دو فصلنامه علمی رجشمار دوره اول / شماره دو / ۱۳۹۹(۵۱-۳۸)
DOI: 10.22077/RAJSHOMAR.2021.4235.1025
مقاله مروری

مروری بر ویژگی‌های عایق گرمایی و عایق صوتی فرش‌های دست‌باف پشمی

هما مالکی[1]

۱- استادیار گروه آموزشی فرش، دانشکده هنر، دانشگاه بیرجند (نویسنده مسئول)

چکیده

طی قرون و اعصار متمادی، فرش یکی از مهم‌ترین ابزارهای انتقال آداب، رسوم، سنت‌ها و فرهنگ ایرانی، از نسلی به نسل دیگر بوده‌است. فرش دست‌باف از دیرباز در ایران مورد مصرف بوده و از کاربردی‌ترین صنایع دستی به‌شمار می‌آید. فرش دست‌باف ایرانی به لحاظ مواد اولیه، ابزار و وسایل بافت، شیوه بافت و طرح و نقش، دارای شناسنامه اصیل و مشخصی است. ویژگی‌های فرش دست‌باف از دو دیدگاه زیبایی‌شناسی و کاربردی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. از دیدگاه کاربردی، ویژگی‌های عایق گرمایی، عایق صوتی و عملکرد پوششی فرش دست‌باف به‌عنوان یک کفپوش، مورد توجه قرار می‌گیرد. بررسی مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که گزارشات علمی و پژوهشی که تاکنون در حوزه کاربردی فرش دست‌باف منتشر شده، بیشتر بر خصوصیات فیزیکی- مکانیکی و شاخص دوام آن، به‌عنوان یک کفپوش متمرکز شده‌است و ویژگی‌های عایق گرمایی و عایق صوتی فرش و تأثیر پارامترهای ساختاری و متغیرهای بافت بر آن، به‌ندرت مورد پژوهش قرار گرفته‌است. در مقاله حاضر تلاش شده‌است که با مروری بر مطالعات انجام‌شده، به‌صورت مشخص بر ویژگی‌های کاربردی عایق گرمایی و صوتی فرش دست‌باف تمرکز شود و از این دیدگاه، به مزایای الیاف پشم به‌عنوان نخ پرز فرش دست‌باف، پرداخته شود. ویژگی‌های مطلوب عایق گرمایی و صوتی فرش‌های دست‌باف پشمی، در کنار مزایای راحتی، توانایی طبیعی در بهبود کیفیت هوای داخلی، ایمنی و زیبایی، احساس رضایتمندی مطلوبی به مصرف‌کنندگان می‌دهد و تأثیر زیادی بر کیفیت درک‌شده از آن خواهد داشت.

واژگان کلیدی: فرش دست‌باف، پشم، عایق صوتی، عایق گرمایی.

1- Email: hmaleki@birjand.ac.ir

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۰۷ - تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۱۱)

Rajshomar Journal.Vol 1(2), 2020; 38-51
DOI: 10.22077/RAJSHOMAR.2021.4235.1025
Review Article

A review on the thermal and acoustic insulation properties of hand-woven woolen carpets

Homa Maleki[1]
1. Department of Carpet, University of Birjand, University Blvd., Birjand 9717434765, Iran.
(Corresponding Author)

Abstract

For centuries, carpet has been one of the prominent cultural tools in representing Iranian customs, traditions and culture from one generation to another. Hand-woven carpet has been produced in Iran for a long time, as artistic handicrafts as well as for daily use. Iranian hand-woven carpets have an original and unique identity in terms of raw materials, weaving tools, weaving methods and designs. The characteristics of hand-woven carpets are examined from both aesthetic and practical perspectives. From the practical point of view, the properties of thermal insulation, acoustic insulation, and the performance of hand-woven carpets as a floor covering have been studied. A review of the literature shows that most of the research reports have been published in applying hand-woven carpets. The focus on other aspects such as the physical-mechanical properties, durability as a floor covering, the thermal and acoustic insulation properties of carpets, and the effect of construction parameters and texture variables has rarely been studied. In the present article, an attempt is made to review the literature and focus specifically on the functional properties of thermal and acoustic insulation of hand-woven carpets and to discuss the benefits of wool fibers as pile. Optimal thermal and acoustic insulation properties of hand-woven woollen carpets, along with the benefits of comfort, natural ability to improve indoor air quality, safety, and beauty, give consumers a good sense of satisfaction and will have a significant impact on the perceived quality.

Keywords: hand-woven carpet; wool; acoustic isolation; thermal isolation .

1. Email: hmaleki@birjand.ac.ir

(**Date Received:** 2021/03/27 - **Date Accepted:** 2021/06/01)

۱- مقدمه

فرش‌های دست‌باف به لحاظ عملکرد، طول عمر و نمود ارزش‌های بومی و منطقه‌ای، در مقایسه با سایر کفپوش‌ها، ویژه هستند. یک استادکار هنرمند، وقت، مهارت، و انرژی بسیاری را برای رنگرزی، طراحی و بافت فرش صرف می‌کند. هر فرش دست‌باف با الگوهای خاص خود، به مجموعه‌ای از پیام‌ها، عقاید، باورها و نمادها شباهت دارد. فرش‌ها زبان خاص خود را دارند و هر طرحی که بر روی فرش بافته می‌شود، تصویری از یک احساس و آرزو است. هر فرش نمایانگر تاریخچه‌ای از گذشته‌های دور تا به امروز است که در آن بافندگان افکار و احساسات خود را با کدهای پیچیده‌ای از طرح، نماد و رنگ نشان داده‌اند (K. K. Goswami, 2018:213).

فرش‌های دست‌باف، علاوه بر دارابودن جذابیت و زیبایی یک کالای لوکس، از دیدگاه کاربردی، یک کالای مصرفی سودمند شناخته شده‌اند. ویژگی‌های فرش دست‌باف از دو دیدگاه زیبایی‌شناسی و کاربردی مورد بررسی قرار می‌گیرد. خصوصیات عایق گرمایی و عایق صوتی، دوام و طول عمر، مهم‌ترین ویژگی‌های کاربردی فرش دست‌باف به‌عنوان یک کفپوش به‌شمار می‌آیند که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع الیاف، نخ و بافت فرش قرار می‌گیرند. از این میان، پارامترهای ساختاری فرش بیشترین تأثیر را می‌تواند بر کیفیت و عملکرد فرش دست‌باف داشته باشد. خصوصیات عایق گرمایی و صوتی فرش، بستگی به ساختمان، ضخامت، الیاف پرز و زمینه فرش دارد.

هدف اصلی این مقاله، مروری بر مطالعات پژوهشی انجام‌شده درباره ویژگی‌های کاربردی عایق گرمایی و عایق صوتی فرش دست‌باف پشمی است. به‌این منظور، به این پرسش‌ها پاسخ داده خواهد شد: ۱. چگونه می‌توان از ویژگی‌های ذاتی الیاف پشم جهت بهینه‌سازی ویژگی‌های عایق گرمایی و عایق صوتی فرش دست‌باف بهره برد؟ ۲. پارامترهای ساختاری فرش دست‌باف چگونه بر عملکرد نهایی فرش با رویکرد عایق گرمایی و صوتی، تأثیر می‌گذارد؟

فرش دست‌باف به‌عنوان کفپوش

از نظر تاریخی، کفپوش‌های اولیه احتمالاً از پوست حیوانات بوده و اولین کفپوش‌های نسجی از منسوجات بافته‌شده ضخیم، از گیاهان ساخته‌شده‌اند. ایده تولید کفپوش پرزدار از پشم حیوانات، برای شبیه‌سازی ویژگی‌های گرمایی و راحتی پوست حیوانات، در انسان شکل گرفت. امروزه فرش یک کفپوش رایج در خانه‌ها و ساختمان‌های اداری است.

به طورکلی، فرش‌ها بر اساس شیوه تولید آن، به دو دسته؛ فرش دست‌باف و ماشینی تقسیم می‌شوند (S K Gupta et al., 2015:399). بر اساس تعریف سازمان ملی استاندارد ایران، فرش دست‌باف، کفپوشی است که کلیه مراحل تولید آن توسط عامل انسانی انجام شود و با دست، پوددهی و بافته شود (استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۶۰، فرهنگ فرش دست‌باف). فرش دست‌باف بر خلاف فرش ماشینی، عمر طولانی دارد و جذابیت زیباشناختیِ خود و در نتیجه ارزش خود را در گذر زمان حفظ می‌کند. فرش دست‌باف به دلیل سازگاری با محیط زیست و بدن انسان و ویژگی‌های خاص خود، همچون عایق‌پذیری گرمایی و صوتی، یکی از کاربردی‌ترین و گران‌قیمت‌ترین انواع کفپوش، در میان مردم است و تعداد زیادی از مردم در سرتاسر جهان تمایل به خرید فرش دست‌باف باکیفیت دارند. در تولید فرش‌های ماشینی بیشتر از الیاف مصنوعی استفاده می‌شود؛ درحالی‌که در بافت فرش‌های دست‌باف عمدتاً از الیاف طبیعی؛ مانند پشم استفاده می‌کنند. برخلاف الیاف مصنوعی، پشم، عایق صدا و گرما شناخته شده و قابل تنفس است. الیاف پشم با گذشت زمان نرم می‌شوند و در طول زمان، فرش‌ها درخشش بیشتری پیدا می‌کنند. هر بار که از فرش دست‌باف استفاده شده و شسته می‌شود، زیبایی طبیعی آن افزایش می‌یابد؛ به‌عبارت دیگر، فرش‌های دست‌باف زیبایی و ارزش خود را در طول زمان حفظ می‌کنند و در دراز مدت ارزش آن بیشتر نیز می‌شود (K. K. Goswami, 2018:254).

فرش‌های دست‌باف جزو منسوجات خانگی سه‌بُعدی به‌شمار می‌آیند. از نظر ساختمانی، فرش دست‌باف از دو قسمت زمینه (لایه زیرین) و لایه پرز تشکیل شده‌است که هر بخش دارای

مشخصه‌های ساختمانی متمایزی است؛ لایه زمینه، پایه ساختاری فرش به‌شمار می‌آید که نخ‌های چله و پود و بخش گره‌خورده نخ‌های پرز در آن استقرار می‌یابند. لایه پرز توسط نخ‌های پرز تشکیل می‌شود که سطح کار فرش، با طرح و نقش مورد نظر را ایجاد می‌کند. ویژگی‌های فرش دست‌باف از دو دیدگاه زیبایی‌شناسی و کاربردی مورد بررسی قرار می‌گیرد. از دیدگاه زیبایی‌شناسی، فرش‌ها در سبک‌ها، بافت‌ها، طرح‌ها، و رنگ‌های متنوعی وجود دارند که یک طراح داخلی ماهر می‌تواند از آن استفاده کند تا یک فضای داخلی مطلوب و مناسب با فعالیت مورد نظر را طراحی نماید. در خانه، فرش به فراهم‌آوردن یک محیط گرم و راحت و دور از واقعیت‌های خشن دنیای روزمره کمک می‌کند و محیطی را برای کارآیی و بهره‌وری بیشتر ایجاد می‌کند. از دیدگاه کاربردی، ویژگی‌های عایق صوتی، عایق گرمایی، و عملکرد پوششی فرش دست‌باف به‌عنوان یک کفپوش، مورد توجه قرار می‌گیرد (S K Gupta & Goswami, 2018:443; Tabatabaei et al., 2015:341).

ویژگی‌های فرش دست‌باف

عملکرد مطلوب فرش‌های دست‌باف را می‌توان به‌سادگی با زنجیره‌ای از ویژگی‌های فرش توضیح داد که در آن، هر مورد، برای جلب رضایتمندی مصرف‌کننده مهم است. این ویژگی‌ها را می‌توان در سه گروه طبقه‌بندی کرد (Wood, 2009:93):

۱. خصوصیات اولیه و پایه: راحتی راه‌رفتن، ایمنی راه‌رفتن، راحتی گرمایی و راحتی صوتی.

۲. ویژگی‌های پوششی: دوام و طول عمر (مقاومت در برابر سایش)، استحکام پرز، حفظ ظاهر (با توجه به بافت، رنگ و چرک‌شدگی) و ثبات ابعاد.

۳. ویژگی‌هایی مانند اشتعال‌پذیری، بهداشت و سلامتی و میل به الکتریسیته ساکن.

تا حد زیادی، توانایی یک فرش در بروز خصوصیات اولیه مطلوب، بیشتر به الیاف استفاده‌شده و ساختمان (به‌ویژه تراکم پرز) بستگی دارد. به دلیل ماهیت الیاف و ساختار ضخیم و سنگین فرش‌های دست‌باف پشمی، آن‌ها از حیث تأمین انواع راحتی، عملکرد خوبی دارند (Wood, 2009:94). ویژگی‌های فرش دست‌باف برای تولیدکنندگان فرش مهم است تا بتوانند نیازهای مشتری را براساس مصالح آن‌ها، تأمین کنند. عوامل زیبایی‌شناختی فرش، مانند رنگ، طراحی و ظاهر بافته‌شده بر فرآیند تصمیم‌گیری در خرید، تأثیر زیادی دارند. با وجود این، مصرف‌کنندگان همیشه سعی می‌کنند تا تعادل بین زیبایی و ویژگی‌های کاربردی و عملکردی فرش را حفظ کنند. خریداران باید در مورد کیفیت محصول نهایی اطمینان داشته باشند. کیفیت فرش را می‌توان با توجه به فاکتورهای بصری و لمسی، مانند جذابیت طرح و نقش، ترکیب رنگ، زیردست، و احساس راحتی، به‌صورت ذهنی قضاوت کرد. با وجود این ، پارامترهای عینی ساختاری و مکانیکی مانند تراکم گره، استحکام گره، مقاومت در برابر بارگذاری، مقاومت در برابر سایش، و قابلیت ارتجاع نیز مورد داوری قرار می‌گیرد.

ویژگی‌های عایق گرمایی[1] و عایق صوتی[2] فرش دست‌باف

مطالعات نشان داده است که مردم در کشورهای صنعتی معمولاً بیش از ۹۰٪ عمر خود را در ساختمان‌ها می‌گذرانند. بر اساس یک نظرسنجی انجام‌شده توسط لیچ[3] و همکاران (۲۰۰۲:۴۲۸) در خصوص زمان فعالیت، نشان داده شده‌است که افراد در طول زمستان به طور متوسط فقط ۲- ۴٪ از وقت خود را در خارج از منزل سپری کرده‌اند؛ بنابراین راحتی محیط داخلی ساختمان با سلامتی، رضایتمندی و راندمان کاری ساکنان، بسیار ارتباط دارد.

از دیدگاه کاربردی، ویژگی‌های عایق صوتی، عایق گرمایی و عملکرد پوششی فرش دست‌باف به‌عنوان یک کفپوش، مورد توجه قرار می‌گیرد. فرش دست‌باف علاوه بر فراهم‌آوردن یک محیط راحت و ایمن، به‌عنوان کفپوش، خواص صوتی و گرمایی بسیار خوبی را در مقایسه با دیگر مواد نشان می‌دهد. مزایای آکوستیکی فرش دست‌باف، به‌همراه راحتی گرمایی و راحتی در هنگام راه‌رفتن، توانایی طبیعی در بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان و ایمنی ذاتی، با زیبایی‌شناسی و ارزش تجاری آن ترکیب می‌شود تا احساس رضایتمندی را به خریدار دهد (Küçük & Korkmaz, 2019:1519).

فرش‌های دست‌باف همچنین دارای خصوصیاتی هستند که

عملکرد عایقی آن را افزایش می‌دهند؛ از جمله این خصوصیات می‌توان به این موارد اشاره کرد (K. K. Goswami, 2018:255): ۱. هدایت کم (مقاومت گرمایی بالا) الیاف استفاده-شده؛ ۲. به‌دام‌انداختن هوا در فضاهای بین الیاف و نخ‌ها به دلیل ساختار نامنظم؛ ۳. ضخامت متوسط بیشتر فرش دست‌باف در مقایسه با سایر کفپوش‌ها.

ویژگی عایق گرمایی

یکی از عوامل اساسی برای تعیین شرایط راحتی محیط داخلی، راحتی گرمایی است (Diswat et al., 2016:1). دست‌یابی به سطح مطلوبی از گرما و رطوبت در یک اتاق، عامل اصلی راحتی گرمایی است. در مقابل، نشان داده شده‌است که گرمایش ضعیف و یا عایق‌بندی ناکافی در خانه‌ها، با افزایش مرگ و میر همراه است و همچنین تأثیر قابل توجهی بر بیماری‌های تنفسی دارد (Bluyssen, 2009:4; Diswat et al., 2016:1). در مطالعه‌ای که توسط کوی[۴] و همکارانش (۲۰۱۳:۱۱۷) انجام گرفت، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در شرایط عدم راحتی گرمایی (سرد یا گرم)، سرعت یادگیری کُند است و بهینه‌ترین محدوده دمایی برای عملکرد مطلوب بین دمای ۲۲- ۲۶ درجه سانتیگراد است.

از دیدگاه کاربردی، یکی از عملکردهای برجسته فرش‌ها، تأمین گرما و راحتی محیط است (Diswat et al., 2016:1)؛ از سوی دیگر، با توجه به اینکه کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها به یک نگرانی اساسی و چالش برانگیز در جهان کنونی تبدیل شده‌است (Islam & Bhat, 2019:250)، عایق‌بندی گرمایی در ساختمان می‌تواند نقش اساسی در کاهش مصرف انرژی داشته باشد. استفاده از فرش و کفپوش‌های نسجی می‌تواند با به‌حداقل‌رساندن تلفات در حین گرمایش و سرمایش فضا، در مصرف انرژی صرفه‌جویی کند. فرش‌ها مواد نساجی مهمی برای حفظ گرما هستند و از این رو برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی، به‌ویژه در آب و هوای سرد استفاده می‌شوند. تلفات گرما در ساختمان‌ها از طریق دیوارها، پنجره‌ها، درها، سقف، و کف رخ می‌دهد. بنابراین هرگونه صرفه‌جویی در مصرف سوخت، با استفاده یک کفپوش نسجی؛ مانند فرش، بخش مهمی از کل ذخیره انرژی است که می‌توان در کنار عایق‌بندی سایر قسمت‌های ساختمان انجام داد. از آنجا که حدود ۱۰- ۲۰٪ از اتلاف گرما از اتاق، از طریق کف رخ می‌دهد، فرش می‌تواند به کاهش هزینه‌های انرژی برای گرم‌شدن کمک کند (Berge & Johansson, 2012:10; Diswat et al., 2016:1). علاوه بر اثر عایق گرمایی، دلیل دیگری نیز وجود دارد که اتاق‌های فرش‌شده نسبت به اتاق‌های بدون کفپوش نسجی، گرم‌تر هستند یا گرم‌تر به نظر می‌رسند که به‌دلیل اثر فیزیولوژیکی اتلاف گرما در اثر اشعه و تماس بدن انسان است؛ بنابراین از این دیدگاه نیز استفاده از فرش نسجی به‌عنوان کفپوش اتاق تأثیر به‌سزایی بر افزایش راحتی دارد.

انتقال گرما از طریق منسوجات، به تعداد الیاف، هندسه و ساختمان منسوج، میزان تماس بین الیاف و اختلاف دما بستگی دارد. انتقال گرما از طریق هدایت و تابش را می‌توان با افزایش ضخامت منسوج کاهش داد. لایه‌های ضخیم‌تر لیفی با تراکم یکسان، مقدار بیشتری از هوا را به‌دام می‌اندازند. شبکه‌های الیافی ضخیم‌تر نیز یک مسیر پر پیچ و خم ایجاد می‌کنند که باعث افزایش جذب یا پراکندگی اشعه و کاهش انتقال گرما می‌شوند. از آنجاکه خصوصیات عایق گرمایی مواد به تخلخل[۵] و نسبت طول منافذ باز و ضخامت[۶] آن ماده بستگی دارد، منسوجات لیفی از این دیدگاه که بخش عظیمی از حفره‌های به‌هم‌پیوسته را دارند نیز به گزینه خوبی با ویژگی‌های عایق گرمایی مطلوب تبدیل شده‌اند (Islam & Bhat, 2019:252). عایق گرمایی فرش دست‌باف، یک شاخص مهم برای عملکرد آن است و از این ویژگی در بهبود راحتی و رفاه حال ساکنین ساختمان بهره برده می‌شود (S. McNeil, 2016:1). فرش در فصل زمستان حرارت را در ساختمان‌های گرم‌شده نگه می‌دارد و در فصل تابستان، ساختمان‌های خنک‌شده توسط سیستم سرمایشی مطبوع را از ورود گرمای خارج، حفظ می‌کند. در مقایسه با فرش‌های ماشینی، به دلیل ساختار نامنظم و ضخامت بیشتر فرش‌های دست‌باف، هوا به‌خوبی در فضاهای بین الیاف و نخ‌ها حبس می‌شود و به همین دلیل فرش دست‌باف به‌عنوان یک عایق گرمایی مطلوب عمل می‌کند.

الیاف و ساختار فرش دست‌باف، تابش گرما را از سطح الیاف تا حد زیادی کاهش می‌دهد. به‌علاوه، آن‌ها اغلب در بازتاب نور، بهتر عمل می‌کنند (Bakker, 2018:163; Küçük & Korkmaz, 2017:1519).

انتقال گرما و عایق گرما

انتقال گرما از طریق فرش (در واقع تمام منسوجات) به سه روش صورت می‌گیرد (S. McNeil, 2016:1): ۱. همرفت از طریق جابه‌جایی هوا در پرزها؛ ۲. تابش؛ ۳. هدایت از طریق پرز، الیاف لایه زمینه، و هوای محبوس‌شده در بین الیاف آن. هوای ساکن یک عایق عالی است؛ اما هوای در حال جریان، باعث ازبین‌رفتن گرما از طریق همرفت می‌شود. الیاف پرز از جابه‌جایی هوای محبوس در فرش جلوگیری می‌کنند؛ از سوی دیگر، الیاف، گرما را بهتر از هوای ساکن، هدایت می‌کنند. بنابراین بدیهی است که برای رسیدن به مقدار بهینه‌ای از عملکرد عایقی، باید یک حد تعادل در میزان تراکم پرز فرش وجود داشته باشد. تراکم کم‌بافت و ساختمان بسیار بازِ فرش، منجر به هدررفت بیش از حد گرما از طریق همرفت و تابش می‌شود و در مقابل، ساختمان بسیار متراکم، باعث هدررفتن گرما در اثر هدایت از طریق الیاف می‌شود.

عملکرد عایق گرمایی فرش، بستگی به مشخصه‌ها و ویژگی‌های آن دارد. خصوصیات عایق گرمایی فرش توسط پارامترهای ساختمان فرش، ضخامت آن، لایه پرز، و لایه زمینه، کنترل می‌شود. ضخامت فرش، تأثیر چشمگیری بر راندمان عایق گرمایی آن دارد. ضخامت بالاتر فرش، عایق‌بندی بیشتری را ایجاد می‌کند. تراکم و ساختمان فرش نیز اثرات مشابهی دارند. تخت‌شدن فرش و فشرده شدن پرزها در حین کاربرد، منجر به کاهش ضخامت فرش می‌شود و خواص عایقی آن را کاهش می‌دهد (S. McNeil, 2016:3).

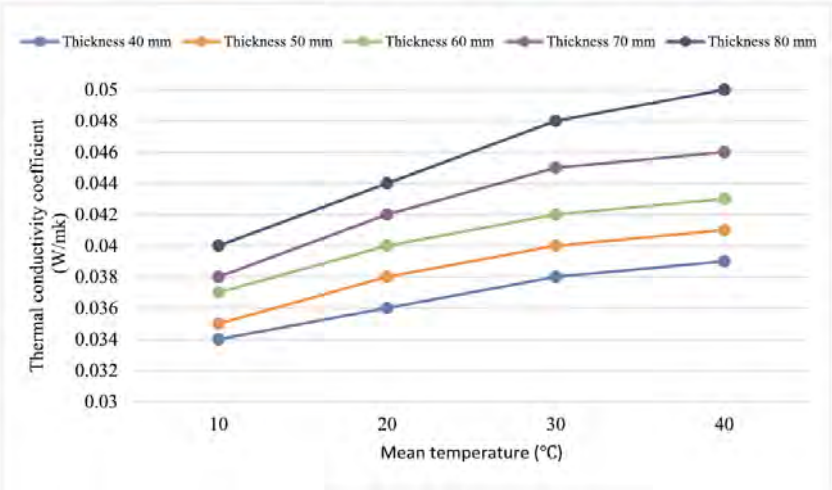
خواص گرمایی الیاف مختلف

تفاوت قابل توجهی در ویژگی هدایت گرمایی بین الیاف مختلف وجود دارد (جدول ۱) و فرش‌ها با ساختمان یکسان، اما بافته‌شده از الیاف متفاوت، دارای ویژگی‌های گرمایی مختلفی خواهند بود. واضح است که الیاف با کمترین هدایت گرمایی (مانند پشم)، که به معنای بالاترین میزان عایق گرمایی است، فرشی با مطلوب‌ترین خصوصیات عایقی تولید می‌کند. همچنین استفاده از فرش، و تخت‌شدن آن از طریق سایش، ضخامت آن را کاهش می‌دهد و از این رو، عملکرد عایق‌بودن آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین، بهترین فرش، از این دیدگاه، فرشی است که پرزهای آن از الیافی ساخته شده باشد که قابلیت برگشت‌پذیری و ارتجاعیت خوبی داشته باشد؛ مانند پشم و نیز در برابر تخت‌شدگی در اثر فشار مقاومت کند (Bakker, 2018:167; S. McNeil, 2016:2). همان اصول عایق‌بندی که برای پرز فرش اعمال می‌شود، برای لایه زمینه فرش‌ها نیز در نظر گرفته می‌شود و کل مقدار عایق‌بندی یک فرش، مجموع مقادیر هر دو لایه پرز و زمینه است.

جدول ۱- خواص گرمایی الیاف مختلف مورد استفاده در تولید فرش (Bakker, 2018:167)

نوع الیاف	هدایت گرمایی الیاف (W/mK)	مقاومت حرارتی فرش (m^2K/W per 1000 g/m^2)
پشم	۱۸/۵	۰/۳۰۱
نایلون	۲۳/۸	۰/۲۱۷
اکریلیک	۲۱/۲	۰/۲۶۱
ویسکوز	۲۹/۲	۰/۲۲۳
پنبه	۲۹/۲	۰
پلی‌پروپیلن	-	۰/۲۱۳

همچنین در مطالعه دیگری، زک[۷] و همکارانش (۲۰۱۲:۲۵۲) هدایت گرمایی الیاف پشم را در ضخامت، رطوبت و درجه حرارت‌های مختلف مطالعه کردند (شکل ۱). مشاهده شد که هدایت گرمایی الیاف پشم گوسفند، با کاهش دما، رطوبت، تراکم و افزایش ضخامت، کاهش می‌یابد.



شکل ۱- تأثیر دما بر هدایت گرمایی الیاف پشم در ضخامت‌های مختلف (همان:۲۵۲)

ویژگی‌های گرمایی فرش‌های پشمی

خصوصیات گرمایی فرش‌های پشمی سهم مهمی در بهره‌وری انرژی دارد و باعث می‌شود افراد در شرایط محیطی خاص ساختمان، احساس راحتی کنند. هنگام انتخاب یک کفپوش، این ویژگی‌های مطلوب گرمایی باید در کنار سایر مزایای فنی، زیست‌محیطی و همچنین ویژگی‌های زیبایی‌شناسی، در نظر گرفته شود. از جمله مزایای فنی فرش‌های پشمی که مربوط به ایمنی و سلامت افراد است، می‌توان به مقاومت بالا در برابر سوختن، حذف آلاینده‌های هوای داخلی، کاهش دفعات و شدت سقوط، اشاره کرد. خصوصیات برجسته صوتی فرش‌های پشمی نیز مورد توجه قرار گرفته است. مزایای زیست‌محیطی فرش‌های پشمی؛ شامل اثرات محیطی کم و امکان بازیافت مجدد می‌باشد. (Johnson et al., 2003:32; McCall & McNeil, 2007:484; S. McNeil, 2014:1, 2015:2, 2016:3; S. McNeil & Barker, 2015:1; S. J. McNeil & Tapp, 2016:376).

پشم جزو الیافِ با کمترین میزان هدایت الکتریکی (عایق‌ترین) است (جدول ۱) و فرش‌های پشمی انتقال گرما را از طریق هر سه روش رسانایی، همرفت و تابش، کاهش می‌دهد. میلیون‌ها الیاف پشم در لایه پرز فرش پشمی، هوا را به‌دام می‌اندازند و یک عایق طبیعی ایجاد می‌کنند؛ همچنین تجعد بالای الیاف پشم، به‌طور مؤثری جریان هوا از طریق پرزها را محدود می‌کند و درنتیجه، هدررفت گرما از طریق همرفت را کاهش می‌دهد. فلس‌های موجود در سطح الیاف پشم نیز به حبس و به‌دام انداختن هوا کمک می‌کنند. خاصیت برگشت‌پذیری مطلوب و ارتجاعیت طبیعی الیاف پشم، که از ساختار فنرمانند پروتئین‌های داخلی آن ناشی می‌شود (Simpson & Crawshaw, 2002:80, 130)، پس از فشرده‌شدن، نسبت به سایر الیاف، بازیابی و برگشت‌پذیری بهتری به فرش می‌بخشد؛ به‌طوری‌که فرش پشمی، ارتفاع پرز و خاصیت عایق‌بندی خود را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند (S. McNeil, 2016:2).

فرش پشمی، راحتی گرمایی را افزایش می‌دهد. اتلاف گرما از طریق تابش، از بدن یک فرد ساکن در یک اتاق، برای فرش‌های پشمی در مقایسه با پوشش‌های سخت؛ مانند کف‌های سنگ، چوب یا سرامیک، کمتر است. از آنجاکه حدود ۶۰ درصد گرمای بدن در اثر تابش از بین می‌رود، افراد در اتاقی با فرش پشمی، احساس راحتی بیشتری می‌کنند (Bakker, 2018:167; S. McNeil, 2016:2)؛ همچنین با فرش‌های پشمی، راحتی در اثر کاهش هدایت گرما از پا نیز افزایش می‌یابد. حرکت هوا

با سرعت‌بخشیدن به تبخیر عرق و کمک به همرفت، باعث کاهش حرارت می‌شود. فرش‌ها لایه‌ای از هوای ساکن را دقیقاً بالای سطح خود به‌دام می‌اندازند؛ درنتیجه منجر به احساس گرما در پا می‌شوند (S. McNeil, 2016:2). همچنین الیاف پشم به‌دلیل توانایی طبیعی خود می‌توانند مقدار زیادی از بخار آب موجود در هوا را جذب کنند. مانع حرارتی قابل توجهی در ارتباط با جذب/ دفع بخار آب وجود دارد. در شرایط مرطوب سرد (رطوبت نسبی زیاد) رطوبت توسط الیاف پشم، جذب و گرما آزاد می‌شود. در شرایط خشک و گرم، رطوبت از پشم، دفع و باعث ایجاد اثر خنک-کنندگی می‌شود. این تأثیرات برای پشم، بسیار بیشتر از هر لیف دیگری است و باعث افزایش قابل ملاحظه راحتی ترموفیزیولوژیک می‌شود (Rankin & Carr, 2013:198; Gibson, 2011:11).

فرش پشمی به صرفه‌جویی در انرژی و حفظ سلامتی کمک می‌کند. در این مورد، پژوهشی در کشور ژاپن، با استفاده از فرش‌های پشمی انجام شد. برای این منظور، دو خانه با مدل یکسان و تشکیل‌شده از یک اتاق، مورد مطالعه قرار گرفت. یکی از خانه‌ها با فرش با پرزهای پشمی مفروش شد و دیگری بدون کفپوش، مورد بررسی قرار گرفت. مصرف برق گرمایشی (برقی) برای هر دو خانه به مدت چند روز در هر مورد اندازه‌گیری شد و تلفات گرما از طریق طبقات محاسبه شد. نتایج نشان داد که صرفه جویی در گرمای مربوط به فرش‌ها، بین ۸ تا ۱۳ درصد بود که با افزایش ارتفاع پرز و ضخامت کلی فرش افزایش می‌یابد (جدول ۲) (Bakker, 2018:169; S. McNeil, 2016:3).

جدول ۲- میزان صرفه‌جویی در مصرف برق ناشی از گرمایش به‌دلیل استفاده از فرش با پرزهای پشمی در خانه‌ای با یک اتاق (Bakker, 2018:169)

ارتفاع پرز (mm)	ضخامت (mm)	وزن کل (g/m^2)	ذخیره انرژی (٪)
۵	۷/۳	۱۷۲۲	۸/۶
۷	۹/۲	۱۹۶۳	۱۱/۳
۱۰	۱۱/۷	۲۲۵۷	۱۲/۸

آزمایشات مشابهی برای ارزیابی میزان ذخیره انرژی در مورد سرمایش اتاق نیز انجام گرفت، و نتایج مشابهی ثبت شد (جدول ۳).

جدول ۳- میزان صرفه‌جویی در مصرف برق ناشی از سرمایش به دلیل استفاده از فرش با پرزهای پشمی در خانه‌ای با یک اتاق (Bakker, 2018:169)

ارتفاع پرز (mm)	ضخامت (mm)	وزن کل (g/m^2)	ذخیره انرژی (٪)
۵	۷/۳	۱۷۲۲	۸/۰
۷	۹/۲	۱۹۶۳	۱۰/۴
۱۰	۱۱/۷	۲۲۵۷	۱۱/۷

استفاده از کفپوش نسجی، به‌ویژه فرش پشمی، به گرمایی که ممکن است یک سطح صاف داشته باشد (سیستم گرمایش از کف)، نیاز ندارد و این باعث صرفه‌جویی بیشتر در انرژی می‌شود. به‌علاوه، از آنجاکه فرش پشمی گرم‌تر احساس می‌شود، می‌توان ذخیره بیشتری در مصرف انرژی انجام داد؛ زیرا می‌توان در اواخر پاییز گرمایش را شروع کرد و در اوایل بهار دوباره سیستم گرمایشی را خاموش کرد.

عایق صوتی

آلودگی صوتی به یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی در شهرهای مدرن امروزی تبدیل شده‌است. به دلیل تهدید آن برای زندگی انسان در محیط‌های شغلی، سروصدا به عنوان عامل مهمی در آلودگی محیط زیست در نظر گرفته می‌شود. از دست‌دادن شنوایی، اختلالات قلبی عروقی و افسردگی، برخی از اثرات منفی احتمالی سروصدا بر سلامت انسان است. محیط‌های پُرسروصدا باعث کاهش تمرکز، افزایش استرس

و کاهش رضایت شغلی و بهره‌وری می‌شود؛ به‌همین دلیل راه حل‌های متعددی جهت کاهش اثرات سوء صدا بر زندگی انسان ارائه شده‌است. استفاده از مواد عایق صوتی یکی از راه حل‌های مؤثر برای کاهش یا از بین‌بردن اثر صدای (نویز) محیطی بوده‌است (Bakker, 2018:163; Islam & Bhat, 2019:2; Küçük & Korkmaz, 2019:1519).

منسوجات به‌دلیل وزن سبک، ساختار متخلخل و قیمت کم، به‌عنوان موادی پُرکاربرد و مقرون به صرفه در جذب صوت شناخته شده‌اند. منسوجات لیفی که دارای ساختار متخلخل هستند، می‌توانند انرژی صوتی را جذب کنند و می‌توانند به‌عنوان مواد جاذب صدا استفاده شوند. مشخصه‌های الیاف مانند قطر، طول، و آرایش‌یافتگی الیاف درون منسوج، می‌تواند بر قابلیت جذب صدا توسط منسوج تأثیر بگذارد. الیاف نساجی با تراکم بالا می‌توانند مقدار جذب صدا را در دامنه‌های متوسط تا فرکانس بالا افزایش دهند. منسوجات با ضخامت بالا، نفوذپذیری هوای کمتری دارند؛ اما خاصیت جذب صدای بیشتری دارند (Islam & Bhat, 2019:2; Küçük & Korkmaz, 2019:1519).

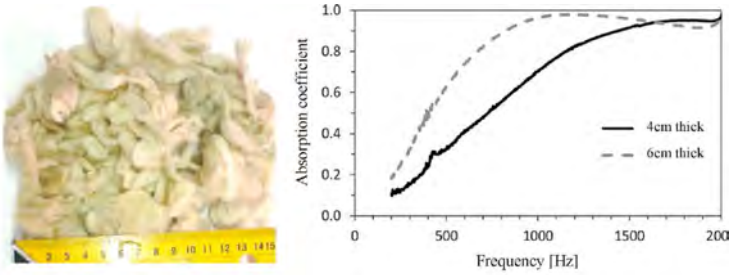
فرش یکی از بهترین روش‌های کاهش صدا در ساختمان‌هاست. فرش‌های نسجی، نه‌تنها از ورود سروصدای ناشی از فضای باز جلوگیری می‌کنند؛ بلکه با کاهش بازتاب سیگنال‌های صوتی، سروصدای داخل خانه را نیز کنترل می‌کنند و تولید صدا در کف را کاهش می‌دهند؛ درنتیجه، در خانه، ویژگی‌های صوتی فرش‌ها راحتی را فراهم می‌کند و در محیط اداری، رضایت شغلی و بهره‌وری را افزایش می‌دهد. ویژگی‌های کاهش صدای (نویز[8]) فرش‌ها، معمولاً از خصوصیات گرمایی آن‌ها قابل توجه‌تر است. فرش از دیدگاه آکوستیکی، جزو معدود موادی است که با جذب انواع صداهای جابه‌جاشده توسط هوا[9]، صدای ضربه[10] (به‌عنوان مثال صدای پا در هنگام قدم‌زدن) و کاهش تولید صدای سطحی[11]، باعث کاهش صدا در ساختمان‌ها می‌شود. این مزایای آکوستیکی، شرایط را برای تمرکز، آرامش بیشتر، و تحریک‌پذیری کمتر ایجاد می‌کند (Küçük & Korkmaz, 2017:1399; S. McNeil, 2014).

فرش به سه روش می‌تواند ویژگی عایق صوتی را تأمین کند که مهم‌ترین این روش‌ها، از طریق جذب صوت است. پرز فرش، به‌طور قابل ملاحظه‌ای، انرژی ضربه را کاهش می‌دهد و یک فرکانس صوت قوی را به فرکانسی ضعیف، درحدی که به گوش آسیب جدی نرساند، تبدیل می‌کند. توانایی و کارایی فرش در جذب صدا به ساختمان فرش بستگی دارد (Bakker, 2018; Küçük & Korkmaz, 2017; S. McNeil, 2014:1). فرش‌های دست‌باف دارای کیفیت جذب صدای بسیار عالی هستند. بسته به فرکانس صدای خاص و ساختار فرش، ضریب جذب صدا می‌تواند تا ۹۰ باشد (K. K. Goswami, 2018:255).

جذب صدای ماده را می‌توان با ضریب جذب، ضریب بازتاب، امپدانس صوتی یا گاهی اوقات با ثابت انتشار، توصیف کرد. ضریب جذب صوت اندازه‌گیری‌شده توسط لوله امپدانس انتشار انرژی صوتی را از طریق سطح ماده توصیف می‌کند (Küçük & Korkmaz, 2019:1519).

ویژگی‌های صوتی فرش‌های پشمی

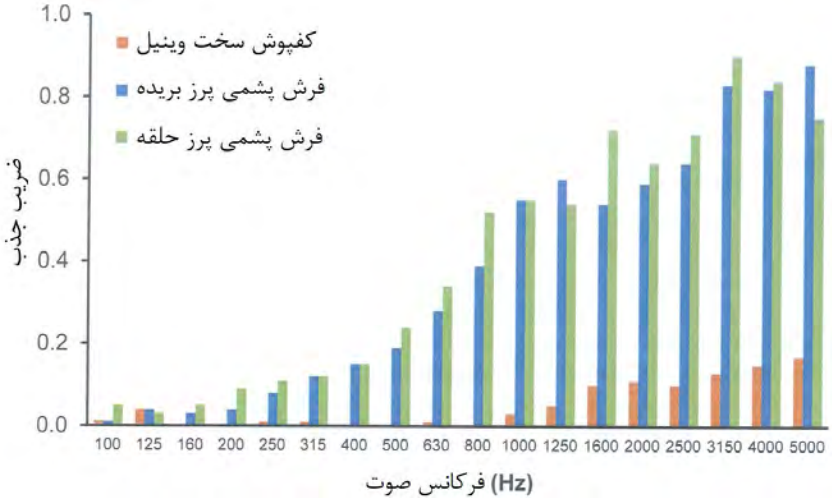
پشم گوسفند به‌دلیل داشتن حفره‌های ریز، از ویژگی‌های جذب صدای بسیار خوبی برخوردار است (شکل ۲). مقدار ضریب جذب صوت در فرکانس متوسط ۱۰۰۰- ۲۰۰۰ هرتز بسیار بالا و همچنین یکنواخت است. ضریب جذب صوت پشم در فرکانس ۸۰۰- ۲۰۰۰ هرتز حدود ۰/۹ است (Islam & Bhat, 2019:11).



شکل ۲- ضریب جذب صوت پشم گوسفند (Islam & Bhat, 2019:11)

در یک کار پژوهشی انجام‌شده توسط گروهی در دانشگاه سالفورد انگلیس، ویژگی‌های عایق صوتی فرش‌های پشمی به صورت دقیق مورد مطالعه قرار گرفته‌است. آن‌ها در این پژوهش تعداد ۱۰۰ نمونه از فرش‌های بافته‌شده پشمی با مشخصه‌های متفاوت را در شرایط مختلف مورد آزمون قرار دادند. نتایج نشان داد فرش‌های پشمی در بهبود جذب صدا و عایق ضربه به‌طور چشمگیری مؤثر عمل کردند (Bakker, 2018:164). فرش‌های پشمی به دلیل وزن و حجم بیشتر، درمقایسه با فرش‌های تولیدشده از الیاف مصنوعی، از این نظر عملکرد بهتر و کارایی بیشتری دارند. در جذب صدای موجود در هوا، ضخامت و تخلخل فرش از اهمیت بیشتری برخوردار است. پژوهش‌ها نشان داده‌است که مقدار میانگین ضریب جذب صوت فرش، به‌طور معناداری با ضخامت کلی آن ارتباط دارد.

صدا به‌آسانی از سطح سخت منعکس می‌شود؛ به‌همین دلیل آن‌ها پژواک فضایی را ایجاد می‌کنند. هرچه صدا در اطراف اتاق بلندتر باشد، سطح کلی صدا، بیشتر و باعث می‌شود صداهای نامشخص و دور از هم نزدیک‌تر به نظر برسند. تخلخل سطح فرش باعث می‌شود که امواج صوت به‌جای اینکه شبیه یک سطح صاف به داخل اتاق منعکس شود، به داخل پرزها نفوذ کند (شکل ۳). جذب، در نتیجه ارتعاش امواج صوت در داخل الیاف در لایه پرزها و لایه زمینه اتفاق می‌افتد. این اجزای مختلف فرش دارای فرکانس‌های تشدید متفاوتی هستند که در آن‌ها به بهترین وجه صدا را جذب می‌کنند و به فرش‌ها توانایی جذب صدا در دامنه وسیعی از فرکانس‌ها را می‌دهند. این امر مخصوصاً در مورد پرز پشمی صادق است؛ زیرا تغییرات و نایکنواختی‌های طبیعی در قطر، تجعد و طول الیاف پشم، به جذب در دامنه فرکانس وسیعی کمک می‌کند. برای سهولت می‌توان جذب صدا را در فرکانس‌های مختلف ترکیب کرد و یک مقدارِ واحد را گزارش داد که به‌عنوان ضریب کاهش صدای موجود در هوا شناخته می‌شود (S. McNeil, 2014:2).



شکل ۳- مقایسه میزان جذب صدا در هوا توسط فرش‌های پشمی روی کفپوش وینیل، در فرکانس‌های مختلف (همان:۲)

سروصدای سطح توسط قدم‌ها، سقوط اشیا، و حرکت مبلمان تولید می‌شود. کفپوش‌های سرامیکی برهنه ۷ تا ۱۲ برابر بیشتر از فرش‌ها سر و صدا تولید می‌کنند. فرش‌ها با ایجاد سطحی نرم و نسجی بر روی زمین، این نوع صدا را کاهش می‌دهند و همین ویژگی است که راحتی راه‌رفتن و ایستادن را به فرش‌ها می‌دهد. کاهش انتقال صدای قدم‌زدن و موارد مشابه، از طریق کف به اتاق زیر به‌خصوص برای ساختمان‌های چندطبقه بسیار مهم است.

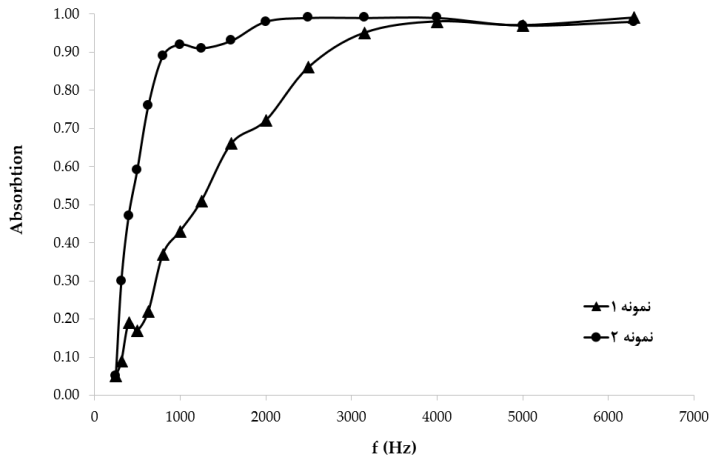
فرش‌ها با تبدیل برخی از فرکانس‌های بالا به فرکانس‌های پایین، صدا را عایق می‌کنند. در حقیقت، فرش‌های نسجی در مقایسه با سایر کفپوش‌ها به‌شکل خیلی مؤثری صدا را کاهش می‌دهند. در فرش‌ها با ضخامت بالاتر، این قدرت عایق‌بندی صوتی بیشتر است (همان:۳).

مطالعه ویژگی‌های جذب صدای فرش با تغییر پارامترهای ساختاری آن‌ها بسیار مهم و اساسی است. در پژوهشی که در

همین زمینه به‌تازگی انجام شده‌است، اثر پارامترهای ساختاری بر ویژگی عایق صوتی فرش دست‌باف مطالعه شده‌است. در این پژوهش، اثر پارامترهای نوع گره، تراکم گره (رج‌شمار) و ارتفاع پرز بر میزان جذب صوت فرش دست‌باف پشمی به‌صورت آزمایشگاهی بررسی شده‌است. برای این منظور، تعداد معینی نمونه فرش با مقادیر متغیر رج‌شمار و ارتفاع پرز، با دو نوع گره فارسی و ترکی بافته شد و ضریب جذب صوت بر اساس استاندارد ملی ۱- ۹۸۰۳ در لوله امپدانس اندازه‌گیری شد. شکل ۴، نتایج حاصل برای دو نمونه با کمترین و بیشترین مقدار رج‌شمار و ارتفاع پر و با دو نوع گره متفاوت (مطابق با اطلاعات ارائه‌شده در جدول ۴) را در محدوده فرکانس ۲۵۰- ۶۵۰۰ هرتز نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این سه ویژگی که از متغیرهای بافت به‌شمار می‌آیند، بر میزان جذب صوت توسط فرش دست‌باف تأثیر معناداری دارد؛ به‌طوری‌که می‌توان با تغییر آن‌ها در فرآیند بافت، فرشی با عملکرد بهینه تولید کرد.

جدول ۳- مشخصات ساختاری دو نمونه فرش دست‌باف مورد آزمون (نگارنده، ۱۴۰۰)

نمونه	متغیرهای بافت		
	تراکم گره (رجشمار)	ارتفاع پرز	نوع گره
۱	۲۵	۱	فارسی
۲	۳۵	۳	ترکی



شکل ۴- ضریب جذب صوت نمونه‌های فرش دست‌باف (با مشخصات ساختاری مطابق جدول ۳) در لوله امپدانس (نگارنده، ۱۴۰۰)

نتیجه‌گیری

در این مقاله، ویژگی‌های عایق گرمایی و عایق صوتی فرش‌های دست‌باف پشمی مورد بحث قرار گرفته و مطالعات انجام‌شده در این حوزه، گردآوری شده‌است. در ابتدا، به اهمیت ویژگی‌های عایق گرمایی و صوتی فرش‌ها بر سلامتی و احساس راحتی افراد و همچنین صرفه‌جویی در مصرف سوخت و انرژی، پرداخته شده‌است و در ادامه، تأثیر نوع الیاف، ضخامت، و پارامترهای ساختاری فرش دست‌باف؛ مانند ارتفاع پرز و تراکم گره (رج‌شمار) بر ویژگی‌های عایق گرمایی و صوتی آن بررسی شده‌است.

فرش دست‌باف جزو منسوجات خانگی سه‌بُعدی به‌شمار می‌آید که به دلیل سازگاری با محیط زیست و بدن انسان، و ویژگی‌های خاص خود، همچون عایق‌پذیری گرمایی و صوتی، یکی از کاربردی‌ترین و پرطرفدارترین انواع کفپوش‌ها در میان مردم است. در پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه فرش دست‌باف، ویژگی‌های فرش دست‌باف از دو دیدگاه زیبایی‌شناسی و کاربردی مورد مطالعه قرار گرفته‌است؛ از دیدگاه زیبایی‌شناسی، به طرح و نقش، رنگ، و خصوصیات ظاهری فرش دست‌باف پرداخته شده‌است. از دیدگاه کاربردی،

ویژگی‌های عایق صوتی، عایق گرمایی، و عملکرد پوششی فرش دست‌باف به‌عنوان یک کفپوش، مورد توجه قرار گرفته‌است. مرور مطالعات پیشین نشان داد که گزارشات علمی و پژوهشی که تاکنون در حوزه کاربردی فرش دست‌باف منتشر شده‌است، بیشتر بر خصوصیات فیزیکی- مکانیکی فرش دست‌باف و شاخص دوام آن، به‌عنوان یک کفپوش متمرکز شده‌است و مطالعات اندکی بر روی ویژگی‌های عایق گرمایی و صوتی آن انجام شده‌است. درحالی‌که مزایای آکوستیکی فرش دست‌باف، به‌همراه راحتی گرمایی و راحتی در هنگام راه‌رفتن، قابلیت طبیعی در بهبود کیفیت هوای داخل ساختمان و حفظ ایمنی، تأثیر به‌سزایی در جلب رضایت مصرف‌کنندگان و کیفیت درک‌شده از فرش دست‌باف به‌عنوان یک کفپوش دارد.

فرش‌ها عایق‌های گرمایی بسیار کارآمدی هستند و ویژگی عایق گرمایی فرش در صرفه‌جویی در مصرف انرژی مؤثر است. در مقایسه با فرش‌های ماشینی، به دلیل ساختار نامنظم و ضخامت بیشتر فرش‌های دست‌باف، هوا به‌خوبی در فضاهای بین الیاف و نخ‌ها حبس می‌شود و به همین دلیل فرش دست‌باف به‌عنوان یک عایق گرمایی مطلوب عمل می‌کند. الیاف و ساختار فرش دست‌باف، تابش گرما را از سطح الیاف تاحد زیادی کاهش می‌دهد؛ به‌علاوه، آن‌ها اغلب در بازتاب نور بهتر عمل می‌کنند. ویژگی عایق صوتی فرش‌ها معمولاً از خصوصیات گرمایی آن‌ها قابل توجه‌تر است. فرش، یکی از مؤثرترین راه‌های کاهش سروصداست و بهترین فرش‌ها می‌توانند ویژگی عایق صوتی را به همان اندازه مواد مخصوص عایق صوتی، ایجاد کنند. مطالعات نشان داده‌است ویژگی‌های کاربردی فرش دست‌باف مانند عایق گرمایی و عایق صوتی، بستگی به ساختمان، ضخامت، الیاف پرز و زمینه فرش دارد. در این میان، پارامترهای ساختاری فرش، می‌تواند بیشترین تأثیر را بر کارایی و عملکرد فرش دست‌باف داشته باشد؛ به‌طوری‌که در صورت نیاز به یک مقدار خاص و از پیش تعیین‌شده، تغییر این پارامترهای ساختاری انعطاف‌پذیری قابل توجهی را برای تولیدکننده فرش فراهم می‌کند.

در دهه اخیر با توجه به گسترش تولید انواع فرش دستباف در سایر کشورهای جهان؛ از جمله چین، پاکستان و برخی دیگر از کشورهای آسیای مرکزی و جنوب شرقی، کیفیت محصول و برآورده‌سازی خواسته‌های مشتریان از محصول، نقش مؤثر و تضمین‌کننده‌ای بر بازار فروش و امکان رقابت در بین سایر تولیدکنندگان آن به عهده دارد. تنزل کیفیت فرش دست‌باف ایران در برخی از مناطق مهم بافت، به‌دلیل عدم رعایت استانداردها و شاخص‌های کیفی، می‌تواند علاوه بر سلب اعتماد مصرف‌کنندگان داخلی، بازار صادراتی فرش دست‌باف کشور را نیز تهدید و به ارزش هنری، تاریخی و ملی فرش دست‌باف ایران خدشه وارد نماید. حفظ و صیانت از هنر/ صنعت فرش دست‌باف، یک وظیفه ملی است و اهتمام همه حوزه‌های پژوهشی و دانشگاهی را در سطح کشور می‌طلبد. از این‌رو باید کوشید که با استفاده از روش‌های کاربردی و توسعه یافته، و البته با رعایت و حفظ ارزش‌ها و اصالت‌های هنری که درآمیخته با سنت‌های قومی هر منطقه جغرافیایی بافت فرش در ایران است، جایگاه آن‌ها را مستحکم‌تر کرد.

پی‌نوشت

1 Thermal insulation
2 Acoustic insulation
3 Leech
4 Cui
5 Porosity
6 Tortosity
7 Zach
8 Noise
9 airborne sound
10 impact sound
11 surface noise

منابع

1. Bakker, P. G. H. (2018). The acoustic and thermal properties of carpeted floors. In Advances in Carpet Manufacture (pp. 163–174). Elsevier.

2. Berge, A., & Johansson, P. Ä. R. (2012). Literature review of high performance thermal insulation.

3. Bluyssen, P. M. (2009). The indoor environment handbook: how to make buildings healthy and comfortable. Routledge.

4. Causer, S. M. (2006). Removal of indoor air contaminants by wool carpet. Canesis Technical Bulletin.

5. Cui, W., Cao, G., Park, J. H., Ouyang, Q., & Zhu, Y. (2013). Influence of indoor air temperature on human thermal comfort, motivation and performance. Building and Environment, 68, 114–122.

6. Diswat, J., Hes, L., & Bal, K. (2016). Thermal resistance of cut pile hand tufted carpet and its prediction. Textile Research Journal, 86(16), 1759–1767.

7. Gibson, P. W. (2011). Effect of wool components in pile fabrics on water vapor sorption, heat release and humidity buffering. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 6(1), 155892501100600100.

8. Goswami, K. K. (2018). 10 - Developments in handmade carpets: Introduction. In K. K. B. T.-A. in C. M. (Second E. Goswami (Ed.), The Textile Institute Book Series (pp. 213–268). Woodhead Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101131-7.00011-3

9. Gupta, S K, & Goswami, K. K. (2018). Carpet wear performance. In Advances in Carpet Manufacture (pp. 443–466). Elsevier.

10. Gupta, S K, Goswami, K. K., & Majumdar, A. (2015). Durability of Handmade Wool Carpets: A Review. Journal of Natural Fibers, 12(5), 399–418. https://doi.org/10.1080/15440478.2014.945226

11. Islam, S., & Bhat, G. (2019). Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. Journal of Environmental Management, 251, 109536. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109536

12. Johnson, N. A. G., Wood, E. J., Ingham, P. E., McNeil, S. J., & McFarlane, I. D. (2003). Wool as a technical fibre. Journal of the Textile Institute, 94(3–4), 26–41.

13. Küçük, M., & Korkmaz, Y. (2017). Sound absorption properties of acrylic carpets. The Journal of The Textile Institute, 108(8), 1398–1405. https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1254582

14. Küçük, M., & Korkmaz, Y. (2019). Acoustic and Thermal Properties of Polypropylene Carpets: Effect of Pile Length and Loop Density. Fibers and Polymers, 20(7), 1519–1525.

15. Leech, J. A., Nelson, W. C., T BURNETT, R., Aaron, S., & Raizenne, M. E. (2002). It's about time: a comparison of Canadian and American time–activity patterns. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 12(6), 427–432.

16. McCall, R. A., & McNeil, S. J. (2007). Comparison of the energy, time and water usage required for maintaining carpets and hard floors. Indoor and Built Environment, 16(5), 482–486.

17. McNeil, S. (2014). Acoustic advantages of wool carpeting. Technical Bulletin.

18. McNeil, S. (2015). Removal of Indoor Air Contaminants by Wool Carpet. Technical Bulletin.

19. McNeil, S. (2016). The Thermal Properties of Wool Carpets.

20. McNeil, S., & Barker, H. (2015). The Biodegradability of Wool Enables Wool-to-Grass-to-Wool, Closed-Loop Recycling.

21. McNeil, S. J., & Tapp, L. S. (2016). The design and initial evaluation of visual cues in carpets to assist

walking. The Journal of The Textile Institute, 107(3), 376–385.
22. Rankin, D. A., & Carr, C. M. (2013). Characterisation of the bound lipids at the wool fibre surface by time of flight secondary ion mass spectrometry (ToF-SIMS). Journal of the Textile Institute, 104(2), 197–212.
23. Simpson, W. S., & Crawshaw, G. (2002). Wool: Science and technology. Elsevier.
24. Tabatabaei, H. S. M., Ghane, M., Hassani, H., & Zeynal, H. A. (2015). The estimation of the lifetime of woolen carpets based on changes in appearance and color, Journal of Color Science and Technology, 9(4), 341-350.
25. Wood, E. J. (2009). Developments in wool carpet manufacture. In Advances in Carpet Manufacture (pp. 79–100). Elsevier.
26. Zach, J., Korjenic, A., Petránek, V., Hroudová, J., & Bednar, T. (2012). Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool. Energy and Buildings, 49, 246–253.
۲۷. استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۶۰، فرهنگ فرش دست‌باف.