بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و خاکبرگ بر برخی ویژگی‌های شمعدانی (*Pelargonium spp.*) تحت تنش خشکی

لیلا حبیبی[1] و الهام مطلبی (نویسنده مسئول)[2*]

۱- کارشناس‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، monahabibi60@yahoo.com

۲*- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، e_motallebi@yahoo.com

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۰

Investigation of the effect of different levels of vermicompost and leaf soil on some geranium (*Pelargonium spp.*) characteristics under drought stress

Leyla Habibi[1] and Elham Motallebi (Corresponding author)[2*]

1- M.Sc Student, Department of Holticultuer, Garmsar, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, monahabibi60@yahoo.com

2*- Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, e_motallebi@yahoo.com

Received: December 2021 Accepted: February 2022

چکیده

امروزه بدلیل کاهش سطح سفره های آب زیرزمینی و معضل کم آبی یکی از مهمترین اقدامات در کشاورزی، تولید گیاهان زینتی مقاوم به خشکی و شناسایی مهمترین ترکیب بسترهای کاشت جهت افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان مختلف می‌باشد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در غالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی در حضور بسترهای آلی در کاشت شمعدانی تحت شرایط کنترل شده در گلخانه انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل تیمار ۱۰۰٪ خاک لوم شنی بعنوان شاهد، ۳ سطح (۲۵،۵۰، ۷۵ درصد) ورمی‌کمپوست و ۳ سطح (۲۵،۵۰، ۷۵ درصد) خاکبرگ به همراه خاک لوم بدون تنش و نیز دارای تنش خشکی بودند. تنش خشکی در نیمی از گلدان‌ها به صورت ۱۰ روز یکبار آبیاری اعمال گردید. در نهایت به منظور بررسی اثر تنش خشکی در حضور بستر کشت آلی بر گیاه شمعدانی صفاتی مانند آنتوسیانین گلبرگ، کاتالاز، تعداد برگ، طول اندام هوایی، قطر گل و ماندگاری گل مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار تمامی صفات به جز میزان کاتالاز گردید. از سوی دیگر بستر ۵۰٪ ورمی کمپوست+ ۵۰٪ خاک لوم اثر خشکی بر رشد و نمو شمعدانی را تا حدود زیادی تعدیل کرده و می‌توان آن را به عنوان بستر کشت مناسب در شرایط کم آبی معرفی نمود.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، خاکبرگ، گل شمعدانی، ورمی‌کمپوست.

Abstract

Today, due to the reduction of groundwater aquifers and the problem of water shortage, one of the most important measures in agriculture is the production of drought-resistant ornamental plants and the identification of the most important composition of planting media to increase drought resistance in different plants. This study was performed as a factorial experiment in a completely randomized block design with 14 treatments to evaluate the effect of drought stress in the presence of organic substrates in geranium planting under controlled conditions in the greenhouse. The treatments used included 100% sandy loam soil as a control, 3 levels (25, 50, 75%) of vermicompost and 3 levels (25, 50, 75%) of leaf soil with loam soil without stress and drought stress. Drought stress was applied in half of the pots once every 10 days. Finally, in order to investigate the effect of drought stress in the presence of organic culture medium on geranium, traits such as petal anthocyanin, catalase, leaf number, shoot length, flower diameter and flower longevity were evaluated. The results showed that drought stress significantly reduced all traits except catalase. On the other hand, 50% vermicompost + 50% loam soil moderates the effect of drought on the growth of geranium to a large extent and it can be introduced as a suitable culture medium in dehydrated conditions.

Keywords: Drought stress, Geranium, Leaf, Vermicompost.

مقدمه و کلیات

با توجه به محدودیت های شدید منابع آبی در اکثر مناطق کشور، تنش خشکی به عنوان مهمترین تنش تاثیرگذار بر گیاهان می‌باشد. از طرفی عملکرد نادرست بشر در مدیریت ضعیف آب، خاک، آبیاری های نامناسب و استفاده از آب با کیفیت پایین در کشاورزی بویژه در دهه‌های اخیر به علت افزایش جمعیت، بسرعت میزان کم آبی در اراضی افزایش یافته است و تنش خشکی امروزه به یک مسئله جدی در جهان تبدیل شده است. خشکی موجب کاهش رطوبت قابل دسترس خاک در محیط ریشه، افزایش تبخیر و تعریق، افزایش تنفس سلولی، کاهش رشد برگ‌ها و فتوسنتز و در نهایت موجب تجمع نمک در لایه‌های بالایی خاک و اطراف ریشه می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸) گیاهان در مراحل رشدی مختلف، حساسیت‌های متفاوتی به خشکی داشته و تأثیر خشکی بر عملکرد آنها متفاوت است، اولین نشانه تنش خشکی در گیاه، بازدارندگی سریع رشد اندام هوایی و به مقدار کم رشد ریشه است (رمضان و عباس‌زاده، ۱۳۹۳) که این تغییرات در نهایت موجب پژمردگی و کاهش شادابی و رشد گیاه می‌گردد. از آنجایی که در بخش کشاورزی فرار از تلفات زیاد آب اجتناب ناپذیر است در طول تکامل، گیاهان خود را با این شرایط محیطی سازگار کرده‌اند که گیاهان برخوردار از این سازگاری سهم کوچکی را در کشاورزی در اختیار دارند. بنابراین در چنین شرایطی استفاده از شیوه های مدیریتی مناسب با هر منطقه آب و هوایی می‌تواند در به اجرا درآوردن اهداف مربوطه تسریع بعمل آورد. از طرف دیگر با کاهش میزان سطح سفره‌های آب زیرزمینی و معضل کم آبی یکی از مهمترین اقدامات در کشاورزی و صنعت، تولید گیاهان زینتی مقاوم به خشکی و شناسایی مهمترین ترکیب بسترهای کاشت جهت افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان مختلف می‌باشد. بکارگیری کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست موجب افزایش تولید گیاهان و نیز ماده مؤثره آنها تحت شرایط تنش خشکی شود. هم چنین در بسیاری از نظامهای کشاورزی پایدار، از کودهای آلی در جهت بهبود حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود، استفاده از این مواد موجب بهبود قابل توجه ساختمان خاک، محتوی مواد آلی و باروری خاک می‌شود (محسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹)، زیرا این ماده علاوه بر اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک چندین برابر خود آب جذب می نماید و می تواند آب مورد نیاز گیاهان را بتدریج در اختیار آنها قرار داده و مانع از خارج شدن آن از منطقه نفوذ ریشه گردد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). مواد آلی در چرخه زندگی موجودات خاک بعنوان منابع غذایی، انرژی و آب است. نتیجتاً حیات خاک به وجود مواد آلی بعنوان منبع انرژی خاک بستگی دارد و بدون مواد آلی چیزی جز شن، سیلت و رس در یک کالبد بی‌جان نیست و تداوم کاشت بدون مواد آلی غیرممکن است. از جمله این مواد آلی می‌توان به ورمی‌کمپوست و خاکبرگ اشاره نمود. ورمی‌کمپوست یک کود آلی زیستی است که از طریق تبدیل ضایعات آلی، طی یک فرایند غیرگرمادوست توسط عمل مشترک کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌های خاک تولید می‌شود و با داشتن مقادیر زیادی مواد هیومیکی یک کود زیستی محرک

رشد گیاه است (مقیمی‌بنادکوهی و همکاران، ۱۳۹۹). مطالعات نشان داده که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش نگهداری آب، تأمین عناصر غذایی و تولید هورمون‌های گیاهی که اثر اصلاحی بر جوانه‌زنی بذر دارد، می تواند اثر مثبتی بر رشد گیاهان زینتی داشته‌باشد. ورمی‌کمپوست از نظر نتایج آنالیز مواد غذایی، دارای مقادیر بسیار بالایی از عناصر ریزمغزی مانند آهن، روی و مس می‌باشد. خاصیت جذب آب در ورمی‌کمپوست از شاخص‌های تعیین کننده در مصرف آن است. این خاصیت ورمی‌کمپوست بخصوص در مناطقی که با مشکل کمبود آب مواجه‌اند بسیار حائز اهمیت است (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس نتایج آزمایشی که موسوی و همکاران با هدف بررسی اثر کود ورمی‌کمپوست بر رشد و تحمل به تنش خشکی درخت زیتون رقم زرد انجام دادند تنش خشکی، سبب کاهش و کاربرد کود ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار فاکتورهای رشد رویشی شد. اعمال تنش خشکی سبب کاهش کلروفیل کل و افزایش میزان نشت یونی و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (در ۳۸ روز پس از قطع آبیاری)، کاتالاز و محتوای پرولین گردید و کاربرد کود ورمی‌کمپوست سبب کاهش معنی‌دار میزان نشت یونی گردید (موسوی و همکاران، ۱۳۹۷). کاربرد ورمی‌کمپوست ضمن بهبود خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد سیر و کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی در فصل تحت کشت، تداوم بهبود عملکرد گیاه در سال های بعد و همچنین بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۷). فیض‌آبادی و همکاران (۱۳۹۹) به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی از طریق قطع آبیاری انتهای فصل و کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک کلزا، آزمایشی انجام دادند. نتایج نشان داد که اثر سال، آبیاری، ورمی‌کمپوست و رقم بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. ارتفاع بوته، تعداد خورجین، مقاومت روزنه‌ای و کلروفیل برگ کلزا در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست بیشتر از شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بود. خاکبرگ یکی دیگر از مواد آلی است که به وسیله کاهش جرم حجمی موجب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود و همچنین موجب افزایش تخلخل کل و ظرفیت نگهداری آب می‌گردد (قنبری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه از مواد مختلفی به عنوان بستر کشت گیاهان زینتی استفاده می‌شود. یک بستر مناسب باید از ظرفیت بالای نگهداری آب، تهویه کافی، زهکشی مناسب و ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد برخوردار بوده و همچنین نباید هیچگونه تاثیر مضر برای گیاه داشته باشد. به دلیل اینکه گیاه شمعدانی هم اکنون به عنوان یک گیاه زینتی تجاری مدنظر می‌باشد و تولید آن در کشور رو به افزایش است یافتن بستر کشت ارزان قیمت و سهل وصول در شرایط کم آبی هدف این پژوهش بوده‌است.

فرآیند پژوهش

به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی در بسترهای مختلف کاشت تحت شرایط کنترل شده، آزمایشی بصورت گلدانی در گلخانه شهرداری منطقه ٤ تهران بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ١٤ تیمار، هر تیمار در

۳ گلدان و هر گلدان با ۲ تکرار (جمعاً ۸٤ گلدان) انجام‌گردید (جدول ۱). میانگین دمایی گلخانه در فصل گرم ۲۷ درجه سانتیگراد و در فصل سرد ۱۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی محل آزمایش در طول تحقیق بین٤٠-٤٥ درصد در فصل سرد و ۷۰ درصد در فصل گرم متغیر بود. نمونه های خاکی مورد استفاده نیز شامل خاک لوم، ورمی‌کمپوست و خاکبرگ بود. تجزیه فیزیکی- شیمیایی نمونه‌های خاکی به شرح جدول ۲ می‌باشد.

جدول۱- تیمارهای آزمایش

Table 1- Experimental treatments

ردیف	تیمارهای بدون تنش خشکی (T2)	ردیف	تیمارهای با تنش خشکی ($T2_{STRESS}$)
۱	۱۰۰٪خاک لوم	۱	۱۰۰٪خاک لوم با اعمال تنش
۲	ورمی‌کمپوست ۷۵٪ + خاک لوم۲۵٪	۲	ورمی‌کمپوست ۷۵٪ + خاک لوم۲۵٪ با اعمال تنش
۳	ورمی‌کمپوست ۲۵٪ + خاک لوم۷۵٪	۳	ورمی‌کمپوست ۲۵٪ + خاک لوم۷۵٪ با اعمال تنش
٤	ورمی‌کمپوست ۵۰٪ + خاک لوم۵۰٪	٤	ورمی‌کمپوست ۵۰٪ + خاک لوم۵۰٪ با اعمال تنش
۵	ورمی‌کمپوست ۷۵٪ + خاکبرگ۲۵٪	۵	ورمی‌کمپوست ۷۵٪ + خاکبرگ۲۵٪ با اعمال تنش
٦	ورمی‌کمپوست ۲۵٪ + خاکبرگ۷۵٪	٦	ورمی‌کمپوست ۲۵٪ + خاکبرگ۷۵٪ با اعمال تنش
۷	ورمی‌کمپوست ۵۰٪ + خاکبرگ۵۰٪	۷	ورمی‌کمپوست ۵۰٪ + خاکبرگ۵۰٪با اعمال تنش

جدول۲- آنالیز بستر کشت

Table 2- Growth medium analysis

نوع خاک	Ec(ds/m)	pH	N (mg/kg)	P(mg/kg)	K(mg/kg)	Clay %	Silt%	Sand %	Texture
خاک زراعی	۱/۸۳	۷/٤۸	۱۲/۱۹٤	٦/۱۵۳	۱۳۸/۵۱	۹	۱۳	۷۸	لوم-شنی
خاکبرگ	۳/۸۳ در نسبت ۱:۳	۷/٦۹ در نسبت ۱:۳	۷۲/۷۳٦	۲/۵	۵۹۳/٤۳	۰	۰	۰	۰
ورمی کمپوست	٤/۷۹ در نسبت ۱:۱۰	۷/۵٤ در نسبت ۱:۱۰	۲/۳۵	۱/۲٤٦	۱/۰۸٦	۰	۰	۰	۰

پس از آماده سازی بسترهای کاشت، تعداد ٤۸ گلدان ١٤ با بسترهای مربوطه پرشد و نشاهای شمعدانی به بسترهای جدید (تیمارهای مختلف) منتقل و آبیاری شدند. پس از گذشت حدوداً یک ماه و رفع تنش احتمالی ناشی از جابجایی گلدان ها در تیمارهای مشخص شده جهت اعمال تنش نسبت به آبیاری بصورت هر ۱۰ روز یکبار اقدام گردید، مابقی تیمارها نیز (بدون تنش) بصورت دو روز درمیان تا پایان پروژه آبیاری شدند. در انتهای زمان گلدهی میزان آنتوسیانین گلبرگ به روش (Wagner ,1979) به این صورت انجام شد که ۰/۱ گرم از بافت برگی را در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و کلریدریک اسید خالص به نسبت حجمی ۹۹:۱ (کاملاً سائیده و عصاره حاصل در لوله‌های آزمایش سرپیچ دار ریخته شد و به مدت ٢٤ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرارگرفت. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ٤۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و جذب محلول بالایی در

طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه غلظت برحسب میکرومول، ضریب خاموشی (£) ۳۳۰۰۰ سانتی متر بر مول استفاده گردید(A=£ bc) . کاتالاز (CAT) بر اساس آزمایش Luck در سال ۱۹۷٤، بر اساس کاهش مقدار جذب نوری H_2O_2 در۲٤۰ نانومتر و با استفاده از یک منحنی استاندارد انجام پذیرفت. محلول آزمایش شامل بافر فسفات پتاسیم ۰/۲۵ میلی‌مول (pH = ٦/۸) و پراکسیدهیدروژن به غلظت ۲۰ میلی مول بود. با افزودن میکرولیتر عصاره آنزیمی در حجم نهایی یک میلی‌لیتر مخلوط، واکنش شروع شده و تغییر جذب در ۲٤۰ نانومتر پس از یک دقیقه محاسبه و با منحنی استاندارد فعالیت آنزیم ارزیابی و بر حسب واحد بر میلی گرم پروتئین بیان شد. طول اندام هوایی با خط کش مهندسی پس از جدا کردن گیاه از خاک بستر، قطر گل با استفاده از کولیس ورینه، ماندگاری گل و تعداد برگ مورد ارزیابی قرارگرفت. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد و نمودارهای مربوط به هر صفت نیز با نرم افزار Excel 2013 رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی به طور معنی‌داری (در سطح آماری۱٪) متأثر از تنش خشکی بودن و فقدان رطوبت کافی در محیط رشد ریشه، کاهش معنی‌دار در کلیه صفات مورد بررسی را ایجاد نمود که این نتایج با نتایج بدست آمده توسط ناصری مقدم و همکاران، ۱۳۹۹ و پالش و عبدالهی مندولکانی، ۱۳۹۹ مطابقت دارد. از طرفی کاربرد بسترهای آلی اثرات تنش خشکی را کاهش داد که این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات دهباشی،۱۳۹۱; رشتبری، ۱۳۹۱; موسوی،۱۳۹۷; حسن‌زاده، ۱۳۹٤ مطابقت دارد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

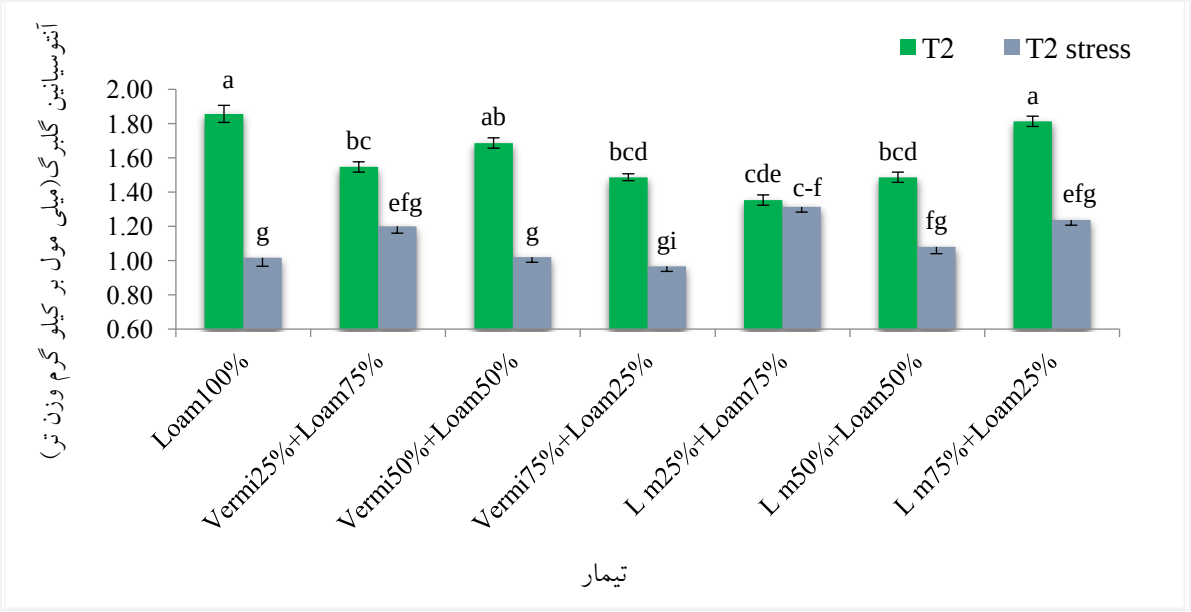
Table 3- Results of analysis of variance of studied traits

منبع تغییرات	میانگین مربعات						
	درجه آزادی	قطر گل	طول اندام هوایی	تعداد برگ	آنتوسیانین گلبرگ	کاتالاز	ماندگاری گل
تیمار	۱۳	۰/۵۳۹**	۸۳/۱۳۳**	٦٧٦/۰۲۹**	۰/۷۸٦**	٦۱۱/۳٤۸**	۷۳۰/۱۳۲**
اشتباه آزمایشی	---	۰/۰٤۱	۰/۱۱۷	۰/۱۳٦	۰/۰۱۷	۰/۲۹۸	۰/۱٤۳
ضریب تغییرات(٪)	---	۱۸/۹۲	۱٦/۰۰	۱٦/۱۵	۱۹/۸۰		۱۲/۳۰

**، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

آنتوسیانین گلبرگ‌ها: با توجه به نمودار ۱ آنتوسیانین گلبرگ‌ها با اعمال تنش خشکی در شمعدانی کاهش معناداری داشته است که طبق گروه بندی دانکن از نظر آماری بیشترین مقدار آنتوسیانین گلبرگ مربوط به شاهد و تیمار ۷۵٪ خاکبرگ + ۲۵٪ لوم بدون تنش خشکی بوده که با تیمار ۵۰٪ ورمی کمپوست + ۵۰٪ لوم اختلاف معناداری نداشته است. در شرایط تنش خشکی بیشترین مقدار آنتوسیانین گلبرگ در تیمار ۲۵٪ خاکبرگ + ۷۵٪ لوم با مقدار ۱/۳۱ mmol⁄kg وزن تر دیده شده‌است. همچنین کمترین میزان مربوط به تیمار ۷۵٪ ورمی کمپوست + ۲۵٪ لوم (۰/۹۷ mmol⁄ kg وزن تر) بوده‌است. کاهش

میزان رنگیزه ها می‌تواند به دلیل اکسیده شدن آنها توسط اکسیژن فعال و تخریب ساختار آنها باشد (Ben Ahmed *et al.*, 2009). نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیقات جبار فلاحی روی گل سلوی در سال۱۳۸۷ مطابقت دارد.

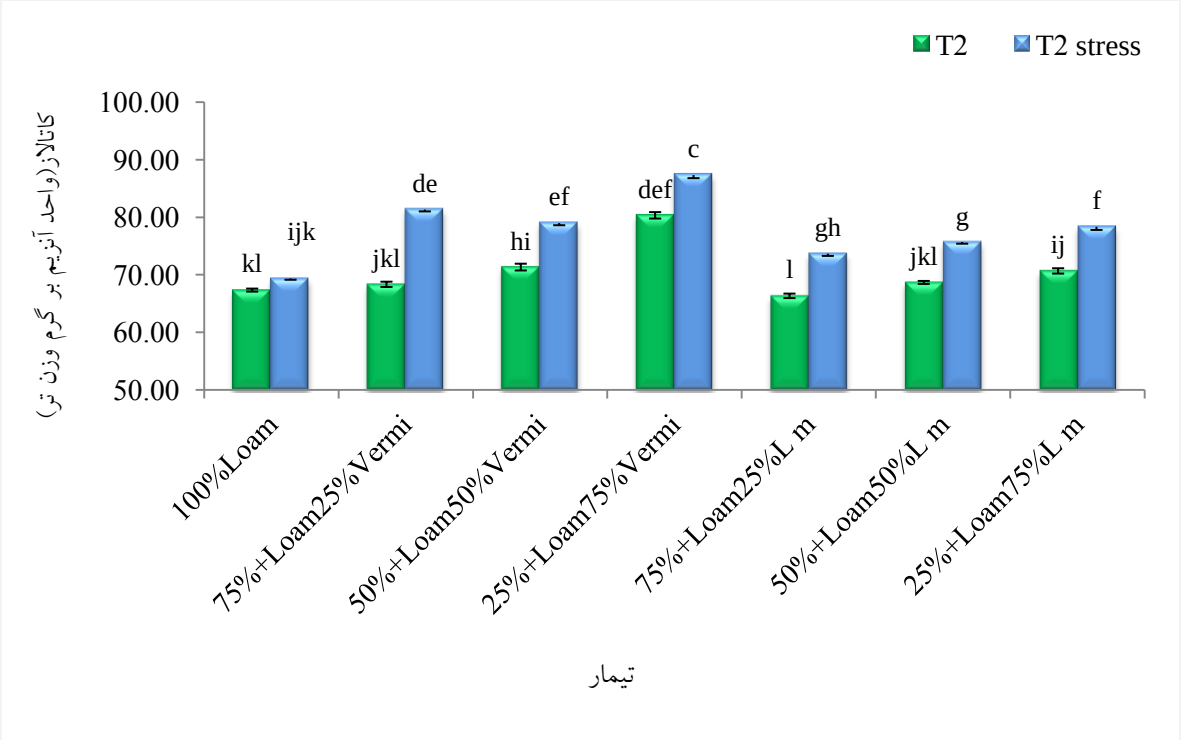


نمودار۱- مقایسه میانگین آنتوسیانین در شمعدانی

Figure 1-Comparison of anthocyanin mean in Geranium Flower

کاتالاز: در تیمارهای بدون تنش خشکی بیشترین میزان آنزیم مربوط به تیمار ۷۵٪ ورمی کمپوست + ۲۵٪ لوم به مقدار ۷۱/۳۳ آنزیم بر گرم وزن تربوده که دارای اختلاف معناداری با شاهد و سایر تیمارها می‌باشد. کمترین میزان کاتالاز نیز مربوط به تیمار ۲۵٪ خاکبرگ + ۷۵٪ لوم به مقدار ٦٦/۳۳ (آنزیم بر گرم وزن تر) بوده‌است. مشاهده شد که با اعمال تنش خشکی در شمعدانی میزان آنزیم کاتالاز افزایش می‌یابد. در شرایط تنش بیشترین میزان آنزیم مربوط به تیمار ۷۵٪ ورمی کمپوست + ۲۵٪ لوم به مقدار ۸۷ /۳۳ (آنزیم بر گرم وزن تر) بوده‌است که دارای اختلاف معناداری با شاهد به مقدار ٦۹/۳۳ می‌باشد. سازوکارهای آنزیمی و غیرآنزیمی در برابر تنش اکسیداتیو، یکی دیگر از سازوکارهای حفاظتی گیاهان در مقابله با تنش خشکی است(شریفی و همکاران، ۱٤۰۰). افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در سطوح مختلف خشکی در برنج (Sharma and Dubey, 2005) و ریحان (Aslani *et al.*, 2009) گزارش شده است. کاتالاز از آنزیمهای مهم برای حذف H_2O_2 موجود در پروکسیزوم‌ها به‌شمار می‌رود. وجود H_2O_2 در گیاه از این نظر دارای اهمیت است که در غلظت‌های متوسط، به‌عنوان مولکول سیگنال عمل نموده و در تولید پیش‌ماده‌های پروتئین دیواره سلولی مشارکت دارد، ولی در تنشهای محیطی مانند خشکی و شوری غلظت این ماده در گیاه افزایش می‌یابد که برای گیاه سمی بوده و آسیب‌های اکسیداتیو را به دنبال دارد. پژوهش‌ها نشان داده است که برای کاهش اثرات سمی

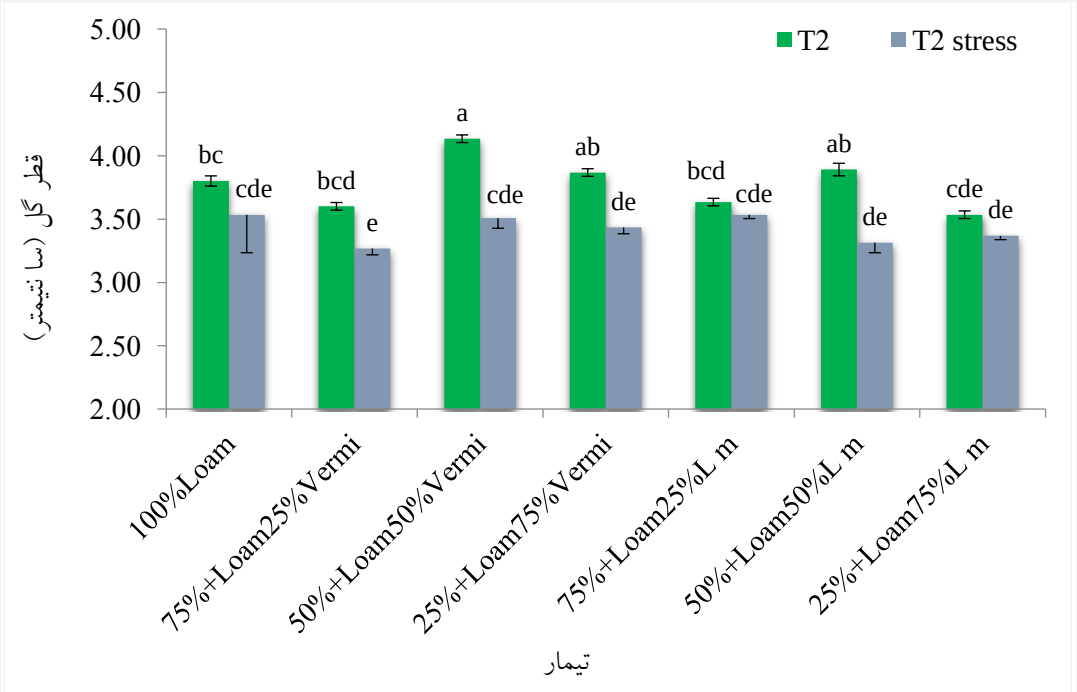
اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی، مکانیسم‌های متنوعی در گیاه فعال می‌شود. پراکسیدازها و کاتالازها دو سامانه اصلی برای دفاع آنزیمی از آسیب‌های پراکسیداتیو غشاهای سلولی توسط ترکیبات ROS هستند که سبب حفظ یکپارچگی آنها می‌شوند (ناصری‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۸).



نمودار۲- مقایسه میانگین کاتالاز در شمعدانی

Figure 2-Comparison of Catalase mean in Geranium Flower

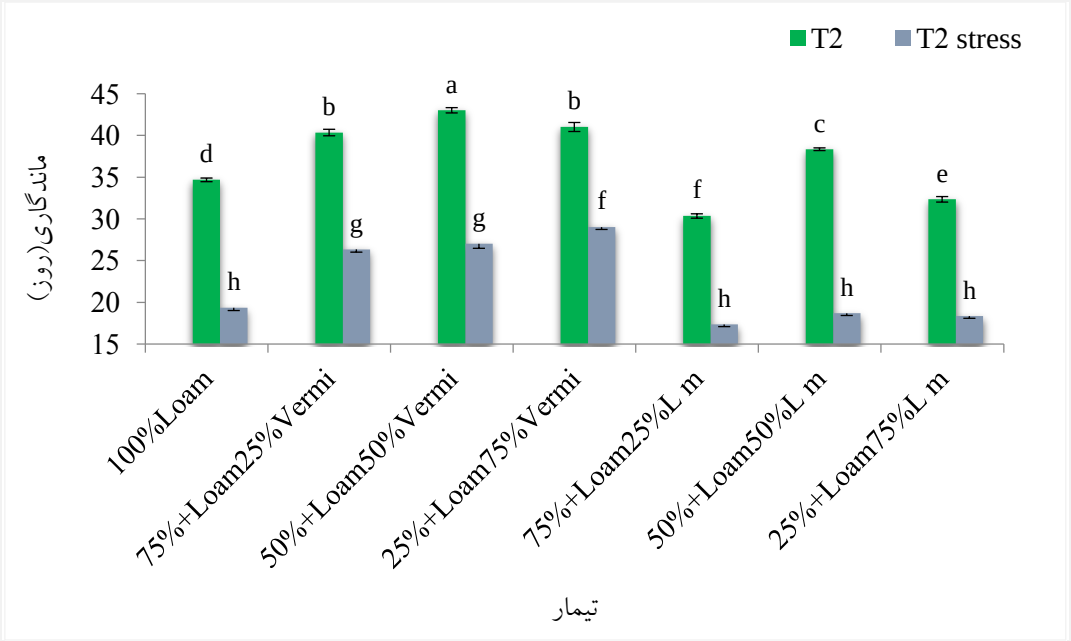
قطر گل: همانطور که در نمودار ۳ مشاهده شده است، قطر گل در تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست +۵۰ ٪ لوم بدون تنش بیشترین مقدار را داشته است که این مقدار (٤/۱۳ سانتی‌متر) با قطر گل(۳/۸۰ سانتی‌متر) در تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری دارد. در شرایط تنش خشکی نیز قطر گل در کلیه تیمارها با شاهد اختلاف معناداری نداشته است. با بررسی نتایج بدست آمده معلوم می‌شود که با اعمال تنش خشکی در شمعدانی قطرگل در کلیه تیمارها و حتی شاهد کاهش یافته است. ناصری‌مقدم و همکاران (۱۳۹۸) بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش قطر گل نرگس شهلا شد. نتایج بررسی تاثیر کودهای زیستی و آلی در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی نشان داد که قطر گل، تحت تاثیر کودها افزایش یافت (Salehi *et al.*, 2016).



نمودار۳- مقایسه میانگین قطر گل در شمعدانی

Figure 3 - Comparison of average flower diameter in Geranium

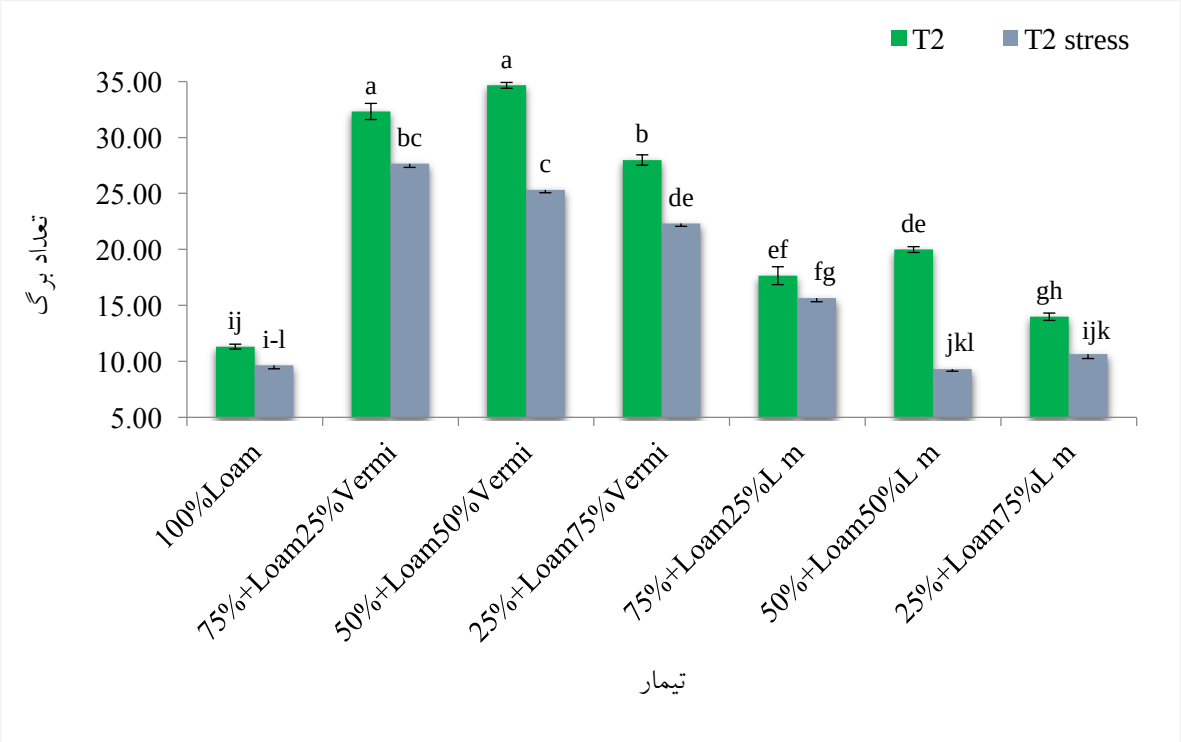
ماندگاری گل: طبق نمودار ٤ مشاهده می‌شود که ماندگاری گل در شمعدانی در نتیجه اعمال تنش خشکی کاهش چشمگیری داشته است که این کاهش حدوداً به میزان ۲ برابر می‌باشد. بیشترین ماندگاری گل بدون تنش مربوط به تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست + ۵۰٪ لوم می‌باشد که عمر گل‌ها ٤۳ روز گزارش شده است که با طول عمر گل در شاهد که ۳٤ روز می‌باشد، اختلاف معنی‌داری دارد. طبق نمودار بیشترین طول عمر گل‌ها مربوط به تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست است و کمترین طول عمر گل مربوط به تیمار ۲۵٪ خاکبرگ + ۷۵٪ لوم به عمر گل ۳۰ روز می‌باشد. تحت تنش خشکی بیشترین ماندگاری گل مربوط به تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست به ترتیب ۷۵٪ ،۵۰٪ و ۲۵٪ ورمی‌کمپوست به طول روزهای به ترتیب ۲۹،۲۷ و ۲٦ روز بوده است که اختلاف معناداری با شاهد با عمر ماندگاری ۱۹ روز دارند و کمترین طول عمر گل مربوط به تیمار ۲۵٪ خاکبرگ + ۷۵٪ لوم به طول عمر گل ۱۷روز می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس در صفت ماندگاری گل در گیاه شمعدانی نشان داد که در نتیجه تنش خشکی میزان ترشح هورمون آبسیزیک اسید در گیاهان افزایش می یابد که موجب القای ساخت هورمون اتیلن شده و به دنبال آن پیری زودرس گیاه را به همراه دارد. در نتیجه عمر ماندگاری گل بشدت کاهش می یابد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸) که با نتایج حاصل از پژوهش حیدری و نظری‌دلجو (۱۳۹۱) روی گل باغچه‌ای آهار مطابقت دارد.



نمودار٤- مقایسه میانگین ماندگاری گل در شمعدانی

Figure 4 - Comparison of average flower shelf life in geraniums

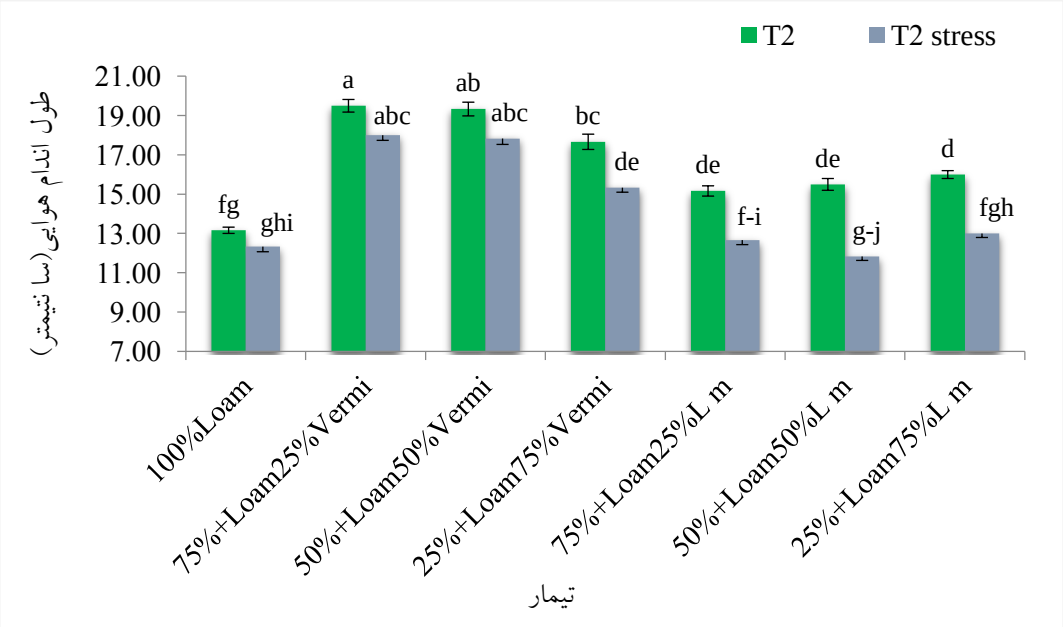
تعداد برگ: جدول تجزیه واریانس بیانگر معنی‌داری اثر تیمار در سطح آماری۱٪ در صفت تعداد برگ می‌باشد. همانطور که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود تیمارهای ۲۵٪ و ۵۰٪ ورمی‌کمپوست در گروه بندی دانکن ازنظر آماری با سایر تیمارها اختلاف معناداری را نشان دادند. بیشترین تعداد برگ با میانگین ۳٤/٦۷ عدد مربوط به تیمار۵۰٪ ورمی‌کمپوست بدون تنش و کمترین مربوط به شاهد به تعداد ۱۱/۳۳ عدد بوده است. با اعمال تنش تعداد برگ‌ها در کلیه تیمارها کاهش یافته است که البته بیشترین تعداد برگ به ترتیب در تیمارهای ۲۵٪ ، ۵۰٪ و ۷۵٪ ورمی کمپوست به تعداد ۲۷/٦۷، ۲۵/۳۳ و ۲۲/۳۳ عدد برگ مشاهده شد که نسبت به تعداد ۹/٦۷ عدد برگ در شاهد دارای اختلاف چشمگیری می‌باشد. همچنین کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار ۵۰٪ خاکبرگ به میانگین ۹/۳۳ می‌باشد. نتایج حاصل با یافته‌های عامریان و همکاران در گیاه بالنگوی شهری در سال ۱٤۰۰ مطابقت دارد. تعداد برگ به تورژسانس برگ و دما بستگی دارد که همگی تحت تاثیر کمبود آب قرار می‌گیرد. بطوریکه در شرایط کمبود آب تعداد برگ و بدنبال آن ظرفیت فتوسنتزی کاهش می‌یابد.



نمودار۵- مقایسه میانگین تعداد برگ در شمعدانی

Figure 4 - Comparison of average number of leaves in geraniums

طول اندام هوایی: جدول تجزیه واریانس بیانگر معنی داری اثر تیمار در سطح آماری۱٪ در صفت طول اندام هوایی می‌باشد. با توجه به آزمایشات انجام شده و نتایج حاصله از نمودار ٦ تیمار ۲۵٪ ورمی‌کمپوست + ۷۵٪ لوم با مقدار ۱۹/۵۵ سانتیمتر در گروه بندی دانکن ازنظر آماری با تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست +۵۰٪ لوم اختلاف معناداری نداشته است، ولی با سایر تیمارها اختلاف معناداری دارد. با اعمال تنش خشکی در شمعدانی بیشترین طول اندام هوایی با مقدار ۱۸ و ۱۷/۸۳ سانتیمتر به ترتیب در تیمارهای ۲۵٪ ورمی‌کمپوست + ۷۵٪ لوم و ۵۰٪ ورمی‌کمپوست + ۵۰٪ لوم بود، که دارای اختلاف معناداری با شاهد به مقدار ۱۲/۳۳ سانتیمتر می‌باشند. در مقایسه تیمارهای ۲۵٪ ورمی‌کمپوست + ۷۵٪ لوم بدون تنش و ۵۰٪ ورمی‌کمپوست + ۵۰٪ لوم تحت تنش و شاهد اختلاف معناداری مشاهده نشده است. اما در سایر تیمارها این اختلاف مشهود است. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات دهباشی بر روی گل جعفری در سال ۱۳۹۱ مطابقت دارد. با افزایش شوری ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد که علت آن تأثیر شوری بر سطح برگ و کاهش فتوسنتز به خصوص در اواخر رشد رویشی همزمان با ورود گیاه به مرحله گلدهی و ریزش برگها از پایین بوته می‌باشد. علاوه بر این می‌توان گفت که با خروج آب از سلول، رشد سلول کاهش می‌یابد. بنابراین، اندازه اندام محدود شده و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی ناشی از شوری روی گیاهان را می‌توان از روی کاهش اندازه اندام‌ها تشخیص داد (چوپان و همکاران، ۱۳۹٦).



نمودار٦- مقایسه میانگین طول اندام هوایی در شمعدانی

Figure6 - Comparison of average plant length in geraniums

استفاده از ورمی‌کمپوست به دلیل توانایی زیاد در نگهداری آب، موجب بهبود شرایط فیزیکی خاک میگردد و به طور غیر مستقیم در عملکرد گیاه نقش دارد. با توجه به اینکه اندامهای هوایی در گیاه تحت تاثیر فعالیت جذب ریشه و میزان انتقال آب و مواد غذایی از ریشه قرار دارد، می‌توان چنین استدلال کرد که کودهای آلی همچون ورمی‌کمپوست با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزادسازی تدریجی آنها موجب افزایش رشد گیاه شده و میزان زیست توده تولیدی را افزایش میدهند. در مقادیر بالای ورمی‌کمپوست به دلیل قابلیت جذب بالای آب و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی شرایط رشد گیاه بهبود یافته و تأثیر کاهش رشد ناشی از افزایش تنش با افزایش میزان ورمی کمپوست کاهش یافته است (تصدیقی و همکاران، ١٣٩٤).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که با اعمال تنش خشکی در گل شمعدانی تعداد برگ‌ها، طول اندام هوایی، قطر گل و ماندگاری آن و آنتوسیانین در کلیه تیمارها کاهش و در عوض آنزیم کاتالاز در کلیه تیمارها افزایش یافت. در بررسی تاثیر بسترهای کاشت در شرایط تنش خشکی در شمعدانی تعداد برگ، طول اندام هوایی و قطر گل، در تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست + ۵۰٪ لوم، میزان آنزیم کاتالاز و ماندگاری گل در تیمار ۷۵٪ ورمی‌کمپوست + ۲۵٪ لوم و آنتوسیانین گلبرگ در تیمار ۲۵٪ خاکبرگ + ۷۵٪ لوم بیشترین مقدار را داشت. درنهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که، بهترین و به‌صرفه ترین بستر ترکیبی کاشت جهت افزایش کیفیت گیاه شمعدانی تحت تنش خشکی بستر ۵۰٪ ورمی کمپوست+ ۵۰٪ خاک لوم می‌باشد.

منابع

۱) احمدیان، ا.، امیر سالاری، ام.، موسوی، ز و. ک، حامد. ۱۳۹۷. تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود ورمی کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و آلیسین گیاه سیر. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک. ۲۵(۱): ۲۲۷-۲۱۵.

۲) پالش، ح. و. ب، عبدالهی مندولکانی. ۱۳۹۹. بررسی اثر تنش خشکی بر بیان ژن‌های دخیل در بیوسنتز مونوترپن و سزکوئی‌ترپن‌ها و ترکیبات اسانس در ریحان. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۹(۷۵):۲۰۴-۲۱۲.

۳) تصدیقی، ح ر.، صالحی، ا.، موحدی دهنوی، م و. ی، بهزادی. ۱۳۹٤. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس بابونه آلمانی با کاربرد ورمی‌کمپوست و سطوح آبیاری مختلف. دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). ۲۵(۳): ٦۱-۷۸.

٤) چوپان، ی.، خاشعی سیوکی، ع و. ع، شهیدی. ۱۳۹٦. تاثیر آبیاری با پساب کارخانه قند و تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، طول ریشه و پروتئین دانه جو رقم یوسف. فصلنامه علوم آب و خاک. ۲۱(٤): ۹۹-۱۰۹.

۵) حسن زاده، ا و. د، میرزاباقری. ۱۳۹٤. بررسی تأثیر تنش خشکی و کود ورمی‌کمپوست بر ویژگی های گیاه دارویی اسفرزه. دومین همایش یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی. تهران.

٦) حکمت‌شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان درشرایط دشوار (ترجمه). انتشارات نیکنام تبریز. ۲۵۱ صفحه.

۷) حیدری، ز و. م ج، نظری دلجو. ۱۳۹۱. مدیریت تنش خشکی و افزایش راندمان مصرف آب در پرورش گل باغچه ای آهار با استفاده از قارچ مایکوریز *Glomousmossea*/. اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. همدان.

۸) دهباشی، ص. ۱۳۹۱. تاثیر سوپر جاذبه بر کاهش آبیاری و تنش خشکی گل جعفری. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.

۹) رشتبری، م و. ح ع، علیخانی. ۱۳۹۱. تاثیر و کارایی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر روی ویژگی های مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی. دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). ۲۲(۲): ۱۲۷-۱۱۳.

۱۰) رمضان، غ و. ب، عباس زاده. ۱۳۹٤. اثر تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی *گیاه Nepeta pogonosperma Jamzad et Assadi* در تراکم های مختلف. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۱(٦): ۱۰۷۱-۱۰۸۵.

۱۱) سماوات، س.، پازکی، س.، لادن‌مقدم، ع و. س، سماوات. ۱۳۸۷. اصول کاربردی موادآلی در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار. ۷۸ صفحه.

۱۲) شرفی، ق ا.، چنگیزی، م.، رفیعی، م.، گماریان، مو. ش، خاقانی. ۱٤۰۰. اثر تنش خشکی و کود زیستی ورمی‌کمپوست بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک آویشن باغی(*Thymus vulgaris* L.). مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۰(٤٤): ۱٤۷-۱٦۰

۱۳) شمس، ج.، اعتمادی، ن ا.، نجفی، پ و. ع م، رضایی. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک سه رقم گل اطلسی. پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی. اصفهان.

۱٤) عامریان، م.، زبرجدی، ع و. ج س، محرابی. ۱٤۰۰. تأثیر تنش خشکی و سلنیوم بر خصوصیات مورفوفیزیولوژی گیاه بالنگوی شهری. فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۱٦(٦٤).

۱۵) فلاحی، ج.، عبادی، م ت و. ر، قربانی. ۱۳۸۸. اثر تنش های اسمزی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی مریم گلی کبیر . تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱(۱): ۵۷-٦۷.

۱٦) فیض‌آبادی، ا.، نورمحمدی، ق و. ف، فاتحی. ۱۳۹۹. مطالعه برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چند رقم کلزا با کاربرد کود ورمی‌کمپوست در شرایط تنش خشکی. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲(٤۸): ۱۳۳-۱۵۳.

۱۷) کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، ک.، کمندی، ع.، معصومی، ع و. ج، نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول.

۱۸) محسن‌زاده، س.، حسینخانی‌هزاوه، م و. ح، زمانپور شاه‌منصوری. ۱۳۹۹. برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) در پاسخ به تنش خشکی و کود کمپوست و ورمی‌کمپوست. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۲(۳): ۱۴۹-۱۶۲.

۱۹) مقیمی‌بنادکوکی، ع.، دهستانی‌اردکانی، م.، شیرمردی، م و. ع، مومن‌پور. ۱۳۹۹. اثر کود دامی و ورمی‌کمپوست بر کاهش اثر تنش شوری در درخت‌پر (*Cotinus coggygria Scop.*). مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۹(۳۵): ۱۷۹-۱۹۲.

۲۰) موسوی دهموردی، ز.، غلامی، م و. ب، بانی‌نسب. ۱۳۹۷. اثر کود ورمی‌کمپوست بر رشد و تحمل به تنش خشکی نهال‌های زیتون رقم زرد. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۷(۲۳): ۱۸-۱.

۲۱) موسوی، ز.، احمدیان، ا.، کاوه، ح و. ا، سالاری.۱۳۹۷. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود ورمی‌کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و آلیسین گیاه سیر. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۵(۱): ۲۲۷-۲۱۵.

۲۲) ناصری‌مقدم، ع.، بیات، ح.، امینی‌فرد، م ح و. ف، مرادی‌نژاد. ۱۳۹۹. اثر تنش های خشکی و شوری بر کیفیت گل، تغییرات زیست شیمیایی و غلظت یون‌ها در گل نرگس شهلا. پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۷(۱): ۲۰۷-۲۲۱.

23) Aslani, Z., Hassani, A., Sedghiani, M., Sefidkan, F., Brin, M. and Qeibi, S. 2009. Effect of symbiosis with mycorrhiza fungi on some physiological characteristics of basil (*Osimum basilicum* L.) under drought stress. Journal of Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 2: 109-117.

24) Ben Ahmed, C., Ben Rouinab, B., Sensoyc, S., Boukhrisa, M and. F, Ben Abdallah. 2009. 'Changes in gas exchange, proline accumulation and ntioxidative enzyme activities in three olive cultivars under contrasting water availability regimes.' Environmental and Experimental Botany, 67: 345-352.

25) Luck, H. 1974. In: Methods in Enzymatic Analysis. Academic press.New York, 885 pp.

26) Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Asgharzade, A. and K, Saeedi. 2016. Effects of zeolite, bio and organic fertilizers application on the growth, yield and yield components of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in organic cultivation. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(2): 203-215.

27) Sharma, P. and Dubey, R. S. 2005. Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. Plant Growth Regulation, 46: 209-221.

28) Wagner, GJ. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanins in protoplast. Plant Physiol, 64: 88-93.