

1214P-NWWCE

**بررسی تأثیر مقادیر مختلف ماده کاهنده تبخیر از لحاظ کمی و کیفی بر روی منابع آب
(مطالعه بر روی استخرهای آب)**یوسف خلیج امیر حسینی^۱، علیرضا زارعی^۲، تهیمینه ذاتی مصلحتی^۳، سمیرا محنت فرسا^۴، ضحیمشیدی^۵

۱-مدیر امور آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات آب

۲-استادیار شیمی تجزیه، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۳، ۴ و ۵- کارشناس آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات آب

yousefkhajaj@yahoo.com

خلاصه

با افزایش جمعیت کره زمین و محدودیت منابع آبی، بشر با چاره‌اندیشی و اتخاذ تدابیر گوناگون باید در جهت حفظ و تأمین این مهم اقدام نماید. فرار گرفتن کشور ایران بر روی کمربند مناطق خشک، کمبود بارندگی و تبخیر از سطح مخازن از جمله مسائلی است که معضل کمبود آب در کشور را جدی‌تر می‌نماید. یکی از روش‌های مبارزه و مهار این کمبود کاهش تبخیر از مخازن پشت سدهاست. در این پژوهش از پودر واتر سیور کمپانی flexible استفاده شده که مخلوطی از ستیل الکل و هگزادکانول با مقادیر قابل توجهی کلسیم هیدروکسید می‌باشد. با پاشش این پودر در دو مرحله ابتدا معادل ۰/۱ گرم و در مرحله دوم معادل ۱۰ گرم، بر روی مخازن کوچک آماده شده در موسسه تحقیقات آب اقدام به بررسی اثرات کمی (میزان کاهش تبخیر) و کیفی (تغییرات احتمالی بر روی برخی پارامترهای شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی) شده که نتایج حاصله ارائه خواهد شد. معادل ۰/۱ گرم در بازه زمانی دو ماهه و سپس ۱۰ گرم در بازه زمانی یک ماهه در سطح ۱ متر مربع و ۱ گرم در سطح ۱۷/۷۱ متر مربع هر سه روز یکبار بر روی سطح حوضچه ساخته شده به ابعاد ۱*۱*۱ متر مکعب (جهت بررسی میزان تبخیر) و استخر پلاستیکی (جهت بررسی کیفیت شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی) ریخته شده است. نتایج کمی و کیفی در بازه زمانی دو ماهه و سپس یک ماهه بین دو حوضچه شاهد و نمونه مورد بررسی و کنترل قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: WaterSavr، ستیل الکل، هگزادکانول، تبخیر، کیفیت آب**۱. مقدمه**

افزایش روز افزون جمعیت، شهرنشینی، صنعتی شدن و بالا رفتن سطح مصرف و بهداشت انسان از یکسو و پدیده تغییر اقلیم و اثرات آن در کاهش میزان نزولات جوی در بخش عمده‌ای از جهان از سوی دیگر، بشر امروزی را با چالش جدی تأمین منابع آب سالم و بهداشتی و همچنین حفظ و نگهداری مناسب از منابع موجود روبرو کرده است. در همین راستا یکی از موارد جدی، تهدیدات قابل توجه بر منابع و مخازن آبی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک دنیا، موضوع تبخیر آب از سطح مخازنی است که با صرف هزینه‌های هنگفت، آب سالم را برای استفاده ذخیره می‌کند. از این رو امروزه محققان و دانشمندان مطالعات بسیاری برای تعیین و به کارگیری مواد و روش‌های مناسب که همراه با کاهش میزان تبخیر، کمترین اثرات زیست محیطی را بر روی منابع آب داشته باشند انجام داده‌اند. [۱] نتایج این مطالعات نشان داده است که به منظور کنترل و کاهش تبخیر حداقل سازی سطح تبخیر و پوشش مخازن به روش‌های فیزیکی و شیمیایی مناسب‌ترین روش موجود خواهند بود [۲] از جمله این روش‌ها می‌توان به استفاده از تک لایه‌ها (یک فیلم شیمیایی بر روی سطح آب) و شناورهای مختلف بررسی سطح آب مخازن اشاره کرد و راه‌حل‌های با دوامی در برخی شرایط پیشنهاد داد.

استفاده از مواد شیمیایی تک لایه برای کنترل تبخیر برای اولین بار در استرالیا گزارش شده است. [۳] همچنین تحقیقات ویژه ای بر روی استفاده از الکل های چرب بلند زنجیر تمرکز داشته که بر اساس مطالعات انجام شده راندمان استفاده از غشاء الکل های سنگین با افزایش میزان آن ها به تدریج افزایش می یابد. [۴] کراگ با استفاده از پوشش های پلاستیکی از جنس پلی اتیلن بررسی هایی در این زمینه انجام داد. [۵] در پژوهش دیگری در استرالیا با پخش الکل های هگزا و اکتادکانول بر روی سطح تشت های تبخیر کلاس A در دوره های زمانی مختلف به نتایج رضایت بخشی دست یافتند. [۶] در نهایت در سالهای اخیر در کانادا ابراین ، با ترکیب الکل هگزادکانول و مقداری هیدروکسید کلسیم ماده ای تهیه کرد و آن را در چندین مخزن مورد آزمایش قرار داد و ۴۰ درصد کاهش در میزان تبخیر مشاهده کرد. [۷] در ایران نیز با وجود میانگین تبخیر سالانه بیش از ۴۰۰۰ میلی متر در برخی مناطق و کاهش میزان متوسط نزولات جوی، در چندین سال گذشته، روش های جلوگیری و یا کاهش میزان تبخیر از سطح مخازن سدها مدتی است بعنوان یکی از راهکارهای قابل استفاده در حفظ و حراست از منابع آب مورد توجه قرار گرفته است. در همین خصوص موسسه تحقیقات آب پس از مطالعه و بررسی روش های مرسوم و رایج مرتبط در دنیا، اقدام به انتخاب ماده Water Savr (ستیل الکل و هگزادکانول) نموده و آزمایش های متعددی در سطح آزمایشگاهی و سپس استخرهایی در فضای باز نتایج کمی و کیفی ناشی از استفاده این ماده بر منابع آب را مورد پایش قرار داده انجام گردیده است که بخشی از این نتایج در قالب مقاله حاضر ارائه خواهد شد .

۲. مواد و روش ها

در این تحقیق که به منظور بررسی برخی اثرات کمی و کیفی مواد کاهنده تبخیر بر روی منابع آب انجام شده است، از ماده ای تحت عنوان WaterSavr محصول کشور کانادا استفاده گردید. WaterSavr، یک پودر آهک هیدراته به ثبت رسیده و حاوی هیدروکسی آلکان ها شامل الکل های بلند زنجیر بوده که با تشکیل یک فیلم به ضخامت یک مولکول بر روی سطح آب مخزن موجب کاهش فشار جزئی تبخیر بخار آب بالای سطح آب و در نتیجه باعث کاهش تبخیر خواهد شد. به طوریکه در برخی گزارش ها تا حدود ۵۰٪ به کاهش تبخیر ناشی از استفاده WaterSavr اشاره شده است. [۸] این ماده در کشورهایی نظیر چین، هند و ایالات متحده آمریکا بکار گرفته شده و همچنین دارای تأییدیه محصول توسط بنیاد ملی بهداشت (NSF) و بعنوان تکنولوژی سازگار با محیط زیست دارای تأیید برنامه محیط زیست آمریکا می باشد. هرچند تحقیقات زیادی بر کاهش تبخیر این کاهنده ها صورت گرفته و کارایی آنها در کاهش تبخیر اثبات شده است، اما اطلاعات زیادی در رابطه با تاثیر آن بر روی کیفیت آب در دسترس نمی باشد. به همین منظور در این تحقیق به بطور خاص به تاثیر فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آب در نتیجه استفاده از عامل کاهنده تبخیر پرداخته شده است. این پژوهش در موسسه تحقیقات آب و با استفاده از دو حوضچه ساخته شده با مصالح ساختمانی به قطر و عمق ۱ متر برای بررسی روند تبخیر و دو استخر پلاستیکی به قطر ۴٫۷۵ متر و عمق ۱٫۲۲ متر برای بررسی اثرات کیفی در طول دو ماه از فصل گرما انجام گرفت. (شکل ۱) یکی از استخر و حوضچه ها به عنوان شاهد و استخر و حوضچه دیگر که محتوی پودر کاهنده تبخیر بود، مورد بررسی قرار گرفت.



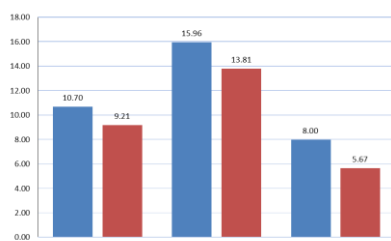
شکل ۱- استخر و حوضچه شاهد و نمونه

روش پاشش پودر نیز پس از مطالعه مقالات مختلف، با استفاده از الک مش ۰٫۱۵ میلی متر بر روی سطح استخر و حوضچه صورت گرفت. در شروع کار بعد از آبگیری توسط آب چاه در هر دو استخر و حوضچه های مربوط به اندازه گیری میزان تبخیر ، قبل از پاشش پودر، از هر کدام از استخرها نمونه شیمی، میکروبی و بیولوژیکی به عنوان نمونه شاهد یا زمینه برداشت گردید و سطح اولیه آب در هر یک از حوضچه ها به عنوان سطح مبنا قرائت شد.

همچنین پارامترهای دمای آب، دمای هوا، درصد رطوبت و سرعت و جهت باد به صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی تعبیه شده در محل به همراه اندازه گیری پارامتر DO (اندیکس در پایین اکسیژن محلول آورده شود) به صورت آنلاین در تمام برداشتها ثبت شده است. طبق محاسبات انجام گرفته در مقالات میزان پودر مصرفی در بازه زمانی دو ماهه اول در استخرها ۲ گرم و در حوضچه‌ها ۰/۱ گرم تعیین و استفاده شد. همچنین به منظور بررسی بیشتر اثرات پودر بر کیفیت آب در بازه زمانی یک ماهه میزان پودر مصرفی در استخرها ۱۰ گرم و در حوضچه‌ها ۱ گرم تعیین و استفاده شد. در دوره عملیاتی به منظور انجام کنترل و مقایسه‌های کمی و کیفی اثرات ناشی از کاربرد پودر کاهنده تبخیر پارامترهای شیمیایی اندازه گیری شده شامل (DO, COD, BOD, pH, EC, TP, Ca, Mg, NO₃, TN, TOC,) سختی کل، قلیائیت، کلروفیل (a) می‌باشد. همچنین آزمایش میکروبی (کلیرم مدفوعی و HPC) و آزمایشهای بیولوژیکی (جلبکها شامل فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون) برداشت و مورد آزمایش قرار داده شد. دستگاههای مورد استفاده در این پژوهش TOC آنالایزر برند Shimadzu، کروماتوگرافی یونی ۸۵۰ برند Metrohm، اسپکتروفتومتر Aqualytic، مولتی پارامتر برند Hach، BOD متر برند Aqualytic، COD راکتور برند Hach و DO متر برند Hach و آزمایشات میکروبی به روش MPN و پورپلیت انجام گردید.

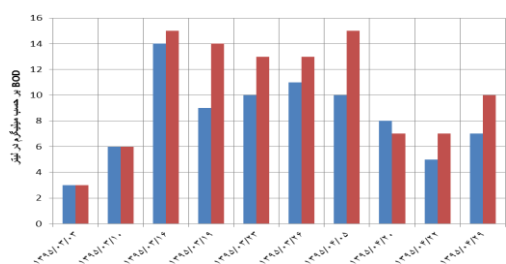
۳. نتایج

نتایج به دست آمده از مقایسه درصد تبخیر نمونه شاهد و نمونه خارجی در طی دو ماه به شرح نمودار زیر می‌باشد (شکل ۲).

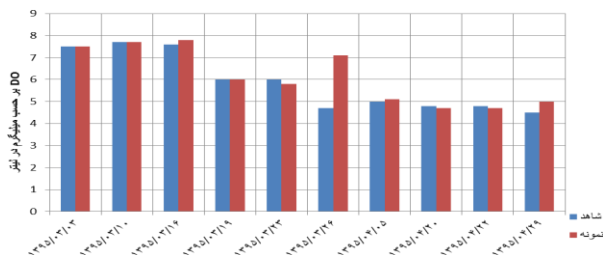


شکل ۲- درصد تبخیر شاهد و نمونه در طی دو ماه

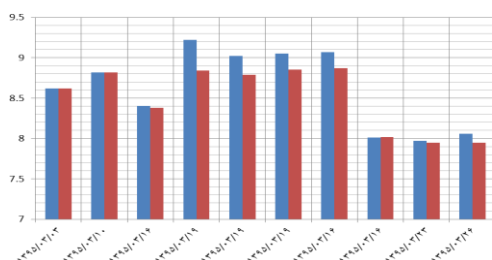
پارامترها و نتایج مورد بررسی در بازه زمانی دو ماهه با میزان پاشش ۲ گرم در استخر شاهد و استخر تیمار در ادامه ارائه شده است (اشکال ۳-۱۸).



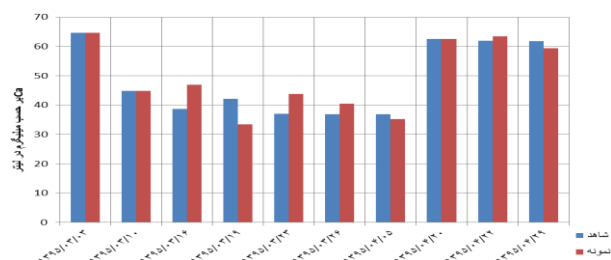
شکل ۴- میزان BOD نمونه و شاهد



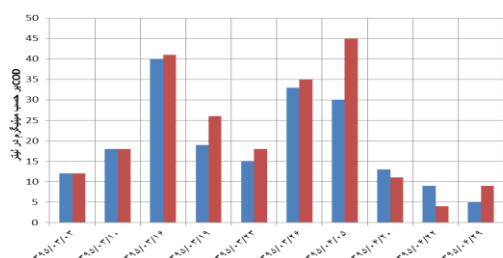
شکل ۳- میزان DO نمونه و شاهد



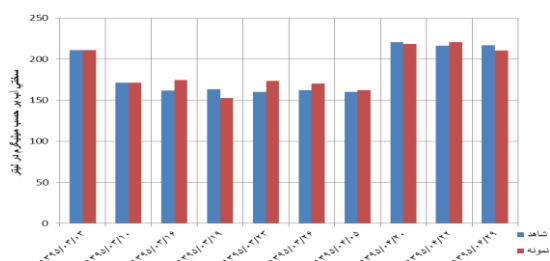
شکل ۶- میزان PH نمونه و شاهد



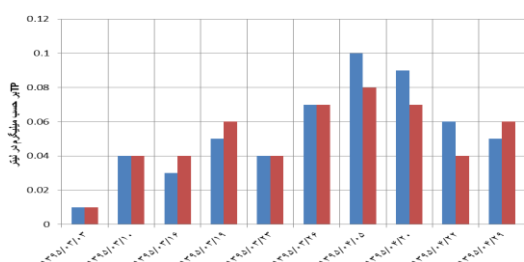
شکل ۵- میزان COD نمونه و شاهد



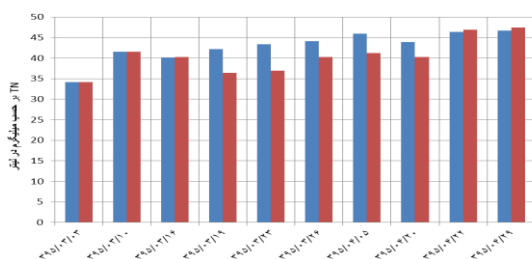
شکل ۸- میزان Ca نمونه و شاهد



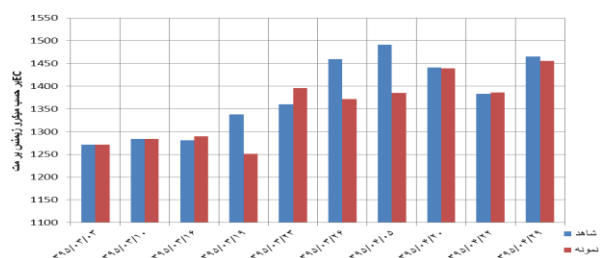
شکل ۱۰- میزان سختی کل نمونه و شاهد



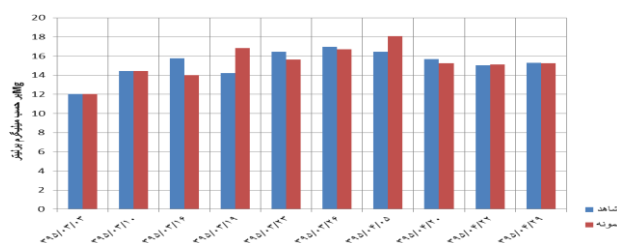
شکل ۱۲- میزان TP نمونه و شاهد



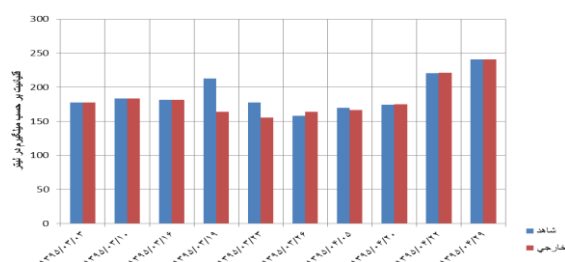
شکل ۱۴- میزان TN نمونه و شاهد



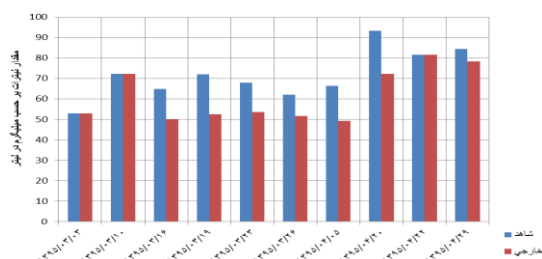
شکل ۷- میزان EC نمونه و شاهد



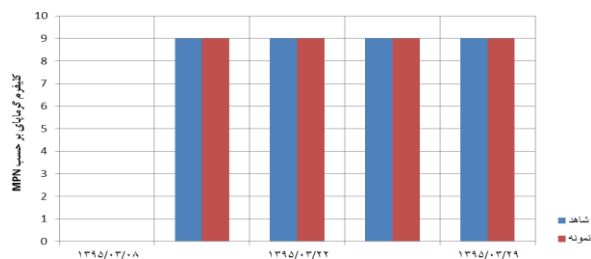
شکل ۹- میزان Mg نمونه و شاهد



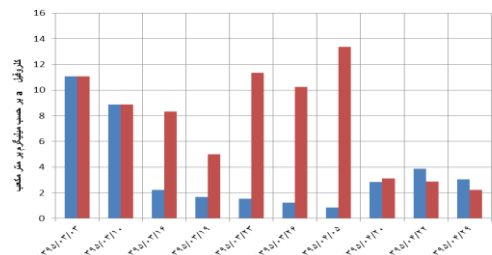
شکل ۱۱- میزان قلیائیت نمونه و شاهد



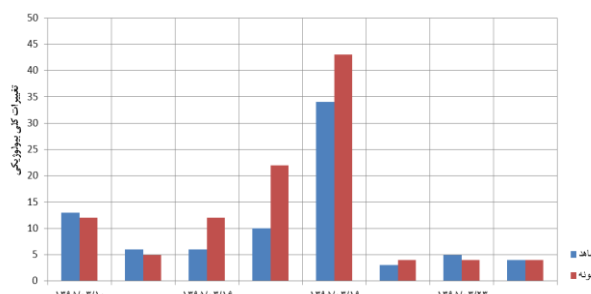
شکل ۱۳- میزان NO3 نمونه و شاهد



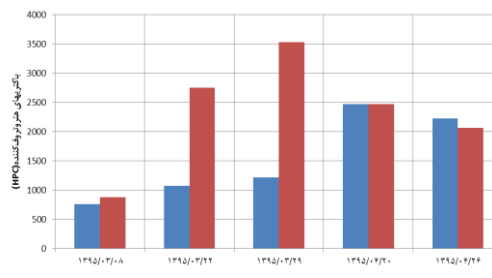
شکل ۱۶- میزان کلیرم نمونه و شاهد در ۱۰۰ میلی لیتر



شکل ۱۵- میزان کلروفیل a نمونه و شاهد

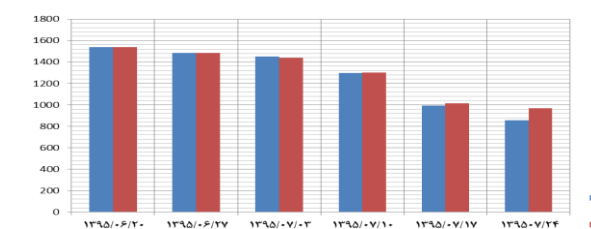


شکل ۱۸- تغییرات بیولوژیکی نمونه و شاهد

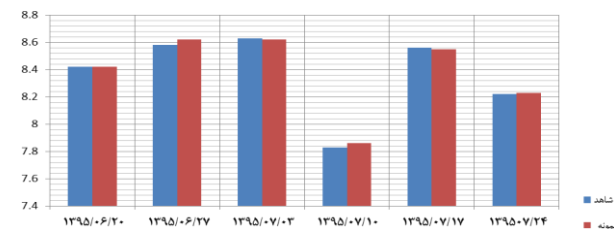


شکل ۱۷- تغییرات باکتریهای هتروتروف کننده نمونه و شاهد

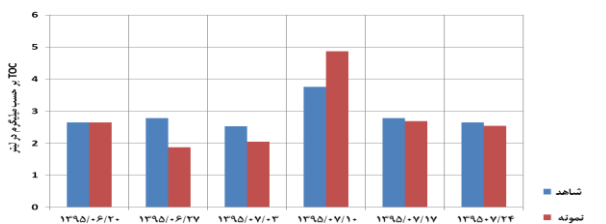
پارامترها و نتایج مورد بررسی در بازه زمانی یک ماهه با میزان پاشش ۱۰ گرم در استخر شاهد و استخر تیمار در ادامه ارائه شده است (اشکال ۱۹-۳۵).



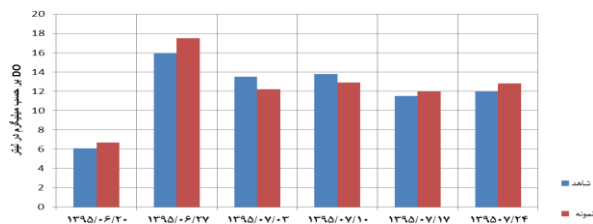
شکل ۲۰- میزان EC نمونه و شاهد



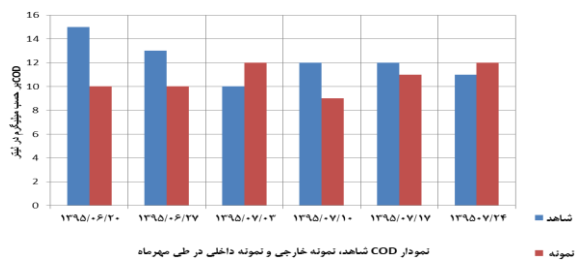
شکل ۱۹- میزان pH نمونه و شاهد



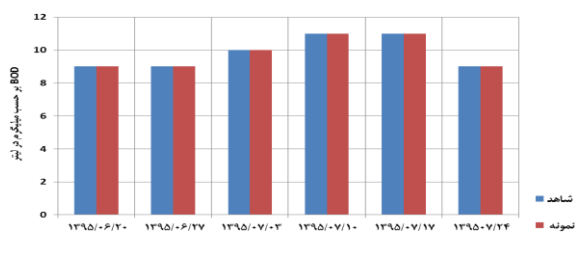
شکل ۲۲- میزان TOC نمونه و شاهد



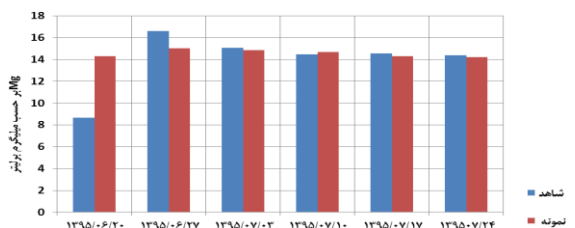
شکل ۲۱- میزان DO نمونه و شاهد



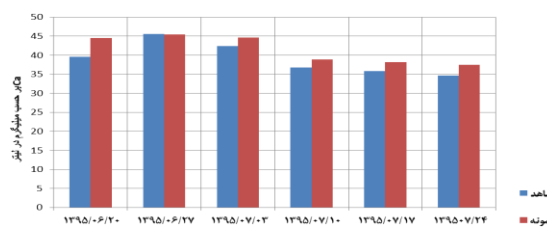
شکل ۲۴- میزان COD نمونه و شاهد



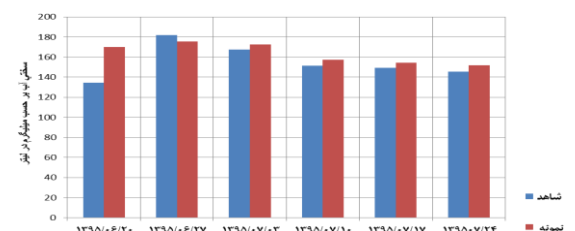
شکل ۲۳- میزان BOD نمونه و شاهد



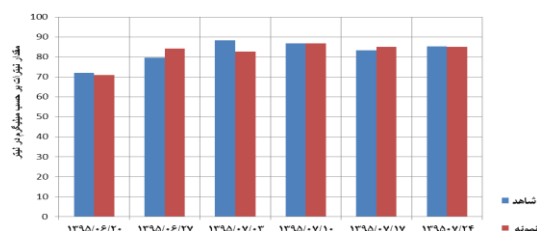
شکل ۲۶- میزان Mg نمونه و شاهد



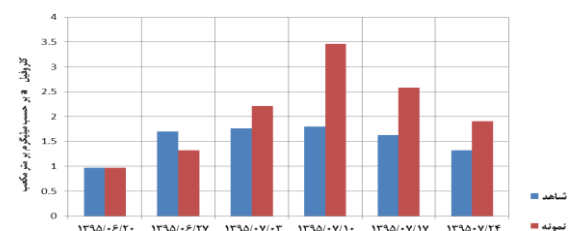
شکل ۲۵- میزان Ca نمونه و شاهد



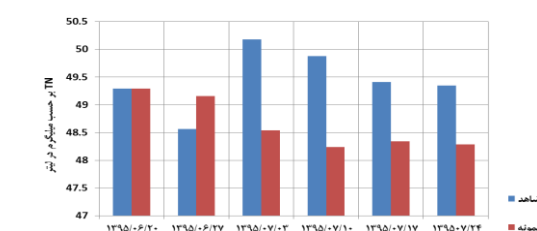
شکل ۲۸- میزان سختی نمونه و شاهد



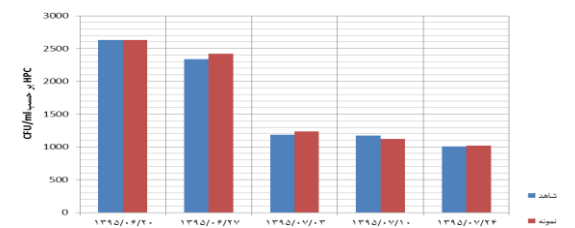
شکل ۲۷- میزان نیترات نمونه و شاهد



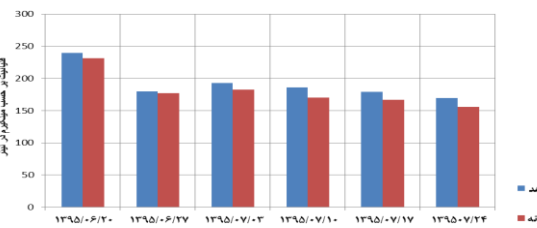
شکل ۳۰- میزان کلروفیل a نمونه و شاهد



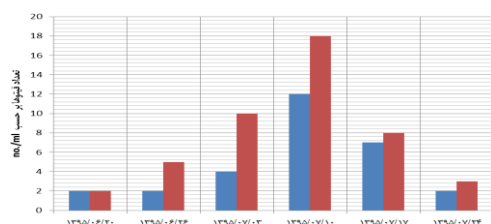
شکل ۲۹- میزان نیتروژن کل نمونه و شاهد



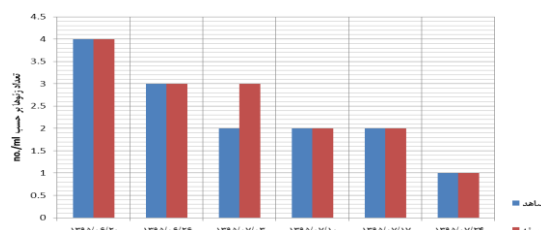
شکل ۳۲- تعداد باکتری‌های هتروتروف کننده نمونه و شاهد



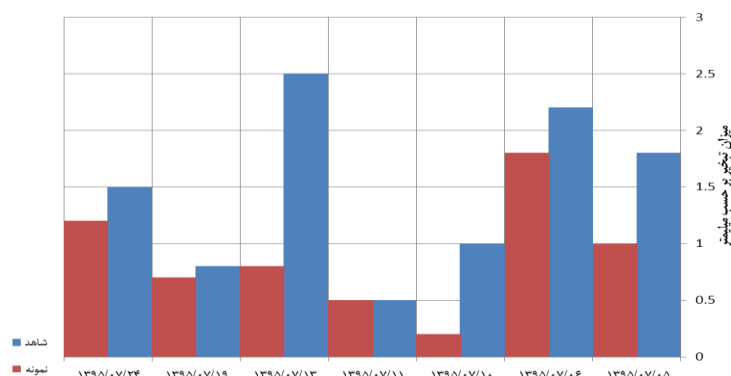
شکل ۳۱- میزان کلیانیت نمونه و شاهد شکل



شکل ۳۴- تعداد فیتوهای نمونه و شاهد



شکل ۳۳- تعداد زئوهای نمونه و شاهد



شکل ۳۵- میزان تبخیر نمونه و شاهد در طی یک ماه

۴. نتیجه گیری

نتایج حاصل از کاربرد ماده کاهنده تبخیر WaterSavr به منظور بررسی میزان کاهش تبخیر و همزمان اثرات احتمالی بر روی ترکیب شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی آب مخازن به شرح زیر می باشد:

با استفاده از این ترکیب و مقدار پاشش به میزان ۱ کیلو گرم در هکتار می توان تا ۱۸ درصد از میزان تبخیر را کاهش داد. با توجه به آزمایشهای میدانی در صورت ده برابر کردن مقدار پودر با توالی زمانی یک هفته پاشش، مقدار درصد ذخیره سازی آب تا ۳۰٪ افزایش یافت. مطابق با نتایج بدست آمده از آزمایشهای میدانی در طول یک ماه این ماده کاهنده آزمایشی هیچ تاثیری بر کیفیت آب نداشت. مشاهدات میدانی نشان می دهد بخش بزرگی از تک لایه تشکیل شده بعد از ۳ روز از بین می رود. لذا تواتر زمانی سه روزه جهت استفاده از این ماده توصیه می شود.

از آنجائیکه تابش خورشید باعث توزیع مناسب تک لایه روی سطح آب می گردد، لذا توصیه می گردد این ماده در ابتدای روز در جهت وزش باد پخش گردد.

پارامتر pH تغییر قابل توجه ای نداشته است و مقدار کاهش جزئی مربوط به زمان در معرض قرار گرفتن نمونه ها در مجاورت هوا و حل شدن گاز CO₂ در آب می باشد. همانطور که مشاهده می گردد اختلاف معنی داری بین pH شاهد و نمونه تیمار در بازه زمانی دو ماهه وجود ندارد. (شکل ۶ و ۱۹)

پارامتر EC در طول زمان به دلیل تبخیر در نمونه شاهد و در نمونه تیمار افزایش داشته است. بررسی نتایج نشان می دهد اختلافی بین EC نمونه شاهد و تیمار وجود ندارد. از آنجایی که Ca، Mg، سختی کل، قلیائیت و NO₃ تحت تاثیر تغییرات EC می باشد لذا در مقادیر این پارامترها در نمونه شاهد و تیمار تغییری مشاهده نگردید. (شکل ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۲۰، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۱)

پارامترهای فسفر کل و نیتروژن کل نسبت به تغییرات شاهد در طول دو ماه تغییری نشان نمی دهد. (شکل ۱۴، ۱۵ و ۲۹)



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



مقدار کلروفیل a در طول زمان در ابتدا آزمایش در نمونه تیمار افزایش یافته از طرفی مقدار کلیرم گرمای و HPC ها در این بازه زمانی بیشتر تحت تأثیر دمای هوا بوده و در کل تغییر چندانی نداشته، همچنین میکروارگانیسمها (فیتو پلانکتون ها) در بازه دو ماهه اول روند افزایشی را نشان می دهند این تغییرات نشان می دهد که با افزایش جمعیت جلبک ها (فتوستتر کننده ها) میزان غلظت کلروفیل a افزایش چشمگیری داشته است. (شکل ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۳۰، ۳۲، ۳۴) و در بازه زمانی یک ماهه با کاهش دمای محیط مقدار آنها نیز کاهش یافت.

با توجه به استاندارد موجود [۹] در زمینه آب شرب، کشاورزی و صنعتی بررسی ها نشان می دهد نتایج نمونه شاهد و تیمار تغییر قابل توجه ای در پارامترهای شیمیایی و میکروبی در طول دوره تحقیق نداشته است. لازم به ذکر است در طول اندازه گیری تنها تغییرات جزئی بر روی پارامترهای بیولوژیکی مشاهده شده، که این تغییرات احتمالاً ناشی از فعالیت های اکوسیستم های آبی در محیط باز می باشد. در پاشش مرحله دوم با میزان ۱۰ برابر تنها مورد قابل ذکر افزایش میزان ذخیره آب از ۸ درصد به ۳۵ درصد می باشد.

۵. مراجع

1. Community Education and Extension Support Unit and Rural Water Use Efficiency Initiative Department of Natural Resources and Mines, Queensland (2002)
2. I Craig, A Green, M Scobie and E Schmidt National Centre for Engineering in Agriculture University of Southern Queensland (NCEA Publication No 1000580/1 June 2005)
3. Mansfield, W.W. 1974. Proc Physical Chem. Div., Rotary Adventures in citizenship (R.A.I.C) national Conversation Canberra Australia
4. Mc Arthur, I.K. and Durham, H. 1957. Fatty Alcohols for water Conversation, Proc. 2nd Int. Congress of surface Activity, 6:262-269
5. Craig, I.P. 2005. Loss of storage water due to evaporation-a literature review. NCEA publication, University of Southern Queensland, Australia.
6. Craig, I., Green, A., Scobie, M. and Schmidt, E. 2005. Controlling Evaporation Loss from Water Storages. National Centre for Engineering in Agriculture Publication 1000580/1, USQ, Toowoomba.
7. O'Brien, R.N. 2006. Method for making a coated powder for reducing evaporative water loss. International Patent Application WO 2006/012740 A1.
8. McGuire Environmental Consultants, Inc. 1855 Blake Street, Suite 101 Denver, CO 80202 December 20, 2004 Published on line 18 January 2008

۹. کیفیت آب های ایران، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست انسانی، دفتر آب و خاک