



مطالعه تاثیر تغییر شکل تخلخل بر عبوردهی هوا در حین بارهای دینامیکی در لباس‌های ورزشی دوچرخه سواری

یاسمن سلمان طاهری^۱/ علی اکبر قره‌آقاجی^۱ / رمضانعلی ابوزاده^۲

چکیده

ویژگی‌های ساختار تخلخل لباس ورزشی در حین فعالیت‌های فیزیکی به طور مستقیم بر سطح راحتی و عملکرد لباس ورزشی تأثیر می‌گذارد. مدیریت مناسب رطوبت و حرارت عوامل کلیدی برای ایجاد سطح راحتی فیزیولوژیکی مورد نیاز است که رفتار تخلخل بر آنها تأثیر می‌گذارد چرا که تغییرات اندازه و شکل تخلخل تحت کرنش و کشش دینامیکی، در انتقال رطوبت و حرارت نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

در این پژوهش به بررسی تاثیر تغییر درصد کرنش بر اندازه تخلخل و نفوذپذیری هوا که در نهایت بر روی راحتی فرد ورزشکار تأثیر می‌گذارد، پرداخته شده است.

برای این منظور، آزمایش نفوذپذیری هوا در ۵ درصد مختلف کرنش (۴،۸،۱۲،۱۶،۲۰) و در دو پارچه مخصوص لباس دوچرخه‌سواری (بالا تنه و پایین تنه با وزن و ضخامت‌های مختلف) از جنس پلی‌استر انجام شد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با افزایش درصد کرنش در هر دو جهت رج و ردیف در پارچه با وزن کمتر، مقدار تخلخل افزایش در نتیجه نفوذپذیری هوا نیز افزایش یافت اما در پارچه با وزن بیشتر در جهت ردیف، به دلیل تفاوت کشسانی نسبت به پارچه سبک‌تر، مقدار نفوذ هوا تا کرنش ۱۲ درصد صعودی و پس از آن نزولی شد.

۱-مقدمه

میزان نفوذپذیری هوا به عنوان شاخصی از قابلیت تنفسی شناخته می‌شود و رفتار پارچه را در برابر عبور سیال هوا نشان می‌دهد.

نفوذپذیری هوا به میزان قابل توجهی متأثر از مواد تشکیل‌دهنده پارچه و خواص ساختاری آن می‌باشد. مطابق مطالعات پیشین، این خواص شامل شکل و میزان منافذ پارچه و نخ و وابسته به پارامترهای ساختاری پارچه مانند بافت پارچه، مواد خام تشکیل‌دهنده نخ‌ها و ترتیب قرارگیری نخ‌ها می‌باشد.

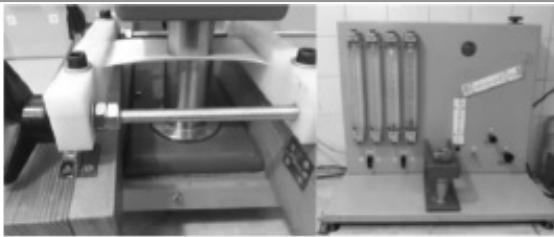
علاوه بر این پارچه‌هایی که از اجزای آبدوست تشکیل شده‌اند، در شرایط رطوبتی مختلف، قابلیت نفوذپذیری هوای خود را تغییر می‌دهند.

ماده‌ای که در برابر هوا نفوذپذیر می‌باشد، در کل،



در برابر آب هم چه به حالت بخار و چه به حالت مایع، نفوذپذیر می‌باشد. بنابراین نفوذپذیری بخار رطوبت و انتقال رطوبت مایع، وابستگی نزدیکی به نفوذپذیری هوا دارد.

مقاومت گرمایی پارچه نیز به طور عمده‌ای وابسته به هوای ساکن محبوس در پارچه و این عامل خود متأثر از ساختمان پارچه و نفوذپذیری هوا می‌باشد. یک پارچه با ساختار باز می‌تواند مشکلات سرمایی



شکل ۱. دستگاه سنجش نفوذپذیری هوا و نحوه قرارگیری قاب کشش در بین آن

جدول ۱. میانگین مقدار نفوذ هوا در نمونه‌ها بر حسب درصد کرنش				
درصد کرنش	میانگین مقدار نفوذ هوا (ml/s.cm ²) پارچه وزن کمتر-ردیف	میانگین مقدار نفوذ هوا (ml/s.cm ²) پارچه وزن بیشتر-ردیف	میانگین مقدار نفوذ هوا (ml/s.cm ²) پارچه وزن بیشتر-ردیف	میانگین مقدار نفوذ هوا (ml/s.cm ²) پارچه وزن بیشتر-ردیف
۴	۱۳۹/۸	۱۳۱	۲۲۸	۲۳۰
۸	۱۶۴/۴	۱۴۴/۲	۲۶۱	۲۷۴
۱۲	۲۰۱/۴	۱۸۵/۸	۲۶۷	۳۱۴/۲
۱۶	۲۴۷	۲۲۰/۶	۲۲۹/۸	۳۴۱/۲
۳۰	۳۹۲/۶	۳۷۱/۶	۳۱۶	۳۵۹/۴

قرارگیرد. درپوش بالایی دستگاه را چرخانده تا کاملاً بر روی نمونه محکم شود به طوری که تنش اضافی به پارچه وارد نشود.

نمونه‌ها در هنگام قرارگیری در قاب کشش صاف باشند و ابتدا فاصله دو قاب ۱۰ cm تنظیم شود، سپس نمونه در قاب ثابت شده و تمامی پیچ‌ها کاملاً سفت بسته شوند، سپس کرنش اعمال شود تا نمونه‌ها تحت کرنش و تنش اضافه قرار نگیرند. همچنین در هنگام قرارگیری قاب بین دو قسمت مکش هوا، در زیر قاب کشش، چوب‌هایی جهت تعادل قاب قرار داده شد تا در حالت کاملاً صاف قرار بگیرد و تنش اضافه به هیچ نقطه‌ای از نمونه مورد مطالعه وارد نشود.

طبق نمودار در شکل ۲، نفوذپذیری هوا پارچه با وزن کمتر از پارچه وزن بیشتر، کمتر بوده و در نمونه‌های وزن کمتر-ردیف، وزن کمتر-رج و وزن بیشتر-رج، با افزایش میزان کشش، نفوذپذیری هوا افزایش یافت اما در نمونه‌های وزن بیشتر-ردیف، تا کشش ۱۲mm مقدار نفوذ هوا افزایش و بعد از آن کاهش یافت.

این نتایج متناظر با مقادیر محاسبه شده درصد تخلخل بود. پارچه‌ها پس از قرارگیری در قاب کشش، با میکروسکوپ تصویربرداری شده و درصد تخلخل تصاویر با کد در نرم افزار متلب به دست آمد که با افزایش نرخ کرنش، مقدار تخلخل نیز

استاندارد ASTM D ۳۳۷۳ در افت فشار ۱۰۰ پاسکال و محدوده آزمایش ۵ × ۱۰ cm^۲ انجام گرفت.

در کل روی ۲۰ نمونه پارچه که به ابعاد ۵ cm در ۱۴ cm بریده شده، آزمایش انجام می‌شود. ۲cm از بالا و ۲cm از پایین در قاب کشش ساخته شده، قرار می‌گیرد، بنابراین ۱۰ cm در بین دو قاب قرار می‌گیرد.

از آنجا که آزمایش باید در ۵ درصد مختلف کرنش (۲۰، ۱۶، ۱۲، ۸، ۴ درصد) انجام گیرد، برای هر نمونه پارچه با وزن کمتر و بیشتر در جهت رج و ردیف کشش ۲۰، ۱۸، ۱۶، ۱۲، ۸، ۴ mm اعمال شده و از هر نمونه ۵ تکرار برای عبور هوا خوانده و میانگین در جدول ۱ آورده شده است.

۳-۱- شرایط آزمایش

آزمایش در رطوبت نسبی، ۵ ± ۳۵ درصد و ۲ ± ۲۳ درجه سانتیگراد انجام شد.

۳-۲- استقرار قاب کشش

نمونه را در قاب کشش تنظیم کرده و سپس روی پایه فلزی دستگاه به صورتی که در شکل ۱ نشان داده شده، قرار می‌گیرد.

سطح بیرونی نمونه پارچه به طرف بالا قرار گرفته به طوری که در مقابل هوای ورودی از محیط

شدیدی در آب و هوای سرد، به ویژه هنگام وزش باد برای پوششده به وجود بیاورد. به عبارت دیگر، تنفس‌پذیری پارچه نشان می‌دهد که پارچه به طور دینامیکی دارای قابلیت تهویه است.

برای پارچه‌های تنفس‌پذیر، بخار آب ایجاد شده توسط بدن باید به سادگی به محیط اطراف نفوذ کند و از وارد شدن آب به داخل پوشاک جلوگیری کرده و شرایط احساس خشکی را برای پوششده ایجاد نماید.

این موضوع، شرط اساسی برای نگه داشتن احساس راحتی در حین پوشش می‌باشد، چرا که تعرق یکی از مکانیزم‌های اصلی برای خنک کردن بدن است اگر پارچه‌ای در برابر هوا نفوذپذیر باشد، بدین معناست که بخار آب و رطوبت مایع هم می‌تواند از سطح داخلی پارچه به سطح خارجی آن منتقل شده و به محیط اطراف منتقل شود. بنابراین انتقال بخار آب و رطوبت مایع بسیار وابسته به نفوذپذیری هوا و احساس راحتی گرمایی می‌باشند.

از طرف دیگر، مقاومت گرمایی پارچه هم به شدت وابسته به هوای ساکن محبوس می‌باشد، که این موضوع هم متأثر از نفوذپذیری هوا و ساختمان پارچه است. نفوذپذیری هوا (Permeability Air) حجم هوا بر حسب سانتیمتر مکعب است که در هر ثانیه تحت فشار ثابت یک سانتیمتر آب از یک سانتیمتر مربع پارچه عبور می‌کند.

۲- مشخصات نمونه‌ها:

پارچه با وزن کمتر با ضخامت ۰/۹۲۶ mm، وزن واحد سطح ۳۴۸/۰۸ g/m^۲ با طرح بافت اینترلاک و تراکم حلقه ۳۱۲ و پارچه با وزن بیشتر با ضخامت ۰/۸۹۸ mm، وزن واحد سطح ۳۵۴/۶۴ g/m^۲ با طرح بافت اینترلاک و تراکم حلقه ۳۱۵ مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین برای تحت کشش قراردادن نمونه‌ها، قاب کششی طراحی و ساخته شد تا برای استفاده از دستگاه نفوذپذیری هوا مناسب باشد.

۳-انجام آزمایش:

آزمایش نفوذ هوا با استفاده از دستگاه شرلی ISO _SDL ۹۰۰۲ که در شکل ۱ نشان داده شده، طبق



انجام شد. پس از محاسبه میانگین و انحراف معیار و CV، نمودار میانگین نفوذپذیری هوا بر حسب درصدهای کرنش در هر پارچه و در هر جهت رج و ردیف، ترسیم شد.

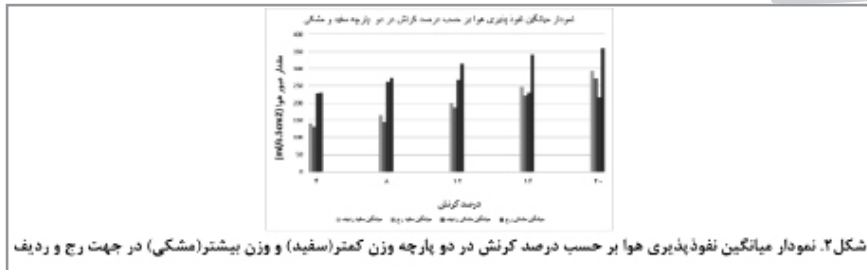
پس از بررسی داده‌ها و تحلیل نمودار، می‌توان مشاهده نمود که مقدار نفوذپذیری هوا در پارچه با وزن کمتر در جهت ردیف، نسبت به جهت رج بیشتر بوده و در هر دو جهت با افزایش درصد کشش، مقدار نفوذپذیری هوا افزایش یافته و روند کاملاً صعودی بوده‌است چراکه با افزایش درصد کشش، مقدار تخلخل افزایش یافته اما در پارچه با وزن بالاتر، مقدار نفوذپذیری هوا در جهت رج از جهت ردیف بیشتر بوده و این روند با افزایش درصد کشش در جهت رج افزایش یافته و صعودی بوده اما در جهت ردیف مقدار نفوذپذیری هوا از کشش ۴ درصد تا کشش ۱۲ درصد، افزایش و سپس کاهش یافته‌است.

علت این اختلاف به دلیل تغییر شکل و اندازه تخلخل پارچه است که مرتبط به خواص کشسانی پارچه و همچنین تفاوت در ساختار و وزن و ضخامت دو نوع پارچه می‌باشد. مطالعات آماری نشان داد که اثر تغییر درصد کرنش‌ها بر مقدار نفوذپذیری هوا در سطح معناداری ۹۵ درصد، معنادار بود.

نتایج کلی در این مسیر مطالعاتی که اثر تغییرات اندازه تخلخل بر خواص راحتی شامل نفوذپذیری هوا و بخار آب، انتقال حرارت و نفوذ مویینگی بررسی شده، نشان می‌دهد که شکل و اندازه تخلخل تحت کرنش تغییر کرده که تاثیر مهمی بر خواص راحتی پوشاک ورزشی می‌گذارد که این گزارش تحقیقاتی پیرامون نفوذپذیری هوا، تنها بخشی از یک مطالعه جامع تحت عنوان مطالعه تاثیر تغییر شکل تخلخل بر راحتی در حین بارهای دینامیکی در لباس‌های ورزشی دوچرخه‌سواری است.

پی‌نوشت:

- ۱- دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۲- دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی مواد و نساجی، دانشگاه رازی



تنش) در این پژوهش تمایل به بسته شدن منافذ را ایجاد نمود و در نتیجه کاهش عبور هوا ناشی از بسته شدن تخلخل‌ها، مشهود بود. نتایج آنالیز واریانس روی نتایج بدست آمده، نشان داد که تغییر درصد کرنش‌ها بر مقدار نفوذپذیری هوا اثر معناداری در سطح ۵۹ درصد اطمینان دارد

۴- نتیجه‌گیری

نفوذپذیری هوا در پارچه، چگونگی عبور هوا از میان پارچه می‌باشد. سهولت یا سختی عبور هوا از پارچه عامل مهمی در تعیین کیفیت برخی از پارچه‌ها مانند فیلترهای صنعتی، پارچه‌های مورد مصرف در چادر (خیمه)، بادبان، چتر نجات پارچه‌های بارانی و پیراهنی و کیسه‌های هوا می‌باشند.

هر عاملی که باعث تغییر تخلخل و منافذ پارچه شود، از عوامل تاثیرگذار بر نفوذپذیری هوا است. همچنین نفوذپذیری هوا از عوامل موثر در راحتی البسه است. در این آزمایش برای هر درصد کرنش در هر پارچه و در هر جهت رج و ردیف، ۵ تکرار

افزایش پیدا کرد. مطالعه گیسون و همکاران، خلاف این موضوع را نشان داده است و نتیجه آزمایش کرنش گزارش شده در این کار نشان می‌داد که مقاومت در برابر جریان هوا به طور مداوم در تمام سطوح رطوبت در پارچه تحت کرنش، بالاتر از حالتی است که به پارچه کرنش اعمال نشده که احتمالاً به دلیل تغییر شکل سطح منافذ بین نخ‌هاست.

تغییر شکل منافذ از مستطیلی به دوزنقه‌ای که دارای قطر معادل پایین‌تر است، باعث مقاومت بالاتر می‌شود.

این تناقض را می‌توان به متفاوت بودن ساختار پارچه چترنجات با پارچه لباس ورزشی دوچرخه‌سواری نسبت داد.

یکی از خواص مکانیکی منسوجات پدیده افت تنش است. هرگاه منسوجی ابتدا کشیده شود و سپس در آن طول ثابت نگه داشته‌شود، تنش که در اثر کشیدن به وجود آمده، به تدریج کم می‌شود. پدیده کاهش تنش در اثر گذشت زمان (استراحت

