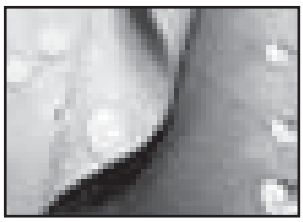
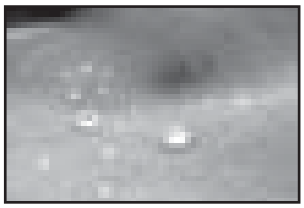
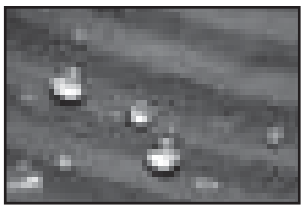
مقاومت در برابر نفوذ بخار آب

پارچه‌های کشباف در شرایط گوناگون محیطی



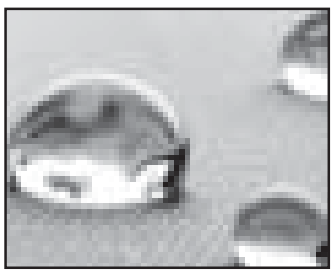


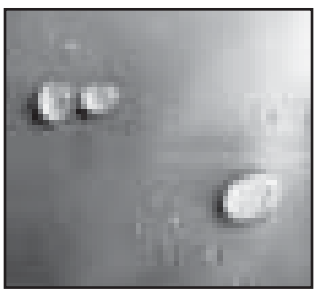


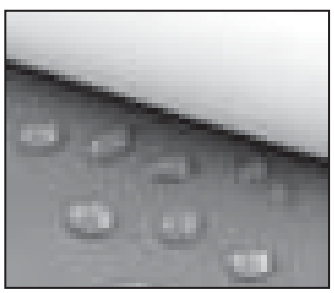
خلاصه

از زمـان اهمیـت یافتن دو مقوله ی بهبـود کیفیت زندگی و رفاه شـخصی، راحتی مواد نسـاجی مرکز توجه بسـیاری از تحقیقات قرار گرفته اسـت. هدف این مطلب شـبیه سازی انتقال بخار آب از داخل پارچه های کشـباف تحت شـرایط محیطـی گوناگون می‌باشـد. در این پژوهـش از پارچه های کشـباف بافته شـده از نخ هـای ۱۰۰٪ پنبـه، ۵۰/۵۰٪ پنبه/ مـودال، ۱۰۰٪ ویسـکوز و ۱۰۰٪ تنسـل[1] بـا نمـره ۲۰ تکس اسـتفاده شد. اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ بخار آب در شـرایط اسـتاندارد (که در ISO 11092 ذکر شده است) و در شرایط محیطی شبیه سـازی شده‌ی سه شهر اروپایی از مناطـق جغرافیایی گوناگون، صورت گرفـت. نتایج حاکی از تاثیر شـرایط محیطی (دما و رطوبت نسـبی) بر انتقال بخار آب که به واسـطه شرایط ذکر شـده پدید آمده و تاثیر نوع ماده خـام بر نرخ انتقال بخار آب تحت هر جفت از شـرایط محیطی توضیح داده شده، می باشد.

مترجم: مهندس الهه نیازخانی







مقدمه

از زمـان اهمیت یافتن دو مقوله ی بهبود کیفیت زندگی و رفاه شـخصی، راحتی مواد نساجی مرکز توجه بسیاری از تحقیقات قرار گرفته است. راحتی مواد نساجی بیش از همه به انتقال گرما و بخار آب از درون ساختارهای نساجی مربوط بوده و تحقیقات اساساً به مکانیزم های انتقال حین پوشیدن معمولی یا در شرایط گذار، مرتبط می باشند.

طی پوشیدن معمولی، شار گرما و بخار رطوبت باید دمای بدن را تنظیم نموده و سبب ایجاد احساس راحتی حرارتی گردد. به عبارت دیگر، وظیفه لباس تنظیم درجه حرارت بدن می‌باشـد. در شـرایط پوشـیدن کوتاه (ناپایدار-گذرا) که تعریق به واسطه سطوح مختلفی از فعالیت یا شرایط آب و هوایی گوناگون صورت می گیرد، عرق ایجاد شده باید سریعاً توسط بدن هدایت گردد.

در چنیـن شـرایطی، توانایی لباس در انتقال بخـار آب، عامل مهمی در تعیین راحتی فیزیولوژیکی می باشـد. اگر اجتناب از تجمع عرق در لباس ممکن نباشـد، عرق باید از سطح پوست به سطح لباس زیر یا به لایه های پارچه‌ای که در مجموعه لباس، در سطح بیرون تری قرار دارند، انتقال یابد. پس از آنکه بدن انسان از تعریق باز می ایستد، پارچه باید بخار ذخیره شده در خود را به هوا منتقل کرده تا از رطوبت موجود بر روی پوست بکاهد. پارچه ای که اجازه عبور بخار آب را ندهد، موجبات میعان بخار آب را فراهم کرده که مستقیماً موجب احساس ناراحتی می شود.

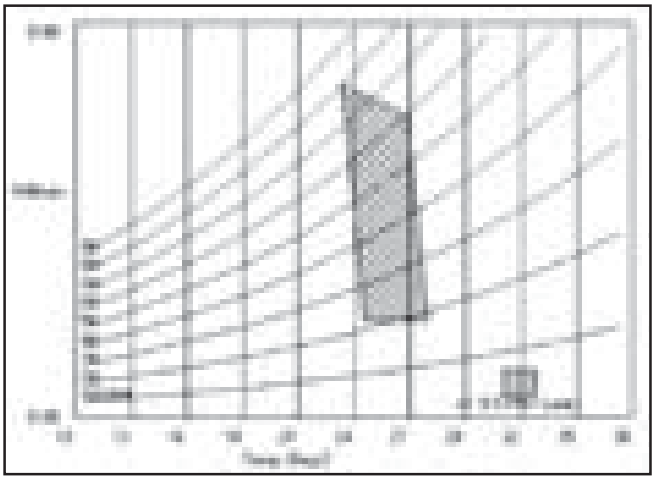
پارچه های کشـباف استفاده شده برای تولید البسـه زیر در تماس با پوست بدن بوده و از این رو ایجاد احسـاس راحتی مناسـب، ویژگی بسیار مهمی برای این نوع پوشاک محسوب می گردد. به واسطه ساختار حلقه ای این نوع منسوجات، پارچه های کشباف قابلیت کشش پذیری خوبی داشته که پارامتر مهمی در دستیابی به راحتی حسی بهینه محسوب می گردد.

در یک سطع فعالیت معین و شرایط محیطی تعریف شده، میزان راحتی مجموعه البسه کشباف به نرخی بستگی دارد که تحت آن بخار آب از پارچه عبور می کند.

تحقیقات زیادی در خصوص مکانیزم های بخار آب و انتقال حرارت از درون ساختارهای گوناگون نساجی صورت گرفته است. اغلب محققین نیز از شرایط محیطی کنترل شده برای انجام تحقیقات خود استفاده نموده‌اند، یعنی دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسـبی ۶۵٪ برای پژوهش در خصوص مقاومت حرارتی و دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۴۰٪ برای تحقیق در خصوص مقاومت در برابر نفوذ آب.

تحقیقات همچنین برای مقایسه شـرایط تعریف شده در استانداردهای گوناگون مانند ISO و ASTM انجام شـدند. تعدادی از محققین تحقیقات خود را تحت شـرایط آب و هوایی ویژه، مانند آب و هوای بسـیار سـرد در محیط گرم و مرطوب انجام دادند. به

منظور فراهم نمودن معیارهایی عینی جهت تعیین راحتی حرارتی که شـامل ترکیبی از عوامل متعدد تاثیرگذار بر راحتی می شـوند، تحقیقـات میدانی صورت گرفت. طی انجام آزمایشات، رای متوسط پیشنهادی (PMV)[۲] به عنوان شاخصی که کیفیت گرمای محیط را به صورت مقدار متوسـط آراء گروه بزرگی از اشـخاص که نظر خود را بر طبق مقیاس حسـی هفت نقطه تعریف می کنند (۳+ داغ، +۲ گرم، ۱+ کمی گرم، ۰ خنثی، ۱- کمی خنک، ۲- خنک، ۳- سرد)، تعیین گردید. چارت رطوبت سنجی یک تابستان نوعی (۰/۵clo) که با اسـتفاده از مدل PMV تعیین شده، درشکل ۱ ارائه شده است. محدودیت های مدل حاکی از آن اسـت که این مدل تنها برای شـرایط درونی و برای شـرایط محدود که نرخ های متابولیک بین ۱/۳-۱/۰ met و سـرعت هوا ۰/۲۰ متر بر ثانیه است، قابل اجرا می باشد.



شکل ۱- حدود راحتی حرارتی

هدف این مقاله شبیه سازی انتقال بخار آب از داخل پارچه های کشباف تحت شرایط محیطی گوناگون می باشـد. جهت انجام آزمایشات چهار نوع پارچه از نخ های پنبه، پنبه/مودال، ویسکوز و تنسل با نمره ۲۰ تکس، بافته شدند. کلیه پارامترهای ساختاری یکسـان در نظر گرفته شـده و تنها جنس پارچه ها تغییر داده شد. بدین ترتیب امکان بررسـی تاثیر نوع پارچه بر مقاومت در برابر نفوذ بخار آب فراهم شد. طیف پارچه های کشباف تولیدی نیز طوری انتخاب شد که برای ساختارهای در تماس مستقیم با پوست (البسـه زیر و پوشاک روی سبک) مناسب باشد. چنین مجموعه هایی اغلب در شرایط محیطی گرم مانند تابستان پوشیده می شوند. نتایج نشانگر تاثیر شرایط محیطی (دما و رطوبت نسبی) بر انتقال بخار آب می باشند که به واسطه شرایط ذکر شده اتفاق می افتد. این نتایج همچنین جهت بررسی تاثیر ماده خام بر نرخ انتقال بخار آب تحت هر یک از شرایط محیطی استفاده گردید.

تجربیات

برای بافت پارچه های کشـباف یک رو از نخ های پنبه، پنبه/مودال، ویسکوز و تنسل و ماشـین گردباف با گیج ۲۸ اسـتفاده گردید. طی فرآیند بافندگی، کشش ورودی روی ۴-۳ سانتی نیوتن تنظیم گردید. کد اختصاص یافته به هر یک از پارچه های کشباف در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- کد پارچه های کشباف

کد پارچه	توضیح
C	پنبه ۱۰۰ ٪
CM	پنبه/مودال ۵۰٪-۵۰٪
V	ویسکوز ۱۰۰٪
T	تنسل ۱۰۰٪

پارامترهای زیر برای کلیه پارچه ها اندازه گیری شدند:

تراکم افقی، تراکم عمودی، طول حلقه، مدول حلقه، ضریب تراکم، تراکم سطح، فاکتور سفتی و وزن پارچه.

انـدازه گیری مقاومـت در برابر نفوذ بخار آب، ابتدا بـر روی صفحه داغ محصور تعریق (SGHP)[۳]، طبق استاندارد ISO انجام گرفت. شرایط محیطی در این استاندارد عبارتست از دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۴۰٪. حین اندازه گیری، صفحه داغ توسط یک صفحه سـلوفان نیمه متخلخل پوشـانده شده و آب توسـط یک دستگاه مقیاس، همانطور که در شـکل ۲ نشان داده شـده است، بر روی صفحه فلزی متخلخل ریخته شد. مقاومت در برابر نفوذ بخار آب اندازه گیری شده توسط SGHP از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$R_{et}=(p_s-p_a)/(H/A)-R_{eto}, \text{ in } m2P_a\ W-1 \qquad (۱)$$

که R_{et} مقاومت در برابر نفوذ بخار آب نمونه، p_s فشار بخار اشباع در سطح صفحه داغ، p_a فشار بخار جزئی محدود، H توان حرارتی اعمال شده به واحد اندازه گیری، A سطح واحد اندازه گیری و R_{eto} مقاومت در برابر تبخیر صفحه خالی می باشد.

مقاومت حرارتی (Rct) جهت محاسبه شـاخص نفوذپذیری بخار آب (imt)، محاسبه گردید. محاسـبات نفوذپذیری بخار آب (W_d) و شاخص شاخص نفوذپذیری بخار آب (imt) طبق روابط زیر صورت گرفت:

$$W_d=1/(R_{et}.Ø.Tm),in\ gm-2h-1P_a-1 \qquad (۲)$$

$$imt=S.R_{ct}/R_{et} \qquad (۳)$$

که Ø .Tm گرمای نهان تبخیر در دمای T_m واحد اندازه گیری، S نسبت R_{et} و R_{ct} برای هوا، ثابتی معادل P_a/K ۶۰ می باشد.

در گام بعدی تحقیق، پارچه های کشـباف تولید شـده طی اندازه گیری با SGHP در معرض شرایط محیطی گوناگون قرار گرفتند. به منظور شبیه‌سازی شرایط حیات حقیقی، اطلاعاتی از شرایط آب و هوایی سه شهر اروپایی با اقلیم های متفاوت جمع آوری گردید. این سه شهر از سه منطقه جنوب (آتن)، مرکز (زاگرب) و شمال (هلسینکی) اروپا انتخاب شدند. آب و هوای مدیترانه ای آتن معروف بوده و این شهر دارای زمستان های معتدل و تابسـتان های خشک و داغ می باشد. در طی سـال، متوسط دما در فصل تابستان و زمستان به ترتیب به ۳۲ و ۱۲ درجه سانتیگراد می رسد. آب و هوای زاگرب قاره ای بوده و دارای چهار فصل جداگانه می باشـد. تابسـتان‌ها در این شهر گرم و خشک، در حالی که زمسـتان ها سرد می باشد. دمای متوسط در فصل زمستان، یک درجه سانتیگراد و در تابسـتان به ۲۰ درجه سانتیگراد می رسد. هلسینکی آب و هوای قاره ای و مرطوبی دارد، بدین معنا که دمای متوسـط سردترین ماه، از بیش از ۳- درجه سانتیگراد تجاوز نکرده و تابستان ها نیز به طور دلپذیری گرم هستند: بیشترین دما در طول روز عموماً حدود ۲۶-۱۸ درجه سـانتیگراد بوده، در حالی که دمای بیش از ۳۰ درجه سـانتیگراد غیر متعارف می باشند. شرایط محیطی شهرها از گزارش های پیشین و مقادیر متوسط مربوط به اکتبر ۲۰۰۷ محاسبه گردید. جزئیات شامل دمای متوسط، بیشترین و کمترین دما و نیز رطوبت نسبی متوسط، بیشترین و کمترین رطوبت نسبی، در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲- مقادیر متوسط دما و رطوبت

	آتن	زاگرب	هلسینکی
دمای متوسط، سانتیگراد	۲۷	۲۰	۱۶
بیشترین دما، سانتیگراد	۳۶	۳۳	۲۸
کمترین دما، سانتیگراد	۱۷	۸	۴
رطوبت نسبی متوسط	۴۳	۵۸	۶۵
بیشترین رطوبت نسبی	۸۳	۹۴	۹۹
کمترین رطوبت نسبی	۱۳	۲۳	۲۶

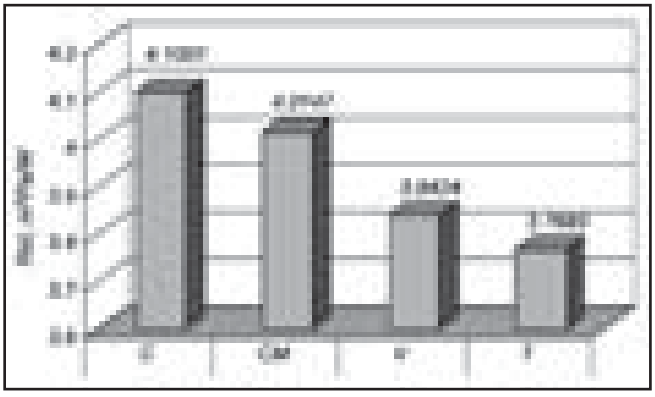
نتایج

نتایج اندازه گیری پارامترهای پارچه های کشباف در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- پارامترهای پارچه کشباف

پارامتر پارچه	C	CM	V	T
تراکم افقی، cm^{-1}	۱۲/۸	۱۳/۰	۱۳/۰	۱۳/۱
تراکم عمودی، cm^{-1}	۱۸/۰	۱۹/۵	۲۰/۱	۲۰/۱
فاصله ردیف، mm	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۶
فاصله رج، mm	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۵۰
طول حلقه، mm	۲/۹	۲/۷	۲/۷	۲/۶
ضریب تراکم	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۶۵
تراکم سطح، cm^{-2}	۲۳۰/۴	۲۵۳/۵	۲۶۱/۳	۲۶۳/۳
فاکتور سفتی، $tex^{1/2}\ cm^{-1}$	۱/۵۴	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۷۲
وزن پارچه، gm^{2}	۱۴۵	۱۲۶	۱۲۵	۱۲۰

نتایج اندازه گیری مقاومت در برابر نفوذ بخار آب تحت شرایط استاندارد در شکل ۳ نشان داده شده است، در حالی که نتایج نفوذپذیری بخار آب و شاخص نفوذپذیری در جدول۴ ارائه شده است.

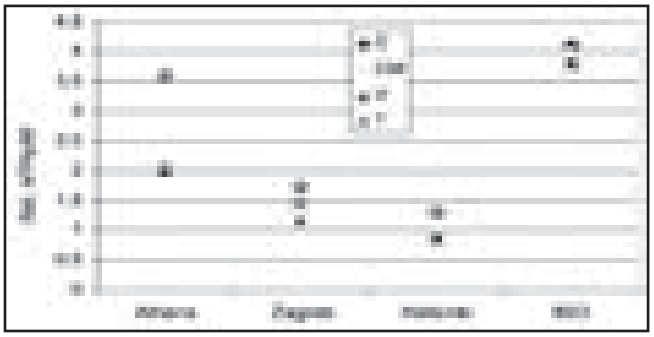


شکل ۲- مقاومت در برابر نفوذ بخار آب اندازه گیری شده طبق استاندارد ISO 11092

جدول ۴- نفوذپذیری بخار آب و شاخص نفوذپذیری بخار آب

کد پارچه	C	CM	V	T
نفوذپذیری بخار آب	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۴۰
شاخص نفوذپذیری بخار آب	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۴

نتایج اندازه گیری مقاومت در برابر نفوذ بخار آب در شـرایط محیطی گوناگون نیز، در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳- مقاومت در برابر نفوذ بخار آب در شرایط محیطی گوناگون

نتیجه گیری

هدف آزمایشات انجام شده، بررسی انتقال بخار آب در شرایط گوناگون از داخل پارچه های کشباف بافته شده از مواد خام گوناگون می‌باشد (پنبه، پنبه/مودال، ویسکوز و تنسل).

نتایج زیر از تجربیات انجام شده حاصل شدند:

۱- انتقال بخار آب از داخل سـاختارهای نسـاجی اساساً توسط اختلاف فشـار بخار کنترل می گردد. از ایـن رو، مقاومت در برابر نفوذ بخار آب پارچه های کشـباف که تحت شرایط گوناگون اندازه گیری می شود، به واسـطه اختلاف فشار بخار میان صفحه (پوست) و هوای پیرامون، تغییر می کند. اختلاف فشار در دمای کمتر و رطوبت نسبی بیشتر (۱۶ درجه سـانتیگراد و ۶۵٪ رطوبت نسـبی)، بیشتر می باشد. در چنین شرایطی، پارچه ها اجازه عبور بخار آب بیشتری می دهند.

۲- پارچه های مورد بررسـی اساساً برای تولید البسه سبک استفاده شده و اغلب در طول تابستان در سرتاسر اروپا و صرفنظر از شرایط جغرافیایی، پوشـیده می‌شـوند. در خصـوص مقایسـه شـهرهای انتخابی بـا چارت رطوبت‌سـنجی شکل۱، چنین نتیجه گیری می شود که مجموعه ها برای شرایط آب و هوایی آتن بهینه می باشند. از سوی دیگر، پوشیدن مجموعه ۰/clo۵در شهر هلسینکی منجر به ایجاد ناراحتی در افراد می شود.

۳- پارچـه های مورد از نظر سـاختار و پارامترهای سـاختاری مشـابه می‌باشـند، تنها تفاوت موجود، جنس آنها می باشـد. لذا بررسـی تاثیر جنـس پارچه بر نفـوذ بخار آب درون پارچه ها میسـر مـی گردد. در خصوص مقایسـه پارچه‌های پنبه و پنبه/ مودال، چنین مشاهده شد که تفـاوت چندانـی میان مقاومت این دو پارچه در نفـوذ در برابر بخار آب وجود ندارد. نتیجه مشـابه در مورد پارچه‌های تنسل و ویسکوز مشاهده گردیـد. در بین این دو گروه، پارچه هـای پنبه و پنبه/مودال مقاومت بیشتری در برابر نفوذ بخار آب داشتند.

۴- نتایج حاکی از آن اسـت که مجموعه های ویسـکوز و تنسـل سـد خفیفی در برابر انتقال بخار آب می باشـند. از این رو، استفاده از این دو نوع پارچه در مقایسـه با مجموعه های پنبه و پنبه/مودال، موجب ایجاد احسـاس خشـکی بیشـتری در فرد می گردد. در مقابل، مجموعه های پنبه و پنبه/مودال احسـاس تری بیشتری را موجب می شوند. با در نظر گرفتن شـرایط آب و هوایی مناطق، بهتر است مجموعه های ویسکوز و تنسـل در مناطق دارای آب و هوای گرم مانند آتن که تعریق بدن زیاد می باشد، استفاده شوند.

1- Tencel®
2- Predicted Mean Vote
3- Sweating Guarded HotPlate

منبع

FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2009, Vol. 17, No. 2 (73)