

عنوان: رهیافت نوین جهت کاهش انرژی و مصرف آب و بهینه سازی آنها در صنایع برودتی و کولر های آبی

نام و نام خانوادگی نویسنده اول: علیرضا صادقی

نام و نام خانوادگی نویسنده دوم: محمدمامین غنی مقدم

1- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-گرایش سازه، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد پرفسور حسابی، دانشگاه آزاد اسلامی، تفرش، ایران

aliresa1993@yahoo.com

2- نویسنده دوم: کارشناس ارشد مهندسی عمران- گرایش مدیریت و ساخت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Navid.gh.civil@gmail.com

چکیده

امروزه انسان از یکسو برای سهولت حیات در کره خاکی به دو رکن اصلی آب و انرژی به شدت احساس نیاز میکند و از سوی دیگر با اتلاف بیش از حد آنها روبرو است. از اینرو یکی از عمده ترین دغدغه های عصر حاضر تلاش برای جلوگیری از هرگونه هدر رفت آب و استفاده صحیح از انرژی می باشد. از آنجا که کولرهای آبی در کشور ایران مصرف آب و انرژی زیادی را به همراه دارند در این مقاله سعی شده است با جمع آوری اطلاعات درباره ی موضوع مورد بحث، الگوی مناسبی برای کاهش مصرف انرژی و آب در کولرهای آبی ارائه گردد، در این راستا سیستمی متشکل از چند لوله رفت و برگشت را در مخزن کولر و در سینی کف تعبیه نمودیم که این لوله ها با گاز فریون پر شده است. این گاز سرد شدن لوله و در نتیجه (با توجه به خاصیت هم دمایی در علم فیزیک) سرد شدن آب داخل مخزن کولر را به همراه دارد که این کاهش دما از یکسو موجب طولانی شدن زمان تبخیر آب و از سوی دیگر باعث کاهش دمای باد تولیدی توسط کولر خواهد شد، در نتیجه این عملکرد علاوه بر کاهش مصرف آب، احساس عدم نیاز به استفاده مداوم از کولر های آبی را ایجاد می کند که موجب جلوگیری از اتلاف انرژی و کمک به اقتصاد کشور می باشد

واژگان کلیدی: بهینه سازی، جلوگیری از اتلاف انرژی، کولر آبی، گاز فریون

مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت جهان و کاهش منابع انرژی، بشر به دنبال راه های موثر، جهت کاهش مصرف انرژی و حفظ و ذخیره آن برای نسل های بعدی می باشد. یکی از مهمترین این منابع آب است.

در بسیاری از آمارهای ارائه شده از طرف مراجع رسمی بخش قابل توجهی از برق مصرفی و آب کشورمان در طول ماه های گرم سال بوسیله کولرهای آبی مصرف می شود. هر چند با توجه به آب و هوای خشک ایران، استفاده از کولرهای آبی راه حل مناسبی به نظر می رسد، اما به دلیل اینکه طراحی کولرهای آبی به دهه 1340 یعنی حدود 50 سال پیش برمی گردد این کولرها از تکنولوژی بسیار پایین و کارایی نامطلوبی برخوردار هستند {2} از اینرو جایگزین های زیادی برای استفاده در سیستم های سرمایش اماکن و منازل شخصی و عمومی ارائه شده است که از آن جمله می توان به کولرهای گازی اشاره کرد. اما ارزان بودن و مصرف پایین برق و همخوانی هزینه تهیه کولرهای آبی با سطح درآمد عموم مردم، گرایش برای استفاده از این نوع کولرها را همچنان حفظ کرده است.

در حال حاضر جمعیت کشور به مرز 78 میلیون نفر نزدیک می شود و بنا بر آمارهای موجود حدود 68 درصد از خانوارهای شهری و 25 درصد از خانوارهای روستایی از کولر استفاده می کنند. هم اکنون بیش از 8 میلیون کولر آبی در ایران وجود دارد و هر ساله حدود 500 هزار دستگاه جدید نیز تولید می شود. {1} بنابراین ضرورت انجام پژوهش در خصوص ارائه راهکارهایی برای کاهش مصرف آب و برق در این کولرها احساس می شود.

یکی از توصیه های همیشگی وزارت نیرو و سازمان بهینه سازی مصرف انرژی و مراکز علمی و تخصصی استفاده از سایه بان برای کولرهای آبی است. همچنین نتایج پژوهش های مربوطه برای افزایش راندمان کولرهای آبی و جلوگیری از کاهش تلفات آب و برق مصرفی در این کولرها، استفاده از سایه بان برای کولرهای آبی را توصیه می کند. این سیستم از یک طرف با جلوگیری از گرم شدن بیش از حد آب موجود در کولر باعث می شود تا تبخیر آب کمتر اتفاق بیفتد و از طرف دیگر دمای اتاق نیز به دلیل سرد شدن باد تولیدی توسط کولر کمی پایین تر بیاید و نیاز به استفاده از کولر نیز کمتر شود.

اگرچه طبق آنچه گفته شد استفاده از سایه بان نتایج خوبی را به همراه خواهد داشت اما این تنها راه برای کاهش مصرف آب و برق در کولرهای آبی نیست. در راستای این مقاله و با قرار دادن سیستمی متشکل از چند لوله رفت و برگشت در مخزن کولر، در سینی کف و عبور گاز فریون در داخل لوله ها، توانستیم دمای لوله ها را پایین آورده و در نتیجه ی آن (با توجه به خاصیت هم دمایی در علم فیزیک) دمای آب داخل مخزن کولر را نیز کاهش دهیم. این عمل از یکسو موجب طولانی شدن زمان تبخیر آب و از سوی دیگر باعث کاهش دمای باد تولیدی توسط کولر خواهد شد. این عملکرد علاوه بر کاهش مصرف آب، احساس عدم نیاز به استفاده مداوم از کولر های آبی را ایجاد می کند که موجب جلوگیری از اتلاف انرژی برق نیز می شود.

طرح پیشنهادی

همانطور که عنوان شد یکی از راه های کاهش مصرف آب و انرژی در کشور بهبود وضع موجود کولرهای آبی در ایران است. از اینرو در این مقاله با بیان طرحی به دنبال بررسی تاثیرات آن بر روی مصرف آب و انرژی در این کولرها هستیم.

طرح پیشنهادی تعبیه یک سیستم خنک کننده درون مخزن کولر آبی است. این سیستم شامل یک سری لوله های رفت و برگشتی از جنس آلومینیوم است که در کف سینی موجود در مخزن کولر قرار می گیرد. درون این لوله ها گاز فریون جریان دارد. این گاز با قرار گرفتن درون لوله و مجاورت آب گرمای آب را می گیرد و خودش گرم می شود. گاز گرم شده به وسیله موتوری که در این سیستم قرار گرفته شده است به شبکه لوله ای که درون فضای باز قرار دارد منتقل شده و در آنجا گرمای خود را از دست می دهد و دوباره به سیستم باز می گردد.

این سیستم خنک کننده با کاهش دمای آب از یک طرف از تبخیر آب در فصل تابستان جلوگیری می کند و از طرف دیگر باعث بهبود عملکرد کولر در پایین آوردن دمای اتاق می شود. این بهبودی که در عملکرد کولر اتفاق می افتد باعث می شود که احساس نیاز در استفاده از دوره های تند کولر کاهش یابد و حتی در برخی مواقع زمان استفاده از کولرها را کاهش خواهد داد. بدین ترتیب این سیستم علاوه بر جلوگیری از هدر رفت آب، باعث کاهش مصرف برق به عنوان یکی از انرژی های مهم، می شود.

در ادامه با بررسی عددی، اهمیت استفاده از این سیستم در کولرهای آبی برای رسیدن به هدفمان (که همان کاهش مصرف آب و برق در کشور است) را نشان خواهیم داد.

مطالعه عددی

مقایسه حوزه های مصرف کننده آب و برق در ایران نشان می دهد کشورمان در هر سه حوزه مصارف خانگی، صنعتی و کشاورزی جایگاه های نگران کننده ای را به خود اختصاص می دهد؛ بطوری که مصرف برق در ایران با کشورهایی که از جمعیت چندین برابری نسبت به ایران برخوردارند قابل مقایسه است. در این میان عوامل موثر در مهار مصرف بی رویه انرژی در ایران هم از تنوع بسیار برخوردارند که عموماً از طرف دولت باید مورد توجه قرار گیرند. نتایج بررسی ها حاکی از آن است که ریشه بسیاری از نابسامانی ها در حوزه مصرف انرژی در گرو اصلاح فرهنگ و نوع نگاه مردم به شیوه های مصرف انرژی در ایران است. مطالعه در رفتار مردم ایران نشان می دهد هر برنامه فرهنگ ساز تنها در صورتی که در راستای هزینه های جاری خانوار و تسهیل کننده امور باشد و حداقل هزینه را هم به خانواده تحمیل کند، توجه خانواده ها را برای پذیرش جلب خواهد کرد.

حال در مقوله یادشده با توجه به این که در بسیاری از آمارهای ارائه شده از طرف مراجع رسمی بخش قابل توجهی از برق مصرفی و آب کشورمان در طول ماه های گرم سال بوسیله کولرهای آبی صرف می شود به نظر می رسد یکی از روش های کاهش میزان مصرف برق و آب در کولرهای آبی در ایام گرم و پرمصرف سال، قراردادن راه حل های مورد نظر در سبد "مصرف بهینه انرژی" خانوارها در کشورمان باشد

در این قسمت لازم است ابتدا مقدار آب و برقی که توسط کولرهای آبی مصرف می شود بیان شود:

میزان مصرف برق: میانگین توان الکتریکی کولرهای آبی 550 وات در ساعت می باشد.

میزان مصرف آب: میانگین مصرف آب توسط کولر بستگی به اندازه کولر 15 تا 40 لیتر آب در هر ساعت می باشد.

اگرچه میانگین توان الکتریکی کولرهای گازی حدود 2 کیلو وات می باشد و این مقدار حدود 4 برابر توان الکتریکی مصرف توسط کولر آبی است ولی به دلیل تعداد زیاد کولرهای آبی برای تامین سرمایه‌ش اماکن و منازل شخصی و عمومی، این کولرها رقم قابل توجهی از مصرف برق تابستان را به خود اختصاص می‌دهند.

یک محاسبه ساده میزان اهمیت آنچه گفته شد را بیش از پیش نشان می دهد. با توجه به اینکه بیش از 8 میلیون کولر آبی روشن در کشور وجود دارد، با فرض کارکرد 4 ماه در طول سال و 8 ساعت در روز برای هر کولر، هر ساله در کشور ما رقمی نزدیک به 44 / 4 میلیارد کیلو وات ساعت فقط صرف انرژی مصرفی کولرهای آبی می‌شود که با احتساب بهای 773 ریال برای هر کیلو وات ساعت برق طبق قانون، رقمی بالغ بر 3432120000000 ریال (سیصد و چهل و سه میلیارد و دویست و دوازده میلیون تومان) هزینه می‌شود که به نظر می‌رسد این رقم برای ساخت یک نیروگاه کوچک برق کافی باشد. همچنین این نکته نیز قابل تأمل است که در ایام گرم سال و در مناطق گرمسیری که بخش قابل توجه کشورمان را شامل می‌شود، کولرها بیش از 20 ساعت و حتی کل شبانه‌روز روشن هستند.

اما در خصوص اهمیت مصرف آب در کولرها می توان گفت با توجه به اینکه روزانه کولرهای آبی بسته به اندازه کولر به طور متوسط 15 تا 40 لیتر آب در هر ساعت مصرف می‌کنند، اگر عدد متوسط مصرفی برای هر کولر را 30 لیتر در ساعت در نظر بگیریم با 8 ساعت کولر روشن، هر کولر آبی 240 لیتر آب مصرف می‌کند که رقم مصرف آب کولرهای آبی در کل کشور با شرایط ذکر شده 1920000000 (یک میلیارد و نهصد و بیست میلیون) لیتر در شبانه‌روز آب خواهد بود. (این میزان برای کولرهای آبی محاسبه شده که نشتی ندارند و دارای کارکرد استاندارد هستند) {2}

نتایج استفاده از طرح

آنچه در قسمت قبل اشاره شد، اطلاعات مربوط به وضعیت موجود در کشور می باشد که می توان با ایجاد تغییراتی در عملکرد کولرها وضعیت را بهبود بخشید و به صورت چشمگیری در مصرف آب و برق در کشور صرفه جویی داشته باشیم.

صرفه جویی در مصرف برق:

فرمول زیر برای محاسبه مقدار انرژی برحسب کیلو وات است که دستگاه الکتریکی مصرف میکند. میزان مصرف برق یک کولر آبی در سال با احتساب میانگین توان مصرفی 550 وات اگر 8 ساعت در روز و 4 ماه در سال روشن باشد برابر است با:

$$V = 550 * (30 * 4 * 8) / 1000 = 528 \text{ kv}$$

با استفاده از طرح پیشنهادی، موتور سیستم خنک کننده نیز نیاز به انرژی دارد. با در نظر گرفتن توان مصرفی 130 وات در هر ساعت برای موتور، وبا فرض همان 8 ساعت در روز و 4 ماه در سال، میزان مصرف انرژی برای این موتور در سال برابر خواهد بود با:

$$V = 130 * (30 * 4 * 8) / 1000 = 124.8 \text{ kv}$$

با توجه به اینکه این سیستم افزایش سرمادهی را نیز به همراه دارد. زمانی که آب محفظه سرد تر باشد ما سرمادهی بیشتری داریم. در نتیجه این عملکرد احساس عدم نیاز به استفاده مداوم از کولر های آبی را ایجاد می کند. با پژوهش و آزمایش زمان استفاده از کولر از 8 ساعت به 5 ساعت میرسد که میزان برق مصرفی کولر از 528 کیلو وات به 330 کیلو وات و میزان برق مصرفی موتور سیستم از 124.8 کیلو وات به 78 کیلو وات کاهش می یابد

در نتیجه کارکرد کولر از 528 کیلو وات در وضعیت موجود نیاز به 408 کیلو وات با استفاده از این سیستم در یک سال خواهد داشت. یعنی 120 کیلو وات به ازای هر کولر در طول یک سال صرفه جویی میشود که اگر به فرض از 5 میلیون کولر 2 میلیون کولر از این سیستم استفاده کنند 240000000 کیلو وات صرفه جویی انرژی میشود که این رقم معادل 175920000 ریال میباشد (هر کیلو وات 733 ریال میباشد)

صرفه جویی در مصرف آب:

پژوهشها و آزمایشهایی که در مورد نقش سیستم خنک کننده در افزایش بهره‌وری کولرهای آبی انجام شده نشان می‌دهد که در دو کولر مشابه که یکی دارای سیستم خنک کننده و دیگری بدون این سیستم قرار گرفته است، به طور متوسط 55 درصد کاهش مصرف آب در کولر اول مشاهده می‌شود.

با توجه به این که برخی از اغلب کولرهای آبی در ماه‌های گرم سال به طور متوسط 15 تا 40 لیتر آب در هر ساعت مصرف می‌کنند (معادل مصرف متوسط یک خانواده)، لذا با نصب سیستم خنک کننده به طور متوسط 8 تا 20 لیتر در هر ساعت در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود.

بنابراین در روزهای گرم تابستان که برخی کولرهای آبی بعضاً تا 20 ساعت در شبانه‌روز روشن هستند با نصب سیستم خنک کننده به سادگی می‌توانیم تا 150 لیتر در هر شبانه‌روز در مصرف آب صرفه‌جویی کنیم؛ یعنی در هر ماه 4500 لیتر صرفه‌جویی در آب برای هر خانوار با احتساب استفاده از کولر در ساختمان.

حال برای ملموس کردن موضوع با فرض 80 لیتر صرفه‌جویی در هر کولر هنگام استفاده از سیستم خنک کننده، توجه به اعداد و ارقام زیر خالی از لطف نخواهد بود:

2400 لیتر برای هر کولر در ماه را در 5 میلیون کولری (از 8 میلیون کولر موجود) که در آینده از این سیستم استفاده کنند ضرب می‌کنیم. عدد 12000000000 (دوازده میلیارد) لیتر صرفه‌جویی برای یک ماه بدست می‌آید. اگر بطور متوسط 4 ماه از سال را زمان روشن بودن این تعداد از کولرها فرض کنیم این سیستم توانایی کاهش مصرف 48000000000 (چهل و هشت میلیارد) لیتر در سال را خواهد داشت

با توجه به اینکه یکی دیگر از خواص این سیستم علاوه بر کاهش میزان مصرف آب، افزایش سرمادهی است. زمانی که آب محفظه سرد تر باشد ما سرمادهی بیشتری داریم و کولر آبی در شرایط آب و هوایی خنک‌تری قرار می‌گیرد که به همان نسبت با فشار کمتر

کار می‌کند و هوادهی مطلوب‌تری خواهد داشت. این روند باعث خواهد شد تا در ایام گرم سال احساس عدم نیاز به استفاده مداوم از کولر های آبی را ایجاد کنیم و علاوه بر آن استفاده از دور تند کولر از طرف کاربران اندکی به تاخیر بیفتد که هر چه مدت این تاخیر بیشتر باشد به همان میزان در مصرف آب و برق صرفه‌جویی می‌شود؛ چرا که در حالت دور تند با افزایش سرعت مکش هوا از لابلای پوشال‌ها تبخیر بیشتر صورت می‌گیرد و نسبت به دور کند میزان بیشتری آب مصرف می‌شود، همچنین با افزایش قدرت موتور میزان برق بیشتری نسبت به دور کند مصرف می‌شود.

نتایج یک تحقیق دیگر نشان می‌دهد یک کولر در حالت دور کند در یک ساعت 26 لیتر آب مصرف می‌کند؛ این در حالیست که همین کولر در شرایط مشابه ولی در دور تند 42 / 8 لیتر آب مصرف می‌کند. اختلاف این دو حالت کولر در یک ساعت 17 لیتر است که به عبارتی اگر استفاده از سیستم خنک کننده کمک کند تا هم زمان روشن بودن کولر از 8 ساعت به 5 ساعت کاهش یابد و هم دور تند کولر یک ساعت با تاخیر بکار گرفته شود و اگر ساعت روشن‌بودن هر کولر در شبانه روز 8 ساعت فرض شود، هر کولر در هر ماه 510 لیتر آب کمتر مصرف می‌کند. (عدم استفاده از دور تند) این عدد در سال با فرض چهار ماه فعال به 2040 لیتر برای هر کولر می‌رسد و با فرض استفاده 5 میلیون کولر از این کالا به عدد قابل توجه 10200000000 (ده میلیارد و دویست میلیون) لیتر در سال.

با توجه به مصرف 250000 لیتری هر ایرانی در سال آب ذخیره شده فقط با یک ساعت تاخیر در استفاده از دور تند کولر در سال تامین آب 40800 نفر (به اندازه جمعیت یک شهر کوچک) را کفایت می‌کند.

بررسی میزان هزینه صرف‌شده برای این مقدار آب صرفه‌جویی شده (با احتساب 580 تومان برای هر متر مکعب) 5916000000 (پنج میلیارد و نهصد و شانزده میلیون) تومان را نشان می‌دهد

با توجه به موارد ذکر شده به نظر می‌رسد در صورت موفقیت در استفاده از این سیستم در کولرها، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در آب و برق کشور شاهد خواهیم بود و شاید بااهمیت‌تر اینکه گام مهمی در بالابردن فرهنگ مصرف برداشته می‌شود.

نتیجه گیری

طبق آنچه که گفته شد استفاده از سیستم خنک کننده مطرح شده در این مقاله نتایج زیر را در بر خواهد داشت:

- 1- استفاده از این سیستم به طور متوسط مصرف برق در کشور را سالانه 240 میلیون کیلو وات کاهش خواهد داد
- 2- استفاده از این سیستم به طور متوسط مصرف آب در کشور را سالانه ده میلیارد و دویست میلیون لیتر کاهش خواهد داد
- 3- میزان هزینه ای که با استفاده از این سیستم می‌توان در کشور صرفه جویی شود مجموعاً بالغ بر 235 میلیارد ریال برای کشور خواهد بود

منابع

-سایت‌های خبری و خبرگزاری‌های رسمی کشور

-سایت‌های خبری زیرمجموعه وزارت نیرو {1}

-سایت خبری و خبر گذاری ایسنا {2}

-پایگاه علمی جهاد دانشگاهی

-سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)