مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات ایران
جلد ١٤، شماره ٤، زمستان ١٣٩٧، صفحات ٦٨-٥٥

ISSN NO: 2008-8485

تأثیر تنش شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و میزان غلظت عناصر گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.)

The effects of salinity stress and vermicompost application on some morpho-physiological characteristics, yield and amount concentration of elements of Borago (*Borago officinalis* L.)

احمد افکاری*[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و میزان غلظت عناصر گاوزبان (*Borago officinalis* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در گلخانه ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ١٣٩٤ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل تنش شوری در چهار سطح (عدم اعمال تنش شوری به‌عنوان تیمار شاهد، چهار، هشت و ۱۲ دسی‌زیمینس بر متر کلریدسدیم) و تیمار ورمی‌کمپوست شامل چهار سطح (صفر- شاهد، پنج، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) بودند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تأثیر تیمار کودی بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار بود، هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که تیمارهای مختلف شوری سبب افزایش معنی‌دار تمام صفات اندازه‌گیری شده به‌جز غلظت فسفر شد. اثر برهمکنش تنش شوری و ورمی‌کمپوست بر صفات منیزیم، سدیم و کلر در سطح یک درصد، بر عملکرد گل خشک و محتوای کلروفیل در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها مشخص نمود که با افزایش تنش شوری مقادیر کربوهیدرات‌های محلول، پرولین، فسفر، سدیم و کلر افزایش و ارتفاع بوته، عملکرد اندام‌هوایی در بوته، عملکرد گل خشک، کلروفیل، پتاسیم و نیتروژن کاهش یافت. در این میان بیش‌ترین مقادیر صفات فیزیولوژیکی و درصد عناصر غذایی گاوزبان در تیمار ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. بنابراین، استفاده از ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی، علاوه بر افزایش رشد گیاه، می‌تواند راهکار مناسبی برای کم کردن اثرهای منفی ناشی از غلظت زیاد سدیم و کلر در خاک‌ها بر رشد گاوزبان اروپایی باشد.

کلمات کلیدی: پرولین، عناصر غذایی، کربوهیدرات، کلروفیل، کلریدسدیم.

١- استادیار فیزیولوژی گیاهی، واحد کلیبر، دانشگاه آزاد اسلامی کلیبر، ایران.
*- مسئول مکاتبات: E-mail: ahmad.afkari55@gmail.com

مقدمه

شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تأثیر گذار بر رشد گیاهان و محصولات تولیدی آن‌ها است (علوی‌متین و همکاران، ۱۳۹۴). مشکل عمده شوری برای گیاهان عالی در اثر مقادیر بیش از حد کلرید سدیم ایجاد فشار اسمزی، اختلال در جذب و انتقال یون‌های غذایی هم‌چون فسفر (Akram *al.*, 2011)، پتاسیم (Bahmaniar, 2006)، منیزیم (Hussein *et al.*, 2012) و کلسیم (Irshad *et al.*, 2002) می‌باشد. در تحقیقی گزارش شده، گاوزبان قادر است به‌طور متوسط سدیم را به میزان ۵ درصد در برگ و ساقه و حدود ۳/۱ درصد در گل آذین ذخیره کند. هم‌چنین درصد کلر در برگ و ساقه این گیاه ۷/۴۹ درصد و در گل آذین ۵/۷۸ درصد می‌باشد (Ramezani *et al.*, 2011). با توجه به اثرهای اسمزی و یونی ناشی از تنش شوری، گیاهان سازوکارهایی نظیر: تعدیل تنش اسمزی، حفظ تعادل یونی سلول و کاهش آثار سمیت یونی را به کار می‌گیرند (Yang *et al.*, 2009). برخی از محققان بیان داشتند که شوری از طریق ایجاد سمیت در خاک و برهم‌زدن تعادل مواد غذایی محلول در خاک، رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hafsi *et al.*, 2007). فرهودی (۱۳۹۲) گزارش کردند که تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار مجموع کلروفیل a و b برگ گیاهچه‌های گندم شد. لخدر و همکاران (Lakhdar *et al.*, 2009) بیان کردند که در اغلب خاک‌های شور، جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دلیل رقابت با سدیم پایین است. اضافه کردن کمپوست در چنین خاک‌هایی باعث غنی شدن ریزوسفر با عناصر غذایی ماکرو و میکرو شده و در نتیجه باعث جبران کمبود مواد غذایی می‌شود. شیخی و رونقی (۱۳۹۲) طی آزمایشی گزارش نمودند که با افزایش مقدار مصرف کلریدسدیم، غلظت نیتروژن در اندام هوایی افزایش ولی غلظت پتاسیم کاهش یافت. کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2008) گزارش نمودند که با افزایش شوری، غلظت فسفر در رقم برنج حساس به شوری افزایش، ولی در رقم برنج مقاوم به شوری کاهش یافت.

ورمی‌کمپوست یک کود بیوارگانیک و شامل یک مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد (تصدیقی و همکاران، ۱۳۹۴). هم‌چنین ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست است که‌طی یک فرایند غیر حرارتی به‌وسیله کرم تولید می‌شود و با دارا بودن یک تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولید شده در فرایند حرارتی، به‌عنوان پالاینده و اصلاح کننده مهم خاک به کار گرفته می‌شود (Paul and Metzger, 2005). هم‌چنین، وجود عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای کود ورمی‌کمپوست می‌باشد (رسولی‌صدقیانی و همکاران، ۱۳۹۴).

الیوا و همکاران (Oliva *et al.*, 2008) در یک آزمایش گلخانه‌ای مشاهده نمودند که کاربرد ورمی‌کمپوست نقش بالقوه‌ای در محدود کردن اثر منفی شوری بر گیاه تمبر هندی (*Tamarindus indica*) داشت. سالاکو و همکاران (Sallaku *et al.*, 2009) بیان داشتند که با کاربرد ورمی‌کمپوست، مقاومت به شوری به دلیل انباشت کمتر Na^+ و Cl^- در برگ گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* L.) می‌باشد، چرا که ورمی‌کمپوست در دسترس بودن K^+ را افزایش داده و در نتیجه باعث افزایش کارایی فیزیولوژیکی و رشد گیاه می‌شود. رمضانی و همکاران (Ramezani *et al.*, 2011) با بررسی تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک بر روی گیاه دارویی گاوزبان (*Echium amoenum*) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست چه به تنهایی و چه در کاربرد هم‌زمان با کودهای بیولوژیک منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد. کابوسی و نودهی (۱۳۹۵) با بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی، ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرا یط شوری نرمال، تنش متوسط و شدید را مثبت ارزیابی نمودند. چمنی و همکاران (Chamani *et al.*, 2008) مشاهده نمودند که با مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی گل اطلسی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

www.japb.kiau.ac.ir

گیاه دارویی گاوزبان گیاهی است یکساله از خانواده Boraginaceaکه دارای خواص متعدد دارویی، صنعتی و علوفه‌ای می‌باشد (امیری و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی شیمیوتاکسونومی روی گیاهان خانواده گاوزبان مشخص کرده است که بذر این گیاه دارای اسید چرب گامالینولئیک بوده و برای درمان بیماری‌های قلبی، اگزمای موضعی، دیابت و ورم مفاصل استفاده می‌گردد (کرمی و سپهری، ۱۳۹۴).

بنابراین با توجه به اهمیت دارویی، علوفه‌ای و صنعتی گیاه گاوزبان و فراوانی منابع آب و خاک شور در کشور، هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی اثر کود ورمی‌کمپوست بر برخی صفات رشدی، فیزیولوژیکی (تجمع پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و محتوای کلروفیل) و شاخص‌های کیفی (جذب منیزیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم و کلر) در اندام هوایی گاوزبان اروپایی تحت تنش شوری، جهت تعیین بیش‌ترین سطح تحمل به تنش شوری و بهترین درصد وزنی ورمی‌کمپوست می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و میزان غلظت عناصر گاوزبان (*Borago officinalis* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در گلخانه ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل تنش شوری در چهار سطح (S_1: عدم اعمال تنش شوری به‌عنوان تیمار شاهد، S_2: چهار دسی‌زیمینس بر متر کلریدسدیم، S_3: هشت دسی‌زیمینس بر متر کلریدسدیم و S_4: ۱۲ دسی‌زیمینس بر متر کلریدسدیم) به‌صورت تدریجی (۳۰ میلی‌مولار به ازای هر دور آبیاری) تا رسیدن به سطح تنش مورد نظر اعمال شد و پس از آن تا انتهای آزمایش، بر اساس سطوح شوری ذکر شده، آبیاری شدند. تیمار ورمی‌کمپوست شامل چهار سطح (V_1: صفر درصد وزنی خاک گلدان بر حسب وزن خشک- شاهد، V_2: پنج درصد وزنی خاک گلدان بر حسب وزن خشک، V_3: ۱۰ درصد وزنی خاک گلدان بر حسب وزن خشک و V_4: ۱۵ درصد وزنی خاک گلدان بر حسب وزن خشک) بودند.

آزمایش در شرایط کنترل‌شده حرارتی و نوری انجام گرفت، به‌طوری که دمای روز و شب به‌ترتیب در حد ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. بذر گیاه گاوزبان رقم اروپایی از منابع معتبر از شهرستان اردبیل تهیه شد. قبل از کاشت بذور مقدار ورمی‌کمپوست برای هر گلدان محاسبه شده و با خاک گلدان مخلوط گردید کاشت در تاریخ ۲۵ اسفند ۱۳۹۴ انجام گرفته و بعد از سبز شدن، بوته‌ها در طی دو مرحله تنک گردیده و نهایتاً در داخل هر گلدان چهار بوته نگهداری شد. حدود هشت هفته پس از کاشت (مرحلهٔ شش تا هشت برگی شدن بوته‌ها) تنش شوری اعمال گردید.

پیش از پر کردن گلدان‌های پلاستیکی، مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و ورمی‌کمپوست مورد استفاده اندازه‌گیری گردید و بر اساس آزمون مواد غذایی خاک، مقدار کود مورد نیاز مشخص شد. هر واحد آزمایشی از یک گلدان با ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر و قطر نه سانتی‌متر تشکیل شد و چهار بذر در هر گلدان کاشته شد که پس از اطمینان از سبز شدن به دو گیاهچه تقلیل یافت. نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست و روش اندازه‌گیری آن‌ها در جدول (۱ و ۲) آمده است.

گیاهان به مدت دو هفته تا سبز شدن بدون سطوح شوری و پس از این زمان، مطابق تیمارهای آزمایشی (سطوح مختلف شوری) آبیاری شدند. از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گل‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی به‌صورت روزانه برداشت و وزن تر و خشک گل‌ها اندازه‌گیری شد. مجموع وزن خشک گل‌ها در طی دوره گلدهی به‌عنوان عملکرد گل در نظر گرفته شد. در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحله رسیدگی دانه‌ها و خشک شدن اندام هوایی گیاه، تعدا دو بوته از هر گلدان به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، عملکرد اندام هوایی و عملکرد گل خشک به‌دست آمد.

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول ابتدا ۰/۲ گرم بافت سبز به همراه ۱۰ سی‌سی الکل اتانول ۹۵ درصد (یا پنج سی‌سی اتانول ۹۶ درصد) را در لوله‌های آزمایش در بسته قرار داده و به مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد

www.japb.kiau.ac.ir

حرارت داده شد و پس از سرد شدن یک سی‌سی از نمونه را برداشته و به آن یک سی‌سی فنل ۰/۵ درصد و پنج سی‌سی اسید سولفوریک ۹۸ درصد اضافه گردید. میزان نور جذبی در ۴۸۳ نانومتر در اسپکتوفتومتری یادداشت و میزان کربوهیدرات استخراجی بر اساس میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر از جدول استاندارد استخراج گردید (Irigoyen *et al.*, 1992).

برای اندازه‌گیری پرولین برگ، ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگ تَر در ۱۰ میلی‌متر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به‌وسیله هاون، هموژن شده و عصاره حاصل صاف گردید. دو میلی‌لیتر اسید استیک و دو میلی‌لیتر ناین هیدرین به دو میلی‌متر از عصاره صاف شده فوق، اضافه شد. محلول حاصل به مدت یک ساعت در حمام آب و در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. غلظت پرولین نمونه‌ها در تولوئن با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در نهایت با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت‌های مختلف پرولین، بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تَر محاسبه شد (Bates *et al.*, 1973).

مقدار کلروفیل کل به وسیله دستگاه کلروفیل سنج دستی (مدلCCM200) اندازه‌گیری شد (Rangana, 1977). مقادیر سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر قرائت و در نهایت با کمک جدول استاندارد، مقادیر این دو عنصر بر اساس میلی‌گرم در گرم ماده خشک محاسبه شدند. ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتر کردن با فروس آمونیوم سولفات تعیین گردید (Nelson and Sommers, 1996). فسفر به روش مولیبدات- وانادات (روش زرد) در طول موج ۴۲۰ نانومتر با دستگاه طیف سنجی (Kuo, 1996) و مقدار کلر با روش جذب اتمی به‌دست آمد (Rayan *et al.*, 2001). برای اندازه‌گیری نیتروژن از دستگاه کجلدال استفاده شد (Kjeldal, 1998).

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر شوری بر غلظت عناصر

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثر شوری بر غلظت منیزیم، سدیم و کلر در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت پتاسیم و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و بر غلظت فسفر معنی‌دار نبود. ولی اثر ورمی‌کمپوست بر غلظت پتاسیم، نیتروژن، فسفر، منیزیم و کلر در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت سدیم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر برهمکنش شوری و ورمی‌کمپوست بر غلظت منیزیم، سدیم و کلر در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت پتاسیم، فسفر و نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج نشان داد، افزایش شوری تا سطح ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش معنی‌داری در میزان سدیم و کلر بافت گیاهی گاوزبان شده است (جدول ۵) که این امر حاکی از آن است که در شوریهای بالاتر امکان جذب بیشتر کلر و سدیم از خاک توسط گیاه وجود ندارد و گیاه تا سطح معینی از شوری قادر به جذب این یونها می‌باشد. در واقع، علت کاهش جذب پتاسیم در شرایط شور، انتقال کاتیون‌ها و یون‌های سدیم با یک پروتئین مشترک است که یون سدیم برای انتشار به درون سلول با یون پتاسیم رقابت می‌نماید (رشتبری و علیخانی، ۱۳۹۱). بنابراین بیش‌ترین غلظت سدیم (۹/۶۱ درصد) در سطح شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم) و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و کم‌ترین غلظت سدیم (۱/۱۲ درصد) در سطح شاهد (صفر دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم) و ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست مشاهده شد. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت، گیاه گاوزبان قادر است یون سدیم و کلر را با غلظت‌های بالا از محیط ریشه جذب کرده و به قسمت‌های هوایی انتقال داده و سپس در واکوئل‌ها به‌منظور تنظیم اسمزی ذخیره کند. با افزایش تنش شوری میزان جذب سدیم و کلر در گیاه افزایش می‌یابد مقدار سدیم در سطح ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به بالاترین مقدار خود رسیده است که با سطوح دیگر اختلاف معنی‌داری دارد. به‌نظر می‌رسد گاوزبان از طریق تجمع سدیم و کلر

www.japb.kiau.ac.ir

در بافت خود قادر است با شوری مقابله کند (Babakhanzade Sajirani *et al.*, 2011). علوی‌متین و همکاران (۱۳۹۴) گزارش نمودند که در ارقام گندم، رقم یاواروس نسبت به رقم بهرنگ علی‌رغم غلظت بالای سدیم برگ در شرایط شوری، عملکرد دانه تا حدودی بالاتر است که این امر می‌تواند به‌دلیل وجود سایر سازوکارهای تحمل به شوری نظیر انباشت یون در واکوئل باشد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین غلظت کلر (۱۲/۰۶ درصد) در سطح ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و کم‌ترین غلظت کلر (۰/۴۴ درصد) در سطح شاهد (صفر دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم) و ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۷).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با اعمال تنش، میزان منیزیم در گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین بیش‌ترین غلظت منیزیم (۰/۷۱۵ درصد) در سطح شاهد (صفر دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم) و ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست و کم‌ترین غلظت منیزیم (۰/۲۵۹ درصد) در ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مصرف پنج، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست در مقایسه با سطح بدون کاربرد آن به ترتیب موجب افزایش غلظت نیتروژن به میزان ۲/۳، ۲/۸۲ و ۴/۶۴ درصد، فسفر ۲/۳، ۴/۱ و ۶/۴۳ درصد و پتاسیم ۳/۶۵، ۵/۵۱ و ۷/۲۲ درصد در اندام هوایی گردید (جدول ۶). هم‌چنین نتایج نشان داد که تنش شوری درصد پتاسیم، نیتروژن و فسفر موجود در گیاه گاوزبان را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. بنابراین بیش‌ترین غلظت پتاسیم، نیتروژن و فسفر به‌ترتیب با میانگین (۵/۳۴ درصد، ۲/۷۴ درصد و ۰/۹۲۷ درصد) از تیمار شوری شاهد (صفر دسی‌زیمنس بر متر) و به‌دست آمد (جدول ۵). شوری همراه با کاهش تولید ماده خشک، جذب نیتروژن را نیز کاهش می‌دهد. این کاهش ممکن است ناشی از اثر آنتاگونیسمی یون کلر در جذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به‌دلیل کاهش جذب توسط گیاه باشد. کاهش غلظت نیتروژن کل برگ درنتیجه کاهش غلظت نیترات در برگ است. درمجموع به‌دلیل فرایند معدنی شدن مواد آلی، نیتروژن به تدریج به شکل قابل جذب گیاه در می‌آید و سبب فراهمی کافی و مداوم در طول دورهٔ رشد گیاه می‌شود. کاهش نیتروژن در سطوح شوری بالا می‌تواند به‌دلیل کاهش جذب نیتروژن در محیط شور، به‌علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک، کاهش جذب نیترات در اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط ریشه و کاهش فعالیت نیتراتی شدن در خاک باشد (کلهر و همکاران، ۱۳۹۷). در اکثر موارد، شوری باعث کاهش غلظت فسفر در بافت‌های گیاهی می‌شود. یکی از دلایل کاهش جذب فسفر در شرایط شور، قدرت یونی محلول و کاهش فعالیت یون فسفات است، از طرف دیگر رقابت یون کلر با یون فسفات در فرایند جذب ریشه‌ای از دلایل دیگر کاهش جذب فسفر در اثر شوری است (Garattan, 2002). دلیل دیگر کاهش جذب فسفر احتمالاً وجود یون‌های کلسیم و منیزیم در محیط ریشه است که موجب غیرفعال شدن فسفر در خاک می‌شود. بالا بودن قدرت یونی محیط‌های شور نیز عامل دیگری برای کاهش فعالیت در خاک است (Awad *et al.*, 1990). با توجه به اینکه فسفر یک عنصر غیر متحرک است می‌توان کاهش جذب آن را به کاهش طول ریشه این گیاه در شرایط شوری نسبت داد. از آنجایی که انتقال مواد فتوسنتزی در داخل گیاه به فسفر نیازمند است، لذا کاهش میزان جذب فسفر در تنش شوری، می‌تواند منجر به کاهش انتقال این‌گونه مواد به اندام‌های رویشی و در نهایت کاهش عمومی رشد گیاه گردد (Awad *et al.*, 1990). کاهش غلظت پتاسیم بافت‌های گیاهی می‌تواند به‌دلیل رقابت آن با سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشای پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (Chartzoulakis, 2005). تأثیر نامطلوب شوری

www.iapb.kiau.ac.ir

آب آبیاری در جذب فسفر در اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) نیز گزارش گردیده است (شیخی و رونقی، ۱۳۹۲). عدم تأثیر کودهای آلی و شیمیایی در کاهش تنش شوری بر عنصر فسفر در گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.) نیز گزارش گردید (بیژنی و همکاران، ۱۳۹۴). با افزایش شوری میزان سدیم برگ گیاه گل زلف عروس (*Amaranthus tricolor* L.) افزایش یافت و از ۰/۲ درصد در تیمار شاهد به ۱/۳ درصد در تنش شدید (۳۰۰ میلی‌مولار) رسید (کمالی و همکاران، ۱۳۹۳). در شرایط تنش، جذب یون پتاسیم کاهش یافته و گیاه با کمبود این یون روبرو می‌شود. نتایج بدست آمده در مورد یون پتاسیم با نتایج باجی و همکاران، (Baji *et al.*, 2000) بر روی کالوس گندم همخوانی دارد. در بررسی اثر برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری بر رشد آفتابگردان، احمد و جابن (Ahmad and Jabeen, 2009) مشاهده کردند که ورمی‌کمپوست اثر منفی شوری را کاهش داد. چمنی و همکاران (Chamani *et al.*, 2008) مشاهده نمودند که با مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی گل اطلسی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. طی گزارش پانت و همکاران (Pant *et al.*, 2009)، با مصرف ورمی‌کمپوست چای، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی کلم در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. نتایج آزمایش ارشاد و همکاران (Irshad *et al.*, 2002) نشان داد که غلظت پتاسیم در اندام هوایی ذرت با کاربرد شوری افزایش یافت. در حالی‌که نتایج کایا و همکاران (Kaya *et al.*, 2002) نشان داده که غلظت پتاسیم در کاهو تحت شرایط شوری کاهش یافته است. هم‌چنین کم‌ترین غلظت پتاسیم و نیتروژن به‌ترتیب با میانگین (۰/۳۷ درصد و ۰/۵۴ درصد) از سطح شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)، و کم‌ترین غلظت فسفر با میانگین (۰/۳۲۱ درصد) از تیمار شاهد (بدون تنش) به‌دست آمد (جدول ۶). شیخی و رونقی (۱۳۹۲) گزارش کردند که اثر ورمی‌کمپوست و کلریدسدیم بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) معنی‌دار بود، ولی اثر برهمکنش ورمی‌کمپوست و کلریدسدیم بر غلظت این عناصر معنی‌دار نبود. بسیاری از تحقیقات نیز حاکی از کاهش محتوای پتاسیم و نیتروژن گیاهان مورد مطالعه در آزمون‌های شوری است (Ramezani *et al.*, 2011). طی آزمایشی روی گیاه دارویی گاوزبان، تیمارهای کودی شامل دو سطح ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار از ورمی‌کمپوست، استفاده شد، نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش سطوح کاربرد ورمی‌کمپوست میزان غلظت عناصر غذایی افزایش یافت که بیش‌ترین آن در تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار مشاهده گردید (Ahmad Abdi *et al.*, 2012).

تأثیر شوری بر صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش شوری، ورمی‌کمپوست و برهمکنش آن‌ها در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل داشتند در صورتی‌که تیمارهای ورمی‌کمپوست و تنش شوری هر کدام به تنهایی در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، عملکرد اندام هوایی در بوته، کربوهیدرات و پرولین داشت (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تنش شوری و کود ورمی‌کمپوست نشان داد که بیش‌ترین عملکرد گل خشک (۳۸۲۷/۳۶ گرم در متر مربع) و کلروفیل (۱۹/۸۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) از تیمار (صفر دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم و ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست) و کم‌ترین عملکرد گل خشک (۱۱۲۴/۷۴ گرم در متر مربع) و کلروفیل (۳/۶۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر) از تیمار (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست) به‌دست آمد (جدول ۷). به‌طورکلی با افزایش شدت تنش شوری محتوای کلروفیل برگ و عملکرد گل خشک کاهش یافت. با توجه به نتایج، می‌توان گفت که سطوح کم شوری (تا حد ۴ دسی‌زیمنس بر متر) باعث تحریک گلدهی بیش‌تر گیاه شده، هم‌چنین گلدهی گیاه گاوزبان تا سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تحت تأثیر شوری واقع نشده ولی با افزایش شوری کاهش معنی‌داری در تعداد گل در بوته مشاهده می‌گردد، به‌طوری که در

www.iapb.kiau.ac.ir

شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کم‌ترین تعداد گل در بوته مشاهده می‌شود. به‌طورکلی با افزایش شدت تنش شوری محتوای کلروفیل برگ و عملکرد گل خشک کاهش یافت. در یک پژوهش ارزیابی اثر بسترهای حاوی کشت ورمی‌کمپوست، کمپوست و کود دامی تحت شرایط تنش خشکی در گیاه اطلس ایرانی (*Petunia spp.*) بررسی و مشاهده شد که بیش‌ترین وزن تر تک گل در هر بوته نیز با کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست، کمپوست و کود دامی به‌ترتیب ۲۶/۱۶، ۹/۶۵ و ۸/۴۰ درصد نسبت به شاهد در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی افزایش یافت (گلدانی و کمالی، ۱۳۹۵). نتایج حاصل از اندازه‌گیری کلروفیل کل برگ‌ها، روند کاهش تدریجی را همراه با افزایش تنش شوری نشان داد کاهش این رنگیزه‌های مهم فتوسنتزی می‌تواند به‌علت اختلال در جذب عناصر غذایی ضروری در سنتز رنگیزه‌های فتوسنتزی باشد. در این بررسی در اثر تنش، میزان کلروفیل به شدت کاهش یافت به‌نظر می‌رسد که کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش، به‌علت افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن باشد، که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد (Schutz and Fangmeir, 2001). عموماً مقدار کلروفیل با افزایش شوری کاهش می‌یابد. این کاهش ممکن است به‌دلیل تشکیل آنزیم‌های پروتئینی همچون کلروفیلاز که واکنشی به کاهش کلروفیل است یا صدمه به دستگاه فتوسنتزی باشد (Dogan, 2011). هم‌چنین، کاهش کلروفیل به علت ممانعت یون‌های نمک از بیوسنتز مجدد پروتئین‌ها و تأثیر مخرب آن‌ها بر ساختار کلروپلاست است (Jaleel *et al.*, 2007). طرفی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) همه تیمارهای تلقیحی نسبت به شاهد میزان کلروفیل a را افزایش دادند. ویسانی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثر کودهای زیستی بر میزان کلروفیل گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) اظهار داشتند که بیش‌ترین میزان کلروفیل در تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد ولی بین این تیمار و تیمار کودهای زیستی نیتروکسین و نیتروکسین+ فسفات بارور-۲ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد.

نتایج مقایسه میانگین داه‌ها نشان داد که با افزایش تنش شوری از ارتفاع بوته و عملکرد اندام هوایی در بوته گیاه گاوزبان اروپایی کاسته شد. بنابراین بالاترین ارتفاع بوته با میانگین (۹۹/۷۳ سانتی‌متر) و عملکرد اندام هوایی در بوته (۲۹۷/۳۹ گرم) از تیمار شاهد و کم‌ترین ارتفاع بوته با میانگین (۶۸/۵۲ سانتی‌متر) و عملکرد اندام هوایی در بوته (۱۷۰/۸۱ گرم) از تیمار S_4 (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم) به‌دست آمد (جدول ۵). تحقیقات نشان می‌دهد در اثر تنش شوری ارتفاع گیاه خیلی سریع‌تر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد، زیرا تجمع ماده خشک، حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتز کننده گیاهی می باشد (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱).

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری بر کربوهیدرات و پرولین نشان داد که با افزایش سطح تنش شوری از شاهد شوری (صفر دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم) به سطح شوری ۱۲دسی‌زیمنس بر متر کلریدسدیم بر میزان تجمع کربوهیدرات و پرولین در بافت سبز برگ افزوده شد. بنابراین بیش‌ترین میزان کربوهیدرات و پرولین به‌ترتیب با میانگین (۳/۳۸۴ میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر و ۳۴/۷۲۱ میکرومول در گرم وزن تر) از تیمار S_4 (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و کم‌ترین مقدار کربوهیدرات و پرولین با میانگین (۱/۳۳۷ میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر و ۱/۶۴۲ میکرومول در گرم وزن تر) از تیمار شاهد (بدون تنش) به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج نشان داد که بالاترین مقدار کربوهیدرات با میانگین (۳/۸۹۲ میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر) از تیمار V_4 (۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست) و کم‌ترین مقدار کربوهیدرات با میانگین (۱/۶۱۴ میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر) از تیمار V_1 (عدم استفاده از کود ورمی‌کمپوست) به‌دست آمد (جدول ۶). این افزایش در میزان کربوهیدرات نقش بسیار مهمی در افزایش پتانسیل اسمزی دارد. زیرا کربوهیدرات‌های محلول به‌عنوان تنظیم کننده اسمزی نقش مهمی بازی می‌کنند. کابوسی و نودهی (۱۳۹۵) گزارش کردند که با افزایش تنش شوری تا ۳۰۰ میلی‌مولار، میزان کربوهیدرات برگ در گیاه کلزا ۶۲ درصد افزایش نشان داد.

www.iapb.kiau.ac.ir

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، می‌توان بیان کرد که تنش شوری تأثیرات منفی متفاوتی بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه می‌گذارد. بنابراین با افزایش تنش شوری مقادیر کربوهیدرات‌های محلول، پرولین، سدیم و کلر افزایش و ارتفاع بوته، عملکرد اندام هوایی و عملکرد گل خشک، فسفر، منیزیم، کلروفیل، پتاسیم و نیتروژن کاهش یافت. بنابراین، استفاده از ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی، علاوه بر افزایش رشد گیاه، می‌تواند راهکار مناسبی برای کم کردن اثرهای منفی ناشی از غلظت زیاد سدیم و کلر در خاک‌ها بر رشد گاوزبان باشد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of the experiment site

شنSand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	نیتروژن N (%)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	منگنز M (ppm)	آهن Fe (ppm)	روی Zn (ppm)	کربن آلی O.C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$
41	27	32	0.06	185	12	3.1	2.2	4.8	1.40	7.1	1.8

جدول ۲- برخی از مشخصات ورمی‌کمپوست مورد استفاده

Table 2- Some of the characteristics of vermicompost used

خصوصیات characteristic	رطوبت humidity (%)	پتاسیم Posphorus (ppm)	فسفر Posphorus (ppm)	منگنز Manganese (ppm)	سدیم Sodium (ppm)	مولیبدون Molibdon (%)	هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$
Vermicompost	25-30	0.9	0.7	0.83	674	34	3.2

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات اندازه‌گیری شده در گاوزبان

Table 3- Average square of analysis variance of some traits in Brago

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	کلر Chlorine	منیزیم Magnesium	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium
تکرار Replication	3	0.02^{ns}	0.02^{ns}	0.02^{ns}	0.00	0.02^{ns}	0.07^{ns}
شوری Salinity	3	2.02^{*}	0.31^{ns}	10.15^{**}	0.14^{**}	25.39^{**}	5.62^{*}
ورمی‌کمپوست Vermicompost	3	5.27^{**}	0.85^{**}	359.5^{**}	0.19^{**}	104.56^{*}	48.41^{**}
شوری × کود S×V	9	0.19^{ns}	0.03^{ns}	0.15^{**}	0.07^{**}	0.68^{**}	0.36^{ns}
خطا Error	48	0.07	0.000	0.09	0.00	0.06	0.04
ضریب تغییرات (C.V)	-	8.59	11.08	8.17	4.45	13.48	7.41

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** no significant differences, significant at the 5 and 1 % probadility level, respectively.

جدول ۴- میانگین مربعات حاصل از نتایج واریانس برخی صفات اندازه‌گیری شده در گاوزبان

Table 4- Mean square for analysis of variance of some traits in Brago

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	کلروفیل Chlorophyll	کربوهیدرات Carbohydrate	پرولین Proline	عملکرد گل خشک Dry flower yield	عملکرد اندام‌های هوایی در بوته Yield of the air organs in the plant
تکرار Replication	3	219.93^{ns}	0.02^{ns}	0.02^{ns}	0.07^{ns}	94412^{ns}	11.67^{ns}
شوری Salinity	3	39.48**	0.09*	25.39**	5.29**	11.84*	46.19**
ورمی‌کمپوست Vermicompost	3	611.4**	7.34*	104.56*	1.357**	118635**	3189.62**
شوری × کود V×S	9	147.78^{ns}	0.098*	0.68**	0.04^{ns}	200718*	9126.54^{ns}
خطا Error	48	81.48	0.02	0.06	0.02	261654	284.31
ضریب تغییرات (C.V)	-	8.43	9.58	13.48	13.72	12.71	9.24

ns، * و**: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: Non-significant Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

japb.kiau.ac.ir

جدول ۵- اثرات ساده شوری بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه گاوزبان

Table 5- The simple effects of salt stress on some traits in Brago

ورمی‌کمپوست Vermicompost (Wt%)	فسفر Phosphor (%)us	پتاسیم Potassium (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	پرولین Proline	کربوهیدرات Carbohydrate	عملکرد اندام‌های هوایی در بوته Yield of the air organs in the plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)
V_1=0	0.152c	0.87d	0.68c	30.86a	1.614c	121.53c	78.46c
V_2=5	0.348b	3.16c	1.67b	20.41b	2.861b	148.92b	86.57b
V_3 =10	0.617ab	4.78b	1.92b	7.62c	3.354a	213.64ab	91.37ab
V_4=15	0.978a	6.28a	3.15a	1.23d	3.792a	252.84a	97.62a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column by similar letter(s) are not significant different.

جدول ۶- اثرات ساده کود ورمی‌کمپوست بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه گاوزبان

Table 6- The simple effects of vermicompost stress on some traits in Brago

شوری Salinity $dS.m^{-1}$	فسفر Phosphor (%)us	پتاسیم Potassium (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	پرولین Proline	کربوهیدرات Carbohydrate	عملکرد اندام‌های هوایی در بوته Yield of the air organs in the plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)
S_1=0	0.927a	5.34a	2.74a	1.642d	1.337c	279.39a	99.73a
S_2=4	0.587b	2.82b	1.68b	8.671c	2.672b	268.41b	86.27b
S_3 =8	0.321c	1.21c	1.39bc	21.484b	2.943ab	231.63ac	79.34ac
S_4=12	0.101d	0.37d	0.54c	34.721a	3.384a	170.81d	68.52d

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تنش شوری و ورمی‌کمپوست بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در گیاه گاوزبان

Table 7- Interaction effects of salt stress and vermicompost on on some traits in Brago

منیزیم Magnesium (%)	سدیم Sodium (%)	کلر Chlorine (%)	کلروفیل Chlorophyll ($mg.g^{-1}WF$)	عملکرد گل خشک Dry flower yield ($gr.m^2$)	ورمی‌کمپوست Vermicompost (Wt%)	شوری Salinity $dS.m^{-1}$
0.379^{d}	3.09^{c}	1.93^{d}	10.52^{c}	2381.47^{c}	0	
0.543^{d}	1.76^{d}	1.24^{e}	14.21^{b}	2967.54^{b}	5	S_1=0
0.601^{b}	1.66^{d}	0.81^{f}	16.89^{a}	3394.08^{ab}	10	
0.715^{a}	1.12^{d}	0.44^{f}	19.85^{a}	3827.36^{a}	15	
0.379^{d}	5.22^{b}	5.32^{c}	11.07^{c}	2129.43^{c}	0	
0.413^{cd}	4.17^{bc}	4.29^{c}	14.72^{b}	2783.35^{b}	5	S_2=4
0.514^{c}	3.28^{c}	3.98^{c}	16.96^{a}	3197.52^{b}	10	
0.582^{bc}	1.96d	2.74^{d}	17.12^{a}	3614.61^{a}	15	
0.409^{cd}	8.31^{a}	11.16^{a}	7.91^{d}	1631.59^{d}	0	
0.432^{cd}	8.17^{a}	10.44^{a}	11.19^{c}	2084.08^{cd}	5	S_3=8
0.488^{cd}	7.31^{ab}	9.31^{ab}	12.02^{bc}	2573.41^{bc}	10	
0.519^{c}	6.01^{b}	8.47^{b}	16.13^{ab}	3052.78^{b}	15	
0.259^{e}	9.61^{a}	12.06^{a}	3.61^{e}	1124.74^{e}	0	
0.321^{de}	7.38^{ab}	11.39^{a}	4.52^{e}	1672.69^{d}	5	S_4=12
0.372^{d}	6.02^{b}	10.89^{a}	6.08^{d}	2071.31^{cd}	10	
0.392^{d}	4.59^{bc}	9.12^{ab}	7.82^{d}	2507.48^{bc}	15	

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column by similar letter(s) are not significant different

References

فهرست منابع

امیری، م. ب.، پ. رضوانی مقدم و م. جهان. ١٣٩٥. مطالعه صفات مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد گاوزبان ایرانی(*Echium amoenum*) در شرایط کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و تراکم‌های مختلف گیاهی. علوم باغبانی ایران. ۴۷(): ۵۵- ۶۹.

بیژنی، م.، پ. یداللهی.، م. جیدری.، م. لطیفی.، م. ر. اصغری پور و م. رمرودی. ١٣٩٤. تأثیر آبیاری با آب شور و کودهای آلی و شیمیایی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۲: ۱۲۴-۱۴۱.

تصدیقی، ح. م.، ا. صالحی.، م. موحدی دهنوی و ی. بهزادی. ١٣٩٤. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس بابونه آلمانی با کاربرد ورمی‌کمپوست و سطوح آبیاری مختلف. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵(۳): ۷۸-۶۱.

رسولی‌صدقیانی، م. ح.، ن. مرادی، و ر. حمزه‌نژاد. ١٣٩٤. تأثیر نوع و نسبت ورمی‌کمپوست بر برخی شاخص‌های رشد و غلظت عناصر غذایی در گوجه فرنگی در شرایط گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۶(۲۴): ۱۲۷-۱۱۵.

رشتبری، م و ح. علیخانی. ١٣٩١. اثر و کارایی کمپوست جامد زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات مورفو فیزیولوژیکی و عملکرد کانولا در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۲): ۱۱۳-۱۲۷.

شیخی، ج، و ع. م. رونقی. ١٣٩٢. اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۴(۱۳): ۹۲-۸۱.

طرفی، و.، دانش‌شهرکی، ع و ک. سعیدی. ١٣٩٤. اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر صفات مرفولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو(*Dracocephalum moldavica* L.). تولیدات گیاهی(مجله علمی کشاورزی). ۳(۳۹): ۹۱-۱۰۰.

علوی‌متین، س. م.، راهنما، ا و م. مسکرباشی. ١٣٩٤. تأثیر کاربرد پتاسیم بر فعالیت برخی آنزیم های آنتی اکسیدان دو رقم گندم دوروم در شرایط شوری. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۲(۳۹): ۵۷-۶۸.

فرهودی، ر. ١٣٩٢. بررسی اثر تنش شوری بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک نه رقم گندم در مرحله رشد رویشی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵(۲۰): ۸۶-۷۱..

کابوسی، ک و ا. نودهی. ١٣٩٥. اثر سطوح تنش شوری بر صفات کمی و کیفی ارقام مختلف کلزا در شرایط کاربرد ورمی کمپوست. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۳(۹): ۱۵۱-۱۳۳.

کرمی، ا و ع. سپهری. ١٣٩٤. اثر کم‌آبیاری و کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات رشدی و کارآیی مصرف آب بر گاوزبان. تولیدات گیاهی(مجله علمی کشاورزی). ۱ (۳۸): ۹۱-۱۰۲.

کلهر، م.، م. دهستانی اردکانی.، م، شیرمردی.، و ج. غلام‌نژاد. ١٣٩٧. پاسخ گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) به اثرات متقابل تنش شوری و مواد آلی اصلاح کننده خاک. تنش های محیطی در علوم زراعی. ۴ (۱۱): ۱۰۰۵-۱۰۲۱.

www.iapb.kiau.ac.ir

کمالی، م.، م. شور.، ع. تهرانیفر، م. گلدانی و ی. سلاحورزی. ۱۳۹۳. اثر تنش شوری و افزایش دی اکسید کربن بر تجمع پرولین، کربوهیدرات و سایر صفات مورفوفیزیولوژیک گل زلف عروس(*Amaranthus tricolor* L.) علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۵(۲۰): ۲۲۹-۲۳۹.

گلدانی،م و م. کمالی. ۱۳۹۵. ارزیابی اثر بسترهای کشت حاوی ورمی‌کمپوست، کمپوست و کود دامی تحت شرایط تنش خشکی در گیاه اطلس ایرانی (*Petunia* spp.). تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳ (۳۹): ۱۰۰-۹۱.

میرمحمدی میبدی، س. ع. م.، و ب. قره یاضی.۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۲۴۷ صفحه.

ویسانی, و.، س. رحیم زاده. و ی. سهرابی. ۱۳۹۱. تأثیر کودهای بیولوژیک بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر و معطر ایران. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۸(۱): ۸۷-۷۳.

Ahmad Abadi, Z., M. Ghajar Sepanlou and M. A. Bahmanyar. 2012. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage *(Borago officinalis*). Journal of Crops Improvement. 13(2): 1-12.

Ahmad, R. and N Jabeen. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany. 41(3): 1373-1384.

Akram, G., M. Ashraf and F. Al-Qurainy. 2011. Aminolevulinic acid induced change in yield and seed-oil of sunflower (*Helianthus annus* L.) plants under salt stress. Pakistan Journal of Botany. 43(6): 2845-2852.

Ashraf, M., N. Mukhtar., S. Rehmanand and E. S. Rha. 2004. Salt-indused changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishops weed (*Ammi majus* L.). Photosynthetic Journal. 42(4): 543-550.

Awad, A. S., D. G. Edward and L .C. Campbell. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Science. 30: 123- 128.

Babakhanzade Sajirani, E., M. J. Shakouri and S. Mafakheri. 2011. Borage (*Borago officinalis* L.) Germination under Saline Condition. Annals of Biological Research. 2(6):414-416.

Bahmaniar, M. A. 2006. The interactive effects of saline irrigation water, potassium and gypsum on mineral nutrient accumulation and grain protein content of wheat (*Triticum aestivium* L.). Journal Agronomy. 5 (2): 257-261.

Bajji, M., S. Lutts and J. Kinet. 2000. Physiological changes after exposure to and recovery from PEG induced water deficit in callus cultures issued from drum wheat cultivars differing in drought resistance. Journal Plant Physiology. 156: 75-83.

Bates, L. S., S. P. Waldren and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.

Chamani, E., D. C. Joyce and A. Reihanytabar. 2008. Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose'. Am-Euras Journal Agriculture Environment Science. 3(3): 506-512.

Chartzoulakis, K. 2005. Salinity and olive: growth salt tolerance photosynthesis and yield. Agriculture Water Managemet. 78: 108–121.

Dogan, M. 2011. Antioxidative and proline potential as a protective mechanism in soybean plants under salinity stress. African Journal of Biotechnology. 10: 5972-5978.

www.jpb.kiau.ac.ir

Hussein, O. S., A. H. Hanafy Ahmed., A. R. Ghalaband and A. M. El Henfy. 2012. Some active ingredients from irradiated *Ambrosia maritime* seeds growing under different soil salinity levels. American Journal of Plant Physiology. 7(2):70-83.

Hafsi, C., A. Lakhdar., M. Rabhi., A. Debez., C. Abdelly and Z. Ouerghi. 2007. Interactive effects of salinity and potassium availability on growth, water status, and ionic composition of (*Hordeum maritimum* L.). Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 170: 469-473.

Irigoyen, j. j., D. W. Emerich and M. Sanchez-Dias. 1992. water stress induced changes in concentrations of prolin and total soluble sugars in nodu lated alfalfa (*Medicago sativa*). Plants Physiology. 84: 55-60.

Irshad, M., S. Yamamoto., A. E. Eneji., T. Honna and T. Endo. 2002. Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. Journal Plant Nutrition. 25(1): 189–200.

Jaleel, C. A., P. Manivannan., G. M. A. Lakshmanan., R. Sridharan and R. Panneerselvam. 2007. NaCl as a physiological modulator of proline metabolism and antioxidant potential in *Phyllanthus amarus*. Comptes Rendus Biologies. 330: 806-813.

Jiang, Y. and N. Huang. 2001. Drought and heat sress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antiaxdant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science, 2001. 41: 436-442.

Kaya, C., D. Higgs and E. Sakar. 2002. Response of two leafy vegetables grown at high salinity to supplementary potassium and phosphorus during different growth stages. Journal Plant Nutrition. 25: 2663-2676.

Kjeldal, S. E. 1998. An investigation of several psychological factors impinging on the perception of fresh fruits and vegetables. Unpublished PhD Thesis. University of New England, Australia.

Kumar, V., V. Shriram., T. D. Nikam., N. Jawalib and M.G. Shitole. 2008. Sodium chloride-induced changes in mineral nutrients and proline accumulation in Indica rice cultivars differing in salt tolerance. Journal Plant Nutrition. 31: 1999-2017.

Kuo, S. 1996. Phosphorus. PP. 869-920. In: Sparks et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., Am . Soc. Agron., Madison,. WI.

Lakhdar, A., M. Rabhi., T. Ghnaya., F. Montemurro., N. Jedidi and C. Abdelly. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Journal Hazard Materials. 171: 29-37.

Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. PP. 961-1010. *In:* Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Science Agrony.

Oliva, M. A., R. Rincón., E. Zenteno., A. Pinto., L. Dendooven and F. Gutiérrez. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botanica. 65(1): 10-17.

Pant, A. P., T. J. K. Radovich., N. V. Hue., S. T. Talcott and K. A. Krenek. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv.) grown under vermicompost and chemical fertiliser. Journal Science Food Agriculture. 89(14): 2383-2392.

Paul, L. C. and J. D. Metzger. 2005. Impact of vermicompost on vegetable transplant quality. Horticultural Science. 40(7): 2020-2023.

Ramezani, E., M. Ghajar Sepanlou and H. A. Naghdi Badi. 2011. The effect of salinity on the growth morphology and physiology of *Echium amoenum* Fisch. African Journal of Biotechnology. 10(44): 8765-8773.

Rangana, S. 1977. Mannual for analysis of fruit and vegetable products. Tata McGraw Hill Co. Pvt.Ltd., New Delhi. pp. 73-76.

Rayan, J. R, G. Estefan and A. Rashid. 2001. Soil and plant analysis laboratory manual, (2nd edition). ICARDA, Syria. pp: 231.

Sallaku, G., I. Babaj., S. Kaciu and A. Balliu. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment. 7: 869-872.

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.

Yang, F., X. Xiao., S. Zhang., H. Korpelainen and C. Li. 2009. Salt stress responses in *Populus cathayana* Rehder. Plant Science. 176: 669-677

www.japbriau.ac.ir

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 14. No. 4, 2019

Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding Islamic Azad University. Karai Branch

The effects of salinity stress and vermicompost application on some morpho-physiological characteristics, yield and amount concentration of elements of Borago (*Borago officinalis* L.)

A. Afkari*[1]

Received date: 11 November 2018 Accepted date: 25 October 2019

Abstract

Inorder to evaluate the effect of salinity and vermicompost application on some morpho-physiological charactristics, yield and concentration of the elements of borago. A pot experiment was conducted as factorial based on completely randomized design with four replications in the greenhouse of the Research Station of Faculty of Agriculture, Tabriz University in 2015. The study treatments consisted of four vermicompost levels (V_1= 0, V_2= 5, V_3= 10 and V_4= 15 wt % potted soil in dry weight) and four salinity levels (S_1= 0 (control), S_2= 4, S_3= 8 and S_4= 12 ds/m NaCl). The results also showed that different levels of salinity significantly increased all measured traits except for the phosphorus concentration. The impact of salinity and vermicompost interaction on magnesium, sodium and chloride traits was significant at 1 percent level and the impact of their interaction on dry flower yield and chlorophyll content was significant at 5 percent level. Comparison of treatments mean showed that with any increase in salinity levels, soluble carbohydrates, proline, phosphor, sodium and chlorine will increase, but plant height, yield of the air organs in the plant, dry flower yield, chlorophyll, potassium and nitrogen will decrease. In the meantime, the highest values of physiological traits and nutrients of borage were obtained from the treatment with 15 percent wt. vermicompost. Therefore, the use of vermicompost as an organic fertilizer, not only increases plant growth, but can be a good strategy to reduce the negative impacts of high soil sodium and chlorine concentrations on growth of borage.

Keyword: Carbohydrate, Chlorophyll, Food elements, Proline, Sodium chloride.

www.japb.irdc.ir

1- Assistant Professor Department of Physiology, Kaleybar Branch, Islamic Azad University Kaleybar, Iran.
* Corresponding Author: ahmad.afkari55@gmail.com