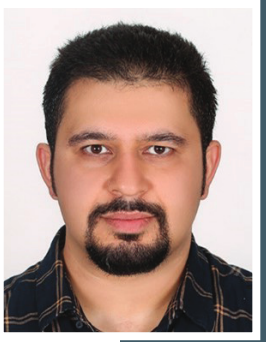
ضرورت عایق بودن دیوارهای پیرامونی ساختمان



محمد چهرزاد

دانشجوی دکترای مهندسی عمران
دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

mohamadchehrzad11@gmail.com

۱- چکیده

دیوارهای پیرامونی ساختمان نقش اساسی در بهینه‌سازی مصرف انرژی ایفا می‌کنند و می‌توانند تا ۴۰ درصد از انتقال حرارت جلوگیری کنند. استفاده از دیوارهای عایق‌بندی‌شده به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش نیاز به انرژی برای گرمایش و سرمایش می‌شود و هزینه‌های انرژی را کاهش می‌دهد. مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهند که مصرف انرژی در ساختمان‌ها، که پیشتر حدود ۲۵ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص می‌داد، اکنون در بسیاری از کشورها به بیش از ۴۰ درصد رسیده است. در واکنش به این چالش، استانداردها و الزامات قانونی سختگیرانه‌ای در کشورهای پیشرفته برای کاهش تلفات حرارتی و ارتقای بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها اعمال شده است. این قوانین، علاوه بر تشویق به استفاده از عایق‌های حرارتی با کارایی بالا، شامل توسعه فناوری‌های نوین، مشوق‌های مالی و یارانه‌ها برای پروژه‌های ساختمانی سبز نیز می‌شوند. نمونه‌هایی از این راهکارها شامل استفاده از مصالح نانو، کامپوزیت‌های سبک، و سیستم‌های عایق هوشمند است که به بهبود عملکرد حرارتی و کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کنند.

۲- مقدمه

در دنیای امروز، بهینه‌سازی مصرف انرژی یکی از اولویت‌های استراتژیک در مهندسی ساختمان به شمار می‌آید. در این میان، پوسته و نمای ساختمان نقش کلیدی در کاهش مصرف انرژی ایفا می‌کنند. این بخش از ساختمان به‌عنوان اولین خط دفاعی در برابر تبادل حرارتی میان فضای داخلی و محیط خارجی، تأثیر چشمگیری بر کاهش هزینه‌های

انرژی و بهبود آسایش حرارتی دارد. طراحی مناسب نما و استفاده از مصالح و تکنیک‌های نوین می‌تواند تا ۵۰ درصد از تلفات حرارتی ساختمان‌ها را کاهش دهد. طبق گزارش‌های بین‌المللی، ساختمان‌ها بیش از ۴۰ درصد از کل انرژی مصرفی در جهان را به خود اختصاص می‌دهند. بخشی قابل توجه از این انرژی برای سرمایش و گرمایش فضاهای داخلی مصرف می‌شود.

۳- صرفه‌جویی انرژی با عایق‌بندی دیوارها

مطالعات تخصصی نشان داده‌اند که دیوارهای پیرامونی می‌توانند بین ۲۰ تا ۴۰ درصد از کل انتقال حرارت در ساختمان‌ها را کاهش دهند[۱]. این کاهش مستقیماً منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌های انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. به عنوان نمونه، در ساختمان‌های مسکونی واقع در مناطق سردسیر، به کارگیری دیوارهای عایق‌بندی شده می‌تواند مصرف انرژی برای گرمایش را تا ۳۰ درصد کاهش دهد. این تأثیر در مناطق گرمسیر نیز برای کاهش نیاز به سرمایش قابل توجه است.

بر اساس گزارش‌های بین‌المللی، مصرف انرژی در ساختمان‌ها طی ۴۰ سال اخیر به طور چشمگیری افزایش یافته است. در دهه ۱۹۸۰، ساختمان‌ها حدود ۲۵ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دادند، اما این رقم اکنون به بیش از ۴۰ درصد در بسیاری از کشورها رسیده است[۲]. عواملی نظیر افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، و رشد اقتصادی منجر به افزایش نیاز به انرژی در بخش ساختمان شده‌اند. عمده مصرف انرژی در ساختمان‌ها مربوط به سرمایش و گرمایش فضاهای داخلی است، که در بسیاری از اقلیم‌ها، سهم قابل توجهی از انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهد عمدتاً به دلیل انتقال حرارت از طریق پوسته ساختمان است[۳]. از این‌رو، تمرکز بر بهبود عملکرد حرارتی پوسته ساختمان، از جمله عایق‌بندی دیوارهای پیرامونی، یکی از موثرترین راهبردها برای کاهش مصرف انرژی به شمار می‌رود که ضرورت اجرای اقدامات بهینه‌سازی مانند عایق‌بندی دیوارهای پیرامونی را بیش از پیش برجسته ساخته است.

۴- اهمیت جهانی عایق‌بندی دیوارها

در بسیاری از کشورهای پیشرفته، استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای برای عایق‌بندی حرارتی دیوارها تدوین و اجرایی شده است که در ذیل به این موارد اشاره می‌گردد:

۱- بریتانیا: قوانین ساختمان در این کشور الزاماتی را برای کاهش تلفات حرارتی از دیوارهای خارجی تعیین کرده است. تمامی ساختمان‌های جدید باید به حداقل استانداردهای عایق‌بندی دست یابند و انرژی مصرفی آنها تحت کنترل باشد. قوانین مرتبط از سال ۲۰۰۶ تاکنون چندین بار به‌روزرسانی شده و استانداردهای آن به تدریج سختگیرانه‌تر شده‌اند[۴].

۲- آلمان: برنامه‌های اجرایی برای کاهش مصرف انرژی و عایق‌بندی حرارتی از سال‌های قبل تصویب شده و به‌مرورزمان الزاماتی حتی سخت‌گیرانه‌تر برای ساختمان‌ها تعیین گردیده است[۵].

دیوارهای پیرامونی ساختمان نقش اساسی در بهینه‌سازی مصرف انرژی ایفا می‌کنند و می‌توانند تا ۴۰ درصد از انتقال حرارت جلوگیری کنند.

۳- هلند: این کشور از سال ۲۰۱۵ استانداردهای ساختمان‌های تقریباً صفر انرژی را اجرایی کرده و تمامی ساختمان‌های جدید باید به این استانداردها پایبند باشند. دیوارهای عایق حرارتی نقشی کلیدی در این هدف ایفا می‌کنند.

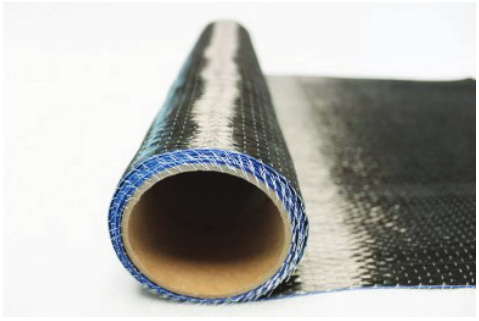
۴- کانادا: استانداردهای ملی ساختمان از دهه ۱۹۹۰ الزامات عایق‌بندی حرارتی را مطرح کرده‌اند و طی سال‌های اخیر، با توجه به تغییرات اقلیمی و نیاز به بهره‌وری بیشتر انرژی ارتقا یافته‌اند[۴].

۵- آمریکا: کدهای بین‌المللی انرژی از سال ۲۰۰۶ تاکنون، هر سه سال یک‌بار به‌روزرسانی شده‌اند و بسیاری از ایالت‌ها قوانین خود را مطابق این استانداردها تنظیم کرده و به مرور زمان، الزامات سختگیرانه‌تری را اعمال کرده‌اند[۶].

از دهه ۱۹۷۰ تاکنون، قوانین مرتبط با صرفه‌جویی انرژی و عایق‌بندی حرارتی در بسیاری از کشورها به‌طور پیوسته ارتقا یافته‌اند. این قوانین ابتدا به‌صورت دستورالعمل‌های کلی آغاز شدند و به تدریج تبدیل به الزامات سختگیرانه‌ای شده‌اند که تمامی سازندگان را ملزم به رعایت آنها می‌کند. این روند با پیشرفت تکنولوژی و افزایش آگاهی نسبت به تغییرات اقلیمی شدت یافته است.

۵- چالش‌های عایق‌کاری مناسب دیوارهای پیرامونی

باوجود مزایای متعدد عایق‌بندی دیوارهای پیرامونی، موانعی در این مسیر وجود دارد که شامل موارد زیر است:



شکل ۱ - عایق ساخته شده از فیبر کربن و رزین

۱ - افزایش ضخامت دیوارها: بهره‌گیری از مواد عایق معمولاً منجر به افزایش ضخامت دیوارها می‌شود که می‌تواند محدودیت‌هایی در طراحی معماری و کاهش فضای مفید ساختمان ایجاد کند[۷].

بر اساس گزارش‌های بین‌المللی، مصرف انرژی در ساختمان‌ها طی ۴۰ سال اخیر به طور چشمگیری افزایش یافته است.

به‌منظور کاهش ضخامت جداره‌های پیرامونی، استفاده از مصالح با فناوری نانو و عایق‌های با راندمان بالا که می‌توانند مقاومت حرارتی بالایی را در ضخامت کم ارائه دهند، راه‌حلی مؤثر است به طور مثال محققین چینی با توسعه فناوری‌های نوین مانند عایق‌های مبتنی بر هواژل، توانسته‌اند عایق‌های حرارتی با وزن پایین، انعطاف‌پذیر و مقاومت حرارتی بالایی را با ضخامت‌های بسیار کم فراهم کنند. [۸,۹].

۲ - افزایش وزن سازه: برخی از مصالح عایق‌بندی مانند بتن‌های سبک با افزودنی‌های خاص، ممکن است وزن دیوارها را افزایش داده و نیاز به تقویت اجزای سازه‌ای داشته باشند. بدین منظور طراحی سازه‌های بهینه و درنظرگرفتن وزن دیوار در کنار استفاده از تکنیک‌های ساخت سبک‌سازی مانند استفاده از کامپوزیت‌های پیشرفته می‌تواند این چالش را رفع کند. در حال حاضر برخی شرکت‌ها به ساخت مصالح کامپوزیتی سبک که از ترکیب فیبرهای کربن و رزین‌های مقاوم تولید می‌شوند، روی آورده‌اند. این مصالح علاوه بر، وزن سبک، استحکام بالایی نیز دارند و ازآنجاکه ضایعات ساخته شده و تبدیل به کربن می‌شوند قیمت نسبی پایین و مناسبی نیز دارند[۱۰].

۳- هزینه‌های اولیه بالا: هزینه‌های بالای مصالح عایق‌بندی باکیفیت می‌تواند مانعی برای اجرای گسترده این فناوری در پروژه‌ها باشد که می‌تواند از طریق ارائه مشوق‌های دولتی و مالیاتی برای پروژه‌های ساختمانی سبز و استفاده از عایق‌ها، برای سازندگان ساختمانی و تولیدکنندگان چنین محصولاتی هزینه اولیه را کاهش دهد. در هلند، دولت با ارائه یارانه‌ها و طرح‌های مالیاتی جذاب برای ساختمان‌های کم‌مصرف انرژی، هزینه‌های اولیه را کاهش داده است.

۴- سازگاری با اقلیم: انتخاب مصالح مناسب برای اقلیم‌های متنوع یکی دیگر از چالش‌های مهم است. به طور مثال، در مناطق با رطوبت بالا، مواد عایق باید علاوه بر مقاومت حرارتی، دوام مناسبی در برابر رطوبت داشته باشند و قابلیت ایجاد

شکل ۲ - استفاده از منسوجات ضایعات (سمت راست) و پشم گوسفند (تصویر سمت چپ) در تولید عایق حرارتی

میعان در داخل بافت آنها پایین باشد.

۵- پایداری زیست‌محیطی: بسیاری از مواد عایق‌بندی از ترکیبات شیمیایی تولید می‌شوند که در صورت مدیریت نادرست، می‌توانند اثرات مخرب زیست‌محیطی به همراه داشته باشند. استفاده از مواد زیست‌تخریب‌پذیر یا بازیافتی در تولید عایق‌ها می‌تواند اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد. در استرالیا، مهندسان به استفاده از مصالح زیست‌تخریب‌پذیر و بازیافتی روی آورده‌اند و عایق‌هایی ساخته‌اند که ۸۰ درصد مواد تشکیل دهنده آن از دور ریز تشکیل‌دهندهته شده است. همچنین در کشوری مانند ایرلند پشم گوسفند به عنوان ضایعات با هزینه پایینی به فروش می‌رسد که باعث شده عایق‌هایی با پشم گوسفند تولید شود. این عایق‌ها کامل مشابه پشم سنگ و پشم شیشه به صورت رولی و تخته‌ای به فروش می‌رسند[۱۱].

۶- نگهداری و ماندگاری: برخی از مصالح عایق‌بندی ممکن است به‌مرورزمان کارایی خود را از دست بدهند و نیاز به تعمیر یا تعویض داشته باشند. در اغلب موارد تأثیر بالارفتن سن مواد عایق کاری استفاده شده ناشناخته است و تنها می‌توان عمر مفید آنها را تخمین زد، استفاده از مصالح بادوام بالا و فناوری‌هایی که طول عمر عایق‌بندی را افزایش می‌دهند، می‌تواند هزینه‌های بلندمدت را کاهش دهد. در تحقیقی، مهندسان رومانیایی از سیستم‌های عایق کاری هوشمند بهره‌مند شده‌اند که شامل با تعبیه سنسورهای مختلف در موقعیت‌های مختلف و اتصال آنها به یکدیگر و قراردادن آنها در داخل دیوار و بر روی عایق حرارتی، می‌توان وضعیت کارایی عایق‌ها را در طول زمان پایش کرد[۱۲].

۶- جمع‌بندی

عایق‌بندی دیوارهای پیرامونی ساختمان یکی از راهبردهای کلیدی در کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های مرتبط به شمار می‌آید. این اقدام علاوه بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، می‌تواند کیفیت زندگی را ارتقا بخشد. بااین‌حال، غلبه بر چالش‌هایی نظیر افزایش ضخامت و وزن دیوارها و هزینه‌های اولیه، نیازمند توسعه فناوری‌ها و مصالح نوین است. تحقیقات بیشتر در این حوزه برای بهینه‌سازی انتخاب مصالح می‌تواند مسیر دستیابی به سیستم‌های عایق‌بندی پایدار و کارآمد را هموار سازد.

۷- مراجع

[1] Mridul, D.B., et al., Current scenario of solar energy production in Bangladesh and future potentiality. no. May, 2021.

[2] Somu, N., G.R. MR, and K. Ramamritham, A deep learning framework for building energy consumption forecast. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021. 137: p. 110591.

[3] Elbeltagi, E. and H. Wefki, Predicting energy consumption for residential buildings using ANN through parametric modeling. Energy Reports, 2021. 7: p. 2534-2545.

[4] Skillington, K., et al., A review of existing policy for reducing embodied energy and greenhouse gas emissions of buildings. Energy Policy, 2022. 168: p. 112920.

[5] Telli, A., S. Erat, and B. Demir, Comparison of energy transition of Turkey and Germany: energy policy, strengths/weaknesses and targets. Clean Technologies and Environmental Policy, 2021. 23: p. 413-427.

[6] García-Muros, X., J. Morris, and S. Paltsev, Toward a just energy transition: A distributional analysis of low-carbon policies in the USA. Energy Economics, 2022. 105: p. 105769.

[7] Xakimov, S. and F. Dadaxanov, State of heat conductivity of walls of residential buildings. Science and innovation, 2022. 1(C7): p. 223-226.

[8] Lamy-Mendes, A., et al., Progress in silica aerogel-containing materials for buildings' thermal insulation. Construction and Building Materials, 2021. 286: p. 122815.

[9] Chen, S., et al., Superhydrophobic nanocellulose aerogel for thermal insulation and thermal resistance up to 1300° C. Chemical Engineering Journal, 2024. 499: p. 156043.

[10] Hung, W.-C., R.S. Horng, and R.-E. Shia, Investigation of thermal insulation performance of glass/carbon fiber-reinforced silica aerogel composites. Journal of Sol-Gel Science and Technology, 2021. 97: p. 414-421.

[11] Hetimy, S., et al., Exploring the potential of sheep wool as an eco-friendly insulation material: A comprehensive review and analytical ranking. Sustainable Materials and Technologies, 2024. 39: p. e00812.

[12] Gălățanu, C.D., C.G. Haba, and L. Breniuc, Embedded Sensors Positioning in Thermal Insulation for Buildings. Procedia Manufacturing, 2020. 46: p. 418-423.