بررسی آزمایشگاهی تأثیر ارتفاع آب شور بر عملکرد دستگاه آب شیرین کن خورشیدی با جریان اجباری و بدون جریان اجباری

محمدامین کیمیایی[1]، علی ارشادی[2]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران
[2] استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

دریافت: تابستان ۹۶ پذیرش:زمستان ۹۶

چکیده

هدف اصلی در این پژوهش بررسی آزمایشگاهی تأثیر ارتفاع آب شور بر عملکرد دستگاه آب شیرین کن خورشیدی هرمی می باشد. در این راستا یک دستگاه آب شیرین کن خورشیدی هرمی طراحی و ساخته شده است. آزمایش در شهر اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی که در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا واقع شده‌است و در فصل پاییز با میانگین دمای هوای ۲۶ درجه سانتی گراد و در دو حالت با جریان اجباری آب شور و بدون آن، برای سه مقدار متفاوت ارتفاع آب شور، صورت گرفته است. جهت اجباری کردن جریان آب شور درون مخزن از یک پمپ آب با توان ۲۸.۸ وات استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که دمای آب شور درون مخزن و پیرو آن نرخ تبخیر و راندمان گرمایی دستگاه با ارتفاع آب شور درون مخزن رابطه معکوس دارد. میانگین راندمان گرمایی دستگاه در حالت عدم وجود جریان اجباری برای ارتفاع ۵، ۱۵ و ۲۰ سانتی متری به ترتیب ۱۶٪ ، ۱۴٪ و ۱۱٪ محاسبه گردید. مقادیر مذکور برای حالت وجود جریان اجباری به ترتیب ۲۰٪ ، ۱۷٪ و ۱۴٪ محاسبه شده است.

* **عهده‌دار مکاتبات:** a.ershadi@yahoo.com

کلمات کلیدی: آب شیرین کن خورشیدی، ساخت دستگاه، ارتفاع آب شور، جریان اجباری، تحلیل انرژی

۱- مقدمه

آب مهم ترین ماده حیاتی است که به همراه اکسیژن برای زیست بشر بر پهنه زمین الزامی است و تصور زندگی بدون آب شیرین و قابل شرب و هوای پاک اساساً ممکن نیست [۱].

تهیه آب شیرین قابل شرب همواره یکی از مهم ترین موضوعات در بسیاری از مناطق جهان بوده است، زیرا انسان علاوه بر آشامیدن، برای کلیه فعالیت های صنعتی و خانگی به آب نیاز دارد. افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و پیشرفت صنعت نیز موجب استفاده بی رویه از منابع آب و سرازیر شدن مواد میکروبی، شیمیایی به آن شده است. توزیع آب شیرین در تمام نقاط جهان یکسان نیست. در بعضی مناطق مثل اروپا، به علت بارندگی زیاد، آب فراوان است و برعکس بعضی نقاط، مثل بیشتر کشورهای آسیایی و آفریقایی، درگیر مشکل کمبود آب شیرین هستند که جمعیت و اقلیم ضعیف تر را از بین می برد. از این رو امروزه ابداع و به کار گیری روش های جدید در تولید آب شیرین بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۲].

روش های به دست آوردن آب شیرین مانند: اسمز معکوس، دستگاه های آب شیرین کن چند مرحله ای، الکترودیالیز و بسیاری روش های دیگر وجود دارند. با این حال، این روش ها با توجه به هزینه نگهداری و مصرف انرژی زیاد کارآمد نیستند. در میان این روش ها، آب شیرین کن خورشیدی به عنوان یک گزینه اجتناب ناپذیر شناخته شده است که با توجه به هزینه نگهداری کمتر و ساز و کار ساده ای که دارد عمدتاً در مناطق خشک نظیر خاورمیانه و آفریقای شمالی که از تابش خورشیدی فراوانی برخوردارند مورد توجه قرار گرفته است. همچنین اساس کار سیستم های آب شیرین کن خورشیدی بر مبنای سیکلی است که در طبیعت طی می گردد. آب شور به واسطه انرژی حرارتی خورشید تبخیر و روی سطح شیشه ایِ آب شیرین کن، سرد و تقطیر می گردد. قطرات حاصله عاری از هرگونه نمک یا مواد معدنی و میکرو ارگانیزم می باشند [۲].

اگرچه تاریخچه ساخت و استفاده از دستگاه های آب شیرین کن خورشیدی به سده چهارم پیش از میلاد بر میگردد، ولیکن امروزه تحقیقات وسیعی در این زمینه انجام شده است. در سال ۲۰۱۸ کابیل و عبدالقاعد در شهر تانتا مصر، خشک کن خورشیدی غیر مستقیم دو مرحله ای با گرم شدن مجدد با سیستم آب شیرین کن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از خشک کن دو مرحله ای، رطوبت دفع شده از محصولات را به میزان ۷۱.۷٪ افزایش

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]

داد و همچنین وجود خشک کن موجب افزایش ۲۹ درصدی بهره وری آب شیرین کن گردید[۳]. در سال ۲۰۱۷ ، التراونه و همکاران عملکرد سالانه دستگاه های تقطیر شیب دار یک طرفه، شیب دار دو طـرفه و هـرمی را بـه صـورت تجربی و نظری مورد بررسـی قرار دادند که نتایج این پژوهش نمایان کرد که عملکرد هر سه دستگاه در فصل تابستان بهتر از زمستان است و همچنین بالا رفتن حجم آب شور موجب کاهش بهره وری دستگاه میگردد. همچنین دستگاه شیب دار یک طرفه با زاویه شیب ۳۰ درجه، بهره وری دستگاه را به میزان ۲۸٪ بهبود می بخشد[۴]. در سال ۲۰۱۶، عزوز و یونیس درشهر موصل عراق، تأثیر زاویه شیب شیشه بر عملکرد دستگاه خورشیدی را مورد بررسی قرار دادند. به گونه ای که ده دستگاه آب شیرین کن با شیب زاویه های مختلف از۱۰ تا ۵۵ درجه با گام ۵ درجه طراحی و ساخته شد. که بررسی نتایج پژوهش نشان داد، زاویه مطلوب شیشه برای دستـگاه آب شیـرین کن خـورشیدی حدود ۲۵ درجه است. همچنین محاسبات مدل بیانگر این بود دستگاه با زاویه حدود ۲۵ درجه، به مـیزان کـمتری تحت تأثیر دما و سـرعت باد قـرار دارند و عمـلکرد دستگاه آب شیرین کن خـورشیدی عـمدتاً توسـط مـقدار تابش خورشیدی کنترل می شود[۵]. در سال ۲۰۱۶ شفیعی و همکاران در دانشگاه صنعتی شریف دستگاه آب شیرین کن خورشیدی ساختند که از مزایای کلکتورهای لوله خلأ شیشه ای بهره میبرد. برای اولین بار، کلکتور لوله‌ای خلاء نه تنها به عنوان کلکتور حـرارتی خـورشیدی استفاده شده است، بلکه به عـنوان یک حوضه برای گرم کردن آب بکار رفته است. از این رو، مقاومت حـرارتی بین کلکتور و حوضه عملا حذف شده است. نتایج نشان می دهد که افزایش قابل توجهی در میزان تولید آب شیرین حـاصل شده و حداکثر تولید تا ۰.۸۳ kg/(m2.h) رسیده است. مشاهده شده است که حداکثر نرخ تولید زمانی رخ می دهد که لوله در زاویه شیب ۳۵ درجه قرار دارد، و ۸۰٪ با آب پر شده است. علاوه بر این، یک مـدل تئوری به منظور ارزیابی کـارایی سیستم در شرایط حالت شبه پایدار ارائه شده است[۶]. در سال ۲۰۱۶ بهنما و همکاران یک سیستم آب شیرین‌کن خورشیدی مجهز به ستون مرطوب کننده حباب هوا، کلکتورهای لوله خلاء و لوله های حرارت ترموسیفون طراحی و ساختند. این دستگاه از مزایای یک ستون مرطوب کننده حباب هوا بهره می‌برد. در این مقاله اثرات پارامترهای مختلف شامل سرعت جریان هوای ورودی به دستگاه مرطوب کننده، عمق اولیه آب در دستگاه مرطوب کننده بررسی شده است. طبق نتایج بهره وری آب شیرین‌کن و مقدار تولید روزانه به ترتیب ۶۵٪ و ۶.۲۷۵ kg/day.m2 بوده است. طبق نتایج حاصله افزایش شدت تابش خورشید منجر به افزایش دمای آب داخل مرطوب کننده می شود، که منجر به افزایش انتقال حرارت و میزان تبخیر آب به حباب های هوا می شود. در مورد عمق آب ۷.۵ سانتی متر، با توجه به نرخ انتقال حرارت بالاتر لوله های حرارتی به آب، دمای آب داخل دستگاه مرطوب کننده در مقایسه با عمق آب دیگر بالاترین مقدار را داشته است. در نتیجه، دمای هوا در خروجی دستگاه مرطوب کننده نیز بالاترین مقدار می باشد[۷]. در سال ۲۰۱۷ مکی آبادی و همکاران تاثیر ارتفاع آب شور بر آب شیرین تولیدی یک سامانه ی آب شیرین کن خورشیدی تشتکی را در شهر تهران مورد مطالعه قرار دادند. تغییرات انواع پارامترهای فیزیکی سامانه مانند ارتفاع آب شور، زاویه پوشش شیشه ای، ضخامت بوش تشتک و ضخامت عایق حرارتی مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که اثر تغییرات ارتفاع آب شور بر آب شیرین تولیدی نسبت به دیگر پارامترها بیشتراست، به گونه ای که با افزایش ۱۰ میلی متری ارتفاع آب شور داخل تشتک ، تولید آن حدود ۲۰ درصد کاهش پیدا می کند [۸]. در سال ۲۰۱۷ شعبانی و همکارن اثر نصب کندانسور بر میزان تولید و راندمان آب شیرین کن خورشیدی را مورد مطالعه قرار دادند. با بررسی نتایج حاصل، مشاهده شد کندانسور خنک شونده با هوا ۷۶ درصد، و کنداسور خنک شونده با آب دردمای محیط در ساعت ۷ صبح، ۱۰۷ درصد تولید را افزایش می دهند. درصورتی که آب مورد نیاز جهت خنک کاری، در طول شب خنک شده باشد و دمای آن ۱۰ درجه کمتر از دمای محیط در ساعت ۷ صبح باشد، تولید ۱۱۸ درصد افزایش می یابد. با مقایسه میزان تولید مشخص است که نصب کندانسور خنک شونده با هوا و یا آب بسیار مفید است اما خنک کاری آب در طول شب که تنها حدود ۱۰ درصد راندمان را افزایش میدهد با توجه به هزینه اضافی آن به صرفه نیست[۹]. در سال ۲۰۱۷ ، شادرام و همکاران تغییرات پارامتر دبی آب شور ورودی به یک دستگاه آب شیرین کن تقطیری خورشیدی همراه با بستر شیب دار را از دیدگاه تئوری و تجربی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد با افزایش دبی آب شور ورودی به سیستم، میزان تولید آب شیرین کاهش می یابد. به نحوی که میزان آب شیرین تولیدی در کمترین دبی ورودی نسبت به بیشترین دبی ورودی، ۶۸ ٪ بیشتر است[۱۰]. در سال ۲۰۱۶، بناکار و همکاران سامانه آب شیرین کن خورشیدی با جمع کننده لنز فرسنل خطی را مورد مطالعه قرار دادند. از این جمع کننده برای پیش گرمایش آب مورد نیاز آب شیرین کن استفاده شد. این جمع کننده یک مترمربعی با یک کانون حفره ای و چند لوله جاذب رفت و برگشتی مجهز گردید. بازده حرارتی آن در سه دبی ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی لیتر مورد ارزیابی قرار گرفت و به ترتیب بازده ۶۵/۶، ۶۷/۵ و ۷۶/۶ بدست آمد[۱۱]. در سال ۲۰۱۶، علی پناه و همکاران بررسی عددی تاثیر ابعاد پله بر عملکرد یک آب شیرین کن خورشیدی پلکانی مورد مطالعه قرار دادند. پارامترهای موثر بر عملکرد و بهره وری دستگاه، عبارت از فاصله بهینه بین سطح شیشه و آب، ارتفاع پله ها، تعداد گردابه ها و ضریب انتقال حرارت جابجایی می باشند. مهمترین نتیجه بدست آمده در این پژوهش و بررسی های انجام گرفته بر روی تعداد و ارتفاع پله ها در یک آب شیرین کن با ابعاد مشخص، بیانگر آن است که در هر تعداد پله مشخص یک سیر صعودی و نزولی در تولید آب مشاهده شده و به عبارت دیگر در هر تعداد پله مشخص یک نقطه بهینه وجود دارد. همچنین آب شیرین کن در حالت خاص شش پله ای با ارتفاع سه و نیم سانتی متری بیشترین میزان تولید آب شیرین را داشته است[۱۲].

۲- مراحل و روش ساخت دستگاه آب شیرین کن خورشیدی با جریان اجباری

دستگاه طراحی شده در این پژوهش شامل یک حوضچه با ابعاد ۱×۱× ۰/۳ متر و از جنس ورق گـالوانیزه با ضخامت ۱ میلی متر میباشد که به منظور جذب بیشتر تابش خورشیدی و بـالا بردن رانـدمان با رنگ سـیاه کـوره ای پوشـیده شـده است. این حوضچه محل قرارگیری آب

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]

شور است بنابراین میبایست تا حد امکان کمترین تبادل حرارتی را با محیط بیرون داشته باشد تا گرمای جذب شده از تابش خورشیدی تماماً صرف گرم شدن و تبخیر آب شور شود. از این رو برای جلوگیری از اتلاف انرژی، حوضچه با فوم پلاستیکی به ضخامت ۱/۶ میلی متر عایق شده و در یک باکس مربعی از جنس چوب ام دی اف به ابعاد ۱/۰۷ ×۱/۰۷ متر و ضخامت ۱/۶ میلی متر قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱: حوضچه آب شور پس از رنگ آمیزی، عایق کاری و قرار گرفتن در باکس ام دی اف

به منظور قرارگرفتن هرم شیشه ای روی حوضچه و همچنین سهولت در باز و بسته کردن آن از بالا یک قاب متحرک و جدا شونده از جنس حوضچه روی آن متصل شده است(شکل ۲).



شکل ۲: قاب متحرک نصب شده روی حوضچه جهت قرار گیری پوشش شیشه ای

در مرکزیت کف حوضچه و باکس چوبی یک سوراخ که محل تعبیه شیر تخلیه می باشد ایجاد شده است تا از طریق آن آب شور را جهت ایجاد جریان اجباری به پمپ هدایت شود و همچنین روزانه برای تمیز کردن حوضچه و زدودن نمک و رسوبات ته نشین شده از آن استفاده گردد. همچنین به منظور بالا تر قرار گرفتن حوضچه از سطح زمین، سهولت در نصب شیلنگ و لوله های مورد نیاز در کف آن و همچنین در صورت لزوم جابجا کردن دستگاه و قرار دادن آن در معرض تابش نور خورشید یک چهارپایه متحرک برای زیر حوضچه در نظر گرفته شده است که حوضچه را پس از قرار دادن در باکس ام دی اف و انجام عایق کاری روی آن قرار گرفته است(شکل ۳).



شکل ۳: حفره مرکزی حوضچه و باکس ام دی اف و چهارپایه متحرک

آب شور از طریق شیر ورودی که در دیواره ظرف تعبیه شده وارد حوضچه میشود. سپس به منظور ایجاد جریان اجباری توسط یک خروجی که در مرکز کف حوضچه تعبیه شده است به پمپ آب هدایت میشود و پمپ مجدداً آن را از طریق دو ورودی دیگر که به صورت قطری روبروی هم هستند و در پایین ترین قسمت دیواره ها قرار دارند، به حوضچه وارد میکند. رو به روی هم بودن ورودی های آب شور که از پمپ آب به حوضچه وارد میشوند موجب میشود جریانی که بوجود می آید حالت گردابی داشته باشد و مولکول های لایه سطحی آب را شکسته و از هم جدا کند که خود عاملی برای تسریع تبخیر آب به شمار می رود. (شکل ۴)
سه دماسنج میله ای در سه ارتفاع مختلف برای اندازه گیری دمای آب شور درون حوضچه قرار داده شده است تا دمای آن در زمان های مختلف و تحت شرایط مختلف قابل اندازه گیری باشد. هر سه دماسنج امکان وارد شدن و خارج شدن به سیستم را دارند (شکل ۵).

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]



شکل ۴: سوراخ های ورودی و خروجی آب و پمپ آب



شکل ۵: دماسنج های میله ای جهت اندازه گیری دمای آب شور در ارتفاعات مختلف

پوشش بالایی حوضچه متشکل از چهار قطعه شیشه معمولی مثلث شکل به ضخامت ۶ میلی متر است که به شکل هرم در بالای حوضچه نصب شده اند می باشد. اندازه قاعده و ارتفاع هر کدام از مثلث های شیشه ای به ترتیب ۱۰۰ و ۵۱ سانتی متر است و فاصله رأس هرم تا قاعده آن ۱۰ سانتی متر می باشد. زاویه شیب شیشه ها با افق ۱۲ درجه می باشد. دلیل انتخاب این زاویه توجه به نکته برقرار بودن نسبت ۱ به ۱۰ میان ارتفاع رأس هرم به قاعده آن می باشد[۶]. به منظور قرار دادن هرم شیشه ای ابتدا شیشه های برش داده شده به صورتی که کاملاً ثابت باشند کنار هم قرار گرفته و با چسب یک به یک به هم متصل شده اند و ۴۸ ساعت بدون حرکت و در هوای آزاد قرارگرفته تا چسب کاملا خشک و محکم شود (شکل ۶). برای جلوگیری از اتلاف گرمایی و همچنین نشت نکردن بخار آب به بیرون، دور تا دور هرم شیشه ای با چسب آکواریوم پوشانده و پر شده است. همچنین به منظور محاسبه بهره وری و راندمان دستگاه می بایست آب شیرین تولید شده در یک مخزن مدرج جمع آوری شود. به همین منظور یک مخزن پلاستیکی که دارای درب محکمی باشد انتخاب شده است (شکل ۷).



شکل ۶: قرار دادن پوشش شیشه ای روی حوضچه



شکل ۷: مخزن جمع آوری آب شیرین و اتصالات لازم

۳- مدل سازی حرارتی و ثبت داده ها

این پژوهش در شهر اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا و در فصل پاییز با میانگین دمای هوای --- درجه انجام گرفته است. اطلاعات جوی از وب سایت اینترنتی آب هوایی www.accuweather.com [۱۳] استخراج شده است.

در روزهای آزمایش از ساعت ۹ صبح تا ۱۸ بعد از ظهر به صورت ساعت به ساعت داده های مورد نظر که عبارتند از:

- دمای هوا
- شدت تابش خورشید
- دمای شیشه
- دمای آب شور درون مخزن
- میزان آب تولید شده در هر ساعت بر حسب لیتر بر متر مربع در ساعت

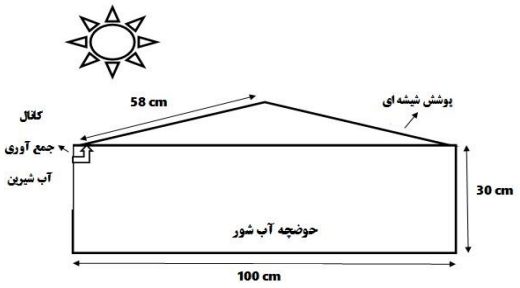
اندازه گیری شده اند.

شکل ۸ نمای شماتیک دستگاه آب شیرین کن خورشیدی ساخته شده مخزن آب شور ، پوشش شیشه ای و مجرای جمع آوری آب شیرین را نشان می دهد. سیستم کاملا عایق و آب بندی شده و تا حد امکان از ورود و خروج هوا جلوگیری شده است. کانال هایی جهت جمع آوری و

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]

ارسال آب شیرینِ تعبیه شده است. دور تا دور مخزن از عایق های حرارتی جهت ناچیز نمودن افت حرارت استفاده شده است.



شکل ۸: نمای شماتیک دستگاه آب شیرین کن خورشیدی

۱-۳- مدل سازی حرارتی

در این مدلسازی فرضهای زیر درنظر گرفته شده است:

۱. دمای شیشه در قسمت داخلی و بیرونی با هم برابر است و یک عدد مشخص می باشد. به این معنی که برای شیشه گرادیان دمایی در نظر گرفته نشده است.

۲. دمای آب شور به صورت تک دما در نظر گرفته میشود.

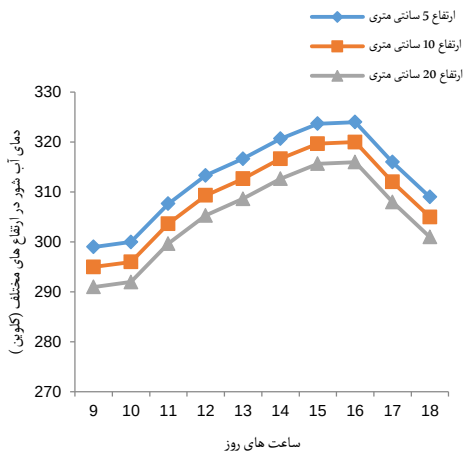
۳. خواص ثابت فرض میشوند. بعلت اینکه تغییرات دما در این سیستم بسیار ناچیز است و کلیه خواص تابع دما می باشند در نتیجه فرض ثابت بودن خواص فرض معقولی است.

به منظور محاسبه راندمان گرمایی دستگاه آب شیرین کن خورشیدی ساخته شده، از رابطه (۱) استفاده شده است.

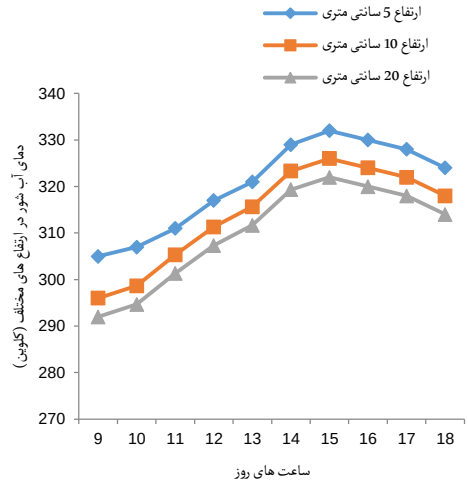
$$\eta_{th1} = \frac{\sum m_{.ew} h_{fg1}}{\sum (IAs \times 3600)} \qquad (۱)$$

۲-۳- اندازه گیری و تجزیه و تحلیل

به منظور مقایسه بهره وری دستگاه در حالت های وجود جریان اجباری و عدم وجود آن و همچنین تأثیر ارتفاع آب شور درون مخزن بر عملکرد دستگاه، دمای آب شور درون مخزن برای سه ارتفاع ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی متری اندازه گیری شده و در ادامه بصورت نموداری نشان داده شده است.(شکل ۹ و ۱۰)



شکل ۹: نمودار مقایسه تغییرات دمای آب شور در سه ارتفاع ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی متری در ساعت های مختلف روز بدون جریان اجباری



شکل ۱۰: نمودار مقایسه تغییرات دمای آب شور در سه ارتفاع ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی متری در ساعت های مختلف روز با جریان اجباری

بررسی دو نمودار شکل ۹ و ۱۰ نشان میدهد که دمای آب شور درون مخزن در ارتفاعات کمتر مقدار بیشتری دارد به گونه ای که دمای آب در ارتفاع ۵ سانتی متری بیشتر از ارتفاع ۱۰ سانتی متری و در آن بیشتر از ارتفاع ۱۵ سانتی متری می باشد. این نتایج بیان گر نکته رابطه معکوس دمای آب شور با حجم آن می باشد.

جدول۱: میانگین دمای آب شور در حالات و ارتفاعات مختلف

ارتفاع آب شور درون مخزن	میانگین دمای آب شور بدون جریان اجباری	میانگین دمای آب شور با جریان اجباری
۵ سانتی متر	۳۱۳ درجه کلوین	۳۲۰ درجه کلوین
۱۰ سانتی متر	۳۰۹ درجه کلوین	۳۱۴ درجه کلوین
۲۰ سانتی متر	۳۰۵ درجه کلوین	۳۱۰ درجه کلوین

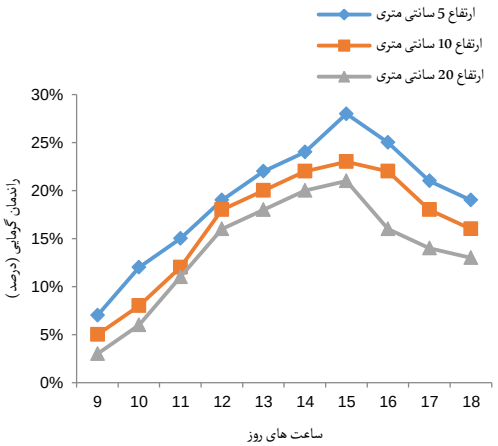
پارامتر مهم دیگری که در تحلیل عملکرد دستگاه آب شیرین کن خورشیدی حائز اهمیت است راندمان گرمایی می باشد که با استفاده از رابطه (۱) بیان شده در بخش ۱-۳ محاسبه شده است و مقایسه نتایج به صورت نموداری در شکل ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]



شکل ۱۱: نمودار مقایسه تغییرات راندمان گرمایی در سه ارتفاع ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی متری در ساعت های مختلف روز بدون جریان اجباری



شکل ۱۲: نمودار مقایسه تغییرات راندمان گرمایی در سه ارتفاع ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی متری در ساعت های مختلف روز با جریان اجباری

بررسی نمودار های شکل ۱۱ و ۱۲ نشان میدهد که راندمان گرمایی دستگاه در حالت وجود جریان اجباری آب شور بیشتر از حالت عدم وجود آن است و همچنین همانطور که قبلاً اشاره شد ارتفاع آب شور درون مخزن ارتباط معکوسی با دمای آب شور و به تبع آن تبخیر آب شور و در نهایت راندمان گرمایی دستگاه دارد. به گونه ای که در نمودار های شکل ۱۱ و ۱۲ مشاهده می کنیم میانگین راندمان گرمایی دستگاه در حالتی که ارتفاع آب شور کمتر است دارای درصد بالا تری است.

جدول ۲: میانگین راندمان گرمایی دستگاه، در حالات و ارتفاعات مختلف

ارتفاع آب شور درون مخزن	میانگین راندمان گرمایی بدون جریان اجباری	میانگین راندمان گرمایی با جریان اجباری
۵ سانتی متر	٪۱۶	٪۲۰
۱۰ سانتی متر	٪۱۴	٪۱۷
۲۰ سانتی متر	٪۱۱	٪۱۴

۴- نتایج

با توجه به داده های ثبت شده و محاسبه راندامان گرمایی دستگاه آب شیرین کن خورشیدی نتایج زیر حاصل گردید:

۱- دمای آب شور در حالت وجود جریان اجباری بیشتر از حالتی است که جریان اجباری وجود ندارد. این موضوع سبب میشود که در حالت وجود جریان اجباری، نرخ تبخیر آب شور بالا رفته و در نتیجه میزان تولید آب شیرین افزایش یابد.

۲- دمای آب شور در ارتفاع های کمتر مقادیر بیشتری دارد. به گونه ای که میانگین دمای آب شور در عمق ۵ سانتی متری بیشتر از عمق ۱۰ سانتی متری، و در عمق ۱۰ سانتی متری بیشتر از ۲۰ سانتی متری است. جدول۱ میانگین دمای آب شور را در حالات و ارتفاعات مشخص نشان میدهد.

۳- راندمان گرمایی دستگاه در حالت وجود جریان اجباری آب شور به علت بالا رفتن دمای آب بیشتر از حالتی است که جریان اجباری وجود ندارد. همچنین رابطه معکوس میان دمای آب شور و راندمان گرمایی وجود دارد. به نحوی که هرچه ارتفاع(حجم) آب درون مخزن کمتر باشد، راندمان گرمایی بیشتر خواهد بود.
جدول۲ میانگین راندمان گرمایی را در حالات و ارتفاعات مشخص نشان میدهد.

علائم اختصاری و نماد ها

η_{th}	راندامان گرمایی
$m_{.ew}$	میزان تولید
h_{fg}	آنتالپی تبخیر
IA_s	شدت تابش در مساحت سطح

مراجع

[۱] سایت تحلیلی خبری عصر ایران (۱۳۹۳) . "نگاهی به احتمال جنگ های آینده بر سر کمبود منابع آب" . بازیابی شده از آدرس : www.asriran.com در ۲۰ دی ماه ۱۳۹۶ ساعت ۱۰.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]

[۲] مجله آموزه های شهروندی مشکات (۱۳۹۶) . "محیط زیست" . بازیابی شده از آدرس : http://meshkat.mytehran.ir در ۲۰ دی ماه ۱۳۹۶ ساعت ۱۰.

[3] Altarawneh, I., Rawadieh, S., Batihab, M., Mkhadmeh, L., Alrowwadd, S., & Tarawneh , M. (2017). Experimental and numerical performance analysis and optimization of single slope, double slope and pyramidal shaped solar stills. Desalination, 423, 124–134.

[4] Kabeel, A.E., & Abdelgaied, M. (2018). Experimental evaluation of a two-stage indirect solar dryer with reheating coupled with HDH desalination system for remote areas. Desalination, 425, 22–29.

[5] Azooz, A.A., & Younis, G.G. (2016). Effect of glass inclination angle on solar still performance. J. Renewable Sustainable Energy, 8.

[6] M.B. Shafii, S. Jahangiri Mamouri, M.M. Lotfi, H. Jafari Mosleh, " A modified solar desalination system using evacuated tube collector", Desalination 396 (2016) 30–38.

[7] Pooria Behnama, Mohammad Behshad Shafii, " Examination of a solar desalination system equipped with an air bubble column humidifier, evacuated tube collectors and thermosiphon heat pipes", Desalination 397 (2016) 30–37.

[8] Makki abadi M, saffaraval M, Adnani N, "Numerical and Experimental Study of the Effect of Solar Water Height on Freshwater Production of a Solar Water Heater System" , Annual Mechanical Engineering Conference 25 (2017)

[9] Sha'bani A, Kalantar V, Dehghan AK, "Investigating the Effect of Installing the Condenser on the Production Rate and Efficiency of Solar Water Sweeteners", Annual Mechanical Engineering Conference 25 (2017)

[10] Shadram Z, Ghoreishi M, Rahimzade H, Naderan TH "Investigation of Parameters of Solar Water Input into a Solar Distillery Water with a Inclined Bed in Experimental and Theoretical View", Annual Mechanical Engineering Conference 25 (2017)

[11] Banakar A, Saghar S, Najafi GH, "Solar Sweetener System with Linear Fresnel Lens Collector", Scientific Conference on Renewable Energy, Clean and Efficient 10 (2016)

[12] Alipanah F, Rahbar N, "Solar Numerical Investigation of the Effect of Stairs Dimensions on the Performance of a Stair Solar Water Sweetener", Quarterly Journal of Mechanical Engineering and Vibration, Volume 6, Number 1 (2015)

[13] accuweather (2018). "Iran, Ahwaz" , Accsees link : www.accuweather.com At 1/25/2018, 17:20 .

[14] Mohamed S. Yousef, Hamdy Hassan, Mahmoud Ahmed and S. Ookawara , Energy and exergy analysis of single slope passive solar still under Egyptian climate conditions, Energy Procedia 141 (2017) 18–23.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1397.5.1.1.4]