



نانو تکنولوژی

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

# کاربرد فناوری نانو در منسوجات ورزشی و منسوجات بیرون از خانه

## ۱- فناوری نانو چیست؟

اگر یک متر را به یک میلیارد قسمت مساوی تقسیم کنیم، هر یک از قسمت‌ها برابر یک نانومتر خواهد بود. نانو فناوری یعنی استفاده از اجزایی که حداقل یک بعد آن‌ها در ابعاد نانو باشد. نانو فناوری یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. کاربردهای وسیع این عرصه به همراه پیامدهای اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فناوری را به عنوان یک زمینه فرا رشته‌ای و فرا بخش مطرح نموده است. فناوری نانو در صنعت نساجی، گستره‌ای از فناوری‌ها را در بر می‌گیرد که ضمن ایجاد خواص جدید، قادر است برخی چالش‌های این صنعت را برطرف نماید. میزان رشد بازار محصولات توانمند شده به وسیله فناوری نانو در بخش‌های مختلف صنعت، حاکی از آن است که بیشترین تأثیر فناوری نانو در بخش منسوجات ورزشی و منسوجات بیرون از خانه است. شرکت‌های بزرگی نظیر نایک و آدیداس، امروزه در به کارگیری فناوری نانو در محصولات ورزشی پیشرو هستند.

## ۲- اهمیت کاربرد فناوری نانو در منسوجات ورزشی / بیرونی

افزایش روزافزون اهمیت عملکرد ورزشکاران در مسابقات المپیک و تغییر سبک زندگی، نوع سرگرمی و افزایش عمر مردم موجب شده تا صنایع، انگیزه زیادی برای تعقیب مبحث منسوجات ورزشی و بیرونی دارای قدرت عملکردی بالا داشته باشند. تهیه منسوجات ورزشی /

بیرونی با خواص خودتمیزشوندگی در کنار قابلیت تنفس‌پذیری، شاید یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های محققان و صنعتگران فعال در این حوزه باشد. معمولاً با انجام تکمیل‌های ضد آب با مواد رایج، علاوه بر اثرات ضد آب مطلوب، سایر خصوصیات نامطلوب پارچه نظیر الکتریسته ساکن، حذف ضعیف چرک در محلول شستشو، زبردست‌تر شدن، خاکستری شدن (رسوب مجدد چرک) و افزایش اشتعال‌پذیری نیز نمایان می‌گردد. این در حالی است که با فناوری نانو می‌توان به خواص ضد آب بدون تغییر سایر خواص پارچه دست یافت. از سوی دیگر، محافظت مصرف‌کننده منسوج در برابر میکروارگانیزم‌های تولید کننده بو یا بیماری و همچنین محافظت خود منسوج در برابر آسیب‌های ایجاد شده به وسیله قارچ‌ها، کپک‌ها و میکروارگانیزم‌های تخریب‌کننده نیز مورد نظر تولید کنندگان منسوجات ورزشی / بیرونی بوده است. مشکل عمومی تکمیل‌های ضد میکروبی رایج، اثر انتخابی آن‌ها، تغییر زبردست پارچه، تغییر رنگ منسوج و پایداری پایین تکمیل است که با کمک فناوری نانو این مشکلات برطرف گردیده است.

به غیر از ویژگی‌های خودتمیزشوندگی و ضد باکتری بودن، استفاده از فناوری نانو در لباس‌های ورزشی قابلیت عملکردی بالایی برای ورزشکاران فراهم می‌کند، زیرا این لباس‌ها سبک و درعین حال راحت و ضدضربه هستند و ورزشکار را در برابر سرما، آب و پرتوهای فرابنفش محافظت کرده و از دوام و انعطاف‌پذیری خوبی برخوردارند.



افزایش راحتی فیزیولوژیکی این لباس‌ها، نیز بر تندرستی و عملکرد ورزشکار اثر مثبت دارد.

به طور کلی، فناوری‌های نانو در صنعت منسوجات ورزشی/ منسوجات بیرون از خانه را به سه طبقه می‌توان تقسیم کرد: ۱- فناوری‌های ارتقاء دهنده عملکرد و کارایی موجود در مواد نساجی، برای مثال ارتقاء مقاومت پوششی/ پارگی، آبدوستی یا آب‌گریزی، خواص عایقی و مقاومت در برابر شعله‌وری.

۲- فناوری‌های ارائه کننده عملکرد جدید که پیش از این در منسوجات مطرح نشده باشد، نظیر ضد میکروبی، خودتمیز شونده، رسانایی، رهایش کنترل شده مواد و محافظت در برابر پرتو فرابنفش. ۳- فناوری‌های توسعه دهنده منسوجات هوشمند به طوری که منسوج را در برابر داده‌های ورودی پاسخگو می‌کند که خصوصیات ویژه‌ای را نشان دهد یا اینکه قابلیت احساس و تحریک داشته باشد. ۳- فرصت‌های تجاری فناوری نانو در منسوجات ورزشی/ بیرونی

بازار منسوجات ورزشی/ بیرونی، زنجیره طولانی را از تولید لیف تا ریسندگی نخ، بافندگی پارچه، طراحی و تولید لباس و کفش تکمیل شده شامل می‌شود [۱]. فرصت‌های عمده تجاری فناوری نانو در صنایع پوشاک و لباس ورزشی را می‌توان به سه دسته پوشش‌دهی، منسوجات هوشمند و الیاف تقسیم‌بندی نمود.

### ۳-۱- پوشش‌دهی

پوشش‌دهی منسوجات با استفاده از فناوری نانو می‌تواند خواص ویژه‌ای را به همراه داشته باشد. برای مثال، پوشش‌دهی منسوج با نانو ذرات نقره یا اکسید روی موجب از بین رفتن باکتری‌ها و حذف بوهای ناخوشایند و نیز حفاظت در برابر پرتو فرابنفش می‌شود. خواص خودتمیز شونده منسوج از طریق پوشش‌دهی منسوج با نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم قابل دستیابی است. همچنین می‌توان با پوشش‌دهی منسوج با بلوکه-کننده معدنی پرتو فرابنفش نظیر نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم، اکسید روی، دی‌اکسید سیلیس و اکسید آلومینیوم، منسوج محافظ در برابر پرتو فرابنفش تهیه نمود [۲].

### ۳-۲- منسوجات هوشمند:

منسوج هوشمند عبارت است از یک سامانه هوشمند که قادر به حس کردن شرایط و محرک‌های محیطی است. محرک‌ها و پاسخ‌ها می‌توانند به صورت شاخص‌های الکتریکی، حرارتی، مکانیکی، شیمیایی، مغناطیسی و غیره باشند. منسوجات تنظیم کننده دما نمونه‌ای از منسوجات هوشمند به شمار می‌روند به طوری که این قابلیت را دارند که در محیط‌های سرد با آزادسازی انرژی حرارتی ذخیره شده تولید گرما کنند و در محیط‌های گرم با جذب انرژی حرارتی، احساس خنکی را ایجاد کنند. بسیاری از منسوجات

هوشمند در انواع پوشاک استفاده می‌شوند و هدف آنها ایمنی یا بهداشت یا راحتی در استفاده از منسوج است. لباس‌هایی که عرق را جذب می‌کنند نیز به نوعی هوشمند هستند، چرا که باعث می‌شوند در شرایط خاص لباس راحت باشد. در چنین لباس‌هایی سطح مقطع الیاف و خصوصیات عبوردهی و جذب آنها اهمیت دارد. با این تعاریف، امروزه این منسوجات در صنعت پوشاک ورزشی جایگاه خوبی پیدا کرده‌اند.

### ۳-۳- الیاف:

نانو الیافی با خواص ضد میکروبی یا نانو الیاف محافظ در برابر پرتو فرابنفش از جمله کاربردهای الیافی در منسوجات به شمار می‌رود. برای مثال، از نانو الیاف ضد میکروبی 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 ضد بوهای نامطبوع استفاده نمود. شرکت هاو جی با همکاری شرکت ژاپنی آسای کاسئی در حال توسعه الیاف نانو مهندسی شده خود با نام تجاری تکس کر است. تکس کر نام محصولات نانو مهندسی شده شرکت هاو جی است که شامل الیاف نانو نقره، تارهای شبه پنبه‌ای زغال چوب بامبو، الیاف دارای ویژگی جذب و خشک شدن سریع، الیاف محافظ پرتو ماورای بنفش، الیاف گرم و سبک است. از این الیاف می‌توان در لباس‌های زیر، لباس‌های ورزشی و پوشاک غیر رسمی استفاده کرد [۳].

### ۴- بررسی بازار

#### ۴-۱- شرکت‌های تولید کننده منسوجات ورزشی

آمریکا پیشگام مطلق در عرصه فناوری نانو در صنعت منسوجات ورزشی است و پنج شرکت به نام آدیداس، کورتکس، ARC Out- doors، نانوهوریزنز و نانوتکس در این زمینه فعالیت دارند. مؤسسات تحقیقاتی دیگر نیز از قبیل هیوسنگ کره جنوبی، هلدینگ نانو هنگ کنگ چین، پروتکس ایتالیا، اسپولر سوئیس، سوزوتورا ژاپن و اتحادیه تحقیقاتی تامسون کانادا در حوزه فناوری نانو در صنعت منسوجات ورزشی مشغول به کار هستند. برخی از تولیدکنندگان پوشاک ورزشی/ بیرونی که از فناوری‌های نوین استفاده کرده‌اند در جدول ۱ فهرست شده‌اند. در ادامه، محصولات مبتنی بر فناوری نانو با تمرکز بر خواص ارتقاء یافته بررسی شده است.

#### ۴-۲- منسوجات ورزشی مبتنی بر فناوری نانو

##### ۴-۲-۱- منسوجات ضد آب و لک

تکمیل ضد آب و لک شاید بیشترین کاربرد نانو فناوری را در صنعت نساجی داشته باشد. تقاضا برای این فناوری تنها منحصر به منسوجات ورزشی/ بیرونی نیست بلکه در البسه کار، مهمانی و غیره



جدول ۱. شرکت‌های فعال در زمینه منسوجات ورزشی

شرکت	فعالیت
Wacoal Sport Science Corp www.cw-x.com	دو برند اصلی این شرکت، CW-X و CW-X VersatX است که محصول دوم از پارچه‌ای تهیه شده است که به سرعت خشک می‌شود و محافظ در برابر پرتو فرابنفش می‌باشد. این شرکت در نانوفناوری لیفی خود قصد دارد از دی‌اکسید نقره برای ضد میکروبی و از دی‌اکسید تیتانیوم برای محافظت بیشتر در برابر UPF ۵۰+ استفاده کند.
NanoTex www.nano-tex.com	نانوتکس یک شرکت مواد توسعه دهنده پلیمرهای نوین و شیمی مرتبط با پلیمر برای بهبود و ایجاد عملکرد جدید در پارچه است. این شرکت با استفاده از فناوری نانو موفق شده است که محصولات جدیدی به بازار ارائه کند. در میان شرکت‌های مصرف کننده از این محصولات می‌توان به شرکت‌های Adidas, New Balance, Gap, Old Navy, Target, Hogo اشاره کرد. Boos, Paul Stuart, Rene Lezrd
Scholler www.scholler-textile.com	محصولات مبتنی بر فناوری نانو این شرکت عبارت‌اند از: ۱- Nanosphere، فناوری تکمیل مبتنی بر فناوری نانو که اجازه می‌دهد چرک و آب به راحتی از سطح منسوج زدوده شود، ۲- 3XDRIY، تکمیل مدیریت پیشرفته رطوبت است به طوری که منسوج را از یک طرف ضد آب و ضد لک می‌کند و از سطح دیگر آبدوست می‌سازد و ۳- ActiveSilve، کنترل کننده باکتری از طریق تکمیل منسوج با نانوذرات نقره
Mectex www.mectex.com	تولید کننده ایتالیایی پارچه‌های ضد آب و تنفس پذیر بر پایه پلاستیک برای محصولات ورزشی و بیرونی است. فناوری این شرکت برای تولید لباس شنای Speedo LZR racer استفاده شده است.
P2i www.p2ilabs.com	شرکت انگلیسی p2i در فناوری نانو پوشش‌های ضد آب تخصص دارد. این شرکت با استفاده از پلاستیک لایه نانومتری را روی سطح محصول پوشش می‌دهد. سه شرکت معتبر ورزشی از قبیل Nike، Hi-tech و Adidas از جمله مشتریان این فناوری می‌باشند.

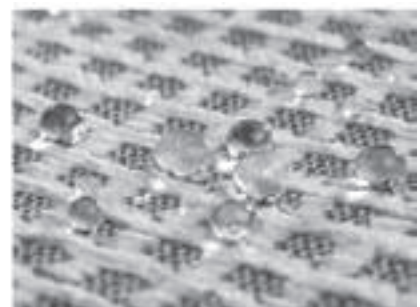
نیز توسعه یافته است. عملکرد مناسب منسوج با روش‌های مختلف فناوری نظیر پوشش با مواد پرفلوئور، نانو ذرات سیلیس، نانولوله‌های کربن یا با دی‌اکسید تیتانیوم قابل دستیابی است. شرکت نساجی سوئیس اسپولر تکستایل ای جی با استفاده از فناوری پوشش دهی نانو ذرات روی سطح پارچه‌ها (معروف به فناوری نانو اسفر)، منسوجات ضد آب، ضد لک و ضد بوی نامطبوع تهیه کرده است. مواد نانویی به کار رفته در این منسوجات طی فرآیند شستشو از بین نرفته و فشار و اصطکاک (مانند فشار ناشی از حمل کوله‌پشتی) را



(ج)



(ب)



(الف)

شکل ۱. نمونه پارچه ضد آب با فناوری نانو اسفر، (الف) سطح بالایی از مقاومت به آب، (ب) خودتمیز شوندگی طبیعی و (ج) عمل حفاظتی پایدار



شکل ۲. لباس کوهنوردی ضدآب [۵]

نشان داده شده است. .  
محققان MIT با روشی جدید، روکش بسیار نازکی از نانو ذرات فلزی را روی لباس‌های غواصی لایه نشانی کرده‌اند که تمام خواص موردنیاز روکش‌ها، مانند ضدآب و ضد باکتری بودن و سایر روکش‌های فعال را در خود دارد (شکل ۴ الف). این روش در ساخت لباس‌های ورزشی کاربرد فراوانی خواهد داشت و پارچه مخصوص لباس غواصی که توسط شرکت ساخته‌شده نمونه‌ای از آن است (شکل ۴ ب) [۶]. شرکت سوزوتورا با روشی به نام MASA، روکشی از نانو ذرات فلزی برای لباس‌های غواصی فراهم آورده که ضمن حفظ گرمای بدن، غواصی راحت و لذت بخشی را به ارمغان می‌آورد.

شرکت Sun Dry Swim و Frank Anthony Swimwear ماده پوششی ورزشی تهیه کرده‌اند که می‌تواند با استفاده از فناوری نانو آب را دفع کند [۷]. در این نوآوری، سرعت فرایند خشک شدن به وسیله‌ی فناوری نانو در پارچه لباس شنا افزایش یافته است. در روند تولید، از نوارهای توری نانو مقیاس در اطراف سطح الیاف استفاده شده است به طوری که هر نوار، نانو ذرات را به‌طور مستقیم به سطح پارچه لباس شنا پیوند می‌زند و دافعه‌ی دائم آب یا آب‌گریزی سطح را فراهم می‌کند [۸].

به خوبی تحمل می‌کند. بنابراین منسوجاتی که در آن‌ها از فناوری نانواسفر استفاده شده باشد، پارچه‌هایی ایده‌آل برای لباس‌های بیرون و مخصوص فعالیت‌های ورزشی و تفریحی و نیز چادر زدن به شمار می‌آیند [۴]. شکل ۱، تصویری از پارچه ضد آب و ضد لک تهیه شده با این فناوری را نشان می‌دهد.  
شکل ۲، نمونه‌ای از پارچه ضدآب قابل تنفس با قابلیت خشک شدن سریع، ضدآب و تراوش رطوبت، بادگیر و دفع آب پایدار، سبک وزن و نرم را نشان می‌دهد. این پارچه محصول شرکت تورای است.  
نمونه‌های دیگری از کالاهای به‌کارگیرنده فناوری ضد آب در شکل ۳



ژاکت Cloudveil با فناوری شرکت اسپولر

ژاکت Odlo با فناوری شرکت اسپولر

لباس بیرونی New Balance با فناوری نانو تکس

کفش Ecco Biom با لایه ضد آب کورتکس

شکل ۳. کالای ورزشی ضد لک و ضد آب با استفاده از فناوری نانو



(ب) محصول شرکت Suzutora، پوشش داده شده با نانو ذرات فلزی

(الف) محصول شرکت Nano Tech EZ Stretch، حاوی ریزکپسول ضدآب در لایه اول، در لایه دوم لایه آبگریز، دی‌اکسید تیتانیوم در لایه سوم، لایه چهارم نئوپرن

شکل ۴. لباس غواصی با فناوری نانو



لباس‌های پلی‌استر و پنبه‌ای است. این شرکت همچنین با افزودن نانو مواد به الیاف اصلاح‌شده اسمارت سیلور، کفی کفش، تی‌شرت، جوراب، دستکش و دیگر محصولات ضد بو ورزشی را می‌تواند تولید نماید.

شرکت هیوسونگ کره جنوبی با استفاده از فناوری نانو، الیاف ضد میکروب حاوی نانو ذرات نقره تولید کرده است. به ادعای مسئولان این شرکت این ماده تا ۹۹/۹ درصد مانع از سرایت باکتری‌های عامل ذات الریه، باسیل‌ها و قارچ‌ها می‌شود و در عین حال هیچ ضرری هم برای سلامتی افراد ندارند [۱۰].

شرکت گرین‌یارن-اکوفابریک موادی ضد باکتری برای پارچه‌هایی که مخصوص جوراب و کفش‌های ویژه فعالیت در محیط‌های باز است، تولید کرده است. این شرکت، با قرار دادن نانو ذرات زغال بامبو فعال شده درون لیف پلی‌استر یا پنبه و سپس ریسیدن آن، منسوج ضد میکروب تهیه کرده است. زغال بامبو دارای ساختار متخلخل است و علاوه بر جذب بنزن، فنول، متیل‌الکل و دیگر مواد سمی از خواص ضد میکروبی نیز برخوردار است [۱۱]. برخی از محصولات ورزشی ضد میکروب با استفاده از فناوری نانو در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵. لباس اسکی با خواص ضد آب و قابلیت تنفس [۹]

محققان با پوشش‌دهی پارچه‌ها با نانو لایه‌های فلزی، لباس‌های نانو ساختاری و جدید گلف/اسکی تولید کرده‌اند که ضمن انعطاف‌پذیری، موجب افزایش احساس راحتی و قدرت عملکرد ورزشکار می‌شوند. شکل ۵، محصول Dermizax® EV شرکت تورا را نشان می‌دهد که پارچه مخصوص فعالیت سنگین با راحتی مناسب، خواص ضدآب فوق‌العاده پایدار، نرم، سبک وزن و حمل آسان، مناسب برای ورزش‌های کوهنوردی و اسکی می‌باشد [۵].

#### ۴-۲-۳- منسوجات با قابلیت جذب رطوبت

پارچه‌های مصنوعی و عملیات تکمیلی رزینی (نظیر ضد چروک) معمولاً ماهیت آب‌گریزی دارند، با این حال، با عملیات فناوری نانو این پارچه‌ها قادرند که رطوبت را جذب کنند و عرق را از بدن انسان بیرون کنند و سبب خشکی منسوج و راحتی شوند.

شرکت آدیداس در خط لباس زیر یوکیوم (پنبه - نایلون) با فناوری راحتی خنکی نانوتکس و شرکت‌های مک‌تکس و ونتکس برای تولید جوراب خود از این فناوری مدیریت رطوبت استفاده کرده‌اند [۱]. شکل ۷ محصول شرکت تورا با نام تجاری Fieldsensor®BYOKAN با

#### ۴-۲-۲- منسوجات ضد میکروب

کنترل بو در منسوجات ورزشی/بیرونی موضوع مهمی است. این نوع کنترل می‌تواند به روش‌های مختلفی نظیر پوشش بو با مواد معطر، حذف مولکول‌های بو به محض ایجاد یا با کاربرد تکمیل ضد میکروب حاصل شود.

پارچه‌ها و نخ‌های E47 تولیدی شرکت‌های نانوهاریزونز و ARC Out-door منسوجات ضد میکروبی هستند که با فناوری نانو تهیه شده‌اند [۹]. شرکت نانوهاریزونز دارای خط تولیدی با نام اسمارت سیلور است که شامل افزودنی‌های با خاصیت ضد بو و ضد میکروبی دائمی برای



شکل ۶. برخی از منسوجات ورزشی ضد میکروب تولید شده با فناوری نانو



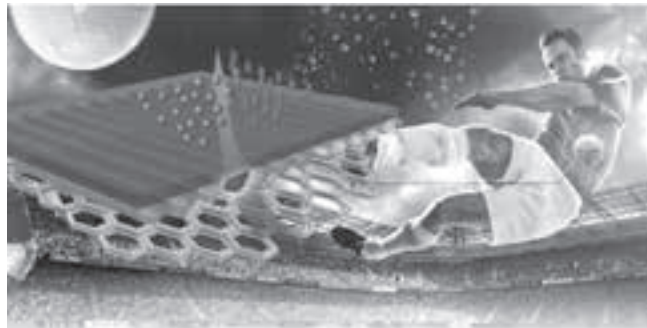
سوختگی پوست در برابر آفتاب، پیری زودرس پوست و سرطان پوست را کاهش می‌دهد. در مقایسه با پارچه اصلاح‌نشده، محافظت این لایه ۵ برابر بیشتر بوده و پس از ۵۵ بار شستشو، کیفیت جذب پرتو فرابنفش این پارچه هنوز بسیار بالا است [۱۴].

#### ۵- جمع‌بندی

بازار منسوجات ورزشی / بیرونی زنجیره ارزشی گسترده‌ای از تولید لیف تارریسندگی نخ، بافندگی پارچه و در نهایت تولید پوشاک تکمیل شده و سپس انتقال آن به فروشندگان را در بر می‌گیرد. امروزه بازارهای منسوجات ورزشی و بیرونی متقاضی منسوجات با عملکردهایی نظیر ضد میکروبی، خودتمیزشوندگی، ضد آب و روغن، جاذب رطوبت، محافظ در برابر پرتو فرابنفش، مقاوم در برابر پارگی، عایق حرارتی و رهایش کنترل شده مواد شیمیایی نظیر داروها و مواد معطر هستند. فناوری نانو با توجه به مزیت‌های ذاتی نانومواد نظیر مساحت سطحی بالا و واکنش‌پذیری فوق العاده می‌تواند خصوصیات مورد نظر اشاره شده را فراهم سازد. بهبود عملکرد منسوجات با استفاده از فناوری نانو از طریق سه رویکرد لیاف حاوی نانومواد، عملیات تکمیلی و الکترورسی صورت می‌گیرد به طوری که اغلب منسوجات با خواص ارتقاء یافته موجود در بازار از طریق عملیات تکمیلی نظیر پوشش حاوی نانوذرات یا عملیات پلازما تهیه شده‌اند.

#### ۶- منابع

- [1] E. Mantovani, P. Zappelli, J. Conde, R. Sitja, and F. Periales, "Report on nanotechnology & textiles," AIRI/Nanotec IT and Bax & Willems Consulting Venturing, 2010.
- [2] Y. W. H. Wong, C. W. M. Yuen, M. Y. S. Leung, S. K. A. Ku, and H. L. I. Lam, "Selected applications of nanotechnology in textiles," AU-TEX Research Journal, vol. 6, pp. 1-8, 2006.
- [3] available from; <http://haojey.en.china.cn/selling-leads/detail,1073351270,TEXCARE-BAMBOO-CHARCOAL.html>.
- [4] Available from; [http://www.schoeller-textiles.com/uploads/media/nanosphere\\_e.pdf](http://www.schoeller-textiles.com/uploads/media/nanosphere_e.pdf).
- [5] available from; <http://www.torayentrant.com>.
- [6] Available from; <http://www.archello.com/en/product/masa#>.
- [7] Available from; [www.frankanthonyshorts.com/](http://www.frankanthonyshorts.com/).
- [8] کاربرد فناوری نانو در مهندسی ورزش، "مرکز رسانه‌ای ورزشی ایران 1391"
- [9] Available from; [http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=13315](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=13315).
- [10] Available from; [http://www.mipan.com/eng/customer\\_support/pdf/magicsilvernano.pdf](http://www.mipan.com/eng/customer_support/pdf/magicsilvernano.pdf).
- [11] Available from; <http://www.greenyarn.com/Ecofabric.pdf>.
- [12] Available from; <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=789>.
- [13] Available from; <http://nanophase.com/markets/textiles/>.
- [14] W. A. Daoud and Y. Y. Kong, "A new approach to uv-blocking treatment for cotton fabrics," Textile Research Journal, vol. 74, pp. 97-100, 2004.



شکل ۷. پارچه با قابلیت مدیریت رطوبت [۵]

قابلیت جذب آب، خشک کردن بسیار سریع سطح پوست، بافت نرم مناسب برای ورزش‌های دوومیدانی، فوتبال، اسکی، کوهنوردی و گلف را نشان می‌دهد [۵].

محصول Coolest Comfort شرکت نانتکس یک سامانه مکش رطوبت پیشرفته است که کنترل و تعادل دمای بدن انسان را برای ایجاد احساس تازگی و خشکی پارچه کمک کند. این لیاف تعرق بدن را جذب کرده و آن را دور می‌کنند؛ در نتیجه بدن فردی که لباس را پوشیده است، حتی پس از عرق کردن نیز خشک و خنک بوده و فرد احساس راحتی بیشتری می‌کند. پلی‌استر عمل شده با Coolest comfort چهار برابر سریع‌تر از پنبه ۱۰۰٪ خشک می‌شود [۹].

#### ۴-۲-۴- منسوجات محافظ در برابر پرتو فرابنفش

در زمینه منسوجات محافظ در برابر پرتو فرابنفش می‌توان به شرکت آمریکایی ادی‌بائر که یک شرکت تولیدکننده پوشاک است اشاره نمود که با استفاده از فناوری پوشش‌دهی نانوذرات، پارچه‌هایی با خاصیت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش تولید کرده است [۱۳]. شرکت نانو فاز نیز در محصولات تجاری نانوپوشش خود از روکش‌های نانوکامپوزیتی حاوی نانو ذرات بلوری اکسید روی استفاده کرده است و پارچه‌هایی با قابلیت حفاظت در برابر پرتوهای UVA و UVB تولید نموده است. لباس‌های ساخته‌شده با این روش نه تنها حفاظت مؤثری در برابر پرتو فرابنفش دارند بلکه، شفاف، ضد خش و ضد سایش هستند [۱۳].

در پژوهشی که توسط محققان دانشگاه پلی تکنیک هنگ کنگ صورت گرفت، لباس‌های ورزشی با یک لایه پوششی نانومتری ترکیب پلیمرها و منومرها و مواد محافظ در برابر نور خورشید تولید شده است. لایه شیمیایی که می‌تواند توسط فرآیند ارزان قیمت و رایج پد-خشک- پخت روی لیاف پارچه قرار گیرد، ضخامتی کمتر از ۱۰۰ نانومتر یعنی حدود ۰/۰۰۰۱ میلی‌متر دارد. این لایه همانند مانعی در برابر پرتو مضر فرابنفش نور خورشید عمل کرده و به طرز چشمگیری خطر