



طراحی و تولید پارچه‌های ورزشی با تنفس پذیری بالا

تهیه و تنظیم: دکتر فرناز نایب‌مراد

نقش نانومواد و تکمیل‌های شیمیایی

نانو مواد (نانوذرات ZnO , TiO_2 , SiO_2) و تکمیل‌های شیمیایی (پوشش‌های هیدروفیلک/هیدروفوبیک، ترکیبات آنتی‌باکتریال، پوشش‌های مبتنی بر سیلیکون یا کوپلیمرها، تکمیل پلازما و گرافتینگ) می‌توانند به صورت زیر عمل کنند:

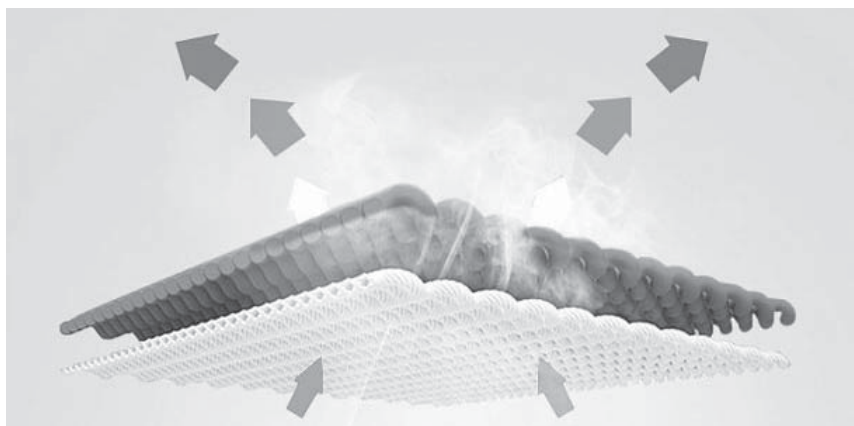
* افزایش نفوذپذیری مویرگی و سرعت ویکینگ
* کاهش مقاومت سطحی برای ارتقای spreading و تبخیر

* ارائه خواص آنتی‌باکتریال و کاهش بو (مثلاً استفاده از نانوذرات نقره یا پوشش‌های مبتنی بر یون نقره)
* بهبود مقاومت در برابر اشعه UV و دوام ابعاد هندسی لایه‌ها

با این حال، دوام این تکمیل‌ها در چرخه شست‌وشو و مسائل زیست‌محیطی باید بررسی شوند.

طراحی ساختار پارچه و انتخاب الیاف

راهبرد مناسب شامل استفاده از الیاف پایه hydrophobic با قطر کم (پلی‌استر میکروفیلامنت، پلی‌آمید)، به‌کارگیری مقطع فیبری غیردایره‌ای (برای افزایش سطح فعال مثل COOLMAX)، و طراحی ساختارهای سه‌بعدی یا چندلایه است. لایه داخلی می‌تواند هیدروفیلک/



چکیده

در مناطق شرجی با رطوبت بالا، لباس‌های ورزشی باید بتوانند تعریق را از سطح پوست دور کنند و تبخیر را تسهیل نمایند تا آسایش حرارتی حفظ شود. افزودن نانومواد و مواد شیمیایی پیشرفته در فرآیند تکمیل پارچه می‌تواند خواص ویکینگ، عبور بخار، مقاومت میکروبی و سرعت خشک‌شوندگی را بهبود دهد. این مقاله شامل مبانی انتقال رطوبت، مدل‌های ریاضی، طراحی مواد و ساختار و مثال‌های صنعتی از تولیدکنندگان مختلف است.

مقدمه

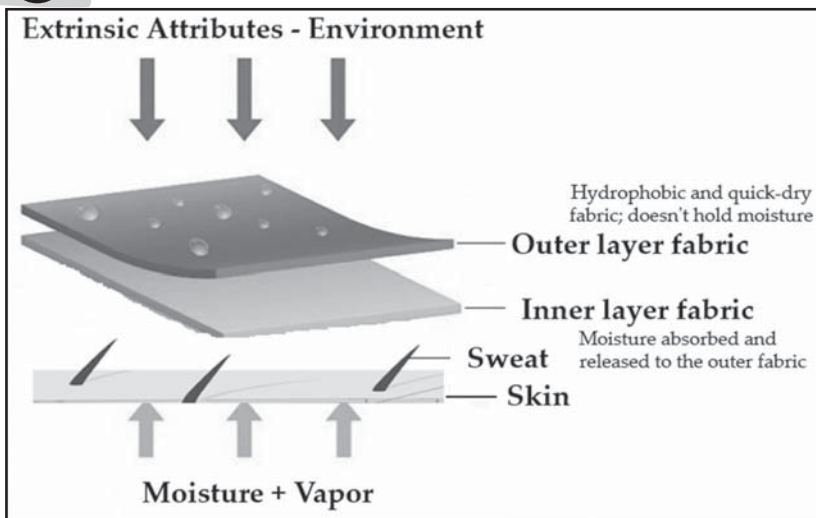
در اقلیم‌های مرطوب (شرجی)، رطوبت نسبی بالا اختلاف فشار بخار بین پوست و محیط را کاهش می‌دهد و تبخیر عرق را محدود می‌سازد.

در نتیجه انتخاب الیاف، ساختار پارچه و تکمیل‌های شیمیایی و نانویی که موجب افزایش انتقال مایع و بخار شوند، برای حفظ آسایش و عملکرد ورزشکار حیاتی است.

مبانی انتقال رطوبت (خلاصه فنی)

انتقال رطوبت از طریق دو مسیر اصلی انجام می‌پذیرد:

* انتشار بخار (Fickian diffusion)
انتقال مایع (wicking/capillary flow).
مدل ترکیبی بقای جرم و معادلات همزمان گرما و جرم برای شبیه‌سازی شرایط واقعی به کار می‌روند. پارامترهای کلیدی عبارتند از WVTR، Spreading، Wetting time، OMMC و Retention capacity و speed



جذب کننده و لایه بیرونی هیدروفوبیک یا با قابلیت تبخیر بالا باشد.

معادلات و مدل ها (خلاصه ریاضی)

معادلات کلیدی شامل معادله فیک برای انتشار بخار:

$$J_v = -D_{eff} \frac{dC}{dx}$$

و مدل ویکنینگ تقریبی:

$$Q = (k A \Delta P) / (\mu L)$$

و معادله بقای جرم ترکیبی:

$$\partial(\varepsilon \rho_w) / \partial t + \nabla \cdot (J_{vapor} + J_{liquid}) = S$$

و در مواقعی که انتقال حرارت مهم است، معادله انرژی همزمان با گرمای نهان تبخیر لحاظ می شود.

آزمون ها و شاخص های عملکرد

برای ارزیابی پارچه های پیشنهادی باید آزمون های زیر را اجرا نمود:

WVTR (ASTM E96 یا ISO معادل)

OMMC

(MMT tester). Wetting time

و آزمون های

Absorption rate

Spreading speed

Max wetted radius

و دوام پس از شست و شو.

ISO ۲۰۷۴۳ یا AATC C ۱۰۰ آنتی باکتریال

مطالعات موردی و مثال های صنعتی

در سطح صنعتی، برندها و تولیدکنندگان بزرگ جهان فناوری های رطوبت زدایی و تکمیل های ویژه را در محصولات ورزشی به کار می برند. مثال هایی که نشان دهنده کاربردهای صنعتی در رشته های مختلف ورزشی هستند عبارتند از:

نایک (Nike):

فناوری Dri-FIT برای لباس های فوتبال، بسکتبال و دویدن با خاصیت جذب و انتقال سریع رطوبت. این فناوری نمونه ای از راهکارهای تجاری موثر در تولید لباس ورزشی برای آب و هوای گرم و مرطوب است.

* اینوستا (Invista) COOLMAX:

الیاف با مقطع مهندسی شده که برای بهبود ویکنینگ و خشک شوندگی سریع توسعه یافته اند و توسط تولیدکنندگان لباس ورزشی در پوشاک دویدن، پایه های ورزشی و زیرپوش ها استفاده می شوند.

* لولولیمون (Lululemon):

فناوری Silverescent (سطح پوشش با یون های نقره) برای کنترل بو و رشد باکتری در لباس های یوگا و دویدن که نشان دهنده کاربرد تکمیل های آنتی باکتریال در بازار ورزشی است. * Schoeller NanoSphere: تکمیل نانویی برای خاصیت آب گریزی، خودتمیزشوندگی و مقاومت در برابر آلودگی

* GORE-TEX Active: غشاهای تنفس پذیر با مقاومت در برابر نفوذ آب، ویژه ورزش های هوازی

نتیجه گیری

تولید پارچه های ورزشی مناسب برای مناطق مرطوب نیازمند ترکیبی از طراحی الیاف و ساختار، تکمیل های نانویی، و فناوری های صنعتی است. استفاده از نانومواد نه تنها به بهبود انتقال رطوبت کمک می کند بلکه مقاومت میکروبی و دوام عملکرد را افزایش می دهد.

نمونه های صنعتی نظیر FIT-Dri، Silverescent و GORE TEX نشان می دهد که پیوند تحقیقات دانشگاهی با توسعه صنعتی می تواند منجر به تولید پوشاکی با کارایی بالا در اقلیم های مرطوب شود.

چالش های اصلی همچنان شامل هزینه تولید، دوام خواص پس از شست و شو و ملاحظات زیست محیطی است.

آینده این حوزه وابسته به توسعه فناوری های پایدار، بازیافت پذیر و دوستدار محیط زیست خواهد بود

پیشنهادهای عملی برای تولیدکنندگان

- انتخاب الیاف پایه hydrophobic با مقطع بهینه (مثلاً الیاف COOLMAX-like)
- طراحی لایه بندی (لایه داخلی هیدروفیلیک برای گرفتن رطوبت، لایه میانی برای انتقال، لایه خارجی برای پراکندگی و تبخیر)
- استفاده کنترل شده از نانوذرات آنتی باکتریال (نقره/مس) تنها در جاهایی که نیاز است و با ارزیابی زیست محیطی
- پیاده سازی تکمیل پلاسما برای افزایش چسبندگی روکش ها و کاهش مصرف مواد شیمیایی
- برنامه آزمون دوام عملکرد پس از حداقل ۵۰ چرخه شست و شو برای اطمینان از پایداری خواص

مراجع منتخب (برای دسترسی سریع)

- Nike-Dri-FIT product pages
- Adidas-Climalite/Climacool product technology.
- Under Armour-HeatGear technology
- Lululemon-Silverescent antimicrobial finish
- COOLMAX-Invista technical pages
- Schoeller-NanoSphere finishing. citeturn
- GORE-TEX-Active product technology