تأثیر دبی سیال ورودی بر دمای سیال خروجی آبگرمکن خورشیدی با جمع کننده صفحه تخت در ساعات مختلف روز

فرزانه سجادی‌پور[۱]، کامران خیرعلی‌پور[۲*]، اسماعیل میرزایی قلعه[۳] و حکمت ربانی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام (sjadyfrzanh@gmail.com)
۲. استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام (k.kheiralipour@ilam.ac.ir)
۳. استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی (E.mirzaee@razi.ac.ir)
۴. دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی (hrabbani47@razi.ac.ir)

چکیده

جمع‌آوری انرژی خورشیدی توسط آبگرمکن به دلیل تجدیدپذیری و کاهش هزینه گرمایش خانگی موردعلاقه بسیاری از محققان در دو دهه گذشته بوده است. هدف موردنظر در مقاله حاضر بررسی تغییرات دمای سیال خروجی آبگرمکن خورشیدی در ساعات مختلف روز و دبی‌های مختلف سیال ورودی می‌باشد. آبگرمکن خورشیدی دارای جمع کننده صفحه تخت بود. دمای محیط، دمای سیال ورودی، دمای جمع کننده و دمای سیال خروجی به روش تجربی اندازه‌گیری شد. دبی‌های موردبررسی ۰/۱، ۰/۱۴ و ۰/۲ کیلوگرم بر ثانیه بود. اندازه‌گیری‌های تجربی هر دو ساعت یک‌بار از ساعت ۱۰ تا ۱۸ صورت گرفت. در ابتدای روز با افزایش دمای سیال ورودی، دمای سیال خروجی افزایش یافت درحالی‌که پس از افزایش دمای سیال ورودی به‌مرورزمان دمای سیال خروجی کاهش یافت. نتایج نشان داد که با گذشت زمان به دلیل این‌که میزان تشعشع افزایش می‌یابد دمای سیال خروجی نیز به‌تدریج افزایش‌یافته، درنتیجه انرژی کسب‌شده بیشتر خواهد بود و در ظهر خورشیدی که بیشترین مقدار تشعشع وجود دارد این مقدار به حداکثر خود خواهد رسید. با کاهش میزان دبی سیال عبوری از جمع کننده، میزان انرژی دریافتی و درنتیجه دمای سیال خروجی افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: *انرژی خورشیدی، جمع کننده خورشیدی صفحه تخت، دمای سیال خروجی، دبی، زمان.*

*نویسنده مسئول: k.kheiralipour@ilam.ac.ir

تأثیر دبی سیال ورودی بر دمای سیال خروجی آبگرمکن خورشیدی با جمع کننده صفحه تخت در ساعات مختلف روز

مقدمه

انسان‌همواره برای مهار انرژی خورشیدی به راه‌های مختلفی متوسل شده است و استفاده بهینه و حداکثری آن را مدنظر داشته است. روش‌های گوناگونی برای استفاده از این انرژی پاک وجود دارد، اما گرم کردن آب با استفاده از آبگرم کن‌های خورشیدی، به‌عنوان یکی از آسان‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌ها شناخته‌شده است. زیرا با داشتن دانش کافی درباره تابش خورشید، به‌راحتی و به‌طور مؤثرتری نسبت به دیگر روش‌های استفاده از انرژی خورشیدی می‌توان این نوع انرژی را برای گرم کردن آب مصرفی منازل و حتی کاربرهای صنعتی به کاربرد [۴]. این روش موردعلاقه بسیاری از محققان در دو دهه گذشته بوده است چراکه علاوه بر تجدیدپذیر بودن، هزینه گرمایش خانگی را تا ۷۰ ٪ کاهش می‌دهد [۱۴].

بیشتر ممالک جهان به اهمیت و نقش منابع مختلف انرژی، به‌ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین نیازهای حال و آینده پی‌برده و به‌طور گسترده، در توسعهٔ بهره‌برداری از این منابع لایزال، تحقیقات وسیع و سرمایه‌گذاری‌های اصولی می‌کنند [۸]. استفاده از انرژی خورشیدی در میان کشورهای توسعه‌یافته ازجمله مباحثی است که طی سال‌های اخیر موردتوجه سیاستمداران و سازمان‌های محیط‌زیست قرارگرفته است. یکی از سیاست‌های مورداشاره در این نوع کشورها، تشویق افراد جامعه به استفاده از انرژی خورشیدی در مصارف خانگی توانسته کمک شایانی به افزایش تولید و ذخیره برق و انرژی در این کشورها نماید. بیشتر تأسیسات انرژی خورشیدی در اروپا قرار دارد و حدود دوسوم انرژی خورشیدی نیز در این قاره تولید می‌شود. انگلستان یک گام از کشورهایی نظیر فرانسه، بلژیک و لهستان فراتر رفته و با استفاده از انرژی خورشیدی توانسته سالانه معادل ۴۶ هزار تن نفت ذخیره نماید.. چین در بخش استفاده از آبگرم کن‌های خورشیدی مقام نخست را در جهان دارد [۱۱]. بنابر آمارهای ارائه شده آلمان در صدر پیشروترین کشورهای اروپایی است که در راستای افزایش تولید برق و استفاده از انرژی خورشیدی فعالیت خود را آغاز کرده است [۱۲]. درصورتی‌که مصرف انرژی فسیلی کاهش یابد، اشتغال‌زایی افزایش می‌یابد، عمر ذخائر نفتی طولانی می‌شود و آلودگی هوا کاهش می‌یابد [۱].

خوشبختانه در ایران به دلیل موقعیت ویژه جغرافیایی توان بالایی در دریافت انرژی خورشیدی وجود دارد. متأسفانه در حال حاضر و باوجود علوم و تکنولوژی جدید در کشور، استفاده از انرژی خورشید بسیار ناچیز است. از طرفی که سطح کنونی علمی و صنعتی کشور برای ایجاد و گسترش تکنیک خورشیدی به‌حدکافی آمادگی دارد. بنابراین اگر طرح‌های خورشیدی معرفی شوند و علوم و فنون مربوطه ترویج یابند، صنایع خورشیدی کشور می‌تواند به‌عنوان یک صنعت خودکفا وارد عمل گردد [۱].

مهم‌ترین بخش یک سامانه آبگرمکن خورشیدی جمع کننده[1] خورشیدی می‌باشد که دارای انواع مختلف است. جمع کننده، اصلی‌ترین جزء یک سامانه گرمایش خورشیدی و انتقال آن به جریان سیال با کمترین اتلاف حرارتی انجام می‌پذیرد. پرکاربردترین نوع جمع کننده به علت کارایی بالا، سهولت ساخت، عدم حضور قطعات متحرک و عدم نیاز به نگهداری، کاربرد بیشتری پیداکرده است، جمع کننده صفحه تخت می‌باشد [۲]. جمع کننده خورشیدی نوع خاصی از مبدل‌های حرارتی است که انرژی تابشی خورشید را به گرما تبدیل می‌کند [۴]. قسمت‌های اصلی جمع‌کننده خورشیدی شامل صفحه جاذب، کانال‌های رابط ورودی و خروجی، سیستم تأمین هوا، بدنه جمع کننده و همچنین تجهیزات اندازه‌گیری دما می‌باشد [۷]. با توجه به مزایا و کاربردهای گسترده سامانه‌های خورشیدی، بررسی عملکرد آن‌ها ضروری می‌باشد.

[1]. Collector

افروزا ناهار[۲] و همکاران در پژوهشی سامانه خورشیدی هیبریدی را که هم دارای جمع کننده و هم فتوولتاییک بود را موردبررسی قرار دادند [۹]. یعقوبی و موسوی اکبری انتقال حرارت در دریافت‌کننده یک سامانه متمرکز کننده سهموی در نیروگاه خورشیدی شیراز را بررسی نمودند. آن‌ها تأثیر پارامترهای مختلفی چون سرعت سیال، شکل لوله جاذب و جنس آن را بررسی نمودند. آن‌ها دریافتند که با تغییر شکل لوله و جنس آن به فولاد نسبت به حالت اولیه افزایش بازده چشم‌گیر نیست درنتیجه توجیه اقتصادی ندارد [۱۶]. مدینا کاریل[۳] و همکاران عملکرد حرارتی و بهره‌وری دو نوع صفحه جاذب، یک جمع کننده خورشیدی معمولی با صفحه جاذب مستطیل شکل و دیگری از نوع منحنی را بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که بازده نوع صفحه جاذب منحنی ۲۵ درصد بالاتر از نوع مستطیل شکل دارد [۱۳]. باسیل[۴] و همکاران اثرات حرارتی از جریان سیال و انتقال حرارت در جمع‌کننده‌های مختلف را موردبررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که نوع ساختمان جمع کننده می‌تواند تأثیر بسزایی در جریان سیال و نهایتاً انتقال حرارت داشته باشد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که جمع کننده‌ای که دارای لوله‌ی تخلیه است عملکرد بهتری خواهد داشت [۱۰]. عظیمی اثرات استفاده از متمرکزکننده و منعکس‌کننده تخت بر روی عملکرد جمع کننده صفحه تخت را بررسی نمودند و دریافتند استفاده از عدسی‌ها موجب بهبود بازده سامانه شده اما تأثیر استفاده از بازتابنده‌ها بیشتر است [۶]. در مطالعه‌ای که توسط سوپیان[۵] و همکاران به انجام رسید مشخص شد که در یک جمع کننده دو مسیره می‌توان با قرار دادن ماده متخلخل در کانال دوم، دمای سیال خروجی از جمع کننده را افزایش داد که منجر به افزایش بازده سامانه می‌گردد [۱۵].

با توجه به این‌که میزان تابش خورشید در کشور زیاد می‌باشد، استفاده از انرژی خورشید نه تنها ضروری، بلکه اجتناب ناپذیر است. روش‌های گوناگونی برای استفاده از این انرژی بی‌پایان وجود دارد، اما گرم‌کردن آب با استفاده از آبگرم کن‌های خورشیدی، به‌عنوان ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش درکشور می‌باشد. در میان این نوع آبگرمکن‌ها نوع صفحه تخت به علت مزایایی بالای آن کاربرد بیشتری پیداکرده است. دمای سیال خروجی به عوامل مختلفی بستگی دارد، که در تحقیق حاضر دمای سیال خروجی در ساعات مختلف روز بررسی شده است. همچنین تأثیر دبی‌های مختلف در آبگرمکن نیز موردبررسی قرارگرفته است.

مواد و روش‌ها

آب‌گرم‌کن خورشیدی

در تحقیق حاضر آب‌گرم‌کن خورشیدی ساخته‌شده توسط شرکت سولار پلار اصفهان مورداستفاده قرار گرفت. مهم‌ترین بخش آبگرمکن خورشیدی صفحه جاذب می‌باشد که با پوشش تیره همراه است. بر روی آن لوله‌های عمودی با تعداد شش عدد و ۲ لوله افقی قرارگرفته است. سامانه شامل گردش اجباری بوده و از یک دستگاه پمپ جهت چرخش آب در لوله‌ها استفاده‌شده است. مشخصات لوله-های شبیه‌سازی‌شده به شرح جدول ۱ است.

2. Afroza Nahar
3. Medina Carril
4. Basil et al.
4. Sopian

جدول ۱ مشخصات لوله‌های جمع کننده صفحه تخت.

ردیف	عنوان	توضیحات
۲	ضخامت صفحه جاذب (mm)	۰/۵آلومینیوم
۳	تعداد پوشش شفاف	۱
۴	جنس لوله‌ها	مسی، باضخامت ۱mm
۵	فاصله لوله‌ها (mm)	۱۵۰
۶	شیب (°)	۴۵
۷	ضریب عبور پوشش شفاف (τ)	۰/۹۰
۸	ضریب جذب (α)	۰/۸۱
۹	لوله‌های افقی	طول ۹۰۰ میلی‌متر و قطر ۴۰ میلی‌متر
۱۰	لوله‌های عمودی	طول ۱۶۰۰میلی‌متر و قطر ۱۵میلی‌متر

پمپ آب

با توجه به اینکه سامانه موردنظر، سامانه جابجایی اجباری می‌باشد، جهت انجام بهتر عمل سیرکولاسیون از پمپ Grundfos با قابلیت تغییر دبی در سه سطح برای به گردش درآوردن آب در آبگرمکن استفاده شد. پمپ را در مسیر ورود محلول سرد به جمع کننده قرار می‌دهند. این محلول پس از گرم شدن توسط صفحه جاذب جمع کننده برگشت می‌کند. در این نوع سامانه خورشیدی به‌دلیل افزودن یک پمپ سیرکولاسیون به مدار گردش سیال، به میزان قابل توجهی بازده و توان خروجی را بهبود می‌دهد [۵]. مشخصات پمپ در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ مشخصات پمپ مورداستفاده.

عنوان	توضیحات
مدل پمپ	15-50 UPS
توان موتور (hp)	۰/۳۲
دور موتور(RPM)	سه سرعته 135 W/205W/240W
حداکثر آبدهی	12 m^2/h
حداکثر ارتفاع	7.74 m
نوع کانکشن	دنده ای
دهانه ورودی	1,1/4
دهانه خروجی	1,1/4
دمای مجاز سیال	-25 - +125°C
وزن	1.5 kg

مبدل حرارتی

در انتقال حرارت از سیکل اول (جمع کننده خورشیدی) به سیکل دوم (مخزن) نیاز به استفاده از یک مبدل حرارتی می‌باشد. پیکربندی مبدل حرارتی دوجداره سطح انتقال حرارت زیادی را فراهم می‌کند و به این صورت است که جریان سیال جمع کننده خورشیدی در پوسته خارجی و سیال سرد در داخل مخزن قرار می‌گیرند. مزایای طراحی مبدل‌های حرارتی دوجداره عبارت‌اند از [۵].

۱. سادگی طراحی (ترکیبی از مخزن آبگرم و مبدل حرارتی داخل یک واحد)

۲. مساحت سطح تبادل حرارتی بزرگ‌تر

مخزن ذخیره سیال

مخزن دوجداره به‌عنوان یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین راه تولید مبدل حرارتی با کارایی بالا در پیشبرد طبقه‌بندی حرارتی است. انتخاب مخزن بر اساس ظرفیت آب مصرفی و سطح جمع‌کننده انجام می‌شود. در این طرح از مخزن استوانه‌ای شکل (به طول ۱ متر و قطر ۰/۵ متر) با حجم ۱۲۰ لیتر استفاده شد. جنس مخزن آهن گالوانیزه به ضخامت ۳ میلی‌متر می‌باشد. به‌منظور جلوگیری از انتقال حرارت از مخزن به محیط و در حقیقت جلوگیری از اتلاف انرژی، سطح مخزن توسط پشم‌شیشه پوشانده شد [۳].

حسگرهای حرارتی

پس از مهیا شدن سامانه، حسگرهای حرارتی در محل‌های موردنظر برای اندازه‌گیری دمای سیال ورودی و خروجی، صفحه جاذب و محیط نصب گردید. حسگرهای مورداستفاده در تحقیق برای اندازه‌گیری دما ترموکوپل نوع k با دقت ۰/۱ درجه سلسیوس بود. نوک سیم ترموکوپل با استفاده از جوش آلومینیوم بسته‌شده به‌طوری‌که ترموکوپل دمای محل جوش را نشان داد.

دیتالاگر

برای ثبت دما در نقاط مختلف آبگرمکن خورشیدی از یک دستگاه دیتالاگر هشت کاناله ساخت کشور تایوان (مدل PROVA 800) استفاده شد. نمایش دمای تمام نقاط ذکرشده توسط دیتالاگر انجام و بر اساس زمان دلخواه ثبت شد. این دیتالاگر دارای قابلیت ثبت دما در هر ۱ ثانیه را دارد. پس از ثبت دما توسط دیتالاگر، داده‌ها از حافظه آن به رایانه منتقل شد.

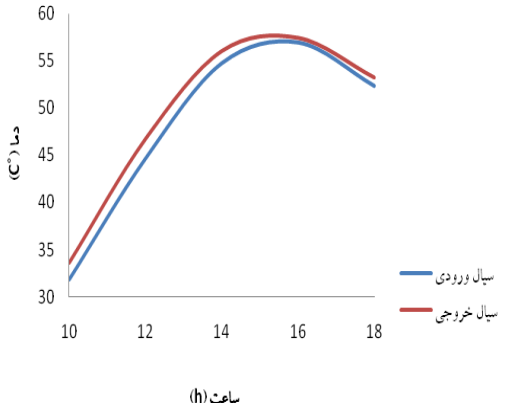
اندازه‌گیرهای تجربی

در دوره آزمایش دمای سیال ورودی و خروجی جمع‌کننده، دمای صفحه جاذب و دمای محیط به‌صورت هر ۲ ساعت یک‌بار توسط دیتالاگر ذکرشده ثبت گردید. داده‌برداری به مدت سه روز آفتابی در اردیبهشت سال ۱۳۹۷ در شهر کرمانشاه و در محدوده کارگاه گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه رازی صورت گرفت. همچنین در هرروز یک دبی خاص (۰/۱، ۰/۱۴ و ۰/۲ کیلوگرم بر ثانیه) موردبررسی قرار گرفت.

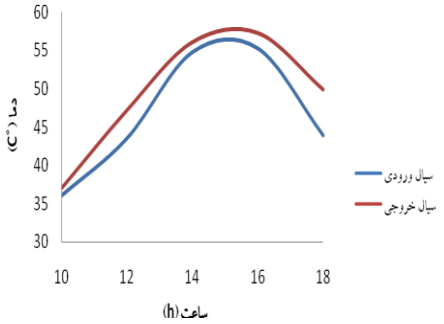
نتایج و بحث

اثر ساعت‌های مختلف روز

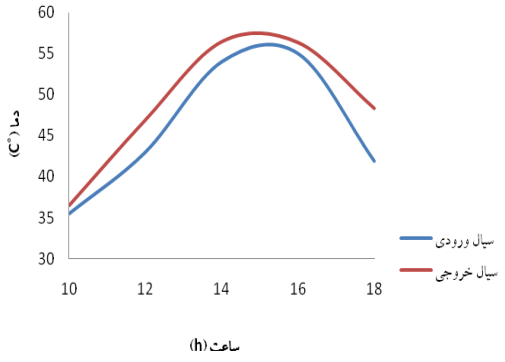
تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در سامانه آبگرمکن خورشیدی در ساعت‌های مختلف روز برای دبی‌های مورد آزمایش (۰/۱، ۰/۱۴ و ۰/۲ کیلوگرم بر ثانیه) در شکل‌های ۱ تا ۳ از ساعت ۱۰:۰۰ تا ۱۸:۰۰ با فواصل زمانی دو ساعت نشان داده‌شده است.



شکل ۱. تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در دبی ۰/۱ کیلوگرم بر ثانیه در ساعت‌های مختلف روز.



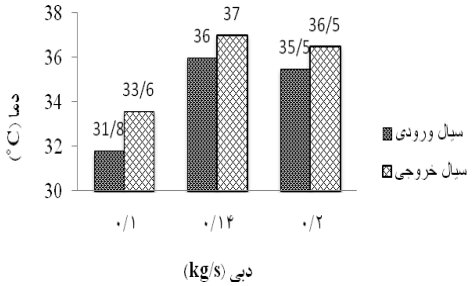
شکل ۲. تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در دبی ۰/۱۴ کیلوگرم بر ثانیه در ساعت‌های مختلف روز.



شکل ۳. تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در دبی ۰/۲ کیلوگرم بر ثانیه در ساعت‌های مختلف روز.

اثر دبی

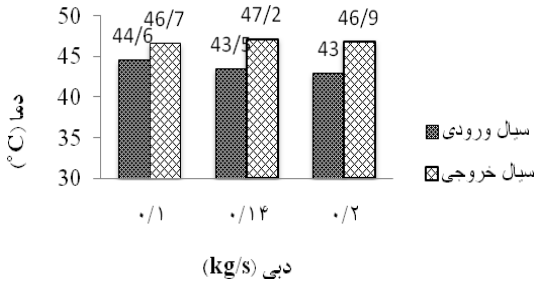
تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در سامانه آبگرمکن خورشیدی در دبی‌های مورد آزمایش (۰/۱، ۰/۱۴ و ۰/۲ کیلوگرم بر ثانیه) برای ساعت‌های مختلف روز در شکل‌های ۴ تا ۸ نشان داده‌شده است.



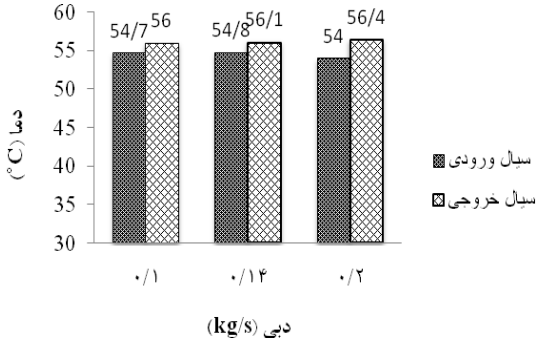
شکل ۴. تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در ساعت ۱۰:۰۰ در دبی‌های مختلف.

در ساعت ۱۰:۰۰ اختلاف بین دمای سیال ورودی و خروجی برای دبی‌های ۰/۱۴ و ۰/۲ برابر و برابر ۱ درجه سلسیوس اما در دبی ۰/۱ این اختلاف بیشتر (۱/۸ درجه سلسیوس) بوده است. در اول صبح (ساعت ۱۰:۰۰) در دبی‌های پایین‌تر تبادل حرارتی بهتری بین سیال عبوری با جمع‌کننده صورت گرفته و درنتیجه انتظار می‌رود اختلاف دمای بین سیال ورودی و خروجی جمع‌کننده بیشتر شده که عامل بسیار مناسبی در افزایش بازدهی سامانه می‌باشد. علت این امر سرعت حرکت پایین سیال عبوری و افزایش فرصت برای تبادل حرارت می‌باشد. اما در دبی‌های بالاتر به دلیل اینکه سیال عبوری زمان کمتری برای تبادل حرارتی با جمع کننده را در اختیار دارد، درنتیجه اختلاف دمای بین سیال ورودی و خروجی جمع‌کننده کاهش پیداکرده است.

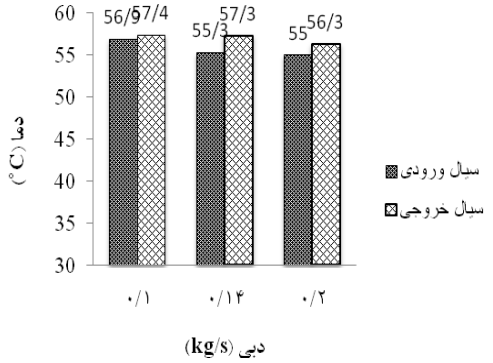
در شکل ۵ دمای سیال ورودی در دبی‌های ۰/۱۴و ۰/۲ بیشتر از دبی ۰/۱می‌باشد که در روز اول ۳۱/۸ و در روز دوم ۳۶ و در روز سوم ۳۵/۵ است.



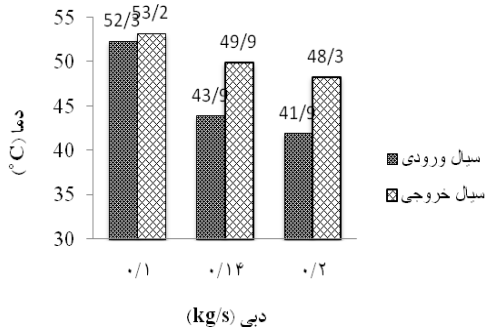
شکل ۵ تغییرات دمای سیال ورودی و دمای سیال خروجی در ساعت ۱۲:۰۰ در دبی‌های مختلف.



شکل ۶ تغییرات دمای سیال ورودی و دمای سیال خروجی در ساعت ۱۴:۰۰ در دبی‌های مختلف.



شکل ۷ تغییرات دمای سیال ورودی و دمای سیال خروجی در ساعت ۱۶:۰۰ در دبی‌های مختلف.



شکل ۸ تغییرات دمای سیال ورودی و دمای سیال خروجی در ساعت ۱۸:۰۰ در دبی‌های مختلف.

با توجه به در شکل‌های ۵ تا ۸ به‌طورکلی می‌توان گفت که دمای سیال ورودی در دبی ۰/۱ بیشتر از ۰/۱۴ و آن‌هم بیشتر از ۰/۲ است. در دبی پایین فرصت گرم شدن آب توسط لوله‌ها بیشتر است و لذا دمای مخزن و سیال ورودی افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر دمای سیال ورودی و خروجی یک جمع کننده صفحه تخت در ساعت‌های مختلف روز به‌صورت تجربی اندازه‌گیری شد و نتایج زیر به دست آمد:

۱. دمای سیال خروجی به دمای محیط و دمای سیال ورودی بستگی دارد.
۲. با گذشت زمان به دلیل این‌که میزان تشعشع افزایش می‌یابد دمای سیال خروجی نیز به‌تدریج افزایش‌یافته، درنتیجه انرژی کسب‌شده بیشتر خواهد بود و در ظهر خورشیدی که بیشترین مقدار تشعشع وجود دارد این مقدار به حداکثر خود خواهد رسید.
۳. با کاهش میزان دبی سیال عبوری از جمع کننده، میزان انرژی دریافتی و درنتیجه دمای سیال خروجی افزایش می‌یابد.
۴. تغییرات دمای سیال ورودی و خروجی در محدوده ساعات ۱۰:۰۰ صبح الی ۱۸:۰۰ بعدازظهر دارای سیر صعودی و پس‌ازآن دارای سیر نزولی می‌باشد.
۵. دمای سیال خروجی در دبی ۰/۱ کیلوگرم بر ثانیه بیشتر و در دبی ۰/۲ کیلوگرم بر ثانیه دارای کمترین مقدار است.

۶. در ابتدای روز با افزایش دمای سیال ورودی دمای سیال خروجی افزایش می‌یابد درحالی‌که پس از افزایش دمای سیال ورودی به‌مرورزمان شاهد کاهش دمای سیال خروجی هستیم.

۷.

تشکر و قدردانی

از گروه مهندس مکانیک بیوسیستم دانشگاه ایلام و دانشگاه رازی به خاطر حمایت‌های ارزشمندشان در تحقیق حاضر قدردانی می گردد.

منابع

۱. حاج سقطی، ا. ۱۳۹۰. اصول و کاربرد انرژی خورشیدی. تهران: دانشگاه علم و صنعت.

۲. خرمی فرد، م. ۱۳۹۲. بررسی تجربی و تحلیل عددی پارامترهای فیزیکی و محیطی کلکتورهای خورشیدی صفحه تخت روی عملکرد آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. دالوند، م.ج. ۱۳۹۱. طراحی، ساخت و ارزیابی یک خشک‌کن الکتروهیدرودینامیک خورشیدی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی. دانشگاه تهران.

۴. زنجانی، م. ۱۳۹۰. پیش‌بینی دبی بهینه کلکتور صفحه تخت خورشیدی با رویکرد استفاده از هوش مصنوعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه رازی.

۵. شریفی، ج. ۱۳۹۱. تأثیر مانع در طبقه‌بندی حرارتی مخازن ذخیره دوجداره خورشیدی. پایان‌نامه ارشد مهندسی مکانیک. دانشگاه رازی.

۶. عظیمی، آ. ۱۳۹۰. مطالعه تحلیلی و ازمایشگاهی اثرات استفاده از متمرکزکننده و منعکس‌کننده تخت بر روی عملکرد کلکتور صفحه تخت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کاشان.

۷. مهدوی عادلی، م. داستانیان م. و فراهت، س. ۱۳۹۲. طراحی، ساخت و بررسی سیستم فتوولتائیک حرارتی خورشیدی با نانوسیال به‌عنوان خنک‌کننده. سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران.

۸. همایونی‌فر، م.، ادیبیان، م.ص.، گرجی‌پور، م.ج.، مهاجری، م. ۱۳۹۲. انرژی خورشیدی، فرصت‌ها و چالش‌ها. دومین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک، شماره ثبت ۱۰۵۶۰.

9. Afroza Nahar, M., Hasanuzzaman, N. and Rahim, A. 2017. Numerical and experimental investigation on the performance of a photovoltaic thermal collector with parallel plate flow channel under different operating conditions in Malaysia. Solar Energy. 144: 517-528.
10. Basil, H., Ali, S., Gilani, I. and Al-Kayiem, H. 2014. A Three Dimensional Performance Analysis of a Developed Evacuated Tube Collector using a CFD Fluent Solar Load Model. Owned by the authors, published by EDP Science.
11. Dias, P. 2011. Solar Thermal in Europe. presentation at the IEA Solar Heating and Cooling. Roadmap Workshop. Paris.
12. Kearney, A.T. 2010. Thermal Electricity 2025, Düsseldorf, Germany.
13. Medina Carril, D.M., Carrillo J.G., Maldonado R.D. and Avilés, F. 2016. Finite element analysis of a solar collector plate using two plate geometrie. Ingeniería e Investigación, 36(3): 95-101.
14. Selmi, M., Al-Khawaja, M.J. and Marafia, A. 2008. Validation of CFD simulation for flat plate solar energy collector. Renewable Energy, 33: 383-73.

15. Sopian, K., Alghoula, M.A., Alfegib, E.M., Sulaimana, M.Y. and Musab, E.A. 2009. Evaluation ofthermal efficiency of double-pass solar collector with porous–nonporous media. Renewable Energy, 34: 640-5.
16. Yaghoubi, M., Akbarimoosavi, M. 2011. Three dimensional thermal expansion analysis of an absorber tube in a parabolic trough collector. Solar PACES, Granada, Spain, 20-23.

Influence of inlet fluid flow on the outlet fluid flow temperature of the solar water heater with a flat plate collector at different hours of the day

Farzaneh Sajadipoor[1], Kamran Kheiralipour[2*], Ismail Mirzaee-Ghaleh[3] and Hekmat Rabbani[4]

1. M.Sc. student, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Ilam University.
2. Assistant Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Ilam University.
3. Assistant Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University.
4. Associate Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University.

Abstract

The accumulation of solar energy by water heaters has been interested by many researchers over the past two decades due to the renewable source and reduction of heating costs of the buildings. The purpose of the present research was to investigate the changes of the outlet fluid temperature of a solar water heater during different hours of the day and the various flow rates of the inlet fluid. The solar water heater had a flat plate collector. The temperature of ambient, inlet fluid, collector and outlet fluid were measured experimentally measured. The flow rates were 0.10, 0.14 and 0.20 kg /s. The experimental measurements took placed from 10:00 to 18:00 at 2 h time intervals. In the beginning of the day, with increasing inlet fluid temperature, the outlet fluid temperature increased, while after rising inlet fluid temperature over time, the fluid flow temperature decreased. The results showed that, as time goes on, the temperature of the outlet fluid was gradually increased because of the rises of solar radiation, resulting in higher absorbed energy and it was reached to its peak at noon when the solar radiation achieved its maximum amount. By reducing the inlet flow rate of the collector, the amount of received energy and consequently the temperature of the outlet fluid increased.

Key words: **S**olar energy, Solar plate collector, Outlet temperature, Flow rate, Time.

*Corresponding author
E-mail: k.kheiralipour@ilam.ac.ir