



Technical Note

Designing of Unoring Floating Cover Using
Worn Tires for Evaporation Reduction of
Open Water ResourcesH. Afkhami^{1*}, H. Malekinezhad², E. Esmailzadeh³
and Kh. Garibi⁴

Abstract

Sarcheshme copper complex is one of industrial areas that it is facing a great volume of worn car and truck tires each year. The basic management for recycling or reuse of worn tires has not been considered in Iran in the recent decades and hence more than 70% of the worn tires are being released into the environment creating environmental problems. In this study, the evaporation reduction of water reservoirs and tailing dams of Sarcheshmeh copper complex is studied by a dual purpose plan using worn tires; both to prevent the entry of waste into the environment and reducing evaporation of water. For this purpose, a physical cover of evaporation reducer (Unoring) was designed and applied. The performance of Unoring cover to reduce evaporation was measured in two ponds with an area of 9 square meters in the vicinity of Sarcheshmeh tailing dam. One of the ponds was covered with Unoring cover and the other pond remained uncovered as a control system. The evaporation losses were measured in each pond for two months in 3-day intervals. The results showed that the performance of Unoring cover in evaporation reduction is 78.35 percent. Due to the water severe crisis and significant evaporation losses and a great volume of worn tires in Iran, the presented plan can be considered as a successful project to reduce the rate of evaporation from water reservoirs.

Keywords: Evaporation, Worn Tires, Environment, Cover of Evaporation Reducer, Sarcheshmeh Copper Complex.

Received: December 13, 2016

Accepted: February 17, 2017

یادداشت فنی

طراحی پوشش شناور یونورینگ با استفاده از لاستیک‌های
فرسوده جهت کاهش تبخیر از منابع روباز آبیحمیده افخمی^{۱*}، حسین ملکی نژاد^۲، عصمت اسماعیل زاده^۳
و خداکرم غریبی^۴

چکیده

مجتمع مس سرچشمه از جمله مناطق صنعتی است که سالانه با حجم عظیمی از لاستیک‌های مستعمل خودرو و دامپتراک‌ها مواجه می‌باشد. در دهه‌های اخیر عدم مدیریت اساسی در ارتباط با بازیافت یا استفاده از لاستیک‌های فرسوده معضلات زیست محیطی بیشماری را به همراه داشته است. در این پژوهش که با هدف کاهش تبخیر از مخازن آبی و سد رسوب‌گیر مجتمع مس سرچشمه انجام گرفته است، سعی شده تا با استفاده از لاستیک‌های مستعمل طراحی دوچانه جهت جلوگیری از ورود ضایعات به محیط‌زیست و کاهش تبخیر از سطوح آبی ارائه گردد. به همین منظور نوعی پوشش فیزیکی کاهنده تبخیر با نام یونورینگ طراحی و آماده گردید و سپس کارایی پوشش نامبرده در کاهش میزان تبخیر با احداث دو حوضچه ۹ مترمربعی در مجاورت سد رسوب‌گیر مجتمع مس سرچشمه مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور بررسی کارایی، حلقه‌های یونورینگ به مکان حوضچه‌های پایلوت در مجاورت سد رسوب‌گیر منتقل و سپس سطح یک حوضچه به‌طور کامل با یونورینگ پوشانیده و حوضچه دیگر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در ادامه، مقادیر تبخیر به مدت ۲ ماه و به فاصله زمانی ۳ روز از سطح دو حوضچه برداشت و آنالیز گردید. نتایج به‌دست‌آمده در بازه موردنظر کارایی حلقه‌های یونورینگ در کاهش میزان تبخیر را به‌طور متوسط ۷۸/۳۵ درصد برآورد نموده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد با توجه به بحران شدید آب و تلفات قابل توجه تبخیر در کشور و همچنین حجم عظیم لاستیک‌های فرسوده، طرح ارائه شده می‌تواند به‌عنوان طراحی موفق در کاهش میزان تبخیر از مخازن آبی مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تبخیر، لاستیک‌های فرسوده، محیط زیست، پوشش کاهنده تبخیر، مجتمع مس سرچشمه.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۹/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۱/۲۹

1- Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran. Email: hamide.afkhami@gmail.com

2- Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

3- Chief of Water and Environmental Research, Sarcheshmeh Copper Complex, Rafsanjan, Iran

4- Assistant Professor, Faculty of Mining and Metallurgy Engineering, Yazd University, Yazd, Iran

*- Corresponding Author

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۲- دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۳- رئیس امور تحقیقات آب و محیط زیست، مجتمع مس سرچشمه

۴- استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده معدن و متالورژی دانشگاه یزد

*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان اسفند ۱۳۹۶ امکانپذیر است.

است. (Alvarez et al. (2006) به منظور کاهش تبخیر از پوشش‌های متفاوت سایه‌انداز با کارایی بین ۵۰ تا ۸۰ درصد استفاده نمودند. به همین منظور (Finn and Barnes (2007) به کاربرد پوشش‌های معلق بادبزی شکل و (Howard and Schmidt (2008) استفاده از پوشش‌های معلق دایره‌ای و مسطح را بر روی سطح آب معرفی نمودند. از دیگر پوشش‌های فیزیکی استفاده شده در زمینه کاهش تبخیر می‌توان به آگ-فلوت (Agfloat) اشاره کرد. این پوشش شامل تایرهای فرسوده خودروها و تراکتور می‌باشد که جهت شناورسازی در سطح آب، تنها جداره داخلی حلقه لاستیک با استفاده از مواد پلی استایرن پر شده است. در سال ۲۰۱۰ از این پوشش حدود ۲۵۰۰ حلقه، در سد بلایت (Blyth) واقع در جنوب استرالیا جهت کاهش میزان تبخیر استفاده گردیده است (www.northernargus.com). همچنین، (Dawood et al. (2013) نشان دادند پلی‌اتیلن‌هایی با دانسیته ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌تواند تا ۵۷ درصد از کاهش تبخیر جلوگیری کند. نتایج، در پژوهش حاضر، سعی شده تا با توجه به ضایعات لاستیک‌های فرسوده، برای اولین بار در کشور، پوشش شناور کاهنده تبخیر با نام یونوریگ (Unoring) طراحی گردد و جهت ارزیابی کارایی در حوضچه‌های تحقیقاتی مجتمع مس سرچشمه که در مجاورت سد رسوبگیر احداث گردیده است، بررسی گردد.

۲- منطقه مورد مطالعه

معدن مس سرچشمه به‌عنوان بزرگ‌ترین و مهم‌ترین ذخیره مس در ایران به شمار می‌رود. این معدن با مختصات $29^{\circ} 56' 40''$ و $55^{\circ} 52' 20''$ طول شرقی و $29^{\circ} 56' 40''$ عرض شمالی در فاصله ۵۰ کیلومتری شهرستان رفسنجان واقع در استان کرمان قرار دارد. به‌طور کلی مساحت مخازن آبی روباز در این مجتمع حدود ۱۱۵۰۰۰۰ مترمربع می‌باشد. محاسبات نشان می‌دهد با توجه به پتانسیل تبخیر، سالیانه حدود ۲۵۸۰۰۰۰ مترمکعب آب قابل‌استفاده از منابع آبی مجتمع از دسترس خارج می‌گردد. با توجه به میزان و سطح قابل‌ملاحظه مخازن ذخیره آب، سالیانه به میزان برداشت دو و نیم ماه آب از تمام چاه‌های تأمین آب مجتمع از دشت خاتون‌آباد تبخیر صورت می‌گیرد. بدیهی است کاربرد روش‌های کاهش تبخیر و ذخیره آب می‌تواند علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، میزان برداشت آب تازه از دشت خاتون‌آباد را نیز به میزان قابل‌ملاحظه‌ای کاهش دهد.

حلقه‌های لاستیک مستعمل زباله‌های مخصوصی از جنس مواد پلیمری می‌باشند که به‌راحتی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند، به‌طوری‌که دوام لاستیک‌های فوق در طبیعت بیش از ۵۰۰ سال تخمین زده شده است. در حال حاضر میلیون‌ها حلقه تایر فرسوده در محیط‌زیست رها شده است. طبق آمارها ۵۰ درصد از لاستیک‌های دور انداخته‌شده در آمریکا سوزانده می‌شود (<http://usengineering.blogspot.com>). لاستیک‌های فرسوده دارای درصد بسیار بالایی کربن هستند و سوزاندن آن منجر به ایجاد گازهای مضر و سمی در محیط‌زیست می‌شود. مدفون کردن این لاستیک‌ها نیز به دلیل عدم تجهیزات مناسب منجر به اشغال فضای زیادی شده و شرایط آلودگی خاک را در سطح وسیع‌تری ایجاد می‌نماید. بر اساس مصوبه پارلمان اروپا در جولای ۱۹۹۹ تا سال ۲۰۰۶ میلادی معدوم نمودن تایرهای فرسوده به هر شکل در سراسر کشورهای این اتحادیه ممنوع گردیده است (Recycledrubber.blogfa.com). در ایران سالانه ۱۵۰ تا ۱۷۰ هزار تن تایر تولید می‌شود و ۳۰ هزار تن نیز از خارج وارد می‌گردد. از طرفی استهلاک لاستیک در کشور نیز بالاتر از استانداردهای جهانی است و این موضوع به حدی گسترده است که هم‌اینک شاهد انباشتی گسترده از لاستیک‌های فرسوده در مراکز دفن زباله و محیط‌زیست اطراف شهرها هستیم (<http://usengineering.blogspot.com>). با توجه به مشکلات بازیافت در ایران و اهمیت موضوع، ارائه راهکارهای مناسب سازگار با محیط‌زیست می‌تواند جهت به‌کارگیری تایرهای فرسوده مناسب باشد. علاوه بر این، از نظر اقتصادی نیز منجر به صرفه‌جویی در بخش انرژی گردد. در پژوهش حاضر نیز سعی شده تا با توجه به محدودیت و بحران شدید منابع آب از حلقه‌های لاستیک فرسوده در جهت کنترل تبخیر از مخازن آبی استفاده گردد. متأسفانه در ایران به‌رغم بحران شدید آب، بارش اندک و پتانسیل تبخیر بالا مطالعات چندانی در این رابطه انجام پذیرفته است و اندک مطالعات انجام‌شده بیشتر به بیان روش‌های کاهش‌های تبخیر (Gharvani and Al-Ahmad, 2007)، کاربرد مواد مختلف کاهش تبخیر در مقیاس آزمایشگاهی (Piri et al., 2011) و همچنین ساخت پوشش‌های کاهنده تبخیر از قبیل بتن سبک پرلیتی (Ranjbar et al., 2011) پرداخته است.

ازجمله مطالعات خارجی انجام گرفته در زمینه کاهش تبخیر می‌توان به مطالعه Cooley (1970) اشاره نمود که میزان تبخیر با استفاده از لاستیک بوتیل سفید در مقیاس آزمایشگاهی ۷۷ درصد کاهش نموده

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- طراحی و آماده‌سازی حوضچه‌های تبخیر

به منظور انجام آزمایش‌ها در شرایط طبیعی و واقعی دو حوضچه بتنی (شاهد و آزمایشی) با ابعاد $3 \times 3 \times 1$ متر در مجاورت سد رسوب‌گیر مکان‌یابی و ساخته شد. سپس به منظور اطمینان از عدم نشت، کف و دیواره حوضچه‌ها با پوششی از ایزوگام ایزوله گردید. در ادامه دو شاخص مدرج فلزی در دو گوشه حوضچه‌ها با هدف قرائت میزان تبخیر نصب و سپس به میزان ۹۰۰۰ لیتر آب از دریاچه پشت سد رسوب‌گیر به داخل هر حوضچه پمپاژ گردید.

۳-۲- نحوه ساخت پوشش یونورینگ

پوشش فیزیکی مورد استفاده در این تحقیق که یونورینگ نام دارد، شامل حلقه‌های مدور می‌باشد که با استفاده از لاستیک‌های فرسوده خودرو طراحی و ساخته شده است. جهت تولید یونورینگ، حلقه‌های لاستیک فرسوده به کارخانه یونولیت‌سازی منتقل و با تزریق یونولیت به فضای داخلی لاستیک، فضای داخل آن کاملاً مسدود گردیده است. همچنین، به منظور جلوگیری از آسیب‌های محیطی و تخریب یونولیت، از پوشش کرم رنگ بر پایه رزین و سیمان به ضخامت ۳-۴ میلیمتر در سطح یونورینگ استفاده شد (شکل ۱).

۳-۳- درصد فضاهای خالی در پوشش‌های مدور

به طور کلی در فضای هندسی و شرایط ایده‌آل هنگامی که پوشش‌های مدور یکسان در یک چهارضلعی منظم کنار هم قرار داده می‌شوند، درصد فضاهای خالی بین پوشش‌ها، ثابت و کاملاً مستقل از قطر پوشش می‌باشد به طوری که فضای تحت پوشش و آزاد در دو چهارضلعی یکسان که با پوشش‌های مدور با قطرهای متفاوت پوشش داده شده است یکسان می‌باشد (شکل ۱)، در این شرایط و در تمام قطرها، $78/5$ درصد از فضا دارای پوشش و $21/5$ درصد باقیمانده فضای خالی محسوب می‌گردد.

۳-۴- اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها

متناسب با مساحت حوضچه تعداد ۲۵ عدد یونورینگ با قطر ۶۰ سانتیمتر و ضخامت ۲۰ سانتیمتر جهت پوشش کامل حوضچه آزمایشی آماده گردید. سپس پوشش‌های آماده شده در تاریخ $1395/02/15$ به مکان حوضچه‌ها در مجاورت سد رسوب‌گیر منتقل و سطح یکی از حوضچه‌ها با آنها کاملاً پوشانیده گردید و حوضچه دیگر به عنوان شاهد و بدون پوشش در نظر گرفته شد (شکل ۲).

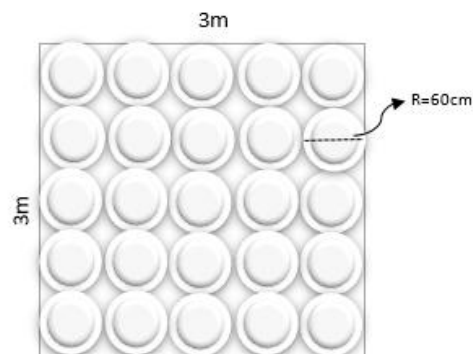


Fig. 1- A view of empty and covered spaces with Circular covers and Unoring covers in a square pond
شکل ۱- نمایش درصد فضاهای خالی و محصور در یک حوضچه مربع شکل با استفاده از پوشش‌های مدور و پوشش یونورینگ



Fig. 2- The pond covered with Unoring compared to pond without cover (control)
شکل ۲- نمایی از حوضچه پوشانیده شده با یونورینگ در مقایسه با حوضچه فاقد پوشش (شاهد)

بدین ترتیب سطح تبخیر از دو حوضچه از تاریخ ۱۳۹۵/۰۲/۱۵ تا ۱۳۹۵/۰۴/۱۵ با فاصله زمانی ۳ روز و در ساعت ۱۱ صبح قرائت و کارآیی یونورینگ در کاهش میزان تبخیر ثبت شد.

۴- نتایج و تحلیل نتایج

در این پژوهش کارآیی پوشش فیزیکی یونورینگ در کاهش میزان تبخیر در منطقه مجتمع مس سرچشمه طی زمان دو ماه بررسی گردیده است. مقادیر ثبت شده نشان می‌دهد میزان تبخیر در حوضچه شاهد از ۱۵ میلیمتر طی ۷۲ ساعت در اواسط اردیبهشت تا ۳۵ میلیمتر در اواسط تیرماه متغیر می‌باشد در حالی که میزان تبخیر سه روزه در حوضچه دارای پوشش یونورینگ از ۳ میلیمتر تا ۷/۵ میلیمتر در بازه زمانی ذکر شده متغیر بوده است. همچنین مقادیر تجمعی تبخیر از سطح دو حوضچه دارای پوشش و فاقد پوشش در شکل ۳ نمایش داده شده است.

در شکل ۳ سطح زیر نمودار تبخیر از حوضچه شاهد، نشانگر حجم کل تبخیر از این حوضچه و سطح زیر منحنی تبخیر از حوضچه دارای پوشش، حجم تلفات تبخیر از حوضچه پوشیده شده با یونورینگ می‌باشد. بدین ترتیب سطح بین دو منحنی رسم شده معادل حجم آب ذخیره شده ناشی از اعمال پوشش یونورینگ می‌باشد. با توجه به سطح حوضچه‌ها که معادل ۹ متر مربع می‌باشد، مقادیر حجم آب تبخیر شده از حوضچه شاهد و دارای پوشش یونورینگ به ترتیب ۵۳۵۵ لیتر و ۱۱۵۹/۲ لیتر و حجم ذخیره ناشی از اعمال پوشش یونورینگ ۴۱۹۵/۸ لیتر محاسبه شده است. بررسی مقادیر تبخیر در دو حوضچه نشان می‌دهد میزان متوسط تبخیر در حوضچه شاهد در تاریخ ۱۳۹۵/۰۲/۱۵ تا ۱۳۹۵/۰۴/۱۵ معادل ۹/۹ میلیمتر در روز است در حالی که این مقدار در حوضچه دارای پوشش ۲/۱ میلیمتر در روز بوده است. درصد کاهش تبخیر در حوضچه دارای پوشش نیز در بازه اندازه‌گیری در شکل ۴ نمایش داده شده است.

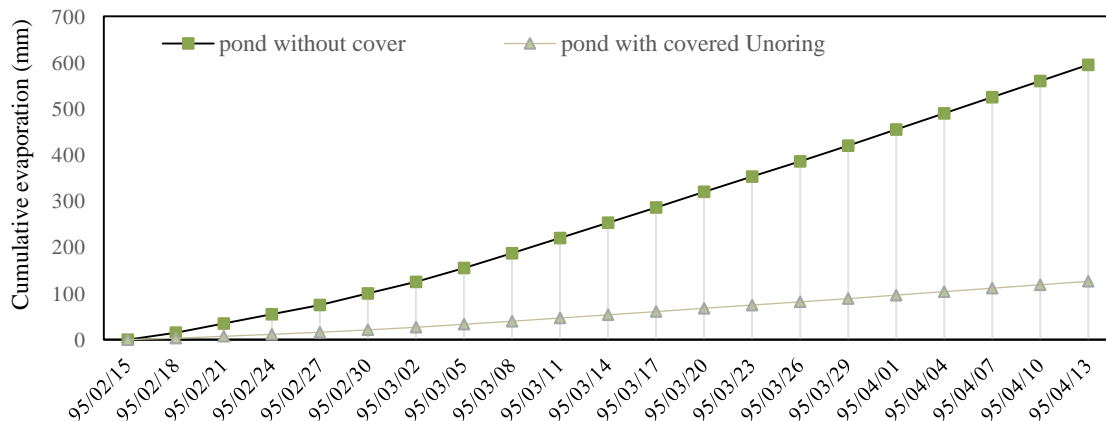


Fig. 3- cumulative evaporation from the pond covered with Unoring and the pond without cover
شکل ۳- نمودار تجمعی تبخیر از حوضچه شاهد و پوشانده شده با یونورینگ

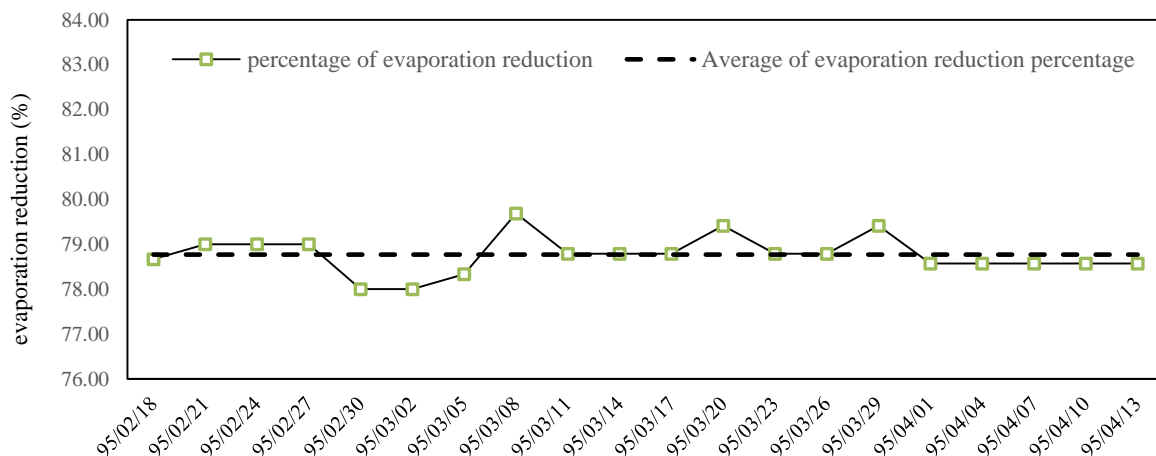


Fig. 4- Evaporation reduction percentage fluctuations relative to its mean value
شکل ۴- نمودار نوسانات درصد کاهش تبخیر نسبت به مقدار متوسط آن

حوضچه دارای پوشش ۲-۱ درجه سانتی‌گراد از دمای آب در حوضچه شاهد کمتر باشد که کاهش دما به‌نوبه‌خود بر روی کاهش میزان تبخیر به‌طور مستقیم مؤثر خواهد بود.

۵- خلاصه و جمع‌بندی

نتایج حاصل از پژوهش حاضر را می‌توان از دو جنبه زیست‌محیطی و مدیریت آب مورد توجه قرارداد. بحران آب و پتانسیل تبخیر بالا در کشور از یکسو و حجم انبوه ضایعات لاستیک‌های فرسوده مخرب محیط‌زیست از سوی دیگر، نقش حلقه‌های یونورینگ را به‌عنوان محافظان آب بسیار پررنگ می‌نماید. همچنین محاسبات انجام‌شده نشان می‌دهد با توجه به کارایی یونورینگ در کاهش میزان تبخیر، چنانچه کل سطح با استفاده از یونورینگ پوشش داده شود سالانه حدود ۲۰۳۲۲۶۶ مترمکعب آب ناشی از کاهش تلفات تبخیر ذخیره می‌گردد که این مقدار با توجه به تخمین بیش از ۱۰ سال عمر مفید حلقه‌های لاستیک به‌طور متوسط معادل ۲۰/۳۲۲/۶۶۰ مترمکعب خواهد بود. این میزان حجم ذخیره، معادل برداشت آب بیش از ۲۰ ماه از کل آب چاه‌های خاتون‌آباد می‌باشد که در حال حاضر آب مجتمع مس سرچشمه را تأمین می‌کنند که با توجه به کمبود آب و افت تراز سفره در دشت خاتون‌آباد، حفظ این ذخیره قابل توجیه می‌باشد. بدیهی است با توجه به سطح حلقه‌های لاستیک خودروهای سواری، جهت پوشش مساحت سطوح آبی در مجتمع مس سرچشمه حدود ۴۰۰۰۰۰۰ حلقه لاستیک سواری نیاز می‌باشد که این معادل تعویض تایرهای ۱۰۰۰۰۰۰ دستگاه خودروی سواری می‌باشد. این امر با توجه به اینکه در حال حاضر بیشترین ضایعات لاستیک مربوط به خودروهای سواری بوده قابل توجیه می‌باشد.

با توجه به شکل ۴ بیشترین درصد کاهش تبخیر معادل ۷۸/۵ و کمترین مقدار اتفاق افتاده معادل ۷۸ درصد می‌باشد، در حالی که متوسط کاهش میزان تبخیر در بازه اندازه‌گیری شده نیز برابر ۷۸/۳۵ می‌باشد.

نتایج بدست آمده از کارایی تبخیر نشان می‌دهد با توجه به سطح قابل پوشش حلقه‌های یونورینگ (۷۸/۵ درصد) و کارایی حلقه‌های یونورینگ در کاهش میزان تبخیر (۷۸/۳۵ درصد)، چنانچه سطح فضاهای خالی در نظر گرفته نشود، کارایی پوشش یونورینگ در سطوح پوشانیده شده حدود ۹۹ درصد می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان گفت ۹۹ درصد از تلفات تبخیر صورت گرفته از مخازن پوشانیده شده با یونورینگ از فضای خالی بین حلقه‌ها صورت می‌گیرد. اگرچه این فضاهای خالی به دلیل شکل مدور منجر به کاهش کارایی این پوشش تا ۷۸/۳۵ درصد گردیده است؛ اما وجود این فضاها اجازه ورود بارش و نفوذ اشعه خورشید به درون آب را داده و مانع از رشد جلبک‌ها و کاهش اکسیژن آب می‌گردد.

۴-۱- تأثیر یونورینگ بر دمای سطح آب

شکل ۵ نمودار تغییرات دما در طول بازه اندازه‌گیری را در دو حوضچه شاهد و دارای پوشش نشان می‌دهد.

شناوری‌سازی حلقه‌های یونورینگ بر سطح آب منجر به ایجاد پوششی به ضخامت ۲۰-۱۸ سانتیمتر در سطح آب گردیده است که این عامل از ورود تابش خورشیدی به بیش از ۸۰ درصد از فضای سطح آب جلوگیری به عمل می‌آورد. عامل فوق منجر شده تا دمای آب در

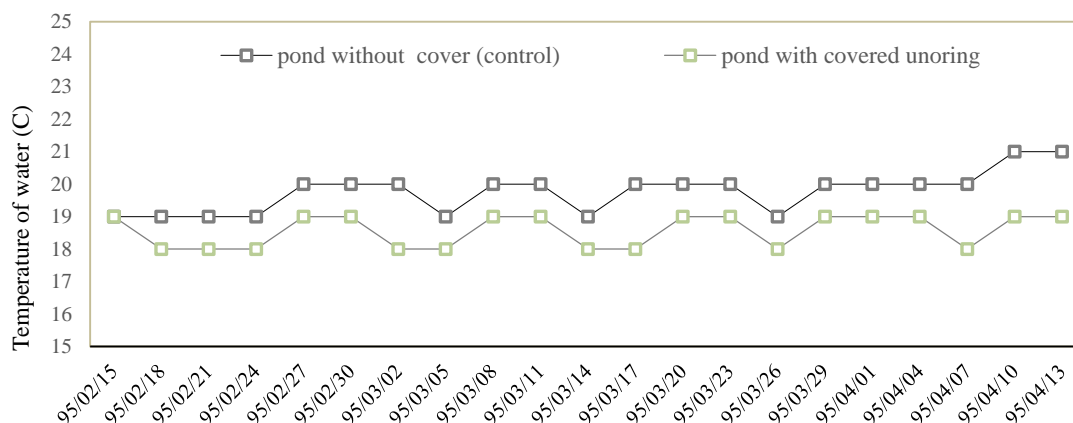


Fig. 5- The Graph of changes in surface water temperature in the control pond and the pond covered with Unoring

شکل ۵- نمودار تغییرات دمای سطح آب در دو حوضچه شاهد و پوشیده شده با یونورینگ

and chemical approach in reducing the evaporation from water surface. Journal of Water and Soil Conservation 17(4):141-154 (In Persian)

Ranjbar A, Mahdavian AA, Maknoon R (2011) The possibility of using floating plates of perlite light concrete to evaporation reduction of dams reservoirs.in:proc. Of 1st International and 3rd National Conference on Dams and hydropower, Tehra (In Persian)

Cooley K R (1970) Energy relationships in the design of floating covers for evaporation control. Journal of Water Resource Research 6(3):6717-6727

Alvarez VM, Baille A, Martínez J M, Real M G (2006) Effect of black polyethylene shade covers on the evaporation rate of agricultural reservoirs. Spanish Journal of Agricultural Research 4(4):280-288

Finn N, Barnes S (2007) The benefits of shade-cloth covers for potable water storages. Textile and Fibre Technology. CSIRO Gale Pacific

Howard E, Schmidt E (2008) Evaporation control using Rio Tinto's Floating Modules on Northparks Mine, Landloch and NCEA. National Centre for Engineering in Agriculture Publication 1001858/1, USQ, Toowoomba

www.northernargus.com

Dawood K A, Rashid F L, Hashim A (2013) Reduce evaporation losses from water reservoirs. International Journal of Energy and Environmental Research 1(1):14-9

در مجموع می‌توان گفت چنانچه بخش‌های دولتی نیز در جمع‌آوری حلقه‌های لاستیک از شهرستان‌های اطراف مجتمع نقش حمایتگر داشته باشند، صنعت مس سرچشمه می‌تواند در به‌کارگیری و استفاده از ضایعات لاستیک به‌منظور ذخیره آب در شرایط بحران فعلی، پیش‌تاز بوده و نقش مؤثری را در توسعه و ترویج این امر مهم در راستای مقابله با مشکل کمبود آب و تلفات آن در اکثر نقاط کشور داشته باشد.

۶- سپاسگزاری

این مطالعه در قالب طرح پژوهشی مصوب و با حمایت مالی مجتمع مس سرچشمه انجام گرفته است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از واحدهای مختلف مجتمع از جمله واحد تحقیقات و توسعه، شرکت ارفع سازان، واحد آب‌رسانی و تأسیسات و همچنین واحد حمل‌ونقل که در انجام این پروژه مساعدت و همکاری لازم را به عمل آوردند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

۷- مراجع

<http://usengineering.blogspot.com>

Recycledrubber.blogfa.com

Gharvani S, Al-Ahmad S H (2007) Evaporation and control methods. Journal of Civil Engineering school 81(37): 53-59 (In Persian)

Piri M, Hesam M, Dehghani AA, Meftah Halaghi M (2011) Experimental study on the effect of physical