

## مقایسه نیاز آبی گیاهان *Ziziphus spina-christi* و *Prosopis cineraria*

جواد درینی<sup>۱</sup>، علی اکبر کریمیان<sup>۲\*</sup>، اصغر مصلح آرانی<sup>۳</sup>، محمد حسین ایران نژاد<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری بیابانزدائی، دانشگاه یزد

۲\* - دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

۳- دانشیار دانشکده منابع، دانشگاه یزد

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

\*ایمیل نویسنده مسئول: akarimian@yazd.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۱۶

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی برخی خصوصیات و کارایی مصرف آب گیاهان کنار (*Ziziphus spina christi*) و کهور (*Prosopis cineraria*) تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری در سال زراعی ۹۶-۹۷ انجام شد. سطوح مختلف آبیاری شامل: ظرفیت زراعی (شاهد)، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کم آبیاری بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۴ تکرار اعمال گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین میزان آب مصرفی یا به عبارتی تبخیر-تعرق در سال برابر با ۳۵/۴۱، ۴۹/۸۶، ۶۲/۴۳ و ۷۹/۳۴ لیتر برای تیمارهای ۷۵، ۵۰، ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و شاهد در گیاه کنار بود. همچنین بیشترین میزان تبخیر-تعرق در تیر ماه و در تیمارهای مورد بررسی به ترتیب برابر با ۵/۵۸، ۷/۷۱، ۹/۸۱ و ۱۲/۳۸ لیتر بود. میانگین میزان آب مصرفی در گیاه کهور نیز برابر با ۲۳/۰۳، ۳۲/۵۹، ۴۱/۹۴ و ۵۳/۹۲ لیتر برای تیمارهای ۷۵، ۵۰، ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و شاهد مشاهده شد. در مورد گیاه کهور نیز حداکثر میزان تبخیر-تعرق برای تیمار شاهد برابر با ۷/۵۵ لیتر و برای تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کم آبیاری به ترتیب برابر با ۶/۳۱، ۴/۹۶ و ۳/۵۹ لیتر اندازه گیری شد. بالاترین کارایی مصرف آب با ۲/۳۷ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر در گیاه کنار و ۱/۷۸ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تبخیر-تعرق مربوط به تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری بود. به طور کلی نتایج این پژوهش بیانگر بهترین کارایی مصرف آب در ۵۰ درصد کم آبیاری برای هر دو گیاه مورد آزمایش بود.

**واژه‌های کلیدی:** "تبخیر-تعرق"، "کم آبیاری"، "کارایی مصرف آب"، "کنار"، "کهور ایرانی"

### ۱- مقدمه

به دلیل کمبود نزولات جوی در ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان می‌باشد (مصلح آرانی و همکاران، ۱۳۹۱). کمبود شدید بارندگی و پراکنش نامطلوب آن، تبخیر-تعرق بسیار زیاد و قابلیت کم نگهداری آب در خاک‌های ماسه‌ای از مهمترین چالش‌های استقرار نهال در عرصه‌های طبیعی می‌باشند. با توجه به محدود بودن منابع آبی مورد نیاز گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک، لازم است تا اطلاعات دقیقی در مورد میزان آب مورد نیاز هر گیاه، موجود باشد. همچنین همواره بایستی به فکر کاهش مصرف آب در این مناطق بود (رفیعی مجومرد و همکاران، ۱۳۹۰). بهره‌وری یا کارایی مصرف آب (WUE) را می‌توان به مجموع ماده خشک که توسط هر واحد آب مورد استفاده بوجود می‌آید، اطلاق نمود. به عبارتی کارایی مصرف آب را می‌توان بر مبنای مقدار ماده خشک تولیدی (هوایی و زمینی) به ازاء آب تعریق شده از گیاه محاسبه نمود (راد و همکاران، ۱۳۹۲). میزان مصرف و کارایی مصرف آب از موضوعات مهمی است که در سال‌های اخیر توجه دانشمندان و محققان داخلی و خارجی را به خود معطوف نموده است (Wu et al., 2008; Yin et al., 2005; Harleen et al., 2018; Majumder et al., 2016; Parekh et al., 2018; Barco et al., 2018; Majumder et al., 2013). کم آبیاری یک استراتژی بهینه‌سازی است. به صورت هدفمند به گیاهان اجازه می‌دهند، درجاتی از کم آبی و کاهش عملکرد را متحمل گردند.

ایران با میزان بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر، از مناطق خشک و کم آب در جهان است. تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی و خشکی از عوامل تخریب طبیعت و عدم استقرار نهال می‌باشند که به نوبه خود جنگل‌های طبیعی ایران را به سمت نابودی می‌کشاند (Noori et al., 2013). با توجه به تخریب منابع طبیعی و تبدیل اراضی، حساسیت و شکنندگی اکوسیستم‌های گرم و خشک در جنوب ایران، تشدید شده است. بنابراین باید با داشتن شناخت صحیح و کافی طوری برنامه‌ریزی شود که پایداری این اکوسیستم‌ها، افزایش یابد. یکی از راهکارهای مهم افزایش پایداری اکوسیستم‌ها توسعه پوشش طبیعی آنهاست (Sadegi et al., 2008). وضعیت پوشش گیاهی در هر منطقه بطور مستقیم بر وضعیت و شدت فرسایش (آبی و بادی) تأثیر می‌گذارد، به گونه‌ای که با وجود پوشش گیاهی، علاوه بر ایجاد اثر بادشکنی که شدت فرسایش بادی را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد، باعث ایجاد لایه خلاء در سطح خاک شده و مانع برخورد مستقیم باد به سطح خاک می‌گردد، در نتیجه وجود پوشش گیاهی سازگار و مقاوم به شرایط کم‌آبی و شوری می‌تواند از بهترین گزینه‌های تثبیت ماسه‌های روان در هر منطقه باشد (Khanamani et al., 2017).

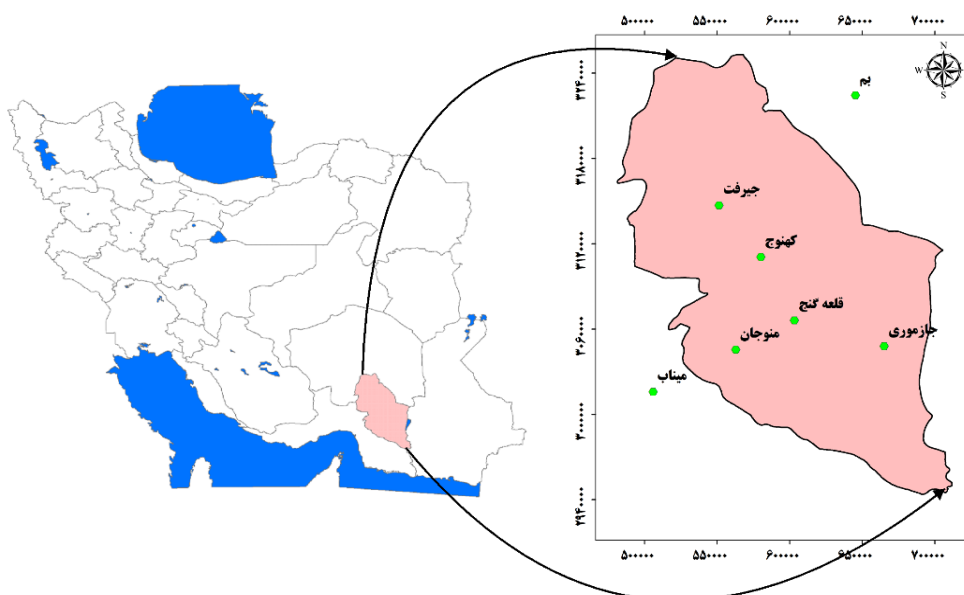
کنار و تولید با ارزش با طعم کنار و خاصیت دارویی آن از طرف دیگر، آن را به یک گیاه مناسب اکولوژیکی و اقتصادی در مناطق جنوب تبدیل کرده است (Farrar and Karampour.. 2008). کهور درختی است متعلق به رده نهاندانگان، راسته Fabales، خانواده Fabaceae و جنس *Prosopis* که در ایران شامل سه گونه کهور بومی از جنس کهور شامل کهور ایرانی (*Prosopis cineraria*)، کهور درختچه‌ای، نیز از گونه‌های (*Prosopis koelziana*) و کهورک یا جغجغه (*Prosopis farcta*) بصورت بوته‌ای وجود دارد. کهور ایرانی از گونه‌های ناحیه صحرا و سندی بوده که افزون بر سواحل جنوبی کشور تا حاشیه‌ی کویر لوت رویش دارد. این گونه تغییرات دمای ۴- تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند. اسیدیته خاک آن، خنثی تا کمی قلیایی است. این خاک‌ها در دامنه‌ای از شوری کم تا شور سدیمی است. از نظر کربن آلی خاک، فقیر ولی دارای مقادیر چشمگیری آهک و در برخی رویشگاه‌ها گچ است. بستر اصلی رویشگاه‌های این گونه را دشت‌های سیلابی و تراس‌های آبرفتی مجاور رودخانه تشکیل می‌دهد (امتحانی و همکاران، ۱۳۸۷). آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر میزان آبیاری بر کارایی مصرف آب و تبخیر-تعرق گیاهان کنار و کهور ایرانی صورت پذیرفت تا دستیابی به تیمار مناسب کم آبیاری که از نظر میزان صرفه جویی در مصرف آب بهینه باشد، انتخاب شود.

## ۲ مواد و روش‌ها

### • محل انجام پژوهش

دشت جیرفت واقع در مختصات جغرافیای ۱۵° و ۵۷° و ۱۷' و ۵۸° طول شرقی و ۱۲° و ۲۸' و ۱۳° عرض شمالی، در جنوب ایران و در استان کرمان قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا بین ۵۵۰ تا ۸۰۰ متغیر است. این منطقه از نظر آب و هوایی جزء مناطق نیمه خشک به‌شمار می‌رود و متوسط بارندگی آن در طول یک دوره دراز مدت ۴۰ ساله ۱۷۰ میلی‌متر می‌باشد (اسکندری دامنه و همکاران، ۱۳۹۷). مختصات محل آزمایش برابر با ۵۷۲۳۳۲ و ۳۱۷۲۲۷۶ و در زون ۴۰ می‌باشد.

هدف اصلی و اساسی در کم آبیاری افزایش کارایی مصرف آب (WUE) می‌باشد. این افزایش می‌تواند از طریق کاهش میزان آب مورد نیاز در هر آبیاری یا از طریق حذف آبیاری‌های فاقد بهره‌وری یا دارای پایین‌ترین سطح بهره‌وری صورت پذیرد. زمانی که عرضه آب محدود است یا هزینه تأمین آب بالاست، سطح بهینه اقتصادی آبیاری به مراتب کمتر از میزان آب مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر عملکرد (آبیاری کامل) است. تکنیک کم آبیاری به طور گسترده‌ای، به ویژه در نواحی مواجه با کم آبی مورد استفاده قرار گرفته است (Engi & Raja, 1996). از جمله می‌توان به دو گونه درختی مهم کهور (*Prosopis cineraria*) و کنار (*Ziziphus spina christi*) اشاره نمود (Koneshloo.. 1998). در ارتباط با مناطق انتشار این گونه در جنوب ایران رویشگاه‌هایی توسط (جزیره‌ای، ۱۳۸۱؛ ضعیفی، ۱۳۷۵؛ جوانشیر، ۱۳۷۹؛ ثلثی، ۱۳۷۷؛ کنشلو، ۱۳۷۷؛ امتحانی، ۱۳۸۲؛ Richinger.. 1986). اهمیت استفاده از این تکنیک باعث شده که در دهه گذشته تحقیقات زیادی بر گیاهان مختلف در آن صورت پذیرد. گیاهان مورد استفاده در این پژوهش، با توجه به رویشگاه طبیعی و شرایط اقلیمی منطقه کنار و کهور ایرانی می‌باشند که تحقیقات و گزارش‌های اندک در زمینه نیاز آبی این گیاهان در ایران و کشورهای همجوار که این دو گونه در آنها پراکنش دارند وجود دارد. لذا این تحقیق، با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر تبخیر-تعرق و کارایی مصرف گیاهان کهور و کنار صورت پذیرفت. درختان کنار گونه‌هایی از جنس *Ziziphus* هستند که به طور گستره و خودرو در استان‌های جنوبی کشور پراکنش دارند. در این مناطق با وجود محدودیت‌های منابع آب و خاک و چند برابر بودن تبخیر نسبت به بارش، درختان کنار علاوه بر ایجاد جنگل‌های طبیعی بصورت پراکنده، موجب کنترل فرسایش خاک می‌شوند. این درختان مقاوم به خشکی و سازگار با مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری می‌باشند. ارزش اکولوژیکی گونه‌های مختلف جنس کنار از یک طرف و خواص خوراکی و تولید بسیار زیاد میوه، خواص دارویی و بهداشتی قسمت‌های مختلف گیاه، تولید فرآورده‌های مختلف از محصولات آن، پرورش زنبور عسل در باغ‌های



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

• روش تحقیق

و در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آنها محاسبه گردید. با محاسبه میزان تعرق از روش یاد شده و دارا بودن بیوماس تولیدی در هر یک از تیمارها، کارایی مصرف آب بر مبنای گرم ماده خشک تولیدی در هر یک از تیمارها، کارایی مصرف آب بر مبنای گرم ماده خشک تولیدی به ازای هر لیتر آب مصرف شده محاسبه گردید.

• روش اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد بررسی

کارایی مصرف آب (WUE): پس از اینکه مقدار آب مصرف شده (تبخیر- تعرق) در هر یک از تیمارها محاسبه گردید، میزان تبخیر را از گلدانی که در آن گیاهی کشت نگردید و رطوبت آن همواره در شرایط ظرفیت زراعی حفظ شد، محاسبه و از میزان تبخیر و تعرق کسر گردید.

$$WUE = D/W \quad (1)$$

که در آن WUE کارایی مصرف آب، جرم ماده خشک تولید شده و جرم آب مصرف شده توسط گیاه است.

• تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه آماری و همچنین مقایسه میانگین داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱ میانگین ماهانه درصد رطوبت خاک و همچنین میزان آب مصرف شده (تبخیر-تعرق) در آبیاری گونه کنار در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. بیشترین میزان آب مصرف شده در طول یک فصل زراعی مربوط به تیمار شاهد با ۷۹/۳۴ لیتر و کمترین آن مربوط به تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با ۳۵/۴۱ لیتر بود.

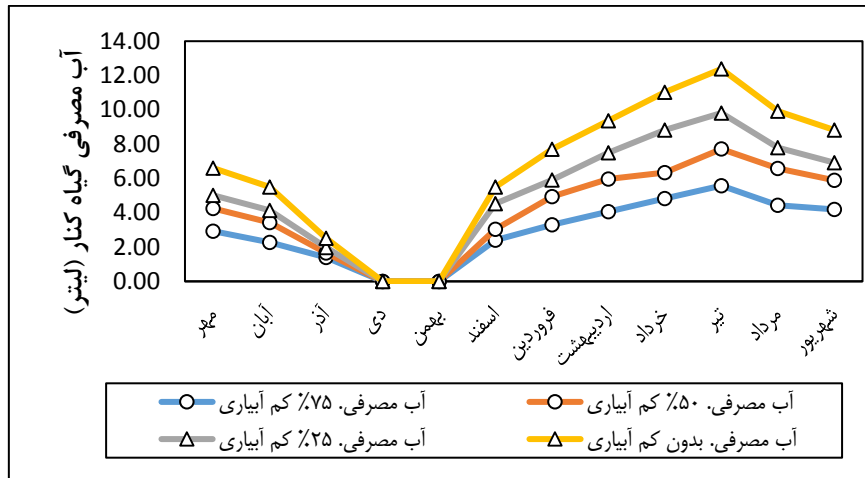
به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب و تبخیر-تعرق گیاهان کنار (*Ziziphus spina-christi*) و کهور ایرانی (*Prosopis cineraria*) در سال آبی ۹۷-۹۶ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار شامل تیمارهای ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اعمال شد. برای هر تیمار سه گلدان که مجموع وزن گلدان و خاک ۱۰ کیلوگرم می‌باشد در نظر گرفته شد. به منظور اندازه‌گیری رطوبت خاک از روش توزین گلدانها استفاده شد. بدین صورت که وزن گلدانها پس از اشباع به ۱۴ کیلوگرم رسید، یعنی ۱۰ کیلوگرم خاک و گلدان و ۴ کیلوگرم آب جهت رسیدن به ظرفیت زراعی، در نتیجه وزن گلدان ۲۵ درصد کم آبیاری برابر با ۱۳ کیلوگرم، همچنین وزن گلدان های ۵۰ درصد کم آبیاری و ۷۵ درصد کم آبیاری نیز برابر با ۱۲ و ۱۱ کیلوگرم می‌باشد. آبیاری بصورت هفتگی و بر اساس میزان کاهش وزن گلدان‌ها انجام گردید. به عنوان مثال اگر وزن گلدان‌های تیمار اشباع پس از یک هفته از ۱۴ به ۱۳ کیلوگرم رسیده باشد، ۱ کیلو به آن آب داده می‌شود تا دوباره به سطح اشباع برسد. به منظور بهبود وضعیت زهکشی، در کف گلدان‌ها به ارتفاع ۲ سانتی‌متر سنگریزه ریخته شد و در زیر گلدان‌ها از ظروفی جهت اندازه‌گیری آب اضافی خارج شده استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان تبخیر، یک گلدان بدون گیاه وارد اندازه‌گیری‌ها شد تا میزان کاهش وزن آن، بعنوان تبخیر لحاظ گردد و بتوان میزان تبخیر را از میزان تعرق تفکیک نمود. برای پر نمودن گلدان‌ها از خاک مناسب با بافت لومی شنی استفاده شد. به منظور محاسبه کارایی مصرف آب (WUE) در پایان سال آبی نسبت به برداشت بخش‌های هوایی و ریشه گیاه اقدام و با قرار دادن در کوره

جدول ۱- میانگین ماهانه رطوبت خاک (درصد حجمی) و تبخیر-تعرق (ماهانه / لیتر) گیاه کنار تحت تیمارهای مختلف آبیاری سال (۱۳۹۷-۱۳۹۶)

ماه	۷۵٪ کم آبیاری		۵۰٪ کم آبیاری		۲۵٪ کم آبیاری		شاهد
	رطوبت خاک	تبخیر-تعرق	رطوبت خاک	تبخیر-تعرق	رطوبت خاک	تبخیر-تعرق	
مهر	۱۵/۷۲	۲/۹۲	۱۹/۶۱	۴/۲۶	۲۲/۴۶	۵/۰۲	۲۴/۵۱
آبان	۱۶/۱۶	۲/۲۸	۱۹/۵۶	۳/۴۴	۲۱/۸۶	۴/۱۴	۲۴/۸۴
آذر	۱۶/۵۰	۱/۳۹	۱۹/۲۴	۱/۶۷	۲۲/۰۳	۱/۹۸	۲۴/۹۸
دی	۱۶/۰۶	۰	۱۸/۶۷	۰	۲۱/۷۳	۰	۲۴/۱۹
بهمن	۱۵/۴۶	۰	۱۸/۵۵	۰	۲۱/۲۸	۰	۲۳/۹۶
اسفند	۱۵/۹۱	۲/۴۱	۱۹/۵۲	۳/۰۴	۲۱/۴۵	۴/۵۴	۲۵/۰۹
فروردین	۱۶/۹۱	۳/۳۰	۱۹/۷۷	۴/۹۴	۲۱/۲۷	۵/۹۰	۲۴/۹۶
اردیبهشت	۱۶/۵۰	۴/۰۶	۱۸/۸۷	۴۵/۹۸	۲۱/۳۲	۷/۴۹	۲۴/۴۳
خرداد	۱۷/۰۳	۴/۸۲	۱۹/۴۷	۶/۳۵	۲۱/۵۰	۸/۸۱	۲۴/۲۵
تیر	۱۵/۹۸	۵/۵۸	۱۸/۳۸	۷/۷۱	۲۱/۴۲	۹/۸۱	۲۴/۰۷
مرداد	۱۴/۷۶	۴/۴۵	۱۷/۶۸	۶/۵۸	۲۰/۸۳	۷/۸۰	۲۳/۸۶
شهریور	۱۶/۱۷	۴/۲۰	۱۸/۸۱	۵/۹۰	۲۱/۹۴	۶/۹۲	۲۴/۷۰
میانگین	۱۶/۱۰		۱۹		۲۱/۵۹		۲۴/۴۹
مجموع		۳۵/۴۱		۴۹/۸۶		۶۲/۴۳	۷۹/۳۴

حداکثر میزان تبخیر-تعرق برای تیمار شاهد برابر با ۱۲/۳۸ لیتر و برای تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کم آبیاری به ترتیب برابر با ۹/۸۱، ۷/۷۱ و ۵/۵۸ لیتر اندازه گیری شد.

بر طبق شکل ۱ تغییرات ماهانه تبخیر-تعرق (لیتر) را نشان می‌دهد، میزان تبخیر-تعرق در دی و بهمن ماه به صفر رسیده و با گرم شدن هوا رو به افزایش داشته که در تیر ماه به حداکثر مقدار خود رسیده است.



شکل ۱- تغییرات ماهانه درصد تبخیر-تعرق (لیتر) گیاه کنار تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری (سال زراعی ۹۷-۹۶)

تعرق و همچنین کارایی مصرف آب در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند.

جدول ۲ تجزیه واریانس برخی شاخص‌های گیاه کنار را تحت شرایط کم آبیاری نشان می‌دهند. بر اساس جدول ۲، شاخص‌های تبخیر-تعرق،

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به تبخیر-تعرق، تعرق، ماده خشک و کارایی مصرف آب در گیاه کنار، تحت تاثیر سطوح مختلف کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	تبخیر-تعرق	تعرق	کارایی مصرف آب	ماده خشک
کم آبیاری	۳	۱۰۵۱/۷۹**	۸/۵۲**	۰/۲۷**	۱۵/۰۵**
خطا	۱۲	۲/۳۹	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۸۳
CV		۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۲۵

\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد، <sup>ns</sup> عدم وجود تفاوت معنی‌دار

داری برخوردار گردید. شاخص‌های تبخیر-تعرق و تعرق در تیمار شاهد به ترتیب با میزان ۶۹ و ۶/۲۱ بیشترین مقدار و در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با میزان ۳۰/۸۳ و ۲/۷۷ کمترین مقدار را نشان داد. شاخص ماده خشک نیز همین وضعیت را نشان داد (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تبخیر-تعرق، تعرق، کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف کم آبیاری مشاهده شد. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری بود، که با شاهد و تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری از اختلاف معنی

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به تبخیر-تعرق، تعرق، ماده خشک و کارایی مصرف آب در گیاه کنار، تحت تاثیر سطوح مختلف کم آبیاری

منابع تغییرات	تبخیر-تعرق	تعرق	کارایی مصرف آب	ماده خشک
شاهد	۶۹ <sup>a</sup>	۶/۲۱ <sup>a</sup>	۱/۷۶ <sup>b</sup>	۹/۵۲ <sup>a</sup>
۲۵٪ کم آبیاری	۵۴/۲۶ <sup>b</sup>	۴/۸۸ <sup>b</sup>	۱/۹۴ <sup>b</sup>	۸/۲۲ <sup>a</sup>
۵۰٪ کم آبیاری	۴۳/۳۹ <sup>c</sup>	۳/۹۰ <sup>c</sup>	۲/۳۸ <sup>a</sup>	۸/۰۹ <sup>a</sup>
۷۵٪ کم آبیاری	۳۰/۸۳ <sup>d</sup>	۲/۷۷ <sup>d</sup>	۲/۰۳ <sup>ab</sup>	۴/۹۵ <sup>b</sup>

وجود حروف مشابه در هرستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

مقایسه میانگین ماهانه درصد آب مصرف شده (تبخیر-تعرق) در آبیاری گونه کهور ایرانی در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که بیشترین میزان آب مصرف شده در طول یک فصل زراعی مربوط به تیمار شاهد با ۵۳/۹۲ لیتر و کمترین آن مربوط به تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با ۲۳/۰۳ لیتر بود (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین ماهانه تبخیر-تعرق (ماهانه/ لیتر) گیاه کهور تحت تیمارهای مختلف آبیاری (سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶)

شاهد	۲۵٪ کم آبیاری	۵۰٪ کم آبیاری	۷۵٪ کم آبیاری	ماه
	تبخیر-تعرق	تبخیر-تعرق	تبخیر-تعرق	تبخیر-تعرق
۴/۲۵	۳/۲۳	۲/۷۴	۱/۸۸	مهر
۳/۲۹	۲/۵۵	۱/۷۳	۱/۲۲	آبان
۲/۶۹	۱/۶۵	۰/۹۹	۰/۶۵	آذر
۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۱۲	۰	دی
۱/۵۵	۱/۲۳	۰/۹۸	۰/۷۶	بهمن
۳/۵۴	۲/۹۲	۱/۹۵	۱/۵۵	اسفند
۴/۹۶	۳/۸۰	۳/۱۸	۲/۱۲	فروردین
۶/۰۲	۴/۸۱	۳/۸۴	۲/۶۱	اردیبهشت
۷/۰۸	۵/۵۱	۴/۳۸	۳/۱۰	خرداد
۷/۵۵	۶/۳۱	۴/۹۶	۳/۵۹	تیر
۶/۶۹	۵/۴۵	۴/۵۵	۳/۲۳	مرداد
۵/۶۶	۴/۴۵	۳/۷۹	۲/۷۰	شهریور
۵۳/۹۲	۴۱/۹۴	۳۲/۵۹	۲۳/۰۳	مجموع

جدول ۵ تجزیه واریانس برخی شاخص های گیاه کهور را تحت شرایط کم آبیاری نشان می دهد. بر اساس جدول ۵، شاخص های تبخیر-تعرق، تعرق، ماده خشک و همچنین کارایی مصرف آب در سطح ۱ درصد تفاوت معنی داری را نشان دادند.

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص های مربوط به تبخیر-تعرق، تعرق، ماده خشک و کارایی مصرف آب در گیاه کهور، در شرایط لایسیمیتری و تحت تاثیر سطوح مختلف کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	تبخیر-تعرق	تعرق	کارایی مصرف آب	ماده خشک
کم آبیاری	۳	۵۸۸/۲۷**	۴/۷۸**	۰/۱۶**	۸/۴۱**
خطا	۱۲	۱/۳۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۴۷
CV		۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۲۵

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد

مقایسه میانگین داده ها نشان داد که تفاوت معنی داری در میزان تبخیر-تعرق، تعرق و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف کم آبیاری مشاهده شد. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری بود، که به جز تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با سایر سطوح از اختلاف معنی داری برخوردار گردید. شاخص تبخیر-تعرق در تیمار شاهد با میزان ۵۱/۶۰ درصد بیشترین مقدار و در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با

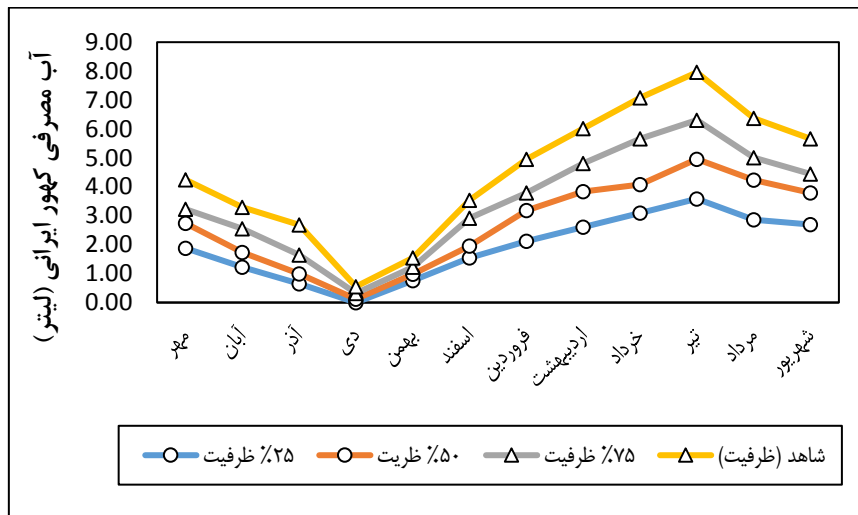
جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص های مربوط به تبخیر-تعرق، تعرق ماده خشک و کارایی مصرف آب در گیاه کنار، تحت تاثیر سطوح مختلف کم آبیاری

منابع تغییرات	تبخیر-تعرق	تعرق	کارایی مصرف آب	ماده خشک
شاهد	۵۱/۶۰ <sup>a</sup>	۴/۶۴ <sup>a</sup>	۱/۳۱ <sup>b</sup>	۷/۱۲ <sup>a</sup>
۲۵٪ کم آبیاری	۴۰/۵۸ <sup>b</sup>	۳/۶۵ <sup>b</sup>	۱/۴۵ <sup>b</sup>	۶/۱۴ <sup>a</sup>
۵۰٪ کم آبیاری	۳۲/۴۴ <sup>c</sup>	۲/۹۲ <sup>c</sup>	۱/۷۸ <sup>a</sup>	۶/۰۴ <sup>a</sup>
۷۵٪ کم آبیاری	۲۳/۰۵ <sup>d</sup>	۲/۰۷ <sup>d</sup>	۱/۵۴ <sup>ab</sup>	۳/۷۰ <sup>b</sup>

وجود حروف مشابه در هرستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می باشد.

شاهد برابر با ۷/۵۵ لیتر و برای تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کم آبیاری به ترتیب برابر با ۶/۳۱، ۴/۹۶ و ۳/۵۹ لیتر اندازه گیری شد.

شکل ۳ تغییرات ماهانه تبخیر-تعرق (لیتر) را نشان می‌دهد. میزان تبخیر-تعرق با گرم شدن هوا رو به افزایش داشته که در تیر ماه به حداکثر مقدار خود رسیده است. حداکثر میزان تبخیر-تعرق برای تیمار



شکل ۲- تغییرات ماهانه درصد تبخیر-تعرق (لیتر) گیاه کهور تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری (سال زراعی ۹۷-۹۶)

محاسبه کارایی مصرف آب بر اساس میزان ماده خشک تولیدی به ازای هر لیتر آب تعرق یافته مشخص گردید که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به میزان تعرق صورت گرفته از گیاهان مورد آزمایش، مشخص گردید که به دلیل رشد بسیار کم گیاهان در مراحل اولیه استقرار، عملکرد رویش گیاهان کم و در نتیجه میزان تعرق صورت گرفته اندک بوده و در تمامی تیمارهای مورد بررسی کارایی مصرف آب، اعداد پایینی را نشان دادند. با این وجود نتایج بدست آمده از تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری ۲/۳۸ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر آب در گیاه کنار و ۱/۷۸ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر آب در گیاه کهور با نتایج حاصل از تحقیقات راد و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص تاغ که برای تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی ۲/۹۹ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر آب بدست آوردند، تا حدودی مشابه می‌باشد. به نظر می‌رسد اعمال تنش خشکی تا محدوده ۵۰ درصد کم آبیاری می‌تواند موجب بهبود کارایی مصرف آب در این گیاه شود. در گیاهانی که از نیاز آبی بالاتری برخوردار هستند ممکن است تنش شدید خشکی موجب کاهش کارایی مصرف آب گردد. در پژوهشی راد و همکاران (۱۳۹۲) همچنین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی مصرف آب در دو گونه اکالیپتوس (*E. microtheca*) و *(E. sarjantii)* را در شرایط لایسیمتری انجام دادند. آنها گزارش کرده اند که کارایی مصرف آب در بین تیمارهای استفاده شده دارای تفاوت معنی‌داری بود. بالاترین کارایی مصرف آب را (۲/۰۹۴) گرم ماده خشک بر (لیتر) را به تیمار ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مربوط دانستند. در این راستا داویس و همکاران عملکرد و کارایی مصرف آب در گونه *Agave americana* را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که عملکرد این گونه از آگاو با ۵۳۰ میلی‌متر آب ورودی که شامل بارش و آبیاری می‌باشد، برابر با ۹/۳ گرم ماده خشک بر سال می‌باشد

میزان آب مورد نیاز گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک، خصوصاً در پروژه‌های بیولوژیک تثبیت تپه‌های ماسه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد و معمولاً بر حسب نظر کارشناسان ادارات منابع طبیعی یا شرکت‌های مهندسی مشاور و با توجه به وضعیت اقتصادی، برای اکثر گیاهان مقدار مساوی و حتی بیشتر از نیاز مورد استفاده، تعریف می‌گردد. برای رفع این مشکل مطالعات گوناگونی در زمینه بررسی نیاز آبی گیاهان مناطق خشک مانند تاغ (راد و همکاران، ۱۳۸۹) و اکالیپتوس (راد و همکاران، ۱۳۹۲) از طریق آزمایش‌های لایسیمتری صورت گرفته است. بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که اطلاعات مدونی در خصوص نیاز آبی گونه‌های کنار و کهور ایرانی وجود ندارد، لذا در این تحقیق سعی شد به این مهم پرداخته شود. نتایج بدست آمده نشان داد که میانگین میزان آب مصرفی یا به عبارتی تبخیر-تعرق برابر با ۳۵/۴۱، ۴۹/۸۶، ۶۲/۴۳ و ۷۹/۳۴ لیتر برای تیمارهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد کم-آبیاری و شاهد در گیاه کنار بود که با نتایج بیات و همکاران (۱۳۹۶) در خصوص تعیین نیاز آبی گیاه گوار که بیشترین میزان تبخیر-تعرق را برای تیمار شاهد (۰/۵۶ میلی‌متر در روز) و کمترین میزان تبخیر-تعرق مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (۰/۲۸ میلی‌متر در روز) گزارش شد مطابقت دارد. همچنین بیشترین میزان تبخیر-تعرق در تیر ماه و در تیمارهای مورد بررسی به ترتیب برابر با ۷/۷۱، ۵/۵۸، ۹/۸۱ و ۱۲/۳۸ لیتر بود. میانگین میزان آب مصرفی در گیاه کهور نیز برابر با ۲۳/۰۳، ۳۲/۵۹، ۴۱/۹۴ و ۵۳/۹۲ لیتر برای تیمارهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و شاهد بود. در مورد گیاه کهور نیز حداکثر میزان تبخیر-تعرق برای تیمار شاهد برابر با ۷/۵۵ لیتر و برای تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کم آبیاری به ترتیب برابر با ۶/۳۱، ۴/۹۶ و ۳/۵۹ لیتر اندازه‌گیری شد که با یافته‌های بیات و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت دارد. بیشترین میزان تبخیر-تعرق در تیر ماه و در تیمارهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد کم-آبیاری و شاهد به ترتیب ۴/۹۶، ۳/۵۹، ۶/۳۱ و ۷/۹۶ لیتر مشاهده شد با

(Fortuynia bungie) نیز گزارش داده شده است (Tajamolian et al.. 2013). به طور کلی، تامین نیاز آبی گیاه در حد ۵۰ درصد کم آبیاری، هر چند ممکن است موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه شود، لیکن به دلیل بهبود کارایی مصرف آب مفید می باشد.

(Davis et al.. 2017). بررسی اثر تنش خشکی بر روی ویژگی کارایی مصرف آب بر روی گیاه *Sophora davidi* (Fuzhong macrosachyusa, et al.. 2008) و گیاهانی مانند *Millettia Eucalyptus camaldulensis*, *Cordia Millettia African*, *Croton macrosachyusa ferruginea*, (Gindaba et al.. 2005) کاهش کارایی مصرف آب را در اثر افزایش تنش خشکی نشان دادند. این موضوع در گیاه قلم

## منابع

- اسکندری دامنه، ح، برجی، م، قربانی، م. ۱۳۹۷. ابتکارات محلی و دانش بومی در مدیریت اجتماعی محور منابع آب (منطقه مورد مطالعه: روستای روزکین، بخش ساردوئی، شهرستان جیرفت). نشریه مرتع و آبخیزداری. ۳۴۰-۳۳۱.
- امتحانی، م. ح. ۱۳۸۲. اکاسیاهای بومی ایران. انتشارات دانشگاه یزد. چاپ اول ۹۰ صفحه.
- امتحانی، م. ح.، عظیم زاده، ح. م، اختصاصی، م. ح. ۱۳۸۷. وضعیت اکولوژیکی کهور ایرانی *Prosopis sineraria* و تأثیرات زیست محیطی آن در جنوب کشور. نشریه محط شناسی. ۳۴ (۴۸): ۸۱-۸۸.
- بیات، س.، سودائی زاده، ح.، حکیم زاده، م. ح.، مصلح آرنای، ا. ۱۳۹۶. تعیین نیاز آبی و کارایی مصرف آب گیاه گوار (*Cyamopsis Terogonoloba*) در شرایط اقلیمی خشک. اولین کنگره بین المللی آب، خاک و علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- تجملیان، م.، ایران نژادپاریزی، م. ح.، ملکی نژاد، ح.، راد، م. ح.، سودائی زاده، ح. ۱۳۹۲. تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی مصرف آب در گیاه مرتعی قلم (*Fortuynia bungei* Boiss) در شرایط اقلیمی خشک. ۲۰ (۳): ۵۴۸-۵۴۰.
- ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگل ها، درختان و درختچه های ایران. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه یزد. ۸۸۶ صفحه.
- جوانشیر، ک. ۱۳۷۹. رستنیهای منطقه بشاگرد. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. ۳۶۴ صفحه.
- جزیره ای، م. ح. ۱۳۸۱. جنگلکاری در خشکبوم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۴۵۲ صفحه.
- راد، محمدهادی،، عصاره، محمدحسن،، سلطانی، مهدی. و مهدیه. تجملیان. ۱۳۹۲. تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی مصرف آب در دو گونه اکالیپتوس در شرایط لایسیمتری. مجله پژوهش آب ایران. ۷ (۱۲): ۷۱-۷۸.
- راد، محمدهادی،، عصاره، محمدحسن،، مشکوه، محمدعلی،، دشتکیان. و مهدی. سلطانی. ۱۳۸۹. نیاز آبی و تابع تولید اکالیپتوس (*E.camaldulensis*) در شرایط اقلیمی خشک. مجله جنگل ایران. ۲ (۱): ۶۱-۷۲.
- رفیعی مجومرد، ز.، زهتابیان، غ.، طویلی، ع.، کیانی راد، م. ۱۳۹۰. تأثیر هیدروژل و کمپوست بر استقرار و ویژگی های رویشی سیاه تاغ (*Haloxilon aphyllom*). نشریه خشکبوم. ۱ (۳): ۳۷-۲۴.
- ضعیفی، م. ۱۳۷۵. فلور ایران. شماره ۱۸. تیره گل ابریشم *Mimosaceae*. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- علیزاده، ا. ۱۳۹۰. رابطه آب، خاک و گیاه. چاپ سوم - جلد دوازدهم. دانشگاه امام رضا (ع). ۶۱۵ صفحه.
- کنشلو، ه. ۱۳۷۷. نگرشی بر منابع طبیعی سواحل جنوب کشور " گزارش سفر ". انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۱۶۵ صفحه.
- Barco.K.A.. Maucieri.C. and Borin.M. 2018. Root system characterization and water requirements of ten perennial herbaceous species for biomass production managed with high nitrogen and water inputs. *Agricultural Water Management*. 196: 37-47.
- Davis.S.. Kuzmick.E.. Niechayev.N.. and Hunsaker.D. 2017. Productivity and water use efficiency of *Agave americana* in the first field trial as bioenergy feedstock on arid lands. *BIOENERGY*. 9 (2): 314-325.
- Engi.M.. and Raja.S.N. 1996. Review perspective on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*. 32: 1-14.
- Farrar.N. and Karampour.F. 2008. Pests, diseases and biological control methods using natural enemies and other environmentally friendly methods. In Assareh, M. H. (Eds.). *Biological characteristics of Christian thorn trees in Iran*. Researches Institute of Forests and Rangelands, Tehran. 445-571.
- Fuzhong.W.u.. Baoa.W.. Fanglan.L.I. and Ning.W.u.2008. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *sophora deficit*. *forest ecology and Management*. 205(1-3): 127-138.
- Gindaba.J.. Rozanov. A. and Negash. L. 2005. Photosynthetic gas exchange, growth and biomass allocation of tow *Eucalyptus* and tree indigenous tree species of Ethiopia under moisture deficit. *Forest Ecology and Management*. 205(1-3):127-138.
- Harleen.K... Kingara.P. K.. and Singh.S. 2018. Climate variability impact on water requirement of kharif maize in different agroclimatic regions of Punjab. *Journal of Agrometeorology*. 19: 285-289.

- Khanamani.A., Fathizad.H., Karimi.H. and Shojaei.S. 2017. Assessing desertification by using soil indices. Arab J Geosci. 10: 287-297.
- Majumder.D., Kingra.P.K., and Singh.S. 2016. Climate variability impact on water requirement of spring maize in central and sub-mountainous Punjab. Ann. Agric. Res. 37 (2): 1-6.
- Majumder.M. and Sarkar.A. 2018. Real-time monitoring of water requirement in protected farms by using polynomial neural networks and image processing. Environment Development and Sustainability. 97: 256-267.
- Noori.F., Khanhasani. M., and Zangeneh.H. 2013. Effect of super absorbent gel (hydro gel) usage in the establishment and survival of *Pistacia atlantica* desf. seedling. International Journal of Biosciences. 3(9):29-35.
- Parekh.F., Pramodchandra.K., and Prajapati.A. 2013. Climate change impacts on crop water requirement for sukhi reservoir project. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2 (9): 445-456.
- Rechinger.H. 1986. Mimosaceae in: Rechinger, K.H. (editor). Flora Iranica 161. Graz, Akademische Druck-und Verlagsanstalt.
- Sadeghi.S.M., Reshvand.S. and Kazeroni. H. 2008. Seedling Production, Forestry and Exploitation of *Ziziphus*: In: Assareh.M.H. 2008. Biological Characteristics of Christian Thorn Trees in Iran and Discription of other *Ziziphus* Species. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 571p.
- Wu.F., Bao.W., Li.F. and Wu.N. 2008. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *Sophora davidii* seedlings. Environmental and Experimental Botany. 63: 248– 255.
- Yin.C., Wang. X., Duan.B., Luo. J. and li.C. 2005. Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric *Populus* species as affected by water stress. Environmental and Experimental Botany. 53: 315– 322.



## Comparison of water requirement of plants *Ziziphus spina-christi* and *Prosopis cineraria*

Javad Darini<sup>1</sup>, Aliakbar Karimian<sup>2\*</sup>, Asghar Mosleh Arani<sup>3</sup>, Mohammad Hosain Iran nezhad parizi<sup>4</sup>

1- PhD Student in Desertification, University of Yazd, Yazd, Iran.

2\*- Associate Professor of Natural Resources Faculty, Yazd University.

3- Associate Professor of Natural Resources Faculty, Yazd University.

4- Associate Professor of Natural Resources Faculty, Yazd University.

\*Email Address: akarimian@yazd.ac.ir

### Abstract

The present study was conducted to investigate the some characteristics and of water use efficacy of *Ziziphus spina christi* and *Prosopis cineraria* under different irrigation levels in the 2018-2019 crop year. Different irrigation levels consisted of 75, 50 and 25 percent irrigation and irrigation at field capacity (control), which was applied in a completely randomized design with four replications. The results showed that the mean water consumption or in other words evapotranspiration per year is equal to 35.41, 49.86, 62.43 and 79.34 liters for treatments of 75, 50, 25% of field capacity and control in the plant. Was aside. Also, the highest amount of evapotranspiration in July and in the studied treatments were equal to 5.58, 7.71, 9.81 and 12.38 liters, respectively.. The average amount of water consumption in *Prosopis cineraria* plant was equal to 23.03, 32.59, 41.94 and 53.92 liters for treatments of 75, 50, 25% of field capacity and control. In the case of *Prosopis cineraria*, the maximum evapotranspiration rate was 7.55 liters for the control treatment and 6.31, 4.96 and 3.59 liters for the 25, 50 and 75% irrigation treatments, respectively. The highest water use efficiency with 2.37 g dry matter per liter per plant and 1.78 g dry matter per transpiration was related to 50% deficit irrigation. In general, the results of this study showed the best water use efficiency in 50% of deficit irrigation for both tested plants. In general, the results of this study showed the best water use efficiency in 50% low irrigation for both plants tested.

### Introduction

Due to the destruction of natural resources and land conversion, the sensitivity and fragility of hot and dry ecosystems in southern Iran has intensified. Therefore, with proper and sufficient knowledge, it should be planned to increase the sustainability of these ecosystems. One of the important ways to increase the sustainability of ecosystems is to develop their natural cover (Sadegi et al. 2008). *Prosopis* is a tree belonging to the genus *Fabalesae*, family *Fabaceae* and genus *Prosopis*. *Prosopis* (*Prosopis farcta*) is a shrub. Persian melon is a species of desert and sandy that grows in addition to the southern coast of the country to the edge of Lut desert. Such changes can withstand temperatures of 4- to 50 degrees Celsius. Its soil acidity is neutral to slightly alkaline. These soils range from low salinity to sodium salinity. In terms of soil organic carbon, it is poor but has significant amounts of lime and in some habitats is gypsum. The main bed of habitats of this species is flood plains and alluvial terraces adjacent to the river (Emtehani et al., 2008). The aim of the present experiment was to investigate the effect of irrigation rate on water use efficiency and evapotranspiration of Iranian honeysuckle plants in order to achieve a suitable low irrigation treatment that is optimal in terms of water conservation.

### Methodology

In order to investigate the effect of different levels of irrigation on water use efficiency and evapotranspiration of *Ziziphus spina-christi* and *Prosopis cineraria* in the water year 97-96 in a completely randomized design with 3 replications including 100% treatments, 50 Percentage and 25% of field capacity were applied. For each treatment, three pots with a total weight of pots and soil of 10 kg were considered. In order to measure soil moisture, the method of weighing pots was used. Thus, the weight of the pots after saturation reached 14 kg, ie 10 kg of soil and pots and 4 kg of water to reach the field capacity, resulting in a pot weight of 25% less irrigation equal to 13 kg, also the weight of pots 50% less irrigation And 75% of low irrigation is equal to 12 and 11 kg. Irrigation was done weekly based on the weight loss of the pots. For example, if the weight of the saturated pots has increased from 14 to 13 kg after one week, 1 kg is given water to reach the saturation level again. In order to improve

the drainage condition, pebbles were poured on the bottom of the pots to a height of 2 cm and containers were used under the pots to measure excess water leaked. To measure the amount of evaporation, a pot without plants was included in the measurements to consider its weight loss as evaporation and to be able to separate the amount of evaporation from the amount of transpiration. Suitable soil with sandy loam texture was used to fill the pots. In order to calculate the water use efficiency (WUE) at the end of the water year, the aerial parts and roots of the plant were harvested and their dry weight was calculated by placing them in a furnace at 75 ° C for 48 hours. By calculating the transpiration rate of the mentioned method and having biomass produced in each of the treatments, water consumption efficiency based on grams of dry matter produced in each of the treatments, water consumption efficiency based on grams of dry matter produced per liter of water consumed Was calculated.

### **Conclusion**

According to the transpiration rate of the tested plants, it was found that due to the very low growth of plants in the early stages of establishment, the growth performance of plants is low and as a result the transpiration rate is low and in all treatments studied water use efficiency, numbers They showed the bottom. However, the results obtained from 50% low irrigation treatment of 2.38 g of dry matter per liter of water in the plant aside and 1.78 g of dry matter per liter of water in the melon plant with the results of research by Rad et al. (1389) Regarding hawthorn, which obtained 2.99 g of dry matter per liter of water for 25% of field capacity, is somewhat similar. It seems that applying drought stress up to 50% under-irrigation can improve water use efficiency in this plant. In plants with higher water requirements, severe drought stress may reduce water use efficiency. In a study, Rad et al. (1292) also performed water requirement, plant coefficient and water use efficiency in two species of eucalyptus (*E. microtheca* and *E. sarjantii*) under lysimetric conditions. They reported that water use efficiency was significantly different between the treatments used. The highest water use efficiency (2.094 g / dry matter per liter) was related to the treatment of 70% of field capacity. In general, meeting the plant's water requirement by up to 50% under-irrigation, although it may reduce plant growth and yield, is beneficial because it improves water use efficiency.

### **Keywords**

Evapotranspiration; Irrigation deficit; *Prosopis cineraria*; Water use efficiency; *Ziziphus spina Christi*