



# ششمین کنفرانس منطقه‌ای تغییرات اقلیم

## بررسی تاثیر پوشش های نانومتری بر میزان تبخیر دریاچه چیتگر

امیر نجاتیان<sup>۱</sup>، اعظم ایرجی زاد<sup>۲</sup>، مسعود تجربی<sup>۳</sup>، ملیحه دولابی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف

۲- استاد تمام گروه فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

۳- استاد تمام گروه آب و محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف

۴- پست دکتری نانو دانشگاه صنعتی شریف

(EngAmirNejatian@gmail.com)

### چکیده

تبخیر سطحی و کاهش سطح آزاد آب یکی از مشکلاتی می باشد که دریاچه های بسته مانند دریاچه چیتگر با آن روبرو می باشند. برای حل این مشکل مطالعات گسترده ای انجام گرفته و روش های مختلفی ابداع گردیده است. از جمله می توان پوشش های فیزیکی شناور و پوشش های نانومتری یا تک لایه های خود چینی مرکب از مولکول های بلند را نام برد که برای کاهش تبخیر سطحی در مخازن و منابع آبی استفاده می گردند. در مطالعه پیش رو به بررسی تاثیر ترکیبی از تک لایه های استئاریل الکل و ستیل الکل به همراه مواد کمکی روغن هوهوبا، استئاریک اسید و کلسیم هیدروکسید بر روی میزان تبخیر از سطح آب دریاچه چیتگر پرداخته و در انتها نتیجه گرفته شد که استفاده از نسبت ۱:۳ استئاریل الکل و ستیل الکل منجر به کاهش تبخیر به میزان ۵۰٪ در طول عمر حدود ۲۰نیم روز خود می شود که این ترکیب نسبت به بقیه پوشش ها از این نوع عملکرد بهتری دارد.

کلمات کلیدی: تک لایه مولکولی، تبخیر، دریاچه چیتگر، استئاریل الکل، ستیل الکل

## ۱. مقدمه

دریاچه چیتگر یا دریاچه شهدای خلیج فارس، دریاچه ای مصنوعی واقع در منطقه ۲۲ شهرداری تهران می باشد که در مختصات جغرافیایی  $35^{\circ}44'44''N$  و  $51^{\circ}12'48''E$  قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۶۰ متر می باشد [۱]. طرح ساخت آن به سال ۱۳۴۷ باز میگردد ولی به دلیل مشکلات و محدودیت های موجود این طرح تا دهه اخیر معوق مانده و سرانجام در سال ۱۳۸۹ عملیات اجرایی آن آغاز گردیده و در سال ۱۳۹۲ به بهره برداری رسید. مساحت پهنه آبی دریاچه ۱۳۰ هکتار بوده و در مجاورت آن پارک جنگلی چیتگر نیز قرار دارد. حجم مخزن دریاچه حدود ۹,۵ تا ۱۱ میلیون متر مکعب برآورد می گردد [۲]. عمق دریاچه از صفر در ناحیه ساحل سنگی و تا ۹ متر در ناحیه سرریز و ۱۲ متر در میانه های آن متغیر است. با توجه به اینکه کف دریاچه چیتگر بوسیله ژئوممبراین از خاک بستر جدا گردیده و به هیچ منبع آب زیرزمینی متصل نمی باشد، این دریاچه را می توان جزء دریاچه های بسته به حساب آورد که تنها منبع تغذیه آب آن رودخانه کن و بارش های فصلی و موسمی است که هر ساله در زمستان آبیگری آن انجام می گردد. مقدار تبخیر دریاچه چیتگر حدود ۸ میلیمتر در روز برآورد گردیده است [۳].

تراز آبی دریاچه در فصل تابستان حدود ۱ متر افت می کند و در طی این افت حدود یک میلیون و سی صد هزار متر مکعب آب تبخیر می گردد که معادل مصرف آب یک ماه شهرستان البرز با جمعیت حدود ۲۰۰ هزار نفر و با فرض سرانه مصرف آب شبانه روز هر نفر معادل ۲۰۰ لیتر می باشد.



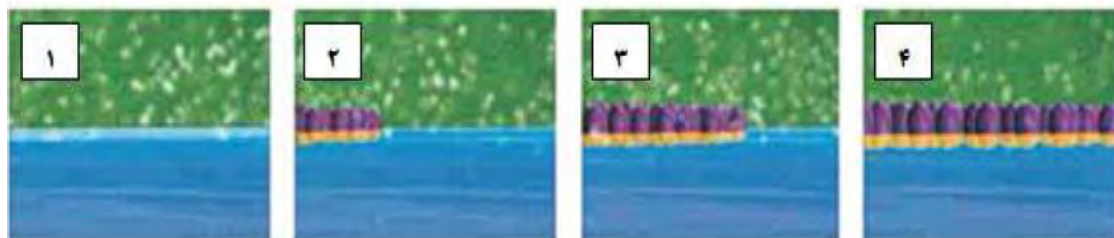
شکل ۱- موقعیت مکانی دریاچه چیتگر در منطقه ۲۲ شهر تهران (نقشه های گوگل)

با توجه به اهمیت حفظ منابع آب و جلوگیری از هدر رفت آنها مطالعات گسترده ای روی روش های جلوگیری از تبخیر انجام گرفته و راهکار های متفاوتی ابداع گردیده اند که پوشش های فیزیکی و شیمیایی جلوگیری کننده از تبخیر از این ابداعات می باشند. روشهای فیزیکی اغلب شامل استفاده از پوششهایی می باشند که در سطح آب شناور بوده و با سایه اندازی روی سطح آب باعث کاهش تبخیر می گردند که بیشتر آنها فقط برای مخازن با سطوح کوچکتر از ۵ هکتار مناسب

می‌باشند [۴]. در روش‌های دیگر با استفاده از پوشش‌های نانومتری معمولاً با استفاده از مولکول‌های بلند زنجیر و پخش کردن آنها روی آب و تشکیل تک‌لایه‌های مولکولی مقدار تبخیر را می‌توان کاهش داد. هدف از مطالعه پیش‌رو امکان‌سنجی استفاده از تک‌لایه‌های خودچینش‌حالی مولکول‌های بلند است که منجر به کاهش تبخیر از سطح آب این دریاچه می‌شود. انگیزه انجام پژوهش با عنایت به سطح بزرگ دریاچه چیتگر حدود ۱۳۰ هکتار و تبخیر سالانه زیاد و شرایط خشک سالی تهران در سال‌های اخیر و افزایش دمای هوای پیش‌رو می‌باشد. علاوه بر این‌ها عدم کارایی و امکان‌نصب پوشش‌های فیزیکی جهت کاهش تبخیر از سطح دریاچه هم‌جایگزینی استفاده از پوشش‌های فیزیکی به شیمیایی غیرمخرب را مطرح می‌کند.

## ۲. لایه‌های نازک خودچینشی

این لایه‌ها پوشش‌های سطحی فوق‌العاده نازکی هستند که با کنارهم‌قرارگرفتن مولکول‌های بلند بر روی سطح آب ایجاد می‌شوند [۵]. این مولکول‌ها شامل یک سر آبدوست و یک دم‌آب‌گریز می‌باشند، که قسمت آبدوست در لایه‌ی فوقانی آب و قسمت آب‌گریز در فصل مشترک بین آب و هوا قرار می‌گیرند. در گزارش‌ها مقادیر کاهش تبخیر در اثر استفاده از این مواد متفاوت و در حدود ۲ تا ۳۰ درصد می‌باشد. امروزه با پیش‌بینی تغییرات آب و هوایی و گرم‌شدن کره زمین و کاهش باران در بعضی از مناطق استفاده از این مواد را مورد توجه محققان نموده است. استفاده از این نوع پوشش‌ها در مواقعی که احتمال تبخیر بالا است مطرح می‌شوند ولی مثل پوشش‌های فیزیکی (مثل چترها و صفحات معلق) دائمی نیستند، پس انتظار می‌رود با صرفه‌تر باشند. جهت کاهش نگرانی‌ها از آثار ماندنی زیست‌محیطی بر روی آب و محیط اطراف مخزن معمولاً از مولکول‌های مواد بی‌اثر و خوراکی به شرط خاصیت خودچینشی روی آب استفاده می‌شود [۶]. این تک‌لایه‌ها باید قابلیت خودپخش‌شدگی روی آب را دارا باشند یعنی پس از قرارگرفتن روی آب سریعاً پخش شده و همانند شکل (۲) تمام سطح را بپوشانند. [۷]



شکل ۲- شماتیک خودپخش‌شدگی تک‌لایه‌ها روی سطح آب

یک نوع از روش‌های شیمیایی، کاربرد محصولی است که با استفاده از ستیل و استناریل‌الکل از تبخیر توده‌های آبی می‌کاهد. ستیل‌الکل (هگزادکانول) و سایر الکل‌های چرب بلند زنجیره قادرند در سطح آب، یک لایه به ضخامت تنها یک مولکول (۰.۰۰۲ میکرون) تشکیل دهند که تحت عنوان یک لایه خوانده می‌شود. محصول مذکور با کاهش فشار نسبی تبخیر در بالای سطح آب، منجر به کاهش میزان تبخیر می‌شود [۸]. مواد فوق‌بصورت دستی از روی ساحل یا قایق بر روی سطح آب پخش شده و از طریق رانش یونی با سرعت تقریباً ۱۰ کیلومتر در ساعت به سادگی بر روی آب گسترش می‌یابد. این محصول قابل تجزیه بیولوژیکی بوده و بایستی هر ۲-۴ روز یکبار، بسته به شرایط مجدداً بکار برده شود [۹ و ۱۰]. مطالعات نشان داده‌اند که این محصول کاملاً قابل تجزیه در طبیعت است، غیرسمی می‌باشد و اکسیژن می‌تواند در آن نفوذ کند. این روش در سطح جهانی بعنوان یک روش شیمیایی مناسب برای استفاده در منابع آب آشامیدنی ثبت شده و در لیست برنامه‌های محیطی سازمان ملل متحد بعنوان یک تکنولوژی سالم قرار گرفته است. در صورتیکه از ستیل‌الکل به تنهایی برای کنترل تبخیر استفاده شود، تنها ۲ کیلوگرم از مواد برای تشکیل سه لایه جامد

کریستالیزه بر روی مساحتی در حدود یک کیلومتر مربع کافی خواهد بود. مصرف کمتر مواد باعث ادامه تبخیر شده و مصرف بیشتر از آن نیز منجر به متلاشی شدن لایه خواهد شد [۱۱].

به عنوان نمونه گزارش های منتشر شده قبلی مطالعه انجام شده روی آبخوان چاه نیمه است که به منظور بررسی روش های کاهش تبخیر از سطح چاه نیمه، پنج تشت تبخیر به صورت مقایسه ای مورد مطالعه قرار گرفتند. برای این منظور پوشش فیزیکی با دو مقدار متفاوت، پوشش شیمیایی و پوشش بیولوژیک روی چهار تشت تبخیر استاندارد کلاس A اعمال گردیده و یک تشت نیز به عنوان تشت شاهد در نظر گرفته شده و اطلاعات مربوط به این تشت ها برای یک سال و هر ۲۴ ساعت اندازه گیری گردیده اند. برای ایجاد پوشش شیمیایی از ستیل الکل استفاده گردیده است. نتایج نشان داد که مقادیر کاهش تبخیر جهت پوشش فیزیکی با ۷۰ درصد پوشش و ۴۰ درصد پوشش، پوشش شیمیایی و پوشش بیولوژیک به ترتیب عبارتند از ۴۸٪، ۳۱٪، ۴۲٪ و ۹٪ که پوشش فیزیکی ۷۰ درصد دارای بیشترین بازده و پوشش بیولوژیکی کمترین بازده را داشته است [۱۲]. همچنین در پژوهش صورت گرفته بر روی سد های استرالیا به این نتیجه رسیده اند که مقدار تبخیر از مخازن ذخیره بزرگ آب کشاورزی حدود ۱۳۲۰۰۰۰ تا ۲۸۸۰۰۰۰ مگالیترا می باشد که با استفاده از تکنولوژی های مختلف جلوگیری کننده از تبخیر مثل تک لایه ها و مواد شیمیایی میتوان این مقدار تبخیر را بین ۴۸۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰۰ مگالیترا کاهش داد، که به طور مشخص این مقدار برای تک لایه ها که مواد شیمیایی می باشند برابر ۳۵۰۰۰۰ مگالیترا می باشد [۱۳]. در مطالعه انجام گرفته در استرالیا با پخش ماده ستیل الکل در چند سد و مخازن آبی به این نتیجه رسیدند که حدود ۲۰ درصد از میزان تبخیر با این روش کاهش می یابد [۱۴]. در مطالعه ای در دانشگاه کوپننلند شمالی پژوهش هایی در مورد تاثیر الکل ها بر روی کاهش تبخیر انجام داده و به این نتیجه رسیدند که الکل های هگزادکانول (ستیل الکل) و اکتادکانول (استئاریل الکل) برای کاهش تبخیر از مخازن بزرگ مناسب می باشند و دوام آنها ۱ تا ۲ روز می باشد [۱۵]. مطالعات قبلی عموماً بر روی دریاچه های آب های شیرین خارج از کشور بوده و بر روی دریاچه چیتگر تا آنجا که بررسی شده، انجام نشده است.

### ۳. روش انجام پژوهش

در این پژوهش برای بررسی تاثیر مواد شیمیایی در کاهش تبخیر از سطح آب دریاچه چیتگر از دو تشت تبخیر کلاس A آمریکایی استفاده گردیده که مطابق شکل (۳) در محل دریاچه چیتگر و روی جزیره تنب بزرگ در محل مناسب و با رعایت ضوابط سازمان بین المللی هواشناسی مستقر گردیدند.



شکل ۳ - محل قرار گیری تشت های کلاس A آمریکایی آزمایش روی دریاچه چیتگر (نقشه های گوگل)

این مدل تشت ها از نقطه نظر سهولت کار، نگهداری و کشف سوراخ های ریز تشت، بر انواع دیگر ترجیح دارد و از جنس آهن گالوانیزه بدون رنگ و یا استیل ساخته می شود. قطر این تشت برابر ۱۲۰,۷ سانتی متر و با عمق ۲۵,۴ سانتی متر می باشد. برای شروع آزمایش ها و اندازه گیری تبخیر از تشت تا عمق ۲۰ سانتی متر آن معادل ۲۳۷ لیتر مطابق استاندارد سازمان بین المللی هواشناسی باید از آب پرگردد که برای شبیه سازی بیشتر شرایط آزمایش به دریاچه تمامی حجم مورد نیاز تشت ها در هر آزمایش توسط آب دریاچه پر گردیده اند. مطابق استاندارد به منظور اندازه گیری تغییرات ارتفاع آب درون تشت از گیج هوک و ورنی استفاده می گردد. در این روش گیج هوک جلوی نوسانات سطحی آب را گرفته و باعث می شود سطحی پایدار بوجود بیاید. سپس می توان با مماس کردن سر قلاب ورنی با آب تغییرات سطح آن نسبت به دفعه قبل را اندازه گرفت و از مقایسه این دو مقدار تبخیر تشت بدست می آید. نمونه ای از گیج هوک و ورنی آن در شکل (۴) نمایش داده شده اند. برای انجام آزمایش ها از یک تشت به عنوان تشت شاهد استفاده گردیده که هیچ ماده روی آن پخش نمی گردد و از تشت دیگر به عنوان تشت آزمایش استفاده گردیده و مواد روی آن پخش گردیده اند. در ابتدا و قبل از شروع آزمایش هر دو تشت از آب دریاچه پر گردیده و برای چند روز بدون هیچ پوششی مورد آزمایش قرار گرفتند تا مشکلات احتمالی از قبیل سوراخ شدگی تشت ها رفع گردد. در طی این چند روز تبخیر هر دو تشت برابر بوده و اثری از نشت آب نیز مشاهده نگردید؛ بنابراین با فرض صحت شرایط فیزیکی و محیطی مناسب آزمایش های اصلی انجام گردیدند.



شکل ۴- نمونه گیج هوک و ورنی

با توجه به اینکه بیشتر تبخیر آب در ماه های گرم سال در تابستان رخ می دهد؛ بازه زمانی انجام آزمایش ها در تیر و مرداد ماه سال ۱۳۹۸ انتخاب گردیده اند. در طی انجام آزمایش ارتفاع آب تشت های شاهد و آزمایش هر ۲۴ ساعت یکبار توسط ورنی ثبت گردیده اند که با محاسبه اختلاف مقادیر قرائت شده، تبخیر هر تشت بدست آمده و درصد کاهش تبخیر هر پوشش شیمیایی و اثرگذاری آن مطابق رابطه زیر محاسبه گردیده است:

$$(1) \quad \frac{\text{تبخیر تشت آزمایش} - \text{تبخیر تشت شاهد}}{\text{تبخیر تشت شاهد}} \times 100$$

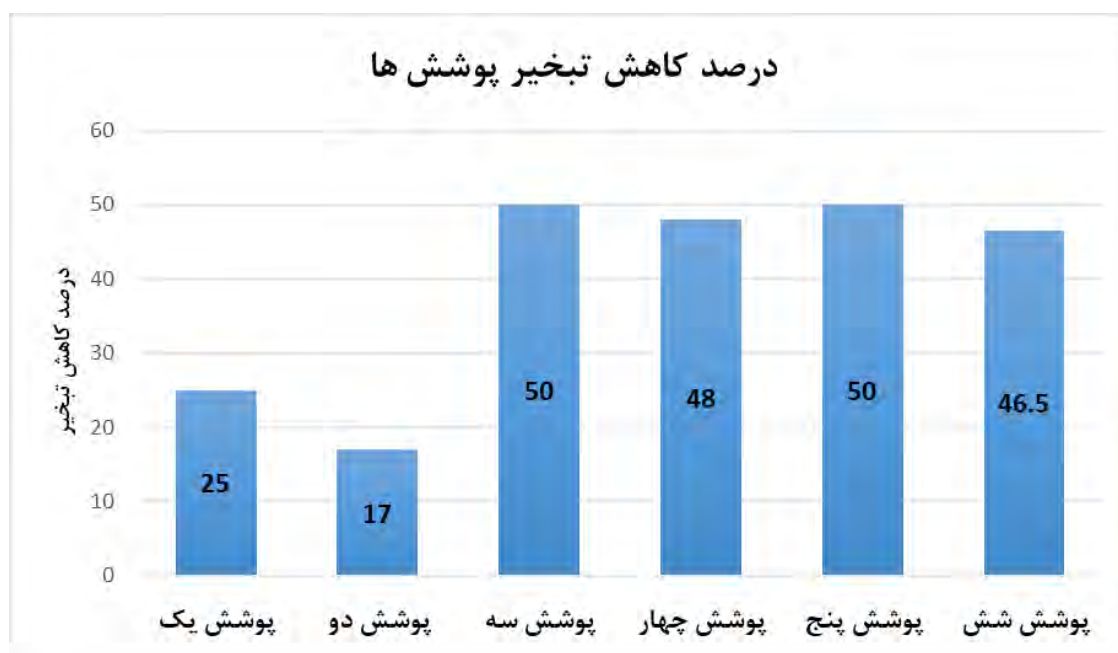
مطابق رابطه (۱) واضح می باشد که هرچه تبخیر تشت آزمایش کمتر از تشت شاهد باشد، درصد کاهش تبخیر بیشتر بوده و پوشش عملکرد بهتری داشته است. مواد مورد استفاده در آزمایش ها ترکیبات ستیل الکل، استتاریل الکل، استتاریک اسید، کلسیم هیدروکسید و روغن هوهوبا می باشند که در جدول (۱) درصد های وزنی آن ها و غلظت محلول نهایی بیان گردیده است. برای پخش بهتر مواد مذکور روی سطح آب، درصد های وزنی معینی از آنها را در حلال مناسب مطابق جدول (۱) حل کرده و سپس محلول بدست آمده روی تشت پخش گردیده است. هر پوشش چند بار مورد آزمایش قرار گرفته که میانگین درصد کاهش تبخیر بدست آمده در بخش بعد گزارش می گردد.

جدول ۱- درصد های وزنی مواد تشکیل دهنده پوشش های آزمایش

غلظت محلول mg/mL	مقدار مواد محلول mg	مقدار حلال mL	حلال	روغن هوهوبا	کلسیم هیدروکسید	استتاریک اسید	ستیل الکل	استتاریل الکل	
۵	۱۳۴	۲۷	اتانول					٪۱۰۰	پوشش یک
۵	۱۱۵	۲۳	اتانول				٪۱۰۰		پوشش دو
۵	۱۳۰	۲۶	اتانول				٪۲۳	٪۷۷	پوشش سه
۵	۱۴۰	۲۸	هگزان			٪۳۸	٪۱۴	٪۴۸	پوشش چهار
۷	۳۲۰	۴۵	اتانول		٪۶۰		٪۹	٪۳۱	پوشش پنج
۸,۵	۱۲۲	۱۴	هگزان	٪۴۳				٪۵۷	پوشش شش

## ۴. نتایج و بحث

مواد معرفی شده در جدول (۱) در بازه زمانی تیر و مرداد ماه سال ۱۳۹۸ بر روی تشت های تبخیر کلاس A آمریکایی استفاده و مقدار تبخیر آنها تا پایان یک طول عمر یعنی زمانی که تبخیر تشت شاهد و آزمایش یکسان گردیده و درصد کاهش تبخیر به صفر میل کند، اندازه گیری و برای هر دو تشت ثبت شده است. پس از انجام هر آزمایش، درصد کاهش تبخیر پوشش مورد استفاده محاسبه و مقادیر آن برای ۲۴ ساعت اولیه آزمایش به شرح شکل (۵) گزارش می گردد.



شکل ۵- درصد کاهش تبخیر پوشش های استفاده شده بر روی تشت های تبخیر

بیشترین کاهش تبخیر از میان پوشش های مورد استفاده را پوشش سه و پنج به میزان ۵۰٪ داشته اند و پوشش دو با کاهش تبخیر ۱۷٪ کمترین عملکرد را در جلوگیری از تبخیر نسبت به تشت شاهد داشته است. با توجه به مقدار مواد استفاده شده در هر پوشش و مقایسه آنها نشان می دهد پوشش سه حاوی استتاریل الکل و ستیل الکل بهترین عملکرد

جلوگیری از تبخیر را داشته و پوشش یک متشکل از فقط استتاریل الکل بیشترین طول عمر حدود ۵ روز را نشان داده است. پارامترهای محیطی آزمایش مانند باد، رطوبت نسبی و دما نیز بر روند تبخیر از تشت ها تاثیر گزار می باشند، به این صورت که با افزایش رطوبت نسبی و کاهش باد و دمای هوا، مقدار تبخیر نیز کاهش می یابد و برعکس.

## ۵. نتیجه گیری

با توجه به مسئله کمبود آب در ایران و با عنایت به وقوع خشک‌سالی های اخیر و انتظار افزایش دمای هوا، حفظ منابع آبی موجود بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کند. هدف مطالعه انجام گرفته بررسی میزان تبخیر سطحی دریاچه چیتگر و ارائه راهکار غیرمخرب و سازگار با محیط زیست برای کاهش آن می باشد. با توجه به سطح بزرگ دریاچه چیتگر برابر ۱۳۰ هکتار و عدم کارایی و امکان نصب پوشش های فیزیکی جهت کاهش تبخیر از سطح دریاچه استفاده از پوشش های شیمیایی غیرمخرب مطرح می‌گردد که در این مطالعه با استفاده از مواد بلندزنجیر مولکولی و با محوریت "استتاریل الکل" و "ستیل الکل" به بررسی تاثیر آنها بر میزان کاهش تبخیر دریاچه پرداخته گردیده است. از میان پوشش های مورد استفاده پوشش با نسبت ۱:۳ استتاریل الکل و ستیل الکل بهترین عملکرد را به میزان ۵۰ درصد در جلوگیری از تبخیر و با طول عمر حدود ۲,۵ روز داشته است. آزمایشات نشان می‌دهد با استفاده از این پوشش در مدت تابستان بر روی دریاچه چیتگر می توان حجم آبی بیشتر از حجم آب مورد نیاز یک ماه شهری با جمعیت حدود ۲۰۰ هزار نفر را حفظ نمود.

## ۵. قدردانی

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی محیط زیست مصوب دانشگاه صنعتی شریف می باشد که روی تبخیر سطحی دریاچه چیتگر مصوب گردیده است و نویسندگان بر خود لازم می دانند از حمایت ها و کمک های مسئولین مربوطه شرکت عمران و کارکنان شهرداری، بهره برداری، تصفیه خانه و حراست دریاچه چیتگر تقدیر و تشکر نمایند.

## ۶. مراجع

۱. رامین، م و دوستدار، م و عوفی، ف (۱۳۹۷)، " تنها گونه بومزاد دریاچه چیتگر *Capoeta buhsei Kessler, 1877* " مجموعه مقالات کنفرانس حفاظت از ماهیان بومزاد اکوسیستمهای آبهای داخلی ایران، گروه شیلات دانشگاه تهران-انجمن ماهی شناسی ایران، کرج، ایران، ۲۸ آذر، ۲۴۳-۲۴۷. [https://www.civilica.com/Paper-CBFCONF01-CBFCONF01\\_034.html](https://www.civilica.com/Paper-CBFCONF01-CBFCONF01_034.html)
۲. نیازمند، ن (۱۳۹۷)، " پیاده سازی مدیریت پروژه و ساخت دریاچه مصنوعی چیتگر با استفاده از استاندارد PMBOK " مجموعه مقالات اولین همایش بررسی چالش ها و ارایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، سازمان بسیج شهرداری تهران، تهران، ایران، ۱۰ اردیبهشت، [https://www.civilica.com/Paper-EPCPSUM01-EPCPSUM01\\_131.html](https://www.civilica.com/Paper-EPCPSUM01-EPCPSUM01_131.html)
3. Chini, S and Behrouzi, K. (2016) "Estimation of Evaporation from Chitgar Lake" U.S.-Iran Symposium on Wetlands, Irvine, California, 28 March, 182-192.
۴. دهقانیان، ع و کشاورز، س، ح و دشتی زاده، ن و حیدریان، ف (۱۳۹۵)، " بررسی روش های کاهش میزان تبخیر از مخازن آب و بیان معایب و محاسن آن " مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین علوم و تکنولوژی، مرکز مطالعات و تحقیقات اسلامی سروش حکمت مرتضوی، قم، ایران، ۱۷ تیر، [https://www.civilica.com/Paper-DSCONF02-DSCONF02\\_270.html](https://www.civilica.com/Paper-DSCONF02-DSCONF02_270.html)
5. Prime, E, Leung, D. Tran, G. Harnam, D. Solomon, G. Qiao, et al., "New technology to reduce evaporation from large water storages," Waterlines Report. (National Water Commission: Canberra, ACT), 2012.
6. Suresh Babu, P, Hans S. Eikaas, Pri. A, and Verlee. D. "Reduction of Evaporative Losses from Tropical Reservoirs using an Environmentally Safe Organic Monolayer". Catchment and Waterways Department, Public Utilities Board, Singapore, 2010.
۷. دولابی، م و ایرجی زاد، ا (۱۳۹۷)، " گزارش طرح بررسی روش های کاهش تبخیر آب "، صندوق حمایت از پژوهشگران
8. Marcos Gugliotti, Mauricio S. Baptista, Mario J. Politi, Reduction of Evaporation of Natural Water Samples by Monomolecular Films, J. Braz. Chem. Soc. 16 (2005) 1186-1190.



# ششمین کنفرانس منطقه‌ای تغییرات اقلیم

۹. محمود باریده و غلامحسین الیاسی. "برآورد میزان تبخیر از دریاچه سد های کشور با استفاده از تشت تبخیر" مجموعه مقالات سومین کنفرانس منابع آب ایران، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، مهرماه ۱۳۸۷. [https://www.civilica.com/Paper-WRM03-WRM03\\_275.html](https://www.civilica.com/Paper-WRM03-WRM03_275.html)
10. R.N. O'Brin, Method for making a coated powder for reducing evaporative water loss, International Patent Application WO 2006/012740 A1(2006).
۱۱. موسی، ح و پیری، م و دهقانی، ا، ا و مفتاح هلقی، م، (۱۳۸۷) "مطالعه آزمایشگاهی تاثیر استفاده از الکل های سنگین بر کاهش تبخیر از مخازن آب"، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، دانشگاه زابل، زابل، ایران، ۲۰-۲۲ اسفند. [https://www.civilica.com/Paper-ICWC01-ICWC01\\_116.html](https://www.civilica.com/Paper-ICWC01-ICWC01_116.html)
۱۲. حامد زارع مهدبیه (۱۳۹۰) " مطالعه تجربی کاهش تبخیر سطحی آب چاه نیمه " پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
13. S. Saggai, b, and O. E. K. Bachic, "Evaporation Reduction from water reservoirs in arid lands using monolayers: Algerian Experience", water resources development: economic and legal aspects, Vol. 45, No.2, 2018.
14. Knights, S. 2005. Reducing evaporation with chemical monolayer technology. Aust. Cottongrower, 26: 32-33.
15. Barnes, G.T. 2007. "The potential for monolayers to reduce the evaporation of water from large water storages: a review", Agricultural Water Management, 95: 339-353.