هشتمین همایش ملی مهندسی مکانیک
دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر
اسفند ماه ۱۳۹۴

افزایش بازدهی بخاری های معمولی از طریق تبدیل به سیستم فن دار

محسن معین*[۱]، علی اکبر عالم رجبی[۲]، امیرهمایون مقدادی اصفهانی[۳]

*محسن معین: mohsenmoein_68@yahoo.com

چکیده

امروزه با توجه به افزایش جمعیت جهان و محدود بودن منابع انرژی و مصرف بی رویه از سوخت های فسیلی و آلودگی های ناشی از آن، کاهش مصرف انرژی و بهره وری بهتر از سیستم های مورد استفاده در تامین انرژی به یک معضل جهانی تبدیل شده است. لذا در این مقاله به افزایش راندمان حرارتی یک بخاری گازسوز معمولی و ارتقاء آن به یک سیستم پر بازده تر با مصرف سوخت کمتر پرداخته شده است. مدل سازی محفظه احتراق بخاری گازسوز ابتدا به صورت محاسبات دستی و سپس با نرم افزار EES انجام پذیرفته است، تا میزان انتقال حرارت بخاری با محیط اطراف مشخص گردیده و سپس با نصب فن میزان بهبودی حاصل شده در بازدهی حرارتی و کاهش مصرف سوخت مشخص شود. نتایج حاصل از مدل سازی نشان می دهد که با تغییر ضریب جابجایی طبیعی به جابجایی اجباری در بخاری مصرف گاز به میزان قابل قبولی کاهش یافته و بازده حرارتی بخاری بهبود خوبی پیدا کرده است.

واژه‌های کلیدی

بخاری گازسوز، بخاری گازسوز فن دار، بازدهی بخاری، کاهش مصرف سوخت.

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

۲-استاد، دانشکده مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار، دانشکده مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

۱- مقدمه

در این مقاله ابتدا مدل سازی به صورت محاسبات دستی و با موازنه گاز ورودی به بخاری گازسوز نمونه صورت پذیرفته است، پس از به دست آمدن میزان هوای مصرفی بخاری و دمای آدیاباتیک شعله، میزان دبی جرمی گاز و هوای مصرفی کل بخاری به دست آورده شده است و سپس محاسبات با نرم افزار EES[1] انجام گرفته اند.

با ورود دبی جرمی (گاز و هوای مصرفی) از پایین بخاری در محفظه احتراق مشتعل شده و با بالا رفتن گاز طی چند مرحله انتقال حرارت جابجایی طبیعی و اجباری و تشعشعی محاسبه شده است.

پس از حاصل شدن نتایج مدل سازی برای بخاری دودکش دار نمونه، با نصب فن بر روی بخاری محاسبات به همان روش قبل اما با تبدیل ضریب جابجایی طبیعی به جابجایی اجباری صورت پذیرفته است. دبی حجمی گاز ورودی به بخاری ۰/۸ متر مکعب در ساعت، دمای دود خروجی از دودکش ۱۸۰ تا ۲۱۰ درجه سانتی گراد و بازده بخاری ۵۰ تا ۶۰ درصد طبق اطلاعات تجربی کارخانه سازنده می باشد.

در تحقیقی رحیمی و همکاران[۱] در سال ۲۰۱۱ در مقاله ای تحت عنوان بررسی و بهبود عملکرد بخاری گازسوز با محفظه احتراق بسته، بر روی نوع خاصی از بخاری گازسوز، که هوای لازم را از بیرون فضای مورد گرمایش دریافت می کند بررسی هایی انجام دادند. بر اساس نتایج به دست آمده می توان با انجام تغییراتی در ساختمان یک دستگاه بخاری معمولی، نوع دیگری از آن را ایجاد نمود که هوای لازم برای احتراق را ازبیرون فضای مورد گرمایش دریافت کند که در این صورت میزان هوای اضافی به دلخواه و با حداقل خطرات کاهش داده شود.با کاهش میزان هوای اضافی، دمای محصولات احتراق به مقدار قابل توجهی اضافه شده است و به تبع آن میزان انتقال حرارت به محیط افزایش یافته است. علیجانی [۲] در سال ۲۰۰۵ به بررسی مباحث نظری و عملی بهینه سازی مصرف سوخت در بخاری های گازسوز دودکش دار پرداخت که شامل پدیده های انتقال حرارت و موارد استفاده از آن ها در بهینه سازی مشعل، کلاهک تعدیل و موانع حرارتی و مقایسه آن ها با طرح ساخته شده بود. حسین پور و همکاران [۳] در سال ۲۰۰۹ تحقیق در مورد بهبود و بازده گرمایی بخاری گازی دودکش دار را انجام دادند. در این تحقیق با استفاده از نرم افزار فلوئنت، جریان و انتقال گرمای گازهای حاصل از احتراق برای هندسه های مختلف پیشنهادی برای موانع جریان، شبیه سازی شده و تاثیر شکل موانع در بازده گرمایی بخاری مورد بررسی قرار گرفته است. رحیمی و عبدی اقدم [۴] در سال ۲۰۰۸ در تحقیقی که تحت عنوان مطالعه تجربی تامین مستقیم هوای مصرفی برای بخاری های گازسوز خانگی انجام شده سعی کرده اند تا به روش تجربی و با ایجاد تغییرات جزیی در ساختمان یک دستگاه بخاری گازسوز، هوای لازم برای احتراق به همراه هوای اضافی لازم برای اختلاط با محصولات احتراق به منظور خنک کردن آن از بیرون و از طریق لوله ای به موازات لوله دودکش تامین گردد. بخاری آزمایشی تحت شرایط پایدار بکارگیری شده و نتایج رضایت بخشی از کارکرد را داشته است. رحیمی و عبدی اقدم [۵] در سال ۲۰۰۸ در تحقیقی که تحت عنوان مطالعه تجربی تامین مستقیم هوای مصرفی برای بخاری های گازسوز خانگی انجام شده سعی کرده اند تا به روش تجربی و با ایجاد تغییرات جزیی در ساختمان یک دستگاه بخاری گازسوز، هوای لازم برای احتراق به همراه هوای اضافی لازم برای اختلاط با محصولات احتراق

[1] Engineering Equation Solver

به منظور خنک کردن آن از بیرون و از طریق لوله ای به موازات لوله دودکش تامین گردد. بخاری آزمایشی تحت شرایط پایدار بکارگیری شده و نتایج رضایت بخشی از کارکرد را داشته است.

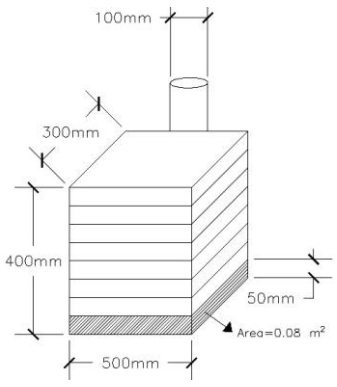
هدف از انجام این مقاله بررسی گرمایی، اقتصادی یک نمونه بخاری گازسوز دودکش دار رایج در منازل می باشد که با نصب فن سعی در بهبود بازدهی حرارتی و کاهش مصرف سوخت در آن شده است.

۲- نمودارها و جداول

گاز ورودی به بخاری به میزان یک کیلو مول از قسمت پایین بخاری وارد شده و پس از ترکیب با هوای مصرفی وارد محفظه احتراق می شود. پس از شعله ور شدن گاز، گاز محترق شده به سمت بالای محفظه احتراق حرکت می کند و با محیط اطراف بخاری تبادل حرارت انجام می دهد.

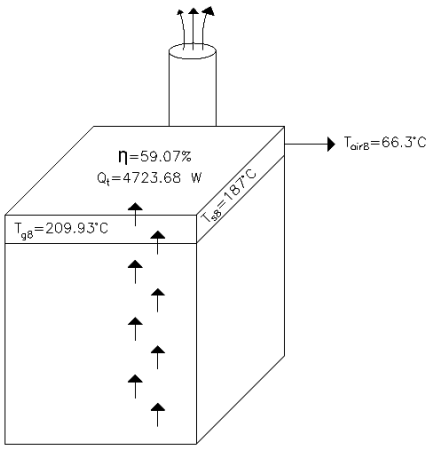
جدول (۱) ترکیبات متوسط گاز ورودی به بخاری نمونه گازسوز[٦]

جزء	درصد مولی
متان	٪۹۰/۴
اتان	٪۳/۴
پروپان	٪۰/۹
نیتروژن	٪۴/۶
دی اکسید کربن	٪۰/۷

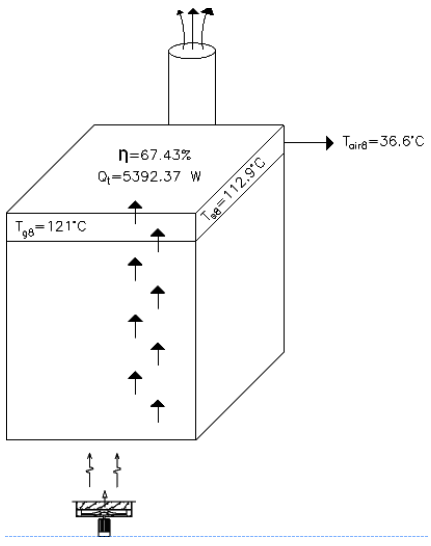


شکل (۱) شماتیک محفظه احتراق بخاری گازسوز معمولی

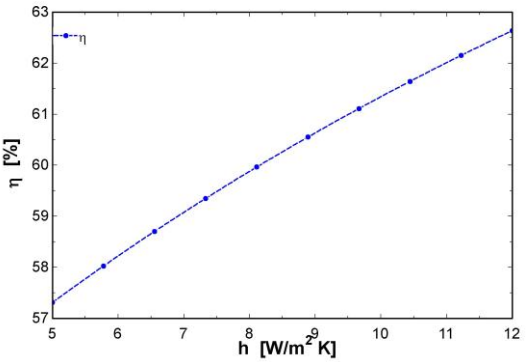
طبق شکل (۱) گاز پس از ورود به بخاری در مرحله اول با هوای مصرفی ترکیب شده و پس از سوختن به سمت بالای محفظه احتراق حرکت می کند. مدل سازی در هشت مرحله انجام گرفته که در هر مرحله انتقال حرارت جابجایی آزاد و اجباری و تشعشع با محیط محاسبه گردیده است.



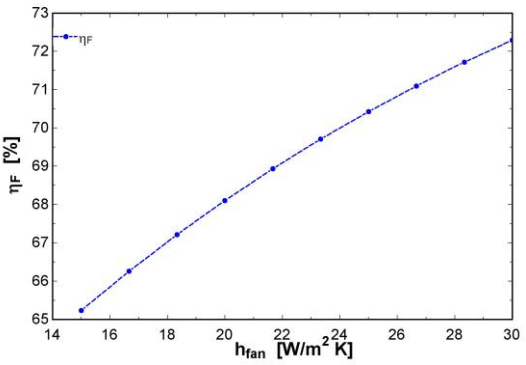
شکل (۲) شماتیک مدل سازی انتقال حرارت جابجایی آزاد در بخاری گازسوز نمونه



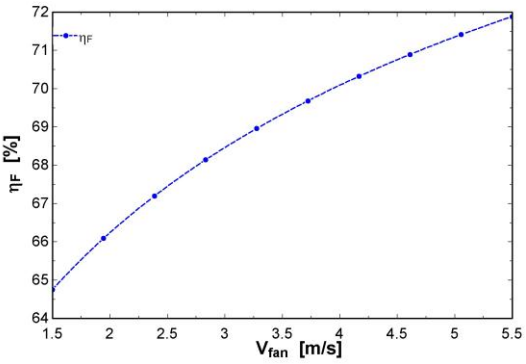
شکل (۳) شماتیک مدل سازی انتقال حرارت جابجایی اجباری در بخاری گازسوز نمونه



شکل (٤) تاثیرات ضریب جابجایی طبیعی بر راندمان بخاری گازسوز نمونه



شکل (٥) تاثیرات ضریب جابجایی اجباری بر راندمان بخاری گازسوز نمونه فن دار



شکل (٦) تاثیرات تغییر سرعت هوا بر راندمان بخاری گازسوز نمونه فن دار

۳- معادلات

$$q = \bar{h}A(T_s - T_\infty) \quad (۱)$$

$$q_{rad} = \sigma A \varepsilon (T_s^4 - T_{sur}^4) \quad (۲)$$

$$\dot{M} = \rho A V \quad (۳)$$

$$Q_{tot\,conv+radi\,(w)} = Mc_p(T_{ad1} - T_g) \quad (۴)$$

طبق معادلات بالا پس از محاسبه انتقال حرارت جابجایی طبیعی و اجباری و تشعشعی در هر مرحله و با محاسبه دبی جرمی گاز ورودی به بخاری دمای گاز ورودی به مرحله بعدی مدل سازی را به دست می آوریم. از این طریق مقدار گرمای داده شده در هر مرحله از بخاری به محیط به دست خواهد آمد.گاز با دبی حجمی ۰.۸ متر مکعب در ساعت و با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد وارد بخاری شده و با هوای اضافی که دمای آن نیز ۲۵ درجه سانتی گراد می باشد ترکیب می شود. در مدل سازی انتقال حرارت بخاری، دمای هوای اطراف بخاری که با بدنه آن در تماس می باشد نیز محاسبه شده است.

٤- نتیجه‌گیری

همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می شود با بیشتر شدن ضریب جابجایی طبیعی در بخاری راندمان تا حدودی بهبود یافته است. در شکل ۵ تاثیرات ضریب جابجایی اجباری که با نصب فن بر روی بدنه بخاری ایجاد شده است مشاهده می شود، هرچه ضریب جابجایی اجباری بزرگتر باشد راندمان بخاری افزایش بیشتری خواهد داشت. در شکل ۶ تاثیر تغییرات سرعت حرکت هوا در بخاری مشاهده می شود. با بیشتر شدن سرعت هوا در بخاری انتقال حرارت سطح بخاری با محیط اطراف افزایش یافته است و گرمای بیش تری به محیط انتقال یافته است. راندمان بخاری معمولی در حالت بدون فن ۵۹.۰۷ درصد می باشد که با نصب فن بر روی بدنه بخاری به ۶۷.۴۳ درصد رسیده است که ۸.۳۶ درصد افزایش راندمان را نشان می دهد. مصرف گاز بخاری معمولی در مدت زمان کارکرد شبانه روزی در یک ماه ۵۷۶ متر مکعب می باشد و مصرف گاز بخاری فن دار در مدت

زمان کارکرد شبانه روزی در یک ماه ۵۰۴.۵۵ متر مکعب بر آورد شده است،که مصرف گاز در حالت فن دار نسبت به بخاری بدون فن ۷۱.۴۵ متر مکعب کاهش داشته است. هزینه گاز و برق بخاری فن دار در مدت یک ماه کارکرد ۳۸۶۱۲ هزار تومان و هزینه گاز بخاری معمولی ۴۸۵۷۶ هزار تومان می باشد که نشان دهنده صرفه اقتصادی بالاتر بخاری فن دار نسبت به بخاری بدون فن میباشد. برآورد هزینه گاز و برق بخاری ها بر اساس قیمت گاز و برق در سال ۹۴ می باشد.

۵- فهرست علائم

ضریب جابجایی $(W/m^2.K)$	$\bar{h}$
مساحت سطح (m^2)	A
دمای سطح بدنه بخاری (K)	T_s
دمای محیط (K)	T_∞
دمای گاز در هر مرحله (K)	T_g

مراجع:

[۱] رحیمی، مصطفی و سالاری درودخانی، ابراهیم (۱۳۹۰)، " بررسی و بهبود عملکرد بخاری گازسوز با محفظه احتراق بسته "، مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین المللی گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع، ایران، تهران، هتل المپیک.

[۲] علیجانی، محمدرضا (۱۳۸۵)، "بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخاری‌های گازسوز دودکش دار"، مجموعه مقالات پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان.

[۳] حسین پور، سیامک و کاشانی، شهرام (۱۳۸۹)، " بررسی عددی و آزمایشگاهی تأثیر موانع جریان بر افزایش بازده بخاری گازی"، نشریهٔ علمی پژوهشی سوخت و احتراق، سال سوم، شمارهٔ اول.

[۴] رحیمی، مصطفی و عبدی، ابراهیم (۱۳۸۶)، " برآورد نسبت سوخت به هوای مصرفی در یک دستگاه بخاری گازسوز"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس احتراق ایران، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.

[۵] رحیمی، مصطفی و عبدی، ابراهیم (۱۳۸۶)، " برآورد نسبت سوخت به هوای مصرفی در یک دستگاه بخاری گازسوز"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس احتراق ایران، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.

[۶] *R&D* اداره مرکزی گاز اصفهان (مکاتبات شخصی).