

بررسی اثر عایق حرارتی و رطوبتی بر روی بام و کولر ساختمان ۳۰ اتاقه سازمان بهرهوری انرژی ایران

پوشش‌های جدید در دهه اخیر برای مصارف مختلف منجمله بعنوان عایق رطوبتی و حرارتی بسیار توسعه پیدا کرده است. امروزه در اکثر کشورهای اروپایی و آمریکایی به جای ایزوگام و مواد نفتی از شبه پلیمرها بعنوان جایگزینی مناسب استفاده می‌شود. در این عایق‌ها از دو ترکیب اصلی، یکی رنگهای پایه اکریلیک و دیگری پودرهای سرامیکی (در برخی از انواع عایقها اضافه شده است) به منظور باز تابش نور خورشید استفاده شده است.

در گزارش حاضر به روش آزمون، نتایج عملی استفاده از این مواد بر روی ۴ سطح مختلف مورد آزمایش قرار گرفته که عبارتند از ۱- سطح پشت بام که قبلاً ایزوگام شده بود ۲- بدنه کولر آبی ۳- یک سطح فلزی آهنی (مشابه کانال کولر) ۴- سنگ مرمر تراورتن. هدف از این آزمایش بررسی تأثیر بکارگیری این نوع پوشش از نقطه نظر کاهش تأثیر اشعه خورشید و تلفات انرژی بوده، تا در صورت مفید بودن آن، توصیه‌های لازم برای ترویج استفاده از این مواد انجام پذیرد.

روش آزمون:

در روش انتخابی برای آزمون این مواد، شرایط اندازه‌گیری در دو حالت بررسی گردید که نتایج آن در جداول (۱) آورده شده است. حالت اول شرایط فعلی پشت بام و کولر می‌باشد که در این حالت به دو روش اندازه‌گیری انجام شده است. ابتدا توسط دستگاه دماسنج مادون قرمز از بدنه کولر و همچنین سقف اندازه‌گیری صورت گرفته و سپس توسط دوربین مادون قرمز (ترموگراف) عکس‌های مربوطه برای نمایش گرادیان دمای کلیه سطوح، گرفته شده و در گزارش پیوست آورده شده است. حالت دوم مربوط به زمانی است که سطح پشت بام و کولر عایق‌کاری شده و اندازه‌گیری دمای آنها نیز صورت گرفته است.

علاوه بر اندازه‌گیری سطوح پشت بام و کولر دمای دو گزینه دیگر نیز که یکی صفحه‌ای فلزی (درپوش منبع انبساط) و دیگری قطعه‌ای از یک سنگ تراورتن براق (سطح خارجی ساختمان) اندازه‌گیری شده و همچنین عکس‌های مادون قرمز سطوح یاد شده گرفته شده است که نتایج حاصل از کلیه اندازه‌گیریها به شرح ذیل می‌باشد.

۱. دمای سطح پشت بام: همانطور که در گزارش پیوست آورده شده دمای سطح پشت بام در حدود ۶۹-۶۲ (متوسط ۶۵) درجه سانتیگراد می‌باشد که پس از نصب عایق به حدود ۴۳-۳۶ (متوسط ۳۹) درجه سانتیگراد رسیده است. این اختلاف دما در سطح پوشیده از عایق نیز مربوط به عدم یکتاخستی عایق‌کاری

می‌باشد که در صورت پاشش توسط دستگاه و یکنواخت شدن آن دما به حدود ۳۶ درجه خواهد رسید. یعنی به طور متوسط حدود ۳۰ درجه کاهش دما در سطح مشاهده می‌گردد.

۲. دمای سطح کولر آبی: در مرحله بعد اندازه‌گیریهای دمای کولر و کانال انتقال هوای سرد آن مشاهده می‌گردد. در اندازه‌گیری توسط دماسنج مادن قرمز دمای سقف کولر روشن در حدود ۴۲ درجه سانتیگراد و دمای بدنه آن در حدود ۳۶ درجه می‌باشد عکس‌های گرفته شده توسط دوربین ترموگراف نیز تقریباً همین دما را نشان می‌دهد اما دمای کانال کولر در حد ۵۷-۵۱ درجه توسط دماسنج مادون قرمز و حدود ۵۱ درجه توسط دوربین ترموگراف اندازه‌گیری شده است.

پس از عایقکاری بدنه و کانال کولر دماهای بدنه و سقف کولر توسط دما سنج مادون قرمز در حدود ۲۶ درجه و توسط دوربین ترموگراف نیز همین مقادیر را نشان می‌دهد. دمای کانال کولر نیز از ۵۱ درجه (متوسط ۴۶ درجه) به حدود ۲۵ درجه رسیده است که عکس‌های ترموگراف گرفته شده از کولر نیز گویای این مسئله بوده و محدود دمایی بدنه و کانال کولر را نشان می‌دهد. یعنی به طور متوسط ۱۰ درجه کاهش در بدنه و ۲۰ درجه کاهش در کانال هوای سرد مشاهده شده است.

۳. دمای سطوح فلزی: عایقکاری سطوح فلزی نیز در این روش انجام شد. همانطور که مشاهده می‌شود عکس‌های ترموگراف به وضوح نشانگر کاهش دمای سطح می‌باشند. اختلاف دمای این سطوح نیز در حدود ۲۰ درجه می‌باشد که توسط دماسنج و همچنین دوربین ترموگراف ثبت شده است.

لازم به ذکر است به علت انتقال حرارت از قسمت گرم به سرد در فلز، بخشی از افزایش دمای سطوح عایق شده مربوط به گرمای سطح گرم و عایق نشده می‌باشد و در صورت عایقکاری کل سطح دمای کلی سطح کاهش خواهد داشت. کاربرد این مورد برای سطوح کلیه کارخانجات و سقف‌های فلزی می‌باشد که به راحتی می‌توان با عایقکاری سطح پشت بام‌های فلزی قسمت اعظمی از بار سرمایش فصول گرم سال را کاهش داد. میزان صرفه‌جویی به میزان مساحت پشت بام، ارتفاع سقف، عایقکاری پشم شیشه داخلی و زاویه تابش خورشید بستگی دارد ولی مسلماً اثر بسیار چشمگیری خواهد داشت بطوری که در برخی موارد می‌توان پیش بینی کرد صرفه‌جویی بالغ بر ۳۰٪ حاصل گردد.

۴. سطح سنگ تراورتن: نمونه‌ای از سنگ تراورتن نیز برای آزمایش عایقکاری شد در این مورد نیز دمای سطح در حدود 45°C قبل از عایقکاری و حدود ۳۷ درجه بعد از عایقکاری رسیده است که در حدود ۸ درجه کاهش دما را نشان می‌دهد.

جدول (۱) وضعیت دمای سطوح قبل و بعد از عایقکاری

درصد کاهش دما	اختلاف دما (°C)	دمای سطح بعد از عایقکاری (°C)	دمای سطح قبل از عایقکاری (°C)	محل	ردیف
۴۰٪	۲۶	۳۹	۶۵	سطح پشت بام	۱
۲۸٪	۱۰	۲۶	۳۶	سطح کولر آبی	۲
۳۶٪	۲۰	۳۶	۵۶	سطوح فلزی	۳
۱۷٪	۸	۳۷	۴۵	سنگ تراورتن	۴

لازم به ذکر است برای محاسبه پتانسیل واقعی صرفه‌جویی لازم است یک ساختمان بطور کامل عایقکاری شده و ممیزی انرژی آن قبل و بعد از عایقکاری انجام پذیرد تا پتانسیل واقعی مشخص گردد ولی بی شک پتانسیل قابل توجهی برای کاهش مصرف انرژی با استفاده از این نوع عایقکاری در سطح کشور وجود دارد. پس از انجام آزمایش محاسبات بار سرمایش و گرمایش ساختمان نیز با وضعیت جدید محاسبه شده و نتایج در جدول شماره (۲) آورده شده است. ضریب انتقال حرارت این مواد در حدود $0.034 \text{ w/m}^2\text{K}$ میباشد. با لحاظ کردن این مقدار در ضریب انتقال حرارت کلی (II) در سقف مقدار ضریب کلی انتقال حرارت از 0.76 به حدود $0.743 \text{ w/m}^2\text{K}$ خواهد رسید. لازم به ذکر است که ضخامت نصب شده و بهینه این عایقها در حدود ۱ میلی‌متر میباشد و محاسبه این ضریب بر همین اساس بوده است.

برآورد بار حرارتی و برودتی ساختمان ۳۰ اتاقه و مقایسه مصرف پس از عایقکاری						
محل	بار سرمایش فعلی		درصد بار سرمایشی	درصد بار گرمایشی	بار سرمایشی جدید	درصد کاهش بار سرمایشی
	مقدار m ²	W				
پنجره و محل‌های تابش خورشید	۱۰۳	۱۱۶۴۳	۰	۰	۱۱۶۴۳	۰
دیوارهای جانبی	۵۰۲	۱۶۴۸۱	۲۴۲۲۷	۲۴۲۲۷	۶۷۳۹	۵۹٪
پشت بام	۸۶۹	۲۵۷۵۷	۳۷۶۸۱	۳۷۶۸۱	۶۴۵۷	۷۵٪
پنجره‌ها	۱۰۳	۷۳۸۰	۱۵۲۲۳	۱۵۲۲۳	۷۳۸۰	۰
دریها	۸	۱۴۲۲	۱۱۶۸	۱۱۶۸	۱۴۲۲	۰
کف ساختمان	۸۶۹	۰	۴۰۹۹	۴۰۹۹	۰	۰
بار حرارتی روشنایی	۹۰۱۱ W	۸۳۳۶	۰	۰	۸۳۳۶	۰
تجهیزات الکتریکی ساختمان	۲۲۶۵۳ W	۲۱۲۸۴	۰	۰	۲۱۲۸۴	۰
نفرات و کارکنان	۱۲۸	۱۴۸۹۲	۰	۰	۱۴۸۹۲	۰
نفوذ از درزها		۶۶۹۰۶	۸۹۹۸۹	۸۹۹۸۹	۶۶۹۰۶	۰
ضریب تصحیح	۲۰٪	۱۷۳۶۴	۴۰۴۷۷	۴۰۴۷۷	۱۷۳۶۴	۰
جمع کل (وات)		۱۹۱۴۶۵	۲۱۲۸۶۴	۲۱۲۸۶۴	۱۶۲۴۲۳	۱۵،۱۷

ضریب کلی انتقال حرارت (u) از پشت بام در وضعیت فعلی $0.76 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$ و بعد از عایقکاری با ضخامت ۱ میلی‌متر به $0.743 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$ رسیده است همچنین ضریب کلی انتقال حرارت از دیواره‌ها $1.56 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$ در وضعیت فعلی و $1.49 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$ پس از عایقکاری محاسبه و در نظر گرفته شده است.

توصیه‌ها و راهکارهای پیشنهادی :

با توجه به مشخصات و اندازه‌گیریهای انجام شده و اثر بخشی این مواد برای کاربردهای مختلف خانگی ، صنعتی و حتی در برخی موارد برای بعضی وسایل خانگی منجمله کولرهای نصب شده و کارخانجات سازنده کولر استفاده از این مواد بسیار مؤثر و چشمگیر می‌باشد . لذا توصیه می‌گردد اقدامات لازم شامل آگاهسازی و ترویج استفاده از این محصول و همچنین راهکارهای حمایتی و تشویقی برای مصرف کنندگان و تولید کنندگان این محصول صورت پذیرد.

پیشنهاد اول : اجرای حدود یکصد دستگاه کولر آبی در ۳ منطقه مختلف تهران و پرداخت ۷۰٪ هزینه اجرا توسط سابا و سپس تهیه پرسشنامه و نظر خواهی و تحلیل اطلاعات از طریق مصرف کنندگان خانگی.

پیشنهاد دوم : پرداخت یارانه به کولر سازان برای جایگزینی این عایقها در بدنه کولرهای تولیدی به جای رنگهای پودری، که لازم است هر دو طرح بطور دقیق بررسی و اجرا گردد.