بررسی استفاده از ورقه MDF بر کاهش تبخیر مخازن ذخیره‌ای آب

حمیدرضا قزوینیان*[۱]، سعید فرزین[۲]، حجت کرمی[۲]، سید فرهاد موسوی

۱*- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت منابع آب دانشکده عمران دانشگاه سمنان

(*Hamidrezaghazvinian@semnan.ac.ir*)

۲- استادیار گروه آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشکده عمران دانشگاه سمنان

۳- استاد گروه آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشکده عمران دانشگاه سمنان

چکیده

در مناطق مختلف ایران، مخازن ذخیره‌ای آب متنوع‌ای وجود دارد که در اختیار ارگان‌های مختلف می‌باشد. به علت عدم استفاده صحیح از منابع آب، آلودگی منابع آب در اثر وارد شدن فاضلاب‌های شهری، صنعتی و همچنین عوامل طبیعی مانند: تبخیر از سطوح آب منجر به از بین رفتن آب دردسترس شده است. برای جلوگیری از تبخیر آب مخازن و استخرهای ذخیره‌ای، روش‌های متفاوت و مختلفی نیز ارائه شده است که می‌توان به استفاده از مواد فیزیکی و مواد شیمیایی نیز اشاره نمود. یک روش برای کاهش تبخیر از طریق استفاده از مواد فیزیکی که می‌تواند در کنترل تبخیر موثر واقع شود، به کار بردن ورقه‌های MDF است. در این تحقیق به بررسی میزان کاهش تبخیر آب از تشت تبخیر استاندارد کلرادو سانکن با بکار بردن ورقه‌های MDF با ضخامت ۵۰ میلی‌متر و با پوشش ۱۰۰ درصدی بر روی تشت تبخیر کلرادو سانکن پرداخته شد. همچنین به بررسی ارتباط بین داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهر سمنان با میزان تبخیر تشت کلرادو که فاقد MDF می‌باشد و میزان تبخیر تشت شامل MDF پرداخته شد. نتایج حاصل نشان داد که این ماده عملکرد مناسبی در کنترل و کاهش تبخیر داشته و در نتیجه باعث ذخیره سازی بیشتر منابع آب گردید. با انجام آزمایش به مدت ۳ ماه، مشاهده گردید که بطور متوسط ورق MDF می‌توانند بطور متوسط حدود ۹۱ درصد کاهش تبخیر را به دنبال داشته باشد. همبستگی تبخیر طبق آزمون پیرسون پوشش ورق MDF با دمای حداقل، دمای حداکثر، ساعت آفتابی به صورت مثبت و رطوبت حداقل، رطوبت حداکثر، فشار به صورت منفی می‌باشد. طبق آزمون برابری واریانس‌ها به روش LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد، تبخیر تشت کلرادو سانکن با تبخیر تشت کلاس A ایستگاه سینوپتیک، تفاوت معناداری بین این دو تشت وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی:

کاهش تبخیر، MDF، مخازن ذخیره‌ای، تشت کلرادو، داده هواشناسی

مقدمه

آب به عنوان یکی از اصلی‌ترین عامل در رشد کشاورزی و صنعت مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. مصرف بیش از حد منابع آبی و نیز از بین رفت این ماده حیاتی از طرق مختلف منجر به ایجاد بحران‌های بسیار شدید و تنش آبی شده است *(ابراهیمی و یزدانی، ۱۳۹۲)*. در حال حاضر، رشد روز افزون جمعیت و کاهش یافتن منابع طبیعی کره زمین، انسان‌ها را وادار به در پیش گرفتن روش‌های مختلف به منظور صرفه‌جویی، آینده‌نگری این منابع نموده است. آب از جمله ضروری‌ترین و پرمصرف‌ترین نیازهای بشر می‌باشد که از یک سو به علت محدودیت‌های زمانی و مکانی و حجم بسیار محدود آب شیرین و قابل بهره‌برداری از سوی دیگر، منجر شده است که در مدیریت و برنامه‌ریزی آن ضرورت بیشتری نسبت به گذشته پیدا کند (*Piri et al., 2009*).

از مهمترین منبع آبی تأمین کننده‌ی نیاز شرب، کشاورزی و صنعت، در کل کشور و بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، آب ذخیره شده در دریاچه های پشت سدهای و استخرهای ذخیره ای احداث شده می‌توان نام برد (*زمانی و رحیم‌زادگان، ۱۳۹۷*). بنا توجه به مشکلات خشکسالی و کمبود آب شیرین در سال‌های اخیر، استفاده برنامه‌ریزی شده از منابع محدود آبی موجود اهمییت ویژه‌ای دارد. راهکارهای متعددی بدین منظور به کار گرفته شد است. یک مورد از آن‌ها مهار آب‌های سطحی و ذخیره‌سازی آن در مواقع پرآبی مانند فصل زمستان که کشاورزان آب مازاد در اختیار دارند، می‌باشد (مرادی مزرعه نو و همکاران، ۱۳۹۲).

منابع آب ذخیره شده در پشت سدها نیز با مشکل تبخیر روبرو هستند. حال با توجه به شرایط کشور ایران تبخیر از مخازن آب و هدر رفت آن اجتناب ناپذیر است. بدین منظور استفاده از روش‌های کاهش تبخیر کاربردی ببه نظر ممی‌رسد. تتاکنون پژوهشگران از پوشش‌های گوناگونی به منظور کاهش تبخیر سطوح آب استفاده کرده‌اند. پوشش‌های استفاده شده، عمدتاً ببه دو دسته فیزیکی و شیمیایی تقسیم شده‌اند. در روش‌های شیمیایی در کشور آفریقای شمالی، رابرتس (۱۹۶۲) با بکارگیری از تشت تبخیر ککلاس A ببه نتایجی دست یافت که ترکیب کردن ستیل الکل و الکل استریل، به نسبت برابر ۱:۱ ، بیشترین مقدار کاهش تبخیر را خواهد داد. در پژوهشی، موحدی نائینی(۲۰۰۵) در استان گلستان در منطقه تنگلی، به بررسی اثر استفاده از اکتادککانول و هگزادککانول ببر کنترل تبخیر پرداخت. اما به علت وزش بادها با سرعت بالا، نتوانست کاهش تبخیر را مشاهده نماید. بارنز (۲۰۰۸) درمورد تاثیر الکل‌ها برروی کنترل تبخیر انجام داد که به این نتیجه رسید، استفاده از الکل‌های اکتادکانول و هگزادکانول ببر روی مخازن درککاهش تبخیر موثر است.

در روش‌های فیزیکی خان و ایساک (۱۹۹۰) در آزمایشی به تاثیر استفاده از لایه‌های پلی‌اتیلنی که حالت شناور در ببر روی سطح آب قرار می‌گیرند نیز پرداخت. مدت زمان آزمایش ۱۹ ماه و درصد پوشش سطح آب تقریبا ۷۵ درصد بوده است. این تحقیق، ککاهش ۶۶ درصدی تبخیر را نشان داد. آلوارز و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی به بررسی استفاده از پوشش‌های سایه انداز ببر روی سطح آب برای کاهش تبخیر روزانه پرداختند. این پوشش‌ها از جنس آلومینیوم و پلی اتیلن بوده است که میزان کاهش تبخیر با این مواد نیز ببه ترتیب ۵۰ و ۸۰ درصد می‌باشد. هاوارد (۲۰۱۵) از توپ سایه در ابعاد و مقیاس بزرگ پرداخته است. این تتوپ‌ها در سطح آب ششناور مانده و نقش سایه را برای آب دارند و آب زیر آن‌ها نیز خنک می‌ماند که این موضوع می‌تواند نقش موثری در کنترل تبخیر داشته باشد به گونه‌ای که تا ۸۵ الی ۹۰ درصد کاهش تبخیر را در پی داشت.

بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که در زمینه کنترل تبخیر مطالعاتی انجام شده است ولی به نظر می‌رسد که این تحقیققات انجام شده در کشور ایران در زمینه کاهش و کنترل تبخیر از مخازن کم می‌باشد. با توجه به محدود بودن منابع آب کشور ایران از یک طرف و عواملی چون تغییر اقلیم و اثرات ناشی از آن که می‌تواند بر روی منابع آب کشور تتاثیر منففی بگگذارد، بایید اقدامات جدی و اصولی در اجرایی شدن روش‌های کاهش تبخیر به خصوص در مناطق گرم و خشک و در اختیار ارگان‌های مختلف انجام شود. هدف این تحقیق بررسی اثر استفاده از ورقه MDF بر روی مخازن آب در جهت کاهش تبخیر، در بازه زمانی ۳ ماهه بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در فضای باز ضلع شمالی دانشکده عمران دانشگاه سمنان و با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح آزاد آب ۱۱۴۸ متر انجام شد. مطابق شکل ۱ در ابتدا زمین محوطه برای کندن با بلدوزر تسطیح گردید و محل حفر چاله‌ها با نقشه برداری و رنگ مشخص و مطابق شکل ۲ چاله‌ها با کمک بیل مکانیکی نیز

حفر گردید. در این آزمایش ۴ عدد تشت تبخیر استاندارد کلرادو که در داخل زمین جاگذاری شد که ۳ عدد از این تشت‌ها به عنوان تیمار مشاهداتی که تنها آب در داخل آن ریخته شد و ۱ عدد دیگر نیز به عنوان تیمار آزمایش که علاوه بر آب، ورقه MDF در ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ سانتی متر و با ضخامت ۵۰ میلی‌متر بر روی تشت تبخیر کلرادو گذاشته شد. درصد پوشش ورقه‌های MDF ۱۰۰ درصد سطح آب داخل تشت استاندارد کلرادو بوده است. جنس تشت تبخیر استاندارد کلرادو از ورقه‌های گالوانیزه بوده است. مقدار آب تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری از کف تشت پر می‌گردد. ابعاد تشت تبخیر استاندارد کلرادو در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول۱- مشخصات تشت تبخیر استاندارد کلرادو(وزیری و همکاران، ۱۳۸۷).

طول (cm)	عرض (cm)	ارتفاع (cm)	ضخامت (mm)	حجم کل تشت (cm^3)
۹۲	۹۲	۴۶	۳	۳۸۹۳۴۴

شکل۱- مشخص کردن محل حفر گودال با رنگ به منظور قرار دادن تشت تبخیر کلرادو

شکل۲- حفر گودال توسط بیل مکانیکی به منظور قرار دادن تشت تبخیر کلرادو

MDF جزوء ماده است که می‌تواند نقش عایق حرارتی و رطوبتی ایفا کند. MDF در ضخامت‌های مختلف تولید مـی‌گـردد و دارای کاربردهای مختلفی است. در این پژوهش به علت استفاده از MDF در ضخامت ۵۰ میلی‌متری که ضخامت نسبتا زیادی دارد باعث شد تشت تبخیر کلرادو کاملا در سایه قرار بگیرد و نور خورشید به سطح آب نتابد. همچنین به علت قرار گیـری ایـن ورقـه بـر روی تشـت تبخیر و عدم شناور شدن بر روی سطح آب، از خیس شدن MDF نیز جلوگیری شد. شکل ۳ شکل ورق MDF نشان داده شده است.

شکل۳- ورق MDF مصرفی

انجام آزمایش و جمع آوری داده‌ها از تاریخ ۲ خرداد ۱۳۹۷ تا ۳۱ مرداد ۱۳۹۷ انجام پذیرفت. داده‌های مربوط به تلفات تبخیر از تشت استاندارد کلرادو (منظور تغییرات در عمق آب) به صورت روزانه برای هر ۴ مخزن و بصورت مستقیم با خط‌کش‌های نصب شده در داخل مخازن اندازه‌گیری شد و سپس میانگین سه تکرار به عنوان تبخیر روزانه برای مخازن بدون پوشش ثبت گردید. در شکل‌های ۴ الی ۶ جانمایی مخازن، مخازن بدون پوشش(شاهد) و دارای پوشش MDF نشان داده شده است.

شکل۴- جانمایی تشت‌های تبخیر استاندارد کلرادو

شکل ۵- مخزن بدون پوشش(شاهد)

شکل ۶- پوشش با ورق MDF

داده‌های مربوط به دما، فشار ، رطوبت، ساعت آفتابی، باد و بارش از ایستگاه اصلی سینوپتیک سمنان دارای مختصات جغرافیایی به طول'۲۵ °۵۳ و عرض '۳۶ °۳۵ و ارتفاع ۱۱۲۷ متری از سطح دریا واقع می‌باشد، دریافت شد. این ایستگاه نزدیک‌ترین ایستگاه ببه محل پژوهش می‌باشد که در فاصله ۲/۳۹ کیلومتری از محل پژوهش واقع شده است و ایستگاه مذکور محدوده پژوهش را در ببر ممی-گرفت. همچنین داده تشت تبخیر کلاسA نیز از ایستگاه سینوپتیک سمنان اخذ شد. داده‌های این تشت تبخیر با تبخیر تشت کللرادو مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SAS9.1 صورت گرفت.

نتایج و بحث

در این بخش، به بررسی و تحلیل نتایج آزمایشگاهی ارتباط تبخیر تشت کلاس A، تشت کلرادو و تشت‌های حاوی پوشش MDF با دمای حداقل، دمای حداکثر، رطوبت حداقل، رطوبت حداکثر، باد، ساعت آفتابی و فشار پرداخته می‌شود و نیز بررسی تبخییر تشت کلاس A و تشت کلرادو و مقایسه آن دو انجام پذیرفت. همچنین تبخیر از تشت با پوشش ورق MDF پرداخته شده است.

در جدول ۲ نتایج آماری مقدار تبخیر از تشت تبخیر کلاس A ایستگاه سینوپتیک سمنان با مقدار تبخیر از تشت تبخیر کلرادو بر حسب میلی‌متر در روزهای آزمایش آورده شده است. جدول ۳ آزمون همگنی واریانس‌های تبخیر تشت مشاهداتی و ایستگاه در سطح اطمینان ۹۵ درصد بررسی شده است. این جدول مقدار سطح معناداری بیشتر از ۵ درصد نشان می‌دهد. به عبارت ساده‌تر میان واریانس‌های تبخیر تشت مشاهداتی و ایستگاه اختلاف وجود ندارد و تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند. سپس در جدول ۴ آزمون برابری واریانس‌ها به روش LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد آورده شده است. با توجه به این جدول سطح معناداری بیشتر از ۵ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین تبخیر تشت‌ها وجود ندارد و همچنین طبق شکل ۷ ضریب تعیین بین تبخیر دو تشت برابر با ۹۲/۹۸ درصد می‌باشد که همبستگی بالای تبخیر تشت‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج آماری تشت تبخیر کلرادو (مشاهداتی) و تشت تبخیر ایستگاه (کلاس A) برحسب میلی‌متر

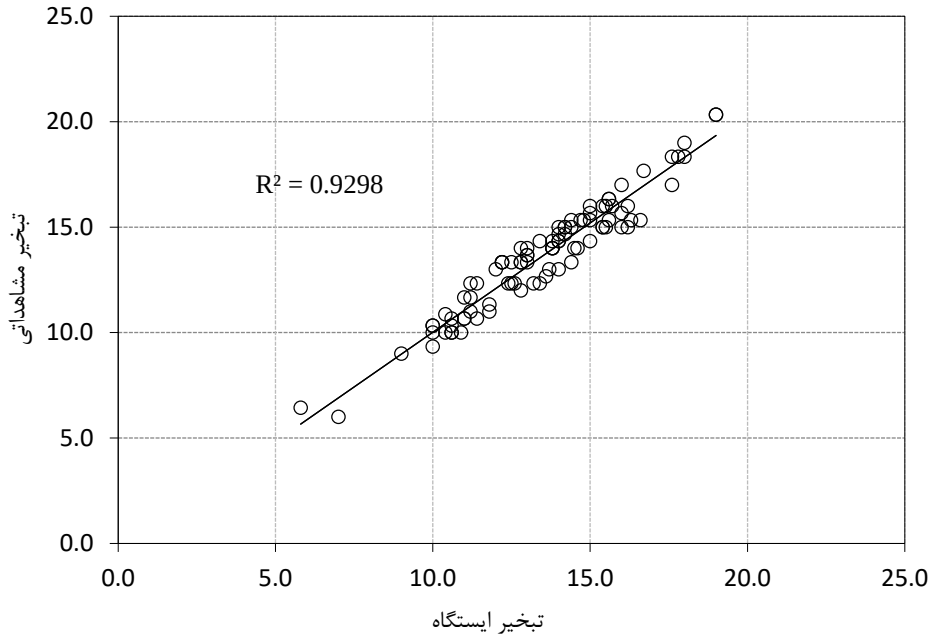
تبخیر	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطا استاندارد	حد پایین	حد بالا	مینیمم	ماکزیمم
تشت کلاس A	۹۲	۱۳/۵۲۵۰	۲/۴۹۱۵۵	۰/۲۵۹۷۶	۱۳/۰۰۹۰	۱۴/۰۴۱۰	۵/۸۰	۱۹/۰۰
تشت کلرادو	۹۲	۱۳/۶۶۰۹	۲/۶۷۵۸۲	۰/۲۷۸۹۷	۱۳/۱۰۶۷	۱۴/۲۱۵۰	۶/۰۰	۲۰/۳۰
کل	۱۸۴	۱۳/۵۹۲۹	۲/۵۷۹۱۵	۰/۱۹۰۱۴	۱۳/۲۱۷۸	۱۳/۹۶۸۱	۵/۸۰	۲۰/۳۰

جدول۳- نتایج آزمون لون برای تشت تبخیر کلرادو و تشت کلاس A

آزمون لون	درجه آزادی بین گروهی	درجه آزادی درون گروهی	سطح معناداری (Sig)
۰/۱۸۸	۱	۱۸۲	۰/۶۶۵

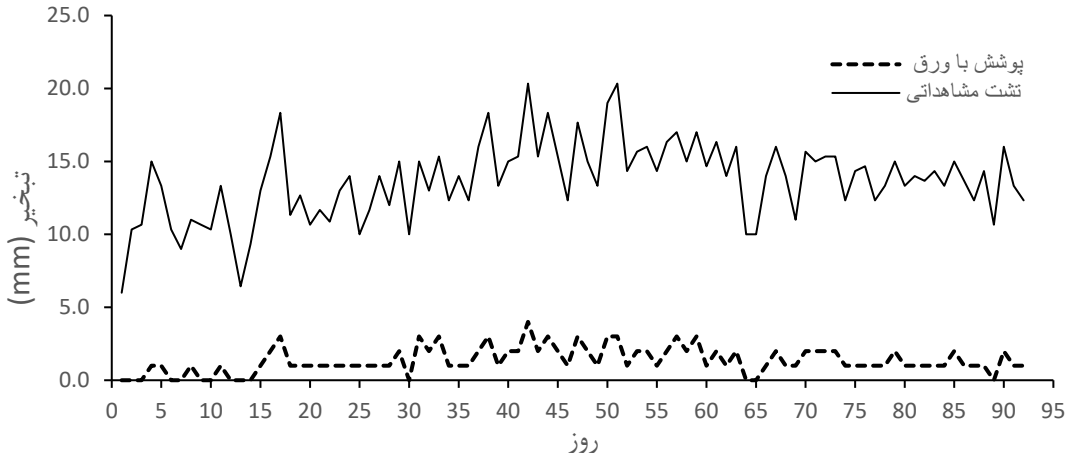
جدول ۴- نتایج تشت تبخیر کلرادو (مشاهداتی) و تشت تبخیر ایستگاه (کلاس A)

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری
بین گروهی	۰/۸۴۹	۱	۰/۸۴۹	۰/۱۲۷	۰/۷۲۲
درون گروهی	۱۲۱۶/۴۷۲	۱۸۲	۶/۶۸۴		
کل	۱۲۱۷/۳۲۱	۱۸۳			



شکل ۷- ضریب تعیین بین تبخیر ایستگاه و تشت مشاهداتی

در شکل ۸ تبخیر پوشش ورق MDF آورده شده است. با توجه به این شکل پوشش تمام سطح نرخ تبخییر را ککاهش ممی‌دهد و عملکرد بسیار مناسبی دارد و در حدود ۹۰/۹۶ درصد کاهش تبخیر به همراه دارد. ولی بیان این نکته حائز اهمیت است ککه ایین ننوع پوشش در ابعاد وسیع قابلیت اجرایی ندارد و همچنین در صورت اجرا مانع عبور نور وبارش باران می‌شود. برای رفع این مشکلات ممی-توان به ساخت و تولید MDF هایی با ضخامت کمتر و قابل اجرا بر روی آب پرداخت که ساخت این نوع از MDF ها باعث کمتر ششدن هزینه ها گردید. همچنین هدف از پژوهش حاضر، اجرای ورقه‌های MDF بر روی سطح استخرها و مخازن ذخییره‌ای ببا ابعاد کوچچک بوده است.



شکل ۸- مقایسه پوشش ورق MDF و تشت مشاهداتی

در جدول ۵ همبستگی تبخیر پوشش ورق MDF با دمای حداقل، دمای حداکثر، ساعت آفتابی به صورت مثبت می‌باشد یعنی در صورت افزایش دما و ساعت آفتابی تبخیر افزایش می‌یابد. همچنین در این جدول همبستگی رطوبت حداقل، رطوبت حداکثر، فشار به صورت منفی می‌باشد. این موضوع بیانگر این است در صورت افزایش رطوبت و فشار تبخیر پوشش ورق MDF کاهش می‌یابد. همچنین تمامی پارامترها به جز باد در سطح معناداری کمتر از ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۵ – آزمون همبستگی پیرسون و سطح معناداری تبخیر پوشش ورق MDF و داده‌های ایستگاه

تبخیر لیکا	دما حداقل	دما حداکثر	رطوبت حداقل	رطوبت حداکثر	باد	ساعت آفتابی	فشار
همبستگی پیرسون	۰/۴۴۲	۰/۳۶۲	-۰/۳۱۳	-۰/۳۵۰	-۰/۰۴۳	۰/۳۸۷	-۰/۲۱۹
Sig دو طرفه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۶۸۷	۰/۰۰۰	۰/۰۳۶
تعداد	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲

در جدول ۶ به بررسی قابلیت اجرایی بودن پوشش ماده MDF در مخازن کوچک و بزرگ با درصد پوشش مختلف نشان داده شده است. طبق جدول، ورق MDF تا درصد پوشش حدود ۶۰ درصد می‌تواند در مخازن بزرگ و مخازن کوچک مورد اجرا قرار گرفته شود. درصورت استفاده از ورق MDF با درصد پوشش بیش از ۶۰ درصد، تنها در مخازن کوچک اجرایی می‌شود.

جدول ۶ – قابلیت اجرایی بودن پوشش ماده MDF

	قابلیت اجرایی	
درصد پوشش (٪)	مخازن بزرگ	مخازن کوچک
۰ - ۶۰	دارد	دارد
۶۰-۱۰۰	ندارد	دارد

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

میان تبخیر تشت کلرادو و تشت کلاس A تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و ضریب تعیین بین تبخیر دو تشت برابر با ۹۲/۹۸ درصد می‌باشد که همبستگی بالای تبخیر تشت‌ها را نشان می‌دهد. پارامترهای هواشناسی دمای حداقل (درجه سلسیوس)، دمای حداکثر (درجه سلسیوس) و ساعت آفتابی (ساعت) دارای همبستگی معنادار مثبت با تبخیر تشت کلرادو و رطوبت حداقل (درصد)، رطوبت حداکثر (درصد) و فشار دارای همبستگی معنادار منفی با تشت تبخیر کلرادو می‌باشند. همچنین پارامتر سرعت باد (متر بر ثانیه) در تشت کلرادو هیچ همبستگی معناداری ندارد. بیشترین همبستگی با دمای حداقل و کمترین با فشار با ضریب همبستگی ۰/۵۶۳ و ۰/۲۴۹- می‌باشد.

داده‌های دمای حداقل (سلسیوس)، دمای حداکثر (سلسیوس) و ساعت آفتابی (ساعت) دارای همبستگی معنادار مثبت با تبخیر تشت پوشش ورق MDF و رطوبت حداقل (درصد)، رطوبت حداکثر (درصد) و فشار دارای همبستگی معنادار منفی با تشت ممذکور می‌باشند. همچنین داده‌های باد (متر بر ثانیه) در تشت پوشش ورق MDF عدم همبستگی معنادار را نشان داد. بیشترین همبستگی با دمای حداقل و کمترین با فشار با ضریب همبستگی ۰/۴۴۲ و ۰/۲۱۹- می‌باشد.

منابع

- ابراهیمی، ح.، و یزدانی، و. ۱۳۹۲. محاسبه تبخیر و تعرق فضای سبز به روش سبال (مطالعه موردی: پارک ملت مشهد). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۰ (۳): ۱۳۳-۱۵۱.
- زمانی، س.، و رحیم‌زادگان، م. ۱۳۹۷. محاسبه و ارزیابی تبخیر در دریاچه پشت سدها با استفاده از مدل تبخیر و تعرق SEBAL مطالعه موردی: سد امیرکبیر. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۷(۱۰۶): ۵۷-۶۹.
- مرادی مزرعه نو، ح. ر.، طالبی، م. ص. و حسن‌زاده، م. ۱۳۹۲. ارزیابی کاهش تبخیر از استخرهای ذخیره آب کشاورزی با استفاده از

پوشش یونولیتی (مطالعه موردی: منطقه عقدا). اولین همایش ملی کاربرد علوم و فناوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی، میبد.

- وزیری، ژ.، سلامت، ع.، انتصاری، م.، مسچی، م.، حیدری، ن.، و دهقانی‌سانیچ، ح. ۱۳۸۷. تبخیر – تعرق گیاهان(دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان). چاپ اول. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران.
- Alvarez V, M., Baille A., Martinez J.M. and M.G.Real. 2006. Effect of black polyethylene shade covers on the evaporation rate of agricultural reservoirs.Spanish Journal Agricultural Research., 4(4):280-288.
- Barnes G. T. 2008. The potential for monolayers to reduce the evaporation of water from large water storages. Agricultural Water Managment., 95(4):339-353.
- Howard, B.C. 2015. Why did L.A drop 96 Million 'Shade Balls' into its water?. Retrieved August 12,2015, National Geographic from http://news.nationalgeographic.com/2015/08/150812-shade-balls-los-angele-california-drought-water-environment/.
- Khan, M.A. and V. C. Issac. 1990. Evaporation reduction in stock tanks for increasing water supplies. Joirnal of Hydrology.,119:21-29.
- Movahedi Naeini, S.A. 2005. Reduction evaporation water by heavy alcohols using in surface storages. Report of research cast. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 19p. (In Persian).
- Piri, M., Hesam, M., Dehghani, A.A., Merftah Halaghi, M., and Ghazali, A.A. 2009. Determining of effect of using heavy alcohols on reduction of evaporation in water storage surface. Journal Agricultural Science Natural Resource., 16(2):284-293.
- Roberts, W.J. 1962. Reducing water vapor transport with monolayers. In: La Mer, V.K. (Ed.), Retardation of evaporation by Monolayers: Transport Processes. Academic Press, New York, Pp: 193-201.