Archive of SID

در
منابع طبیعی شماره ۸۰، پاییز ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

بررسی تاثیر مقادیر مختلف رطوبت خاک بر کارایی مصرف آب (WUE) در گیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*)

● **محمد هادی راد**
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
● **سید رضا میرحسینی**
عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
● **محمدعلی مشکوه**
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
● **مهدی سلطانی**
کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
تاریخ دریافت: اسفندماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۶
Email: mohammadhadirad@Gmail.com

چکیده

به منظور بررسی کارایی مصرف آب در گیاه تاغ (***Haloxylon aphyllum***) طرحی از سال ۱۳۸۰ لغایت ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات بیابان‌زدایی شهید صدوقی یزد در شرایط لایسیمتری و در مجاور تاغزارهای دست کاشت به اجرا در آمد. پس از آماده شدن لایسیمترها، نسبت به کاشت نهال تاغ اقدام و با مراقبت یکساله از آن‌ها، شرایط برای اعمال تیمارهای رطوبتی مهیا گردید. تیمارهای رطوبتی شامل ظرفیت گلدانی(شاهد)، یک سوم ظرفیت گلدانی و تنش خشکی بوده که در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و با سه تکرار اعمال گردید. آب مورد نیاز برای رسیدن به رطوبت مورد نظر به صورت هفتگی و از طریق توزین لایسیمترها در اختیار گیاهان قرار می‌گرفت، ضمن اینکه در تیمار تنش خشکی، پس از استقرار کامل نهال‌ها، آبیاری قطع گردید. با هدف به حداقل رساندن میزان تبخیر، سطح لایسیمترها با ورق‌های نازک فایبرگلاس و یک لایسیمتر نیز برای محاسبه میزان تبخیر بدون اینکه گیاهی در آن کاشته شود منظور گردید. مجموع آب خارج شده از لایسیمترها (زهکش + تبخیر) را از آب وارد شده به لایسیمترها (آبیاری + بارندگی) کسر و به عنوان آب مصرف شده توسط گیاه (تعرق) محاسبه شد.

تیمارهای رطوبتی طی دو فصل رویش اعمال و در پایان سال دوم نسبت به اندازه‌گیری وزن تاج پوشش، وزن ریشه و وزن کل ماده خشک تولیدی اقدام و کارایی مصرف آب (**WUE**) محاسبه گردید.

نتایج نشان داد که تاثیر مقدار مصرف آب، بر افزایش وزن ریشه و وزن اندام هوایی در سطح آماری یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت، لیکن تاثیر آن برکارایی مصرف آب متفاوت بوده به‌گونه‌ای که با افزایش میزان رطوبت خاک از کارایی مصرف آب کاسته شده است.

کلمات کلیدی: تاغ، لایسیمتر، کارایی مصرف آب (WUE)، وزن ریشه، وزن اندام هوایی

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No:80 pp: 75-82

The effect of different moistuer treatments on water use efficiency (WUE) in haloxylon plant (*Haloxylon aphyllum*).

By: M.H.Rad, Member of Scientific Board, Agricultural and Natural Resource Research Center of Yazd Province, S.R.Mirhossini-Dehabadi, Member of Scientific Board, Organization of Research and Educatin, M.A.Meshkat, Member of Scientific Board, Agricultural and Natural Resource Research Center of Yazd Province, M.Soltani, Agricultural and Natural Resource Research Center of Yazd Province

For investigate the water use efficiency (WUE) in haloxylon (*Haloxylon aphylum*), design was carry out in four successive years (1999-2005) in Yazd shahidsadoge control desert research station and at near of manual plants. After establishment of plantlets moisture treatments including: 1- replenishment of total soil moisture depletion (SMD) up to FC point; 2- rechargement of 1/3 SMD and 3- without any irrigation of terward were applied in a CRD design with 3 replication. A control lysimeter was used for checking the SMD measurement. Requirement water for reach to enough moisture provide weekly and via weigh of lysimeters was accessible for plants. Imply at dry treatment next of plant complete establishment, irrigation was avoidance. For evaporation amount minimum of lysimeters surface, they were cover with fiberglass thin foil and one of lysimeters was use for counted of evaporation amount without plant. Sum of output water (Drain + Evaporation) was deducted from input water (Rainfall + Irrigation) and equipollent transpiration. Moisture treatment in during two of growth season and the end of experiment with remove and drying of shoot and root dry weights as well as shoot/root ratios of plants, and also water use efficiency (WUE) were measured. The results of this research suggest that among of root and shoot dry weight at 1% level of probability were affected of moisture treatment.

Key words: Haloxylon, Lysimeter, Water use efficiency (WUE), Shoot weight, Root weight

مقدمه

وجـود ۳۵ تـا ۴۵ میلیـون هکتـار عرصه‌هـای بیابانـی در کشـور (۲) و محدودیت‌هـای حاکم بر آن‌ها، از جمله کمبود بارندگی، چالش‌های زیادی را برای توسـعه پیش روی سـاکنین این مناطق قرار داده اسـت. از طرفی بهـره برداری نامناسـب از منابـع موجود، بیابان زایی را بـه عنوان یک امر طبیعی مطرح نموده که از این طریق سالانه بر وسعت اراضی بیابانی کشور افزوده می‌شـود. فعالیت‌هایی که از سالیان پیش برای مهار بیابان‌زایی تحت عنوان بیابان زدایی نیز پی‌گیری شده است، تنها توانسته است گوشه بسیار کوچکـی (حـدود ۱/۹ میلیون هکتار) از عرصه‌های وسـیع را کنترل نماید (۱).

اگرچـه مقابلـه بـا حرکت شـن‌های روان سـابقه طولانـی دارد، اما آنچه امـروزه تحت عنوان تثبیت شـن با اسـتفاده از گونه‌هـای گیاهی معرفی می‌شـود سـابقه‌ای حدود ۴۰ سـال دارد که با کاشـت گیاهانی چون تاغ (Haloxylon Spp.) آغـاز و همچنـان ادامـه دارد (۳). غالـب عرصه‌ها بوسـیله کاشت گونه‌های مختلف این گیاه تثبیت گردیده، به‌گونه‌ای که در حال حاضر بالغ بر ۱/۵ میلیون هکتار تاغزار در کشور وجود دارد (۵).

گونه‌های تاغ در سـخت‌ترین شرایط محیط خشک بیابانی و در مناطقی که درجه حرارت تابستان به حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد و در زمستان به حدود ۲۵- درجه سـانتی‌گراد می‌رسـد و در نواحی با بارندگی سـالانه ۱۷۰-۳۰ میلی‌متر، مستقر شده و رشد مناسبی دارد (۴).

علیرغم استفاده طولانی مدت از این گیاه در برنامه‌های تثبیت شن و بیابان زدائی، سوالات متعددی از قبیل نیاز آبی گیاه، منابع تامین‌کننده آب مورد نیاز، کارایی مصرف آب و عکس‌العمل گیاه به تنش‌های محیطی بویژه تنش خشـکی، مطرح بوده که پاسخگوئی به آن‌ها ضرورت دارد. در این تحقیق با بررسی کارایی مصرف آب، از طریق اندازه‌گیری عوامل موثر بر آن به عکس العمل گیاه نسبت به میزان رطوبت خاک پرداخته شده است.

کارایـی مصـرف آب (WUE) در گیاهـان موضوع اصلـی تحقیقات اخیر بسـیاری از دانشمندان است. تعیین عواملی که بر WUE تأثیر می‌گذارند، هـدف بسـیاری از مطالعات و تحقیقات انجام شـده در خصـوص نیاز آبی گیاهـان می‌باشـد. Wittwer(۲۴)، آب را دومین منبـع محدود پس از زمین برای تولید غذا معرفی می‌کند. او مدعی اسـت که چگونگی اسـتفاده مطلوب از آب توسط گیاهان می‌بایست به عنوان تحقیق اساسی مورد توجه قرار گیرد. اسـتفاده مناسب از آب موضوع مبهمی است، زیرا دارای معانی و تعاریف متعددی اسـت. با این وجود تعریف اصلی آن را می‌توان به مجموع ماده خشکی که توسط هر واحد آب مورد استفاده بوجود می‌آید، بیان نمود. عواملی که بر WUE تأثیر می‌گذارد بسـتگی به تعریف آن دارد. (الف) در یک توده گیاهی، مجموع دی اکسـید کربن جذب شـده به حساب می‌آید. (ب) مجمـوع محصـول تولیدی (روی و یا در زیر سـطح خـاک) و یا (ج) عملکرد دانه محصول.

مصرف آب ممکن اسـت بوسـیله میزان تعرق (T)؛ میـزان تبخیر و تعرق (ET) و یا مجموع آب خارج شده از سیستم مورد ارزیابی قرار گیرد. Stanhill (۲۱)، اسـتفاده مناسـب از آب را در سـطوح فیزیولـوژی و هیدرولوژی مورد ارزیابی قرار داده اسـت. در سـطوح هیدرولوژی، WUE به اسـتفاده مناسـب از آب در آبیاری و توزیع مطلوب آب در ناحیه ریشـه مربوط دانسـته و در سطوح فیزیولوژی به نسبت تلفات آبی محصول به جو

www.SID.ir

Archive of SID

به عملکرد و یا مجموع ماده خشک تولیدی توسط محصول مربوط دانسته است. وی ترجیح داده که به جای WUE از واژه تعرق استفاده نماید. در حالی که اتلاف آب می‌تواند شامل تبخیر از سطح خاک و سطح تاج پوشش گیاه باشد. بنابراین وی در سال ۱۹۸۶ از واژه تبخیر- تعرق استفاده کرد و آن را گزینه مناسب به جای WUE دانست. گیاهان روش‌های متفاوتی برای بهبود WUE خود دارند که روش تثبیت کردن یکی از مهمترین آن‌ها است. گیاهان C۴ نسبت به گیاهان C۳ مزیت‌های فیزیولوژی برتری در دمای بالا و شدت نور زیاد دارند (۱۶). بعضی از گیاهان استوایی ترکیبی از سیکل فتوسنتزی C۴ و سیکل کلوین (C۳) را دارا می‌باشند. به نظر می‌رسد این ترکیب برای تحمل شرایط سخت تابش اشعه‌های زیاد و دمای بالا مفیدتر از حالت C۳ باشد (۱۸) متابولیسم اسید کراسولاسه (CAM) گیاهان موجب کاهش میزان تعرق از طریق بستن روزنه‌ها در روز می‌شود. این گیاهان در شب CO_2 را در اسید مالیک تثبیت و در روز از طریق سیکل فتوسنتزی C۳ و بدون عمل تعرق مورد استفاده قرار می‌دهند. این عمل باعث می‌شود تا کارایی مصرف آب در این گیاهان حتی از گیاهان C۴ بیشتر باشد. مثلاً کارایی مصرف آب در آناناس ۲۰ گرم ماده خشک به ازای هر یک کیلوگرم آب مصرفی است، حال آنکه این رقم برای گیاهان C۴ ۳ تا ۵ و برای گیاهان C۳ ۲ تا ۳ گرم به ازای هر کیلوگرم آب است (۱۲).

از عوامل دیگر موثر بر WUE میتوان به وضعیت شاخص سطح برگ یا LAIدر گیاه، نسبت سطح جذب داخلی تشعشع به سطح تعرق برگ و چگونگی جهت‌گیری روزانه شاخ و برگ گیاه اشاره کرد(۱۴، ۱۷، ۲۰).

از مهمترین عوامل محیطی موثر بر WUE میزان رطوبت هوا است. Turner (۲۲) به این نکته اشاره نموده است که افزایش میزان کاهش فشار تبخیر (VPD) در فضای اطراف برگ، تعرق را بدون اینکه تأثیری بر فتوسنتز داشته باشد افزایش می‌دهد که این امر موجب کاهش WUE می‌شود. درجه حرارت نیز از طریق تاثیر بر روی VPD بر WUE اثر می‌گذارد، دماهای بالا باعث افزایش WUE می‌شود. Bieloria (۱۳) به این موضوع اشاره دارد که در گیاهان اقلیم خنک یا گیاهان C۳ با افزایش دمای محیط WUE کاهش می‌یابد و این درحالی است که در بعضی از گیاهان C۴ با افزایش دما WUE نیز افزایش می‌یابد.

محتوای رطوبتی خاک تأثیر مستقیم بر روی رشد گیاهان دارد، بنابراین با کاهش رطوبت خاک، WUE کاهش می‌یابد. هر عاملی که در خاک بر حرکت آب تأثیر بگذارد می‌تواند دسترسی گیاه را به آب با محدودیت مواجه نموده و بر WUE اثرگذارد به عنوان مثال میزان نفوذ پذیری خاک، میزان املاح محلول خاک و درجه حرارت خاک از عوامل مؤثر در این رابطه است، سرعت توسعه ریشه و بهره برداری مناسب از رطوبت خاک توسط گیاه در افزایش WUE موثر است. کاهش رطوبت خاک مقاومت روزنه‌ها را از طریق افزایش سطوح ABA و کاهش پتانسیل آب برگ افزایش داده و در نتیجه موجب بهبود WUE می‌شود. غلظت بیرونی و درونی CO_2 از طریق تغییر شرایط فتوسنتز می‌تواند بر WUE اثر مثبت یا منفی داشته باشد (۱۵).

با اندازه‌گیری میزان تبخیر و تعرق می‌توان به میزان کارایی مصرف آب توسط گیاه دست یافت. عوامل متعددی در تبخیر و تعرق دخالت دارند که برآورد دقیق تبخیر و تعرق را با مشکل مواجه می‌سازد. روش‌هایی که برای تخمین تبخیر و تعرق به کار برده می‌شود در دو گروه اصلی قرار می‌گیرند که عبارتند از: روش‌های مستقیم و روش‌های محاسبه‌ای. در روش‌های مستقیم بخش کوچک و کنترل شده‌ای از مزرعه با پوشش گیاهی مورد نظر را مجزا کرده و مقدار تبخیر و تعرق در یک دوره زمانی معین، مستقیماً اندازه‌گیری می‌شود. در روش‌های محاسبه‌ای از عوامل مختلف اقلیمی و گیاهی استفاده شده و از روی ارتباط آن‌ها با تبخیر و تعرق و معادله‌هایی که قبلاً با روش‌های مستقیم واسنجی شده‌اند، تبخیر و تعرق پوشش گیاهی مورد نظر تخمین زده می‌شود (۱۲).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کارایی مصرف آب در گیاه تاغ (*Haloxyllon aphylum*) آزمایشی در ایستگاه تحقیقات بیابان‌زدایی شهید صدوقی یزد با طول جغرافیایی "۹ '۱۱ °۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی "۳۰ '۴ °۳۲ شمالی به اجرا درآمد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۷۰ میلی‌متر، 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 ۴۰۰۰ میلی‌متر، میانگین سالانه رطوبت نسبی در صبحگاه ۵۷ درصد، میانگین سالانه رطوبت نسبی در عصر۳۸/۵ 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 گزارش شده است (۸).

آزمایش با ساخت ۱۰ عدد لایسیمتر وزنی با ارتفاع ۱۷۰ سانتی‌متر و قطر ۱۲۲ سانتی‌متر آغاز شد. جنس لایسیمترها از آهن گالوانیزه و با اسکلت مناسب به گونه‌ای طراحی گردید که امکان تحمل حداقل ۵۰۰۰ کیلوگرم وزن خاک را داشته باشد. به منظور مطالعه وضعیت رطوبت خاک در اعماق مختلف و امکان دسترسی به ریشه گیاه در اعماق مختلف خاک، دریچه‌هایی در ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ سانتی‌متری بدنه لایسیمترها تعبیه گردید. شیب کف لایسیمترها دو سانتی‌متر و به لوله‌ای که برای خروج آب اضافی یا زهکش در نظر گرفته شد، منتهی گردید. بدنه لایسیمترها را با هدف کاهش تبادل حرارتی بوسیله پشم شیشه به ضخامت حدود ۵ سانتی‌متر پوشانده شد. لایسیمترها در زیرزمینی که برای همین منظور و در مجاور تاغزارهای دست کاشت طراحی گردید، بر روی سکوئی قرار گرفتند، بگونه‌ای که سطح لایسیمترها با سطح خاک اطراف یکنواخت بوده و امکان قرار دادن ظروف اندازه‌گیری برای آب خروجی نیز میسر گردید. شکل ۱ دور نمایی از چگونگی استقرار لایسیمترها و شکل ۲ نمایی از یک لایسیمتر پس از خارج نمودن گیاه از آن نشان می‌دهد.

نظر به اینکه تاغ بر روی خاک‌های شنی استقرار مناسب می‌یابد و به عنوان یک گیاه شن دوست مطرح است (۱۰)، از خاکی استفاده شد که دارای چنین ویژگی باشد، به این منظور از خاک تپه‌های شنی مجاور محل اجرا ی طرح پس از یکنواخت نمودن و اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری آن استفاده گردید. وزن مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شده، ۱/۶۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود که با این وضعیت مقدار ۲۰۰۰ کیلوگرم خاک برای هر لایسیمتر منظور گردید. ابتدا با هدف ایجاد زهکشی مناسب در کف لایسیمترها مقدار ۲۵ سانتی‌متر ماسه درشت و ۵ سانتی‌متر بر روی آن ماسه شسته ریخته شد. جداول ۱ و ۲ برخی از ویژگی‌های فیزیکی و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد استفاده در لایسیمترها

عمق	جرم مخصوص ظاهری(g/cm^3)	تخلخل	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	نوع بافت	درصد اشباع (SP)
۰-۱۲۰	۱/۶۱	۳۸/۷	۹۳	۳/۳	۳/۷	Sa (شنی)	۲۴/۰۸

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد استفاده در لایسیمترها

عمق	هدایت الکتریکی (ds/m)	واکنش خاک (pH)	مواد خنثی شونده (٪)	کربن‌آلی (٪)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۰-۱۲۰	۴/۳۶	۸/۱	۳۵/۸	۰/۰۶	۰/۰۰۵	۰/۷۷	۷۸/۵

شیمیایی خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد.

با آماده سازی لایسیمترها و فراهم شدن شرایط برای کاشت نهال در آن‌ها، نسبت به غرس نهال تاغ در هر لایسیمتر و در پاییز سال ۱۳۸۱ اقدام گردید. نهال‌های غرس شده به مدت یکسال با مقدار ۲۵۰ لیتر و به فاصله هر ماه یکبارآبیاری شدند. با استقرار کامل نهال‌ها در محل جدید و گذشت یکسال از عمر آن‌ها، تیمارهای مورد نظر شامل ظرفیت گلدانی (شاهد)، یک سوم ظرفیت گلدانی و تیمار تنش خشکی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اعمال شد. در تیمار تنش خشکی پس از استقرار کامل نهال‌ها آبیاری قطع گردید. به منظور جلوگیری از تبخیر از سطح خاک و اضافه نشدن خاک به لایسیمترها (در اثرطوفان‌های شدید منطقه) سطح لایسیمترها کاملاً بوسیله ورق‌های نازک فایبرگلاس و یونولیت پوشانده شد. یکی دیگر از اهدافی که در پوشاندن سطح لایسیمترها مد نظر قرار گرفت کاهش تبخیر از سطح خاک بوده است. در تاغزارها به دلیل اندک بودن رطوبت سطحی خاک، معمولاً رطوبت نسبی هوا تحت تاثیر رطوبت ناشی از تبخیر از سطح خاک نمی‌باشد. طبیعی است که افزایش رطوبت نسبی هوا در اطراف تاج پوشش بر میزان تعرق موثر است با اشباع خاک داخل لایسیمترها و بعد از خروج آب ثقلی میزان رطوبت خاک با TDR [۱] اندازه‌گیری و میزان رطوبت خاک در ظرفیت زراعی مورد بازنگری قرار گرفت. با نمونه‌برداری مستقیم و قراردادن در آون و اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک از طریق وزنی نیز به دقت موضوع افزوده شد. با توجه به حجم خاک هر لایسیمتر و نوع خاک مورد استفاده، هر لایسیمتر گنجایش نگهداری ۱۷۰ لیتر آب را داشته و در صورت مصرف بیش از آن به صورت زهکش خارج می‌گردید. در چنین شرایطی خاک دارای رطوبتی معادل ۱۳/۵ درصد حجمی بود که این رطوبت به‌طور دائم و از طرق مختلف شامل اندازه‌گیری رطوبت وزنی لایسیمترها، اندازه‌گیری وزنی خاک، اندازه‌گیری مستقیم به وسیله TDR کنترل گردید. آبیاری به صورت هفتگی بود و میزان آب مصرف شده توسط گیاه در پایان هفته جبران می‌شد. مدت زمان اعمال تیمارها دو فصل رشد در نظر گرفته شد.

فاکتورهای مورد ارزیابی

۱) اندازه‌گیری وزن تاج پوشش: در پایان دومین فصل رشد (اواخر آبان ماه) نسبت به قطع قسمت هوایی درختان اقدام و با قرار دادن آن‌ها در کوره و

شکل ۱- دورنمایی از استقرار لایسیمترها در محل اجرای طرح

شکل ۲- نمایی از یک لایسیمتر پس از خارج نمودن گیاه از آن

www.SID.ir

Archive of SID

در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت (۱۲) وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید. قبل از قرار دادن در کوره وزن تر نیز اندازه‌گیری و میزان رطوبت اندام‌های هوایی نیز پس از خشک شدن محاسبه گردید. داده‌های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز آماری و میانگین‌ها به روش دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

۲) اندازه گیری وزن ریشه: پس از جدا نمودن قسمت هوایی، با الک نمودن و سپس شستشوی خاک، ریشه‌های ضخیم و موئین جدا گردید. با قراردادن ریشه‌های جدا شده در کوره و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت (۱۲) وزن خشک آن‌ها بدست آمد.

۳) کارایی مصرف آب (WUE): برای اندازه‌گیری WUE پس از بدست آوردن وزن خشک قسمت‌های مختلف گیاه (ریشه، ساقه و برگ) و با داشتن مقدار آب مصرف شده در طول دوره رشد گیاه، مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد آب مصرف شده توسط گیاه در هر یک از تیمارهای رطوبتی محاسبه گردید.

۴) نسبت ریشه به اندام هوایی: با توجه به اهمیت نسبت ریشه به اندام هوایی در ارزیابی میزان کارایی مصرف آب این نسبت نیز محاسبه گردید.

نتایج

۱- بیلان آبی: نظر به اینکه سطح تمام لایسیمترها با هدف کاهش میزان تبخیر پوشانده شد، مابه‌التفاوت میزان آب مصرف شده و بارندگی با آب خروجی از لایسیمترها و آب اتلاف یافته از لایسیمتر بدون گیاه به عنوان آب مصرفی توسط گیاه قلمداد گردید. جدول ۳ میزان آب تعرق یافته در طول دو فصل زراعی را نشان می‌دهد.

۲- وزن خشک ریشه: طبق نتایج حاصل از جدول شماره ۴، تاثیر مقادیر مختلف آب بر وزن خشک ریشه، در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه

جدول ۳- متوسط آب مصرف شده در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف (لیتر)

تیمار / سال زراعی	ظرفیت گلدانی (PC)	یک سوم ظرفیت گلدانی	تنش خشکی
۸۳	۴۷۵	۱۵۴	۱۰۴/۳
۸۴	۴۹۲	۱۸۸	-
جمع	۹۶۷	۳۴۲	۱۰۴/۳

مربوط به تیمار ظرفیت گلدانی با ۸۵۸/۸ گرم در هر درخت بود که با سایرین اختلاف معنی‌دار داشت، این در حالی است که کمترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار تنش خشکی با مقدار ۲۳۵/۶ گرم در هر درخت بود (شکل ۳).

۳- وزن خشک اندام هوایی: طبق نتایج حاصل از جدول شماره ۴، تاثیر مقادیر مختلف آب بر وزن خشک اندام هوایی نیز در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار ظرفیت گلدانی با ۸۲۵/۱ گرم در هر درخت بود که با سایرین اختلاف معنی‌دار داشت، این در حالی است که کمترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار تنش خشکی با مقدار ۲۳۶/۲ گرم در هر درخت بود (شکل۴).

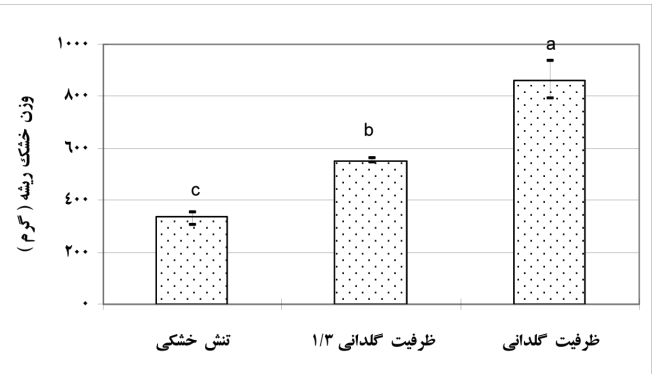
۴- کارایی مصرف آب (WUE): اطلاعات موجود در جداول ۵ و ۶ بیانگر این موضوع است که با افزایش میزان رطوبت خاک کارایی مصرف آب کاهش یافته است. به عبارتی هنگامی که خاک در حد ظرفیت گلدانی بود با اتلاف بیشتر آب از طریق تعرق، هر چند باعث تولید ماده خشک بیشتری شده،

جدول۴- آنالیز واریانس داده های مربوط به وزن‌خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندم هوایی
تکرار	۲	۵۴۵۳/۸۹ ns	۳۸۷۰/۸۴ ns
تیمار	۲	۲۶۳۵۸۱/۴۵ **	۲۰۷۲۲۲/۱۱ **
خطا	۴	۲۵۶۰/۱۱	۱۴۳۸/۱۷
جمع	۸		

** (معنی‌دار درسطح آماری۱٪)

ns (اختلاف معنی‌دار وجود ندارد)



شکل ۳- تاثیر تیمارهای رطوبتی بر وزن خشک ریشه

لیکن کارایی مصرف آب کاهش یافت، به گونه‌ای که به ازای هر کیلوگرم ماده خشک تولید شده ۵۷۴/۵ لیتر آب مصرف گردید. این عدد در مورد تیمار یک سوم ظرفیت گلدانی، ۳۳۳/۳ لیتر و برای تنش خشکی علی‌رغم اینکه تمامی تکرارها در پایان اولین سال اعمال تیمار خشک گردیدند، ۱۸۲/ ۵ لیتر بود.

۵- نسبت ریشه به اندام هوایی: نتایج بدست آمده پس از اندازه‌گیری میزان ریشه و اندام هوایی در هر یک از تیمارهای رطوبتی نشان داد که با افزایش میزان رطوبت خاک و دسترسی گیاه به آب بیشتر میزان اندام هوایی افزایش و میزان ریشه کاهش یافته است که با کاهش میزان رطوبت خاک این نسبت افزایش یافته است (جدول۷).

بحث و نتیجه‌گیری

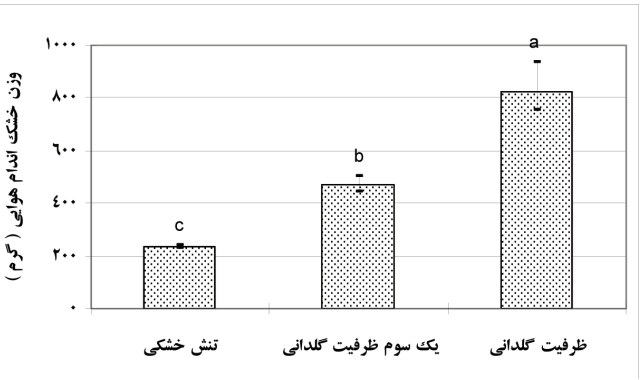
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان ماده خشک تولیدی به ازای هر واحد آب مصرفی (میزان تعرق و یا کارایی مصرف آب) با افزایش میزان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- وزن ماده خشک تولید شده در تیمارهای مختلف (گرم)

تیمار / نوع اندام	ظرفیت گلدانی(PC)	یک سوم ظرفیت گلدانی	تنش خشکی
هوایی	۸۲۵/۱۵ [a]	۴۷۱/۴۵ [b]	۲۳۶/۲۳ [c]
ریشه	۸۵۸/۸۳ [a]	۵۵۳/۳۹ [b]	۳۳۵/۵۹ [c]
جمع	۱۶۸۳/۹۸	۱۰۲۴/۸۴	۵۷۱/۸۲



شکل۴- تاثیر تیمارهای رطوبتی بر وزن خشک اندام هوایی

جدول ۶- کارایی مصرف آب (WUE) در تیمارهای مختلف (g/lit)

ظرفیت گلدانی (PC)	یک سوم ظرفیت گلدانی	تنش خشکی
۱/۷۴	۳/۰	۵/۴۸

جدول۷- نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمارهای مختلف

ظرفیت گلدانی (PC)	یک سوم ظرفیت گلدانی	تنش خشکی
۱/۰۴	۱/۱۷	۱/۴۲

رطوبت خاک کاهش یافته است. در بسیاری از منابع به این نکته اشاره شده است که کارائی مصرف آب اگرچه به نوع گیاه و شرایط آب و هوایی بستگی داشته و می‌توان با تغییر نوع گیاه موجب بهبود آن شد، ولی 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. به عبارتی کاهش میزان تعرق، موجب کاهش آماس سلولی سپس کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش تولید ماده خشک خواهد شد.

افزایش میزان رطوبت خاک تا حد ظرفیت گلدانی موجب کاهش میزان کارائی مصرف آب گردیده است. تفاوت قابل توجه میان تیمار مذکور با یک سوم ظرفیت گلدانی و تنش خشکی (به ترتیب ۱/۷۴، ۲/۹۹، ۵/۴۸ گرم بر لیتر) بیانگر این واقعیت است که تاغ به عنوان یک گیاه مقاوم در برابر تنش خشکی، با جلوگیری از اتلاف آب از طریق بستن روزنه‌ها در روز به عنوان یک گیاه C۴ (۱۹)،کاهش سطوح تبخیرکننده و کاهش جذب تابش خورشید از طریق تغییر فرم رویشی برگ به شاخسارهای میله‌ای شکل (۱۹)، ذخیره نمودن آب، حفظ تورژسانس سلولی، تطبیق اسمزی وکاهش نسبت شاخه به ریشه (۹) می‌تواند موجب افزایش کارائی مصرف آب گردد. افزایش فراتر از انتظار در کارائی مصرف آب در تیمار تنش خشکی پدیده‌ای است که می‌توان آن را به تغییر سیکل فتوسنتزی گیاه مربوط دانست. به نظر می رسد، هنگامی که گیاه با تنش شدید خشکی مواجه گردیده، با تغییر سیکل فتوسنتزی خود از C۴ به CAM از رطوبت موجود بهره برده و با تنش وارده مقابله نموده است. تغییر سیکل فتوسنتزی گیاهان از C۳ و C۴ به CAM تحت شرایط تنش خشکی پدیده‌ای است که توسط برخی از محققین گزارش شده است(۶ ، ۱۱).

اگر چه کارائی مصرف آب در تیمار تنش خشکی قابل توجه است، لیکن خشک شدن تدریجی گیاهان این تیمار دلالت بر وابستگی آن‌ها به رطوبت موجود در خاک دارد. زمانی که مرگ گیاه حادث شد، میزان رطوبت خاک ۱/۹ درصد وزنی بود. Zhang kebin (۲۵) به این نکته اشاره نموده است که رشد درختان تاغ در منطقه مینکوئین چین بستگی به میزان رطوبت خاک داشته که همواره باید بیشتر از دو درصد وزنی باشد. راد و همکاران (۷) گزارش کرده‌اند که رشد مطلوب تاغ در شن‌زارهای دشت یزد- اردکان زمانی حاصل می‌شود که رطوبت خاک در حد۳/۱ درصد وزنی باشد.

رشد متعادل درختان تاغ زمانی صورت می‌گیرد که رطوبت خاک در یک حد آستانه باشد. فزونی بیش از حد آستانه رطوبت خاک (ظرفیت مزرعه) برای این گیاه، تاثیر معنی‌داری در افزایش کارایی مصرف آب نداشته است. به دلیل بالا بودن کارایی مصرف آب و رشد مطلوب و مستمر درختان تیمار یک سوم ظرفیت گلدانی، میزان رطوبت خاک در این تیمار شرایط مساعدی را برای گیاه فراهم نموده است.

هر چند مجموع ماده خشک تولید شده (ریشه و اندام هوایی) مهمترین عامل در ارزیابیWUE می‌باشد، لیکن مقدار هریک می‌تواند تحت تاثیر عوامل متعدد از جمله دسترسی آن‌ها به آب باشد. با ارزیابی تاثیر میزان آب مصرف شده بر ماده خشک تولیدی توسط ریشه و اندام هوایی مشخص گردید که اندام هوایی نسبت به ریشه بیشتر تحت تاثیر رطوبت خاک بوده است (R^2 =۰/۹۱۵). در توجیه موضوع می‌توان بیان کرد که با کاهش میزان دسترسی گیاه به آب، تولید ریشه جهت تامین آب مورد نیاز افزایش می‌یابد (شکل۵). اختلاف معنی‌داری که میان تیمار های رطوبتی در تولید ماده خشک اندام هوایی و ریشه مشاهده گردید (α =۰/۱) دلالت بر این موضوع دارد که جدا از کیفیت رویش (قطر و ارتفاع تاج پوشش)، با افزایش میزان تعرق، ماده خشک تولیدی افزایش یافته است.

اگر چه نسبت شاخه به ریشه پدیده‌ی ژنتیکی است، اما به طور کاملاً ملموس تحت شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرد. نسبت بالای ریشه به شاخه می‌تواند در سازگاری گیاه به شرایط خشک بسیار موثر باشد (۲۳).

نتایج بررسی‌های به عمل آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش تنش خشکی، این نسبت نیز افزایش یافته است، به عبارتی با فراهم شدن شرایط برای تعرق بیشتر توسط گیاه، رشد اندام‌های هوایی نسبت به ریشه، افزایش و ماده خشک تولیدی نیز بیشتر گردیده و نهایتاً منجر به کاهش این نسبت در تیمار ظرفیت گلدانی در مقایسه با سایر تیمارها شده است.

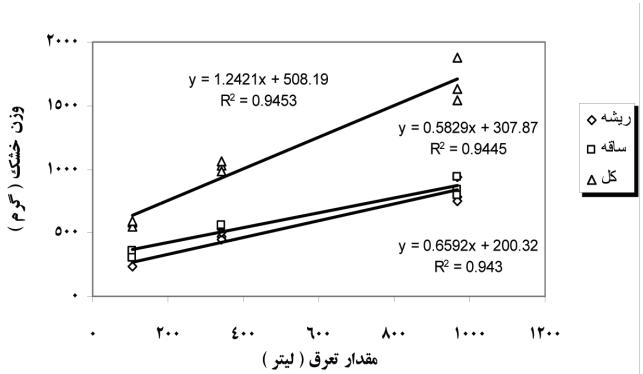
رهبر (۱۰) گزارش کرده است که میزان تولید سالانه قسمت‌های هوایی تاغ در منطقه بیابانی قره قوم که وجود آن در این منطقه وابسته به آب‌های زیرزمینی است، ۱/۱۷ تن در هکتار می‌باشد، این در حالی است که

www.SID.ir

Archive of SID

قسمت‌های زیرزمینی در شرایط مذکور بالغ بر ۲/۱۱ تن در هکتار گزارش شده است. به عبارتی در شرایط فوق‌الذکر نسبت ریشه به اندام‌های هوایی حدود ۱/۸ می‌باشد. نسبت به دست آمده در شرایط آزمایش و در تیمارهای رطوبتی ظرفیت گلدانی، یک سوم ظرفیت گلدانی و تنش خشکی به ترتیب برابر ۱/۰۴، ۱/۱۷و ۱/۴۲ می‌باشد که با افزایش میزان تعرق رابطه معکوس دارد. طبیعی است که میزان ماده خشک در واحد سطح بستگی به سن و تراکم گیاه دارد.

در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کلی را بدین شرح بیان نمود که علی رغم مقاومت بسیار بالای تاغ به تنش خشکی، میزان رشد و نمو آن کاملا" تحت تاثیر رطوبت خاک بوده، هر چند فراوانی آب در خاک می‌تواند فرایند رشد و نمو را دچار اختلال نماید. یکی از مهم‌ترین مکانیسم مبارزه با تنش خشکی در این گیاه افزایش نسبت ریشه به شاخه برای استفاده بیشتر از آب خاک است. توجه به میزان رطوبت خاک در طول دوره رشد گیاه و همچنین نوع بافت خاک برای بهره مندی بیشتر از رطوبت موجود، از نکات حایز اهمیت در انتخاب مکان و تراکم کاشت می‌باشد.



شکل۴- همبستگی وزن خشک اندام هوایی، ریشه و مجموع اندام هوایی و ریشه با مقدار تعرق

پاورقی

1- Time- Domain- Reflectometry

منابع مورد استفاده

۱- احمدی، ع. ا. (۱۳۸۲) مقدمه مجموعه مقالات همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.

۲- احمدی، ح و محمد خان، ش. (۱۳۸۲) ساخت مدل منطقه‌ای پهنه‌بندی مطلوبیت کشت تاغ بر اساس سه عامل بافت خاک، املاح خاک و انبوهی پایه‌های مادری. چکیده مقالات همایش تاغ و تاغکاری در ایران، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، صفحه: ۷- ۶.

۳- اختصاصی، م. ر. (۱۳۸۲) تعیین حداقل انبوهی نهال تاغ جهت طراحی بادشکن‌های درختی و کنترل فرسایش بادی در شرایط ایران مرکزی. چکیده مقالات همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، صفحه: ۳ - ۲.

۴- امانی، م.، پرویزی، الف. (۱۳۷۵) تاغ. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، نشریه شماره ۱۴۹، ۱۱۸ صفحه.

۵- امانی، م و مداح عارفی، ح. (۱۳۸۲) بررسی قابلیت ترسیب کربن در تاغزارهای دست کاشت کشور واستراتژی آینده. چکیده مقالات همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، صفحه: ۴۱ - ۴۰.

۶- حیدری شریف‌آباد، ح. (۱۳۸۳) جذب آب و تعرق. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت زراعت، کمیته ملی خشکی و خشک‌سالی کشاورزی، تهران، ۱۹۴ صفحه.

۷- راد، م. ه.، دشتکیان،ک.، سلطانی، م و شادان، م. (۱۳۸۴) بررسی میزان رطوبت سطحی شنزارهای دشت یزد – اردکان و نقش آن در پایداری تثبیت بیولوژیک. چکیده مقالات اولین همایش ملی فزسایش بادی، دانشگاه یزد، صفحه:۵۱- ۵۰.

۸- راد، م. ه.، دشتکیان،ک. (۱۳۸۰) تعیین شیوه مناسب کاشت نهال تاغ به منظور کاهش میزان آب مصرفی در مراحل اولیه کاشت. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، نشریه شماره ۲۵۷، صفحه: ۱۴۴- ۹۳.

۹- راد، م. ه.، میرحسینی،س.م.ر و مشکوه، م.ع. (۱۳۸۵) مطالعه فیزیولوژیکی روابط آبی گیاه تاغ در یزد. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، ۹۹ صفحه.

۱۰- رهبر، الف. (۱۳۶۶) اثر توام پاره‌ای از ویژگی های فیزیکی خاک، انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی جنس تاغ. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ۲۶۰ صفحه.

۱۱- زایگر، ادواردو. (۱۹۹۹) فیزیولوژی گیاهی، جلد اول، ترجمه محمد کافی، مهرداد لاهوتی، اسکندر زند، حمید رضا شریفی و مرتضی گلدانی(۱۳۷۸). جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۵۶ صفحه.

۱۲- علیزاده، الف. (۱۳۸۳) رابطه آب و خاک و گیاه، چاپ چهارم. دانشگاه امام رضا، مشهد، ۴۷۰ صفحه.

13-Bieloria. H.,1992. Plant water relation ship. In: ArnonaI (1992) (Ed.) Agriculture in dry land, principles and practice, Elsevier science S.B.V, Netherland pp. 181-223.

14- Bolger. T. P., and Matches A.G. (1990) Water use efficiency and yield of sainfoin and alfa.alfa. crop science 30:143-148.

15- Mirhosseini-Dehabadi, S. R. (1994) The effects of water stress on water relations,carbon isotope discrimination, and shoot and root crowth of sainfoin and lucerne. PhD. Thesis, Science At Massey

16- Mooney, H. A. (1980) Seasonality and gradients in the study of stress adaptation. In: Turner, N .c, and Kramer, P. J (Eds). Adaptation of plant to water and high temperature Wideg. New Yourk, pp.279-295

17- Noble, P. S. (1980) leaf anatomy and water use efficiency In: Turner N.c. and Kramer P. J,(Eds) Adaptation of plants to water and high temperature stress wiley. New yourk pp.43-55

18- Pearson, L. R. (1982) Plant responses to water stress. In: Christiansen M.N. and lewis C. F(Eds) Breeding plants for less favourable environments pp.175-191

19- Pyankov, I, V., Clanton, C. B. lackjr, E. G., Artyusheva, E.,Voznesnskaya, V., Maurice, S. B and Gerald E. (1999) Features of photosynthesis in Haloxyllon species of chenopodiaceae that are dominant plants in central Asian Deserts. Plant Cell Physiology. 40(2)125-134

www.SID.ir

Archive of SID

20- Sinclair ,T . R, Tanner, C. B, and Bennet, J. M. (1984) Water-Use Efficiency in crop production. Biological Science 34(1):36-40

21- Stanhill, G. (1986) Water Use Efficiency. Advances in Agronomy 39:53-85

22- Turner N. C. (1986) Adaptation to water deficit : A changing perspective. Australian Journal Of Plant Physiology 13:175-90

23- 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, pp.265-288.

24- Wittwer, S. H.(1975) Food production: technology and the resource base. Science 188:579-584

25- Zhang, K. (1989) The growth of man-made forests of Haloxylon ammodendron and their soil water contents in the Minqin desert region. Journal Of Arid Environments.,17:109-115

www.SID.ir