DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2023.19794.1926

بررسی اثرات حوضچه‌های طراحی‌شده در ارزیابی کمّی و کیفی کاهش تبخیر از طریق الکل چرب اکتادکانول در منطقهٔ نیمه‌خشک خرم‌آباد لرستان (مقالهٔ پژوهشی)

۱- صدیقه ابراهیمیان، دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۲- ناصر طهماسبی‌پور*، دانشیار گروه آبخیزداری دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
tahmasebi.n@lu.ac.ir
۳- محسن عادلی، استاد گروه شیمی آلی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۴- حسین زینی‌وند، دانشیار گروه آبخیزداری دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۹
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶

چکیده

در روش‌های استفاده از پوشش‌های نانومتری معمولاً با استفاده از مولکول‌های بلند زنجیر و پخش‌کردن آن‌ها روی آب و تشکیل تک لایه‌های مولکولی می‌توان مقدار تبخیر را کاهش داد. در این پژوهش به بررسی اثرات کمّی و کیفی (پارامترهای شیمیایی و فیزیکی) مونولایر اکتادکانول که در اتانول حل‌شده و به‌عنوان روش شیمیایی کنترل تبخیر در ایستگاه تحقیقاتی هواشناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه لرستان پرداخته‌ایم. مونولایر مورد نظر به وسیلهٔ اسپری ۱۰۰ سی‌سی با غلظت ۴ درصد بر سطح حوضچه‌های طراحی‌شده با حجم ۸ مترمکعب (ابعاد۲×۲×۲) اسپری شد. نتایج کمّی و کیفی در بازهٔ زمانی دو ماهه بین دو حوضچهٔ شاهد و حوضچهٔ دارای مونولایر اکتادکانول از تاریخ ۱۴۰۰/۶/۱ تا ۱۴۰۰/۷/۳۰ بر اساس آزمون ANOVA، با مقایسه میانگین‌های توکی و دانکن انجام شد. نمونهٔ مونولایر اکتادکانول به لحاظ تغییرات میزان تبخیر با شاهد اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۵ داشت. تبخیر تجمعی ۲ ماههٔ تبخیر در حوضچهٔ شاهد و حوضچهٔ دارای مونولایراکتادکانول نشان‌دهندهٔ حداکثر مقدار تبخیر در حوضچهٔ شاهد با ۵۵۹ میلیمتر و مونولایر اکتادکانول با کارایی ۲۰ درصد کاهش تبخیر دارای ۴۵۵ میلیمتر تبخیر بوده است. پارامترهای کیفی هدایت الکتریکی، درصد اکسیژن محلول مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج داده‌های کیفیت آب با مقایسه آزمون ANOVA نشان‌دهندهٔ اختلاف غیرمعنادار به دلیل sig بیشتر از ۰/۰۵می‌باشد. در مقایسهٔ درصد اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی بین میانگین حوضچهٔ شاهد و حوضچهٔ دارای مونولایر اکتادکانول اختلاف قابل توجهی وجود نداشت. یکی از دلایل درصد اکسیژن محلول بیشتر حوضچهٔ شاهد نسبت به حوضچه دارای مونولایر به دلیل امکان تماس با هوا، تابش ورودی بیشتر و وقوع فرآیند بیشتر می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان‌دهندهٔ کاهش ۵ درصدی هدایت الکتریکی و اکسیژن محلول در حوضچهٔ دارای مونولایراکتادکانول نسبت به حوضچهٔ شاهد است. تغییرات دمای سطح آب (پارامتر فیزیکی) با ترمومتر اندازه‌گیری شد که میانگین دمای سطحی آب در حوضچهٔ دارای مونولایر اکتادکانول ۲۴/۴ درجه سانتیگراد و در حوضچهٔ دارای مونولایر در حوضچهٔ شاهد ۲۳/۱۱ می‌باشد. از نظر تجربی، تأثیر یک لایه متراکم در کاهش تلفات تبخیر، متناسب با افزایش دمای سطح آب است.

واژگان کلیدی: اتلاف آب، کنترل تبخیر، اکتادکانول، کیفیت آب.

مقدّمه

گرچه ذخیره‌سازی آب در استخرها می‌تواند فواید قابل توجهی را به دنبال داشته باشد، اما مسأله بسیار مهمی که تا کنون کمتر به آن پرداخته شده است و از دید بسیاری از کشاورزان و مسئولان پنهان مانده است، حجم قابل توجه آبی است که از سطح این مخازن تبخیر می‌گردد [۶، ۷ و ۱۱]. 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 ناپدیدشدن تمام آب موجود ذخیره‌شده در کالیفرنیا در سال ۱۹۵۶ است [۱۳].

پیری و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی با عنوان بررسی تأثیر استفاده از الکل‌های سنگین بر کاهش تبخیر از سطح مخازن آب، به این نتایج دست یافتند که کاربرد الکل‌های سنگین می‌تواند موجب کاهش شدت تبخیر و کاهش غلظت نمک آب گردد [۱۳]. در این پژوهش دو نوع الکل هگزادکانول و اکتادکانول و ترکیبی از این الکل‌ها که در اتانول حل‌شده بودند و عمق آب داخل تشتک‌ها، در دو مرحله زمانی، به‌ترتیب با استفاده از غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ گرم در هکتار در مراحل اول و دوم در مجموع طی مدت ۳۸ روز اندازه‌گیری، و مقادیر آن با نمونه شاهد (بدون الکل)، مقایسه شد.

نتایج نشان می‌دهد استفاده مجزا از هر دو نوع الکل، در کاهش تبخیر مؤثر بوده، ولی استفاده از ترکیب آن‌ها می‌تواند تأثیر بیشتری در کاهش تبخیر از سطح آب داشته باشد. عباس‌داوود (۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان کاهش تلفات تبخیر از مخازن آب جهت کاهش تبخیر از سطح آب، از پوشش‌های شناور پلی‌اتیلنی با دانسیته‌های مختلف ۸۷۵، ۸۰۰، ۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب استفاده کرد. نتایج نشان داد با کاهش تراکم پلی‌اتیلن، زمان تبخیر افزایش‌یافته و در نتیجه، دما و میزان تبخیر کاهش می‌یابد به طوری که پلی‌اتیلن‌های با دانسیته ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب با کارایی ۵۷ درصد، بیشترین میزان کاهش تبخیر را داشته است [۱].

دیپیکا و همکاران (۲۰۱۹) تک‌لایه‌ای مانند ستیل و استئاریل‌الکل به تنهایی یا در ترکیب هر دو، به ترتیب تا ۳۰٪ و ۵۷٪ تبخیر را کنترل می‌کنند. اقدامات بیولوژیکی با استفاده از ضایعات کشاورزی مقرون به صرفه است و گزارش شده است که تبخیر را تا ۶۰٪ با برگ خرما کاهش می‌دهد [۵].

نجاتیان و همکاران (۲۰۲۲) راندمان کاهش تبخیر انواع مختلف غشاهای نانومونتاژشده را ارزیابی کردند. این مونولایرها از شش ترکیب مختلف استئاریل و ستیل‌الکل با افزودنی‌هایی مانند روغن جوجوبا، اسید استئاریک و هیدروکسیدکلسیم تشکیل شده است. این مطالعه از دو جفت تشت تبخیر کلاس A استفاده شد: یک جفت در سطح آب دریاچه چیتگر نیمه‌شناور بود و دیگری در ساحل قرار داشت. نتایج تجربی نشان داد که تک‌لایه‌ای حاوی الکل‌های استئاریل تا ستیل ۳:۱ با وزن ۶۰ درصد هیدروکسیدکلسیم 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 غشاها اثرات جانبی قابل‌توجهی بر pH آب دریاچه، کدورت و کل جامدات معلق نداشتند، افزایش جزئی در دمای سطح آب مشاهده شد که می‌توان نتیجه گرفت استفاده از این تک‌لایه‌ها در مناطقی که تبخیر زیاد دارند می‌تواند به مدیریت بهتر منابع آب کمک کند [۱۲].

در پژوهش حاضر، با هدف کاهش تبخیر از مخازن طبیعی در مناطق خشک، تأثیر و کارایی مونولایر اکتادکانول به عنوان کاهنده‌های شیمیایی بر حوضچه‌های طبیعی تبخیر مورد بررسی قرار گرفت و علاوه بر آن، به بررسی پارامترهای شیمیایی نیز در این بازه پرداخته شد. نتایج این پژوهش هم از لحاظ کمّی و هم کیفی به‌عنوان نوآوری پژوهش مطرح می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طراحی و آماده‌سازی حوضچه‌های تبخیر

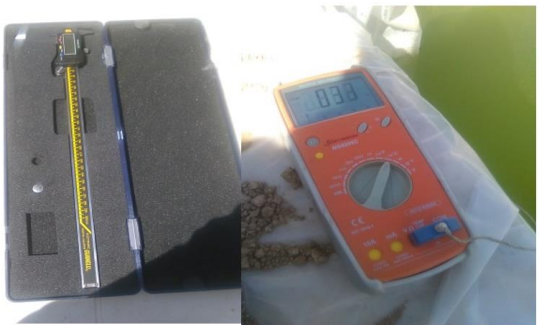
به‌منظور انجام آزمایش‌ها در شرایط طبیعی و واقعی از حوضچه‌های طبیعی (شاهد و تیمار) با ابعاد ۲×۲×۲ متر در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی لرستان ساخته شد (شکل ۱). سپس به‌منظور عدم‌نشت، کف و دیواره حوضچه‌ها با پلاستیک‌های گلخانه‌ای دارای ضخامت (۳۰ میکرون) به صورت دو لایه ایزوله گردید (شکل ۲). در ادامه از مخازن ۲۰۰۰ لیتری برای آبدهی حوضچه‌ها استفاده شد که با توجه به حجم ۸۰۰۰ لیتری حوضچه‌ها، ۴ بار مخازن آبگیری و در حوضچه‌ها تخلیه شدند.

برای اطمینان عدم‌نفوذ آب، به مدت یک هفته بعد از آبگیری، 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 دیجیتالی (شکل ۳) میزان کاهش سطح آب از نقطه اولیه ثبت شد.

نحوه اندازه‌گیری با کولیس دیجتالی، نوک پایین کولیس بر نقطه مبنای دیواره حوضچه گذاشته و به سمت پایین نوک پایینی کولیس حرکت داده می‌شود و وقتی بر سطح آب می‌رسد با زدن دکمه ثبت، عدد مورد نظر در حافظه ثبت می‌شود. هم‌زمان بعد از برداشت ارتفاع تبخیر دمای سطحی آب نیز با ترمومتر (شکل ۳) اندازه‌گیری شد.

شکل ۱- از سمت چپ به راست مراحل تهیهٔ حوضچه ۸ مترمکعبی

شکل ۲- مراحل استقرار پلاستیک دولایه در حوضچه (از سمت چپ به سمت راست)



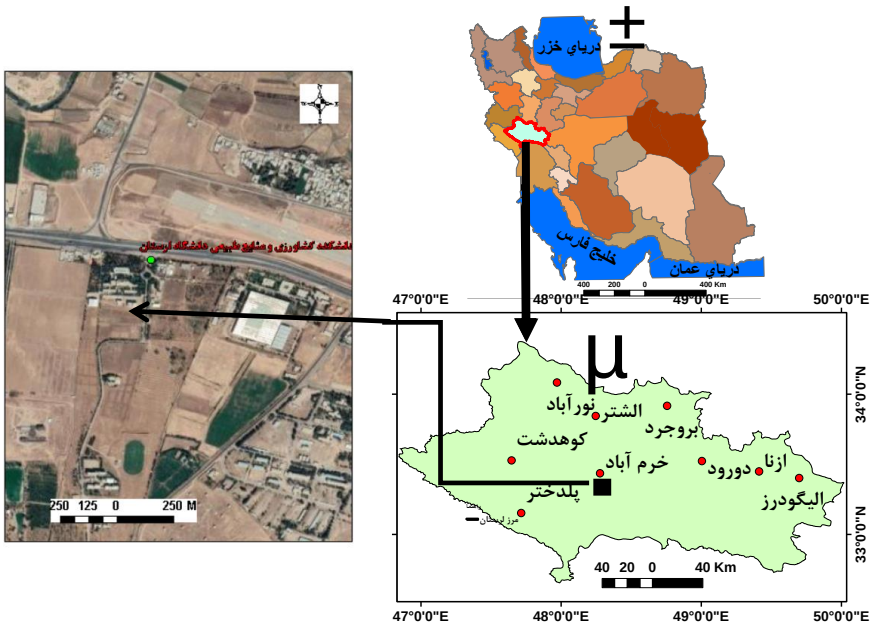
شکل ۳- کولیس دیجیتالی (سمت چپ)، ترمومتر (سمت راست)

منطقه مورد مطالعه

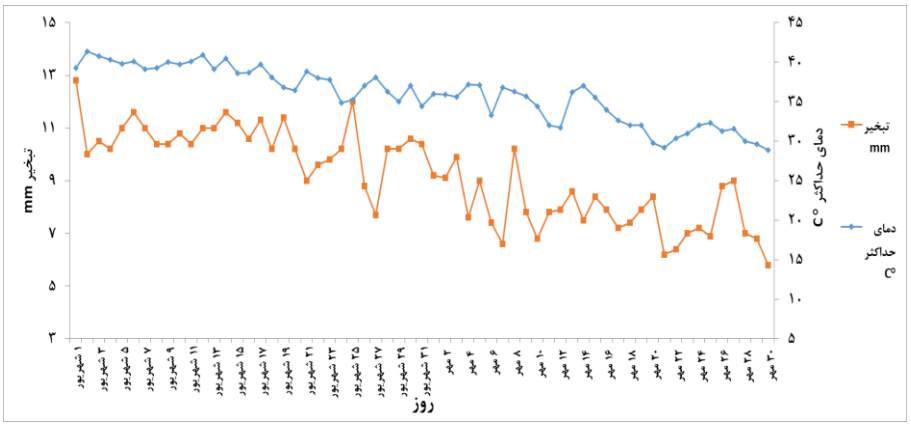
مکان اجرای پژوهش در محوطهٔ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان می‌باشد که در شکل ۴ موقعیت آن نشان داده شده است. این دانشکده در ۱۱ کیلومتری جنوب شهر خرم‌آباد با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه و ۴۱ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و

۲۶ دقیقه و ۸۶ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا با میانگین حداکثر دما ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل آن ۹/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای سالانهٔ آن ۱۷/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۴۹۰ میلی‌متر است [۵].

در شکل ۵ و ۶، تغییرات دمایی و ساعات آفتابی با میزان تبخیر ۶۰ روز از تاریخ ۱ شهریور ۱۴۰۰ تا ۳۰ مهر ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. یکی از عوامل تأثیرگذار بر مقادیر تبخیر، ساعات آفتابی و دیگری دما بر میزان تبخیر می‌باشد که همان طور که در شکل‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود رابطهٔ مستقیم این دو پارامتر با میزان تبخیر، قابل مشاهده است.

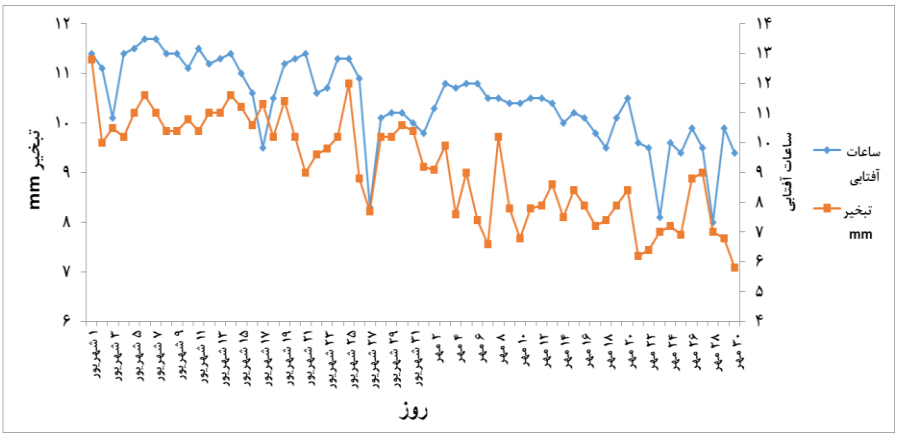


شکل ۴- موقعیت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خرم‌آباد در ایران و استان لرستان



شکل ۵- مقایسه تغییرات دما و تبخیر

پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان کاهش تبخیر از طریق مواد شیمیایی اکتادکانول و عملکرد این مونولایر بر کیفیت آب هم از نظر شیمیایی و هم فیزیکی پرداخته شد. مونولایرها یک لایه شیمیایی خیلی نازک به ضخامت مولکولی ۲ نانومتر هستند و مانع انتشار (مانع تبخیر) از سطح آب می‌شوند. اغلب مونولایرها به‌عنوان ترکیباتی از الکل‌های چرب با زنجیره بلند هم‌چون ستیل و استریل الکل معرفی شده‌اند که خود به خود در تماس با آب انتشار پیدا می‌کنند [۱۲]. مونولایرها با ایجاد پوشش تک لایه‌ای روی سطح آب تبخیر را کاهش می‌دهند.



شکل ۶- مقایسه تغییرات ساعات آفتابی و تبخیر

مونولایر اکتادکانول که با غلظت ۴۰ گرم در هکتار در اتانول حل شده بود با اسپری ۱۰۰ سی‌سی بر سطح آب حوضچه‌های ۴ مترمربعی اسپری شد. طول دورهٔ پژوهش ۶۰ روز از تاریخ ۱ شهریور ۱۴۰۰ تا ۳۰ مهر ۱۴۰۰، روزانه به صورت سری زمانه ۱۰ ساعته داده‌برداری انجام شد. جهت داده‌برداری میزان تبخیر در حوضچه‌ها از کولیس دیجیتالی استفاده شد.

برای اندازه‌گیری ارتفاع تبخیر به‌طور دقیق توسط کولیس دیجیتالی قسمت نوک پایین کولیس در روی خط مبنایی که اولین روز آبگیری سطح آب در آن نقطه قرار داشت قرار داده و مقدار کاهش ارتفاع سطح آب با حرکت نوک کولیس به سمت پایین مشخص شد و مقدار افت سطح آب و میزان عمق تبخیر به دست می‌آید. وقتی نوک کولیس به سطح آب رسید از کلید ثبت کولیس استفاده کردیم که داده را بدون تغییر در حافظه ثبت می‌کند و امکان برداشت چند عدد به صورت مکرر برای ما فراهم می‌کند (شکل ۳). کارایی حوضچه‌های دارای تیمار در کاهش میزان تبخیر با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$\left(\frac{M\ control - Mcover}{Mcontrol}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، Mcontrol میزان تلفات از حوضچه شاهد طی بازه اندازه‌گیری و Mcover میزان تلفات در هر یک از پوشش‌ها در همان بازه است. مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر و دمای سطحی آب به صورت Mean±S.d ارائه شد. از تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون توکی و دانکن جهت مقایسه میانگین تأثیر پوشش بر کاهش تبخیر، دما، هدایت الکتریکی، درصد اکسیژن محلول (DO%) استفاده گردید. پارامترهای کیفی آب در راستای استفاده از مونولایر به عنوان ماده افزودنی به آب شرب در طی ۲ ماه داده‌برداری، ۱۸ سری از حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول و حوضچه شاهد به عنوان مبنای آب شرب دانشکده داده‌برداری شد.

نتایج

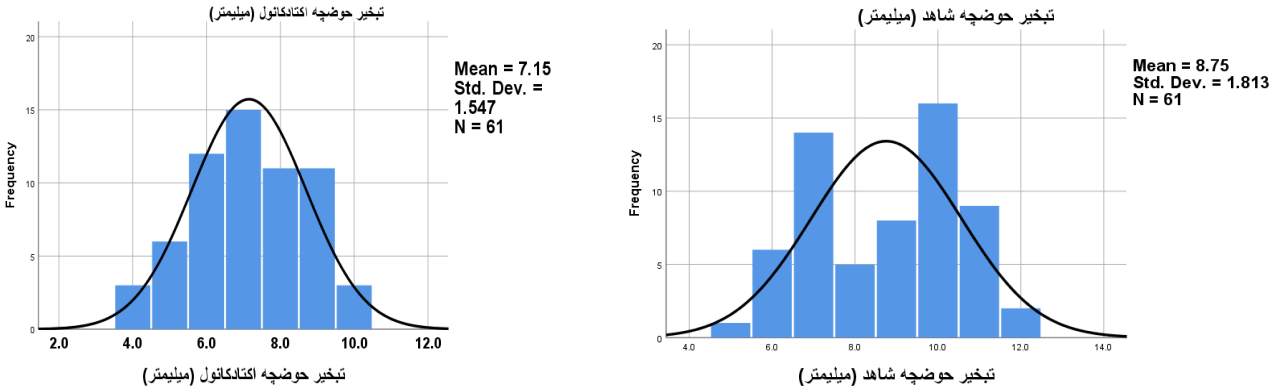
کارایی مونولایر در حوضچه‌ها

نمودار مقایسه کنترل تبخیر در شکل ۷ به صورت نمودار هیستوگرام داده‌های تبخیر روزانه حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، میانگین تبخیر حوضچه شاهد ۸/۴ میلیمتر و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول دارای میانگین تبخیر ۴/۲ میلیمتر می باشد.

در جدول ۱ انحراف واریانس یک سویه تبخیر حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول در ۲ ماه داده‌برداری آورده شده است که در این میانگین‌گیری حوضچه شاهد به‌عنوان متغییر مستقل و حوضچه دارای مونولایر (اکتادکانول) متغیر وابسته در نظر گرفته شد. مقدار Sig بیشتر از ۰/۰۵ به دست آمد که بیانگر اختلاف معنادار حوضچه شاهد با حوضچه دارای مونولایر می‌باشد.

در شکل ۸، نمودار تجمعی ۲ ماه تبخیر در حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر را نشان می‌دهد که حداکثر مقدار تبخیر که در حوضچه شاهد اتفاق افتاده با

۵۵۹ میلیمتـر و در حوضـچه دارای مونـولایر اکتادکـانول
۴۵۵ میلیمتر تبخیر اتفاق افتاده است.

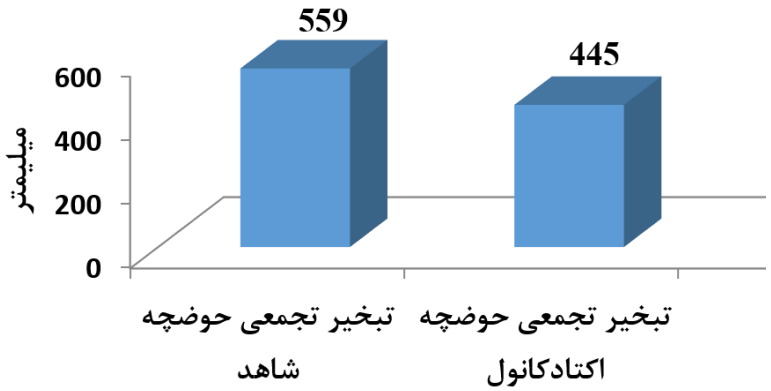


شکل ۷- نمودار هیستوگرام تغییرات تبخیر حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

جدول ۱- انحراف واریانس یک سویه تبخیر حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

ANOVA

		مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
تبخیر حوضچه اکتادکانول (میلیمتر)	بین گروه	۱۳۵/۳۲۸	۳۳	۴/۱۰۱	۱/۵۳۸	۰/۱۲۸
	درون گروه	۷۱/۹۹۷	۲۷	۲/۶۶۷		
	کل	۲۰۷/۳۲۴	۶۰			



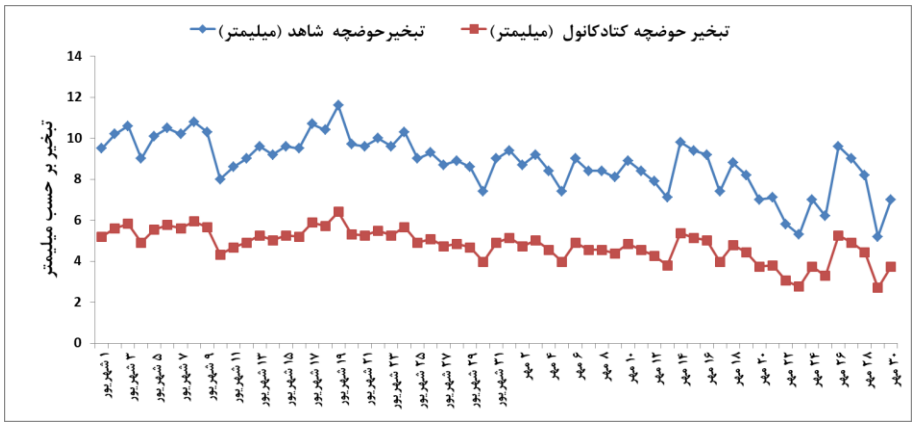
شکل ۸- تبخیرتجمعی حوضچه شاهد و حوضچه مونولایر اکتادکانول

نمـودار مقایسـه تبخیـر روزانـه از حوضـچه شـاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکـانول در شـکل ۹ و نمـودار درصد کاهش تبخیـر از حوضـچه تحـت پوشـش مونـولایر اکتادکانول و شاهد در شـکل ۱۰ نشـان داده شـده اسـت. میزان درصـد کـاهش تبخیـر حوضـچه شـاهد نسـبت بـه حوضچه پوشیده‌شده بـا مونـولایر اکتادکـانول، ۲۰ درصـد می‌باشد.

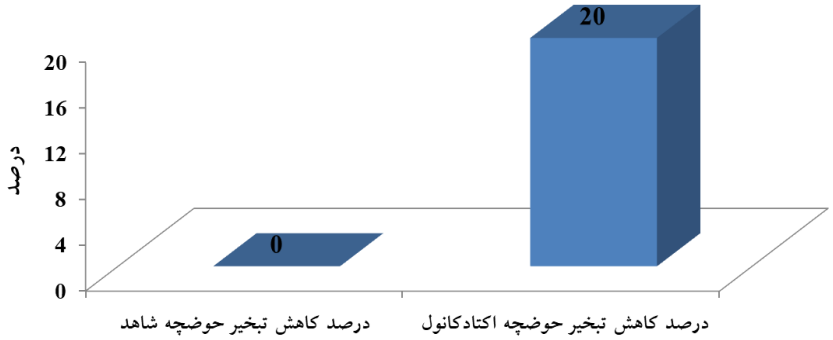
تأثیر وزش باد بر عملکرد این مواد شیمیایی

یکی از پارامترهای مـؤثر در کـاهش و افـزایش دمـا، وزش بادهای موسمی گرم و سرد در منطقه تحقیق می‌باشـد. از آنجا که آزمایش مربوطه در فصـل تابسـتان وزش بادهـای گرم باعث افزایش تبخیر شده است، کاربرد مواد شـیمیایی مذکور در زمان وزش بادهای گرم در دورهٔ زمـانی تحقیـق در شکل ۱۱ نشان داده است که زمینه افـزایش تبخیـر بـا افزایش سرعت باد با افزایش ۷ متر کاهش داده و به عبارت

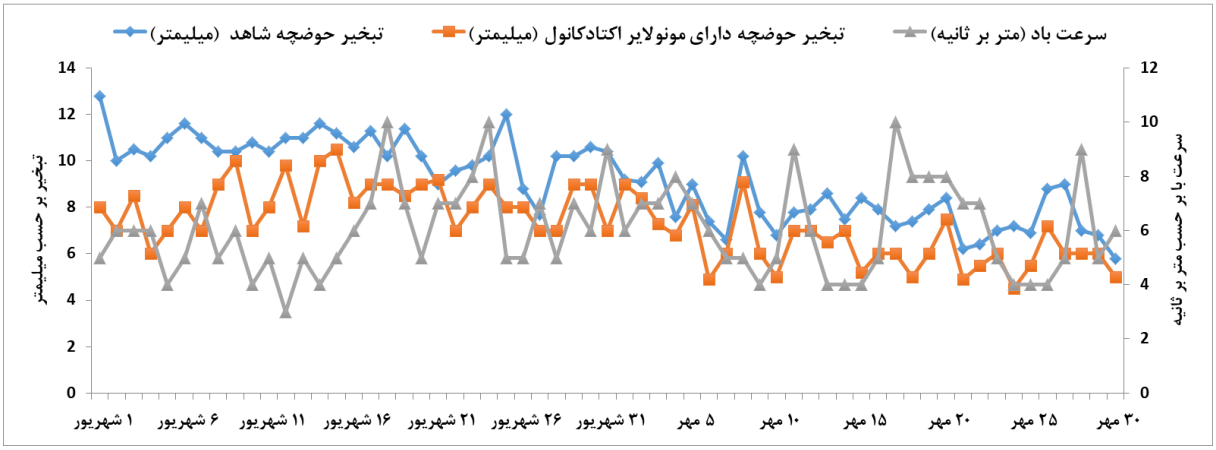
دیگر، با وجود مواد شیمیایی مورد استفاده در حوضچه‌های مورد آزمایش، میزان تبخیر نسبت به حوضچهٔ شاهد کمتر بوده است.



شکل ۹- نمودار تبخیرحوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول



شکل ۱۰- نمودار درصد کاهش تبخیر حوضچه شاهد و حوضچه اکتادکانول



شکل ۱۱- نمودار تأثیر وزش باد بر میزان تبخیر

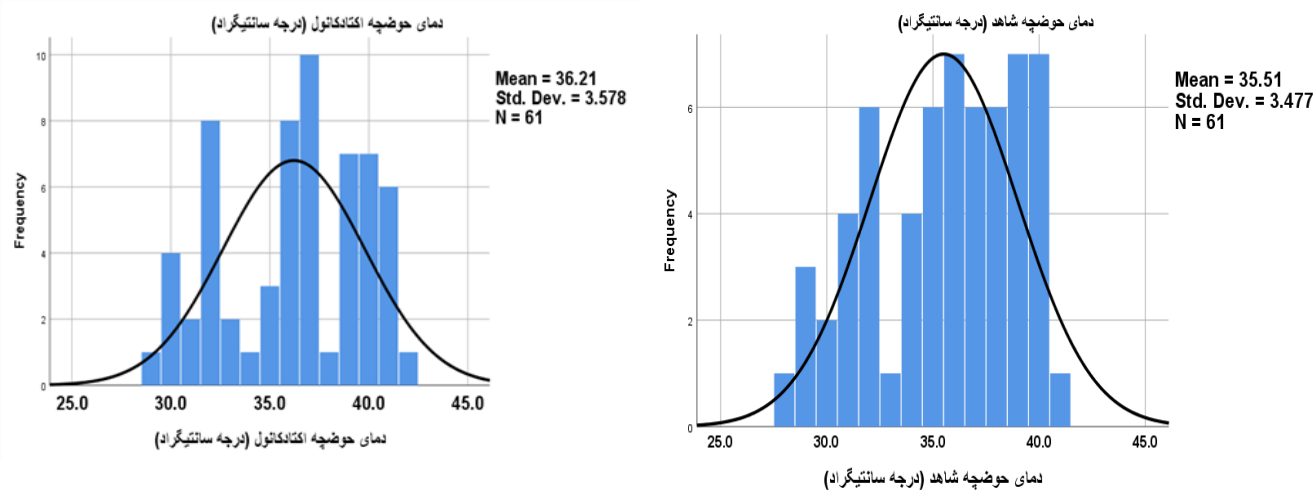
تغییرات دمای سطح آب در حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

شکل ۱۲، نمودار هیستوگرام تغییرات دمای سطحی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول را نشان می‌دهد. میانگین دمای سطحی آب در حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول ۲۴/۴ درجه سانتیگراد و در حوضچه شاهد ۲۳/۱۱ درجه سانتیگراد می‌باشد. تشکیل یک تک‌لایه 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 پوشیده‌شده با یک تک‌لایه متراکم باید همیشه نسبت به سطح آب تمیز گرم‌تر شود.

با پخش‌شدن تک‌لایه روی سطح آب و ممانعت از خروج مولکول‌ها، باعث می‌شود جنب‌وجوش و انرژی ذرات به یکدیگر منتقل گشته و سطح انرژی تمامی ذرات بیشتر شود و بالطبع باعث می‌شود دمای آب نسبت به حوضچهٔ بدون پوشش بالاتر برود، در عوض، تبخیر کمتری رخ دهد و آب بیشتری حفظ شود.

با گذشت زمان دمای حوضچه دارای پوشش به سمت دمای حوضچه شاهد میل می‌کند و این به علت از بین رفتن پوشش می‌باشد که به ذرات آب اجازه خروج از محیط را داده و باعث کمترشدن دمای سطحی می‌گردد.



شکل ۱۲- نمودار هیستوگرام تغییرات دمای سطحی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

در جدول ۲، انحراف واریانس یک سویه دمای حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول با دو آزمون توکی و دانکن گرفته شده است. در این آزمون دمای حوضچه شاهد به‌عنوان متغیر مستقل و حوضچه دارای مونولایر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. مقدار sig در این آزمون از ۰/۰۵ کمتر است که بیانگر اختلاف معنادار دمای حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول است.

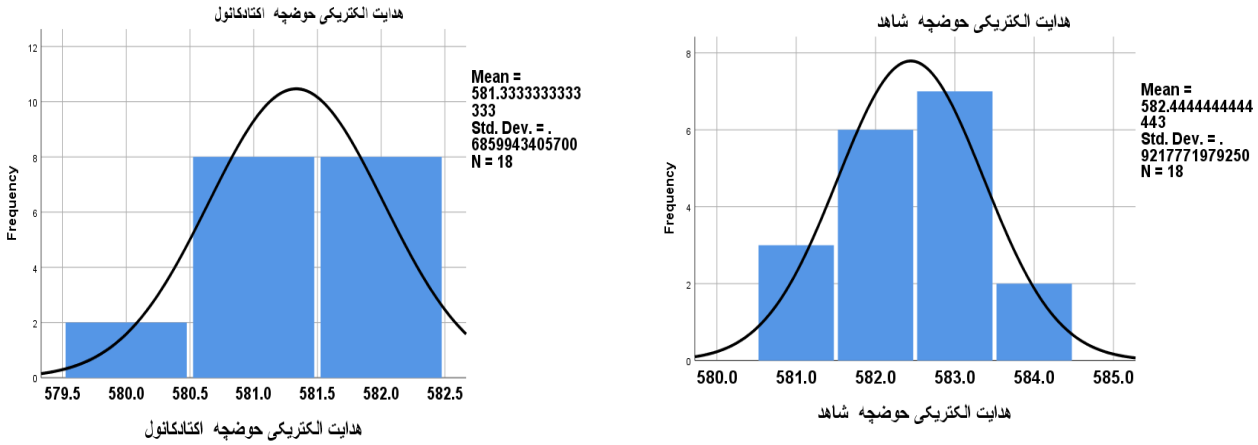
جدول ۲- انحراف واریانس یک سویه دما حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

ANOVA

		مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
دمای حوضچه اکتادکانول (درجه سانتی گراد)	بین گروه	۱۳۸۳/۰۳۴	۵۰	۲۷/۶۶۱	۳۱۶/۱۲۲	۰/۰۰۰
	درون گروه	۰/۸۷۵	۱۰	۰/۰۸۷		
	کل	۱۳۸۳/۹۰۹	۶۰			

ارزیابی کیفیت آب حوضچه دارای مونولایر با حوضچه شاهد

در شکل ۱۳، نمودار هیستوگرام تغییرات هدایت الکتریکی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول نشان داده شده است. طبق نمودار میانگین هدایت الکتریکی حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول ۵۸۱/۳، و در حوضچه شاهد ۵۸۲/۵ می‌باشد. در حوضچه‌های آزمایش مقدار هدایت الکتریکی اندکی کاهش یافته که می‌تواند به علت شکسته‌شدن پیوندهای تک‌لایه و واردشدن در آب به صورت CO_2 باشد که باعث می‌شود مقداری آب اسیدی شده و EC کاهش یابد.



شکل ۱۳- نمودار هیستوگرام تغییرات هدایت الکتریکی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

در جدول ۳، انحراف واریانس یک سویه هدایت الکتریکی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول آورده شده است که از آزمون‌های میانگین‌گیری توکی و دانکن استفاده شد. حوضچه دارای مونولایر به‌عنوان متغیر وابسته و حوضچه شاهد به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده است. مقدار sig از ۰/۰۵ بیشتر شده است که بیانگر معنادارنبودن و اختلاف جزیی بین هدایت الکتریکی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر می‌باشد.

جدول ۳- انحراف واریانس یک سویه هدایت الکتریکی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

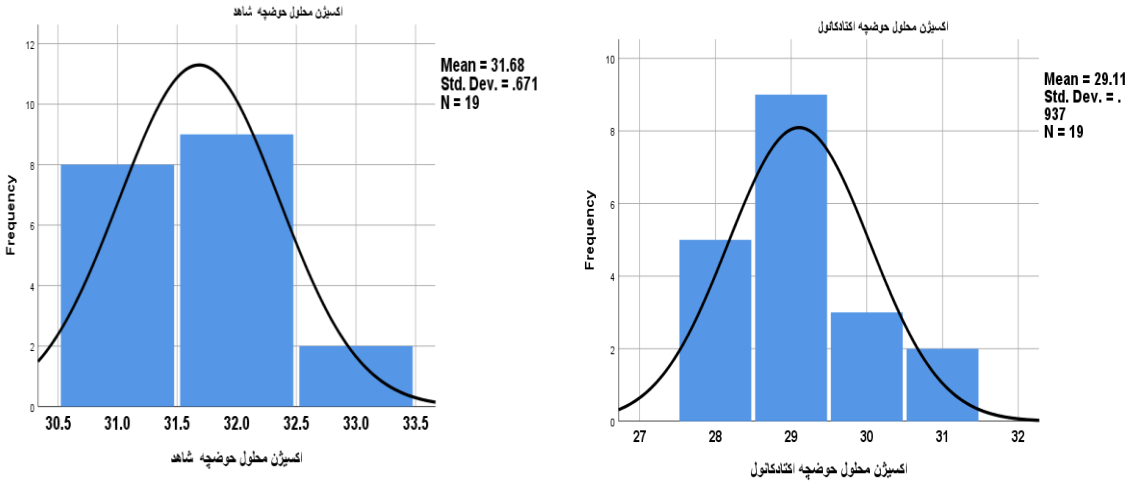
ANOVA

		مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
هدایت الکتریکی حوضچه اکتادکانول	بین گروه	۶/۱۴۲	۱۱	۰/۵۵۸	۱/۵۳۳	۰/۳۱۱
	درون گروه	۲/۱۸۵	۶	۰/۳۶۴		
	کل	۸/۳۲۷	۱۷			

تبادل گازی حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

استفاده از یک تک‌لایه مصنوعی، مقاومت حمل‌ونقل را افزایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱۴، نمودار هیستوگرام تغییرات اکسیژن محلول حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر مشاهده می‌شود، تغییر محسوسی در تبادل اکسیژن محلول حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول نسبت به حوضچه شاهد وجود دارد که بیانگر عملکرد مونولایر در تبادل گازی با سطح می‌باشد.

در جدول ۴، انحراف واریانس یک سویه اکسیژن محلول حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایرهای اکتادکانول آورده شده است. حوضچه دارای مونولایر به عنوان متغیر وابسته و حوضچه شاهد به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده است. مقدار sig از ۰/۰۵ بیشتر شده است که بیانگر معنادارنبودن و اختلاف جزیی بین اکسیژن محلول حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر می‌باشد.



شکل ۱۴- نمودار هیستوگرام تغییرات اکسیژن محلول حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

جدول ۴- انحراف واریانس یک سویه اکسیژن محلول حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول

ANOVA

		مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
اکسیژن محلول حوضچه اکتادکانول	بین گروه	۱۲/۶۲۳	۱۱	۱/۱۴۸	۲/۵۳۷	۰/۱۱۳
	درون گروه	۳/۱۶۷	۷	۰/۴۵۲		
	کل	۱۵/۷۸۹	۱۸			

نتیجه‌گیری

با توجه به موقعیت مکانی تحقیق که ایستگاه تحقیقات آب‌وهواشناسی در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان می‌باشد، نتایج عملیات میدانی اندازه‌گیری تبخیر از تشتک از سال ۱۳۵۱ تا کنون میزان متوسط تبخیر سالانه در حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد و با توجه به مساحت استان لرستان که در حدود ۲/۹ میلیون هکتار است؛ بر این اساس حجم زیادی (۲/۹×۱۰۰۰۰۰۰ ×۲) 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 می‌گردد.

در این راستا بایستی تدابیری اندیشیده شود تا از طریق نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه، راهکارهای کاهش تبخیر مورد استفاده قرار گیرد تا مردم از نعمت خدادی منابع آب‌های سطحی تبخیرنیافته، بهره‌برداری بهینه به‌عمل آورند. نتایج این پژوهش که با استفاده از الکل سنگین اکتادکانول و به منظور کاهش مقدار تبخیر صورت گرفت به شرح زیر است:

۱) با استفاده از این الکل‌ها و نحوه اجرای صحیح آن، می‌توان تا ۲۰ درصد از میزان تبخیر را با استفاده از مونولایر اکتادکانول کاهش داد.

۲) نتیجه‌گیری حاصل از انحراف واریانس یک سویه تغییرات دمای حوضچه شاهد و حوضچه دارای مونولایر، مقادیر نسبت پراش (sig)، در سطح احتمال ۹۵٪ اختلاف معناداری وجود دارد. در آنالیز واریانس که مهم‌ترین قسمت آن، مقدار F است که نسبت دو عدد میانگین مربعات است؛ مقدار پایین F و مقدار بالای پراش sig باعث می‌شود که فرض یکسان‌بودن میانگین پذیرفته شود. حوضچه اکتادکانول با وجود این که بیشترین درصد کاهش تبخیر را نشان می‌دهد، بیشترین اختلاف دما را با حوضچه شاهد دارد. این اختلاف در برخی روزهای برداشت تا ۲ $^{\circ}C$ نیز ثبت شده است.

۳) تغییرات روند اکسیژن محلول در حوضچه اکتادکانول که دارای تک‌لایه‌هایی که از دست دادن تبخیر

را کنترل می‌کنند، هر زمان که شرایط ریز هواشناسی غالب در مقیاسی معادل ضخامت لایه مرزی حرارتی مایع عمل کنند، انتشار اکسیژن را کاهش می‌دهند. همان‌طور که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، حوضچه دارای مونولایر اکتادکانول نسبت به تشتک شاهد منجر به کاهش اکسیژن محلول شده اند.

References

[1]. Abass Dawood, K., Lafta Rashid, F., & Hashim, A. 2013. Reduction evaporation losses from water reservoirs. *International journal of Energy and Environmental research*, 1(1), 23-29.

[2]. Afkhami, H., Maleki Nejad, H., Esmailzadeh, E., & Ghoribi, K. (2017). Designing of Unoring Floating Cover Using Worn Tires for Evaporation Reduction of Open Water. Resources. *Iran-Water Resources Research*, 13(3), 214-219. [in Farsi]

[3]. Bartha, R., & Atlas, R. M. (1977). The Microbiology of Aquatic Oil Spills. *Advances in Applied Microbiology*, 22, 225-266.

[4]. Deo, A. V., Kulkarni, S. B., Gharpurey, M. K., & Biswas, A. B. (1964). Equilibrium film pressure of the monolayers on water of n-long-chain alcohols and n-long-chain alkoxy-ethanols, *Journal of Colloid Science*, *19*(9), 813-819. doi: 10.1016/0095-8522(64)90057-1

[5]. Deepika, S., Osman, M., Kumar, M. & Sandeep, H. (2019). Suppressing Evaporation from Surface Water Reservoirs: A Review. *Journal of Agricultural Engineering*, *57*(3), 259-273.

[6]. Ebrahimian, S., Tahmasebipour, N., Adeli, M., & Zeinivand, H. (2023). Evaluating the Evaporation Reduction through Combined Methods of Floating Balls and Monolayer in Class A Pan (Case Study of Khorramabad City). *Iran-Water Resources Research*, *18*(4), 75-87. [in Farsi].

[7]. Ebrahimiyan, S., Tahmasebipoor, N., Adeli, M., & Zainivand, H. (2023). Evaluation of evaporation reduction methods at laboratory levels through physical methods of two- and six-hole floating balls (Case study of Khorramabad). *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*, *1*(2), 1-12. doi: 10.22034/nawee.2022.355978.1017 [in Farsi].

[8]. Gallego-Elvira, B., Baille, A., Martin-Gorriz, B., Maestre-Valero, J. F., & Martinez-Alvarez, V. (2012). Evaluation of evaporation estimation methods for a covered reservoir in a semi-arid climate (south-eastern Spain). *Journal of hydrology*, 458-459, 59-67. doi: 10.1016/j.jhydrol.2012.06.035

[9]. Gladyshev, M. (2005). *Biophysics of the Surface Microlayer of Aquatic Ecosystems*. IWA Publishing. doi: 10.2166/9781780403007

[10]. Ivanov, V. A., Lyubartseva, S. P., Mikhailova, É. N., Shapiro, N. B., Shteinman, B. S. (2002). Modeling of thermal and oxygen conditions in Lake Kinneret (Israel). *Physical Oceanography*, *12*(1), 43-53.

[11]. Jarvis, N. L., (1967). Adsorption of surface-active material at the sea-air interface. *Limnology and Oceanography*, *12*(2), 213-221.

[12]. Nejatian, A. M. Mohammadi. M. Doulabi. A. iraji zad. (2022). Lake Evaporation Mitigation Using Self-Assembled Films: Case Study Of Chitgar Lake. Journal of Hydrologic Engineering, 27(3), 10-20. doi: 10.21203/rs.3.rs-1416599/v1 [in Farsi].

[13]. Piri M, Hesam M, Dehghani AA, Meftah Halaghi M (2011) Experimental study on the effect of physical and chemical approach in reducing the evaporation from water surface. *Journal of Water and Soil Conservation*, *17*(4), 141-154. [in Farsi]

[14]. Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A., Lucht, W., Rohwer, J., & Schaphoff, S. (2008). Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. *Water Resources Research*, 44, W09405. doi: 10.1029/2007WR006331

[15]. Silva, C., González, D., & Suárez, F. (2017). An experimental and numerical study of evaporation reduction in a salt-gradient solar pond using floating discs,

Solar Energy, 142, 204-214. doi: 10.1016/j.solener.2016.12.036

[16]. Saggai, S., & Bachi, O. E. K. (2018). Evaporation Reduction from Water Reservoirs in Arid Lands Using Monolayers: Algerian Experience. *Water Resources*, 45(2), 280–288. doi: 10.1134/S009780781802015X

[17]. Sinha, S., Kumar, L., Srivatsava, R., Thagamani, R., Kumar, S., Jha, S. (2006). *Evaporation control in reservoirs*. Central Water Commission, Basin Planning and Management Organisation, Government of India, Bhubneshwar.

[18]. Taboada, M. E., Cáceres, L., Graber, T. A., Galleguillos, H., Cabeza, F., & Rojas, R. (2017). Solar water heating system and photovoltaic floating cover to reduce evaporation: Experimental results and modeling. *Renewable Energy*, 105, 601-615. doi: 10.1016/j.renene.2016.12.094

Investigating the effects of designed ponds in the quantitative and qualitative assessment of evaporation reduction through octadecanol fatty alcohol in the semi-arid region of Khorramabad, Lorestan
(Research Paper)

1- Sedigheh Ebrahimian, PhD Student in Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2- Nasser Tahmasebipour*, Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
tahmasebi.n@lu.ac.ir
3- Mohsen Adeli, Professor, Department of Organic Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
4- Hossein Zeinivand, Associate Professor, Department of Watershed Management, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Received: 10 Mar. 2023
Accepted: 28 Aug. 2023

Abstract
In the methods of utilizing nanometer coatings, it is usually possible to reduce the amount of evaporation by using long chain molecules and spreading them on water and forming molecular monolayers. In this research, quantitative (evaporation reduction rate) and qualitative (chemical parameters) effects of octadecanol monolayer dissolved in ethanol as a chemical evaporation control method were investigated. Every three days, it was sprayed (4% concentration) on the water surface of natural ponds with dimensions of 2×2×2 cubic meters located in Faculty of Natural Resources meteorological research station. Accumulated evaporation for the two measured months in the control pond was 559 mm and in the pond with the octadecanol monolayer was 455 mm. Quantitative and qualitative analysis results in the two-month period between the two control ponds and the pond with octadecanol monolayer from 2021/8/23 to 2021/10/22 were performed based on ANOVA test, by comparing means with Tukey's and Duncan's methods. The octadecanol monolayer sample had a significant difference at 0.05 level in terms of changes in the rate of evaporation compared with the control, and the octadecanol monolayer with 20% efficiency was significantly effective in terms of reducing evaporation. Selected qualitative parameters including electrical conductivity, dissolved oxygen were investigated. The results of obtained data using SPSS software and ANOVA test, showed a non-significant difference due to sig greater than 0.05% of dissolved oxygen and electrical conductivity between the average of the control pond and the ponds with octadecanol monolayer. In the control pond, due to the possibility of contact with the air and more incoming radiation, the concentration of dissolved oxygen increased compared to the pond with octadecanol monolayer. The achieved results showed 5% decrease in electrical conductivity and in dissolved oxygen in the pond with the monolayer of the mentioned composition compared to the control pond. In terms of changes in water surface temperature (physical parameter), which was measured with a thermometer, its average was 24.4 ^{0}C in the pond with octadecanol monolayer, while it was 23.11 ^{0}C in the control pond with monolayer. Empirically, the effect of a dense layer in reducing evaporation losses is proportional to the increase in water surface temperature.

Keywords: Water loss, Evaporation control, Octadecanol, Water quality.