Research Paper

The use of Foam PVC substance as a new method to reduce evaporation from water resources

Seyed Yaghoub Karimi [1], Safar Marofi[2*], Razie Ebrahimi[3], Ali Akbar Sabzi Parvar[4]

[1] PhD student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran.
[2] Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran.
[3] PhD student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran.
[4] Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran

10.22125/IWE.2022.162637

Received:
April 24, 2021
Accepted:
August 30, 2021
Available online:
December 11, 2022

Keywords:
Evaporation Management,foam VC, Water Resources

Abstract

Iran's location in the arid and semi-arid belt of the world has doubled the importance of managing the country's water resources. The amount of water that is wasted through evaporation from dams is sometimes more than the amount of water that is used to produce agricultural products.Investigating the effect of phoenix in preventing surface evaporation of open reservoirs by considering environmental, operational, technical and economic indicators in laboratory dimensions is one of the objectives of this research.The research was conducted at the meteorological site of Bo Ali Sina University in Hamedan and repeated the experiment twice in March 2017 and November 2018. In experiment No. 1 and 2, 2 plastic pans with a diameter of 400 mm and a depth of 130 mm and 2 standard evaporation pans (filled with Hamedan city water) were used, one pan as a control and the other pan with a 5/5 diameter ring. 6 cm, covered.The results show a direct relationship between the amount of evaporation and the covered surface, and the magnitude of the average of the control compared to the sample indicates more evaporation in the control. In the Student's t-test, the average of the sample and the control for test number 1 is equal to 0.17 and 0.44 and also for test number 2 is equal to 0.18 and 0.75. The fact that the level of significance is smaller than 0.05 indicates that there is a significant difference between the tested samples from a statistical point of view. The results indicate that the phoenix material is effective in reducing evaporation and this material can be used to manage evaporation in water sources.

* **Corresponding Author:** Safar Marofi.
Address: Department of Water Engineering, Bu Ali Sina University, Iran.
Email: marofisafar59@gmail.com
Tel: 09183143686

1. Introduction

Iran's location on the belt of arid and semi-arid regions of the world as a result of reduced rainfall and high levels of evaporation has doubled the importance of planning and managing the country's water resources. In arid areas, large amounts of water are wasted from the surface of water tanks and canals by evaporation, but often due to the absence of steam, this water loss is not visible. The amount of water lost due to evaporation from water tanks, which have a relatively large surface area (compared to the volume of stored water), is sometimes more than the amount of water used to produce the product.

2. Materials and Methods

The research was conducted in the meteorological site of Bu Ali Sina University of Hamadan. The experiment was performed with two replications in March 2016 and November 2017. In Experiments 1 and 2, 2 plastic pans with a diameter of 400 and a depth of 130 mm and 2 standard evaporation pans were used, respectively. The pans were filled with Hamedan city water. In this study, one pan was used as a control and the other pan was covered with a funnel ring with a diameter of 6.5 cm each.

3. Results

The results show that the average of the sample and control pan for the first experiment is 17 and 44 and for the second experiment is 18 and 75 mm. The magnitude of the mean values of evaporation in the control pan from the sample pan indicates more evaporation in the control pan. The amount of evaporation is directly related to the amount of surface coverage, so that in Experiment 1, considering that the surface is covered with foam PVC plates is eqeual to 63.33% and the amount of empty spaces between the plates is 36.67%, The evaporation percentage was calculated to be 55%. In Experiment 2, the amount of surface coverage with foam PVC plates was equal to 72% and the amount of empty space between the plates is equal to 28%, the evaporation percentage was calculated to be 71%. Evaporation reduction values for experiments 1 and 2 were calculated as 55% and 71%, respectively. A smaller significance level of 0.05 indicates that the pans are statistically significantly different from each other. The results show that the foam PVC is efficiency in increasing evaporation. This material can be used to control of the evaporation in water resource.

4. Discussion and Conclusion

The area under the observed curves is equal to the volume of water lost from the sample and control surface. Based on this, the area between the sample curve to the control curve was calculated to evaluate the efficiency of phonization in reducing evaporation (Afkhami et al., 1397). Finally, the recorded data were analyzed using SPSS software and t-test. Also, the percentage reduction of daily evaporation of the sample compared to the control and the percentage of water stored using the fungicide is shown. Naturally, the conditions governing the evaporation process in different months cause different effects of factors affecting evaporation, which ultimately leads to differences in evaporation values. On the other hand, the rate of evaporation is directly related to the coated surface. In general, the average of statistical values for evaporation in the control pan is larger than the sample pan, which indicates more evaporation in the control pan than the sample pan. Because the level of significance in the sample and control pan is less than 0.05, so it can be concluded that the two panes are statistically significant differences with each other. In other words, "the height of water in the sample and control pan, which indicates the amount of evaporated water, is different from each other."

5. Six important references

1) Alizadeh, A. 2011. Principles of Applied Hydrology (28th ed.). Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad.

2) Interview with the Iranian designer of "California Black Balls", September 28, 2015, Iranian Students News Agency (ISNA), https://www.isna.ir/news/94060703789/

3) Majidi Khalilabad., M., Alizadeh, A., Farid Hosseini, AR and Vazifehdoost, M. 1396. Evaporation from lakes and dam reservoirs: Development of a distance measurement algorithm for water energy balance and reference surface. Iranian Water Resources Research 169-154: (2) 13.

4) Mazaheri, A. and Abedi Koopai, J. 1397. Reducing evaporation from water reservoirs using floating coatings, Iranian Soil and Water Research, Volume 49, Number 3, August and September.

5) McMahon T.A., MC. Peel, L. Lowe, R. Srikanthan, T.R. McVicar. 2013. Estimating actual, potential, reference crop and pan evaporation using standard meteorological data: a pragmatic synthesis. Hydrology and Earth System Sciences, 17(4):1331.

6) PVC Foam. Typical properties. 2018.https://docs.online.com/5286/0900766b80dc30fc.pdf.

Acknowledgments

We are grateful to the University of Bu-Ali Sina for their support and assistance during the study.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره پنجاه. زمستان ۱۴۰۱

استفاده از فونیزه به عنوان ماده‌ای جدید به منظور کاهش تبخیر از منابع آب

سید یعقوب کریمی[۱]، صفر معروفی*[۲]، راضیه ابراهیمی[۳]، علی اکبر سبزی‌پرور[۴]

تاریخ ارسال:۱۴۰۰/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۶/۰۸

پژوهشی

چکیده

قرار گرفتن ایران در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، اهمیت مدیریت منابع آبی کشور را دو چندان نموده است. مقدار آبی که از طریق تبخیر از سدها هدر می‌رود، گاهی بیشتر از مقدار آبی است که برای تولید محصولات کشاورزی بکار می‌رود.بررسی اثر ماده فونیزه در جلوگیری از تبخیر سطح مخازن آزاد با در نظر گرفتن شاخص‌های زیست‌محیطی، اجرایی، فنی و اقتصادی در ابعاد آزمایشگاهی از اهداف این پژوهش است. روش تحقیق: پژوهش در سایت هواشناسی دانشگاه بوعلی سینا همدان و با دوبار تکرار آزمایش در اسفند ۱۳۹۷ و آبان ۱۳۹۸ انجام گرفت. در آزمایش شماره ۱ و ۲ از ۲ عدد تشتک پلاستیکی با قطر ۴۰۰ و عمق ۱۳۰ میلی‌متر و ۲ عدد تشتک تبخیر استاندارد (پر شده با آب شهری همدان) استفاده گردید که یک تشتک به عنوان شاهد و تشتک دیگر با حلقه فونیزه به قطر ۶/۵ سانتی‌متر، پوشش داده شد.نتایج نشان دهنده ارتباط مستقیم میزان تبخیر با سطح پوشش داده شده می‌باشد و بزرگی میانگین شاهد نسبت به نمونه، نشان‌دهنده تبخیر بیشتر در شاهد است. در آزمون t استیودنت، میانگین تشتک نمونه و شاهد برای آزمایش شماره ۱ برابر ۰/۱۷ و ۰/۴۴ و همچنین برای آزمایش شماره ۲ برابر ۰/۱۸ و ۰/۷۵ می‌باشد. کوچکتر بودن میزان سطح معناداری از ۰/۰۵ حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار نمونه‌های مورد آزمایش از نظر آماری با یکدیگر است. نتایج حاکی از آن است که ماده فونیزه در کاهش تبخیر موثر بوده و به منظور مدیریت تبخیر در منابع آب می‌توان از این ماده استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت تبخیر، فونیزه، منابع آب، تشتک تبخیر و سطح مخازن.

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران، karimi.sdbs@yahoo.com.
[۲] استاد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران، smarofi@yahoo.com، (نویسنده مسئول).
[۳] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران، razie.ebrahimi1991@gmail.com.
[۴] استاد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران، swsabzi@basu.ac.ir.

مقدمه

امروزه سیر صعودی افزایش جمعیت کره زمین از یک سو و محدودیت منابع طبیعی از سوی دیگر بشر را وادار به چاره‌اندیشی و اتخاذ تدابیر گوناگون به منظور صرفه‌جویی، بهره‌وری بهینه و آینده‌نگری این منابع نموده است. قرار گرفتن کشور ایران بر روی کمربند مناطق خشک و نیمه‌خشک کره زمین در نتیجه کاهش بارندگی و سطح بالای تبخیر اهمیت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آبی کشور را دو چندان نموده است (حسام و همکاران، ۱۳۸۸). در مناطق خشک مقادیر زیادی آب از سطح مخازن آب و کانال‌ها به صورت تبخیر به هدر می‌رود، اما اغلب به علت دیده نشدن بخار، این اتلاف آب به چشم نمی‌آید. مقدار آبی که در اثر تبخیر از مخازن آب، که سطح به نسبت وسیعی دارند (در مقایسه با حجم آب ذخیره شده) تلف می‌شود، گاهی بیشتر از مقدار آبی است که برای تولید محصول به کار می‌رود (شمسایی و حسنی، ۱۳۸۶).

بجز نواحی محدودی از ایران (حاشیه دریای خزر) در سایر مناطق، مقدار بارندگی به مراتب کمتر از تبخیر است. میزان تبخیر در نواحی مختلف ایران عبارت است از سواحل دریای خزر (۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌متر)، پهنه مرکزی (۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌متر) و ساحل‌های خلیج-فارس (۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌متر) (بی‌نام، ۱۳۴۹). با توجه به این داده‌ها اگر بتوان به طور اقتصادی با کاربرد مواد یا روش‌هایی از میزان تبخیر از سطح آب دریاچه‌های سدها کاست می‌توان از منابع آب ایران بهره‌برداری بیشتری کرد. به عنوان مثال، میزان تبخیر از دریاچه سد دوستی در ترکمنستان به کمک الگوریتم سنجش از دور برابر ۱۱۰۸ میلی‌متر در سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ معادل ۶۰ میلیون مترمکعب گزارش شده است (مجیدی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به ظرفیت سد دوستی و مساحت آن که به ترتیب ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب و ۵۵ کیلومتر مربع است حجم تبخیر معادل ۶۰ میلیون متر مکعب است. بنابراین میزان تبخیر حدود ۵ ٪ حجم مخزن است.

روش‌های کاهش میزان تبخیر از دریاچه و مخازن سدها، مورد علاقه و توجه محققین در دهه‌های اخیر بوده و در عین حال به دلیل پیچیدگی ماهیت آن همواره به عنوان یک چالش جدی مطرح بوده است (مک ماهون و همکاران، ۲۰۱۳).

عوامل متعددی بر میزان تبخیر از سطوح مخازن آب و دریاچه‌ها تأثیرگذارند. مهمترین آنها که محل تمرکز مطالعات کاهش تبخیر نیز هستند را به تابش خورشید، تفاوت فشار بخار هوا با فشار بخار اشباع در دمای هوا و سرعت باد اشاره کرد(علیزاده، ۲۰۱۱).

بنابر این سیستم‌هائی که برای کاهش تبخیر از سدهای مخزنی کاربرد دارند باید کاهش میزان انرژی موجود که منجر به تبخیر می‌شود، محدود نموده، لایه مرزی در سطح آب و اصلاح سرعت باد و رطوبت نسبی در سطح آب را ارضاء نمایند.

روش‌های مختلفی به منظور کاهش تبخیر از مخازن مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله این روش‌ها می توان به پوشش‌های شناور (این نوع پوشش عموما به صورت یک پرده نفوذناپذیر که بر روی ۱۰۰٪ سطح آب شناور است، عمل می‌نماید و از بازدهی مناسبی برخوردار می‌باشند. دوام بالا، بهبود کیفیت آب، جلوگیری از نفوذ نور و کاهش جلبک از مزیت‌های این روش است. این نوع مواد می‌توانند با کاهش نفوذ نور ، برخی جنبه های کیفی آب را تحت تاثیر قرار دهند. محدودیت حیات جانوران(پرندگان و ماهی‌ها)، از دیگر معایب این روش می‌باشد)، پوشش های چندقسمتی (دقیقا مشابه پوشش های شناور هستند با این تفاوت که از چندین بخش مجزای شناور تشکیل شده و با اتصال تمام تکه‌ها به یکدیگر می‌توان یک پوشش بزرگتر ایجاد نمود. نگهداری آسان و سهولت تعویض قطعات تخریب شده از برجستگی های این روش است)، ترکیبات سایه انداز (که توسط کابل بر روسی سطح آب معلق می‌گردند و بر روی سطح آب سایه می‌اندازند. از انجایی که این ترکیبات بر روی سطح آب شناور نمی‌گردند در مواقع تغییر سطح آب دچار مشکل نمی‌شوند. عیب این روش هزینه اولیه بالا و دشواری اجرا در شرایط بادی است) (بستیانسین و باندارا،

۲۰۰۱)، آبدان‌ها (این نوع پوشش عموما از جنس پلی استر بوده و در بالا و پایین حجم آبی پوششی نفوذ ناپذیر ایجاد می‌نمایند. این روش علاوه بر کاهش میزان تبخیر، از تلفات نشت از طریق بستر مخزن نیز جلوگیری می نماید. لازم به ذکر است در این روش پوشش بالائی همراه با تغییر در حجم آب داخل بادکنک بالا و پائین می‌رود و در زمان تغییرات پی در پی حجم مخزن ممکن است باعث فرسوده شدن پوشش گردد) (گیبینگز و راین، ۲۰۰۵)، بادشکن (معمولا این نوع روش‌ها در گوشه‌ها و یا بر روی سطح مخزن اجرا می‌گردند. استفاده از درخت در این روش متداول می‌باشد.) (کودی و وبستر، ۱۹۹۵)، استفاده از مواد شیمیایی (که بیش از ۵۰ سال مورد آزمون قرار گرفته که یک زنجیره طولانی برای ساختن یک لایه الکلی نازک بر روی سطح آب می‌باشد. عیب این روش مناسب نبودن برای محیط‌هایی با باد شدید و تأثیر گذاشتن بر برخی جنبه‌های کیفی آب، از جمله رشد جلبک است)، روش‌های زیستی (با توجه به اینکه برخی پوشش های زیستی مانند برگهای شناور زنبق و خزه توانایی کاهش میزان تبخیر از سطوح آبی محل حیاط خود را دارند، در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گیاهان به آب برای زنده ماندن و بخار پس دادن احتیاج دارند. بنابر این، نتیجه نهایی ممکن است افزایش تبخیر باشد)، روش‌های طراحی- ساختمانی (می‌توان ساختار سلولی ایجاد نمود که در آن مخازن بزرگ به سلول‌های کوچک تقسیم می‌شوند تا بتوان سرعت و تأثیر باد را کاهش داد. عیب این روش این است که عموما ساخت یک مخزن جدید در مقایسه با ایجاد سلول در مخزن ساخته شده ساده‌تر و بصرفه‌تر می‌باشد) و روش های مدیریتی (هرگاه بیش از یک مخزن دارای روش های مدیریتی مختلف باشند می‌توان با پمپاژ آب بین مخازن و حداقل‌سازی سطح مقطع در واحد حجم همچنین با چرخش آب و کاهش دمای آب میزان تبخیر را کاهش داد) (فسا، ۲۰۰۵: شمسایی و حسنی، ۱۳۸۶). استفاده از هزاران توپ مشکی رنگ که روی سطح مخازن آب غوطه‌ور شده، ایده دیگری به منظور جلوگیری از تبخیر در مخازن است. فضای خالی بین توپ‌ها اکسیژن رسانی به آب را مهیا می‌سازد. از معایب این روش آن است که جنس توپ‌ها پلاستیک با رنگ سیاه است که این رنگ بیشتر گرما را جذب می‌کند و موجب افزایش دمای آب می‌شود. توپ‌ها تا ۱۰ سال ضمانت شده‌اند و بعد از ۱۰ سال تغییر شکل داده و ۴۰۰ سال طول می- کشد که در محیط تجزیه شوند.

کاربرد مواد شیمیایی کاهنده تبخیر برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ در استرالیا و با استفاده از الکل‌های چرب شروع شد (منیس فیلد، ۱۹۷۴). ازجمله موارد مورداستفاده از الکل‌های فوق در دهه‌های اخیر می- توان به تحقیق کنایت (۲۰۰۵) اشاره نمود. در این تحقیق، هگزادکانول در چند سد و مخازن آبی مورداستفاده برای کشت پنبه در استرالیا پخش گردید، نتایج به‌دست آمده کاهش ۲۰ درصدی را در میزان تبخیر از سطح آب نشان داد (کنایت، ۲۰۰۵). ابرین (۲۰۰۶) با ترکیب هگزادکانول و مقداری هیدروکسید کلسیم و اندکی سیلیس ماده‌ای تهیه و در چندین مخزن بزرگ آب مورد آزمایش قرار داد. کاهش میزان تبخیر با استفاده از ترکیبات قابل محسوس گزارش شد. نتایج تحقیق بارنز نشان داد الکل‌های هگزادکانول و اکتادکانول برای کاهش تبخیر از مخازن بزرگ مناسب بوده و دوام آنها یک تا دو روز است (بارنز، ۲۰۰۷).

در پژوهشی دیگر الیاف مصنوعی پلیمری را در نقش مواد مسلح کننده در بتون های سبک پرلیتی به کار بردند و بلوکهای سیمانی شناور سبک و مستحکم تولید کردند که دارای مساحت یک متر مربع و ضخامت ۰/۳ بودند. این بلوک ها توخالی بوده و می توانند روی سطح آب به هم متصل گردند و باعث کاهش تبخیر از سطح آب شوند. وزن این بلوک‌ها ۱۶۰ کیلوگرم بوده و میزان کاهش تبخیر توسط این نوع پوشش دست کم ۸۰ درصد گزارش شد. همچنین شرکت جی اچ دی پی تی وای استرالیا ماده ای بنام ای- واپ- کپ تولید کرد. این ورقه چند لایه پلی اتیلن به ضخامت ۰/۵ میلی متر است که حاوی سلول

های شناور کننده در لایه های آن است. سطح بالایی این پوشش دارای رنگ سفید است که تابش را منعکس کرده و از تخریب اشعه فرابنفش می‌کاهد. لایه زیرین دارای رنگ سیاه است تا از نفوذ نور به داخل آب جلوگیری کرده و از فعالیت زیستی جلوگیری کند. این پوشش با دو کیفیت تولید می‌شود که یکی از آنها معمولی و دیگری در بسته‌بندی مواد غذایی کاربرد دارد.به نظر می‌رسد که هیچگونه آلودگی در آب وارد نمی‌کند. این ورقه‌ها در صورتی که تمام سطح مخزن را بپوشانند ۱۰۰ درصد از تبخیر را کاهش می‌دهد (سپاس خواه، ۱۳۹۷).

در پژوهش دیگر که در سطوح آبی روباز مجتمع مس سرچشمه انجام گرفت، کارایی سه نوع توپ به عنوان پوشش‌های کاهنده تبخیر بررسی گردید. نتایج به دست آمده نشان داد توپ‌های تک روزنه با کارایی ۶۵ درصد در اولویت اول و توپ‌های چند روزنه و توپ‌های ریز با کارایی ۶۵ و ۳۸/۸ درصد در اولویت بعدی قرار دارند. در نهایت توپ‌های تک روزنه به دلیل ریزی مناسب در سطح و ثابت ماندن درصد فضاهای خالی در طول زمان، به عنوان بهترین نوع پوشش کاهنده تبخیر در این پژوهش شناسایی گردیدند (افخمی و اسماعیل زاده، ۱۳۹۶).

در پژوهش حاضر از ماده فونیزه به منظور کاهش تبخیر از مخازن استفاده گردید. ماده فونیزه از ترکیب رزین PVC، حجم دهنده‌ها، تثبیت‌کننده‌ها، روان کننده‌ها تولید می‌گردد و در صنایع مختلف ساختمانی و دکوراسیون داخلی مورد استفاده قرار می گیرد و در برندهای متنوعی در بازار صنایع چوب عرضه می شود. دارای پایین‌ترین عوارض زیست محیطی بوده و در مقایسه با الیاف معدنی از عوارض کمتری نظیر حساسیت و مسمومیت برخوردار است. با توجه به کلورفلوروکربن اندک در ترکیبات خود برای لایه ازن بی‌خطر می‌باشد. این ماده دارای خاصیت نفوذناپذیری بالا در برابر آب و مقاومت در برابر مواد شیمیایی نظیر اسیدها و قلیاها می‌باشد. در محیط‌های مرطوب تغییر شکل نداده و شوره نمی‌زند. این محصولات با عاری بودن از فرمالدئید، بنزن، آمونیاک و تری کلرواتیلن بعنوان محصولی دوستدار طبیعت و قابل بازیافت محسوب می‌شوند. این ماده دارای طول عمر بالایی بوده و از قیمت مناسبی برخوردار است (قیمت هر ورق به ابعاد۰/۰۸* ۱/۵* ۲/۵ متر برابر ۳۸۰ هزار تومان می باشد). در نتیجه استفاده از این ماده به منظور کاهش تبخیر از مخازن به عنوان یک روش موثر و اقتصادی توصیه می‌گردد. ویژگی‌های فونیزه مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ نمایش داده شده است. در این ماده میزان جذب آب بسیار کم بوده و تحمل دمایی بالایی دارد. همچنین قیمت مناسب و زیست تخریب پذیری، از ویژه گی‌های مثبت این ماده می‌باشد. لازم به ذکر است که تاکنون تحقیقاتی مبنی بر استفاده از این ماده به منظور کاهش گزارش نشده است. این ماده علاوه بر دارا بودن ویژه گی‌های مثبت و موثر در کاهش تبخیر، تا حد امکان معایب روش‌های قبلی را مرتفع نموده است و در ابعاد صنعتی قابل استفاده می باشد (نئون کالا، ۲۰۲۱).

جدول (۱): مشخصات فنی ماده فونیزه مورد استفاده

مشخصه	محدوده مجاز	واحد
چگالی	۰/۰-۵/۷	g/cm^3
مقاومت در مقابل آتش سوزی	خودخاموش کننده	-
جذب آب	۱	درصد
دمای نرم شدن	۶۰-۷۰	$^{\circ}C$

در نهایت با توجه به اینکه هر کدام از این روش‌های مورد استفاده در کاهش تبخیر از مخازن، مزایا و معایب مختص به خود دارند در پژوهش حاضر هدف اصلی معرفی ماده جدید و موثر فونیزه به منظور کاهش تبخیر از منابع آب است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با هدف ارائه روشی جهت کاهش تبخیر از مخازن، در محوطه سایت هواشناسی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد.

منطقه مورد مطالعه: محل اجرای طرح شهرستان همدان با موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۷۹ دقیقه و ۳۸ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۸ دقیقه و ۵۵ ثانیه

طول شرقی می‌باشد. ارتفاع محل اجرای طرح ۱۸۵۷ متر از سطح آزاد دریا است و حداکثر مطلق دما ۳۶/۸، حداقل مطلق آن ۲۹/۶- و متوسط حرارت آن ۹/۶ درجه‌ی سانتی‌گراد است. گرم‌ترین ماه‌های سال با حداکثر دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تیر و مرداد و سردترین ماه‌های سال، با میانگین ۴/۲۵- درجه سانتی‌گراد دی و بهمن و اسفند می‌باشند. میزان سالانه بارندگی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر بوده که در ماه‌های مختلف سال متغیر است.

روش کار: این آزمایش به صورت سنجش روزانه با دوبار تکرار ، در اسفند ۱۳۹۷ (از تاریخ ۱۲/۲ تا تاریخ ۱۲/۲۸) و آبان ۱۳۹۸ (از تاریخ ۸/۱۳ تا ۸/۲۹ به منظور بررسی نتایج حاصل از آزمایش شماره ۱) انجام گرفت. اندازه گیری‌ها راس ساعت ۱۷ انجام شد. نکته قابل ذکر اینکه به دلیل یکسان بودن شرایط در تشتک نمونه و شاهد طبیعتا انتخاب فصل یا تاریخ مشخصی به منظور بررسی اثر این ماده در درصد کارایی این ماده اثرگذار نخواد بود. در آزمایش شماره ۱، از ۲ عدد تشتک پلاستیکی با قطر ۴۰۰ و عمق ۱۳۰ میلی‌متر استفاده شد. در آزمایش شماره ۲، از ۲ عدد تشتک تبخیر در رنج استاندارد استفاده گردید. از آنجایی که در کدام از آزمایش ها نمونه و شاهد با هم مقایسه شده اند نوع و جنس تشتک مورد استفاده در خروجی نهایی شرایط موثر نیست و آنچه ضروری است یکسان بودن شرایط در نمونه و شاهد است به گونه ای که در تحقیقات مشابه از مخازن یک متر مکعبی و ۲ حوضچه ۹ متر مکعبی به عنوان شاهد و نمونه استفاده شده است (افخمی و همکاران، ۱۳۹۶ : افخمی و همکاران، ۱۳۹۷). برای پر کردن تشتک‌ها نیز از آب شهری همدان با مشخصات کیفی مشخص (سختی کل ۲۶۴/۹ و اسیدیته ۷/۲) استفاده شد. در آزمایش مربوط به این پژوهش یک تشتک به عنوان شاهد و تشتک دیگر با حلقه فونیزه که قطر هر کدام ۶/۵ سانتی‌متر بود. ذکر این نکته حائز اهمیت است که درصد پوشش سطح و فضاهای خالی در پوشش‌های مدور، مستقل از قطر پوشش است براساس محاسبات انجام شده در آزمایش شماره ۱، مساحت سطح تشت برابر ۱۲۵۶ میلی‌متر و مساحت سطحی که توسط فونیزه‌ها پوشش داده می‌شود برابر ۷۹۶ میلی‌متر می‌باشد. بنابراین سطح محصور شده با قطعات فونیزه برابر ۶۳/۳۳ درصد و سطح فضاهای خالی بین قطعات برابر ۳۶/۶۷ درصد محاسبه شد. همچنین در آزمایش شماره ۲، مساحت سطح تشت برابر ۱۱۳۰۴ میلی‌متر و مساحت سطحی که توسط فونیزه‌ها پوشش داده می‌شود برابر ۸۰۵۰ میلی‌متر می‌باشد. بنابر این سطح محصور شده با قطعات فونیزه برابر ۷۲ درصد و سطح فضاهای خالی بین قطعات برابر ۳۸ درصد محاسبه گردید. یک خط‌کش ۲۰ سانتی‌متری برای اندازه‌گیری سطح آب مورد استفاده قرار گرفت. نمونه شاهد و نمونه پوشش داده شده با قطعات فونیزه در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.

شکل (۱): نمونه شاهد و سطح پوشش داده شده با ماده فونیزه (آزمایش شماره ۱)

شکل (۲): نمونه شاهد و سطح پوشش داده شده با ماده فونیزه (آزمایش شماره ۲)

به منظور بررسی کارایی فونیزه در کاهش تبخیر از معادله زیر استفاده گردید. (افخمی و همکاران،۱۳۹۷)

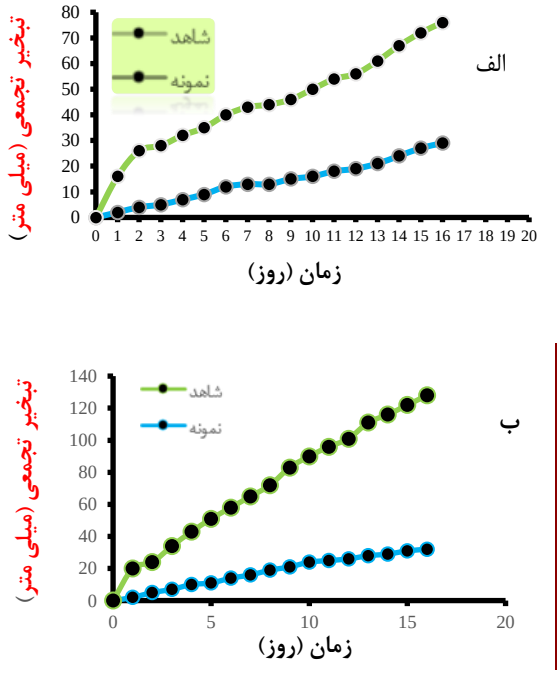
$$R\%=\frac{Lcontrol-Lcover}{Lcontrol}*100$$

در رابطه فوق Lcontrol میزان تلفات از تشت شاهد طی بازه اندازه گیری
Lcover تلفات از تشت حاوی فونیزه می‌باشد.
در نهایت داده‌های ثبت شده با استفاده از نرم افزار spss و آزمون t مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که نتایج حاصل از تحلیل آماری در ادامه ارائه گریده است.

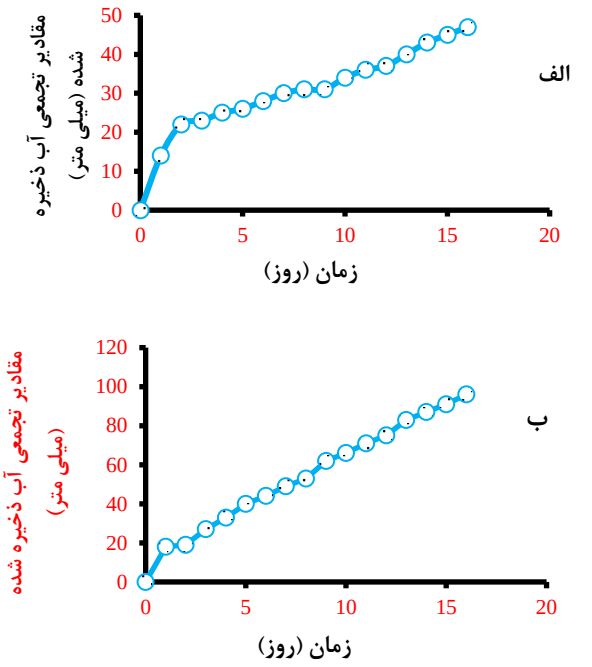
نتایج و بحث

میزان کاهش تبخیر در اثر کاربرد مواد فونیزه

در شکل ۳ سطح زیر منحنی شاهد، پتانسیل کل حجم تبخیر صورت گرفته را در شرایط طبیعی نمایش می‌دهد. همچنین در این شکل نمودار تجمعی مقادیر تبخیر در هر کدام از بازه های زمانی مشخص شده، نمایش داده شده است. سطح زیر منحنی‌های مشاهده شده، برابر حجم آب تلف شده از سطح نمونه و شاهد است. بر این اساس، مساحت بین منحنی نمونه تا منحنی شاهد (که حاصل تفاضل مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر شاهد نسبت به نمونه در یک روز (۱) مشخص می‌باشد) برابر میزان ذخیره آب یا حجم کاهش تبخیر، با استفاده از ماده فونیزه است که مقادیر تجمعی آن در شکل‌های۴ (الف) و ۴ (ب) ارائه شده است و به ترتیب برابر ۴۹ و ۹۶ میلی-متر برای آزمایش ۱ و ۲ می‌باشد.



شکل (۳): الف) مقادیر تجمعی میزان تبخیر در نمونه و شاهد در آزمایش شماره ۱، ب) مقادیر تجمعی میزان تبخیر در نمونه و شاهد در آزمایش شماره ۲.



شکل (۴): الف) مقادیر تجمعی آب ذخیره شده در آزمایش شماره ۱، ب) مقادیر تجمعی آب ذخیره شده در آزمایش شماره ۲.

همچنین میـزان درصـد کـاهش تبخیـر روزانه نمونه در مقایسه با شاهد و درصد آب ذخیره شده بـا استفاده از ماده فونیزه در جـدول ۲و ۳ نشـان داده شده است. در جدول ۴ میانگین کاهش تبخیر در آزمایش شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است که این میزان برابر ۶۲ و ۷۵ درصد می‌باشد. طبیعتا شرایط حاکم بر فرایند تبخیر در ماه‌های مختلف موجب تاثیرات متفاوت عوامل موثر بر تبخیر مانند سرعت باد، میزان رطوبت موجود در هوا، شدت تابش خورشید و غیره می‌گردد که در نهایت موجب تفاوت در مقادیر تبخیر می‌گردد. از طرفی میزان تبخیر با سطح پوشش داده شده ارتباط مستقیم دارد به گونه‌ای که در آزمایش شماره ۱ با توجه به اینکه سطح محصور شده با قطعات فونیزه برابر ۶۳/۳۳ درصد و سطح فضاهای خالی بین قطعات برابر ۳۶/۶۷ درصد می‌باشد درصد تبخیر برابر ۶۲ درصد محاسبه شد. در آزمایش شماره ۲ سطح محصور شده با قطعات فونیزه برابر ۷۶ درصد و سطح فضاهای خالی بین قطعات برابر ۲۸ درصد می‌باشد که درصد تبخیر برابر ۷۵ درصد محاسبه شد. در پژوهشی که توسط افخمی و همکاران انجام گرفت میزان کاهش تبخیر توسط حلقه های یونورینگ حدود ۷۷/۷۸ درصد محاسبه شد (افخمی و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی دیگر که به این منظور انجام گرفت از سه نوع پوشش (پلی کربنات، پلی استایرن و پلی‌استایرن با روکش آلومینیوم) استفاده شد که نتایج نشان داد مقدار کاهش تبخیر نسبت به مخزن شاهد برای سه پوشش پلی-استایرن، پلی‌استایرن با آلومینیوم و پلی‌کربنات به ترتیب ۸۵/۶، ۸۳، و ۷۶/۵ درصد می‌باشد (مظاهری و عابدی، ۱۳۹۶). همچنین در پژوهش دیگر اثر توپ‌هایی با سایزهای مختلف بر کاهش تبخیر مورد بررسی قرار گرفت که نتایج بدست آمده نشان داد توپ‌های تکروزنه با کارایی ۶۵/۱ درصد بیشترین سهم را در کاهش تبخیر داشتند در حالیکه توپهای چندروزنـه و تـوپهـای ریـز بـا کـارایی ۶۵/۱ و ۳۸/۸ درصد در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند (افخمی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج بدست آمده و مقایسه آن با نمونه‌های مشابه بیانگر آنست که مقادیر بدست آمده کاهش تبخیر در دامنه قابل قبولی قرار دارند با این تفاوت که ماده فونیزه بر خلاف مواد دیگر که زیست تخریب پذیر نیستند و موجب آلایندگی ثانویه در محیط می‌شوند، زیست تخریب پذیر می‌باشد. این محصولات با عاری بودن از فرمالدئید، بنزن، آمونیاک و تری‌کلرواتیلن بعنوان محصولی دوستدار طبیعت و قابل بازیافت محسوب می‌شوند. این ماده دارای طول عمر بالایی بوده و از قیمت مناسبی برخوردار است و تاکنون به منظور کاهش تبخیر مورد استفاده قرار نگرفته است.

جدول (۲): درصد کاهش تبخیر و درصد آب ذخیره شده در آزمایش شماره ۱.

روز	درصد آب ذخیره شده	تبخیر شاهد (میلی- متر)	درصد تبخیر (شاهد)	تبخیر نمونه (میلی متر)	درصد تبخیر (نمونه)
۱۲/۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۱۲/۳	۲۸/۳۶	۱۶	۳۲/۴۱	۲	۴/۰۵
۱۲/۴	۱۶/۲۰	۱۰	۲۰/۲۶	۲	۴/۰۵
۱۲/۵	۲/۰۳	۲	۴/۰۵	۱	۲/۰۳
۱۲/۶	۴/۰۵	۴	۸/۱۰	۲	۴/۰۵
۱۲/۷	۲/۰۳	۳	۶/۰۸	۲	۴/۰۵
۱۲/۸	۴/۰۵	۵	۱۰/۱۳	۳	۶/۰۸
۱۲/۹	۴/۰۵	۳	۶/۰۸	۱	۲/۰۳
۱۲/۱۰	۲/۰۳	۱	۲/۰۳	۰	۰/۰۰
۱۲/۱۱	۰/۰۰	۲	۴/۰۵	۲	۴/۰۵
۱۲/۱۲	۲/۰۸	۴	۸/۱۰	۱	۲/۰۳
۱۲/۱۳	۴/۰۵	۴	۸/۱۰	۲	۴/۰۵
۱۲/۱۴	۲/۰۳	۲	۴/۰۵	۱	۲/۰۳
۱۲/۱۵	۶/۰۸	۵	۱۰/۱۳	۲	۴/۰۵
۱۲/۱۶	۶/۰۸	۶	۱۲/۱۵	۳	۶/۰۸
۱۲/۱۷	۴/۰۵	۵	۱۰/۱۳	۳	۶/۰۸
۱۲/۱۸	۴/۰۵	۴	۸/۱۰	۲	۴/۰۵
مجموع		۷۶		۲۹	

جدول (۳): درصد کاهش تبخیر و درصد آب ذخیره شده در آزمایش شماره ۲.

روز	درصد آب ذخیره شده	تبخیر شاهد (میلی متر)	درصد تبخیر (شاهد)	تبخیر نمونه (میلی متر)	درصد تبخیر (نمونه)
۸/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۸/۱۴	۱۸/۸	۲۰	۱۵/۶	۲	۶/۲۵
۸/۱۵	۱	۴	۳/۱	۳	۹/۳۸
۸/۱۶	۳/۸	۱۰	۷/۸	۲	۶/۲۵
۸/۱۷	۵/۲	۸	۶/۳	۳	۹/۳۸
۸/۱۸	۷/۳	۸	۶/۳	۱	۳/۱۳
۸/۱۹	۴/۲	۷	۵/۵	۳	۹/۳۸
۸/۲۰	۵/۲	۷	۵/۵	۲	۶/۲۵
۸/۲۱	۴/۲	۷	۵/۵	۳	۹/۳۸
۸/۲۲	۹/۴	۱۱	۸/۶	۲	۶/۲۵
۸/۲۳	۴/۲	۷	۵/۵	۳	۹/۳۸
۸/۲۴	۵/۲	۶	۴/۷	۱	۳/۱۳
۸/۲۵	۴/۲	۵	۳/۹	۱	۳/۱۳
۸/۲۶	۸/۳	۱۰	۷/۸	۲	۶/۲۵
۸/۲۷	۴/۲	۵	۳/۹	۱	۳/۳۱
۸/۲۸	۵/۲	۷	۵/۵	۲	۶/۲۵
۸/۲۹	۵/۲	۶	۴/۷	۱	۳/۱۳
مجموع		۱۲۸		۳۲	

جدول (۴): درصد کاهش تبخیر نمونه در مقایسه با شاهد

روز	آزمایش ۱	آزمایش ۲
۱	۸۷/۵	۹۰
۲	۸۰	۲۵
۳	۵۰	۸۰
۴	۵۰	۶۲
۵	۳۳	۸۷
۶	۴۰	۵۷
۷	۶۶	۷۱
۸	۱۰۰	۵۷
۹	۰	۸۱
۱۰	۷۵	۵۷
۱۱	۵۰	۸۳
۱۲	۵۰	۸۰
۱۳	۶۰	۸۰
۱۴	۵۰	۸۰
۱۵	۴۰	۷۱
۱۶	۵۰	۸۳

مقایسه ماده فونیزه با توپ‌های پلاستیکی

استفاده از هزاران توپ مشکی رنگ که روی سطح مخازن آب غوطه‌ور شده و مانع بخار آب می‌شوند. ایده این کار را یک زیست شناس به نام برایات وایت مطرح کرده است که در شکل ۴ نشان داده است. در آمریکا از سال ۲۰۰۸ از این روش برای ذخیره منابع آبی استفاده شده است و سال‌هاست که این توپ‌ها در داخل منابع آب ریخته شده‌اند که هر کدام ابعادی در حدود یک گریپ فروت دارند. این توپ‌ها بین ۳۷ تا ۴۰ گرم وزن دارند. جنس توپها پلی اتیلن با چگالی بالا می باشد. این توپ‌ها به رنگ مشکی و از تثبیت‌کننده‌های اشعه ماورای بنفش تولید شده است. از این توپ‌ها برای دفع اشعه یو وی یا ماورای بنفش استفاده می‌شود. فضای خالی بین توپ‌ها باعث می‌شود اکسیژنی که برای آب لازم است تامین شود و نور مورد نیاز موجوداتی که در آب زندگی می‌کنند هم تأمین می‌شود. این طرح حتی در حوضچه‌های پرورش ماهی هم مورد استفاده قرار می‌گیرد، چون در زمستان از یخزدگی سطح آب جلوگیری می‌کند. استفاده از این روش در ایران هنوز انجام نشده و در مرحله مطالعات و تحقیق می باشد (مدنی،). درباره جنس توپ‌ها، سوالات بسیاری مطرح است. زیرا پلاستیک دوستدار محیط‌زیست نیست و وقتی در معرض آفتاب قرار بگیرد، می‌تواند سرطان‌زا باشد و واکنش‌های شیمیایی نامناسبی ایجاد کند. جنس توپ‌ها پلاستیک با رنگ سیاه است که این رنگ بیشتر گرما را جذب می‌کند و موجب افزایش دمای آب دریاچه و طبعا اکوسیستم آبی و اطراف دریاچه می‌شود. توپ‌ها تا ۱۰ سال ضمانت شده‌اند و بعد از ۱۰ سال تغییر شکل داده و ۴۰۰ سال طول می‌کشد که در محیط تجزیه شوند. با توجه به pH آب، نوع ترکیبات پلاستیک، در واکنش با اسید ممکن است تغییر کند (ایسنا، ۱۳۹۴). استفاده از ماده فونیزه تا حدود زیادی مشکلات استفاده از توپ‌های پلاستیکی را مرتفع نموده است. این ماده دوستدار محیط‌زیست بوده و در ترکیب آن از مواد پلاستیکی به مقدار اندک استفاده شده است در نتیجه سرطان‌زا نبوده و واکنش شیمیایی نامناسبی در آب ایجاد نمی‌کند. سفیدی و براق بودن سطح این ماده، موجب انعکاس بیشتر نور خورشید و جلوگیری از افزایش دمای آب می‌شود. در ضمن این ماده چندین برابر توپ‌های پلاستیکی طول عمر دارد و بعد از تغییر شکل به علت مقدار اندک کلورفلوروکربن به آسانی در طبیعت تجزیه می‌گردد و استفاده از آن موجب تغییر کیفیت آب نمی‌شود به گونه‌ای که در آزمایشات کیفی در آزمایش شماره ۱ و ۲ مشاهده شد که مقدار اسیدته آب در محدوده طبیعی آب شرب (برابر ۷) و مقدار هدایت الکتریکی نمونه و شاهد تقریبا یکسان (حدود ۱۲۰۰ میکروزیمنس در سانتی متر) محاسبه شد . پنل‌های خورشیدی قابلیت نصب بر روی صفحات فونیزه را دارند همچنین به علت جذب یک درصدی آب توسط این ماده و چگالی مناسب آن، قابلیت ایجاد فضای سبز بر روی این صفحات وجود دارد (داکس، ۲۰۱۸: ویکی پدیا، ۲۰۱۹). در پایان اشاره به این نکته ضروریست که این ماده در مقایسه با پوشش های شناور با طراحی مدور، علاوه بر پوشش مناسب سطح آب امکان انتقال نور و ارتباط سطح آب با هوا را فراهم

می‌نمایند و امکان تردد قایق و پرندگان هم در این شرایط میسر خواهد بود. در مقایسه با پوشش‌های سایه انداز از هزینه کمتری برخوردار بوده و در شرایط بادی به علت چگالی قابل قبول بین ۰/۵ تا ۰/۷ علاوه بر حفظ شناوری به گونه‌ای در سطح غوطه‌ور می‌شود که در مقابل بادهای شدید هم مقاوم خواهد بود. این ماده در مقایسه با آبدان ها هم به علت مقاومت قابل قبول در مقابل عوامل فرسایشی مانند باد و تغییرات سطح آب به بهترین شیوه ممکن مقاوم است. همچنین این ماده در مقایسه با مواد شیمیایی مانند الکل‌ها طول عمر به نسبت بالاتری داشته و به علت مقاومت بالا و عدم استفاده از مواد شیمیایی مضر در ساخت آن از نظر کیفی آب را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

آزمون t استیودنت و شاهد:

آزمون t استیودنت دو نمونه، زمانی بکار برده می‌شود که قصد بررسی نقش یا اثر یک متغیر آزمایشی را بر یک متغیر وابسته در یک گروه با دو بار اندازه‌گیری بصورت پیش آزمون و پس آزمون داشته باشیم. هدف آن است که تعیین کنیم آیا متغیر اعمال شده دارای اثر بر متغیر وابسته می‌باشد، به عبارت دیگر آیا تغییرات ایجاد شده در متغیر وابسته ناشی از اعمال متغیر آزمایشی است یا خیر؟ (عبدالملکی و همکاران، ۱۳۹۷) در جداول ۵ و ۶ مقادیر میانگین، فراوانی، انحراف استاندارد و خطای استاندارد میانگین قابل مشاهده است.

جدول (۵): بررسی توصیفی وضعیت تشتک نمونه و شاهد (آزمایش شماره ۱)

	میانگین	فراوانی	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین
تشتک نمونه	۰/۱۸	۱۷	۰/۰۹	۰/۰۲
تشتک شاهد	۰/۷۵	۱۷	۰/۴۰	۰/۰۹

جدول (۶): بررسی توصیفی وضعیت تشتک نمونه و شاهد (آزمایش شماره ۲)

	میانگین	فراوانی	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین
تشتک نمونه	۰/۱۷	۱۷	۰/۰۹	۰/۰۲
تشتک شاهد	۰/۴۴	۱۷	۰/۳۷	۰/۰۹

با توجه به نتایج حاصل از جداول ۵ و ۶ تحلیل داده-ها، میانگین تشتک نمونه و شاهد برای آزمایش شماره ۱ برابر ۰/۱۷ و ۰/۴۴ همچنین برای آزمایش شماره ۲ برابر ۰/۱۸ و ۰/۷۵ می‌باشد. در مجموع میانگین این مقادیر برای تبخیر در تشتک شاهد بزرگتر از تشتک نمونه می-باشد که نشان‌دهنده تبخیر بیشتر در تشتک شاهد نسبت به تشتک نمونه است. میزان همبستگی[5] تشتک نمونه و شاهد در جداول ۷ و ۸ به ترتیب نمایش داده شده است

جدول (۷): ضریب همبستگی پیرسون تشتک نمونه و شاهد

	f	ρ	*p value*
آزمایش شماره ۱	۱۷	۰/۴۶	۰/۰۶
آزمایش شماره ۲	۱۷	۰/۲۹	۰/۲۴

[5] Correlation

هرچه مقادیر همبستگی کمتر باشد نشان دهنده استقلال داده‌های نمونه نسبت به شاهد است. آزمون t تشتک نمونه و شاهد در جدول ۸ نمایش داده شده است.

جدول (۸): آزمون t تشتک نمونه و شاهد

	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین	فاصله اطمینان ٪۹۵		t	درجه آزادی	سطح معناداری
آزمایش شماره ۱	-۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۰۸	-۰/۱۰	-۰/۴۵	-۳/۳۵	۱۶	۰/۰۰۴
آزمایش شماره ۲	-۰/۵۶	۰/۳۹	۰/۰۹	-۰/۳۶	-۰/۷۶	-۵/۹۳	۱۶	۰/۰۰۰

در جدول ۸ علامت سطح معناداری نشان‌دهنده این است که اگر مقدار آن از ۰/۰۵ بیشتر باشد آماره مورد نظر معنی‌دار نیست (اگر از ۰/۰۵ کوچکتر، معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و اگر از ۰/۰۱ هم کوچکتر باشد معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ وجود دارد). در اینجا به دلیل اینکه سطح معناداری در تشتک نمونه و شاهد از ۰/۰۵ کمتر است پس می‌توان نتیجه گرفت که دو تشتک مورد نظر از نظر آماری با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. به عبارت دیگر "میزان ارتفاع آب در تشتک نمونه و شاهد که بیانگر میزان آب تبخیر شده می‌باشد، با یکدیگر متفاوت است".

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، در آزمایش شماره ۱ با توجه به اینکه سطح محصور شده با قطعات فونیزه برابر ۶۳/۳۳ درصد و سطح فضاهای خالی بین قطعات برابر ۳۶/۶۷ درصد می‌باشد درصد تبخیر برابر ۶۲ درصد محاسبه شد. در آزمایش شماره ۲ سطح محصور شده با قطعات فونیزه برابر ۷۶ درصد و سطح فضاهای خالی بین قطعات برابر ۲۴ درصد می‌باشد که درصد تبخیر برابر ۷۵ درصد محاسبه شد. همچنین میانگین تشتک نمونه و شاهد برای آزمایش شماره ۱ برابر ۰/۱۷ و ۰/۴۴ و برای آزمایش شماره ۲ برابر ۰/۱۸ و ۰/۷۵ می‌باشد. در مجموع میانگین این مقادیر برای تبخیر در تشتک شاهد بزرگتر از تشتک نمونه می‌باشد که نشان‌دهنده تبخیر بیشتر در تشتک شاهد نسبت به تشتک نمونه است.

به دلیل اینکه سطح معناداری در تشتک نمونه و شاهد در آزمایش شماره ۱ و ۲، از ۰/۰۵ کمتر است پس می‌توان نتیجه گرفت که دو تشتک مورد نظر از نظر آماری با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

منابع

افخمی، ح.، ملکی نژاد، ح.، اسماعیل زاده، عصمت و غریبی، خداکرم. ۱۳۹۶. طراحی پوشش شناور یونورینگ با استفاده از لاستیکهای فرسوده جهت کاهش تبخیر از منابع روباز آبی. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، تحقیقات منابع آب ایران، سال سیزدهم، شماره ۳، پاییز.

افخمی، ح و اسماعیل زاده، ع. ۱۳۹۷. تاثیر توپ های شناور برکاهش میزان تبخیر از منابع آبی روباز (مطالعه موردی: سد رسوبگیر معدن مس سرچشمه). دو فصلنامه علمی -پژوهشی خشک بوم جلد ۸، شماره ۱، بهار و تابستان.

پیری، م.، موسی، ح.، دهقانی، ا.ا.، مفتاح هلقی، م و غزلی، ع ا . ۱۳۸۸. بررسی تأثیر استفاده از الکل های سنگین بر کاهش تبخیر از سطح مخازن آب، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه نامه ۲.

شمسایی، ا و حسنی، ا. ۱۳۸۶. مروری بر روش‌های کاهش میزان تبخیر از سطوح آزاد آبی در مناطق خشک و نیمه خشک، اولین همایش سازگاری با کم آبی.

بی‌نام. ۱۳۴۹. استفاده از مواد شیمیایی برای جلوگیری از تبخیر آب. سمینار آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، نشریه شماره ۱، انتشارات وزارت آب و برق، آبان. صفحه‌های ۹۴ تا ۹۹.

گفتگو با طراح ایرانی «توپهای سیاه کالیفرنیا»، ۷ شهریور ۱۳۹۴، خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا)، https://www.isna.ir/news/94060703789/

مجیدی خلیل‌آباد.، م.، علیزاده، ا.، فرید حسینی، ع ر و وظیفه‌دوست، م. ۱۳۹۶. تبخیر از دریاچه و مخازن سدها: توسعه الگوریتم سنجش از دوری بیلان انرژی آب و سطح مرجع. تحقیقات منابع آب ایران ۱۶۹-۱۵۴:(۲)۱۳.

مظاهری، ا و عابدی کوپایی، ج. ۱۳۹۷. کاهش تبخیر از مخازن آب با استفاده از پوششهای شناور، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۹، شماره ۳، مرداد و شهریور.

Alizadeh, A. 2011. Principles of Applied Hydrology (28th ed.). Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad.

Barnes, G.T. 2007. The Potential for Monolayers to Reduce the Evaporation of Water from Large Water Storages: a review. Agricultural Water Management, 95: 339-353.

Bastiaanssen, W.G.M. and K.M.P.S, Bandara,. 2001. Evaporative depletion of irrigated watersheds in Sri Lanka. Irrig. Sci, 21 1-15.

Condie, S.A and I.T. Webster. 1995, 'Evaporation mitigation from on-farm water storages. In Reducing Loss from Evaporation': Report to the Cotton Research and Development Corporation, Sainty and Associates.

FSA, Consulting. 2005. Scoping Study Reduction of evaporation from farm dams. National Program for Sustainable Irrigation.

Knights, S. 2005. Reducing Evaporation with Chemical Monolayer Technology. Aust. Cottongrower, 26: 32-33.

Gibbings, P and S. Raine. 2005. Evaluation of a hydrographic technique to measure on-farm water storage volumes. Agricultural Water Management, 78(3):209-221

Mansfield, W.W. 1974. Proc. Physical Chem. Div., Rotary Adventures in Citizenship (R.A.I.C.), National Convention Canberra, Australia.

McMahon T.A., MC. Peel, L. Lowe, R. Srikanthan, T.R. McVicar. 2013. Estimating actual, potential, reference crop and pan evaporation using standard meteorological data: a pragmatic synthesis. Hydrology and Earth System Sciences, 17(4):1331.

PVC Foam. Typical properties. 2018. https://docs.rs-online.com/5286/0900766b80dc30fc.pdf

Neoncala. 2021. https://neonkala.com/product/%D9%BE%DB%8C-%D9%88%DB%8C-%D8%B3%DB%8Cpvc-%D8%AF%D8%B1%D8%AC%D9%87-%DB%8C%DA%A9-10mm.

The use of Foam PVC substance as a new method to reduce evaporation from water resources

Seyed Yaghoub Karimi[6], Safar Maroufi [7]*, Razieh Ebrahimi[8], Ali Akbar Sabzi Parvar[9]

Abstract

Iran's location in the arid and semi-arid belt of the world has doubled the importance of managing the country's water resources. The amount of water that is wasted through evaporation from dams is sometimes more than the amount of water that is used to produce agricultural products.Objectives: Investigating the effect of phoenix in preventing surface evaporation of open reservoirs by considering environmental, operational, technical and economic indicators in laboratory dimensions is one of the objectives of this research.Research method: The research was conducted at the meteorological site of Bo Ali Sina University in Hamedan and repeated the experiment twice in March 2017 and November 2018. In experiment No. 1 and 2, 2 plastic pans with a diameter of 400 mm and a depth of 130 mm and 2 standard evaporation pans (filled with Hamedan city water) were used, one pan as a control and the other pan with a 5/5 diameter ring. 6 cm, covered.The results show a direct relationship between the amount of evaporation and the covered surface, and the magnitude of the average of the control compared to the sample indicates more evaporation in the control. In the Student's t-test, the average of the sample and the control for test number 1 is equal to 0.17 and 0.44 and also for test number 2 is equal to 0.18 and 0.75. The fact that the level of significance is smaller than 0.05 indicates that there is a significant difference between the tested samples from a statistical point of view. The results indicate that the phoenix material is effective in reducing evaporation and this material can be used to manage evaporation in water sources.

Keywords: Evaporation Management, Water Resources, **Foam PVC, Evaporation pan and Reservoir level.**

[6] PhD student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran, karimi.sdbs@yahoo.com
[7] Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran, smarofi@yahoo.com, (*Corresponding Author).
[8] PhD Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran, razie.ebrahimi1991@gmail.com
9 Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran, swsabzi@basu.ac.ir.