اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی

جمال شیخی[۱*] و عبدالمجید رونقی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۱)

چکیده

به منظور بررسی اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر عملکرد و غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس، کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر در اندام هوایی اسفناج (رقم ویروفلی)، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح ورمی‌کمپوست (صفر، ۲ و ۱۰ درصد وزنی) و چهار سطح شوری (صفر، ۱، ۲، و ۳ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) بود. قابلیت هدایت الکتریکی چهار سطح شوری در عصاره اشباع خاک به‌ترتیب ۰/۷، ۴/۵، ۸ و ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد اندام هوایی اسفناج در تیمار ۱۰% وزنی ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. کاربرد کلرید سدیم اثر معنی‌داری بر عملکرد اندام هوایی نداشت. بنابراین آستانه شوری برای رقم ویروفلی در شرایط آزمایش حاضر حداقل ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد که به مراتب بیشتر از آستانه ذکر شده در بیشتر منابع برای اسفناج (۲ دسی‌زیمنس بر متر) است. کاربرد ورمی‌کمپوست، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و منیزیم را در اندام هوایی اسفناج افزایش داده و غلظت منگنز، روی، مس، کلسیم، سدیم و کلر اندام هوایی را کاهش داد. کاربرد کلرید سدیم اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر، آهن، منگنز، کلسیم و منیزیم نداشت. اما با افزایش مقدار کلرید سدیم، غلظت نیتروژن، روی، مس، سدیم و کلر اندام هوایی افزایش یافت. در تیمار بدون کلرید سدیم، کاربرد ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر غلظت سدیم نداشت؛ اما غلظت کلر را افزایش داد. در حالی‌که در سطح ۳ گرم کلرید سدیم، کاربرد ورمی‌کمپوست، غلظت سدیم و کلر اندام هوایی را در مقایسه با کاربرد به تنهایی کلرید سدیم به‌طور معنی‌داری کاهش داد. بنابراین، استفاده از ورمی‌کمپوست علاوه بر افزایش رشد گیاه، می‌تواند راهکار مناسبی برای کم کردن اثرهای منفی ناشی از غلظت زیاد سدیم و کلر در خاک‌های شور بر رشد اسفناج، رقم ویروفلی، باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اندام هوایی، عناصر غذایی، آستانه شوری

۱. بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sheikhi.jamal@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

مقدمه

شوری از عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد. پاسخ گیاهان به سطوح بالای کلرید سدیم پیچیده است و شامل تغییرات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و سوخت و سازی آنها می‌شود (۱۸). پاسخ گیاهان به شوری زیاد در مراحل مختلف رشد نیز متفاوت است (۱۴). شوری، غلظت عناصر غذایی و انتقال آنها را در ریشه، شاخساره و میوه گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳). افزایش فراهمی عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه، راهکاری مناسب برای مقابله با شوری می‌باشد (۲۳). استفاده از مواد آلی علاوه بر افزایش قابلیت باروری خاک در زمین‌های کشاورزی و بهبود حاصل‌خیزی خاک، می‌تواند راهکار مناسبی برای کم کردن آثار مضر ناشی از خاک‌های شور بر رشد گیاهان باشد (۲۹).

تولید ورمی‌کمپوست یک روش نویدبخش برای تبدیل ضایعات آلی به مواد قابل استفاده می‌باشد که در این فرآیند از گونه‌های معین کرم خاکی (مانند *Eisenia fetida*) جهت تثبیت ضایعات آلی استفاده می‌شود. محصول نهایی ماده‌ای بی‌بو است که دارای ساختار مناسب، ظرفیت نگهداری آب زیاد، مقادیر نسبتاً زیاد عناصر غذایی قابل دسترس و نیز متابولیت‌های میکروبی می‌باشد که ممکن است به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه عمل کنند (۳۷). ورمی‌کمپوست‌ها دارای عناصر غذایی گیاهان به شکل‌های قابل دسترس برای جذب، شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، منگنز، روی، مس و بور هستند که اثر مثبت بر تغذیه گیاهان دارند. درصد بالای اسید هومیک در ورمی‌کمپوست در سلامتی گیاه نقش دارد. این ماده ساخت ترکیبات فنولیک همچون آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها را افزایش داده و در نتیجه موجب بهبود کیفیت گیاه شده و نیز به‌عنوان بازدارنده آفات و امراض عمل می‌کنند (۴۶). پیوست و همکاران (۳۸) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست، ارتفاع و تعداد برگ اسفناج را در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش داد. اولیوا و همکاران (۳۵) در یک آزمایش گلخانه‌ای مشاهده نمودند که کاربرد ورمی‌کمپوست نقش بالقوه‌ای در محدودکردن اثر منفی شوری بر گیاه تمبر هندی داشت. در بررسی اثر برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری بر رشد آفتابگردان، احمد و جابن (۵) مشاهده کردند که ورمی‌کمپوست اثر منفی شوری را کاهش داد. نتایج آزمایش گلخانه‌ای بیک خورمیزی و همکاران (۱) نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند تا حدودی اثرهای نامطلوب شوری بر گیاهچه‌های لوبیا را محدود نماید. گیاه اسفناج با نام علمی *Spinacia oleracea* L. و از خانواده Chenopodiaceae بومی مناطق مرکزی آسیا و به احتمال قوی ایران است (٤) که از سبزی‌های دیگر نسبت به شوری مقاوم‌تر است (۲). اسفناج از مهم‌ترین سبزی‌های برگی است که دارای ارزش غذایی مهمی بوده و برگ‌ها و ساقه‌های ظریف آن به‌صورت تازه یا فرآوری شده مصرف می‌شود (٤). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی دراندام هوایی اسفناج رقم "ویروفلی" در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر عملکرد و میزان غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس، کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر اندام هوایی اسفناج، رقم "ویروفلی"، آزمایشی در شرایط گلخانه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در یک خاک آهکی طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح ورمی‌کمپوست (صفر، ۲ و ۱۰ درصد وزنی) و چهار سطح شوری (صفر، ۱، ۲، و ۳ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) بود. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در چهار سطح شوری به‌ترتیب ۰/۷، ۴/۵، ۸ و ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. جهت انجام این پژوهش، مقدار کافی خاک (از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر) از سری چیتگر با نام علمی Fine-loamy carbonatic, Typic Calcixerepts جمع‌آوری شد و پس از هواخشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری برخی

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

جدول ۱. برخی ویژگی‌های خاک و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

	ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
خاک	شن (%)	۲۵	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_+ /kg$)	۱۰/۲
	سیلت (%)	۶۳	نیتروژن کل (%)	۰/۰۴۷
	رس (%)	۱۲	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	۴/۸
	پ- هاش	۷/۸	آهن (DTPA, mg/kg)	۴/۳
	کربنات کلسیم معادل (%)	۴۵	روی (DTPA, mg/kg)	۰/۷
	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	۰/۷	منگنز (DTPA, mg/kg)	۴/۳
	ماده آلی (%)	۱/۳۴	مس (DTPA, mg/kg)	۱/۵
ورمی کمپوست	پ- هاش(۱:۵ آب: کمپوست)	۷/۹	پتاسیم کل (%)	۱/۰۲
	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	۵/۹	سدیم کل (mg/kg)	۳۳۸۴
	ماده آلی (%)	۴۲/۴	آهن کل (mg/kg)	۳۱۷۴
	کربن آلی (%)	۲۴/۱	روی کل (mg/kg)	۱۱۱/۳
	نیتروژن کل (%)	۲/۰۵	منگنز کل (mg/kg)	۲۳۸/۸
	فسفر کل (%)	۱/۳۲	مس کل (mg/kg)	۲۷/۷

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل بافت به روش هیدرومتری (۱۷)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (۳۰)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی (۴۱)، فسفر قابل استفاده با روش واتناب و اولسن (۵۱)، واکنش خاک (پ- هاش) در گل اشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (۴۷)، غلظت عناصر کم‌مصرف کاتیونی مثل آهن، روی، مس و منگنز با عصاره‌گیر DTPA (۳۰)، ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتر کردن با فروس آمونیوم سولفات (۳۴)، نیتروژن کل به روش کلدال (۱۱) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشینی کاتیون‌ها با استات سدیم (۴۵) تعیین گردید (جدول ۱). در این آزمایش، از گلدان‌های پلاستیکی ۲/۵ کیلوگرمی استفاده شد. کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده، محصول شرکت مواد آلی کیان پارس شیراز می‌باشد که از کود گاوی تهیه گردیده و پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک دو میلی‌متری، بعضی ویژگی‌های آن شامل پ- هاش و قابلیت هدایت الکتریکی در نسبت ۱:۵ آب : ورمی‌کمپوست، نیتروژن و ماده آلی مشابه با روش‌های توصیه شده برای خاک، فسفر به روش مولیبدات- وانادات (۲۸)، پتاسیم به روش شعله‌سنجی و عناصر روی، مس، آهن، منگنز به روش خشک سوزانی و حل خاکستر در اسید کلریدریک ۲ مولار و در نهایت توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

برای جلوگیری از کمبود احتمالی عناصر، قبل از کشت و با توجه به نتایج آزمون خاک، عناصر غذایی ضروری شامل نیتروژن، فسفر، آهن، روی، منگنز و مس، برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به‌ترتیب به مقدار ۱۵۰ (از منبع اوره)، ۴۰ (از منبع سوپر فسفات تریپل)، ۱۰ (از منبع سکوسترین آهن)، ۱۰ (از منبع سولفات مس)، ۱۰ (از منبع سولفات منگنز) و ۵ (از منبع سولفات مس) و تیمارهای ورمی‌کمپوست با خاک گلدان‌ها مخلوط گردید. ده عدد بذر جوانه‌دار شده اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) رقم "ویروفلی" در عمق حدود ۴ تا ۵ سانتی‌متری از سطح خاک، در هر گلدان کشت شد. پس از استقرار کامل بوته‌ها، تعداد آنها به ۴ عدد در هر گلدان کاهش داده شد. به منظور جلوگیری از تنش ناگهانی، تیمار شوری بعد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی اندام هوایی اسفناج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
ورمی‌کمپوست (V)	۲	۸۶/۹۳۸***	۱۳۳/۷۸***	۱۱۳/۳۱***	۳۵۴۶/۵***
شوری (S)	۳	۰/۵۰۷۹ ^{ns}	۱۰/۸۰۱*	۱/۳۰۵۰ ^{ns}	۵۲/۴۸۸*
V×S	۶	۰/۱۲۴۳ ^{ns}	۱/۰۴۶۹ ^{ns}	۱/۳۹۹۲ ^{ns}	۱۷/۵۹۳ ^{ns}
ضریب تغییرات (%)		۵/۲۹	۶/۰۳	۱۳/۸	۵/۸۶
		آهن	منگنز	روی	مس
ورمی‌کمپوست (V)	۲	۷۴۶۵/۱۸۷***	۵۸۸۵/۳۴۱***	۲۰۳۷/۰۵۴***	۶۶/۷۵۹***
شوری (S)	۳	۸۳۸/۳۲ ^{ns}	۳۵۷/۷۳۸ ^{ns}	۲۶۹۹/۷۳۸***	۶/۶۵۱*
V×S	۶	۲۴۷/۷۴ ^{ns}	۲۶۵/۹۳۷ ^{ns}	۲۵۸/۴۳۷ ^{ns}	۱/۳۱۷^{ns}
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۶	۱۴/۲	۱۲/۱	۱۹/۳
		کلسیم	منیزیم	سدیم	کلر
ورمی‌کمپوست (V)	۲	۱۰۸/۷۸***	۱۴/۳۱۶***	۷/۲۳۸۹*	۶۹/۴۰۱**
شوری (S)	۳	۱/۸۸۸۵ ^{ns}	۰/۳۲۱۷۶ ^{ns}	۲۳۹/۷۷***	۱۷۷۸/۱***
V×S	۶	۳/۵۴۹۷ ^{ns}	۰/۳۷۴۸۲ ^{ns}	۱۲/۱۸۱**	۴۸/۷۷۶**
ضریب تغییرات (%)		۷/۷۷	۹/۴۹	۱۶/۵	۸/۷۶

***، **، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

از استقرار کامل بوته‌ها و به‌صورت تدریجی در طول یک هفته اعمال شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و در حد ظرفیت زراعی صورت گرفت. شصت روز بعد از کاشت، اندام هوایی اسفناج در هر گلدان از نزدیک سطح خاک قطع و پس از شستشو با آب مقطر، در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا ثابت شدن وزن آنها، خشک گردیده و پس از توزین، جهت تجزیه شیمیایی پودر شدند. نیتروژن کل توسط دستگاه میکروکلدال (۱۱)، فسفر به روش مولیبدات- وانادات (روش زرد) در طول موج ۴۵۰ نانومتر با دستگاه طیف‌سنجی (۲۸)، پتاسیم و سدیم به روش شعله‌سنجی، آهن، منگنز، روی، مس، کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی و کلر به روش تیتر کردن (۱۳) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵% با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد اندام هوایی

براساس داده‌های جدول تجزیه واریانس، کاربرد ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر عملکرد اندام هوایی اسفناج داشت. ولی کاربرد کلرید سدیم و نیز برهمکنش ورمی‌کمپوست و کلرید سدیم بر عملکرد اندام هوایی معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست، عملکرد اندام هوایی را در مقایسه با سطح بدون کاربرد آن به‌ترتیب ۱۳/۷ و ۴۹/۲ درصد افزایش داد (جدول ۳). انصاری (۸) گزارش نمود که کاربرد ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، عملکرد اسفناج را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. آرانکون و همکاران (۹) در یک آزمایش مزرعه‌ای نشان دادند که کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار)، سطح برگ، زیست‌توده اندام هوایی و وزن میوه فلفل را به‌طور معنی‌داری

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

جدول ۳. اثر ورمی‌کمپوست و کلرید سدیم بر عملکرد اندام هوایی (گرم در گلدان) اسفناج

ورمی‌کمپوست	کلرید سدیم (گرم بر کیلوگرم)				میانگین
(%)	۰	۱	۲	۳	
صفر	۱۰/۵۱ c*	۱۰/۵۵ c	۱۰/۸۴ c	۱۰/۴۵ c	۱۰/۵۹ C
۲	۱۲/۰۴ b	۱۱/۴۶ bc	۱۲/۳۹ b	۱۲/۲۹ b	۱۲/۰۴ B
۱۰	۱۵/۷۱ a	۱۵/۶۲ a	۱۶/۱۲ a	۱۵/۷۶ a	۱۵/۸ A
میانگین	۱۲/۷۵ A	۱۲/۵۴ A	۱۳/۱۲ A	۱۲/۸۳ A	

*: اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵% تفاوت معنی‌داری ندارند.

افزایش داد. در رابطه با تحمل گیاه اسفناج به میزان شوری، نتایج حاصل از پژوهش حاضر متناقض با نتایج برخی محققین دیگر است. براساس نتایج آزمایش حاضر، کاربرد شوری تا میزان ۳ گرم کلرید سدیم (۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، کاهش معنی‌داری در عملکرد اندام هوایی اسفناج مشاهده نشد (جدول ۳). شانون و همکاران (۴۴) طی آزمایشی برای بررسی اثر آبیاری با آب شور، سطح تحمل شوری برای اسفناج (رقم اسپس) (با ۵۰% کاهش عملکرد محصول) را در هفته سوم از کاشت ۱۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر و در هفته هفتم از کاشت ۱۳/۴ دسی‌زیمنس بر متر گزارش نمودند. ماس و هافمن (۳۲) طی آزمایشی، حد آستانه تحمل به شوری را برای اسفناج ۲ دسی‌زیمنس بر متر در عصاره اشباع خاک و شیب کاهش عملکرد را ۷/۶ درصد، برای افزایش هر واحد هدایت الکتریکی به‌دست آوردند.

غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی

داده‌های تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی و اثر کلرید سدیم بر غلظت نیتروژن و پتاسیم اندام هوایی معنی‌دار بود؛ ولی اثر برهمکنش ورمی‌کمپوست و کلرید سدیم بر غلظت این عناصر معنی‌دار نبود. با توجه به داده‌های جدول ۴، بیشترین غلظت نیتروژن در سطح ۳ گرم کلرید سدیم و ۱۰% ورمی‌کمپوست مشاهده شد؛ هرچند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با برخی از تیمارهای دیگر نداشت. مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که مصرف ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست در مقایسه با سطح بدون کاربرد آن به‌ترتیب موجب افزایش غلظت نیتروژن به میزان ۳/۱۹ و ۲۴/۷ درصد، فسفر ۱۲۰ و ۱۴۹ درصد و پتاسیم ۳۰ و ۷۴ درصد در اندام هوایی گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که اختلاف بین تیمار ۲ درصد ورمی‌کمپوست و شاهد در مورد غلظت نیتروژن از نظر آماری معنی‌دار نبود.

کوماری و یوشاکوماری (۲۷) طی آزمایشی گزارش کردند که میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در لوبیای چشم بلبلی در تیمارهای دارای ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد بیشتر بود. چمنی و همکاران (۱۲) 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 (۳۶)، با مصرف ورمی‌کمپوست چای، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی کلم در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. پریتا و همکاران (۳۹) در آزمایشی مزرعه‌ای که جهت بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۲/۵ و ۵ تن در هکتار)، کود دامی (۲/۵ و ۵ تن در هکتار) و کودهای شیمیایی (۵۰:۵۰:۵۰ و ۲۵:۲۵:۲۵ کیلوگرم NPK در هکتار) روی گل همیشه بهار انجام شد، گزارش نمودند که بیشترین عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمار ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه ۵۰:۵۰:۵۰

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

جدول ۴. اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی اسفناج

ورمی‌کمپوست (%)	کلرید سدیم (گرم بر کیلوگرم)				میانگین
	صفر	۱	۲	۳	
	نیتروژن (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۲۴/۴ d*	۲۴/۵ d	۲۴/۹ d	۲۶/۸ cd	۲۵/۱ B
۲	۲۴/۸ d	۲۵/۸ d	۲۶/۱ d	۲۶/۹ cd	۲۵/۹ B
۱۰	۲۹/۱ bc	۳۱/۶ ab	۳۱/۸ ab	۳۲/۶ a	۳۱/۳ A
میانگین	۲۶/۱ B	۲۷/۳ AB	۲۷/۶ AB	۲۸/۷ A	
	فسفر (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۳/۴۶ d	۴ d	۴/۲۶ d	۳/۸۶ d	۳/۸۹ C
۲	۷/۴۹ c	۸/۶۹ a-c	۸/۳۵ bc	۹/۷۴ ab	۸/۵۷ B
۱۰	۹/۶۱ ab	۱۰/۵۳ a	۹/۵۹ ab	۹/۰۲ a-c	۹/۶۹ A
میانگین	۶/۸۵ A	۷/۷۴ A	۷/۴ A	۷/۵۴ A	
	پتاسیم (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۴۴/۲ e	۵۰/۸ cd	۴۷/۵ de	۴۱/۲ e	۴۶ C
۲	۵۶/۷ bc	۶۲/۵ b	۵۹/۲ b	۶۰/۸ b	۵۹/۸ B
۱۰	۷۷/۵ a	۸۲/۵ a	۷۸/۳ a	۸۲/۵ a	۸۰/۲ A
میانگین	۵۹/۴ B	۶۵/۳ A	۶۱/۷ B	۶۱/۷ B	

*: اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵% تفاوت معنی‌داری ندارند.

کیلوگرم NPK در هکتار به‌دست آمد. با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴)، با افزایش مقدار مصرف کلرید سدیم، غلظت نیتروژن اندام هوایی نیز به‌تدریج افزایش یافت. به‌طوری‌که بالاترین سطح کلرید سدیم اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد. با مصرف کلرید سدیم، اختلاف معنی‌داری در غلظت فسفر اندام هوایی دیده نشد. مصرف یک گرم کلرید سدیم در مقایسه با شاهد سبب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم در اندام هوایی شد. ولی مقدار بیشتر کلرید سدیم، غلظت پتاسیم را کاهش داد.

خلیل و همکاران (۲۵) طی آزمایشی گزارش نمودند که با افزایش شوری، غلظت نیتروژن در اندام هوایی کتان و ذرت افزایش یافت. در حالی‌که نتایج تحقیقات دیگر نشان داده که با افزایش شوری، غلظت نیتروژن در اندام هوایی کاهش یافته است (۲۴). راجرز و همکاران (۴۲) بیان نمودند که غلظت فسفر در یونجه تحت شرایط شوری تغییر معنی‌داری نداشته است. کومار و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که با افزایش شوری، غلظت فسفر در رقم برنج حساس به شوری افزایش، ولی در رقم برنج مقاوم به شوری کاهش یافت. طبق آزمایش کایا و همکاران (۲۴)، تحت شرایط شوری، غلظت فسفر در اسفناج و کاهو کاهش یافت. نتایج آزمایش ارشاد و همکاران (۲۰) نشان داد که غلظت پتاسیم در اندام هوایی ذرت با کاربرد شوری افزایش یافت. در حالی‌که نتایج مطالعات دیگر نشان داده که غلظت پتاسیم در برنج (۶ و ۲۶)، اسفناج (۱۵ و ۲۴)، کاهو (۲۴) و ذرت (۱۰) تحت شرایط شوری کاهش یافته است.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

جدول ۵. اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر غلظت آهن، منگنز، روی و مس اندام هوایی اسفناج

ورمی‌کمپوست (%)	کلرید سدیم (گرم بر کیلوگرم)				میانگین
	صفر	۱	۲	۳	
		آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
صفر	۱۴۶/۱۳ ab*	۱۴۵/۶ ab	۱۱۱/۶۳ b	۱۱۱/۷ b	۱۲۹/۲۷ C
۲	۱۶۰/۰۷ a	۱۵۷/۴۳ ab	۵۱/۸۳ ab	۱۵۰/۷۳ ab	۱۵۵/۰۲ B
۱۰	۱۸۳/۵۰ a	۱۸۳/۰۳ a	۱۶۷/۹ a	۱۸۲/۱۳ a	۱۷۹/۱۴ A
میانگین	۱۶۳/۲۳ A	۱۶۲/۰۲ A	۱۴۳/۷۹ A	۱۴۸/۸۶ A	
		منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
صفر	۱۳۹/۸۷ ab	۱۵۲/۶۳ a	۱۴۷/۶ ab	۱۲۷/۷۳ a-e	۱۴۱/۹۶ A
۲	۱۲۱/۶۳ b-e	۱۱۸/۵۷ b-e	۱۳۶/۳۷ a-c	۱۳۲/۱۳ a-d	۱۲۷/۱۷ B
۱۰	۸۳/۸ f	۱۰۷/۸۷ c-f	۱۰۲/۸۷ d-f	۹۹/۱ ef	۹۸/۴۰۸ C
میانگین	۱۱۵/۱ A	۱۲۶/۳۶ A	۱۲۸/۹۴ A	۱۱۹/۶۶ A	
		روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
صفر	۶۷/۲ ef	۱۱۳/۰۷ ab	۱۲۷/۸ a	۱۰۴/۹ bc	۱۰۳/۲۴ A
۲	۶۶/۹ ef	۹۳/۲ cd	۹۸/۳۳ cd	۱۰۴/۶۷ bc	۹۰/۷۷ B
۱۰	۶۰/۹ f	۸۰/۷۷ de	۸۳/۲۷ de	۸۳/۸۳ de	۷۷/۱۹ C
میانگین	۶۵ B	۹۵/۶۸ A	۱۰۳/۱۳ A	۹۷/۸ A	
		مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
صفر	۷/۴۷ a-c	۹/۴۳ ab	۹/۷۷ a	۹/۷۳ a	۹/۱ A
۲	۷/۱ b-d	۸/۶۷ ab	۹/۵۷ a	۹/۲۷ ab	۸/۶۵ A
۱۰	۴/۱۳ e	۶ c-e	۴/۴۳ e	۴/۴۷ de	۴/۸۱ B
میانگین	۶/۲۳ B	۸/۰۳ A	۷/۹۲ A	۷/۸۹ A	

*: اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵% تفاوت معنی‌داری ندارند.

غلظت آهن، منگنز، روی و مس اندام هوایی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ورمی‌کمپوست بر غلظت آهن، منگنز، روی و مس اندام هوایی اسفناج معنی‌دار بود. اما اثر کلرید سدیم تنها بر غلظت روی و مس معنی‌دار بود. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و شوری بر غلظت این عناصر معنی‌دار نبود. با توجه به داده‌های آزمایش، ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، میانگین غلظت آهن را افزایش ولی غلظت منگنز، روی و مس را کاهش داد (جدول ۵). کاربرد ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، به‌ترتیب میانگین غلظت آهن را ۱۹/۹ و ۳۸/٦ درصد افزایش، و میانگین غلظت منگنز را ۱۰/٤ و ۳۰/۷ درصد، روی را ۱۲/۱ و ۲۵/۲ درصد و مس را ٤/۹٤ و ٤۷/۱ درصد کاهش داد. هرچند برای مس، بین تیمار شاهد و سطح ۲ درصد ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۵). در آزمایش حاضر، کاهش غلظت منگنز، روی و مس را می‌توان به برهمکنش منفی این عناصر با فسفر نسبت داد. به‌طوری‌که غلظت زیاد فسفر در ورمی‌کمپوست مورد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

استفاده و جذب آن توسط اسفناج، غلظت عناصری مانند روی، منگنز و مس را کاهش داده است. براساس نتایج آزمایش چمنی و همکاران (۱۲)، ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری غلظت عناصر آهن و روی در اندام هوایی گل اطلسی را افزایش ولی غلظت منگنز و مس را کاهش داد. در گزارشی دیگر، ورمی‌کمپوست غلظت منگنز، روی و مس را در اندام هوایی شبدر قرمز و خیار افزایش ولی غلظت آهن را کاهش داد (٤٣). پانت و همکاران (٣٦) مشاهده نمودند که با مصرف ورمی‌کمپوست چای، غلظت منگنز، روی و مس در کلم افزایش یافت.

در این آزمایش، شوری باعث تغییر معنی‌دار غلظت آهن و منگنز اندام هوایی نشد. ولی تیمار یک گرم کلرید سدیم در مقایسه با شاهد، میانگین غلظت روی و مس را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. داده‌ها نشان می‌دهد که مصرف کلرید سدیم بیشتر، اثر معنی‌داری بر غلظت روی و مس نداشت (جدول ۵). غلظت عناصر کم‌مصرف اندام هوایی گیاه در شرایط شوری، بستگی به غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک، میزان شوری و نوع اندام گیاه دارد (۱۹). احمد و همکاران (۶) مشاهده نمودند که در شرایط شوری، غلظت آهن در برنج کاهش یافت؛ ولی در ارقام کلزا افزایش نشان داد (۴۸). غلظت منگنز نیز ممکن است در شرایط شوری، افزایش (۴۸ و ۵۰) یا کاهش (۲۲) یابد و یا بدون تغییر بماند (۷). در شرایط شوری، غلظت روی در اندام هوایی فلفل (۱۶) و برنج (۵۰) افزایش و در خیار (۷) کاهش یافت و در کلزا (۴۹) تغییر معنی‌داری نداشت. براساس نتایج آزمایش ایزو و همکاران (۲۲)، شوری موجب کاهش غلظت مس در ذرت گردید. ولی در تحقیقی دیگر، غظت مس افزایش یافت (۴۸).

غلظت کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر اندام هوایی

داده‌های تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست بر غلظت کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر اندام هوایی اسفناج معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر کلرید سدیم بر غلظت سدیم و کلر از لحاظ آماری معنی‌دار بود، ولی بر غلظت کلسیم و منیزیم معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که غلظت کلسیم، سدیم و کلر در اندام هوایی با مصرف ورمی‌کمپوست کاهش، ولی غلظت منیزیم افزایش یافت (جدول ۶). تیمارهای ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) به‌ترتیب باعث کاهش میانگین غلظت کلسیم به میزان ۲۵/۹ و ۳۴/۱ درصد، سدیم ۱۳/۷ و ۱۵/۵ درصد و کلر ۱۱/۲ و ۱۴/۷ درصد شد؛ درحالی‌که غلظت منیزیم را ۲۴/۵ و ۳۹/۲ درصد افزایش داد (جدول ۶). نتایج حاصل از آزمایش پرموزیک و همکاران (۴۰) نشان داد که ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری محتوای کلسیم میوه گوجه‌فرنگی را نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج حاصل از پژوهش ساینز و همکاران (۴۳) نشان داد که با مصرف ورمی‌کمپوست، غلظت کلسیم و منیزیم اندام هوایی شبدر قرمز و خیار افزایش یافت. ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر غلظت کلسیم اندام هوایی گل اطسی نداشت؛ ولی غلظت منیزیم را افزایش داد (۱۲).

با کاربرد ۱، ۲ و ۳ گرم کلرید سدیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون شوری)، میانگین غلظت سدیم اندام هوایی به‌ترتیب ۱۱۴، ۲۳۵ و ۴۳۰ درصد و میانگین غلظت کلر اندام هوایی به‌ترتیب ۱۶۸، ۲۵۷ و ۳۲۹ درصد افزایش یافت (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر برهمکنش ورمی‌کمپوست و کلرید سدیم بر غلظت کلسیم و منیزیم اندام هوایی معنی‌دار نبود؛ ولی بر غلظت سدیم و کلر اندام هوایی اسفناج معنی‌دار بود. در سطوح صفر، ۱ و ۲ گرم کلرید سدیم، با کاربرد ورمی‌کمپوست، تغییر معنی‌داری در غلظت سدیم اندام هوایی مشاهده نشد. ولی در سطح ۳ گرم کلرید سدیم، کاربرد ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، غلظت سدیم اندام هوایی به‌ترتیب ۳۰ و ۳۵ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در تیمار بدون کلرید سدیم، مصرف ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، غلظت کلر اندام هوایی را به‌ترتیب ۳۴ و ۶۸ درصد افزایش داد.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

جدول ۶. اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر غلظت کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر اندام هوایی اسفناج

ورمی‌کمپوست (%)	کلرید سدیم (گرم بر کیلوگرم)				میانگین
	صفر	۱	۲	۳	
	کلسیم (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۱۷/۹ ab*	۱۸/۶ a	۱۶/۲ bc	۱۵/۱ c	۱۷ A
۲	۱۳/۳ d	۱۲/۲ de	۱۲/۸ de	۱۲/۱ de	۱۲/۶ B
۱۰	۱۰/۸ e	۱۰/۹ e	۱۱/۲ e	۱۱/۸ de	۱۱/۲ C
میانگین	۱۴ A	۱۳/۹ A	۱۳/۴ A	۱۳ A	
	منیزیم (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۵/۷۵ c-e	۶/۱۶ b-d	۵/۱۱ de	۵ e	۵/۵۱ C
۲	۶/۹۶ ab	۶/۹۲ a-c	۶/۷۳ a-c	۶/۸۵ a-c	۶/۸۶ B
۱۰	۷/۳۵ ab	۷/۷۵ a	۷/۷۵ a	۶/۵۳ a	۷/۶۷ A
میانگین	۶/۶۹ A	۶/۹۴ A	۶/۵۶ A	۶/۵۳ A	
	سدیم (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۱/۷۵ f	۶/۷۲ d	۹/۲۵ c	۱۹ a	۹/۱۸ A
۲	۲/۸۲ f	۵/۶۳ de	۹/۹۲ c	۱۳/۳ b	۷/۹۲ B
۱۰	۳/۸۷ ef	۵/۷۵ de	۹/۰۸ c	۱۲/۳ b	۷/۷۶ B
میانگین	۲/۸۱ D	۶/۰۳ C	۹/۴۲ B	۱۴/۸۹ A	
	کلر (گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۷/۴ h	۲۹/۴ de	۳۸/۲ b	۵۰/۳ a	۳۱/۳ A
۲	۹/۹۱ gh	۲۴/۶ f	۳۶/۱ bc	۴۰/۶ b	۲۷/۸ B
۱۰	۱۲/۴ g	۲۵/۹ ef	۳۱/۹ cd	۳۶/۷ b	۲۶/۷ B
میانگین	۹/۹۱ D	۲۶/۶ C	۳۵/۴ B	۴۲/۵ A	

*: اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵% تفاوت معنی‌داری ندارند.

هرچند اختلاف تیمار شاهد با تیمار ۲ درصد ورمی‌کمپوست از نظر آماری معنی‌دار نبود. اما در تیمار ۳ گرم کلرید سدیم، مصرف ۲ و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، غلظت کلر اندام هوایی را به‌ترتیب ۱۹ و ۲۷ درصد کاهش داد (جدول ۶). ارشاد و همکاران (۲۱) گزارش کردند که با افزایش مقدار شوری، جذب کلسیم و منیزیم در ذرت افزایش یافت. اما پژوهش‌های محققین دیگر نشان داد که با افزایش میزان شوری، غلظت کلسیم در اندام هوایی زیتون (۳۳) و کلزا (۴۹) کاهش یافت. موسوی و همکاران (۳۳) گزارش دادند که غلظت منیزیم در زیتون با افزایش مقدار شوری کاهش یافت؛ درحالی‌که احمد و همکاران (۶) مشاهده نمودند که غلظت منیزیم در برنج افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، بیشترین عملکرد اندام هوایی اسفناج با مصرف ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد و افزایش کلرید

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

سدیم تا میزان ۳ گرم (۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) اثر معنی‌داری بر کاهش عملکرد نداشت. بنابراین آستانه شوری برای اسفناج رقم ویروفلی در شرایط آزمایش حاضر حداقل ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد که به مراتب بیشتر از آستانه ذکر شده برای اسفناج در بیشتر منابع (۲ دسی‌زیمنس بر متر) است. در برهمکنش ورمی‌کمپوست و کلرید سدیم، در تیمار بدون کلرید سدیم، مصرف ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر غلظت سدیم نداشت؛ ولی غلظت کلر را افزایش داد. داده‌ها نشان داد که در تیمار ۳ گرم کلرید سدیم، با استفاده از ورمی‌کمپوست، غلظت سدیم و کلر کاهش یافت. بنابراین استفاده از ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی، علاوه بر افزایش رشد گیاه، می‌تواند یک راهکار مناسب برای کم کردن اثرهای منفی ناشی از غلظت زیاد عناصری مانند سدیم و کلر در خاک‌های شور بر رشد اسفناج رقم ویروفلی باشد.

سپاسگزاری

از بخش علوم خاک و دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌خاطر فراهم نمودن امکانات و ایجاد تسهیلات لازم برای انجام این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. بیک خورمیزی ع.، پ. ابریشم‌چی، ع. گنجعلی و م. پارسا. ۱۳۸۹. تأثیر ورمی‌کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی ۲(۳): ۴۷۴-۴۸۵.

۲. خوشخوی، م.، ب. شیبانیو، ا. روحانی و ع. تفضلی. ۱۳۷۰. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۳. صفرزاده شیرازی، ص.، ع. رونقی، ع. غلامی و م. زاهدی‌فر. ۱۳۸۹. اثر شوری و نیتروژن بر کیفیت میوه و غلظت عناصر کم‌مصرف گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۱(۳): ۱۱-۲۱.

٤. عرفانی، ف.، م. ر. حسندخت، م. برزگر و ع. جباری. ۱۳۸۵. تعیین و مقایسه برخی از مواد مغذی هفت رقم اسفناج ایرانی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران ۳(۲): ۲۷-۳۳.

5. Ahmad, R. and N. Jabeen. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pak. J. Bot. 41(3): 1373-1384.
6. Ahmad, M. S. A., F. Javed, S. Javed and A. K. Alvi. 2009. Relationship between callus growth and mineral nutrients uptake in salt-stressed Indica rice callus. J. Plant Nutr. 32: 382-394.
7. Al-Harbi, A. R. 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. J. Plant Nutr. 18: 1403-1416.
8. Ansari, A. A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World J. Agric. Sci. 4(5): 554-557.
9. Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, J. D. Metzger and C. Lucht. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiol. 49: 297-306.
10. Botella, M. A., V. Martinez, J. Pardines and A. Cerda. 1997. Salinity induced potassium deficiency in maize plants. J. Plant Physiol. 150: 200-205.
11. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. PP. 1085-1121. *In:* Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
12. Chamani, E., D. C. Joyce and A. Reihanytabar. 2008. Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose'. Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 3(3): 506-512.
13. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1982. Method of Analysis for Soils, Plants and Water. Chapman Publisher, Riverside, CA.
14. Chartzoulakis, K. and G. Klapaki. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hort. 86: 247-260.
15. Chow, W. S., M. C. Ball and J. M. Anderson. 1990. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: Implications of K nutrition for salt tolerance. Aust. J. Plant Physiol. 17: 563-578.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

16. Cornillon, P. and A. Palloix. 1997. Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. J. Plant Nutr. 20: 1085-1094.
17. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. PP. 383-410. *In:* Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
18. Hilal, M., A. M. Zenoff, G. Ponessa, H. Moreno and E. D. Massa. 1998. Saline stress alters the temporal patterns of xylem differentiation and alternative oxidative expression in developing soybean roots. Plant Physiol. 117: 695-701.
19. Hu, Y. and U. Schmidhalter. 2001. Effects of salinity and macronutrient levels on micronutrients in wheat. J. Plant Nutr. 24: 273-281.
20. Irshad, M., A. E. Eneji, R. A. Khattak and A. Khan. 2009. Influence of nitrogen and saline water on the growth and partitioning of mineral content in maize. J. Plant Nutr. 32:458-469.
21. Irshad, M., S. Yamamoto, A. E. Eneji, T. Endo and T. Honna. 2002. Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. J. Plant Nutr. 25: 189-200.
22. Izzo, R., F. Navari-Izzo and M. F. Quartacci. 1991. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. J. Plant Nutr. 14: 687-699.
23. Kaya, C., D. Higgs and H. Kirnak. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol. 27(3-4): 47-59.
24. 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. J. Plant Nutr. 25: 2663-2676.
25. Khalil, M. A., A. Fathi and M. M. Elgabaly. 1967. A salinity-fertility interaction study on corn and cotton. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 683-686.
26. 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. J. Plant Nutr. 31: 1999-2017.
27. Kumari, M. S. S. and K. Ushakumari. 2002. Effect of vermicompost enriched rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguinculata* L. Walp). J. Trop. Agric. 40: 27-30.
28. 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.
29. Lakhdar, A., M. Rabhi, T. Ghnaya, F. Montemurro, N. Jedidi and C. Abdelly. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. J. Hazard. Mater. 171: 29-37.
30. Lindsay, W. I. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421- 448.
31. Loeppert, R. H. and D. L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. PP. 437-474. *In:* Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
32. Maas, E. V. and G. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. ASCE, J. Irr. Drain. Div. 103(2): 115-134.
33. Mousavi, A., H. Lessani, M. Babalar, A. R. Talaei and E. Fallahi. 2008. Influence of salinity on chlorophyll, leaf water potential, total soluble sugars, and mineral nutrients in two young olive cultivars. J. Plant Nutr. 31: 1906-1916.
34. 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 Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
35. 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 Bot. 65(1): 10-17.
36. 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. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. J. Sci. Food Agric. 89(14): 2383-2392.
37. Paul, L. C. and J. D. Metzger. 2005. Impact of vermicompost on vegetable transplant quality. Hort. Sci. 40(7): 2020-2023.
38. Peyvast, G. H., J. A. Olfati, S. Madeni and A. Forghani. 2007. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). J. Food Agric. Environ. 6(1): 43-50.
39. Preetha, D., P. K. Sushama and K. C. Marykutty. 2005. Vermicompost+ inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). J. Trop. Agric. 43(1-2): 87-89.
40. Premuzic, Z., M. Bargiela, A. Garcia, A. Rendina and A. Iorio. 1998. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. Hort. Sci. 33: 255-257.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]

41. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. PP. 417-435. *In:* Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
42. Rogers, M. E., C. M. Grieve and M. C. Shannon. 2003. Plant growth and ion relations in lucerne (*Medicago sativa* L.) in response to the combined effects of NaCl and P. Plant Soil 253: 187-194.
43. Sainz, M. J., M. T. Taboada-Castro and A. Vilariño. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant Soil 205: 85-92.
44. Shannon, M. C., C. M. Grieve, S. M. Lesch and J. H. Draper. 2000. Analysis of salt tolerance in nine leafy vegetables irrigated with saline drainage water. J. Am. Hort. Sct. 125(5): 658-664.
45. Summer, M. E. and W. P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. PP. 1201-1230. *In:* Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
46. Theunissen, J., P. A. Ndakidemi and C. P. Laubscher. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. Intl. J. Physic. Sci. 5: 964-1973.
47. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. PP. 475-490. *In:* Sparks, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agron., Madison, WI.
48. Tunçtürk, M., R. Tunçtürk, B. Yildirim and V. Çiftçi. 2011a. Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress. Afr. J. Biotechnol. 10: 3726-3730.
49. Tunçtürk, M., R. Tunçtürk, B. Yildirim and V. Çiftçi. 2011b. Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Afr. J. Biotechnol. 10: 1827-1832.
50. Verma, T. S. and H. U. Neue. 1984. Effect of soil salinity level and zinc application on growth, yield, and nutrient composition of rice. Plant Soil 82: 3-14.
51. Watanabe, F. R. and S. R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and $NaHCO_3$ extracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29: 677-678.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.8.3]