

Research Paper

Investigating the effects of using hexadecanol fatty alcohol in reducing evaporation from designed ponds in the environment of the Faculty of Natural Resources, Lorestan University

Sedighe Ebrahimian ¹, Naser Tahmasebipour ^{*2}, Mohsen Adeli ³, Hossein Zeinivand ⁴, Mohamad Tahmasebipour ⁵

¹ Ph.D. Student in Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

^{2*} Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

^{3*} Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

⁴ Professor, Department of Organic Chemistry, Faculty of Basic Sciences.

⁵ Associate Professor, Faculty of Modern Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran.

Received: 2024.02.24

Revised: 2024.05.19

Accepted: 2024.09.12

Use your device to scan and read the article online



DOI:

10.30495/wej.2024.31642.2381

Keywords:

Evaporation control, water quality, monolayer, evaporation pond, hexadecanol

Abstract

Introduction: In arid regions, rainfall shortage and evaporation from reservoir surfaces are among the issues that exacerbate the water scarcity problem in the country. One of the methods for combating and controlling this shortage is to reduce evaporation from reservoirs behind dams.

Methods: In this study, as chemical methods, a mixture of octadecane and hexadecane dissolved in ethanol was used. which were sprayed on the surface of the class A evaporation pond every three days. By spraying this powder on small reservoirs prepared to dimensions of $2 \times 2 \times 2$ cubic meters at the Water and Meteorology Research Station, the quantitative (amount of evaporation reduction) and qualitative (possible changes on some chemical, physical parameters) effects have been investigated and the results are presented. Quantitative and qualitative results are compared over a two-month period between two control and control samples.

Findings: The results obtained show a 4% and 2% increase in BOD and COD in the pond with a monolayer of hexadecanol compared to the control pond. In addition, in the control pond, the possibility of contact with air, more incoming radiation and the occurrence of photosynthesis increase the concentration of dissolved oxygen. In contrast, in the pond covered with a monolayer of hexadecanol, the presence of floating coatings reduces the amount of water mixing. These factors cause an 8% decrease in dissolved oxygen in the pond with hexadecanol.

Citation: Ebrahimiyan, S., Tahmasabipour, N., Adeli, M., Zeinivand, H., Tahmasebi por, M. Investigating the effects of using hexadecanol fatty alcohol in reducing evaporation from designed ponds in the environment of the Faculty of Natural Resources. Lorestan University Water Resources Engineering Journal 2025; 18 (64): 37-48.

***Corresponding author:** Naser Tahmasebipour

Address: Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Tell: +989125476873

Email: tahmasebi.n@lu.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

One of the most important challenges of the current century is water scarcity. This issue has affected many countries in the world and has created many problems for the governments and people of these countries. This issue has led to the need for an optimal solution for monitoring and managing water resources being given more attention than ever before (1,2,3). In Iran, the existence of a large number of reservoir dams has not reduced the importance of this issue, so that in recent years, water scarcity has attracted much attention as one of the country's fundamental challenges (4,5,6). The amount of water that is lost from dam reservoirs in the form of evaporation on a global scale is greater than the total water needed for industry and drinking (7,8). A study of the evaporation rate from the Amir Kabir Dam and its downstream agricultural lands in the months of June, July and August 2011 showed that the evaporation rate from the entire lake surface varied between 5 and 11 mm per day on selected dates, which indicates a relatively significant amount and plans to prevent its loss should be considered (9,10). In Libya, which has a warmer climate than Iran, the evaporation rate from artificial water storage reservoirs in early autumn reaches about 2 cubic meters per year per square meter (11). The results of a comprehensive study in Australia also show that about 40 percent of the water in various water reservoirs in this country evaporates annually (12).

Materials and Methods

Design and preparation of evaporation ponds In order to conduct experiments in natural and real conditions, natural ponds (control and treatment) with dimensions of 2×2×2 meters were located and constructed at the research station of the Faculty of Agriculture and Natural Resources of Lorestan (Figure 2). Then, in order to prevent leakage, the bottom and walls of the ponds were isolated with greenhouse plastics with a thickness of (30 microns) in two layers (Figure 3). Next, 2000 liter tanks

were used to water the ponds. Considering the volume of the ponds (8000 liters), the tanks were filled 4 times and emptied into the ponds (Figure 4). To ensure no water infiltration, the decrease in water depth was recorded every day for a week after filling, and this decrease was equivalent to the daily evaporation rate. To measure the evaporation rate from the ponds, the water level was marked on the four sides of the ponds and the rate of decrease in the water level from the initial point was recorded every day using a digital caliper (model 111-006-12). The measurement method was to place the lower tip of the caliper on the reference point of the pond wall and move the lower tip of the caliper downwards. When it reached the water surface, the desired number was recorded in memory by pressing the record button. At the same time, after measuring the evaporation height, the water surface temperature was also measured with a thermometer.

Findings

The cumulative graph and the percentage of evaporation control in the mentioned period of time in the monolayer are shown in Figures (8 and 9). In Figure (9), the area under the curve for the control pond represents the potential total volume of evaporation under natural conditions. The area under the other curves observed in the graph is also equal to the volume of water lost in the ponds covered with the monolayer. Which is entered as an average of the three ponds in the graphs presented. Accordingly, the area between each curve and the control curve is equal to the amount of water storage or the volume of evaporation reduction due to the application of the monolayer coating. The percentage of evaporation reduction for the pond covered with the octadecanol monolayer was obtained as 18%.

Discussion

BOD or biochemical oxygen demand is an important parameter in water quality that indicates the amount of biodegradable

organic matter present in water. Organic matter present in water is decomposed by microorganisms and this process causes oxygen consumption. Therefore, BOD of water indicates the amount of oxygen consumed by microorganisms to decompose organic matter present in water. The rate of increase in BOD in still water depends on various factors such as the amount of organic matter entering the water, water temperature, dissolved oxygen concentration in water and the type of microorganisms present in water. In waters with high organic matter entering, BOD increases rapidly. Also, in warm waters, microorganisms act faster and this also causes BOD to increase. In waters with low dissolved oxygen concentration, microorganisms consume more oxygen to decompose organic matter and this also causes BOD to increase. Monolayer hexadecanol is a fatty alcohol, a natural organic compound found in various sources such as oils and fats, food products, cosmetics and health products, as well as in the environment. Effects of long-chain alcohols (C16-C18) on water BOD With increasing concentration of long-chain alcohols in water, water BOD increases significantly. In this study, a concentration of 40 mg/ha of long-chain alcohols increased water BOD by about 2% compared to the control pond.

Conclusion

According to the results obtained from the aforementioned research, the use of the chemical in question has caused the evaporation rate to decrease by more than 18 percent during the day because the average evaporation of the control sample is about 8.8 mm, but with the use of the chemical, this rate has been reduced to 1.8 mm. Therefore, on average, every day, in the 4 square meter area of the ponds used, about 72 liters of water are saved from hydrological losses and, in other words, stored, and during the field operation period (60 days), this amount increases to 4320 liters. Considering that the existence of water is a vital element, determining its monetary value always has its own problems, and assuming that every liter of

water that is removed from evaporation and stored in the environment and is capable of being exploited. It is also worth noting that the price of the chemical used in the market is about 5,000 Tomans per gram, and considering that about 15 grams of this substance were used in the entire research period, the total amount of the chemical used was about 75,000 Tomans

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

To address the problem of water shortage and water loss through evaporation, I suggest using a variety of monolayers in varying concentrations.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and ideation: Naser Tahmasebipour, Mohsen Adeli, Hossein Zeinivand
Methodology and data analysis: Sedighe Ebrahimian
Supervision and final writing: Naser Tahmasebipour, Mohammad Tahmasebipour

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات کاربرد الکل چرب هگزادکانول در کاهش میزان تبخیر از حوضچه‌های طراحی شده در محیط دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان

صدیقه ابراهیمیان^۱ ناصر طهماسبی پور^۲ محسن عادل^۳ حسین زینی وند^۴ محمد طهماسبی پور^۵

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران

۲- نویسنده مسئول و دانشیار، گروه آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران

۳- استاد، گروه شیمی آلی دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، ایران

۴- دانشیار، گروه آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران

۵- دانشیار دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، ایران

چکیده

مقدمه: در مناطق خشک، کمبود بارندگی و تبخیر از سطح مخازن از جمله مسائلی است که معضل کمبود آب در کشور را جدی تر می‌نماید. یکی از روش‌های مبارزه و مهار این کمبود کاهش تبخیر از مخازن پشت سدهاست. **روش:** در این پژوهش و به عنوان روش‌های شیمیایی از هگزادکانول که در اتانول حل شده است استفاده شد. که هر سه روز یکبار بر روی سطح حوضچه تبخیر کلاس A اسپری شدند استفاده گردید. با پاشش این پودر بر روی مخازن کوچک آماده شده به ابعاد $2 \times 2 \times 2$ مترمکعب در ایستگاه تحقیقاتی آب و هواشناسی اقدام به بررسی اثرات کمی (میزان کاهش تبخیر) و کیفی (تغییرات احتمالی بر روی برخی پارامترهای شیمیایی، میکروبی) شده که نتایج حاصله ارائه شده است.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده نشان داد هگزادکانول با کارایی ۱۸ درصد بیشترین سهم را در کاهش تبخیر داشتند. پارامترهای منتخب کیفی شیمیایی و میکروبی که پارامترهای شیمیایی شامل درصد اکسیژن محلول ($DO\%$)، کلسیم، منیزیم، سختی کل، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی تغییرات غلظت اکسیژن محلول به عنوان پارامتری مؤثر بر سایر پارامترهاست. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده این است که مقادیر پارامترهای مذکور درحوضچه شاهد در طول دوره‌ی آماری به ترتیب ۶۳ درصد اکسیژن محلول، سختی کل $146/6$ (ppm)، کلسیم $45/5$ (ppm)، منیزیم $43/6$ (ppm) و همچنین مقادیر پارامترهای فوق‌الذکر در حوضچه دارای مونولایر هگزادکانول به ترتیب $59/75$ درصد اکسیژن محلول، سختی کل 144 (ppm)، منیزیم $45/1$ (ppm)، کلسیم $45/2$ (ppm) بوده است. تجزیه تحلیل آماری نتایج مذکور نشان‌دهنده‌ی میزان تغییرات هر یک از عناصر مورد بررسی در طول دوره‌ی آماری به ترتیب اکسیژن محلول که در بین عناصر کیفی آب بیشترین تغییرات و کمترین تغییرات مربوط به عنصر سختی کل می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده نشان‌دهنده‌ی افزایش 204 درصدی BOD و COD حوضچه دارای مونولایر هگزادکانول نسبت به حوضچه شاهد است. به علاوه در حوضچه شاهد، امکان تماس با هوا، تابش ورودی بیشتر و وقوع فرآیند فتوسنتز غلظت اکسیژن محلول را افزایش می‌دهند. در مقابل در حوضچه پوشش یافته با مونولایر هگزادکانول حضور پوشش‌های شناور موجب کاهش میزان اختلاط آب می‌شود. این عوامل موجب کاهش ۸ درصدی اکسیژن محلول آب در حوضچه دارای هگزادکانول می‌گردد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۳/۰۲/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۲

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

[10.30495/wej.2024.31642.2381](https://doi.org/10.30495/wej.2024.31642.2381)

واژه‌های کلیدی:

کنترل تبخیر، کیفیت آب، مونولایر، حوضچه تبخیر، هگزادکانول

* نویسنده مسئول: ناصر طهماسبی پور

نشانی: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران

تلفن: 09125476873

پست الکترونیکی: tahmasebi.n@lu.ac.ir

مقدمه

یکی از مهمترین چالش‌های قرن حاضر کمبود آب به حساب می‌آید. این مسئله بسیاری از کشورهای جهان را در بر گرفته و معضلات بسیاری را برای دولت‌ها و مردم این کشورها ایجاد کرده است. همین مسئله باعث شده است تا نیاز به یک راه حل بهینه برای پایش و مدیریت منابع آبی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد (۱، ۲ و ۳). در کشور ایران نیز وجود تعداد زیاد سدهای مخزنی باعث کاهش اهمیت این مسئله نشده است به گونه ای که در سال‌های اخیر کمبود آب به عنوان یکی از چالش‌های اساسی کشور، توجهات بسیاری را به خود جلب کرده است (۴ و ۵). میزان آبی که از مخازن سدها در مسیر جهانی به صورت تبخیر هدر می‌رود از مجموع آب مورد نیاز صنعت و شرب بیشتر است (۶ و ۸). مطالعه میزان تبخیر از دریاچه سد امیرکبیر و زمین‌های کشاورزی پایین دست آن در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد سال ۱۳۹۰ نشان داد که میزان تبخیر از کل سطح دریاچه در تاریخ‌های منتخب بین ۵ تا ۱۱ میلی‌متر در روز متغیر بوده که مقدار نسبتاً قابل توجهی را نشان می‌دهد و برنامه‌هایی برای جلوگیری از هدررفت آن می‌بایستی در نظر گرفته شود (۷ و ۹). در لیبی که آب و هوایی گرم‌تر از ایران دارد، ولی در اوایل پاییز میزان تبخیر از مخازن مصنوعی نگهداری، به حدود ۲ متر مکعب در سال به ازای هر متر مربع می‌رسد (۱۱، ۱۲ و ۱۳). نتایج یک تحقیق جامع در استرالیا نیز نشان می‌دهد که سالانه حدود ۴۰ درصد از آب موجود در مخازن مختلف آب در این کشور تبخیر می‌شود (۴ و ۵). بر اساس اندازه‌گیری‌ها اتلاف آب از مخازن نگهداری آب از ۱۷ ایالت غربی در ایالت متحده هر ساله ۱۵/۶ میلیون ایکر بر فیت بوده است. که این اتلاف معادل با ناپدید شدن تمام آب موجود ذخیره شده در کالیفرنیا در سال ۱۹۵۶ می‌باشد (۲۰ و ۱۳). از جمله استراتژی‌ها و راهکارهای مهم که امروزه در بحث منابع آبی روباز جهت حفاظت از آب در جهان مطرح است، کاهش تلفات تبخیر از این سطوح می‌باشد. کنترل تبخیر از سطوح آب با استفاده از روش‌های مختلف، راه‌حل مهمی در حفاظت از آب می‌باشد و در بسیاری از موارد از جمع‌آوری و ذخیره همان مقدار آب از منابع دیگر اقتصادی‌تر می‌باشد. تاکنون مطالعات وسیعی در جهان در رابطه با استفاده از پوشش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی انجام گرفته است. با ارزیابی میزان کارایی این پوشش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و میدانی، در بسیاری از موارد نتایج قابل قبولی ارائه شده است. در تحقیقی نشان داد اگر چه کاهش تبخیر در استخرهای خورشیدی کمتر از مخازن طبیعی است اما فواید ناشی از ذخیره انرژی خورشیدی در این حوضچه‌ها، بر مزایای ناشی از صرفه‌جویی و ذخیره آب غلبه می‌کند (۱۴ و ۱۵). با وجود پژوهش‌های بسیار بر روی تأثیر روش‌های فیزیکی خصوصاً پوشش‌های شناور بر میزان کاهش تبخیر از سطح مخازن آب، تاکنون مطالعات زیادی در زمینه‌ی اثر این پوشش‌ها بر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کیفیت آب درون مخازن (۲). صورت نگرفته است. در مطالعه‌ای، در اسپانیا به بررسی هم‌زمان اثرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پوشش‌های یکپارچه‌ی سایبان بر آب ذخیره شده در چهار مخزن آبیاری کشاورزی نزدیک جلگه‌ی ساحلی رود سگورا به مدت یکسال پرداختند. میزان EC در حضور پوشش‌ها ۱۰ درصد

کمتر از حالت بدون پوشش به دست آمد. همچنین در اثر کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی در مخازن پوشش‌دار، کلیرم تا ۸۲ درصد کاهش یافت (۱۹ و ۱۷). راندمان کاهش تبخیر انواع مختلف غشاهای نانومونتاژ شده را ارزیابی کردند. این مونولایرها از شش ترکیب مختلف استتاریل و ستیل الکل با افزودنی‌هایی مانند روغن جوجوبا، اسید استتاریک و هیدروکسید کلسیم تشکیل شده است. این مطالعه از دو جفت تشت تبخیر کلاس A استفاده شد: یک جفت در سطح آب دریاچه چیتگر نیمه شناور بود و دیگری در ساحل قرار داشت. نتایج تجربی نشان داد که تک لایه‌ای حاوی الکل‌های استتاریل تا ستیل ۳:۱ با وزن ۶۰ درصد هیدروکسید کلسیم بهترین عملکرد را داشته و می‌تواند تبخیر را تا ۵۰ درصد در طول عمر سه روزه خود کاهش دهد. این مطالعه نشان داد که در حالی که غشاهای اثرات جانبی قابل‌توجهی بر pH آب دریاچه، کدورت و کل جامدات معلق نداشتند، افزایش جزئی در دمای سطح آب مشاهده شد. می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از این تک لایه‌ها در مناطقی که تبخیر زیاد دارند می‌تواند به مدیریت بهتر منابع آب کمک کند (۱۹). مطالعه بر روی تأثیر اجسام شناور مدولار در مخازن کوچک با ابعاد ۱۳/۵ متر مربع و عمق ۱/۵ متر در حضور سیانوباکترها پرداختند. در این مطالعه ۲ مخزن بدون پوشش و ۶ مخزن با دیسک‌هایی از جنس فوم پوشانده شدند. نتایج نشان داد پوشش‌ها با کاهش شدت نفوذ تابش خورشید موجب کاهش جمعیت فیتوپلانکتون‌ها تا ۶۵ درصد شدند (۱۸). برآورد شده که از دریاچه‌ی سد کرخه، سالانه چیزی در حدود ۴۰۰ میلیون متر مکعب آب تبخیر می‌شود (۱۲ و ۱۳). البته حدود ۵۰ درصد این مقدار در چهار ماه خرداد تا شهریور صورت می‌گیرد بنابراین با توجه به کاهش منابع آبی، استفاده از راه‌های جلوگیری از این هدر رفت ضروری به نظر می‌رسد (۱۴). در پژوهش حاضر، با هدف کاهش تبخیر از مخازن طبیعی در مناطق خشک، تأثیر و کارایی مونولایر بر حوضچه‌های طبیعی به عنوان کاهنده شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت و علاوه بر بررسی کمی پارامترهای شیمیایی و میکروبی نیز در بازه ۲ ماهه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش هم از لحاظ کمی و هم کیفی به عنوان نوآوری پژوهش مطرح می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طراحی و آماده‌سازی حوضچه‌های تبخیر

به منظور انجام آزمایش‌ها در شرایط طبیعی و واقعی از حوضچه‌های طبیعی (شاهد و تیمار) با ابعاد ۲ × ۲ × ۲ متر در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی لرستان مکان‌یابی و ساخته شد (شکل ۲). سپس به منظور عدم نشست، کف و دیواره حوضچه‌ها با پلاستیک‌های گلخانه‌ای دارای ضخامت (۳۰ میکرون) به صورت دو لایه ایزوله گردید (شکل ۳). در ادامه از مخازن ۲۰۰۰ لیتری برای آبدهی حوضچه‌ها استفاده شد با توجه به حجم ۸۰۰۰ لیتری حوضچه‌ها ۴ بار مخازن آبدگیری شد و در حوضچه‌ها تخلیه شدند (شکل ۴). برای اطمینان عدم نفوذ آب به مدت یک هفته بعد از آبدگیری هر روز میزان کاهش عمق آب داده‌برداری شد و این کاهش معادل با میزان تبخیر روزانه بود. برای اندازه‌گیری میزان تبخیر از حوضچه‌ها در چهار ضلع حوضچه‌ها سطح آب علامت‌گذاری شد و هر روز با استفاده از کولیس

کلید ثبت کولیس استفاده می‌کنیم که داده را بدون تغییر در حافظه ثبت می‌کند و امکان برداشت چند عدد به صورت مکرر برای ما فراهم می‌کند (شکل ۵). مراحل کار با کولیس، قبل از شروع کار و استفاده از کولیس دیجیتال باید آن را صفر کرد، اشتباه یا فراموشی در این مرحله ممکن است باعث خطا در اندازه گیری و اشتباه در کار شود. سپس تنظیم کولیس بر واحد میلی‌متر که وقتی بر این اساس تنظیم شود واحد ۰/۰۰۱ میلی‌متر نیز قابل اندازه گیری است. در آخر کارایی حوضچه‌های دارای تیمار در کاهش میزان تبخیر با استفاده از معادله ی (۱) محاسبه گردید.

$$(1) \quad \left(\frac{M_{control} - M_{cover}}{M_{control}} \right) \times 100$$

که در آن:

$M_{control}$ میزان تلفات از مخزن شاهد طی بازه اندازه گیری و M_{cover} میزان تلفات در هریک از پوشش‌ها در همان بازه می‌باشد. مقادیر اندازه گیری شده تبخیر و دمای سطحی آب به صورت $Mean \pm S.d$ ارائه شد. از تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون توکی و دانکن جهت مقایسه میانگین تاثیر پوشش بر کاهش تبخیر و دما استفاده گردید. آزمون توکی روشی که به طور وسیع برای مقایسه‌ی همه جفت میانگین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای اجرای این آزمون ابتدا میانگین تیمارها به صورت افزایشی مرتب و خطای استاندارد هر میانگین به صورت $S = \sqrt{MSE/n}$ معین می‌شود. در سطح معنی داری α و با f درجه آزادی (که برابر درجه آزادی خطا است)، از جدول دامنه‌های معنی دار دانکن به دست می‌آیند. همچنین پارامترهای کیفی آب در راستای استفاده از مونولایر به عنوان ماده افزودنی به آب شرب در طی ۲ ماهه‌برداری، ۱۸ سری نمونه از سه حوضچه دارای مونولایر هگزادکانول و حوضچه شاهد به عنوان مبنای آب شرب دانشکده برداشته و داده‌های حاصل با هم مقایسه شدند. که این پارامترها شامل پارامترهای شیمیایی از جمله کلریم، منیزیم، سختی کل، و پارامترهای میکروبی شامل BOD و COD داده‌برداری شد.

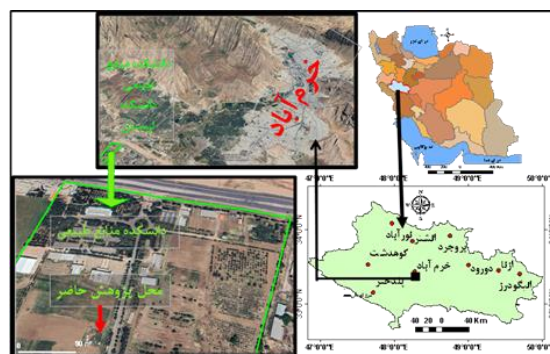


شکل (۲) - از سمت چپ به راست مراحل تهیه‌ی حوضچه ۸ متر مکعبی

دیجیتال (مدل ۱۱۱-۰۰۶-۱۲) میزان کاهش سطح آب از قطعه اولیه ثبت شد. نحوه اندازه‌گیری، نوک پایین کولیس بر قطعه مبنای دیواره حوضچه گذاشته و به سمت پایین نوک پایینی کولیس حرکت داده و وقتی بر سطح آب می‌رسید با زدن دکمه ثبت عدد مورد نظر در حافظه ثبت می‌شد. همزمان بعد از برداشت ارتفاع تبخیر دمای سطحی آب نیز با ترمومتر اندازه گیری می‌شد (۶ و ۷).

منطقه مورد مطالعه

مکان اجرای پژوهش در محوطه‌ی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان می‌باشد این دانشکده در ۱۱ کیلومتری جنوب شهر خرم آباد در زمینی به مساحت ۷۰ هکتار تاسیس شده است. دانشکده کشاورزی دارای مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه و ۴۱ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه و ۸۶ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا با میانگین حداکثر دما ۲۵/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین حداقل آن ۹/۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین دمای سالانه آن ۱۷/۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۴۹۰ میلی‌متر می‌باشد (۱ و ۶). شکل (۱) موقعیت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خرم آباد در ایران و استان لرستان را نشان می‌دهد.



شکل (۱) موقعیت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خرم آباد در ایران و استان لرستان

پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان کاهش تبخیر از طریق مواد شیمیایی می‌باشد. در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ به ترتیب مراحل تهیه حوضچه‌ها، استقرار پلاستیک و آب‌گیری حوضچه‌ها انجام شد. سپس بر روی سه حوضچه مونولایر هگزادکانول که با غلظت ۴۰ گرم در هکتار در اتانول حل شده بود با اسپری بر سطح آب پاشش شد. در شکل ۵ (الف، ب) به ترتیب حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر هگزادکانول را نشان می‌دهد. یک حوضچه به عنوان شاهد و ۳ حوضچه دیگر که دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. به مدت ۶۰ روز از تاریخ ۱ شهریور ۱۴۰۰ تا ۳۰ مهر ۱۴۰۰ در ساعت ۱۰ صبح داده‌برداری انجام شد. جهت داده‌برداری میزان تبخیر در حوضچه‌ها از کولیس دیجیتالی استفاده شد. نحوه کار با کولیس، نوک پایین کولیس به صورت عمودی از خط مبنا به سمت سطح آب حرکت می‌دهیم که این کار را عمق‌سنجی با کولیس دیجیتال می‌گوییم. وقتی نوک کولیس به سطح آب رسید از

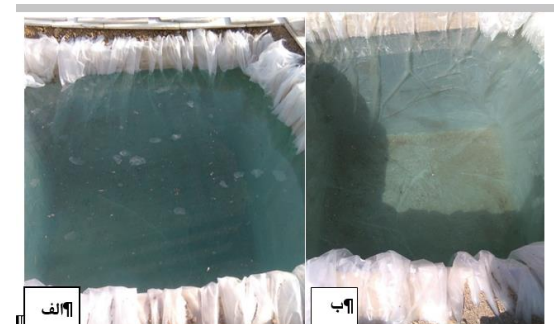
مدل F102B0133 و COD از دستگاه هیتر مانتلی (مدل HI839800) استفاده شد. دستگاه فلیم فتومتر یک دستگاه آزمایشگاهی است که برای اندازه‌گیری غلظت عناصر فلزی در محلول‌ها استفاده می‌شود. این دستگاه بر اساس جذب نور توسط اتم‌ها یا یون‌های فلزی در شعله کار می‌کند. نحوه کار دستگاه فلیم فتومتر به شرح زیر است: ابتدا محلول نمونه را در یک ظرف مناسب قرار دهید. سپس ظرف را در نبولایزر دستگاه فلیم فتومتر قرار دهید. نبولایزر محلول نمونه را به ذرات ریز تبدیل می‌کند. این ذرات ریز به شعله دستگاه فلیم فتومتر هدایت می‌شوند. در شعله، اتم‌ها یا یون‌های فلزی موجود در محلول نمونه جذب نور می‌کنند. مقدار نور جذب شده توسط اتم‌ها یا یون‌های فلزی با غلظت آن‌ها در محلول رابطه مستقیم دارد. دستگاه فلیم فتومتر مقدار نور جذب شده را اندازه‌گیری می‌کند و غلظت فلز را بر اساس آن محاسبه می‌کند. دستگاه فلیم فتومتر برای اندازه‌گیری غلظت عناصر فلزی مختلفی مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، مس، روی، منگنز و غیره استفاده می‌شود. نحوه عملکرد BOD متر یک دستگاه آزمایشگاهی است که برای اندازه‌گیری میزان اکسیژن محلول در آب استفاده می‌شود. این دستگاه از یک سلول اندازه‌گیری و یک الکتروود تشکیل شده است. سلول اندازه‌گیری حاوی آب نمونه است و الکتروود جریان الکتریکی را بین آب نمونه و یک مرجع اندازه‌گیری می‌کند. میزان اکسیژن محلول در آب با کاهش جریان الکتریکی بین آب نمونه و مرجع اندازه‌گیری می‌شود. این کاهش جریان به دلیل واکنش اکسیژن محلول با الکتروود است. نحوه کار دستگاه BOD متر به شرح زیر است: ۱- ابتدا آب نمونه را در سلول اندازه‌گیری دستگاه BOD متر بریزید. ۲- سپس الکتروود را در آب نمونه قرار دهید. ۳- دستگاه را روشن کنید و اجازه دهید تا به دمای اتاق برسد. ۴- دکمه اندازه‌گیری را فشار دهید. دستگاه به مدت چند دقیقه اندازه‌گیری را انجام می‌دهد و سپس نتیجه را روی صفحه نمایش نشان می‌دهد. نتیجه اندازه‌گیری BOD متر با واحد میلی گرم در لیتر (mg/L) بیان می‌شود. دستگاه هیتر مانتلی برای اندازه‌گیری COD استفاده می‌شود. زیرا می‌تواند نمونه را در دمای ثابت ۲۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت گرم کند. این دما و زمان برای اکسیداسیون کامل مواد آلی موجود در نمونه کافی است. مراحل اندازه‌گیری COD با دستگاه هیتر مانتلی به شرح ذیل است: ابتدا نمونه را در یک ظرف شیشه‌ای مناسب قرار دهید. سپس ظرف را با یک مایع محافظ بپوشانید. ظرف را در محفظه دستگاه هیتر مانتلی قرار دهید. دمای دستگاه را روی ۲۵۰ درجه سانتیگراد تنظیم کنید. اجازه دهید دستگاه به مدت ۵ ساعت کار کند. پس از اتمام زمان، نمونه را از دستگاه خارج می‌کنیم.



شکل (۳) - مراحل استقرار پلاستیک دولایه در حوضچه (از سمت چپ به سمت راست)



شکل (۴) - مراحل آبگیری حوضچه با مخزن ۲۰۰۰ لیتری (از سمت چپ به سمت راست)



شکل (۵) - حوضچه دارای مونولایر هگزادکانول (سمت چپ)، حوضچه شاهد (سمت راست)

ترمومتر:

ترمومتر تماسی مدل (TM-100) که با نام دماسنج آزمایشگاهی نیز شناخته می‌شود یکی از انواع تجهیزات آزمایشگاهی است که برای اندازه‌گیری دمای اجسام و مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد، که روش‌های اندازه‌گیری دما به دو صورت تماسی و غیر تماسی است (۴ و ۵). در روش‌های تماسی از تماس یک سنسور که می‌تواند ترموکوپلی باشد استفاده می‌شود. که در این پژوهش از ترمومتر تماسی استفاده شد (شکل ۶).

سنجش پارامترهای کیفی

برای اندازه‌گیری کلسیم، منیزیم با دستگاه فلیم فتومتر (شکل ۴ مدل انگلستانی (BWB)، جهت بررسی BOD از BOD متر (مدل

تبخیر	بین گروه ها	۲/۲۳۳۶	۹	۹۴	۱۳۳۰	۰۰
درون گروه ها	۱۰۶۹	۶۴	۱۵/۴			
جمع کل	۷۳		۱۷/۵			۰۰
دما	بین گروه ها	۴۶	۹			
درون گروه ها	۳۹	۶۴	۰/۳			
جمع کل	۷۳					

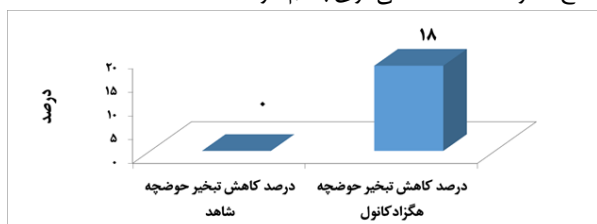
نتایج این آزمون به منظور بررسی تأثیر پوشش ها بر میانگین تبخیر در جدول (۴) آورده شده است. نتایج مقایسه میانگین تأثیری پوشش مونولایر بر میزان تبخیر نشان داد که پوشش در گروه های مختلف آماری قرار گرفتند. بر این اساس، تشک شاهد بیشترین مقدار تبخیر را در بین دیگر حوضچه ها داشته، در حالی که حوضچه های پوشیده شده با هگزادکانول کمترین مقدار تبخیر را نشان داد. تمام زوج پوشش ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با هم دارند.

جدول (۴) - نتایج آزمون های مقایسه میانگین تأثیر

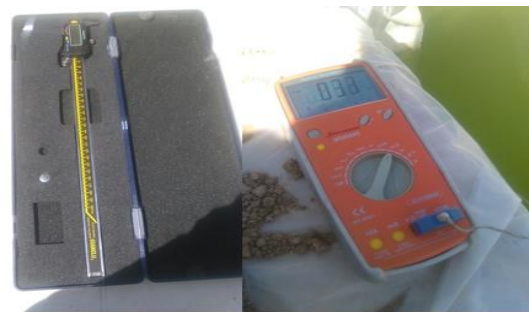
آزمون	پوشش ها	توکی
تشتک پوشیده شده با هگزادکانول	۱	۴
	۳۸	
تشتک شاهد		۸۸

نمودار تجمعی و درصد کنترل تبخیر در مدت زمان یاد شده در مونولایر در شکل های (۸ و ۹) نمایش داده شده است. در نمودار (۹) سطح زیر منحنی مربوط به حوضچه شاهد، پتانسیل کل حجم تبخیر صورت گرفته را در شرایط طبیعی نمایش می دهد. سطح زیر سایر منحنی های مشاهده شده در نمودار نیز برابر با حجم آب تلف شده در حوضچه های پوشیده شده با مونولایر است، که به صورت میانگین گیری از سه حوضچه در نمودارهای ارائه شده وارد شده است. بر این اساس، مساحت بین هر منحنی تا منحنی شاهد برابر با میزان ذخیره آب یا حجم کاهش تبخیر ناشی از اعمال پوشش با مونولایر است. میزان درصد کاهش تبخیر مربوط به تشک پوشیده شده با مونولایر اکتادکانول با ۱۸ درصد به دست آمده است.

بر میزان تبخیر نشان داد که پوشش در گروه های مختلف آماری قرار گرفتند. بر این اساس، تشک شاهد بیشترین مقدار تبخیر را در بین دیگر حوضچه ها داشته، در حالی که حوضچه های پوشیده شده با هگزادکانول کمترین مقدار تبخیر را نشان داد. تمام زوج پوشش ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با هم دارند.



شکل (۸) - نمودار درصد کاهش تبخیر از سه حوضچه تحت پوشش مونولایرها و شاهد



شکل (۶) - کولیس دیجیتالی (سمت چپ)، سمت راست ترمومتر



شکل (۷) - دستگاه فلیم فتومتر برای اندازه گیری کاتیون و آنیون آب

نتایج:

کارایی مونولایر در حوضچه ها:

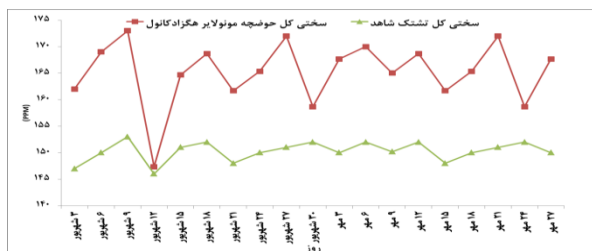
مقادیر میانگین و انحراف استاندارد، واریانس، مینیمم و ماکزیمم پارامترهای تبخیر در جدول ۲ آورده شده است. همان گونه که مشاهده می گردد مقادیر تبخیر در نمونه های اندازه گیری شده متفاوت است. این امر تأثیر مثبت استفاده از مونولایر را در کاهش تبخیر نشان می دهد. بر اساس مقادیر نسبت پراش، در جدول (۳) بین پوشش های مختلف از نظر میزان تبخیر و دما در سطح احتمال ۹۵ درصد اختلاف معناداری دارد. در ادامه جهت تشخیص تفاوت بین میانگین تبخیر و دما هر یک از زوج پوشش ها از آزمون توکی در سطح اطمینان ۰/۰۵ استفاده شد.

جدول ۲- آماره های تبخیر در گروه های مختلف در بازه

تبخیر حوضچه هگزادکانول (میلی متر)	تبخیر حوضچه شاهد (میلی متر)
۲/۶	۸/۸
۰/۱	۰/۲
۰/۴	۱/۳
۰/۲	۱/۸
۱/۶	۵/۲
۳/۵	۱۱/۶

جدول ۳- انحراف واریانس یک سویه برای بررسی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	آماره F	میانگین مربعات	نسبت پراش
--------------	--------------	------------	---------	----------------	-----------



شکل (۱۲) - تغییرات سختی کل در حوضچه شاهد و حوضچه - های دارای مونولایر هگزادکانول

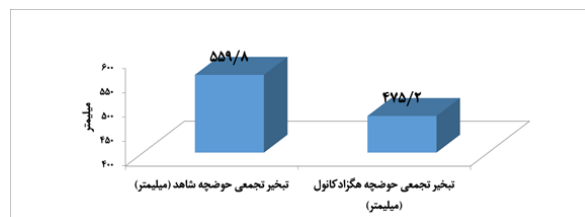
ارزیابی کیفیت میکروبی (COD و BOD) حوضچه‌های

دارای مونولایر با حوضچه شاهد

BOD¹ یا اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی یک پارامتر مهم در کیفیت آب است که نشان دهنده میزان مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی موجود در آب است. مواد آلی موجود در آب توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه می‌شوند و این فرآیند باعث مصرف اکسیژن می‌شود. بنابراین، BOD آب نشان دهنده میزان اکسیژنی است که میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه مواد آلی موجود در آب مصرف می‌کنند. میزان افزایش BOD در آب ساکن به عوامل مختلفی مانند میزان مواد آلی ورودی به آب، دمای آب، غلظت اکسیژن محلول در آب و نوع میکروارگانیسم‌های موجود در آب بستگی دارد. در آب‌های با میزان مواد آلی ورودی بالا، BOD به سرعت افزایش می‌یابد. همچنین، در آب‌های گرم، میکروارگانیسم‌ها سریعتر عمل می‌کنند و این امر نیز باعث افزایش BOD می‌شود. در آب‌های با غلظت اکسیژن محلول کم، میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه مواد آلی اکسیژن بیشتری مصرف می‌کنند و این امر نیز باعث افزایش BOD می‌شود. مونولایر هگزادکانول از الکل‌های چرب ترکیبات آلی طبیعی هستند که در منابع مختلف مانند روغن و چربی، محصولات غذایی، محصولات آرایشی و بهداشتی و همچنین در محیط زیست یافت می‌شوند. اثرات الکل‌های زنجیره بلند (C₁₆-C₁₈) بر BOD آب با افزایش غلظت الکل‌های زنجیره بلند در آب، BOD آب به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. در این مطالعه، غلظت ۴۰ میلی گرم در هکتار الکل‌های زنجیره بلند، BOD آب را حدود ۲ درصد نسبت به حوضچه شاهد افزایش داد.

عملکرد مونولایر بر COD آب

COD² یا اکسیژن مورد نیاز شیمیایی یک پارامتر مهم در کیفیت آب است که نشان دهنده میزان مواد آلی قابل اکسیداسیون موجود در آب است. مواد آلی موجود در آب توسط اکسیژن اکسید می‌شوند و این فرآیند باعث مصرف اکسیژن می‌شود. بنابراین، COD آب نشان دهنده میزان اکسیژنی است که برای اکسیداسیون مواد آلی موجود در آب مصرف می‌شود. اثر COD در آب به این شرح است: کاهش کیفیت آب، COD بالا نشان دهنده وجود مواد آلی زیاد در آب است. این مواد آلی می‌توانند باعث کاهش کیفیت آب شوند. کاهش کیفیت آب می‌تواند منجر به مشکلاتی مانند کاهش اکسیژن محلول، رشد جلبک‌ها و سایر موجودات زنده مضر، و کاهش توانایی آب برای تصفیه طبیعی شود.



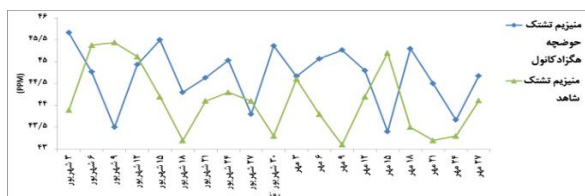
شکل (۹) - تجمعی میزان تبخیر از میانگین سه حوضچه تحت پوشش مونولایرها و شاهد

روند تغییرات پارامترهای شیمیایی کیفیت آب

روند تغییرات سختی کل در حوضچه شاهد و حوضچه

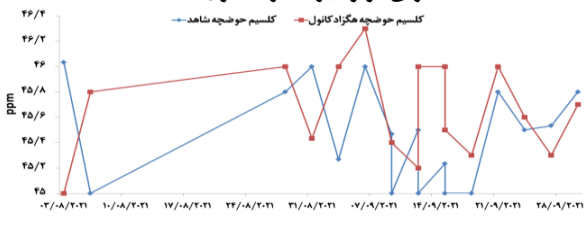
دارای مونولایر هگزادکانول

سختی به‌طور عمده بر پایه دو فلز منیزیم و کلسیم سنجیده می‌شود. به‌طور کلی عوامل سختی کاتیون‌ها می‌باشند. یون‌هایی مانند آلومینیم، آهن، منگنز و روی، کلر در سختی آب شرکت می‌کنند ولی کلسیم و منیزیم به مقدار زیاد هستند و کاتیون‌های دیگر یا نیستند یا به مقدار بسیار کم هستند (۷). سختی کل (TH) مجموع مقدار کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) است. مطابق با شکل (۱۰) و (۱۱) با افزایش محسوس در میزان کلسیم و منیزیم در حوضچه‌های دارای ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول میزان سختی آب نیز روند افزایشی مطابق با شکل (۱۳) در حوضچه دارای ترکیب مونولایر خواهد داشت.



شکل (۱۰) - تغییرات منیزیم در حوضچه شاهد و حوضچه‌های

دارای مونولایر هگزادکانول



شکل (۱۱) - تغییرات کلسیم در حوضچه شاهد و حوضچه‌های دارای مونولایر هگزادکانول

² (Chemical Oxygen Demand)

¹ (Biochemical Oxygen Demand)

افزایش می یابد. بنابراین، بهتر است غشا در ساعات اولیه روز تشکیل شود.

۲- طبق شکل (۱۱) میزان کل تبخیر دو ماهه در منطقه ی مورد مطالعه ۵۵۹ میلیمتر که بیانگر تبخیر پتانسیل یا کل تبخیری که می توانسته در طول ۲ ماهه اتفاق بیفتد اما تشنگی های دارای مونولایر هگزادکانول با میزان تبخیر ۴۷۵ میلیمتر دارای کاهش ۱۸ درصدی نسبت به تشنگی شاهد می باشد. اختلاف بین تشنگی شاهد و تشنگی دارای مونولایر هگزادکانول زمانی که در سطح تشنگی ضرب شود حجمی معادل با ۳۳۶ لیتر آب ذخیره در بازه ۲ ماهه که این میزان در سطوح وسیع حجم قابل توجهی را به خود اختصاص می دهد.

۳- تحقیق مربوطه از نظر نوع مواد شیمیایی مورد استفاده در حوضچه-هایی که از طریق گل اندود کردن و استفاده از پلاستیک هایی با قطر ۵۰ نانومتری برای اولین بار در ایران استفاده شده است به عبارت ساده تر در سوابق تحقیق مشخص شده است که تحقیقی دیگری با استفاده از امکانات پولی و مالی بیشتر از حوضچه های بتونی استفاده کرده اند در صورتی که در تحقیق حاضر برای صرفه جویی در هزینه ها و کاهش وقت از مواد ذکر شده برای طراحی حوضچه ها استفاده شده علاوه بر این از نظر ابعاد نیز با سایر کارهای تحقیقاتی انجام شده متفاوت می-باشد به طوری که حجم هر یک از حوضچه های طراحی شده در حدود ۸۰۰۰ لیتر بوده است.

۴- با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق مذکور استفاده از ماده ی شیمیایی مورد نظر باعث شده است که میزان تبخیر بیش از ۱۸ درصد در طول روز کاهش یابد زیرا متوسط تبخیر نمونه ی شاهد در حدود ۸۸ میلیمتر ولی با کاربرد ماده شیمیایی این میزان به ۱۰۸ میلیمتر تقلیل یافته است. بنابراین در هر روز به طرز متوسط در سطح ۴ متر مربعی حوضچه های مورد استفاده در حدود ۷۲ لیتر آب از تلفات هیدرولوژیکی در امان مانده و به عبارت دیگر ذخیره شده و در طول دوره عملیات میدانی (۶۰ روزه) این میزان به ۴۳۲۰ لیتر افزایش می یابد. با توجه به این که وجود آب به عنوان یک عنصر حیاتی بوده تعیین ارزش ربالی آن همواره دارای مشکلات خاص خود می باشد و با فرض این که هر لیتر آب که از این طریق از دسترس تبخیر خارج و در محیط ذخیره شده و دارای قابلیت بهره برداری می باشد. همچنین لازم به یادآوری است که قیمت ماده شیمیایی مورد استفاده در بازار در حدود ۵ هزار تومان در هر گرم بوده و با توجه به این که در کل بازه زمانی تحقیق در حدود ۱۵ گرم از این ماده استفاده شده است بنابراین کل مبلغ ماده ی شیمیایی مورد استفاده در حدود ۷۵ هزار تومان بوده است برای مقایسه-ی قیمت آب ذخیره شده و ماده ی شیمیایی مصرف شده در صورتی که قیمت آب ذخیره شده از طریق کاربرد روش مذکور قیمت هر لیتر آب در حدود ۱۰۰ تومان (پایین ترین سطح) در نظر گرفته شود ارزش اقتصادی آب ذخیره شده (۴۳۲۰ لیتر) در حدود ۴۳۲۰۰۰ تومان می باشد بنابراین نسبت سود به هزینه $\left(\frac{432000}{75000}\right)$ در حدود ۲۸ می باشد و این نسبت نشان دهنده ی آن می باشد که پروژه مورد نظر دارای توجیه اقتصادی بوده و قابلیت تکرار در سطوح گسترده را دارد.

پیشنهادها

مشکلات بهداشتی مواد آلی موجود در آب می توانند منبع آلودگی های بهداشتی باشند. این آلودگی ها می توانند باعث بیماری های مختلفی در انسان و سایر موجودات زنده شوند اثرات زیست محیطی: مواد آلی موجود در آب می توانند اثرات زیست محیطی منفی داشته باشند. این مواد می توانند باعث مرگ و میر آبزیان و سایر موجودات زنده شوند. همچنین، می توانند باعث اختلال در اکوسیستم های آبی شوند. در این مطالعه اثرات الکل های زنجیره بلند ($C_{16}-C_{18}$) مانند مونولایر هگزادکانول بر COD آب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که با افزایش غلظت الکل های زنجیره بلند در آب COD آب به طور قابل توجهی افزایش می یابد. در این مطالعه، غلظت ۴۰ میلی گرم در هکتار الکل های چرب های COD آب را حدود ۴ درصد نسبت به حوضچه شاهد افزایش داد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش که با استفاده از الکل های سنگین و به منظور کاهش مقدار تبخیر صورت گرفت به شرح زیر است:

۱- نتایج نشان می دهد با استفاده از الکل های چرب از جمله هگزادکانول و نحوه اجرای صحیح آن، می توان تا ۱۸ درصد از میزان تبخیر را کاهش داد. با توجه به بررسی سوابق تحقیقی انجام شده در این باره که این گونه مواد شیمیایی با توجه به خاصیت مونولایر بودن آن ها به محض این که در سطح آب قرار می گیرند این نوع الکل های چرب در سطح مایع پخش شده و دامنه ی فعالیت آن ها محدوده ی معینی را در بر می گیرد. با توجه به بررسی سوابق تحقیقی نجانبیان در سال ۲۰۲۲، انجام شده در این باره که این گونه مواد شیمیایی با توجه به خاصیت مونولایر بودن آن ها به محض این که در سطح آب قرار می گیرند این نوع الکل های چرب در سطح مایع پخش شده و دامنه ی فعالیت آن ها محدوده ی معینی را در بر می گیرد (۶۰). با استفاده از این الکل ها و نحوه اجرای صحیح آن، می توان ۴۰ تا ۵۵ درصد از میزان تبخیر را کاهش داد. همچنین با افزایش غلظت از ۲۰ تا ۴۰ گرم بر هکتار میزان کاهش تبخیر نیز بیشتر می شود. بهتر است از این الکل ها هر سه روز یکبار و در صبح و اواخر بعد از ظهر استفاده شود. زیرا بعد از دو روز مشاهده شد که بخش بزرگی از غشاء پخش شده بر روی سطح آب کاملاً از بین رفته است [۴۳]. در نتایج رضازاده تشنگی دارای ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول هر ۳ روز یکبار ست می شد اما تشنگی شاهد هر روز ساعت ۱۰ صبح ست می شد (ست شدن: قرار گرفتن نوک قلاب گیج در سطح آب). تشنگی دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول در روز اول کنترل تبخیر قابل توجهی داراست اما در اواخر روز سوم به دلیل از بین رفتن بخشی از مونولایر در اثر تابش و سرعت باد نیاز به تمدید داشت به همین دلیل در روز چهارم همزمان با ست کردن تشنگی شاهد تشنگی های دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول نیز ست می شدند و مونولایر بر سطح آب باز در بخش های نیاز به تمدید اسپری می شدند. مطابق نتایج ابراهیمیان توصیه می شود مونولایر در ساعات خنک تر و آرام تر روز روی آب پخش شود، زیرا مونولایرها باعث کاهش امواج و کاهش اثرات مخرب باد می شود. از مطالعات هواشناسی مشخص است که باد و دما در ساعات بعد از ظهر

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی: ناصر طهماسبی پور، محسن عادلی، حسین زینی وند

روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: صدیقه ابراهیمیان
نظارت و نگارش نهایی: ناصر طهماسبی پور، محمد طهماسبی پور

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

جهت مقابله با معطل کمبود آب و تلافی آب از طریق تبخیر استفاده انواع مونولایرها در غلظت‌های متغییر پیشنهاد می‌دهم.

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

همکاری مشارکت‌کنندگان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان بوده است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

References

- 1 Abass Dawood K, Lafta Rashir F, Hashim A. Reduction evaporation losses from water reservoirs. International journal of Energy and Environmental research. 2013;vol. 1, no. 1, pp. 23-29.
- 2 Abdallah A, Parihar C, Patra S, Nayak H, Saharawat Y, Singh, U. Critical evaluation of functional aspects of evaporation barriers through environmental and economics lens for evaporation suppression-a review on milestones from improved technologies.2021. Science of The Total Environment:147800.
- 3 Bakhtiar Dashtaloui ,M. Effect of evaporation suppression floating covers on chemical and biological water quality parameters. Isfahan University of Technology.2021.85.
- 4 EbrahimianS, TahmasabipourN, Adeli M, Zainivand H. Evaluating methods of reducing evaporation through the combined methods of floating balls and monolayer in class (A) pan (case study of Khorram Abad city). Journal of Water Resources Research.2023. 4:75 87.
- 5 Ebrahimian,S, TahmasabipourN, Adeli M, Zainivand H.. Evaluating methods of reducing evaporation in laboratory levels through physical methods of two- and six-hole floating balls (Khorramabad case study). "New Approaches in Water and Environmental Engineering".2023.1(2):10-18.
- 6 Hudson N.W. Soil and water conservation in semiarid regions. FAO Land and Water Conservation Service, Rome.1987. 256 p.
- 7 Herweijer C, Seager R. The global footprint of persistent extra-tropical drought in the instrumental era, International Journal of Climatology,2008. 28(13):pp1761-1774.
- 8 Ikweiri f.s, Gabril H, Jahawi M, Almatrdi Y. "Evaluating the evaporation water loss from the Omar Muktaropen water reservoir" Twelfth International Water Technology Conference, IWTC12 Alexandria, Egypt.2008.
- 9 Mazheri A. Evaporation reduction from water storage pools using floating covers, master's thesis, Isfahan University of Technology, Faculty of Agriculture.2015.
- 10 Maestre-Valero J, Martínez-Alvarez V, Nicolas E. Physical, chemical and microbiological effects of suspended shade cloth covers on stored water for irrigation. Agricultural water management. 2013;118:70-8.
- 11 Mady B, Lehmann P, Gorelick SM, Or D. Distribution of small seasonal reservoirs in semi-arid regions and associated evaporative losses. Environmental Research Communications. 2020;2(6):061002.
- 12 Nejatian A, Mohammadi M. M. Doulabi. A. iraji zad. Evaporation Mitigation Assessment by Self-assembled Nano-thickness Films in Shallow Fresh Water Lake Using Fixed and Semi-Floating Pans.August .Environmental Processes.2022.9(3).
- 13 Panjabi K, Rudra R, Goel P. Evaporation Retardation by Monomolecular Layers: An Experimental Study at the Aji Reservoir (India). Open Journal of Civil Engineering, 2016.6: 346-357.
- 14 Rezazadeh A, Akbarzadeh M, Aminzadeh M. The Effect of Floating Balls Density on Evaporation Suppression of Water

- Reservoirs in the Presence of Surface Flows. *Journal of Hydrology*.2020. 591(1):125323.
- 15 Silva C, González D, Suárez F.“An experimental and numerical study of evaporation reduction in a salt-gradient solar pond using floating discs,” *Solar Energy*.2017. vol. 142, pp. 204-214.
- 16 Saggai S. & Bachi O.E.K..”Evaporation Reduction from Water Reservoirs in Arid Lands”,Using Monolayers: Algerian Experience1. ISSN 0097-8078, *Water Resources*, 2018, Vol. 45, No. 2, pp. 280–288. © Pleiades Publishing, Ltd.
- 17 Shalaby MM, Nassar IN, Abdallah AM. Evaporation suppression from open water surface using various floating covers with consideration of water ecology. *Journal of Hydrology*. 2021;598:126482.
- 18 Zamani S. and M. Rahimzadegan M. 2018. Mapping dam lake evaporation using SEBAL evapotranspiration model Case study: Amir Kabir Dam. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)* 27(106): 57-69. (in Farsi).
- 19 Gao, Y., D. Long and Z. Li. 2008. Estimation of daily evapotranspiration from remotely sensed data under complex terrain over the upper Chao River basin in north China. *International Journal of Remote Sensing* 29(11): 3295-3315.
- 20 Zhang, H., S. M. Gorelick, P. V. Zimba and X. Zhang. 2017. A remote sensing method for estimating regional reservoir area and evaporative loss. *Journal of Hydrology* 555: 213-227. 21.