم گوسفند که یکی از روبه رشدترین بازارهای پوشاک است، جذابیت ویژه ای دارد. همچنین می توان این فرایند را روی لباس های ورزشی، یونیفرم ها، آستر کت و شلوار، و لباس کار کرباس اعمال کرد.

**دارنده فناوری/محصول تجاری شده:**

شرکت آمریکایی Nano-Tex<sup>۱</sup> دانش فنی عملیات ضدالکتریسته ساکن ثابت برای الیاف سنتزی در بازار را در اختیار دارد.

شرکت تایوانی Haojey Co<sup>۲</sup> الیاف خود را با نام تجاری TexCare در این حوزه به بازار عرضه کرده است.

<sup>۱</sup> [www.nano-tex.com](http://www.nano-tex.com)

<sup>۲</sup> <http://www.haojey.com/eprofile.asp> & <http://www.texcare.com.tw/>



## لباس‌های ضد چروک / راحت / تنفس‌پذیر

### معرفی / توصیف:

در گذشته کارخانجات نساجی از پلیمرهایی مانند فنیل فرمالوئید، ملامین فرمالوئید و پلی‌اورتان‌ها در تولید الیاف و منسوجات ضد آب استفاده می‌نمودند که سبب می‌شد این نوع پارچه قابلیت پوشیدن نداشته باشد. همچنین در نتیجه ایجاد پوشش پلیمری روی پارچه، لباس قابلیت تنفس را از دست می‌داد و در نهایت احساس راحتی از پوشیدن آن سلب می‌شد. حال آنکه مزیت استفاده از ذرات نانو در مقایسه با مکمل‌های ضد آب دیگر این است که پارچه تولید شده به این روش می‌تواند کاملاً قابل تنفس باشد.

### کاربرد / مزایا / معایب:

خواص فوق در پارچه‌های پلی‌استری و نایلونی ایجاد شده است که موجب خروج سریع رطوبت می‌شود. الیاف می‌توانند تعرق را از بدن دور کرده و آن را خنک و خشک نگهدارند و در نتیجه چروک نیز نمی‌شوند؛ بنابراین کسی که این لباس را می‌پوشد، حتی پس از عرق کردن احساس راحتی می‌کند. این فناوری در مورد الیاف سنتزی نرم موجب می‌شود که لباس‌ها تنفس‌پذیر، مقاوم در برابر چروک، بادوام، و دارای رنگ پایدار باشند، در حالی که نرمی پنبه‌مانند خود را حفظ می‌کنند.

**دارنده فناوری/محصول تجاری شده:**

شرکت Nano-Tex<sup>۱</sup> در آمریکا این عملیات را برای تولید پوشاک‌های پنبه‌ای ضدچروک و بافتنی‌های فراوری‌شده با رزین توسعه داده‌است. این توسعه جدید به‌طور خاص برای لباس‌های نخ‌ی صورت گرفته‌است. محصول Coolest Comfort این شرکت نیز خاصیت جذب رطوبت را برای لباس‌های بافتنی تغییریافته با رزین و پوشاک دیگر به ارمغان آورده‌است.

شرکت تایوانی Haojey Co<sup>۲</sup> الیاف خود را با نام تجاری TexCare در این حوزه به بازار عرضه کرده‌است. شرکت‌های Hagger، Dockers و Croft & Barrow نیز محصولاتی از این نوع برای شلوارهای بادوام در بازار دارند.

---

<sup>۱</sup> [www.nano-tex.com](http://www.nano-tex.com)

<sup>۲</sup> <http://www.haojey.com/eprofile.asp> & <http://www.texcare.com.tw/>



## پوشاک ضدباکتری

### معرفی/توصیف:

تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد لباس‌های خانگی، زیرپوش‌های زنانه، لباس‌های تنگ پایین‌تنه، و جوراب‌ها بیشترین تقاضا را برای پارچه‌های ضدباکتری دارند. بسیاری از مواد شیمیایی ناپایدار ضدباکتری به دلیل سمیتشان باید با احتیاط حمل شده و استفاده شوند اما نقره خاصیت ضدباکتری طبیعی و بی‌ضرری دارد که دانشمندان آن را از یونانی‌ها و رومی‌های باستان فراگرفته‌اند. در حال حاضر اضافه کردن نقره یک راه حل عمده برای ایجاد خاصیت ضدباکتریایی است ولی الیاف روکش‌دهی شده با نقره گران بوده و استفاده از آنها مشکل است. با این وجود نانوذرات نقره بر این مشکلات فائق آمده‌اند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

نانوذرات نقره خاصیت ضدباکتریایی پایدار ایجاد می‌کنند بدون آنکه بر انعطاف‌پذیری، تنفس‌پذیری، یا قابلیت رنگ‌پذیری الیاف یا پارچه‌ها تأثیری بگذارند. علاوه بر نقره نانوذرات دیگری نیز هستند که اثرات ضدباکتریایی و ضدبو بر روی منسوجات دارند از جمله اکسیدهای روی، مس، محلول اکسیدروی. از جمله کاربردهای ضدباکتریایی در الیاف می‌توان به آسترهای بدون بوی کفش، و لباس‌ها و جوراب‌های بدون بو اشاره کرد.

**دارنده فناوری/محصول تجاری شده:**

شرکت آمریکایی NanoHorizon<sup>۱</sup> فناوری خود را در این زمینه با نام SmartSilver توسعه داده است. این شرکت پارچه‌ها و الیاف بهبودیافته خود را به‌طور انحصاری با نام تجاری E47<sup>TM</sup> به بازار عرضه کرده است.

شرکت CTT Group<sup>۲</sup> از کانادا فناوری خود با نام SILVERCLEAR<sup>TM</sup> را برای لباس‌های ضدباکتری با اضافه کردن نانوبلورهای نقره به الیاف طبیعی وارد بازار کرده است.

Thomson Research Associate<sup>۳</sup> در کانادا نیز فناوری ضدباکتریایی مبتنی بر نقره خود به نام UltraFresh<sup>®</sup> را عرضه کرده است. محصولات UltraFresh<sup>®</sup> تولیدی این شرکت با استفاده از نانوذرات نقره، مقاومت بسیار بالایی در برابر بو و پوسیدگی دارند.

فناوری NanoTek متعلق به شرکت آمریکایی Nanophase<sup>۴</sup> اکسیدروی، مس، یا محلول اکسیدروی ناخالص را به الیاف افزوده و خاصیت ضدباکتریایی روی لباس‌ها ایجاد می‌کند.

فناوری نانوروشدهی شرکت ژاپنی Teijin<sup>۵</sup> با نام Parmafreshy برای پارچه‌ها خاصیت ضدباکتری دارد.

شرکت Ciba Specialty Chemical<sup>۶</sup> در سوئیس نیز الیاف را با استفاده از نانوکپسول‌ها تغییر می‌دهد به‌طوری‌که این کپسول‌ها از طریق رها کردن آنتی‌بیوتیک‌ها از رشد باکتری‌ها جلوگیری کرده و همچنین می‌توانند بو را جذب کنند.

شرکت انگلیسی JR Nanotech<sup>۷</sup> جوراب‌های ضدباکتری و ضدبو را با نام SoleFresh<sup>TM</sup> و با استفاده از الیاف بهبودیافته با نانونقره تولید کرده است.

محصول سازگار با محیط‌زیست شرکت آمریکایی Greenyarn<sup>۸</sup> با نام Eco-Fabric نیز در این زمره است.

<sup>۱</sup> [www.nanohorizons.com](http://www.nanohorizons.com)

<sup>۲</sup> [www.groupecttgroup.com](http://www.groupecttgroup.com)

<sup>۳</sup> <http://www.ultra-fresh.com/tra/>

<sup>۴</sup> [www.nanophase.com](http://www.nanophase.com)

<sup>۵</sup> [www.teijin.co.jp](http://www.teijin.co.jp)

<sup>۶</sup> <http://www.cibasc.com/>

<sup>۷</sup> [www.jrnanotech.com/](http://www.jrnanotech.com/)

<sup>۸</sup> [www.greenyarn.com](http://www.greenyarn.com)



## پوشاک محافظ در برابر اشعه ماورای بنفش / خورشید / تابش

### معرفی / توصیف:

حفاظت در برابر اشعه ماورای بنفش به دلیل افزایش تهدید ناشی از سرطان پوست، پیرشدن زودهنگام پوست و تخریب لایه اوزون، روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. روش‌های معمول حفاظت در برابر اشعه ماورای بنفش شامل استفاده از الیاف سنگین و ضخیم است که مشکلاتی از قبیل تنفس‌پذیری پایین را به همراه دارند. حال فناوری نانو یک راه‌حل ظریف، مؤثر، و از همه مهم‌تر مقرون به صرفه برای این مشکل فراهم کرده‌است.

### کاربرد / مزایا / معایب:

فناوری نانو این امکان را فراهم کرده تا لباس‌هایی مناسب که در برابر اشعه ماورای بنفش مقاوم باشد تولید کنیم. علاوه بر این اگر برای این امر از روکش‌های نانوکامپوزیتی استفاده شود که با وارد کردن ذرات اکسیدروی نانوبلوری در یک بستر پلیمری تولید شده‌اند، نه تنها برای حفاظت در برابر اشعه ماورای بنفش مفید است، بلکه شفاف، مقاوم در برابر سایش و مقرون به صرفه نیز است.

### دارنده فناوری / محصول تجاری شده:

دانشگاه پلی‌تکنیک هنگ‌کنگ دانش فنی فرآیند نانویی در این زمینه دارد.

در محصولات شرکت آمریکایی Nanophase<sup>۱</sup> بانامهای NanoShieldTM ZN-3010 و NanoShieldTM ZN-3012 از روکش‌های نانوکامپوزیتی استفاده می‌شود که این پارچه‌ها بدن را در برابر اشعه ماورای بنفش A و B محافظت می‌نمایند. در این روش نه تنها حفاظت مؤثری در برابر UV وجود دارد بلکه شفاف، ضدخس و ضدسایش نیز هستند.

شرکت تایوانی Haojey Co<sup>۲</sup> الیاف خود را با نام تجاری TexCare در این حوزه به بازار عرضه کرده‌است. Eddie Bauer<sup>۳</sup> یک شرکت پوشاک آمریکایی است که پارچه‌هایی تولید می‌کند که علاوه بر خاصیت UPF محافظ در برابر پرتوهای خورشید، از حداکثر راحتی و عملکرد بالا برخوردارند.

---

<sup>۱</sup> [www.nanophase.com](http://www.nanophase.com)

<sup>۲</sup> <http://www.haojey.com/eprofile.asp> & <http://www.texcare.com.tw/>

<sup>۳</sup> [www.eddiebauer.com](http://www.eddiebauer.com)



## لباس‌های مطابق مد با ظاهر و بویی جذاب

### معرفی/توصیف:

فناوری نانو در لباس‌های مطابق مد نیز مورد استفاده قرار گرفته است. صنعت مد و طراحی لباس برای استفاده از نوآوری‌های مبتنی بر فناوری نانو کاملاً جا افتاده و مناسب است. پایداری تغییرات ایجاد شده توسط این فناوری موجب شده است طراحی‌های ابتکاری روی لباس‌های مد، پایداری و بهتر باشند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

با استفاده از روکش‌دهی نانوفلرات روی پارچه، درخشندگی و رنگ بی‌نظیری می‌توان ایجاد کرد. فیلم اکسیدی با فیلم فلزی ترکیب شده و با تداخل‌های ایجاد شده، رنگ‌های بسیار متنوعی ایجاد می‌شوند. زیبایی ایجاد شده با استفاده از این روش بسیار بیشتر از زیبایی به دست آمده با استفاده از روش‌های مرسوم رنگرزی است.

### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

شرکت ژاپنی Suzutora<sup>1</sup> به فعالیت در این حوزه می‌پردازد و محصول آن به نام Masa™ در همین رابطه تولید شده است.

<sup>1</sup> <http://www.suzutora.co.jp/>





## لباس‌های معطر مارک‌دار

### معرفی/توصیف:

در دنیای امروز، تولیدکنندگان محصولات معتبر دارای برند یا مارک خاص خود هستند و با افزایش روزافزون اهمیت مارک برای تولیدکنندگان، متقلبان نیز در پی کپی‌برداری از مارک آن‌ها و ارائه محصولات تقلبی در بازار هستند که در نتیجه ضررهای فراوانی را به تولیدکنندگان اصلی وارد کرده‌است. لذا این تولیدکنندگان مرتباً در پی راه‌هایی برای تشخیص محصولات اصلی از تقلبی برای مشتریان‌شان هستند که برخی از این تلاش‌ها مانند هولوگرام نیز مؤثر واقع شده‌است. اما در این میان که به تولیدکنندگان پوشاک راهکارهای مناسبی در این مورد ارائه نشده فناوری نانو توانسته‌است به چاره‌اندیشی برای این موضوع کمک کند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

ایجاد یک بوی خوش دائمی در لباس که با شستشو از بین نمی‌رود و به‌طور مثال تحت مالش این بو آزاد می‌شود، از مزایای این فناوری محصولات است. از این روش برای تولید لباس‌های معطر که بوی آن‌ها جزء مارک تولیدکننده محسوب می‌شود و منحصر‌بفرد است، استفاده شده‌است.

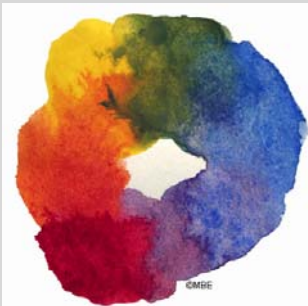
**دارنده فناوری/محصول تجاری شده:**

شرکت عطرسازی Quest International<sup>۱</sup> در هلند از نانوذرات آلی برای این مقصود استفاده می‌کند. شرکت آمریکایی International Flavours and Fragrances<sup>۲</sup> (IFF) نیز از فناوری کپسوله کردن و رهایش برای تولید لباس‌های معطر مارک‌دار استفاده می‌کند. این شرکت لباس‌هایی با نام Sensory Perception را به بازار عرضه کرده‌است.

---

<sup>۱</sup> [www.questintl.com](http://www.questintl.com)

<sup>۲</sup> [www.iff.com](http://www.iff.com)



## لباس‌های خودرنگ و با رنگ‌پذیری بهتر

### معرفی/توصیف:

با استفاده از فناوری نانو می‌توان بدون استفاده از رنگدانه، رنگ‌هایی برای پارچه استفاده کرد که به‌صورت یک نانوروش روی پارچه اعمال می‌شود. این رنگ با استفاده از تداخل نور ایجاد شده و برای ایجاد آن از رنگریزی رایج استفاده نمی‌شود.

### کاربرد/مزایا/معایب:

در حال حاضر چهار رنگ قرمز، سبز، آبی و بنفش با این فناوری ارائه شده‌اند. در این محصولات با شکست نور نوعی رنگ زیبا ایجاد می‌شود که با توجه به زاویه نگاه شخص و نیز زاویه تابش نور به پارچه تغییر می‌کند.

### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

دانشگاه پلی‌تکنیک هنگ‌کنگ یک روش نانویی برای بهبود رنگ‌پذیری ابریشم دارد. شرکت ژاپنی Teijin<sup>1</sup> محصول Morphotex را با خاصیت خودرنگی به بازار عرضه کرده‌است.

<sup>1</sup> [www.teijin.co.jp](http://www.teijin.co.jp)





## لباس‌های ضد گلوله و مقاوم به سایش و محافظ شیمیایی / بیولوژیکی

### معرفی / توصیف:

امروزه با توجه به تنش‌های فیزیکی و شیمیایی موجود در محیط عادی، محیط کارگاهی و از همه مهم‌تر در میدان جنگ، تلاش برای تولید پارچه‌هایی که در عین سبکی و راحتی که برای کاربر فراهم می‌کنند، حافظ جان او نیز باشند، افزایش یافته‌است. با کشف نانولوله‌های کربنی که استحکام کششی خوب از یک طرف و از طرف دیگر وزن سبک و پایداری بسیار (به علت طبیعت کربنی) دارند، امکان تولید منسوجات موردنظر فراهم گردیده‌است.

### کاربرد / مزایا / معایب:

در این پارچه‌ها از فناوری‌هایی که برای رسیدن پشم و الیاف دیگر به کار می‌برند، برای تولید تارهایی استفاده می‌کنند که تنها از نانولوله‌های کربنی تشکیل شده‌اند. این نخ‌ها تقریباً به محکمی الیافی هستند که در جلیقه‌های ضد گلوله مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر خلاف الیاف و نخ‌های معمول دیگر، استحکام این نخ‌ها هنگام بافندگی و عملیات گردبافی کاهش نمی‌یابد. ضمناً این نخ‌ها در دماهای بسیار بالا و شرایط غیرمعمول شیمیایی، استحکام و انعطاف‌پذیری خود را حفظ می‌کنند. کاربرد این پارچه‌ها در بازار جلیقه‌های ضد گلوله و لوازم گردش و چادرزنی است که در آنها استحکام و مقاومت در برابر سایش اهمیت زیادی دارد.

در فناوری دیگری در این حوزه نانومواد از شخص در برابر گلوله، ترکش و موج انفجار محافظت می‌کنند. این مواد حاوی مجراهای مملو از نوعی سیال هستند که به سرباز اجازه می‌دهند به سادگی به اطراف حرکت کند. اما وقتی با

برخورد گلوله به آن شوک وارد می‌شود، مایع خصوصیات خود را تغییر می‌دهد و سخت می‌شود. در نتیجه، برخورد یک گلوله تنها یک ضرب‌دیدگی جزئی ایجاد می‌کند. این نوع لباس ضدگلوله همچنین می‌تواند مجهز به سیستم حسگر بوده و تهدیدهای شیمیایی و بیولوژیکی را تشخیص دهد. اگر این حسگرها خطری را تشخیص دهند، «منافذ» لباس بسته خواهند شد و از سرباز محافظت می‌شود و لذا لباس در مورد تشخیص بسیاری از مواد سمی، هوشمندانه عمل می‌کند. بدین ترتیب اگر مقدار معینی ماده سمی وارد لباس جنگی شود، برای مثال از یک راه باز در نقاب کلاه، یک آزمایشگاه کوچک در لباس می‌تواند خطر را تشخیص داده و پادزهر را درون رگ سرباز تزریق کند.

#### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

دانشمندان CSIRO<sup>۱</sup> (سازمان تحقیقات علمی و صنعتی استرالیا) با همکاری مؤسسه معروف NanoTech<sup>۲</sup> در دانشگاه تگزاس دالاس صاحبان فناوری این پارچه‌ها هستند.

---

<sup>۱</sup> [www.csiro.au/](http://www.csiro.au/)

<sup>۲</sup> [nanotech.utdallas.edu/](http://nanotech.utdallas.edu/)



## منسوجات خانگی خودتمیزشونده ضدآب و ضدلک

### معرفی/توصیف:

منسوجات خانگی شامل پارچه‌های به‌کار رفته در اسباب منزل و بخش‌های داخلی و روکش اثاثیه و مبلمان آن است. مطالعات حاکی از آن است که برای کارآمدی منسوجات خانگی و آنچه در اسباب منزل به‌کار می‌رود، توجه عمده، بیشتر بر رویکردهای جدید تکمیل پارچه و نیز فناوری‌های پوشش‌دهی با آثار خارق‌العاده متمرکز است که همگی با کمک فناوری نانو انجام می‌شوند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

با استفاده از فناوری نانو، می‌توان سطوح خودتمیزشونده ضدآب و ضدلک را برای منسوجات خانگی تهیه نمود. همچنین با استفاده از نانوذرات اکسیدروی، اکسیدمس یا محلول اکسیدروی و یا نانوذرات نقره می‌توان موادی برای استفاده در اثاثیه منزل تهیه نمود که ضد میکروب و ضدبو بوده و در مقایسه با بسیاری از محلول‌های شیمیایی کنونی با محیط، زیست‌سازگارتر باشند. به این ترتیب نه تنها مراقبت از محیط خانه راحت‌تر خواهد بود بلکه خانه‌ای امن‌تر، تمیزتر و دلچسب‌تر برای زندگی ایجاد می‌شود.

### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

شرکت Simmons<sup>۱</sup> (یکی از بزرگترین سازندگان وسایل خواب در جهان) یکی از دارندگان این فناوری با نام HealthSmart Bed است. این محصول یک تشک دارای روکشی زیپ‌دار است که می‌توان آن را جدا و خشکشویی کرد. در این روکش از الیاف کانالی با نام تجاری Coolmax<sup>®</sup> (ساخت شرکت دوپونت) استفاده شده است. استفاده از این الیاف موجب می‌شود تا لایه رویی تشک، عرق و رطوبت به خود نگیرد و پس از شسته شدن هم به سرعت خشک شود. نانوذرات به‌کار رفته در لایه دوم این تشک مانع از نفوذ آب شده و در نتیجه آب یا هر سیال دیگری که روی آن بریزد را به راحتی می‌توان شست و پاک کرد. لایه سوم نیز پارچه‌ای حوله‌ای است که در آن از الیاف تفلونی با قابلیت حفاظتی فوق‌العاده استفاده شده است.

روش Resists Spills ابداع شرکت آمریکایی Nano-Tex<sup>۲</sup> فناوری و طرح جدیدی در این مورد است. فناوری Nano-Pel<sup>®</sup> یکی دیگر از روش‌های ابداعی شرکت نانوتکس در این زمینه است که با آن محصولاتی مانند روکش‌های تشک ضد آب، ضد چربی و ضد چروک تولید می‌کنند.

فناوری تکمیل پارچه که به روش Nanosphere<sup>®</sup> (ابداعی شرکت سوئیسی Schoeller Textil AG<sup>۳</sup>) انجام می‌شود دارای ویژگی خودتمیزشوندگی بوده و موجب تمیز ماندن پارچه می‌شود و هر چیزی مانند آب، لکه‌های چربی، عسل، سس کچاپ، شربت، خون و غیره که روی آن بریزد به راحتی از سطح آن زدوده می‌شود.

فناوری MIPAN Nano Magic Silver<sup>®</sup> توسط شرکت هیوسونگ<sup>۴</sup> (Hyosung) از کره جنوبی توسعه یافته و در واقع نوعی الیاف چندکاره ضد میکروب است که با استفاده از فناوری نانونقره تولید می‌شود. استفاده از این الیاف در تولید لباس موجب می‌شود تا شخص در برابر انواع مختلفی از میکروب‌های مضر و محیط‌های بیماریزای خارجی محافظت شود. تمیزی، دوام و ایمنی وسایل خواب، حوله‌ها، پارچه‌هایی که برای تمیز کردن ظروف استفاده می‌شوند را نیز می‌توان نمونه‌ای از کاربرد این فناوری در منسوجات خانگی دانست.

<sup>۱</sup> [www.simmons.com](http://www.simmons.com)

<sup>۲</sup> [www.nano-tex.com](http://www.nano-tex.com)

<sup>۳</sup> [www.schoeller-textiles.com](http://www.schoeller-textiles.com)

<sup>۴</sup> [www.mipan.com/eng/](http://www.mipan.com/eng/)

شرکت تشک‌های پارچه‌ای خانگی Burlington<sup>۵</sup> آمریکا در خط تولید خود با استفاده از روش Resists Spills توانسته است باعث حفظ دوام تشک‌های تولیدی و به حداقل رسیدن لک روی آن‌ها بشود. بنابراین مایعاتی که روی سطح این تشک می‌ریزند به آسانی روی آن سر خورده و بدون آنکه لکه‌ای از خود برجای گذارند از سطح آن پاک می‌شوند.

شرکت‌های Serta<sup>۶</sup> در آمریکا و Sleepwear روکش‌هایی با فناوری Nano-Pel<sup>®</sup> به بازار عرضه می‌کنند.

---

<sup>۵</sup> [www.burlington.com](http://www.burlington.com)

<sup>۶</sup> [www.serta.com](http://www.serta.com)





## منسوجات خانگی چندکاره

### معرفی/توصیف:

اهمیت تکمیل کارآمد منسوجات خانگی، نقش ارتباطی آنها در ایجاد هماهنگی با محیط و محصول است. روش‌های تکمیل نانویی با ایده‌های خلاق، زمینه را برای به‌وجود آمدن کاربردهایی با ارزش افزوده بالا در بازار منسوجات خانگی فراهم می‌کنند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

استفاده از روش پوشش‌دهی با نانوذرات فلزی در پرده‌های خانگی ضمن ایجاد خاصیت عایق‌بندی حرارتی، موجب افزایش محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش می‌شود و خانه‌ای با محیطی گرم‌تر، نرم‌تر و راحت‌تر ایجاد می‌کند. همچنین پارچه‌های پوشش داده شده با نانولایه‌های  $\text{SiO}_2$  ضدآب و ضدحریق هستند و موجب افزایش ایمنی در شرایط اضطراری می‌شوند. مزیت این روش آن است که این نانولایه‌ها بدون استفاده از هرگونه مواد افزودنی شیمیایی و فقط با نیروهای جاذبه مولکولی یا اتمی به پارچه می‌چسبند و به این ترتیب ویژگی‌های جدیدی مانند ضدآب بودن، حفاظت الکترومغناطیسی و جلوگیری از تابش امواج فرابنفش و عایق‌بندی حرارتی بالا در این پارچه‌ها ایجاد می‌شوند. مزایای نانوروش‌های فلزی در این مورد عبارتند از:

- اضافه نمودن فیلم فلزی به ماده پایه در شفافیت یا کیفیت ظاهری و گذردهی آن نسبت به هوا تأثیری ندارد.

- عبور پرتوهای فرابنفش، مرئی، فروسرخ و امواج الکترومغناطیسی از ماده پایه کاهش می‌یابد.
  - فیلم فلزی با توجه به رسانا بودن آن از ایجاد الکتریسیته ساکن و عبور امواج الکترومغناطیسی جلوگیری می‌کند.
- همچنین این پارچه‌ها بسته به نوع فلز به کار رفته می‌توانند کاربردهای دیگری مانند ضدحریق و ضدآب بودن هم داشته باشند.

#### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

شرکت ژاپنی Suzutora<sup>۱</sup> با روکش دادن قطعه پارچه‌های بافته شده، گردبافت و بی‌بافت با نانولایه‌ای از فیلم فلزی، به فناوری نوینی در زمینه فرآوری منسوجات چندکاره دست یافته است.

<sup>۱</sup> <http://www.suzutora.co.jp/>



## لباس‌های استتار برای سربازان در جنگ

### معرفی/توصیف:

استتار، از گذشته‌های دور یکی از مهمترین و سرنوشت‌سازترین عوامل در جنگ‌ها بوده، حتی حیوانات نیز برای شکار کردن و شکار نشدن از روش‌های استتاری جالبی استفاده می‌کنند که خود آنها ایده بسیاری از روش‌های جدید هستند. یکی از جالب‌ترین این روش‌ها، مخصوص آفتاب‌پرست است. این خزنده عجیب و ماقبل تاریخ قادر است به رنگ محیطی در بیاید که در آن به سر می‌برد. لذا این روش‌ها استتار برای حفظ جان در جنگ نیز استفاده می‌شوند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

با توجه به افزایش هزینه تولید تجهیزات نظامی استراتژیک و دقیق‌تر شدن حسگرهای شناسایی در جهان، استفاده از پوشش‌های استتاری گام مؤثری در جهت مقابله با چنین تجهیزات و کاهش خسارات ناشی از آن است.

### دارنده فناوری/محصول تجاری‌شده:

مؤسسه فناوری نیوجرسی پوششی به نام NanoCamo طراحی کرده‌اند که با به‌کار بردن نانولایه‌هایی که با الکتروسیسته کنترل می‌شوند، یک ارتش را به صورت مجازی نامرئی می‌کند. یونیفرم‌های سربازان، تانک‌ها و چادرها، به وسیله

یک ماده هوشمند پوشانده می‌شوند که می‌تواند محیط اطراف را تشخیص داده و در هر زمان از آن تقلید کند و در نتیجه یافتن این ارتش آفتاب‌پرست مانند، بسیار مشکل است.



## باندازهای حاوی نانوذرات نقره برای زخم‌های حاصل از سوختگی

### معرفی/توصیف:

ترکیبات ضد میکروبی نقره برای سال‌ها به عنوان داروی ترمیم سوختگی و درمان عفونت‌های ناشی از سوختگی‌های شدید مورد استفاده قرار می‌گرفته‌است که در عین حال از آثار جانبی از قبیل تغییر دادن رنگ پوست و آسیب رساندن به سلول‌ها برخوردار بوده‌است و البته باکتری‌های مقاوم می‌توانند دوره درمان این نوع داروها را بی‌تاثیر کنند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

خاصیت میکروب‌کشی نانوذرات نقره در برابر بیش از ۱۵۰ نوع میکروب مقاوم در برابر دارو با افزایش سطح مؤثر این ذرات بیشتر می‌شود.

### دارنده فناوری/محصول تجاری‌شده:

Nucryst pharmaceuticals<sup>۱</sup>، بخشی از شرکت کانادایی Westaim Corporation<sup>۲</sup> است که پوشش موردنیاز برای زخم‌های شدید ناشی از سوختگی را تولید می‌کند. شرکت Nucryst در این مورد محصولی ارائه کرده‌است که ادعا

<sup>۱</sup> [www.nucryst.com](http://www.nucryst.com)

<sup>۲</sup> [www.westaim.com](http://www.westaim.com)

می‌کند محصول مبتنی بر نانونقره آنها باکتری را در عرض ۳۰ دقیقه کشته و برای چندین روز پیوسته اثر خود را حفظ می‌کند.



## الیاف برطرف‌کننده بوی نامطبوع بیمارستان‌ها

### معرفی/توصیف:

بوی نامطبوع بیمارستان از مواد متعددی از جمله ترکیبات حاوی نیتروژن (آمونیاک و آمین‌ها)، ترکیبات گوگردی (سولفید هیدروژن)، آلئوئیدها (فرمالدئید) و اسیدهای چرب سبک (اسیدفرمیک، اسیداستیک و اسیدوالریک) ناشی می‌شود.

### کاربرد/مزایا/معایب:

الیاف برطرف‌کننده بوی بیمارستان‌ها برای کاربردهای وسیعی از جمله ساخت البسه و ملحفه‌های تخت‌خواب بیمارستان‌ها استفاده می‌شوند. این الیاف می‌توانند علاوه بر ترکیبات فسفات و هیدروکسیدها، شامل فوتوکاتالیست‌ها و عامل‌های میکروب‌کش مثل نقره نیز باشند.

### دارنده فناوری/محصول تجاری‌شده:

ساخت الیاف برطرف‌کننده بو توسط شرکت صنایع شیمیایی Takeda<sup>۱</sup> واقع در اوزاکای ژاپن توسعه یافت.

<sup>۱</sup> [www.takeda.com](http://www.takeda.com)





## جوراب‌های ضدبو / ضدباکتری

### معرفی / توصیف:

ذرات نقره که اندازه حدود ۵ نانومتر دارند به واسطه اندازه کوچک، سطح مؤثر آنها نسبت به حجم خیلی زیاد است و در نتیجه تماس آنها با قارچ یا باکتری‌ها در حالت استفاده از مقادیر یکسان نقره افزایش می‌یابد. نانونقره ایمن، بسیار فعال، غیر حساسیت‌زا و آب‌دوست بوده و برای فرد پوشنده لباس قابل تحمل و راحت است. نانونقره در تماس با قارچ یا باکتری‌ها، بر روی متابولیسم آنها اثر گذاشته و رشد سلول را مختل می‌کند.

### کاربرد / مزایا / معایب:

چون نانونقره تنفس و تحولات اساسی سیستم انتقال الکترون و انتقال ماده را در غشای سلولی میکروب متوقف می‌کند در نتیجه مانع رشد و تکثیر باکتری و قارچ‌هایی که سبب بوی بدپا، خارش پا، عفونت قارچی و زخم پاشنه پا می‌شوند، می‌گردد و این ذرات می‌توانند تا ۵۰ بار شستشو داخل الیاف باقی بمانند.

### دارنده فناوری / محصول تجاری شده:

شرکت انگلیسی JR NanoTech plc<sup>۱</sup> صاحب فناوری روشی پتنت شده است که نانوذرات نقره را به وسیله آن روش وارد الیاف پنبه می‌کنند. جورابهای SoleFresh این شرکت دارای این خاصیت است.

<sup>۱</sup> [www.jrnanotech.com](http://www.jrnanotech.com)





## لباس‌های ورزشی ضدباکتری / ضدبو

### معرفی / توصیف:

از نانوالیاف ضدباکتری می‌توان بدون آنکه خواص دیگر پارچه را (مانند دوام، اثربخشی، ثبات رنگ، قابلیت تولید، راحتی و قیمت) تحت تأثیر قرار دهد در تولید لباس‌های ورزشی ضدبوهای نامطبوع استفاده نمود.

### کاربرد / مزایا / معایب:

با توجه به تعریق زیاد بدن و در نتیجه تولید بوی بد در اثر فعالیت‌های زیاد ورزشکاران حرفه‌ای در حین تمرین، می‌توان از این الیاف برای تولید لباس‌های ورزشی استفاده کرد که علاوه بر ضدبو بودن، باکتری‌ها و میکروب‌های ناشی از این فعالیت را نیز بکشد.

### دارنده فناوری / محصول تجاری شده:

شرکت کانادایی CTT Group<sup>۱</sup> ماده‌ای تولید کرده‌است که در تهیه لباس‌های ورزشی، جوراب و لباس زیر کاربرد دارد. SILVERCLEAR نام تجاری محلول مایع و ضدعفونی‌کننده و ضدباکتری است که این شرکت تولید کرده و در ساخت آن از نانوبلورهای نقره استفاده شده‌است.

<sup>۱</sup> [www.groupecttgroup.com](http://www.groupecttgroup.com)

شرکت Greenyarn<sup>۲</sup> موادی ضدباکتری برای پارچه‌های Eco-Fabric که مخصوص جوراب و کفش‌های ویژه فعالیت در محیط‌های باز است، تولید کرده‌است.

شرکت Hyosung Corp<sup>۳</sup> کره جنوبی با استفاده از فناوری نانو، نوعی الیاف ضدباکتری تولید کرده‌است. در این محصول نانوذرات نقره درون الیاف قرار داده می‌شوند. به ادعای مسئولان این شرکت این ماده تا ۹۹/۹ درصد مانع از سرایت باکتری‌های عامل ذات الریه، باسیل‌ها و قارچ‌ها می‌شود و درعین حال هیچ ضرری هم برای سلامت افراد ندارند.

محصولات شرکت آمریکایی NanoHorizon<sup>۴</sup> با مارک E47 با توجه به نوع افزودنی باعث می‌شود تا بدون از بین رفتن خواص عملکردی این لباس‌ها یا میزان راحتی آنها، محافظت مطمئن مؤثر و دائمی برای شخص داشته باشند. E47 در تولید محصولات ورزشی و لباس‌های بیرون (مانند جوراب‌های ضدبو) کاربرد دارد.

---

<sup>۲</sup> [www.greenyarn.com/](http://www.greenyarn.com/)

<sup>۳</sup> [www.mipan.com/eng/](http://www.mipan.com/eng/)

<sup>۴</sup> [www.nanohorizons.com](http://www.nanohorizons.com)



## لباس‌های نانوساختار ورزشی با عملکرد حرارتی بالا

### معرفی / توصیف:

برخلاف تصور همگان لباس غواصی معمولی لباس‌هایی ضدآب نیست. اساس کار لباس غواصی به این صورت است که با وارد شدن در آب و خیس شدن لباس، آبی در بین فضای لباس و بدن به صورت ثابت قرار می‌گیرد. با گرم شدن آب در اثر گرمای بدن ابتدا احساس سرما و بعد گرمای ملایم و خوبی به وجود می‌آید. لباس‌های غواصی به صورت کاملاً چسبان است. برای فصل و درجات آب لباس‌های مختلف با ضخامت مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### کاربرد / مزایا / معایب:

روکش بسیار نازکی از نانوذرات فلزی روی لباس‌های غواصی لایه‌نشانی می‌شود که تمام خواص مورد نیاز روکش‌ها مانند ضدآب و ضدباکتری بودن و سایر روکش‌های فعال را در خود دارد. این روش در ساخت لباس‌های ورزشی از جمله غواصی کاربرد فراوانی دارد به طوریکه در تثبیت دمای بدن بسیار کمک می‌کند. نمونه کاربرد دیگر این روکش نوعی لباس‌های اسکی، با پوشش‌دهی پارچه‌ها با نانولایه‌های فلز تیتانیوم است که با جذب امواج فرسرخ، هم گرم هستند و هم قابلیت تنفس دارند. این لباس‌های نانوساختار و جدید گلف/اسکی هم در برابر سرما مقاوم بوده و هم انعطاف‌پذیر هستند و موجب افزایش احساس راحتی و قدرت عملکرد ورزشکار می‌شوند.

**دارنده فناوری/محصول تجاری شده:**

پارچه مخصوص لباس غواصی که توسط شرکت ژاپنی Suzutora<sup>۱</sup> و با روشی به نام MASA ساخته شده، روکشی از نانوذرات فلزی برای لباس‌های غواصی فراهم آورده که به وسیله جذب پرتوهای مادون قرمز با تیتانیوم به کار رفته در آنها ضمن حفظ گرمای بدن، غواصی راحت و لذت بخشی را به ارمغان می آورد. محققان دانشگاه MIT<sup>۲</sup> نیز روشی برای تولید این نوع لباس‌ها ابداع کرده‌اند.

---

<sup>۱</sup> <http://www.suzutora.co.jp/>

<sup>۲</sup> [web.mit.edu/](http://web.mit.edu/)



## لباس‌های محافظ در برابر تشعشع رادیواکتیو

### معرفی / توصیف:

هم‌چنان که پیشرفت علم در شکاف اتم و استفاده از انرژی هسته‌ای زیاد می‌شود، اثرات نامطلوب این فناوری و همچنین و کاربردهای مخرب آن نیز افزایش می‌یابد. لذا پیش‌بینی روش‌هایی برای مقابله انسان با این شرایط آلوده حین کار و همچنین مواقع ضروری مثل استفاده دشمن از بمب هسته‌ای یا انفجارهای ناخواسته اتمی، رویکردی است که از همان ابتدا برای پژوهشگران این حوزه در پیش گرفته شده‌است. از طرفی توسعه فضانوردی و سفر به فضا که باعث می‌شود یک فضانورد به محض خروج از میدان مغناطیسی و اتمسفر محافظ زمین، در معرض تابش‌های یونیزه‌کننده به‌صورت ذرات اتمی باردار قرار بگیرد، نیاز به پوشش‌های تدافعی در این شرایط را زیاد می‌کند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

با ایجاد روکش‌های خاص می‌توان پارچه ضدتشعشعی با استفاده از فناوری نانو به‌منظور تهیه لباس‌های مقاوم در برابر تشعشع تولید نمود. این ماده سبک، غیرسمی و بدون سرب است. این ماده که بین دولایه پارچه تعبیه می‌شود را می‌توان در هرلباسی با هر الگویی از جمله لباس‌های سرتاسری که از شخص در برابر پرتوهای یونیزه‌کننده حفاظت می‌کنند، به‌کار برد. این جلیقه‌ها از اندام‌های حیاتی شخص در برابر تأثیرات زیانبار تشعشع محافظت کرده و امکان حضور فرد در ناحیه آلوده را در قالب نیروهای امداد و نجات فراهم می‌کند. لایه‌های محافظ برای پوشاندن بمب‌های آلوده عمل نکرده یا ابزارهایی که تشعشعات مضر از خود ساطع می‌کنند به‌کار می‌رود. این پوشش بسیار

قوی و بادوام است و طوری طراحی شده که موجب کاهش گسیل چشمه‌های پرانرژی گاما مانند سزیم ۱۳۷ نیز می‌شود. این لباس سرتاسری برای محافظت هنگام فرار از بمب کثیف هم مفید است. از طرفی از این لباس‌ها می‌توان در مورد پوشش فضانوردان و محافظت آن‌ها در برابر تشعشعات کیهانی استفاده کرد.

#### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

شرکت آمریکایی RST (Radiation Shield Technologies)<sup>۱</sup> خط تولید انحصاری برای ساخت ماده‌ای با نام تجاری Demorn دارد که این ماده مخصوص محافظت در برابر بمب‌های آلوده است. از این ماده در ساخت جلیقه‌های جنگی محافظ در برابر اشعه، لایه‌های بازدارنده و لباس‌های سرتاسری استفاده می‌شود.

---

<sup>۱</sup> <http://www.radshield.com/>



## یونیفورم‌های آتش‌نشانی سبک‌تر

### معرفی/توصیف:

وزن لباس‌های کنونی که از الیاف آرامیدی ضدحریق و الیاف دیگر ساخته شده‌است به ۵ کیلوگرم می‌رسد، قابلیت تنفس کمی دارد و به‌دلیل خطرات گرم‌زدگی، آتش‌نشان‌ها نمی‌توانند با آن بیش از حدود نیم ساعت در محل شعله بمانند. لذا به‌عنوان نمونه تنها در ژاپن سالانه ۱۰ آتش‌نشان پس از قرارگرفتن در معرض شعله و حرارت بیش از  $^{\circ}\text{C}$  ۱۰۰۰ می‌میرند.

### کاربرد/مزایا/معایب:

با استفاده از فناوری نانو، لباسی برای آتش‌نشان‌ها می‌توان ساخت که ضمن داشتن قابلیت تنفس بیشتر، ۲۰ تا ۳۰ درصد سبک‌تر از لباس‌های موجود است.

### دارنده فناوری/محصول تجاری‌شده:

وزارت صنایع اقتصاد و تجارت ژاپن (MEIZ) به همراهی سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی آن کشور، این لباس‌ها را تولید کرده‌اند.





## منسوجات نوین و رسانه

### معرفی/توصیف:

افزایش و توسعه تجهیزات الکترونیکی و سیستم‌های بی‌سیم در چند دهه اخیر، پتانسیل آسیب‌پذیری را به واسطه تداخل امواج الکترومغناطیسی ایجاد کرده‌است. استفاده از ابزارهای الکترونیکی در زمینه ارتباطات، محاسبه و اتوماسیون نیز با توجه به قابلیت‌های آن در حال افزایش است و به همین دلیل فرکانس عملیاتی و تجمع امواج نیز صدمات جبران‌ناپذیری در زندگی ما انسان‌ها به همراه خواهد داشت. امواج ماوراءبنفش و امواج با فرکانس‌های بالاتر مانند اشعه ایکس یا گامایونیزه نیز از این قاعده مستثنی نیستند. همچنین تشعشع امواج تلفن همراه و مشکلات زیستی ناشی از آن به دلیل افزایش استفاده از تلفن‌های همراه در سراسر جهان با رشد چشم‌گیری مواجه بوده‌است که این موضوع نیز سبب افزایش نگرانی‌ها نسبت به اثرات سیستم‌های بی‌سیم مانند شبکه‌های ارتباطی تلفن همراه بر روی سلامتی افراد شده‌است. لذا این ویژگی که می‌تواند خطرات بسیار زیادی را به همراه داشته باشد را باید کنترل کرد.

### کاربرد/مزایا/معایب:

پارچه‌های خاص با پوشش نانو کاربردهای زیادی مانند حفاظت در برابر تابش‌های رادیویی مخرب و مضر دارد. همچنین با استفاده از آن می‌توان پارچه‌های رسانای ضخیم‌تر و سبک‌تری برای کارگران نیروگاه‌ها ساخت که بدون تحت تأثیر قراردادن عملکرد، تأثیر ناشی از خطوط انتقال برق را کاهش بدهند. از مزایای دیگر این پارچه‌های

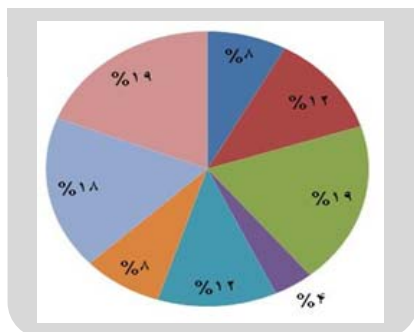
الکترونیکی جدید، کاهش زیاد وزن آن، هزینه پایین تولید (البته با محصولات جانبی)، قابلیت کشیدن این ماده بدون جداشدن نانوذرات فلزی و پلیمری آن از یکدیگر، دوام خوب و قابلیت شستشوی متعدد است.

#### دارنده فناوری/محصول تجاری شده:

شرکت آمریکایی Nanosonic<sup>۱</sup> منسوجات نوین و رسانا ساخته است. تاکنون این شرکت پارچه‌های انعطاف‌پذیر گوناگون، فوم‌ها و الیاف مختلفی را با استفاده از خواص MetalRubber<sup>TM</sup> تولید کرده است. نانوسونیک این ماده را با استفاده از فرآیند ثبت اختراع شده خودآرایی که از ویژگی‌های فناوری نانو به‌شمار می‌آید، تولید کرده است. MetalRubber<sup>TM</sup> نام تجاری محصولات شرکت نانوسونیک است.

---

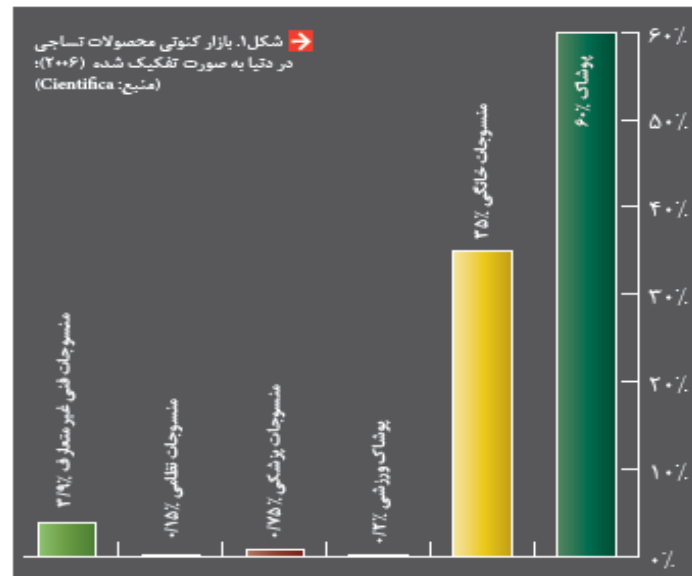
<sup>۱</sup> [www.nanosonic.com/](http://www.nanosonic.com/)



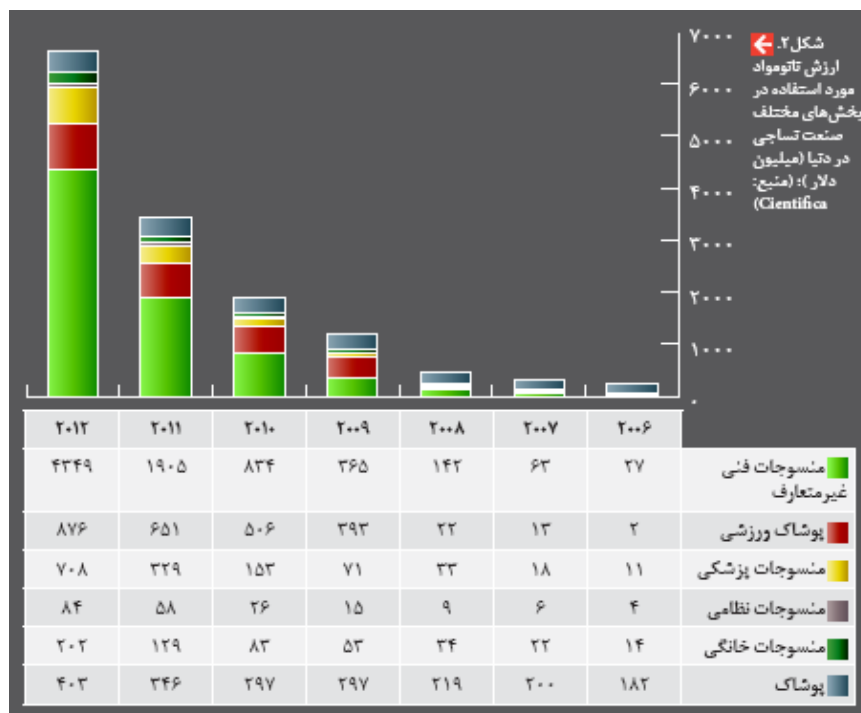
## بازار منسوجات نانویی

### بازار فناوری نانو در صنعت نساجی

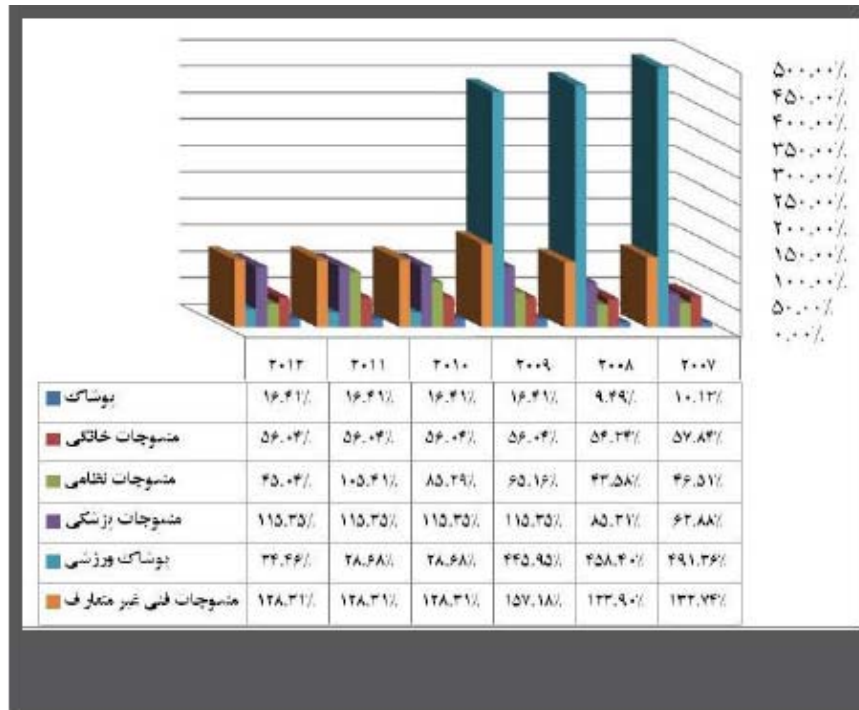
ارزش بازار محصولات نساجی که از فناوری نانو استفاده می‌کنند، در سال ۲۰۰۷ در حدود ۱۳/۶ میلیارد دلار بود که بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته، در سال ۲۰۱۲ با یک افزایش سریع به ۱۱۵ میلیارد دلار خواهد رسید. بیشترین نرخ رشد، مربوط به محصولات غیر از محصولات خانگی و پوشاک است که در آن‌ها، نیاز به بهبود کارایی و نه کاهش قیمت، پیشران بهره‌گیری روزافزون از فناوری نانو خواهد بود. بازار کنونی دنیا در بخش منسوجات به صورت تفکیک شده در شکل (۱) نشان داده شده است. به هر حال، همه بازارها به‌طور یکسان از فناوری نانو تأثیر نخواهند پذیرفت و کاربردهای خاص از قبیل منسوجات نظامی و ورزشی، که قیمت تمام شده آن‌ها اهمیت چندانی ندارد و «کیفیت» عامل تعیین کننده است، بیشترین میزان رشد را خواهند داشت.



شکل (۲) نشان دهنده نفوذ نانومواد در بخش‌های مختلف است. در حال حاضر، فناوری نانو به میزان حدود ۰/۳۸ درصد در بازار بزرگ‌ترین بخش منسوجات، یعنی بازار پوشاک نفوذ کرده است و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۱۲ با ظهور کاربردهای جدید، این مقدار تا ۰/۷۰ درصد افزایش یابد؛ همچنین روند نفوذ فناوری نانو در این بخش با کاهش قیمت‌ها و هزینه‌ها افزایش می‌یابد. ولی چون فشار اصلی در بخش پوشاک قیمت آن است و نه کارایی آن، به همین خاطر نفوذ فناوری نانو در این بخش کم خواهد بود؛ اگرچه این بخش دارای بیشترین میزان سهم در بازار منسوجات (به صورت مطلق بر حسب دلار) است.

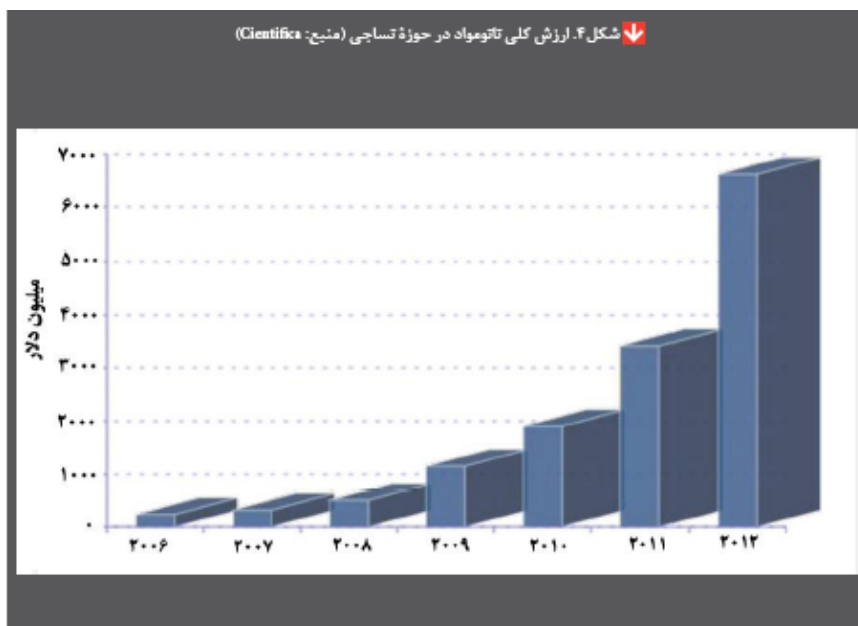


شکل (۳) نشان دهنده میزان رشد بازار محصولات توانمند شده بوسیله فناوری نانو در بخش های مختلف صنعت نساجی است. بایک نگاه اجمالی به متوسط نرخ رشد در سال های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ مشخص می شود که فناوری نانو دارای تأثیرات متفاوت در بخش های مختلف صنعت نساجی است. بیشترین تأثیر برای منسوجات ورزشی/ منسوجات بیرون از خانه پیش بینی می شود (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.



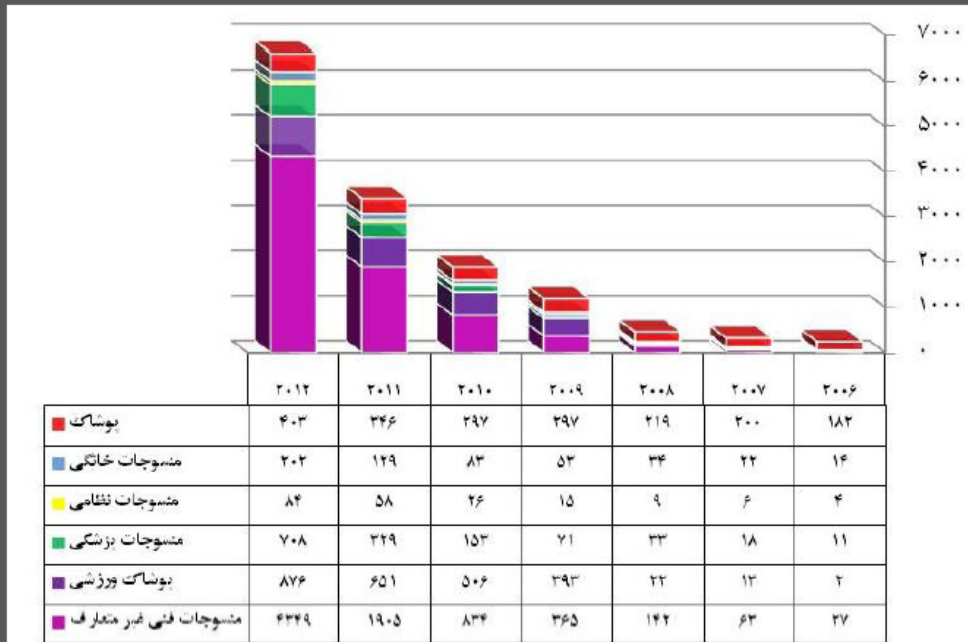
شکل ۳- رشد بازار محصولات توانمند شده بوسیله فناوری نانو در بخش‌های مختلف (منبع: Cientifica)

از آنجایی که هزینه‌های اصلی استفاده از فناوری نانو در بخش منسوجات شامل هزینه‌های کسب مجوز و نیز هزینه خرید نانومواد است، در شکل (۴) ارزش کلی نانومواد در حوزه نساجی بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ نشان داده شده است. همچنین در شکل (۵) ارزش کلی نانومواد در بخش‌های مختلف صنعت نساجی بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ مورد تحلیل قرار گرفته است. در بخش منسوجات خانگی و پوشاک، ارزش نانومواد با میانگین ۱/۸۲ درصد در سال، رشد خواهد داشت و اگر قیمت نانومواد بیشتر از ۲ درصد باشد آنگاه تولیدکنندگان خطر حاشیه سود منفی را تجربه خواهند کرد؛ البته با افزایش تقاضا قیمت‌ها کاهش پیدا می‌کند.

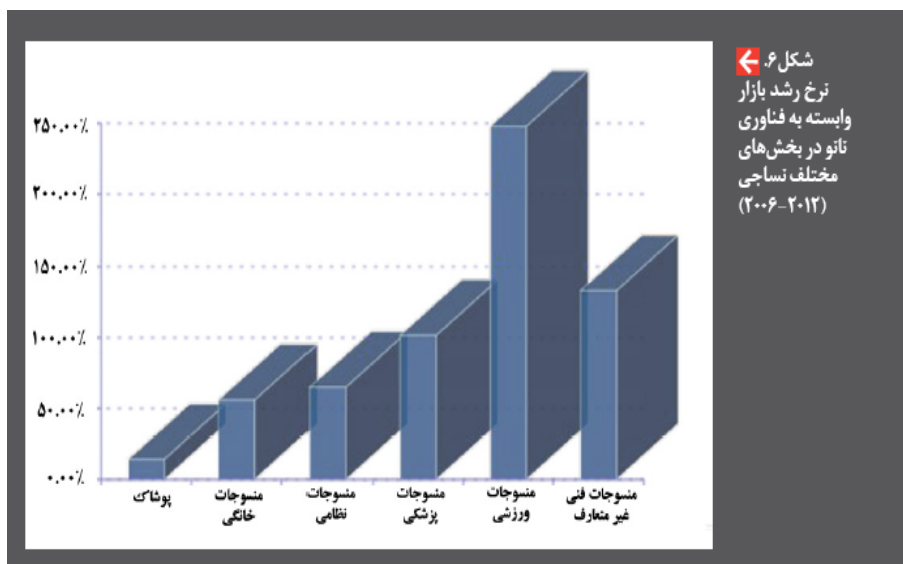


با وجود آنکه فناوری نانو سبب ایجاد ارزش افزوده خواهد شد، ولی در زمینه کاهش قیمت‌ها در کوتاه‌مدت مؤثر نخواهد بود. نرخ متوسط رشد در بخش منسوجات ورزشی/ بیرون از خانه، پزشکی و نیز منسوجات فنی و غیر متعارف که عملکرد مهم‌تر از قیمت است (مخصوصاً در منسوجات نظامی) ۷/۲۷ درصد در سال برای منسوجات ورزشی/بیرون از خانه، پزشکی، فنی غیرمتعارف و ۱۴/۵۴ درصد در سال برای منسوجات نظامی خواهد بود.

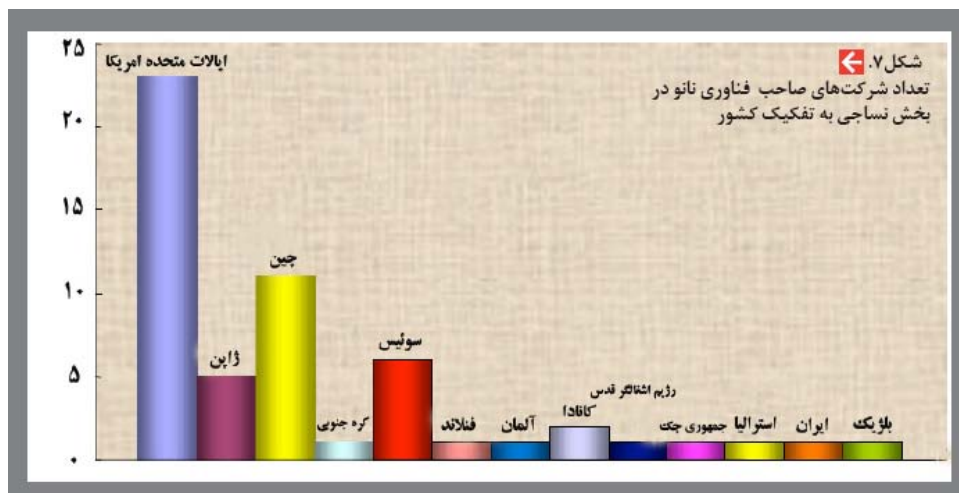
↓ شکل ۵. ارزش نانو مواد در بخش های مختلف نساجی (میلیون دلار)؛ (منبع: Cientifica)



شکل (۶) نشان دهنده نرخ رشد بازار وابسته به فناوری نانو، در بخش های مختلف نساجی در سال های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ هستند. رشد مورد انتظار برای منسوجات ورزشی که در آنها از فناوری نانو استفاده شده است، بیش از سایر بخش ها است.



شکل (۷) شرکت‌های صاحب فناوری نانو در صنعت نساجی را به تفکیک کشور نشان می‌دهد.



## بازارهای نهایی و فعالان زنجیره ارزش

- بازار پوشاک

در بازار نهایی پوشاک، باتوجه به نوع محصول، زنجیره ارزش شامل دو یا سه عامل خواهد بود. برای محصولاتی مانند لباس کشیاف، شرکت‌های نساجی به طور معمول محصولات تمام شده خود را بدون فرآوری اضافی به عمده فروش‌ها و یا خرده‌فروش‌ها خواهند فروخت. برای سایر محصولات پارچه‌ای مانند جین، آنها مجبور خواهند شد که قبل از ارائه به عمده فروش‌ها و یا خرده‌فروش‌ها به کمک شرکت‌های پوشاک محصولات را به لباس تبدیل نمایند.

- بازار منسوجات خانگی

در بازارهای مربوط به منسوجات خانگی، محصولاتی مانند پتو و فرش به طور مستقیم به عمده فروش‌ها یا خرده فروش‌ها عرضه خواهند شد.

- بازار منسوجات صنعتی

در بخش صنعتی، شرکت‌های نساجی محصولات خود را به عنوان ورودی به خریدارانی از صنایع دیگر (مانند خودروسازی) خواهند فروخت. این محصولات که معمولاً با فرآیندهایی غیر از فرآیند بافندگی تولید می‌شوند به طور مستقیم و بدون هیچ واسطه‌ای به خریداران فروخته می‌شوند.