نامه‌علمی

DOI: 10.22092/irn.2024.366568.1598

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۰۵/۲۱
تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۰۸/۰۹

بررسی نیاز آبی گیاه دارویی گاوزبان براساس تبخیر آب از تشتک تبخیر در شرایط کاربرد قارچ مایکوریزا

علی رحیمی[۱*]

چکیده

تنش کمبود آب یکی از عوامل تأثیرگذار بر گیاهان دارویی است، نقش قارچ مایکوریزا نیز در بهبود عملکرد برخی گیاهان دارویی مواجه با تنش کمبود آب، مهم است، به همین دلیل، آزمایشی روی گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در منطقه بویراحمد (ایستگاه تحقیقات کشاورزی چم‌خانی یاسوج)، اجرا شد. تنش آب به‌عنوان عامل اصلی در سطوح آبیاری پس از ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A و قارچ مایکوریزا به‌عنوان عامل فرعی در سطوح نبود کاربرد، کاربرد گونه *Glomus mosseae* و کاربرد گونه *Glomus intraradices* در نظر گرفته شد. براساس نتایج مقایسه میانگین، در شرایط سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر، کاربرد قارچ‌های *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* نسبت به نبود کاربرد قارچ مایکوریزا موجب افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب (۱۷/۲۹ و ۱۳/۸۳ درصد)، (۱۶/۷۶ و ۱۳/۶۰ درصد)، (۸/۹۷ و ۷/۸۷ درصد) و (۱۹/۹۲ و ۱۵/۶۵ درصد) گیاه شدند، که نشان‌دهنده آن است که در این سطوح آبیاری، همزیستی مایکوریزا موجب افزایش سطح جذب ریشه و جذب میزان آب بیشتر و بهتر از خاک شده و منجر به تغییر سرعت حرکت آب در خارج و داخل گیاه شده و بنابراین روی آب‌گیری بافت و فیزیولوژی برگ تأثیر گذاشته و در ادامه، موجب افزایش محتوای نسبی آب گاوزبان در شرایط تنش آب شده است. برهم‌کنش آبیاری و قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب گاوزبان نیز معنی‌دار بود. براساس نتایج این بررسی، تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر و کاربرد قارچ مایکوریزای *G. mosseae* به‌عنوان نیاز آبی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر، تنش آب، محتوای نسبی آب، کارایی مصرف آب، گاوزبان

Investigating the water requirement of the Borage medicinal plant based on the evaporation of water from the evaporation pan in terms of application of mycorrhizal fungi

A.Rahimi [1*]

Abstract

Water shortage stress is one of the factors affecting medicinal plants, and on the one hand, the role of mycorrhizal fungus is important in improving the performance of some medicinal plants faced with water shortage stress. Therefore, for this purpose, an experiment on the medicinal plant borage (*Borago officinalis* L.) in the form of chopped plots in the form of a completely randomized block design with three replications in the years 2014 and 2015 in Boyer Ahmad region (Chamkhani Yasouj Agricultural Research Station), was implemented. Water stress as the main factor in irrigation levels after 30, 60, 90, 120, and 150 mm of water evaporation from evaporation pan class A and mycorrhiza fungus as a secondary factor in non-application levels, application of *Glomus mosseae* species and application of *Glomus intraradices* species was considered. Based on the average comparison results, in the conditions of irrigation levels after 60, 90, 120, and 150 mm of water evaporation from the evaporation pan, the application of *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* fungi compared to the absence of mycorrhizal mushroom application caused a significant increase in the relative water content. (17.29 and 13.83 percent), (13.60 and 16.76 percent), (7.87 and 8.97 percent), and (19.92 and 15.65 percent) became plants. It shows that in these irrigation levels, mycorrhizal symbiosis increases the level of root absorption and absorbs more and better water from the soil, leading to a change in the speed of water movement inside and outside the plant, affecting tissue water absorption and leaf physiology. Subsequently, it has caused an increase in the relative water content of borage under water stress conditions. The interaction of irrigation and mycorrhizal fungus on the water consumption efficiency of borage was also significant. Based on the results of this study, irrigation treatment after 90 mm of water evaporation from the evaporation pan and application of mycorrhizal fungus *G. mosseae* is recommended as water requirement.

Keywords: Evaporation, Water stress, Relative water content, Water use efficiency, Borage.

۱*-نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران. پست الکترونیک: rahimi.ali1362@yahoo.com

1*- Assistant professor, Forests, rangelands and watershed Research Department, Kohgiluyeh-Boyerahmad Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yasouj, Iran. Email: rahimi.ali1362@yahoo.com

مقدمه

گاوزبان (*Borago officinalis* L.) گیاهی یک‌ساله است (اهوازی و رضوانی اقدام، ۱۳۸۹)، گل، برگ، یا سرشاخه‌های گل‌دار آن حاوی ترکیبات مختلفی نظیر موسیلاژ، تانن، ساپونین، اسانس و آلکالوئید پیرولیزیدین، ویتامین C، کلسیم و پتاسیم است که خواص درمانی متعددی دارد، در طب سنتی برای درمان ورم و التهاب، استرس، اسپاسم، سرفه و سایر مشکلات تنفسی استفاده می‌شود. همچنین، دارای خاصیت گشادکنندگی عروق و آرام‌بخش قلب است (Farhadi and Balashahri, 2012). بذر گاوزبان حاوی اسانس است، اسانس بذر گاوزبان منبع خوبی از ترکیباتی مانند بتاکاروفیلن است. در میان ترپنوئیدها، بتاکاروفیلن ترپنی است که به مقدار زیاد در روغن میخک و برگ دارچین وجود دارد و از آن در داروها و نیز به‌عنوان رایحه طبیعی استفاده می‌شود. این ترکیبات همچنین دارای خواص ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدان و ضدسرطان هستند (Ali, 2001). آب از منابع کمیاب در ایران است که تحت تأثیر میزان بارندگی است. اثر تنش آبی به مدت زمان، دوام و اندازه کمبود آن بستگی دارد (Pandey *et al*., 2008)، همچنین، تنش کمبود آب در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی، مهم‌ترین عامل کاهش تولید به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود (Reddy *et al*., 2004). کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو، همچنین، مواد مؤثرهٔ دارویی گیاهان وارد کند (امیدبیگی، ۱۳۷۹). شناسایی زمان بحرانی و زمان‌بندی بر مبنای یک برنامه دقیق و اساسی برای گیاه، کلیدی برای نگهداری آب، بهبود عملیات آبیاری و قابلیت تحمل گیاه به کمبود آب در کشاورزی است (Ngouajio *et al*., 2007). بنابراین، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در تولید گیاهان دارویی، نبود آگاهی از نحوه تأثیر پارامترهای محیطی مهم بر این گیاهان است و در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، تنش کمبود آب مهم‌ترین عامل کاهش تولید به‌شمار می‌رود و می‌تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو، عملکرد، همچنین مواد مؤثرهٔ دارویی گیاهان ازجمله گاوزبان وارد کند (رحیمی، ۱۳۹۶)، بنابراین، به همین منظور این پژوهش به بررسی نیاز آبی گیاه دارویی گاوزبان براساس تبخیر آب از تشتک تبخیر در منطقه بویراحمد پرداخته شد.

● مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی چم‌خانی در ۱۳ کیلومتری شهر یاسوج، با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۲۳ متر از سطح دریا اجرا شد. برای تعیین خصوصیات خاک، قبل از اجرای آزمایش، نمونه مرکب از خاک مزرعه، در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه شد. سپس این نمونه برای تعیین بافت خاک و پاره‌ای از خصوصیات فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در منطقه بویراحمد (ایستگاه تحقیقات کشاورزی چم‌خانی یاسوج)، در سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ اجرا شد. عوامل آزمایش، شامل تنش آب (عامل اصلی) به‌صورت آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر (I_{30})، آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر (I_{60})، آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر (I_{90})، آبیاری پس از ۱۲۰میلی‌متر (I_{120}) و آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر (I_{150})، تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A (برای اندازه‌گیری مقدار تبخیر موردنظر، از یک استوانه مدرج نصب‌شده داخل تشتک استفاده شد) و قارچ مایکوریزا (عامل فرعی) در سطوح نبود کاربرد Non mycorrhiza (NM)، کاربرد گونه گلاموس موسهآ Glomus mosseae (GM) و کاربرد گونه گلاموس اینترارادیسز Glomus intraradices (GI) لحاظ شد.

پس از عملیات شخم و تهیه بستر، کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵ متر تعیین شد. فاصله بین کرت‌های اصلی آزمایش از هم ۳ متر، کرت‌های فرعی ۱ متر و بین تکرارها نیز ۳ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت بذر گاوزبان در تاریخ ۱۵ فروردین ماه، حدود ۷ گرم از ماده حاوی قارچ مایکوریزای تولیدشده توسط کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک- اسدآباد همدان، در هر حفره کاشت گاوزبان ریخته شد. بذر گاوزبان در نیمه اول فروردین و با فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر کاشت شد. عملیات کاشت به روش دستی و به‌صورت جوی و پشته انجام شد. زمان سبز شدن تا مرحله چهار الی پنج برگچه‌ای، آبیاری به فاصله هر سه روز یک‌بار انجام شد. بعد از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها (مرحله سه برگچه‌ای)، عملیات تنک و کنترل علف‌های هرز (با وجود اینکه از وجین دستی در دوران رشد گیاه استفاده شد)، به‌دلیل رشد بیش از اندازه علف‌های هرز در مزرعه از سم‌پاشی هدایت‌شده با استفاده از علف‌کش گلایفوسیت (با غلظت یک لیتر سم در ۱۰۰ لیتر آب) استفاده شد، به‌این‌صورت که در دوران گیاهچه‌ای گاوزبان، ظروف یک‌بار مصرف برای جلوگیری از نشت سم روی گیاه گذاشته و سم‌پاشی شد، با این روش، به غیر از محصول موردنظر، رشد کلیه علف‌های هرز متوقف شد. پس از آن، سطوح آبیاری با استفاده از کنتور آب اعمال شد.

اولین زمان برداشت گل از گیاه گاوزبان در تاریخ ۱۴ خرداد ماه انجام شد و آخرین زمان برداشت گل این گیاه در تاریخ ۷ تیر ماه بود. بذر گیاه گاوزبان نیز در تاریخ ۷ تیر برداشت شد. نیاز آبی گیاه با استفاده از تشتک تبخیر محاسبه شد. تبخیر روزانه از تشتک تبخیر اندازه‌گیری و براساس ضریب تشتک و ضریب گیاهی، میزان آب موردنیاز در هر مرحله از آبیاری تعیین شد (جدول ۱). آبیاری کرت‌ها توسط لوله‌های پلی‌اتیلن و حجم آب ورودی به کرت‌ها با کنتور آب کنترل شد.

در ادامه، محاسبهٔ میزان آب آبیاری با استفاده از ضرایب مربوطه ارائه می‌شود (مقبلی مهنی درودی و همکاران، ۱۳۹۳).

میزان تبخیر تعرق پتانسیل با رابطهٔ ۱ محاسبه شد:

$$ETo=Kpan(EP) \quad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

ETo تبخیر تعرق پتانسیل، Kpan ضریب تشت و EP میزان تبخیر از تشت در یک

جدول ۱- میزان و دفعات آب آبیاری در هر سطح آبیاری

سطوح آبیاری (میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر)	میزان آب مصرف‌شده (مترمکعب در هکتار)		دفعات آبیاری	
	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵
آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر (I۳۰)	۱۹۱۱/۲۸	۲۰۲۷/۱۱	۲۲	۲۳
آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر (I۶۰)	۱۲۲۰/۹۴	۱۳۴۹/۴۶	۱۴	۱۴
آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر (I۹۰)	۹۷۷/۳۸	۱۱۱۷/۰۱	۱۱	۱۱
آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر (I۱۲۰)	۸۵۶/۸	۹۹۹/۶	۹	۱۰
آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر (I۱۵۰)	۷۷۸/۹۰	۹۳۴/۶۹	۸	۹

دورهٔ زمانی مشخص است.

میزان تبخیر تعرق گیاه با رابطهٔ ۲ محاسبه شد

(رابطهٔ ۲) $ET=Kc.\frac{}{ETo}$

ET تبخیر تعرق گیاه موردنظر و Kc ضریب گیاهی است.

میزان حجم آبیاری برای هر کرت با رابطهٔ ۳ محاسبه شد:

(رابطهٔ ۳) $VT=ETo.A$

VT حجم آب آبیاری (m^3) و A مساحت هر کرت (m^2) است.

میزان آب مصرفی در هکتار و دفعات آبیاری در هر سطح آبیاری در جدول ۱ نشان داده شد. در مرحله گل‌دهی (تاریخ ۱۶ خرداد ماه)، نمونه‌برداری با استفاده از قیچی از برگ رفرنس (آخرین برگ توسعه یافته) تمام کرت‌های آزمایشی انجام و نمونه‌ها بلافاصله درون یخ قرار گرفت و در آزمایشگاه، وزن تر آنها با ترازوی مدل SARTORIUS با دقت یک‌هزارم گرم اندازه‌گیری شد، سپس تمامی نمونه‌ها در آب مقطر قرار داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون مدل IPIRIN قرار گرفت و وزن خشک هر کدام اندازه‌گیری شد. با قرار دادن اعداد حاصل از توزین با همان ترازو در فرمول زیر RWC به دست آمد (Ritchie and Nguyen, 1990).

$RWC=[(Fw - Dw) / (Sw - Dw)]\times 100$

Fw: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری

Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

● نتایج و بحث

جدول ۲، نتایج تجزیه خاک محل آزمایش را قبل از کشت گاوزبان در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نشان می‌دهد. اطلاعات عناصر اقلیمی از داده‌های ایستگاه کلیما یا سینوپتیک فرودگاه یاسوج، واقع‌شده در ارتفاع ۱۷۹۳ از سطح دریا، به دست آمد. جدول ۳ تغییرات ماهانه دما در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ را در منطقه بویراحمد، در طول اجرای این پژوهش نشان می‌دهد. مطابق با داده‌های این جدول، کل بارندگی سالانه در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب ۵۹۷/۸ و ۵۶۷/۴ میلی‌متر بود. میزان بارندگی ماهانه، تغییرات رطوبت نسبی هوا نیز در شش ماه اول و روند تغییرات ماهانه دما در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵در منطقه بویراحمد، در طول اجرای این بررسی در جدول ۳ نشان داده شد. براساس خلاصه آمار هواشناسی در میانگین تبخیر، رطوبت نسبی و دمای هوا در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۵، تغییر و افزایش اندکی مشاهده شد، اما این تغییرات، موجب معنی‌دار شدن اثر سال بر خصوصیات موردمطالعه گیاه دارویی گاوزبان نشد. محتوای نسبی آب برگ، معرف بسیار خوبی از وضعیت آبی گیاه است و می‌تواند به‌عنوان یک شاخص انتخاب برای تحمل به خشکی پیشنهاد شود. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد، اثر سال بر محتوای نسبی آب گاوزبان معنی‌دار نشد. اثر آبیاری بر محتوای نسبی آب معنی‌دار شد. اثر قارچ مایکوریزا بر محتوای نسبی آب گیاه نیز معنی‌دار شد، همچنین برهم‌کنش آبیاری و قارچ مایکوریزا بر محتوای نسبی آب گیاه معنی‌دار شد (جدول ۴). جدول برش‌دهی (جدول ۵) نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر قارچ مایکوریزا بر محتوای نسبی آب گاوزبان در برخی سطوح آبیاری بود. براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۶)، در شرایط سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر، کاربرد قارچ‌های *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* نسبت به نبود کاربرد قارچ مایکوریزا موجب افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب (۱۷/۲۹ و ۱۳/۸۳ درصد)، (۱۶/۷۶ و ۱۳/۶۰ درصد)، (۸/۹۷ و ۷/۸۷ درصد) و (۱۹/۹۲ و ۱۵/۶۵ درصد) گیاه شدند و نشان‌دهنده آن است که در این سطوح آبیاری، همزیستی مایکوریزا سبب افزایش سطح جذب ریشه و جذب میزان آب بیشتر و بهتر از خاک شده و منجر به تغییر سرعت حرکت آب در خارج و داخل گیاه شده و بنابراین، روی آب‌گیری بافت و فیزیولوژی برگ تأثیر گذاشته و در پی آن موجب افزایش محتوای نسبی آب گاوزبان در شرایط تنش آب شده است. البته هیف‌های قارچ مایکوریزا می‌توانند به منافذ بسیار ریزی که حتی تارهای کشنده قادر به نفوذ در آنها نیستند، وارد و موجب افزایش میزان جذب آب شوند و به‌این‌ترتیب کاربرد قارچ مایکوریزا موجب کاهش اثرات منفی تنش آب شد و توانست محتوای نسبی آب برگ گیاه گاوزبان را در شرایط تنش خشکی در این بررسی افزایش دهد. همچنین، در پژوهشی تنش کمبود آب سبب کاهش محتوای نسبی آب گیاه مرزنجوش (*Origanum vulgare L.*) شد، درصورتی‌که تلقیح قارچ مایکوریزا با این گیاه، باعث افزایش محتوای نسبی آب شد (Khalil and Noemani, 2015) و در

بررسی دیگری، اثر تنش کمبود آب و قارچ بر محتوای نسبی آب گیاه کدو *Pumpkin* (*Cucurbita moschata*) معنی‌دار و افزایش تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب شد، ولی قارچ مایکوریزا محتوای نسبی آب این گیاه را افزایش داد (Baghdadi *et al*., 2012)، همین‌طور جلیل‌وند و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند، با افزایش تنش خشکی، میزان محتوای نسبی آب گیاه مرزه کاهش یافت و تلقیح با قارچ مایکوریزا (*Glomus etunicatum* و *Glomus versiformis*)، محتوای نسبی آب گیاه مرزه را در شرایط تنش خشکی در مقایسه با گیاهان تلقیح‌نشده به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش قبل از کشت گاوزبان در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

مشخصات	واحد	اندازه	مشخصات	واحد	اندازه
اشباع (Sp)	درصد	۳۶	منگنز قابل جذب	ppm	۱۴/۴
هدایت الکتریکی	dS/m	۰/۴	آهن قابل جذب	ppm	۱۳
اسیدیته کل اشباع (pH)	–	۷/۹	روی قابل جذب	ppm	۰/۷
مواد خنثی‌شونده T.N.V	درصد	۴۷	رس	درصد	۲۶
درصد کربن آلی	درصد	۰/۹	لای	درصد	۴۶
نیتروژن کل	درصد	۰/۰۹	شن	درصد	۲۸
فسفر قابل جذب	ppm	۱۰	بافت خاک	–	لومی
پتاسیم قابل جذب	ppm	۲۰۶			
مس قابل جذب	ppm	۲۶			

جدول ۳- خلاصه آمار ماهیانه ایستگاه هواشناسی مزرعه تحقیقاتی چم‌خانی یاسوج در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

	دما (درجه سانتی‌گراد)				رطوبت نسبی (درصد)				تبخیر (میلی‌متر)		بارندگی (میلی‌متر)	
	حداقل		حداکثر		حداقل		حداکثر		مجموع		مجموع	
ماه	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵
فروردین	۶/۳	۴/۳	۱۹/۲	۱۷/۴	۲۷	۲۶	۸۱	۸۲	۳۴/۸	۸۵	۱۴۸/۹	۱۱۶/۱
اردیبهشت	۹/۸	۹/۹	۲۵/۹	۲۸/۷	۱۶	۱۵	۶۸	۷۲	۲۲۰/۶	۲۲۸/۳	۱۶/۶	۱۸/۸
خرداد	۱۴	۱۱/۵	۳۳/۳	۳۴/۳	۶	۶	۴۱	۴۱	۲۹۸/۹	۳۱۷	۰	۰
تیر	۱۸/۲	۱۷/۹	۳۵/۸	۳۵/۸	۸	۸	۳۷	۴۳	۳۲۷/۸	۳۷۲/۵	۰	۰
مرداد	۱۷/۲	۱۷/۴	۳۴/۹	۳۵/۴	۷	۹	۴۰	۵۱	۳۰۳/۵	۳۳۶/۵	۰/۵	۰/۲
شهریور	۱۴/۴	۱۴	۳۲/۴	۳۲/۹	۱۰	۸	۴۹	۴۲	۲۶۹/۴	۲۸۲/۵	۰/۳	۰

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال، تنش آب و قارچ مایکوریزا بر خصوصیات گاوزبان

منابع تغییرات				
	درجه آزادی	محتوای نسبی آب	کارایی مصرف آب گل	کارایی مصرف آب دانه
سال	۱	۱۱۳ ns	۰/۰۰۰۰۰۴۷۵ ns	۰/۰۰۲۳۳۹۸۸ ns
تکرار در سال	۴	۲۵/۹۸۸	۰/۰۰۰۱۹۵۸۳	۰/۰۰۱۱۸۱۵۸
آبیاری	۴	۲۹۵۱**	۰/۰۲۲۱۵۴۵۱ **	۰/۰۲۸۹۷۰۶۶ **
سال×آبیاری	۴	۷/۴۵۹ ns	۰/۰۰۰۱۷۶۹۲ ns	۰/۰۰۰۳۶۲۲۳ ns
خطای a	۱۶	۳۹/۶۰۳	۰/۰۰۰۱۸۸۴۰	۰/۰۰۱۲۳۰۷۸
قارچ مایکوریزا	۲	۸۹۸**	۰/۰۱۸۲۷۷۱۶ **	۰/۰۴۵۶۶۰۴۱ **
سال×قارچ مایکوریزا	۲	۳۳/۰۵۵ ns	۰/۰۰۰۰۰۳۵۵ ns	۰/۰۰۰۲۶۴۶۰ ns
آبیاری×قارچ مایکوریزا	۸	۳۹/۳۰۱**	۰/۰۰۱۸۲۸۲۴ **	۰/۰۰۴۶۴۷۱۶ *
سال×آبیاری×مایکوریزا	۸	۲/۵۰۴ ns	۰/۰۰۰۰۰۹۷۴ ns	۰/۰۰۰۱۸۱۲۱ ns
خطای b	۴۰	۶۲/۷۲۰	۰/۰۰۰۰۹۱۵۰	۰/۰۰۳۳۱۴۶۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۰۴۰	۸/۶۴	۳/۲۴

ns، **،* ، به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۵- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر قارچ مایکوریزا در هر سطح آبیاری بر خصوصیات گاوزبان

سطوح آبیاری	درجه آزادی	محتوای نسبی آب	کارایی مصرف آب گل	کارایی مصرف آب دانه
I_{30}	۲	۸/۳۷۷ ns	۰/۰۰۰۰۵۹۹۱ ns	۰/۰۰۰۰۰۱۰۸ ns
I_{60}	۲	۲۳۶**	۰/۰۰۲۲۱۸۵۹**	۰/۰۰۴۹۷۸۴۵*
I_{90}	۲	۱۷۲*	۰/۰۱۴۷۹۹۵۵**	۰/۰۱۳۹۰۶۴۲*
I_{120}	۲	۳۱۹*	۰/۰۰۶۳۷۳۶۳**	۰/۰۳۴۹۴۰۷۴**
I_{150}	۲	۳۱۸*	۰/۰۰۲۱۳۸۴۴**	۰/۰۱۰۴۲۲۳۷**

(I_{30}) آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر، (I_{60}) آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر، (I_{90}) آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر، (I_{120}) آبیاری پس از ۱۲۰میلی‌متر و (I_{150}) آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر

جدول ۶- برهم‌کنش تنش آب و قارچ مایکوریزا بر محتوای نسبی آب (درصد) گاوزبان

سطوح آبیاری	قارچ مایکوریزا			
	نبود کاربرد مایکوریزا	گونه *G. mosseae*	گونه *G. intraradices*	میانگین محتوای نسبی آب در هر سطح آبیاری
I_{30}	۷۸/۷۴ a	۸۱/۰۸a	۸۰/۱۵a	۷۹/۹۹ a
I_{60}	۶۸/۶۵b	۸۰/۵۲a	۷۸/۱۵a	۷۵/۷۸ a
I_{90}	۶۰/۱۴ b	۷۰/۲۲ a	۶۸/۳۳ a	۶۶/۲۳ b
I_{120}	۵۹/۹۷ b	۶۵/۳۵a	۶۴/۶۹a	۶۳/۳۳ b
I_{150}	۵۳/۲۰b	۶۳/۸۰ a	۶۱/۵۳ a	۵۹/۵۱ C
میانگین	۶۴/۱۴ b	۷۲/۱۹ a	۷۰/۵۷ a	

در هر سطح آبیاری میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LS. Means در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. (I_{30}) آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر، (I_{60}) آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر، (I_{90}) آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر، (I_{120}) آبیاری پس از ۱۲۰میلی‌متر و (I_{150}) آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر

کارایی مصرف آب اغلب مترادف با تحمل به خشکی است که عملکرد گیاهان زراعی تحت تنش را بهبود می‌بخشد و به‌عنوان یک صفت مطلوب برای ایجاد تحمل به خشکی در گیاهان در مطالعات مد نظر است .گیاهانی که از کارایی مصرف آب بالاتری برخوردار هستند، به ازای مصرف آب کمتر تولید بیشتری دارند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد، اثر سال بر کارایی مصرف آب گل و دانه گاوزبان معنی‌دار نشد، ولی اثر آبیاری بر کارایی مصرف آب گل و دانه گیاه معنی‌دار شد. اثر قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب گل و دانه گیاه نیز معنی‌دار شد، همچنین، برهم‌کنش آبیاری و قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب گل گیاه معنی‌دار شد (جدول ۴). جدول برش‌دهی (جدول ۵) نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب گل گاوزبان در برخی سطوح آبیاری بود. جدول ۲ نتایج تجزیه خاک را نشان می‌دهد. براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۷)، کاربرد قارچ‌های *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* در سطح آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر نسبت به نبود کاربرد قارچ مایکوریزا موجب تغییر معنی‌دار کارایی مصرف آب گل گاوزبان نشدند. اما افزایش (۲۹/۹۹ و ۲۷/۴۰ درصد)، (۹۲/۳۲ و ۹۱/۱۶ درصد)، (۹۴/۰۲ و ۹۳/۱۶ درصد) و (۸۱/۷۷ و ۷۹/۰۶ درصد) کارایی مصرف آب گل گاوزبان در سطوح دیگر آبیاری (آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر)، کاربرد قارچ‌های *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* نسبت به نبود کاربرد قارچ مایکوریزا در آن سطوح، موجب تغییر و افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب گل گاوزبان شدند. در سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر و در شرایط نبود مایکوریزا، میزان کارایی مصرف آب نسبت به کاربرد مایکوریزا کاهش نشان داد، زیرا حضور قارچ مایکوریزا از طریق تولید هیف، سطح جذب رطوبت را برای گیاه افزایش می‌دهد و به‌دلیل بهبود افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی، همچنین افزایش فتوسنتز گیاه منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی و عملکرد گل بیشتر شده و درنتیجه موجب افزایش کارایی مصرف آب گل گاوزبان شده است، چون کارایی مصرف آب گل طبق فرمول (میزان کل آب مصرفی/ عملکرد گل=کارایی مصرف آب گل) وابسته به عملکرد گل و میزان کل آب مصرفی است و بهبود عملکرد گل می‌تواند موجب افزایش این شاخص شود. البته نتایج یک بررسی نشان داد، تلقیح با گونه‌های مایکوریزا، کارایی مصرف آب را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. تلقیح با قارچ مایکوریزا با بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای و درنتیجه افزایش فراهمی رطوبت و دسترسی به عناصر غذایی، موجب بهبود کارایی مصرف آب شد، که این تأثیر برای گونه *G. mosseae* بالاتر از گونه *G. intraradices* بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۴) و در گیاه اسفرزه، نتایج آزمایشی نشان داد، کارایی مصرف آب در شرایط تلقیح مایکوریزایی همراه با تنش خشکی افزایش یافت (قاسمی و فلاح، ۱۳۹۳)،

همچنین، نتایج بررسی دیگری نشان داد، اثر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*.) (L)، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و اثر قارچ مایکوریزا بر بازده مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین بازده مصرف آب از کاربرد قارچ مایکوریزا به دست آمد (علی‌آبادی فراهانی و همکاران، ۱۳۸۶).

جدول ۷- برهم‌کنش تنش آب و قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب گل (کیلوگرم بر مترمکعب) گاوزبان

سطوح آبیاری	قارچ مایکوریزا			
	نبود کاربرد مایکوریزا	گونه *G. mosseae*	گونه *G. intraradices*	میانگین کارایی مصرف آب در هر سطح آبیاری
I_{30}	۰/۰۹۶۱۳ a	۰/۰۹۸۱۱ a	۰/۰۹۷۲۴ a	۰/۰۹۷۱ c
I_{60}	۰/۱۱۵۷ b	۰/۱۵۰۴ a	۰/۱۴۷۴۱ a	۰/۱۳۷ b
I_{90}	۰/۰۹۳۸ b	۰/۱۸۰۴ a	۰/۱۷۹۳۱ a	۰/۱۵۱ a
I_{120}	۰/۰۶۰۳۰ b	۰/۱۱۷۰ a	۰/۱۱۶۴۸ a	۰/۰۹۷ c
I_{150}	۰/۰۴۰۶۰ b	۰/۰۷۳۸ a	۰/۰۷۲۷۰ a	۰/۰۶۲ d
میانگین	۰/۰۸۱ b	۰/۱۲۳ a	۰/۱۲۲ a	

در هر سطح آبیاری میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LS. Means در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. (I_{30}) آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر، (I_{60}) آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر، (I_{90}) آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر، (I_{120}) آبیاری پس از ۱۲۰میلی‌متر و (I_{150}) آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر.

جدول ۸- برهم‌کنش تنش آب و قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب دانه (کیلوگرم گرم بر مترمکعب) گاوزبان

سطوح آبیاری	قارچ مایکوریزا			
	نبود کاربرد مایکوریزا	گونه *G. mosseae*	گونه *G. intraradices*	میانگین کارایی مصرف آب در هر سطح آبیاری
I_{30}	۰/۱۳۹۵ a	۰/۱۴۰۳۳ a	۰/۱۳۹۶ a	۰/۱۳۹ a
I_{60}	۰/۱۶۴۲۰ b	۰/۲۱۴۲۲ a	۰/۲۱۳۹۷ a	۰/۱۹۷ b
I_{90}	۰/۱۵۸۹۲ b	۰/۲۴۶۰.a	۰/۲۳۸۰۳ a	۰/۲۱۴ a
I_{120}	۰/۱۱۸۴۵ b	۰/۲۵۱۵ a	۰/۲۴۹۷۳ a	۰/۲۰۶ b
I_{150}	۰/۰۸۰۱۶۷ b	۰/۱۵۱۸۵ a	۰/۱۵۲۸۵ a	۰/۱۲۸ c
میانگین	۰/۱۳۲	۰/۲۰۰	۰/۱۹۸	

در هر سطح آبیاری میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LS. Means در سطح احتمال ۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. (I_{30}) آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر، (I_{60}) آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر، (I_{90}) آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر، (I_{120}) آبیاری پس از ۱۲۰میلی‌متر و (I_{150}) آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر.

برهم‌کنش آبیاری و قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب دانه گیاه معنی‌دار شد (جدول ۴). جدول برش‌دهی (جدول ۵) نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر قارچ مایکوریزا بر کارایی مصرف آب دانه گاوزبان در برخی سطوح آبیاری بود. طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۸)، در سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر، کاربرد قارچ‌های *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* نسبت به نبود کاربرد قارچ مایکوریزا (تیمار I_{30}NM) در آن سطوح، موجب تغییر و افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب دانه گاوزبان شدند. این نتایج حاکی از آن بود که در سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر، وجود قارچ مایکوریزا با بهبود فراهمی رطوبت و دسترسی به عناصر غذایی برای گیاه، احتمالاً نقش تنش کمبود آب در کاهش فتوسنتز گیاه را تعدیل نموده و درنتیجه با جلوگیری از افت عملکرد دانه موجب برتری معنی‌دار کارایی مصرف آب دانه شده است. زیرا کارایی مصرف آب دانه طبق فرمول (میزان کل آب مصرفی/عملکرد دانه=کارایی مصرف آب دانه) وابسته به عملکرد دانه و میزان کل آب مصرفی است و بهبود عملکرد دانه می‌تواند موجب افزایش این شاخص شود. البته عملکرد دانه گیاه وابسته به مطلوب بودن دیگر اندام‌ها و شرایط فیزیولوژیکی گاوزبان است، ازجمله شاخص سطح برگ (اندام اصلی فتوسنتز)، محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئید)، که افزایش محتوای نسبی آب برگ، شاخص سطح برگ، فسفر و رنگیزه‌های فتوسنتزی به‌دلیل افزایش عملکرد دانه گیاه، در ادامه می‌توانند موجب کارایی مصرف آب دانه گاوزبان شوند و گونه‌های مایکوریزا نیز می‌توانند با افزایش پایداری غشای سلولی و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و غلظت بیومارکر مالون‌دی‌آلدئید، به‌دنبال افزایش تنش آبی در تیمارهای مایکوریزایی نسبت به گیاهان شاهد، در تعدیل تنش کمبود آب و افزایش بازده مصرف آب مؤثر واقع شوند (پیرزاد و سلیمانی، ۱۳۹۳). همچنین، Heidari and Nazari Deljou, 2014) در بررسی اثر قارچ مایکوریزا بر گیاه دارویی و زینتی آهار *Zinnia Elegance*. *Dreamland Red*. دریافتند که قارچ مایکوریزا باعث افزایش کارایی مصرف آب گیاه آهار شد. در آزمایشی دیگر، اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند، کارایی مصرف آب گاوزبان ایرانی در دور آبیاری ۱۴ روزی یک‌بار نسبت به بقیه تیمارها بیشترین مقدار را نشان داد. براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهشی دیگر، دو گونه قارچ *Glomus macrocarpum* و *Glomus fasciculatum* با توسعه شاخ‌وبرگ سبب

افزایش عملکرد ماده خشک گیاه دارویی درمنه شد و بازده مصرف آب گیاه دارویی درمنه را در شرایط تنش بهبود بخشید (Chaudhary *et al.*, 2007). به‌طورکلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی، می‌توان دریافت که تنش آب یکی از عوامل تأثیرگذار بر گیاه دارویی گاوزبان است و نقش قارچ مایکوریزا در بهبود عملکرد گاوزبان مواجه با تنش کمبود آب مؤثر بود. نتایج تجزیهَ واریانس مرکب داده‌های این بررسی نشان داد، اثر سال بر هیچکدام از خصوصیات موردمطالعه گیاه دارویی گاوزبان معنی‌دار نبود. نتایج نشان‌دهنده معنی‌دار بودن برهم‌کنش آبیاری و قارچ مایکوریزا بر صفات موردبررسی گاوزبان بود و به همین دلیل برش‌دهی اثر قارچ مایکوریزا بر خصوصیات موردمطالعه گیاه دارویی گاوزبان انجام شد. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش آبیاری و قارچ مایکوریزا نشان‌دهنده افزایش تمام خصوصیات موردبررسی گیاه دارویی گاوزبان در هنگام کاربرد مایکوریزا در شرایط تنش آبی و کاهش میزان اثرات منفی تنش آبی بود. تنش آبی باعث کاهش محتوای نسبی آب شد. همچنین، با کاهش تنش آبی (تأمین رطوبت به‌موقع گیاه) و در شرایط کاربرد قارچ‌های مایکوریزا، کارایی مصرف آب گیاهان مختلف افزایش نشان داد. به‌طورکلی در شرایط تنش آبی، کاربرد قارچ‌های مایکوریزا، می‌تواند با تعدیل اثرات تنش آبی موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی گاوزبان شود. براساس نتایج این بررسی، تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر و کاربرد قارچ مایکوریزای *G. mosseae* به‌عنوان نیاز آبی توصیه می‌شود.

● منابع

اکبری‌نیا، ا.، کرامتی طرقی، م. و هادی تواتری، م.ح.، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر دور آبیاری بر عملکرد گل گاوزبان ایرانی. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۶: ۱۲۸-۱۲۲. file:///C:/Users/pc1/Downloads/560138676m14.pdf

اهوازی، م.، و رضوانی‌مقدم، ع.، ۱۳۸۹. مرفولوژی، فیزیولوژی و خواص دارویی بذر گیاهان دارویی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۲۳۶ صفحه

امیدبیگی، ر.، ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد اول، چاپ دوم، انتشارات طراحان نشر، تهران، ۲۸۳ صفحه.

پیرزاد، ع.ر. و سلیمانی، ف.، ۱۳۹۳. اثر همزیستی قارچ‌های میکوریزا (VAM) بر شاخص‌های اکوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) تحت شرایط کمبود آب. رساله دکترای تخصصی، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی.

جلیل‌وند، ب.، اسماعیل‌پور، ب.، هادیان، ج.، و رسولزاده، ع.، ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی و قارچ مایکوریزا بر رشد و متابولیت‌های ثانویه مرزه. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۲. https://civilica.com/doc/174635/

رحیمی، ع.، ۱۳۹۶. تأثیر قارچ مایکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مواد مؤثره و عملکرد گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinails* L.) تحت تنش آب، رساله دکتری رشته زراعت دانشگده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ۱۰۱ صفحه.

علی‌آبادی فراهانی، ح.، لباسچی، م.ح.، شیرانی‌راد، ا.ح.، ولدآبادی، س.ع.، حمیدی، آ. و سهرابی، ع.، ۱۳۸۶. تأثیر قارچ Glomus hoi، سطوح مختلف فسفر و تنش خشکی بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳ (۳): ۴۱۵-۴۰۵. https://ijmapr.areeo.ac.ir/article_10485_e2956e6046b66119d5d75edd87d39f82.pdf

قاسمی، ک.، فلاح، س.ا.، رئیسی، ف. و حیدری، م.، ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* Frosk). پژوهش‌های تولید گیاهی، (۴): ۱۱۶-۱۰۱. https://jopp.gau.ac.ir/article_1795_76346dd16ff2509be766cba021620ed3.pdf

کوچکی، ع.، بخشائی، س.، خرم‌دل، س.، مختاری، و. و طاهرآبادی، ش.، ۱۳۹۴. تأثیر همزیستی با گونه‌های قارچ میکوریزا بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری در شرایط مشهد. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۳ (۳): ۴۶۰-۴۴۸. doi:.10.22067/GSC.V13I3.51150

مقبلی مهنی درودی، ا.، دلبری، م. و کوهی، ن.، ۱۳۹۳. تأثیر آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد گل محمدی تحت رژیم های مختلف آبیاری. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۵ (۴): ۴۱۲-۴۰۵. file:///C:/Users/pc1/Downloads/5001713930404.pdf

Ali, A.F., 2001. Response of marigold (Calendula officiualis L.) plants to some rock phosphate source and yeast. 5th Arabian Horticulture Conference, Ismalia, Egypt, 30-42.

Baghdadi, H., Daneshian, J., Yousefi, M., Alimohammadi, M. and Kheybari, M., 2012. Influence of cattle manure And Mycorrhiza Fungi on vegetative growth of Pumpkin under water deficit conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (18): 1362-1365. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143088432

Chaudhary, V., Kapoor, R. and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in Artemisia annua L. Journal of Mycorrhiza, 17: 581-587. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17578608/

Farhadi, R. and Balashahri, M.S., 2012. Pharmacology of Borage (Borago officinalis L.) medicinal plant." International Journal of Agronomy and Plant Production, 3(2): 73-77. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20123384610#:~:text=Gastrointestinal%2C%20Respiratory%20and%20Cardiovascular%20Activity,some%20of%20the%20traditional%20uses.

Heidari, Z. and Nazarideljou, M.J., 2014. Improvement of morpho-physiological traits and antioxidant capacity of Zinnia (Zinnia Elegance. Dreamland Red.) by arbuscular mycorrhizal fungi (Glomus mosseae) inoculation. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2 (10): 2627-2631. https://www.ijabbr.com/article_9986_01fd04661ff4f4280cfa051b12212e5d.pdf

Khalil, S.S. and Noemani, A.S.A., 2015. Effect of bio-fertilizers on growth, yield, water relations, photosynthetic pigments and carbohydrates contents of Origanum vulgare L. plants grown under water stress conditions. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 9(4): 60-73. https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-bio-fertilizers-on-growth-%2C-yield-%2C-water/0e2b097a7b897f6e98d191d4f68f14721aae60c6

Ngouajio, M., Wang, G. and Goldy, R., 2007. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch. Agricultural water management, 87: 285-291. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377406002162

Pandey, R.K., Maranville, J.W. and Admou, A., 2001. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. European Journal of Agronomy, 15: 93-105. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030101000983

Reddy, A.R., Chaitanya, K.Y. and Vivekanandan, M., 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Environmental and Experimental Botany, 161: 1189-1202. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161704000422

Ritchie, S.W. and Nguyen, H.T., 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30: 105-111. https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1990.0011183X003000010025x