نشریه علمی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال هفدهم- شماره ٦٣- زمستان ١٤٠٢

Vol. 17, No. 63, Winter 2024

ارزیابی اثرات مواد شیمیایی کاهش تبخیر در سطوح آزمایشگاهی بر میزان کیفیت آب (مطالعه موردی مناطق نیمه‌خشک کوهستانی)

صدیقه ابراهیمیان[1]، ناصر طهماسبی‌پور[2*]، محسن عادلی[3]، حسین زینی‌وند[4] و محمد طهماسبی‌پور[5]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۰/۰۷

DOI: 10.22034/17.63.91

چکیده

تبخیر یکی از دلایل عمده هدررفت آب و فشار به منابع آب محسوب می‌شود که تلاش برای کاهش میزان آن تحت شرایط مختلف در کنار ارائه راهکارهای عملی و بررسی تأثیر این روش‌ها بر کیفیت آب، حائز اهمیت است. در این راستا منطقه مورد تحقیق محدوده‌ای از حوضه آبخیز چم انجیر در شهرستان خرم آباد لرستان انتخاب شد. در پژوهش حاضر که با هدف ارزیابی اثرات شیمیایی کاهش تبخیر بر میزان کیفیت آب از الکل‌های چرب (ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول) در تشتک‌های تبخیر کلاس A در قالب سری زمانی ۱۰ ساعت روزانه به مدت ۲ ماه از ۱۴۰۰/۵/۱ تا ۱۴۰۰/۶/۳۰ انجام شد. همچنین تغییرات پارامترهای کیفی آب شامل اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، غلظت اکسیژن محلول به صورت روزانه از عمق ۱۰ سانتی‌متری در طول دوره آماری مذکور مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر تبخیر اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت. نسبت پراش این آزمون در سطح ۵ درصد به لحاظ تغییرات میزان تبخیر و دما اختلاف معناداری داشتند. نتایج به دست آمده نشان داد تبخیر تجمعی در بازه دو ماهه در تشتک شاهد ۵۳۷ میلی‌متر و تشتک دارای ترکیب مونولایر با ۳۹۸ میلی‌متر، در حدود ۲۷ درصد از میزان تبخیر را کاهش می‌دهد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نمونه‌برداری پارامترهای کیفیت شیمیایی آب از آزمون انحراف واریانس یک سویه با آزمون میانگین توکی و دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. نتایج میانگین پارامترهای منتخب کیفی شامل pH، EC، اکسیژن محلول در دو تشتک شاهد و دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده کاهش ٦/٤ درصدی pH، کاهش ٤ درصدی EC ، کاهش ۵ درصدی اکسیژن محلول در تشتک دارای مونولایر ترکیب مذکور نسبت به تشتک شاهد بوده است.

کلیدواژه‌ها: *کنترل تبخیر، مونولایر، کیفیت، تشتک کلاس A*

مقدمه

کمبود آب از جمله مهمترین چالش‌های قرن حاضر بوده و در بسیاری از امور حیاتی مانند تأمین غذا، انرژی، امنیت و محیط زیست تأثیرگذار است [۱]. پیشرفت جوامع بشری، رشد جمعیت، گسترش نیازهای کشاورزی و صنعتی از یک سو و افزایش دمای جهانی، تغییر الگوهای بارش و خشکسالی‌های پی در پی از سوی دیگر کمبود منابع آب شیرین را تشدید نموده است [۲و۳]. به گونه‌ای که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ حداقل یک نفر از چهار نفر در جهان با کمبود آب شیرین مواجه شود [۵ و٤]. در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران [۷ و۱۳]، به علت دسترسی محدود به منابع آب پایدار، در سال‌های اخیر احداث مخازن روباز برای ذخیره آب شیرین در فصول پربارش افزایش یافته است [۹ و۸ ،۲۰]. به دلیل دمای هوای بالا و رطوبت نسبی پایین، برخی برآوردها نشان از هدررفت نیمی از حجم آب ذخیره شده در مخازن کوچک به واسطه تبخیر دارد [١٤و١٠، ١١]. به این ترتیب تبخیر یکی از دلایل عمده هدررفت آب و فشار به منابع آب محسوب می‌شود که تلاش برای کاهش میزان آن تحت شرایط مختلف در کنار ارائه راهکارهای عملی و بررسی تأثیر این روش‌ها بر کیفیت آب، حائز اهمیت است. ذخیره آب در پشت سدها، میزان زیاد تبخیر را نیز به همراه خواهد داشت. میزان آبی که از مخازن سدها در مقیاس جهانی به صورت تبخیر هدر می‌رود از مجموع آب مورد نیاز صنعت و شرب بیشتر است [۲۳،۲۰]. با این‌حال، این حجم زیاد آب تلف شده به دلیل پیچیدگی‌هایی که در برآورد تلفات وجود دارد، فقط

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران
۲- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه لرستان، ایران و نویسنده مسول: tahmasebi.n@lu.ac.ir
۳- استاد، گروه شیمی آلی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، ایران
٤- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه لرستان، ایران
۵- دانشیار، دانشکدگان فناوری‌های میان رشته‌ای، دانشکده سامانه‌های هوشمند، دانشگاه تهران، ایران

در شیوه‌های مدرن مدیریت منابع آب مورد توجه قرار می‌گیرد [۱۵و۱۷]. نتایج یک تحقیق جامع در استرالیا نیز نشان می‌دهد که سالانه حدود ٤٠ درصد از آب موجود در مخازن مختلف آب در این کشور تبخیر می‌شود [٦]. در الجزایر که ۸۰ درصد کشور خشک است، با توجه به اهمیت استفاده بهینه از منابع آب تجدیدپذیر، حدود ۷۰ سد با ظرفیت ۷/٤ میلیارد مترمکعب وجود دارد. یکی از بزرگترین مشکلات آب سدها در الجزایر میزان زیادی از دست دادن آب در اثر تبخیر به دلیل سرعت بالای تبخیر است. بنابراین، استفاده از روش‌های کاهش تبخیر بسیار مورد نیاز است [۲۲،۱۹]. از جمله استراتژی و راهکارهای مهم که امروزه در بحث منابع آبی روباز جهت حفاظت از آب در جهان مطرح است، کاهش تلفات تبخیر از این سطوح است [١٤]. کنترل تبخیر از سطوح آب با استفاده از روش‌های مختلف، راه‌حل مهمی در حفاظت از آب بوده و در بسیاری از موارد از جمع‌آوری و ذخیره همان مقدار آب از منابع دیگر اقتصادی‌تر است [١٦]. کاهش تبخیر از بندهای کوچک، که در این تحقیق از روش بیولوژیکی برای کنترل تبخیر استفاده شده است، گیاهان در روش بیولوژیک اگر چه به منظور کاهش تبخیر آب هستند اما راندمانی به مراتب پایین‌تر از سایر روش‌ها داشته و به خصوص برای منابع آبی بزرگ اصلاً توصیه نمی‌شود. روش‌های ساختاری نیز مربوط به طراحی مخازنی با عمق بیشتر و سطح کمتر، استفاده از بادشکن و موج‌شکن و تقسیم سطوح بزرگ مخازن به سطوح کوچک‌تر جهت کاهش تأثیر تشدیدکننده باد در تبخیر آب هستند [۱۸]. در شمال شیلی، تحقیقی با عنوان، تأثیر سیستم آبگرمکن‌های خورشیدی و سلول فتوولتائیک در کاهش تبخیر مورد بررسی قرار داد [۲۱]. در این تحقیق، طی ۸ ماه به این نتایج دست یافت، حوضچه پوشیده شده با سیستم‌های نامبرده کاهش ۹۰ درصدی تبخیر را در مقایسه با حوضچه فاقد پوشش نشان داده است. علاوه بر این سلول‌های فتوولتائیک موجود در سیستم‌های گرمایشی قادر به تولید بیش از ٦٨ وات بر مترمربع جریان الکتریسته بودند [۲۱]. در تحقیقی کارایی سه نوع توپ با ترکیب مونولایر هگزادکانول به عنوان پوشش کاهنده تبخیر مورد بررسی قرار گرفت. توپ‌های مورد استفاده شامل سه نوع توپ دو روزنه و شش روزنه و بدون روزنه با قطر ۷ سانتی‌متر از جنس پروپیلن بودند. به منظور بررسی عملکرد این پوشش‌ها در کاهش تبخیر تشتک‌های کلاس A به مدت ۲ ماه از ۱٤۰۰/٦/۱ تا ۱٤۰۰/۷/۳۰ بررسی شدند. نتایج به دست آمده نشان داد ترکیب مونولایر هگزادکانول و توپ‌های بدون روزنه با کارایی ۸٦/۷ درصد بیشترین سهم را در کاهش تبخیر داشتند در حالی که ترکیب مونولایر هگزادکانول و توپ‌های دو روزنه و شش روزنه با کارایی ٥۹/٦ و٥٦/۷ درصد در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند [٦،۷]. در دریاچه پر شور ارومیه که افت قابل‌توجهی را تجربه کرده است، تبخیر تنها خروجی آب بوده است. داده‌های پانزده ساله تبخیر آب شور روزانه جمع‌آوری‌شده در نزدیکی دریاچه نشان می‌دهد که تقریباً ۷۱ درصد از تبخیر سالانه از ماه می تا سپتامبر، حدود ٤/۱٥ میلیارد مترمکعب در سال رخ داده است. برای کاهش این اتلاف آب، سه پوشش لایه‌ای الکل‌های چرب استئاریل و ستیل با اسیداستئاریک در حلال‌های هگزان، استئاریل و ستیل الکل با پودر اسیداستئاریک، و استئاریل و ستیل الکل در حلال‌های اتانول روی تشت‌های تبخیر آزمایش شدند. تشتک‌های مجاور در ماه جولای، زمانی که دریاچه بالاترین میزان تبخیر را داشت. نتایج ٦۰ ساعت آزمایش برای هر آزمون نشان داد که پوشش متشکل از استئاریل و ستیل الکل با اسیداستئاریک در هگزان بهترین عملکرد را داشته و می‌تواند تبخیر را تا حدود ٥۲ درصد کاهش دهد. این نشان می‌دهد که استفاده از این پوشش برای دریاچه ارومیه به مدت ٥ ماه در سال می‌تواند تبخیر دریاچه را حدود ۱/٥ میلیارد مترمکعب کاهش دهد که بیشتر از کل عرضه سالانه رودخانه اصلی که به دریاچه می‌ریزد است [۱۲]. در پژوهش حاضر، با هدف کاهش تبخیر از مخازن در مناطق نیمه‌خشک تأثیر و کارایی ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول به عنوان کاهنده شیمیایی و کارایی مونولایر علاوه بر کنترل تبخیر بر کیفیت آب نیز مورد بررسی قرار گرفت.

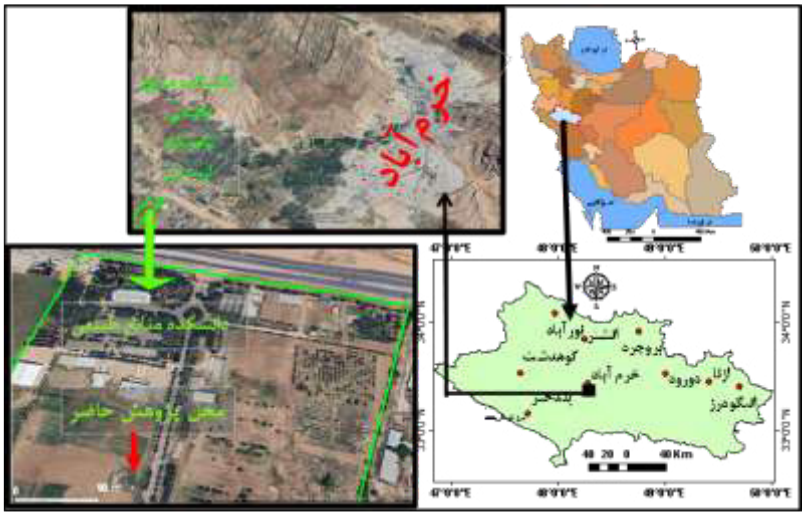
مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

مکان اجرای پژوهش در محوطه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان است. مختصات جغرافیایی منطقه مذکور ٤٨ درجه و ۱٥ دقیقه و ٤۱ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۲٦ دقیقه و ۸٦ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا میانگین حداکثر دما ۲٥/٥ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل آن ۹/٤ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای سالانهٔ آن ۱۷/٤ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ٤۹۰ میلی‌متر است [۸]. شکل (۱) موقعیت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خرم آباد درایران و استان لرستان را نشان می‌دهد.

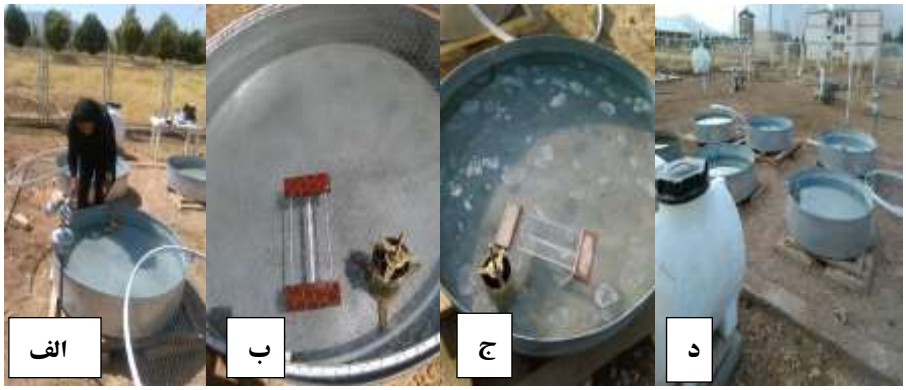
روش تحقیق

برای بررسی کارایی مونولایر مورد استفاده در کاهش تبخیر از سطح آزاد آب، از روش شیمیایی استفاده شد [۱۱]. ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول با غلظت ٤۰ گرم در هکتار در اتانول حل شده و در اسپری‌های ۱۰۰ سی‌سی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به تحقیقات گذشته [٦،۳]، دوام مونولایرها بعد از ۳ روز به دلیل تأثیرگذاری عوامل جوی چون سرعت باد و دمای بالا کاهش یافته و میزان تبخیر از سطح دارای مونولایر افزایش می‌یابد به همین دلیل در ابتدای روز چهارم مناطق از هم گسیخته مونولایر دوباره تمدید شد [١٤]. نحوه اسپری کردن مونولایر که با اسپری ۱۰۰ سی‌سی و با قرارگرفتن در خلاف جهت باد بر سطح تشتک اسپری می‌شود در شکل (۲) ارائه شده است. این پژوهش به مدت ٦۰ روز از تاریخ ۱٤۰۰/٦/۱ تا ۱٤۰۰/۷/۳۰ انجام گرفت که روزانه از ۸ صبح تا ٦ بعد از ظهر داده‌برداری ساعتی به مدت ۱۰ ساعت در طول روز برای بررسی روند تغییرات میزان تبخیر در بازه‌های ساعتی انجام گرفت.



شکل ۱- موقعیت دانشکده منابع طبیعی خرم‌آباد در ایران و استان لرستان

Fig 1. Location of Natural Resources Faculty of Khorramabad, Lorestan, Iran



شکل۲- تصویر(الف) تشتک تیمار در حال اسپری مونولایر، تصویر (ب) تشتک کلاس A (شاهد)، تصویر(ج) تشتک دارای مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول، تصویر شماره (د) نمایی از محیط میدانی تحقیق

Fig 2. The treatment pan spraying monolayer (A), class A pan (control) (B), picture of the pan with hexadecanol and octadecanol monolayer (C), picture number is a view of the research field environment (D)

برای بررسی تغییرات دمایی سطح آب از دماسنج حداقل و حداکثر، گیج و چاهک با دقت دهم میلی‌متر جهت اندازه‌گیری دقیق تبخیر مورد استفاده قرار گرفت. رایج‌ترین، دقیق‌ترین و ارزان‌ترین وسیله اندازه‌گیری تبخیر، تشتک تبخیر کلاس A است. تشتک‌های تبخیر تولیدی از آهن‌گالوانیزه و یا استیل ضد زنگ به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر به شکل دایره و به قطر استاندارد (٤٨ اینچ) و ارتفاع ٢٥/٤ سانتی‌متر (۱۰ اینچ) ساخته شده است. در این پژوهش یک تشتک به عنوان شاهد و سه تشتک به عنوان تیمار استفاده شد. که در سطح هر سه تشتک ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول اسپری شد. در آخر کارایی مونولایر در کاهش میزان تبخیر با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$E\% = ((Scontrol - Scover)/Scontrol) \times 100 \quad (۱)$$

$S_{control}$ میزان تلفات از مخزن شاهد طی بازه اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر و S_{cover} میزان تلفات در هریک از پوشش‌ها در همان بازه بر حسب میلی‌متر است [۸]. نتیجه معادله ۱ بر حسب درصد به دست آمد. از تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون توکی جهت مقایسه میانگین تأثیر انواع پوشش‌ها بر کاهش تبخیر و دما استفاده شد. جهت بررسی تأثیر مونولایرها بر پارامترهای کیفیت آب از جمله EC (هدایت الکتریکی)، pH و %DO (درصد اکسیژن محلول) درصد اکسیژن محلول از دستگاه Aqua Combo استفاده شد که در شکل (٤) نمایی از این دستگاه نشان داده شده است. این دستگاه دارای ۳ سنسور برای اندازه گیری EC ، pH و %DO است. اکسیژن محلول بر اساس درصد و میلی‌گرم بر لیتر قابل اندازه‌گیری است. در اندازه‌گیری‌ها درصد اکسیژن محلول بر اساس درصد و هدایت اکتریکی بر اساس میکروزیمنس بر سانتی‌متر تنظیم شد. بعد از تنظیم کردن واحدهای سنسورها، سنسورها را در ظرف مخصوص اندازه‌گیری چند دقیقه ثابت نگه داشته تا اعداد به صورت ثابت باقی بمانند و بعد اعداد را قرائت شده است. برای تجزیه و تحلیل

داده‌های حاصل از نمونه‌برداری پارامترها از تجزیه و تحلیل آماری در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

کارایی مونولایر نسبت به تشتک شاهد

مقادیر میانگین و انحراف استاندارد، واریانس، حداقل و حداکثر پارامتر تبخیر در جدول (۱) آورده شده است. طبق این جدول، مقادیر متفاوتی از تبخیر در نمونه‌های اندازه‌گیری شده مشاهده شد. کل تبخیر در طی دو ماه داده‌برداری در تشتک شاهد ۵۳۷ میلی‌متر و در تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول ۳۹۸ میلی‌متر بوده است. این امر تأثیر مثبت استفاده از مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول را در کاهش تبخیر نشان می‌دهد. بر اساس مقادیر نسبت پراش، در جدول (۲) بین پوشش مونولایر ترکیب اکتادکانول و هگزادکانول و شاهد از نظر میزان تبخیر در سطح احتمال ۹۵ درصد اختلاف معناداری وجود دارد. برای تشخیص معنادار بودن از آزمون انحراف واریانس یک سویه با میانگین‌گیری توکی در سطح اطمینان ۰/۰۵ درصد استفاده شد. معنادار بودن بر اساس نسبت پراش سنجیده می‌شود که در صورت بیشتر بودن این مقدار از ۰/۰۵ مقایسه مورد نظر معنادار است. که در این آزمون تبخیر تشتک شاهد به عنوان متغییر مستقل و تشتک دارای مونولایر به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است [۷].

تشتک‌های دارای پوشش ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول دارای ۲۷ درصد کاهش تبخیر نسبت به تشتک شاهد بوده‌اند. طبق شکل (٤) تبخیر تجمعی تشتک شاهد ۵۳۷ میلی‌متر و تشتک دارای ترکیب هگزاداکانول و اکتادکانول ۳۹۸ میلی‌متر تبخیر بوده است. در شکل (۵) نمودار تغییرات تبخیر روزانه در طی ده ساعت از هشت صبح تا شش بعد از ظهر بین تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول را نشان می‌دهد.

تأثیر مونولایرها بر کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب

مونولایرهای کنترل تبخیر موادی هستند که به سطح آب اعمال می‌شوند و با تشکیل یک لایه نازک روی سطح آب، از تبخیر آن جلوگیری می‌کنند. این مواد می‌توانند از مواد مختلفی مانند پلیمرها، نانوذرات و مواد معدنی ساخته شوند [۹]. مونولایرهای کنترل تبخیر می‌توانند تأثیر مثبتی بر کیفیت آب داشته باشند. این مواد می‌توانند از

شکل ۳- ظروف نمونه برداری (الف)، دستگاه Aqua Combo (ب)

Fig 3. Sampling containers (A), Aqua Combo device (B)

جدول ۱-آماره‌های تبخیر در بازه زمانی اندازه‌گیری

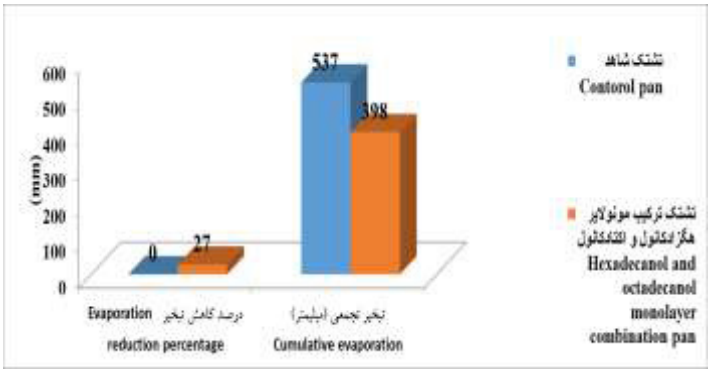
Table 1. Evaporation statistics in the measurement period

پارامترهای آماری Statistical parameters	تبخیر تشتک ترکیب اکتادکانول و هگزادکانول میلی‌متر Evaporation pan of octadecanol and hexadecanol (mm)	تبخیر تشتک شاهد میلی‌متر Evaporation of the control pan (mm)
میانگین mean	1.8	8.8
میانه middle	1.8	9
مد Mod	1.75	9
انحراف استاندارد The standard deviation	0.3	1.3
واریانس Variance	0.1	1.8
چولگی Skewness	-0.7	-0.7
خطای چولگی Skewness error	0.3	0.3
حداقل minimum	1	5.2
حداکثر maximum	2.4	11.6
جمع Total	398	537

جدول۲- انحراف واریانس یک سویه برای بررسی تغییرات تبخیر در تشتک شاهد و تشتک ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول

Table 2. One-way variance deviation to investigate the evaporation changes in the control pan and the pan with monolayer combination of hexadecanol and octadecanol

تبخیر evaporation	منبع تغییرات Source of changes	آماره F Statistics F	میانگین مربعات mean of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	مجموع مربعات sum of squares	نسبت پراش Diffraction ratio (significance)
تبخیر تشتک شاهد (میلی‌متر) Evaporation of the control pan (mm)	بین گروه‌ها between groups	2.4	2.09	50	100.9	0.06
	درون گروه‌ها within groups		./82	10	8.19	
	جمع کل total sum			60	108.13	
تبخیر تشتک اکتادکانول و هگزادکانول (میلی‌متر) Evaporation pan octadecanol and hexadecanol (mm)	بین گروه‌ها between groups	1.7	0.125	50	6.22	0.17
	درون گروه ها within groups		0.072	10	0.7	
	جمع کل total sum			60	6.9	



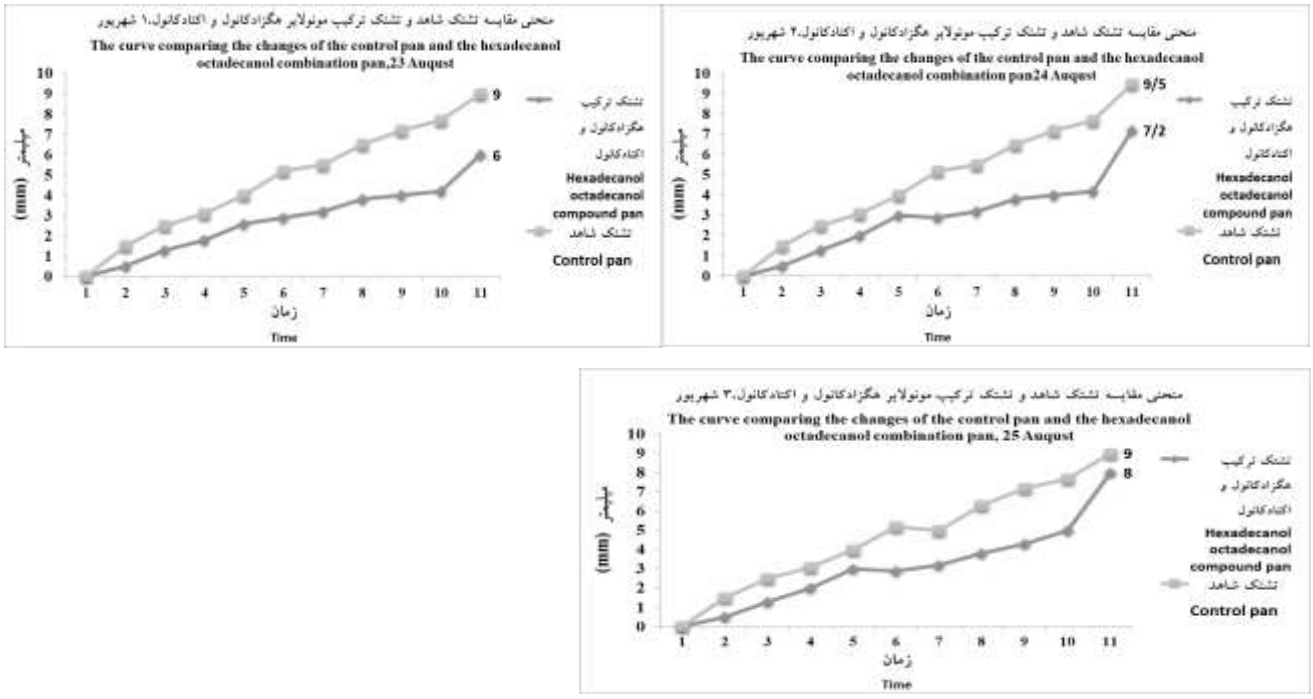
شکل ٤- تبخیرتجمعی و درصد کاهش تبخیر از تشتک شاهد و تشتک دارای ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول

Fig 4. Cumulative evaporation diagram and percentage reduction of evaporation from the control pan and the pan with monolayer combination of hexadecanol and octadecanol (Author, 2021)

ورود آلاینده‌ها از هوا به آب جلوگیری کنند [۷]. همچنین می‌توانند از رشد جلبک‌ها و سایر ریزموجودات در سطح آب جلوگیری کنند [۱۱]. در این پژوهش به مقایسه کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب در پرداخته شد. در این پژوهش مقایسه پارامترهای شیمیایی کیفیت آب pH، Ecو DO% و پارامتر فیزیکی آب دمای سطحی آب در تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول وشاهد پرداخته شد.

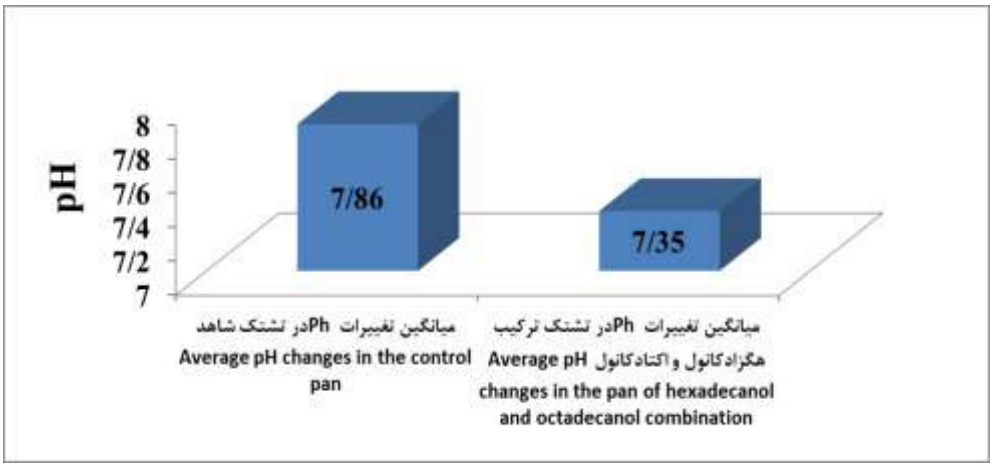
مقایسه pH تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول با تشتک شاهد

در واقع pH آب یا غلظت یون هیدروژن، اسیدیته یا قلیائیت آب را مشخص می‌کند. pH آب آلوده نشده رابطه بین دی اکسیدکربن آزاد و مقدار کربنات و بی‌کربنات را نشان می‌دهد. pH آب طبیعی بر واکنش‌های بیولوژیکی و شیمیایی تأثیر می‌گذارد و یکی از مهمترین عوامل محدودکننده توزیع گونه‌ها در زیستگاه‌های آبی به شمار می‌رود [۵]. در شکل (٦) میانگین دو ماه تغییرات pH دو تشتک شاهد و تشتک پوشش مونولایر (ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول) نشان داده شده است. دامنه تغییرات در تشتک دارای مونولایر از ۷/٦ تا ۸/۲ به دست آمد. در تشتک شاهد دامنه تغییرات pH از ۸/۲ تا ۸/۸ متغیر است. با توجه به تفاوت غیرمعنی‌دار آماری میانگین تشتک شاهد و تشتک پوشیده با مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول باعث کاهش ٦/٤ درصدی pH در تشتک پوشیده نسبت به شاهد ایجاد شود.



شکل ۵- نمودار تغییرات تبخیر روزانه تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول (دوره ۳ روزه)

Fig 5. The diagram of daily evaporation changes of the control pan and the pan with a monolayer of hexadecanol and octadecanol (period of 3 days)



شکل ٦- نمودار مقایسه pH تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر

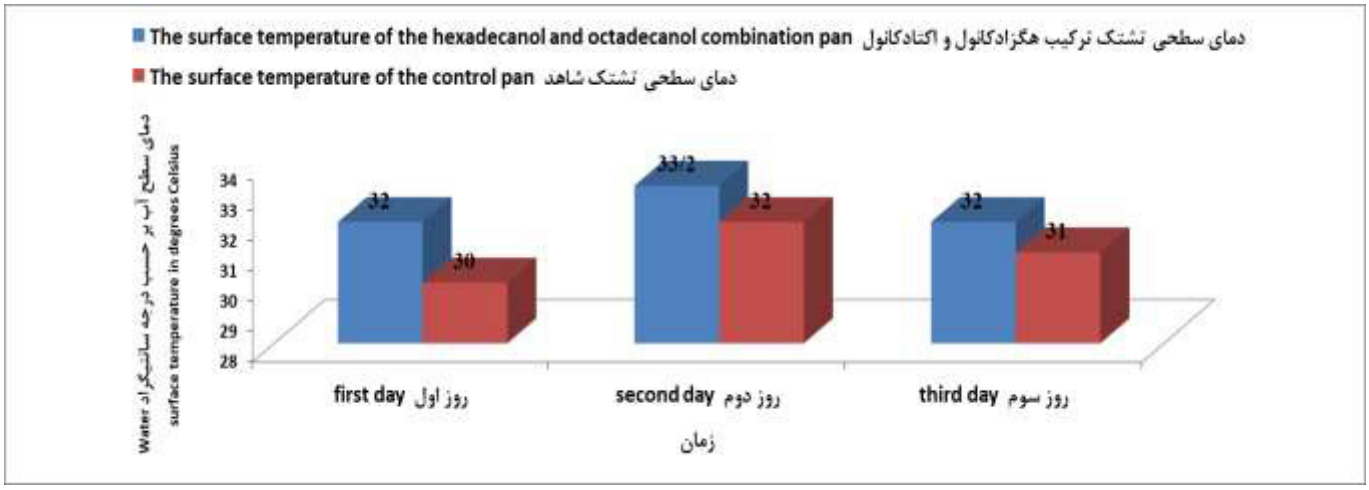
Fig 6. pH comparison graph of the control pans and the monolayer pan

تأثیر پوشش‌کاهنده تبخیر بر دمای سطحی آب

حضور پوشش‌ها هم‌چون عایقی باعث کاهش شدید انرژی تابشی ورودی به تشتک و کاهش تبادل انرژی میان سطح تشتک با هوای اطراف شده و از اختلاط آب تشتک توسط باد جلوگیری می‌کند [۵]. تشکیل یک تک لایه متراکم بر روی سطح آب، اثر خنک‌کنندگی مرتبط با از دست دادن تبخیر و امواج مویرگی را کاهش می‌دهد. تأخیر در تبخیر اتلاف گرمای نهان را کاهش می‌دهد، به این معنی که سطح آب پوشیده شده با یک تک‌لایه متراکم باید همیشه نسبت به سطح آب تمیز گرم‌تر شود. همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، دمای سطح آب تشتک‌ها در شروع آزمایش یکسان است. پس از شروع آزمایش، دمای سطح تشتک آزمایش به علت استفاده از پوشش بیشتر از تشتک شاهد شد.

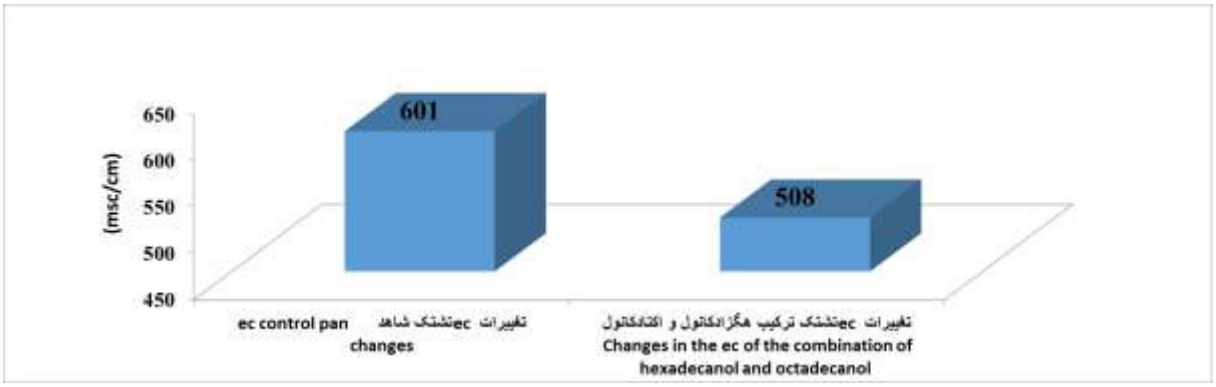
مقایسه EC تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول با تشتک شاهد

هدایت الکتریکی میزان قابلیت محلول برای انتقال جریان



شکل ۷- نمودار مقایسه میانگین دما تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر

Fig 7. Comparison graph of the average temperature the control pans and the monolayer pan



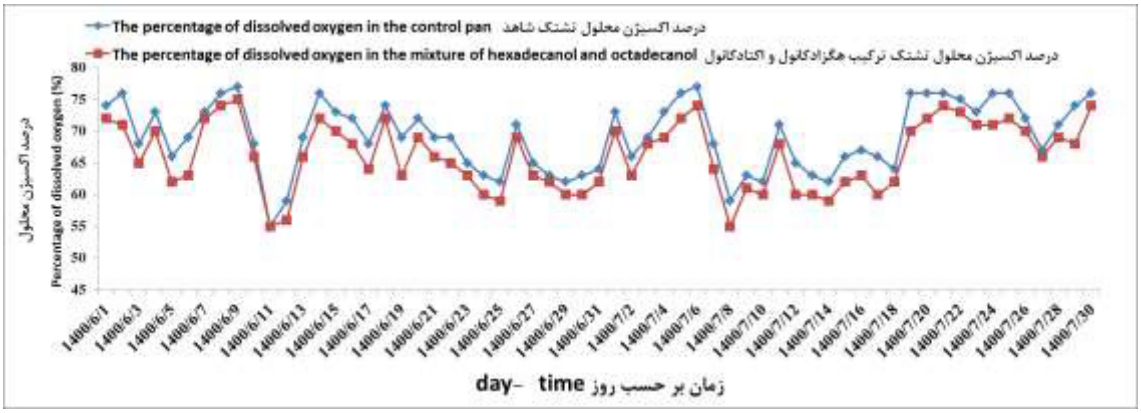
شکل ۸- نمودار مقایسه میانگین EC تشتک شاهد و تشتک ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول

Fig 8. Comparison graph of the average EC the control pans and the monolayer pan

الکتریسیته است. این قابلیت در اثر یونیزه شدن املاح موجود در آب ایجاد می‌گردد [۱۱]. بنابراین میزان هدایت الکتریکی به حضور یون‌ها، مجموع غلظت یون‌ها، ظرفیت یون‌ها، سرعت حرکت یون‌ها و دما بستگی دارد. میانگین دو ماهه EC در شکل (۸) نشان داده شده است. نتایج بیانگر آن است که هدایت الکتریکی در تشتک شاهد افزایش یافته در حالی که در تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل آماری نشان دهنده میانگین ماهانه هدایت الکتریکی طی بازه اندازه‌گیری در تشتک دارای مونولایر ۶۰۱ و در تشتک شاهد ۵۸۸ اختلاف معنی‌داری ندارد. از این رو کاهش ٤% هدایت الکتریکی در تشتک دارای مونولایر نسبت به تشتک شاهد مشاهده شد.

مقایسه DO% (درصد اکسیژن محلول) تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول با تشتک شاهد

اکسیژن محلول به میزان اکسیژنی گفته می‌شود که بدون هیچ‌گونه واکنش شیمیایی به صورت محلول در آب وجود دارد. مقدار آن در حالت ایده‌آل بین ۵ تا ۹ میلی‌گرم بر لیتر است [۲۰]. اکسیژن محلول یکی از پارامترهای اساسی در ارزیابی کیفیت آب محسوب می‌شود زیرا اکسیژن محلول برای بقاء اکثر جانوران آبزی حیاتی است. همچنین حضور آن بر فعالیت‌های شیمیایی و متابولیکی ریزموجودات زنده موجود در آب تأثیر می‌گذارد. اکسیژن از طریق نفوذ سطحی و همچنین از راه‌های فرآیند فتوسنتز در جلبک‌ها و گیاهان غوطه‌ور در آب وارد آب می‌شود [۵]. روند تغییرات روزانه DO (درصد اکسیژن محلول) تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول در شکل (۹) نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل آماری میانگین اکسیژن محلول در دو ماه داده‌برداری به ترتیب در تشتک شاهد ٤۲ و تشتک پوشیده با مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول ٤۰ با اختلاف معنی‌دار وجود ندارد در نتیجه کاهش ۵% ، DO به دلیل اثر پوشش‌ها بر تبادلات سطح و فعالیت‌های زیستی زیر سطح آب حاصل شد.



شکل ۹- روند تغییرات درصد اکسیژن محلول روزانه در بازه دو ماهه تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول

Fig 9. The trend of changes in the percentage of dissolved oxygen daily in the 2-month period of the control pan and the pan with the monolayer combination of hexadecanol and octadecanoyl

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج عملیات میدانی اندازه‌گیری شده تبخیر از تشتک از سال ۱۳۵۱ تاکنون، میزان متوسط تبخیر سالانه در حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال است. با توجه به مساحت استان لرستان که در حدود ۲/۹×۱۰^{۶} هکتار است. حجمی معادل با ۱۰^{۶} × ۵/٦ متر مکعب از آب تولیدی که عموماً آب شیرین و بهداشتی است از دسترس خارج شده و عموم بهره‌برداران از بهره‌برداری بهینه از این منبع حیاتی محروم شده و این خسارت جبران‌ناپذیر در دریاچه سدهای مخزنی مانند سد ایوشان و سد مروئک در لرستان فوق‌العاده بیشتر می‌شود. در این راستا بایستی تدابیری اندیشیده شود تا از طریق نتایج این تحقیق وتحقیقات مشابه راهکارهای کاهش تبخیر مورد استفاده قرار گیرد تا مردم از نعمت خدادی منابع آب‌های سطحی تبخیر نیافته بهره‌برداری بهینه به عمل آورند. کنترل تبخیر از سطوح روباز آب راهکار مهمی در حفاظت از منابع آبی محسوب می‌شود.

در پژوهش حاضر به منظور جلوگیری از تبخیر آب، کارآیی ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول با تشتک شاهد مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج این تحقیق این ترکیب در بازه ۲ ماهه در سطح تشتک ۲۷ درصد کنترل تبخیر دارا است. با توجه به بررسی سوابق تحقیقی محمدی و نجانیان (۲۰۲۲)، سلطانی(۲۰۲۰) انجام شده در این باره که این گونه مواد شیمیایی با توجه به خاصیت مونولایر بودن آن‌ها به محض این که در سطح آب قرار می‌گیرند این نوع الکل‌های چرب در سطح مایع پخش می‌شود و کارایی کنترل تبخیر ۲۰ تا ۵۰ درصد نسبت به تشتک شاهد داراست [٤،۳،۱ و ٦]. همچنین طبق شکل (۲) تشتک دارای ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول هر سه روز یکبار ست می‌شد اما تشتک شاهد هر روز ساعت ۱۰ صبح ست شده است (ست شدن: قرار گرفتن نوک قلاب گیج در سطح آب). تشتک دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول در روز اول کنترل تبخیر قابل‌توجهی 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 تشتک شاهد تشتک‌های دارای مونولایر ترکیب هگزادکانول و اکتادکانول نیز ست می‌شدند و مونولایر بر سطح آب باز در بخش های نیاز به تمدید اسپری می‌شدند. که این نتایج با نتایج کریم زاده (۲۰۲۲)، سلطانی (۱۱) مطابقت دارد. از طرفی طبق شکل (۸) بخشی از انرژی دریافتی به بدنه آبی تشتک صرف حرکت و جنب وجوش مولکول‌ها می‌شود که خود باعث خارج شدن بخشی از ذرات آب در هر دمایی خواهد شد. با پخش شدن تک لایه روی سطح آب و ممانعت از خروج مولکول‌ها، باعث می‌شود جنب وجوش و انرژی ذرات به یکدیگر منتقل گشته و سطح انرژی تمامی ذرات بیشتر شود و بالتبع باعث می‌شود دمای آب نسبت به تشتک بدون پوشش بالاتر برود، در عوض تبخیر کمتری رخ دهد و آب بیشتری حفظ شود. باگذشت زمان دمای تشتک‌های آزمایش نیز به سمت دمای تشتک شاهد میل می‌کند و این به علت از بین رفتن پوشش است که به ذرات آب اجازه خروج از محیط را داده و باعث کمتر شدن دمای سطحی خواهد شد. نتایج این مورد با پژوهش افخمی (۲۰۱۸) مطابقت دارد. در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین دمای سطحی تشتک شاهد و تشتک دارای مونولایر وجود داشت که برای تعیین معنی‌داری دمای سطحی آب از انحراف واریانس یک سویه استفاده شده است. همچنین نتایج نشان داد با کاهش pH و EC در تشتک‌های تیمار که می‌تواند به علت شکسته شدن پیوندهای تک لایه و وارد شدن در آب به‌صورت دی‌اکسیدکربن باشد باعث می‌شود مقداری آب اسیدی شده و pH کاهش یابد. یافته‌ها نشان داد دمای آب از مهمترین عوامل در تعیین DO ٪ است. با توجه به افت دمایی، تشتک شاهد، دارای اکسیژن محلول بیشتری نسبت به تشتک دارای ترکیب مونولایر هگزادکانول و اکتادکانول است. رضازاده و همکاران (۲۰۲۰)، درتشتک شاهد بیشتر اکسیژن محلول از اتمسفر وارد آب شده و اختلاط آب توسط باد به طور قابل‌ملاحظه‌ای میزان اکسیژن محلول را بالا می‌برد. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند در مدیریت منابع

آب در سدهای مخزنی مورد استفاده مدیران مربوطه قرار گیرد.

منابع

1. Ali, S., Ghosh, NC. & Singh, R. 2008. Evaluating best evaporation estimate model for water surface evaporation in semi-arid region, india. Hydrological Processes: An International Journal;22(8):1093-106.

2. Afkhami, H.H. Maleki Nejad, Ghoribi St.2018. Effect of floating balls on evaporation reduction from open water resources (Case study:Tailing dam of Sarcheshmeh copper mine), Kerman.» Journal of Biom Araid, 8: 59-73.

3.Afshar, NR.& Fahmi, H. 2019. Impact of climate change on water resources in iran. International Journal of Energy and Water Resources. 3(1):55-60.

4.Abd Ellah, R.G. 2020. Water resources in Egypt and their challenges, Lake Nasser case study. Egypt. J. Aquat. Res. 46, 1–12.

5. Bakhtiar Dashtaloui ,M.2021. Effect of evaporation suppression floating covers on chemical and biological water quality parameters. Isfahan University of Technology.85. (In Persian).

6. Ebrahimian,S., Tahmasabipour,N., Adeli,M.,& Zainivand,H. 2023. 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. 4:75 87. (In Persian).

7. Ebrahimian,S., Tahmasabipour,N., Adeli,M.,& Zainivand,H. 2023. 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”. 1(2):10-18. (In Persian).

8. Goonetilleke A, Vithanage M.2017. Water resources management: Innovation and challenges in a changing world. Multidisciplinary Digital Publishing Institute;

9. Hudson, J., Vandergucht, DM. 2015. Spatial and temporal patterns in physical properties and dissolved oxygen in lake diefenbaker, a large reservoir on the canadian prairies. Journal of Great Lakes Research.;41:22-33.

10. Helfer, F., Lemckert, C., & Zhang, H. 2012. Impacts of climate change on temperature and evaporation from a large reservoir in australia. Journal of hydrology.;475:365- 78.

11. Soltani, Z., A. Khani, K. Mahanpoor and A. Marjani. 2020. Reducing evaporation of standing waters by fresh and non-living duckweed covering. Water and Wastewater 31(3): 43-50

12. Mohammadi, M., Safaie, A., Nejatian, A., Iraji Zad, A. 2022. Lake Urmia Water Evaporation Suppression Using Self-Assembled Coating:Case Study of Pools Near the Lake. Journal of Hydrologic Engineering.27(3):12-20. (in Persian).

13. Karimzade, M., Javad Zahirio., J & Nobakht, A. (2022). Investigating the performance of monolayers on reducing evaporation from the water surface by considering meteorological parameters.Journal of Water and Soil Sciences, 4:161-175. (in Persion).

14. Rezazadeh, A., Akbarzadeh, P., Aminzadeh, M. 2020.The Effect of Floating Balls Density on Evaporation Suppression of Water Reservoirs in the Presence of Surface Flows. Journal of Hydrology. 591(1):125323. (In Persian).

15. Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A.2008. Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. Water Resources Research.44(9).

16.Taboada, M. L., Cáceres, T., Graber, H., Galleguillos, L. F. Cabeza, & Rojas, R. 2017. Solar water heating system and photovoltaic floating cover to reduce evaporation: Experimental results and modeling, Journal of Renewable Energy, 105(3), 601-615. https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.12.094.

17.Vanham, D., Del Pozo, S., & Pekcan, AG.2016. Water consumption related to different diets in mediterranean cities. Science of the Total Environment; 573:96-105.

18.Watts, P. 2005. “Scoping Study: Reduction of Evaporation from Farm Dams,” Feedlot Services AustraliaPty Ltd, Toowoomba.

19.Yara Waheeb,Y., & Khodzinskaya, A. 2019. A Review of Evaporation Reduction Methods from Water Surfaces, E3S Web of Conferences, 97(1),44-50.

20.Youssef, YW., Khodzinskaya, A. 2019. A review of evaporation reduction methods from water surfaces. E3S web of conferences; EDP Sciences. (In Persian).

21. Zamani, S. and M. Rahimzadegan. 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 Persian).

22. Zhang, H. and X. Zhang. 2017. A remote sensing method for estimating regional reservoir area and evaporative loss. Journal of Hydrology. 555: 213-227.

23.Zhao, G and Gao, H. 2019. Estimating reservoir evaporation losses for the United States: Fusing remote sensing and modeling approaches. Remote Sensing of Environment. 226: 109-124.

نشریه علمی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 17, No. 63, Winter 2024
سال هفدهم- شماره ٦٣- زمستان ١٤٠٢

Evaluating the Chemicals to Reduce Evaporation in Laboratory Levels on Water Quality (a Case Study of Semi-Arid Mountainous Areas)

S. Ebrahimian[1], N. Tahmasebipour*[2], M. Adeli[3], H. Zeinivand[4] and M. Tahmasebipour [5]
Received:15-10-2022 Accepted:23-08-2023

Abstract

Evaporation is one of the main reasons for water loss and pressure on water resources. Efforts to reduce its amount under different conditions, along with providing practical solutions and investigating the impact of these methods on water quality, are important. In this regard, the research area was selected as a part of the Cham Angir watershed in Khorramabad city, Lorestan province, Iran. The present study was conducted with the aim of evaluating the chemical effects of evaporation reduction on water quality using fatty alcohols (a mixture of hexadecanol and octadecanol) in class A evaporation pans. The study was conducted as a time series for 10 hours per day for 2 months, from 2021/8/23 to 2021/10/22. In addition, changes in water quality parameters including pH, electrical conductivity (EC), and dissolved oxygen concentration were monitored daily at a depth of 10 cm during the aforementioned statistical period. The measured evaporation values were analyzed using the SPSS software. The variance ratio of this test, at the 5% level, showed a significant difference in terms of changes in evaporation rate and temperature. The results showed that the cumulative evaporation in the two-month period was 537 mm in the control pan and 398 mm in the pan with the monolayer composition, which reduces the evaporation rate by about 27%. One-way ANOVA with Tukey-Duncan test was used to analyze the data obtained from water quality parameters sampling at a 5% probability level. The mean results of the selected quality parameters including pH, electrical conductivity, and dissolved oxygen were analyzed in two tanks, the control tank and the tank with a monolayer composition of hexadecanol and octadecanol. The results showed a 4.6% decrease in pH, a 4% decrease in electrical conductivity, and a 5% decrease in dissolved oxygen in the tank with the aforementioned composition monolayer compared to the control tank.

Keywords: Evaporation control, Monolayer, Quality, Class a pan

1. PhD Student in Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University,Iran.
2. Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University,Iran. Email: tahmasebi.n@lu.ac.ir
3.Professor, Department of Organic Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Lorestan University,Iran
4. Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University. Iran.
5. Associate Professor, College of Interdisciplinary Science and Technologies, Faculty of Intelligent System, University of Tehran,Iran.