نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۵، مهر - آبان ۱۴۰۰، ص. ۸۷۴-۸۶۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 15, Oct.-Nov. 2021, p. 865-874

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی اثر آیینه، جهت و عایق بر میزان آب تولیدی در گلخانه به روش آبیاری تقطیری

زینب حمید[۱]، امیر سلطانی محمدی[۲*]، سعید برومند نسب[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵

چکیده

با نگاهی به افزایش مصرف آب شرب و تولید محصولات کشاورزی در آینده و نیز کمبود سوخت فسیلی، لازم است از منبع انرژی خورشیدی برای نمک‌زدایی آب‌های شور استفاده شود. است. تحقیق حاضر باهدف بررسی استحصال شرایط بهینه تولید آب در سیستم‌های تقطیرگر خورشیدی در سال ۱۳۹۸ در چهار سیستم تقطیرگر خورشیدی، در دو جهت شمالی – جنوبی و جنوبی – شمالی در گلخانه آبیاری تقطیری دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. آزمایش‌ها در یک ماه تحت شرایط (بدون عایق و بسته بودن آیینه‌ها؛ با عایق و بسته بودن آیینه‌ها؛ با عایق و باز بودن آیینه‌ها؛ بدون عایق و باز بودن آیینه‌ها، هر حالت در یک هفته) بررسی شدند. در مخازن آب شهر توسط نمک NACL به شوری مشخص رسید و در مخازن تعبیه شد؛ عمق آب در مخازن ثابت و دو سانتی‌متر بود داده‌های اقلیمی برای بررسی شرایط اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که باز بودن آیینه‌ها در مخازن با شیب پوشش جنوبی – شمالی سبب افزایش در تولید آب تا ۲۰٪ و در مخازن با شیب پوشش شمالی – جنوبی سبب کاهش در تولید تا ۳۸٪ شدند. عایق یونولیت در مخازن سبب کاهش در میزان تولید تا ۳۰٪ شد؛ در همهٔ شرایط مخازن جهت جنوبی – شمالی میزان تولید کمتری نسبت مخازن جهت شمالی – جنوبی داشتند. لذا بسته بودن آیینه‌ها و جهت شمالی- جنوبی شرایط بهینه برای تولید آب بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تقطیری، استحصال آب، انرژی تجدیدپذیر، گلخانه، نمک‌زدایی

مقدمه

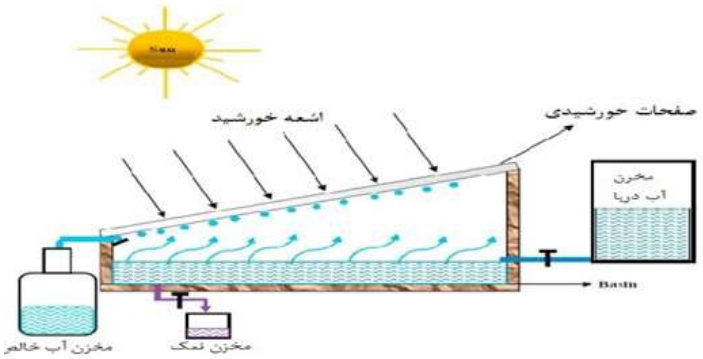
محدودیت منابع آب شیرین در دنیا و نیاز به افزایش مصرف آب شرب و تولید محصولات کشاورزی در سال‌های اخیر سبب شده است که رقابت برای دستیابی به منابع آب تشدید شود. تنها راه مناسب برای تولید بیشتر آب شیرین، استفاده از آب‌شور و نمک‌زدایی آن‌ها با استفاده از مکانیزم‌های مختلف باشد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰). افزایش جمعیت، افزایش تقاضا برای مصرف آب در بخش کشاورزی، صنعت و شرب را به همراه داشته است. مصرف زیاد آب سبب کاهش شدید منابع آب شیرین به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است. افزایش مصرف آب سبب شده که مصرف میزان آب‌های نامتعارف و آب‌های شور و لب‌شور افزایش یابد. افزایش آب‌های نامتعارف تهدید بزرگی برای محیط‌زیست محسوب می‌شود.

یکی از راهکارهای پیش رو استفاده مجدد از این آب‌ها است تا علاوه بر کاهش میزان پساب، موجب آسیب کمتر محیط‌زیست ناشی از مصرف آب شیرین حاصل در تأمین آب شرب و کشاورزی گردد.

در مناطقی همانند خوزستان به دلیل پتانسیل بالای انرژی خورشید می‌توان از انرژی خورشیدی برای استحصال آب شیرین از آب‌های نامتعارف استفاده کرد. آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی از قواعد اصلی تبخیر و تقطیر آب استفاده می‌کنند. آب‌شور و غیرقابل آشامیدن وارد تشتک دستگاه می‌شود و سپس توسط تابش نور خورشید گرم و تبخیر می‌شود. مواد اضافه و حتی برخی از میکروب‌ها حین تبخیر از مولکول‌های آب جداشده و در تشتک باقی می‌مانند. به‌عبارت‌دیگر، موکول‌های آب عاری از آلودگی به‌صورت بخار، رو به بالا حرکت می‌کنند. ازآنجاکه این سیستم توسط شیشه، پلاستیک یا غیره بسته‌شده است، بخارآب راهی به بیرون از سیستم ندارد و روی سطح سرپوش تقطیر می‌شود. سرپوش مذکور شیب‌دار است و با شیب خود، قطرات آب حاصل از تقطیر را به سمت خروجی سیستم هدایت می‌کند. سیستم کار آب‌شیرین‌کن خورشیدی که تصویری شماتیک از

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
(* - نویسنده مسئول: (Email: a.soltani@scu.ac.ir
DOR: 20.1001.1.20087942.2021.15.4.11.1

آن در شکل ۱ ارائه‌شده است، بر مبنای فیزیک تبخیر و تقطیر طبیعی استوار است و به پدیده باران شباهت دارد. لذا تغییر pH در آب استحصالی آن رخ نمی‌دهد و آب تولیدی برای آشامیدن و پخت غذا بسیار مناسب است. دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی، بلافاصله بعد از نصب قابلیت بهره‌برداری دارند و ازجمله مزایای مهم آن، تصفیه آب از موادی نظیر نمک‌ها، عوامل بیماری‌زا، میکرو ارگانیزم‌ها و غیره است. علاوه بر تولید آب خالص، عدم نیاز به منابع انرژی متداول، عدم نیاز به اپراتور متخصص برای راه‌اندازی و نگهداری، امکان‌پذیر بودن ساخت و تعمیر محلی، هزینه پایین، امکان تهیه آب شرب حتی از آب مقطر و آسیب نرساندن به محیط‌زیست، از دیگر مزایای دستگاه‌های تقطیرگر خورشیدی نسبت به سایر دستگاه‌ها به شمار می‌رود (بهزاد مهر و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۱- تصویر شماتیک سیستم آب‌شیرین‌کن خورشیدی

استفاده از دستگاه‌های تقطیرگر خورشیدی در مناطق گرم با نیاز آبی کمتر از سه مترمکعب در روز توجیه اقتصادی دارد. غیر از برآورد نیاز آب شرب، آنچه استفاده از سیستم آب‌شیرین‌کن تقطیری در مناطق خشک و نیمه‌خشک را معقول و باصرفه می‌نماید، عملکرد بالای حاصل از آبیاری تقطیری می‌باشد (بهزاد مهر و همکاران، ۱۳۹۶). سهم قابل‌توجهی از کشور ایران شامل این مناطق است؛ بنابراین انجام پژوهش‌های منطقه‌ای به‌منظور بومی کردن این فناوری ضروری است تا ضمن استفاده از آب‌های نامتعارف، از آلودگی خاک و محیط‌زیست جلوگیری شود و هزینه‌های ناشی از زهکشی کاهش یابد (یوسفی و همکاران، ۱۳۸۹) ازآنجاکه کشور ایران از پتانسیل بالای انرژی خورشید برخوردار است، مطالعه در خصوص روش‌های نمک‌زدایی از آب با استفاده از انرژی تجدید پذیر خورشید، به‌منظور استحصال آب شیرین در شرایط آب‌وهوایی ایران ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. اهمیت انجام این قبیل مطالعات، در مناطقی مانند استان گرم و مرطوب خوزستان با توجه به فراوان بودن انرژی خورشیدی و نیز آب‌های سطحی شور و لب‌شور دوچندان می‌باشد.

تاکنون اثر پارامترهای اقلیمی و خصوصیات فیزیکی مخازن بر میزان آب استحصال یافته بررسی‌شده است. مطالعات قاسمی پناه (۱۳۹۳)، در سیستم تقطیرگر خورشیدی حوضچه‌ای به‌منظور تصفیه پساب نمکی همراه نفت تحت تأثیر تیمارهای مختلف سطح، جاذب کف و عمق پساب نشان داد عمق دو سانتی‌متر و سطح جاذب پلیمری با ۴/۰۴ لیتر بر مترمربع بیشترین تولید آب را در برداشت. همچنین مقایسه نتایج با استانداردهای آب مورداستفاده در کشاورزی و آبیاری، به‌استثناء مواد نفتی بیانگر مناسب بودن آب تولیدی جهت مصارف کشاورزی و آبیاری است. هوشمند و همکاران (۱۳۹۶)، در تحقیقی، یک سیستم آب‌شیرین‌کن جدید با بهره‌گیری از فنّاوری پنل خورشیدی ولوله‌های حرارتی ساخته شد عمق بهینه آب از کف مخزن در عمق‌های ۳، ۵ و ۷ سانتی‌متر پرداخته شد که بیشترین میزان تولید در عمق ۵ سانتیمتر آمد. همچنین با افزایش عمق آب، حباب‌های بخار تولیدشده بر روی سطح کندانسور لوله حرارتی باید مسافت بیشتری را برای رسیدن به سطح تبخیر آب در مخزن طی کنند زمانی که دما کاهش می‌یابد. ازاین‌رو عمق کمتر همواره سبب تولید بیشتر می‌گردد به شرطی که سطح آب و سطح کندانسور لوله حرارتی یکسان باشند. قاسمی و برومند نسب (۱۳۹۸)، تحقیقی درزمینهٔ بررسی درصدی از نیاز آبی گیاه ریحان که توسط سیستم تقطیرگر خورشیدی فراهم می‌شد در دو گلخانه (گلخانه‌های آبیاری تقطیری و چگالشی) متصل به تقطیرگرهای خورشیدی برای نمک‌زدایی از آب‌شور و آبیاری گیاهان در سه بستر شن، ترکیب باگاس- پرلایت به نسبت یک‌دوم و ترکیب شن- باگاس- پرلایت به نسبت یک‌سوم حجمی انجام دادند. نتایج نشان داد میانگین تبخیر و تعرق در گلخانه‌های گلخانه آبیاری چگالشی درصد رطوبت نسبی بیشتر، دما و تشعشع خورشیدی کمتری نسبت به گلخانه آبیاری تقطیری داشت، بنابراین تبخیر و تعرق در گلخانه آبیاری چگالشی کمتر به دست آمد. با افزایش تشعشع خورشید و دما، کاهش ابرناکی و بارندگی، مقدار تولید آب شیرین تقطیرگرها افزایش یافت؛ اما پارامترهای سرعت باد و

دید افقی بر روی میزان تولید آب، تأثیر کمتری داشتند. به دلیل تفاوت درروش تولید در تقطیرگرهای دو گلخانه، باوجود حجم آب‌شور یکسان، میانگین تولید آب در تقطیرگر گلخانه آبیاری چگالشی با مقدار تولید ۲۵/۵۷ لیتر در روز ۵/۴ برابر تقطیرگرهای گلخانه آبیاری تقطیری با مقدار تولید ۴/۷۲ لیتر در روزبه دست آمد. ال هینای و همکاران، به مطالعه تأثیر پارامترهای محیطی مخزن، ابعاد طراحی و پارامترهای عملیاتی بر بازده تقطیرکننده پرداختند و ضخامت بهینه ۰/۱ متری برای عایق را پیشنهاد کردند. آن‌ها عمق بهینه آب را در محدوده ۲ تا ۶ سانتی‌متری پیشنهاد نمودند. همچنین افزایش بازده ۸/۲ درصد در صورت افزایش دمای آب ورودی از ۲۳ به ۳۳ درجه سانتی‌گراد را گزارش کردند (Al-Hinai et al., 2002). تحقیقات بودهان و هاراکسینگ، در زمینهٔ تقطیر خورشیدی انجام دادند، اهداف اصلی این تحقیق، بررسی تأثیر استفاده از ضخامت‌های مختلف پوشش شیشه‌ای و جهت‌گیری‌های مختلف خورشیدی بر بهره‌وری از دستگاه‌های تقطیر خورشیدی است که در شرایط اقلیمی گرمسیری کارائیب آزمایش‌شده است. در تحقیقات از سه واحد یکسان باروکش شیشه‌ای باضخامت‌های ۳/۱۸، ۴/۷۶ و ۶/۳۵ میلی‌متر استفاده‌شده است. هر واحد شامل دو قطعه سیستم خورشیدی یکسان است: یکی جهت رو به شمال و دیگری جهت جنوب، نتایج نشان می‌دهد که سیستم خورشیدی باضخامت پوشش شیشه‌ای ۴/۷۶ میلی‌متر در سمت جنوب بالاترین عملکرد را داشته است (Boodhan and Haraksingh.2014). سانش و همکاران، در این تحقیق یک سیستم تقطیرگر خورشیدی برای تبخیر و نمک‌زدایی طراحی نمودند و تأثیر چندین عامل مانند گرمایش حوضه، مواد پوششی (شیشه یا پلی کربنات)، وجود آیینه، اثر کف‌پوش سیاه‌رنگ (جاذب) و تأثیر آن‌ها در تبخیر نمک را بررسی کردند. نتایج نشان داد وجود آیینه و حوضه (مخزن آب‌شور) با دمای بالا مهم‌ترین عوامل در تولید آب هستند. مواد پوشش به‌عنوان عاملی است که دارای کمترین اثر است (Suneesh et al., 2016) کابل و همکاران ، آزمایش‌ها را با جاذب موج‌دار و مواد بازتابنده انجام دادند. نتایج نشان داده در صورت استفاده از جاذب موجدار در عمق یک سانتی‌متر، افزایش بهره‌وری نسبت به شرایطی که جاذب وجود ندارد نتیجه می‌شود (Kabl and etal., 2016). اثر عایق از جنس آکریلیک به‌عنوان پوشش چگالشی بر روی میزان تولید آب سیستم خورشیدی هرمی شکل در مطالعات ماناکار و همکاران، بررسی شد. آب در مخازن، در اعماق ۱، ۲، ۳ و ۳/۵ بررسی شد؛ نتایج نشان داد عملکرد هرم خورشیدی در صورت وجود عایق در شرایط عمق یک سانتی متر؛۴۶/۱۹ درصد و در حالت عدم وجود عایق ۸/۲۶ بود(Muthu Manokar et al., 2020) .

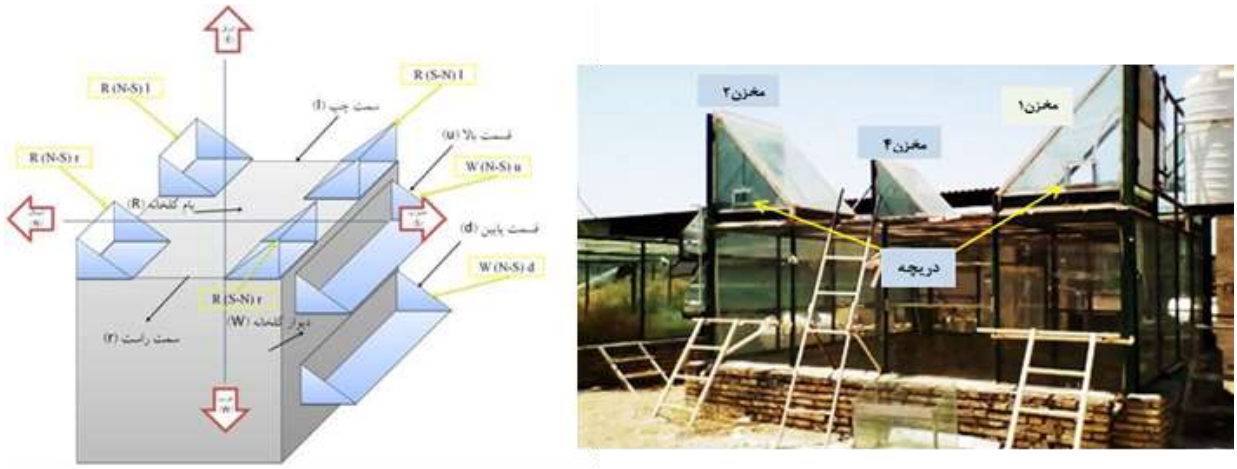
با توجه به اهمیت نحوه عملکرد مخازن تقطیر در خوزستان، مطالعه حاضر باهدف بررسی اثر عایق از جنس یونولیت به ضخامت ۵ سانتی‌متر روی وجوه مخازن تقطیرگر شیشه‌ای، اثر آیینه و جهت قرارگیری مخازن بر میزان آب تولیدی مخازن گوه‌ای شکل حاوی آب‌شور به عمق ثابت ۲ سانتی‌متر با شیب‌های جنوبی-شمالی و شمالی-جنوبی و در شرایط آب و هوایی شهر اهواز انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر عایق یونولیت باضخامت پنج سانتی‌متر؛ تأثیر آیینه‌ها در تولید آب و جهت قرارگیری مخازن در استحصال آب شیرین به کمک روش تقطیری در سال ۱۳۹۸ در گلخانه دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. بدین منظور چهار مخزن گوه‌ای شکل با سقف‌های شیب‌دار به‌عنوان سیستم تقطیرگر که بر پشت‌بام گلخانه آبیاری نصب‌شده بود، مورداستفاده قرار گرفت. گلخانه به مساحت ۱۶ مترمربع و ارتفاع ۲ متر از سطح بستر، متشکل از جداره‌های فلزی است و جهت پوشش بام در فضای بین مخازن، ورق پلی کربنات سدیم کارگذاری شده است. دلیل این انتخاب، انعطاف‌پذیری جنس می‌باشد که دسترسی به مخازن تقطیرگر، اندازه‌گیری‌ها و نیز استحصال آب تولیدی را سهولت می‌بخشد.

این تحقیق در دوره‌های مختلفی صورت گرفت و در هر دوره شرایط مختلف پیاده و بررسی‌ها انجام شد؛ ازآنجاکه هدف بررسی شرایط اعمالی روی دستگاه‌های تقطیر خورشیدی و استحصال بهترین نتیجه بود، بنابراین عوامل محیطی در هر دوره با دوره بعد باید یکسان باشند تا بتوان از تأثیر آن‌ها صرف‌نظر کرد و تحلیل‌های موردنظر را انجام داد؛ در ابتدا تغییرات دما و رطوبت نسبی، بارندگی و سرعت باد در هر هفته بررسی شد. با استفاده از داده‌های روزانه رطوبت نسبی، دما، سرعت باد و بارندگی، نمودار تغییرات آن‌ها رسم و تحلیل شد.

سیستم آب‌شیرین‌کن شامل چهار مخزن تقطیرگر واقع بر پشت‌بام گلخانه است که شکل ۲، نمایی از آن را نشان می‌دهد. طول و عرض کف مخازن آب‌شور معادل یک متر و ارتفاع حدود ۱/۲ متر در نظر گرفته‌شده است و پوشش سقف آن‌ها نیز با زاویه ۳۷ درجه نصب‌شده است. تاکنون به‌منظور تولید مقدار بیشتر آب شیرین در عرض‌های جغرافیایی شمالی، پوشش سقف تقطیرگرهای خورشیدی به‌صورت تک‌شیب رو به جنوب تعبیه‌شده است؛ بنابراین جهت شیب سقف مخازن شماره یک و سه به‌صورت شمالی- جنوبی است. ازآنجاکه تکمیل اطلاعات در خصوص عملکرد مخازن تقطیر شهر اهواز در جهت شیب‌های مختلف امری ضروری است، مخزن‌های شماره دو و چهار نیز با شیب سقف جنوبی- شمالی، ساخته‌شده است. به‌منظور سهولت فرآیند داده‌برداری و بررسی نتایج، مخازن چهارگانه شماره‌گذاری شده که نحوه چیدمان آن‌ها نیز در شکل ۲ ارائه‌شده است.



شکل ۲- نمایی از مخازن تقطیری گوه‌ای شکل

نکته قابل‌توجه این‌که حجم گواه ای هر مخزن مرکب از یک مکعب مستطیل بر قاعده مخزن و یک هرم با وجه جانبی به شکل مثلث قائم‌الزاویه است که در تصویر نیز دیده می‌شود. جنس هر یک از وجوه مکعب و هرم نیز شیشه‌ای بوده که جهت سهولت داده‌برداری و نصب عایق‌ها نیز از ۱ تا ۸ شماره‌گذاری شدند. به‌منظور افزایش جذب انرژی تابشی خورشید، در وجوه مکعب از شیشه‌های سیاه‌رنگ استفاده‌شده و شیشه‌های وجوه هرم نیز بی‌رنگ است. از توصیه‌های دیگر مطالعات قبلی در جهت افزایش تولید آب شیرین، استفاده از جاذب در کف مخزن به‌منظور افزایش جذب انرژی خورشیدی است. در مطالعه حاضر نیز کف مخازن پوشیده از جاذب پلی‌اتیلن مشکی به ضخامت یک سانتی‌متر بوده است.

تهیه آب‌شور با حجم لازم و هدایت الکتریکی معین از دیگر نکات مهم اجرای آزمایش به شمار می‌رود. بنابر نتایج حاصل از مطالعات مرور شده، عمق آب‌شور بهینه به لحاظ استحصال بیشتر آب شیرین، ۲ سانتی‌متر گزارش‌شده است. ازآنجاکه شوری آب‌های نامتعارف محدوده تغییرات قابل‌توجهی دارد، مطالعه حاضر در نظر داشته تا میزان حداکثر و حد واسط شوری را لحاظ نماید. ازاین‌رو تمامی آزمایش‌ها با عمق آب‌شور ثابت ۲ سانتی‌متر و در دو شوری ۱۰ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر انجام‌شده است. به‌منظور تأمین حجم لازم آب‌شور عمق ۲ سانتی‌متر در کف مخازن، محلول حاصل ترکیب و در ظرف‌هایی به ظرفیت معین که حاوی آب شهری بود، نمک تصفیه اضافه می‌شد و شوری محلول حاصل تا رسیدن به هدایت الکتریکی مورد نظر، با استفاده از دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری می‌شد.

دریچه تعبیه‌شده روی وجوه مثلثی مخازن، امکان افزودن آب‌شور به مخزن و رساندن عمق آب به ۲ سانتی‌متر را فراهم می‌نمود (شکل ۲). سقف مخزن، نقش صفحه تقطیر را ایفا می‌کرد. آب شیرین تولیدشده به‌صورت روزانه در ساعت مشخصی استحصال می‌شد. این آب درون کانال‌های جمع‌آوری آب تولیدی که درون مخزن قرار داشت، به سمت شیر خروجی مخزن هدایت می‌شد. حجم آب تولیدی که با بازنمودن شیر برداشت می‌شد، با استفاده از ظروف مدرج اندازه‌گیری می‌شد. هدایت الکتریکی آب تولیدی نیز به کمک دستگاه هدایت سنج الکتریکی انجام شد. در همه شرایط هدایت الکتریکی میزان آب تولیدی صفر بود و آب مقطر تولید شد.

ذکر این نکته لازم است که تزریق آب‌شور به مخزن ساعت ۸ صبح انجام می‌گرفت. در طی روز تبخیر آب از مخازن به دلیل تأثیر عوامل اقلیمی و محیطی از قبیل دما، تابش خورشید، سرعت باد و رطوبت صورت می‌گیرد و سطوح شیب‌دار (شیشه شماره چهار) نقش صفحه تقطیر را ایفا می‌کند و سبب تقطیر و جمع‌آوری آب می‌گردد. پس از ۲۴ ساعت، عمق آب موجود در مخازن قرائت می‌شد. در این مدت یک‌روزه، سطح آب‌شور درون مخزن به دلیل تبخیر کاهش می‌یابد؛ بنابراین میزان آب‌شور کسر شده تا رسیدن عمق آب کف مخزن به مقدار ثابت ۲ سانتی‌متر اضافه می‌شد. آب استحصال‌شده در ساعت ۹ که تقطیر در آن زمان به حداکثر مقدار خود رسیده و بعدازآن زمان به دلیل افزایش دما، میزان تبخیر از تقطیر بیشتر می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردید.

در همه دستگاه‌های تقطیر خورشیدی (مخازن) عمق آب‌شور موجود در مخازن ۲ سانتی‌متر و کف مخازن جاذب پلی‌اتیلن مشکی باضخامت یک سانتی‌متر «برای جذب بیشتر انرژی خورشیدی» قرار داشت، مخازن شماره یک و دو حاوی آب با هدایت الکتریکی dS/m ۱۰ و مخازن شماره سه و چهار حاوی هدایت الکتریکی dS/m ۲۰ بودند. جدول ۱، حاوی اطلاعات متغییر مخازن و تاریخ‌های اندازه‌گیری است.

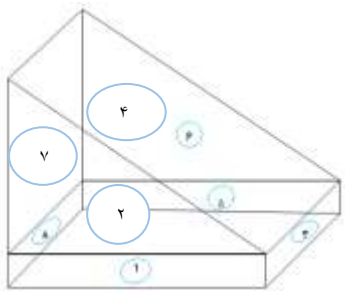
جدول ۱- شرایط متغییر مخازن و بازه‌های دوره اندازه‌گیری

مخازن / هفته‌ها	شرایط مخازن	تاریخ
هفته اول	آیینه‌ها بسته بودند؛ عدم وجود عایق	بازه اندازه‌گیری (۱۳۹۸/۵/۲۹ تا ۱۳۹۸/۶/۴)
هفته دوم	آیینه‌ها بسته بودند؛ وجود عایق	بازه اندازه‌گیری (۹۸/۶/۲۲ تا ۹۸/۶/۲۸)
هفته سوم	آیینه‌ها باز بودند؛ وجود عایق	بازه اندازه‌گیری (۱۳۹۸/۶/۲۹ تا ۱۳۹۸/۷/۴)
هفته چهارم	آیینه‌ها باز بودند؛ عدم وجود عایق	بازه اندازه‌گیری (۱۳۹۸/۷/۵ تا ۱۳۹۸/۷/۱۱)

شکل ۳- نمایی از مخازن در حالات مختلف؛ (الف)، بسته بودن آیینه و وجود عایق؛ (ب)، بسته بودن آیینه و عدم وجود عایق؛ (ج)، باز بودن آیینه‌ها و عدم وجود عایق؛ (د)، باز بودن آیینه‌ها و وجود عایق

شکل ۳؛ شرایط مخازن در حالات مختلف بررسی را نشان می‌دهد.

قبلاً به شماره‌گذاری وجوه شیشه‌ای مخازن اشاره شد. در شکل ۴ شماره‌گذاری قابل مشاهده است. شیشه ۴ و ۷ و ۸ به ترتیب مربوط به سقف شیب‌دار و وجه مستطیل قائم هر مخزن می‌باشد. به‌منظور برآوردن اهداف مطالعه حاضر، وجوه شماره ۱، ۲، ۳، ۵، ۶، مخزن به کمک ورق یونولیت باضخامت پنج سانتی‌متر، عایق شده است. عایق نشدن سقف شیب‌دار، به این دلیل است که انرژی خورشید به‌منظور تبخیر آب، از طریق این شیشه جذب می‌شود. از طرفی دسترسی به وجوه قائم مخازن جنوبی- شمالی این گلخانه امکان‌پذیر نیست. به‌منظور یکسان نمودن شرایط آزمایش، از نصب عایق روی سطح قائم صرف‌نظر گردید. درنهایتقرار گر (شکل ۳، الف).



شکل ٤- شماره وجوه شیشه‌ای مخزن

ازآنجاکه پارامترهای اقلیمی محیط مخزن نیز بر فرآیند تبخیر اثرگذار است، اطلاعات متوسط روزانه دمای هوابر حسب درجه سانتی‌گراد، درصد رطوبت هوا و سرعت باد، مربوط به‌روزهای آزمایش جمع‌آوری گردید. مقایسه میزان آب تولیدشده ناشی از عملکرد

تقطیرگرهای خورشیدی در حالات وجود و عدم وجود عایق؛ باز و بسته بودن آیینه‌ها، برمبنای محاسبه تولید آب در هر هفته (درصد) نسبت به‌کل آب تولیدی در طی بازه اندازه‌گیری صورت گرفته است. برای این منظور، ابتدا حجم کل آب شیرین هر مخزن در یک هفته اندازه‌گیری در هر یک از شرایط از مجموع احجام روزانه به‌دست‌آمده. سپس کل آب تولیدی برای یک ماه از هر مخزن محاسبه شد و درصد آب تولیدی در هفته محاسبه گردید و سپس با شرایط موردنظر مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۲؛ تغییرات پارامترهای هواشناسی را در طی بازه اندازه‌گیری نشان می‌دهد.

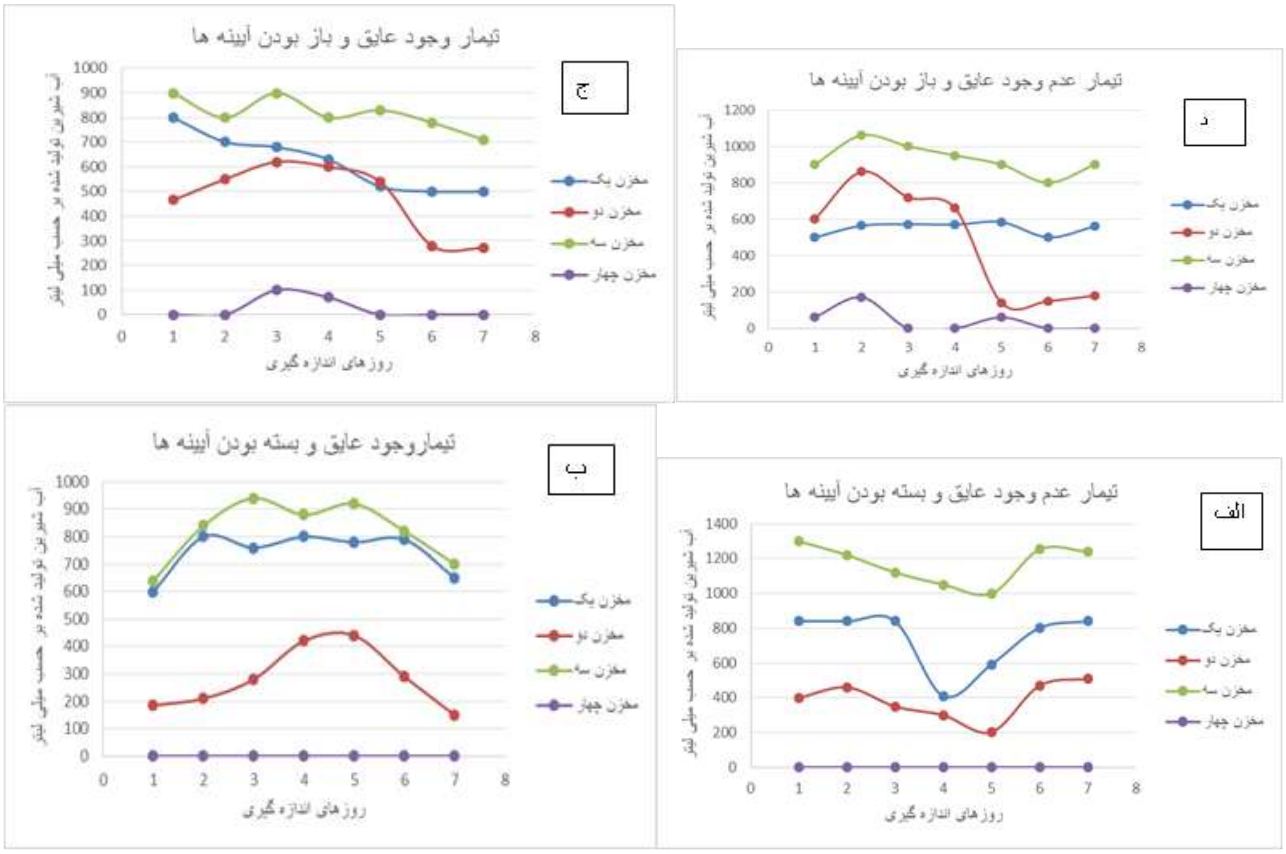
جدول ۲- تغییرات پارامترهای هواشناسی در طی بازه اندازه‌گیری

پارامترهای هواشناسی / هفته‌ها	دمای متوسط (°)	میانگین دمای متوسط (°)	متوسط سرعت باد (km/h)	میانگین متوسط سرعت باد (km/h)	درصد رطوبت متوسط	میانگین درصد رطوبت متوسط	بارندگی (mm)
هفته اول	بازه تغییرات (۳۶/۴ تا ۳۹/۳)	۳۸/۱۴	بازه تغییرات (۵/۴ تا ۱۰/۷)	۷/۹۷	بازه تغییرات (۱۹ تا ۳۴)	۲۷	بارندگی نبود
هفته دوم	بازه تغییرات (۳۳/۴ تا ۳۷/۳)	۳۵/۰۷	بازه تغییرات (۴/۳ تا ۱۰/۴)	۷/۱۴	بازه تغییرات (۱۴ تا ۲۳)	۱۹	بارندگی نبود
هفته سوم	بازه تغییرات (۳۰/۹ تا ۳۷/۳)	۳۳/۹۸	بازه تغییرات (۷/۳ تا ۸/۳)	۶/۰۵	بازه تغییرات (۱۷ تا ۴۵)	۲۹	بارندگی نبود
هفته چهارم	بازه تغییرات (۳۳/۵ تا ۳۵/۶)	۳۴/۶۱	بازه تغییرات (۷/۵ تا ۷/۲)	۶/۱۲	بازه تغییرات (۲۰ تا ۴۱)	۲۶	بارندگی نبود

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که شرایط دمایی، سرعت باد، رطوبت، بارندگی در هر هفته مشابه هم بوده و می‌توان شرایط اقلیمی را از تحلیل‌ها حذف نمود و بررسی میزان آب تولیدی را با توجه به شرایط اعمال‌شده بر روی دستگاه‌های تقطیر خورشیدی بررسی کرد. همچنین درصد اختلاف بین شرایط اقلیمی در بین هفته‌ها زیاد نبود و می‌توان برای مقایسه شرایط اعمال‌شده بر روی مخازن شرایط محیطی را از تحلیل‌ها حذف نمود و بررسی میزان آب تولیدی را با توجه به شرایط اعمال‌شده بر روی دستگاه‌های تقطیرگر خورشیدی بررسی کرد.

در شکل ۵، مجموع آب تولیدی از مخازن در شرایط ثابت؛ عمق آب‌شور موجود در مخازن ۲ سانتی‌متر و کف مخازن جاذب پلی‌اتیلن مشکی باضخامت یک سانتی‌متر «برای جذب بیشتر انرژی خورشیدی» قرار داشت، مخازن شماره یک و دو حاوی آب شور با هدایت الکتریکی ۱۰ dS/m و مخازن شماره سه و چهار حاوی هدایت الکتریکی ۲۰ dS/m بودند و شرایط متغیری که در جدول ۱ ذکر شد، استحصال، و موردبررسی قرار گرفت.

در جدول ۴ تولید آب در هر هفته (درصد) نسبت به‌کل آب تولیدی در طی بازه اندازه‌گیری مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج حاصله؛ مخازن با شیب پوشش سقف شمالی – جنوبی در شرایطی که آیینه بسته باشد و عایق نیز وجود نداشته باشد، بیشترین تولید رادارند، بسته بودن آیینه در مخازن در جهت تابش آفتاب، سبب می‌شود که انرژی خورشیدی که توسط آیینه دریافت می‌شود درون سیستم (مخزن) منعکس گردد و سبب افزایش دمای درون مخزن می‌گردد، افزایش دمای مخزن منجر به افزایش دمای آب، دمای شیشه‌ها و... می‌گردد ولی در مخازن با شیب پوشش سقف جنوبی – شمالی به دلیل قرارگیری مخازن در جهت عکس تابش آفتاب، بسته بودن آیینه‌ها مانع دریافت بیشتر انرژی خورشیدی می‌شوند، درنتیجه تولید کاهش می‌یابد. بهترین حالت برای مخازن با شیب پوشش سقف جنوبی – شمالی باز بودن آیینه‌ها و نبودن عایق است. در مخزن شماره یک، میزان تولید کل مخزن در هفته دوم بیشتر از هفته اول بود؛ کاهش میزان تولید به دلیل ابری شدن هوا در روز چهارم و پنجم بود که سبب کاهش ساعات تابش آفتاب و درنتیجه کاهش میزان آب تولیدی بود، درنتیجه نمی‌توان کاهش این دو روز را جز شرایط عادی در نظر گرفت و بااینکه میزان تولید در هفته دوم ۱۳۰ میلی‌لیتر بیشتر از هفته اول بود ولی مبنای مقایسه روزهایی است که مشابه هم هستند و شرایط محیطی نیز تا حدودی یکسان و میزان تغییرات قابل‌قبول باشد؛ درنتیجه شرایط هفته اول برای مخزن شماره یک مناسب است.



شکل ۵- میزان تولید آب در مخازن؛ (الف)، تیمار عدم وجود عایق و بسته بودن آیینه‌ها؛ (ب)، تیمار وجود عایق و بسته بودن آیینه‌ها ؛ (ج)، تیمار وجود عایق و باز بودن آیینه‌ها ؛ (د)، تیمار عدم وجود عایق و باز بودن آیینه‌ها

مخازن شماره سه و چهاردر طول ساعات اندازه‌گیری زمان بیشتری در سایه قرار داشتند و از ساعت ۱۱:۳۰ تابش آفتاب کاملاً بر آن‌ها قرار می‌گرفت، ولی مخازن شماره یک و دو بیشتر ساعات در آفتاب قرار دارند و از ساعت ۱۱:۳۰ در سایه قرار می‌گرفتند، به همین دلیل در مخزن شماره سه فرصت تقطیر نسبت به مخزن شماره یک بیشتر است. در مخزن شماره یک عملیات تبخیر از تقطیر نسبت به مخزن شماره سه بیشتر بود؛ و در اکثر ساعات قطرات آب بر روی شیشه‌ها حاصل از تبخیر مشاهده شد ولی به دلیل تابش بیشتر آفتاب نسبت به مخزن شماره سه قبل از تقطیر، قطرات مجدد وارد چرخه تبخیر می‌شدند.

از هفته سوم اندازه‌گیری تولید آب در مخزن شماره چهار مشاهده شد که تأکیدی برای بهبود شرایط برای تولید بیشتر آب درصورتی‌که آیینه‌باز باشد در جهت جنوبی – شمالی است؛ که عدم وجود عایق نیز شرایط را برای تولید بهتر فراهم می‌کند.

در جدول ۳ میزان کل آب تولیدی در طی اندازه‌گیری قابل مشاهده است.

در جدول ۵ مقایسه اثر پارامترهای بررسی‌شده با تحقیقات گذشته مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر باهدف بررسی اثر آیینه، جهت و عایق بر میزان آب تولیدی در گلخانه به روش آبیاری تقطیری با دو مقدار هدایت الکتریکی ۱۰ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر، انجام شد. نتایج نشان داد:

باز کردن آیینه‌های موجود در مخازن، در مخازن با شیب پوشش سقف جنوبی – شمالی به دلیل جذب انرژی خورشیدی بیشتر، سبب افزایش در تولید آب تا ۲۰ درصد شدند ولی در مخازن با شیب پوشش سقف شمالی – جنوبی باز کردن آیینه‌ها نسبت به زمانی که آیینه‌ها بسته بود، سبب کاهش در میزان تولید تا ۳۸ درصد شدند.

جدول ۳- میزان کل آب تولیدی در طی اندازه‌گیری

مخازن	مخزن شماره یک	مخزن شماره دو	مخزن شماره سه	مخزن شماره چهار
جمع آب استحصالی در طول دوره اندازه‌گیری (میلی‌لیتر)	۱۸۶۱۴	۱۱۳۰۴	۲۶۱۵۴	۴۶۲

جدول ٤- تولید آب در هر هفته (درصد) نسبت به‌کل آب تولیدی در طی اندازه‌گیری

مخازن / هفته‌ها	مخزن شماره یک	مخزن شماره دو	مخزن شماره سه	مخزن شماره چهار
هفته اول	۲۷/۷۴	۲۳/۸۳	۳۱/۲۹	۰
هفته دوم	۲۸/۳۱	۱۷/۴۷	۲۱/۹۴	۰
هفته سوم	۲۳/۲۶	۲۹/۴۱	۲۱/۸۷	۳۶/۷۹
هفته چهارم	۲۰/۶۷	۲۹/۲۸	۲۴/۸۱	۶۳/۲۰

جدول ٥- مقایسه اثر پارامترهای بررسی‌شده با تحقیقات گذشته

شرایط تحقیقات / محققین	سال بررسی	نوع پارامتر موردبررسی	اثر پارامترها
ماناکار و همکاران	۲۰۲۰	عایق از جنس اکرلیک	افزایش تولید آب
آل هینای و همکاران	۲۰۰۲	عایق‌های مختلف باضخامت متفاوت	ضخامت کمتر سبب افزایش تولید آب
سانش و همکاران	۲۰۱۶	آیینه	وجود آیینه سبب افزایش تولید آب شد
عبدالرشید و عبدالناصر	۲۰۱۳	جهت	تقطیرگر تک‌شیب با جهت شیب شمالی – جنوبی افزایش تولید آب را دارد
تحقیق حاضر	۱۳۹۸	عایق یونولیت باضخامت پنج سانتی‌متر	کاهش میزان تولید آب
تحقیق حاضر	۱۳۹۸	آیینه	وابسته به جهت قرارگیری مخازن داشت
تحقیق حاضر	۱۳۹۸	جهت	تقطیرگر تک‌شیب با جهت شیب شمالی – جنوبی افزایش تولید آب را دارد

مشاهده شد که استفاده از عایق یونولیت باضخامت پنج سانتی‌متر در مخازن سبب کاهش میزان تولید آب تا ۳۰ درصد شد؛ اثر عایق در میزان درصد کاهش نیز وابسته به شرایط آیینه‌ها و جاذب پلی‌اتیلن داشت؛ اما در همه شرایط کاهش در میزان تولید چشمگیر بود.

جهت جنوبی – شمالی همانند تحقیقات گذشته برای تولید آب مناسب نبود.

باز بودن آیینه‌ها در مخازن با پوشش سقف جنوبی – شمالی از شرایط بهینه بای تولید آب به شمار رفت در حالی که بسته بودن آیینه‌ها در مخازن با شیب پوشش سقف شمالی – جنوبی سبب افزایش در تولید شد. جهت بهینه برای تولید آب بیشتر، جهت شمالی – جنوبی است.

قدردانی

بدین‌وسیله نگارنده این مقاله از دانشگاه شهید چمران اهواز به‌منظور فراهم آوردن امکانات و منابع مالی جهت انجام تحقیق حاضر، سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

بهزاد مهر،ا.، فرساد، س. و اکاتی، و. ۱۳۹۶. آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی، انتشارات آوای قلم. ۱۳۵ صفحه.

قاسمی پناه، ک. ۱۳۹۳. بررسی تصفیه پذیری پساب واحدهای نمک‌زدایی نفت خام به روش تقطیر خورشیدی. پژوهش نفت. ۲۴: ۸۴-۹۱

قاسمی، ل. ۱۳۹۸. ارزیابی روش های آبیاری چگالشی و تقطیری در بسترهای شن، باگاس و پرلایت در گلخانه‌های کوچک در اهواز. پایان‌نامه دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز

هوشمند، پ.، شفیعی، م.، روشندل، ر. ۱۳۹۶. بررسی تجربی یک سیستم ترکیبی آب‌شیرین‌کن خورشیدی تبخیری ۱/۵ لیتری با استفاده از لوله حرارتی و پنل خورشیدی. نشریهٔ پژوهشی مهندسی مکانیک ایران، سال نوزدهم. ۴ (۶): صفحه: ۳۵-۱۸

یوسفی، ب.، بهزاد، م. و برومندنسب، س. ۱۳۸۹. آبیاری چگالشی و تقطیری. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی،۱۰ تا ۱۲ اسفند، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.

Abderachid, T. and. Abdenacer, K. 2013. Effect of orientation on the performance of a symmetric solar still with a double effect solar still (comparison study). Desalination Journal. 329: 68-77.

Al-Hinai, H., Al-Nassari, M.S. and Jubran, B.A. 2002. "Effect of Climatic, Design and Operational Parameters on the Yield of a Simple Solar Still", Energy Convers Manage. 43: 1639–1650.

Boodhan, P. and Haraksingh, M. 2014. Influence of condensation surface on solar distillation, Desalination, 326: 37-45

Kabeel, A.E., Omara, Z.M., Essa, F. A., and Abdullah,

Groundwater for Sustainable Development. 10.

Suneesh, P. U., Paul, J., Jayaprakash, R., Kumar, S., and Denkenberger, D. 2016. Augmentation of distillate yield in "V"-type inclined wick solar still with cotton gauze cooling under regenerative effect. Cogent Engineering. 3(1): 1202476

A.S. 2016. Solar still with condenser –A detailed review. Elsevier.Renewable and Sustainable Energy Reviews. 59: 839 - 857

Manokar,M.A.,Taamneh,Y.A., Mabel, A.E., Winston, P.R. and Vijayabalan, P. 2020. Effect of water depth and insulation on the productivity of an acrylic pyramid solar still – An experimental study,

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 15, Oct.-Nov. 2021, p. 865-874

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۵، مهر - آبان ۱۴۰۰، ص. ۸۷۴-۸۶۵

Evaluation of the Effect of Mirror, Direction and Insulation on the Amount of Water Produced in the Greenhouse by Distillation Irrigation

Z. Hamid[1] **, A. Soltani Mohammadi**[2*]**, S. Boroomand Nasab**[3]

Recived: Mar. 22, 2021 Accepted: Jun. 05, 2021

Abstract

Given the increasing consumption of drinking water and agricultural production in the future, as well as the shortage of fossil fuels, it is necessary to use a solar energy source to desalinate salt water. Is. The aim of this study was to investigate the extraction of optimal water production conditions in solar distillation systems in 2019 in four solar distillation systems, in two directions north-south and south-north in the distillation irrigation greenhouse of the Faculty of Water Engineering and Environment of Shahid Chamran University of Ahvaz. The experiments were performed in one month under the conditions (without insulation and closed mirrors; with insulated and closed mirrors; with insulated and open mirrors; without insulated and open mirrors, each in one week). In Abshahr reservoirs, salinity was determined by NACL salt and embedded in reservoirs; The water depth in the reservoirs was fixed and two centimeters. Climatic data were measured to assess the conditions. The results showed that the openness of the mirrors in the tanks with south-north cover slope caused an increase in water production by up to 20% and in the tanks with north-south cover slope caused a decrease in production by up to 38%. Ionolite insulation in tanks reduced production by up to 30%; In all conditions, the south-north direction reservoirs had a lower production rate than the north-south direction reservoirs. Therefore, the closure of the mirrors and the north-south direction were the optimal conditions for water production.

Key words: Desalination, Distillation irrigation, Greenhouse, Renewable energy, Water extraction

1- Master student, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3- Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
(*- Corresponding Author Email: a.soltani@scu.ac.ir)