اثر کود ورمی کمپوست بر برخی ویژگی های رشدی و بیوشیمیایی بادرشبی (*Dracocephalun moldavica* L.) تحت تنش شوری آب

غلامرضا گوهری[1*]، اصغر محمدی[2]، حبیب دواتی کاظم نیا[3]

تاریخ دریافت: ۹۷/٤/٤ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۷

۱- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۳- مربی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه: gholamreza.gohari@gmail.com

چکیده

شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که اثرات منفی زیادی بر رشد گیاهان دارد. مقدار بالای سدیم برای اغلب گونه‌های گیاهی سمی بوده و رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به منظور بررسی اثر تنش شوری آب آبیاری و کود ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بادرشبی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹٦در گلخانه پژوهشی دانشگده کشاورزی، دانشگاه مراغه بصورت گلدانی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل تنش شوری در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و ورمی‌کمپوست در چهار سطح شاهد (بدون مصرف کود)، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد وزنی بود. نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش شوری، کاربرد کود ورمی‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن تر کل بوته، وزن خشک کل بوته، تعداد برگ، کلروفیل‌ها و درصد پروتئین شد. بیشترین کربوهیدرات محلول (۳/٥٤٧ میکرو گرم در وزن تر)، در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و کاربرد ۱۵ درصد کود مشاهده گردید. کمترین مقدار پرولین مربوط به تیمار شاهد شوری (بدون تنش) با کاربرد ۱۵ درصد وزنی و نیز کمترین مقدار سدیم (۱/۳ درصد) مربوط به اعمال تنش شاهد (بدون تنش) و کاربرد ۱۵ درصد ورمی کمپوست بود. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار در تمام صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده به جز پرولین شد. بنابراین استفاده از ورمی‌کمپوست، می‌تواند روش مناسبی در جهت کاهش اثرات منفی سمیت کلرید سدیم بر رشد این گیاه در شرایط آبیاری با آب شور و توسعه کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، گیاهان دارویی، تنش شوری، رنگیزه‌های فتوسنتزی، صفات رشدی

Effect of Vermicompost on Some Growth and Biochemical Characteristic of *Dracocephalum moldavica* L. under Water Salinity Stress

Gholamreza Gohari[1*], Asghar Mohammadi[2], Habib Duathi Kazemnia[3]

Received: June 25, 2018 Accepted: January 17, 2019
1-Assist. Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
2- MSc Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
3-Instructor, Dept of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
[*]Corresponding Author Email: gholamreza.gohari@gmail.com

Abstract

Salinity is one of the most important abiotic stresses which has several negative effect on plant growth. The high levels of sodium which is toxic to most varieties of plants species, and more importantly affect plant growth and limit the plants yield cappcity. In order to investigate the effect of vermicompost and salinity stress on quantitative and qualitative characteristics of (*Dracocephalum moldavic*a L) the greenhouse experiment was conducted in 2016 at research greenhouse, agricultural sciences of University Maragheh. The study was conducted in a completely randomized block design. Experimental factors comprised salinity levels (0,50, 100 and 150 mM NaCl) and vermicompost (0, 5, 10 and 15 %(v/v)) with four replications per treatment. The results showed that application of vermicompost increased plant height, leaf number, chlorophyll content index, dry weight per plant, fresh weight per plant and protein content. Most soluble carbohydrates were found at the 150 mM salinity and 15% vermicompost. Furthermore, the lowest amount of proline (1/444 µ g/wt) related to the control plants and 15 %(v/v) vermicompost. The results showed that all studied traits were affected by different fertilizer treatments. Therefore, using vermicompost can be a suitable method for reducing the effects of high sodium chloride concentration on growth of this plant in saline soils.

Keywords: Bio-Fertilizer، Growth Characteristics, Medicinal Plants, Salinity Stress, Organic Fertilizers, Photosynthetic Pigments,

مقدمه

اگرچه مصرف داروهای شیمیایی در نیم قرن اخیر به شدت افزایش یافته است ولی اثرات مضر آنها بر زندگی، سبب گرایش دوباره مردم به استفاده از گیاهان دارویی گردیده است و استفاده از گیاهان دارویی همواره در طول تاریخ یکی از روش‌های مؤثر درمان بوده است (ناظری و همکاران ۲۰۱۱). بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاه دارویی یکساله علفی است که به تیره نعنائیان تعلق دارد. گل‌های این گیاه شهددار بوده و در رنگ‌های آبی یا بنفش و بندرت سفید یا صورتی مشاهده می‌شوند (امیدبیگی ۲۰۰٤). رزمارینیک اسید فراوان‌ترین ماده موثره گیاه بادرشبی است که خواص

آنتی‌اکسیدانی و آنتی آلزایمری این گیاه نیز به رزمارینیک اسید نسبت داده شده است (پترسن ۲۰۱۳) و مواد مؤثره پیکر رویشی آن آرام بخش، اشتها آور و خاصیت ضد باکتریایی دارد که برای مداوای دل درد، نفخ شکم، سرما خوردگی، ناراحتی‌های معده و کبد، همچنین در صنایع غذایی، نوشابه سازی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد علاوه بر موارد بالا می‌توان از مواد موثر آن به عنوان پماد در دردهای روماتیسمی نیز بهره جست (مفخری و همکاران ۲۰۱۲). شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که با ایجاد اختلال در جذب آب و فرآیندهای متابولیسمی، رشد و نمو و تولید را در گیاهان کاهش می‌دهد (رزاقی و همکاران ۲۰۱۱). گیاهان در طی تنش‌های محیطی (شوری) یکسری ترکیبات آلی مانند قندها را در خود تولید می‌کنند که باعث حفظ تورژسانس سلول و کاهش پتانسیل اسمزی خاک شده که موجب جذب بهتر آب از خاک می‌شود. با این وجود، اثرات تنش شوری در گیاهان به غلظت، مدت زمان قرارگیری در معرض تنش شوری، ژنوتیب گیاهان و سایر فاکتورهای محیطی بستگی دارد (روی و همکاران ۲۰۱٤). همچنین گیاهان برای مقابله با اثرات تنش شوری، دیواره سلولی را از طریق کاهش تقسیم و گسترش سلولی ضخیم می‌کنند و این امر از قابلیت ارتجاعی دیواره سلولی کاسته و منجر به افت عملکرد گیاهان می‌شود (رگیناتو و همکاران ۲۰۱٦)، با افزایش تنش شوری از میزان رشد رویشی و جذب مواد غذایی در گیاه سیاهدانه کاهش و در مقابل محتوی اسانس، پرولین و کربوهیدرات کل افزایش نشان داد (خالید ۲۰۱۱). گزارش کردند که تنش شوری (NaCl)[1] باعث کاهش عملکرد در گیاه سرخارگل (صبرا و همکاران ۲۰۱۲)، رشد رویشی درگیاه استویا، ازجمله تعداد شاخه، سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه (ابستام و همکاران ۲۰۱٤) و کاهش ویژگی‌های رشدی گیاه مرزه گردید (عمارت پرداز و همکاران ۲۰۱٦). همچنین گزارش شده است که شوری باعث کاهش طول (ساقه و ریشه)، وزن خشک (ساقه و ریشه)، طول میانگره و بیوماس کل گیاه می‌شود (خراسانی‌نژاد و همکاران ۲۰۱۰). تخریب کلروفیل برگ می‌تواند به دلیل کمبود یون‌های منیزیم و پتاسیم (به عنوان عناصر اصلی در سنتز کلروفیل) و کاهش نسبت پتاسیم به سدیم ناشی از تنش شوری باشد (اورعی و همکاران ۲۰۰۹)، با این وجود گیاهان راهکارهای بیوشیمیایی و مولکولی مختلف را برای مقابله با شوری دارند، مسیرهای بیوشیمیایی که منجر به بهبود تحمل به شوری می‌شوند، همچنین راهبردهای مدیریتی گیاهان شامل تجمع و خروج انتخابی یون‌ها، کنترل جذب یون‌ها از ریشه و انتقال آن‌ها به برگ‌ها، جایگزینی ویژه یون‌ها در سطح سلول و در کل گیاه، سنتز مواد سازگار، تغییر در مسیر فتوسنتزی، تغییر در ساختار غشایی تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تولید هورمون‌های گیاهی می‌باشند (حسن اوزامان و همکاران ۲۰۱۳). در گیاهان دارویی عوامل متعددی از جمله تنش‌های محیطی، در مقدار و کیفیت مواد مؤثره مانند آلکالوئیدها، گیلوکوزیدها، استروئیدها، اسانس‌ها و در نهایت در عملکرد گیاهان موجب تغییراتی می‌شوند (امید بیگی ۲۰۱۱; غریب ۲۰۱٤)، تنش شوری، عملکرد و ترکیب‌های اسانس را نیز بطور قابل توجهی تحت تاثیر قرار می‌دهد، ترکیبات اسانس نه تنها بین گونه‌های مختلف، بلکه درون گونه نیز با هم متفاوتند گزارش شده است که تنش شوری باعث کاهش اسانس دراکثر گونه‌های نعناعیان می‌شود در همین خصوص پژوهشگران گزارش کرده‌اند که افزایش غلظت نمک، باعث کاهش درصد اسانس در گیاه نعناع و نعناع سبز شده است (عزیزی و همکاران ۲۰۰۸). کاهش عملکرد اسانس تحت تنش شوری می‌تواند به علت مهار آنابولیسم کلی گیاه باشد (سعید الاهل و همکاران ۲۰۱٦). چگونگی تغییرات فیزیولوژیکی و

[1] - Sodium Chloride

متابولیکی گیاهان دارویی در پاسخ به تنش‌های محیطی از جمله شوری، از موضوعاتی است که همواره مدنظر پژوهشگران بوده است، اگر چه تنش در گیاهان دارویی موجب افزایش متابولیت‌های ثانویه می‌شود اما اگر تنش بیش از حد تحمل سلول باشد باعث آسیب و کاهش متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی می‌شود (حسن-زاده و احمدی ۲۰۱٤). آقایی و همکاران (۲۰۱٤) در تحقیقی گزارش کردند که شوری باعث کاهش وزن خشک ساقه و ریشه در دو گونه مریم گلی (*Salvia officinalis, Salvia divinorum*) گردید. در پژوهشی دیگر عیسی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، حیدری و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه کینوا (*Chenopodiuim quinoa*)، گزارش کردند که شوری باعث کاهش رشد می‌شود. ویژگی‌های خاک یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار در میزان تولید و کیفیت متابولیت‌های ثانویه در کشت گیاهان دارویی می-باشد لذا کاربرد کود های آلی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمایی خاک، باعث افزایش عملکرد گیاهان دارویی می‌گردد (جعفر ۲۰۱۲). ورمی‌کمپوست یک کود بیوارگانیک شامل یک مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتری‌ها، کپسول‌های کرم خاکی، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و کود حیوانی می‌باشد (لاخدار ۲۰۰۹)، در حقیقت ورمی-کمپوست حاوی مواد مغذی مورد نیاز برای رشد گیاهان در شکل قابل جذب نظیر نیترات، منیزیم، فسفات، کلسیم قابل تبادل، پتاسیم محلول و سایر مواد در مقایسه با سایر کودهای آلی می‌باشد و از طرفی دیگر به‌علت داشتن سطح تماس مناسب و گسترده‌ای برای فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه آماده‌سازی انواع مواد مغذی، در طول دوره رشد گیاه، راهکاری مناسب برای مقابله با شوری می‌باشد (حسین‌زاده ۲۰۱٦). نتایج بررسی‌های صالحی و همکاران (۲۰۱۱)، بر روی گیاه دارویی بابونه، نشان داد که کاربرد مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست موجب افزایش ماده خشک در گیاه می‌شود. درصد بالای اسید هومیک در ورمی‌کمپوست در سلامتی گیاه نقش بسزایی دارد این ماده ساخت ترکیبات فنولیک همچون آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها را افزایش داده و در نتیجه موجب بهبود عملکرد گیاه می‌شود و نیز به عنوان بازدارنده آفات و بیماری‌ها عمل می‌کند (نئوسن وهمکاران ۲۰۱۱). استفاده از کودهای آلی مانند ورمی-کمپوست به جای کودهای شیمیایی می‌توانند نقش بسیار مهمی را در افزایش عملکرد و کاهش مشکلات زیست محیطی ایفاء کنند (فاجریا و بالیج ۲۰۰۵). همچنین ورمی-کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده که باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگه‌داری طولانی مدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (پادماتیما و همکاران، ۲۰۰۸). براساس گزارش احمد و جابن (۲۰۰۹) استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه آفتابگردان باعث کاهش اثرات منفی تنش شوری، بهبود تقویت رشد و عملکرد گیاه گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*) در شرایط تنش شوری، باعث بهبود فرآیندهای فتوسنتزی و کارایی مصرف آب از مرحله رویشی تا زایشی گردید (خرمیزی و همکاران ۲۰۱٦). شناخت اثرات تنش‌های مختلف بر فیزیولوژی گیاهان برای آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت و بقای گیاهان به منظور افزایش تحمل در برابر تنش ضرورت دارد. منطقه آذربایجان یکی از مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در ایران می‌باشد اما با توجه به معظل شوری آب‌های این منطقه، استفاده از راهکارهای مناسب برای کاهش اثرات منفی شوری و کشت گیاهان متحمل به شوری در این منطقه امری ضروری می باشد. تولید ورمی کمپوست در کشور به سرعت رو به افزایش است، لذا با توجه به تأثیر مطلوب این ماده بر خصوصیات خاک و رشد و نمو محصولات زراعی و باغی و همچنین با در نظر گرفتن اهمیت گسترش کشت گیاهان دارویی بصورت مزرعه‌ای و گلخانه‌ای، به ویژه کشت ارگانیک در این پژوهش تلاش شده است تا اثرات کاربرد کود ورمی کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بادرشبی در شرایط تنش شوری بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بادرشبی در شرایط شوری، آزمایش گلدانی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا گردید. سطوح شوری صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و کود ورمی‌کمپوست، شاهد (بدون مصرف کود)، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد فاکتورهای مورد مطالعه بود. گلخانه مورد استفاده در این آزمایش دارای پوشش پلی اتیلنی سفید و مجهز به سیستم سرمایش فن و پد و گرمایش از نوع جت هیتر بوده و در طول آزمایش دما ۱۵-۳۰ درجه سانتیگراد، نور ۵۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه و رطوبت نسبی در حدود ٪۴۰-٪۵۰ بود. نمونه‌برداری از خاک محل آزمایش قبل از کشت گیاه انجام شد و کود ورمی‌کمپوست از شرکت مهندسی کشاورزی و دانش بنیان پردیس متحد آذر تهیه شد و در آزمایشگاه آبیاری دانشکده کشاورزی تبریز برخی از مشخصات کود اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌ها

هدایت الکتریکی (EC) ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)	لای (درصد)	رس (درصد)	ش (درصد)	بافت خاک
۱/۸	۷/۱	۱/٤٥	۰/۰٦	۱۲	۱۸۵	۲/۲	٤/۸	۳/۱	۲۷	۳۲	٤۱	شنی رس

جدول ۲- برخی از مشخصات ورمی کمپوست مورد استفاده

	کربن آلی (درصد)	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	سدیم (ppm)	منیزیم (درصد)	pH	نشت الکترولیتی ($dS.m^{-1}$)	رطوبت (درصد)
ورمی‌کمپوست	۲۰	۳۸	۱/٦	۰/۷	۰/۹	٦۷٤	۰/۸۳	۷/۹	۳/۲	۲۵-۳۰

بذور گیاه بادرشی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند مقدار ورمی‌کمپوست برای هر گلدان محاسبه و قبل از کاشت با خاک گلدان مخلوط گردید. حدود هشت هفته بعد از سبز شدن، بوته‌ها (مرحلهٔ شش تا هشت برگی) تنک و به پنج بوته کاهش یافت سپس تنش شوری به گیاهان اعمال گردید در طول مدت زمان تنش هر پنج روز یک بار آبشویی کامل محیط ریشه گیاهان با آب معمولی بدون تنش شوری انجام گرفت تا تغییرات EC و pH در اثر آبشویی به حداقل برسد. نمونه‌برداری از گیاهان در مرحله تمام گل، به منظور اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی (ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر کل بوته، وزن خشک کل بوته)، صفات فیزیولوژیکی (میزان کلروفیل، کارتنوئید، پرولین، تنظیم‌کننده اسمزی کربوهیدرات، ، پروتئین) و سدیم انجام شد. استخراج پرولین از برگ‌ها با استفاده از روش بیتز و همکاران (۱۹۷۳) و میزان پرولین استخراجی براساس میکرومول بر گرم وزن تر از جدول استاندارد به دست آمد. برای سنجش تنظیم-کننده اسمزی کربوهیدرات از روش آیری گوین (۱۹۹۲) ومیزان کربوهیدرات استخراجی بر اساس میکرو گرم گلوکز در گرم وزن تر از جدول استاندارد استخراج گردید. برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b، کارتنوئید و کلروفیل کل از روش رنجانا (۱۹۷۷) و با استفاده از

فرمول‌های زیر مقادیر مقدار کلروفیل a، b، کارتنوئید و کلروفیل کل محاسبه شد:

$$\text{mg chl a}/g_t=12.7\ (A_{663}) - 2.69\ (A_{645}) \times V/1000\ w$$
$$\text{mg chl b}/g_t=22.9\ (A_{645}) - 4.68\ (A_{663}) \times V/1000\ w$$
$$\text{mg chl}_{tatol}/g_t=20.2\ (A_{645}) - 8.02\ (A_{663}) \times V/1000\ w$$
$$\text{mg cartenoid}/g_t=7.6\ (A_{480}) - 1.49\ (A_{510}) \times V/1000\ w$$

A : جذب طول موج ویژه W : وزن تر بافت g_t : گرم بافت

V: حجم نهایی کلروفیل و کارتنوئید در استن ۸۰ درصد برای اندازه‌گیری میزان پروتئین، مقدار ازت کل با روش جاتز و همکاران (۱۹۹۷) اندازه گیری گردید سپس مقدار بدست آمده را در عدد ثابت ٦/٢٥ ضرب و میزان پروتئین محاسبه شد (کیلدلا ۱۹۹۸). برای تعیین مقدار عنصر سدیم از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد. مقادیر عنصر سدیم بر حسب پی‌پی‌ام در دستگاه فلیم فتومتر قرائت و در نهایت با کمک جدول استاندارد، براساس میلی‌گرم در گرم ماده خشک محاسبه شدند (گریفنبرگ ۱۹۹۵). از نرم افزار آماری SAS جهت تجزیه و تحلیل های آماری و نرم افزار Excel جهت رسم نمودارها استفاده گردید. میانگین داده ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (L.S.D) انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که شوری سبب کاهش ارتفاع بوته بادرشبی در مقایسه با گیاهان شاهد شد اما کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته این گیاه در هر دو شرایط بدون شوری و سطوح مختلف شوری در مقایسه با گیاهان شاهد گردید (جدول ۳). به طور کلی با افزایش سطح تنش شوری و عدم کاربرد کود از میزان ارتفاع بوته کاسته شد ولی در سطوح مختلف کاربرد کود، به ویژه ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست ارتفاع کاهش کمتری نشان داد. کاهش ارتفاع در گیاهان تحت تنش شوری، می‌تواند بعلت عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد و در کل ممانعت از توسعه عادی سلول‌ها باشد. واکنش گیاه به شوری خاک، کاهش رشد است که می‌تواند به دلیل اختلال در جذب آب و املاح، بسته شدن جزئی یا کلی روزنه‌ها و کاهش کارایی فتوسنتز باشد (رزاقی و همکاران ۲۰۱۱). نتایج تحقیق عزیزی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) شد. همچنین در تحقیق دیگری تهامی زرندی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کود آلی ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته در گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L) شد. بنابراین، احتمالاً افزایش ارتفاع گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست می‌تواند به علت تحریک تولید مواد تنظیم کننده رشد تولید شده از قبیل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها باشد (وارمن و انکوپوز ۲۰۱۰، احمد نجار و خان ۲۰۱۳). در شرایط تنش شوری، انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه مختل می‌شود که موجب اشباع شدن برگ‌ها از ROS[۲] ها و در نتیجه باعث محدودیت فرآیند فتوسنتز و کاهش رشد گیاه می‌شود (نادم و همکاران ۲۰۱٤).

وزن تر و خشک کل بوته

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و کود ورمی-کمپوست نشان داد وزن تر و خشک بوته‌های که تحت تاثیر تیمار کودی قرار گرفته بودند نسبت به سطوح مختلف شوری افزایش نشان داد. در تمامی تیمارها با افزایش سطح شوری، تیمار کودی منجر به افزایش وزن تر و خشک بوته گردید که بیشترین میانگین عملکرد تر بوته (٤٩/٤٨ گرم) و عملکرد خشک (۱۹/۳۱ گرم) در تیمار شاهد (بدون تنش) و کاربرد ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد ولی اعمال تنش شوری بدون تیمار کودی از میزان عملکرد تر و خشک بوته کاسته شد (جدول ۳) که با نتایج تحقیقات ستایش مهر و اسماعیل نژاد به آبادی (۲۰۱۳) در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum*)،

2- Reactive Oxygen Species

خراسانی نژاد و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه نعناع (*Mentha piperita* L)، ابتسام و همکاران (۲۰۱٤) در گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*) مطابقت داشت. یکی از دلایل کاهش وزن تر و خشک گیاه در خاک می‌تواند بعلت غلظت بالاتر سدیم و کلرید در محلول خاک و جذب بیشتر آن باشد که نه تنها باعث اختلال در جذب عناصر دیگر می‌شود بلکه منجر به تنش اسمزی و اختلال در تعادل یونی می‌شود که در نتیجه باعث کاهش شاخص های رشدی گیاه از قبیل ارتفاع، وزن تر و خشک می‌شود (بایبوری ۲۰۱۲). دلیل دیگر کاهش رشد گیاه تحت تنش شوری می‌تواند بعلت تخریب سیستم متابولیسمی، بی‌نظمی غشایی، افزایش لیگنین و ضخامت دیواره سلولی باشد که قابلیت ارتجاعی سلولی را کاهش داده و منجر به کاهش تقسیم سلولی و مهار رشد سلولی و در نهایت کاهش عملکرد گیاهی می‌شود (رقینتو ۲۰۱٦). ورمی‌کمپوست با بهبود حاصلخیزی خاک از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و نیز تامین به موقع عناصر مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، باعث افزایش رشد رویشی و وزن تر گیاه می‌گردد (تهامی زرندی ۲۰۱۰)، همچنین کاربرد این کود آلی از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و تسهیل جذب عناصر غذایی، امکان جذب بیشتر و آسان‌تر این مواد را برای گیاه فراهم می‌کند که منجر به افزایش رشد و عملکرد ماده تر و خشک در گیاه می‌شود (آرانکون و همکاران ۲۰۰٤).

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای صفات مورفولوژیکی گیاه بادرشبی

اثر متقابل شوری × ورمی‌کمپوست		ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن تر تک بوته (گرم)	وزن خشک تک بوته (گرم)
S0	V0	۲٤/٦۳^{e}	۱۷/۳۱^{d}	۹/۸۲^{d}
	V1	۲۷/٥^{d}	٤۰/۷٥^{c}	۱۲/٥۱^{c}
	V2	۳۲/۷٥^{b}	٤۲/۷٥^{b}	۱٦/۲٥^{b}
	V3	٤٦/۱۳^{a}	٤۹/٤۸^{a}	۱۹/۳۱^{a}
S1	V0	۲۰/٦۳^{f}	۱۸/۹۸^{h}	۲/۹۰^{i}
	V1	۲٤^{e}	۲۱/٦۷^{g}	٥/۹۷^{f}
	V2	۲۸/۲٥^{d}	۲٥/٤۸^{f}	۷/٦٥^{e}
	V3	۳۱/٦۳^{c}	۲۹/۸٥^{e}	۹/٦٥^{d}
S2	V0	۱۳/٥^{hi}	٥/۸٤^{im}	۱/۱۲^{ki}
	V1	۱٦/٥^{g}	۷/٦۰^{k}	۲/۲٥^{j}
	V2	۲۰^{f}	۱۰/۱^{j}	٤/۲٥^{h}
	V3	۲٤^{e}	۱٤/۳٥ ^{i}	٥/۳٥^{g}
S3	V0	۹^{k}	۳/۳۸^{n}	/٦۷^{l}
	V1	۱۰/٦۳^{j}	۳/۳۸^{m}	/۹٥^{ki}
	V2	۱۲/٦۳^{i}	٦/۰۹i	۱/۲۲^{k}
	V3	۱۳/۷٥^{h}	۸/۰۷^{k}	۱/٤٥^{k}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.S0 (شاهد)، S1 (۵۰ میلی مولار کلرید سدیم)، S2 (۱۰۰میلی مولار کلرید سدیم)،S3 (۱۵۰میلی مولار کلرید سدیم) V0 (شاهد)، V1 (۵ درصد وزنی)، V2 (۱۰ درصد وزنی)، V3 (۱۵ درصد وزنی) V0 (شاهد)، V1 (۵ درصد وزنی)، V2 (۱۰ درصد وزنی)، V3 (۱۵ درصد وزنی)

تعداد برگ

به طور کلی در اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست تعداد برگ بیشتری نسبت به شرایط عدم کاربرد کود در سطح تنش تولید شد در حالی که با اعمال تنش شوری، از تعداد برگ در بوته کاسته شد. همچنین نتایج نشان داد بیشترین تعداد برگ (۲۲/۱۹) با کاربرد ورمی‌کمپوست

بدست آمد که نسبت به شاهد ۳٦ درصد افزایش نشان داد (جدول ٤). شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سلول‌ها سبب تقلیل رشد و توسعه سلول‌های خاصی در برگ‌ها می‌شود و به همین دلیل اولین اثر آشکار شوری بر روی گیاهان (تعداد برگ‌ها، اندازه کوچکتر آنها و ارتفاع کمتر گیاهان) مشاهده می‌گردد، بعلاوه از آنجایی که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و بر هم زدن تعادل یونی در گیاه می‌شود بنابراین کاهش رشد، توسعه برگ‌ها و ساقه را می‌توان به کمبود عناصر غذایی و اختلال تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد که علاوه بر آن تشکیل میانگره، پیری زودرس و ریزش برگ‌ها و شاخه‌ها از علل کاهش رشد گیاهان می‌باشند (ریگیانتو و همکاران ۲۰۱٦). تحقیقات پیشین نشان داده است که استفاده از مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست باعث بهبود فعالیت میکروبی خاکی و تولید تنظیم کننده‌های رشد توسط موجودات خاکزی و نیز آزادسازی عناصر غذایی و جذب بیشتر نیتروژن توسط ریشه‌ها، باعث افزایش رشد رویشی و تولید بیشتر برگ‌ها می‌شود (چالویا و همکاران ۲۰۱۵). نتایج بدست امده از این پژوهش با نتایج گلدانی و همکاران (۲۰۱٦) بر روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) مطابقت داشت.

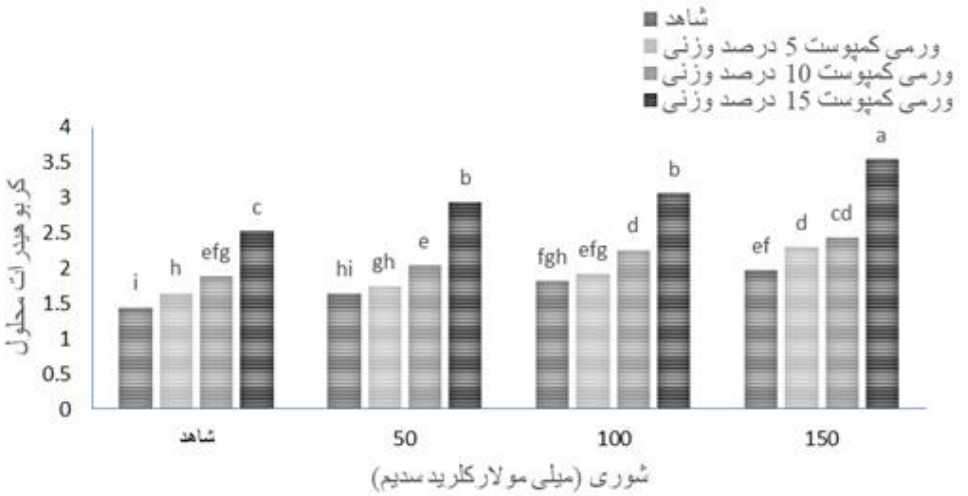
جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری شوری و سطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای تعداد برگ در گیاه بادرشبی

تنش شوری	شاهد	۵۰ میلی مولار کلرید سدیم	۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم	۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم
	۲٤/۷۵ [a]	۲۲/۸۸ [a]	۱٦/۵ [b]	۱۰/٦۹ [c]
ورمی کمپوست	شاهد	۵ درصد وزنی	۱۰ درصد وزنی	۱۵ درصد وزنی
	۱٦/۳۱ [c]	۱٦/٦۹ [c]	۱۹/٦۳ [b]	۲۲/۱۹ [a]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

کربوهیدراتهای محلول

بیشترین میانگین اثرات متقابل شوری و کود بر میزان کربوهیدرات محلول در سطح تنش شوری ۱۲ میلی‌مولار (۳/۵٤۷ میکرو گرم در وزن تر) و کاربرد ۱۵ درصد کود ورمی‌کمپوست به‌دست آمد و کمترین آن (۱/٤٤۲ میکرو گرم در وزن تر) مربوط به تیمار شاهد (بدون شوری) و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بود (شکل۱). احتمالاً ورمی‌کمپوست از طریق بهبود حاصلخیزی خاک، باعث جذب بهتر آب، فراهم نمودن عناصر ضروری گیاه، تقویت فتوسنتز، افزایش زیست توده گیاهی می‌شود و از طرف دیگر ویژگی‌های فیزیکی خاک را بهبود بخشیده و باعث رشد بهتر ریشه، افزایش رشد، تسریع واکنش‌های متابولیسمی، افزایش سنتز و تجمع متابولیت‌ها از جمله کربوهیدرات‌ها می‌شود (صالح و همکاران ۲۰۱۱). تجمع قندهای محلول به عنوان تنظیم کننده‌های اسمزی، یکی از پاسخ‌های سازشی گیاه در مقابل تنش کمبود آب برای حفظ تعادل اسمزی مطرح است (تان و استروم ۱۹۹۹). تجمع زیاد قندهای محلول در زمان تنش می‌تواند به‌علت تخریب قندهای غیر محلول، توقف رشد یا سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیرفتوسنتزی باشد (شابالا و همکاران ۲۰۱۷). رضوی-زاده و محققیان (۲۰۱٤) گزارش کردند که تنش شوری باعث افزایش میزان قندهای محلول در گیاه می‌گردد.



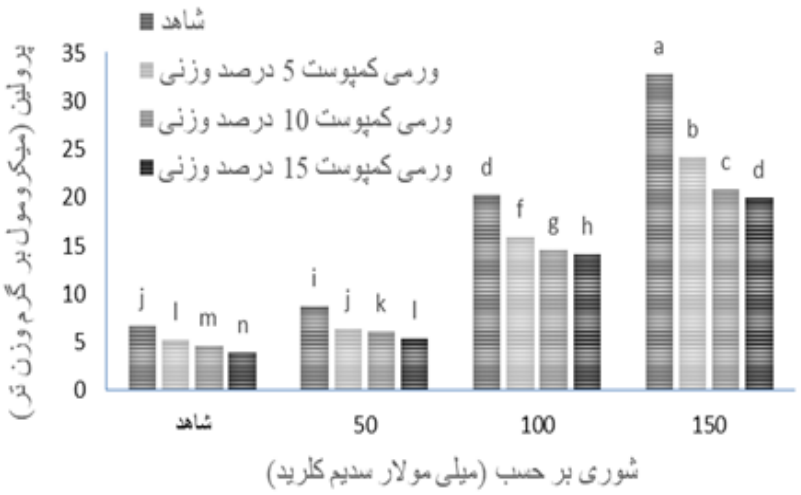
شکل ۱- مقایسه میانگین تیمارهای شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای میزان کربوهیدرات محلول (میکرو گرم در وزن تر) در گیاه بادرشبی

پرولین

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین میانگین پرولین (۳۲/۸۳ میکرو مول بر گرم وزن تر) در سطح تنش (۱۵۰ میلی‌مولار) بدون کود به‌دست آمد و کمترین آن (۱/٤٤۲میکرو مول بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار شاهد شوری (بدون تنش) و کاربرد ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست بدست آمد (شکل۲). یکی از دلایل آن می-تواند اثرات مفید کودهای آلی بر برخی ویژگی‌های خاک و همچنین حفظ رطوبت بیشتر خاک باشد که باعث کاهش اثرات نامناسب تنش شوری گردیده و به‌تبع پرولین کمتری در گیاه تولید می‌شود (سیاهسار و حیدری ۲۰۱۱). همچنین نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری بر میزان پرولین تولیدی توسط گیاه افزوده می شود و در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار به بالاترین مقدار خود رسیده است (شکل٦)، با افزایش سطح شوری مقدار تنظیم کننده‌های اسمزی از قبیل پرولین افزایش می‌یابد، زیرا کلرید سدیم موجب تحریک ژن‌های سنتز کننده آنزیم گلوتامین کیناز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز پرولین به صورت خود به خودی) پرولین می‌شوند. شدت ساخت آن به سرعت و میزان توسعه تنش، نوع و سن اندام و تنوع ژنتیکی درون و بین گونه‌ی بستگی دارد و ساخت پرولین، گیاه را به تنش‌های محیطی متحمل و میزان بیش ازحد تجمع پرولین در تنش شوری می‌تواند نشان از تجزیه گسترده پروتئین‌ها و کاهش استفاده از آن‌ها در ساخت پروتئین‌ها باشد که می‌تواند منجر به کاهش رشد گیاه شود (معصومه‌زاده و خیامیام ۲۰۱۲). در این رابطه توکلی و حسینی (۲۰۱۲) بر روی گیاه دارویی خرفه (*Portulaca*)، لطف الهی و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، گزارش کردند که با افزایش شوری میزان پرولین در گیاه افزایش می‌یابد.

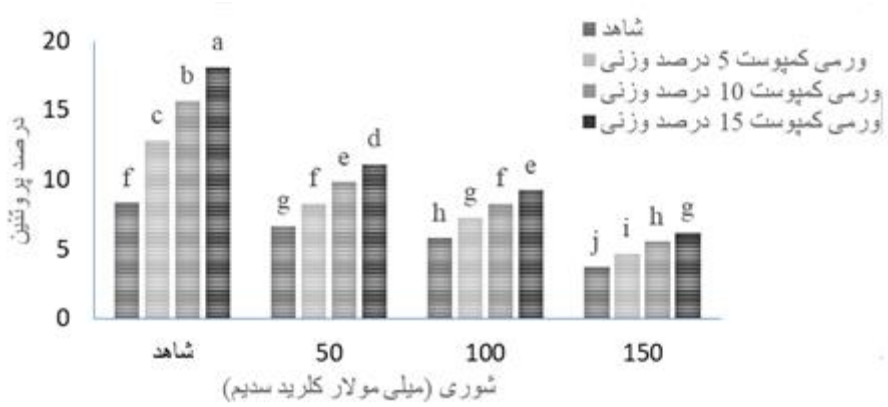
پروتئین

مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و کود ورمی‌کمپوست نشان داد بیشترین میانگین درصد پروتئین (٤۸/۱۲) در سطح تنش شاهد (بدون شوری) و کاربرد ۱۵ درصد کود ورمی‌کموست بدست آمد و کمترین آن (۳/۷٤۵) مربوط به تیمار شوری ۱۵۰ میلی-مولار و عدم کاربرد کود بود. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش تنش شوری درصد پروتئین کاهش یافت و در



شکل ۲- مقایسه میانگین تیمارهای شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای میزان پرولین در گیاه بادرشبی

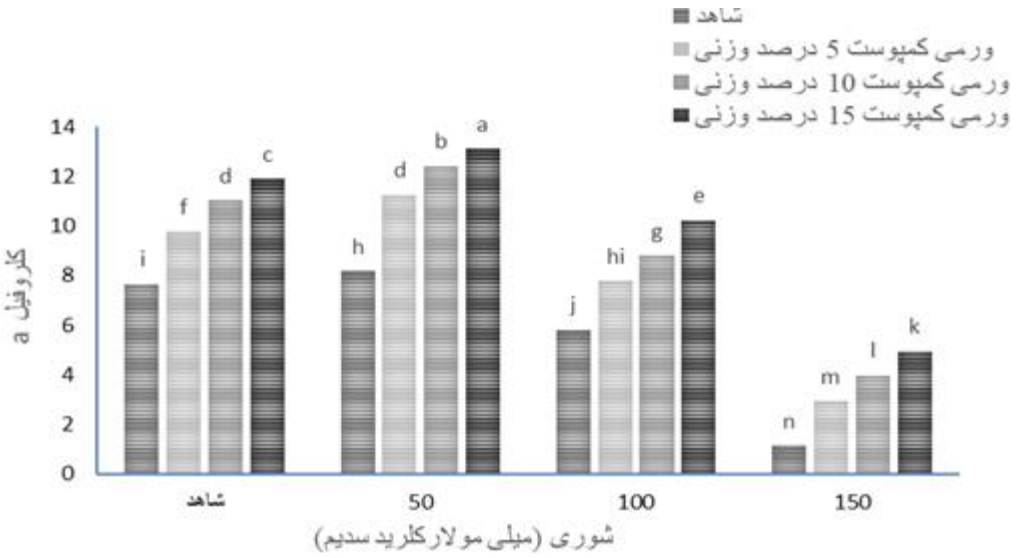
کلیه سطوح تنش شوری، بیشترین درصد پروتئین از کاربرد ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست به دست آمد (شکل ۳). سمیت ناشی از یون‌ها تحت تنش شوری در سلول‌ها نشان‌دهنده جایگزینی یون‌های سدیم به‌جای پتاسیم است که باعث تغییرات بیوشیمیایی در واکنش-های سلولی، اختلال در عملکرد پروتئین‌های و تعاملات بین اسیدآمینه‌ای می‌گردد (جابر ۲۰۱۰; سعید الاهل ۲۰۱۱). این نتیجه با نتایج جوشی و همکاران (۲۰۱۳)، سعید الاهل و عمر (۲۰۱۱) بر روی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla*) و بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) مشابهت داشت. افزایش پروتئین نیز در تیمار با ورمی‌کمپوست شاید بدلیل تامین مقدار قابل توجهی از عناصر پیش نیاز برای تولید پروتئین از کود ورمی‌کمپوست باشد (مایسین و همکاران ۲۰۱۰).



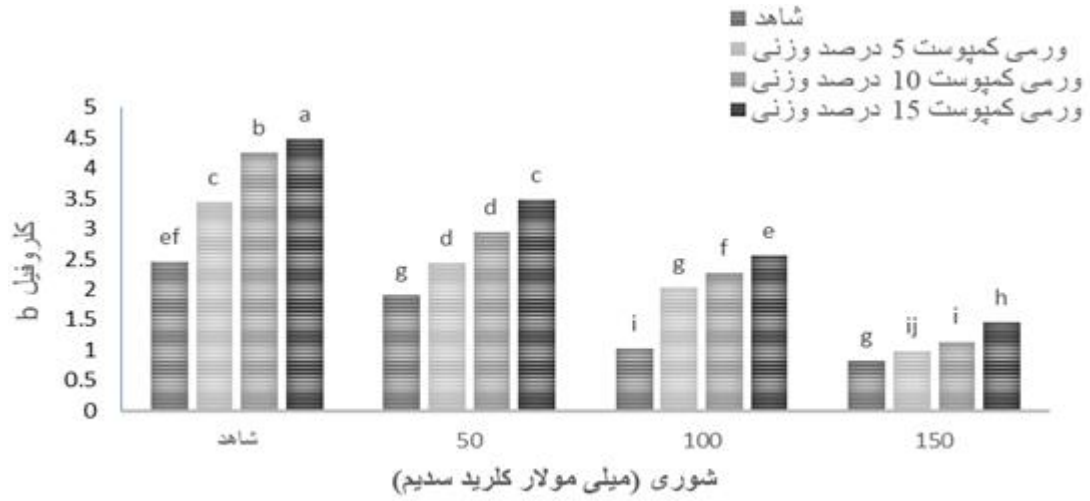
شکل ۳- مقایسه میانگین تیمارهای شوری و سطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای درصد پروتئین در گیاه بادرشبی

کلروفیل a، b و کل

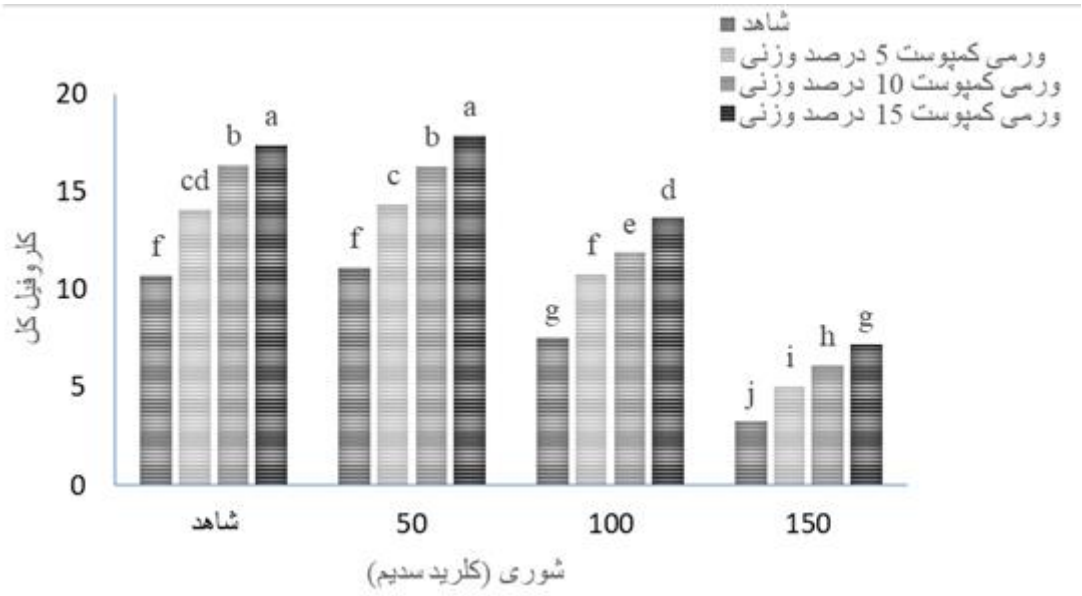
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در کلیه سطوح تنش شوری، بیشترین مقدار کلروفیل a از کاربرد ورمی-کمپوست ۱۵ درصد وزنی به دست آمد که بیشترین آن (۱۳/۱٤میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به شوری ۵۰ میلی‌مولار و تیمار کودی ۱۵ درصد وزنی ورمی-کمپوست و کمترین آن (٤/۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شوری (۱۵۰میلی‌مولار) و عدم کاربرد کود بود (شکل ٤). همچنین نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش از میزان کلروفیل b نیز کاسته شد به‌طوری که بیشترین میزان کلروفیل b (٤/٤۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شاهد (بدون تنش شوری) و کاربرد ۱۵ درصد وزنی ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (شکل۵) و بیشترین میانگین کلروفیل کل (۱۷/۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) نیز در سطح تنش شاهد و کاربرد ۱۵ درصد وزنی ورمی-کمپوست به‌دست آمد و کمترین آن (۳/۲۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و عدم کاربرد کود بود (شکل٦). یکی از دلایل کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تنش شوری می‌تواند به‌علت افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید آبسیزیک و اتیلن باشد که تحریک کننده آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز هستند بدین ترتیب موجب تجزیه کلروفیل‌های گیاه می‌شوند (باسو و سریکامرون ۲۰۱۰) و گیاهان تحت تنش شوری، رنگدانه‌های فتوسنتزی را برای جلوگیری از بیوسنتز یا تجزیشان کاهش می‌دهند (خان و همکاران ۲۰۰٦) همچنین شوری از طریق تجمع یون‌های سمی در کلروپلاست و تنش اکسیداتیو در گیاه باعث تخریب کلروفیل‌ها می‌شود و دلیل دیگر کاهش کلروفیل‌ها می-تواند به افزایش استفاده از نیتروژن برای سنتز پرولین باشد از آنجایی که گلوتامات ترکیب اولیه پرولین و کلروفیل است احتمال می‌رود در شرایط تحت تنش شوری از طریق تحریک آنزیم لیگازگلوتامات و تبدیل گلوتامات بیشتر به تولید پرولین اختصاص یابد و به همین دلیل مقدار کلروفیل کاهش می‌یابد (راهدری ۲۰۱۲) و کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تاثیرگذار بر کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه به شمار می‌رود و با افزایش سطح شوری از کارایی فتوسنتزی برگ‌ها کاسته شده و این امر موجب تشدید صدمات تنش می‌شود (سیروس مهر و همکاران ۲۰۱۵). کاهش میزان کلروفیل-های a و b در غلظت‌های بالای تنش شوری ممکن است با تخریب تدریجی غشاء مرتبط باشد و یا با فرایندهای بیولوژیکی و مراحل نموی گیاه و نیز نوع و غلظت نمک ارتباط داشته باشد (الصبحی و همکاران ۲۰۰٦). از طرف دیگر شوری باعث کاهش جذب عناصری همچون آهن، منیزیم و نیتروژن که در ساختمان کلروفیل شرکت دارند می‌شود، بنابراین میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد، همچنین در اثر تنش شوری در گیاه انواع گونه‌های فعال اکسیژن افزایش یافته که منجر به تخریب غشاهای سلولی و کاهش میزان کلروفیل در سلول‌ها می‌شود (فهد بانو و همکاران ۲۰۱۲). کود آلی ورمی‌کمپوست با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، باعث افزایش میزان رنگیزه‌ها (کلروفیل) شده که به دنبال توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود (آرنکون و همکاران ۲۰۰۵). که با نتایج تحقیقات چیلوورو و همکاران (۲۰۰۹) در سنتلا (*Centella asiatica*)، اوما و مالاتی (۲۰۰۹) در گیاه تاج خروس (*Amaranthus*)، نرمالا و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه ماش سبز (*Vigna radiata*) و آب بشقابی (*Centella asiatica*), رسولی و همکاران (۲۰۱۳) در گیاه زعفران (*Crocus sativus*) مطابقت داشت. نتایج تحقیق حاضر نیز افزایش فتوسنتز و کلروفیل تحت تیمارهای کودی را نشان می‌دهد. با کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش رشد، تولید برگ بیشتر، افزایش میزان کلروفیل a و b و درنتیجه آن افزایش سطح فتوسنتز در گیاه می-شود (صدیق مقدم و همکاران ۲۰۰۸).



شکل ۴- مقایسه میانگین تیمارهای شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای کلروفیل a در گیاه بادرشبی



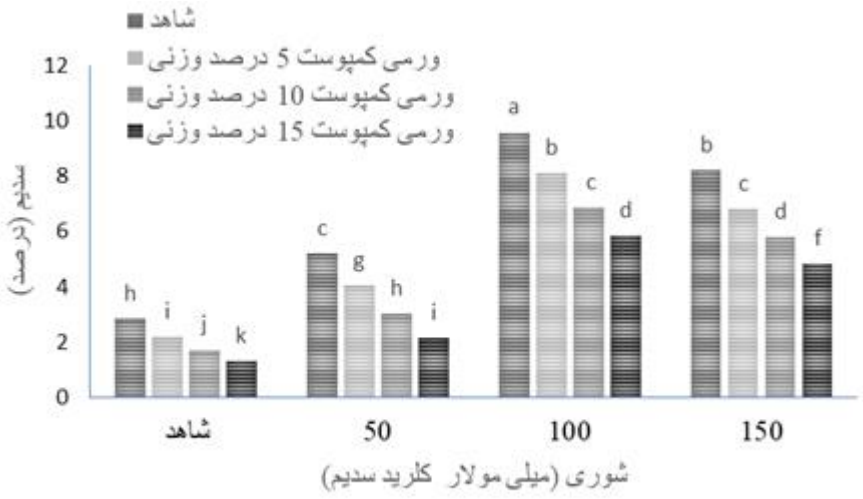
شکل ۵- مقایسه میانگین تیمارهای شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای کلروفیل b در گیاه بادرشبی



شکل ۶- مقایسه میانگین تیمارهای شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای کلروفیل کل در گیاه بادرشبی

درصد سدیم

مقایسه میانگین برای اثرات متقابل تنش شوری و کود نشان داد که بیشترین میانگین درصد سدیم (۹/۵۷۵ درصد) در ۵۰ مولار تیمار شوری و عدم کاربرد کود به دست آمد و کمترین آن (۱/۳ درصد) مربوط به اعمال شاهد (بدون تنش) و کاربرد ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش تنش شوری میزان جذب سدیم در گیاه افزایش می‌یابد و در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار به بالاترین مقدار خود رسیده است و با افزایش شوری تا سطح ۱۵۰ میلی‌مولار مقدار جذب سدیم کاهش می‌یابد (شکل۷). در خاک‌های شور غلظت سدیم و کلرید در محلول خاک به طور کلی بالاتر و بیشتر از سایر عناصر است که نه تنها باعث تنش اسمزی و تأثیرات یونی ویژه می‌شود بلکه منجر به اختلال در جذب دیگر عناصر و همچنین انتقال به اندام هوایی گیاه و بیماری‌های تغذیه‌ی و به تبع آن کاهش عملکرد گیاه می‌شود (بیبوردی ۲۰۱۲). با افزایش تنش شوری و افزایش پتانسیل اسمزی خاک، غالبا اولین پاسخ گیاه بصورت انسداد روزنه‌ای می‌باشد که می‌تواند ناشی تغییرات پتانسیل اسمزی و اثرات منفی یون سدیم بر روی سیگنال‌های ریشه و یا سلول‌های محافظ روزنه برگ باشد (مرادی و اسمایل ۲۰۰۷) و در ادامه سمیت بیش از حد یون‌های سدیم موجب آسیب به غشای پلاسمایی، اندامک‌های سلولی و اختلال در فتوسنتز، تنفس و سنتز پروتئین‌ها در گیاه می‌گردد (نوری آکندی و همکاران ۲۰۱۶).



شکل ۷- مقایسه میانگین تیمارهای شوری وسطوح مختلف کود ورمی کمپوست برای درصد سدیم در گیاه بادرشبی

نتیجه گیری کلی

سطوح مختلف شوری و کود آلی ورمی‌کمپوست و همچنین اثرات متقابل شوری و کود بر همه صفات اندازه گیری شده به جزء تعداد برگ اثرات معنی‌داری داشت. تنش شوری بر غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی نیز تاثیر منفی گذاشته و با افزایش تنش شوری از میزان هر دو نوع کلروفیل a، b و کلروفیل کل، درصد پروتئین، ارتفاع بوته و عملکرد گیاه کاسته شد و باعث افزایش کربوهیدرات محلول و پرولین در گیاه بادرشبی گردید.

براساس نتایج بدست آمده از این پژوهش کاربرد کود ورمی‌کمپوست با کاهش اثرات منفی سمیت یون‌های سدیم و کلر باعث بهبود برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمایی گیاه بادرشبی گردید. در مجموع نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد کود ورمی‌کمپوست در شرایط تنش می‌تواند نقش مؤثری را در افزایش تحمل گیاهان به شرایط نامساعد تنش شوری و در نتیجه افزایش عملکرد گیاهان ایفا نموده، همچنین به‌عنوان یک منبع اصلی افزایش حاصلخیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی پایدار عمل نماید.

منابع مورد استفاده

Aghai K, Talai N, Kanani M and Yazdani M. 2014. Effect of salt stress on some physiological and biochemical parameters of two (*Salvia* species)**.** Journal of Plant Process and Function, 3(9): 85-96.

Ahmad R and Jabeen N. 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.

Ahmadian A, Ghanbari A, Galavi M, Siahsar B and Arazmjo A. 2010. The effect of different irrigation regimes and manure on the elements, essential oil content and chemical composition of cumin. Journal Neurophysiol Crop Plants Weeds, 4(16): 94-83. (In Persian).

Al-Sobhi OA, Al-Zahrani H S, and Al-Ahmadi S B, 2006. Effect of salinity in chlorophyll and carbohydrate contents of (*Calotropis procera*) seedlings. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences): 105-114.

Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD and Lucht C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49(4), 297-306.

Aziz EE, Al-Amier H, Craker L E. 2008. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 14(1-2), 77-87.

Bybordi A, 2012. Study effect of salinity on some physiologic and morphologic properties of two grape cultivars. Life Science Journal, *9*(4), 1092-1101.

Chalavi V, Yosefi Shiadeh S M. and Zangi S. 2015. The effect of different levels of vermicompost and photoperiod on greenhouse production of medicinal plant stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 21: 31-38.

Chiluvuru N, Tartte V, Kalla CM and Kommalapati R. 2009. Plant bioassay for assessing the effects of vermicompost on growth and yield of Vigna radiata and Centella asiatica, two important medicinal plants. Journal of Developments in Sustainable Agriculture, 4(2), 160-164.

Ebtsam, El-Housini E A, Ahmed MA, Hassanein MS and Tawfik MM. 2014. Effect of salicylic acid (SA) on growth and quality of stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). under salt stress. Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 14, 275-281.

Eisa S, Hussin S, Geissler N and Koyro HW. 2012. Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of Quinoa (*'Chenopodium quinoa'*Willd.) as a potential cash crop halophyte. Australian Journal of Crop Science, *6*(2), 357.

Emarat pardaz J, Hami A and Gohari G, 2015. Evaluation of growth characteristics and essential oil yield of *Satureja hortensis* L. under salinity and Zn Foliar Spraying. Journala of Agricultural Science and Sustainable Production, 26(3): 131-140. (In Persian).

Fageria N K, and Baligar V C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Advances in Agronomy. 88: 97-185.

Fahad S, and Bano A. 2012. Effect of salicylic acid on physiological and biochemical characterization of maize grown in saline area. Pakistan Journal of Botany, 44(4), 1433-1438.

Gaber MA. 2010. Antioxidative defense under salt stress. Plant Signaling and Behavior, 5: 369-374.

Gharib FA, Zeid IM, Salem OMA and Ahmed, EZ. 2014. Effects of (*Sargassum latifolium*) extract on growth, oil content and enzymatic activities of rosemary plants under salinity stress. Life Science Journal, 11, 933-945.

Graifenberg A L, Giustiniani O, Temperini and D P Lipucci. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissue in Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) under salin-sodic condition. Scientia Horticulturae. 63: 1-10.

Gholipour Zar A, Gholipour A. and Shahbazi H. 2012. Evaluate the effect of vermicompost on the growth of Calendula (*Calendula officinalis* L.). The First Conference of Scientific-Specialized Rural. 22-25.

Goldani M, Kamali M, Mohtashami S, Ghani A. 2016. Effect of Different Vermicompost Levels on Morphophysiological Traist and Growth Charachtristics of Basil (*Ocimum basilic*um L.). Iranian Journal of Soil Research, *30*(3), 257-269.

Hasanuzzaman M, Nahar K, Fujita, M. 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In Ecophysiology and responses of plants under salt stress (pp. 25-87). Springer, New York, NY.

Hassanzadeh K, Ahmadi M and Shaban M. 2014. Effect of pre-treatment of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) seeds on seed germination and seedlings growth under salt stress. International Journal of Plant, Animal and Environmental Science, 4(3), 260-265.

Heidari A, Toorchi M, Bandehagh A and Shakiba MR. 2011. Effect of NaCl stress on growth, Water relations, organic and inorganic osmolytes accumulation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines. Universal Journal of Environmental Research and Technology, 1(3), 23-34.

Hosseinzadeh SR, Amiri H and Ismaili A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Photosynthetica, 54(1), 87-92.

Irigoyen JJ, Einerich DW and Sánchez- Díaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia plantarum, 84(1), 55-60.

Jaafar HZ, Ibrahim MH, and Mohamad Fakri NF. 2012. Impact of soil field water capacity on secondary metabolites, phenylalanine ammonia-lyase (PAL), maliondialdehyde (MDA) and photosynthetic responses of Malaysian Kacip Fatimah (*Labisia pumila Benth*). Molecules, 17(6), 7305-7322.

Justes E, J M Meynard B, Mary and D Plenet. 1997. Managment of N nutrition: diagnosis using stem base extract: JUBIL method. p. 163-187. In: Lemaire, G. (Ed), Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops. Spinger Verlag, Berlin.

Joshi, Vig AP and Singh J. 2013. Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of (*Triticum aestivum* L.). a field study. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 2(1), 16.

Karray-Bouraoui N, Rabhi M, Neffati M, Baldan B, Ranieri A, Marzouk B, and Smaoui A. 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of Mentha pulegium. Industrial Crops and Products, 30(3), 338-343.

Khalid K A, and Cai W. 2011. The effects of mannitol and salinity stresses on growth and biochemical accumulations in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Acta Ecologica Sinica, 31(2), 112-120.

Khan MA, Ahmed MZ and Hameed A. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. Journal of Arid Environments, 67(3), 535-540.

Khorasaninejad S, Mousavi A, Soltanloo H, Hemmati K, and Khalighi A. 2010. The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita* L.). World Applied Sciences Journal, 11(11), 1403-1407.

Khurmizi AB, Ganjeali AA, Abrishamchi P and Parsa M. 2016. Effect of vermicompost on photosynthesis and transpiration rate and water use efficiency of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. Būm/shināsī-i kishāvarzī, 4(3), 223-234.

Lakhdar A, Rabhi M, Ghnaya T, Montemurro F, Jedidi N, and Abdelly C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Journal of hazardous materials, 171(1-3), 29-37.

Lenin M, Selvakumar G and Thangadurai R. 2010. Growth and nutrient content variation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under vermicompost application. Journal of Experimental Sciences, 1(8), 25-34

Mafakheri S, Omidbaigi R., Sefidkon F and RejaliF. 2012. Influence of biofertilizers on the essential Oil Content and constituents of *Dracocephalum moldavica* L. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15(1), 58-65.

Moradi F, and Ismail A M. 2007. Responses of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging systems to salt stress during seedling and reproductive stages in rice. Annals of botany, 99(6), 1161-1173.

Muhammad Z, and Hussain F. 2010. Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of some medicinal plants. Pakistan Journal of Botany, 42(2), 889-897.

Nazari H, vafae A, khaleghian A, taherian M, safarieh M, and jahanjo N. 2011. The effect of avena sativa alcoholic and aqueous extract on the wound healing and skin inflammation. Journal Urmia University of Medical Sciences, 22(5), 467-473.

Nadeem S M, Ahmad M, Zahir Z A, Javaid A, and Ashraf M. 2014. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. Biotechnology advances, 32(2), 429-448.

Najar I A, and Khan A B. 2013. Effect of vermicompost on growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum*) under field conditions. Acta Biologica Malaysiana, 2(1), 12-21.

Omid Beighi R. 2011. Approaches to the production and processing of medicinal plants. Thought of the day Publications, Mashhad (in Persian).

Omid Beygi R. 2004. Production and processing of medicinal Plants, Volume Publisher: Astan Quds Razavi (Mashhad), Volume Two, P. 438.

Ouraei M, Tabatabaei SJ, falahi E, and Imani A. 2010. The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis Mill*.). 121-140.

Omid Beygi R. 2010. Production and processing of medicinal plants, Volume Publisher: Astan Quds Razavi (Mashhad), Volume Four First Edition, P. 363-364.

Padmavathiamma PK, Li LY, and Kumari UR. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. Bioresource Technology. 99: 1672-1681.

Parvaneh R, Shahrokh T and Meysam HS. 2012. Studying of salinity stress effect on germination, proline, sugar, protein, lipid and chlorophyll content in Purslane (*Portulaca oleracea* L.). leaves. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 8(1).

Rahdari P, Tavakoli S and Hosseini SM. 2012. Studying of salinity stress effect on germination, proline, sugar, protein, lipid and chlorophyll content in purslane (*Portulaca oleracea* L.). leaves. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, *8*(1), 182-193.

Reginato M, Travaglia C, Reinoso H, Garello F, and Luna V. 2016. Salt mixtures induce anatomical modifications in the halophyte Prosopis strombulifera (*Fabaceae: Mimosoideae*). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 218, 75-85.

Roy SJ, Negrão S, and Tester M. 2014. Salt resistant crop plants. Current Opinion in Biotechnology, 26, 115-124.

Razipour P, Golchin A, and Daghestani M. 2016. Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(5), 125-134.

Razzaghi F, Ahmadi SH, Adolf VI, Jensen CR, Jacobsen SE and Andersen MN. 2011. Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*L.) under salinity and soil drying. Journal of Agronomy and Crop Science, 197(5), 348-360.

Sabra A, Daayf F, and Renault S. 2012. Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 135, 23-31.

Sadras VO, and Milroy SP. Soil–water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchanges*:* A review. Field Crops Research, 1996. 47: 256-266.

Said-Al Ahl HAH, and Mahmoud AA. 2010. Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Ozean Journal of Applied Sciences, 3(1), 97-111.

Salehi A, Ghalavand A, Sefidkon F and Asgharzade A. 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 27: 188-201.

Shabala S and Munns R. 2017. Salinity stress: physiological constraints and adaptive mechanisms. Plant stress physiology, 2nd edn. CABI, Wallingford, 24-63.

Setayeshmehr Z. and Esmailzadeh Behabadi S. 2013. The effect of salinity on some physiological and biochemical properties of the herb coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Plant Production Research, 20 (3): 111-128.

Siahsar B and Heidari M. 2011. Residual effect of chemical and animal fertilizers and compost on Yield, yield components, Physiological Characteristics and Essential Oil Content of (*Matricaria chamomilla* L.) under Drought Stress conditions. Pizhūhishhā-yi zirāī-i Īrān, 8(4), 668-676.

Sirousmehr A, Bardel J, and Mohammadi S. 2015. Changes of germination properties, photosynthetic pigments and anti-oxidant enzymes activity of safflower as affected by drought and salinity stresses. Journal of Crop Ecophysiology. 8(4), 517-533.

Tahami Zarandi MK, Rezvani-Moghadam P and Jahani M 2010. Comparison of organic and chemical yield and herbal essential oils of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology. *2*(1), 70-82. (In Persian).

Theunissen J, Ndakidemi P A. and Laubscher C P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant wast on the growth and nutrient status in vegetable productionInternational. Physical Sciences. 5: 964-1973.

Uma B and Malathi M. 2009. Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of Amaranthus species. Research Journal of Agriculture and biological Sciencei, 5(6), 1054-10.

Warman PR and AngLopez MJ. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology, 101(12), 4479-4483.