

# دیدهبانی فناوری نانو مجموعه شماره ۷. منسوجات منسوجات نانویی محافظ

براهمیت، بخش قابل توجهی از ابداعات و تحقیقات جدید بازار این فناوری را به خود، کسب نموده است. در این گزارش، سه نقش بنیادی فناوری نانو شامل انواع پوشش ها و سطوح بدیع، نشو کامپوزیتها، نانوالیاف و نشو لترات دارای کارکرد خاص اشاره می گردد. کارکرد حاصله از این گونه مواد شامل مواردی نظیر: افزایش میزان حافظت به همراه وزن کمتر، راحتی بیشتر،

از کرایبی این گونه محصولات و رفع نیازها وجود دارد. منسوجات محافظ شخصی با هدف حذف و یا کاهش خطر جراحتهای تماسها و عفونتها تولید شدهاند که مانند سپری در مقابل خطرات شیمیایی، بیولوژیکی و هستهای، دماهای بالا و آتش، لشای تیز و اجسام پرتاب شده، عمل می کنند. منسوجات محافظ به عنوان یکی از حوزه های

اهمیت ایمنی و سلامتی انسان در مکان هایی که در معرض خطر هستند و یا در شغل هایی با شرایط خاص باعث افزایش تقاضا برای لوازم و لباس های محافظ شده است. منسوجات محافظ شخصی از خانواده تجهیزات محافظ شخصی (PPE) هستند و حوزه ای خاص از بخش فناوری منسوجات را در بر می گیرد که بازار آن رشد زیادی در میان صنایع داشته و رضایت بالایی



دی‌اکسید تیتانیوم.

### لباس‌های ضد آب و ضد لک

این نوع لباس‌ها برای فعالیت‌های ورزشی و در استفاده‌های طولانی مدت بسیار راحت و خوشایند هستند. منسوجات ضد آب و خود تمیز شونده در نتیجه تغییرات سطحی به وسیله اصلاح نانو ذرات تولید شده، که آب و لکه‌ها را در خود جذب نمی‌کند؛ هر چند که بخار آب می‌تواند از طریق منافذ موجود عبور کند. چنین محصولاتی هم اکنون در بازار موجود هستند.

### استفاده از لباس‌های ترکیبی

خصوصیات فوق به صورت ترکیبی، امکان محافظت در شرایط محیطی بسیار سخت را تسهیل می‌کند. این خصوصیات شامل وزن کم، ویژگی‌های ضد باکتریایی، محافظت در مقابل تهدیدهای بیولوژیکی و شیمیایی و برخورد اجسام پرتاب شده است. چنین محصولاتی در شرایط مختلف در حال آزمایش هستند و بیشتر جنبه استفاده نظامی دارد، اما امکان تولید انبوه و ورود به بازارهای غیر نظامی نیز وجود دارد.

## ۲ منسوجات هوشمند محافظ

منسوجات هوشمند دارای فعل و انفعال چالش بعدی برای تجهیزات نانویی و محافظ شخصی هستند. حسگرها و وسایل الکترونیکی را می‌توان در فیبرها و پارچه‌های نانویی قرار داد که سبب پیشرفت‌های وسیعی با کارکردهای هوشمند محتمل در لباس‌های جدید می‌گردند. این پارچه‌ها ظرفیت بالایی را برای دریافت داده‌های ورودی (از قبیل: داده‌های الکترونیکی، گرمایی، شیمیایی، مغناطیسی و غیره) از محیط یا شخص مصرف کننده و پاسخ مناسب به آن را دارند. این منسوجات، همچنین می‌توانند سبب تولید انرژی شوند (به عنوان مثال به وسیله استفاده از وسایل فوتوولتائیک) و یا ممکن است انرژی را برای انجام کارکردهایشان ذخیره کنند. هم‌اکنون برخی از این محصولات در حال تولید هستند، اما هنوز در مرحله آزمایشی قرار دارند که می‌توانند به کنترل وضعیت شخصی افراد و حفظ سلامتی و درمان پیشگیرانه بیماری‌ها از طریق نمایش پارامترهای فیزیولوژیکی کمک کنند.

از این ظرفیت‌ها می‌توان به عنوان ابزار بسیار مهم در مشاغل و محیط‌های خطرناک (مانند: آتش‌نشان‌ها، افراد پلیس، تیم‌های نجات و غیره) که نمایش پارامترهای فیزیولوژیکی افراد در این گونه شرایط بسیار حیاتی است، استفاده نمود. فعالیت در این زمینه هم به صورت آکادمیک و هم صنعتی انجام می‌شود، اما ارتش ایالات متحده آمریکا در این تحقیقات پیشرو است. با این وجود فناوری‌های توسعه یافته فرصت‌های مناسب و توانمندی زیادی برای کاربرد گسترده تجاری دارند؛ به عنوان مثال بیشتر

مانند گاز خردل یا کربن مونوکسید محافظت می‌کنند به وسیله منسوجات دارای نانو ذرات منیزیم اکسید و مولکول‌هایی با ساختار درختی و یا طلا ساخته شده‌اند؛ که مؤثرتر از روش معمول و استفاده از زغال خواهند بود. در حال حاضر استفاده از نانو لوله‌های کربنی به عنوان حسگر برای ردیابی عوامل گازی مؤثر بر روی اعصاب در حال توسعه است.

### محافظت در مقابل ضربه

منسوجات دارای مواد فولرین غیر آلی یا نانو لوله‌های کربنی چند لایه‌ای اثرات حفاظتی بیشتری در مقابل برخورد اجسام پرتاب شده از خود نشان می‌دهند که در آزمایشگاه نسبت به مواد متداول مقایسه شده‌اند. مواد هوشمندی شامل الیافی سه بعدی به همراه پوششی از سیلیس در حال توسعه است که در شرایط عادی بسیار نرم و انعطاف پذیر است؛ اما در هنگام فشار آمدن به وسیله یک ضربه و پیش از برخورد جسم فوراً سخت شده و دوباره به صورت انعطاف پذیر به حالت نرم بر می‌گردد.

### محافظت در مقابل گرما و آتش سوزی

بسیاری از مواد نانویی (شامل ذرات دی‌اکسید تیتانیوم، دی‌اکسید سیلیسیم و هیدروکسیدهای دو لایه) این ویژگی را دارند که آتش سوزی را به تأخیر می‌اندازند. اضافه کردن این گونه پوشش‌های تأخیر انداز آتش و مقاوم در برابر حرارت، به منسوجات خاصیت ضد آتش می‌دهد.

### حفاظت در مقابل دماهای بسیار بالا

منسوجاتی که در دماهای بسیار بالا یا بسیار پایین تغییر حالتی ندارند را می‌توان با استفاده از آنروزل‌ها تهیه کرد. (آنروزل‌ها از زل سیلیس غیر متبلور تشکیل شده‌اند که دارای ساختارهای نانو حفره هستند). این منسوجات برای کار کردن در شرایط ناگوار و فعالیت‌های ورزشی طولانی مفید هستند.

### حفاظت در مقابل پرتو فرابنفش

منسوجاتی که ویژگی خاصی دارند تا از ورود پرتوهای فرابنفش جلوگیری کنند، اغلب در لباس‌های ورزشی استفاده می‌شوند. چنین ویژگی‌هایی را می‌توان با استفاده از پوشش نانو ذرات اکسیدروی یا دی‌اکسید تیتانیوم ایجاد نمود.

### حفاظت در مقابل میکروب‌ها و باکتری‌ها

این ویژگی در لباس‌های بیماران و کارکنان بیمارستان‌ها، باند زخم، روتختی و ماسک‌ها به عنوان محافظ کاربرد دارد؛ همچنین ممکن است به عنوان لباس ورزشی مخصوص در دوره فعالیت حرفه‌ای به کار رود. نانو ذرات اصلی که دارای مکانیزم ضد میکروبی یا ضد باکتریایی هستند عبارتند از: نانو ذرات نقره، مس و

کارکردهای چندگانه، جدید و فرآیندهای سازگار با محیط زیست است. همچنین استفاده از مواد پویا (دینامیک) در لباس‌ها می‌تواند آن‌ها را در مقابل عوامل شیمیایی و بیولوژیکی یا تغییرات شرایط خارجی ایمن کند.

استفاده از مواد هوشمند الکترونیکی در منسوجات این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان پارامترهای فیزیولوژیکی و میزان انرژی درون این لباس‌ها را در کارکردهای مختلف، سنجید.

چه کسانی به تجهیزات محافظ شخصی نیاز دارند؟

تجهیزات محافظ شخصی در موارد ذیل ضروری است:

▣ شغل‌ها و کارگرانی که در محیط‌های خطرناک و یا وضعیت‌های در معرض خطر هستند، مانند: خدمات امنیتی و اضطراری.

▣ بیمارستان‌ها برای بهداشت موثر و راحتی بیماران و سلامتی کارکنان، باید از آلودگی‌های باکتریایی به وسیله روش‌های کارآمدتر دور بمانند.

▣ فعالیت‌های ورزشی که در محیط آزاد انجام می‌شود و باید در مقابل جراحت‌ها و یا شرایط آب و هوایی محافظت شوند.

▣ نظامیان که باید در مقابل تهدیدهای زیست محیطی و دشمن محافظت شوند.

▣ معمولاً منسوجات محافظ موجود سنگین و بزرگ هستند و بدون احساس راحتی و با کارایی حفاظتی محدود هستند. این خصوصیات کاربردهای را محدود می‌کند که این مشکلات باید رفع گردند.

### ارزش افزوده فناوری نانو

به علت ویژگی توانمند و خواص منحصر به فرد مواد نانویی، فناوری نانو برای استفاده در منسوجات محافظ مناسب هستند. کاربرد این فناوری در این بخش در ابتدای راه است که باید دو مسیر اصلی دنبال شود: ▣ ارتقاء دادن کارکردها و کارایی تجهیزات محافظ موجود. ▣ توسعه محصولات با ویژگی‌ها و کارایی جدید. ادامه این جریان‌های پیشرفته منجر به محصولاتی با دو نوع درجه بندی اصلی می‌شود: منسوجات محافظ کارکردی و منسوجات کارکردی هوشمند. بعضی از این مواد وارد بازار شده‌اند اما باید با خصوصیات جدیدتر ارتقاء یافته تا این پیشرفت‌ها ادامه یابند.

## ۱ منسوجات محافظ کارکردی

گرچه هنوز در مراحل مقدماتی قرار دارد، اما برخی نمونه‌های تجهیزات محافظ شخصی نانویی عبارتند از:

### محافظت از مواد سمی و شیمیایی و گازهای خطرناک:

این منسوجات که بدن را در مقابل عوامل مضر





در باره‌ی اثرات زیست محیطی و سلامتی انسان ادامه یابند تا تمام رویکردهای پیشگیرانه در مقابل خطرات احتمالی اعمال شوند.

#### ۶ وضعیت رقابتی

چشم‌انداز صنایع تولید کننده تجهیزات محافظ شخصی و منسوجات نانویی در بازار جهانی بسیار نوید بخش است و شرکت‌های گوناگون در حال پژوهش و سرمایه گذاری در این زمینه هستند. یک طرح پژوهشی باید جنبه‌های مختلف را بررسی کند، مانند: وضع قوانین، تولید انبوه، استاندارد سازی، تبلیغات و سرمایه گذاری.

به علت پیش بینی رشد بالای توسعه در این زمینه به وسیله شرکت‌های اروپایی، صادرات این منطقه می‌تواند تا حدود پنجاه درصد در سال افزایش یابد. اروپا در مقایسه با آسیا و ایالات متحده موقعیت خوبی را به همراه ظرفیت‌های موجود داراست و سرمایه گذاری‌ها روبه رشد می‌باشند. البته بازار مصرفی ایالات متحده آمریکا بزرگتر از مناطق دیگر است.

#### ۷ خلاصه

تجهیزات محافظ شخصی به طور روز افزون برای حذف یا کاهش جراحی‌ها، تصادف‌ها و آلودگی‌ها بکار می‌روند که انسان را از تهدیدهای گوناگون محیطی محافظت کنند. منسوجات و لباس‌های محافظ یکی از مؤلفه‌های رشد این بخش را تشکیل می‌دهند.

منسوجات محافظ به عنوان یکی از حوزه‌های اصلی در بازار جهانی پوشاک مورد توجه قرار گرفته است تا محصولات جدیدی را وارد بازار کند و رقابت با صنعت سنتی نساجی افزایش یافته است.

فناوری نانو می‌تواند نقشی بنیادین را در پیشرفت این صنعت ایفا کند تا منسوجات محافظ با کارکرد چندگانه و اصلاح شده تولید کند و درجه محافظت به سطحی بالاتر، از جمله کاهش وزن، جثه و افزایش راحتی برسد. علاوه بر این فناوری نانو می‌تواند از طریق تسهیل درز تعبیه وسایل الکترونیکی در پوشاک، پیشرفت منسوجات هوشمند را سرعت بخشد که امکان کنترل، پیگیری و نمایش پارامترهای بیولوژیکی، تولید انرژی در این نوع لباس‌ها و کارکردهای مکاتبه‌ای را فراهم کند.

در حال حاضر تقریباً ۲۰۰ هزار شغل از طریق تولید تجهیزات محافظ شخصی در اروپا ایجاد شده است که شامل ۴۰ هزار نفر کارگر در شرکت‌ها و بقیه مرتبط با خدمات هستند.

حجم مبادلات مالی تجهیزات محافظ شخصی در حدود ۱۰ میلیارد یورو ارزیابی شده است.

باید به چالش‌های اقتصادی و صنعتی فائق آمد تا موفقیت کامل منسوجات محافظ نانویی صورت پذیرد و سلامت و امنیت در همه موارد تضمین شود.



شکل ۱. میزان تقاضای جهانی برای تجهیزات محافظ شخصی

محصولاتی با کیفیت بالاتر و کارایی عالی احساس می‌گردد. استراتژی آینده برای سلامتی و امنیت به ارائه موقعیت‌های مشخص و راه حل‌های پیشگیرانه و فناوری‌های نوین، نیازمند است؛ لذا ایجاد سطح بالایی از رقابت و پژوهش‌های چند رشته‌ای در منسوجات ضروری به نظر می‌رسد. هم اکنون برخی صنایع پیشرفته در زمینه منسوجات ادعا می‌کنند که می‌توانند چالش‌های موجود را رفع کنند و تمایل زیادی به افزایش ارزش افزوده منسوجات محافظ از طریق مدرنیزه کردن فرآیند سنتی تولید را دارند تا در عرصه رقابت عقب نمانند. با وجود همه پیشرفت‌های موجود باید منسوجات محافظ نانویی با یک روش مداوم و مسئولانه توسعه یابند. در حل حاضر هیچ اطلاعات و آیین نامه‌ای مشخص در جهت پیشرفت این نوع منسوجات مطابق موضوعات اجتماعی و اخلاقی وجود ندارد.

#### ۵ چالش‌ها

برای تضمین تجاری سازی محصولات صنعت نساجی با روش‌های نانویی، باید برخی از مسائل ذیل ملاحظه شوند:

- هزینه تولید و قیمت محصولات باید تا حد امکان کاهش یابند.
- اعمال کم هزینه ویژگی‌های محافظ هوشمند.
- نیاز بازار به ظرفیت‌های فناوری در سطح بالا.
- ارائه راه حل‌های نوین برای غلبه بر تنگناها و مشکلات تولید انبوه
- تهیه آیین نامه‌ها و استانداردهایی درباره محصولات نانویی ضروری است.
- کنترل و ارزیابی اثرات محصولات نانویی بر روی محیط زیست و سلامتی انسان بسیار مهم است.

دو چالش آخر برای موفقیت در تولید انبوه این محصولات بسیار حیاتی است، زیرا با ورود آنها به بازار احتمال وقوع خطرات باید به صفر نزدیک شوند. با اینکه آیین نامه‌های موجود به برخی از چنین مسائلی توجه کرده‌اند، اما باید پژوهش‌ها

مصرف کنندگان ورزشی حاضرند محصولاتی با کارایی بالا تولید کنند.

#### ۳ اثرات اقتصادی / صنعتی

میزان رشد در این بخش زیاد و غیر منتظره است. پیش بینی می‌شود این میزان تا سال ۲۰۱۵ افزایش فراوانی داشته باشد. در حدود ۲۰۰ هزار شغل از طریق صنایع مربوط به تجهیزات محافظ شخصی در اروپا ایجاد شده است که تقریباً ۴۰ هزار نفر از آنها مربوط به کارگران خدماتی هستند. حجم مبادلات در این بازار بین ۵ تا ۱۰ میلیارد یورو تخمین زده شده است. در حال حاضر به علت بحران اقتصادی میزان رشد ثابت مانده است و محصولات این صنعت تا ۲/۴ درصد کاهش یافته است.

در میان مدت انتظار می‌رود بازار این محصولات با رشدی ثابت ادامه یابد، زیرا با توجه به افزایش آگاهی افراد نسبت به این نوع محصولات، تمایل به استفاده از آنها افزایش می‌یابد. روی هم رفته بازار تجهیزات محافظ شخصی تا سال ۲۰۱۶، ۷/۶ درصد رشد خواهد داشت. از این گذشته پیشرفت فناوری‌های نوین در سطح بالا مانند صنایع هوا فضا و صنایع دفاعی نقش مهمی در پیشرفت صنعت تجهیزات محافظ شخصی ایفا می‌کنند و استفاده از این منسوجات اهمیت می‌یابد که عبارتند از منسوجات مورد استفاده در ساختمان‌ها و وسایل نقلیه خاص و همچنین محصولات شخصی در لباس‌های ورزشی و غیره. این بازارها فراتر از بازار اصلی هستند و فرصت‌های مناسب تری را برای افزایش تولید این نوع منسوجات فراهم می‌کنند.

#### ۴ اثرات اجتماعی بر روی شهروندان

افزایش آگاهی درباره کار در محیط‌های خطرناک (به عنوان مثال شرایط آلوده) سبب توجه زیاد به لباس‌های محافظ شده است و برای خدمات اضطراری مانند آتش‌نشان‌ها و افراد پلیس و بخش‌های امنیتی کاربرد زیادی دارند و نیاز به