

DOI: 10.71829/BIOLOGY-2025-1199482

نوع مقاله: پژوهشی

تاثیر سطوح کم آبی و انواع کود آلی بر برخی صفات کمی، عملکرد و درصد موسیلاژ گاوزبان (*Borago officinalis*)

رعنا قلی نژاد (نویسنده مسئول)^{۱*} و میرمهدی هاشمی^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه زابل، زابل، ایران، gholinezhad.r.633@gmail.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، mehdi_hashemi61@yahoo.com

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۴

The effect of water deficit levels and types of organic fertilizers on some quantitative traits, yield and mucilage percentage of borage (*Borago officinalis*)

Raana Gholinezhad (Corresponding author)^{1*} and Mir Mehdi Hashemi²

1- M.Sc, Department of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, gholinezhad.r.633@gmail.com

2- M.Sc, Department of Horticulture, University of Urmia, Urmia, Iran,

mehdi_hashemi61@yahoo.com

Received: January 2025

Accepted: April 2025

Abstract

In order to investigate the effects of drought stress and organic fertilizers (compost and vermicompost) on some quantitative traits, yield and mucilage percentage of borage, an experiment was conducted in split plots in a randomized complete block design with three replications in 2010 at Zabol University. Treatments included drought stress levels of 100% of field capacity (control), 80% of field capacity (mild stress) and 60% of field capacity (severe stress) as the main factor and organic fertilizer use including control (no fertilizer use), use of 40 tons of compost per hectare and use of 4 tons of vermicompost per hectare as the secondary factors. The results showed that drought stress affected and reduced the dry weight of borage plant, but the use of organic fertilizers, especially compost, at stress levels was able to reduce the severity of the effects of drought stress and did not significantly reduce the yield. In terms of morphological traits, the highest plant height, number of leaves per plant, and inflorescence height were obtained in the absence of drought stress by using 40 tons per hectare of compost. In general, in mild drought stress (80 percent of field capacity), the percentage of mucilage was increased. In general, in order to produce dry yield of borage and have more mucilage, irrigation up to 80 percent of field capacity is recommended, but if the purpose of borage cultivation is to produce more flowers, complete irrigation with the use of compost seems appropriate.

Keywords: Yield, Borage, Mucilage, Compost, Vermicompost

Iranian Journal of Plant & Biotechnology
Winter 2024, Vol 19, No 4, Pp 49-60

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و کود های آلی (کمپوست و ورمی کمپوست) بر برخی صفات کمی، عملکرد و درصد موسیلاژ گاوزبان آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمارها شامل سطوح تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش ملایم) و سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) به عنوان عامل اصلی و مصرف کود آلی شامل شاهد (بدون مصرف کود)، مصرف ۴۰ تن کمپوست در هکتار و مصرف ۴ تن کود ورمی کمپوست در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی وزن خشک در گیاه گاوزبان را متاثر و آن را کاهش داد، ولی استفاده از کود های آلی بویژه کمپوست در سطوح تنش توانست از شدت اثرات تنش خشکی کاسته و عملکرد کاهش زیادی نداشته باشد. از لحاظ صفات مورفولوژیک بیشترین ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و ارتفاع گل آذین در شرایط نبود تنش خشکی با استفاده از ۴۰ تن در هکتار کمپوست بدست آمد. بطور کلی در تنش خشکی ملایم (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) بر درصد موسیلاژ افزوده شد. در مجموع جهت تولید عملکرد خشک گاوزبان و داشتن موسیلاژ بیشتر آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی ولی اگر منظور از زراعت گاوزبان تولید گل بیشتر باشد آبیاری کامل با کاربرد کمپوست مناسب به نظر می رسد.

کلمات کلیدی: عملکرد، گاوزبان، موسیلاژ، کمپوست، ورمی کمپوست

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

زمستان ۱۴۰۳، دوره ۱۹، شماره ۴، صص ۴۹-۶۰

مقدمه و کلیات

گاوزبان (*Borago officinalis*) گیاهی یک ساله و بومی منطقه مدیترانه می باشد و در سال های اخیر بازار برای گل گاوزبان و دیگر محصولات مشابه آن در سراسر جهان به شدت افزایش یافته است (Laurence, 2004). پیکر رویشی گاوزبان محتوی مواد موسیلاژی، ساپونین، تانن، مقادیر قابل توجهی عناصر معدنی و همچنین حاوی مقادیر کمی اسانس می باشد (امیدبگی، ۱۳۹۴). این گیاه به خاطر اثرات مفید بر ذهن، دفع سودا و شادابی معروف است. همچنین، شاخ و برگ آن مدر می باشد و برای تسکین بافت های آسیب دیده و تحریک شده استفاده می شود. خواص درمانی آن ترمیم غده فوق کلیوی، افزایش شیر، تسکین دهنده، نرم کننده، آرام بخش و بهبود دهنده خفیف (Hoffman, 2003)، ضد التهاب و معرق می باشد (Rotblatt and Ziment, 2003). یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده تولید در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش کمبود آب در مراحل رشد است (Harrison et al., 2014). پاسخ گیاهان به تنش خشکی بستگی به نوع، شدت و مدت تنش، مرحله وقوع تنش، همچنین گونه گیاهی، سن و مرحله نمو گیاه دارد. تنظیم اسمزی به عنوان جزئی مهم از مکانیزم های تحمل به خشکی در گیاهان مطرح است (Wang et al., 2019). کلروفیل برگ از مهمترین شاخص های نشان دهنده فشار محیطی وارد بر گیاه از جمله تنش خشکی می باشد، همچنین غلظت کلروفیل به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک

می باشد (Ghosh and Ajay, 2004). تنش خشکی، اثرات زیان آوری بر رشد و عملکرد گیاهان می گذارد و می تواند از طریق تحریک یک سری واکنش های بیوشیمیایی با بر هم خوردن تعادل بین سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و رادیکال های آزاد شود و سبب آسیب سلولی توسط رادیکال های آزاد می شوند (Mahmood et al., 2020; Jia et al., 2021). بنابراین، مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسایل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می شود (Mohammadkhani and Heidari, 2007). کمپوست به عنوان منبع نیتروژن و دیگر عناصر غذایی به خاک حیات می بخشد و سال ها به تغذیه گیاهان بعدی کمک می کند (Abdul-Halim et al., 2019). ورمی کمپوست دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکشی مناسب و ظرفیت نگهداری آب می باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مفید می باشد (De Souza et al., 2023). بالا بودن میزان عناصر غذایی مثل ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و به علاوه دارا بودن عناصر کم مصرف مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای ورمی کمپوست است (Ferdous et al., 2021). پژوهش های متعدد نشان داده است که اصلاح خاک با مواد آلی، به دلیل دارا بودن خصوصیات مطلوبی نظیر قابلیت نگهداری بالای آب، ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش جذب عناصر غذایی و سایر مشخصه های سودمند فیزیکی، شیمیایی و زیستی، منجر به افزایش

تأثیر سطوح کم آبی و انواع کود آلی بر برخی صفات کمی، عملکرد و درصد موسیلاژ گاوزبان ۵۱

پایداری تولیدات کشاورزی در شرایط تنش های محیطی می گردد (Kranz et al., 2020). نتایج تحقیقات Tsiplakou و Bilalis (۲۰۲۰) در ارزیابی اثرات سیستم های مختلف خاکورزی و انواع کمپوست بر ویژگی های کاملینا نشان داد که کاربرد کودهای آلی بر صفات کاملینا معنی دار بود.

هفته قبل از کاشت) شامل شخم، دیسک و تسطیح، کرت هایی به ابعاد ۳×۳ متر طبق نقشه کاشت آماده گردید. فاصله بین کرت ها نیم متر و بین بلوک ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. مقدار هر یک از کودها قبل از کاشت اندازه گیری و در کرت های مربوطه با خاک مخلوط شد. بذر مورد استفاده، از منابع معتبر از شهرستان اردبیل تهیه شد. فاصله بین ردیف های کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف ۳۰ سانتی متر بود. برای اندازه گیری رطوبت خاک از دستگاه TDR (Time Domain Reflectometry) استفاده شد و زمانی که رطوبت خاک به هر یک از مقادیر مشخص شده می رسید، آبیاری به روش کرتی انجام می شد. پس از برداشت، گیاه تازه و سبز را وزن کرده و سپس به طور طبیعی و در سایه خشک کرده و پس از ده روز وزن خشک کل بوته ها نیز مشخص شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کمپوست و ورمی کمپوست در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در زمستان ۱۳۸۹ در دانشگاه زابل اجرا گردید. رژیم های آبیاری (تنش خشکی) در این آزمایش بصورت: ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، تنش ملایم یا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) به عنوان عامل اصلی و مصرف کود آلی شامل شاهد (بدون مصرف کود)، مصرف ۴۰ تن کمپوست در هکتار، مصرف ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. پس از انجام تجزیه خاک و عملیات خاک ورزی (یک

فرآیند پژوهش

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتیمتری

Table 1- Physical and chemical properties of the soil at the test site at a depth of 0-30 centimeters

بافت خاک	شن (%)	رس (%)	لای (%)	سدیم (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (%)	ماده آلی (%)	وزن ظاهری g/cm ³	pH	Ec (ds/m)
رسی	۳۱/۶	۴۸	۲۰/۴	۴۳۴	۸/۷	۹/۴۵	۰/۰۵	۰/۸۱	۱/۴۹	۸/۳	۱/۵

جدول ۲- برخی از مشخصات کمپوست و ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2 - Some characteristics of compost and vermicompost used

رطوبت (%)	EC ds/m	pH	سدیم (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (%)	نیتروژن (%)	مواد آلی
۱۵	۸/۱	۷/۷	۵۸۴۴	۱۷۷۰	۰/۳۸	۱	۱۹/۶ کمپوست
۹	۵/۶	۸/۱	۶۷۴	۶۲۶	۱/۳	۱/۶	۳۸ ورمی کمپوست

به منظور تعیین درصد موسیلاژ، ۵ گرم از ماده خشک گیاهی آسیاب شده را در بشر ریخته و ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن افزوده و ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس ۵۰ میلی لیتر از این مایع صاف شده را برداشته و ۱۰۰ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ به آن اضافه کرده و دوباره ۲۴ ساعت نگهداری شد تا موسیلاژ موجود به صورت رسوب درآمد. پس از این مدت روی کاغذ صافی که قبلاً وزن شده بود صاف گردید و پس از خشک شدن در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد، کاغذ صافی را وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی تر و خشک وزن موسیلاژ مشخص گردید. برای تعیین

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: باتوجه به جدول ۳ تجزیه واریانس، اثرات تنش خشکی، نوع کود و اثر متقابل هر دو تیمار در سطح احتمال یک درصد معنی دار به دست آمد. مقایسه میانگین برای اثر تنش خشکی نشان داد که بیشترین میانگین ارتفاع بوته (۳۳/۶۸۲ سانتی متر) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) به دست آمد و کمترین آن (۲۲/۸۸۹ سانتی متر) مربوط به اعمال تنش کم آبی شدید (۶۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. به نظر میرسد کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش به علت محدودیت آبی است که موجب کاهش تقسیم و انبساط سلولها میشود و از این طریق رشد اندام ها و ارتفاع بوته را کاهش می دهد. سطح ۸۰ درصد تنش کم آبی با میانگین ارتفاع بوته ۲۵/۴۳ سانتی متر اختلاف معنی داری با سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نداشت. بررسی اثر نوع کود بر این صفت نشان داد، مصرف ۴۰ تن کمپوست بیشترین تاثیر را بر ارتفاع بوته (۳۴/۴۶۷ سانتی متر) دارد و کمترین آن مربوط به

درصد موسیلاژ، کاغذ صافی حاوی موسیلاژ را داخل بشری قرار داده و توسط ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر آن را شسته تا موسیلاژ موجود در آن از کاغذ صافی جدا شود و موسیلاژ به صورت رسوب باقی بماند. پس از خشک کردن کاغذ صافی آن را به دقت وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی با وزن اولیه درصد موسیلاژ محاسبه شد (صمصام شریعت، ۱۳۸۶). از نرم افزار آماری MSTAT-C جهت تجزیه و تحلیل های آماری و نرم افزار Excel جهت رسم نمودارها استفاده گردید. میانگین داده ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) انجام شد.

عدم کاربرد کود (شاهد) بود (جدول ۵ و ۶). بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر روی گیاهان رزماری و نعناع نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی میزان فتوسنتز و بیوماس گیاه کاهش پیدا می کند. با کاهش CO₂ قابل استفاده بخاطر کاهش هدایت روزنه ای و مزوفیل میزان فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه بیوماس و عملکرد کل گیاه کاهش پیدا می کند (Delfine et al., 2005). در بررسی اثرات مختلف کمپوست زباله شهری بر گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis*) نشان داده شد که تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست عملکرد از جمله ارتفاع بیشتری را نسبت به شاهد داشت (Cala and et al., 2005).

تعداد برگ: اثرات تنش خشکی، نوع کود و همچنین اثرات متقابل دو فاکتور در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار به دست آمد (جدول ۳). در اثر تنش خشکی مشخص شد که بیشترین میانگین تعداد برگ (۵۶/۶۶۷) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) به دست آمد و کمترین آن (۴۱/۷۵۶) مربوط به اعمال

تنش کم آبی شدید (۶۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. سطح ۸۰ درصد تنش آبی با میانگین تولید ۴۹/۸۸۹ برگ در بوته از نظر آماری در گروه جداگانه با هریک از سطوح تنش قرار گرفت. با اعمال تنش کم آبی، از تعداد برگ در بوته کاسته شد. در اثر نوع کود بر تعداد برگ مشخص شد که بیشترین تعداد برگ در بوته از کاربرد کمپوست با تعداد ۵۹/۶۶۷ بدست آمد و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود (جدول ۵ و ۶). بطور کلی کاربرد هر نوع کود آلی می تواند منجر به افزایش تعداد برگ در گیاه گاوزبان می شود که می توان یکی از دلایل افزایش تعداد برگ گیاه در این آزمایش را مربوط به فراهمی مواد غذایی توسط کمپوست دانست (Bhattacharyya et al, 2005).

تعداد گل: در جدول تجزیه واریانس ۳، اثرات تنش خشکی در سطح احتمال ۵ درصد و نوع کود در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار به دست آمد. مقایسه میانگین برای اثر تنش خشکی نشان داد که بیشترین میانگین تعداد گل (۷۴/۵) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) به دست آمد و کمترین آن (۶۱) مربوط به اعمال تنش کم آبی شدید (۶۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. سطح ۸۰ درصد تنش کم آبی با میانگین تولید ۶۱/۶۴۴ گل در بوته از نظر آماری در گروه مشترک با سطح تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی قرار گرفت (جدول ۲). در اثر نوع کود بر تعداد گل مشخص شد که بیشترین تعداد گل در بوته از کاربرد کمپوست با تعداد ۹۶/۸۳۳ بدست آمد و کمترین آن (۲۹/۳۶۷) مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود و تیمار ورمی کمپوست با میانگین تعداد گل ۷۰/۹۴۴ در گروه جداگانه ای از نظر آماری قرار گرفت (جدول ۶). بطور کلی کاربرد هر نوع

کود آلی می تواند منجر به افزایش تعداد گل در گیاه گاوزبان شود.

ارتفاع گل آذین: باتوجه به جدول ۳ تجزیه واریانس، اثرات تنش خشکی، نوع کود و اثر متقابل دو عامل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار به دست آمد. در اثر تنش خشکی بیشترین میانگین ارتفاع گل آذین (۲۰/۳۷۸) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) به دست آمد و کمترین آن (۱۵/۶۵۰) مربوط به اعمال تنش کم آبی شدید (۶۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. سطح ۸۰ درصد تنش کم آبی با میانگین ارتفاع گل آذین ۱۷/۷۷۸ از نظر آماری در گروه جداگانه با سطح تنش ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی قرار گرفت. برای اثر نوع کود بر میانگین ارتفاع گل آذین (جدول ۶) مشخص شد که بیشترین ارتفاع گل آذین از کاربرد کمپوست (۲۱/۸۲۷ سانتی متر) بدست آمد و کمترین آن (۱۴/۹۱۸) مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود و تیمار ورمی کمپوست با میانگین ارتفاع گل آذین (۱۷/۰۶۱ سانتی متر) در گروه جداگانه ای از نظر آماری قرار گرفت. بطور کلی با افزایش تنش خشکی در سطوح کودی از میزان ارتفاع گل آذین کاسته شد، ولی کاهش ارتفاع گل آذین در شرایط کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست کمتر از عدم کاربرد کود بود.

تعداد شاخه جانبی: با توجه به جدول ۳ برای این صفت اثر تنش خشکی در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی دار و برای نوع کود در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود در بررسی اثر سطوح خشکی بر میانگین تعداد شاخه جانبی مشخص شد که در سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۱/۶۷۴) تولید گردید. سطح ۱۰۰ درصد با (۱۰/۴۴۴) و سطح

۸۰ درصد اختلاف معنی داری با سطح ۶۰ درصد نداشت. کمترین تعداد شاخه جانبی مربوط به سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی بود. در بررسی اثر نوع کود، با مصرف ۴۰ تن کمپوست بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۳/۶۷۴) تولید و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود. تیمار بدون کود (شاهد) و ورمی کمپوست با تاثیر بر تعداد شاخه جانبی (۷/۸۸۹ و ۱۰) در یک گروه آماری قرار گرفتند.

عملکرد تر گل: برای این صفت اثر تنش خشکی و نوع کود و اثر متقابل دو فاکتور در سطح احتمال یک درصد معنی دار بدست آمد (جدول ۳). اثر سطوح تنش خشکی بر میانگین میزان عملکرد تر گل مشخص شد که در سطح بدون تنش (شاهد)، بیشترین میزان عملکرد تر (۳۹۹۷/۵۷ کیلوگرم در هکتار) تولید گردید. سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی (۲۴۷۰/۶۵۶ کیلوگرم در هکتار) کمترین میزان عملکرد تر گل را داشت. نوع کود بر میزان عملکرد تر گل (جدول ۶-۴) مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد تر گل از کاربرد کمپوست با میزان ۴۵۵۶/۱۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود. در بررسی اثر متقابل ۲ فاکتور مشخص شد که بیشترین عملکرد تر گل در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با کاربرد کمپوست و کمترین آن ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بدون کاربرد کود به دست آمد بطور کلی با افزایش تنش خشکی در سطح کودی عملکرد کاسته ولی کاهش عملکرد در سطوح کاربرد کود کمتر نسبت به عدم کاربرد کود بود.

عملکرد خشک گل: برای این صفت اثر تنش خشکی و نوع کود در سطح احتمال یک درصد معنی دار بدست

آمد و اثر متقابل دو فاکتور در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بدست آمد (جدول ۳). اثر سطوح تنش خشکی بر میانگین میزان عملکرد خشک گل مشخص شد که در سطح بدون تنش (شاهد)، بیشترین میزان عملکرد خشک گل (۵۱۱ کیلوگرم در هکتار) تولید گردید. سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی با (۳۰۳/۱۲۲ کیلوگرم در هکتار) کمترین میزان عملکرد خشک گل را داشت (جدول ۵-۴). در اثر نوع کود بر میزان عملکرد خشک گل (جدول ۵) مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد خشک گل از کاربرد کمپوست با میزان ۵۳۵/۳۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود. همانطور که در جدول ۶ مشاهده می شود، برای اثر متقابل تنش خشکی* کود، بیشترین عملکرد گل خشک در شرایط آبیاری کامل با کاربرد کمپوست به دست آمده است و سایر ترکیبات تیماری در رتبه های دیگر قرار گرفته اند. به طور کلی با افزایش شدت تنش خشکی (کاهش مصرف آب) از میزان عملکرد گل در سطوح کودی کاسته شد ولی این کاهش برای سطوح کودی به طور معنی داری کمتر از سطح عدم کاربرد کود بود. به طوری که در کلیه سطوح کودی، کاربرد کمپوست در سطوح تنش عملکرد معنی دار بیشتری نسبت به سایر سطوح کودی داشت و به نظر می رسد کاربرد کمپوست جهت داشتن عملکرد گل بیشتر مناسب است.

عملکرد تر کل بوته: با توجه به جدول تجزیه واریانس ۳، اثرات تنش خشکی و نوع کود در سطح احتمال یک درصد معنی دار بدست آمد. مقایسه میانگین برای اثر تنش خشکی (جدول ۵) نشان داد که

کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست ویژگی های خاک را افزایش می دهد. رشد ریشه را بهبود می بخشد (Ho *et al.*, 2022) و استخراج مواد مغذی و آب را افزایش می دهد که منجر به رشد بهتر نسبت به نمونه های تیمار نشده می شود. در واقع دلیل افزایش عملکرد با مصرف ورمی کمپوست را می توان به مقدار و سهولت دسترسی عناصر غذایی نسبت داد که توسط آن به خاک اضافه می گردد (Bayati *et al.*, 2020).

عملکرد خشک کل بوته (گل و اندام هوایی): برای این صفت اثر تنش خشکی و نوع کود در سطح احتمال یک درصد معنی دار بدست آمد و اثر متقابل دو فاکتور غیر معنی دار به دست آمد (جدول ۳). در بررسی اثر سطوح تنش خشکی بر میانگین میزان عملکرد خشک مشخص شد که در سطح بدون تنش (شاهد)، بیشترین میزان عملکرد خشک (۱۳/۴۸۲ تن در هکتار) تولید گردید که اختلاف معنی داری با سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی نداشت. سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی با (۹/۳۰۶ تن در هکتار) کمترین میزان عملکرد خشک را داشت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که همراه با افزایش تنش کم آبی، میزان ماده خشک گیاه مورد مطالعه کاهش یافت. وقتی گیاهان در شرایط تنش آبی قرار می گیرند، انعطاف پذیری دیواره سلول های در حال رشد اندام ها، معمولاً کم می شود و توسعه سلولی و رشد را کاهش می دهد (Li *et al.*, 2021). کاهش میزان آب در محیط اطراف ریشه، باعث اختلال در انتقال مواد غذایی لازم برای رشد و عدم تولید ماده خشک جدید شده و کاهش رشد را به دنبال دارد. کاهش جذب آب از راه ریشه ها همراه با کاهش تورژسانس سلول بوده و موجبات کاهش

بیشترین میانگین عملکرد تر (۱۰۳/۸۱۴ تن در هکتار) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) بدست آمد و کمترین آن (۷۲/۷۴۶ تن در هکتار) مربوط به اعمال تنش کم آبی شدید (۶۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. سطح ۸۰ درصد تنش کم آبی با میانگین تولید ۷۷/۷۸۲ تن در هکتار عملکرد تر اختلاف معنی داری با سطح شاهد نداشت. با اعمال تنش کم آبی، از میزان عملکرد تر کاسته شد. با توجه به جدول مقایسه میانگین کود (جدول ۶) بیشترین میانگین عملکرد تر (۱۰۳/۰۵۶ تن در هکتار) در تیمار کودی کمپوست و کمترین آن (۶۴/۴۲۷ تن در هکتار) در سطح شاهد (عدم کود) به دست آمد. تیمار ورمی کمپوست با میانگین (۸۶/۸۵۸ تن در هکتار) اختلاف معنی داری با کمپوست نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند. اثر کاهشی تنش خشکی بر عملکرد گیاه می تواند به دلیل بسته شدن روزنه ها، کاهش ورود دی اکسید کربن به داخل برگ، کاهش محتوی نسبی آب برگ و کاهش فتوسنتز باشد (Li *et al.*, 2021). مراحل زایشی گیاهان، به ویژه در طول گلدهی و پر شدن دانه، در برابر تنش خشکی به علت مختل شدن لقاح، کاهش کارایی عملکرد گرده و تخمک و رشد گرده بسیار حساس هستند (Devi *et al.*, 2022). همچنین تنش کم آبی با کاهش سطح برگ، پیری زودرس برگ، کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دلیل افت پتانسیل فشاری و کوتاه شدن دوره رشد زایشی برای گیاه محدودیت منبع ایجاد میکند و از طرف دیگر با افزایش سقط جنین در زمان گلدهی، کاهش تعداد بذر و کاهش تعداد و اندازه غلاف ایجاد محدودیت مخزن کرده و در مجموع با کاهش اجزاء عملکرد، از عملکرد نهایی میکاهد (Din *et al.*, 2011).

تقسیم سلولی و مهار رشد سلولی را فراهم می کند. در طی تنش آبی، فتوستز به دلیل بسته شدن روزنه ها محدود می شود (Yordanov and Tsonev, 2003). بطور کلی جهت تولید عملکرد خشک بوته، آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی مناسب به نظر می رسد. کاهش در وزن خشک اندام های گیاه تحت تنش کم آبی می تواند در نتیجه عدم دسترسی کافی به آب برای آماس سلول ها باشد. کاهش سطح ریشی سبب می شود تا توانایی گیاه برای جذب نور و در نهایت تولید مواد فتوسنتزی کاهش یابد که دلیلی بر کاهش وزن اندام ها می باشد (Dissanayake et al., 2019). در اثر نوع کود بر عملکرد خشک (جدول ۳) مشخص شد که بیشترین عملکرد خشک از کاربرد کمپوست با میزان ۱۳/۳۷۱ تن در هکتار بدست آمد و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود.

درصد موسیلاژ: در جدول ۳، اثرات تنش خشکی و نوع کود و اثر متقابل هر دو فاکتور در سطح احتمال ۱

درصد معنی دار بدست آمد. مقایسه میانگین نشان می دهد، بیشترین میانگین درصد موسیلاژ (۲/۳۷۱) در سطح تنش ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن (۱/۳۰۲) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) بود (جدول ۴). سطح تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۱/۸۵۱ اختلاف معنی داری با سطح ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی داشت. جدول ۵ مقایسه میانگین برای کود نشان می دهد که بیشترین میانگین ۳/۱۶۲ در کاربرد کمپوست، کمترین آن ۰/۸۴۹ در بدون کود (شاهد) و کاربرد ورمی کمپوست با میانگین ۱/۵۱۳ اختلاف معنی دار با بقیه داشت. با توجه به جدول ۶، اثر متقابل تنش خشکی* کود بر درصد موسیلاژ مشخص شد که در کلیه سطوح تنش خشکی، بیشترین درصد موسیلاژ از کاربرد کمپوست بدست آمد و بیشترین میزان موسیلاژ از ترکیب ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد کمپوست بدست آمد که اختلاف معنی داری با دیگر سطوح تیماری داشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گاو زبان باغی

Table 3- Analysis of variance table of studied traits in garden borage

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	تعداد گل	ارتفاع گل آذین	تعداد شاخه جانبی	عملکرد تر گل	عملکرد خشک گل	عملکرد تر کل	عملکرد خشک کل بوته	درصد موسیلاژ
تکرار	۲	۷۰/۶۴۴°	۴۲/۵۶۳ ^{ns}	۲۴۵/۸۴۰ ^{ns}	۳/۵۹۴°	۱۹/۶۴۴°	۱۹۱۶۰۶/۹ ^{ns}	۸۴۰۵۰/۱۵°	۱۷۰۷۹۹/۵۵۶	۲۴۹۰/۸۸۹	۰/۱۳ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۲۸۶/۵۷۹°	۵۰۱/۶۴۶°	۵۲۱/۸۹۶°	۵۰/۴۵۹°	۱۱/۱۰۰۲۲	۵۴۰۶۴۶۷/۵°	۹۷۳۳۵/۰۴°	۲۵۰۲۳۷۰/۴۱۶°	۴۴۳۳۸/۴۴۱°	۲/۵۷۱°
خطای ۱	۴	۴/۲۵۳	۷/۶۳۵	۷۲/۹۷۴	۰/۱۱۷	۱/۹۲۵	۱۰۹۸۴۳/۴	۱۱۴۰/۸۷۹	۱۵۴۹۹۹/۱۴۴	۲۷۵۰/۰۰۵	۰/۰۱۴
نوع کود	۲	۴۱۹/۷۹۳°	۱۰۰۵/۶۴۶°	۱۰۴۲۶/۰۴۶°	۱۱۲/۵۵۶°	۷۷/۱۲۳°	۱۳۸۵۵۸۶۹/۷°	۱۴۹۳۷۲/۳°	۳۳۸۶۵۳۸/۳۱۶°	۵۶۷۲۹/۹۵۷°	۱۲/۷۶۸°
تنش* کود	۴	۳۸/۳۱۵°	۳۱/۴۰۱°	۱۹۰/۳۷۹ ^{ns}	۱/۹۵۹°	۴/۸۵۲ ^{ns}	۹۵۵۶۶۳/۵°	۱۱۶۰۲/۲°	۱۰۲۵۹۸/۳۹۶ ^{ns}	۱۶۷۰/۴۴۷ ^{ns}	۰/۵۱۶°
خطای ۲	۱۲	۵/۰۳۲	۴/۶۷۷	۱۳۹/۵۷۶	۰/۳۸۵	۴/۰۱۹	۷۴۰۴۸/۹۸	۲۵۲۳/۴۵۸	۱۷۷/۴۰۶۷۹۸	۳۷۷۸۵/۷۶۰	۰/۰۰۹
ضرب تغییرات		۸/۲۱	۴/۳۷	۱۷/۹۸	۳/۴۶	۱۹/۰۵	۸/۶۲	۱۲/۴۰	۱۵/۷۱	۱۶/۱۹	۵/۰۶

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشند

تأثیر سطوح کم آبی و انواع کود آلی بر برخی صفات کمی، عملکرد و درصد موسیلاژ گاوزبان ۵۷

جدول ۴- اثرات متقابل تنش خشکی و کودهای آلی بر صفات مورد بررسی در گیاه گاوزبان

Table 4-Interaction effects of drought stress and organic fertilizers on studied traits in borage plant

		ارتفاع بوته	تعداد برگ	ارتفاع گل آذین	عملکرد تر گل	عملکرد خشک گل	موسیلاژ
100% FC	شاهد	۲۶/۳۳bc	۴۳/۳۳c	۱۶/۹e	۲۵۳۵/۳۳de	۳۱۲/۳۳cd	۰/۶۳۳f
	کمپوست	۴۵/۰۰۷a	۶۵/۶۶۷a	۲۵/۲۳۳a	۶۱۰۶/۷a	۶۷۴/۹۳۳a	۲/۷۸b
	ورمی کمپوست	۲۹/۷۰۷b	۶۱a	۱۹d	۳۳۵۰/۷bc	۵۴۵/۷۳۳b	۰/۴۹۳f
80% FC	شاهد	۱۹/۵۶۳de	۳۸/۶۶۷cd	۱۴/۸۱۷f	۲۱۶۹/۷۳۳de	۲۷۴/۴d	۱/۰۰۷e
	کمپوست	۲۹/۰۶b	۶۰/۶۶۷a	۲۰/۹۴۷b	۴۰۰۲/۲b	۵۲۲/۶b	۳/۷۸a
	ورمی کمپوست	۲۷/۶۶۷bc	۵۰/۳۳۳b	۱۷/۵۷d	۲۸۳۶/۲cd	۴۰۴/۴c	۲/۳۲۷c
60% FC	شاهد	۱۶/۶۶۷e	۳۳/۶۶۷d	۱۳/۰۳۷g	۱۸۶۶/۳۳۳e	۲۴۶/۳۶۷d	۰/۹۰۷e
	کمپوست	۲۹/۳۳۳b	۵۲/۶۶۷b	۱۹/۳c	۳۵۵۹/۶b	۴۰۸/۴c	۲/۹۲۷b
	ورمی کمپوست	۲۲/۶۶۷cd	۳۸/۹۳۳cd	۱۴/۶۱۳f	۱۹۸۶/۳۳e	۲۵۴/۶d	۱/۷۲d

حروف مشترک در هر سطر بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال مربوطه در جدول تجزیه واریانس است

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تنش بر صفات اندازه گیری شده گیاه گاوزبان

Table 5- Comparison of the average effect of stress on some measured elements and traits of borage plant

۶۰٪ ظرفیت زراعی	۸۰٪ ظرفیت زراعی	۱۰۰٪ ظرفیت زراعی	سطوح تنش صفات
۲۲/۸۸۹b	۲۵/۴۳۰b	۳۳/۶۸۲a	ارتفاع بوته (cm)
۴۱/۷۵۶c	۴۹/۸۸۹b	۵۶/۶۶۷a	تعداد برگ
۶۱/۶۴۴b	۶۱/۰b	۷۴/۵a	تعداد گل
۱۵/۶۵۰c	۱۷/۷۷۸b	۲۰/۳۷۸a	ارتفاع گل آذین (cm)
۲۴۷۰/۶۵۶b	۳۰۰۲/۷۱۱b	۳۹۹۷/۵۷۳a	عملکرد تر گل (t/ha)
۳۰۳/۱۲۲ c	۴۰۱/۱۳۳b	۵۱۱/۰a	عملکرد خشک گل (t/ha)
۷۲/۷۴۶ b	۷۷/۷۸۲ ab	۱۰۳/۸۱۴a	عملکرد تر کل (t/ha)
۹/۳۰۶ b	۱۰/۰۹۲ab	۱۳/۴۸۲a	عملکرد خشک کل بوته (t/ha)
۱/۸۵۱b	۲/۳۷۱a	۱/۳۰۲c	موسیلاژ (درصد)

حروف مشترک در هر سطر بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال مربوطه در جدول تجزیه واریانس است

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر کود بر صفات اندازه گیری شده گیاه گاوزبان

Table 6- Comparison of the average effect of fertilizer on some elements and measured traits of borage plant

سطوح تنش صفات	شاهد (بدون کود)	کمپوست	ورمی کمپوست
ارتفاع بوته (cm)	۲۰/۸۵۴C	۳۴/۴۶۷a	۲۶/۶۸۰b
تعداد برگ	۳۸/۵۵۶C	۵۹/۶۶۷a	۵۰/۰۸۹b
تعداد گل	۲۹/۳۶۷C	۹۶/۸۳۳a	۷۰/۹۴۴b
ارتفاع گل آذین (cm)	۱۴/۹۱۸C	۲۱/۸۲۷a	۱۷/۰۶۱b
عملکرد تر گل (t/ha)	۲۱۹۰/۴۶۲C	۴۵۵۶/۱۶a	۲۷۲۴/۳۱b
عملکرد خشک گل (t/ha)	۲۷۷/۷C	۵۳۵/۳۱a	۴۰۲/۲۴b
عملکرد تر کل (t/ha)	۶۴/۴۲۷ b	۱۰۳/۰۵۶ a	۸۶/۸۵۸ a
عملکرد خشک کل (t/ha)	۸/۳۶b	۱۳/۳۷۱a	۱۱/۱۴۸a
موسیلاژ (درصد)	۰/۸۴۹C	۳/۱۶۲a	۱/۵۱۳b

حروف مشترک در هر سطر بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال مربوطه در جدول تجزیه واریانس است

نتیجه گیری کلی

کاهش فعالیت های فتوسنتزی شده و در نتیجه افت عملکرد می شود، ولی استفاده از کودهای آلی توانست تا حدی اثرات خشکی را کاهش دهد. البته گیاه در شرایط تنش با تولید بعضی مواد از جمله کربوهیدرات های محلول سعی در تنظیم اسمزی نموده تا بتواند با حفظ آب تحمل تنش نماید. از اثرات تنش می توان به افزایش موسیلاژ نیز اشاره کرد. در مجموع آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد کمپوست می تواند عملکرد و درصد موسیلاژ قابل قبولی از گاوزبان در شرایط آب و هوایی زابل تولید کرده و قابل پیشنهاد است.

منابع

(۱) امید بیگی، ر. ۱۳۹۴. تولید و فراوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. جلد چهارم. چاپ اول. صفحه ۳۶۴-۳۶۳.

تنش خشکی یکی از عوامل مهم کاهش دهنده عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی به شمار می رود. با توجه به گونه گیاهی، شدت و مدت تنش و نیز مرحله رشدی گیاه، میزان تأثیر خشکی بر عملکرد دانه تغییر میکند. گیاهان در شرایط خشکی برای جبران کمبود عناصر غذایی (به دلیل کاهش جذب توسط ریشه ها)، میزان رشد خود را کاهش می دهند. در مناطق خشک و نیمه خشک، آبیاری و شرایط عدم تنش خشکی باعث افزایش انحلال مواد معدنی و افزایش جابجایی و حرکت عناصر مغذی به سمت ریشه ها و بدنبال آن افزایش قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه و در نتیجه باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاهان می شود. با افزایش تنش خشکی درصد موسیلاژ افزوده شد. به طور کلی تنش کمبود آب با اثر بر صفاتی مانند رنگدانه ها و کاهش قابلیت دسترسی عناصر منجر به

- 10) Dissanayake, I. J., Ranwala, S. and S, Perera. 2019. Germination and seedling growth responses of Sri Lankan grown Sesame/Thala (*Sesamum indicum* L.) for simulated drought conditions. *Journal of National Science Foundation*, 47 (4): 479–490.
- 11) Ferdous, Z., Zulfikar, F., Datta, A., Hasan, A. and A, Sarker. 2021. Potential and challenges of organic agriculture in Bangladesh: A review. *Journal of Crop Improvement*, 35: 403–426.
- 12) Ghosh, P K., Ajay, K K., Bandyopadhyay, M C., Manna, K G., Mandal, A K. and K M, Hati. 2004. Comprative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology*, 95: 85-93.
- 13) Harrison, M T., Tardieu, F., Dong, Z., Messina, CD. and GL, Hammer. 2014. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global Change Biology*, 20: 867-878
- 14) Ho, T T K., Tra, V T., Le, T H., Nguyen, N K Q., Tran, C S., Nguyen, P T., Vo, T D H., Thai, V N. and XT, Bui. 2022. Compost to improve sustainable soil cultivation and crop productivity. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6: 100211.
- 15) Hoffman, D. 2003. Medical Herbalism. Canada, Healing Arts press, 666.
- 16) Jia, X., Feng, H., Bu, Y., Ji, N., Lyu, Y. and S, Zhao. 2021. Comparative transcriptome and weighted gene Co-expression network analysis identify key transcription factors of *Rosa chinensis* ‘Old Blush’ After exposure to a gradual drought stress followed by recovery. *Journal Front Genet*, 1017: 1–21.
- 17) Kranz, C N., Mc Laughlin, R A., Johnson, A., Miller, G. and L, Heitman. 2020. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils. A concise review. *Journal of Environmental Management*, 261 (110209): 1-10.
- 2) Abdul-Halim, A. Ben, K.B.B. and L, Atuah. 2019. Standardizing the quality of composts using stability and maturity indices: the use of sawdust and rice husks as compost feed stocks, *American Journal of Plant Sciences*, 10: 2134–2150.
- 3) Bayati, P., Karimmojeni, H. and J, Razmjoo. 2020. Changes in essential oil yield and fatty acid contents in black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes in response to drought stress. *Industrial Crops and Products*, 155: 112764.
- 4) Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K., Chakraborty, A. and D C, Nayak. 2005. Effect of municipal solid waste compost on phosphorous content of rice straw and grain under submerged condition. *Agronomy and Soil Science*, 51: 363-370.
- 5) Cala V., Cases, M A. and I, Walter. 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. *Journal of Arid Environments*, 62: 401-412
- 6) De Souza Mendes, A D., do Perpetuo Socorro Progene Vilhena, M., Oliveira Silva, M V., Francisco Berredo, J., da Costa, M.L. and M.J, de Sousa Trindade. 2023. Solid bio-compost as a nutrient source for family farming, *Journal of Agriculture and Food Research*, 12: 100575.
- 7) Delfine, S., Loreto, F., Pinelli, P., Jognetti, R. and A, Alvino. 2005. Isoprenoids content and photosynthetic limitation in rosemary and spearmint plants under water stress. *Agriculture Ecosystems and Enviroment*, 106: 243-252.
- 8) Devi, P. U C., Jha, V., Prakash, S., Kumar, S K., Parida, P J., Paul, P., Vara Prasad, K., Sharma, K.H.M., Siddique, H. and H, Nayyar. 2022. Response of physiological, reproductive function and yield traits in cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) under heat stress *Front. Plant Science.*, 13: 1-19
- 9) Din, J., Khan. S U., Ali, I. and A.R, Gurmani. 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 21: 78-82.

- 18) Laurence, R. 2004. Borage production for oil and gamma-linolenic acid. Rural Industries Development Corporation, Australian Government. RIRDC N° 04/040. Available at <https://rirdc.infoservices.com.au/items/04-040> (accessed September 2009).
- 19) Li, M., Yang, Y., Raza, A., Yin, S., Wang, H., Zhang, Y., Dong, J., Wang, G., Zhong, C. and H, Zhang. 2021 Heterologous expression of Arabidopsis thaliana rty gene in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) improves drought tolerance. *BMC Plant Biology*, 21: 1–20.
- 20) Mahmood, T., Khalid, S., Abdullah, M., Ahmed, Z., Shah, M K N. and A, Ghafoor. 2020. Insights into drought stress signaling in plants and the molecular genetic basis of cotton drought tolerance. *Cells*, 9 (105): 30.
- 21) Mohammad khani, N. and R, Heidari. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigment and water content in tow maize cultivar. *Pakistan Journal of Biological Science*. 10(22): 4022-4028.
- 22) Rotblatt, M. and I, Ziment. 2003. Evidence-Based Herbal Medicine. Philadelphia, Hanley & Belfus Inc. pp 464.
- 23) Tsiplakou, E. and D, Bilalis. 2020. Tillage intensity and compost application effects on organically grown camelina productivity, seed and oil quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4): 2153-2166
- 24) Wang, B., Liu, C., Zhang, D., He, C. and Z, Li. 2019. Effects of maize organ-specific drought stress response on yields from transcriptome analysis. *BMC Plant Biology*, 19 (1): 335–343.
- 25) Yordanov, I. and T, Tsonev. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 189- 206.

The effect of water deficit levels and types of organic fertilizers on some quantitative traits, yield and mucilage percentage of borage (*Borago officinalis*)

Raana Gholinezhad (Corresponding author)^{1*} and Mir Mehdi Hashemi²

1- M.Sc, Department of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, gholinezhad.r.633@gmail.com

2- M.Sc, Department of Horticulture, University of Urmia, Urmia, Iran, mehdi_hashemi61@yahoo.com

Abstract

Introduction: Borage (*Borago officinalis*) is an annual plant native to the Mediterranean region. In recent years, the global market for borage and its related products has grown significantly. Drought stress has detrimental effects on plant growth and yield. It can disrupt the balance between the antioxidant defense system and free radicals by triggering a series of biochemical reactions, leading to cellular damage caused by free radicals. Amending soil with organic materials, due to their desirable properties such as high water-holding capacity, cation exchange capacity, increased nutrient uptake, and other beneficial physical, chemical, and biological characteristics, contributes to enhancing the sustainability of agricultural production under environmental stress conditions.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of drought stress and organic fertilizers (compost and vermicompost) on some quantitative traits, yield and mucilage percentage of borage, an experiment was conducted in split plots in a randomized complete block design with three replications in 2010 at Zabol University. Treatments included drought stress levels of 100% of field capacity (control), 80% of field capacity (mild stress) and 60% of field capacity (severe stress) as the main factor and organic fertilizer use including control (no fertilizer use), use of 40 tons of compost per hectare and use of 4 tons of vermicompost per hectare as the secondary factors.

Results and Discussion: The results showed that drought stress affected and reduced the dry weight of borage plant, but the use of organic fertilizers, especially compost, at stress levels was able to reduce the severity of the effects of drought stress and did not significantly reduce the yield. In terms of morphological traits, the highest plant height, number of leaves per plant, and inflorescence height were obtained in the absence of drought stress by using 40 tons per hectare of compost. In general, in mild drought stress (80 percent of field capacity), the percentage of mucilage was increased.

Conclusion: In general, in order to produce dry yield of borage and have more mucilage, irrigation up to 80 percent of field capacity is recommended, but if the purpose of borage cultivation is to produce more flowers, complete irrigation with the use of compost seems appropriate.

Keywords: Yield, Borage, Mucilage, Compost, Vermicompost