

امکان سنجی فنی و اقتصادی استفاده از دیگ چگالشی در فضاهای آموزشی و اداری

سید ایمان پیش بین¹، علی امیری²، نازنین قلاسی مود³

1 و 2- دانشگاه خيام مشهد

3- دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

چکیده

در مراکز آموزشی و اداری به دلیل کارکرد دیگ عموماً در ساعاتی غیرپیک (ساعات روز) سیستم ماژولار صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی و هزینه به ارمغان می‌آورد. مطابق شکل شماره (1) هنگامی که یک دیگ چگالشی در ظرفیت پایین کار می‌کند، راندمان آن بر خلاف دیگ‌های فولادی و چدنی نه تنها کاهش نیافته بلکه افزایش می‌یابد. این موضوع به این دلیل رخ می‌دهد که در هنگام کاهش ظرفیت حرارتی، دمای آب برگشت به دیگ کاهش یافته و لذا احتمال بروز چگالش افزایش می‌یابد و در نتیجه راندمان دیگ هم افزایش می‌یابد.

امروزه به طور گسترده‌ای در جهان دیگ‌های چگالشی به عنوان یکی از تجهیزات مؤثر در جهت کاهش مصرف انرژی پذیرفته شده‌اند. داشتن قابلیت‌های خاص مانند سیستم ماژولار (خود تنظیم نسبت به حداقل نیاز حرارتی ساختمان)، افزایش تدریجی ظرفیت حرارتی، فشردگی و ابعاد کوچک نسبت به ظرفیت، صدای کم و استفاده از مدیریت هوشمند، دیگ‌های چگالشی را به یکی از فناوری‌های مفید و کارآمد بخصوص در مدارس و فضاهای آموزشی و اداری تبدیل کرده است. در این مقاله ضمن مرور مزیت‌های فناوری، به بررسی و امکان‌سنجی استفاده از دیگ چگالشی و محاسبه میزان صرفه‌جویی سوخت و هزینه جاری ناشی از نصب آن در برخی از مدارس و ساختمان‌های آموزشی و اداری شهر مشهد پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که علاوه بر مزایای اصلی و سایر مزایای جانبی استفاده از این دیگ‌ها، تا 50 درصد صرفه‌جویی در مصرف گاز حاصل شده است.

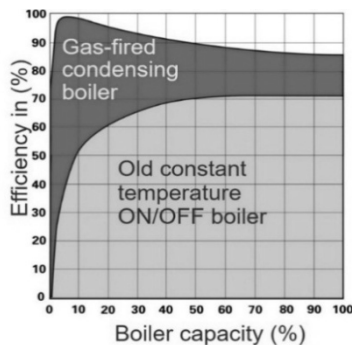
واژه‌های کلیدی: دیگ چگالشی - راندمان - فضاهای آموزشی و اداری - مصرف انرژی - بازگشت سرمایه

مقدمه

مصرف بی رویه و غیر اصولی انرژی در ایران و به ویژه در ساختمان‌ها به عنوان بخش تقریباً غیرمولد اقتصاد، منجر به افزایش چشمگیر شاخص شدت مصرف انرژی کشور شده و لازم است در این زمینه اقدامات جدی صورت شامل نوسازی و جایگزینی فناوری‌های نوین و کم مصرف صورت پذیرد. یکی از فناوری‌های موفق در زمینه بهینه‌سازی انرژی، دیگ چگالشی می‌باشد. در حال حاضر در بسیاری از کشورهای دنیا استفاده از دیگ غیرچگالشی به طور کامل ممنوع شده است، در این پژوهش به صورت تجربی نتایج واقعی نصب و بکارگیری این فناوری در چند محیط آموزشی و اداری کشور ایران در شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفته و ضمن بیان مزیت‌های آن نشان داده شده است که علی‌رغم هزینه اولیه سرمایه‌گذاری بالا از نقطه نظر فنی و اقتصادی دارای توجیه می‌باشد.

مزایای فناوری در فضاهای آموزشی و اداری

دیگ‌های چگالشی دارای قابلیت‌های خاصی هستند که آنها را برای استفاده در فضاهای آموزشی و اداری بسیار کارآمد می‌سازد. این مزایا عبارت است از: 1- سیستم ماژولار و افزایش تدریجی ظرفیت حرارتی: یکی از مزایای مهم دیگ‌های چگالشی سیستم ماژولار (خود تنظیم نسبت به حداقل نیاز حرارتی) مشعل آن‌ها می‌باشد. این فناوری قابلیت تولید توان حرارتی از 12 تا 900 کیلووات را به صورت پلکانی داراست. هنگام استفاده از دیگ‌های چدنی و فولادی، این قابلیت وجود نداشته یا نهایتاً در دو پله ظرفیتی قابل انجام است.



شکل 1- مقایسه راندمان دیگ‌های چگالشی و معمولی [1]

2- محدوده عملکردی بالا: همان‌طور که در قسمت قبل اشاره شد، این دیگ‌ها به طور میانگین قابلیت تولید توان حرارتی از 12 تا 900 کیلووات را دارند، یعنی دارای بازگشت (کاهش) ظرفیت تا نسبت 1/3 % ظرفیت کلی هستند [2]. 3- فشردگی و ابعاد کوچک نسبت به ظرفیت: دیگ چگالشی با هدف افزایش سطح تبادل حرارتی، به صورت فشرده طراحی شده و در گروه دیگ‌های Low water content قرار می‌گیرد و این موضوع باعث کاهش بسیار چشمگیر فضای اشغال شده توسط این دستگاه می‌شود. 4- مدیریت هوشمند: سیستم کنترلر هوشمند دیگ‌های چگالشی با دریافت داده‌های مختلف نسبت به تنظیم ظرفیت اقدام می‌کند، ضمن اینکه قابلیت برنامه ریزی بر اساس ایام هفته را نیز داشته و نیاز به نظارت کاربر را به حداقل می‌رساند.

مطالعات تجربی

در این بخش نتایج مطالعات تجربی نصب این دستگاه در چند ساختمان آموزشی و اداری شهر مشهد ارائه می‌گردد. داده‌های مورد مطالعه در این پژوهش از میزان گاز مصرفی ساختمان‌ها از شرکت ملی گاز ایران تهیه شده است [3]. همچنین به منظور نرمال‌سازی داده‌های مصرف سالانه از شاخص روز درجه‌گرمایش (HDD) استفاده شده است. جهت نرمال‌سازی داده‌های مصرف از رابطه (1) استفاده می‌کنیم [4]:

$$Q_{\text{Norm}} = \frac{\sum Q_i \times \text{HDD}_i}{\sum \text{HDD}_i} \quad (1)$$

که در رابطه بالا Q_{Norm} مقدار سوخت مصرفی سالانه نرمال شده، Q_i مقدار سوخت مصرفی غیر نرمال (واقعی) ماه i و HDD_i مقدار روز درجه گرمایش ماه i می‌باشد. مقدار روز درجه گرمایش هم از رابطه (2) محاسبه

1- استادیار گروه مهندسی مکانیک، (ipishbin@khayyam.ac.ir)

2- دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک

3- دانشجوی کارشناسی ارشد تبدیل انرژی

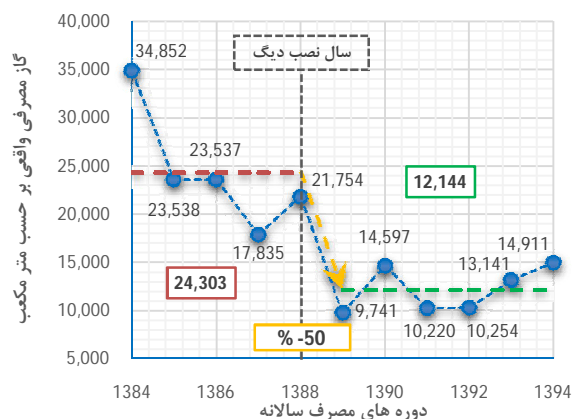
می شود [4]:

$$HDD_i = \begin{cases} 0 & T_{ave,i} \geq T_0 \\ (T_0 - T_{ave,i}) \times Day_i & T_{ave,i} < T_0 \end{cases} \quad (2)$$

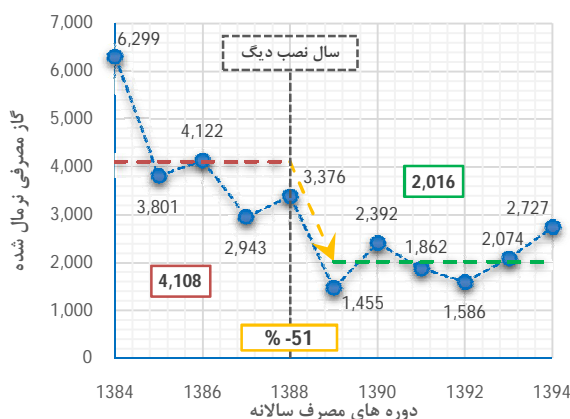
در رابطه فوق نیز T_0 دمای مینا (18 سانتی گراد) و $T_{ave,i}$ دمای میانگین ماهانه برحسب $^{\circ}C$ می باشد. دمای میانگین شهر مشهد از اداره هواشناسی خراسان رضوی استعلام گرفته شده است [5].

ساختمان های مورد مطالعه

1- مدرسه راهنمایی خلیج فارس مشهد: در این ساختمان با زیربنای 2,000 مترمربع یک دیگ چگالشی به ظرفیت 300 کیلووات در سال 1388 نصب شده است.



شکل 2- نمودار مصرف واقعی گاز مدرسه راهنمایی خلیج فارس مشهد



شکل 3- نمودار مصرف نرمال شده گاز مدرسه راهنمایی خلیج فارس مشهد

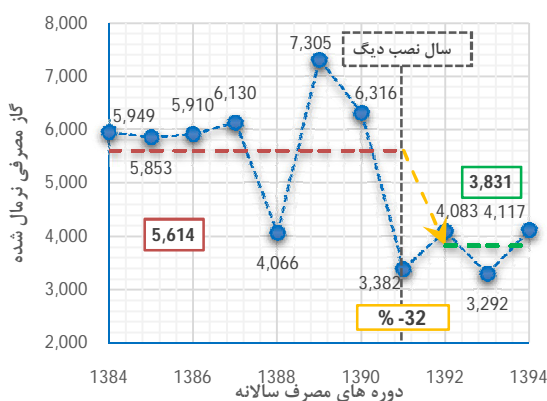
همانطور که در نمودارهای اشکال 2 و 3 مشاهده می شود، میانگین مصرف حدود 50% کاهش یافته است. ارزش حرارتی گاز طبیعی تقریباً معادل 33/8 مگاژول بر مترمکعب و باتوجه به تعرفه فضاهای آموزشی در سال 94 (926 ریال بر مترمکعب)، معادل 410,974 مگاژول صرفه جویی انرژی و 11,259,234 ریال صرفه جویی ریالی سالانه حاصل شده است.

2- بانک ملت شعبه مدرس مشهد: در این ساختمان با زیربنای مشابه 1,800 مترمربعی، یک دیگ چگالشی به ظرفیت 200 کیلووات در سال 91 نصب شده است. به طور مشابه مطابق نمودار شکل (5) میزان مصرف سوخت به طور میانگین معادل 30 درصد کاهش یافته است. باتوجه به تعرفه فضاهای اداری در سال 94 (1,500 ریال بر مترمکعب)، معادل 14,977,500 ریال صرفه جویی ریالی سالانه حاصل شده است.

بررسی توجیه اقتصادی به کارگیری فناوری دیگ چگالشی

به طور کلی هزینه های مربوط به ساخت بنا شامل هزینه های سرمایه گذاری (ساخت و خرید تجهیزات) و هزینه های جاری (مصارف انرژی) می باشد. دیگ

چگالشی قیمت بالاتری نسبت به دیگ های مرسوم دارد، ولی ابعاد آن کوچکتر بوده و قابلیت تأمین هوای از بیرون را داشته و لذا ابعاد موتورخانه به 20 درصد و هزینه ساخت و ساز آن نیز کاهش می یابد.



شکل 4- نمودار مصرف نرمال شده گاز بانک ملت شعبه مدرس مشهد

دوره بازگشت سرمایه

با توجه به نتایج مطالعات تجربی ساختمان های مورد بررسی، دوره بازگشت سرمایه دیگ چگالشی را برای یک ساختمان با کاربری اداری قابل محاسبه است. با توجه به کاهش مصرف مشاهده شده، و تعرفه گاز 1,500 ریال با نرخ افزایش سالانه 15 درصد و در نظر گرفتن هزینه تعمیرات [6-8] دوره بازگشت سرمایه به کمتر از 3 سال می رسد. این نرخ بازگشت باتوجه به عمر بالای این تجهیزات (بالای 20 سال) کاملاً اقتصادی است.

نتیجه گیری

نتایج نمودارهای مصرف گاز در شرایط واقعی و دوره بازگشت سرمایه محاسبه شده حاکی از اثربخشی استفاده از دیگ چگالشی در کاهش مصرف انرژی می باشد. از طرفی با توجه به حداقل عمر مفید این دستگاه ها (بالای 15 سال) استفاده از این تجهیزات را توجیه پذیر می سازد. همچنین در استفاده از دیگ های چگالشی علاوه بر کاهش مصرف سوخت، بایستی به سایر مزایای این فناوری از جمله کاهش انتشار آلاینده های منواکسید کربن و هوای داغ به محیط اشاره کرد. از طرفی باید به کاهش ابعاد موتورخانه و کاهش هزینه های سرمایه گذاری در ساخت بنا نیز به عنوان یک مزیت مهم که عملاً در محاسبات صرفه جویی لحاظ نشده است دقت نمود. افزایش تدریجی ظرفیت حرارتی، محدوده عملیاتی گسترده، فشردگی و ابعاد کوچک نسبت به ظرفیت، صدای کم، امکان استفاده از سیستم کنترلر هوشمند و همچنین هزینه تعمیر و نگهداری بسیار کمتر (حدود 20%) نسبت به فناوری های رایج نیز مزیت های مهم این دستگاه است. بنابراین در حال حاضر استفاده از دیگ چگالشی در بخش های آموزشی و اداری علی رغم هزینه سرمایه گذاری اولیه بالاتر برای دستگاه از دیدگاه فنی و اقتصادی توجیه پذیر می باشد.

مراجع منتخب

- [1] Jim, Cooke. Condensing boiler technology, Mechanical Solutions NW, Foil 64, Ashrae Presentation. 2005
- [2] Catalog, 2015. Unical condensing boilers Moudulex. On the <http://www.unical.eu>
- [3] شرکت ملی گاز ایران
- [4] Joseph, H.Eto.. "A Comparison of Weather Normalization Techniques for Commercial Building Energy Use". BTECC Conference, 1985
- [5] www.irimo.ir
- [6] www.damatajhiz.com
- [7] www.damanama.com
- [8] اطلاعات کاتالوگ های فنی سازندگان دیگ های چگالشی