

تعیین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی مصرف آب در گیاه مرتعی قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.) در شرایط اقلیمی خشک

مهديه تجملیان*^۱، محمدحسین ایران نژاد پاریزی^۲، حسین ملکی نژاد^۳، محمدهادی راد^۴ و حمید سودائی زاده^۵

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد،
پست الکترونیک: mahdiyetajamoliyan@yahoo.com

۲- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

۴- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

۵- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۶/۱۵

چکیده

آب در مناطق خشک و نیمه خشک از اساسی ترین عوامل اکولوژیکی است که توسعه و میزان رشد گیاهان را تعیین می کند. از این رو استفاده مؤثر از منابع آب در جهت رشد مطلوب گیاهان باید همواره مورد توجه قرار گیرد. به منظور تعیین نیاز آبی و بررسی تأثیر تنش کم آبی بر گیاه مرتعی قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.) آزمایشی گلدانی در سال ۱۳۹۰ در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد اجرا شد. در این آزمایش، تیمارهای خشکی شامل ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی در نظر گرفته شدند. نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که افزایش تنش رطوبتی بر میزان تبخیر و تعرق واقعی گیاه و کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی دار بود. تبخیر و تعرق واقعی مربوط به تیمارهای رطوبتی ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب با میانگین ۴/۸، ۳/۷ و ۲/۳ میلی متر در روز اندازه گیری شد. میانگین ضریب گیاهی نیز به ترتیب در تیمار ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی ۰/۶۶۶، ۰/۵۱۹ و ۰/۳۲۵ محاسبه شد. البته کمترین کارایی مصرف آب متعلق به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۰/۳ گرم بر لیتر و بیشترین آن مربوط به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی با ۰/۵۲۹ گرم بر لیتر بود.

واژه های کلیدی: کارایی مصرف آب، قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.)، نیاز آبی، ضریب گیاهی

مقدمه

و سرانجام از دید اجتماعی، عملکردهای زیبایی شناسی و ایجاد چشم اندازهای زیبا برای شهروندان می باشند (آذرینوند و همکاران، ۱۳۸۲).

انتخاب گونه های مناسب که بتوانند عوامل اقلیمی و خاکی مناطق خشک را به خوبی تحمل کرده و دستیابی به اهداف فوق را آسان نمایند، باید مورد توجه و در اولویت قرار گیرد. بی شک کاشت گونه هایی با نیاز آبی بالا، موضوعی کاملاً متفاوت از امکانات طبیعی و اکولوژی

بقای انسانها در مناطق خشک به پوشش گیاهی اندک وابسته است و انسان در تلاش است تا با بهبود وضعیت پوشش گیاهی، عرصه را برای بقای خود مساعد نماید. گیاهان در این مناطق دارای اثرهای مفیدی مانند کنترل سرعت باد و فرسایش بادی، ذخیره سازی نزولات آسمانی، افزایش میزان مواد آلی خاک و مواد معدنی NPK و تسریع فرایندهای خاکسازي، ترسیب کربن موجود در هوا

کرد، اگرچه این تفاوت در بین سه ژنوتیپ و تحت تیمارهای مختلف رطوبتی معنی دار نبود. در حالی که در بررسیهای جزئی تر نسبت ماده خشک شاخه به کیلوگرم آب مصرفی در بین سه ژنوتیپ تفاوت داشت. مقدار آن از ۴/۱ گرم ماده خشک بر کیلوگرم آب در *M. sacchariflorus* تا ۲/۲ گرم ماده خشک بر کیلوگرم آب در *M. x. giganteus* متفاوت بود (Lewandowski, 2000). بررسی اثرات تنش خشکی بر ویژگیهای رشد و کارایی مصرف آب در گیاه *Sophora davidii* کاهش کارایی مصرف آب را با افزایش تنش در گیاه نشان داد (Fuzhong و همکاران، ۲۰۰۷). البته نیاز آبی و تأثیر تنش خشکی بر رفتارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهانی مانند سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*)، (راد و همکاران، ۱۳۸۸) و اکالیپتوس (*Eucalyptu camaaldulensis*) در شرایط اقلیمی خشک (راد و همکاران، ۱۳۸۹) مورد توجه بوده و گزارش شده است.

مواد و روشها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد در طول جغرافیایی "۹' ۱۱' ۵۴° و عرض جغرافیایی "۳۰' ۴' ۳۲° واقع شده است. از نظر اقلیمی براساس روش دومارتن اصلاح شده در رده مناطق فراخشک سرد قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه ۶۹ میلی‌متر، بیشینه سرعت باد ۲۲/۵ متر بر ثانیه، میانگین تبخیر سالانه ۳۰۹۰/۵ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بیشینه مطلق دمای سالانه ۴۴، کمینه مطلق دمای سالانه ۶/۵ -درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (اداره هواشناسی، ۱۳۸۹).

روش تحقیق

به‌منظور برآورد نیاز آبی و تأثیر تنش کم‌آبی بر گیاه مرتعی قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.) آزمایشی گلدانی

این مناطق می‌باشد. راه حل این مسئله مراجعه به طبیعت و بهره‌برداری از ذخایر ژنتیکی آن شامل درختان، درختچه‌ها و بوته‌های همراه با توجه به ویژگیهای طراحی منظر می‌باشد (محمدی گلرنگ، ۱۳۸۴).

ازجمله گیاهان سازگار به مناطق خشک و نیمه‌خشک *Fortuynia bungei* (قلم یا شب بوی بیابانی) می‌باشد. این گیاه چندساله با قاعده‌ای چوبی‌شونده و گل‌های بنفش و میوه‌های خورجینک است که به‌ویژه هنگام وزش نسیم، زیبایی خاصی به خود می‌گیرد (مقیم، ۱۳۸۴). گیاه مذکور می‌تواند در خاکهایی با محدودیتهای شوری و قلیائیت، ظرفیت نگهداری پایین آب و فرسایش‌پذیری بالا، استقرار یابد (مقیم، ۱۳۸۴). برای بکارگیری این گیاه و بهره‌برداری از توانمندیهای آن لازم است به نیازهای اکولوژیکی آن ازجمله نیاز آبی یا تبخیر و تعرق آن توجه نمود.

در بررسیهایی که تاکنون در مناطق مختلف ایران انجام شده است، مقادیر نیاز آبی گیاهان برای بسیاری از گیاهان زراعی برآورد گردیده است. تاکنون تحقیقات مدونی برای تعیین نیاز آبی گیاهان مرتعی صورت نگرفته و اطلاعات اندکی در این خصوص در دسترس است. قمرنیا و همکاران (۱۳۸۹)، با برآورد نیاز آبی و ضریب گیاهی سیاهدانه در مناطق خشک و نیمه‌خشک میزان تبخیر و تعرق گیاه را ۷۰۵/۸۴ میلی‌متر گزارش کردند. ضریب گیاهی سیاهدانه در دوره ابتدایی رشد، دوره رشد میانی و انتهایی به‌ترتیب ۰/۵۷، ۱/۲۳ و ۰/۶۷ محاسبه شد. قمرنیا و همکاران (۱۳۸۹)، با برآورد نیاز آبی و ضریب گیاهی گشنیز در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کل آب مصرفی گیاه در طول دوره رشد را حدود ۵۳۱/۷ میلی‌متر و ضریب گیاهی در مراحل ابتدایی، توسعه و میانی را به‌ترتیب ۰/۵۱، ۱/۲۳ و ۰/۶۵ گزارش کردند.

بررسی کارایی مصرف آب در سه ژنوتیپ از *Miscanthus* در شرایط تنش خشکی نشان داد که کارایی مصرف آب در هر سه ژنوتیپ در محدوده‌ای بین ۱۱/۵ تا ۱۴/۲ گرم ماده خشک بر کیلوگرم آب مصرفی تغییر پیدا

هواشناسی ایستگاه سینوپتیک یزد (۲۰۰۰-۱۹۵۲) و روش فائوپنمن مانیتث با استفاده از نرم‌افزار کراپ وات (CROPWAT) استفاده شد. به‌منظور برآورد تبخیر و تعرق گیاه قلم از لایسیمترهای وزنی زهکش‌دار (با قطر ۱۹/۵ و ارتفاع ۲۰/۵ سانتی‌متر) و با استناد به فرمول زیر استفاده شد.

$$Etc = I + R - D - \Delta S$$

در این معادله Etc تبخیر و تعرق واقعی گیاه (mm)، I آب آبیاری (mm)، R ارتفاع بارندگی (mm)، ΔS تغییرات ذخیره رطوبتی خاک (mm) و D آب خروجی از زهکش (mm) می‌باشد. به‌منظور برآورد ضریب گیاهی (kc)، ابتدا دوره رشد گیاه به دوره‌های ۱۰ روزه تقسیم شد، سپس چهار مرحله رشد گیاه شامل مرحله ابتدایی رشد (Initial)، مرحله توسعه (Development)، مرحله میانی (Middle) و مرحله انتهایی رشد (Late) برای هر کدام از تیمارهای مورد بررسی تعیین گردید. سپس ضرایب گیاهی (kc) هر مرحله که شامل نسبت تبخیر و تعرق گیاه قلم به گیاه مرجع است محاسبه شد.

به‌منظور محاسبه کارایی مصرف آب (WUE) در پایان آزمایش نسبت به برداشت بخشهای هوایی و ریشه گیاه اقدام و با قرار دادن در کوره و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آنها محاسبه گردید. با محاسبه میزان تعرق از روش یادشده و دارا بودن بیوماس تولیدی در هریک از تیمارها، کارایی مصرف آب بر مبنای گرم ماده خشک تولیدی به‌ازای هر لیتر آب مصرف شده محاسبه گردید.

$$WUE = \frac{D}{E}$$

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

برای تجزیه آماری، مقایسه میانگین داده‌ها و بررسی همبستگی صفات از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن انجام شد. برای

در سال ۱۳۹۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار شامل تیمارهای ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اعمال شد. برای هر تیمار سه گلدان در نظر گرفته شد. به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت خاک از روش توزین گلدانها استفاده شد. آبیاری بر حسب نیاز و در زمانهای مقرر انجام گردید.

برای کشت نهالها از گلدانهای زهکش‌دار به ارتفاع ۲۰/۵ و قطر ۱۹/۵ سانتی‌متر استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان تبخیر از سطح خاک از گلدانی که در آن گیاه کشت نشده و رطوبت آن همواره در حد ظرفیت زراعی بود، استفاده شد.



شکل ۱- گیاه قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.)

برای تولید نهالها، بذر گیاه قلم از مرتع نجف‌آباد شهرستان راور در استان کرمان جمع‌آوری گردید. سپس بذرها در شروع فصل پاییز در داخل جیفی پات کاشته شد. پس از جوانه‌زنی، بذرها به گلدانهای پلاستیکی منتقل شده و پس از استقرار کامل و رشد نسبی به گلدانهای اصلی انتقال داده شدند. با آغاز فصل بهار، گلدانها به محیط آزاد منتقل شده و نسبت به اعمال تیمارهای رطوبتی اقدام گردید. ویژگیهای مورد بررسی شامل تبخیر و تعرق گیاه مرجع (یونجه)، تبخیر و تعرق و همچنین ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد و کارایی مصرف آب گیاه قلم بود.

برای تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع، از آمار

نتایج

رسم نمودارها نیز از محیط نرم افزاری EXCEL استفاده

نتایج بدست آمده از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد

گردید.

استفاده در آزمایش در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- تعدادی از ویژگیهای فیزیکی خاک مورد استفاده در آزمایش

جرم مخصوص	تخلخل	شن	سیلیت	رس	نوع بافت	اشباع (SP)	ظرفیت	نقطه	آب قابل
ظاهری									
(g/cm ³)		(%)	(%)	(%)			(%)	(%)	(%)
۱/۲۵	۰/۵	۷۶	۲۰	۴	Loamy sand	۴۷/۱۴	۱۷/۲۲	۱۱	۱۲-۶

جدول ۲- تعدادی از ویژگیهای شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدانها

هدایت الکتریکی	واکنش خاک (pH)	کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب
(ds/m)		(%)	(%)	(ppm)
۴/۶	۷/۰۳	۰/۲	۰/۰۲	۵۲

اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن خشک کل و کارایی مصرف آب گیاه قلم در سطح یک درصد معنی دار بود.

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس شماره ۳، اثر تنش کم آبی بر تبخیر و تعرق واقعی، وزن خشک

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر مقدار آب مصرفی بر تعدادی از ویژگیهای گیاه قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.) در سال ۱۳۹۰ در یزد

منابع تغییرات	درجه آزادی	تبخیر و تعرق	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	کارایی مصرف آب
تیمار آبی	۲	۴/۵۸**	۴۵/۶**	۸/۸**	۱۱۴/۲۰۹**	۰/۰۶۱**
خطا	۶	۰/۱۵	۰/۳۴	۰/۴۳	۰/۳۰۶	۰/۰۱
کل	۸	۰/۳۶	۱/۱۴	۰/۵۴	۱/۸۸	۰/۰۴

NS، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی داری در سطح پنج و یک درصد

تعرق گیاه، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تبخیر و

داد (جدول ۴). در نتیجه بیشترین وزن خشک کل نیز، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و برابر با ۱۰/۹۳۲ گرم در بوته بود که نسبت به تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). بیشترین کارایی مصرف آب، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود، به طوری که در این تیمار به ازای هر گرم ماده خشک تولید شده ۳/۳ لیتر آب مصرف شده است که نسبت به تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری را نشان داد؛ البته کمترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۱/۹ لیتر برای تولید یک گرم ماده خشک است (جدول ۴).

معادل ۴/۸ میلی‌متر در روز بود که نسبت به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری داشت. این در حالیست که کمترین میزان تبخیر و تعرق گیاه مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و معادل ۲/۳ میلی‌متر در روز بود.

بیشترین وزن خشک اندام هوایی، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و برابر با ۱۰/۹۳۲ گرم در بوته بود که نسبت به تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). بیشترین وزن خشک ریشه، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و برابر با ۵/۶۹ گرم در بوته بود که نسبت به تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری را نشان

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر مقدار آب مصرفی بر تعدادی از ویژگیهای گیاه قلم

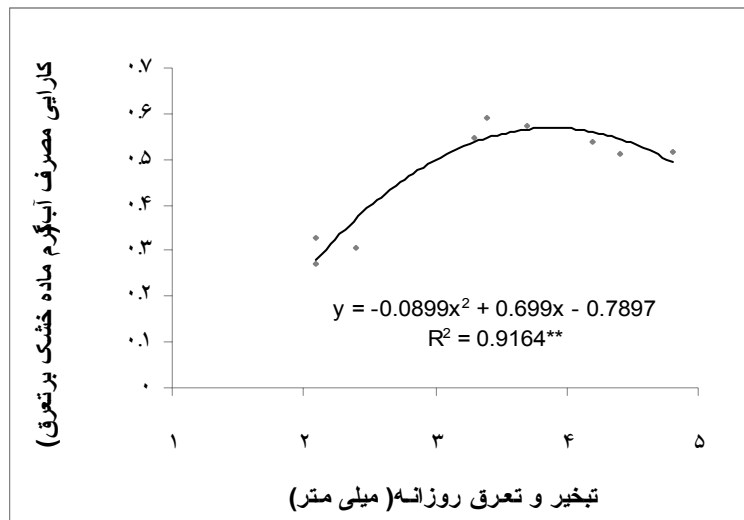
(*Fortuynia bungei* Boiss.) در سال ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

تیمارهای آبی	تبخیر و تعرق (میلی‌متر در روز)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	وزن خشک کل (گرم در بوته)	کارایی مصرف آب
FC/۱۰۰٪	۴/۸ ^a	۱۰/۳۱ ^a	۴/۲۴ ^a	۱۶/۰۱ ^a	۰/۵۲۲ ^b
FC/۵۰٪	۳/۷ ^b	۸/۷۷ ^b	۲/۲۵ ^b	۱۱/۰۳ ^b	۰/۵۶۹ ^a
FC/۲۵٪	۲/۳ ^c	۲/۹۲ ^c	۰/۸۲۶ ^b	۳/۷۵ ^c	۰/۳۰۲ ^c

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

کارایی مصرف آب کاهش یافت؛ اما تنش ملایم بیشترین تأثیر را بر بهبود کارایی مصرف آب به دنبال داشت (نمودار ۱).

نتایج بدست‌آمده از بررسی رابطه میزان تبخیر و تعرق با کارایی مصرف آب نشان‌دهنده رابطه مثبت و همبستگی این دو فاکتور در سطح آماری ۱ درصد بود. هرچند نتایج بدست‌آمده نشان داد که با افزایش میزان رطوبت خاک



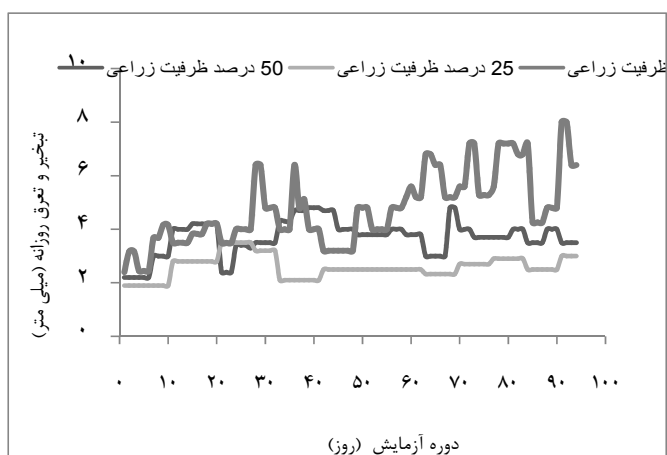
نمودار ۱- رابطه بین کارایی مصرف آب و میزان تبخیر و تعرق در گیاه قلم
(*Fortuynia bungei* Boiss.)

استان یزد در شرایط ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب معادل ۲۰۲/۴، ۳۰۱/۴ و ۴۰۵/۱ میلی متر برآورد گردید. مقایسه تغییرات تبخیر و تعرق واقعی روزانه گیاه تحت تیمارهای مختلف رطوبتی در دوره آزمایش نیز در نمودار ۲ نشان داده شده است.

جدول ۵، نتایج مربوط به تبخیر و تعرق گیاه را در دهه‌های مختلف رشد و همچنین مجموع تبخیر و تعرق را در شرایط رطوبتی ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی نشان می‌دهد. طبق این آزمایش مقدار خالص آب مصرفی گیاه در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

جدول ۵- تبخیر و تعرق و تعیین نیاز آبی گیاه قلم (*Fortuynia bungei* Boiss.) در سال ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

یزد						مراحل رشد	دهه	ماه
نیاز آبی گیاه (میلی متر در هر دهه)			ضریب گیاهی (KC)					
%۱۰۰	%۵۰	%۲۵	%۱۰۰	%۵۰	%۲۵			
FC	FC	FC	FC	FC	FC			
۳۷/۵	۳۵/۵	۲۵/۳	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۳۹	اولیه (initial)	دهه سوم	فروردین
۳۶/۵	۳۱/۲	۲۲/۹	۰/۶۲	۰/۵۳	۰/۳۹	اولیه (initial)	دهه اول	اردیبهشت
۴۵	۳۵	۲۱/۹	۰/۶۵	۰/۵۱	۰/۳۲	اولیه (initial)	دهه دوم	اردیبهشت
۴۱/۱۲	۳۶	۲۱/۸	۰/۵۲	۰/۴۵	۰/۲۸	اولیه (initial)	دهه سوم	اردیبهشت
۴۴	۳۷	۲۵	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۲۹ (Development)	توسعه	دهه اول	خرداد
۵۷/۶	۳۴/۲	۲۴/۲	۰/۶۹	۰/۴۰	۰/۲۹	میانی (Middle)	دهه دوم	خرداد
۵۷/۴۴	۳۸/۵	۲۵	۰/۶۴	۰/۴۲	۰/۲۷	میانی (Middle)	دهه سوم	خرداد
۶۲/۷	۴۰	۲۶/۶	۰/۶۷	۰/۴۳	۰/۲۹	انتهاهی (Late)	دهه اول	تیر
۴۰۵/۱	۳۰۱/۴	۲۰۲/۴						جمع کل



نمودار ۲- مقایسه تغییرات تبخیر و تعرق واقعی روزانه گیاه در تیمارهای مختلف رطوبتی

بحث

توجه به نیازهای اکولوژیک و سازوکار عمل قلم به عنوان یک گیاه مهم مناطق استپی و بیابانی کشور با پراکنش وسیع در اقلیم‌های فراخشک گرم، معتدل و سرد اهمیت این گیاه را در ظرفیت‌سازی عرصه‌های بیابانی روشن می‌سازد (مقیم، ۱۳۸۴). با توجه به نتایج بدست‌آمده از آزمایش، کمترین میزان تبخیر و تعرق ۲/۳ میلی‌متر مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و بیشترین میزان تبخیر و تعرق ۴/۸ میلی‌متر و مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۴) که نشان داد تبخیر و تعرق گیاه به مقدار رطوبت موجود در خاک بستگی دارد.

کارایی مصرف آب اگرچه به نوع گیاه و شرایط آب و هوایی بستگی داشته ولی می‌توان با تغییر نوع گیاه موجب بهبود آن شد، اما در یک گیاه خاص بیشترین مقدار ماده خشک زمانی حاصل می‌شود که دسترسی گیاه به آب در حد مطلوب بوده و تعرق از گیاه به اندازه کافی انجام شود (راد و همکاران، ۱۳۸۹). در این مطالعه نیز در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به‌ازای هر گرم ماده خشک تولید شده ۳/۳ لیتر آب مصرف شده است. این عدد در مورد تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی ۱/۷۵ لیتر و برای ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی ۱/۹ لیتر است (جدول ۴).

نتایج بدست‌آمده از بررسی همبستگی بین کارایی مصرف آب و میزان تبخیر و تعرق نشان داد که همبستگی بالایی ($r = 0.92$) بین این دو فاکتور وجود دارد. رابطه کارایی مصرف آب با تبخیر و تعرق در محدوده‌ای خاص طبق رابطه $y = -0.0899x^2 + 0.699x - 0.7897$ (نمودار ۱) رابطه‌ای مثبت و قوی است که با افزایش و یا کاهش میزان دسترسی گیاه به آب (تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) کاهش یافت (نمودار ۲). این امر را می‌توان به افزایش تبخیر و تعرق در اثر وجود آب کافی در خاک در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کاهش شدید آماس سلولی در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و در نتیجه کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش تولید ماده خشک دانست. به‌هرحال، پایین بودن کارایی مصرف آب در این گیاه نشانه مقاوت کم گیاه به تنش خشکی است.

بررسی اثرهای تنش خشکی بر ویژگی‌های رشد و کارایی مصرف آب بر روی گیاه *Sophora davidii* (Fuzhong و همکاران، ۲۰۰۷) و گیاهانی مانند *Eucalyptus camaldulensis*, *Cordia African* در شرایط گلخانه (Gindaba و همکاران، ۲۰۰۷)، کاهش کارایی مصرف آب را در اثر افزایش تنش خشکی نشان

- راد، م.ه، مشکوه، م.ع. و سلطانی، م.، ۱۳۸۸. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۱۶): ۴۳-۳۴.

- قمرنیا، ه.، قبادی، م.، میری، ا. و جعفری زاده، م.، ۱۳۸۹. برآورد نیاز آبی و ضریب گیاهی سیاه‌دانه در مناطق خشک و نیمه‌خشک. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ایران، اهواز.

- قمرنیا، ه.، قبادی، م.، جعفری زاده، م. و میری، ا.، ۱۳۸۹. برآورد ضریب گیاهی و نیاز آبی گشنیز در مناطق خشک و نیمه‌خشک. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ایران، اهواز.

- محمدی گلرنگ، ب.، ۱۳۸۴. معرفی گونه‌های گیاهی مقاوم به کم‌آبی برای منظرسازی بزرگراه‌ها، بلوارها و جاده‌ها. مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی، (۱۵): ۶-۱.

- مقیمی، ج.، ۱۳۸۴. معرفی برخی گونه‌های مهم مرتعی مناسب برای توسعه و اصلاح مراتع ایران. انتشارات سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، دفتر ترویج و مشارکت مردمی. ۶۷۲ صفحه

Chang, M.M., Crowley, C.A. and Nuruddin, A., 1997. Responses of herbaceous mimosa (*Mimosa strigillosa*), a new reclamation species, to cyclic moisture stress. Resources Conservation and Recycling, 13: 155-165.

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 davidii* seedlings. Environmental and Experimental Botany, 63:248-255.

Ginadaba, 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.

Clifton-Brown, J.C. and Lewandowsk, I., 2000. Water Use Efficiency and Biomass Partitioning of Three Different Miscanthus Genotypes with Limited and Unlimited Water Supply. Annals of Botany, 86: 191-200.

Kramer, P.J. and Boyer, J.S., 1995. Water relation of plants and soil. San Diego: Academic press, USA.

داد. برای بسیاری از گیاهان که دارای بازدهی بالای تولید هستند، افزایش تنش خشکی از طریق انسداد روزنه‌ها و کاهش تعرق موجب بهبود کارایی مصرف آب می‌گردد (Boyer & Kramer, 1995). این موضوع در تاغ (*Haloxylon aphyllum*) گزارش شده است (راد و همکاران، ۱۳۸۶).

در پایان با توجه به اطلاعات کسب شده، هرچند اشاره شده که این گیاه در مسیر آبراهه‌ها و مناطق مناسب از نظر میزان دسترسی به آب شرایط مناسبتری را برای رویش دارد (مقیمی، ۱۳۸۴)، اما در شرایط تنش ملایم خشکی از کارایی مصرف آب بالاتری برخوردار گردیده است. این موضوع نشان می‌دهد که به‌رغم نیاز آبی نسبتاً بالا برای تولید حداکثری، می‌تواند تنشهای ملایم خشکی را تحمل و با اعمال سازوکارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی کارایی مصرف آب را بهبود ببخشد. بنابراین برآورد تولید از طریق میزان دسترسی گیاه به آب برای کاربریهای مختلف امکان‌پذیر می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- آذرینوند، ح.، جعفری، م.، زهتابیان، غ.ر. و اسماعیل زاده، و.، ۱۳۸۰. نقش پوشش گیاهی تاغ در تثبیت و اصلاح ماسه‌زارها در منطقه کاشان. چکیده مقالات همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، سازمان جنگلها و مراتع کشور، ۵ - ۴.

- اداره کل هواشناسی استان یزد، سال آماری ۱۳۷۵ - ۱۳۸۹.

- راد، م.ح.، میرحسینی، س.ر.، مشکوه، م.ع. و سلطانی، م.، ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش رطوبتی بر کارایی مصرف آب (WUE) در گیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*). دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج: ۱۱۰۹ - ۱۱۱۰.

- راد، م.ه.، عصاره، م.ح.، مشکوه، م.ع.، دشتکیان، ک. و سلطانی، م.، ۱۳۸۹. نیاز آبی و تابع تولید اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis Dehnh*) در شرایط اقلیمی خشک. مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، (۲): ۷۱-۶۱.

Assessing the water requirement, crop coefficient and water use efficiency of *Fortuynia bungei* Boiss. under arid environment

Tajamoliyan, M.*¹, Iran nezhad parizi, M.H.², Malekinezhad, H.³, Rad, M.H.⁴ and Sodaii zadeh, H.⁵

1*-Corresponding Author, M.Sc. Student of Desert Regions Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran, Email:mahdiyetajamoliyan@yahoo.com

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

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

4-Research Instructor, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Yazd Province, Yazd, Iran.

5- Assistant professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

Received: 06.09.2011

Accepted: 15.04.2012

Abstract

Water in arid and semi-arid regions is the most important ecological factor, determining the growth and development of plant species. Therefore, for optimal growth of plants, effective use of water resources should always be considered. In order to investigate the crop water requirement and water stress effects on *Fortuynia bungei* Boiss, a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments and three replications was implemented in the Natural Resources and Agricultural Research Station of Yazd Province in 2011. The treatments included 100, 50 and 25% of soil moisture field capacity (FC). Results showed that water deficit significantly ($p < 0.01$) affected evapotranspiration and Water Use Efficiency (WUE) of *Fortuynia bungei*. The evapotranspiration rates in 100, 50 and 25% of field capacity were 4.8, 3.7 and 2.3 mm, respectively. The crop coefficients in 100, 50 and 25% of field capacity were 0.666, 0.519 and 0.325, respectively. The lowest water use efficiency was in the treatment of 25% FC with 0.3 gr. dry weight per 1 liter of water. The highest water use efficiency was in the treatment of 50% FC with 0.53 gr. dry weight per 1 liter of water.

Key words: Water use efficiency, crop water requirement, crop coefficient, *Fortuynia bungei* Boiss.