نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۶۹۶-۶۸۳

ارزیابی رژیم آبیاری و کودهای آلی بر عملکرد کمّی و کیفی گاوزبان (*Borago officinalis* L.)

رعنا قلی‌نژاد[۱]، علیرضا سیروس‌مهر[۲*] و براتعلی فاخری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۲/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثرات رژیم آبیاری و کودهای آلی (کمپوست و ورمی‌کمپوست) بر درصد موسیلاژ و برخی صفات کیفی گاوزبان آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمارها شامل آبیاری در چهار سطح: آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش ملایم) و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش شدید) به‌عنوان عامل اصلی و مصرف کود آلی در سه سطح شامل شاهد (بدون مصرف کود)، ۴۰ تن کمپوست و ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه و همچنین میزان کلروفیل a، کارتنوئید و کلروفیل کل در اثر تنش خشکی کاهش یافتند ولی در سطوح کاربرد کود کاهش کمتری در صفات فوق مشاهده شد. درصد سدیم در شرایط تنش و کاربرد کمپوست بیشتر بود. با افزایش تنش، کربوهیدرات محلول و درصد موسیلاژ بالا رفت ولی بیشترین درصد موسیلاژ (۲/۳۷) از تنش ملایم به‌دست آمد. بیشترین عملکرد خشک کل (۱۳/۴۸ $t.ha^{-1}$) در شرایط عدم تنش حاصل شد که با سطح تنش ملایم اختلاف معنی‌داری نداشت. کاربرد کودهای آلی، به‌ویژه کمپوست، عملکرد بیشتری تولید کرد. درمجموع، جهت دست‌یابی به عملکرد قابل قبول و درصد موسیلاژ بالا در گاوزبان، استفاده از رژیم آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت زراعی همراه با کاربرد کمپوست در شرایط آب و هوایی زابل مناسب به نظر می رسد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، کلروفیل، کمپوست، ورمی‌کمپوست، موسیلاژ.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) asirousmehr@uoz.ac.ir
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گاوزبان گیاهی یک‌ساله و بومی منطقه مدیترانه می‌باشد و در سال‌های 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 می‌باشد (OmidBeygi, 2010). این گیاه به خاطر اثرات مفید بر ذهن، دفع سودا و شادابی معروف است. همچنین، شاخ و برگ آن مدر می‌باشد و برای تسکین بافت‌های آسیب دیده و تحریک شده استفاده می‌شود. خواص درمانی آن ترمیم غده فوق کلیوی، افزاینده شیر، تسکین دهنده، نرم کننده، آرام بخش و بهبود دهنده خفیف (Hoffman, 2003)، ضد التهاب و معرق می‌باشد (Rotblatt and Ziment, 2003).

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید در مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود آب است (Reddy *et al*., 2004). تنش خشکی ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در آنها می‌گردد (French and Turner, 1991). از طرفی قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر تنش، تغییرات قابل ملاحظه‌ای‌می‌یابد (Munns, 1993)؛ بنابراین، مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسایل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می‌شود (Mohammad khani and Heidari, 2007). استفاده از کمپوست دارای مزایایی چون بهبود ساختمان فیزیکی خاک، کاهش آب‌شویی و تلفات عناصر غذایی از خاک، آزادسازی تدریجی و پیوسته عناصر غذایی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و غیره می‌باشد (Rantala *et al*., 1999). ورمی‌کمپوست دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکشی مناسب و ظرفیت نگهداری آب می‌باشد 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 می‌باشد (Akbariniya *et al*., 2003). تنظیم اسمزی در پاسخ به تنش کم آبی، یکی از ویژگی‌های مهم گیاهان است. در تنظیم اسمزی، گیاه معمولاً به تجمع املاح و یا متابولیت‌ها در سلول می‌پردازد (Caradus and Woodfield, 1997). تجمع قندهای محلول به‌عنوان تنظیم کننده‌ی اسمزی، یکی از پاسخ‌های سازشی گیاه (تحمل تنش) در مقابل تنش کمبود آب برای حفظ تعادل اسمزی مطرح است (Tan and Strum, 1999). تخریب پروتئین‌ها و انباشت برخی آمینواسیدهای آزاد در جهت حفظ و تنظیم فشار اسمزی سلول و کاهش سنتز پروتئین در شرایط تنش خشکی نیز مشاهده شده است (Moran *et al*., 1994). برخی از پژوهش‌گران رکود سنتز پروتئین را به کاهش تعداد پلی زوم‌های سلولی نسبت داده‌اند (Creelman *et al*., 1990). گزارش‌های زیادی نشان داده است که تنش کم آبی، توانایی کاهش غلظت کلروفیل‌ها و کارتنوئیدهای بافت را دارد و این کاهش به‌طور عمده با تولید ROS ها در تیلاکوئید انجام می‌گیرد (Jaleel *et al*., 2009). رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی نیز به سمت استقرار این سیستم و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی آنها نظیر مصرف کودهای بیولوژیک می‌باشد.

هدف از این مطالعه، بررسی تنش خشکی و کودهای آلی بر درصد موسیلاژ و برخی صفات کیفی گاوزبان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در

Archive of SID

www.SID.ir

زمستان ۱۳۸۹ در دانشگاه زابل اجرا گردید. رژیم‌های آبیاری در این آزمایش به‌صورت: ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش ملایم) 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 ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. پس از انجام تجزیه خاک (جدول ۱)، کمپوست و ورمی کمپوست استفاده شده (جدول ۲) و عملیات خاک‌ورزی (یک هفته قبل از کاشت) شامل شخم، دیسک و تسطیح، کرت‌هایی به ابعاد ۳×۳ متر طبق نقشه کاشت آماده گردید. فاصله بین کرت‌ها نیم متر و بین بلوک‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. مقدار هر یک از کودها قبل از کاشت اندازه‌گیری و در کرت‌های مربوطه تا عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری با خاک کرت توسط بیل و شن‌کش کاملاً مخلوط شد. کاشت در مورخه ۸۹/۱۲/۴ به روش دستی انجام شد.

فاصله بین ردیف‌های کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. تیمار خشکی از مرحله استقرار کامل گیاه و تنک کردن اعمال شد. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از دستگاه TDR استفاده شد و زمانی که رطوبت خاک به هر یک از مقادیر مشخص شده می‌رسید، آبیاری به روش کرتی انجام می‌شد. پس از برداشت، گیاه تازه و سبز را وزن کرده و سپس به طور طبیعی و در سایه خشک کرده و پس از ۱۰ روز وزن خشک کل بوته‌ها نیز مشخص شد. برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b، کارتنوئید و کلروفیل کل از روش رنگانا (Rangana, 1997) استفاده شد. جهت اندازه‌گیری عناصر سدیم، پتاسیم و فسفر گیاه از روش تهیه خاکستر خشک استفاده شد. مقادیر سدیم و پتاسیم بر حسب پی‌پی‌ام در دستگاه فلیم فتومتر قرائت و در نهایت با کمک جدول استاندارد، مقادیر این دو عنصر بر اساس میلی‌گرم در گرم ماده خشک محاسبه شدند. مقدار فسفر هم با روش اسپکتوفتومتری در طول موج ۴۲۰ به‌دست آمد (Emami, 1996). برای اندازه‌گیری نیتروژن و پروتئین از دستگاه کجلدال استفاده شد و برای اندازه‌گیری میزان پروتئین، مقدار نیتروژن کل در عدد ثابت ۶/۲۵ ضرب گردید (Kejeldal, 1998).

به‌منظور تعیین درصد موسیلاژ، ۵ گرم از ماده خشک گیاهی آسیاب شده را در بشر ریخته و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده و ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس ۵۰ میلی‌لیتر از این مایع صاف شده را برداشته و ۱۰۰میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ به آن اضافه کرده و دوباره ۲۴ ساعت نگهداری شد تا موسیلاژ موجود به صورت رسوب درآمد. پس از این مدت بر روی کاغذ صافی که قبلاً وزن شده بود صاف گردیده و پس از خشک شدن در حرارت ۱۰۵ درجه سلسیوس، کاغذ صافی را وزن کرده و از روی اختلاف وزن کاغذ صافی تر و خشک، وزن موسیلاژ مشخص گردید. برای تعیین درصد موسیلاژ، کاغذ صافی حاوی موسیلاژ را داخل بشری قرار داده و توسط ۱۰۰ میلی‌لیتر 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 (Samsam Shariat, 2007).

در این بررسی از نرم‌افزار آماری MSTATC جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری و نرم‌افزار Excel جهت رسم شکل‌ها استفاده گردید. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

تنش خشکی یکی از عوامل مهم کاهش‌دهنده عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی به‌شمار می‌رود. با توجه به گونه گیاهی، شدت و مدت تنش و نیز مرحله رشدی گیاه، میزان تأثیر خشکی بر عملکرد گیاه تغییر می‌کند (Good and Zaplachiniski., 1994).

سدیم، پتاسیم، نیتروژن و فسفر

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثرات رژیم آبیاری، کود و اثرات متقابل این دو فاکتور برای عناصر سدیم، پتاسیم، نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در این بررسی با افزایش تنش خشکی میزان جذب سدیم در گیاه افزایش می‌یابد و در ظرفیت زراعی ۶۰ درصد به بالاترین مقدار خود رسیده است اما با سطوح دیگر اختلاف معنی‌داری ندارد. بیشترین میزان جذب سدیم در ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد کمپوست به دست آمد. در سطوح ۱۰۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی مقدار جذب سدیم در تیمار کمپوست بالا می‌باشد که می‌تواند به علت زیاد بودن غلظت سدیم در کمپوست مورد استفاده در مزرعه باشد (جدول ۶).

در بررسی اثر متقابل تنش خشکی×کود با افزایش شدت تنش خشکی میزان جذب یون پتاسیم در گیاه کاهش می‌یابد به‌طوری که کمترین مقدار آن در سطح ۶۰ درصد و عدم مصرف کود و بیشترین مقدار پتاسیم (۸۱/۱ پی‌پی‌ام) در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی از کاربرد کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطوح دیگر دارد. به‌طورکلی، به نظر می‌رسد در شرایط عدم تنش، کمپوست و در شرایط تنش، ورمی‌کمپوست پتاسیم بیشتری در اختیار گیاه قرار داده است (جدول ۶). در سطوح تنش خشکی، بیشترین درصد نیتروژن (۲/۶۳ درصد) از کاربرد ورمی‌کمپوست به دست آمد و بیشترین میزان درصد نیتروژن از ترکیب تیماری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. کمترین درصد نیتروژن (۰/۸۸ درصد) در سطوح تنش از عدم کاربرد کود به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشتند. مقایسه میانگین اثرات متقابل دو فاکتور تنش خشکی وکود بر درصد فسفر نیز مشخص کرد که در کلیه سطوح تنش خشکی، بیشترین درصد فسفر (۰/۸۹ درصد) مربوط به کاربرد ورمی‌کمپوست و بیشترین درصد آن از ترکیب تیماری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی وکاربرد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که با سطوح دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین درصد فسفر در سطوح تنش مربوط به عدم کاربرد کود بود که اختلاف معنی‌داری با سایر ترکیبات تیماری داشت.

در بررسی اثر متقابل تیمارها، با افزایش تنش خشکی از میزان پتاسیم، فسفر و نیتروژن گیاه کاسته ولی بر درصد سدیم افزوده شد. ضمن اینکه با کاربرد کودهای آلی بر میزان عناصر فوق افزوده گردید. پتاسیم عمدتاً در گیاهان به‌عنوان تنظیم کننده اسمزی اهمیت دارد. این عنصر می‌تواند تا ۵۰ درصد در پتانسیل اسمزی برگ‌ها نقش داشته باشد. چنانچه، پتاسیم در برگها کاهش یابد، نقش آن به‌عنوان تنظیم کننده اسمزی تا حدی توسط مواد دیگر مانند قندها در گیاه شبدر ایفا می‌شود (Turner, 1990). مطالعات نشان داده است که نقش تنظیم اسمزی در گیاه جو در زمان کاهش یون پتاسیم، به‌وسیله یون سدیم صورت می‌گیرد (Ludlow, 1975). عنصر پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای رشد و فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه است. درشرایط تنش کم آبی، جذب یون پتاسیم کاهش یافته و گیاه با کمبود این یون روبرو می‌شود. نتایج آزمایش انجام شده در مورد یون پتاسیم با نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

باجی و همکاران (Bajji *et al*., 2000) بر روی کالوس گندم همخوانی دارد.

گیاهان در شرایط خشکی برای جبران کمبود عناصر غذایی (به‌دلیل کاهش جذب توسط ریشه‌ها)، میزان رشد خود را کاهش می‌دهند (Nilson and Overcutt, 1996). در این آزمایش نیز هماهنگ با کاهش رشد در اثر دوره‌های آبیاری میزان جذب عناصر غذایی نیز کاهش پیدا نمود. خاک‌های دارای ورمی‌کمپوست معمولاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری نسبت به خاک‌های اطراف خود دارند (Orozco *et al*., 1996; Atiyeh *et al*., 2002; Mahboub Khomami, 2004).

رضایی‌نژاد و افیونی (Rezaenejad and Afyuni, 2001) اظهار داشتند که کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شده و ضمن این که قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش دادند و بیشترین تاثیر را بر عملکرد ذرت داشتند (Tomar, 1999). اثرات برهم‌کنش نیتروژن و آبیاری در آفتابگردان و در گندم ارزیابی و اعلام شده است که در مقادیر کافی آب، افزایش سطوح نیتروژن، عملکرد گیاهان را به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌دهد ولی هنگامی که تنش خشکی شدیدتر می‌شود افزایش سطوح نیتروژن در حصول عملکردهای بالا و معنی‌دار از کارآیی چندانی برخوردار نیست. به‌عبارتی، کارآیی استفاده از نیتروژن با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد (Clay *et al*., 2001).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، آبیاری و شرایط عدم تنش خشکی باعث افزایش انحلال مواد معدنی و افزایش جابجایی و حرکت عناصرمغذی به سمت ریشه‌ها و به‌دنبال آن افزایش قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه و در نتیجه باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاهان می‌شود. کاهش فسفر در پی تنش خشکی در ارتباط با کاهش آب خاک است که منجر به کاهش جریان عناصر از خاک به گیاه شده است. فسفر یکی از یون‌هایی است که در شرایط خشکی برای گیاه غیرقابل استفاده می‌شود. زیرا این یون شدیداً جذب رس‌های خاک شده و فقط بخش کوچکی از یون فسفات به حالت محلول است. در شرایط خشکی جذب یون فسفات نه تنها به‌واسطه قابلیت حل شدن کم آن بلکه به‌دلیل کاهش قدرت جذب ریشه‌ها نیز تقلیل پیدا می‌کند (Kafi and Mahdavi Damghani, 2000). ورمی‌کمپوست‌ها حاوی عناصرغذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌باشند به فرمی که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترس است (Atiyeh *et al*., 2002; Orozco *et al*., 1996).

کربوهیدرات‌های محلول

باتوجه به جدول تجزیه واریانس، در این صفت اثر تنش خشکی در سطح احتمال ۵ و نوع کود در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار به دست آمد. اثرات متقابل عامل‌ها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میانگین کربوهیدرات محلول (۲/۱۴ میکروگرم در وزن تر) در سطح تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن (۲/۰۴ میکروگرم در وزن تر) مربوط به ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) بود (جدول ۴). بیشترین میانگین این صفت (۲/۶۸ میکروگرم در وزن تر) با کاربرد کمپوست و کمترین آن (۱/۶۲ میکروگرم در وزن تر) در شرایط عدم مصرف کود بود. کاربرد ورمی‌کمپوست با میانگین ۱/۹۸ میکروگرم در وزن تر اختلاف معنی‌داری با بقیه سطوح کودی داشت (جدول ۵). با افزایش تنش خشکی بر میزان کربوهیدرات‌های محلول افزوده شد. این ترکیب با کاربرد کودهای آلی به‌ویژه کمپوست افزایش یافت. تجمع قندهای محلول به‌عنوان تنظیم کننده‌های

Archive of SID

www.SID.ir

اسمزی، یکی از پاسخ‌های سازشی گیاه در مقابل تنش کمبود آب برای حفظ تعادل اسمزی مطرح است (Tan and Strum., 1999). تجمع قندهای محلول در این شرایط، به تنظیم اسمولاریته درون سلول‌های گیاه کمک می‌کند و موجب حفظ و نگهداری مولکول‌های زیستی و غشاها می‌شود. همچنین، گیاه با افزایش قندهای محلول در شرایط تنش بر حفظ پتانسیل اسمزی، قادر خواهد بود تا ذخیره کربوهیدراتی خود را برای متابولیسم پایه سلولی در حد مطلوب نگه‌دارد (Sadras and Milroy, 1996).

برای افزایش کربوهیدرات‌های محلول در شرایط خشکی عوامل متعددی ذکر شده است. در شرایط خشکی ممکن است کربوهیدرات‌های مرکب به کربوهیدرات‌های ساده تجزیه شوند. تحت شرایط تنش افزایش نسبت ساکارز به نشاسته و تجزیه نشاسته، همچنین کاهش انتقال ساکارز به خارج ازبرگ‌ها منجر به افزایش کربوهیدرات‌های محلول می‌گردد (Pereira and Chaves, 1993). این افزایش در میزان کربوهیدرات محلول نقش بسیار مهمی در پتانسیل اسمزی و در نهایت ایجاد شیب مناسب بین گیاه و خاک نموده و سبب افزایش جذب آب می‌گردد زیرا کربوهیدرات‌های محلول به‌عنوان تنظیم کننده اسمزی نقش مهمی بازی می‌کنند (Javadi *et al.*, 2004). کمبود هر منبعی که رشد را بیش از فتوسنتز محدود کند، تولید متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد (Kocheki *et al.*, 1997).

پروتئین

باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثرات تنش خشکی، نوع کود و برهمکنش تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد در این صفت معنی‌دار به دست آمد. در بررسی اثر تنش خشکی×کود بر درصد پروتئین مشخص شد که در کلیه سطوح تنش خشکی، بیشترین درصد پروتئین از کاربرد ورمی‌کمپوست به دست می‌آید. بیشترین میزان درصد پروتئین در آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد ورمی‌کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطوح دیگر داشت (جدول ۶).

درصد موسیلاژ

اثرات تنش خشکی و نوع کود و اثر متقابل هر دو فاکتور در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد موسیلاژ معنی‌دار به دست آمد (جدول ۳). با توجه به جدول ۶، در بررسی اثر متقابل تنش خشکی × کود بر درصد موسیلاژ مشخص شد که در کلیه سطوح تنش خشکی، بیشترین درصد موسیلاژ از کاربرد کمپوست به‌دست آمد. بیشترین میزان موسیلاژ از ترکیب ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با دیگر سطوح تیماری داشت. به‌طورکلی، کاربرد کمپوست در داشتن موسیلاژ بیشتر مناسب به نظر می‌رسد.

با افزایش تنش خشکی و کاربرد کودهای آلی به‌ویژه کمپوست بر درصد موسیلاژ افزوده شد. به نظر می‌رسد که قابلیت بالای نگهداری آب این مواد نقش عمده‌ای در سازگاری گیاه با شرایط خشک دارد (Salehi Arjmand, 2005).

عملکرد خشک کل بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات تنش خشکی و کودهای آلی برای عملکرد خشک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (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 (۱۳/۴۸ تن در هکتار) تولید گردید که اختلاف معنی‌داری با سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی نداشت (جدول ۴). در اثر نوع کود بر میزان عملکرد خشک نیز مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد خشک از کاربرد کمپوست

Archive of SID

www.SID.ir

به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با کاربرد ورمی‌کمپوست نداشت و کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود (جدول ۵).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که همراه با افزایش تنش کم آبی، میزان ماده خشک گیاه مورد مطالعه کاهش یافت. وقتی گیاهان در شرایط تنش کمبود آب قرار می‌گیرند، انعطاف پذیری دیواره سلول‌های در حال رشد اندام‌ها، معمولاً کاهش می‌یابد و توسعه سلولی و رشد را کاهش می‌دهد (Davis and Volkenburg, 1995). کاهش میزان آب در محیط جذب، باعث اختلال در انتقال مواد غذایی لازم برای رشد و عدم تولید ماده خشک جدید شده و کاهش رشد را به دنبال دارد. همچنین، کاهش جذب آب از راه ریشه‌ها همراه با کاهش تورژسانس سلول بوده و موجبات کاهش تقسیم سلولی و مهار رشد سلولی را فراهم می‌کند.

رنگدانه‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات تنش خشکی و کودهای آلی در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل این دو فاکتور برای کلروفیل a و کارتنوئید در سطح احتمال ۱۰ درصد و برای کلروفیل b در سطح احتمال ۵ درصد و برای کلروفیل کل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳).

مقایسه میانگین نتایج مربوط به اثرات متقابل تنش خشکی و کودهای آلی نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a، b، کارتنوئید و کلروفیل کل در ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی و در طی استفاده از کمپوست به‌دست آمد (جدول ۶).

در طی تنش کم آبی، فتوسنتز به دلیل بسته شدن روزنه‌ها محدود می‌شود (Yordanov and Tsonev, 2003). انواع اکسیژن‌های مختلف که طی تنش خشکی تولید می‌شوند، باعث کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌گردند (Sairam *et al*., 1998). میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Jiang and Huang, 2001). در این بررسی در اثر تنش خشکی، میزان کلروفیل a، b، کارتنوئید و کلروفیل کل به شدت کاهش یافت به نظرمی‌رسد که این کاهش در اثر تنش خشکی، به علت افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن باشد، که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون (Wise and Naylor, 1989) و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد (Schutz and Fangmeir, 2001) این مسئله ممکن است به دلیل افزایش فعالیت کلروفیلاز به هنگام تنش خشکی نیز باشد و کلروفیل a حساس‌تر از b است و بیشتر تخریب می‌شود (Boyer, 1987).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، تنش کمبود آب با اثر بر صفاتی مانند رنگدانه‌ها و کاهش قابلیت دسترسی عناصر منجر به کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی شده و در نتیجه افت عملکرد می‌شود ولی استفاده از کودهای آلی می‌تواند تا حدی اثرات خشکی را کاهش دهد. البته گیاه در شرایط تنش با تولید بعضی مواد از اسمزی سعی در حفظ آب و تحمل تنش می‌نماید. در مجموع، بر اساس نتایج این بررسی آبیاری تا ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد کمپوست می‌تواند عملکرد و درصد موسیلاژ قابل قبولی از گاوزبان در شرایط آب و هوایی زابل تولید نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil at a depth of 0-30 cm

Ec (ds/m)	pH	Bulk weight g/cm^3	organic matter (%)	N (٪)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	soil texture
1.5	8.3	1.49	0.81%	0.05	9.45	128	434	20.4	48	31.6	Clay

جدول ۲- برخی از مشخصات کمپوست و ورمی‌کمپوست مورد استفاده

Table 2- Some characteristics of compost and vermicompost

	organic matter (%)	N (%)	P (%)	K (ppm)	Na (ppm)	pH	EC ds/m	Humidity (%)
Compost	19.6	1	0.38	1770	5844	7.7	8.1	15
Vermicompost	38	1.6	1.3	626	674	8.1	5.6	9

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس صفات کیفی در گاوزبان باغی

Table 3- Analysis of variance table quality borage

Sources of Variation	df	N	P	K	Na	Protein	Mucilage
Replication	2	0.038^{ns}	0.004^{ns}	8.529^{ns}	56.456^{ns}	0.472*	0.013^{ns}
Drought	2	0.609**	0.078**	716.129**	2617.267**	50.114**	2.571**
Error 1	4	0.009	0.002	36.769	86.026	0.064	0.014
Fertilizer	2	4.389**	0.495**	1045.063**	2585.48**	64.637**	12.768**
Stress* Fertilizer	4	0.074**	0.008**	312.833**	434.967**	2.969**	0.516**
Error 2	12	0.011	0.001	9.167	24.145	0.239	0.009
Coefficient of Variation (%)		5.93	6.21	5.66	3.26	3.71	5.06

ns، ** و * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشند.

ns, ** and * respectively significant and significant at 1% and 5% probability level, respectively.

ادامه جدول ۳

Table 3- Continued

Sources of Variation	df	Soluble carbohydrates	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoids	Total chlorophyll	Total plant dry
Replication	2	0.010^{ns}	0.844^{ns}	0.170^{ns}	0.047*	0.472*	2490.889
Drought	2	0.025*	22.406**	4.169**	0.717**	50.114**	44338.441
Error 1	4	0.002	0.397	0.131	0.006	0.064	2750.005
Fertilizer	2	2.628**	22.395**	3.909**	0.657**	64.637**	56729.957**
Stress* Fertilizer	4	0.002^{ns}	0.792$^{\%10}$	0.355*	0.025$^{\%10}$	2.969**	1670.447^{ns}
Error 2	12	0.004	0.275	0.088	0.010	0.239	37785.760
Coefficient of Variation (%)		2.99	6.21	9.26	9.01	3.71	16.19

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

ns, ** and * respectively significant and significant at 1% and 5% probability level, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش بر کربوهیدرات‌های محلول و ماده خشک گاوزبان

Table 4- Comparison of the effect of stress on soluble carbohydrates and dry matter of borage

	100% FC	80% FC	60% FC
Soluble carbohydrates (g/1000g F.W.)	2.038	2.097	2.143
TDM matter (t/ha)	13.482	10.092	9.306

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Common letters in each column represents non significant difference at 5% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر کود بر کربوهیدرات‌های محلول و ماده خشک گاوزبان

Table 5- Comparison of the effects of fertilization on soluble carbohydrates and dry matter of borage

	Control	Compost	Vermicompost
Soluble carbohydrates (g/1000g F.W.)	1.614	2.679	1.984
TDM matter (t/ha)	8.36	13.371	11.148

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Common letters in each column represents non significant difference at 5% probability level.

جدول ۶- اثرات متقابل تنش خشکی و کودهای آلی بر صفات مورد بررسی در گیاه گاوزبان

Table 6- The interaction of drought and organic fertilizers on the traits of borage

		N(%)	P(%)	K(ppm)	Na(ppm)	Protein (%)	Mucilage (%)
100% FC	Contorol	1.037 e	0.353 e	45.8 de	109.767 d	6.477 e	0.633 f
	Compost	2.333 b	0.797 b	81.1a	165.733 a	14.58 b	2.78 b
	Vermicompost	2.633 a	0.887 a	57.633 c	126.4 c	16.457 a	0.493 f
80% FC	Contorol	0.953 e	0.323 e	42.767 e	135.967 bc	5.953 e	1.007 e
	Compost	1.933 c	0.657 b	54.16 c	169.8 a	12.08 c	3.78 a
	Vermicompost	2.3 b	0.767 c	68.4 b	145.6 b	14.373 b	2.327 c
60% FC	Contorol	0.877 e	0.287 e	34.7 f	173.333 a	5.473 e	0.907 e
	Compost	1.6 d	0.537 d	46.067 de	173.333 a	9.997 d	2.927 b
	Vermicompost	1.967 c	0.657 c	50.9 cd	166.5 a	12.29 c	1.72 d

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Common letters in each column represents non significant difference at 5% probability level.

ادامه جدول ۶

Table 6- Continued

		Chlorophyll a (mg/g leaf)	Chlorophyll b(mg/g leaf)	Carotenoids (mg/g leaf)	Total chlorophyll (mg/g leaf)
100% FC	Contorol	7.847 d	2.98 c	1 cd	11.523 de
	Compost	11.383 a	4.197 a	1.733 a	17.9 a
	Vermicompost	10.25 b	4.133 ab	1.4 b	16.533 b
80% FC	Contorol	6.883 e	2.323 de	0.863 d	10.233 f
	Compost	10.487 b	4.23 a	1.3 b	16.167 b
	Vermicompost	8.077 c	3.667 b	1.033 c	14.233 c
60% FC	Contorol	5.763 f	2.103 e	0.567 e	9 g
	Compost	8.08 d	2.767 cd	1.017 c	12.5 d
	Vermicompost	6.333 ef	2.487 cde	0.86 d	10.433 ef

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Common letters in each column represents non significant difference at 5% probability level.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Akbariniya, A., A. Ghalavand, F. Safidkan, M.B. Rezai, and A. Sharifiashorabadi. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). *Journal of Research and Development*. 32: 41-61. (In Persian).
- Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards, and J.D. Metzger. 2002. Incorporation of earth worm processed organic wastes into greenhouse containermedia for production of marigolds. *Bioresource Technology*. 81(2): 103-108.
- Bajji, M., S. Lutts, and J.M. Kinet. 2000. Physiological changes after exposure toand recovery from PEG induced water deficit in callus cultures issued fromdrum wheat cultivars differing in droughtresistance. *Journal of Plant Physiology*. 156: 75-83.
- Boyer, J.S. 1987. Plant productivity and environment potential for increasing crop plant productivity, genotypic selection. *Journal of Science*. 218: 443–448.
- Caradus, J.R., and D.R. Woodfield. 1997. World checklistof white clover varieties II. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 40: 115-206.
- Clay, D.E., R.E. Engel, D.S. Long, and Z. Liu. 2001. Nitrogen and water stress interact carbon-13 discrimination in wheat. *Soil Science Society of America Journal*. 65: 1823-1828.
- Creelman, R.A., H.G. Mason, R.J. Bensen, J.S. Boyer, and J.E. Mullet. 1990. Water deficit and abscisic acid causes inhibition of shoots versus root growth in soybean seedlings: Analysis of growth, sugar accumulation and gene expression. *Plant Physiol*ogy. 92: 205-214.
- Davis, W.J., and E. Volkenburg. 1995. The influence of water deficit on the factors controlling the daily patern of growth of Bean. *Journal of Experimental Botany*. 54: 987-999.
- Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Soil and Water Research Institute. 1(2). 128 pp. (In Persian).
- French, R.J., and N.C. Turner. 1991. Water deficit change dry matter partitioning and seed yield in Narrow-Leafed Lupines (*Lupinus angustifolius* L.). *Australian Journal Research*. 42: 471-484.
- Good, A.G., and S.T. Zaplachiniski. 1994. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. *Physiologia Plantarum*. 90(1): 9-14**.**
- Hoffman, D. 2003. Medical herbalism. Canada, Healing Arts Press, 666 pp.
- Jaleel, C.A., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, H.J. Al-Jubuti, R. Somaasundrram, and R. Panneerselvam. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. *Journal of Agriculture Biology*. 11: 100–105.
- Javadi, K., K. Arzani, and H. Ebrahimzade. 2004. Evaluation of soluble carbohydrates and proline in nine Asian pear cultivars (*Pyrus serotins* R.) under water stress. *Iranian Journal of Biology*. 17(4): 369-387. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

- Jiang, Y., and N. Huang. 2001. Drought and heat sress injury to two cool-season turfgrasses in relation toantia xdant metabolism and lipid peroxidation. *Crop and Pasture Science*. 41: 436-442.
- Kafi, M., and A. Mahdavi Damghani. 2000. Mechanisms of resistance of plants to environmental stresses. University of Mashhad. 476 pp. (In Persian).
- Kjeldal, S.E. 1998. An investigation of several psychological factors impinging on the perception of fresh fruits and vegetables. Ph.D Thesis. University of New England, Australia.
- Kocheki, A., E. Zand, M. Banaiyan Aval, A. Rezvanimoghadam, and A. Mahdavidamghani. 1997. Physiologgical plant ecology. University of Mashhad. (In Persian).
- Lalande, R., B. Gagnon, R.R. Simard, and D. Cote. 2000. Soil microbial biomass and enzyme activityfollowing liquid hog manure in a long term fieldtrial. *Canadian Journal of Soil Sciences*. 80: 263-269.
- Laurence, R. 2004. Borage production for oil and gamma-linolenic acid. Rural Industries Development Corporation, Australian Government. RIRDC Nº 04/040. Available at https://rirdc.infoservices.com.au/ items/04-040 (Accessed September 2009).
- Ludlow, M.M. 1975 Effect of water stress on the decline of leaf net photosynthesis with age. *In* Environmental and Biological Control of Photosynthesis. Ed. R Marcelle. pp 123–134. Junk, The Hague.
- Mahboub Khomami, A. 2004. The effect of liquid bio-fertilizer (Vermiwash) in foliar application on dieffenbachia and Aglaonema nutrition and growth indexes. *Journal of Agricultural Sciences*. 184-188 pp. (In Persian).
- 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.
- Moran, M.S., T.R. Clarke, Y. Inoue, and A. Vidal. 1994. Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and specteral vegetation index. *Remote Sensing of Environment*. 49(3):246-263.
- Munns R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environment*. 16:15-24.
- Nilson, E.T., and D.M. Overcutt. 1996. The Physiology of plants under stress. John Wiley and Sons inc, New York. 355 pp.
- Omid Beygi, R. 2010. Production and processing of medicinal plants. Astan Quds Razavi Publications. Vol 4.1th ed. 363-364 pp. (In Persian).
- Orozco, F.H., J. Cegarra, L.M. Trujillo, and A. Roig. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using theearth worm *Eiseniafetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biologyand Fertility of Soils*. 22: 162-166.
- Pereira, J.S., and M.M. Chaves. 1993. Plant water deficits in mediteranianecosystems. In: Water deficits and plant growth. Eds. By Kozlowski, T.T. Vol. IV. pp. 237-251. Academic Press New York.

Archive of SID

www.SID.ir

- Rangana, S. 1977. Mannual for analysis of fruit and vegetable products. Tata Mc Graw Hill Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 73-76 pp.
- Rantala, P.R., K. Vaajasaari, R. Juvonen, E. Schultz, A. Joutti, and R. Makela-Kurtto. 1999. Composting forest ndustry wastewater sludges for agricultural use. *Water Science and Technology*. 40: 187-194.
- Reddy, A.R., K.V. Chiatanya, and M. Vivekanandan. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*. 161: 1189-1202.
- Rezaenejad, Y., and M. Afyuni. 2001. Effect of organic matter on soil chemical properties and corn yield and elemental uptake. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 4(4):19-29. (In Persian).
- Rotblatt, M., and I. Ziment. 2003. Evidence-based herbal medicine. Philadelphia, Hanley and Belfus Inc. 464 pp.
- Sadras, V.O., and S.P. Milroy. 1996. Soil–water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchanges: A review. *Journal of Field Crops Research*. 47: 256-266.
- Sairam, R.K., P.S. Deshmukh, and D.C. Saxena. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerance to water stress. *Journal of Biologia Plantarum*. 41(3): 387-394.
- Salehi Arjmand, H. 2005. Effect of environmental stresses on accumulation of secondary metabolites in plants. Proceedings of the National Conference on the Sustainable Development of Medicinal Plants. Publications of the Research Institute of Forests and Rangelands. 305-307 pp. (In Persian).
- Samsam Shariat, H. 2007. Medicinal plant extracts and extract active ingredients and methods of identification and evaluation. Publication Mani. Isfahan. 258 pp. (In Persian).
- Schutz, M., and E. Fangmeir. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO_2 and water limitation. *Environmental Pollution*. 114: 187-194.
- Tan, G.Q., and A. Strum. 1999. The Sucrose cleaving enzymes plants are crucial for development, growth and carbon partitioning. *Journal of Trends in Plant Science.* 4: 401- 407.
- Tomar, H.P.S. 1999. Effect of irrigation, N and P on yield and yield attributes of spring sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Tropical Agriculture.*76: 228-231.
- Turner, L.B. 1990. The extent and pattern of osmotic adjustment in white clover during the development of water stress. *Annals on Botany*. 66: 721-727.
- Wise, R.R., and A.W. Naylor. 1989. Chilling enhanced photo-oxidation, the peoxidative destruction of lipids during chilling injury tophotosynthesis and ultrasracture. *Plant Physiology*. 83: 278-282.
- Yordanov, I., and T. Tsonev. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. Special issue. 189- 206.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of Irrigation Regimes and Use of Organic Fertilizers on Qualitive and Quantitive Yield of Borage (*Borago officinalis* L.)

Rana Gholinezhad[1], Alireza Sirousmehr[2]*, and Baratali Fakheri[3]

Received: September 2015, Revised: 23 April 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

To study the effects of irrigation regimes and organic fertilizers (compost and vermicompost) on mucilage percentage and some quality characteristics of borago (*Borago officinalis*) a field experiment was conducted in a split plot arrangement based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran during 2012. Irrigation regimes were S_1: 100% FC, as control, S_2: 80% FC (moderate stress) and S_3: 60% FC (severe stress) and application of organic fertilizers: N_1: without fertilizer as control, N_2: 40 $t.ha^{-1}$ compost, N_3: 4 $t.ha^{-1}$ vermicompost were assigned to main plots and sub plots, respectively. The results showed that N, P and K, as well as the amount of chlorophyll a, carotenoid and total chlorophyll content decreased with increasing drought stress, but decreasing effects of fertilizers levels on traits were not high. Stress conditions and application of compost increased sodium percentage. By increasing drought stress, soluble carbohydrates and mucilage percent also increased. Highest mucilage percent (2.37) was obtained from moderate stress treatment. Highest total dry yield (13.48 $t.ha^{-1}$) was also due to non-stress conditions. This was not significantly different mild stress. Application of organic fertilizers, particularly compost, resulted in greater performance. It can be concluded that acceptable yield of dry borage and higher mucilage percent can be obtained from irrigation at 80 percent field capacity and use of compost in Zabol climatic condition.

Key words: Chlorophyll, Compost, Mucilage, Stress, Vermicompost.

Archive of SID

1- Former Graduate of Medicinal Plants, University of Zabol, Zabol, Iran.
2- Assistant Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
3- Associate Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
* *Corresponding Author: asirousmehr@uoz.ac.ir*

www.SID.ir