
بهبود عملکرد حرارتی ساختمان‌های مسکونی عایق‌کاری حرارتی از خارج

ژاله طالبی

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

تهران _ بزرگراه شیخ فضل ا... نوری - بین شهرک قدس و فرهنگیان - صندوق پستی ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵
Email:talebi@bhrc.ac.ir

چکیده: صرفه‌جویی در مصرف انرژی به دلیل کاهش هزینه‌ها و نیز حفظ محیط زیست حایز اهمیت بسیار است. عایق‌کاری حرارتی از خارج نقش قابل توجهی در میزان مصرف انرژی در ساختمانها داشته و اغلب بهترین انتخاب برای بهبود عملکرد حرارتی ساختمانهای موجود است. در کشور انگلستان انواع سیستم‌های عایق‌کاری حرارتی از خارج عبارت است از:

- سیستم اندود تر
- سیستم نمای خشک
- سیستم خاص برای موقعیت‌های مشخص

در این مقاله با استفاده از راهنمای شماره ۲۹۳ مؤسسه تحقیقات ساختمان انگلستان که در سال ۲۰۰۰ به چاپ رسیده است، انواع سیستم‌های ذکر شده با شرح عناصر و جزئیات تشکیل دهنده آنها شامل عایق، اتصالات و نما معرفی شده، عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم، مقایسه کلی بین انواع سیستم‌ها، مزایا و معایب آنها مطرح می‌گردد.

لغات کلیدی: عایق‌کاری حرارتی، عملکرد حرارتی، صرفه‌جویی، مصرف انرژی، ساختمان مسکونی

۱. مقدمه

مصرف فزاینده سوخت‌های فسیلی جهت دستیابی به شرایط آسایش از لحاظ گرمایش و سرمایش مستلزم صرف هزینه‌های گزاف بوده، موجب آلودگی محیط گشته و پایان‌پذیری منابع فسیلی را به همراه خواهد داشت. اتخاذ روش‌ها و



تمهیداتی که دستیابی به شرایط آسایش را بدون مصرف زیاد انرژی میسر سازد، از مدتها پیش دغدغه مسئولین و جامعه فنی کشور بوده است. عایق کاری حرارتی از خارج یکی از شیوه‌های مفید و مناسب برای تحقق این امر است. انواع گوناگونی از سیستم‌های عایق کاری حرارتی از خارج در ساختمان سازی وجود دارد که از لحاظ کیفیت و کاربرد با یکدیگر متفاوت هستند. سیستم مناسب بر حسب شرایط موجود انتخاب می‌گردد. عایق کاری حرارتی از خارج، به عنوان راهکاری برای بازسازی و رفع مشکلات بلندمدت مانند رطوبت داخلی، جذب آب و نفوذ هوا و به تبع آن از دست رفتن گرما مناسب‌ترین انتخاب است. این سیستم در ساختمان‌های نوساز نیز به خوبی می‌تواند عملکرد حرارتی را بهبود بخشد و منافع اقتصادی با خود به همراه داشته باشد.

با استفاده از عایق کاری حرارتی از خارج می‌توان سطوح وسیعی را عایق کاری کرد و در عین حال از به وجود آمدن پل حرارتی پرهیز نمود. همچنین می‌توان سازه ساختمان را محافظت نمود و نوسانات دمای داخلی را به طور محسوس کاهش داد. در کشور انگلستان انواع سیستم‌های عایق کاری حرارتی از خارج شامل: «سیستم اندود تر»، «سیستم نمای خشک» و «سیستم خاص برای موقعیت‌های مشخص» است. دو نوع اول اغلب شامل فرآورده‌های انحصاری تولیدکنندگان مشخص هستند. اما نوع سوم به وسیله متخصصان برای پروژه‌های خاص طراحی می‌شوند و تمامی اجزای سیستم‌های انحصاری در آنها نیز به کار می‌رود.

در این مقاله انواع سیستم‌های ذکر شده با شرح عناصر و جزئیات تشکیل دهنده آنها شامل عایق، اتصال دهنده‌ها و نما معرفی شده، عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم، مقایسه کلی بین انواع سیستم‌ها، مزایا و معایب آنها مطرح می‌گردد.

۲. کلیات

عایق کاری حرارتی از خارج به شکل کلی خود ساختاری مرکب مشتمل بر سه جزء کلیدی به شرح ذیل است:

- عایق حرارتی شامل فرآورده‌های عایق در برابر حرارت؛
- اتصال دهنده‌ها شامل ابزاری برای اتصال ساختار به سطح زیرکار؛
- نماشامل لایه‌ای که محافظت در برابر عوامل آب و هوایی را فراهم ساخته و پوشش نهایی ساختار است. این لایه، اغلب شامل ملحقات دیگری نیز مانند درها و پنجره‌ها می‌شود.

عایق‌ها شامل طیف گسترده‌ای از فرآورده‌ها هستند که به گروه‌ها و دسته‌های ذیل تقسیم می‌شوند:

- الیاف معدنی- عایق لحافی^۱ یا دال صلب
- اسفنج با منافذ بسته- پانل صلب برای مثال پلی ایزوسیاناترات، اورتان یا فئولیک
- پلی استایرن منبسط شده با پنتان - پانل صلب
- اجزای دیگر- مواد گیاهی (برای مثال چوب پنبه، سلولز، الیاف چوبی، حصیر ساخته شده از نی، کنف) یا شیشه‌های سلولی

اتصال دهنده‌ها شامل انواع گوناگونی به شرح ذیل است:

- اتصال دهنده‌های مکانیکی- سیستم یا چارچوب نرده‌ای یا بست فلزی یا چوبی و مهارهای مکانیکی یا میخ‌ها
- اتصال دهنده‌های شیمیایی- انواع مواد چسباننده

^۱ Quilt



- اتصال دهنده‌های مکانیکی و شیمیایی - ترکیبی از اتصال دهنده‌های فوق
نما به دو شکل وجود دارد:
- اندود تر: اندودهای پلیمر و سیمانی مسلح شده با الیاف، پوشش‌های پلیمری، اندودهای عایق کننده و اندودهای سیمانی
- نمای خشک: صفحات صلب، پانل‌ها و کاشی‌ها

۱-۲. مزایای عایق کاری حرارتی از خارج

- استفاده از عایق کاری حرارتی از خارج دارای مزایای بسیار است به شرح زیر:
- از ساختار ساختمان محافظت می‌شود.
- ضریب انتقال حرارت ثابت نگه داشته شده و عملکرد حرارتی بهبود می‌یابد.
- پل حرارتی کاهش یافته، میعان و اتلاف حرارت به حداقل می‌رسد.
- نقطه شبنم به خارج از عنصر دیوار منتقل می‌شود.
- هوابندی ساختمان بهبود یافته و اتلاف حرارت کاهش می‌یابد.
- به عنوان بخشی از راهکار کلی بهسازی مثلاً تعویض پنجره، عایق کاری صوتی نیز بهبود می‌یابد
- به صورت طیف وسیعی از نماهای خارجی قابل دستیابی است.
- نسبتاً به آسانی قابل نصب است و این امر موجب سرعت بیشتر در ساختمان سازی می‌شود.
- از آنجا که پوشش عایق کاری به راحتی قابل مشاهده است، سبب سهولت در کنترل کیفیت می‌شود.

۱-۱-۲. مزایای عایق کاری حرارتی از خارج در کاربردهای بهسازی

- زیبایی بیشتری داشته و ظاهری نو به نماهای فرسوده قدیمی می‌دهد.
- هزینه‌های نگهداری و میزان استهلاک ساختمان کاهش می‌یابد.
- به تقویت سازه‌های موجود کمک شده و عمر مفید ساختمان افزایش می‌یابد.
- ارزش ساختمان افزایش یافته و به ارتقای ساختمان برای رسیدن به استاندارد قابل قبول کمک می‌شود.
- از کارهای ساختمانی در فضای داخل جلوگیری شده و حتی در زمانی می‌تواند نصب شود، که در ساختمان سکونت داشته باشند.
- مقادیر بیشتر عایق کاری می‌تواند از خارج اضافه شود و لذا اندازه اتاق‌ها کاهش نمی‌یابد.
- زمانی که با تهویه کنترل شده همراه شود، منجر به رفع مشکلات داخلی مانند رطوبت، میعان و رشد کپک، می‌شود.

۲-۱-۲. مزایای عایق کاری حرارتی از خارج در ساختمانهای نوساز

- مراحل اجرا به ویژه زمانی که هدف حذف پل حرارتی و دستیابی به هوابندی باشد، ساده‌تر می‌شود.
- با کاهش نیروی کار و مصالح مصرف شده هزینه ساخت کاهش می‌یابد.
- معمولاً نیاز به استفاده از لایه‌های بخاربند در عایق کاری را برطرف می‌کند، زیرا که پدیده تشکیل شبنم به بیرون از دیوارها منتقل می‌شود.



۲-۲. معایب عایق کاری حرارتی از خارج

- لایه های عایق کاری حرارتی از خارج به اندازه ساختمان، مستحکم نیستند و در صورت عدم توجه و بروز هرگونه خرابی، ممکن است به مشکلات رطوبت زدگی یا هوازدگی منجر شود.
- اجزای مهم مستلزم طراحی دقیق است و نیاز به مراقبت در مدت زمان نصب دارند.
- استفاده از این روش در ساختمان های نوساز، در مقایسه با روش های سنتی هزینه بیشتری دارد.
- برای سیستم های انحصاری باید نصاب های مورد تأیید طراح سیستم به کار گرفته شوند.
- برای طرح های کوچک، سیستم به همان مقدار پشتیبانی فنی نیاز دارد که برای پروژه های بزرگتر لازم است. از این رو، استفاده از آنها در طرح های کوچک گرانتر است.
- عایق کاری حرارتی از خارج در جایی که زیرکار موجود مستحکم و قابل تعمیر نباشد، مناسب نیست.
- عایق کاری حرارتی از خارج برای ساختمان های تاریخی مهم مناسب نیست.

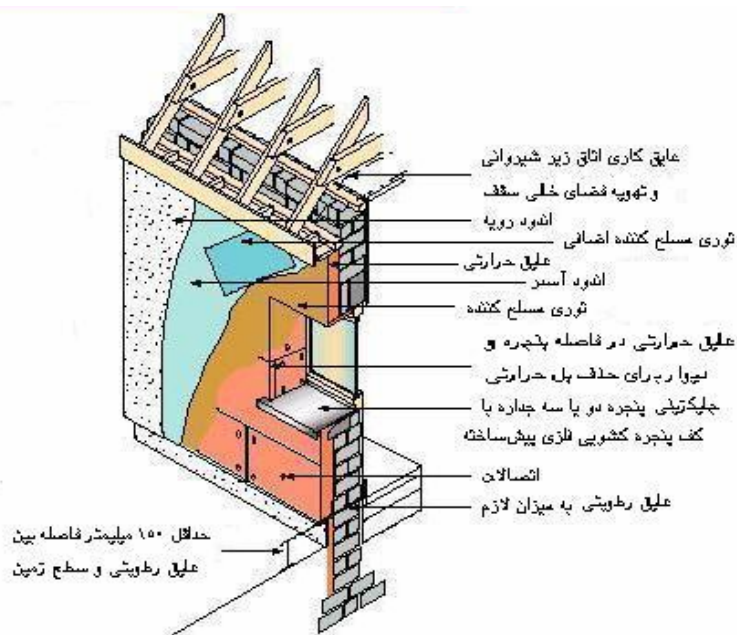
۳ - سیستم اندود تر

اجزای تشکیل دهنده سیستم اندود تر عبارت است از:

- عایق حرارتی
 - ملات چسباننده یا اتصال دهنده های مکانیکی، مانند میخ های سرقارچی^۲، مصالح چسباننده شامل: پلی پروپیلن، نایلون و فولاد ضد زنگ.
 - مقاطع و لبه هایی از جنس فولاد گالوانیزه، فولاد ضد زنگ، پلاستیک یا آلومینیوم که در گوشه ها، در سطح لایه بخار بند، کناره های پنجره، لبه ها و کتیبه ها به کار می روند.
 - اندود آستر، شامل الیاف شیشه، یا توری پلاستیکی یا فلزی.
 - اندود رویه، به همراه یا بدون پوشش.
- شکل (۱) نمونه ای از سیستم اندود تر را نشان می دهد.

² - Mushroom-headed dowels





شکل ۱: نمونه‌ای از سیستم اندود تر بر روی دیوار آجری یکپارچه

۳-۱. دسته‌بندی سیستم‌های اندود تر

سیستم‌های اندود تر به شرح ذیل طبقه‌بندی می‌شوند:

۳-۱-۱. اندود سنتی (اندود ضخیم)

- دو تا سه لایه پوشش سیمانی مطابق استاندارد **BS5262**؛
- اندودهای آماده (بسته‌بندی شده در کارخانه) که ممکن است شامل پلیمرها شود.
- ضخامت کلی به میزان ۱۶ تا ۲۵ میلیمتر روی عایق است.

۳-۱-۲. اندود سیمانی اصلاح شده پلیمری (PMCR)^۳

- این اندودها با الیاف مسلح شده‌اند.
- در یک یا دو لایه اندود به کار می‌رود.
- ضخامت کلی آن ۶ تا ۱۲ میلیمتر روی عایق است.
- می‌تواند یک اندود رویه پلیمری داشته باشد.

۳-۱-۳. اندود پلیمری (اندود نازک)

³ - Polymer- modified cementitious render



- اندود آستر سیمانی یا بدون سیمان اصلاح شده پلیمری؛

- اندود آستر به ضخامت ۴ تا ۶ میلیمتر روی عایق؛

- اندود رویه نقش‌دار به ضخامت ۱/۵ تا ۴ میلیمتر؛

۳-۱-۴. اندود عایق‌کننده

- عایق بر پایه هوا^۴، در یک اندود (ضخیم) سنتی؛

- ضخامت کلی، ۲۵ تا ۸۰ میلیمتر؛

- افزایش نسبتاً کمی در عملکرد حرارتی ایجاد می‌کند.

اندود سنتی و پوشش‌های سیمانی اصلاح شده پلیمری می‌توانند هم در ساختمان‌های مرتفع و هم کم‌ارتفاع مورد استفاده قرار گیرند. پلیمر کمک می‌کند که اندود در محل، بهتر و در مقادیر بیشتر اجرا شود. محافظت در برابر هوازدهی و انعطاف‌پذیری ارتجاعی را در اندود به وجود می‌آورد. پوشش‌های پلیمری نازک می‌توانند در ساختمان‌های کم‌ارتفاع و نیز مرتفع مورد استفاده قرار گیرند. برای استفاده از آنها در ساختمان‌های مرتفع، نیازی به درزهای انبساط نیست مگر اینکه زیرکار ساختمان این درزها را داشته باشد.

۳-۲. نکات مهم در سیستم‌های اندود تر

سیستم‌های اندود تر باید مطابق جزئیات و روش‌های استاندارد تولیدکننده اجرا شده و به موارد زیر توجه شود:

- محافظت در برابر آتش‌سوزی با استفاده از مواد غیرقابل اشتعال، ایجاد موانع آتش و جلوگیری از گسترش سطحی شعله‌ها لازم است.
- در زمان اتصال نما، شرایط زیرکار، بارهای اضافی (مانند فشار باد و مکش‌های دینامیکی)، خوردگی اتصال‌دهنده‌ها، حرکت سیستم با / یا مستقل از ساختمان در نظر گرفته شود.
- جزئیات عایق‌کاری حرارتی کناره‌های پنجره‌ها و درها، پیش‌آمدگی‌ها و لبه‌های بام، جزئیات زمینه و جزئیات اتصال به زیرکار (مانند جزئیات اطراف بالکن، نرده‌ها و علائم)، به ویژه در پروژه‌های بهسازی حایز اهمیت است.
- محافظت در برابر شرایط جوی، مقاومت در برابر ترک خوردن، دوام، زیبایی، مقاومت در برابر آلودگی و جلبک‌ها را تضمین نموده و شرایط لازم برای حفظ و نگهداری سیستم را به وجود می‌آورد.
- مقدار پلیمر استفاده شده ممکن است تا حد قابل توجهی متفاوت باشد. مصرف‌کننده باید از تولیدکننده در مورد مناسب بودن اندود برای کاربردی خاص ضمانت کسب کند.
- اندودهای سیمانی باید درز انبساط داشته باشند. طراحی درزهای حرکت در سیستم‌های مختلف متفاوت است و باید مطابق با مشخصات تولیدکنندگان انجام شود.
- عایق‌کاری حرارتی از خارج باید در محل درزهای حرکت موجود در سازه دارای درز باشد.
- درزهای اجرایی باید در سیستم اندود مشخص شده باشند.
- باید برای کاهش گسترش ذرات در زمان سنباده کشیدن عایق پلی استایرن اقداماتی صورت گیرد، چون آنها قابل تجزیه در محیط زیست نیستند و ممکن است برای ساکنان و استفاده‌کنندگان آن منطقه زیان‌آور باشند.
- باید با استفاده از جزئیات صحیح در ساختمان‌سازی از نشت هوا و اتلاف حرارت پرهیز شود.

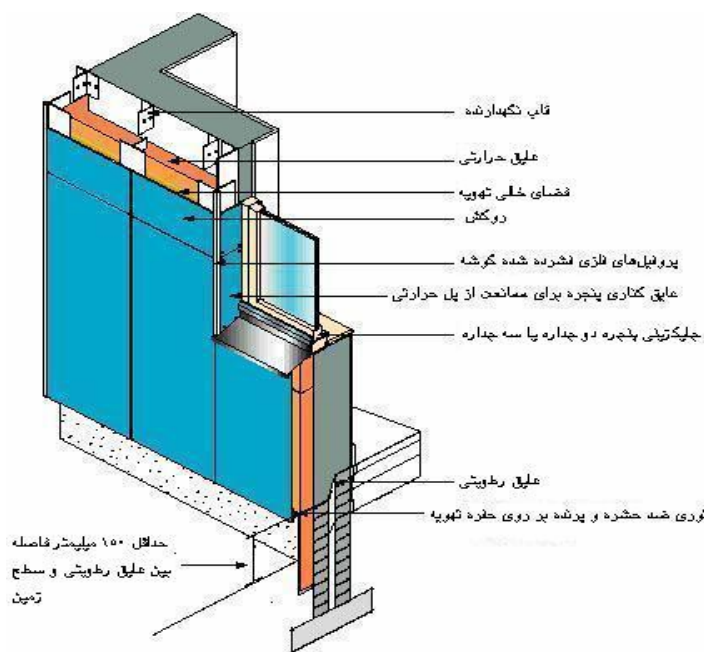
⁴ Air-based insulant



- درزها باید به نحوی بسته شوند که از ورود آب به داخل سیستم جلوگیری گردد.
- لازم است به وسیله مشخصات صحیح از خوردگی جلوگیری شود.
- پوشش عایق در ساختمان‌های نوساز و موجود نباید موجب عملکرد نامناسب لایه بخاربند شود.
- در مواردی مانند ناودانها، لوله‌ها، آبروهای شیروانی، لوله‌های اصلی گاز، خطوط تلفن و شبکه‌های هوایی ارایه راه حل مناسب لازم است.

۴. سیستم نمای خشک

سیستم نمای خشک به ویژه برای محل‌هایی که استفاده از اتصال‌دهنده‌ها، محدود به نقاطی خاص از ساختمان است، مفید می‌باشد. در این سیستم، دسترسی برای مراقبت و بازرسی‌های دوره‌ای، به خصوص در ساختمان‌های مرتفع وجود دارد. سیستم نمای خشک برای خانه‌های مسکونی کم‌ارتفاع، پر هزینه است و معمولاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. اجزای تشکیل‌دهنده سیستم‌های نمای خشک شامل: عایق حرارتی، چارچوب نگه‌دارنده یا سیستم اتصال نما، فضای تهویه، نمای خشک و اتصال‌دهنده‌ها است. شکل (۲) نمونه‌ای از سیستم نمای خشک را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمونه‌ای از سیستم نمای خشک



۱-۴. اجزای تشکیل دهنده سیستم نمای خشک

۱-۴-۱. عایق حرارتی

- عایق حرارتی با اتصال دهنده‌های مکانیکی یا مواد چسبنده به زیرکار متصل می‌شود.
- مواد عایق نرم لایه در اطراف چارچوب خطر ایجاد پل حرارتی را کاهش می‌دهد.

۱-۴-۲. چارچوب نگه دارنده

- چارچوب نگه دارنده می‌تواند از چوب اشباع شده، فولاد یا آلومینیوم ساخته شود.
- این چارچوب اگر قابل تنظیم باشد، می‌تواند یک سطح مستوی بر روی سطحی که ناهموار است، به وجود آورد.
- چارچوب اگر با فاصله از سطح زیرکار اجرا شود، امکان ایجاد یک لایه پیوسته از عایق بر روی سطح زیرکار را به وجود آورده، پل حرارتی را به حداقل می‌رساند.
- اعضای چارچوب، اندازه‌های آنها، فواصل و استحکام آنها و اتصال دهنده‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که در برابر فشارهای باد مقاومت کنند.
- عایق حرارتی و فضای تهویه، در پشت نمای مقاوم در برابر باران قرار می‌گیرد.

۱-۴-۳. فضای تهویه

- برای بیشتر سیستم‌های نمای خشک، یک فضای تهویه بین نما و عایق ایجاد می‌شود. همچنین از هرگونه نفوذ نم از طریق اتصالات به داخل نما، یا ورود رطوبت از داخل خود ساختمان، جلوگیری می‌شود.

۱-۴-۴. مواد نمای خشک و اتصال دهنده‌ها

- انواع بسیاری از مصالح برای نمای خشک وجود دارد، از قبیل صفحات رزین اشباع شده، پشم معدنی فوق‌العاده فشرده، الیاف سیلیکات کلسیم مسلح شده، ورق‌های آلومینیوم و کاشی‌های سفالین.
- نمای خشک را می‌توان با اتصالات آزاد که امکان تنظیم آن را در مقابل باران به وجود می‌آورد اجرا کرد. آب‌بندی اتصالات موجب می‌شود که سیستم کاملاً درزگیری شود.
 - نمای خشک دارای طیف وسیعی از رنگ‌ها و بافت‌هاست.
 - اتصالات نما شامل میخ‌ها، پیچ‌ها، میخ پرچ‌ها یا اتصالات پنهان با استفاده از مواد چسبنده می‌باشند.
 - پروفیل‌های فشرده، نوارهای نگه دارنده زوارآلات یا لب‌بندها می‌توانند برای ایجاد ظاهر بهتر به پانل‌های نما اضافه شوند.

۲-۴. نکات مهم در سیستم‌های نمای خشک

- سیستم نمای خشک، باید مطابق جزییات و روشهای تولیدکننده اجرا شده و به موارد ذیل توجه شود:
- محافظت در مقابل آتش‌سوزی با استفاده از نوار عایق غیرقابل اشتعال، ایجاد موانع آتش و جلوگیری از گسترش سطحی شعله‌ها ضروری است.
 - در زمان اتصال نما شرایط زیرکار، بارهای اضافی (از قبیل فشار باد و مکش‌های دینامیکی)، حرکت سیستم با/یا مستقل از ساختمان در نظر گرفته شود.



- با استفاده از شکل صحیح چارچوب نگه‌دارنده، اتصال و نگهداشت صحیح مواد عایق و ایجاد فضای تهویه دایمی در بالا و پایین سطح نما، بازشوهای پنجره و حریق‌بندهای بدون سوراخ می‌توان تهویه در پشت نما را حفظ کرد. برای مانع شدن از ورود پرندگان و حشرات باید توری نیز اضافه شود.
- لازم است با استفاده از جزییات صحیح، از نشت هوا و اتلاف حرارت جلوگیری نمود.
- لازم است با استفاده از مشخصات صحیح، از خوردگی پرهیز شود.
- به منظور سازگار کردن صفحات و چارچوب نگه‌دارنده فلزی، می‌توان از نوار فوم عایق‌کننده استفاده کرد.
- در تمامی اتصالات نما امکان وجود حرکت در نظر گرفته شود.
- درخصوص مواردی مانند ناودانها، لوله‌ها، آبروهای شیروانی، لوله‌های اصلی گاز، خطوط تلفن و شبکه‌های هوایی راه حل ارائه شود.
- صفحات نمای فلزی را می‌توان به قلاب مجهز کرد تا اتصال پنهان ایجاد شود.

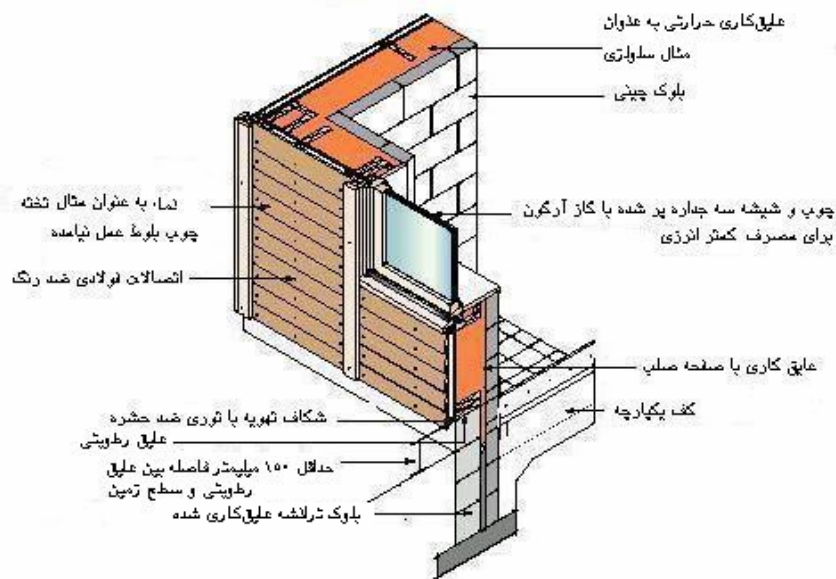
۵. سیستم خاص عایق‌کاری حرارتی از خارج

این فناوری توسط مهندسان معمار طراحی می‌شود و انتظار بر این است که جزییات ساده‌ای داشته باشد، به گونه‌ای که یک پیمانکار غیر متخصص نیز امکان ساخت آن را داشته باشد.

۵-۱. نکات مهم در سیستم‌های خاص عایق‌کاری حرارتی از خارج

- همانند سیستم‌های پوشش خشک، در این سیستم نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:
- برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل، فضای تهویه حفظ شود.
- به مکش دینامیکی و بارهای اضافی توجه شود.
- حریق‌بند ایجاد شود و از گسترش سطحی آتش جلوگیری شود.
- با انتخاب مواد مناسب نما و در نظر داشتن آسانی جابه‌جایی آنها، دوام سیستم تضمین شده و نگهداری از آن ساده می‌شود. شکل (۳) نمونه‌ای از سیستم خاص عایق‌کاری حرارتی از خارج را نشان می‌دهد.





شکل ۳: نمونه‌ای از سیستم خاص عایق کاری حرارتی از خارج

۶. عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم

عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم عایق کاری حرارتی از خارج عبارت است از:

- مناسب بودن سیستم برای کاربرد پیشنهاد شده و استفاده در موقعیت خاص مورد نظر؛
 - تناسب سیستم برای محل مورد نظر از لحاظ مقاومت در برابر عوامل جوی؛
 - مناسب بودن شرایط زیرکار؛
 - کیفیت و میزان آلوده‌ها، بافت‌ها و رنگ‌ها برای هماهنگی و تناسب با طرح؛
 - امکان قالب‌بندی و انعطاف‌پذیری سیستم به منظور شکل گرفتن به نحو مناسب در اطراف اجزای خارجی نما؛
 - ایجاد موانع در برابر آتش و جلوگیری از گسترش آن؛
 - ضمانت‌نامه توسط تولیدکنندگان، زمانی که سیستم به وسیله یک پیمانکار با صلاحیت کار گذاشته می‌شود.
 - قابلیت و سهولت ساخت به منظور جلوگیری از بروز مشکلات در محل کارگاه؛
 - سرعت ساخت برای دستیابی به راه‌حلی مناسب از دید هزینه؛
 - ملزومات حفظ و نگهداری برای اطمینان از طول عمر زیاد سیستم و هزینه‌های بهره‌برداری کم؛
- جدول (۱) مزایا و معایب سیستم‌های مختلف را نشان می‌دهد. این جدول جهت انتخاب سیستم مناسب مفید است.



جدول ۱- مقایسه سیستم‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی از خارج

سیستم‌ها	مزایا	معایب
سیستم اندودتر	- سیستم‌های مختلفی در زمینه اجرای فنی برای موقعیت‌های متفاوت وجود دارد. - پوشش‌های پلیمری به درزهای حرکت نیاز ندارند، زمانی که در زیرکار نیز به آنها نیازی نباشد. - امکان بهره‌برداری از خدمات فنی سازنده وجود دارد.	- اندودها نباید در درجه حرارت پایین به خصوص در مورد پوشش‌های پلیمری اجرا شوند. - امکان بازرسی پشت اندود بعد از کاربرد آن وجود ندارد مگر با تخریب برخی قسمت‌ها. - ممکن است در زمان بریدن قطعات پلی‌استایرن، کارگاه آلوده شود. - کنترل کیفیت در سایت به میزان زیاد ضروری است. - استانداردهای مورد قبول برای کیفیت پلیمر و مواد PMCR وجود ندارد.
سیستم‌های نمای خشک	- پانل‌ها به سادگی می‌توانند به منظور بازرسی یا جابه‌جایی، از جای خود برداشته شود. - یک سیستم خشک با فضای تهویه در مواردی که رگبار و شرایط جوی نامناسب وجود دارد، بهتر است. - جایی که فضای تهویه استفاده می‌شود، در مقابل نفوذ بخار آب حفظ می‌شود. - سیستم اتصال یا قاب می‌تواند تا حدی ایستایی و یا فاصله از سطوح دارای مسئله را ایجاد کند. - ساخت آن سریعتر از سیستم‌های تر است. - می‌تواند در شرایط یخبندان به کار رود. - امکان بهره‌برداری از خدمات فنی سازنده وجود دارد.	- سیستم‌های خشک با اجرای قوی می‌توانند گرانت‌تر از سیستم‌های تر با اجرای قوی باشد. - پل حرارتی ممکن است به وجود آید مگر اینکه در طراحی دقت زیاد بشود. - برای نصب درست عایق‌کاری و اطمینان از کاهش پل حرارتی و حفظ فضای تهویه نیاز به بازرسی وجود دارد. - نیاز به کنترل کیفیت با دقت زیاد در سایت وجود دارد.
سیستم‌های خاص	- امکان کنترل ترکیب و هزینه‌های هر یک از مواد وجود دارد زیرا که آنها بخشی از یک مجموعه مربوط به یک سازنده نیستند. - امکان استفاده از فرآورده‌ها و مواد پایدار را به وجود می‌آورد. - امکان طراحی سیستم به نحوی که اجازه نفوذ بخار آب را از طریق ساختار دیوار بدهد وجود دارد. - تنوع بیشتری از نماها می‌تواند استفاده شود. - دارای طرح خاصی است تا ساختمان را با زمینه سازگار کند.	- ضمانتی وجود ندارد. - خدمات فنی از طرف سازندگان سیستم وجود ندارد. - ضمانت اجرا در حوزه مسئولیت طراحان قرار می‌گیرد. - طرح‌های جدید آزمون نشده‌اند.



۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

کارایی بهتر انرژی در ساختمان‌ها از طریق عایق‌کاری حرارتی از خارج موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه‌ها و حفظ محیط زیست از آلاینده‌ها می‌شود. استفاده از عایق‌کاری حرارتی از خارج برای بازسازی ساختمان و استفاده مجدد از آن مصرف منابع را کاهش داده، کفایت سیستم‌های حرارتی موجود را در ساختمان تضمین نموده و از طریق پوشش دیوارهایی که در وضعیت نامساعد قرار دارند و افزایش هوابندی و کاهش اتلاف حرارت منافع اقتصادی به دنبال دارد. انواع گوناگونی از سیستم‌های عایق‌کاری حرارتی از خارج در ساختمان‌سازی وجود دارد که از لحاظ کیفیت و کاربرد با یکدیگر متفاوت هستند. لازم است سیستم مناسب، با توجه به شرایط موجود انتخاب شود. مزایای عایق‌کاری حرارتی از خارج به خصوص در کاربردهای بهسازی و منافع اقتصادی حاصل از آن کاربرد سیستم در سطح گسترده را ضروری می‌سازد.

۸. منابع

- [۱] مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۹. «صرفه‌جویی در مصرف انرژی»، دفتر نظامات مهندسی، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران، ۱۳۷۱.
- [۲] مرکز علمی - فنی ساختمان فرانسه (CSTB). «اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمان»، ترجمه جمشیدریاضی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۲۱۱، تهران، ۱۳۸۱.
- [3] Building Research Establishment. "External insulation systems for walls of dwellings, good practice guide", U.K, BRE, 2000.

