

## The Effect of Weave Structure and Wadded Weft Yarn Fineness on the Physical Properties of Three-Layer Woven Fabrics

Yasaman Ekbia, Nazanin Ezazshahabi\*, and Houshang Nosraty

Department of Textile Engineering, Amirkabir University of Technology, P.O. Box 15875-4413, Tehran, Iran

Received: 14 August 2021, Accepted: 14 December 2021

### Abstract

Three-layer woven fabrics with two warp and three weft systems are considered as thick fabrics, in which the third wadded weft yarn group is used to increase the thickness, to color separate two layers, and to stitch the top and bottom layers. The purpose of this study was to investigate the effect of changing the weave pattern and the count of wadded weft yarn in the fabric structure on the physical properties of the fabric including air permeability, thickness and compression energy, thermal resistance and water vapor permeability. In this research, weft wadded yarns with the fineness of 24/2, 36/2, and 48/2 Nm and weave structures of “plain-plain”, “twill 2/2- twill 2/2” and “twill 2/2- plain”, in the top and bottom layers, were used for fabric production. After the production of fabrics, experiments were performed to investigate the effect of the wadded yarn fineness and the weave structure on the physical properties of the fabrics. Analysis of the results showed that in comparison of various weave structures, the “plain-plain” had the highest air permeability and water vapor permeability and the least thickness and heat resistance. “Twill-twill” showed the maximum thickness and heat resistance and the lowest amount of air permeability and water vapor permeability. In view of the effect of wadded yarn count, it was found that the 24/2 Nm yarn had the highest air and water vapor permeability, and the lowest thickness and thermal resistance. The 48/2 Nm yarn had the maximum thickness and thermal resistance and at the same time exhibited the minimum air and water vapor permeability.

**Keywords:** three-layer woven fabric, wadded weft count, weave structure, physical properties

(\*) To whom correspondence should be addressed.  
E-mail: ezazshahabi@aut.ac.ir

## اثر طرح بافت و ظرافت نخ پود پرکننده بر خواص فیزیکی پارچه‌های سه‌لایه تارپودی

یاسمن اکبیا، نازنین اعزازشهابی<sup>\*</sup>، هوشنگ نصرتی

تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲۳، پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۳

### چکیده

بافت سرژ-تافته ترکیبی از دو بافت یادشده است، بدین دلیل، خواص آن نیز بین این دو بافت قرار می‌گیرد. همچنین، در مقایسه نمره نخ‌های متفاوت برای نخ پود پرکننده، نمره نخ  $24/2$  Nm دارای بیشترین مقدار نفوذپذیری هوا و بخار آب و کمترین مقدار ضخامت و مقاومت گرمایی است. نمره نخ  $48/2$  Nm دارای بیشترین مقدار ضخامت و مقاومت گرمایی و کمترین مقدار نفوذپذیری هوا و بخار آب است.

**واژه‌های کلیدی:** پارچه‌های سه‌لایه تارپودی، نمره نخ پود پرکننده، طرح بافت، خواص فیزیکی

### ۱ مقدمه

به‌منظور تولید پارچه‌های ضخیم با رنگ‌ها و طرح‌های متفاوت در سمت رو و پشت پارچه و ایجاد پارچه‌های دورو و دولایه، در صورتی که نخ‌های تار و پود لایه‌های رو و زیر به اندازه مدنظر ضخیم نبوده یا اختلاف رنگ شدیدی با هم داشته باشند، می‌توان از پارچه‌های سه‌لایه با دو سامانه تار و سه سامانه پودی استفاده کرد. در این نوع پارچه‌ها، دسته سوم پود به‌منظور افزایش ضخامت، تفکیک رنگی دولایه یا اتصال دولایه رو و زیر استفاده می‌شود. در

پارچه‌های تارپودی سه‌لایه بافته‌شده با دو سامانه تار و سه سامانه پودی، جزء پارچه‌های ضخیم محسوب می‌شوند. در این پارچه‌ها از یک دسته پود سوم به‌عنوان نخ پود پرکننده برای افزایش ضخامت، تفکیک رنگی دولایه رو و زیر یا اتصال دولایه رو و زیر استفاده می‌شود. هدف از انجام این مطالعه، بررسی نحوه اثرگذاری تغییر طرح بافت و نمره نخ پود پرکننده بر ساختار و خواص فیزیکی پارچه شامل نفوذپذیری هوا، ضخامت و انرژی فشردگی، مقاومت گرمایی و نفوذپذیری بخار آب است. در این پژوهش، برای تولید این پارچه‌ها از نخ پود پرکننده با ظرافت‌های متفاوت شامل نخ‌های  $24/2$ ،  $36/2$  و  $48/2$  Nm و طرح بافت‌های تافته-تافته، سرژ- $2/2$ ، سرژ- $2/2$  و سرژ- $2/2$  تافته به‌ترتیب در لایه‌های رو و زیر استفاده شده است. پس از تولید پارچه‌ها، آزمایش‌هایی در راستای بررسی اثر ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت بر خواص فیزیکی پارچه‌ها انجام شده است. نتایج آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد، در مقایسه طرح بافت‌های مختلف، طرح بافت تافته-تافته دارای بیشترین مقدار نفوذپذیری هوا و بخار آب و کمترین مقدار ضخامت و مقاومت گرمایی است. طرح بافت سرژ-سرژ دارای بیشترین مقدار ضخامت و مقاومت گرمایی و کمترین مقدار نفوذپذیری هوا و بخار آب است. طرح

به کاررفته در لایه‌های مختلف دارد. Yu و همکاران [۷]، رفتار کششی پارچه‌های چندلایه تارپودی را بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود، پارچه‌های با تعداد لایه‌های بیشتر دارای مدول کششی بیشتری هستند.

بسیاری از پژوهشگران بر ویژگی‌های انتقال گرما در پارچه‌های چندلایه با تغییر پارامترهای پارچه یا تحت شرایط مختلف آزمایش، متمرکز شده‌اند. Das و همکاران [۸] در یکی از این پژوهش‌ها نشان دادند، مقاومت گرمایی پارچه‌های چندلایه با افزایش وزن واحد سطح، افزایش می‌یابد. Babus و همکاران [۹] دریافتند، خاصیت گرماعایقی با ازدیاد تعداد لایه‌ها افزایش می‌یابد که علت آن افزایش هوای محبوس میان لایه‌هاست. همچنین، با افزایش سرعت وزش باد، در مجموع خاصیت گرماعایقی منسوجات تک‌لایه، دولایه و سه‌لایه کاهش می‌یابد.

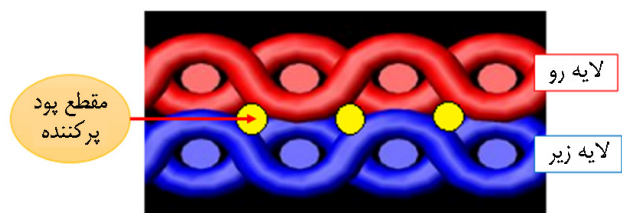
نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش Shabaridharan و Das [۱۰] درباره مقاومت گرمایی پارچه‌های چندلایه حاکی از آن است، وزن واحد سطح لایه زیر اثرهای درخور توجهی بر مقاومت گرمایی و تبخیری پارچه ندارد. در حالی که وزن واحد سطح لایه میانی و همچنین اندازه منافذ لایه خارجی، اثر شایان ملاحظه‌ای بر مقاومت گرمایی و تبخیری سازه‌های چندلایه دارند. Wilk و همکاران [۱۱]، پژوهشی به‌منظور مقایسه مقاومت گرمایی سه پارچه با ساختارهای متفاوت شامل تک‌لایه، دولایه و سه‌لایه با وزن واحد سطح برابر، انجام دادند. بدین منظور، مقدار توزیع دما در سطح سه ساختار را به‌وسیله دوربین گرمایی بررسی کردند. نتایج نشان داد، پارچه دارای ساختار سه‌لایه، دولایه و تک‌لایه به‌ترتیب دارای بیشترین مقدار مقاومت گرمایی هستند.

Yoneda و همکاران [۱۲] درباره نفوذپذیری بخار آب در پارچه‌های چندلایه دریافتند، حداکثر مقدار نفوذپذیری بخار آب متناسب با تعداد لایه‌ها کاهش می‌یابد. Huang و همکاران [۱۳]، به بررسی انتقال بخار آب از پارچه‌های چندلایه پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد، چگالی خطی و جرم در واحد سطح زیاد و تعداد کم منافذ به ایجاد مقاومت زیادی در برابر عبور بخار آب از پارچه‌های چندلایه منجر می‌شود. Biggi و همکاران [۱۴]، اثر طرح بافت و ساختار پارچه‌های دولایه تارپودی را بر مقدار نفوذپذیری بخار آب از پارچه بررسی کردند. طبق نتایج به‌دست‌آمده، در طرح بافت‌هایی که دارای نقاط اتصال کمتری هستند، طول نخ‌های شناور در ساختار آن‌ها بیشتر بوده و همین موضوع سبب افزایش نفوذپذیری بخار آب و هوا به داخل ساختار پارچه می‌شود. یوسفی و همکاران [۱۵]، اثر قطر الیاف موجود در نخ‌های تشکیل‌دهنده

ارتباط با پارچه‌های چندلایه، کیفیت و نحوه قرارگیری لایه‌های مختلف، خواص فیزیکی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در سال‌های گذشته، اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل خواص فیزیکی پارچه‌های با ساختار چندلایه مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است.

Sundaramoorthy و همکاران [۱] به بررسی ارتباط بین تعداد لایه‌های تشکیل‌دهنده پارچه و عامل پوششی با نفوذپذیری هوا پرداختند. نتایج حاکی از آن است که نفوذپذیری هوا، با افزایش تعداد لایه‌ها به‌طور توانی کاهش می‌یابد و مقدار آن به‌طور مستقیم با عامل پوششی پارچه متناسب است. Elnashar [۲]، اثر مقدار تخلخل موجود در بافت پارچه و عوامل اثرگذار بر آن را بر نفوذپذیری هوای پارچه، بررسی کرد. کاهش موج‌داری نخ‌های تار و پود لایه رو و زیر، کاهش ضخامت لایه‌ها و کاهش عامل یک‌پارچه‌سازی ساختاری (integration factor construction) سبب افزایش تخلخل در پارچه‌های دولایه و در نتیجه افزایش نفوذپذیری هوا می‌شود. در بررسی ارتباط تراکم پارچه دولایه و نفوذپذیری هوا، Unal و همکاران [۳] دریافتند، با افزایش تراکم اتصالات، پارچه بافته‌شده دولایه پرت‌تر و حجیم‌تر شده که به نفوذپذیری کمتر هوا منجر می‌شود. در حالی که با کاهش تراکم اتصالات، پارچه دولایه، نازک‌تر می‌شود و تراکم آن کاهش می‌یابد که نتیجه آن نفوذپذیری بیشتر هواست. Rajan و Das [۴]، رفتار نفوذپذیری هوا در پارچه‌های سه‌بعدی اسپیسر را بررسی کردند. نتایج پژوهش بیانگر آن بود که مقدار تخلخل موجود در بافت پارچه، رابطه مستقیمی با مقدار نفوذپذیری هوا دارد. همچنین، افزایش ظرفیت نخ‌های میانی که نقش اتصال دولایه بیرونی را دارند، سبب افزایش مقدار تخلخل و در نهایت افزایش نفوذپذیری هوا می‌شوند. Kumar [۵]، در پژوهشی درباره نفوذپذیری هوا از پارچه‌های دولایه حلقوی دریافت که طول حلقه‌های تشکیل‌دهنده پارچه اثر بسزایی بر خواص فیزیکی آن از جمله نفوذپذیری هوا دارد. به‌طوری که نفوذپذیری هوا در پارچه متشکل از حلقه‌های با طول کمتر، بیش از حلقه‌های با طول بیشتر است. زیرا در پارچه‌های دولایه، کاهش ضخامت پارچه سبب افزایش نفوذپذیری هوا می‌شود.

بررسی خواص مکانیکی پارچه‌های چندلایه از دیگر موضوعاتی است که پژوهشگران درباره آن پژوهش‌هایی انجام داده‌اند. Elnashar [۶] به بررسی اثر نوع بافت پارچه‌های دولایه ۱۰۰٪ پنبه‌ای بر استحکام تا پارگی پارچه‌ها پرداخت. وی دریافت، روند استحکام تا پارگی این پارچه‌ها ارتباط نزدیکی با نوع طرح بافت



شکل ۲- برش پودی پارچه‌های سه‌لایه برای نمایش موقعیت قرارگیری نخ پود پرکننده.

به‌همراه کارت ضربه و نخ‌کشی نشان داده شده‌اند. رنگ‌های قرمز، آبی و زرد به‌ترتیب نشانگر تار و پود لایه رو، تار و پود لایه زیر و پود پرکننده هستند. رنگ سبز نمایانگر نقاطی است که تار لایه زیر جهت اتصال دولایه رو و زیر روی پود لایه رو قرار می‌گیرد. خطوط مورب قرمز نشانگر قرارگیری تار لایه رو بر پود لایه زیر و پود پرکننده است.

برای نمایش بهتر چگونگی قرارگیری نخ پود پرکننده در ساختار پارچه‌های تولیدی، برش پودی آن در شکل ۲ نشان داده شده است. در این پژوهش، تمام نخ‌های استفاده‌شده در تولید پارچه‌های سه‌لایه از جنس آکرلیک هستند. از نخ با نمره  $24/2 \text{ Nm}$  به‌عنوان نخ تار و پود لایه رو و زیر و از نخ با نمره  $24/2$  و  $36/2$  و  $48/2 \text{ Nm}$  به‌عنوان نخ پود پرکننده استفاده شده است. تمام پارچه‌های تولیدشده با دستگاه نمونه‌بافی دستی ۸ ورد با ابعاد  $80 \times 70 \times 60 \text{ cm}^3$  با تشکیل‌دهنده دستی بافته شده‌اند. تصویر این دستگاه در شکل ۳ قابل مشاهده است. همچنین، تراکم تار در تمام پارچه‌ها ثابت و برابر  $5/5 \text{ cm}^{-1}$  است.

به‌دلیل عدم امکان واپایش دقیق تراکم پودی روی دستگاه نمونه‌بافی دستی، کلیه پارچه‌ها با حداکثر تراکم پودی ممکن بافته

پارچه‌های دولایه را بر مقدار نفوذپذیری بخار آب پارچه بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بودند که کاهش قطر الیاف، مقدار عبور بخار آب از پارچه را به‌مقدار درخور توجهی کاهش می‌دهد.

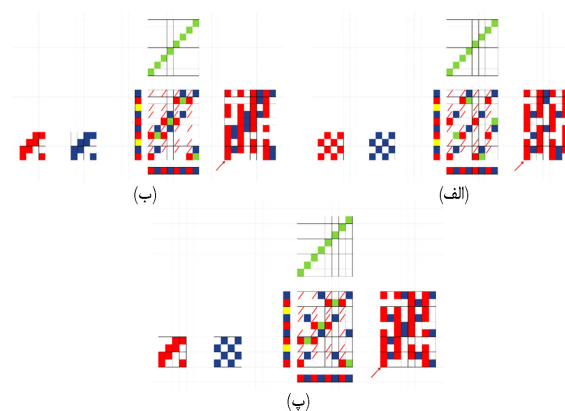
با توجه به پژوهش‌ها و بررسی‌های انجام‌شده درباره خواص فیزیکی پارچه‌های ضخیم شامل نفوذپذیری هوا، ضخامت، خواص گرمایی، نفوذپذیری بخار آب و نوع اتصالات و نیز اثر عوامل مختلف بر این خواص به‌طور مجزا در مقالات، هدف از انجام این مطالعه تولید گروهی از پارچه‌های سه‌لایه تار پودی و اندازه‌گیری و بررسی خواص فیزیکی آن‌ها از قبیل نفوذپذیری هوا و بخار آب، ضخامت و تراکم‌پذیری و غیره به‌طور جامع است. لازم به ذکر است، در این پارچه‌ها، طرح بافت لایه‌های رو و زیر و همچنین ظرافت نخ پود پرکننده متغیر بوده و در نهایت چگونگی تأثیرپذیری خواص پارچه از طرح بافت لایه‌های مختلف و همچنین ظرافت نخ پود پرکننده، تجزیه و تحلیل می‌شود.

## ۲ تجربی

### ۱-۲ روش‌ها

#### ۱-۱-۲ مشخصات مواد

طرح بافت، نحوه قرارگیری نخ‌های تار و پود نسبت به یکدیگر است. طرح بافت‌های استفاده‌شده در این پژوهش، تافته و سرژه  $2/2$  بوده که از قرارگیری هر یک از آن‌ها در لایه‌های رو و زیر، سه دسته پارچه شامل تافته-تافته، سرژه  $2/2$ -سرژه  $2/2$  و سرژه  $2/2$ -تافته تولید شده است که به‌ترتیب در شکل‌های الف تا پ



شکل ۱- طرح بافت‌های استفاده‌شده در بافت نمونه‌ها: (الف) تافته در لایه رو و زیر، (ب) سرژه در لایه رو و زیر و (پ) سرژه در لایه رو و تافته در لایه زیر.



شکل ۳- دستگاه نمونه‌بافی دستی.

جدول ۱- تراکم پودی پارچه‌ها.

| کد نمونه | طرح بافت     | ظرافت نخ پود<br>پرکننده (Nm) | تراکم نخ پود<br>پرکننده (cm <sup>-1</sup> ) | تراکم نخ پود<br>پارچه رو (cm <sup>-1</sup> ) | تراکم نخ پود<br>پارچه زیر (cm <sup>-1</sup> ) | مجموع تراکم پودی<br>سه لایه (cm <sup>-1</sup> ) | ضریب<br>تغییرات (%) |
|----------|--------------|------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| F1       | تافته- تافته | ۲۴/۲                         | ۳                                           | ۸                                            | ۸                                             | ۱۹                                              | ۳/۳۹                |
| F2       | سرژه- سرژه   | ۲۴/۲                         | ۵                                           | ۱۱                                           | ۱۱                                            | ۲۷                                              | ۲/۸۵                |
| F3       | سرژه- تافته  | ۲۴/۲                         | ۴                                           | ۹                                            | ۱۰                                            | ۲۳                                              | ۵/۴۴                |
| F4       | تافته- تافته | ۳۶/۲                         | ۴/۵                                         | ۱۰                                           | ۱۰                                            | ۲۴/۵                                            | ۲/۲۲                |
| F5       | سرژه- سرژه   | ۳۶/۲                         | ۶                                           | ۱۲                                           | ۱۲                                            | ۳۰                                              | ۳/۸۷                |
| F6       | سرژه- تافته  | ۳۶/۲                         | ۵                                           | ۱۱                                           | ۱۲/۵                                          | ۲۸/۵                                            | ۴/۵۰                |
| F7       | تافته- تافته | ۴۸/۲                         | ۵                                           | ۱۲                                           | ۱۲                                            | ۲۹                                              | ۳/۳۰                |
| F8       | سرژه- سرژه   | ۴۸/۲                         | ۷                                           | ۱۴/۵                                         | ۱۴/۵                                          | ۳۶                                              | ۳/۷۲                |
| F9       | سرژه- تافته  | ۴۸/۲                         | ۷                                           | ۱۳                                           | ۱۴/۵                                          | ۵/۳۴                                            | ۳/۹۲                |

شدند. از آنجا که طرح بافت پارچه‌ها و نمره نخ پود پرکننده بر حداکثر تعداد نخ‌ی که در پارچه می‌تواند قرار گیرد، اثرگذار بوده و تراکم پودی پارچه‌ها در حالت‌های مختلف اندازه‌گیری شده است. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تراکم پودی پارچه‌ها در بازه  $cm^{-1}$  ۱۹-۳۶ قرار دارد.

شدند. از آنجا که طرح بافت پارچه‌ها و نمره نخ پود پرکننده بر حداکثر تعداد نخ‌ی که در پارچه می‌تواند قرار گیرد، اثرگذار بوده و تراکم پودی پارچه‌ها در حالت‌های مختلف اندازه‌گیری شده است. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تراکم پودی پارچه‌ها در بازه  $cm^{-1}$  ۱۹-۳۶ قرار دارد.

## ۲-۱-۲ آزمون‌های انجام‌شده روی پارچه‌ها

آزمون‌های انجام‌شده، تجهیزات استفاده‌شده و روش انجام کار برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی پارچه‌های تولیدی به شرح زیر هستند: - آزمایش نفوذپذیری هوا با دستگاه سنجش نفوذ هوا مدل MO215 ساخت شرکت Shirley طبق استاندارد BS 5636 انجام شد. تصویر این دستگاه در شکل ۴ نشان داده شده است. در فشارهای ۲۵ و ۵۰ Pa و تحت هر فشار، مقدار نفوذپذیری هوا از نمونه‌ها در پنج نقطه اندازه‌گیری و میانگین مقادیر به‌دست‌آمده گزارش شد.

- ضخامت پارچه، فاصله میان دو سطح صاف است که پارچه تحت فشار معین بین آن دو سطح قرار می‌گیرد. برای تعیین

$$wc = \int_{P_0}^{P_m} T(p) dp \quad (1)$$

که در آن،  $wc$  انرژی فشردگی برحسب  $g/cm$ ،  $P_m$  فشار بیشینه



شکل ۵- دستگاه ضخامت‌سنج Shirley.



شکل ۴- دستگاه اندازه‌گیری نفوذپذیری هوا.





شکل ۸- اندازه‌گیری نفوذپذیری بخار آب به‌روش فنجان‌ی.

که در آن،  $R_{air}$ ،  $R_{sample}$  و  $R_{stand}$  به ترتیب مقاومت‌های گرمایی هوا، نمونه آزمون‌شده و نمونه استاندارد برحسب  $m^2 \cdot ^\circ C/W$  و  $T_2$ ،  $T_1$  و  $T_3$  به ترتیب دمای گرم‌کن، دمای بین نمونه‌های استاندارد و تحت آزمون و دمای بین نمونه‌های تحت آزمون و صفحه بالایی برحسب  $^\circ C$  است.

– نفوذپذیری بخار آب (WVP) عبارت از سرعت انتقال بخار آب از واحد سطح مواد مسطح با ضخامت یکسان در اثر اختلاف فشار بخار میان دو طرف سطح بررسی‌شده است که تحت دما و رطوبت مشخص ایجاد می‌شود. نفوذپذیری بخار آب از معادله‌های (۴) و (۵) محاسبه می‌شود:

$$WVP = \frac{24M}{At} \quad (4)$$

$$A = \frac{\pi d^2 \times 10^{-6}}{4} \quad (5)$$

که در آن،  $M$  کاهش وزن آب (جرم آب بخار شده از فنجان) برحسب  $g$ ،  $t$  فاصله‌های زمانی اندازه‌گیری‌ها برحسب  $h$ ،  $A$  مساحت داخلی ظرف برحسب  $m^2$ ،  $d$  قطر داخلی ظرف برحسب  $m$  و  $WVP$  نفوذپذیری بخار آب برحسب  $g/m^2 \cdot day$  است.

در این پژوهش، طبق استاندارد BS 7209 با استفاده از روش فنجان‌ی نشان‌داده‌شده در شکل ۸ به‌ازای هر گروه از پارچه‌های تولیدی، سه بار آزمون تکرار و میانگین مقادیر به‌دست‌آمده گزارش شده است.

### ۳ نتایج و بحث

در این بخش، نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های متفاوت که روی پارچه‌های تولیدی در این پژوهش به‌منظور بررسی خواص فیزیکی



شکل ۶- دستگاه تاگ‌متر.

برحسب  $g/cm^2$ ،  $P_0$  فشار اولیه برحسب  $g/cm^2$  و  $T(p)$  معرف تابع تغییرات ضخامت برحسب فشار است.

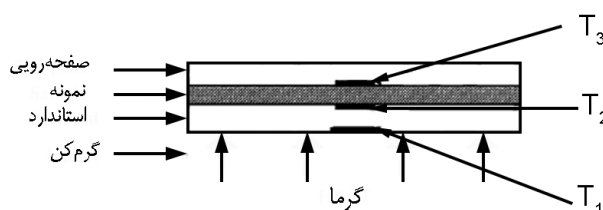
– مقدار خاصیت گرماعیسی یک منسوج، با اندازه‌گیری مقاومت آن در برابر رسانش گرما تعیین می‌شود. مقدار خاصیت گرماعیسی منسوج عبارت از نسبت اختلاف دما میان دو سمت منسوج به سرعت جریان گرما در واحد سطح آن است. از روش‌های تعیین این خاصیت، استفاده از دستگاه تاگ‌متر بوده که تصویر این دستگاه در شکل ۶ دیده می‌شود.

برای اندازه‌گیری خاصیت گرماعیسی پارچه‌های تولیدی طبق استاندارد BS 4745 از دستگاه تاگ‌متر به روش دوصفحه‌ای استفاده شده است. با توجه به شکل ۷، نمونه تحت آزمایش بین صفحه گرم زیری و صفحه عایق‌بندی‌شده بالایی قرار می‌گیرد.

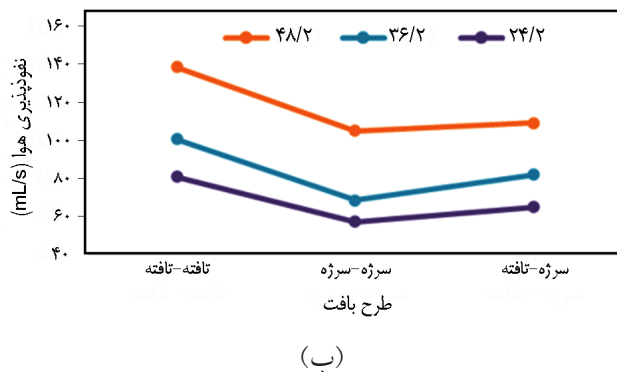
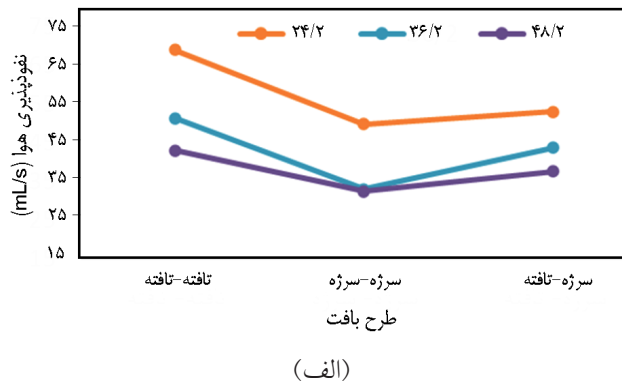
مقدار مقاومت گرمایی هوا و نمونه آزمون‌شده به ترتیب با استفاده از معادلات (۲) و (۳) محاسبه می‌شود. در این پژوهش، به‌ازای هر نمونه، آزمون سه مرتبه تکرار شده و میانگین مقادیر به‌دست‌آمده گزارش شده است:

$$R_{air} = R_{stand} \times \frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

$$R_{sample} = R_{stand} \times \frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_2} - R_{air} \quad (3)$$



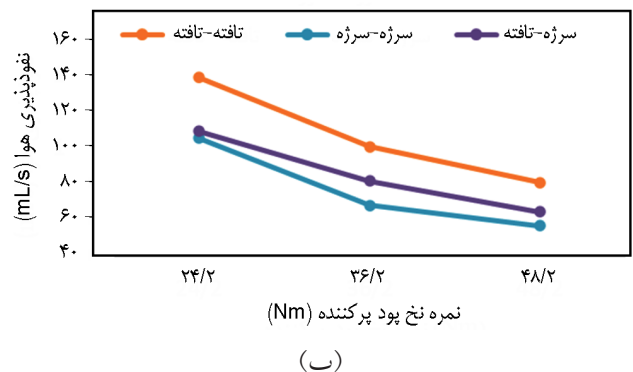
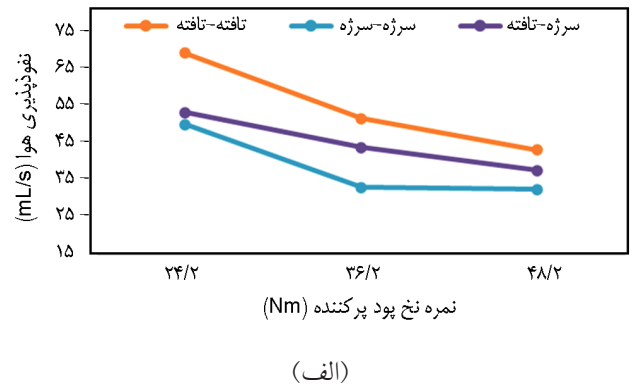
شکل ۷- تاگ‌متر با روش دوصفحه‌ای.



شکل ۱۱- نفوذپذیری هوا به ازای طرح بافت‌های مختلف تحت فشارهای: (الف) ۲۵ Pa و (ب) ۵۰ Pa.

عبوری از پارچه کاهش می‌یابد. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، با افزایش نمره متریک، ظرافت نخ بیشتر شده که در این صورت نخ پرکننده با نمره ۲۴/۲ دارای کمترین ظرافت و نخ پرکننده با نمره ۴۸/۲ دارای بیشترین ظرافت است. با توجه به رابطه موجود میان نمره نخ پرکننده و تراکم، در پارچه‌های با تراکم بیشتر به دلیل عدم وجود منافذ زیاد و کاهش تخلخل پارچه، امکان عبور هوا کمتر است. در مقابل در پارچه‌های با تراکم کمتر، به علت وجود منافذ افزون‌تر امکان عبور هوای بیشتر وجود دارد و به بیان دیگر نفوذپذیری هوا بیشتر است. رابطه میان نفوذپذیری هوا و تراکم تحت فشار ۵۰ Pa نیز در شکل ۱۰ قابل مشاهده است.

در ادامه با توجه به جدول ۲ و شکل ۱۱ ملاحظه می‌شود، بیشترین مقدار حجم هوای عبوری به ترتیب مربوط به پارچه‌های با طرح بافت تافته-تافته، سرژه-تافته و سرژه-سرژه است. پارچه با طرح بافت تافته-تافته بیشترین نفوذپذیری هوا را دارد که به دلیل نوع بافت نخ‌ها در آن است. کم بودن تراکم پودی پارچه در این طرح بافت و به دنبال آن افزایش خلل و فرج به عبور راحت‌تر هوا از پارچه منجر می‌شود. در صورتی که وجود فلوت‌های تاری و پودی بلند در بافت سرژه، امکان قرارگیری تعداد نخ بیشتری در واحد طول پارچه را فراهم می‌کند، در نتیجه در یک سطح مشخص،

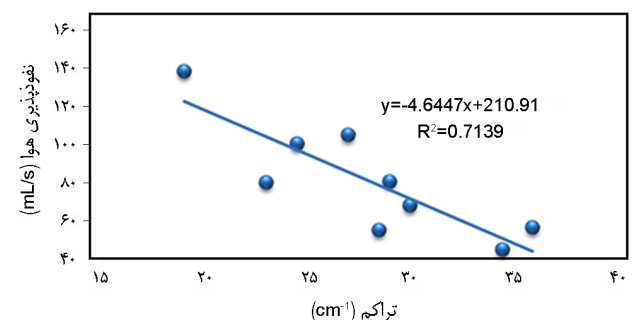


شکل ۹- نفوذپذیری هوا برحسب نمره نخ پود پرکننده تحت فشارهای: (الف) ۲۵ Pa و (ب) ۵۰ Pa.

آن‌ها انجام شده است، گزارش و تجزیه و تحلیل می‌شوند.

### ۳-۱ نفوذپذیری هوا

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، نفوذپذیری هوا در پارچه‌های تولیدی در فشارهای ۲۵ Pa و ۵۰ Pa ارزیابی شدند که نتایج آن‌ها در جدول ۲ مشاهده می‌شود. شکل‌های ۹ تا ۱۱ به ترتیب نشانگر رابطه میان نفوذپذیری هوا با نمره نخ پود پرکننده، تراکم و طرح بافت است. در بررسی ارتباط نفوذپذیری هوا و نمره نخ پود پرکننده و با توجه به جدول ۲ و شکل ۹ مشاهده می‌شود، در هر دو فشار ۲۵ و ۵۰ Pa با افزایش نمره متریک نخ پود پرکننده، مقدار حجم هوای



شکل ۱۰- ارتباط نفوذپذیری هوا و تراکم پودی.

جدول ۲- نفوذپذیری هوا.

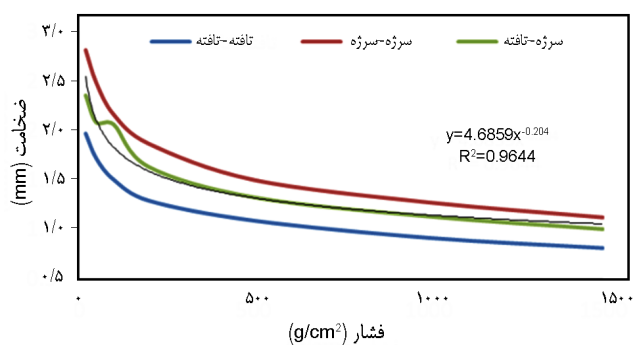
| کد نمونه | طرح بافت     | ظرافت نخ پود<br>پرکننده (Nm) | حجم هوای عبوری تحت فشار ۲۵ Pa |                  | حجم هوای عبوری تحت فشار ۵۰ Pa |                  |
|----------|--------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
|          |              |                              | میانگین (mL/s)                | ضریب تغییرات (%) | میانگین (mL/s)                | ضریب تغییرات (%) |
| F1       | تافته- تافته | ۲۴/۲                         | ۶۹                            | ۶/۰۶             | ۱۳۸/۶                         | ۱۱/۱۷            |
| F2       | سرژه- سرژه   | ۲۴/۲                         | ۴۹/۸                          | ۱۴/۳۰            | ۱۰۵                           | ۷/۵۳             |
| F3       | سرژه- تافته  | ۲۴/۲                         | ۵۳                            | ۸/۴۴             | ۱۰۹                           | ۹/۴۰             |
| F4       | تافته- تافته | ۳۶/۲                         | ۵۱/۴                          | ۱۱/۰۶            | ۱۰۰/۴                         | ۱۰/۹۵            |
| F5       | سرژه- سرژه   | ۳۶/۲                         | ۳۳                            | ۱۳/۵۵            | ۶۸/۲                          | ۳/۰۰             |
| F6       | سرژه- تافته  | ۳۶/۲                         | ۴۳/۶                          | ۸/۰۴             | ۸۱/۶                          | ۸/۶۹             |
| F7       | تافته- تافته | ۴۸/۲                         | ۴۳                            | ۶/۳۷             | ۸۰/۶                          | ۹/۳۵             |
| F8       | سرژه- سرژه   | ۴۸/۲                         | ۳۲/۴                          | ۱۰/۱۴            | ۵۶/۸                          | ۷/۱۹             |
| F9       | سرژه- تافته  | ۴۸/۲                         | ۳۷/۵                          | ۲/۶۷             | ۶۴/۴                          | ۷/۰۶             |

رو و زیر و همچنین ظرافت نخ پود پرکننده بر قابلیت نفوذ هوا معنادار است.

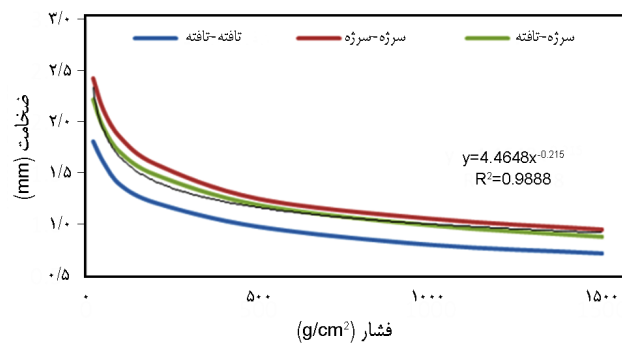
### ۳-۲ ضخامت و انرژی فشردگی

ضخامت نمونه‌های بافته‌شده در فشارهای  $20 \text{ g/cm}^2$  تا  $1500 \text{ g/cm}^2$  اندازه‌گیری شد. ضخامت نمونه‌ها طبق استاندارد ASTM D 1777

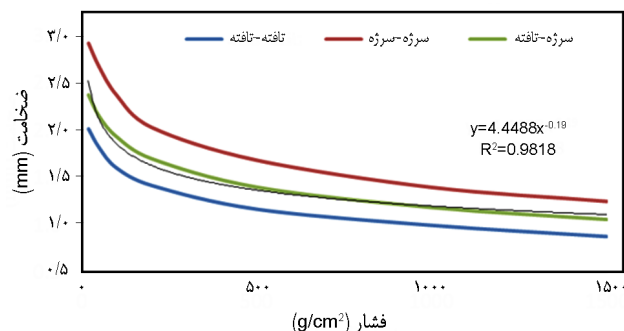
فضای خالی کمتری درون ساختار پارچه وجود دارد و پارچه همانند سدی در برابر عبور هوا عمل می‌کند. بدین دلیل، مقدار نفوذپذیری هوا کاهش می‌یابد. از آنجا که طرح بافت سرژه-تافته تلفیقی از دو طرح بافت یادشده است، حجم هوای عبوری از آن بین دو بافت قرار می‌گیرد. تحلیل آماری نتایج در سطح اطمینان ۹۵٪ با استفاده از آزمون ANOVA نشان داد، اثر طرح بافت دولایه



(ب)



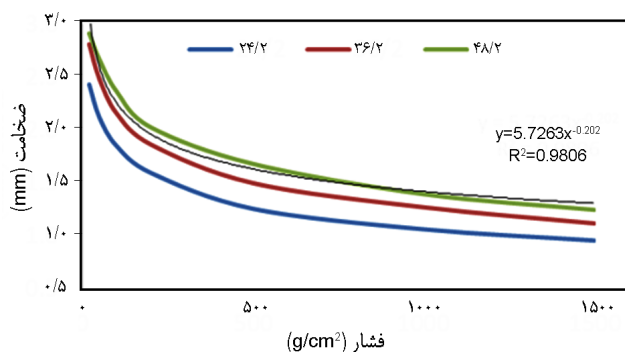
(الف)



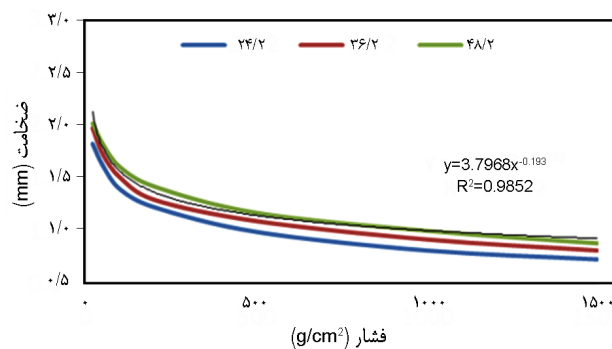
(پ)

شکل ۱۲- اثر تغییر طرح بافت بر ضخامت نمونه با نخ پود پرکننده با نمره: (الف) ۲۴/۲، (ب) ۳۶/۲ و (پ) ۴۸/۲ متریک.

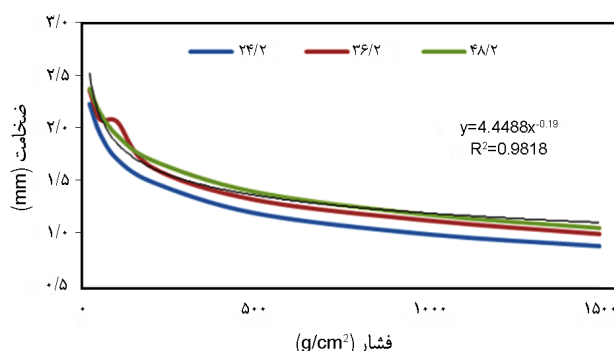




(ب)



(الف)



(پ)

شکل ۱۳- اثر تغییر ظرافت نخ پود پرکننده بر ضخامت نمونه پارچه‌های با طرح بافت: (الف) تافته-تافته، (ب) سرژه-سرژه و (پ) سرژه-تافته.

با توجه به جدول ۳ و شکل ۱۲ مشاهده می‌شود، ضخامت به‌ترتیب در پارچه با طرح بافت‌های تافته-تافته، سرژه-تافته و سرژه-سرژه روند افزایشی دارد. دلیل آن به وجود فضاهای خالی بیشتر در بافت سرژه بازمی‌گردد که به پارچه حالت پفکی می‌دهد و در نهایت سبب افزایش ضخامت می‌شود. بافت تافته به دلیل وجود بافت‌رفتگی منسجم در ساختار پارچه، دارای ضخامت کمتری

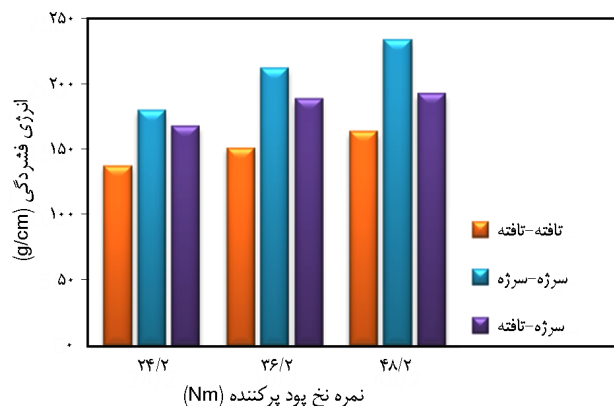
جدول ۳- ضخامت و انرژی فشردگی.

| کد نمونه | ضخامت تحت فشار ۵۰ g/cm <sup>2</sup> (mm) | انرژی فشردگی (g.cm <sup>-1</sup> ) |
|----------|------------------------------------------|------------------------------------|
| F1       | ۱/۶۱                                     | ۱۴۰/۱۰                             |
| F2       | ۲/۱۲                                     | ۱۸۳/۰۹                             |
| F3       | ۱/۹۵                                     | ۱۷۱/۰۸                             |
| F4       | ۱/۷۲                                     | ۱۵۴/۲۶                             |
| F5       | ۲/۴۹                                     | ۲۱۵/۸۳                             |
| F6       | ۲/۰۸                                     | ۱۹۲/۲۲                             |
| F7       | ۱/۸۲                                     | ۱۶۶/۷۴                             |
| F8       | ۲/۶۷                                     | ۲۳۷/۸۳                             |
| F9       | ۲/۱۵                                     | ۱۹۶/۳۸                             |

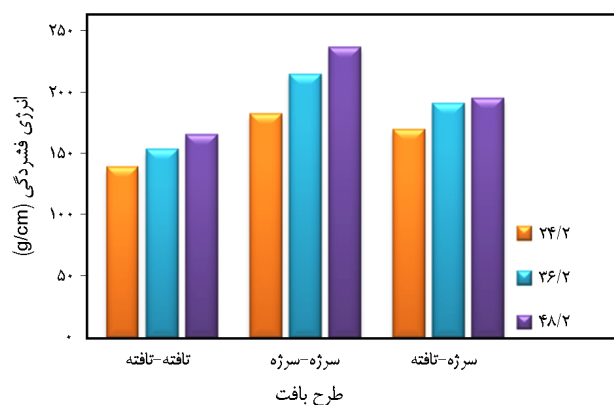
در فشار ۵۰ g/cm<sup>2</sup> در جدول ۳ آورده شده است. افزون بر این، در راستای مطالعه تراکم‌پذیری پارچه‌ها، انرژی فشردگی محاسبه شده و مقادیر آن به‌ازای گروه‌های نمونه‌های مختلف در جدول ۳ قابل مشاهده است. اثر ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت بر ضخامت و انرژی فشردگی به‌ترتیب در شکل‌های ۱۲ تا ۱۴ نشان داده شده‌اند.

با توجه به شکل‌های ۱۲ و ۱۳ مشاهده می‌شود، با افزایش فشار، ضخامت نمونه‌ها کاهش می‌یابد. هر یک از نمودارهای ضخامت را با در نظر گرفتن روند فشرده‌شدن پارچه‌ها می‌توان به سه ناحیه تقسیم‌بندی کرد. همان‌گونه که دیده می‌شود، در ناحیه اول به‌ازای اعمال فشار کم تغییرات زیادی در ضخامت مشاهده می‌شود. در واقع با اعمال مقدار کمی فشار، ضخامت با شیب تندی کاهش می‌یابد که به علت وجود الیاف سطحی و کرک‌ها روی سطح پارچه است. در ناحیه دوم نمودارها، پارچه دارای ساختار منسجم‌تری نسبت به ناحیه اول است که سبب کاهش ضخامت با شیب ملایم‌تر می‌شود. چرا که در این مرحله، الیاف داخل نخ‌ها و همچنین نخ‌ها فشرده شده و فضای خالی بین آن‌ها درون ساختار پارچه پر می‌شود. در ناحیه سوم که به آن ناحیه غیرقابل فشردن گفته می‌شود، با افزایش فشار تغییر درخور توجهی در ضخامت نمونه روی نمی‌دهد.

دو بافت قرار می‌گیرد. در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، با افزایش ظرافت نخ پود پرکننده ضخامت نمونه افزایش می‌یابد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، با افزایش ظرافت نخ پرکننده، بافت متراکم‌تر می‌شود و در نتیجه با افزایش تراکم ضخامت پارچه افزایش می‌یابد. نتایج مربوط به محاسبات انرژی فشردگی در شکل ۱۴ نشان داده شده است. با افزایش نمره نخ پود پرکننده، انرژی فشردگی افزایش می‌یابد. علت روند افزایشی این است که با افزایش نمره نخ، ظرافت آن افزایش می‌یابد و از آنجا که نیروی دفتین‌زنی در طول فرایند بافندگی ثابت است و پارچه‌ها با حداکثر تراکم پودی بافته شده‌اند، تراکم افزایش پیدا می‌کند. در نهایت با افزایش تراکم، مقدار انرژی مورد نیاز برای فشردگی افزایش می‌یابد. برای بررسی اثر طرح بافت بر انرژی فشردگی با توجه به شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، بیشترین و کمترین مقدار انرژی فشردگی به ترتیب متعلق به طرح بافت سرژه-سرژه و تافته-تافته است. با توجه به مقادیر یادشده در جدول ۱، مجموع تراکم سه‌لایه در طرح بافت سرژه-سرژه، به‌ازای تمام ظرافت‌های نخ پود پرکننده، بیش از مجموع تراکم سه‌لایه در طرح بافت تافته-تافته است. بدین دلیل در واحد طول بافت سرژه، تعداد نخ بیشتری وجود داشته و همچنین ضخامت بیشتری نسبت به طرح بافت تافته-تافته دارد، در نتیجه انرژی بیشتری برای فشردگی لازم است. یادآور می‌شود، تحلیل آماری نتایج در سطح اطمینان ۹۵٪ نیز گویای اثرگذاری معنادار ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت بر ضخامت و تراکم‌پذیری پارچه‌های بررسی شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۱۴- اثر: (الف) ظرافت نخ پود پرکننده و (ب) طرح بافت بر انرژی فشردگی.

است. از آنجا که بافت سرژه-تافته این پارچه ترکیب دو طرح بافت یادشده است، ضخامت آن نیز تحت فشارهای مختلف، بین این

### ۳-۳- خاصیت گرماعایقی

برای ارزیابی خاصیت گرماعایقی پارچه‌های بافته‌شده، مقاومت

جدول ۴- مقاومت گرمایی نمونه‌ها.

| کد نمونه | طرح بافت    | ظرافت نخ پود پرکننده (Nm) | مقاومت گرمایی    |                                |
|----------|-------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|
|          |             |                           | ضریب تغییرات (%) | میانگین (m <sup>2</sup> .°C/W) |
| F1       | تافته-تافته | ۲۴/۲                      | ۳۱/۵             | ۰/۰۵۵                          |
| F2       | سرژه-سرژه   | ۲۴/۲                      | ۲۷/۵             | ۰/۰۷۵                          |
| F3       | سرژه-تافته  | ۲۴/۲                      | ۱۶/۴             | ۰/۰۶۳                          |
| F4       | تافته-تافته | ۳۶/۲                      | ۲۸/۶             | ۰/۰۶۳                          |
| F5       | سرژه-سرژه   | ۳۶/۲                      | ۹/۳۰             | ۰/۰۹۷                          |
| F6       | سرژه-تافته  | ۳۶/۲                      | ۱۴/۷             | ۰/۰۸۵                          |
| F7       | تافته-تافته | ۴۸/۲                      | ۲۹/۰             | ۰/۰۷۶                          |
| F8       | سرژه-سرژه   | ۴۸/۲                      | ۲۳/۸             | ۰/۱۰۸                          |
| F9       | سرژه-تافته  | ۴۸/۲                      | ۱۹/۷             | ۰/۰۹۳                          |

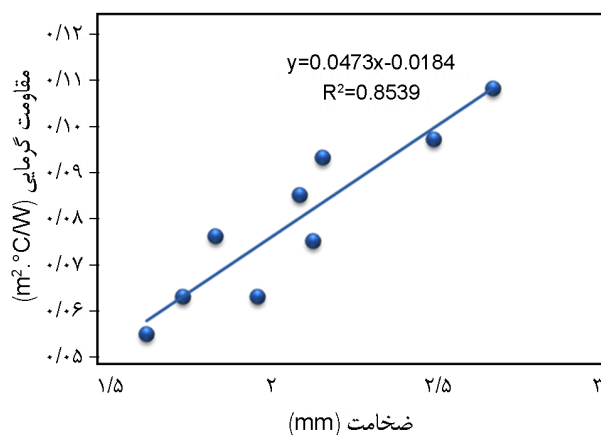
مقاومت گرمایی بیشتری دارد. افزون بر این، ساختار پفکی این طرح بافت باعث محبوس شدن حجم هوای بیشتری درون ساختار پارچه می‌شود. از آنجا که هوا به عنوان عایق گرما عمل می‌کند، این موضوع باعث افزایش مقدار مقاومت گرمایی می‌شود. در صورتی که طرح بافت تافته-تافته تراکم کمتری دارد و در ساختار این پارچه فضای خالی کمتری برای حبس هوا وجود دارد، در نتیجه این پارچه مقاومت گرمایی کمتری دارد. در حالتی که بافت لایه رو تافته و بافت لایه زیر سرژه باشد، به دلیل اثر ترکیبی این دو طرح بافت، خاصیت گرماعایقی این پارچه میان دو ساختار تافته-تافته و تافته-سرژه واقع می‌شود.

رابطه میان ضخامت و مقاومت گرمایی در شکل ۱۶ قابل مشاهده است. با توجه به معادله مقاومت گرمایی که به صورت  $R=d/k$  است، این پارامتر به طور مستقیم با ضخامت ( $d$ ) و به طور عکس با رسانندگی گرمایی ( $K$ ) در ارتباط است. با توجه به شکل ۱۶ مشاهده می‌شود، در نمونه‌های با ضخامت بیشتر، مقاومت گرمایی بیشتر است. مقدار مقاومت گرمایی پارچه‌ها با ضریب انطباق خوبی تحت تأثیر ضخامت پارچه قرار می‌گیرد. ( $R^2=0.8539$ )

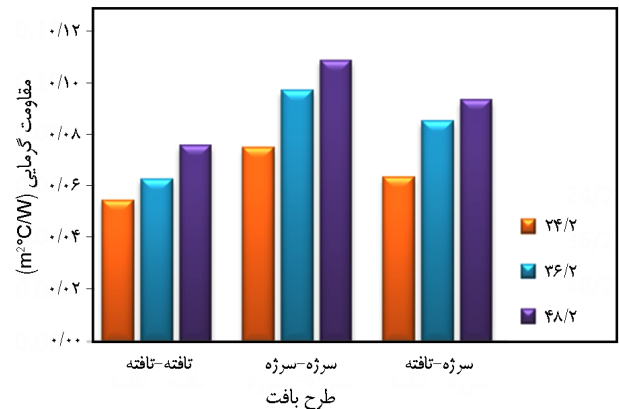
شکل ۱۷ نشانگر رابطه میان تراکم و ضخامت پارچه است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار ضخامت پارچه‌ها تحت تأثیر تراکم پارچه ناشی از ظرافت نخ پود پرکننده قرار می‌گیرد و نمونه‌های با تراکم بیشتر، ضخامت بیشتری دارند. همچنین براساس نتایج آزمون‌های آماری ANOVA در سطح اطمینان ۹۵٪، مقدار مقاومت گرمایی پارچه‌های سه‌لایه تولیدی به طور معناداری تحت تأثیر ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت قرار گرفته است.

### ۳-۴ نفوذپذیری بخار آب

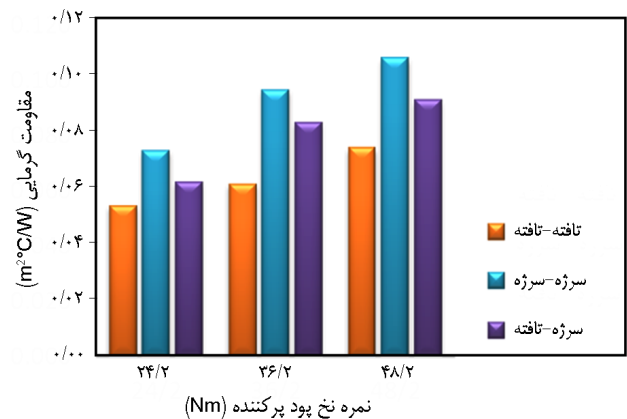
به منظور اندازه‌گیری نفوذپذیری بخار آب، سه نمونه از هر بافت



شکل ۱۶- رابطه میان ضخامت و مقاومت گرمایی.



(الف)

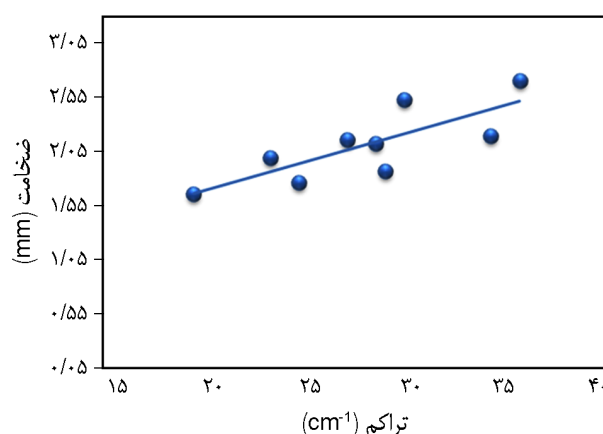
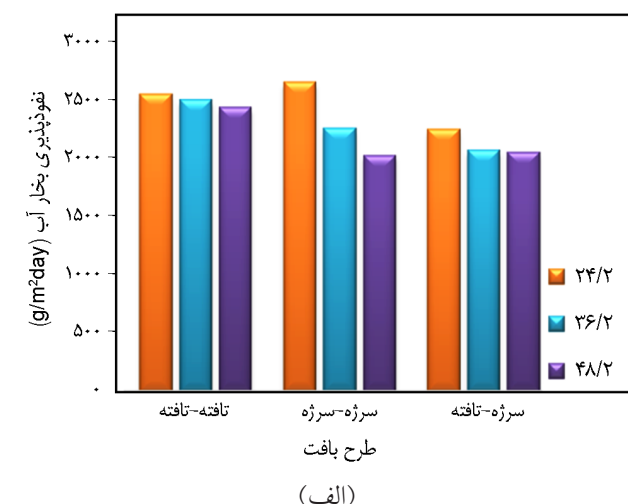


(ب)

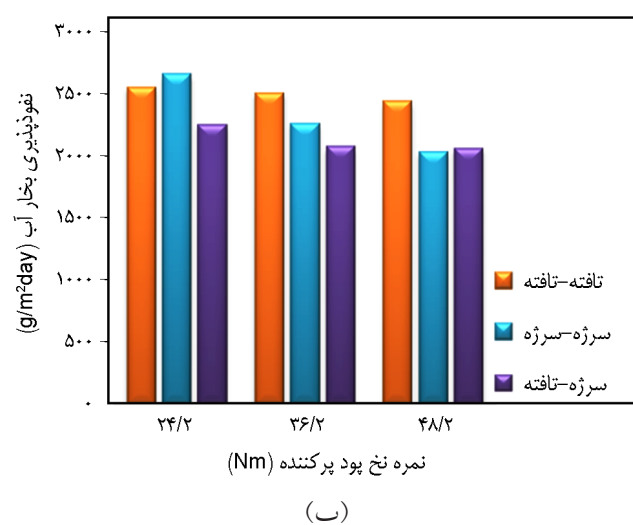
شکل ۱۵- اثر: (الف) ظرافت نخ پود پرکننده و (ب) طرح بافت بر مقاومت گرمایی.

گرمایی سه نمونه از هر بافت اندازه‌گیری شد. جدول ۴ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده مقاومت گرمایی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. اثر ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت بر مقدار مقاومت گرمایی نمونه‌ها در شکل ۱۵ نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل ۱۵الف مشاهده می‌شود، در یک طرح بافت مشخص، مقاومت گرمایی با افزایش ظرافت نخ پود پرکننده افزایش می‌یابد. زیرا، به دنبال افزایش ظرافت نخ پود پرکننده تراکم پارچه افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش تعداد منافذ باز در پارچه است. از این رو، پارچه نفوذپذیری هوا را ندارد که سبب افزایش مقاومت گرمایی در پارچه می‌شود. همچنین، در بررسی رابطه میان طرح بافت و مقاومت گرمایی با توجه به جدول ۴ و شکل ۱۵ب مشاهده می‌شود، بیشترین و کمترین مقدار مقاومت گرمایی به ترتیب متعلق به طرح بافت‌های سرژه-سرژه و تافته-تافته است. طرح بافت سرژه-سرژه به دلیل داشتن ساختار متراکم‌تر و کاهش امکان جریان‌یابی هوا از یک سمت به سمت دیگر پارچه،



شکل ۱۷- رابطه میان تراکم و ضخامت.



شکل ۱۸- اثر: (الف) ظرافت نخ پود پرکننده و (ب) طرح بافت بر نفوذپذیری بخار آب.

برای عبور بخار آب از پارچه می‌شود. در طرح بافت سرژه-تافته

آزمون شد. نتایج آزمون‌ها در جدول ۵ و رابطه ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت در شکل ۱۸ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۵ و شکل ۱۸ الف مشاهده می‌شود، با افزایش نمره نخ پود پرکننده نفوذپذیری بخار آب کاهش می‌یابد. زیرا، افزایش نمره متریک پود پرکننده به معنای افزایش ظرافت نخ است که به افزایش تراکم منجر می‌شود. این موضوع، سبب کاهش تعداد منافذ و تخلخل پارچه می‌شود و در نتیجه مقدار بخار آب عبوری از پارچه کاهش می‌یابد. با توجه به جدول ۵ و شکل ۱۸ ب می‌توان تا حدودی اظهار کرد، پارچه‌های به ترتیب با طرح بافت تافته-تافته، سرژه-تافته و سرژه-سرژه دارای بیشترین مقدار عبور بخار آب هستند. در یک ظرافت مشخص نخ پود پرکننده، علت نفوذپذیری بخار آب زیاد طرح بافت تافته-تافته، کم بودن تراکم پودی پارچه و مقدار زیاد خلل و فرج در پارچه است. در طرح بافت سرژه-سرژه، به دلیل وجود فلوت‌های تار و پودی بلند در ساختار بافت، امکان قرارگیری تعداد نخ بیشتری در طول پارچه وجود دارد که مانعی

جدول ۵- نفوذپذیری بخار آب.

| کد نمونه | طرح بافت    | ظرافت نخ پود پرکننده (Nm) | نفوذپذیری بخار آب (g/m².day) |
|----------|-------------|---------------------------|------------------------------|
| F1       | تافته-تافته | ۲۴/۲                      | ۲۵۵۱                         |
| F2       | سرژه-سرژه   | ۲۴/۲                      | ۲۶۵۵                         |
| F3       | سرژه-تافته  | ۲۴/۲                      | ۲۲۴۹                         |
| F4       | تافته-تافته | ۳۶/۲                      | ۲۵۰۷                         |
| F5       | سرژه-سرژه   | ۳۶/۲                      | ۲۲۶۲                         |
| F6       | سرژه-تافته  | ۳۶/۲                      | ۲۰۷۱                         |
| F7       | تافته-تافته | ۴۸/۲                      | ۲۴۴۰                         |
| F8       | سرژه-سرژه   | ۴۸/۲                      | ۲۰۳۰                         |
| F9       | سرژه-تافته  | ۴۸/۲                      | ۲۰۵۸                         |

مربوط به پارچه با طرح بافت‌های سرژه-سرژه، سرژه-تافته و تافته-تافته است. افزایش ضخامت پارچه به علت افزایش تراکم در طرح بافت‌های یادشده است، زیرا، تعداد نخ بیشتری در واحد طول پارچه قرار دارند و درواقع باعث فشردگی در ساختار بافت می‌شود. همچنین، با افزایش تراکم و ضخامت مقدار انرژی بیشتری برای فشردگی پارچه نیاز است.

- مقدار خاصیت گرماعایقی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه تاگ‌متر به دست آمد. این خاصیت از پارچه‌های سه لایه با افزایش ظرافت نخ پود پرکننده حداقل به مقدار ۳۸٪ افزایش پیدا می‌کند. زیرا، تراکم پارچه افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش تعداد منافذ باز در پارچه است، در نتیجه امکان جریان هوا و گرما وجود ندارد. با توجه به نتایج به دست آمده، پارچه با طرح بافت‌های سرژه-سرژه، سرژه-تافته و تافته-تافته به ترتیب دارای بیشترین مقدار خاصیت عایق گرمایی هستند. در بافت سرژه به دلیل وجود فلوت‌های بلند و ساختار پفکی امکان حبس هوا و جلوگیری از اتلاف گرمای پارچه به واسطه خاصیت عایق هوا وجود دارد.

- با افزایش ظرافت نخ پود پرکننده، قابلیت گذردهی بخار آب در پارچه‌های تولیدی دارای روند کاهشی با نسبت حداقل ۴٪ و حداکثر ۲۳٪ به ازای طرح بافت‌های مختلف است. زیرا، افزایش نمره پود پرکننده به افزایش تراکم منجر شده که این مسئله سبب کاهش تعداد منافذ باز در پارچه می‌شود و در نتیجه مقدار بخار آب عبوری از پارچه کاهش پیدا می‌کند. به طور کلی، درباره رابطه موجود میان طرح بافت و نفوذپذیری بخار آب می‌توان گفت که به ترتیب پارچه‌های با طرح بافت تافته-تافته، سرژه-تافته و سرژه-سرژه دارای بیشترین نفوذپذیری بخار آب هستند. در طرح بافت تافته-تافته، به دلیل وجود تراکم کم و مقدار خلل و فرج زیاد در پارچه امکان عبور بخار آب بیشتری وجود دارد. در طرح بافت سرژه-سرژه به علت وجود فلوت‌های بلند تاری و پودی زیاد در ساختار پارچه و تراکم زیاد، پارچه به عنوان مانعی در برابر عبور بخار آب عمل می‌کند.

که پارچه از دو بافت یادشده ایجاد شده است، نفوذپذیری بخار آب آن در محدوده‌ای بین این دو بافت قرار می‌گیرد.

تحلیل آماری نتایج نیز نشان داد که اثر طرح بافت و ظرافت نخ پود پرکننده بر نفوذپذیری بخار آب از پارچه‌های تولیدی معنادار است ( $\alpha=0.05$ ).

## ۴ نتیجه گیری

در این پژوهش، پارچه‌های تاری پودی با دو سامانه تاری و سه سامانه پودی تولید شده‌اند که یک دسته از نخ‌های پود نقش پرکننده را ایفا می‌کنند. این پژوهش به منظور بررسی اثر ظرافت نخ پود پرکننده و طرح بافت پارچه‌های رو و زیر بر خواص فیزیکی پارچه انجام شده است. نتایج به دست آمده از این پژوهش به شرح زیر است:

- حجم هوای عبوری از پارچه‌ها تحت فشارهای ۲۵ و ۵۰ Pa اندازه‌گیری شده است. براساس نتایج به دست آمده، مقدار نفوذپذیری هوا با افزایش ظرافت نخ پود پرکننده به مقدار حدود ۴۰٪ کاهش می‌یابد. این کاهش، به دلیل افزایش تراکم پارچه‌ها و کاهش منافذ در ساختار پارچه به دنبال افزایش ظرافت نخ پود پرکننده است. در بررسی اثر طرح بافت، بیشترین مقدار نفوذپذیری هوا مربوط به پارچه با طرح بافت تافته-تافته است که علت آن نبود فضای خالی برای حبس هوای عبوری بوده و کمترین مقدار متعلق به طرح بافت سرژه-سرژه است.

- در بررسی ضخامت، ضخامت نمونه‌ها در فشارهای  $1500-2000 \text{ g/cm}^2$  نتایج نشانگر روند افزایشی ضخامت و انرژی فشردگی به ترتیب به مقادیر حداقل ۱۳ و ۱۹٪ به دنبال افزایش ظرافت نخ پود پرکننده است. این روند را می‌توان به افزایش تراکم در پارچه‌های با نخ پود پرکننده ظریف‌تر نسبت داد. در بررسی ارتباط بین طرح بافت با ضخامت و انرژی فشردگی نتایج نشان می‌دهد، بیشترین ضخامت و انرژی فشردگی به ترتیب

## مراجع

- [1] S. Sundaramoorthy, P.K. Nallampalayam, and S. Jayaraman, "Air permeability of multilayer woven fabric systems", *J. Text. Inst.*, vol. 102, no. 3, pp. 189-202, 2011.
- [2] E.A. Elnashar, "Volume porosity and permeability in double-layer woven fabrics", *AUTEX Res. J.*, vol. 5, no. 4, pp. 207-218, 2005.
- [3] P.G. Unal, G.O. Kayseri, and Z.E. Kanat, "The effect of different connections in double layered woven fabrics on comfort properties", *Fiber. Polym.*, vol. 13,



- no. 2, pp. 258-263, 2012.
- [4] T.P. Rajan and S. Das, "Evaluation of air permeability behavior of warp knitted spacer fabrics", *Indian J. Fibre Text. Res.*, vol. 45, pp. 32-39, 2020.
- [5] S.T. Kumar, R.M. Kumar, and S.B. Kumar, "The effect of raw material combination, yarn count, fabric structure and loop length on the thermal properties of Eri silk bi-layer knitted fabrics", *Ind. Text.*, vol. 72, no. 3, 2021.
- [6] E.A. Elnashar, "The influence of the weave and the method of stitching on selected mechanical properties of woven double fabrics", *AUTEX Res. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 41-43, 2008.
- [7] S. Yu, M. Dong, G. Jiang, and P. Ma, "Compressive characteristics of warp-knitted spacer fabrics with multi-layers", *Compos. Struct.*, vol. 256, pp. 113016, 2020.
- [8] A. Das, K. Shabaridharan, and B. Biswas, "Study on heat and moisture vapour transmission characteristics through multilayered fabric ensembles", *AUTEX Res. J.*, vol. 36, no. 4, pp. 410-414, 2011.
- [9] R.F. Babus'Haq, M.A.A. Hiasat, and S.D. Probert, "Thermally insulating behavior of single and multiple layers of textiles under wind assault", *Appl. Energy*, vol. 54, no. 4, pp. 375-391, 1996.
- [10] K. Shabaridharan and A. Das, "Analysis of thermal properties of multilayered fabrics by full factorial and taguchi method", *J. Text. Inst.*, vol. 105, no. 1, pp. 29-41, 2014.
- [11] E. Wilk, P. Swaczyna, E. Witczak, and M. Lao, "Studying the impact of multilayer fabric on the characteristic of temperature distribution under the influence of fire", *Text. Res. Inst.*, vol. 5, no. 15, pp. 92-103, 2021.
- [12] M. Yoneda, Y. Mizuno, and J. Yoneda, "Measurement of water absorption perpendicular to fabric plane in two-and multi-layered fabric systems", *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 2/3, pp. 57-64, 1994.
- [13] J. Huang, "Review of heat and water vapor transfer through multilayer fabrics", *Text. Res. J.*, vol. 86, no. 3, pp. 1-12, 2016.
- [14] A.B. Biggi, W.L.F. Santos, and A.M.M.F. Rocha, "The effect of structural characteristics on thermal and moisture management properties of 3D fabrics designed for pressure relief applications", *J. Text. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 2, 2018.
- [15] B. Yousefi, M.H. Varkiani, S. Saharkhiz, and Z.K. Toussi, "The effect of inner layer fiber diameter and fabric structure on transplanar water absorption and transfer of double-layered knitted fabrics", *Fiber. Polym.*, vol. 22, pp. 578-586, 2021.