مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۷ شماره ۲، صفحه ۳۴۶-۳۳۴، (۱۳۹۹)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2020.123411.1775
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1399.27.334.79.2.1578.1585

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه شن‌دوست دیودال (*Ammodendron persicum*) در مراحل اولیه استقرار

علی خنامانی[۱]، اصغر مصلح آرانی[۲*]، حمیدرضا عظیم‌زاده[۳] و محمدهادی راد[۴]

۱- دانشجوی دکترای بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران، پست الکترونیک: amosleh@yazd.ac.ir

۳- دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران

۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش:۹۸/۱۲/۲۷

چکیده

تنوع بخشیدن به گونه‌های مورد استفاده در تثبیت شن و بیابان‌زدایی می‌تواند به پایداری این اکوسیستم‌ها کمک نماید. اغلب گونه‌های مورد استفاده در تثبیت شن، نیاز به حمایت‌های اولیه داشته تا به مرور به شرایط جدید سازگار شوند. از مهمترین این حمایت‌ها، آبیاری در سال‌های اولیه کاشت است. در این تحقیق، عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه شن‌دوست دیودال (*Ammodendron persicum*) در شرایط لایسیمتری تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری، مورد توجه قرار گرفت. سطوح مختلف آبیاری شامل آبیاری در حد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کم آبیاری بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار اعمال گردید. میزان تبخیر و تعرق در تیمارهای شاهد ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کم آبیاری به‌ترتیب ۶۰، ۴۷، ۳۷ و۲۶ لیتر بود. با 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. بالاترین کارایی مصرف آب با ۲/۰۷ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تعرق مربوط به تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری بود. با کاهش میزان مصرف آب، نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش یافت، به‌گونه‌ای که در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری را نشان داد. نسبت ریشه به اندام هوایی در شاهد برابر با ۰/۸۴ و در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری برابر با ۱/۵۱ بود. نتایج این تحقیق نشان داد که گیاه دیودال در مراحل اولیه استقرار به دلیل سرعت رشد پایین از نیاز آبی کم برخوردار و با سازوکارهای متنوعی ازجمله توسعه ریشه، کارایی مصرف آب خود را بهبود می‌بخشد. به دلیل رشد کم، اتلاف آب از طریق تبخیر در مراحل اولیه استقرار زیاد بوده و برای بهبود بازدهی آبیاری، روش‌های مناسب کاهش تبخیر و حفظ رطوبت خاک توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، لایسیمتر، اندام هوایی، ریشه، نسبت اندام هوایی به ریشه.

مقدمه

طبق برآورد کنفرانس جهانی بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی، پدیده بیابان‌زایی در آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر انسان را در مناطق خشک که برابر ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان می‌باشند، تهدید می‌کند (Babaev, 1999). از این تعداد، ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر به‌طور مستقیم به علت کاهش حاصلخیزی اراضی و دیگر فرایندهای بیابان‌زایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Ladisa *et al*., 2002). این فرایند همواره با تخریب خاک و منابع آب، پوشش گیاهی و دیگر منابع همراه است (Babaev, 1999). Faiznia و همکاران (۲۰۰۱)

پیامدهای چشمگیر پدیده بیابان‌زایی را موارد زیر می‌دانند: هجوم ماسه‌های روان، افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش حساسیت اراضی به فرسایش، نشست زمین، شور شدن اراضی، افزایش سیل خیزی و سرانجام برهنگی زمین، قحطی، محو آبادی و عقب‌نشینی آثار حیات. یکی از راه‌های کنترل پدیده بیابان زایی و به‌ویژه بحث فرسایش بادی، کنترل بیولوژیکی و به عبارتی کشت گونه‌های مقاوم به شرایط منطقه می‌باشد (Ehghaghi, *et al*., 2015). هر گونه برنامه‌ریزی در ارتباط با کاشت گیاهان در مناطق خشک به‌ویژه در مورد تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و شن‌های روان و همچنین کنترل گردوغبار باید به سازگاری این گیاهان در مقابل تنش خشکی، شوری و دفن‌شدگی توجه ویژه‌ای داشت (Mosleh Arany, *et al*., 2012). یکی از راه‌های مبارزه با تنش خشکی در این شرایط، استفاده از گیاهان مقاوم به خشکی و کم آبخواه است. تحقیقات زیادی در مورد استفاده از گونه‌های بومی و غیربومی برای مقابله با بیابان‌زایی، تثبیت شن‌های روان و کنترل گردوغبار انجام شده است. به‌عنوان مثال در جنوب ایران از گونه کهور آمریکایی به‌عنوان یکی از عناصر اصلی در ترکیب جنگل‌کاری‌ها استفاده شده است. این گستردگی را باید در ویژگی‌هایی همانند سهولت تولید نهال، مقاومت نسبی به خشکی و شوری، تثبیت شن‌های روان و همیشه سبز بودن این گیاه دانست (Mosleh Arany, *et al*., 2012). وضعیت پوشش گیاهی در هر منطقه به‌طور مستقیم بر وضعیت و شدت فرسایش (آبی و بادی) تأثیر می‌گذارد، به‌گونه‌ای که با وجود پوشش گیاهی، علاوه بر ایجاد اثر بادشکنی که شدت فرسایش بادی را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد، باعث ایجاد لایه خلأ 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). کمبود آب و بیابان‌زایی از مشکلات جدی در بسیاری از مناطق جهان به‌شمار می‌روند. زیرا این دو مشکل، توسعه پوشش گیاهی و کشاورزی را در معرض خطر قرار می‌دهند (Puoci, 2008). به‌دلیل کمبود نزولات جوی در ایران، آب مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان می‌باشد (Mosleh Arany *et al*., 2012). بنابراین استفاده از روش‌های مناسب و نوین به‌منظور تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب ضرورتی انکارناپذیر است. کمبود شدید بارندگی و پراکنش نامطلوب آن، تبخیر و 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 نیمه‌خشک، لازم است تا اطلاعات دقیقی در مورد میزان آب مورد نیاز هر گیاه موجود باشد. همچنین همواره باید به فکر کاهش مصرف آب در این مناطق بود. 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 کرد (Rad *et al*., 2013). البته 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*., 2013; Majumder *et al*., 2018: Barco *et al*., 2018). Rad و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی نیاز آبی و تابع تولید ماده خشک گونه شن‌دوست تاغ در شرایط لایسیمتری پرداختند. آنان بدین‌منظور از تیمارهای ۱۰۰، ۳۵ و ۱۵ درصد ظرفیت زراعی استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که هر پایه تاغ در شرایط دشت یزد–اردکان برای رشد مطلوب و برخورداری از کارایی خوب در تثبیت شن، نیاز به ۲/۴ مترمکعب آب در سال دارد. Khosroshahi (۲۰۱۳)، نیاز آبی گونه سُمر (*Prosopis Juliflora*) را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. در این تحقیق تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از رابطه تلفیقی پنمن–مان تیث–فائو با کاربرد برنامه نرم‌افزاری Cropwat.8

انجام شد و برای محاسبه ضریب گیاهی از روش WUCOLS III استفاده گردید. در روش مذکور به جای ضریب گیاهی از ضریب دیگری به نام ضریب منظر یا عرصه (*Landscape Coefficient*) استفاده شد که از طریق سه فاکتور گونه گیاهی، تراکم گیاهی و میکرو اقلیم تعیین می‌شود. برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع داده‌های اقلیمی مورد نیاز از نزدیکترین ایستگاه به عرصه‌های جنگل‌کاری شده با گونه سمر تهیه شد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که دشت آزادگان با ۲۵۵ میلیمتر در طول هفت ماه از سال، بیشترین و چابهار با ۱۷۴ میلیمتر در طول نه ماه از سال، کمترین مقدار را برای آبیاری تکمیلی نیاز دارد. این موضوع نشان می‌دهد که میزان آب مورد نیاز برای آبیاری گونه سمر در مناطق رویشیِ مشابه و ماه‌های مختلف سال متفاوت است. گونه *Ammodendron Persicum* با نام محلی دیودال، چوب آتش، چراغ چوب، شن درخت، درخت شنی و خارگرگ و بومی شهرستان‌های قائن و تایباد در استان خراسان می‌باشد. این گونه از زیر تیره پروانه‌آساها (Papilionaceae) و متعلق به تیره بقولات (Fabaceae) می‌باشد. دیودال گونه‌ای درختچه‌ای و شن‌دوست که ارتفاع آن به ۶/۸ متر می‌رسد. فعالیت حیاتی این گونه عموما در نیمه دوم اسفند شروع، در اواسط اردیبهشت وارد مرحله گلدهی شده و بذر آن تا اواخر خرداد ماه می‌رسد. این گونه بسیار مقاوم به خشکی است، به‌طوری‌که در بارش ۱۵۰ میلی‌متر رویش خوبی دارد، اما عموماً در بارش‌های ۷۰ میلی‌متر به بالا مشاهده می‌گردد (Aryaie *et al*., 2013 Monfared). هدف از این تحقیق، تعیین نیاز آبی گونه دیودال و بررسی امکان استقرار آن روی تپه‌های ماسه‌ای خارج از رویشگاه طبیعی است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش این تحقیق در ایستگاه تحقیقات بیابان‌زدایی شهید صدوقی یزد واقع در دشت یزد- اردکان با طول جغرافیایی ۰۹ ۱۱ ۵۴ و عرض جغرافیایی ۳۰ ۰۴ ۳۲ و در سایت تحقیقاتی آزمایش‌های لایسیمتری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد اجرا شد. میانگین بارندگی سالانه ۷۰ میلی متر، بیشینه سرعت وزش باد ۱۲۰ کیلومتر در ساعت، میانگین سالانه ساعات آفتابی ۳۰۵۲ ساعت، میانگین سالانه تعداد روزهای یخبندان ۷۳ روز، میانگین سالانه تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A ۳۲۰۷ میلی متر، بیشترین مقدار آن مربوط به تیرماه با ۵۱۴ میلی‌متر و ماه‌های دی و بهمن بدون تبخیر، میانگین سالانه رطوبت نسبی در صبحگاه ۵۷ درصد، میانگین سالانه رطوبت نسبی در عصر ۵/۳۸ درصد، میانگین دمای سالانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد، کمینه مطلق دمای سالانه ۱۳/۵- درجه سانتی‌گراد، بیشینه مطلق دمای سالانه ۴۵/۵ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه براساس روش دومارتن اصلاح شده فراخشک سرد است (Rad *et al*., 2009).

اعمال تیمارها و اندازه‌گیری آب مصرفی (تبخیر و تعرق): به‌منظور بررسی وضعیت رطوبتی خاک، تعداد ۱۶ عدد لایسیمتر زهکش‌دار با ارتفاع ۹۰ و قطر ۴۰ سانتی‌متر مورد استفاده قرار گرفت. هر لایسمتر، با یک لایه پشم شیشه به‌منظور کاهش تبادل حرارتی خاک درون آن با محیط اطراف عایق گردید. همچنین یک زهکش در کف لایسیمترها نصب گردید تا آب خروجی جمع‌آوری و در محاسبات مربوط به تعیین تبخیر و تعرق لحاظ گردد. پس از استقرار کامل گیاهان در لایسیمترها، نسبت به اعمال تیمارهای رطوبتی اقدام گردید. تیمارهای اعمال شده شامل آبیاری ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کم آبیاری و شاهد (ظرفیت زراعی) در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار بود. اندازه‌گیری رطوبت خاک بوسیله دستگاه TDR و از طریق لوله‌های کار گذاشته شده در هر لایسمتر با هدف تعیین نیاز آبی هر تیمار از مهر ۱۳۹۵ آغاز و تا پایان شهریور ۱۳۹۶ بصورت هفتگی انجام شد. به دلیل اینکه دیودال یک گونه شن‌دوست می‌باشد، لایسمترها بوسیله خاک تپه‌های ماسه‌ای اطراف محل اجرای طرح که از بافت شنی برخوردار بود، پر گردید. برای اندازه‌گیری میزان تبخیر از سطح خاک، یک لایسیمتر بدون گیاه آماده گردید و رطوبت آن همواره در

حد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. در نهایت میزان آب مصرف شده توسط هریک از تیمارها با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Rad *et al*., 2009).

رابطه ۱ $\Delta s = Drz\ (\varphi_f - \varphi_i)$ = جریان خروجی − جریان ورودی

که در آن جریان ورودی و خروجی: مقدار کل آبی که طی سال آبی به لایسیمترها وارد یا از آن خارج شده است، Δs: تغییر رطوبت در حجم مشخص خاک طی دوره زمانی مشخص، Drz: عمق توسعه ریشه که در اینجا ۹۰ cm می‌باشد، φ_f: رطوبت حجمی خاک در پایان دوره و φ_i: رطوبت حجمی خاک در ابتدای دوره است.

ویژگی‌های مورد بررسی

محتوای نسبی آب برگ: برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ از فرمول ذیل استفاده گردید. برای این امر مقدار مشخصی از برگ گیاه را در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آب مقطر قرار داده تا برگ به اندازه نیاز آب جذب نماید. پس از ۴ ساعت که برگ‌ها به حالت آماس کامل درآمدند، از آب خارج نموده و با کاغذ صافی آنها را خشک و وزن آماس شده برگ اندازه‌گیری شد. با توزین برگ‌ها، آنها را در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و با خشک شدن دوباره، آنها را توزین نمودیم. با قرار دادن اعداد بدست‌آمده در رابطه ۲، مقدار محتوای نسبی آب برگ محاسبه گردید (Martinez *et al*., 2007).

رابطه۲ $RWC=(W_1-W_2)/(W_3-W_2)*100$

که در آن w_1 وزن برگ تازه، w_2 وزن برگ خشک شده و w_3 وزن برگ در حالتی است که دارای حداکثر مقدار آب ممکن یا حالت آماس باشد.

وزن تاج پوشش: در پایان آزمایش، نسبت به قطع قسمت هوایی گیاهان اقدام و با قرار دادن آنها در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت (Yin *et al*., 2005) وزن خشک آنها محاسبه گردید. قبل از قرار دادن در آون وزن تر نیز اندازه‌گیری و درصد ماده خشک نسبت به کل زی‌توده محاسبه گردید.

وزن ریشه: پس از جدا نمودن قسمت هوایی، نسبت به برداشت خاک و ریشه اقدام و با الک نمودن و بعد شستشوی خاک، ریشه‌های ضخیم و موئین جدا و با قراردادن در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت (Yin *et al*., 2005) وزن خشک آنها محاسبه گردید.

نسبت ریشه به اندام هوایی (R/S): با بدست آوردن وزن خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت مورد نظر محاسبه گردید.

ارتفاع: با شروع اعمال تیمارهای آبیاری، بصورت هفتگی ارتفاع گیاهان اندازه‌گیری و میزان افزایش ارتفاع، به‌عنوان شاخص میزان رشد بر حسب سانتی‌متر لحاظ گردید.

کارایی مصرف آب (WUE): پس از اینکه مقدار آب مصرف شده (تبخیر – تعرق) در هریک از تیمارها محاسبه گردید، میزان تبخیر را از لایسیمتری 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. به دلیل اندک بودن سطح تاج پوشش و برای سهولت در این امر، میزان تعرق به‌عنوان ضریب در تبخیر– تعرق، لحاظ و از رابطه ۳ محاسبه گردید (علیزاده، ۱۳۸۹).

رابطه ۳ $T_{(crop)}=ET_{(crop)} \times 0.09$

که در آن $T_{(crop)}$ تعرق از گیاه و $ET_{(crop)}$ تبخیر و تعرق گیاه است. پس از محاسبه میزان تعرق و دارا بودن زی‌توده تولیدی در هریک از تیمارها، کارایی مصرف آب بر مبنای گرم ماده خشک تولیدی به ازای هر لیتر آب مصرف شده و به‌استناد رابطه ۴ محاسبه شد.

رابطه ۴ $WUE=D/W$

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

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

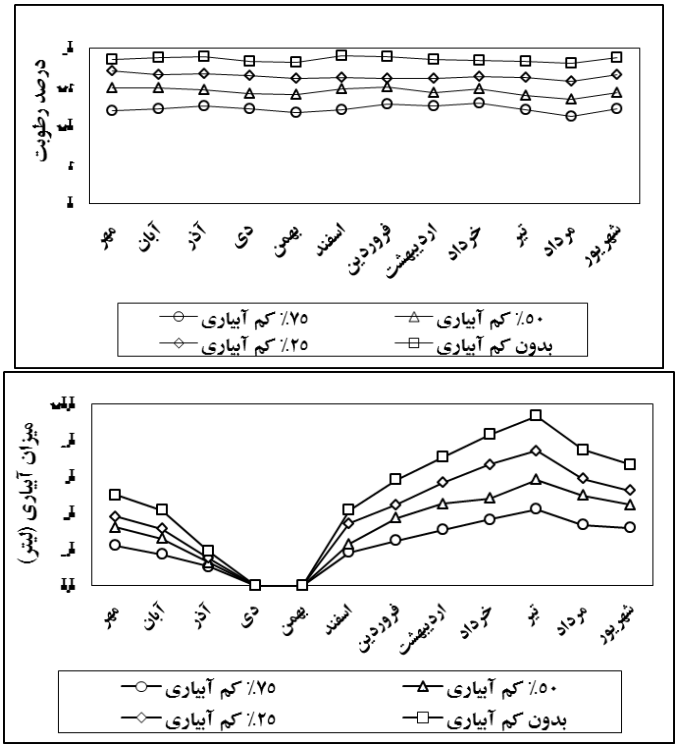
جدول ۱ میانگین ماهانه درصد رطوبت خاک و همچنین میزان آب مصرف شده (تبخیر و تعرق) را در آبیاری گونه دیودال در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. بیشترین میزان آب مصرف شده در طول یک فصل زراعی مربوط به تیمار شاهد با ۶۰ لیتر و کمترین آن مربوط به تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با ۲۶/۸ لیتر بود.

جدول ۱- میانگین ماهانه رطوبت خاک (درصد حجمی) و تبخیر و تعرق (ماهانه/لیتر) گیاه دیودال در شرایط لایسیمتری در تیمارهای مختلف آبیاری (سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵)

ماه	۷۵٪ کم آبیاری		۵۰٪ کم آبیاری		۲۵٪ کم آبیاری		شاهد	
	رطوبت خاک	تبخیر و تعرق	رطوبت خاک	تبخیر و تعرق	رطوبت خاک	تبخیر و تعرق	رطوبت خاک	تبخیر و تعرق
مهر	۱۱/۸۹	۲/۲	۱۴/۸۳	۳/۲	۱۶/۹۸	۳/۸	۱۸/۵۳	۵/۰
آبان	۱۲/۲۲	۱/۷	۱۴/۷۹	۲/۶	۱۶/۵۳	۳/۱	۱۸/۷۸	۴/۲
آذر	۱۲/۴۸	۱/۱	۱۴/۵۵	۱/۳	۱۶/۶۶	۱/۵	۱۸/۸۹	۱/۹
دی	۱۲/۱۴	۰	۱۴/۱۲	۰	۱۶/۴۳	۰	۱۸/۲۹	۰
بهمن	۱۱/۶۹	۰	۱۴/۰۳	۰	۱۶/۰۹	۰	۱۸/۱۲	۰
اسفند	۱۲/۰۳	۱/۸	۱۴/۷۶	۲/۳	۱۶/۲۲	۳/۴	۱۸/۹۷	۴/۲
فروردین	۱۲/۷۹	۲/۵	۱۴/۹۵	۳/۷	۱۶/۰۸	۴/۵	۱۸/۸۸	۵/۸
اردیبهشت	۱۲/۴۸	۳/۱	۱۴/۲۰	۴/۵	۱۶/۱۲	۵/۷	۱۸/۴۸	۷/۱
خرداد	۱۲/۸۸	۳/۶	۱۴/۷۲	۴/۸	۱۶/۲۶	۶/۷	۱۸/۳۴	۸/۳
تیر	۱۲/۰۸	۴/۲	۱۳/۹۰	۵/۸	۱۶/۲۰	۷/۴	۱۸/۲۰	۹/۴
مرداد	۱۱/۱۶	۳/۴	۱۳/۳۷	۵/۰	۱۵/۷۵	۵/۹	۱۸/۰۴	۷/۵
شهریور	۱۲/۲۳	۳/۲	۱۴/۲۲	۴/۵	۱۶/۵۹	۵/۲	۱۸/۶۸	۶/۷
میانگین	۱۲/۱۷		۱۴/۳۷		۱۶/۳۳		۱۸/۵۲	
مجموع		۲۶/۸		۳۷/۷		۴۷/۲		۶۰/۰

نتایج

شکل ۱ تغییرات ماهانه رطوبت خاک (درصد حجمی) و تبخیر و تعرق (لیتر) را نشان می‌دهد. میزان تبخیر و تعرق در دی و بهمن‌ماه به صفر رسیده و با گرم شدن هوا رو به افزایش گذاشته که در تیرماه به حداکثر مقدار خود رسیده است. حداکثر میزان تبخیر و تعرق برای تیمار شاهد برابر با ۹/۴ لیتر و برای تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کم آبیاری به‌ترتیب برابر با ۷/۴، ۵/۸ و ۴/۲ لیتر اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- تغییرات ماهانه درصد رطوبت حجمی خاک و تبخیر و تعرق (لیتر) گیاه دیودال در شرایط لایسیمتری و تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری (سال زراعی ۹۶-۹۵)

جدول ۲ و ۳ تجزیه واریانس برخی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی دیودال را در شرایط کم آبیاری نشان می‌دهند. بر اساس جدول ۲، شاخص‌های تبخیر و تعرق، تعرق و همچنین کارایی مصرف آب در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. شاخص وزن خشک برگ در تیمارهای کم آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، اما بقیه شاخص‌های مورد بررسی در سطح ۱ و ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری بودند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب در گیاه دیودال در شرایط لایسیمتری و تحت تأثیر سطوح مختلف کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	تبخیر و تعرق	تعرق	کارایی مصرف آب
کم آبیاری	۳	۷۹۵/۳۸**	۶/۴۳**	۰/۲۰**
CV		۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۱۵

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، ^{ns}: عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دیودال، در شرایط لایسیمتری و تحت تأثیر سطوح مختلف تیمارهای کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه ازادی	محتوای نسبی آب برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	درصد ماده خشک اندام هوایی	درصد ماده خشک ریشه	نسبت ریشه به اندام هوایی	وزن خشک زی توده (کل)
کم آبیاری	۳	۲۳۹/۱۵**	۰/۰۰۹^{ns}	۶/۲۴**	۲/۵۵**	۱۶۹/۵۸**	۲۴۷/۳۲**	۰/۴**	۱۱/۳۸**
CV		۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۲۵

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تبخیر و تعرق، تعرق و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف کم آبیاری مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری بود که با سایر سطوح از اختلاف معنی‌داری برخوردار گردید (جدول ۴). شاخص محتوای نسبی آب برگ در تیمار شاهد با میزان ۵۳/۹۶ درصد بیشترین مقدار و در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با میزان ۳۶/۶۰ درصد، کمترین مقدار را نشان داد که با سایر سطوح کم آبیاری دارای اختلاف معنی‌داری بود. شاخص درصد اندام هوایی نیز همین وضعیت را نشان داد، هر چند وزن خشک برگ در میان سطوح مختلف کم آبیاری از اختلاف معنی‌داری برخوردار نگردید. شاخص نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری با میزان ۱/۵۱ بیشترین و تیمار شاهد با میزان ۰/۸۴ کمترین میزان را نشان داد که با سایر سطوح کم آبیاری از اختلاف معنی-داری برخوردار بودند. شاخص‌های وزن اندام هوایی، وزن ریشه، درصد ریشه و وزن زی‌توده کل در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری دارای کمترین و در تیمار شاهد بیشترین مقدار را دارا بود (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب در گیاه دیودال، در شرایط لایسیمتری و تحت تأثیر سطوح مختلف کم آبیاری

منابع تغییرات	تبخیر و تعرق	تعرق	کارایی مصرف آب
شاهد	^{a}۶۰/۰۰	^{a}۵/۴	^{b}۱/۵۳
۲۵٪ کم آبیاری	^{b}۴۷/۱۹	^{b}۴/۲	^{b}۱/۷۱
۵۰٪ کم آبیاری	^{c}۳۷/۷۲	^{c}۳/۳۹	^{a}۲/۰۷
۷۵٪ کم آبیاری	^{d}۲۶/۸۰	^{d}۲/۴۱	^{b}۱/۷۸

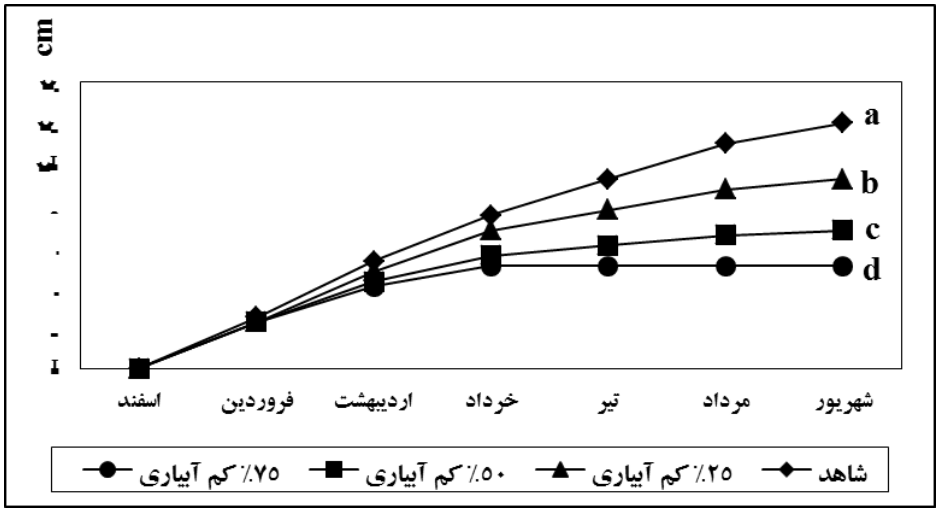
میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دیودال، در شرایط لایسیمتری و تحت تأثیر سطوح مختلف تیمارهای کم آبیاری

منابع تغییرات	گنجایش نسبی آب برگ (درصد)	وزن خشک برگ	وزن خشک زی‌توده هوایی (گرم)	وزن خشک زی‌توده ریشه (گرم)	درصد ماده خشک اندام هوایی (زی‌توده خشک)	درصد ماده خشک ریشه (زی‌توده خشک)	نسبت ریشه به اندام هوایی	وزن زی توده کل (گرم)
شاهد	۵۳/۹۶^{a}	۰/۲۲^{a}	۴/۴۹^{a}	۳/۷۸^{a}	۵۵/۴۵^{b}	۶۱/۰۷^{a}	۰/۸۴^{d}	۸/۲۷^{a}
۲۵٪ کم آبیاری	۴۷/۵۸^{b}	۰/۲۷^{a}	۳/۳۱^{b}	۳/۳۰^{a}	۵۸/۷۳^{b}	۶۹/۸۷^{a}	۰/۹۷^{c}	۷/۱۵^{a}
۵۰٪ کم آبیاری	۴۰/۲۶^{c}	۰/۳۰^{a}	۲/۹۸^{b}	۴/۰۴^{a}	۶۷/۸۱^{a}	۵۰/۸۵^{b}	۱/۳۳^{b}	۷/۰۳^{a}
۷۵٪ کم آبیاری	۳۶/۶۰^{d}	۰/۲۰^{a}	۱/۴۶^{c}	۲/۲۳^{b}	۶۸/۴۲^{a}	۶۲/۹۵^{a}	۱/۵۱^{a}	۴/۳۰^{b}

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف آماری معنی‌دار هستند.

با اندازه‌گیری و بررسی ارتفاع گیاهان کاشت شده در لایسیمترها به‌عنوان شاخص مهم رشد، مشخص گردید که گیاهان در تمامی تیمارهای مورد بررسی در ابتدای بهار دارای رشد خوبی بوده، اما با شروع فصل گرما، میزان رشد در تیمارهای ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کم آبیاری کاهش یافت که میزان کاهش رشد با افزایش تنش خشکی افزایش یافت. تیمار شاهد با وجود گرمای تیرماه همچنان به رشد خود ادامه داد و از رشد مطلوب برخوردار گردید (شکل ۲). شکل ۳ نمونه‌ای از گیاه کشت شده را درون لایسیمتر زهکش‌دار نشان می‌دهد.



شکل ۲-رشد تجمعی گیاه دیودال در تیمارهای مورد بررسی از اسفند ۱۳۹۵ تا شهریورماه ۱۳۹۶

شکل ۳- گونه دیودال درون لایسیمتر زهکش‌دار (تیمار شاهد)

بحث

میزان آب مورد نیاز گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌ویژه 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 بیشتر 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 (Rad *et al*., 2009) و اکالیپتوس (Rad *et al*., 2013) از طریق آزمایش‌های لایسیمتری انجام شده است. بررسی‌های انجام شده نشان داد که اطلاعات مدونی در مورد نیاز آبی گونه دیودال وجود ندارد، ازاین‌رو در این تحقیق سعی شد به این مهم پرداخته شود. نتایج بدست‌آمده نشان داد که میانگین میزان آب مصرفی یا به‌عبارتی تبخیر و تعرق برابر با ۲۷، ۳۸، ۴۷ و ۶۰ لیتر برای تیمارهای ۷۵، ۵۰، ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و شاهد بود. همچنین بیشترین میزان تبخیر و تعرق در تیرماه و در تیمارهای مورد بررسی به‌ترتیب برابر با ۴/۲، ۵/۸، ۷/۴ و ۹/۴ لیتر بود. با محاسبه کارایی مصرف آب بر اساس میزان تعرق انجام شده از گیاهان مورد آزمایش، مشخص گردید که به‌دلیل رشد بسیار کم گیاهان در سال‌های اولیه استقرار، عملکرد رویش گیاهان کم و در نتیجه میزان تعرق انجام شده اندک بوده و در تمامی تیمارهای مورد بررسی کارایی مصرف آب اعداد پایینی را نشان دادند. باوجوداین نتایج بدست‌آمده از تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری (۲/۰۷ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر آب) با نتایج حاصل از تحقیقات Rad و همکاران (۲۰۰۹) در مورد تاغ که برای تیمار ۳۵ درصد ظرفیت زراعی ۲/۹۹ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر آب بدست آوردند، تا حدودی مشابه می‌باشد. بنابراین 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. Rad و همکاران (۲۰۱۳)، برای گونه *E. camaldulensis* گزارش کردند که در شرایط اعمال آبیاری کنترل شده و در تیمارهای گوناگون مورد بررسی، آبیاری در حالت ۷۰ درصد ظرفیت زراعی دارای بیشترین کارایی مصرف آب بوده، به‌طوری‌که در این تیمار ۲/۴۴ گرم ماده خشک به ازاء هر لیتر آب مصرف شده گزارش گردید. Rad و همکاران (۲۰۱۳)، همچنین نیاز آبی، ضریب گیاهی و کارایی مصرف آب را در دو گونه اکالیپتوس (*E. microtheca* و *E. sarjentii*) در شرایط لایسیمتری انجام دادند. آنان تفاوت معنی‌داری در کارایی مصرف آب بین تیمارها گزارش کردند. به‌نحوی‌که بالاترین کارایی مصرف آب را (۲/۰۹۴ گرم ماده خشک بر لیتر) به تیمار ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مرتبط دانستند. Davis و همکاران (۲۰۱۷) عملکرد و کارایی مصرف آب در گونه *Agave americana* را مورد بررسی قرار دادند. عملکرد این گونه از آگاو با ۵۳۰ میلی‌متر آب ورودی که شامل بارش و آبیاری می‌باشد، برابر با ۹/۳ میلی‌گرم ماده خشک بر سال است. محتوای نسبی آب برگ و نسبت وزن ریشه به اندام هوایی از شاخص‌هایی مهمی هستند که ارزیابی آنها می‌تواند در شناخت سازوکارهای گیاه به تنش خشکی کمک نماید. محتوای نسبی آب برگ در گیاه دیودال نشان داد که با کاهش رطوبت خاک و مواجه شدن گیاه با تنش خشکی، این شاخص کاهش یافته است. کاهش بیش از حد محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش خشکی، حساس بودن برگ را به کم آبی نشان می‌دهد. اگرچه گیاهان مناطق بیابانی این توانایی را دارند که با حفظ آب در برگ‌های خود، محتوای نسبی آب خود را در شرایط تنش خشکی در حدی نگه دارند که فتوسنتز دچار اختلال نشده و کارایی فتوسنتز و به‌دنبال آن تولید مواد مورد نیاز رشد را بهبود بخشند (Babaev, 1999). بنابراین به نظر می‌رسد گیاه دیودال از سازوکارهای دیگری مثل کاهش سطح تعرق از طریق کوچک نمودن سطح برگ و تبدیل برگ‌ها به خار، میزان تعرق را کاهش داده و کارایی مصرف آب را بهبود می بخشد. یکی از سازوکارهای مهم گیاهان مناطق خشک، بهبود نسبت اندام‌های زیرزمینی به هوایی است، به‌عبارتی آنها برای برداشت آب بیشتر از خاک، با توسعه ریشه و کاهش رشد اندام هوایی (کاهش سطح تعرق)، کارایی مصرف آب را بهبود می‌بخشند. اگرچه نسبت ریشه به اندام هوایی یک پدیده ژنتیکی است، اما به‌طور کاملاً ملموس تحت شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرد. نسبت بالای ریشه به شاخه می‌تواند در سازگاری گیاه به شرایط خشک بسیار مؤثر باشد (Turner *et al*., 1975). گیاه دیودال می‌تواند با توسعه ریشه خود به‌ویژه در سال‌های اولیه، نسبت به برداشت آب از سطح و عمق بیشتر خاک اقدام نماید. در این شرایط همچنین با کاهش رشد اندام هوایی و تغییر در ساختار مورفولوژیکی با تنش خشکی مقابله می‌نماید. موضوعی که در این تحقیق به خوبی روشن گردید. در تیمارهای ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کم آبیاری نسبت ریشه به اندام هوایی به‌ترتیب ۱/۵۱، ۱/۳۳ و ۰/۹۷ و در تیمار شاهد ۰/۸۴ بود. افزایش دسترسی گیاه به آب موجب کاهش رشد ریشه و افزایش رشد اندام هوایی و بالطبع تعرق بیشتر گردید. نکته حائز اهمیت در این مورد تغییرات جزئی ارتفاع گیاه در سال اول رشد می‌باشد. Jiang و همکاران (۲۰۰۷)، به این نکته اشاره دارند که در سال‌های اولیه کاشت نهال تاغ به‌عنوان یک گونه بیابانی، رشد و توسعه بخش‌های زیرزمینی به‌مراتب بیشتر از بخش‌های هوایی است. این امر به افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد کمک می‌نماید. گسترش افقی و عمودی ریشه‌های این گیاه از دلایل مقاومت به خشکی آن محسوب می‌شود. زادآوری و تجدید حیات دیودال در عرصه بصورت دانه‌زاد و شاخه‌زاد بوده که در شاخه‌زاد، با رشد اندام هوایی روی ریشه‌های توسعه یافته، گسترش افقی توسعه گیاه روی تپه‌های ماسه‌ای اتفاق می‌افتد. این گیاه وابستگی خاصی به ماسه‌بادی دارد، به طوری‌که فقط بر روی این نوع رویشگاه‌ها استقرار می‌یابد. رشد طولی گیاهان نشان داد که گیاه دیودال در فصل گرما

با یک رکود رشد مواجه می‌گردد که این رکود با میزان دسترسی گیاه به آب رابطه مستقیم دارد. بیشترین میزان این رکود در تیمار ۷۵ درصد کم آبیاری مشاهده گردید، به طوری‌که از خردادماه به بعد رشد گیاه به صفر رسید. تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری از تیرماه و تیمار ۲۵ درصد کم آبیاری از مردادماه دچار رکود رشد گردید. اما تیمار شاهد در تمام فصل گرما به رشد خود ادامه داد که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت تأمین آب برای رشد مطلوب در فصول گرم سال دارد. همچنین در ماه‌های خنک دوره مورد بررسی (اسفند، فروردین و اردیبهشت) میزان رشد این گیاه در تیمارهای مختلف تفاوتی نشان نداد.

در مجموع با توجه به خصوصیات بوم‌شناسی دیودال، گونه‌ای مناسب از نظر استقرار بر روی تپه‌های ماسه‌ای و کاهش‌دهنده سرعت باد محسوب می‌شود و دارای چشم-اندازهای مناسب برای استفاده در سایر مناطق نیز می‌باشد. در توسعه کشت این گیاه به‌ویژه در مراحل اولیه آن باید به نیازهای اکولوژیکی آن به‌ویژه نیاز آبی توجه خاص نمود. تأمین نیاز آبی گیاه در حد ۵۰ درصد کم آبیاری، هر چند ممکن است موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه شود، اما به-دلیل بهبود کارایی مصرف آب و همچنین بهبود نسبی شاخص نسبت ریشه به اندام هوایی، مفید می‌باشد. با توجه به رشد بسیار کم این گیاه در سال‌های اولیه استقرار و دارا بودن تاج پوشش بسیار کم، توصیه می‌شود همراه با آبیاری، نسبت به پوشاندن سطح خاک و یا استفاده از مواد نگهدارنده آب در خاک برای کاهش تبخیر اقدام گردد. این موضوع ضمن تعدیل رطوبت در خاک و کاهش اتلاف آب، میزان استقرار گیاهان را افزایش خواهد داد.

منابع مورد استفاده

– Amin, A., 2014. Water, soil and plant relationships. Sajjad Industrial Non-profit University, 728p.

– Aryaie Monfared, M. H., Tavakoli, H. and HosseinKhani, H., 2013. Study of some apparent, anatomical and physical properties of Divdal (*Ammodendron persicum*) wood from Zirkooh-Qhaen. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27: 664-675.

– Babaev, G. A., 1999. Desert problems and desertification in Central ASIA. The Researches of the Desert Institute springer - velag berlin, Heidelberg Newyork.

– Barco, 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. Journal of 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. Journal of Bioenergy, 9 (2): 314-325.

– Ehghaghi, R., Mosleh Arani, A., Azimzadeh, H. R., Zargaran, M. and Kiani, B., 2015. Investigation of some ecological characteristics of four *Calligonum* species in Yazd province. Iranian Journal of Range and desert Research, 22(1): 168-183.

– Feiznia, S., Gooya, A. N., Ahmadi, H. and Azarnivand, H., 2001. Investigation on desertification factors in Hossein-Abad Mish Mast Plain and a proposal for a regional model. Journal of Biaban, 6: 2-14.

– Gindaba, J., Rozanov, A. and Negash, L., 2004. Response of seedlings of two *Eucalyptus* and three deciduous tree species from Ethiopia to severe water stress. Journal of Forest Ecology and Management, 201 (1): 119-129.

– Harleen, K., Kingara, P. K. and Singh, S., 2018. Climate variability impact on water requirement of kharif maize in different agro-climatic regions of Punjab. Journal of Agrometeorology, 19: 285-289.

– Jafarian, V. and Lahouti, A., 2006. Introduction of polymers super-absorbent water applications in biological desertification projects. Journal of Research Forest and Rangeland, 80: 58-62.

– Jiang, W., XiMing, Z., LiShan,S., HaiLong, Y. and ShaoMing, L., 2007. Seedling growth dynamic of *Haloxylon ammodendron* and its adaptation strategy to habitat condition in hinter and of desert**,** Science In China Series Journal of (Earth Sciences), 50(1):107-114.

– Khanamani, A., Fathizad, H., Karimi, H. and Shojaei, S., 2017. Assessing desertification by using soil indices. Arab Journal Geoscience, 10: 287-297.

– Khosroshahi, M., 2013. Estimating water requirement of *Prosopis juliflora* at different habitats of Persian Gulf - Aman Sea region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21: 300-315.

– Ladisa, G., Todorovic, M. and Trisorio Liuzzi, G., 2002. Characterization of area sensitive to

desertification in Southern Italy, Proc. Of the 2nd International Conference., on new Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life.
– Majumder, D., Kingra, P. K. and Singh, S., 2016. Climate variability impact on water requirement of spring maize in central and sub-mountainous Punjab. Journal of Annals Agriculture Research, 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. Journal of Environment Development and Sustainability, 97: 256-267.
– Martinez, J. P., Lutts, S., Schanck, A., Bajji, M. and Kinet, J.M., 2004. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediteranean shrub. *Atriplex halimus L*. Journal of Plant Physiology, 161: 1041-1051.
– Mosleh Arany, A., Soleimani, Z. and Sowdaizadeh, H., 2012. Investigation on the effect of drought stress in *Prosopis juliflora*, *P. cineraria*, *P. koelziana* in three life cycles (germination, seedling, maturity). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20: 123-136.
– Mosleh Arany, A., Bakhshi Khaniki, G. and Hakimi Bafghi, B. A., 2012. Characteristics of Na, K and free proline distribution in three xerophytes of *Stipagrostis pennata*, *Calligonum polygonoides* and *Hammada Salicornia* in Yazd province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(4): 581-589.
– 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, Journal of Engineering and Technology, 2 (9): 445-456.
– Puoci, F. and Iemma, F., 2008. Polymer in agriculture: A review. American Journal of Agriculture and Biological Science, 3 (1): 299-314.
– Rad, M. H., Meshkat, M. A. and Soltani, M., 2009. The Effects of Drought Stress on some Saxual's (*Haloxylon aphyllum*) Morphological Characteristics. Iranian Journal of Range and Desert Research, 1: 14-23.
– Rad, M. H., Asareh, M. H., Soltani, M. and Tajamoliyan, M., 2013. Determination of water requirement, crop coefficient and water use efficiency of two eucalyptus species under the lysimetry experiments. Iranian Water Research Journal, 7: 71-78.
– Turner, N. C., Begg, J. E. and Tonnet, M. L., 1976. Osmotic adjustment of *Sorghum* and sunflower crops in response to water deficits and its influence on the water potential at which stomata close. Australian Journal of Plant Physiology, 5:597-608.
– 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. Journal of 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. Journal of Environmental and Experimental Botany, 53: 315– 322.

Effects of different irrigation levels on yield and water use efficiency of *Ammodendron Persicum* in early stages of establishment

A.Khanamani[1], A. Mosleh Arany[2*], H.R. Azimzadeh[3] and M.H. Rad[4]

1-Ph.D. Student of Combat Desertification, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran
2*- Corresponding author, Associate Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran, Email: amosleh@yazd.ac.ir
3- Associate Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran
4- Assistant Professor, Forest and Rangeland Research Division, Yazd Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO,Yazd, Iran

Received: 06/23/2019 Accepted: 03/17/2020

Abstract

Diversification of used species in sand stabilization and desertification can help sustain these ecosystems. Most species used in sand stabilization require initial support to adapt to new conditions over time. One of the most important of these supports is irrigation in the early years of planting. In this study, the yield and water use efficiency of (*Ammodendron persicum*) in lysimetric conditions under the influence of different levels of irrigation were considered. Different irrigation levels consisted of 75, 50, and 25 percent irrigation and field capacity (control), applied in a completely randomized design with four replications. Evapotranspiration rates in control, 75, 50, and 25% under-irrigation treatments were 60, 47, 37, and 26 liters, respectively. By calculating water use efficiency based on the amount of dry matter produced per liter of transpiration water, it was found that there was a significant difference between different treatments. The highest water use efficiency with 2.07 g of dry matter for per liter of transpiration was related to 50% irrigation treatment. As the water consumption decreased, the root to aerial part ratio increased, so that it showed a significant difference in different treatments. The root to aerial part ratio in the control was 0.84 and in the 75% under-irrigation treatment was 1.51. The results of this study showed that *Ammodendron persicum* in the early stages of establishment due to low growth rate had low water requirements and improved its water use efficiency through various mechanisms such as root development. Due to the low growth, water loss through evaporation in early stages of establishment was high, and to improve irrigation efficiency, appropriate methods to reduce evaporation and maintain soil moisture are recommended.

Keywords: Drought stress, lysimeter, aerial part, root, aerial part to root ratio.