

Application of The Mat Dates *Palma Dactylifera* L. in Reducing Water Evaporation Losses in Drylands (Case Study: Semnan)

F. Hoshmandzadeh¹, M.R. Yazdani^{2*}, S.F. Mousavi³

1. PhD. student in Desert Management and Control, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
3. Professor, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

* Corresponding Author: m_yazdani@semnan.ac.ir

Received date: 23/06/2022

Accepted date: 30/09/2022



[10.22034/JDMAL.2022.556387.1389](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2022.556387.1389)

Abstract

The loss of water from reservoirs in the country, especially in the central and southeast regions, due to the dry climate and high temperatures are significant, causing stress on water resources. There is a need to reduce the amount of evaporation from the surface of the reservoirs in order to conserve the country's usable water resources of the. In the present study, the effectiveness of *Palma dactylifera* L. mats with two coverage levels of 50 and 100% as evaporation reduction coatings- has been studied. To examine the performance of the mentioned methods on reducing water losses, Colorado evaporation pans were used at the Semnan University. The effectiveness of the mentioned coatings was studied with three replicates and in comparison, with the control for 30 days in different seasons of 2018, using the comparison means method. Based on the results of average comparison test using Duncan's method, the 50% and 100% coatings showed a significant 1% difference with the control in terms of evaporation and water temperature. Results indicate in spring, pans covered with 50% and 100% mats reduced evaporation by 9% and 70%, respectively, and by 0 and 72%. in summer. In autumn, it showed a decrease in evaporation of 39% and 72%, and in winter, and a decrease in evaporation of 38% and 78% compared to the control. In general, palm mat *Palma dactylifera* L. with 100% coverage has shown the best performance on the surfaces of Colorado evaporation pans. Results show that in arid lands and desert regions, palm mat covering are expected to reduce evaporation from water reservoirs and basins.

Keywords: Surface water resources; Colorado evaporation pan; PHysical method; Water conservation





بهره‌گیری از حصیر گیاه خرما (*Palma dactylifera L.*) برای کاهش تبخیر آب در مناطق خشک

فاطمه هوشمندزاده^۱، محمدرضا یزدانی^{۲*}، سید فرهاد موسوی^۳

۱. دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲. دانشیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۳. استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

* نویسنده مسئول: m_yazdani@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۸

doi: [10.22034/JDMAL.2022.556387.1389](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2022.556387.1389)

چکیده

هدر رفت آب از مخازن در کشور، به ویژه مناطق مرکزی و جنوب شرقی، به دلیل اقلیم خشک و دمای زیاد، قابل توجه است. بنابراین برای حفاظت از منابع آب قابل استفاده کشور باید مقدار تبخیر از سطح مخازن آبی کاسته شود. در پژوهش حاضر، کارایی حصیر گیاه خرما (*Palma dactylifera L.*) با دو سطح پوشش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ به عنوان پوشش‌های کاهنده تبخیر از سطح تشت‌های تبخیر کلرادو در دانشگاه سمنان مورد بررسی قرار گرفت. کارایی پوشش‌های نامبرده با سه تکرار و در مقایسه با شاهد به مدت ۳۰ روز در فصل‌های مختلف سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰ شمسی، با استفاده از روش مقایسه میانگین‌ها بررسی شد. بر طبق نتایج آزمون مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن، پوشش‌های ۵۰٪ و ۱۰۰٪ به لحاظ تبخیر و دمای آب با شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ داشتند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در فصل بهار، تبخیر تشت‌های با پوشش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ به ترتیب ۹٪ و ۷۰٪، در فصل تابستان صفر و ۷۲٪، در فصل پاییز ۳۹٪ و ۷۲٪ و در فصل زمستان ۳٪ و ۷۸٪ نسبت به شاهد کاهش نشان دادند. به طور کلی، حصیر گیاه خرما با پوشش ۱۰۰٪ در سطوح تشت‌های تبخیر کلرادو بهترین عملکرد را نشان داد. با توجه به یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر، انتظار می‌رود در مناطق خشک و بیابانی، برای کاهش تبخیر از مخازن و استخرهای آب، پوشش حصیر خرما کاربرد داشته باشد.

واژگان کلیدی: منابع آب سطحی؛ تشت تبخیر کلرادو؛ روش فیزیکی؛ حفاظت آب



■ مقدمه

کمبود آب یکی از مهمترین و بزرگترین چالش‌های قرن آینده است (۱۵). امروزه نزدیک به ۹۴٪ از ذخایر آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (۲۶). کنترل و مدیریت منابع آب و محافظت کمی از این ذخایر با ارزش در کشور ما، با آب و هوای گرم و خشک که با وقوع خشکسالی‌های وسیع و تلفات بخش وسیعی از منابع آب مواجه می‌باشد، از اهمیت خاصی برخوردار است (۹). در ایران، به غیر از حاشیة دریای خزر، مقدار تبخیر از نرخ بارندگی بیشتر است. به-تقریب ۷۲٪ از بارش پس از رسیدن به زمین تبخیر می‌شود. در حالی‌که در بُعد جهانی، این مقدار حدود ۵۷٪ است و نشان‌دهنده زیاد بودن تبخیر و تعرق، به‌ویژه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، است (۲۳).

برای جلوگیری از تبخیر آب مخازن، روش‌های متنوعی وجود دارند که از جمله این روش‌ها، روش‌های فیزیکی، بیولوژیک و شیمیایی کاهش تبخیر می‌باشند (۲۴، ۳۱). در روش فیزیکی، از مواد و پوشش‌هایی که توانایی ماندن در سطح آب را دارند و آب را آلوده نمی‌کنند، به منظور کنترل تبخیر آب استفاده می‌شود (۲۲). استفاده از قطعات یونولیت برای جلوگیری از تلفات تبخیر در سطح آب استخرهای کشاورزی مورد استفاده قرار گرفت، نتایج نشان داد که مقدار تبخیر از تشت با پوشش ۹۰٪ سطح آب، نسبت به تشت بدون پوشش کاهش ۵۱/۶٪ داشت (۲۲). در مطالعه‌ای پوشش فیزیکی شناور فومتالات که حاصل تزریق صنعتی پلی‌استیرن در قالب‌های پر شده با بطری دلاستر بود طراحی و روی حوضچه‌های تحقیقاتی در مجاور سد رسوبگیر مس سرچشمه قرار داده شد، بیشینه و کمینه کارایی این روش به ترتیب ۹۱/۳۳٪ و ۸۹٪ برآورد شد (۲). بررسی سه نوع توپ شامل تک روزنه و چند روزنه پلی‌اتیلنی و توپ‌های ریز از جنس پروپیلن برای بررسی کاهش تبخیر از منابع آبی مس سرچشمه به مدت ۱ ماه انجام شد و نتایج نشان داد که این توپ‌ها به ترتیب ۶۵٪، ۵۱/۷٪ و ۳۸/۸٪ تبخیر را کاهش دادند (۴). پوشش‌هایی از جنس پلی‌استیرن، پلی‌استیرن با روکش آلومینیوم و پلی‌کربنات به‌منظور کاهش تبخیر برای سه مخزن در مزرعه آموزشی دانشگاه صنعتی اصفهان استفاده شد و هر

سه ماده به‌ترتیب ۸۳٪، ۷۶/۵٪ و ۸۵/۶٪ موجب کاهش تبخیر شدند که مقدار قابل توجهی بود شایان ذکر است که، از بین روش‌های مورد بررسی بهترین عملکرد را پوشش پلی‌استیرن داشت (۱۹). همچنین در تحقیقی، استفاده از پوشش یونوبتن به‌منظور کاهش تبخیر مورد استفاده قرار گرفت و نتایج نشان داد که کارایی پوشش شناور مذکور تقریباً ۸۹/۱٪ بود (۳). عملکرد ورقه‌های پلی‌استیرن در کاهش تبخیر نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است و یافته‌ها نشان داد که این ماده عملکرد مناسبی در کاهش تبخیر دارد و این لایه‌ها توانستند تبخیر را حدود ۴۴٪ کاهش دهند (۱۳).

از جمله دیگر موارد مورد بررسی بر کاهش تبخیر پوشش‌های پلی‌اتیلن سیاه و سفید بودند که به دو به صورت تک لایه و دو لایه، استفاده شدند و یافته‌های این پژوهش نیز حاکی از کاهش میزان تبخیر تبخیر برای روش‌های مذکور به ترتیب ۷۵٪ و ۸۳٪ بود (۷). در پژوهشی جهت کاهش تبخیر از سطح مخازن با استفاده از درخت نخل پوششی تهیه شد و در دو استخر آزمایشی، یکی به صورت کامل و دیگری بطور ۵۰٪ پوشیده شد که نتایج به‌ترتیب کاهش برابر با ۶۳٪ و ۲۳٪ (۶). استفاده از ساقه و برگ نخل به عنوان پوشش سایه‌ای برای کاهش تبخیر به منظور بهبود کارایی ذخیره‌سازی آب مورد در تشت کلاس A مورد آزمایش قرار گرفت. پوششی یک لایه و دولایه بر روی تشت کلاس A نشان داد که این ماده می‌تواند ۴۷٪ الی ۵۷٪ تبخیر را کاهش دهد (۸). در تحقیقی اثرات پوشش پارچه‌های - سایه معلق در مخازن کشاورزی به مدت دو سال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد علاوه بر کاهش تبخیر، حفاظت با نفوذپذیری زیاد پوشش افزایش یافته است که اجازه ذخیره‌سازی ۹۰٪ بارندگی را می‌دهد و موجب افزایش کیفیت آب، کاهش رشد جلبک‌ها و گرد و غبار و کاهش شوری آب ذخیره شده می‌شود (۲۱). همچنین پوشش سطل‌های پلی‌اتیلنی با چگالی مختلف برای جلوگیری از تبخیر استفاده شد و نتیجه نشان داد که با کاهش تراکم پلی‌اتیلن، زمان تبخیر افزایش یافته و در نتیجه دما و میزان تبخیر کاهش می‌یابد به‌طوری‌که پلی‌اتیلن‌هایی با دانسیته $800 \text{ km}^3/\text{m}^3$ با کارایی

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر استفاده از پوشش حصیر گیاه خرما (*Palma dactylifera L.*) بر کاهش تبخیر از سطح آب مخازن با بهره‌گیری از تشت تبخیر به‌عنوان روشی که هزینه زیاد ندارد و می‌تواند به‌طور مستقیم تبخیر را اندازه‌گیری کرد و همچنین نتایج حاصل از آن قابل تعمیم به تبخیر از سطوح دریاچه، مخازن ذخیره‌ای و تبخیر و تعرق در کشاورزی است. لذا برای نخستین بار در کشور در یک منطقه گرم و خشک، این ارزیابی انجام شد.

■ مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

محل انجام پژوهش، بخش شمال دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان واقع در شهر سمنان می‌باشد که در مختصات جغرافیایی معادل $26^{\circ} 53'$ طول شرقی و $36^{\circ} 35'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۱۴۹ m از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). شهر سمنان دارای میانگین سالانه بارندگی ۱۴۰ mm و میانگین دمای سالانه 17°C است (۲۲).

روش پژوهش

پژوهش حاضر با هدف استفاده از روش کاربردی و نوین در کشور برای کاهش تبخیر آب از مخازن آب به‌ویژه استخرها و مخازن آب کشاورزی در طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۸ انجام شد. شایان ذکر است که اندازه‌گیری‌ها در فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۸ و بهار و تابستان ۱۴۰۰ صورت پذیرفت و در سال ۱۳۹۹ بدلیل شیوع بیماری کرونا و مشکلات ناشی از آن اندازه‌گیری انجام نشد. پوشش مورد استفاده شامل حصیرهای گیاه خرما (*Palma dactylifera L.*) با سطح پوشش مخزن ۵۰٪ و ۱۰۰٪ بود (شکل ۲).

یکی از انواع تشت‌های تبخیر تجربی، تشت مدفون کلرادو می‌باشد که داخل زمین فرورفته و ۵ cm از ارتفاع آن از سطح زمین بیرون است و می‌توان تا ارتفاع ۵ cm تا ۷/۵ cm زیر لبه‌ی تشت را از آب پر کرد. در پژوهش حاضر، از ۹ عدد تشت کلرادو با ابعاد $0/46 \times 0/92 \times 0/92$ ، از جنس ورق گالوانیزه، استفاده شد (۱۳).

۵۷٪ بیشترین مقدار کاهش تبخیر را در پی داشت (۱). در آزمایشی استفاده از بطری‌های نوشیدنی از جنس پلی‌اتیلن به دو شکل خالی و پر شده با خاک بررسی و کاهش تبخیری برابر با ۴۰٪ مشاهده شد. پر شدن بطری تأثیری بر مقدار کاهش تبخیر نداشت (۲۹). از جمله دیگر روش‌های مورد بررسی پوشش ساده و شطرنجی برگ خرما به منظور کاهش تبخیر مورد استفاده قرار گرفت و نتایج نشان داد که پوشش شطرنجی، کاهش تبخیری به میزان ۷۶٪ و پوشش ساده، کاهش تبخیری به میزان ۲۰ الی ۲۴٪ را می‌دهند (۱۰). با استفاده از دیسک‌های شناور در استخرهای خورشیدی گزارش شد که اگرچه کاهش تبخیر در استخرهای خورشیدی کمتر از مخازن طبیعی است اما فواید ناشی از ذخیره خورشیدی در این حوضچه‌ها، بر مزایای ناشی از صرفه‌جویی و ذخیره آب غلبه می‌کند (۳۰). پوشش‌های توپ سفید، توپ سیاه، توپ چند رنگ و ورقه‌های فوم در حضور جلبک بر روی تشت تبخیر کلاس A به مدت سه هفته در مصر مورد بررسی قرار گرفتند نتایج نشان داد که پوشش‌های مذکور از ۲۷٪ تا ۹۶٪ موجب کاهش تبخیر شدند و پوشش توپ سفید به عنوان بهترین پوشش معرفی شد (۲۰).

همانطور که بیان شد، با توجه به مشکل کمبود آب، بارندگی کم، تبخیر زیاد و هدررفت زیاد آب از سطح منابع و مخازن آب سالانه حجم زیادی از منابع آبی کشور از دسترس خارج می‌شود. علاوه بر این پژوهش‌های انجام شده در زمینه کاهش تبخیر محدود می‌باشد، لذا لازم است روش‌های نوین مناسب و سازگار بومی مقرون به صرفه مورد بررسی قرار گیرند. با توجه به اینکه عمده مناطق استان سمنان در ناحیه اقلیمی گرم و خشک قرار دارد، میزان هدررفت آب از آب‌های سطحی و مخازن سطحی به‌صورت تبخیر بسیار بالاست. لذا، شناخت روش‌های مناسب برای کاهش مقدار تبخیر آب، برای استفاده در بخش‌های اجرایی به منظور بالا بردن مقدار نگهداشت آب در مخازن و استخرهای آب ضروری است و می‌تواند کمک شایانی در برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و مدیریت کمی و کیفی این منابع نماید.



الف - محدوده انجام آزمایش در سیستم مختصات جغرافیایی

ب - محدوده انجام آزمایش در تصویر ماهواره‌ای
لندست ۸ (مأخذ: نگارندگان)

شکل ۱. الف: موقعیت محل انجام آزمایش شهر سمنان ب: ردیف‌های تشت‌های کلرادو در محل آزمایش



ب - تصویر مربوط به تشت تبخیر با پوشش حصیر ۵۰٪



الف - تصویر مربوط به تشت تبخیر با پوشش حصیر ۱۰۰٪

شکل ۲. تصاویری از حصیر خرماي مورد استفاده در این پژوهش با پوشش‌های ۵۰٪ و ۱۰۰٪ مخزن

اندازه‌گیری تبخیر از سطح آب با علامت‌گذاری در ضلع شمالی تمام تشت‌ها، در زمان ۹:۳۰ صبح در فصل‌های پاییز و زمستان و ۱۰:۳۰ صبح در فصل‌های بهار و تابستان انجام گرفت. برای اضافه کردن مقدار آب تبخیر شده، از نزدیکترین منبع آب به محل آزمایش استفاده شد؛ به نحوی که هر روز برای روز بعد در اصطلاح صفر شدن تشت‌های تبخیر انجام می‌شد. حصیرهای سفارش داده شده برای آزمایش دارای تراکم یکسان بودند. همچنین دمای آب نیز با استفاده از دماسنج الکلی هم‌زمان با خوانش تبخیر اندازه‌گیری می‌شد. اندازه‌گیری تبخیر در سال ۱۳۹۹ به دلیل پاندمی کرونا انجام نشد و ادامه کار آزمایش در سال ۱۴۰۰ با حصیرهای قبل

بعد از آماده‌سازی، تشت‌های تبخیر کلرادو به محل آزمایش در ضلع شمالی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان، در یک فضای باز، انتقال داده شدند و در زمین استقرار یافتند. تیمارهای تحقیق با سه تکرار شامل تشت به شاهد و بدون پوشش، پوشش ۵۰٪ سطح آب و پوشش ۱۰۰٪ سطح آب با حصیر خرما بودند.

مقدار تبخیر روزانه از تشت‌ها در چهار دوره اندازه‌گیری شد: در فصل پاییز ۱۳۹۸ از تاریخ ۳ آبان تا ۲ آذر، در فصل زمستان ۱۳۹۸ از تاریخ ۲۲ بهمن تا ۲۱ اسفند، در فصل بهار ۱۴۰۰ از تاریخ ۲۰ اردیبهشت تا ۱۹ خرداد و در فصل تابستان ۱۴۰۰ از تاریخ ۱ تیرماه تا ۳۱ تیر ماه (جدول ۱).

که در آزمایشگاه تحت شرایط مناسب نگهداری شده بودند انجام شد. در پایان آزمایش ویژگی‌های کیفی آب از قبیل PH و EC اندازه‌گیری شد.

■ نتایج

کارآیی پوشش‌های حصیر بر کاهش تبخیر در فصل پاییز مقادیر میانگین و انحراف معیار استاندارد متغیرهای تبخیر و دمای آب در تیمارهای مختلف در بازه زمانی پاییز

۱۳۹۸ در این قسمت ارائه شده است (جدول ۲ و ۳). مقدار تبخیر در نمونه‌های اندازه‌گیری شاهد و پوشش حصیر ۵۰٪ و ۱۰۰٪ متفاوت است و نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از حصیر بر کاهش تبخیر است. بر اساس آماره نسبت پراش، بین پوشش‌های مختلف از نظر مقدار تبخیر در سطح احتمال ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۱. زمان بندی اندازه‌گیری تبخیر و دما در فصل‌های مختلف ۱۴۰۰-۱۳۹۸

فصل	تاریخ	ساعت
پاییز	آبان و آذر ۱۳۹۸	۹:۳۰
زمستان	بهمن و اسفند ۱۳۹۸	۹:۳۰
بهار	اردیبهشت و خرداد ۱۴۰۰	۱۰:۳۰
تابستان	تیر ۱۴۰۰	۱۰:۳۰

جدول ۲. آماره‌های تبخیر و دمای آب در فصل پاییز ۱۳۹۸

تیمار	متغیر	میانگین	انحراف معیار
شاهد	تبخیر	۳/۷۶	۲/۴۰
شاهد	دما	۱۳/۳	۳/۱۷
پوشش ۵۰٪	تبخیر	۲/۳۳	۱/۷۷
پوشش ۵۰٪	دما	۱۳/۲۶	۳/۱۶
پوشش ۱۰۰٪	تبخیر	۱/۲۵	۱/۶۵
پوشش ۱۰۰٪	دما	۱۴/۰۳	۳/۱۵

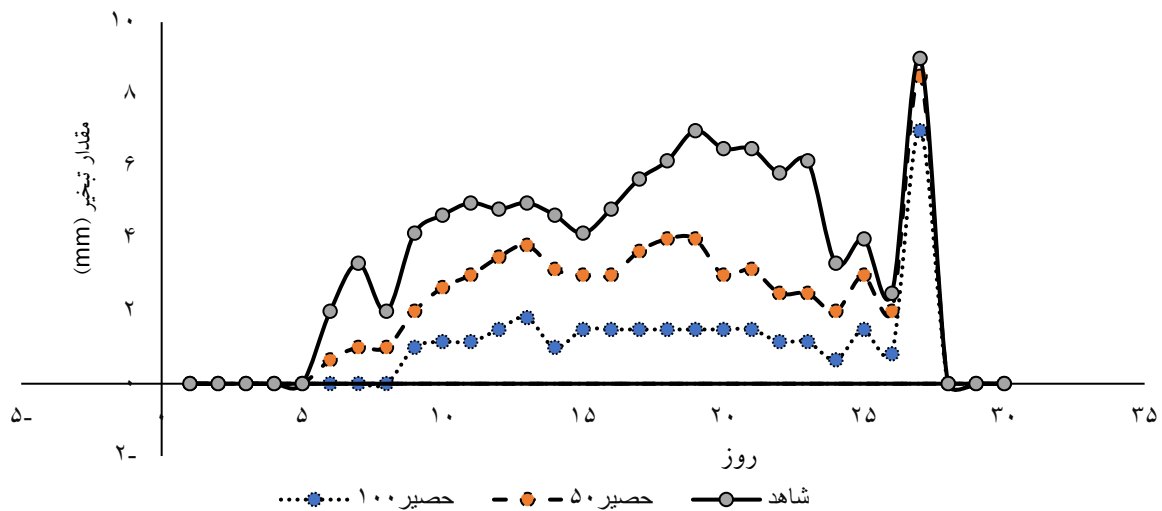
جدول ۳. تجزیه واریانس یک سویه تغییرات تبخیر در فصل پاییز ۱۳۹۸

تیمار	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	آماره F	میانگین مربعات	معنی‌داری
شاهد	بین گروه	۵۰۸/۴	۲۹	۲۰۳/۶۰	۱۷/۵۳	۰/۰۰
	داخل گروه	۵/۱۷	۶۰		۰/۰۹	
	خطا	۰	۰			
تشت با پوشش ۵۰٪	کل	۵۱۳/۶	۸۹			
	بین گروه	۲۷۷/۹۱	۲۹	۱۶۴/۲۸	۸/۲۴	۰/۰۰
	داخل گروه	۳/۵۰	۶۰		۰/۰۶	
تشت با پوشش ۱۰۰٪	خطا	۰	۰			
	کل	۲۸۱/۴۱	۸۹			
	بین گروه	۲۳۹/۱	۲۹	۱۴۱/۳۵	۹/۵۸	۰/۰۰
تشت با پوشش ۱۰۰٪	داخل گروه	۳/۹۳	۶۰		۰/۰۶	
	خطا	۰	۰			
	کل	۲۴۲/۶	۸۹			

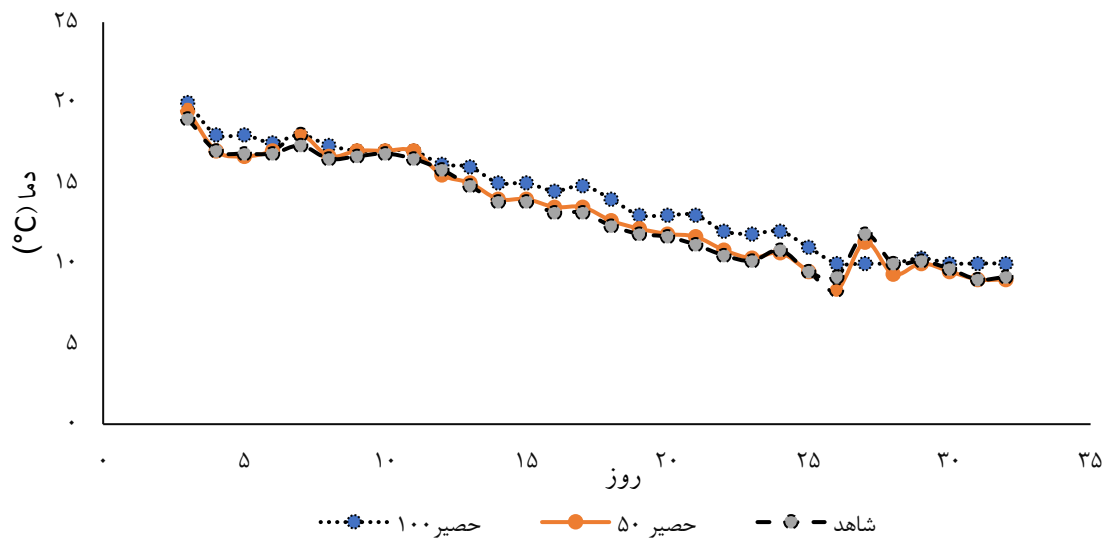
گروه در پوشش ۵۰٪ بیشتر است. در نمودار مقادیر متوسط روزانه تبخیر در مدت زمان یاد شده در تشت‌های شاهد و پوشیده شده با ۵۰٪ و ۱۰۰٪ حصیر در شکل ۳ نشان داده شده است، در تیمار شاهد، میزان تبخیر روزانه نسبت به پوشش‌های حصیر افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد (شکل ۳).

دمای نزدیک به سطح آب تشت‌ها در تیمارهای مختلف در اواسط فصل پاییز ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد دمای نزدیک به سطح آب در تیمار ۱۰۰٪ پوشیده شده با حصیر در بیشتر روزها بیشتر از دیگر تیمارهاست (شکل ۴).

نتایج مقایسه میانگین تأثیر پوشش حصیرهای خرما *Palma dactylifera L.* با دو سطح پوشش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ بر میزان تبخیر نشان داد که مخزن شاهد بیشترین مقدار تبخیر را در بین تشت‌ها داشته است، در حالی که تشت‌های پوشیده شده با ۵۰٪ پوشش حصیر، تبخیر کمتر و تشت‌های کاملاً پوشیده شده با حصیر کمترین مقدار تلفات تبخیر را داشتند. میانگین مربعات بین گروه با دو سطح پوشش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ برابر با ۸/۲۴ و ۹/۵۸ می‌باشد که با توجه به میانگین مربعات داخل گروه، مقدار F به ترتیب برابر با ۱۶۴/۲۸ و ۱۴۱/۳۵ بدست آمده است. بنابراین می‌توان گفت تغییرات بین گروه نسبت به تغییرات داخل



شکل ۳. میانگین روزانه تبخیر در تیمارهای مختلف در فصل پاییز ۱۳۹۸



شکل ۴. میانگین دمای آب تیمارهای مختلف در فصل پاییز ۱۳۹۸

مقدار را در تلفات تبخیر نشان دادند. مقادیر تبخیر از پوشش ۵۰٪ تشت‌ها با حصیر نیز کاهش قابل توجهی را در میزان تبخیر نسبت به شاهد نشان داد. نمودار مقادیر متوسط تبخیر در مدت زمان یاد شده در تشت‌های شاهد و پوشیده شده با ۵۰٪ و ۱۰۰٪ حصیر خرما نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در تیمار شاهد، مقدار تبخیر نسبت به پوشش‌های حصیر ۵۰٪ و ۱۰۰٪ افزایش قابل ملاحظه‌ای دارد (شکل ۵).

تفاوت دمای آب در تیمارهای مختلف زیاد نیست و در حد یک تا دو درجه سانتی‌گراد است (شکل ۶).

کارآیی پوشش‌های حصیر بر کاهش تبخیر در فصل بهار
مقادیر میانگین و انحراف معیار استاندارد متغیرهای میزان تبخیر و دمای آب در تیمارهای مختلف در بازه زمانی فصل بهار ۱۴۰۰ آورده شده است (جدول ۶).

کارآیی پوشش‌های حصیر بر کاهش تبخیر در فصل زمستان مقدار میانگین و انحراف معیار استاندارد متغیرهای تبخیر و دمای آب در تیمارهای مختلف در بازه زمانی اواسط زمستان ۱۳۹۸ در جدول‌های (۵ و ۴) نشان داده شده است.

مقدار تبخیر در نمونه‌های اندازه‌گیری شاهد و پوشش حصیر ۵۰٪ و ۱۰۰٪ متفاوت است. این امر تأثیر مثبت استفاده از حصیر را در کاهش تبخیر نشان می‌دهد. بر اساس مقادیر نسبت پراش، بین پوشش‌های مختلف از نظر میزان تبخیر در سطح احتمال ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵).

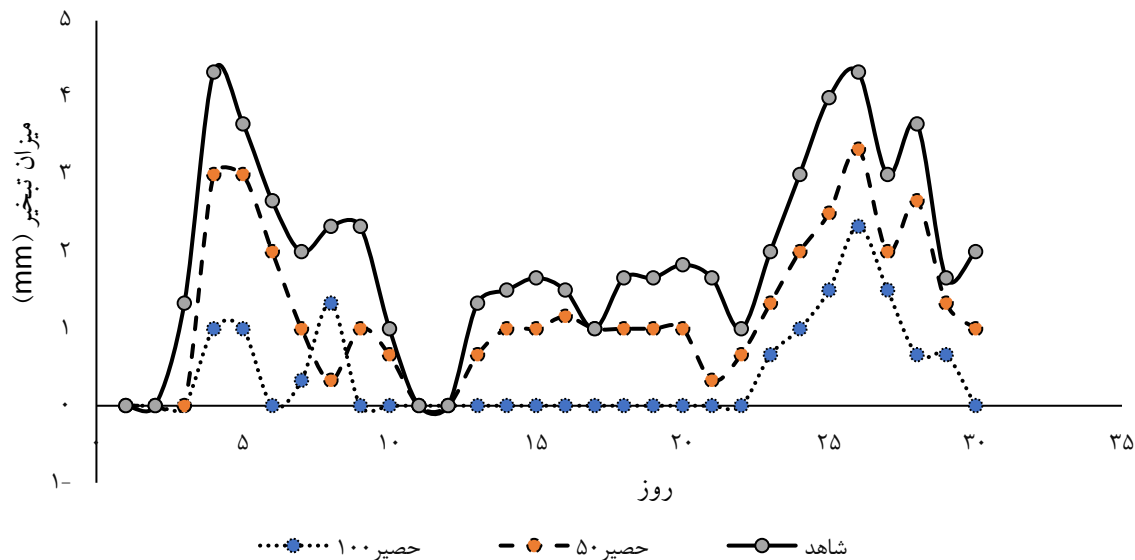
نتایج مقایسه میانگین تأثیر پوشش‌های حصیر خرما بر مقدار تبخیر نشان داد که در بازه زمانی مورد بررسی مخزن شاهد بیشترین مقدار تبخیر را در بین تشت‌ها داشته، در حالی که تشت‌های پوشیده شده با ۱۰۰٪ حصیر کمترین

جدول ۴. آماره‌های تبخیر و دمای آب در فصل زمستان ۱۳۹۸

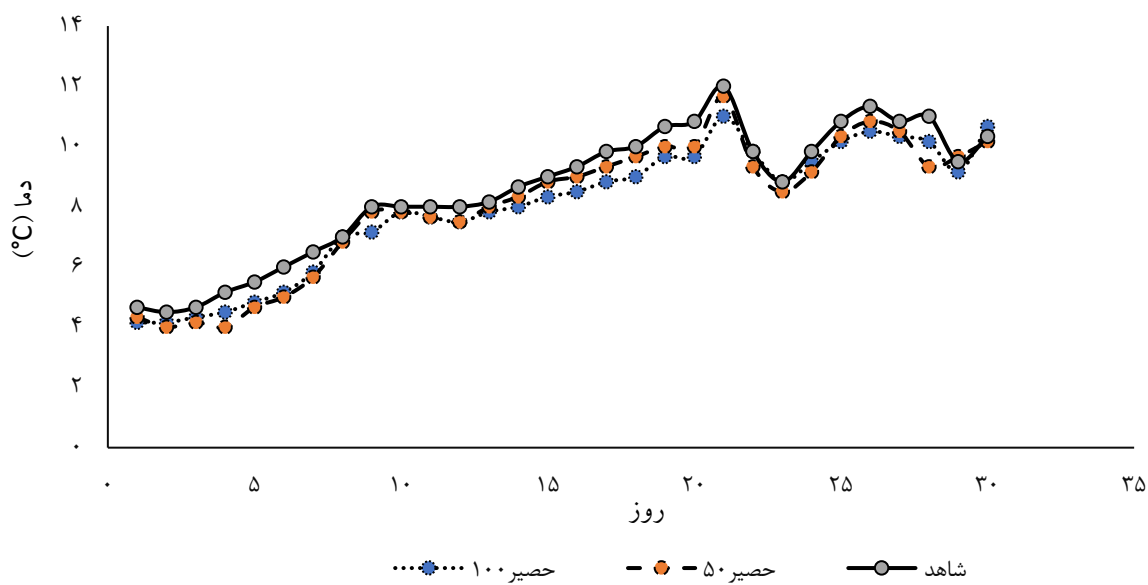
تیمار	متغیر	میانگین	انحراف معیار
تشت شاهد	تبخیر (mm)	۱/۹۴	۱/۲۷
تشت شاهد	دما (°C)	۸/۷	۲/۳۳
تشت با پوشش ۵۰٪	تبخیر (mm)	۱/۲۴	۰/۹۷
تشت با پوشش ۵۰٪	دما (°C)	۸/۰۹	۲/۴۶
تشت با پوشش ۱۰۰٪	تبخیر (mm)	۰/۳۶	۰/۶۳
تشت با پوشش ۱۰۰٪	دما (°C)	۸/۴۱	۲/۰۹

جدول ۵. تجزیه واریانس یک سویه تغییرات تبخیر در فصل زمستان ۱۳۹۸

تیمار	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	آماره F	میانگین مربعات	معنی‌داری
شاهد	بین گروه	۱۳۳/۹۱	۲۹	۳۰/۷۸	۴/۶۱	۰/۰۰
	داخل گروه	۹	۶۰		۰/۱۵	
	خطا	۰	۰			
تشت با پوشش ۵۰٪	کل	۱۴۱/۹۲	۸۹			
	بین گروه	۳۱/۴	۲۹	۱۶/۲	۱/۰۸	۰/۰۰
	داخل گروه	۴	۶۰		۰/۰۷	
تشت با پوشش ۱۰۰٪	خطا	۰	۰			
	کل	۳۵/۴	۸۹			
	بین گروه	۷۷/۷۸	۲۹	۲۳/۵۵	۲/۶۸	۰/۰۰
تشت با پوشش ۱۰۰٪	داخل گروه	۶/۸۳	۶۰		۰/۱۱	
	خطا	۰	۰			
	کل	۸۴/۵۱	۸۹			



شکل ۵. متوسط میزان تبخیر از تیمارهای مختلف در فصل زمستان ۱۳۹۸



شکل ۶. متوسط دمای آب تیمارهای مختلف در فصل زمستان ۱۳۹۸

جدول ۶. آماره‌های تبخیر از تشت و دمای آب در فصل بهار ۱۴۰۰

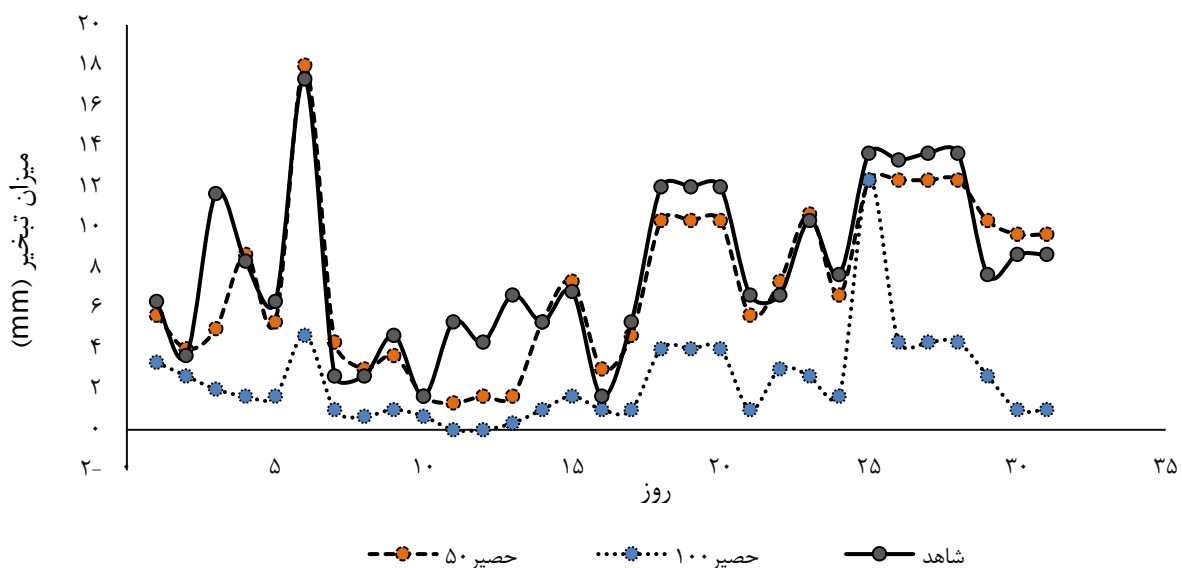
تیمار	متغیر	میانگین	انحراف معیار
شاهد	تبخیر (mm)	۸/۶۸	۳/۹۸
شاهد	دما (°C)	۲۲/۹۳	۱/۷۰
پوشش ۵۰٪	تبخیر (mm)	۷/۷۵	۴/۰۲
پوشش ۵۰٪	دما (°C)	۲۵/۲۶	۲/۶۹
پوشش ۱۰۰٪	تبخیر (mm)	۲/۲۱	۱/۵۴
پوشش ۱۰۰٪	دما (°C)	۲۳/۵۸	۲/۰۱

شده با تیمار ۱۰۰٪ حصیر خرما کمترین مقدار تلفات تبخیر را نشان دادند. مقادیر تبخیر از پوشش ۵۰٪ تشت‌ها با حصیر نیز کاهشی را نسبت به شاهد نشان داد. نمودار مقادیر متوسط تبخیر در مدت زمان یاد شده در تشت‌های شاهد و پوشیده شده با ۵۰٪ و ۱۰۰٪ حصیر خرما نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میزان تبخیر از تیمار شاهد نسبت به پوشش‌های حصیر ۵۰٪ و ۱۰۰٪ افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد (شکل ۷).

مقدار تبخیر آب از تشت‌های تیمارهای شاهد و پوشش‌های حصیری ۵۰٪ و ۱۰۰٪ متفاوت است و نشان‌دهنده تأثیر حصیر بر کاهش تبخیر از تشت تبخیر کلرادو است. بر پایه مقدار نسبت پراش دما و تبخیر، بین پوشش‌های مختلف در سطح احتمال ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷).
بر پایه مقایسه میانگین‌های تأثیر پوشش‌های حصیر بر مقدار تبخیر از تشت، مخزن شاهد بیشترین مقدار تبخیر را در بین تشت‌ها داشته در حالی که تشت‌های پوشیده

جدول ۷. تجزیه واریانس یک سویه تغییرات تبخیر در فصل بهار ۱۴۰۰

تیمار	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	آماره f	میانگین مربعات	معنی‌داری
شاهد	بین گروه	۱۴۴۷/۱۵	۳۰	۱۹/۲۵	۶/۷۴	۰/۰۰
	داخل گروه	۲۲/۱۶	۶۲		۰/۳۵	
	خطا	.	.			
	کل	۱۵۰۴/۹۹	۹۲			
پوشش ۵۰٪	بین گروه	۱۵۰۰/۵۰	۳۰	۸۶/۱۹	۴۹/۱۳	۰/۰۰
	داخل گروه	۳۵/۵۰	۶۲		۰/۵۷	
	خطا	.	.			
	کل	۱۵۳۶/۱۷	۹۲			
پوشش ۱۰۰٪	بین گروه	۲۰۳/۶۶	۳۰	۲۷/۳	۹/۵۸	۰/۰۰
	داخل گروه	۲۲/۱۶	۶۲		۰/۳۵	
	خطا	.	.			
	کل	۲۲۵/۸۳	۹۲			



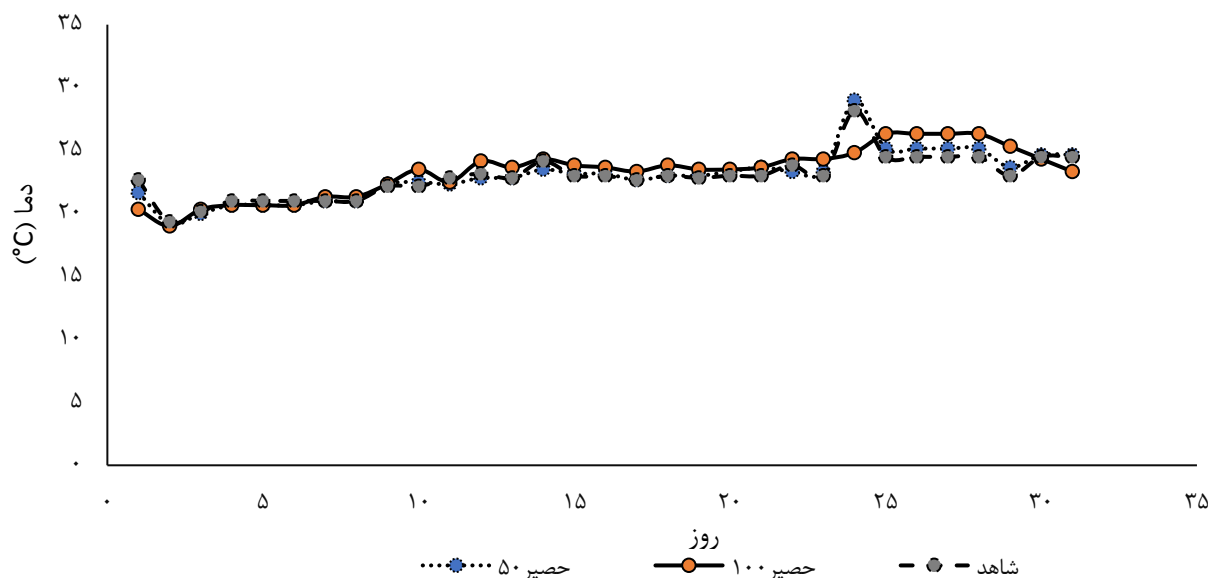
شکل ۷. نمودار متوسط میزان تبخیر از تیمارهای مختلف در فصل بهار ۱۴۰۰

مقادیر تبخیر و دما در نمونه‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای شاهد و پوشش حصیر متفاوت است. این امر تأثیر مثبت استفاده از حصیر را در کاهش تبخیر نشان می‌دهد. بر اساس مقادیر نسبت پراش، بین پوشش‌های مختلف از نظر میزان تبخیر در سطح احتمال ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۹).

یافته‌های حاصل از مقایسه میانگین تأثیر پوشش‌های حصیر خرما *Palma dactylifera L.* بر میزان تبخیر در فصل تابستان نشان داد که مخزن شاهد بیشترین مقدار تبخیر را در بین تشت‌ها داشته در حالی که تشت‌های پوشیده شده با تیمار ۱۰۰٪ حصیر خرما کمترین مقدار را در تلفات تبخیر نشان دادند (جدول ۹).

تفاوت دمای آب در تیمارهای مختلف زیاد نیست و در حد یکی دو درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تشخیص اینکه کدام تیمار در مجموع بیشترین مقدار دما را در عمق اندازه‌گیری ۷/۵ cm دارد کمی مشکل به نظر می‌رسد چون شرایط سطح آب در تیمارها متفاوت است اما به طور کلی تفاوت چندانی به لحاظ دما بین تیمارهای مختلف و شاهد مشاهده نشد (شکل ۸).

کارآیی پوشش‌های حصیر بر کاهش تبخیر در فصل تابستان مقادیر میانگین و انحراف معیار استاندارد متغیرهای تبخیر و دمای آب در گروه‌های مختلف در بازه زمانی تابستان ۱۴۰۰ آورده شده است (جداول ۸ و ۹).



شکل ۸. متوسط دمای آب تیمارهای مختلف در فصل بهار ۱۴۰۰

جدول ۸. آماره‌های تبخیر از تشت و دمای آب در فصل تابستان ۱۴۰۰

تیمار	متغیر	میانگین	انحراف معیار
شاهد	تبخیر	۱۱/۱۶	۲/۳۸
شاهد	دما	۲۸/۴۸	۱/۹۴
پوشش ۵۰٪	تبخیر	۲/۸۴	۰/۸۵
پوشش ۵۰٪	دما	۲۹/۴۷	۲/۳۱
پوشش ۱۰۰٪	تبخیر	۱۱/۷۳	۱۱/۴۳
پوشش ۱۰۰٪	دما	۲۸/۶۳	۲/۰۸

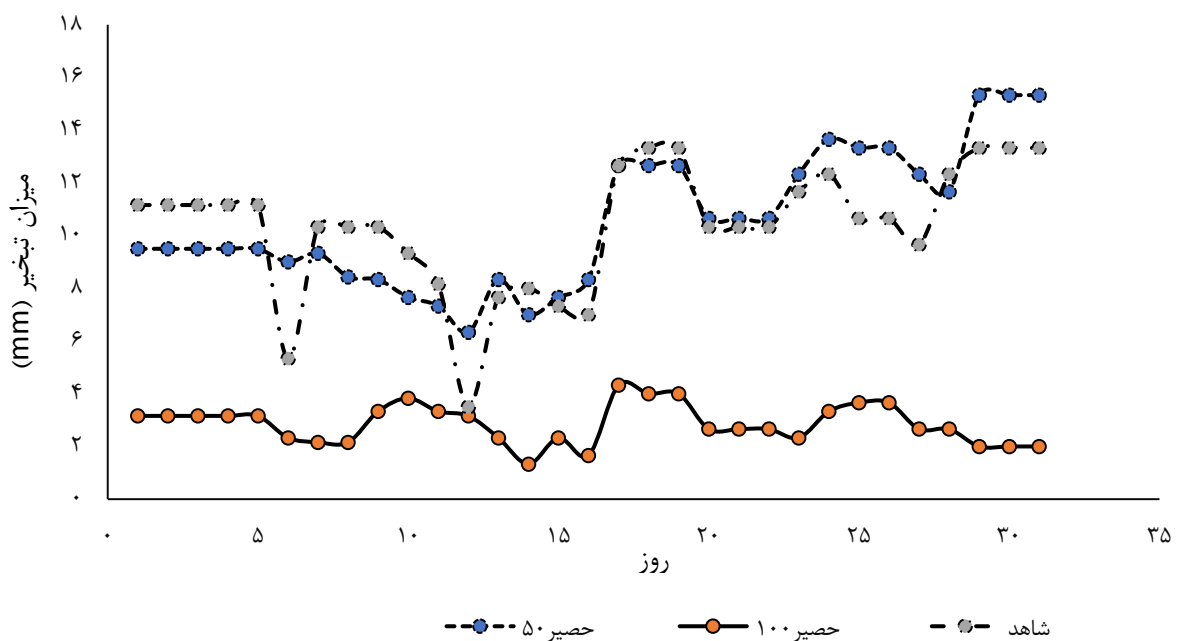
جدول ۹. تجزیه واریانس یک سویه تغییرات تبخیر در فصل تابستان ۱۴۰۰

تیمار	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	آماره f	میانگین مربعات	معنی‌داری
شاهد	بین گروه	۵۰۶/۳۳	۳۰	۶۸/۲۴	۱۶/۸۷	۰/۰۰
	داخل گروه	۱۵/۳۳	۶۲		۰/۲۴	
	خطا	۰	۰			
	کل	۵۲۱/۶۶	۹۲			
پوشش ۵۰٪	بین گروه	۵۲/۳۲	۳۰	۷/۳۷	۱/۷۴	۰/۰۰
	داخل گروه	۱۴/۶۶	۶۲		۰/۲۳	
	خطا	۰	۰			
	کل	۶۶/۹۸	۹۲			
پوشش ۱۰۰٪	بین گروه	۴۰۲۸/۴۴	۳۰	۱/۰۳	۱۳۴/۲۸	۰/۰۰
	داخل گروه	۸۰۱۱/۳۳	۶۲		۱۲۹/۲۱	
	خطا	۰	۰			
	کل	۱۲۰۳۹/۸۷	۹۲			

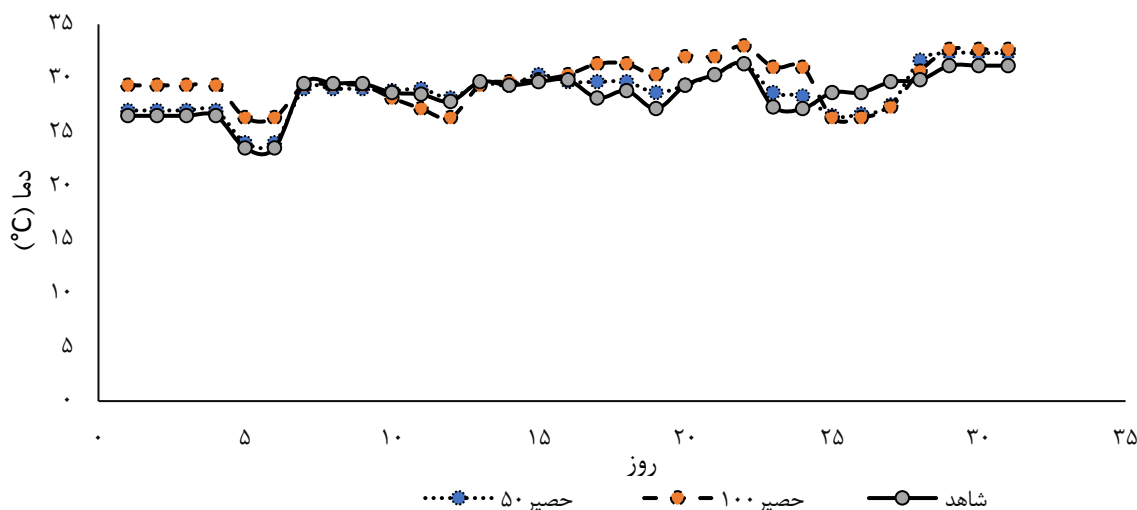
حصیر ۱۰۰٪ نسبت به شاهد مشاهده شد که ناشی از جلوگیری این تیمار از برخورد مستقیم باد با مولکول‌های سطح آب تشت‌ها می‌باشد زیرا بعد از دمای محیط مهمترین عامل بر تبخیر و دمای آب عامل باد مشاهده شد. اما تیمار حصیر ۵۰٪ و شاهد عملکرد مشابهی نشان دادند (شکل ۱۰).

مقادیر تبخیر از پوشش ۵۰٪ تشت‌ها با حصیر نیز کاهشی را در مقدار تبخیر نسبت به شاهد نشان دادند. نمودار مقدار میانگین تبخیر در مدت زمان یاد شده در تشت‌های شاهد و پوشیده شده با ۵۰٪ و ۱۰۰٪ در شکل (۹) نشان داده شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود تغییرات دما بین تیمارهای مورد بررسی نیست و در این بازه نیز افزایش دما در تیمار



شکل ۹. متوسط مقدار تبخیر از تیمارهای مختلف در فصل تابستان ۱۴۰۰



شکل ۱۰. متوسط دمای آب از تیمارهای مختلف در فصل تابستان ۱۴۰۰

داشت که ناشی از مقدار تبخیر زیاد و ته نشینی املاح در این فصل بود.

جدول ۱۱، کارآیی پوشش‌های ۵۰٪ و ۱۰۰٪ تحت‌ها در مقایسه با تیمار بدون پوشش (شاهد) را نشان می‌دهد. لذا امید است تا در استان‌های فارس، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، کرمان، یزد، کرمانشاه، ایلام و سیستان و بلوچستان که این درخت موجود می‌باشد، سرشاخه‌های این درخت به منظور پوشش سطح مخازن آب کشاورزی و سدهای کوچک مورد استفاده قرار گیرد.

در پژوهش حاضر پس از اعمال تیمارها در هر دوره مقادیر pH و EC آب مورد اندازه‌گیری قرار گرفت که در جدول (۱۰) ارائه شده است. برطبق نتایج مقادیر اندازه‌گیری شده pH در فصل‌های اندازه‌گیری (پاییز، زمستان، بهار و تابستان) شده در تیمارهای مورد بررسی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. اندازه‌گیری‌های مربوط به ویژگی EC نیز تنها در فصل تابستان (۰/۶ ds/m) تیمار شاهد نسبت به تیمار حصیر ۱۰۰٪ تیمارها افزایش و اختلاف معنی‌داری

جدول ۱۰. برخی ویژگی‌های کیفی آب

فصل تیمار	پاییز		زمستان		بهار		تابستان	
	Ec	PH	Ec	PH	Ec	PH	Ec	PH
حصیر ۵۰٪	۲/۵	۷/۸	۲/۳	۷/۸	۲/۷	۷/۶	۲/۸	۷/۷
حصیر ۱۰۰٪	۲/۴	۷/۸	۲/۳	۷/۸	۲/۵	۷/۷	۲/۴	۷/۸
شاهد	۲/۷	۸/۱	۲/۵	۸/۱	۲/۸	۷/۹	۳	۸

جدول ۱۱. کارآیی پوشش‌های مختلف حصیر خرما در مقایسه با تیمار شاهد برای کاهش تبخیر از تحت کلرادو

فصل	تشت شاهد (mm)	پوشش ۵۰٪ (mm)	پوشش ۱۰۰٪ (mm)
پاییز	۱۰۷/۲۷	۶۵/۱۳	۳۰/۴۶
زمستان	۵۸/۰۹	۳۵/۹۵	۱۳
بهار	۲۴۷	۲۲۴	۷۴
تابستان	۳۲۰	۳۱۸	۸۸

■ بحث و نتیجه‌گیری

تبخیر، از جمله مهمترین تلفات هیدرولوژیک محسوس از سطوح آب طبیعی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک و بیابانی، است که بشر کمترین دخالت را در آن دارد و اقلیم مهمترین عامل به‌شمار می‌رود. با توجه به قرار گیری بخش وسیعی از کشور ایران در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک و زیاد بودن میزان تبخیر سالانه، تاکنون بررسی‌های زیادی برای کاهش مقدار تبخیر از منابع آب صورت نگرفته است. لذا می‌توان مواد یا روش‌های نوینی برای کاهش تلفات تبخیر از سطح مخازن آب پیشنهاد داد. در پژوهش حاضر، مقدار تبخیر و دمای سطح آب در تعدادی تشت تبخیر کلرادو که با دو درصد مختلف ۵۰٪ و ۱۰۰٪ با حصیر گیاه خرما (*Palma dactylifera L.*) پوشیده شده بودند در چهار دوره ۳۰ روزه فصل‌های پاییز ۱۳۹۸، زمستان ۱۳۹۸، بهار ۱۴۰۰ و تابستان ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین کارآیی مربوط به تیمار حصیر با پوشش ۱۰۰٪ در کاهش تبخیر می‌باشد. کاهش تلفات تبخیر از تشت‌های با پوشش حصیر ۵۰٪ و ۱۰۰٪ به ترتیب ۹٪ و ۷۰٪ در تابستان، صفر و ۷۲٪ در فصل بهار (در این فصل بدلیل وجود باد شدید در سطح و داغ در این بازه زمانی حصیر ۵۰٪ عملکردی مشابه شاهد داشت و کاهش تبخیری نسبت به شاهد نداشت یا همان صفر درصد داشت) و ۳۹٪ و ۷۲٪ نسبت به شاهد در فصل پاییز بود. کارآیی پوشش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ حصیر بر کاهش تلفات تبخیر در فصل زمستان نیز نتایج مشابه با فصل پاییز و به ترتیب کاهشی برابر با ۳۸٪ و ۷۸٪ نشان دادند. بیشترین تلفات تبخیر از تشت شاهد برابر با ۵۸/۱ mm اندازه‌گیری شد و پوشش‌های ۵۰٪ و ۱۰۰٪ حصیر با مقادیر ۳۵/۹۵ mm و ۱۳ mm مشاهده شد. به‌طور کلی پوشش حصیر ۵۰٪ در فصل‌های تابستان و بهار به‌دلیل وجود بادهای گرم و شدید روند تغییرات کاهش تبخیری نزدیک به تیمار شاهد را نشان داد اما در فصل‌های پاییز و زمستان عملکرد مناسبی در مقایسه با شاهد داشت.

در تحقیقی که برای کاهش تبخیر از سطح مخازن با استفاده از درخت نخل پوششی تهیه نموده و در دو استخر آزمایشی، یکی به صورت کامل و دیگری با نصف پوشش، به کار بردند. نتایج، به ترتیب کاهشی برابر با ۶۳٪ و ۲۳٪ گزارش شد (۶). همچنین، در سال ۲۰۱۳ استفاده از ساقه و برگ نخل به عنوان پوشش سایه‌ای برای کاهش تبخیر و بهبود کارآیی ذخیره‌سازی آب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد پوشش یک لایه و دولایه از این مواد روی تشت کلاس A نشان داد که این مواد می‌توانند ۴۷٪ تا ۵۷٪ تبخیر را کاهش دهند که با نتایج پژوهش حاضر مطابق می‌باشد (۵).

نتایج پژوهش حاضر در خصوص دما نیز نشان داد که روند کلی تغییرات دما در پژوهش حاضر در تمامی فصل‌های اندازه‌گیری برای تیمارهای شاهد و حصیر ۵۰٪ حصیر تقریباً مشابه هم بود اما در تیمار ۱۰۰٪ حصیر افزایش داشت. این اختلاف در تیمار شاهد و پوشش ۱۰۰٪ حصیر می‌تواند ناشی از ممانعت پوشش حصیر در برخورد و زش مستقیم نور خورشید با سطح آب و همچنین جلوگیری از وزش مستقیم باد در سطح آب باشد. البته جذب گرما توسط حصیر می‌تواند موجب افزایش جزئی دما در تیمار حصیر ۱۰۰٪ در مقایسه با شاهد و حصیر ۵۰٪ شود.

در پژوهش حاضر، برای اولین بار در کشور، پوشش حصیر گیاه خرما *Palma dactylifera L.* که در بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک در دسترس می‌باشد به‌منظور کاهش تبخیر مورد استفاده قرار گرفت تا با توجه به بحران کم‌آبی، تبخیر زیاد و پوشش قابل دسترس در مناطق مختلف کشور که کم‌هزینه و بومی می‌باشد گامی هر چند کوچک در این راستا برداشته شود. علیرغم محدودیت در خصوص استفاده از مخازن بزرگ‌تر یا بازه‌های زمانی طولانی‌تر در فصل‌های مختلف، تحقیق حاضر صورت پذیرفت و نتایج آن حاکی از تأثیر خوب پوشش حصیر خرما در کاهش تبخیر بود.

■ References

1. Abbas Dawood, K., Rashid, F. L., & Hashim, A. (2013). Reduction of evaporation losses from water reservoirs. *Energy and Environmental Research*, 1(1), 23-29.

2. Afkhami, H., Malekinezhad, H., Esmailzadeh, E., & Azizian, A. (2017a). Designing and construction of Foamthalate pPhysical coverage using polymeric waste for evaporation reduction from acidic effluents. *Environment and Water Engineering*, 3(1), 54-65. (in Farsi)
3. Afkhami, H., Ekhtesasi, M., & Esmailzadeh, E. (2019). Evaluation the performance of unoconcrete floating cover to reduce evaporation from open water resources. *Watershed Management Science*, 13(44), 48-51. (in Farsi)
4. Afkhami, H., Malekinezhad, H., & Esmailzadeh, E. (2018). Effect of floating balls on evaporation reduction from open of water resources (case study: tailing dam of sarcheshmeh copper mine) Kerman. *Arid Biome*, 8(1), 59-73. (in Farsi)
5. Alam, S., & Alshaikh, A. (2013). Use of palm fronds as shaded cover for evaporation reduction to improve water storage efficiency. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 25(1), 55-58.
6. Al-Hassoun, S. A., Mohammed, T. A., & Nurdin, J. (2009). Evaporation reduction from impounding reservoirs in arid areas palm leaves. *Engineering and Applied Sciences*, 4, 247-250.
7. Alvarez, M., Bille, A., Jose Miguel molina, R., & Maria Milagros, G. (2006). Effects black polyethylene shade covers on the evaporation rate of agricultural reservoirs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4(4), 280-288.
8. Alam, S., & Alshaikh, A. (2013). Use of palm fronds as shaded cover for evaporation reduction to improve water storage efficiency. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 25(1), 55-58.
9. Bagherian Ardabiliyan, P. (2009). *Investigating the methods of reducing evaporation from water resources and reservoirs with a look at the evaporation situation in the surface waters of East Azerbaijan province*. 3rd Conference on Water Resources Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (in Farsi)
10. Elsebaie, I. H., Fouli, H., & Amin, M. (2017). Evaporation reduction from open water tanks using palm-frond covers: effects of tank shape and coverage pattern. *Ksce Journal of Civil Engineering*, 21(7), 2977-2983.
11. Farasati, M., Fataabadi, H., & Rouhani, H. (2021). Evaluation of combined models Efficiency for improving the evaporation modeling. *Scientific Research Journal of Irrigation and Water Engineering of Iran*, 11(44), 276-294. (in Farsi)
12. Gallego-Elvira, B., Baille, A., Martin-Gorriz, B., Maestre-Valero, J. F., & Martinez-Alvarez, V. (2011). Energy balance and evaporation loss of an irrigation reservoir equipped with a suspended cover in a semiarid climate in south eastern of Spain. *Hydrological Processes*, 25, 1694-1703.
13. Ghazvinian, H. R. (2020). *Field study of the effect of different pPhysical coatings on reducing evaporation from the surface of water reservoirs*. Master of Science thesis, Semnan University: Semnan, Iran. (in Farsi)
14. Ghazvinian, H. R., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S. F. (2020). Experimental study of evaporation reduction using polystyrene coating, wood and wax and its estimation by intelligent algorithms. *Irrigation and Water Engineering of Iran*, 11(42), 147-165. (in Farsi)
15. Genanu, M., Alamirew, T., Senay, G., & Gebremichael, M. (2017). Remote sensing basedestimation of evapo-transpiration using selected algorithms: the case of Wonji Shoa sugarcane estate, Ethiopia. *International Journal of Sensors and Sensor Networks*, 5(1), 1-13.
16. Grandos, D. M., Valiro, J., Calatrava, J., & Martinze- Alvarez, V. (2011). The economic impact of water evaporation losses from water reservoirs in the Segura Basin, SE Spain. *Water Resources Management*, 25, 3153-3175.
17. Haghghi, E., Madani, K., & Hoekstra, A. (2018). The water footprint of water conservation using shade balls in California. *Nature Sustainability*, 1(7), 358-360. (in Farsi)
18. Kazemi Fard, A. (2018). *Laboratory study of displacement of floating coatings reducing evaporation under the effect of wave force*. Master of Science thesis, Shahid Bahonar University: Kerman, Iran. (in Farsi)

19. Mazaheri, A., & Abedi Kopai, J. (2019). Evaporation reduction from water reservoirs using floating coatings. *Soil and Water Research*, 49(3), 597-605. (in Farsi)
20. Maram, M., Shalaby, I., Nassar, A., & Abdallah, M. (2021). Evaporation suppression from open water surface using various floating covers with consideration of water ecology. *Hydrology*, 598, 126-482.
21. Martinze- Grandos, D., Maestre – Valero, J., Calatrava, Javier., & Martinze- Alvarez, V. (2011). The economic impact of water evaporation losses from water reservoirs in the Segura Basin, SE Spain, *Water Resources Management*, 25, 3153-3175.
22. Moradi Mazraeno, H. R., Talebi, M. S., & Hssanzadeh, M. (2014). *Evaluation of evaporation reduction from agricultural water storage ponds using ionolithic coating (case study: Aqda region)*. The First National Conference on the Application of New Sciences and Technologies in Agriculture and Natural Resources, Yazd, Iran. (in Farsi)
23. Nourani, V., & Sayyah Fard, M. (2013). Sensitivity analysis of ANN input in estimating daily evaporation. *Water and Wastewater*, 24(3), 88-100. (in Farsi)
24. Piri, M., Hesam, M., Dehghani, A. A., Meftah Halaghi, M., & Ghazali, A. A. (2009). Determining of effect of using heavy alcohols on reduction of evaporation in water storage surface. *Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16(2), 284-293. (in Farsi)
25. Ranjbar, A., Mahdavian, A. S., & Maknon, R. (2012). *Investigating the possibility of using perlite lightweight concrete floating plates to reduce the evaporation of dam reservoirs*. First International Conference and 3th National conference on Dam and Hydroelectric Power Plants, Tehran, Iran. (in Farsi)
26. Soltani, S., & Marid, S. (2003). *Comparison of informative models with artificial neural network in simulation of rainfall-runoff process*. 6th International Seminar on River Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (in Farsi)
27. Shalaby, M., Nassar, I., & Abdallah, A. (2021). Evaporation suppression from open water surface using various floating covers with consideration of water ecology. *Hydrology*, 598, 126-482.
28. Shabani, M. (2022). Estimation of Daily Evaporation Rate using Artificial Neural Network in Shiraz and Zarghan Cities. *Regional Planning Scientific Quarterly*. 12(46), 1-16. (in Farsi)
29. Simon, K., Shanbhag, R., & Slocum, A. (2015). Reducing evaporation water losses from irrigation ponds through the reuse of polyethylene terephthalate bottles, *Irrigation and Drainage Engineering*, 142(2), 1-5.
30. Silva, C., Gonzales, D., & Suarez, F. (2016). An experimental and numerical study of evaporation reduction in a salt-gradient solar pond using floating discs, *Solar Energy*, 142, 204-214.
31. Taboada, M., Caceres, L., Graber, T., Galleguillos, H., Cabeza, L. F. and Rojas, R. (2017). Solar water heating system and pHotovoltaic floating cover to reduce evaporation: Experimental Results and Modeling. *Renewable Energy*, 105, 601-615.