



دانشگاه گوارز و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و دوم، شماره پنجم، ۱۳۹۴

<http://jwsc.gau.ac.ir>

تحلیل پارامترهای مؤثر بر پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی

*احمد احمدی نیک^۱ و علی رحیمی خوب^۲

^۱دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبیاری و زهکشی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران،

^۲آستاذ گروه مهندسی آبیاری و زهکشی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۷

چکیده

سابقه و هدف: نمک‌زدایی توسط تابش خورشیدی یکی از راهکارهای مناسب جهت تصفیه آب شور می‌باشد که با توجه به کاربرد انرژی تجدیدپذیر تابش خورشیدی، به‌عنوان روشی جهت تأمین آب شیرین در راستای توسعه پایدار و سازگار با محیط زیست به‌شمار می‌آید. سیستم آبیاری تراکمی، ایده توسعه‌یافته نوینی است که همگام با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مسایل زیست‌محیطی را نیز با کاربرد آب‌های شور مدنظر قرار می‌دهد. این سیستم جهت تأمین آب آشامیدنی و نیاز آبی گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اصلی‌ترین جزء این سیستم که نقش تأمین آب شیرین را بر عهده دارد، مخزن خورشیدی می‌باشد. مخازن خورشیدی از انرژی تابشی خورشید جهت نمک‌زدایی آب شور استفاده می‌کنند. هدف از این پژوهش، تلاش در جهت تعیین و توصیه استفاده از مخازنی با توان تبخیری بالا می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه به بررسی تأثیر عوامل جوی و پارامتر سطح پایه مخزن بر پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی در یک دوره آماری یکساله در محل پردیس ابوریحان دانشگاه تهران پرداخته شده است.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش گویای درجه وابستگی بالای پتانسیل تبخیری مخازن به عوامل جوی بود که شدت وابستگی این پارامتر به عوامل جوی شامل رابطه مثبت دمای هوای محیط ($R=0.95$)، رابطه مثبت تعداد ساعات آفتابی در روز ($R=0.73$) و رابطه منفی رطوبت نسبی محیط ($R=-0.72$) می‌باشد.

نتیجه‌گیری: مشاهدات نشان داد که با کاهش سطح مخازن خورشیدی، پتانسیل تبخیری مخازن افزایش خواهد یافت و نتایج بررسی تأثیر سطح پایه مخازن با آنالیز واریانس، بیانگر وجود اختلاف در سطح معنی‌داری یک درصد بین تبخیر از مخازن خورشیدی بود.

واژه‌های کلیدی: دما، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، سطح پایه مخازن خورشیدی، سیستم آبیاری تراکمی

* مسئول مکاتبه: ahmadnik25@ut.ac.ir

مقدمه

امروزه کمبود شدید آب شیرین در جهان به وضوح حس می‌شود. در کنار تخریب منابع آب موجود، افزایش جمعیت جهان نیز منجر به این فرضیه شده است که دو سوم از جمعیت جهان در سال ۲۰۲۵ با بحران کمبود آب شیرین کافی مواجه می‌شوند (2). کمبود آب با کیفیت مناسب و انرژی مورد نیاز جهت انتقال آن همواره از فاکتورهای محدودکننده اولیه برای توسعه کشاورزی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (4). برای تأمین غذای تقریباً ۷/۹ میلیارد انسان در سال ۲۰۲۵ مزارعی که برای تولید غلات و حبوبات استفاده می‌شود باید در حدود ۴۷ درصد افزایش داده شود (8). نیاز به انرژی زیاد جهت انتقال و جابجایی آب با کیفیت بالا از مناطق دیگر و پمپاژ و تحت فشار نمودن آن توأم با تقبل هزینه‌های بالا می‌باشد. همچنین جلوگیری از آلودگی منابع محدود آب شیرین از طریق زه‌آب‌های کشاورزی و پساب‌های صنعتی همواره از دغدغه‌های اساسی است که گزینه جمع‌آوری، انتقال و دفع آن‌ها به یک منبع پذیرنده جهت حل این معضل گزینه‌ای سستی و غیرقابل قبول به‌شمار می‌آید که جدا از بحث هزینه‌های هنگفت جهت انتقال چنین حجم بالایی از زه‌آب، پیدا کردن یک منبع پذیرنده، نیازمند مطالعه و صرف زمان و هزینه می‌باشد. بنابراین با توجه واقعیت‌های موجود در زمینه محدودیت کمی و کیفی منابع آب شیرین، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین افزایش هزینه‌های تأمین و انتقال آب شیرین، یافتن راهکارهایی جدید جهت غلبه بر بحران کمبود آب و حفظ منابع آبی همواره از اولویت‌های مطالعاتی و پژوهشی می‌باشد. در این راستا نیاز مبرم به روشی با به‌کارگیری کم‌ترین انرژی جهت کنار آمدن با این مشکلات به وضوح احساس می‌شود.

یکی از راهکارهای مناسب جهت تأمین آب شیرین، استفاده از روش نمک‌زدایی آب شور توسط تابش خورشیدی می‌باشد. مناطقی که بیش‌ترین تابش خورشیدی را دارا می‌باشند آن‌هایی هستند که شدیدترین نیاز به آب شیرین را دارند و با توجه به وجود تابش خورشیدی فراوان در این مناطق به‌نظر می‌رسد استفاده از انرژی خورشید می‌تواند به‌عنوان یک منبع تجدیدپذیر و امیدوارکننده برای کاربرد تکنیک نمک‌زدایی از آب شور باشد (3). نمک‌زدایی کاربردی‌ترین راهکار ممکن برای تولید هرچه بیش‌تر آب شیرین می‌باشد. در اکثر روش‌هایی که تا به حال برای نمک‌زدایی به‌کار گرفته شده است از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود و تنها ۰/۰۲ درصد آن‌ها توسط انرژی‌های تجدیدپذیر صورت می‌گیرد (3). در حالی که یک توسعه پایدار و سازگار با محیط زیست جهت نمک‌زدایی آب، نیازمند سیستمی ساده و ارزان است که در آن از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شود. سیستم آبیاری تراکمی^۱ روشی برای استفاده مستقیم از آب شور در منطقه ریشه را ارائه می‌دهد که علاوه بر به حداقل رساندن مصرف آب، از شور شدن منابع آب زیرزمینی به‌وسیله آب‌های شور سطحی جلوگیری می‌کند. سیستم آبیاری تراکمی ایده توسعه‌یافته نوینی است که همگام با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مسایل زیست‌محیطی را نیز با استفاده و کنترل آب‌های شور مد نظر قرار می‌دهد. در این روش از انرژی تابشی خورشید جهت تبدیل آب شور به آب شیرین در مخازن خورشیدی^۲ استفاده شده و پس از مرطوب‌سازی هوا در این سیستم نسبت به انتقال آن به محیط ریشه اقدام می‌شود و پس از رخداد فرآیند میعان در توده خاک، ذرات آب موجود در منطقه

1- Condensation Irrigation

2- Solar Stills

تغییرات دمای هوای روز و شب طراحی شد. این سیستم در سال ۱۹۸۷ با موفقیت کامل راه‌اندازی شد (7). آحسان و فوکوهاارا (2010) با بررسی تغییرات روزانه دما، چگالی بخار آب، رطوبت نسبی بخار هوا، مدلی برای انتقال توده هوای مرطوب و گرما در مخازن خورشیدی لوله‌ای ارائه دادند و همچنین با توجه به دمای آب مخزن و دمای دیواره بیرونی آن، میزان جریان میعانی و تبخیری ساعتی را پیش‌بینی کردند (1).

در پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه آبیاری تراکمی تا به حال بررسی‌های لازم در زمینه پتانسیل تبخیر از مخازن خورشیدی صورت نگرفته است که در قدم اول جهت بررسی کارایی این سیستم آبیاری، نیاز به مطالعات گسترده در زمینه عملکرد مخازن خورشیدی و بررسی روابط عوامل محیطی شامل عوامل جوی و پارامتر سطح پایه مخزن (کف مخزن که سطح آب در معرض تابش خورشید را مشخص می‌نماید) با پتانسیل تبخیر مخازن خورشیدی می‌باشد. پایش دقیق عوامل جوی و رفتار مخازن خورشیدی، مستقیم‌ترین و دقیق‌ترین روش جهت بررسی عملکرد و روابط بین پارامترهای دما، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و تبخیر مخازن در طول زمان است. شناسایی متغیرهای مؤثر جوی در کاهش یا افزایش میزان تبخیر از مخازن خورشیدی، جهت بررسی حساسیت پتانسیل مخازن خورشیدی و ارتقاء توان تبخیری مخازن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و امری ضروری به نظر می‌رسد. هدف این پژوهش، بررسی و تحلیل روابط بین عوامل جوی و پارامتر سطح پایه مخزن با پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی در یک دوره آماری طولانی می‌باشد و با توجه به این که یکی از اهداف مهم این پژوهش تلاش در جهت تعیین و توصیه استفاده از مخازنی با توان تبخیری بالا می‌باشد،

ریشه توسط نیروهای کاپیلاری و مکش ریشه جذب گیاه می‌شود. اهمیت این ایده از لحاظ تأمین منابع آب شیرین در شرایط بحرانی کشور و جهان، استفاده از انرژی پاک خورشیدی در تصفیه آب شور، کاهش در صرف هزینه‌های تأمین و انتقال آب و در نظر داشتن مسایل مهم زیست‌محیطی در قالب کنترل آلودگی منابع آب شیرین موجود، بیانگر لزوم مطالعات گسترده در این زمینه می‌باشد.

اولین کارهای پژوهشی بر روی سیستم آبیاری تراکمی از سال ۱۹۸۶ به صورت تئوری و در قالب پایان‌نامه‌های دانشجویی در کشور سوئد آغاز شد. ویدگرن (1986) در مطالعه‌ای که بر روی این سیستم انجام داد زمینی به مساحت یک هکتار را توسط فنی به قدرت ۱۰-۳ کیلووات به روش سیستم تراکمی آبیاری نمود (9). گلن (1986) بر روی این سیستم مطالعات و آزمایشاتی انجام داد که در آن هم از لوله‌های ساده و هم از لوله‌های سوراخ‌دار استفاده کرد. وی بدین نتیجه رسید که انتقال حرارت در لوله‌های سوراخ‌دار ۵۰ درصد بیش‌تر از لوله‌های ساده می‌باشد که این نتیجه را دلالتی بر پتانسیل بالاتر لوله‌های منفذدار جهت چگالش توده هوای مرطوب نسبت به لوله‌های ساده دانست (5). گاستافسون و لیندبلوم (2001) سیستم تراکمی را به صورت طرح آزمایشگاهی مورد آزمون قرار دادند که محاسبات نشان داد با صرف $1/6 \text{ kwh.m}^{-3}$ می‌توان آبیاری به میزان $4/6 \text{ mm.day}^{-1}$ به دست آورد و در انتها با توجه به برآورد و ارزیابی‌های اقتصادی به این نتیجه رسیدند که این سیستم قابلیت رقابت با روش‌های آبیاری دیگر را دارا می‌باشد (6).

نوردل (1987) یک طرح در مقیاس کوچک را در گلخانه‌ای در سوئد شمالی برای کشت بوته‌ای خیار ساخت. این سیستم آب و هوایی برای کاهش در

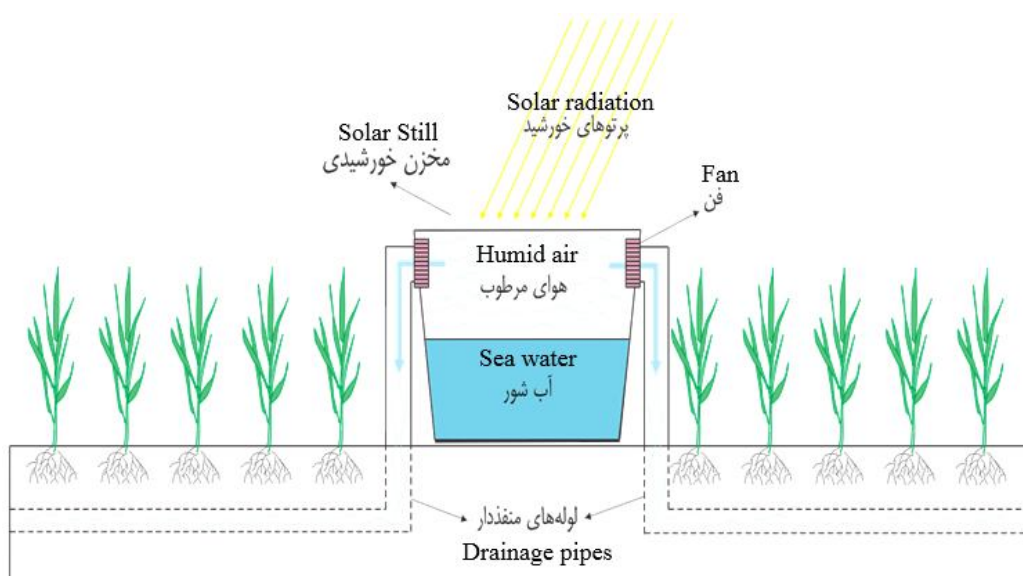
منطقه توسعه ریشه قرار گرفته و هوای مرطوب را به توده خاک منتقل می‌کنند. مکانیزم این سیستم به صورتی است که آب شیرین در تمامی مسیر به صورت توده هوای مرطوب منتقل می‌شود.

پایه‌ای‌ترین اصول در مخازنی که در آن تبخیر صورت می‌گیرد، تأثیرگذاری ساده آن می‌باشد. مخزن خورشیدی از اثر گلخانه‌ای برای به دام انداختن انرژی خورشیدی استفاده می‌کند و یک مدل از سیکل و چرخه آب در طبیعت است که شامل فرآیندهای تبخیر، میعان و ترسیب می‌باشد.

پایش لحظه‌ای پارامترهای مذکور می‌تواند درکی کامل از مکانیزم این سیستم ارائه نماید.

مواد و روش‌ها

سیستم آبیاری تراکمی از انرژی تابشی خورشیدی جهت تبخیر آب شور و آب‌های با کیفیت نامناسب در مخازن خورشیدی استفاده می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود این سیستم متشکل از یک مخزن خورشیدی با جداره‌های شفاف جهت عبور نور خورشید، دستگاه فن جهت تخلیه و انتقال هوای مرطوب و لوله‌های منفذدار می‌باشد که این لوله‌ها در

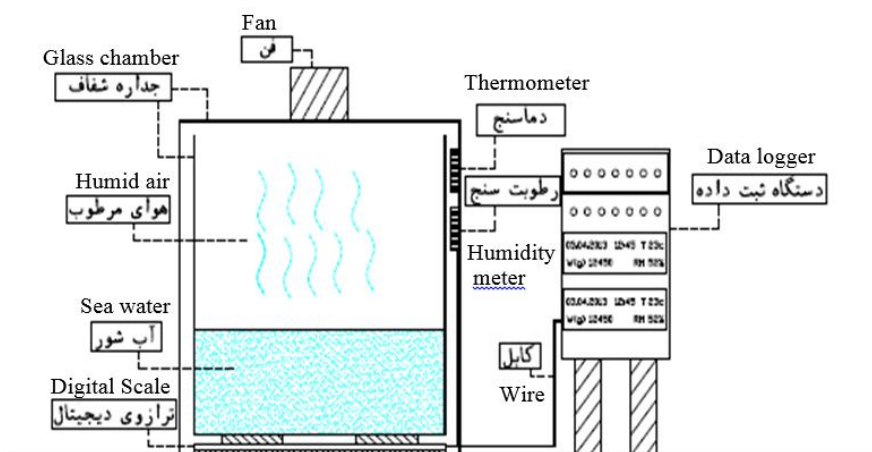


شکل ۱- سیستم آبیاری تراکمی.

Figure 1. Condensation Irrigation system.

مخازن خورشیدی مذکور در چهار طرح به ابعاد ۳۰×۳۰ ، ۳۴×۳۴ ، ۴۰×۴۰ و ۴۵×۴۵ سانتی‌متر و با ارتفاع یکسان صورت پذیرفت. جنس جداره شفاف این مخازن از صفحات فلکسی‌گلاس می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۲ نمایش داده شده است در بالای هر مخزن یک دستگاه فن جهت تخلیه بخار آب درون مخازن تعبیه شده است.

منطقه مطالعاتی این طرح واقع در جنوب شرق تهران و در محل پردیس ابوریحان دانشگاه تهران می‌باشد. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ۵۱° درجه و $۴۱'$ دقیقه طول شرقی و ۳۵° درجه و $۲۸'$ دقیقه عرض شمالی در ارتفاع ۱۰۲۰ متری از سطح دریا واقع شده است. در این مطالعه از چهار طرح مخزن خورشیدی جهت مطالعات و پژوهش استفاده گردید. طراحی



شکل ۲- اجزای مخزن خورشیدی و نحوه اتصال دستگاه‌های مربوطه در طرح حاضر.

Figure 2. Solar Still components and how to connect the respective devices in the present study.

استفاده گردید. کیفیت آب مورد استفاده در مخزن، در مراحل مختلف پژوهش اندازه‌گیری شد که در اغلب مراحل آب استفاده شده، بر اساس طبقه‌بندی سازمان خوار و بار جهانی (FAO-1992) است در گروه آب‌های لب‌شور و خیلی‌شور قرار داشت و هدایت الکتریکی آن از $1/5$ تا $17/5$ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود.

آنچه که قابلیت آنالیز و تحلیل اندازه‌گیری‌های این پژوهش را از سایر پژوهش‌های متداول مرتبط متمایز می‌سازد اندازه‌گیری و ثبت و بررسی لحظه به لحظه پارامترهای مختلف محیطی و رابطه آن‌ها با پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی می‌باشد. در مجموع تعداد داده‌های خام ثبت شده توسط دستگاه‌های ثبت داده که برای هر مخزن به صورت مجزا طراحی شده بود و تعداد داده‌های ایستگاه هواشناسی منطقه که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شد بالغ بر دو‌یست و پنجاه میلیون داده شامل تاریخ، اطلاعات زمانی و پارامترهای هواشناسی مربوط به مخازن و پارامترهای اقلیمی بود. در ادامه به تشریح تحلیل‌ها و آنالیزهای آماری استفاده شده در این مطالعه پرداخته شده است:

آب درون مخزن داخلی ریخته شده و بر روی دستگاه اندازه‌گیری وزن قرار داده شده که این دستگاه به صورت دیجیتالی، وزن مخزن و آب درون آن را در هر لحظه اندازه‌گیری می‌کند. در هر مخزن دستگاه‌های دقیق اندازه‌گیری دما و رطوبت قرار داده شده که مقدار این پارامترها را به صورت لحظه‌ای اندازه‌گیری می‌کند. تمامی این دستگاه‌های به وسیله کابل‌های مجزا به دستگاه‌های ثبت داده متصل شدند که پارامترهای مورد نظر را به صورت لحظه‌ای بر روی دیسک‌های حافظه ذخیره نمودند. در این پژوهش، اندازه‌گیری پارامترهای جوی منطقه شامل دما، رطوبت نسبی، ساعت آفتابی و سرعت باد در ایستگاه هواشناسی منطقه و در محل اجرای طرح صورت پذیرفت. مطالعات این پژوهش که شامل طراحی مخزن، نصب دستگاه‌های الکتریکی جهت اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها، کالیبره کردن اندازه‌گیری‌ها، داده‌برداری و پایش و فرآوری داده‌ها و در نتیجه استخراج خروجی‌های صحیح از داده‌ها بود، از اوایل تابستان سال ۱۳۹۱ شروع گردید و تا اوایل آبان سال ۱۳۹۲ هجری شمسی به طول انجامید که در بررسی‌ها و آنالیزهای صورت گرفته، از داده‌های ثبت شده یکسال

رگرسیون چندمتغیره: رگرسیون چندمتغیره^۴ روشی است برای تحلیل مشارکت جمعی و فردی دو یا چند متغیر مستقل در تغییرات متغیر وابسته که جهت تعیین رابطه همبستگی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل به کار گرفته می‌شود. برای آزمون معنی دار بودن رابطه متغیر وابسته و متغیرهای مستقل باید مقدار آماره آزمون (F Value) را با مقدار حاصل از جدول توزیع فیشر با در نظر گرفتن درجه آزادی و سطح احتمال مورد نظر (۱٪ یا ۵٪ خطا) مقایسه نمود.

تحلیل تفکیکی رگرسیون: پس از تدوین مدل‌های رگرسیونی با مشارکت چندین متغیر، به دلیل دشوار بودن ارزیابی مدل‌های مذکور از نظر عملیات محاسباتی، از روش‌های گوناگونی برای آنالیز تنها تعداد کمی از مدل‌های زیرمجموعه، از طریق اضافه کردن یا حذف تک به تک متغیرهای رگرسیونی استفاده می‌شود. در رگرسیون قدم به قدم^۵ در هر قدم همه متغیرهای رگرسیونی از قبل وارد شده به مدل، با آماره F خودشان مجدداً ارزیابی می‌شوند. یک متغیر رگرسیونی اضافه شده در قدم قبل ممکن است به لحاظ ارتباط با متغیرهای رگرسیونی که اکنون در معادله‌اند زائد باشد. اگر آماره F برای یک متغیر کم‌تر از F از پیش تعیین شده باشد، آن متغیر از مدل کنار گذاشته می‌شود.

نتایج و بحث

تأثیر سطح بر پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی: در بررسی اثر سطح مخازن خورشیدی بر میزان پتانسیل تبخیری آن، از اطلاعات اندازه‌گیری شده چهار مخزن مورد مطالعه در این پژوهش استفاده گردید. مخازن طراحی شده در این پژوهش دارای سطح‌های متفاوت بوده که به ترتیب دارای ابعاد

تحلیل همبستگی: تحلیل همبستگی ابزاری است آماری که به وسیله آن می‌توان درجه‌ای که یک متغیر به متغیر دیگر وابسته است را اندازه‌گیری نمود. در همبستگی در مورد دو معیار بحث می‌شود: الف) ضریب همبستگی^۱ و ب) ضریب تبیین^۲ که ضریب تبیین توان دوم ضریب همبستگی (R) می‌باشد که معادله آن در زیر آورده شده است:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{C}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C}_i)^2} \quad (1)$$

که در آن، R^2 : ضریب تبیین، \bar{C}_i : میانگین مقدار مشاهداتی متغیر، S_i : مقدار متغیر محاسبه شده توسط مدل و C_i : مقدار متغیر مشاهداتی (واقعی) می‌باشد.

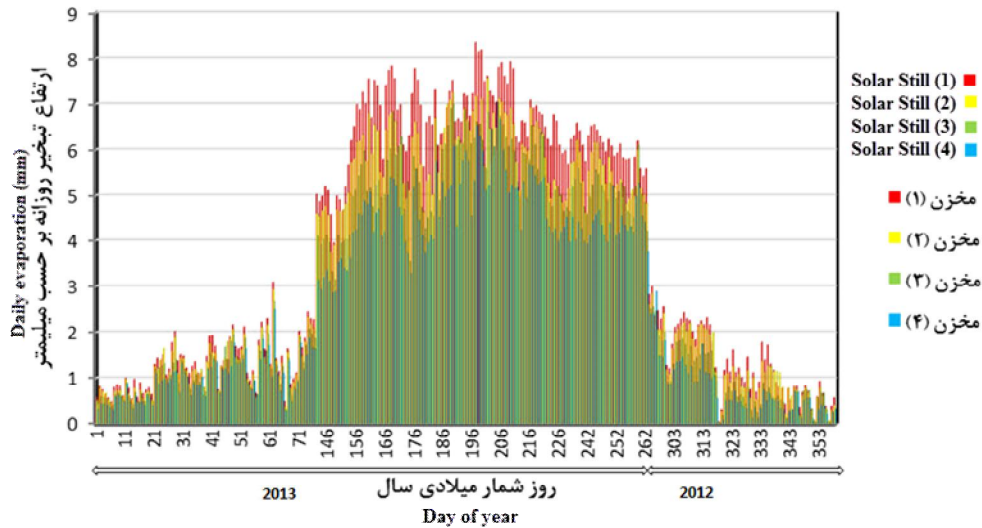
تحلیل واریانس: آنالیز واریانس^۳ آزمونی آماری را فراهم می‌کند که برابری میانگین‌های گروه‌های متفاوت را می‌آزماید و در نتیجه معنی‌دار بودن این تفاوت را در سطح‌های مختلف بیان می‌نماید. چنانچه تحلیل واریانس بر اساس مشاهداتی صورت گیرد که بر مبنای معیار واحد (برای مثال تأثیر سطح مخزن خورشیدی بر پتانسیل تبخیری از آن) طبقه‌بندی شوند آن را تحلیل واریانس تک‌عامله گویند. زمانی که اندازه‌گیری‌های یکسانی برای چند بار از یک آزمودنی یا یک مورد انجام می‌گیرد، برای تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین داده‌ها بین این چند بار باید از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده نمود. این روش حالت تعمیم‌یافته آزمون مقایسه زوجی است با این تفاوت که به جای مقایسه یک گروه در دو وضعیت، یک گروه در دو یا چند وضعیت مقایسه می‌شوند. از این‌رو در این مطالعه، آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS9 با رویه MIXED و روش Repeated Measurement صورت پذیرفت.

- 1- Correlation coefficient
- 2- Coefficient of determination
- 3- Analysis Of Variance (ANOVA)

- 4- Multiple Regression
- 5- Stepwise Regression

مخازن براساس افزایش سطح آن‌ها می‌باشد بدین گونه که مخزن ۱ دارای ابعاد ۳۰×۳۰ می‌باشد.

داده‌های ارتفاع تبخیر روزانه مخازن به ترتیب روزشمار میلادی در شکل ۳ نمایش داده شده است. (ترتیب نام‌گذاری



شکل ۳- مقایسه مقادیر تبخیر از مخازن خورشیدی با ابعاد مختلف.

Figure 3. Compares the evaporation values of Solar Stills with different dimensions.

تبخیر در چهار مخزن با ابعاد مختلف استفاده شده است.

کاربرد آنالیز واریانس جهت بررسی تأثیر سطح مخازن خورشیدی بر توان تبخیری آن‌ها: در این مطالعه جهت بررسی معنی‌دار بودن اثر سطح پایه مخزن خورشیدی بر میزان تبخیر از آن، از روش آنالیز واریانس استفاده شده است. در ابتدا جهت کاربرد روش آنالیز واریانس، بر روی داده‌های تبخیر روزانه چهار مخزن مورد مطالعه در طرح حاضر، شرایط تحلیل واریانس مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این موضوع که تنها عامل تأثیرگذار بر روی میزان تبخیر از مخازن که در این قسمت از مطالعه مورد آنالیز قرار گرفته است تأثیر سطح مخزن می‌باشد بنابراین جهت آنالیز واریانس از تحلیل واریانس تک‌عامله استفاده شد که مقادیر میانگین تبخیر از هر

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود میزان تبخیر در مخازن در تمامی روزهای دوره زمانی پژوهش در مخزن ۱ که دارای ابعاد کوچک‌تر بوده است بیش‌تر از سایر مخازن می‌باشد و با افزایش سطح مخزن ارتفاع تبخیری در آن‌ها کاهش می‌یابد. این اختلاف در میزان تبخیر از مخازن در روزهایی که ارتفاع تبخیری کم بوده است کوچک‌تر و در روزهایی که تبخیر از مخازن افزایش یافته است به نسبت، این اختلاف در مخازن نمایان‌تر می‌باشد. اختلاف در میزان تبخیر در مخازن با ابعاد مختلف بیانگر تأثیر عامل سطح پایه مخزن بر پتانسیل تبخیری از مخزن خورشیدی است که نیازمند بررسی دقیق در زمینه معنی‌داری این اختلاف در پتانسیل تبخیری در مخازن با ابعاد مختلف می‌باشد. در این راستا از روش آنالیز واریانس جهت مقایسه میانگین گروهی داده‌های

تبخیری مخازن افزایش یافته است. همچنین مقایسه تبخیر در یکایک مخازن نسبت به یکدیگر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بین آنها می‌باشد که تشخیص علل رخداد این اختلاف، نیاز به بررسی رفتار پارامترهای وابسته که از عامل ذکر شده تأثیر می‌پذیرند دارد.

یک از مخازن و شاخص‌های حاصل شده از تحلیل واریانس بر روی داده‌های تبخیر چهار مخزن مورد نظر در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که از نتایج آنالیز واریانس جدول ۱ ملاحظه می‌شود میانگین تبخیر در مخزن ۱ دارای بیش‌ترین مقدار بوده است و با کاهش سطح مخازن خورشیدی پتانسیل

جدول ۱- مقادیر میانگین تبخیر از مخازن خورشیدی با ابعاد مختلف در آنالیز واریانس.

Table 1. Average value of Solar Stills evaporation with different dimensions in the Analysis Of Variance (ANOVA).

| سطح معنی‌داری Significant level | انحراف استاندارد خطا Standard deviation of error | ابعاد مخزن خورشیدی (سانتی‌متر) Solar Still dimensions (cm) | | | | صفت Adjective |
|------------------------------------|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| | | 45*45 | 40*40 | 34*34 | 30*30 | |
| <0.0001 | 0.03665 | 2.53 ^d | 2.94 ^c | 3.26 ^b | 3.58 ^a | تبخیر از مخزن (میلی‌متر) Evaporation from Solar Still (mm) |

حروف متفاوت در ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال است.

مخزن به سطح پایه مخزن) که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مخازن با سطح کوچک‌تر محیط نسبی بیش‌تری جهت دریافت تابش خورشیدی دارا می‌باشند که این موضوع سبب جذب تابش خورشیدی بیش‌تر در مخازن کوچک‌تر می‌گردد و از آن‌جایی‌که تابش خورشیدی یکی از پارامترهای تقویت‌کننده پتانسیل تبخیر می‌باشد بنابراین ارتفاع آب تبخیری در مخازن با ابعاد کوچک‌تر، بیش‌تر از ارتفاع آب تبخیری در مخازن با ابعاد بزرگ‌تر گردیده است.

شدت یا میزان انرژی تابشی در دام افتاده در مخزن یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر میزان تبخیر از مخازن خورشیدی می‌باشد. توانایی بالای مخازن با سطح کوچک‌تر گویای تأثیرپذیری پتانسیل تبخیری مخزن از محیط دریافت‌کننده تابش خورشیدی می‌باشد که این موضوع را می‌توان با مقایسه نسبت سطح جذب تابش خورشیدی به سطح پایه مخزن برای هر یک از مخازن توجیه نمود. طبق ضرایب به‌دست آمده برای هر مخزن (نسبت محیط

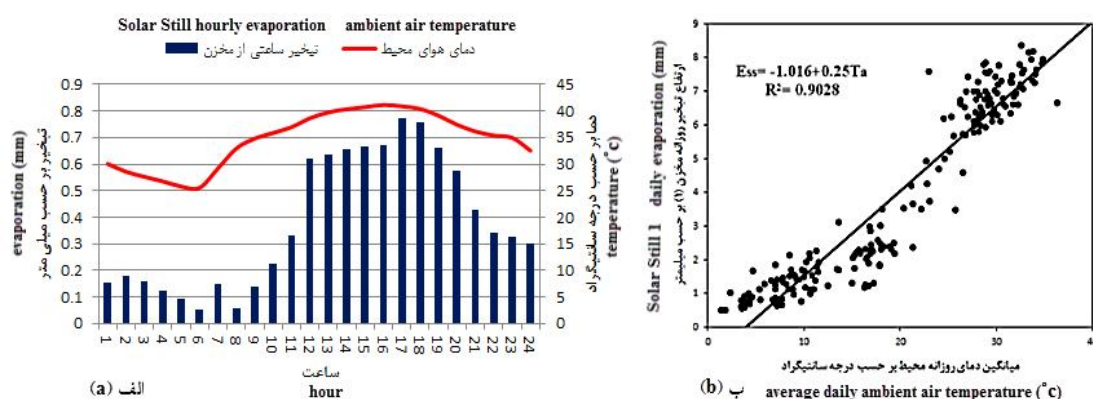
جدول ۲- نسبت محیط به سطح پایه مخزن خورشیدی.

Table 2. Ratio of Solar Still circumference to the base surface.

| مخزن ۴ Solar Still 4 | مخزن ۳ Solar Still 3 | مخزن ۲ Solar Still 2 | مخزن ۱ Solar Still 1 | صفت Adjective |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
| 45*45=2025 | 40*40=1600 | 34*34=1156 | 30*30=900 | سطح پایه مخزن (سانتی‌متر مربع) Base surface of Solar Still (cm ²) |
| 4*45=180 | 4*40=160 | 4*34=136 | 4*30=120 | محیط مخزن (سانتی‌متر) Solar Still circumference (cm) |
| 0.089 | 0.100 | 0.117 | 0.133 | نسبت محیط مخزن به سطح پایه مخزن Ratio of Solar Still circumference to the base surface |

نمونه در یک روز تابستان (۲۶ تیرماه ۱۳۹۲) که در شکل ۴- الف نمایش داده شده است نمایانگر الگوی متشابه بین این دو پارامتر می‌باشد و می‌توان دمای محیط را به‌عنوان یک نیروی محرک جهت بخار شدن ملکول‌های آب از سطح مایع دانست که با افزایش و کاهش این پارامتر در ساعات مختلف شبانه‌روز، شاهد پیروی نرخ صعودی و نزولی بودن تبخیر از مخزن خورشیدی می‌باشیم. همچنین باید در نظر داشت که شدت تابش خورشیدی نیز در کنار تأثیر مستقیم دما بر تبخیر، اثرات خود را در افزایش دمای درون مخزن اعمال می‌نماید، از این رو نگرش هم‌زمان به این دو پارامتر در کنار یکدیگر می‌تواند تغییرات افزایشی و کاهش‌ی میزان تبخیر را در طول روز توجیه نماید.

بررسی رابطه همبستگی شدت تبخیر از مخازن خورشیدی با پارامترهای جوی محیط: در این بخش از مطالعه به بررسی روابط همبستگی بین پارامترهای مختلف تأثیرگذار بر میزان تبخیر از مخازن و روابط هر کدام از پارامترها با یکدیگر پرداخته شده است. پارامترهای محیطی تأثیرگذار بر میزان تبخیر از مخازن خورشیدی شامل دما و رطوبت نسبی هوای محیط و ساعات آفتابی در روز می‌باشد. داده‌های هواشناسی محیط در طول پژوهش اندازه‌گیری و ثبت گردیده است که در زیر به بررسی تأثیرگذاری این پارامترها بر میزان تبخیر از مخازن خورشیدی پرداخته شده است. میانگین دمای روزانه هوای محیط و میزان ارتفاع تبخیر روزانه از مخازن خورشیدی: تغییرات دمای هوای محیط و ارتفاع آب تبخیری ساعتی در مخزن خورشیدی ۱ در ساعات مختلف شبانه‌روز به‌صورت



شکل ۴- الف) تغییرات دمای هوای محیط و تبخیر ساعتی در مخزن ۱ در ۲۶ تیرماه ۱۳۹۲ و ب) پراکنش تبخیر روزانه مخزن ۱ در مقابل میانگین دمای هوای روزانه محیط.

Figure 4. a) Variations of ambient air temperature and Solar Still 1 hourly evaporation at 17 July 2013, b) distribution of Solar Still 1 daily evaporation against average daily ambient air temperature.

E_{ss}: ارتفاع تبخیر روزانه از مخزن ۱ بر حسب میلی‌متر و Ta: مقدار میانگین دمای روزانه هوای محیط بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

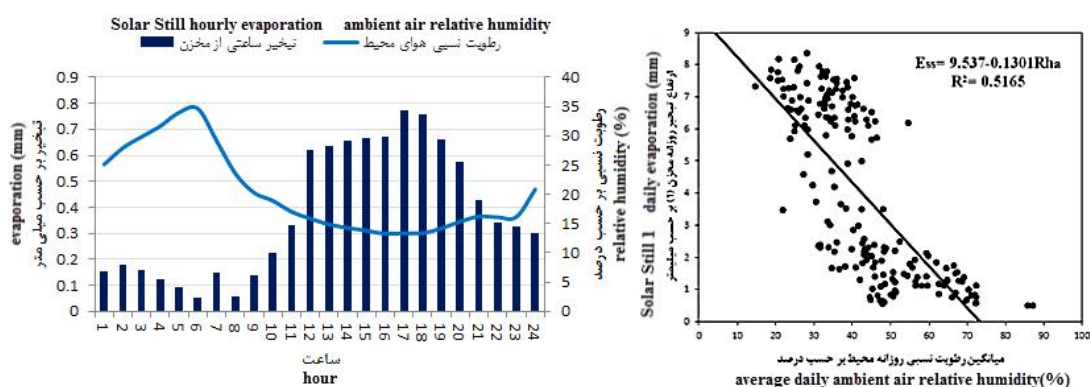
تبخیر روزانه از مخزن ۱ نیز طبق روند خاصی افزایش می‌یابد که معادله خط برازش داده شده و مقدار بالای ضریب تبیین (۰/۹۰۲۸) آن بیانگر تأثیرپذیری بالای

شکل ۴- ب پراکنش تبخیر روزانه مخزن ۱ را در مقابل میانگین دمای هوای محیط نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با افزایش دما، میزان

میزان رطوبت نسبی هوای محیط، که یکی از مشخصه‌های جریان هوای ورودی به درون مخزن می‌باشد، افزایش یابد میزان تبخیر از مخزن خورشیدی کاهش می‌یابد. این نکته دارای اهمیت است که مینیمم ارتفاع ساعتی تبخیر از مخزن خورشیدی زمانی رخ داده است که بالاترین محدوده رطوبت نسبی محیط می‌باشد و بالعکس ماکزیمم مقدار ارتفاع ساعتی تبخیر از مخزن در محدوده رطوبت نسبی مینیمم قرار گرفته است و میزان ذرات بخار آب موجود در هوای بالای سطح تبخیری تا حدی بر میزان شدت تبخیر تأثیرگذار است که گاهی این امر موجب نگهداشت و جلوگیری از فرآیند تبخیر می‌گردد.

تبخیر مخازن خورشیدی از میزان دمای هوای محیط است و می‌توان به این موضوع پی برد که همبستگی مثبت بالایی بین مقادیر تبخیر مخزن و میانگین دمای روزانه محیط وجود دارد و تبخیر از مخازن خورشیدی با رابطه‌ای قوی از مقادیر میانگین دمای روزانه محیط تأثیر می‌پذیرند.

میانگین رطوبت نسبی روزانه و میزان ارتفاع تبخیر روزانه از مخازن خورشیدی: در شکل ۵- الف تغییرات تبخیر از مخزن ۱ در طول شبانه‌روز به صورت نمونه در یک روز تابستان (۲۶ تیرماه ۱۳۹۲) به همراه تغییرات رطوبت نسبی هوای محیط نمایش داده شده است که مشاهده می‌شود هرچه



شکل ۵- الف) تغییرات رطوبت نسبی هوای محیط و تبخیر ساعتی در مخزن ۱ در ۲۶ تیرماه ۱۳۹۲ و ب) پراکنش تبخیر روزانه مخزن ۱ در مقابل میانگین رطوبت نسبی روزانه محیط.

Figure 5. a) Variations of ambient air relative humidity and Solar Still 1 hourly evaporation at 17 July 2013, b) distribution of Solar Still 1 daily evaporation against average daily ambient air relative humidity.

Ess: ارتفاع تبخیر روزانه از مخزن ۱ بر حسب میلی‌متر و Rha: مقدار میانگین روزانه رطوبت نسبی هوای محیط بر حسب درصد می‌باشد.

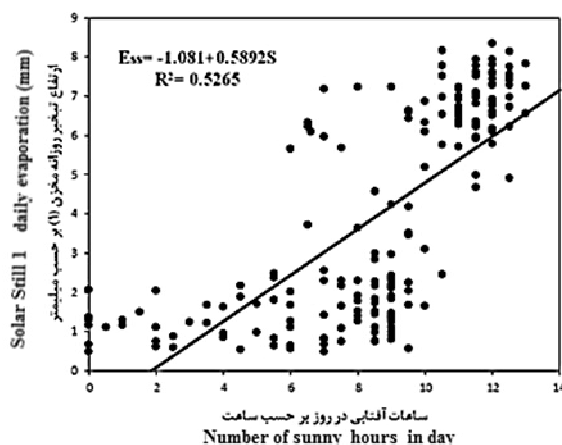
هر چند در مقایسه با پارامتر میانگین روزانه دمای هوای محیط، داده‌های تبخیر روزانه از مخزن خورشیدی طبق رابطه ضعیف‌تری از مقادیر میانگین رطوبت نسبی هوای محیط تبعیت می‌کنند. علامت منفی در معادله خطی که به داده‌های تبخیر از مخزن خورشیدی و میانگین روزانه رطوبت نسبی هوای

با مشاهده پراکنش مقادیر تبخیر از مخزن خورشیدی در مقابل داده‌های میانگین رطوبت نسبی روزانه که در شکل ۵- ب نمایش داده شده است چنین بر می‌آید که با افزایش مقدار رطوبت نسبی هوای محیط، مقادیر ارتفاع تبخیر در مخزن از روند معکوسی پیروی می‌کنند و مقادیر آنها کاهش می‌یابد،

آفتابی در روز میزان پتانسیل تبخیری در آن روز نیز افزایش یافته است و همچنین رابطه‌ای مستقیم میان این دو پارامتر می‌توان مشاهده نمود. البته همان‌گونه که در بررسی پارامتر دما ذکر گردید، پارامتر ساعات آفتابی و دما به‌طور مکمل بر افزایش تبخیر مخازن تأثیرگذار می‌باشند و دلیل این‌که در برخی روزها با وجود ساعات آفتابی بالا، میزان تبخیر در آن روزها کم است، صرفاً بر اساس موضوع تأثیرگذاری هم‌زمان پارامترهای دما و ساعات آفتابی می‌باشد.

محیط برازش داده شده است بیانگر رابطه معکوس بین این دو پارامتر است و با توجه به مقدار ضریب تبیین (۰/۵۱۶۵) برای این دو پارامتر، مشخص می‌شود که رطوبت نسبی هوای محیط تأثیر کم‌تری نسبت به پارامتر دما از خود نشان می‌دهد.

تعداد ساعات آفتابی روزانه و میزان ارتفاع تبخیر روزانه از مخزن خورشیدی: طبق نوع پراکنش تبخیر روزانه از مخزن خورشیدی در ازای ساعات آفتابی متقابل آن روز که در شکل ۶ نمایش داده شده است مشاهده می‌شود که عموماً با افزایش تعداد ساعات



شکل ۶- پراکنش تبخیر روزانه مخزن ۱ در مقابل تعداد ساعات آفتابی در روز.

Figure 6. Distribution of Solar Still 1 daily evaporation against number of sunny hours in day.

Ess: ارتفاع تبخیر روزانه از مخزن ۱ بر حسب میلی‌متر و S: تعداد ساعات آفتابی در روز می‌باشد.

تحلیل همبستگی: در این قسمت از پژوهش جهت بررسی روابط بین متغیرهای مستقل (پارامترهای محیطی شامل دما، رطوبت نسبی محیط و تعداد ساعات آفتابی در روز) و متغیر وابسته (تبخیر از مخازن خورشیدی) از تحلیل همبستگی استفاده گردیده است. در بررسی همبستگی بین پارامترهای مذکور از نرم‌افزار SAS استفاده شده است که ضرایب همبستگی آن‌ها در جدول ۳ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل همبستگی که در

با توجه به نمودارهای پراکنش که جهت بررسی روابط بین پارامترهای محیطی و میزان تبخیر از مخزن خورشیدی در قسمت‌های قبل ارائه گردید الگوهایی مبنی بر وجود رابطه میان پارامترهای محیطی و تبخیر از مخزن مشاهده گردید که برخی ارتباطها به‌صورت مستقیم و برخی به‌صورت معکوس بود. حال زمان بررسی روابط همبستگی متغیرهای ذکر شده بوده تا در صورت وجود همبستگی، معنی‌دار بودن آن به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد.

همبستگی برای هر یک از پارامترهای محیطی می‌توان اولویت تأثیرگذاری آن‌ها را به ترتیب، تأثیر مثبت میانگین دمای روزانه هوای محیط، تأثیر مثبت تعداد ساعات آفتابی در روز و تأثیر منفی میانگین رطوبت نسبی روزانه محیط دانست. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، جهت دستیابی به بالاترین عملکرد مخازن خورشیدی بهره‌گیری از پارامترهای دمای محیط و تابش آفتابی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود و همچنین کنترل پارامتر رطوبت نسبی در زمان‌هایی که به حد بالایی می‌رسد می‌تواند باعث افزایش پتانسیل تبخیری در مخازن خورشیدی گردد.

جدول ۳ ارائه شده است میزان ارتفاع تبخیر از مخازن خورشیدی دارای ارتباط مستقیم و همبستگی قوی با پارامترهای دمای روزانه محیط و تعداد ساعات آفتابی در روز می‌باشد و همچنین دارای رابطه همبستگی بالایی با پارامتر رطوبت نسبی محیط می‌باشد که ضریب همبستگی منفی برای پارامتر رطوبت نسبی محیط و ارتفاع تبخیر مخزن بیانگر رابطه معکوس بین این دو پارامتر است. مقدار بالای ضریب همبستگی میان پارامترهای محیطی و تبخیر از مخازن خورشیدی نشان از تأثیرپذیری بالای پتانسیل تبخیری مخازن از عوامل محیطی می‌باشد که با توجه به مقدار ضریب

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین متغیرها.

Table 3. Pearson Correlation Coefficients.

| Ess | S | RHa | Ta | Variable |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 0.95010 <0.0001** | 0.63264 <0.0001** | -0.75170 <0.0001** | 1.00000 | Ta |
| -0.71852 <0.0001** | -0.57260 <0.0001** | 1.00000 | -0.75170 <0.0001** | RHa |
| 0.72564 <0.0001** | 1.00000 | -0.57260 <0.0001** | 0.63264 <0.0001** | S |
| 1.00000 | 0.72564 <0.0001** | -0.71852 <0.0001** | 0.95010 <0.0001** | Ess |

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ را نشان می‌دهد.

Ta: میانگین دمای روزانه محیط، RHa: میانگین رطوبت نسبی محیط، S: تعداد ساعات آفتابی در روز و Ess: ارتفاع آب تبخیری روزانه از مخازن خورشیدی می‌باشد.

که در آن، Ess: متغیر وابسته (ارتفاع تبخیر روزانه مخزن خورشیدی بر حسب میلی‌متر)، Ta: متغیر مستقل اول (میانگین دمای روزانه محیط بر حسب درجه سانتی‌گراد)، RHa: متغیر مستقل دوم (میانگین رطوبت نسبی روزانه محیط بر حسب درصد)، S: متغیر مستقل سوم (تعداد ساعات آفتابی در روز) و C_0 ، C_1 ، C_2 و C_3 ضرایب ثابت مدل اند که شدت رابطه بین متغیر مستقل نظیر و متغیر وابسته را در مدل نشان می‌دهند.

تحلیل رگرسیون چندمتغیره: در مدل رگرسیون خطی با توجه به این که تعداد پارامترهای ورودی در مدل شامل سه متغیر مستقل می‌باشد از رگرسیون چندمتغیره مطابق با رابطه ۲ استفاده شده است. با تدوین مدل رگرسیون برای تخمین تبخیر روزانه از مخازن خورشیدی، مقادیر ضرایب ثابت رابطه ۲ محاسبه شده و در جدول ۴ نمایش داده شده است.

$$Ess = C_0 + C_1(Ta) + C_2(RHa) + C_3(S) \quad (2)$$

جدول ۴- مقادیر ضرایب مدل رگرسیون خطی.

Table 4. Linear regression model coefficients.

| Pr > F | F Value | Parameter Estimate | Variable |
|---------|---------|--------------------|---|
| <0.0001 | -05.67 | -2.24525 | عرض از مبدأ Intercept |
| <0.0001 | 26.57 | 0.22393 | میانگین دمای روزانه محیط Ambient daily average temperature |
| <0.2094 | 01.26 | 0.00684 | میانگین رطوبت نسبی روزانه محیط Ambient daily average relative humidity |
| <0.0001 | 08.37 | 0.17361 | تعداد ساعات آفتابی در روز The number of sunny hours in day |

مدل می‌باشد. در ادامه جهت بررسی دقیق‌تر این روابط از تحلیل تفکیکی رگرسیون به روش قدم به قدم استفاده شده است که خلاصه گام‌های این روش در جدول ۵ ارائه شده است.

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود در مدل رگرسیون خطی تدوین شده، متغیرهای مستقل دارای ضرایب ثابت بالایی می‌باشند که بیانگر وجود رابطه‌ای قوی بین خروجی مدل و تغییرات پارامترهای ورودی

جدول ۵- خلاصه گام‌های روش قدم به قدم (Stepwise) در انتخاب مدل رگرسیون خطی.

Table 5. Summary Stages of Stepwise method in the linear regression model.

| Step | Variable Entered | Variable Removed | R ² | F Value | Pr > F |
|------|------------------|------------------|----------------|---------|---------|
| 1 | Ta | - | 0.9027 | 1762.64 | <0.0001 |
| 2 | S | - | 0.9286 | 68.45 | <0.0001 |

بالایی نسبت به پارامتر میانگین دمای روزانه محیط و تعداد ساعات آفتابی در روز می‌باشد که این موضوع در مورد پارامتر میانگین رطوبت نسبی روزانه محیط از اهمیت کمتری برخوردار است.

برای مدل رگرسیون خطی حاضر در روش قدم به قدم، گام اول با مشارکت متغیر Ta که دارای بیش‌ترین آماره آزمون می‌باشد، آغاز می‌شود. در گام بعدی این روش، متغیر S که دارای آماره آزمون بالاتری نسبت به مقدار آماره آزمون از قبل تعیین شده می‌باشد وارد مدل شده ولی در گام سوم با ورود متغیر RHa در مدل و مقایسه آماره آزمون آن، این متغیر مجدداً حذف می‌گردد و این روش در گام دوم متوقف می‌شود. مدل نهایی در گام دوم به‌عنوان بهترین مدل در این روش انتخاب می‌گردد. با توجه به نتایج تحلیل رگرسیون خطی و متعاقباً نتایج حاصل از تحلیل تفکیکی رگرسیون مشاهده می‌شود که تبخیر از مخازن خورشیدی دارای وابستگی و تأثیرپذیری

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه بیانگر آن بود که شدت تبخیر از مخازن خورشیدی قویاً بستگی به عوامل جوی منطقه و پارامتر سطح پایه مخزن دارد و کاربرد و طراحی بهینه این مخازن بدون در نظر گرفتن عوامل جوی منطقه میسر نخواهد بود. اولویت تأثیرگذاری عوامل جوی بر پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی به‌ترتیب، تأثیر مثبت میانگین دمای روزانه هوای محیط، تأثیر

تراکمی و مخازن خورشیدی در مناطق دارای منابع آب شور که دسترسی به آب شیرین ندارند، ایجاد یک منبع تأمین آب از ارزش بالایی برخوردار است و در یک نتیجه‌گیری کلی، لزوم مطالعات گسترده در زمینه ارتقاء پتانسیل تبخیری مخازن خورشیدی به وضوح حس می‌گردد. با توجه به اهمیت بالای مخازن خورشیدی در اجزای سیستم آبیاری تراکمی توصیه می‌شود جهت کاربرد این سیستم در مناطق مختلف با شرایط اقلیمی متفاوت، ملاحظات مربوط به تأثیر عوامل مختلف محیطی و شرایط خاص منطقه‌ای بر روی پتانسیل تبخیر در مخازن خورشیدی، در طراحی و مدیریت و بهره‌برداری سیستم آبیاری تراکمی مدنظر قرار گرفته و راهکارهای مناسب جهت دستیابی به بهینه‌ترین شرایط برای کاربرد این سیستم اعمال گردد.

مثبت تعداد ساعات آفتابی در روز و تأثیر منفی میانگین رطوبت نسبی روزانه محیط می‌باشد. در بررسی تأثیر سطح پایه بر پتانسیل تبخیر در مخازن خورشیدی می‌توان نتیجه گرفت که با کوچک‌تر شدن سطح مخازن توان تبخیری آن‌ها افزایش می‌یابد و کاربرد طرح‌هایی از مخازن خورشیدی به صورت بهینه خواهد بود که حداکثر قابلیت بهره‌گیری از محیط دریافت‌کننده تابش خورشیدی را دارا باشند. بنابراین پیشنهاد می‌شود از مخازنی با سطح کوچک‌تر و دارای ارتفاع بیشتر (که دارای محیط بیشتری در معرض تابش خورشید می‌باشند) استفاده نمود که این طرح از مخازن علاوه بر دارا بودن قدرت تبخیری بالاتر، محیط کم‌تری را جهت استقرار این سیستم اشغال می‌نمایند. با توجه به مزیت‌ها و کارایی سیستم آبیاری

منابع

1. Ahsan, A., and Fukuhara, T. 2010. Mass and heat transfer model of Tubular Solar Still. Solar Energy. Pp: 1147-1156.
2. Anonymous. 2004. United Nations Energy Programme, 29 June.
3. Garcia, R.L. 2002. Seawater desalination driven by renewable energies: a review. Desalination. Pp: 103-113.
4. Gilley, J.R. 1983. Energy utilization and management in irrigation, P 31-60. In: Hillel, D. (Ed.), Advances in Irrigation. Academic Press. New York.
5. Gollman, A. 1987. Heating of frozen ground. Thesis Lulea University of Technology. Sweden.
6. Gustafsson, A.M., and Lindblom, J. 2001. Underground Condensation of humid Air, a Solar Driven System for Irrigation & Drinking-water production. M.Sc. Thesis Lulea University of Technology, Sweden.
7. Nordell, B. 1987. Design of Climate System for Greenhouse in the North of Sweden. (Dimensionering av klimatsystem vid Hietalas vaxthus i Overtornea). Lulea University of Technology, Sweden.
8. Rosegrant, M.W., Cai, X., and Cline, S.A. 2002. World Water and food to 2025: Dealing with scarcity. International Food Policy Research Institute. ISBN 0-89629-646-6.
9. Widgren, M. 1986. Condensation Irrigation, a desalination-irrigation system. M.Sc. Thesis. Lulea University of Technology, Sweden.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(5), 2016
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Analysis of parameters affecting the potential of solar stills evaporation

***A. Ahmadinik¹ and A. Rahimikhoob²**

¹Ph.D. Student, Dept. of Irrigation and Drainage Engineering, College of Abureihan, University of Tehran,

²Professor, Dept. of Irrigation and Drainage Engineering, College of Abureihan, University of Tehran

Received: 05/04/2014; Accepted: 12/28/2014

Abstract

Background and Objectives: Desalination by solar radiation is one of the efficient ways to filter sea water and regarding the renewable solar radiation energy application as a way to provide sweet water is regarded in line with sustainable development and adaptable to environment. Condensation of irrigation system is a developed modern idea which takes into consideration environmental issues together with application of sea water. This system is being used for providing drinking water and plantation. The major part of this system that is responsible for providing sweet water is solar still. Solar stills utilize solar radiation for sea water desalination. Purpose of this study, is trying to determine and recommend using stills with high evaporation potential.

Materials and Methods: In the present research, the effect of atmospheric factors and solar still base surface parameter on the evaporation potential in solar stills has been investigated in a one-year statistic period at college of Abureihan, University of Tehran.

Results: Results of this study indicate high dependency degree of stills evaporation potential to atmospheric factors that the intensity dependency of this parameter is including: positive relationship of ambient air temperature ($R=0.95$), the positive relationship of the number of sunshine hours per day ($R=0.73$) and negatively relationship relative humidity ($R= -0.72$).

Conclusion: These observations also showed that by reducing the solar stills surface, evaporation potential in solar stills will increase and investigate the effect of solar still base surface by ANOVA results indicated significant differences at the one percent level between evaporation from Solar Stills.

Keywords: Relative humidity, Solar stills base surface, Sunny hours, Temperature, Condensation irrigation system

* Corresponding Author; Email: ahmadnik25@ut.ac.ir

