Archive of SID
فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هفتم / شماره‌ی ۲۵/ تابستان ۱۳۸۹/ صفحات ۲۱۲- ۱۷۳

راه کارها و منافع ارتقای بازدهی انرژی در کولر آبی*

علی نصیری اقدم
استادیار پژوهشکده‌ی مطالعات توسعه، جهاد دانشگاهی، واحد تهران، alinasiri110@gmail.com

مهدی قاسمی علی آبادی
عضو هیئت علمی پژوهشکده‌ی مطالعات توسعه، جهاد دانشگاهی، واحد تهران، ghasemi_446@yahoo.com

میثم کوچک‌زاده
مدرس دانشگاه یزد، maisam2005@gmail.com
تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۲

چکیده

یکی از عوامل مؤثر در کاهش اضافه تقاضای برق مصرفی، ارتقای بازدهی لوازم و تجهیزات مصرف‌کننده‌ی برق است. در این راستا، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، سیاست حمایت از تولیدکنندگان لوازم خانگی و از جمله کولر آبی را در دستور کار قرار داده است. هدف از این مقاله، امکان‌سنجی و ارزیابی هزینه‌ها و منافع ارتقای بازدهی کولر آبی است. با این هدف، اولاً امکان‌پذیری ارتقای بازدهی انرژی در کولرهای آبی ارزیابی، ثانیاً افزایش هزینه‌ی تمام شده‌ی کولر آبی ارتقا یافته، برآورد و ثالثاً منافع اقتصادی این اصلاح تخمین زده می‌شود. نتایج این مطالعه دلالت بر آن دارد که اولاً با توجه به فناوری موجود، راهکارهایی عملی جهت ارتقای بهره‌وری انرژی در کولر آبی وجود دارد و ثانیاً منافع این کار به مراتب بیش از هزینه‌های آن است. نکته‌ی مهمی که باید مورد توجه قرارگیرد این است که پرداخت یارانه جهت ارتقای بازدهی انرژی، بخشی از لوازم کار را مهیا می‌کند، ولی بدون رعایت سایر مؤلفه‌های مؤثر (نظیر تأمین خدمات تحقیق و توسعه، افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان از منافع این طرح و برطرف کردن موانع غیرمالی تغییرات)، اثرگذاری آن محل ابهام است.

طبقه بندی JEL: Q51, Q48, D61, D24.

کلید واژه: بهره‌وری انرژی، کولر آبی، هزینه- فایده، سیاست‌گذاری و سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

---

* این مقاله برگرفته از طرحی پژوهشی، به کارفرمایی سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) با عنوان «ساز و کارهای پرداخت یارانه به منظور صرفه‌جویی انرژی در کولرهای آبی و آثار آن در بازار» می‌باشد که در جهاد دانشگاهیِ واحد تهران، پژوهشکده‌ی مطالعات توسعه "گروه سنجش و بهبود محیط کسب و کار"، انجام شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

حدود ۳۰ درصد از الکتریسیته‌ی تولیدی برای استفاده در لوازم خانگی به مصرف می‌رسد. این‌که کارایی این وسایل از نظر مصرف انرژی چه میزان باشد، تأثیر مستقیمی بر میزان برقی دارد که باید تولید شود. علاوه بر این، میزان آلاینده‌هایی که در فضا منتشر می‌شوند و به‌ویژه دی اکسیدکربن موجود در هوا به طور مستقیم تحت تأثیر کارایی استفاده از برق است.

برای مثال اگر بتوان کارایی لوازم خانگی را ۳۰ درصد افزایش داد[۱]، نیاز به تولید برق در کشور به طور متوسط ۱۰ درصد کاهش می‌یابد و ۱۰ درصد از آلاینده‌هایی که در اثر کارکرد نیروگاه‌ها در هوا منتشر می‌شود، تقلیل می‌یابد و به همین مقدار تبعات خارجی (شامل آثاری که بر محیط زیست انسان و سلامتی خود انسان دارد) کنترل می‌شود. علاوه بر این، ۱۰ درصد از هزینه‌های لازم برای سرمایه‌گذاری در تولید برق آزاد می‌شود و امکان تهیه‌ی سایر کالاهای عمومی و خصوصی فراهم می‌شود.

نکته‌ی مهم در این زمینه آن است که به طور عادی دولت و مردم باید برای کنترل آلاینده‌ها هزینه‌های زیادی انجام دهند، حال آن‌که کاهش انتشار آلاینده‌ها در فضا از طریق ارتقای بازدهی لوازم خانگی با سرمایه‌گذاری صفر و حتی منفی حاصل می‌شود[۲] و این نکته از حیث اقتصادی (که دغدغه اصلی آن کمیابی و تخصیص منابع کمیاب میان نیازهای نامحدود است) از اهمیت بسزایی برخوردار است.

با تشخیص این اهمیت، از دهه‌ی ۱۹۸۰ کشورهای مختلف دنیا شروع به برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای ارتقای کارایی لوازم خانگی کردند و دستاوردهای قابل توجهی به دست آوردند. برای مثال، کانادا قانون کارایی انرژی را برای تجهیزاتی وضع کرد که ۷۳٪ از کل انرژی مصرفی خانگی را استفاده می‌کردند. نتایج اجرای قانون مذکور بدین شرح

۱- این، هدفی دست یافتنی است. برای مثال مؤسسه‌ی بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۰۳، پس از قریب دو دهه اعمال سیاست‌های ارتقای کارایی در لوازم خانگی، پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۱۰، ۲۴ درصد و تا سال ۲۰۳۰، ۳۳ درصد از مصرف الکتریسیته‌ی لوازم خانگی کاهش یابد. (مؤسسه‌ی بین‌المللی انرژی، ۲۰۰۳، ص ۳).

۲- این نکته مورد تأکید سازمان‌های بین‌المللی و از جمله مؤسسه‌ی بین‌المللی انرژی است. در حقیقت، کاهش انتشار آلاینده‌ها محصول جانبی ارتقای بازدهی لوازم خانگی است و به‌طورمستقیم برای کاهش آن سرمایه-گذاری نشده است. در حالی که اگر ارتقای بازدهی لوازم خانگی در دستور کار قرار نگیرد، باید برای کاهش آلاینده‌ها به طور مستقیم سرمایه‌گذاری شود.

www.SID.ir

Archive of SID

است: ۲۱ درصد کاهش در انرژی مصرفی ماشین‌های لباسشویی و خشک کن‌ها، و ۲۹ تا ۳۸ درصد کاهش در مصرف انرژی یخچال‌ها، فریزرها، و ظرفشویی‌ها. در اثر این تغییرات، متوسط انرژی مصرفی لوازم خانگی عمده از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۷ به طور معناداری کاهش یافته است. مثلاً متوسط انرژی مصرفی ماشین‌های لباسشویی، از بیش از ۱۱۵۰ کیلو وات ساعت در سال، به حدود ۹۰۰ کیلو وات ساعت در سال رسیده است. این ارقام برای یخچال از حدود ۱۰۰۰ به کم‌تر از ۷۰۰ کیلو وات ساعت در سال رسیده است. علاوه بر این، متوسط مصرف انرژی سالانه‌ی یخچال‌ها در سال ۱۹۹۷ نسبت به سال ۱۹۹۰ تقریباً نصف شده است. (NRCan، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۱)

در ایران نیز از چند سال قبل، این نیاز شناسایی و برنامه‌هایی طراحی و اجرا شده که بیش‌تر آن‌ها در قالب تبصره‌ی ۱۱ قوانین بودجه‌ی سالانه اجرا بوده است. این تبصره‌ی قانونی به دولت اجازه داده است برای اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی اعتباراتی را هزینه کند. طبق تبصره‌ی مذکور و آیین نامه‌ی ذی ربط، دولت در سه قالب می‌تواند برای اجرایی شدن طرح‌های بهینه‌سازی هزینه کند: وجوه اداره شده، یارانه‌ی سود تسهیلات و کمک بلاعوض.

در همین چارچوب سازمان بهره‌وری انرژی ایران تصمیم گرفته است بازدهی انرژی لوازم خانگی و به طور خاص کولر آبی را ارتقا دهد. تصمیم سازمان در زمینه‌ی حمایت از ارتقای بازدهی کولرهای آبی از چند جهت حایز اهمیت است:

۱- بازدهی کولرهای آبی موجود در بازار در رتبه‌ی بسیار پایینی قرار دارد و مطابق برچسب‌های انرژی، عموم آن‌ها در رتبه‌ی G و معدودی از کولرهای موجود در رتبه F قرار دارند. لذا بهبود کارایی کولر آبی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش مصرف انرژی ایفا کند.

۲- با توجه به طرح هدفمند سازی یارانه‌ها، احتمالاً طی چند سال آینده قیمت متوسط برق مصرفی از ۱۵۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت، به ۷۷۰ ریال افزایش می‌یابد و این افزایش به معنای آن است که حساسیت مصرف کننده نسبت به برق مصرفی کولر آبی افزایش می‌یابد و او حاضر نخواهد شد هزینه‌ی ناکارآمدی محصول تولید شده و تولید کننده‌ی آن را بپردازد.

۳- با توجه به این‌که ایران در منطقه‌ای گرم و خشک قرار گرفته است، کولر آبی بهترین وسیله‌ی خنک کننده می‌باشد. در این شرایط آب و هوایی، خنک شدن هوا با

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار مشخصی از رطوبت مطلوب است و لذا پنکه که به نوعی جایگزین کولر آبی محسوب می‌شود و منطق آن مبتنی بر جابه‌جایی هوای اتاق است، برای کشور مناسب نیست. کولر گازی هم که جایگزین دیگری برای کولر آبی بوده و در حال توسعه‌ی سهم خود در بازار است، گزینه‌ی مناسبی نیست، زیرا اولاً برق مصرفی آن فوق‌العاده زیاد است و در شرایط کمبود انرژی برق، گسترش استفاده از این وسیله، مشکل ساز خواهد بود چنان‌که در حال حاضر، اوج مصرف برق در ظهر تابستان به اوج مصرف شب نزدیک شده و در سال‌های آتی تأمین برق را دچار مشکل خواهد کرد. ثانیاً سیستم خنک‌کنندگی آن مانند یخچال است و هوای ثابتی را دایم خنک می‌کند و در اتاقی که کولر گازی کار می‌کند، بعد از یک مدت مشخص تنفس مشکل خواهد شد.

حال، با توجه به اهمیت هدف‌گذاری فوق، این پرسش مطرح است که آیا با توجه به فناوری‌های موجود امکان ارتقای بازدهی کولر آبی وجود دارد و این ارتقاء تا چه‌اندازه می‌تواند باشد. آیا در این رابطه، پرسش دوم این است که در صورت امکان‌پذیر بودن ارتقای بازدهی از نظر فنی، منافع آن به هزینه‌های آن غلبه دارد، یا این‌که توجیه اقتصادی این طرح‌ها زیر سئوال است. پاسخ به دو پرسش فوق محور مباحث این مقاله است.

برای دستیابی به اهداف مورد نظر، مقاله به این ترتیب سازماندهی شده است: پس از مقدمه، چارچوب بررسی امکان‌پذیری فنی- اقتصادی ارتقای بازدهی کولر آبی در بخش دوم، تشریح و سپس بر مبنای همین چارچوب تحلیلی، در بخش سوم امکان‌پذیری فنی- اقتصادی ارتقای بازدهی کولر آبی ارزیابی می‌شود. این بخش از مقاله نشان می‌دهد که اولاً راهکارهای اصلی ارتقای بازدهی کولر آبی چیست ثانیاً هزینه‌ی عملیاتی کردن این بهبودها چه مقدار است. گام آخر این تحلیل، ارزیابی منافع ارتقای بازدهی برای مصرف‌کنندگان، دولت و جامعه است. این کار در بخش چهارم مقاله انجام خواهد شد. بخش پنجم، به نتیجه‌گیری و پیشنهادات اختصاص دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- چارچوب بررسی امکان‌پذیری فنی- اقتصادی ارتقای بازدهی کولر آبی

مهم‌ترین شاخصی که جهت تعیین بازده‌ی انرژی در کولر آبی استفاده می‌شود «نسبت کارآیی انرژی»[1] (EER) است. این نسبت به زبان ساده نشان می‌دهد که از هر واحد برق مصرفی، چه مقدار تبدیل به خروجی مورد نظر (تبدیل هوای گرم به هوای خنک = هوادهی + خنکی) شده و چه مقدار تلف می‌شود. به زبان فنی‌تر، این شاخص، نسبت ظرفیت سرمایش محسوس هوا (یا میزان جذب گرما از محیط در یک بازه‌ی زمانی معین) به توان ورودی را منعکس می‌کند:

EER= (توان مصرفی) / (ظرفیت سرمایش محسوس)

این شاخص، بهره‌وری برق مصرفی را اندازه می‌گیرد و نشان می‌دهد که دستگاه مورد نظر با استفاده از برق به عنوان یک نهاده‌ی تولید، چه‌قدر محصول (جذب گرما از محیط) تولید کرده است. طبیعی است که هر چه بتوان از مقدار مشخصی نهاده، ستاده بیش‌تری به دست آورد یا هر مقدار مشخصی از ستاده را بتوان با نهاده‌ی کم‌تری به دست آورد، بهره‌وری یا بازدهی دستگاه افزایش می‌یابد و بالعکس. به این ترتیب، با تمرکز جداگانه بر صورت و مخرج کسر فوق، می‌توان درک بهتری از راه‌حل‌های فنی ممکن جهت ارتقای بازده‌ی انرژی کولر آبی به دست آورد.

مخرج کسر بر توان ورودی تمرکز دارد. قطعاتی که مستقیماً در کولر آبی توان ورودی را جذب و مصرف می‌کنند، به ترتیب اهمیت الکترو موتور و الکترو پمپ هستند که در قسمت‌های بعدی مورد توجه قرار خواهند گرفت.

صورت کسر (ظرفیت سرمایشی محسوس) حاوی دو جزء اساسی است: ۱. تفاوت دمای هوای خروجی از کولر و دمای هوای ورودی به آن، که از آن با عنوان «بازده‌ی خنکی» یاد می‌شود. ۲. میزان هوادهی، که با متر مکعب یا فوت مکعب بر ثانیه سنجیده می‌شود. جنس پوشال مورد استفاده و نحوه‌ی آب‌رسانی به پوشال‌ها و به طور کلی نحوه‌ی ایجاد سرما از طریق تبخیر آب، بر جزء اول مؤثر است و مکانیک کولر بر میزان هوادهی تأثیرگذار است. مکانیک کولر به طور مشخص شامل پروانه (وزن و زاویه‌ی پره‌ها)، محفظه‌ی قرار گرفتن پروانه، نحوه‌ی انتقال انرژی مکانیکی از طریق پولی موتور، تسمه، پولی پروانه، شفت و یاتاقان و طراحی بدنه‌ی کولر از حیث مساحت مؤثر جهت

1- Energy Efficiency Ratio.

www.SID.ir

Archive of SID

ورود هوا می‌باشد. به طور طبیعی اصلاح هر یک از این عوامل می‌تواند سهم مؤثری در ارتقای بازدهی کولر آبی داشته باشد.

نتایجی که در این مقاله گزارش می‌شود ترکیبی از:

مشاهدات و یافته‌های گروه تحقیق در بازدید از کارخانه‌ها و مصاحبه‌ها، گزارش‌های مکتوبی که از سابا و فعالان بازار (کولرساز و موتورساز) دریافت شد و نتایج پرسشنامه‌هاست.

در پرسش‌نامه، اصلاحات به تفکیک اجزای الکتریکی و مکانیکی مطرح و در مورد هر یک از اجزا، سئوالات محوری تحقیق به شرح ذیل پرسیده شد:

۱- سهم هر یک از قطعات (شامل الکترو موتور، الکترو پمپ، پروانه، پوشال و ...) در ارتقای بازدهی چه‌قدر است؟

۲- آیا از نظر فناوری موجود، اعمال تغییر (به تفکیک قطعات) برای ارتقای بازدهی انرژی میسر است؟

۳- استفاده از یک قطعه بهبود یافته (به تفکیک قطعات) چه‌قدر هزینه‌ی تمام شده‌ی کولر آبی را افزایش می‌دهد؟

۴- کولری که با نصب قطعات جدید، بازدهی بالاتری پیدا کرده آیا مورد پذیرش مشتری قرار می‌گیرد؟

۵- برای این‌که از بازخورد بازار مطمئن شوید، به چه بازه‌ی زمانی‌ای نیاز دارید؟ آیا یک‌باره قطعات جدید را جایگزین می‌کنید و یا طی چند دوره این کار را انجام می‌دهید؟

بنابراین مبنای سنجش تغییرات بازدهی کولر آبی، نسبت بازدهی انرژی است و داده‌های مربوط به این ارزیابی از پرسشنامه‌ها و برگه‌های آزمون (test sheet) مورد تأیید آزمایشگاه‌های کولرسازها و موتورسازها به دست آمده است. مبنای محاسبه افزایش در هزینه‌ی تمام شده‌ی قطعات اصلاح شده نیز، اعلام کولرسازها و تأیید متخصصان مرتبط است. مجموع نتایج این بخش از تحقیق در مورد هر یک از اصلاحات پیشنهادی در قسمت سوم مقاله آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- امکان‌پذیری فنی- اقتصادی ارتقای بازدهی کولر آبی

۳-۱- الکترو موتور

مهم‌ترین بخش الکتریکی کولر، الکتروموتور است که توان لازم برای کارکرد مکانیکی کولر را فراهم می‌کند. انواع مختلف الکتروموتورهای استفاده شده در کولر آبی عبارت است از موتورهای با توان ۱/۴، ۱/۳، ۱/۲، ۳/۴ و یک اسب بخار (HP).

در حال حاضر در بیش‌تر کولرهای آبی ثابت مورد مصرف در بازار ایران از موتور از ۱/۳ (یک – سوم) و تک فاز استفاده می‌شود.

علاوه بر این، الکترو موتورها را بر اساس ساختار نیز به دو دسته‌ی زیر تقسیم بندی می‌کنند:

- الکتروموتورهای فاز شکسته

این الکتروموتورها دارای گشتاور راه‌اندازی بالا و گاهی فراتر از حد مورد نیاز برای راه‌اندازی کولرهای آبی موجود در کشور هستند. این موضوع سبب می‌شود که در لحظه‌ی شروع به کار کولر، افت شدیدی در شبکه ایجاد شود. راندمان این موتور در دور کند، ۵۰ تا ۶۰ درصد و در دور تند ۳۰ تا ۴۰ درصد است. در این موتور از سه دسته سیم‌پیچ استفاده شده است و لذا هزینه‌ی تمام شده‌ی آن نسبت به نوع دوم (با چهار دسته سیم پیچ) پایین‌تر است.

- الکتروموتورهای خازن دائم

این الکتروموتورها نسبت به نوع قبلی دارای گشتاور راه‌اندازی پایین‌تری هستند، اما راندمان آن‌ها در دور کند، ۶۰ تا ۷۰ درصد و در دور تند، ۴۰ تا ۵۰ درصد است و لذا نسبت به نوع اول به طور متوسط ۱۰ درصد راندمان بالاتر دارد. در این موتور از ۴ دسته سیم پیچ استفاده شده است و لذا هزینه‌ی تمام شده‌ی تولید آن نسبت به نوع اول بالاتر است. در موتورهای خازن دائم نسبت به فازشکسته، در دور کند بین ۶ تا ۱۱ درصد و در دور تند بین ۱۵ تا ۲۰ درصد توان مصرفی پایین‌تر است. (الکتروژن، ۱۳۸۸)

در حال حاضر در بازار داخلی بیش‌تر از الکتروموتورهای فاز شکسته استفاده می‌شود، امّا در کولرهای صادراتی، تولید کنندگان از نوع خازن دار بیش‌تر استفاده می‌کنند. این مسأله به دلیل محدودیت‌هایی است که در کشورهایی مثل عراق در تولید برق وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

در حال حاضر امکان تولید الکتروموتورهای خازن دار در کشور، به طور بالقوه توسط همه‌ی تولید کنندگان وجود دارد. یکی از شرکت‌های تولید کننده‌ی موتور (بلال)، ظرفیت تولید ۵۰۰ هزار دستگاه موتور در سال را دارد. دو تولید کننده‌ی دیگر (الکتروژن و موتوژن) نیز توانایی تولید این موتورها را دارند و به دنبال جذب سرمایه جهت راه‌اندازی خط تولید این موتورها هستند. یعنی، از نظر فنی امکان ارتقای بازدهی الکتروموتور مورد استفاده در کولر آبی وجود دارد.

افزایش راندمان موتور، بر نسبت بازدهی انرژی (EER) در کولر آبی مؤثر است. اگر فرض کنیم که با جایگزینی موتورهای خازن دایم به جای موتورهای فاز شکسته ۱۰ درصد راندمان موتور افزایش می‌یابد، آن‌گاه:

- در کولرهای ۳۵۰۰ با موتور ۱/۳، نسبت بازدهی انرژی ۴/۶ واحد افزایش می‌یابد
- در کولرهای ۴۵۰۰ با موتور ۱/۳، نسبت بازدهی انرژی ۴/۹ واحد افزایش می‌یابد
- در کولرهای ۵۵۰۰ با موتور ۱/۲، نسبت بازدهی انرژی ۵ واحد افزایش می‌یابد
- در کولرهای ۷۰۰۰ با موتور ۳/۴ نسبت بازدهی انرژی ۵.۱ واحد افزایش می‌یابد،

یعنی با فرض حداقلی افزایش ۱۰ درصدی راندمان موتور، نسبت بازدهی انرژی در کولر آبی تا ۵ واحد افزایش می‌یابد (دودابی نژاد، ۱۳۸۸).

جدول ۱- تأثیر افزایش راندمان موتور در نسبت بازدهی انرژی کولر آبی

	موتور ۱/۳ در کولر ۳۵۰۰			**موتور ۱/۳ در کولر ۴۵۰۰**		
	راندمان موتور (درصد)	EER	تغییرات EER	راندمان موتور (درصد)	EER	تغییرات EER
پیش از تغییر	۵۱	۲۶.۱	-	۵۱	۲۷.۹	-
پس از تغییر	۶۰	۳۰.۷	۴.۶	۶۰	۳۲.۸	۴.۹
	موتور ۱/۲ در کولر ۵۵۰۰			**موتور ۳/۴ در کولر ۷۰۰۰**		
پیش از تغییر	۵۳	۲۶.۳	-	۶۰	۳۰.۵	-
پس از تغییر	۶۳	۳۱.۳	۵	۷۰	۳۵.۶	۵.۱

منبع: با استفاده از دودابی نژاد (۱۳۸۸)

با فرض این‌که به طور متوسط در ۴ ماه از سال، روزانه ۱۲ ساعت از کولر آبی استفاده شود و در ۷۵ درصد زمان از دور کند کولر بهره گرفته شود و هم‌چنین با فرض

www.SID.ir

Archive of SID

قیمت ۷۷۳ ریالی برای هر کیلو وات ساعت برق مصرفی، می‌توان تأثیر افزایش کارایی موتور بر روی میزان برق مصرفی و صرفه‌جویی ریالی ناشی از آن را محاسبه کرد.

ملاحظه می‌شود که با تبدیل موتورهای فاز شکسته به موتورهای خازن دائم، به ازای هر دستگاه کولری که از موتور ۱/۳ استفاده می‌کند، سالانه مبلغ ۵۵۶۵۶ ریال و برای موتور ۱/۲، معادل ۵۸۷۴۸ ریال و برای موتور ۳/۴ مبلغ ۷۵۷۵۴ ریال صرفه‌جویی خواهد شد.

جدول ۲- صرفه‌جویی سالانه‌ی حاصل از به کارگیری الکتروموتورهای خازن دائم در کولر آبی

شرح	موتور۱/۳		موتور۱/۲		موتور۳/۴	
	کند	تند	کند	تند	کند	تند
کاهش توان مصرفی	۲۴	۱۲۸	۲۴	۱۳۸	۴۰	۱۵۳
تعداد روز استفاده شده هر دستگاه کولر	۹۰	۳۰	۹۰	۳۰	۹۰	۳۰
ساعات استفاده از کولر در یک روز	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
کل ساعات استفاده شده در یک دوره	۱۰۸۰	۳۶۰	۱۰۸۰	۳۶۰	۱۰۸۰	۳۶۰
کاهش انرژی مصرفی (کیلو وات ساعت)	۲۶	۴۶	۲۶	۵۰	۴۳	۵۵
جمع انرژی کاهش یافته (کیلو وات ساعت)	۷۲		۷۶		۹۸	
هزینه‌ی ریالی صرفه جویی شده‌ی سالانه به ازای هر دستگاه (ریال)	۵۵۶۵۶		۵۸۷۴۸		۷۵۷۵۴	

منبع: محاسبات تحقیق

علاوه بر این، اگر عمر مفید هر دستگاه الکتروموتور ۵ سال در نظر گرفته شود، ارزش حال کل صرفه‌جویی اقتصادی ایجاد شده در طول این ۵ سال را می‌توان محاسبه کرد. اگر نرخ ترجیح زمانی پول را ۰/۰۸ فرض کنیم، ارزش حال صرفه‌ی ایجاد شده برای موتور ۱/۳، بالغ بر ۲۴۰۲۶۳ ریال، برای موتور ۱/۲ در حدود ۲۵۳۶۱۱ ریال و برای موتور ۳/۴ در حدود ۳۲۷۰۲۵ ریال می‌شود. با توجه به تفاوت هزینه‌ی موتورهای خازن دائم و فاز شکسته که طبق تخمین‌های مختلف بین ۵۰ تا ۷۰ هزار ریال است، ارقام فوق حکایت از آن دارد که منافع حاصل از حرکت به سمت موتورهای پربازده (خازن دائم)، به مراتب بیش از افزایش پیش‌بینی شده در هزینه‌ی تمام شده‌ی موتورهاست، یعنی در صورت اطلاع رسانی صحیح به مصرف کننده، او به راحتی حاضر به پذیرش

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش قیمت محصول عرضه شده در بازار خواهد بود و به عبارت فنی‌تر، تمایل به پرداخت او برای کولرهای پربازده به مراتب بیش از افزایش قیمت تمام شده می‌باشد. اگر منافع حاصل از کاهش انتشار آلاینده‌ها نیز به ارقام فوق اضافه شود، روشن می‌شود که منافع سیاست‌گذاری برای ارتقای بازدهی موتورها، به مراتب بیش از هزینه‌ی فنی این کار است.

اما این سئوال اساسی هنوز بی‌پاسخ است که چه طور می‌توان انگیزه‌ی لازم برای تولید و مصرف این قبیل موتورها را ایجاد کرد؟ چنین به نظر می‌رسد که این سئوال و پاسخ آن حلقه مفقوده سیاست‌گذاری است.

اولین نکته‌ی قابل توجه این است که موتوژن نوعی قدرت انحصاری در بازار دارد و به ویژه علامت تجاری آن، محصولش را از سایرین متمایز می‌کند. یکی از دلایل عدم استقبال از موتورهای خازن دائم بلال این اعتقاد است که کیفیت موتوژن بهتر از سایر علایم تجاری است.

نکته‌ی دوم این است که با ورود الکتروژن به عرصه‌ی تولید موتورهای خازن دائم و با کمی تأخیر، ورود شرکت موتوژن به این عرصه، صاحبان همه‌ی علایم تجاری معنادار در بازار، موتوری تولید خواهند کرد که به طور متوسط بازدهی بالاتری نسبت به مدل قبلی دارد. این موضوع سبب کاهش گزینه‌های قابل انتخاب تولیدکنندگان می‌شود و آن‌ها را تا حدی به استفاده از این موتورها مجبور خواهد کرد.

نکته‌ی سوم این است که در بازار این اعتقاد وجود دارد که موتورهای فاز شکسته بهتر از موتورهای خازن دائم‌اند. هم کولرسازها تا حد زیادی به این موضوع باور دارند، هم واسطه‌ها، متقاضی موتورهای گاورنری هستند و هم تعمیرکارها به مشتریان توصیه می‌کنند کولری بخرید که موتورش، مارک موتوژن (گاورنری) باشد، لذا کولرسازها نصب موتورهای خازن دایم را مساوی با از دست دادن بازار می‌بینند.

لذا نکته‌ی قابل توجه بعدی ایجاد اعتماد در بازار نسبت به موتورهای خازن دایم است، در غیر این صورت سرنوشت شرکت بلال اجتناب ناپذیر است که با وجود برخورداری از خط تولید موتورهای خازن دائم، موتور گاورنری تولید می‌کند. حال چگونه باید اعتمادسازی کرد:

گام اول، حل این مسأله‌ی فنی است: ایجاد یک حداقل قابل قبول جهت گشتاور استارت موتورهای خازن دار و استاندارد سازی آن.

www.SID.ir

Archive of SID

گام دوم، آموزش رایگان به تعمیرکاران موتورهای خازن دار و جلب اعتماد آن‌هاست. در حقیقت این تصور وجود دارد که امکان تعمیر موتورهای خازن دار وجود ندارد و با هر بار سوختن سیم پیچی، باید کل موتور عوض شود و احتمال سوختن موتورهای خازن دائم به دلیل گشتاور استارت پایین، بالاتر است.

توصیه‌ی اصلی تحقیق حاضر این است که سابا، اقدام به شناسایی تعمیرکاران مجاز الکتروموتور کند و با برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت در حد چند روز، شیوه‌ی کارکرد موتور، شیوه‌ی نصب و تنظیم موتور بر روی کولر و هم‌چنین تعمیر آن را آموزش دهد. این شیوه، شیوه‌ای است که امتحان خود را پس داده و در بسیاری از موارد، این کار در ایران و دنیا انجام شده و موفق بوده است.

این سیاست در حقیقت به نوعی مداخله در بازار، ایجاد بازار و رفع کاستی‌های بازار تلقی می‌شود و به لحاظ نظری از پشتوانه‌ی خوبی برخوردار است. برای مثال یونیدو (سازمان توسعه‌ی صنعتی ملل متحد)، بارها از این شیوه برای اصلاح بازارها و طراحی بازار برای محصولات جدید بهره برده است.[۱]

جایگزینی گاز O12 با گاز O134 در یخچال‌ها، نمونه‌ای از سیاست‌گذاری‌های یونیدو است. این سازمان با تشخیص زیان‌های زیاد گاز O12 تصمیم گرفت جلوی استفاده از این گاز را در یخچال‌ها بگیرد و گاز O134 را جایگزین آن کند، اما کسی به راحتی حاضر نبود تن به این‌کار بدهد. لذا یونیدو در کشورهای مختلف وارد شد و تجهیزات مورد نظر را در اختیار تولیدکنندگان یخچال قرار داد و از هر واحد تولیدی چند کارشناس را انتخاب کرد و آموزش‌های لازم را به آن‌ها ارایه داد تا تعویض گاز مشکلی در فرایند تولید ایجاد نکند و در ضمن از حیث استفاده از گازها میان یخچال‌سازها تفاوتی نباشد تا قدرت رقابت آن‌ها از دست نرود یا مخدوش نشود. به این ترتیب، به‌راحتی این جایگزینی در کل دنیا انجام شد و جالب این‌که خود یخچال‌سازها سایر قطعات را متناسب با گاز جدید، اصلاح و یا تقاضا کردند.

۱- در این زمینه، تجربه‌ی چین در کاهش مصرف انرژی موتورها قابل توجه است. هم اکنون چین به عنوان دومین مصرف کننده‌ی انرژی الکتریکی به شمار می‌رود. حدود ۶۰ درصد از کل مصرف انرژی الکتریکی در آن کشور مربوط به موتورهاست. برنامه‌ی یونیدو در چین ثابت کرد که مهارت‌های مربوط به شناسایی و اجرای طرح‌های بهینه‌سازی دستگاه‌های صنعتی را می‌توان از طریق مهارت آموزی‌های جامع، به افراد مرتبط منتقل کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مثال دیگر، جایگزینی لوله‌های پلاستیکی به جای لوله‌های فلزی در لوله کشی ساختمان‌هاست. با توجه به زنگ زدن تدریجی و سوراخ شدن لوله‌ها و نشت آن‌ها در درون ساختمان‌ها، لوله‌ای به نام لوله‌ی سبز وارد بازار شد که معایب لوله‌ی فلزی را نداشت ولی با استقبال چندانی مواجه نشد. چندی بعد لوله‌های پلاستیکی سفید رنگ وارد بازار شد و تقریباً بازار را قبضه کرد. رمز این موفقیت این بود که شرکت‌های مربوطه، لوله‌کش‌ها و فروشندگان لوله را تحت آموزش قرار داده و در آموزش به آن‌ها ثابت کردند که لوله‌های پلاستیکی در مقابل آتش، گرما، سرما و ضربه بسیار مقاومند و به راحتی سوراخ یا مستهلک نمی‌شوند. هم‌چنین لوله‌کش‌ها در ضمن ایجاد این اطمینان، شیوه‌ی کار کردن با لوله‌های پلاستیکی را نیز فراگرفتند. همین کار ساده موجب شد که لوله فروش‌ها و لوله‌کش‌ها به جای لوله‌ی فلزی، لوله‌ی پلاستیکی را به مشتریان پیشنهاد کنند.

نکته‌ی مهم دیگری که در ارتقای بازدهی الکتروموتورها مطرح است، افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان است. هم اکنون برچسب‌های انرژی که بر روی کولر آبی نصب می‌شود تنها اطلاعات کلی کولر را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد باید برچسب مشابهی در مورد الکترو موتور طراحی شود و میزان بازدهی و اهمیت اقتصادیِ تفاوت بازدهی را منعکس کند. در این صورت از طریق تبلیغات تلویزیونی سازمان بهره‌وری انرژی (سابا) و خود تولیدکنندگان می‌توان مصرف‌کنندگان را ترغیب به خرید کولرهایی با موتور پربازده یا اساساً نصب موتورهای پربازده در کولرهای خریداری شده کرد.

یکی از معایب مشترک موتورهای فاز شکسته و خازن دائم، عدم امکان کنترل دور موتور است، یعنی این نوع موتورها که تک فاز هستند یا در دور کند استفاده می‌شوند یا در دور تند و میان این دو حد، به هیچ‌صورت کنترل نمی‌شوند. لذا پیشنهاد شده است که به جای موتورهای تک فاز از موتور سه فاز استفاده شود.[۱] موتورهای سه فاز این امکان را ایجاد می‌کنند که دور موتور به صورت خطی قابل کنترل و برای دماهای مختلف قابل تنظیم باشد. برای مثال شرکت آبسال با استفاده از موتور سه فاز، راندمان موتور را در حدود ۲۰٪ افزایش داده است.

۱- برای مثال این پیشنهاد را شرکت برفاب، شرکت آبسال و هم‌چنین مهندس صابر از شرکت فراگامان ارایه کرده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر این، موتورهای سه فاز به یک بحث مهم در مورد موتورهای تک فاز خاتمه می‌دهند. در موتورهای تک فاز مباحثی چون فاز شکسته بودن یا خازن دایم بودن و هم‌چنین میزان گشتاور استارت و مانند این‌ها مطرح است، که با استفاده از موتورهای سه فاز این مباحث دیگر موضوعیت پیدا نمی‌کند.

موتور سه فاز نسبت به موتور تک فاز در قدرت یکسان، ارزان‌تر است و می‌توان یک موتور سه فاز خوب و با قدرت بیش‌تر را در قیمت موتور تک فاز تهیه کرد. در مورد این موتورها، تنها مسأله‌ی مطرح این است که برق شهر تک فاز است و برای استفاده از موتورهای سه فاز باید از یک مبدل برق تک فاز به سه فاز استفاده شود. این مبدل که در ضمن به مصرف‌کننده قدرت می‌دهد تا از مزیت کنترل خطی موتور بهره‌برداری کند، هزینه را تا ۲۵ هزار تومان افزایش می‌دهد، که این مبلغ بسیار قابل توجه است. با توجه به منافع بالقوه‌ی این تغییر، منفعت خالص اعمال آن مثبت است و استفاده‌ی از آن توجیه اقتصادی دارد. ضمن این‌که با تولید انبوه مبدل‌ها، هزینه‌ی تمام شده‌ی آن‌ها کاهش می‌یابد و با منطقی شدن قیمت برق، توجیه اقتصادی آن بیش از پیش نمایان می‌شود.

علاوه بر این، الکتروموتورهای تک فاز سقف بازدهی محدودی دارند و مثلاً در بهترین حالت بازدهی آن‌ها به ۶۵ تا ۷۰ درصد قابل افزایش است. هم اکنون یک شرکت ایتالیایی، موتورهایی را تولید کرده است که بازدهی ۸۵ درصد دارند. این موتورها روی پروانه نصب می‌شوند و با حذف شفت‌ها، یاتاقان‌ها، پولی‌ها و تسمه به طور مستقیم انرژی برق را به نیروی محرکه‌ی پروانه تبدیل می‌کنند.

در بلندمدت باید هدف سیاست‌گذار و تولیدکننده دستیابی به این فناوری باشد. از یک سو، هم اکنون دانش فنی این موتورها در داخل کشور وجود ندارد و از سوی دیگر، تحت تأثیر قانون حمایت از تولید داخلی، تعرفه‌ی سنگینی بر روی واردات این محصول وضع شده است و به کارگیری آن در کولر آبی مقرون به صرفه نیست.[۱] اما به چند

۱- لازم به ذکر است که در دهه‌ی هفتاد، شرکت آزمایش، موتورهای موسوم به فیش باخ از کشور آلمان را برای مدتی بر روی کولرهای خود نصب کرد. این موتورها نیز به صورت مستقیم روی پروانه نصب می‌شد، اما بنا به دلایلی، بعد از مدتی تولید این محصول متوقف شد.

www.SID.ir

Archive of SID

طریق (علاوه بر آزادسازی واردات) می‌توان این گزینه را به یک گزینه‌ی سیاستی تبدیل کرد:

الف) **برگزاری یک مناقصه** جهت انجام کار مطالعاتی، طراحی و تولید موتوری با همین مشخصات در داخل کشور و **تضمین خرید محصولات** تولیدکننده در یک بازه‌ی زمانی مشخص.

تضمین خرید محصولات، یکی از ابزارهای مهم سیاست‌گذاری جهت تشویق تولیدکنندگان و ایجاد بازاری مطمئن برای آن‌هاست.

ب) **تشویق کولرسازان برتر به یک سرمایه‌گذاری مشترک** جهت انجام کار مطالعاتی، طراحی و تولید این کلاس از موتورها و اعطای مجوز انحصاری حقوق مالکیت برای چند سال مشخص و هم‌چنین حمایت از سرمایه‌گذاری این شرکت‌ها از طریق تخفیف در سود تسهیلات و مانند آن. البته جزئیات این پیشنهادها قابل بحث است.

به طور خلاصه، در مورد اصلاح الکترو موتور، نکات زیر قابل ذکر است:

۱- ارتقای بازدهی الکترو موتور امکان‌پذیر بوده و منافع آن به طور قابل توجهی بیش از هزینه‌های آن است.

۲- حمایت از موتورسازها برای تولید موتورهای پربازده در بهترین حالت، تنها شرط لازم است و در صورت عدم رعایت سایر شرایط، نتیجه بخش نخواهد بود.

۳- به منظور ترغیب بازار به انجام جایگزینی موتورهای پربازده (خازن دائم) به جای موتورهای کم بازده (گاورنری)، باید نسبت به گشتاور استارت این موتورها اطمینان حاصل شود. این اطمینان با ادعا حاصل نمی‌شود و مستلزم انجام دادن آزمایش‌های عینی است.

۴- حتی اگر موتورهای پربازده تولید شوند و مصرف‌کنندگان هم حاضر باشند قیمت بالاتر را بپردازند و حتی اگر تولیدکنندگان نیز حاضر به استفاده از موتورهای جدید شوند، باز هم ممکن است بازار، پذیرش موتورهای جدید را نداشته باشد. ایجاد اعتماد در میان واسطه‌ها و تعمیرکاران از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت، می‌تواند کمک بزرگی به پذیرش محصول پربازده کند.

۵- در عین حال نباید از جانب تقاضا غافل ماند. بهتر است نصب برچسب انرژی برروی موتور نیز، الزامی و نسبت به اطلاع رسانی آن اقدام شود. این کار نقش مهمی در اصلاح جانب تقاضا دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

۶- نکته‌ای که هیچ‌گاه نباید فراموش شود، به روز رسانی برنامه‌ی ارتقا و توجه دوباره به گزینه‌هایی است که قبلاً مورد توجه نبوده یا اولویت نداشته است. یکی از این گزینه‌ها استفاده از موتورهایی پیشرفته با بازدهی ۸۵ درصد است که در ایتالیا تولید می‌شود و به دلیل تعرفه‌ی بالای واردات، استفاده از آن در ایران مقرون به صرفه نیست، اما می‌توان با یک سیاست‌گذاری منسجم آن را به یک گزینه‌ی عملیاتی تبدیل کرد.

۲-۳- الکترو پمپ

الکتروپمپ، هم از نظر توان برق مصرفی و هم از نظر میزان آب‌دهی، دارای اهمیت است و تأثیر مستقیمی بر بازدهی کولر آبی دارد. انواع مختلف پمپ‌های موجود در بازار عبارتند از پمپ‌های گریز از مرکز، مختلط و محوری، که در حال حاضر نوع اول کاربرد بیش‌تری دارد. بازده‌ی پمپ‌های گریز از مرکز بر اساس استاندارد ۲۵۹۲ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بازده‌ی کلی پمپ} = \frac{\text{توان داده شده به آب}}{\text{توان داده شده به پمپ}} \times ۱۰۰$$

توان داده شده به آب تحت تأثیر مواردی مثل چگالی، توان، دبی، ارتفاع و شتاب گرانش است.

$$\text{توان داده شده به آب} = \text{چگالی} \times \text{دبی} \times \text{شتاب گرانش} \times \text{ارتفاع} \times \frac{۱۰^{-۳}}{۳۶۰۰}$$

$$(kg/m^3) \times (lit/h) \times (m/s^2) \times (m)$$

در آزمون مربوط به توان داده شده به آب، مقدار دبی آب در چند ارتفاع محاسبه شده و بازده هر کدام از آن‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شود.

پمپ آب از نظر میزان نشت جریان الکتریکی نیز مورد آزمون قرار می‌گیرد. در این آزمون حداکثر حد مجاز نشت جریان الکتریکی ۰/۲۵ mA است. در این زمینه پمپ‌ها باید از عایق بندی‌های مناسبی برخوردار باشند. در عایق بندی‌های تکمیلی علاوه بر استفاده از عایق بر روی مواد رسانای به کار گرفته شده در ساخت موتور، از عایق دیگری برای پوشاندن کل وسیله استفاده می‌شود.

از موارد دیگری که می‌تواند در بازده‌ی پمپ بسیار حائز اهمیت باشد، میزان افزایش دمای سیم پیچ هنگام کار کردن است. میزان افزایش دمای سیم پیچ به مقاومت سیم‌پیچ و نیز دمای محیطی که پمپ در آن کار می‌کند بستگی دارد. در آزمون‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به افزایش دما، مقاومت سیم پیچ موتور قبل از اتصال به برق و در حین کار کردن اندازه‌گیری شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

در حال حاضر، در کشور ۸ نمونه پمپ بر روی کولرهای آبی نصب می‌شود. از این میان ۶ نمونه مربوط به تولیدات داخل کشور است و دو نمونه پمپ نیز از کشور چین وارد می‌شود. در ادامه نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی این ۸ نوع پمپ گزارش شده است.[۱]

الف) افزایش دمای سیم‌پیچ

افزایش دمای سیم‌پیچ‌ها بر حسب کلاس عایق استفاده شده در آن باید از حد معینی پائین‌تر باشد. برای سیم‌پیچ‌های کلاس B، این حد ۹۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است. نتایج آزمایش انجام گرفته میان ۸ نمونه پمپ مختلف، با تأکید بر حداکثر و حداقل افزایش دما در ارتفاع‌های مختلف، در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- حداکثر و حداقل افزایش دمای سیم‌پیچ (بر حسب درجه‌ی سلسیوس)

ارتفاع	حداقل	حداکثر
۹۰ Cm	۳۹.۲	۹۹
۱۲۰ Cm	۳۷.۲	۹۳.۷
۱۵۰ Cm	۳٤.۸	۹۹.۱
Total Head= ۲۰۰ Cm	۳۵.۰	۱۰۰

منبع: شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)

به طور طبیعی، استفاده از موتور پمپ‌هایی که افزایش دمای سیم‌پیچ در آن‌ها کم‌تر است، می‌تواند در مصرف انرژی الکتریکی کارایی بیش‌تری داشته باشد. در جدول فوق ملاحظه می‌شود که اختلاف میان حداقل و حداکثر افزایش دمای سیم‌پیچ‌های مختلف بسیار قابل ملاحظه است و با جایگزینی پمپ‌هایی که دمای سیم‌پیچ آن‌ها کم‌تر افزایش می‌یابد، می‌توان بازدهی کولر آبی را افزایش داد.

۱- این مطلب با استفاده از گزارش شرکت تحقیقات لوازم خانگی (اسفند ۱۳۸۷) تهیه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

ب) توان مصرفی

طبیعی است هر قدر توان مصرفی موتور پمپ کم‌تر باشد، از نظر میزان مصرف انرژی از کارایی بالاتری برخوردار است. در مطالعه‌ی انجام شده میان ۸ نمونه پمپ تست شده، حداقل توان مصرفی برای پمپاژ آب تا ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر، ۲۲ وات و حداکثر توان مصرفی ۶۹ وات است. این مقایسه در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴- مقایسه‌ی توان مصرفی نمونه‌های مختلف پمپ

نمونه	نمونه‌ی ۱	نمونه ۲	نمونه‌ی ۳	نمونه‌ی ۴	نمونه‌ی ۵	نمونه‌ی ۶	نمونه‌ی ۷	نمونه‌ی ۸
توان در ارتفاع ۱۲۰ cm	۵۲	۵۲	۵۲	۵۶	۶۹	۵۲	۶۱	۲۲

منبع: شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)

شاید در نگاه اول این گونه به نظر برسد که میزان توان مصرفی، مثلاً ۶۹ وات، اهمیت چندان زیادی ندارد، اما هر گاه این عدد به جای عدد ۲۲ وات در تعداد بیش از ۱۰ میلیون کولر آبی ضرب شود، رقم بسیار مهمی خواهد شد و اختلاف آن‌ها بسیار اهمیت پیدا می‌کند.

ج) جریان مصرفی

هر قدر جریان مصرفی لازم برای انتقال آب کم‌تر باشد، پمپ دارای بازدهی بالاتری خواهد بود. نتایج آزمایش حاکی از آن است که در ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر، بیش‌ترین جریان مصرفی، ۰/۴۷ آمپر و کم‌ترین جریان مصرفی ۰/۱ آمپر است. (جدول ۵)

جدول ۵- مقایسه‌ی جریان مصرفی در الکترو پمپ‌ها در ارتفاع ۱۲۰ cm (آمپر)

نمونه	نمونه‌ی ۱	نمونه‌ی ۲	نمونه‌ی ۳	نمونه‌ی ۴	نمونه‌ی ۵	نمونه‌ی ۶	نمونه‌ی ۷	نمونه‌ی ۸
جریان مصرفی	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۳	۰/۳۴	۰/۱

منبع: شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)

د) دبی آب

وظیفه‌ی پمپ، انتقال آب از داخل تشتک و توزیع آن بر روی دریچه‌های کولر برای خیس کردن پوشال است، لذا هر قدر دبی آب انتقال داده شده بیش‌تر باشد، پمپ از

www.SID.ir

Archive of SID

کارایی بالاتری برخوردار است. در مقایسه‌ی ۸ نمونه‌ی آزمایش شده، دبی آب در ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر بین ۷/۲ لیتر در دقیقه تا ۱۱ لیتر در دقیقه نوسان داشته است (جدول۶).

ملاحظه می‌شود که میزان دبی آب منتقل شده در نمونه‌های مختلف، اختلاف قابل توجهی دارد.

جدول ۶- مقایسه‌ی دبی نمونه‌های مختلف در ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر (لیتر در دقیقه)

نمونه	نمونه‌ی (۱)	نمونه‌ی (۲)	نمونه‌ی (۳)	نمونه‌ی (۴)	نمونه‌ی (۵)	نمونه‌ی (۶)	نمونه‌ی (۷)	نمونه‌ی (۸)
دبی	۸/۱	۷/۲	۷/۲	۸/۴	۱۰	۷	۶/۸	۱۱

منبع: شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)

ه) بازده

مطابق استاندارد ملی ۲-۷۸۱۷ و ۲۵۹۲، کیفیت عملکرد پمپ به میزان بازده‌ی آن بستگی دارد. در تحقیق انجام گرفته روی ۸ نمونه پمپ مورد استفاده در کشور، کم‌ترین میزان بازده، ۲/۲۲ و بالاترین بازده‌ی ۹/۸ درصد است و بیش‌تر پمپ‌های مورد استفاده در داخل از عملکرد انرژی پایینی برخوردارند. (جدول ۷)

جدول ۷- بازدهی انواع پمپ آب

نمونه	نمونه‌ی (۱)	نمونه‌ی (۲)	نمونه‌ی (۳)	نمونه‌ی (۴)	نمونه‌ی (۵)	نمونه‌ی (۶)	نمونه‌ی (۷)	نمونه‌ی (۸)
بازده	۳/۱۱	۲/۷۶	۲/۷۶	۳	۲/۸۹	۳/۵۱	۲/۲۲	۹/۸

منبع: شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)

و) فرصت‌های اقتصادی حاصل از پمپ‌های پربازده

اگر محاسبات مربوط به پمپ‌های آب بر اساس ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر انجام پذیرد و هم‌چنین فرض شود که سالانه در کشور حدود ۴ میلیون دستگاه پمپ نو مورد استفاده قرار می‌گیرد، آن‌گاه در زمینه‌ی فرصت‌های اقتصادی حاصل از پمپ‌های پربازده، نتایج ذیل به دست خواهد آمد:

www.SID.ir

Archive of SID

توان مصرفی پر بازده‌ترین پمپ موجود، ۲۲ وات است، در صورتی که میانگین توان مصرفی بقیه‌ی پمپ‌ها ۵۶/۳ وات است[۱]. هم‌چنین، میزان انرژی مصرفی پمپ مذکور در یک روز ۰/۲۶۴ کیلووات ساعت است، در حالی‌که متوسط انرژی مصرف شده توسط سایر پمپ‌ها ۰/۵۰۶۷ کیلووات ساعت می‌باشد. (جدول ۸)

جدول ۸- تفاوت مصرف انرژی در متوسط نمونه‌های پمپ آب و نمونه پربازده

	انرژی مصرف شده در یک روز **(kwh)**	انرژی مصرف شده در ۱۲۰ روز	انرژی مصرف شده در ۱۲۰ روز توسط ۴ میلیون دستگاه کولر	هزینه‌ی ریالی برق مصرفی به ازای هر کیلو وات ۷۷۳ ریال (ارقام به ریال)
نمونه‌ی ۸	۰/۲۶۴	۳۱/۶۸	۱۲۶.۷۲۰.۰۰۰	۹۷.۹۵۴.۵۶۰.۰۰۰
متوسط سایر پمپ‌ها	۰/۶۳۳۳	۷۶/۰۰۵	۳۰۴.۰۲۰.۰۰۰	۲۳۵.۰۰۷.۴۶۰.۰۰۰
تفاوت	-۰/۳۶۹۳	-۴۴/۳۲۵	-۱۷۷.۳۰۰.۰۰۰	- ۱۳۷.۰۵۲.۹۰۰.۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج نشان می‌دهد که استفاده از پمپ‌های با راندمان بالا، نسبت به سایر پمپ‌های موجود در بازار، در حدود ۱۷۷ میلیون کیلووات ساعت در مصرف برق کشور صرفه جویی ایجاد می‌کند که از نظر ریالی ارزشی در حدود ۱۳۷ میلیارد ریال (۱۳/۷ میلیارد تومان)، با قیمت ۷۳۳ ریال برای هر کیلووات ساعت برق مصرفی، خواهد داشت. علاوه بر این، در صورت جایگزینی نمونه‌ی ۸ با سایر نمونه‌ها و با در نظر گرفتن ۴ میلیون دستگاه پمپ، در سال در حدود ۱۷۷۳۰۰۰۰۰ وات (۱۷۷/۳ مگاوات) توان شبکه‌ی توزیع کاهش خواهد یافت، که این رقم، بسیار قابل ملاحظه می‌باشد.

با در نظر گرفتن این نکته که هدف سیاست‌گذاری، ارتقای نسبت بازدهی انرژی (EER) است، باید تأثیر افزایش راندمان الکتروپمپ بر روی EER مورد بررسی قرارگیرد. با ثابت فرض کردن سایر شرایط، نتایجی به شرح ذیل حاصل شده است (جدول ۹):

۱- تولیدکننده‌های نمونه‌های رقیب، در مصاحبه‌های انجام شده ادعا کرده‌اند که این موتور هر چند توان مصرفی کم‌تری دارد، اما این مسأله سبب کاهش دبی نیز خواهد شد. هر چند در این گزارش نشان داده شده که این پمپ از دبی بالاتری نسبت به بقیه برخوردار است، اما این مسأله باید توسط کارشناسان معتبر و بی‌طرف مورد بررسی فنی بیش‌تری قرارگیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

- در کولرهای ۳۵۰۰ که در آن از پمپ آب با توان ۷۵ وات استفاده می‌شود، اگر بتوان راندمان پمپ را ۴۰ درصد افزایش داد، نسبت بازدهی انرژی (EER) به اندازه‌ی ۲.۶ واحد ارتقا پیدا خواهد کرد.

- در کولرهای ۴۵۰۰ با افزایش ۴۰ درصدی راندمانِ پمپ ۷۵ واتی، می‌توان EER را به اندازه‌ی ۲.۹ واحد افزایش داد.

- در کولرهای ۵۵۰۰، با افزایش ۴۰ درصدی راندمانِ پمپ ۷۵ واتی، ارتقای EER بالغ بر ۱.۹ واحد می‌شود.

جدول ۹- اثر ارتقای راندمان پمپ بر نسبت بازدهی انرژی در کولر آبی ۳۵۰۰

نوع کولر	توان پمپ (وات)	افزایش راندمان پمپ	تغییر **EER**
۳۵۰۰	۷۵	۴۰ درصد	۲.۶
۴۵۰۰	۷۵	۴۰ درصد	۲.۹
۵۵۰۰	۷۵	۴۰ درصد	۱.۹

منبع: شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)

به طور خلاصه، در این بخش نشان داده شد که:

اولاً امکان بالا بردن راندمان پمپ در کشور به لحاظ فنی وجود دارد و ثانیاً در صورتی که راندمان پمپ ۴۰ درصد بالاتر رود، می‌توان EER را در حدود ۲ واحد در انواع مختلف کولر افزایش داد.

علاوه بر این، این تغییر با هزینه‌ای ناچیز قابل حصول است و هزینه‌ی تمام شده‌ی کولر را افزایش نمی‌دهد. تا جایی که تحقیق حاضر نشان می‌دهد، مصرف‌کنندگان حساسیتی نسبت به نام تجاری تولیدکننده‌ی پمپ ندارند و بر خلاف الکتروموتور، کولرسازها در صورت دسترسی به الکتروپمپ پر بازده به راحتی می‌توانند جایگزینی را انجام دهند. هم‌چنین بحث تعمیرات نیز مطرح نیست و از این نظر تفاوت معناداری بین الکتروپمپ‌ها وجود ندارد.

۳-۳- *پروانه (بلوور)*

پس از قطعات الکتریکی کولر که به طور مستقیم مصرف‌کننده‌ی انرژی الکتریکی هستند، نوبت به اجزای مکانیکی می‌رسد که در بازدهی برق مصرفی نقش به‌سزایی

www.SID.ir

Archive of SID

دارند و بنا بر نظر کارشناسان مختلف، سهم اجزای مکانیکی در عملکرد کولر آبی ۶۰ تا ۶۵ درصد و سهم اجزای الکتریکی حدود ۳۵ درصد است. در میان قطعات مکانیکی، پروانه، مهم‌ترین اثر را بر هوادهی کولر و در نتیجه نسبت بازدهی انرژی (EER)، دارد. پروانه حداقل از دو جنبه‌ی زیر حائز اهمیت است:

الف) زاویه‌ی پره‌ها و تعداد آن‌ها

زاویه و تعداد پره‌ها بسیار مهم هستند و لازم است حد بهینه‌ی آن‌ها شناسایی و تعبیه شود. یک نکته در این زمینه این است که حد بهینه‌ی زاویه‌ی پره‌ها چند درجه است و نکته‌ی دیگر این است که زاویه‌ی قالب باید چه‌قدر طراحی شود تا با توجه به برگشت‌پذیری ورق‌های فلزی زاویه‌ی بهینه روی پره‌ها ایجاد شود. نکته‌ی سوم این است که ورق‌های فلزی مورد استفاده از استاندارد مشخصی پیروی نمی‌کنند و بسته به زمان خرید و شرکت تولیدکننده، ضخامت و کیفیت ورق‌ها متفاوت است و به طور طبیعی نتایج متفاوتی هم در خط تولید به بار می‌آورد. و نکته‌ی چهارم این‌که ایجاد این زاویه‌ی خاص در مرحله‌ی تولید بسیار زمان‌بَر است و قالبی که بخواهد چنین انحنایی را در ورق‌های فلزی ایجاد کند و برای هر پروانه ده‌ها بار این کار را تکرار کند، از عهده‌ی نیاز خط تولید برنمی‌آید.

نتایج مطالعه‌ی میدانی گروه تحقیق نشان داد که کولرسازها تقریباً از نکات فوق مطلع هستند، اما توانمندی علمی لازم برای رفع و رجوع مسایل فوق را ندارند. مثلاً می‌دانند که حد بهینه‌ی زاویه‌ی پره حدود ۱۴ درجه است، اما نمی‌دانند زاویه‌ی قالب چه‌قدر باید باشد تا با توجه به برگشت‌پذیری ورق، حد بهینه ایجاد شود و قالب مورد نظر قدرت انطباق با خط تولید را نیز داشته باشد، لذا بسیاری از تولیدکنندگان انتظار حمایت مالی از دولت را ندارند، بلکه معتقدند که اگر دولت دانش ارتقای بازدهی را به عنوان یک کالای عمومی تهیه کند[1] و در اختیار تولیدکنندگان قرار دهد، بزرگ‌ترین خدمت را به آن‌ها کرده است.

۱- در ادبیات علم اقتصاد وقتی که گفته می‌شود دولت کالایی مثل دانش را به عنوان یک کالای عمومی تهیه کند (Public Provision)، لزوماً این معنا به‌کار نمی‌رود که دولت باید خود این دانش را تولید کند (Public Production)، بلکه منظور آن است که دولت به نحوی سیاست‌گذاری کند که این دانش به هر طریق ممکنی تولید شود و در اختیار جامعه قرارگیرد. در این مورد دولت می‌تواند این دانش را از صاحبان آن خریداری کند و در اختیار کولر سازها قرار دهد و یا تولید این دانش را به مزایده بگذارد و از برنده‌ی مزایده

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر جنس: فلزی یا پلاستیکی؟

در حال حاضر برای کولرهای بزرگ از پروانه‌های فلزی استفاده می‌شود. این پروانه‌ها دارای دو اشکال زیر هستند: وزن آن‌ها زیاد است و به طور طبیعی نسبت به پروانه‌های سبک‌تر، برای یک دور چرخیدن به انرژی الکتریکی بیش‌تری نیاز دارند که این دقیقاً به معنای کاهش نسبت بازدهی کولر است. اشکال دوم ورق‌های فلزی استاندارد واحدی ندارند و لذا با تغییر ضخامت ورق به دلیل پرس شدن آن برای ایجاد زاویه، زوایای مطلوب و مورد نظر شکل نمی‌گیرد. در حقیقت با تغییر منبع خرید این ورق و تغییر کیفیت و ضخامت آن، قالب‌های فلزی نیز زوایای متفاوتی را بر روی آن‌ها ایجاد می‌کنند و لذا زاویه‌ی بهینه‌ی مورد نظر ایجاد نمی‌شود.

در حال حاضر، پروانه‌ی فلزی در بازار غالب است و پروانه‌ی پلاستیکی سهم ناچیزی از بازار دارد و به طور عمده در کولرهای کوچک که پروانه قابل مشاهده نیست، استفاده می‌شود. اما می‌توان مزیت‌های زیر را برای پروانه‌های پلاستیکی برشمرد:

ب-۱) از نظر ساختار. پروانه‌های پلاستیکی برخلاف پروانه‌های فلزی، به دلیل آن‌که دارای قالب تزریقی هستند، شکل یکپارچه دارند. لذا در زمان کار کردن، صدای کم‌تری ایجاد می‌کنند و نسبت به پروانه‌های فلزی از توازن (بالانس) بالاتری برخوردار هستند. ضمن این‌که در خط تولید نیازی به تراز سازی پروانه‌ها وجود ندارد و استفاده از پروانه‌ی پلاستیکی عملاً یک مرحله از خط تولید را حذف می‌کند.

ب-۲) از نظر فنی. اولاً به دلیل آن‌که پروانه‌های پلاستیکی نسبت به نوع فلزی دارای وزن کم‌تری هستند، توان مصرفی موتور را کاهش می‌دهند. قابل ذکر است که در کولرهای ۳۵۰۰، پروانه‌ی فلزی در حدود ۲.۵ تا ۳ کیلوگرم وزن دارد، در صورتی که نوع پلاستیکی آن دارای وزنی در حدود ۱/۵ کیلو گرم است.

ثانیاً، به دلیل این‌که پروانه‌ی پلاستیکی از فرایند تزریق حاصل می‌شود، امکان تعبیه‌ی هر شکل و زاویه‌ای برای پره‌ها وجود دارد و مانند پروانه‌ی فلزی تحت تأثیر

حمایت کند. برای این منظور شیوه‌های قراردادی مختلفی موجود است که بسته به هدف سیاست‌گذار، کارایی متفاوتی دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

زمان و مکان خرید و جنس ورق، خروجی‌های متفاوتی ایجاد نخواهد شد. این مزیت پروانه‌ی پلاستیکی از حیث بازده‌ی انرژی بسیار قابل توجه است.

ثالثاً، با استفاده از پروانه‌ی پلاستیکی می‌توان EER را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد.

رابعاً، امروزه در دنیای صنعت و تولید قطعات، پولیمرها در حال جایگزین شدن به جای فلزات هستند. در سایر کشورهای تولید کننده‌ی کولر آبی (نظیر ایالات متحده و استرالیا)، نه تنها پروانه، بلکه برای کاور کولر نیز از پلاستیک استفاده شده است.

ب-۳) از نظر اقتصادی. در حال حاضر پروانه‌های تولید شده برای کولرهای ۳۵۰۰ از نوعی پلاستیک A.B.S است که دارای قیمت تمام شده‌ای معادل ۵۲۰۰۰ ریال برای هر پروانه است. در صورتی که از مواد پلیمری بهتری استفاده شود، این قیمت تا ۲ برابر افزایش می‌یابد و بالغ بر ۱۰۰۰۰۰ ریال می‌شود، این در حالی است که قیمت پروانه‌ی فلزی برای این نوع کولر در حدود ۵۲۵۰۰ ریال است.

در حقیقت نکته این است که پلاستیک در مقابل گرما و سرما از بین می‌رود و بالانس خود را از دست می‌دهد، لذا باید از افزودنی‌هایی استفاده شود که مقاومت پلاستیک را به حد مورد نیاز افزایش دهد. هزینه‌ی فوق نیز باید تحمل شود تا از پلاستیک مناسبی جهت تولید پروانه استفاده شود. در این صورت، مشکل اصلی پروانه‌ی پلاستیکی رفع می‌شود و به راحتی از حالت توازن خارج نمی‌شود.

جدول ۱۰- مقایسه‌ی هوادهی و EER پروانه‌ی فلزی و پلاستیکی در کولر ۳۵۰۰ (موتور: الکتروژن ۱/۳)

شرح	پروانه پلاستیکی		پروانه فلزی	
نسبت قطر فلکه به پولی	۷۰/۱۵۵	۷۵/۱۵۵	۷۰/۱۵۵	۷۵/۱۵۵
هوادهی CFM (مترمکعب در ساعت)	۵۶۴	۶۵۵	۴۷۷	۵۲۶
EER	۲۶/۰۵	۲۴/۵	۲۰/۲۶	۱۹/۶۶

منبع: آزمایشگاه شرکت ارج

ملاحظه می‌شود که با ثابت کردن سایر شرایط، استفاده از پروانه پلاستیکی به جای پروانه‌ی فلزی، نسبت بازدهی انرژی (EER) را از ۲۰/۲۶ به ۲۶/۰۵ افزایش داده است. (یعنی در حدود ۶ واحد) علاوه بر این، با ثابت کردن سایر شرایط، استفاده از پروانه‌ی پلاستیکی هوادهی کولر را تا ۳۴۰ متر مکعب در ساعت افزایش می‌دهد. (جدول ۱۱)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱- تفاوت میان پروانه فلزی و پلاستیکی (موتور: الکتروژن)

نوع پروانه	فلزی		پلاستیکی	
مشخصات	دور تند	دور کند	دور تند	دور کند
جریان اسمی (آمپر)	۲/۲	۱	۲/۲	۱
جریان مصرفی(آمپر)	۲/۶۱	۱/۱۵	۲/۵۵	۱/۱۵
توان مصرفی (وات)	۵۶۰	۲۵۵	۵۲۰	۲۵۴
هوادهی (متر مکعب در ساعت)	۴۲۱۷	-	۴۵۵۷	-

منبع: آزمایشگاه شرکت گرمای جنوب

در جدول (۱۲)، مقایسه‌ی کامل‌تری از عملکرد پروانه‌ی فلزی و پلاستیکی به عمل آمده است. در این جدول مقایسه‌ای بین سه نوع پروانه انجام گرفته است. ملاحظه می‌شود که هر دو نوع پروانه‌ی پلاستیکی نسبت به پروانه‌ی فلزی دارای نسبت بازدهی انرژی (EER) بالاتری هستند. با استفاده از یک نوع پولی (۷۰ میلیمتری) و نیز یک نوع الکتروموتور، اگر به جای پروانه‌ی فلزی از پروانه‌ی پلاستیکی شرکت آلتون استفاده شود، EER از ۲۴/۳ به ۲۷/۲۲ افزایش می‌یابد، یعنی در حدود ۳ واحد می‌توان EER را افزایش داد.

جدول ۱۲- آزمون هوادهی و رتبه انرژی بر روی کولر ۳۵۰۰

نوع الکتروموتور	نوع بلور	وزن بلور **kg**	قطر بلور	عرض بلور **cm**	تعداد پره	قطر پولی **mm**	توان مصرفی	جریان مصرفی	دور نامی	**cfm**	**EER**
موتور ۱/۳ خازن دار	پلاستیکی گشتاور	۱.۸	۳۱	۳۰	۴۰	۶۵	۴۰۹+۵۰	۲.۰۳+۰.۴	۱۴۳۸	۲۱۶۷	۲۶.۹۵
						۷۰	۴۴۱+۵۰	۲.۱۸+۰.۴	۱۴۲۱	۲۳۰۹	۲۶.۸۳
	پلاستیکی آلتون	۱.۵	۳۱	۳۰	۴۵	۶۵	۴۳۸+۵۰	۲.۱۷+۰.۴	۱۴۲۰	۲۴۴۶	۲۸.۶
						۷۰	۴۸۸+۵۰	۲.۳۸+۰.۴	۱۴۱۵	۲۵۹۳	۲۷.۲۲
	فلزی	۲.۶۰۰	۳۱.۵	۳۰	۴۲	۶۵	۴۳۴+۵۰	۲.۱۳+۰.۴	۱۴۳۰	۲۱۸۲	۲۵.۶
						۷۰	۴۸۰+۵۰	۲.۳۳+۰.۴	۱۴۱۶	۲۲۸۰	۲۴.۳

منبع: آزمایشگاه فیزیک، مهندس قدسی، تاریخ ۸۸/۹/۲

بنابراین، با استفاده از پروانه‌ی پلاستیکی به جای پروانه‌ی فلزی، توان مصرفی کاهش و هوادهی افزایش می‌یابد، هم‌چنین به طور طبیعی نسبت بازدهی کولر بین ۳ تا ۵ واحد بالا می‌رود و این تغییر با هزینه‌ای بالغ بر ۵۰۰۰۰ ریال به ازای هر دستگاه قابل تحصیل است، البته به شرط آن‌که از مواد عالی استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

اما بر خلاف انتظار، با وجود عملکرد مناسب این نوع پروانه، جز در انواع کولرهای کوچک (با هوادهی نامی کم‌تر از ۳۵۰۰ cfm) در دیگر انواع کولر از این نوع پروانه استفاده نشده است. در این زمینه دلایل زیر مطرح است:

- نگرانی اصلی تولیدکنندگان در استفاده از پروانه‌ی پلاستیکی، پذیرش بازار و واکنش مصرف‌کنندگان به این محصول است، زیرا مصرف‌کنندگان به تجربه دیده‌اند که پلاستیک در معرض گرما و سرما مستهلک شده و از بین می‌رود، لذا تلقی رایج این است که پروانه‌ی پلاستیکی از مرغوبیت کافی برخوردار نیست. اما باید توجه داشت که پلاستیک حاوی افزودنی‌های بسیار متفاوتی است و پلاستیک‌هایی که با مواد اولیه‌ی خوب تولید می‌شوند، از دوام و قوام بالایی برخوردارند و در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این رو، دوباره فرهنگ‌سازی به عنوان یک مؤلفه‌ی اثرگذار در فرایند سیاست‌گذاری مطرح می‌شود.

- برخی تست‌های آزمایشگاهی نشان داده است که پروانه‌ی پلاستیکی در بلندمدت از توازن خارج می‌شود و کارایی آن به شدت کاهش می‌یابد. همان طور که مطرح شد، کلید رفع مشکلِ عدم توازن، استفاده از مواد مناسب است. ضمن این‌که محصولاتی از این قبیل، برای اخذ استاندارد و مجوز استفاده باید از عهده‌ی آزمون دوره‌ی عمر[1] برآیند و به این طریق اعتماد سازندگان و مردم را جلب کنند.

- تولید قالب این پروانه‌ها برای تولید کنندگان هزینه‌ی بالایی دارد و لذا تولید آن باید در تیراژ بالا انجام شود تا قیمت تمام شده آن پایین‌تر بیاید. این مسأله نیز سبب شده است که تولیدکنندگان در شرایط فعلی بازار به دنبال خرید این نوع قالب‌ها نباشند. طبق برآورد تولیدکنندگان مختلف، برای خرید این نوع قالب‌ها باید هزینه‌ای در حدود ۴۰ تا ۶۰ میلیون تومان هزینه شود. این هزینه برای تولیدکننده‌ای که در سه یا چهار مدل کولر فعالیت دارد و طبیعتاً به سه یا چهار سایز پروانه نیاز دارد، بالغ بر ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون تومان می‌شود، که مبلغ نسبتاً قابل توجهی است. البته این هزینه از نوع هزینه‌های ثابت است که یک بار تقبل می‌شود و چندین سال مورد استفاده قرار می‌گیرد و از نوع هزینه متغیر نیست که بابت تولید هر پروانه (کولر آبی) هزینه‌ی جدیدی ایجاد کند.

1- Life test.

www.SID.ir

Archive of SID

- مسأله‌ی دیگری که سبب شده است تا تولیدکنندگان رغبت چندان زیادی به استفاده از این پروانه‌ها نداشته باشند این است که تولید کنندگان با استفاده از ضایعات ورق ایجاد شده‌ی ناشی از تولید پروانه‌ی کولرهای بزرگ، برای کولرهای کوچک‌تر پروانه تولید می‌کنند و در حقیقت با این کار، از ضایعات کیلویی ۳۰۰ تومان ارزش افزوده ۱۰۰۰ تومانی به دست می‌آورند و برای خود سود مناسبی ایجاد می‌کنند.

با این‌که از نظر فنی امکان اصلاح پروانه وجود دارد، بدون تدبیر مناسب برای مسایل فوق، بسیار بعید به نظر می‌رسد که پروانه‌ی پلاستیکی به راحتی جایگزین پروانه‌ی فلزی شود و منافع مورد انتظار را به ارمغان آورد، لذا با این‌که در کل، پرداخت یارانه جهت ارتقای بازدهی کولر انگیزه ایجاد می‌کند، اما فعالان بازار را برای ورود به عرصه‌های ناشناخته یا دشوار تحریک نمی‌کند و آن‌ها ممکن است به راحتی عطای یارانه را به لقایش ببخشند. از این رو، ضروری است ساز و کارهایی جهت حل و فصل موانع فوق لحاظ شود.

در این راستا، نکاتی که این تحقیق بر آن‌ها تأکید دارد به شرح ذیل است:

۱- اولین بحث، ایجاد اطمینان نسبت به کیفیت پروانه‌ی پلاستیکی است. این کار الف) با استفاده از انواع با کیفیت پلاستیک و ب) با انجام دادن آزمون دوره‌ی عمر محصول قابل حصول است.

۲- سابا، می‌تواند با پیروی از رویکرد یونیدو، پروانه‌ی فلزی و پروانه‌های پلاستیکی با کیفیت‌های مختلف را آماده کند و با حضور افراد اصلی درگیر در موضوع (کولرسازها، واسطه‌های فروش و ...)، آن‌ها را در معرض آزمایش‌های مختلف قرار دهد و نشان دهد که کدام پروانه با چه ویژگی‌هایی بهترین نتایج را حاصل کرده است. سابا، با این کار، این اطمینان خاطر را ایجاد می‌کند که جایگزینی پروانه‌ها اثر معناداری بر کیفیت محصول آن‌ها خواهد داشت. این کار، هم نوعی اعتماد سازی و هم نوعی آموزش است.

۳- اطلاع رسانی به مصرف کننده‌ی نهایی و ارتقاء آگاهی خریداران، گام مهم دیگری است که حتماً باید در این زمینه برداشته شود. با استفاده از تبلیغات و برنامه‌های آموزشی چند دقیقه‌ای در رسانه‌ی ملی، می‌توان همان اطمینان خاطری که در تولیدکنندگان ایجاد شده است، در مصرف کنندگان نیز ایجاد کرد و در حقیقت جنبه‌ی تقاضای محصول را نیز سازماندهی نمود. تجارب سایر فعالیت‌ها نیز مؤید این پیشنهاد است. برای مثال، استفاده از لامپ کم مصرف تا حدی به دلیل یارانه‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

پرداختی است. ولی با وجود گران‌تر بودن لامپ کم مصرف یارانه‌ای از لامپ‌های معمولی و هم‌چنین عدم انطباق ذائقه‌ی مردم با لامپ‌های مذکور، دلیل اصلی استفاده از لامپ‌های کم مصرف، تبلیغات گسترده و برنامه‌های تلویزیونی (نظیر گزارش خبری و کلیپ‌های کوتاه) و آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان نهایی است.

۴- بحث بعدی، غلبه بر هزینه‌های ثابت طراحی و تولید قالب‌های مورد نیاز است. با توجه به این‌که این هزینه‌ها تنها یک بار تقبل می‌شود و هزینه‌ی متغیر ناچیزی دارد، چند راهکار برای رفع این موانع وجود دارد. راهکار اول، تأمین مالی شرکت‌ها برای به‌کارگیری این قالب‌هاست. در شناسایی بازار مشخص شد بخش بزرگی از محصولات این بازار توسط ۵ تا ۱۰ تولیدکننده تأمین می‌شود. اگر فرض کنیم هر تولیدکننده‌ی بزرگ در سه رده کولرهای ۳۵۰۰، ۴۵۰۰ و ۵۵۰۰ فوت مکعب در ساعت فعالیت می‌کند، در مجموع حدود ۲۰ قالب لازم خواهد بود. این ۲۰ قالب را می‌توان سفارش داد و به صورت رایگان در اختیار تولید کنندگان قرار داد. این کار اثر اختلالی در تخصیص منابع هم نخواهد داشت و هزینه‌ی آن حدود ۱ میلیارد تومان خواهد شد، که این هزینه با توجه به منافع این کار و هم‌چنین بودجه‌ی در نظر گرفته شده برای پرداخت یارانه، مبلغ قابل قبولی است.

۵- راهکار دوم، ایجاد یک شرکت تعاونی یا سرمایه‌گذاری مشترک با سرمایه‌ی کولرسازها و حمایت سابا است. در این راهکار، می‌توان با کولرسازهای عمده وارد مذاکره شد و آن‌ها را ترغیب به تولید پروانه‌ی پلاستیکی کرد. به طور طبیعی بازار این فعالیت تضمین شده است، زیرا خود کولرسازها برای تأمین منافع دو جانبه‌ی خود متقاضی پروانه‌ها خواهند بود و سایر شرکت‌های کوچک هم که توان تولید این پروانه‌ها را ندارند، قطعه‌ی مورد نیاز خود را به این شرکت، برون سپاری خواهند کرد. فرصت موجود برای اجرایی کردن این راهکار، همکاری‌هایی است که این شرکت‌ها به طور بالفعل در بازار با هم دارند و مانع آن، اجتناب کولرسازها از وابسته شدن به یک شرکت بیرونی در تأمین یک قطعه‌ی حیاتی محصولشان است. البته سهامدار بودن خود شرکت‌ها در این شرکت قطعه ساز، تا حد زیادی از دامنه‌ی این مشکل می‌کاهد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۴- پوشال

پوشال‌های استفاده شده در کولر سبب مرطوب شدن جریان هوای ورودی شده و از این طریق منجر به ایجاد خنکی می‌شود. در حقیقت استفاده از پوشال موجب تفاوت میان کولر آبی و پنکه می‌شود. هر چه‌قدر پوشال مورد استفاده از ضخامت بالاتری برخوردار باشد، می‌تواند رطوبت را بالاتر برده و در نتیجه برودت هوا را افزایش دهد. از سویی افزایش ضخامت آن، هوادهی کولر را کاهش می‌دهد. هم‌چنین با کاهش ضخامت پوشال هوادهی افزایش می‌یابد، اما بر روی برودت هوا تأثیر منفی دارد. به عبارت دیگر، با تغییر کیفیت پوشال کولر، سهم دو متغیر عملکردی کولر آبی یعنی هوادهی و بازده‌ی خنکی، جا به جا می‌شود و بده بستانی به وجود می‌آید، به نحوی که افزایش یکی مستلزم کاهش دیگری است و بالعکس. در حقیقت، پوشال مناسب، پوشالی است که بتواند بین دو متغیر عملکردی کولر توازن برقرار کند.

در این رابطه توجه به استاندارد فعلی کولر آبی، حائز اهمیت است. در این استاندارد توجهی به بازده خنکی کولر نمی‌شود و مقدار ثابتی برای آن در فرمول نسبت بازدهی انرژی در نظر گرفته شده و فقط بر میزان هوادهی کولر تمرکز می‌شود و این نکته غفلت کولرسازها از کیفیت پوشال را موجب می‌شود، در حالی که اگر فقط قرار بود هوادهی مورد نظر باشد، کولر تفاوتی با پنکه نداشت.

در حال حاضر دو نوع پوشال توسط کولرسازها مورد استفاده قرار می‌گیرد:

دسته‌ی اول: پوشال‌های معمولی، که از تراشه‌های چوب درست شده است. در این نوع پوشال تراشه‌های چوب در داخل یک توری قرار می‌گیرد. این پوشال‌ها در حدود ۸۵٪ بازدهی دارند و از قیمت‌های بسیار پایینی برخوردار هستند. عمر این پوشال‌ها یک‌سال است و باید به صورت سالانه تعویض شود. قطر این پوشال بین ۳ تا ۴ سانتی‌متر است و برخی از کولر سازها خودشان خط تولید آن را در اختیار دارند. البته لازم به ذکر است که همین پوشال‌ها نیز کیفیت‌های متفاوتی دارند. بسته به این‌که از چه نوع چوبی استفاده شود، با چه ضخامت و ابعادی خرد شود و با چه ابعادی بسته‌بندی شود، نتیجه‌ی کاملاً متفاوتی به دست خواهد آمد. به نظر می‌رسد عدم توجه استاندارد به بازده‌ی خنکی سبب شده است که توجهی به استاندارد پوشال نشود.

www.SID.ir

Archive of SID

مشکل دیگر پوشال‌های معمولی این است که جلوی ورود ذرات معلق و آلوده‌ی هوا به داخل خانه را نمی‌گیرد و مصرف کننده همراه با هوای خنک، هوای آلوده نیز دریافت می‌کند، لذا یافتن راه حلی برای رفع این معضل، فوق العاده حائز اهمیت است.

دسته‌ی دوم: پوشال‌های سلولزی هستند که به پد سلولزی نیز معروفند. این پوشال‌ها از جنس نوعی مقوا ساخته می‌شوند که بازدهی بالای ۹۰٪ داشته و تأثیر بسیار زیادی بر روی میزان خنکی هوای تولید شده توسط کولر دارند. ضخامت این پوشال‌ها در حدود ۷۰ میلی‌متر بوده و علی رغم ضخامت زیاد، تأثیر منفی بر روی هوا دهی ندارند. عمر این پوشال‌ها نزدیک ۵ سال است، اما قیمت آن‌ها بیش از ۲۰ برابر قیمت پوشال‌های معمولی است. (بیش از ۶۰ هزار تومان) در حال حاضر فقط شرکت انرژی از این نوع پوشال استفاده می‌کند. همین عامل سبب شده است که قیمت کولرهای تولید شده توسط شرکت انرژی در حدود ۱۰۰ هزار تومان گران‌تر از سایر کولرها باشد. تولید کننده‌ی اصلی این نوع پوشال کشور استرالیا است و بخشی از قیمت بالای این پوشال ناشی از هزینه‌های حمل و نقل و فاصله‌ی زیاد مسیر دریایی است.

استفاده از پوشال از طریق اختلاف دمای ایجاد شده میان جریان هوای ورودی و خروجی می‌تواند بر روی نسبت بازدهی انرژی (EER) اثرگذار باشد، امّا در مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای محاسبه‌ی نسبت بازدهی انرژی، از کولر بدون پوشال و آب استفاده می‌شود و در حقیقت فقط هوادهی کولر مورد آزمایش قرار می‌گیرد. استدلال آن‌ها در این کار این است که باید شرایط تست برای همه یکسان باشد و تحت تأثیر عواملی مثل ضخامت پوشال و غیره نباشد. در حقیقت، در محاسبه‌ی EER، مؤسسه‌ی استاندارد برای همه‌ی کولرها اختلاف دمای ۱۲ درجه‌ی سانتی گراد را در نظر می‌گیرد که این مسأله مورد انتقاد همه‌ی کولر سازهاست. به‌ویژه تولید کنندگانی مثل شرکت انرژی که اعتقاد دارند با اصلاح پوشال‌های معمولی و یا با استفاده از پوشال‌های سلولزی می‌توان اختلاف دمای بیش‌تری را ایجاد کرد، به این رویه انتقاد اساسی دارند. هم‌چنین وقتی بازدهی خنکی در آزمون استاندارد مدنظر قرار نمی‌گیرد، از پوشال‌های نازک و غیراستاندارد استفاده می‌شود. با این کار هم هوادهی کولر افزایش می‌یابد و هم هزینه‌های آن تقلیل می‌یابد. به عبارت دیگر، کولرسازها می‌توانند ضمن ارتقای ظاهری EER، بازده خنکی را کاهش دهند و تفاوت دمای ورودی و خروجی را به حد ۸ درجه‌ی سانتیگراد برسانند. طبیعی است که توجه بیش‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

به بازده خنکی، موجب افزایش بسیار معنادار EER و در عین حال جلوگیری از سوء استفاده خواهد شد.

این نکته در مصاحبه‌ها روشن شد که به اعتقاد بیش‌تر کولر سازها با استفاده از پوشال‌های سلولزی، نسبت بازدهی انرژیِ محصول آن‌ها بین ۳ تا ۴ واحد افزایش خواهد یافت، که می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. تنها مشکل موجود این است که این نوع پوشال در مقایسه با نوع معمولی بسیار گران است و قیمت محصول آن‌ها را به شدت افزایش می‌دهد.

برای افزایش احتمال استفاده از پدهای سلولوزی، می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

۱- با استفاده از فناوری نانو، می‌توان مانع از ورود آلاینده‌ها به داخل منزل و فضاهای اداری شد. این نوع مواد به نوعی خاصیت تصفیه کنندگی دارند، که با توجه به شرایط شهرهای بزرگی مثل تهران بسیار حائز اهمیت است که بتوان جلوی ورود ذرات معلق و خطرناک به داخل منازل و فضاهای اداری را گرفت.

۲- به منظور کاهش هزینه‌های پد سلولزی، می‌توان هزینه‌ی حمل و نقل آن را تا حد زیادی کاهش داد. با وارد کردن خمیر مورد استفاده در این پدها، می‌توان با سرمایه‌گذاری قابل قبولی در حد ۵۰۰ میلیون تومان این پدها را در داخل کشور تولید کرد. (گزارش شرکت انرژی، ۱۳۸۸)، به این ترتیب، می‌توان هزینه‌ی پدها را حتی تا نصف قیمت فعلی کاهش داد. این کار احتمال استفاده از آن‌ها را افزایش می‌دهد.

۳- شرکت انرژی زمینه‌ی لازم برای تولید این پدها را دارد و بر این باور است که با حمایت دولت می‌تواند به راحتی عرضه‌ی داخلی این پدها را بر عهده بگیرد. با کمک ناچیزی به این شرکت، می‌توان تأمین این محصول با قیمت کم‌تر را تا حد زیادی تضمین کرد. اما مشکل تقاضای بازار به این طریق، حل نخواهد شد، یعنی ممکن است شرکت انرژی بتواند این محصول را به بازار عرضه کند، اما چه ضمانتی وجود دارد که دیگران از این پدها استفاده کنند. در حقیقت چنین ضمانتی وجود ندارد، لذا راه حل پیشنهادی این تحقیق یک راه حل مشارکتی است. یعنی بهتر است، کولرسازهای مختلف را سهامدار این شرکت کرد که برای نفع خودشان هم که شده از این پدها در کولرهای خود استفاده کنند.

شاید برای یک مصرف‌کننده‌ی نوعی، خالص منافع این پوشال مثبت نباشد. اما با لحاظ منافع جانبی، در مقیاس ملی استفاده از این پوشال مقرون به صرفه خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۵- پولی موتور و پروانه

پولی‌ها رابط موتور و پروانه هستند. موتور، انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و با حرکت خود پولی موتور را به حرکت در می‌آورد و پولی موتور از طریق تسمه، پولی پروانه (فلکه) را به حرکت در می‌آورد و پولی پروانه نیز با چرخش خود موجب حرکت پروانه می‌شود.

در این فرایند انتقال انرژی، اندازه‌ی پولی‌ها اهمیت حیاتی دارد و میزان هوادهی و توان مصرفی کولر را تعیین می‌کند. هر چه اندازه‌ی قطر پولی‌ها به هم نزدیک‌تر باشد، هوادهی کولر افزایش می‌یابد و در عین حال توان مصرفی کولر هم زیاد می‌شود، به نحوی که دومی بر اولی غلبه دارد. لذا می‌توان با افزایش قطر فلکه و کاهش قطر پولی موتور، توان مصرفی را به مراتب بیش از کاهش هوادهی، تقلیل داد. برخی مطالعات نیز از این یافته حمایت می‌کنند. برای مثال، یکی از تحقیقاتی که در دانشگاه صنعتی شریف انجام شده است نشان می‌دهد که با فرض ثبات سایر شرایط، افزایش قطر پولی پروانه تا ۳۰۰ میلیمتر و کاهش قطر پولی موتور تا ۵۰ میلی‌متر، به ترتیب سبب افزایش ۶/۱ و ۲/۲ واحد در نسبت بازدهی انرژی می‌شود.

البته همواره باید متوجه بده- بستان بازده‌ی خنکی و هوادهی کولر آبی بود، یعنی با افزایش هوادهی ممکن است بازده‌ی خنکی کاهش یابد. لذا لازم است با محاسبات و آزمایش‌های دقیق، حد بهینه‌ی قطر پولی‌ها به دست آید. به عبارت دیگر، ضرورت دارد حد بهینه‌ی قطر پولی‌ها به نحوی تعیین شود که ضمن افزایش هوادهی کولر، بازده‌ی خنکی آن کاهش نیابد و یا کاهش بازده‌ی خنکی، افزایش هوادهی را خنثی نکند. این خود دلیل دیگری است که حکایت از اهمیت دخیل کردن بازده‌ی خنکی در استاندارد کولر آبی دارد.

به نظر می‌رسد یکی از کم هزینه‌ترین کارها جهت ارتقای بازدهی کولر آبی، اصلاح پولی‌ها باشد. از این رو توصیه می‌شود که اطلاعات فنی مورد نیاز جهت تنظیم پولی‌ها، تهیه و در اختیار کولرسازها قرارگیرد، که این کار، پاسخی به بخشی از نیاز کولرسازها به دانش فنی است.

نکته‌ی دیگری که نیاز به تأکید دارد، استفاده از پولی متحرک و بهره‌گیری از نصاب‌ها جهت تنظیم دقیق قطر پولی است. این موضوع از آن بابت حائز اهمیت است که کولرها در مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بعضی جاها هوادهی

www.SID.ir

Archive of SID

کولر مستقیم است و در جاهای دیگر فواصلی به اندازه‌ی یک، دو، سه یا چهار طبقه باید طی شود تا هوای کولر به درون فضای مورد نظر برسد، لذا هوادهی مورد نیاز متفاوت است و اگر پولی با توجه به سایر متغیرها تنظیم نشود، موتور یا زیر فشار کار می‌کند (فشار کم‌تر از حد) یا فشاری بیش از حد را تحمل می‌کند. لذا لازم است یک متخصص با توجه به موقعیت کولر، اندازه‌ی پولی را تنظیم کند، تا هم بار متناسبی از کولر کشیده شود و هم هوادهی کولر به حد مطلوب برسد. بنابراین، توصیه می‌شود که اولاً حتماً از پولی متحرک در کولرها استفاده شود و ثانیاً راه‌اندازی و نصب کولر به متخصصان آموزش دیده واگذار گردد. نکته‌ی اخیر بسیار حائز اهمیت است، زیرا تنظیم پولی از عهده مصرف‌کننده‌ی معمولی بر نمی‌آید و لذا با وجود هزینه‌ای که برای کولر متحمل می‌شود، از هوادهی مناسب بهره‌مند نمی‌شود. این نکته در مورد سایر اجزای کولر، از جمله الکتروموتور و پوشال نیز بسیار با اهمیت است.

۳-۶- تسمه

به منظور انتقال قدرت از موتور به فن، از تسمه و پولی استفاده می‌شود. تسمه‌های استفاده شده دارای دو شکل هستند (عابدیان، ۱۳۸۷). یک نوع از تسمه به شکل V است که کم‌هزینه‌ترین نوع تسمه بوده و در بیش‌تر کاربردها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بازده این نوع تسمه‌ها در زمانی که نو و تازه هستند بین ۹۰ تا ۹۵ درصد است. تسمه‌ها در حالت ایده‌آل ۵ تا ۱۰ درصد از توان موتور را کاهش می‌دهند. یعنی اگر راندمان یک الکتروموتور ۵۵ درصد باشد، دو و نیم تا پنج درصد آن در اثر وجود تسمه از بین می‌رود.

نوع دیگر تسمه، تسمه‌های دندانه دار است که به دلیل دارا بودن شیارهای طولی، که موجب چسبندگی بهتر تسمه و کاهش لغزش آن می‌شود، بازده‌ی این نوع تسمه‌ها در مقایسه با نوع اول، ۲ تا ۵ درصد بالاتر است. درباره‌ی این‌که با استفاده از این نوع تسمه‌ها، EER چند واحد تغییر خواهد کرد، آزمایشی انجام نگرفته است و اطلاعاتی وجود ندارد.

امّا مشکل اصلی از آن‌جا نشأت می‌گیرد که تسمه‌ها به مرور زمان، کشش خود را از دست می‌دهند و بازدهی آن‌ها فوق العاده کاهش می‌یابد، به طوری که تا ۲۵ درصد از بازدهی موتور را به هدر می‌دهند. به عبارت دیگر، استفاده از این تسمه‌ها سبب کاهش هوادهی کولر و افزایش توان مصرفی موتور می‌شود و نسبت بازدهی انرژی را به طور

www.SID.ir

Archive of SID

معناداری کاهش می‌دهد. هم‌چنین، اگر از تسمه‌های سفت استفاده شود، بار الکتریکی موتور افزایش یافته و راندمان موتور کاهش می‌یابد، لذا انتخاب تسمه‌ی مناسب می‌تواند برای تولیدکنندگان کولر از اهمیت بالایی برخوردار باشد.

یکی از طرح‌هایی که برای تخفیف این مشکل ارائه شده است، استفاده از پولی سوم می‌باشد. این پولی کمک می‌کند که تسمه همواره در حال کشش باقی بماند و قدرت انتقال یافته به پروانه را کاهش ندهد. البته استفاده از سه پولی، بازدهی موتور را حداکثر تا ۱۲ درصد تلف می‌کند. این پیشنهاد نیازمند تحقیقات دقیق‌تر است.

۳-۷- بلبرینگ

در سال‌های اخیر به تدریج بوش جای بلبرینگ را در قسمت محور گرداننده‌ی پروانه گرفته است. دلیل اصلی این موضوع خورده شدن بلبرینگ‌ها در طول زمان اعلام شده است، در حالی که بازگشت به سیستم بلبرینگ به راحتی می‌تواند نسبت بازدهی انرژی را تا ۲ واحد افزایش دهد، بدون آن‌که مشکل فوق را داشته باشد. در حقیقت، مشکل اصلی، استفاده از بلبرینگ نیست، بلکه بستر استفاده از بلبرینگ است. اگر بلبرینگ در درون روغن مناسب یا در فضایی بدون درز به کار گرفته شود به سختی دچار خوردگی می‌شود. بسیاری از ماشین‌آلاتی که روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرند متشکل از چندین و چند بلبرینگ هستند، مثلاً در خودرو چندین بلبرینگ به کار رفته است. آیا تا کنون کسی جهت تعویض بلبرینگ به مکانیکی مراجعه کرده است؟ پاسخ روشن است، مشکل بلبرینگ در کولر آبی این است که فضای کولر آبی مرطوب است و اگر درست مورد استفاده قرار نگیرد دچار خوردگی می‌شود ولی با اصلاحاتی جزئی این مشکل قابل حل است.

لذا پیشنهاد این تحقیق بازگشت به سیستم مبتنی بر بلبرینگ است که البته هزینه‌ی تمام شده را افزایش می‌دهد. هزینه‌ی بوش بالغ بر ۴۰ هزار ریال است، در حالی که قیمت هر بلبرینگ ۳۵ هزار ریال می‌باشد و قیمت دو بلبرینگ بالغ بر ۷۰ هزار ریال می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- منافع ارتقای بازدهی کولر آبی

نتایج مطالعه، با قوت نشان می‌دهد که امکان فنی و اقتصادی ارتقای بازدهی کولر آبی از حیث مصرف انرژی وجود دارد. جدول (۱۳)، خلاصه‌ی یافته‌های تحقیق را جهت ارتقای نسبت بازدهی انرژی از عدد ۲۷ به ۴۰ نشان می‌دهد[۱] و حکایت از آن دارد که این تغییر، ۱۷ هزار تومان هزینه‌ی تمام شده‌ی کولر آبی را افزایش می‌دهد جدول ۱۳. حال سئوال این است که آیا منافع این کار هزینه‌های آن را جبران می‌کند یا خیر؟

جدول ۱۳- تغییرات هزینه‌ی تمام شده‌ی کولر آبی در اثر ارتقای بازدهی از ۲۷ تا ۴۰

شرح	EER	رده انرژی	تغییر EER	هزینه‌ی تغییرات اعمال شده
بدون اصلاح	۲۷	G	-	-
الکتروموتور	۳۲	انتهای دامنه‌ی G	۵	حداکثر ۷ هزار تومان
الکترو پمپ	۳۴	ابتدای دامنه‌ی F	۲	حداکثر ۲ هزار تومان
پروانه	۳۸	انتهای دامنه‌ی F	۴	حداکثر ۵ هزار تومان
استفاده از بلبرینگ به جای بوش	۴۰	ابتدای دامنه‌ی E	۲	حداکثر ۳ هزار تومان
کل تغییر	-	از G به E	۱۴	حداکثر ۱۷ هزار تومان

منبع: محاسبات تحقیق

پاسخ تحقیق به سئوال فوق مثبت است. در این تحقیق منافع ارتقای بازدهی در دو سناریو محاسبه شده است. در سناریوی اول، فقط منافع سال اول ارتقای بازدهی کولر در نظر گرفته شده و در سناریوی دوم ارزش حال دوره‌ی استفاده‌ی کولر پربازده مطمح نظر قرار گرفته است. در هریک از سناریوها نیز سه دسته از ذی نفعان تشخیص داده شده و منافع آن‌ها بررسی شده است. یکی، مصرف‌کنندگان که با پرداخت هزینه‌ی برق

۱- البته ارتقای نسبت بازدهی انرژی تا نسبت ۶۵ و بیش‌تر نیز به طور بالقوه میسر است. اما با توجه به وضع فعلی بازار، این هدف، بلندپروازانه و دور از دسترس است و این گونه هدف‌گذاری (targeting) سبب سرخوردگی کولرسازها می‌شود. لذا این تحقیق، با توجه به تغییرات شدنی و مقرون به صرفه، عدد ۴۰ را به عنوان یک هدف میانی سیاست‌گذاری در نظر گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

کم‌تر و دریافت کولر با کیفیت منتفع می‌شوند. دوم، دولت که یارانه‌ای بابت مابه‌التفاوت قیمت تمام شده‌ی برق و قیمت مصرفی آن می‌پردازد. به طور طبیعی با کاهش مصرف برق اولاً حجم این یارانه کاهش می‌یابد و ثانیاً منابع آن برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌هایی غیر از تولید برق آزاد می‌شود. ثالثا" از طریق کاهش آلاینده‌هایی که هنگام تولید برق در فضا منتشر می‌گردد منافعی ایجاد می‌شود. (کاهش آثار خارجی)

هم‌چنین محاسبات با فرض سه نرخ متفاوت برای برق مصرفی محاسبه شده است: قیمت یارانه‌ای، ۱۵۰ ریال، قیمت تمام شده، ۷۷۰ ریال و سناریوی واقعی شدن تدریجی قیمت برق. جدول (۱۴)، نتایج تمامی محاسبات مرتبط را نشان می‌دهد. طبق این محاسبات، خریداری که تنها به منافع سال اول بهره‌برداری از کولر خریداری شده توجه می‌کند، فقط در سناریوی حذف یک‌باره‌ی یارانه‌ی انرژی و واقعی شدن قیمت برق حاضر به خرید کولر با رده‌ی انرژی E به جای رده‌ی G می‌شود. اما در حالتی که منافع بلندمدت و ارزش حال خالص منافع در طول مدت استفاده از کولر برای مصرف کننده توضیح داده شود و این روش، مبنای تحلیل اقتصادی او قرارگیرد، در هر یک از سه سناریو، وی متقاضی کولر ارتقاء یافته با رده‌ی انرژی بالاتر خواهد بود، زیرا در سناریوی اول ۴۲ هزار تومان، در سناریوی دوم ۱۹۷ هزار تومان و در سناریوی سوم ۲۱۵ هزار تومان منافع خالص نصیب خریدار خواهد شد.

بنابراین، اولاً آگاه سازی مردم در زمینه‌ی ارزش حال منافع کولر پربازده نقش مؤثری در افزایش تمایل به پرداخت مصرف‌کننده و تقاضای او خواهد داشت و لذا توصیه می‌شود بخشی از منابع حمایتی صرف افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان شود. ثانیاً با اصلاح قیمت‌ها حساسیت مصرف‌کننده به بازدهی کولر آبی افزایش می‌یابد. اما چون اصلاح تدریجی قیمت‌ها نیز اثر مورد نظر را دارد و تبعات اجتماعی اصلاح یکباره قیمت‌ها را هم ندارد، ترجیح بر آن است که قیمت برق به طور تدریجی و طی یک برنامه‌ی چند ساله تا سطح قیمت تمام شده افزایش داده شود.

در جدول (۱۴) منافع یارانه‌ای دولت و منافع زیست‌محیطی افزایش بازدهی کولر آبی نیز در نظر گرفته شده است. با احتساب این منافع، منافع ارتقای هر دستگاه کولر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۴- محاسبه‌ی منافع خالص ارتقای بازدهی کولر آبی از ۲۷ تا ۴۰[1]

شرح		منفعت هر دستگاه کولر (ریال)			منافع کل کولرهای آبی (میلیارد ریال)		
دوره	قیمت برق	۱۵۰ ریال	افزایش تدریجی	۷۷۰ ریال	۱۵۰ ریال	افزایش تدریجی	۷۷۰ ریال
منافع سال اول	مصرف‌کننده	۴۹,۰۰۰	۱۱۶,۷۰۰	۲۵۱,۷۰۰	۴۷	۱۱۱	۲۴۰
	دولت	۲۰۲,۷۰۰	۱۳۵,۰۰۰	۰	۱۹۳	۱۲۹	۰
	محیط زیست	۵۵,۰۰۰	۵۵,۰۰۰	۵۵,۰۰۰	۵۲	۵۲	۵۲
	جمع منافع	۳۰۶,۷۰۰	۳۰۶,۷۰۰	۳۰۶,۷۰۰	۲۹۲	۲۹۲	۲۹۲
	افزایش هزینه	۱۷۰,۰۰۰	۱۷۰,۰۰۰	۱۷۰,۰۰۰	۱۶۲	۱۶۲	۱۶۲
	منافع خالص	**۱۳۶,۷۰۰**	**۱۳۶,۷۰۰**	**۱۳۶,۷۰۰**	**۱۳۰**	**۱۳۰**	**۱۳۰**
ارزش حال منافع	مصرف‌کننده	۴۲۰,۰۰۰	۱,۹۷۱,۰۰۰	۲,۱۵۴,۰۰۰	۸,۵۱۴	۳۹,۹۵۷	۴۳,۶۶۷
	دولت	۱,۷۳۴,۰۰۰	۱۸۳,۰۰۰	۰	۳۵,۱۵۳	۳,۷۱۰	۰
	محیط زیست	۴۷۰,۰۰۰	۴۷۰,۰۰۰	۴۷۰,۰۰۰	۹,۵۲۸	۹,۵۲۸	۹,۵۲۸
	جمع منافع	۲,۶۲۴,۰۰۰	۲,۶۲۴,۰۰۰	۲,۶۲۴,۰۰۰	۵۳,۱۹۵	۵۳,۱۹۵	۵۳,۱۹۵
	افزایش هزینه	۱۷۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰	۳,۴۴۶	۳,۴۴۶	۳,۴۴۶
	منافع خالص	**۲,۴۵۴,۰۰۰**	**۲,۴۵۴,۰۰۰**	**۲,۴۵۴,۰۰۰**	**۴۹,۷۴۹**	**۴۹,۷۴۹**	**۴۹,۷۴۹**

منبع: محاسبات تحقیق

۱- در جدول (۱۴)، با فرض این‌که عمر مفید هر دستگاه کولر ۱۵ سال است، ارزش حال حاصل از ارتقای بازدهی کولر آبی محاسبه شده است. هم‌چنین برای تخمین تعداد کولرهای مورد استفاده در هر سال آمار تعداد دستگاه‌های کولر آبی که در هر سال، تولید می‌شود از وزارت صنایع دریافت شد و نرخ متوسط رشد تولید در سال‌های گذشته محاسبه شد و با فرض تداوم روند گذشته، این ارقام برای سال‌های آینده با یک رگرسیون ساده برون یابی شد. طبق این تخمین تعداد دستگاه‌های تولیدی در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۹۵۰۰۰۰ دستگاه می‌شود. این رقم تقریب نسبتاً مناسبی از حجم بازار کنونی این محصول است. برای تخمین تعداد کولرهای اصلاح شده که از این پس استفاده خواهند شد، رقم تجمعی تولیدات نیز محاسبه شد. این محاسبه مبتنی بر این فرض است که از سال اول (۱۳۸۹) تمام کولرهای تولیدی با بازدهی بالاتر عرضه شوند. به هر نسبت دیگری هم که کولرهای پربازده عرضه شوند، می‌توان منافع را محاسبه کرد. در این‌جا پتانسیل بالقوه‌ی صرفه‌جویی انرژی از طریق ارتقای بازدهی کولر آبی محاسبه شده است و فرض مسأله، خللی در نتایج ایجاد نمی‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

آبی به مراتب از هزینه‌های آن پیشی می‌گیرد. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که اگر منافع کولر را فقط برای یک سال در نظر بگیریم، منافع خالص آن برای کشور حدود ۱۳۰ میلیارد ریال (۱۳ میلیارد تومان) خواهد شد. اما اگر ارزش حال منافع کولر پربازده را در طول عمر آن در نظر بگیریم، منافع خالص آن بالغ بر ۵۰ هزار میلیارد ریال (۵ هزار میلیارد تومان) می‌شود، لذا می‌توان پذیرفت که بخشی از این ۵ هزار میلیارد تومان برای تحقق آن هزینه شود.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف از این مقاله ارزیابی راهکارها و منافع ارتقای بازدهی انرژی در کولرهای آبی بود. نتایج این مطالعه حکایت از آن دارد که:

اولاً، راهکارهایی برای ارتقای بازدهی کولر آبی وجود دارد، که با توجه به فناوری‌های در دسترس، عملیاتی و به اصطلاح قابل اجراست؛

ثانیاً، از طریق عملیاتی کردن این راهکارها ارتقای ۱۴ واحدی نسبت بازدهی انرژی در یک بازه‌ی میان مدت وجود دارد و این کار هزینه‌ی تمام شده‌ی کولر آبی را تا ۱۷۰ هزار ریال افزایش می‌دهد؛

ثالثاً، منافع ارتقای ۱۴ واحدیِ نسبت بازدهی انرژی به مراتب بیش از هزینه‌های آن است. به‌ویژه، اگر با افزایش تدریجی قیمت برق از یک سو و اطلاع رسانی به مصرف‌کننده در زمینه‌ی منافع بلندمدت کولرهای پربازده از سوی دیگر، حساسیت مصرف‌کننده به این اصلاحات برانگیخته شود، زمینه‌ی پذیرش افزایش هزینه‌ی تمام‌شده‌ی کولر آبی مهیا می‌شود و نیاز به پرداخت‌های مالی دولتی را کاهش می‌دهد.

رابعاً، بنا به دلایل گوناگون، تنها حمایت مالی برای تحقق تغییرات مورد نظر کافی نیست و در قالب یک بسته‌ی سیاستی کامل‌تر باید مسایل دیگری را نیز مدنظر قرار داد تا احتمال تغییرات افزایش یابد. مهم‌ترین نکته‌ای که باید مورد توجه قرارگیرد تحریک جانب تقاضا و آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان است. در بیش‌تر برنامه‌های مختلف رسانه‌ای باید حساسیت مصرف‌کنندگان را نسبت به اهمیت کولرهای باراندمان بالا برانگیخت و آن‌ها را به سمت تقاضای این دسته از محصولات سوق داد. این کار به نفع تمام تولیدکنندگانی است که تلاش دارند محصولاتی پربازده عرضه کنند، ولی خود به تنهایی از عهده‌ی تحریک بازار برنمی‌آیند و به طور غیرمستقیم تنبیهی است برای تولیدکنندگانی که محصولاتی پرمصرف عرضه می‌کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر اهمیت آگاه سازی مردم در زمینه‌ی اهمیت ارتقای بازدهی انرژی، می‌توان ذائقه یا درک نادرست آن‌ها از مسایل را نیز اصلاح کرد. برای مثال، سهم قطعات پلاستیکی در کولر و سایر لوازم خانگی در حال افزایش است، ولی مصرف‌کنندگان در مواردی که متوجه می‌شوند، این قطعات را پس می‌زنند، در حالی که هم کارایی و هم بازدهی محصولات با قطعات پلاستیکی معمولاً بیش از محصولات با قطعات فلزی است، لذا اطلاع رسانی در این موارد حائز اهمیت است.

نکته‌ی دیگری که نیازمند توجه جدی است، دانش فنی می‌باشد. معمولاً تولیدکنندگان فعال از روش‌های عمومی ارتقای بازدهی انرژی آگاهی دارند، ولی از چگونگی اعمال تغییرات بی‌اطلاع‌اند. برای مثال، این اطلاع وجود دارد که اصلاح زاویه‌ی پره‌های پروانه، تأثیر معناداری در ارتقای نسبت بازدهی انرژی دارد، ولی این‌که چگونه می‌توان به زوایای بهینه‌ی متناسب با نیاز خط تولید دست یافت، محل بحث است. لذا انتظار می‌رود دولت به عنوان عرضه‌کننده‌ی کالاهای عمومی، عهده‌دار تهیه دانش فنی برای ارتقای بازدهی کولر آبی شود و آن را در اختیار همگان قرار دهد.

البته تهیه‌ی دانش فنی به معنای تولید دانش فنی نیست. دولت می‌تواند برای تولید این دانش فنی، سیاست‌گذاری کند و بخش خصوصی عهده‌دار تولید این دانش فنی شود. مثلاً تیم‌های کارشناسی می‌توانند این دانش فنی را تولید کنند و محصول خود را از طریق نهاد سیاست‌گذار در اختیار تولیدکنندگان قرار دهند. تولیدکنندگان می‌توانند با یک سرمایه‌گذاری مشترک این دانش فنی را تولید کنند و از منافع آن برای مدتی به طور انحصاری بهره‌مند شوند و دولت هم از سرمایه‌گذاری آن‌ها حمایت کند. راهکارهای دیگری هم در این زمینه قابل ذکر است.

در کنار سیاست‌گذاری کلی، اطلاع رسانی و تهیه‌ی دانش فنی، گاهی منافع قابل توجهی در برخی تغییرات وجود دارد که برنامه‌ریزی حساب شده‌ی دولت کمک معناداری به تحقق آن‌ها می‌کند. در این گونه موارد دولت می‌تواند با کمک نهادهایی مثل سازمان توسعه‌ی صنعتی، تغییر مورد نظر را طراحی و الگوی یکسانی را برای همه اعمال کند. برای مثال، آموزش واسطه‌ها و تعمیرکارها در زمینه‌ی کارایی نسبی موتورهای مختلف، شیوه‌ی نصب کولر با توجه به مکان نصب آن و ایجاد اطمینان نسبت به بازدهی و کارایی بالاتر برخی قطعات کولر، یکی از برنامه‌های لازم الاجرایی است که دولت بدون ورود مستقیم در بازار، می‌تواند بانی آن شود و منافع زیادی را در این بازار محقق کند.

www.SID.ir

Archive of SID

نکته‌ی قابل توجه دیگر این است که برنامه‌ی سیاستی، ضمن این‌که باید در کوتاه‌مدت عملی و واقع‌بینانه باشد، هیچ‌گاه نباید نهایی تلقی شود و همیشه مستعد پذیرش تغییرات جدید باشد. مثلاً موتورهای پربازده سه فاز که مستقیم بر روی پروانه نصب می‌شوند، برنامه‌ای هستند که می‌توانند در بلندمدت در دستور کار قرارگیرند. استفاده از پروانه‌های عقب زن (Backward) نمونه‌ی دیگر این پیشنهادات است. این پیشنهادات باید در برنامه‌ی بازنگری حتماً مورد توجه قرارگیرد.

نکته‌ی آخر، اصلاح نظام استاندارد در سه عرصه است:

۱- اصلاح استاندارد کولر آبی هم از نظر رتبه‌بندی انرژی و هم از حیث وارد کردن بازده خنکی در ارزیابی محصولات.

۲- اصلاح بستر تست استاندارد، که هم مورد اعتراض کولرسازهاست و هم بنا به ادعای کارشناسان سازمان استاندارد روزآمد نیست.

۳- ایجاد زمینه‌ی تخصصی لازم در اجرای تست‌های کارشناسی شده و بی‌طرفانه استاندارد.

فهرست منابع

استاندارد ملی به شماره‌ی ۲-۴۹۱۰؛ «کولر آبی- روش اندازه‌گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی».

استاندارد ملی به شماره‌ی ۲۴۳۶؛ «ویژگی‌ها و روش‌های آزمون کولر آبی».

استاندارد ملی به شماره‌های ۴۹۱۰ و ۴۹۱۱؛ «کولر آبی: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون».

اسلامیان، مرتضی (۱۳۷۹)، «طراحی، آنالیز، بهینه‌سازی، ساختار و آزمایش یک دستگاه کولر آبی دو مرحله‌ای غیرمستقیم و مستقیم»، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف.

دودابی‌نژاد، امیر (۱۳۸۸)، «بهینه‌سازی مصرف انرژی کولر آبی»، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا).

شرکت الکتروژن (۱۳۸۸)، «به‌کارگیری الکتروموتورهای القایی خازن دائم به‌جای الکتروموتورهای سوئیچ گاورنر».

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی (۱۳۷۹)، «بررسی استراتژی رشد و توسعه‌ی صنعت لوازم خانگی کشور (کولر آبی)».

شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی ایران (۱۳۸۸)، «بررسی علمی، تجربی و اقتصادی نمونه پمپ‌های آبی کولر و مقایسه‌ی آن‌ها».

شرکت تحقیقات صنایع لوازم خانگی (۱۳۷۶)، «بررسی استراتژی رشد و توسعه‌ی صنعت لوازم خانگی کشور در وزارت صنایع جمهوری اسلامی ایران».

عابدیان (۱۳۸۷)، «بازنگری در تدوین استاندارد مصرف و برچسب انرژی کولر آبی»، معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو.

گالپین، لاری؛ «تعمیر و نگهداری کولر آبی»، ترجمه‌ی کورش امیراصلانی، شرکت انرژی ۱۳۸۷.

حیدری (۱۳۷۸)؛ «گزارش طراحی و تدوین برچسب استاندارد مصرف انرژی در کولرهای آبی خانگی»؛ دانشگاه صنعتی شریف.

مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ «معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی موتورهای الکتریکی القایی تک‌فاز».

نیکروان، ایوب؛ (۱۳۸۴)، «مدل‌سازی و بهنیه‌سازی عملکرد کولر آبی»، پایان‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

International Energy Agency (2003); "***Cool Appliances Policy Strategies for Energy-Efficient Homes***"; France: OECD publication.

International Energy Agency (2000); ***"Energy Labels and Standards";*** France: OECD Publication, 194p.

NRCan (1999); ***"Guide to Canada's Energy Efficiency Regulations";*** Natural Resources Canada, Office of Energy Efficiency, ISBN 0-662-26948-9, March.

NRCan, (2001); ***"End-Use Energy Data Handbook – 1990 to 1999";*** December.

Pier Group (2004); ***"Development of an Improved Two-Stage Evaporative Cooling System";*** final report.

Schiellerup, Pernille (1999); ***"An examination of the Effectiveness of the EU Minimum Standard on Cold Appliances: The British Cases"***; Environmental Change Institute, 8 pages.

www.SID.ir