

اثر ورمی‌کمپوست بر تحمل به شوری گوجه‌فرنگی و قابلیت جذب آهن و روی در یک خاک آهکی

سمیه قاسمی*

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۱

^۱استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه یزد

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: s.ghasemi@yazd.ac.ir

چکیده

تنش شوری و کمبود عناصر کم‌مصرف از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در خاک‌های آهکی مناطق مرکزی ایران می‌باشند. یکی از راه‌کارهای پایدار برای حفظ تولید و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک با ورودی کم مواد آلی، استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک به‌همراه کودهای شیمیایی است. در این پژوهش، اثر کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست شامل صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی (نسبت وزنی ورمی‌کمپوست به خاک) بر جذب برخی عناصر غذایی و رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در سه سطح شوری صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (معادل هدایت الکتریکی صفر، ۳/۶۵ و ۷/۳۰ دسی‌زیمنس بر متر) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک ریشه و شاخساره شد، اما این اثرات منفی شوری به‌طور معنی‌داری با کاربرد ورمی‌کمپوست کاهش یافت. اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد گیاه بسته به سطح ورمی‌کمپوست متفاوت بود. همچنین شوری باعث افزایش معنی‌دار غلظت سدیم (۳۷۵ درصد) و کاهش غلظت پتاسیم (۲۳ درصد) شاخساره گیاه شد. غلظت آهن و روی شاخساره نیز در شرایط شور به‌طور میانگین به‌ترتیب از ۳۳۸ و ۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۳۰۷ و ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافت، اما کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش غلظت این عناصر در گیاه شد. اثر ورمی‌کمپوست بر نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره معنی‌دار نبود، اما با افزایش شوری، نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره کاهش یافت. بر اساس نتایج این مطالعه، ورمی‌کمپوست علاوه بر حفظ تعادل عناصر غذایی در شرایط شور، باعث افزایش غلظت آهن و روی در گیاه شده و از این طریق می‌تواند به کاهش خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش شوری کمک کند.

واژه‌های کلیدی: آهن، خاک آهکی، شوری، روی، ورمی‌کمپوست

Effect of Vermicompost on Tomato Salt Tolerance and Availability of Iron and Zinc in a Calcareous Soil

S Ghasemi¹

Received: 17 January 2015

Accepted: 12 September 2015

¹-Assist. Prof., Dept of Soil Sci., Yazd Univ., Iran

* Corresponding Author Email: s.ghasemi@yazd.ac.ir

Abstract

Salinity stress and micronutrient deficiency are the most important factors limiting crop production in the calcareous soils in central area of Iran. One of the sustainable strategies to maintain the productivity and improve the fertility status of soil, particularly in arid and semi-arid regions with a soil having low input of organic material, is the use of organic and biological fertilizers with chemical types. In this study, the effect of different vermicompost levels including 0, 10 and 20 % (the weight ratio of vermicompost to the soil) on the nutrient uptake, growth and yield of tomato was investigated at three salinity levels, i.e. 0, 40 and 80 mM NaCl (electrical conductivity of 0, 3.65 and 7.30). The results showed that the salt stress caused significant reduction in root and shoot yield, but these negative effects of salt stress were significantly reduced by vermicompost application. The positive effect of the vermicompost on the plant growth was depended on the applied vermicompost levels. Salinity significantly increased the shoot Na concentration (375 %) and decreased the K concentration (23 %). The shoot Fe and Zn concentrations were also decreased by salinity from 338 and 31 mg kg⁻¹ to 307 and 25 mg kg⁻¹, respectively, while application of the vermicompost caused significant increase of these nutrients concentration in tomato. The effect of vermicompost on K:Na ratio was not significant while the salt stress caused significant reduction in this ratio. Based on these results, in addition to maintaining the nutrients balance in saline conditions, vermicompost could increase concentrations of Fe and Zn in plant and thereby reduced the stress-induced oxidative damage.

Keywords: Calcareous soil, Iron, Salinity, Vermicompost, Zinc

مقدمه

جهان به سمت شوری و عدم حاصلخیزی پیش می‌روند (الدمن و همکاران ۱۹۹۱). شوری از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک، کاهش آب قابل‌استفاده گیاه و سمیت برخی عناصر از قبیل سدیم، کلرید و بور باعث محدودیت رشد گیاه می‌گردد (چانگ و همکاران ۲۰۱۰، پاتل و پاندی ۲۰۰۷). بخش دیگری از اثر منفی شوری بر رشد گیاهان، مربوط به برهم‌خوردن تعادل عناصر غذایی ناشی از کاهش جذب و انتقال عناصر می‌باشد. بسیاری از محققان نیز به این نتیجه رسیده‌اند که اثرهای مخرب شوری بر رشد گیاه ممکن است ناشی از

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر-زیستی اثرگذار بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی سراسر جهان است. تقریباً شش درصد کل سطح زمین، ۱۹/۵ درصد از زمین‌های کشاورزی آبی و ۲/۱۹ درصد از زمین‌های کشت دیم، شور هستند. همچنین به دلیل عواملی از جمله رطوبت کم، سطح تبخیر زیاد، آبیاری با آب شور و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، سالانه ۲/۵ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی (حدود یک درصد از زمین‌های کشاورزی

کادرا-کرسپو ۲۰۱۲). همچنین سازگاری زیاد این نوع باکتری‌ها به شرایط نامساعد محیطی مانند تنش خشکی، شوری، دمای بالا و فلزات سنگین، بیانگر نقش مهم آن‌ها در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیر زیستی هست. در برخی مطالعات به اثر مطلوب ورمی کمپوست به‌عنوان یک کود آلی در افزایش قابلیت جذب عناصر، تحریک رشد و تحمل به شوری گیاه اشاره شده است. در این ارتباط، احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده کردند که کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار، باعث افزایش معنی‌دار غلظت آهن، روی، مس و منگنز در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis* L.) شد. بیک‌خورمیزی و همکاران (۱۳۸۹) نیز با بررسی اثر ورمی کمپوست بر رشد گیاهچه‌های لوبیای قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش شوری نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست بر کاهش اثر منفی شوری بر عملکرد گیاه مؤثر است. چین‌سامی و همکاران (۲۰۱۳) نیز مشاهده کردند که استفاده از عصاره ورمی کمپوست در محلول غذایی از طریق افزایش غلظت پرولین و قندهای محلول برگ گوجه‌فرنگی باعث بهبود تحمل گیاه به تنش شوری شد.

به‌طورکلی، ورمی کمپوست یک کود بیوارگانیک است که سرشار از مواد هومیک، انواع ویتامین‌ها و هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های مختلف و عناصر غذایی قابل جذب برای گیاه بوده و از طریق بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداشت آب، بهبود وضعیت رشد ریشه و تحریک فعالیت میکروبی خاک می‌تواند بر تحمل گیاه به تنش شوری مؤثر باشد (پائول و متزگر ۲۰۰۵، تنیسن و همکاران ۲۰۱۰). با توجه به اینکه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی است که تولید جهانی آن، به‌ویژه در مناطق گرم و خشک، توسط شوری محدود شده است (کارترو و فماندز-موناز ۱۹۹۹)، بنابراین، در این پژوهش اثر کاربرد ورمی کمپوست بر جذب برخی عناصر غذایی و رشد گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت.

بر هم‌خوردن تعادل عناصر به‌ویژه پتاسیم و سدیم باشد (عیسی ۲۰۰۲، تانکتورک و همکاران ۲۰۱۱). همچنین شوری به‌طور مستقیم بر فرآیند جذب، قابلیت دسترسی و انتقال عناصر کم‌مصرف مانند آهن و روی اثر گذاشته و با کاهش یا افزایش جذب، انباشتگی و تغییر توزیع عنصر در داخل گیاه بر کیفیت و عملکرد محصول اثر می‌گذارد (به نقل از خوشگفتارمنش و همکاران ۲۰۰۶). به‌همین دلیل، کمبود آهن و روی و بروز نشانه‌های زردبرگی (کلروز) نیز، از شایع‌ترین مشکلات تغذیه‌ای گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (فرناندز و ابرت ۲۰۰۵) و با وجود این‌که گاهی آهن و روی به مقدار زیاد در خاک وجود دارد، اما به‌علت آهکی بودن خاک (حاوی بیش از ۱۵ درصد کربنات کلسیم)، بالا بودن pH و شوری، به‌شکل‌های قابل جذب برای گیاه نبوده و علائم کمبود این عناصر در گیاه بروز می‌کند (الجالود و همکاران ۲۰۱۳).

با توجه به گسترش جهانی شوری خاک و به دنبال آن کاهش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی، یافتن راهکار مناسب جهت بهبود وضعیت تغذیه گیاهان در شرایط شور، اهمیت زیادی دارد. نتیجه برخی مطالعات نشان می‌دهد که کودهای آلی مختلف از جمله ورمی کمپوست، راهکاری پایدار برای حفظ تولید و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک با ورودی کم مواد آلی هست (اتیه و همکاران ۲۰۰۰). کاربرد ورمی کمپوست، نه‌تنها نیاز به مصرف کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی را کاهش می‌دهد، بلکه باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌شود (پائول و متزگر ۲۰۰۵، تنیسن و همکاران ۲۰۱۰). این امر می‌تواند ناشی از بهبود وضعیت تغذیه گیاه، بهبود ساخت آنتی-اکسیدانت‌های تنش‌زدا در ریشه و شاخساره و همچنین وجود باکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه (PGPR) در ورمی کمپوست باشد. باکتری‌های PGPR می‌توانند عملکرد گیاه را از طریق افزایش قابلیت جذب عناصر و تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش دهند (دل‌آمور و

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و تجزیه خاک

نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری منطقه قاسم‌آباد واقع در استان یزد تهیه شد. از چهار نقطه مختلف مزرعه نمونه‌برداری به عمل آمده و با اختلاط نمونه‌ها، یک نمونه مرکب حاصل گردید. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک مورد مطالعه، در جدول ۱ نشان داده شده است. بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتر و قابلیت هدایت الکتریکی و پ-هاش در عصاره اشباع تعیین گردید (هس ۱۹۷۱). درصد کربن آلی به روش اکسایش تر در مجاورت بی‌کرومات‌پتاسیم و اسیدسولفوریک غلیظ (نلسون و سامرز ۱۹۸۶)، درصد نیتروژن کل با استفاده از روش کدال (برمر و مالونسی ۱۹۸۲) و آهک خاک نیز به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک و تیتراسیون برگشتی با هیدروکسید سدیم اندازه‌گیری شد (هس ۱۹۷۱). غلظت آهن و روی قابل جذب (عصاره‌گیری شده با DTPA) توسط دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (لیندزی و نورول ۱۹۷۸).

ورمی‌کمپوست

برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این مطالعه، مطابق با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). قابلیت هدایت الکتریکی و پ-هاش در عصاره ۱ به ۵ (هس ۱۹۷۱)، درصد کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز ۱۹۸۶) و درصد نیتروژن کل با استفاده از روش کدال (برمر و مالونسی ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. غلظت آهن و روی نیز توسط دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (لیندزی و نورول ۱۹۷۸).

کشت گیاه و اعمال تیمارها

این پژوهش برای بررسی اثر کاربرد سه سطح ورمی‌کمپوست شامل صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی در خاک آهکی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط شوری صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم انجام شد. سطوح ورمی‌کمپوست به کار برده شده در این پژوهش، بر اساس نتایج مطالعات انجام شده توسط سایر محققان و همچنین میزان مصرف کودهای آلی در

گلخانه‌ها انتخاب شد (بیک‌خورمیزی و همکاران ۱۳۸۹، شیخی و رونقی ۱۳۹۲). سطوح شوری انتخاب شده نیز نزدیک به شرایط خاک‌های شور و آب آبیاری مناطق خشک و نیمه‌خشک هست. همچنین در مطالعه دیگر مشاهده گردید که شوری‌های بالاتر از ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم باعث از بین رفتن گیاه گوجه‌فرنگی می‌گردد (قاسمی و همکاران ۲۰۱۳).

بذرهای گوجه‌فرنگی رقم رانی (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cvs. Rani) پس از ضدعفونی توسط آب‌اکسیژنه یک درصد، در گلدان‌های حاوی سه کیلوگرم خاک تیمار شده با سطوح مختلف ورمی-کمپوست انتقال یافتند. تعداد کل گلدان‌ها ۲۷ عدد بود. در هر گلدان شش بذر کشت شد و پس از سبز شدن، به سه بوته کاهش داده شدند. آبیاری گلدان‌ها بر اساس ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه صورت گرفت. پس از گذشت چهار هفته از کشت گیاه، تیمارهای شوری در سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار از منبع کلرید سدیم، نمک غالب در اراضی کشاورزی (توران و همکاران ۲۰۰۷)، به همراه آب آبیاری اعمال گردید. برای ثابت نگه داشتن مقدار شوری در گلدان‌ها، هدایت الکتریکی زه‌آب گلدان‌ها مرتباً اندازه‌گیری و کنترل می‌شد. پس از گذشت شش هفته از اعمال تیمارهای شوری، ریشه و شاخساره به‌طور جداگانه برداشت و با آب مقطر شسته شدند. نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در خشک‌کن قرار گرفته و پس از اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و شاخساره، توسط آسیاب پودر شده و در ظروف پلاستیکی دربسته نگهداری شدند.

تجزیه گیاه

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، نمونه‌های گیاهی پودر شده در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره خاکستر گردیده و پس از آن عصاره‌گیری با استفاده از اسید کلریدریک دو نرمال انجام شد. غلظت آهن و روی توسط دستگاه جذب اتمی Analytik Jena مدل NOVA 300 و سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فوتومتر مدل ۴۱۰ اندازه‌گیری شد (خان‌محمدی و همکاران ۱۳۸۹).

صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم اعمال گردید. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و نمودارها به وسیله نرم‌افزار Excel رسم گردید.

طرح آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور ورمی کمپوست و شوری در سه تکرار انجام شد. ورمی کمپوست در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی و شوری نیز در سه سطح

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی کمپوست مورد استفاده در این آزمایش.

ویژگی	واحد	مقدار
کلاس بافت	-	رس سیلتی ^۱
رطوبت ظرفیت مزرعه	(%)	۳۸
پ-هاش	-	۷/۷
قابلیت هدایت الکتریکی	(dS m ⁻¹)	۲/۳
کربنات کلسیم معادل	(%)	۳۵/۵
کربن آلی	(%)	۰/۶
نیتروژن کل	(%)	۰/۱
آهن قابل استخراج	(mg kg ⁻¹)	۴/۲
روی قابل استخراج	(mg kg ⁻¹)	۰/۴

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و شوری بر وزن تر و خشک ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر شاخساره
ورمی کمپوست (V)	۲	۲/۸***	۰/۱***	۴۸/۱***
شوری (S)	۲	۵/۵***	۰/۴***	۴۷/۹***
V × S	۴	۰/۳***	۰/۰	۰/۴
خطای آزمایش	۱۸	۰/۱	۰/۰	۱/۳
ضریب تغییرات		۹/۸۴	۱۱/۵	۸/۰

***به ترتیب بیان‌گر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۰/۱ می‌باشند.

^۱Silty clay

نتایج

وزن تر و خشک ریشه

داری بین تیمار شاهد و سطح ۲۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده نشد.

اثر شوری نیز بر وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). با افزایش سطح شوری، وزن خشک ریشه به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۳). همچنین، شوری ۸۰ میلی-مولار کلرید سدیم در مقایسه با تیمار شاهد باعث کاهش معنی دار وزن تر ریشه شد، اما شوری ۴۰ میلی-مولار کلرید سدیم، اثر معنی داری بر وزن تر ریشه نداشت.

اثر ورمی کمپوست بر وزن تر و خشک ریشه، در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار وزن تر ریشه شد (جدول ۳). افزایش وزن تر ریشه گیاهان تیمار شده با سطح ۱۰ درصد ورمی کمپوست به طور معنی داری بیشتر از سطح ۲۰ درصد ورمی کمپوست بود. همچنین کاربرد ۱۰ درصد ورمی کمپوست، وزن خشک ریشه را به طور معنی داری افزایش داد، اما از این نظر اختلاف معنی-

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های وزن تر و خشک ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی برای سطوح مختلف ورمی کمپوست و شوری.

تیمار	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره
	(g pot ⁻¹)			
ورمی کمپوست (%)	صفر	۱/۵ ^c	۰/۶ ^b	۱۱/۹ ^c
	۱۰	۲/۶ ^a	۰/۷ ^a	۱۶/۵ ^a
	۲۰	۲/۲ ^b	۰/۶ ^b	۱۳/۷ ^b
شوری (mM NaCl)	صفر	۲/۶ ^a	۰/۸ ^a	۱۶/۳ ^a
	۴۰	۲/۵ ^a	۰/۶ ^b	۱۴/۳ ^b
	۸۰	۱/۲ ^b	۰/۴ ^c	۱۱/۶ ^c

میانگین‌های با حروف لاتین یکسان در یک ستون برای هر تیمار، دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD نمی‌باشند.

ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی دار وزن تر شاخساره شد (جدول ۳). بیشترین وزن تر شاخساره در گیاهان تیمار شده با سطح ۱۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده گردید. همچنین کاربرد ۱۰ درصد ورمی کمپوست، باعث افزایش معنی دار وزن خشک شاخساره شد، درحالی‌که در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد، اثر معنی داری بر وزن خشک شاخساره نداشت.

اثر شوری بر وزن تر و خشک شاخساره، در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی دار وزن تر و خشک شاخساره گردید (جدول ۳). به طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد شاخساره به ترتیب مربوط به

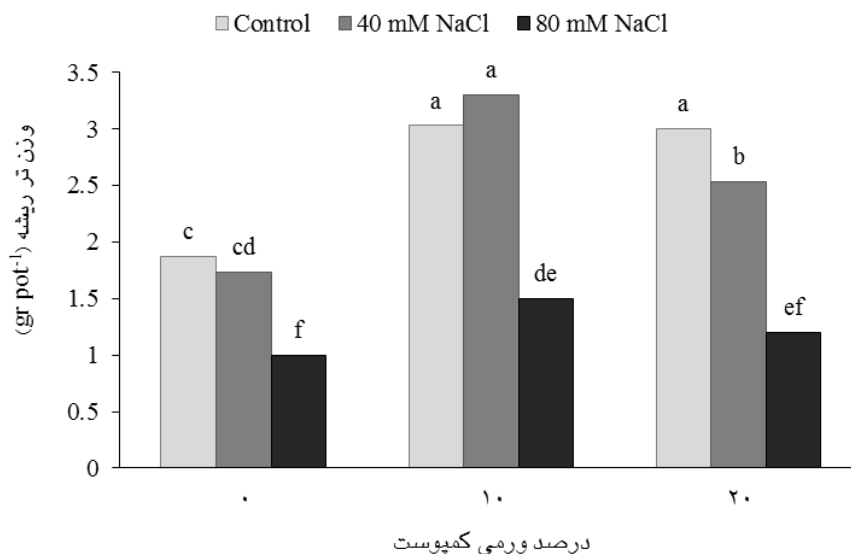
نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر وزن تر ریشه معنی دار بود (جدول ۲). در هر سه سطح شوری مورد مطالعه، کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار وزن تر ریشه شد (شکل ۱). بیشترین عملکرد وزن تر ریشه مربوط به سطح ۱۰ درصد ورمی کمپوست در شوری ۴۰ میلی-مولار کلرید سدیم بود و از این نظر اختلاف معنی داری با تیمارهای ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی کمپوست در شرایط غیر شور نداشت.

وزن خشک شاخساره

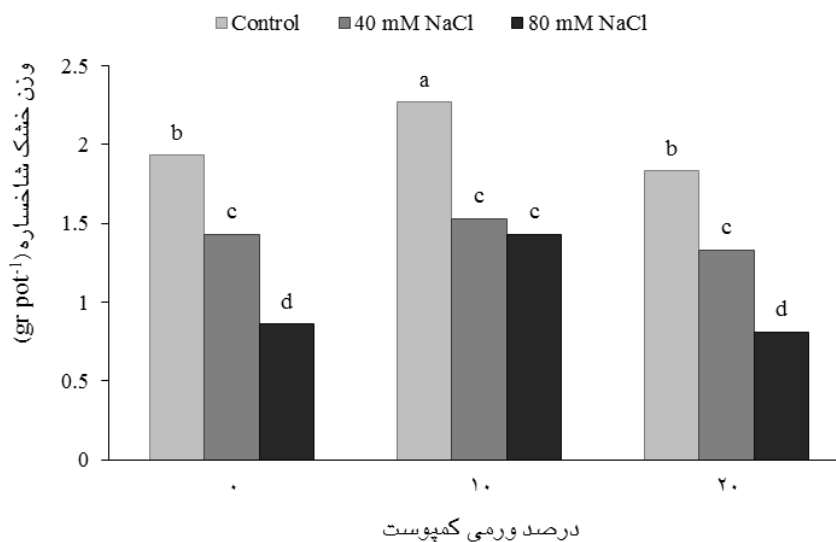
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ورمی کمپوست بر وزن تر و خشک شاخساره، در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). کاربرد

بیشترین وزن خشک شاخساره مربوط به تیمار ۱۰ درصد ورمی کمپوست در شرایط غیر شور هست (شکل ۲).

تیمارهای صفر و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر وزن خشک شاخساره نیز نشان داد که



شکل ۱- اثر ورمی کمپوست بر وزن تر ریشه گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف شوری. حروف لاتین یکسان نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند.



شکل ۲- اثر ورمی کمپوست بر وزن خشک شاخساره گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف شوری. حروف لاتین یکسان نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند.

غلظت پتاسیم شاخساره اثر کاربرد ورمی کمپوست، شوری و اثر متقابل آن‌ها بر غلظت پتاسیم شاخساره معنی‌دار بود (جدول ۴). با افزایش سطح ورمی کمپوست، غلظت پتاسیم شاخساره نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم شاخساره شد (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و شوری بر غلظت برخی عناصر شاخساره گوجه‌فرنگی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			پتاسیم	سدیم	پتاسیم به سدیم	آهن	روی
		پتاسیم	سدیم	پتاسیم به سدیم					
ورمی کمپوست (V)	۱	۲۹۱***	۸/۱***	۳/۵	۲۲۲۱**	۱۷۳***			
شوری (S)	۳	۴۱۳***	۶۱/۳***	۳۱۷۵***	۲۹۷۶***	۱۰۰**			
V×S	۳	۳۴/۵**	۱/۹***	۲/۷	۷۲۴	۲۰/۰			
خطای آزمایش	۱۶	۵/۸۰	۰/۱	۴/۰	۲۳۸	۱۲/۰			
ضریب تغییرات		۶/۱	۸/۶	۱۱/۵	۴/۸	۱۲/۷			

***، ** به ترتیب بیان‌گر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۰/۱، ۰/۰۱ می‌باشند.

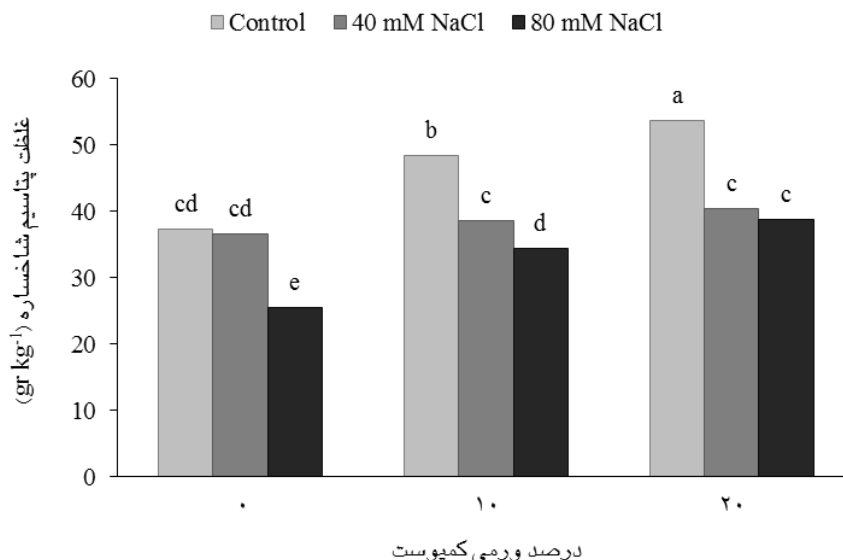
جدول ۵- مقایسه میانگین‌های غلظت برخی عناصر شاخساره گوجه‌فرنگی برای سطوح مختلف ورمی کمپوست و شوری.

تیمار	پتاسیم	سدیم	پتاسیم به سدیم	آهن	روی	
صفر	۳۳/۲ ^c	۳/۲ ^c	۱۷/۵ ^a	۳۰۱ ^b	۲۲/۲ ^b	
ورمی کمپوست (%)	۴۰/۵ ^b	۴/۲ ^b	۱۷/۹ ^a	۳۲۱ ^a	۳۰/۲ ^a	
۲۰	۴۴/۴ ^a	۵/۱ ^a	۱۶/۷ ^a	۳۳۳ ^a	۲۹/۲ ^a	
صفر	۴۶/۵ ^a	۱/۲ ^c	۳۹/۰ ^a	۳۳۸ ^a	۳۱/۰ ^a	
شوری (mM NaCl)	۳۸/۶ ^b	۵/۲ ^b	۷/۵ ^b	۳۱۱ ^b	۲۵/۷ ^b	
۴۰	۳۲/۹ ^c	۶/۱ ^a	۵/۵ ^b	۳۰۴ ^b	۲۴/۹ ^b	
۸۰						

میانگین‌های با حروف لاتین یکسان در یک ستون برای هر تیمار، دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD نمی‌باشند.

کلرید سدیم، غلظت پتاسیم شاخساره گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر غلظت پتاسیم شاخساره نیز نشان داد که در شوری صفر و ۸۰ میلی‌مولار



شکل ۳- اثر ورمی کمپوست بر غلظت پتاسیم شاخساره گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف شوری. حروف لاتین یکسان نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند.

غلظت سدیم شاخساره

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت سدیم شاخساره به‌طور معنی‌داری تحت اثر ورمی-کمپوست و شوری بود (جدول ۴). افزایش سطح ورمی-کمپوست و شوری باعث افزایش معنی‌دار غلظت سدیم شاخساره گردید (جدول ۵). اثر متقابل شوری و ورمی-کمپوست نیز بر غلظت سدیم شاخساره معنی‌دار بود (جدول ۴). در شرایط غیر شور، اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف ورمی کمپوست از نظر غلظت سدیم شاخساره مشاهده نشد، اما در شوری‌های ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار غلظت سدیم شاخساره گردید (شکل ۴).

نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره

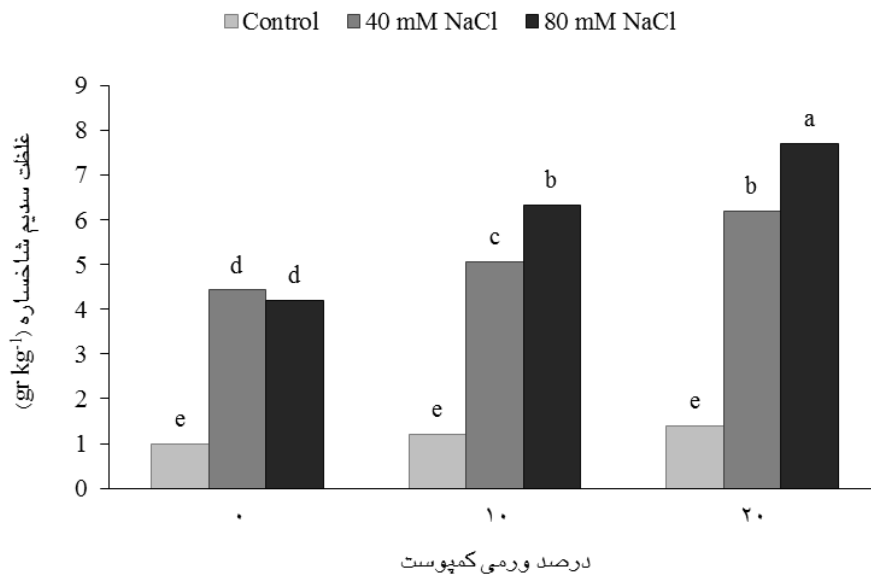
اثر ورمی کمپوست بر نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره معنی‌دار نبود، اما این نسبت به‌طور معنی‌داری تحت اثر شوری قرار داشت (جدول ۴)؛ به‌طوری‌که شوری در مقایسه با تیمار شاهد، باعث کاهش نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره شد، اما از این نظر اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده نشد (جدول ۵).

غلظت آهن شاخساره

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ورمی کمپوست و شوری بر غلظت آهن شاخساره معنی‌دار بود (جدول ۴). کاربرد ورمی-کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار غلظت آهن شد، اما از این نظر اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده نشد (جدول ۵). همچنین، با افزایش سطح شوری از صفر به ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، غلظت آهن شاخساره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

غلظت روی شاخساره

نتایج نشان داد که غلظت روی شاخساره به‌طور معنی‌داری تحت اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و شوری بود (جدول ۴). سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی شد (جدول ۵). همچنین، غلظت روی شاخساره گیاهان رشد یافته در شرایط غیر شور، به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان تیمار شده با شوری ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود.



شکل ۴- اثر ورمی کمپوست بر غلظت سدیم شاخساره گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف شوری. حروف لاتین یکسان نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند.

بحث

و غیرشور بود. افزایش عملکرد گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست می‌تواند به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و همچنین بهبود وضعیت تغذیه گیاه باشد (اتیه و همکاران ۲۰۰۰). مک‌جینیس و همکاران (۲۰۰۳)، افزایش عملکرد ریحان در حضور ورمی‌کمپوست را به بهبود خصوصیات فیزیکی محیط، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب ارتباط دادند. الیوا و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعه‌ای بر روی تمیر هندی نشان دادند که با کاربرد ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری، زیست‌توده گیاه چهار برابر افزایش یافت. در مطالعه دیگر، بیک‌خورمیزی و همکاران (۱۳۸۹) برای بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیای قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، شامل پنج نسبت حجمی ورمی‌کمپوست و ماسه (۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵) و پنج سطح شوری (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار

در این مطالعه، افزایش سطح شوری در تمام تیمارها باعث کاهش عملکرد ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی شد. اثر منفی شوری بر رشد گیاه ممکن است به علت اختلال در فعالیت‌های متابولیکی ناشی از کاهش جذب آب باشد (تانکتورک و همکاران ۲۰۱۱). رحمان و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش غلظت نمک در محیط ریشه از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و کاهش یا جلوگیری از جذب آب موردنیاز برای تحرک عناصر غذایی ضروری برای رشد، باعث کاهش زیست‌توده ریشه و شاخساره ارقام مختلف گندم شد. در مطالعات دیگر نیز به اثر تنش شوری بر کاهش رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی از قبیل ذرت (تانا و همکاران ۲۰۰۸)، سویا (عیسی ۲۰۰۲)، گوجه‌فرنگی (کوارترو و فرناندز-موناز ۱۹۹۹) و گل جعفری (عید و همکاران ۲۰۱۱) اشاره شده است.

نتایج مطالعه حاضر بیانگر اثر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط شور

است ناشی از عدم تعادل عناصر به‌ویژه پتاسیم و سدیم باشد (عیسی ۲۰۰۲، تانکتورک و همکاران ۲۰۱۱). مطالعات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد شوری باعث تولید رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن و در پی آن، پراکسیداسیون لیپیدها و از بین رفتن ساختار متکامل غشاء سلولی ریشه می‌شود (ازودو و همکاران ۲۰۰۹). در این شرایط، نفوذپذیری غشا زیاد شده، از یک طرف یون‌های سمی نظیر سدیم وارد گیاه شده و از طرف دیگر، نشت پتاسیم شیره سلولی زیاد می‌شود (کوبین و شابالا ۲۰۰۷). در مطالعه حاضر، مقدار پتاسیم شاخساره گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست بیشتر از تیمار شاهد بود. انباشت یون‌های معدنی از قبیل پتاسیم در شرایط تنش شوری، علاوه بر ایجاد تعادل اسمزی، از طریق ساخت پروتئین و حفظ ساختار و استحکام غشای سلولی باعث افزایش تحمل به شوری گیاه می‌شود (عیسی ۲۰۰۲). در این راستا شیخی و رونقی (۱۳۹۲) با بررسی اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در شرایط شور مشاهده کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن و کاهش غلظت سدیم و کلر در اندام هوایی اسفناج شد. کوماری و یوشاکوماری (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط لوبیای چشم‌بلبلی، در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در شرایط شور علاوه بر پتاسیم، جذب سدیم شاخساره گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست بیشتر از تیمار شاهد بود، اما نسبت پتاسیم به سدیم شاخساره گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. بنابراین یکی از دلایل اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد گیاه در شرایط شور می‌تواند ناشی از حفظ تعادل عناصر غذایی باشد. نتایج تحقیقات انجام‌شده توسط رفیق و نصرت (۲۰۰۹) بر روی گیاه آفتابگردان نیز نشان داد که ورمی‌کمپوست می‌تواند از طریق بهبود وضعیت تغذیه گیاه، اثرات

کلریدسدیم) انجام دادند. نتایج نشان داد که در شرایط غیر شور و همچنین شوری ۳۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، کاربرد ورمی‌کمپوست، صرف‌نظر از سطح آن، باعث افزایش ارتفاع و سطح برگ شد، اما در سطوح بالاتر شوری، تنها بالاترین سطح ورمی‌کمپوست در کاهش اثر منفی شوری بر عملکرد گیاه مؤثر بود.

عملکرد ریشه و شاخساره گیاهان تیمار شده با سطح ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان تیمار شده با سطح ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست بود (جدول ۳) و در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست، وزن خشک ریشه و شاخساره در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نداشت. یکی از دلایل اثر کمتر سطوح بالاتر ورمی‌کمپوست بر افزایش عملکرد گیاه می‌تواند ناشی از غلظت‌های زیاد نمک‌های محلول در ورمی‌کمپوست باشد (اتیه و همکاران ۲۰۰۱). ده‌دشتی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (صفر، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد حجمی) بر رشد و نمو و جذب برخی از عناصر غذایی توسط گوجه‌فرنگی نشان دادند که جذب عناصر غذایی و سرعت رشد گیاه در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشتر از سایر تیمارها بود. این محققان علت کاهش عملکرد گیاه در غلظت‌های بالای ورمی‌کمپوست را ناشی از سمیت عناصر و هیومیک اسید بالا دانستند. چمنی و همکاران (۲۰۰۸) نیز با مطالعه اثر کاربرد سطوح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد گل اطلسی نشان دادند که بیشترین عملکرد مربوط به سطح ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست بود و با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست، وزن تر و خشک شاخساره و تعداد گل کاهش یافت.

در این مطالعه افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار مقدار آهن، روی و پتاسیم و افزایش مقدار سدیم شاخساره شد. بنابراین یکی دیگر از دلایل کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط شور، می‌تواند عدم تعادل عناصر غذایی ناشی از کاهش جذب و انتقال عناصر باشد. بسیاری از محققین نیز به این نتیجه رسیده‌اند که اثرات مخرب شوری بر رشد گیاه ممکن

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که صرف‌نظر از سطح شوری، کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش غلظت آهن، روی و پتاسیم شاخساره و بهبود رشد گوجه‌فرنگی شد. افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم، افزایش غلظت سدیم شاخساره و کاهش وزن خشک ریشه و شاخساره گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست در این شرایط موجب بهبود تعادل عناصر غذایی و در نتیجه کاهش اثر منفی شوری بر عملکرد گیاه شد. بر اساس نتایج این مطالعه، ورمی‌کمپوست علاوه بر بهبود تعادل عناصر غذایی در شرایط شور، باعث بهبود وضعیت تغذیه آهن و روی شده و از این طریق می‌تواند به کاهش خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش‌ها کمک کند.

زیان‌بار شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود.

بر اساس نتایج این مطالعه، غلظت آهن و روی شاخساره گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست، به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود. ورمی‌کمپوست دارای عناصر غذایی به شکل‌های قابل‌دسترس برای جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس، منگنز و غیره بوده و اثر مثبت بر تغذیه گیاه دارد. در این راستا، نتایج تحقیقات احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۰) و چمنی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش غلظت آهن و روی در گیاه می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

منابع مورد استفاده

- احمدآبادی ز، قاجار سپانلو م و بهمن‌یار م، ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک و غلظت آنها در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*). مجله به‌زراعی کشاورزی، جلد ۱۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱ تا ۱۲.
- بیگ‌خورمیزی ع، ابریشمچی پ، گنجعلی ع و پارسا م، ۱۳۸۹. تأثیر ورمی‌کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۳، صفحه‌های ۴۷۴ تا ۴۸۵.
- خان‌محمدی ز، خوشگفتارمنش اح و مللی ار، ۱۳۸۹. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۶۸ صفحه.
- دهدشتی‌زاده ب، آرویی ح، عزیزی م، داوری نژاد غ، ۱۳۸۸. بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و عنصر معدنی فسفر بر رشد و نمو و جذب برخی از عناصر غذایی در نشاء گوجه فرنگی. نشریه مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، دوره ۴۰، شماره ۳، صفحه‌های ۴۹ تا ۵۸.
- شیخی ج و رونقی ع، ۱۳۹۲. اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال ۴، شماره ۱۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۹۲.
- Al Jaloud AA, Al Rabhi MA and Bashour II, 2013. Availability and fractionation of trace elements in arid calcareous soils. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25: 702-712.
- Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD, 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization* 8: 215-223.
- Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD, 2001. Pig manure vermicompost as component of a horticultural bedding plant medium: effect on physiochemical properties and plant growth. *Bioresources Technology* 78: 11-20.
- Azevedo H, Amorim-Silva V and Tavares RM, 2009. Effect of salt on ROS homeostasis, lipid peroxidation and antioxidant mechanisms in *Pinuspinaster* suspension cells. *Annals of Forest Science* 66: 211-219.
- Bremner JM and Mulvaney CS, 1982. Total nitrogen. Pp. 599-622. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds.). *Method of Soil Analysis. Part II. Aragon Monogr*, 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
- Chamani E, Joce DC and Reihanytabar A, 2008. Vermicompost effect on the growth and flowering of *Petunia* hybrid 'Dream Neon Rose'. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science* 3: 506-512.

- Chang C, Wang B, Shi L, Li Y, Duo L and Zhang W, 2010. Alleviation of salt stress-induced inhibition of seed germination in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by ethylene and glutamate. *Journal of Plant Physiology* 167: 1152-1156.
- Chinsamy M, Kulkarni MG and Staden JV, 2013. Garden-waste-vermicompost leachate alleviates salinity stress in tomato seedlings by mobilizing salt tolerance mechanisms. *Plant Growth Regulation* 71: 41-47.
- Cuartero J and Fernáandez-Munáoz R, 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae* 78: 83-125.
- Cuin TA and Shabala S, 2007. Amino acids regulate salinity-induced potassium efflux in barley root epidermis. *Planta* 225: 753-761.
- Del Amor FM and Cuadra-Crespo P, 2012. Plant growth-promoting bacteria as a tool to improve salinity tolerance in sweet pepper. *Functional Plant Biology* 39: 82-90.
- Eid RA, Taha LS and Ibrahiem SMM, 2011. Alleviation of adverse effects of salinity on growth, and chemical constituents of marigold plants by using glutathione and ascorbate. *Journal of Applied Science and Research* 7: 714-721.
- Essa TA, 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science* 188: 86-93.
- Fernández V and Ebert G, 2005. Foliar iron fertilization: A critical review. *Journal of Plant Nutrition* 28: 2113-2124.
- Ghasemi S, Khoshgoftarmanesh AH, Afyuni M and Hadadzadeh H, 2013. Iron-amino acid chelates alleviate salinity induced damages on tomato grown in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae* 165: 91-98.
- Hesse PR. 1971. A text book of soil chemical analysis. John Murray, London.
- Khoshgoftarmanesh AH, Shariatmadari H, Karimian N, Kalbasi M and Van der Zee SEATM, 2006. Cadmium and zinc in saline soil solutions and their concentrations in wheat. *Soil Science Society of America Journal* 70: 582-589.
- Kumari MSS and Ushakumari K, 2002. Effect of vermicompost enriched rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Tropical Agriculture* 40: 27-30.
- Lindsay WL and Norvell WA, 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America, Proceedings* 42: 421-428.
- McGinnis M, Cookt A, Bilderback T and Lorcheider M, 2003. Organic fertilization for basil transplant production. *Acta Horticulturae* 491: 213-218.
- Nelson DW and Sommers LP, 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 539-579. In: Page AL (ed.). *Method of Soil Analysis. Part II. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.*
- Oldeman LR, Van Englen VWP and Pulles JHM, 1991. The extent of human-induced soil degradation. Pp. 27-33. In: Oldeman LR, Hakkeling RTA and Sombroek WG (eds). *World Map of Status of Human-Induced Soil Degradation: An explanatory Note. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre (ISRIC).*
- Oliva MA, Zenteno RE, Pinto A, Dendooven L and Gutierrez F, 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). *Gayana Botanica* 65: 10-17.
- Patel AD and Pandey AN, 2007. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Cassia montana* (*Fabaceae*). *Journal of Arid Environments* 70: 174-182.
- Paul L. and Metzger JD, 2005. Impact of vermicompost on vegetable transplant quality. *HortScience* 40: 2020-2023.
- Rafiq A and Nusrat J, 2009. Determination of growth improvement in sunflower (*Helianthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany* 41: 1373-1384.
- Rahman M, Soomro UA, Haq MZ and Gul S, 2008. Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences* 4: 398-403
- Theunissen J, Ndakidemi PA and Laubscher CP, 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on growth and nutrient status in vegetable production. *International Journal of Physical Sciences* 5: 964-1973.
- Tuna AL, Kayab C, Dikilitas M and Higgs D, 2008. The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany* 62: 1-9.
- Tunçtürk M, Tunçtürk R, Yıldırım B and Çiftçi V, 2011. Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some Canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology* 10: 1827-1832.
- Turan MA, Turkmen N and Taban N, 2007. Effect of NaCl on stomatal resistance and proline, chlorophyll, Na, Cl and K concentrations of lentil plants. *Journal of Agronomy* 6: 378-381.