[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

ارزیابی کاربرد ورمی‌کمپوست جهت کاهش اثرهای مخرب تنش شوری بر سبز فرش چمانواش بلند (*Festuca arundinacea Schreb. 'Queen'*)

نادر آدمی پور[۱]، محمد باقر حیدریان پور[۲*] و مهدی زارعی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۹/۱۴)

چکیده

مشکلات شوری در مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد و می‌تواند رشد و بازده گیاه را شدیداً محدود سازد. ورمی‌کمپوست‌ها دارای تخلخل، تهویه، زهکشی و ظرفیت نگهداری آب زیاد هستند و شامل مواد مغذی می‌باشند که به سهولت توسط گیاه جذب می‌شوند. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم) در مخلوط با خاک زراعی، روی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز (APX) و برخی صفات مورفولوژیک گیاه چمانواش بلند، رقم Queen، تحت شرایط تنش شوری (صفر، ۳، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های CAT (۵۰/۴۷ U/g FW) و APX (۷۱۵/۵۳ U/g FW) در شوری با هدایت الکتریکی ۱۲ dS/m و تیمار با ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست به دست آمد. بیشترین مقادیر سطح برگ (۱۰/۴۱ سانتی‌متر مربع)، ارتفاع شاخساره (۲۸ سانتی‌متر) و وزن خشک شاخساره (۴۶/۰۷ گرم) برای گیاهانی به دست آمد که در تیمار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست کاشته شده بودند. یافته‌های تحقیق حاضر مشخص کرد که شوری (کلرید سدیم) و استفاده از ورمی‌کمپوست منجر به راه‌اندازی یک پاسخ آنتی‌اکسیدانی در گیاه *Festuca arundinacea* شد. بنابراین، استفاده از ورمی‌کمپوست، علاوه بر افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های رشدی، می‌تواند روش مناسبی در جهت کاهش اثرهای غلظت زیاد کلرید سدیم بر رشد این گیاه در خاک‌های شور باشد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، پاسخ آنتی‌اکسیدانی، ویژگی‌های مورفولوژیک

مقدمه

سبز فرش‌ها (Turfgrasses) متعلق به گونه‌ها و جنس‌های مختلف، به عنوان جزء اصلی و ضروری در اغلب باغ‌ها و پارک‌ها به شمار می‌روند و در طراحی و ایجاد فضای سبز، نقش مهمی را ایفا می‌کنند. سبز فرش‌ها نه تنها در تولید اکسیژن محیط مؤثر می‌باشند، بلکه باعث کاهش گرد و غبار محیط، کاهش فرسایش خاک و تعدیل دمای محیط نیز می‌شوند (۱).

چمانواش بلند (*Festuca arundinacea Schreb.*) گیاهی دائمی و باریک برگ، دارای نیساگ‌های کوتاه بوده و تکثیر آن به وسیله بذر و نیساگ صورت می‌گیرد. سیستم ریشه‌ای آن عمیق و گسترده بوده و در مدت رشد و نمو حدود ۱/۵ متر در خاک‌های مرطوب فرو می‌رود. ساقه‌های آن نرم بوده و دارای برگ‌هایی به رنگ سبز تیره می‌باشد(۱۰).

شوری خاک یکی از مهمترین عوامل محدود کننده‌ای

۱. بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۳. بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:mbheidarian@tabrizu.ac.ir

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]
Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

است که رشد و بهره‌وری گیاهان را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۷). شوری زیاد، جذب آب را کاهش داده و سبب اختلال در رشد و نمو گیاهان می‌شود (۱۲). گیاهان در مواجهه با تنش شوری با دو مشکل عمده روبرو می‌شوند. از یک طرف، پتانسیل آب محیط اطراف ریشه، به دلیل کاهش آب قابل دسترس برای گیاه، کاهش می‌یابد و از طرف دیگر، برخی یون‌ها آثار سمی بر فرایندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه بر جا می‌گذارند که هر دو مسئله سبب اختلال در جذب عناصر غذایی توسط ریشه شده و در نهایت منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود (۴۵).

یکی از دلایل اصلی خسارت تنش‌های محیطی نظیر شوری بر گیاهان، تولید انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن است. کلروپلاست و میتوکندری که دو محل عمده حضور چرخه‌های انتقال الکترون در سلول‌های گیاهی می‌باشند همواره در معرض خطر تولید گونه‌های فعال اکسیژن قرار دارند. حضور گونه‌های فعال اکسیژن در محیط سلولی، سبب تخریب ماکروملکول‌های عمده سلولی نظیر DNA و RNA و آنزیم‌های حیاتی می‌شود که این خسارت را خسارت اکسیداتیو گویند (۷). به منظور کاهش آثار سوء تنش اکسیداتیو در طی بروز تنش شوری، گاه میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در سلول بعضی از گیاهان افزایش می‌یابد. از این آنزیم‌ها می‌توان به کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX) و گایاکول پراکسیداز (GPX) اشاره کرد. این آنزیم‌ها نقش بسیار مهمی در غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول گیاهان دارند. بسته به گونه گیاهی و شدت تنش، میزان فعالیت آنها در گیاهان تغییر می‌کند (۳).

ورمی‌کمپوست نقش قابل توجهی در اصلاح خاک دارد (۴۸). ورمی‌کمپوست از مواد شبیه پیت و ضایعات آلی تشکیل شده که خیلی زیاد ریز شده و دارای تخلخل خوب، ظرفیت زهکشی و نگهداری آب زیاد و فعالیت میکروبی قابل توجه است که از طریق تعامل بین کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌ها در یک فرایند غیر گرما گیر ایجاد شده است (۱۴). ثابت شده که تأثیر مفید کودهای آلی بر رشد محصولات زراعی مربوط به بیشتر شدن فعالیت زیستی در محیط ریشه، بهبود ساختمان خاک و افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی است (۳۹). ورمی‌کمپوست، به دلیل داشتن برخی مواد شبه هورمونی، سبب افزایش آغازش ریشه، افزایش بیوماس ریشه و رشد گیاه می‌شود (۸). در همین راستا، براساس تحقیقات انجام شده در بعضی از گیاهان (نظیر *Helianthus annuus* L.) مشخص گردیده که استفاده از ورمی‌کمپوست توانسته آثار زیان آور شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود (۳۳).

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک شامل ارتفاع شاخساره، وزن‌تر و خشک شاخساره، ، وزن‌تر و خشک ریشه، سطح برگ و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز در گیاه (*Festuca arundinacea* Schreb. 'Queen') بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به صورت گلدانی و در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی ساده، شامل دو فاکتور ورمی‌کمپوست در چهار سطح (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم) و فاکتور شوری خاک در چهار سطح (هدایت الکتریکی برابر با صفر، ۳، ۶ و ۱۲ dS/m) بود. در ابتدا، کارتن‌پلاست‌هایی به طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۱۵۰، ۱۰۰ و ۴۰ سانتی‌متر تهیه و در آنها به ضخامت ۵، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب سنگ درشت، ماسه بادی و خاک زارعی ریخته شد. شستشوی خاک به طور روزانه انجام گرفت تا هدایت الکتریکی (EC) خاک به حداقل ممکن ۰/۳۳dS/m رسید. سپس، خاک در زیر آفتاب خشک شد. پس از ضد عفونی گلدان‌های پلاستیکی (دارای قطر و طول ۱۹ و ۲۵ سانتی‌متر، بدون زهکش)، مقادیر ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم از

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر میزان سطح برگ، ارتفاع، وزن خشک و تر شاخساره گیاه *Festuca arundinacea*

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		سطح برگ	ارتفاع شاخساره	وزن خشک شاخساره	وزن‌تر شاخساره
ورمی‌کمپوست	۳	۱۴/۶۲**	۱۰۱/۸۱**	۷۲/۱۱**	۶۱۲/۴۸**
شوری	۳	۹۳/۸۸**	۳۷۹/۲۰**	۲۳۵۲/۸۴**	۶۵۴۸/۰۶**
شوری در ورمی‌کمپوست	۹	۰/۴۰**	۲/۶۲**	۱۹/۴۷*	۱۱/ ۶۸
خطا	۴۸	۰/۱۱	۰/۴۳	۷/۶۱	۱۱/۰۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۱۱	۲/۹۴	۷/۷۱	۳/۹۶

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪

ورمی‌کمپوست تهیه شده از شرکت کیان پارس شیراز در شرایط سایه خشک شد و با ۳ کیلوگرم خاک زراعی ضدعفونی شده مخلوط و به گلدان‌ها اضافه گردید. تیمار شاهد فقط شامل خاک زراعی ضدعفونی شده بود. مقدار ۱/۶۶ گرم از بذر گیاه *Festuca arundinacea* Schreb. 'Queen' پس از تست جوانه‌زنی اولیه (جوانه‌زنی اولیه برابر با ۹۸٪ بود) وزن شد و در گلدان‌های از پیش تعیین شده کشت گردید. گلدان‌های حاوی بذرها به مدت یک ماه تحت شرایط کنترل شده در دمای حداقل و حداکثر به ترتیب ۲۵ و ۳۱ درجه سلسیوس و شرایط ۱۶ ساعت روشنایی همراه با رطوبت نسبی ۳۵٪ در گلخانه قرار داده شدند. مراقبت‌های زراعی در طول دوره رشد گیاه انجام شد. در طول آزمایش، از آب مقطر جهت آبیاری گلدان‌ها استفاده شد و در زمانی که ارتفاع شاخه به ۸ سانتی‌متر رسید گیاهان سرزنی شدند. پس از تعیین درصد اشباع خاک در آزمایشگاه، با استفاده از نمودار ارائه شده توسط آزمایشگاه شوری خاک وزارت کشاورزی آمریکا، میزان نمک مورد نیاز برای رسیدن به شوری‌های مورد نظر تعیین شد. تیمارهای شوری، با اضافه کردن مقادیر خالص کلرید سدیم به آب آبیاری به صورت یکباره اعمال شدند و هدایت الکتریکی خاک به ۳، ۶ و ۱۲ dS/m رسانده شد. در تیمار شاهد فقط از آب مقطر استفاده شد. مقدار آب لازم براساس درصد گنجایش زراعی خاک تعیین شده در آزمایشگاه هر سه روز یکبار از طریق وزن کردن گلدان‌ها به آنها اضافه گردید. به دلیل نداشتن زهکش در گلدان‌ها، هیچ گونه آب اضافی از گلدان‌ها خارج نشد و از این طریق سطح نمک در گلدان‌ها همیشه ثابت نگه داشته شد. پس از گذشت سه ماه از کشت بذرها، برداشت گیاهان به منظور اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی قبل از گرم شدن هوا انجام گرفت. نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت در فویل و سپس در نیتروژن مایع قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت تعیین مقادیر آنزیم‌های CAT و APX به ترتیب از روش‌های دهیندسا و همکاران (۱۱) و ناکانو و آسادا (۲۸) استفاده گردید. در نهایت، نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر (مدل Biowave ii، ساخت انگلستان) طیف‌سنجی شدند. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیر سطح برگ (مدل DELTA-T، ساخت آلمان) استفاده شد و نتایج برحسب سانتی‌متر مربع به ازای یک بوته در هر گلدان یادداشت گردید. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون (مدل Memert ۸۵۴ ساخت آلمان) با دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده شده و سپس با ترازو (BL۱۵۰S ساخت آلمان) وزن شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس رویه GLM نرم‌افزار SAS Ver ۹/۲ انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جداول ۱ و ۲) مشخص کرد که استفاده از ورمی‌کمپوست و اعمال تیمار شوری تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی،

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و شوری بر محتوای آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی، وزن خشک و تر ریشه گیاه *Festucaarundinacea*

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک ریشه	وزن‌تر ریشه	کاتالاز	آسکوربات پراکسیداز
ورمی‌کمپوست	۳	۶۸/۶۷**	۸۳/۹۸**	۵۲/۳**	۲۵۲/۴**
شوری	۳	۶۹۷۰/۷۹**	۵۲۳۱/۲۷**	۹۸۷/۴*	۱۶۷۳۸/۸**
شوری در ورمی‌کمپوست	۹	۳/۶۲	۹/۳۶	۴/۶**	۴۷/۴**
خطا	۴۸	۴/۰۴	۱۳/۷۵	۱/۴	۰/۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۴۰	۴/۰۴	۳/۱	۰/۱

** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪

جدول ۳. میانگین اثر ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (Ug/ FW)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۸۵۴/۲۹c*	۷۹۹/۲۹c	۸۳۵/۷۱c	۸۵۶/۷۹c	۸۳۶/۵۲C
۳	۸۷۹/۶۴c	۸۷۰/۳۶c	۸۸۲/۱۴c	۸۶۷/۸۶c	۸۷۵C
۶	۱۱۶۰/۶۴c	۸۸۲/۱۴c	۱۰۸۸/۲۱b	۱۰۸۲/۵۰b	۹۷۹/۶۴B
۱۲	۱۱۶۰/۳۶b	۱۱۸۳/۲۱b	۱۴۴۲/۱۴a	۱۵۰۱/۴۳a	۱۳۲۱/۷۹A
میانگین ورمی‌کمپوست	۹۴۰/۹۸B	۹۳۲/۷۷B	۱۰۶۲/۰۵A	۱۰۷۷/۱۴A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

ارتفاع شاخساره، سطح برگ و وزن خشک شاخساره و ریشه داشته است.

آنزیم‌های APX و CAT

تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که اعمال تیمار شوری تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز داشت. در همین راستا، نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD نشان داد که با افزایش غلظت تیمار شوری، فعالیت آنزیم APX افزایش یافت (جدول ۳). آنزیم APX یکی از اجزای مهم چرخه گلوتاتیون آسکوربات است که در سم‌زدایی پراکسید هیدروژن دخیل می‌باشد. در این تحقیق، مقدار آنزیم APX با غلظت تیمار شوری دارای همبستگی مثبت بود (جدول ۳) و با نتایجی که در همین راستا در سویا و کاهو گزارش شده مشابهت داشت (۵ و ۱۹). مشخص شده است که آنزیم APX نقش کلیدی و مؤثری در مکانیزم‌های تحمل به شوری در برخی ارقام نخود، توت، گوجه‌فرنگی و مرکبات دارد. به طوری که میزان فعالیت این آنزیم در ارقام متحمل به شوری بیشتر بود (۱۸، ۲۰ و ۴۱). پژوهش‌ها مشخص نموده که سنتز آنزیم‌هایی مانند کاتالاز یک پاسخ سازگار شده در برابر تنش اکسیداتیو می‌باشد (۲۴). در این تحقیق، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار شوری با EC=۳dS/m ثابت بود. اما با افزایش غلظت شوری، میزان فعالیت این آنزیم افزایش یافت (جدول ۴). مشابه همین روند در دو رقم سبز فرش فصل سرد گزارش شده است (۵۱). افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز بر اثر تیمار شوری در این تحقیق با نتایجی که قبلاً توسط محققین دیگر به دست آمده همسویی داشت (۱۵، ۲۶ و ۳۵).

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

جدول ۴. میانگین اثر ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (Ug/ FW)

شوری(dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				میانگین شوری
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	
۰	۳۱/۳۳d*	۳۱/۲۶d	۳۱/۲۵d	۳۱/۳۱d	۳۱/۲۹C
۳	۳۱/۶۴d	۳۱/۴۷d	۳۱/۳۱d	۳۱/۵۱d	۳۱/۴۸C
۶	۳۴/۶۳c	۳۶/۰۶c	۳۸/۰۹b	۳۸/۱۶b	۳۶/۷۳B
۱۲	۴۰/۹۱a	۴۱/۵۴a	۴۲/۴۸a	۴۲/۵۶a	۴۱/۸۷A
میانگین ورمی کمپوست	۳۴/۶۳B	۳۵/۰۸AB	۳۵/۷۸A	۳۵/۸۸A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشخص کرد که اعمال تیمار ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت هر دو آنزیم داشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار ورمی‌کمپوست با میزان فعالیت آنزیم‌ها همبستگی مثبت دارد. به طوری که با افزایش مقدار ورمی کمپوست، میزان فعالیت هر دو آنزیم افزایش یافت (جداول ۳ و ۴). این نتایج تأیید کننده نظر دیگر محققین بود (۴۲، ۴۳، ۴۶ و ۵۳). از آنجایی که ورمی‌کمپوست دارای عناصر ریزمغذی با قابلیت جذب زیاد می‌باشد و از طرفی این عناصر، خصوصاً آهن و روی، در ساختارهای مختلف این آنزیم‌ها شرکت دارند، بنابراین می‌توان افزایش فعالیت این آنزیم‌ها را احتمالاً با افزایش و بهبود جذب این عناصر توسط گیاه مرتبط دانست. به طوری که در بررسی‌های مختلف، مصرف روی (Zn) در گیاه ذرت و گوجه‌فرنگی (۴۰و ۴۹) و مصرف آهن در برگ‌های گیاهان آفتابگردان (۳۴)، گلرنگ (۱۶) و کتان (۳۶) سبب افزایش مقدار آنزیم APX شده است. ورمی‌کمپوست با داشتن مواد هومیک و برخی هورمون‌ها، از جمله آبسیزیک اسید، اکسین و سیتوکینین‌ها می‌تواند در افزایش فعالیت این آنزیم‌ها مؤثر باشد، به طوری که در تحقیقات مختلف گزارش شده است که محلول‌پاشی با اکسین (۴۹)، آبسیزیک اسید (۲۱) و بنزیل آدنین (۳۰) سبب افزایش میزان آنزیم کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز شده است. در همین راستا، گزارش شده که استفاده از هومیک اسید در چمن، ذرت و انگور سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز شده است (۲۳ و ۵۱). مشخص شده که مواد هومیک، سطح هورمون‌های گیاهی مانند سیتوکینین‌ها و آبسیزیک اسید و برخی متابولیت‌ها مانند پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه را افزایش می‌دهد (۵۲). نتایج حاصل از برهم‌کنش تیمار شوری با ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین مقادیر آنزیم‌های CAT و APX در تیمار شوری با EC=۱۲dS/m و تیمار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست (جداول ۳ و ۴) بود. این نتایج مشخص کرد که تیمارهای شوری و ورمی‌کمپوست در یک راستا سبب افزایش بیشتر فعالیت آنزیم‌های CAT و APX شده‌اند و با افزایش مقدار هر دو تیمار، میزان فعالیت آنزیم‌ها افزایش یافت.

ارتفاع شاخساره و سطح برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمار شوری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع شاخساره و سطح برگ داشته است. بررسی مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد که مقدار این صفات با افزایش شوری رابطه معکوس داشت. کمترین میزان ارتفاع شاخساره (۱۱/۶۵ سانتی‌متر) و سطح برگ (۲/۹۷ سانتی‌متر مربع) در گیاهان شاهد تیمار شده با شوری ۱۲ dS/m حاصل شد (جداول ۵ و ۶).

در شوری زیاد، گسترش سلول‌ها کاهش پیدا می‌کند و تجمع نمک در دیواره سلولی باعث کاهش انعطاف‌پذیری

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

جدول ۵. میانگین نتایج تیمارهای ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل بر میزان ارتفاع شاخساره (سانتی‌متر)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۲۴/۰۲c*	۲۳/۹۲c	۲۷/۰۷a	۲۸/۰۰a	۲۵/۷۵A
۳	۲۴/۰۰c	۲۳/۷۰c	۲۷/۱۷a	۲۷/۷۵a	۲۵/۶۵A
۶	۱۹/۰۲e	۲۰/۹۰d	۲۴/۰۵c	۲۵/۸۲b	۲۲/۴۵B
۱۲	۱۱/۶۵h	۱۴/۵۰g	۱۶/۵۷f	۱۸/۸۰e	۱۵/۳۸C
میانگین ورمی‌کمپوست	۱۹/۶۸D	۲۰/۷۶C	۲۳/۷۱B	۲۵/۰۹A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

جدول ۶. میانگین نتایج تیمارهای ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل بر میزان سطح برگ شاخساره (سانتی‌متر مربع)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۷/۵۱e*	۸/۲۲d	۸/۷۷c	۱۰/۴۱a	۸/۷۳A
۳	۷/۴۵e	۸/۵۲cd	۸/۶۴cd	۹/۶۰b	۸/۵۵A
۶	۴/۳۷h	۵/۵۱g	۶/۲۱f	۷/۰۴e	۵/۷۸B
۱۲	۲/۹۷j	۳/۵۱i	۶/۲۲i	۴/۴۷h	۳/۶۷C
میانگین ورمی‌کمپوست	۵/۵۸D	۶/۴۴C	۶/۸۳B	۷/۸۸A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

سلول‌ها می‌شود. در نتیجه، رشد سلول کاهش پیدا می‌کند و منجر به کاهش ارتفاع و کوتاه ماندن گیاه می‌شود (۵۰). در همین راستا، الشاماری و همکاران (۴) نشان دادند که کاهش رشد به دلیل کاهش انرژی، انعطاف‌پذیری سلول‌ها و میزان اکسین بود. در بررسی‌های مختلفی که روی تنش شوری و شاخص سطح برگ روی گیاهان گندم، ذرت و سورگوم انجام گرفته است مشخص شده که تنش شوری سبب کوچک ماندن، باریک شدن و کاهش وزن برگ‌ها می‌شود. نتایج تحقیق حاضر هم با این تحقیقات مطابقت داشت (۲۹). کاهش سرعت رشد برگ بعد از افزایش شوری عمدتاً به دلیل اثر اسمزی نمک در اطراف ریشه می‌باشد. افزایش ناگهانی شوری خاک باعث می‌شود که سلول‌های برگ به طور موقت آب خود را از دست بدهند و با گذشت زمان، سرعت تقسیم و طویل شدن سلول‌ها کاهش یافته و در نتیجه، این تغییرات منجر به کوچکتر شدن اندازه نهایی برگ‌ها خواهد شد (۲۵). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از ورمی‌کمپوست ارتفاع شاخساره و سطح برگ را در گیاهان شاهد (بدون تنش) و گیاهانی که تحت تنش شوری قرار گرفته بودند بهبود داد. در بین تیمارها، استفاده از تیمار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست در مخلوط خاکی تأثیر معنی‌دار و مؤثرتری روی صفات بررسی شده داشت. بیشترین ارتفاع شاخساره (۲۸ سانتی‌متر) و سطح برگ (۱۰/۴۱ سانتی‌متر مربع) با استفاده از تیمار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و در شرایط بدون تنش به دست آمد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در شرایط تنش شوری، استفاده از ورمی‌کمپوست در مقایسه با گیاهان شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) منجر به بهبود شاخص سطح برگ و ارتفاع شاخساره گردید. در تحقیقی

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]
Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

مشخص شد که استفاده از ورمی‌کمپوست در سبزیجات نشایی، افزایش رشد این گیاهان را به همراه داشت (۸). در همین راستا، گزارش شده که استفاده از ورمی‌کمپوست منجر به افزایش ارتفاع شاخساره در گیاهان جعفری (۳۱) و گوجه‌فرنگی (۲) می‌گردد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشخص کرد که استفاده از ورمی‌کمپوست، کاهش ارتفاع شاخساره را که ناشی از شوری بود، بهبود بخشید (جدول ۵). ورمی‌کمپوست، به دلیل داشتن فعالیت‌های میکروبی زیاد که ناشی از حضور قارچ‌ها، باکتری‌ها، مخمرها و اکتینومایست‌ها و جلبک‌ها است، می‌تواند تنظیم کننده‌های رشد مختلف از قبیل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها، اتیلن و اسید آبسیزیک را تولید کند که می‌تواند تأثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته باشد (۴۷). بنابراین، احتمالاً علت افزایش ارتفاع گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست، در مقایسه با گیاهان شاهد (بدون ورمی‌کمپوست) می‌تواند جذب مواد تنظیم کننده رشد تولید شده در ورمی‌کمپوست، مانند اکسین‌ها و جیبرلین‌ها، باشد. نتایج حاصل از این بررسی، تأیید کننده سایر نتایج (۲ و ۳۱) بود. استفاده از ورمی‌کمپوست در محیط کشت گیاهان تربچه و همیشه بهار (۴۷) و خیار (۳۸) سبب افزایش قابل توجهی در میزان سطح برگ این گیاهان شد.

در تحقیق حاضر، نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست برای کشت گیاهان در شرایط با و بدون تنش شوری، در مقایسه با گیاهان کشت شده در خاک فاقد ورمی‌کمپوست، منجر به افزایش سطح برگ آنها شد (جدول ۶). افزایش سطح برگ با استفاده از ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری ممکن است به دلیل بهبود خواص فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جمعیت‌های میکروبی و تولید تنظیم کننده‌های رشد مختلف و وجود عناصر مختلف و مواد هومیک در ورمی‌کمپوست مربوط باشد. نتایج حاصل از برهم‌کنش تیمار ورمی‌کمپوست با شوری نشان داد که بیشترین مقدار صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده در هر یک از سطوح شوری، در تقابل با تیمار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست حاصل شد و کمترین مقدار از تیمار فاقد ورمی‌کمپوست همراه شده با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر حاصل گردید که این روند در همه صفات مورفولوژیک بررسی شده مشابه بود (جداول ۵ و ۶). نتایج حاصل از این برهم‌کنش مشخص کرد که افزایش شوری سبب کاهش سطح برگ و ارتفاع شاخساره شد. اما افزایش تیمار ورمی‌کمپوست در هر یک از سطوح شوری از کاهش این صفات جلوگیری و موجبات تعدیل مضرات شوری و بهبود صفات مرفولوژیک اندازه گیری شده را فراهم کرد.

وزن‌تر و خشک شاخساره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اعمال تیمارهای شوری و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر وزن‌تر و خشک شاخساره گیاه داشت (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها مشخص کرد که اعمال تیمار شوری سبب کاهش مقدار این صفات و اعمال تیمار ورمی‌کمپوست سبب افزایش این مقادیر شد. در این تحقیق، استفاده از ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن‌تر و خشک شاخساره‌ها در شرایط تنش شوری در مقایسه با تیمار شاهد شد. استفاده از مقادیر بیشتر ورمی‌کمپوست در این آزمایش سبب افزایش مقادیر به دست آمده برای وزن‌تر و خشک شاخساره شد که بیشترین وزن‌تر و خشک شاخساره (به‌ترتیب ۱۱۱/۳ و ۴۵/۵۸ گرم) با استفاده کردن از مقدار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و کمترین مقادیر (به‌ترتیب ۷۸/۱۶ و ۱۷/۹۷گرم) در تیمار شوری ۱۲dS/m و بدون استفاده از ورمی‌کمپوست به دست آمد (جداول ۷ و ۸). بررسی اثر متقابل شوری و ورمی‌کمپوست نشان داد که در تیمارهای شوری صفر و ۳ دسی‌زیمنس بر متر، همراه با استفاده از سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری در وزن خشک شاخساره مشاهده نشد (جدول ۸). در تحقیقات گلخانه‌ای که توسط محققین مختلف برای بررسی اثر تنش شوری بر وزن‌تر و خشک شاخساره در گیاهان

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

جدول ۷. میانگین نتایج تیمارهای ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان وزن‌تر شاخساره (گرم)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۹۴/۸۰d*	۹۸/۱۵cd	۱۰۲/۱۰bc	۱۱۱/۳۰a	۱۰۱/۵۹A
۳	۹۵/۴۶d	۹۶/۰۰d	۱۰۴/۷۵b	۱۰۴/۸۴b	۱۰۰/۲۶A
۶	۶۷/۲۰gh	۶۸/۵۸g	۷۴/۴۹f	۸۱/۶۸e	۷۲/۹۹B
۱۲	۵۵/۱۷i	۵۶/۳۳i	۶۳/۵۷h	۶۸/۶۱g	۶۰/۹۲C
میانگین ورمی‌کمپوست	۷۸/۱۶C	۷۹/۷۶C	۸۶/۲۳B	۹۱/۶۱A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

جدول ۸. میانگین نتایج تیمارهای ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان وزن خشک شاخساره (گرم)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۴۵/۵۳a*	۴۵/۳۵a	۴۵/۱۱a	۴۵/۵۸a	۴۵/۳۹A
۳	۴۵/۰۰a	۴۵/۰۶a	۴۵/۸۳a	۴۶/۰۷a	۴۵/۴۹A
۶	۲۹/۷۳c	۲۶/۷۳cd	۳۴/۲۳b	۳۶/۶۸b	۳۱/۸۴B
۱۲	۱۷/۹۷f	۱۶/۸۶f	۲۲/۰۳e	۲۴/۴۲de	۲۰/۳۲C
میانگین ورمی‌کمپوست	۳۴/۵۶BC	۳۳/۵۰C	۳۶/۸۰AB	۳۸/۱۹A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

متفاوت انجام شده، مشخص گردیده که وزن‌تر و خشک شاخساره گیاهان با افزایش شوری کاهش می‌یابد (۱۳ و ۵۴). فرانسوا و برنشتاین (۱۷) نشان دادند که شوری آثار مخربی بر بافت پارانشیم نردبانی و فضای بین سلولی برگ دارد که این خود سبب کاهش سطح برگ می‌گردد. با کاهش سطح برگ، فتوسنتز و در نتیجه وزن خشک کاهش می‌یابد. در تحقیقات مختلف مشخص شده که استفاده از ورمی‌کمپوست در محیط کشت گیاهان مختلف مانند فلفل و توت فرنگی (۶)، جعفری (۳۱)، خیار (۳۷)، سیب‌زمینی (۴۴) و گوجه‌فرنگی (۲) سبب افزایش وزن‌تر و خشک شاخساره شد. عطیه و همکاران (۵) علت افزایش وزن گیاهان گوجه‌فرنگی تیمار شده با ورمی‌کمپوست را تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت دانستند. به نظر می‌رسد که استفاده از مقادیر بیشتر ورمی‌کمپوست سبب افزایش کمی مواد تحریک کننده رشد و مواد مغذی و نیز دسترسی راحت به این مواد توسط گیاه شده بود که افزایش رشد و وزن‌تر و خشک را به همراه داشت، که با نتیجه به دست آمده توسط آرانکون و همکاران (۶) و سنگوان و همکاران (۳۸) مطابقت داشت.

وزن‌تر و خشک ریشه

داده‌های حاصل از تجزیه واریانس، معنی‌دار بودن استفاده از ورمی‌کمپوست و شوری را بر وزن‌تر و خشک ریشه نشان داد (جدول ۲). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش میزان شوری، وزن‌تر و خشک ریشه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه‌ها

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]
Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

جدول ۹. میانگین نتایج تیمارهای ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان وزن‌تر ریشه (گرم)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۱۰۶/۵۷۳b*	۱۰۶/۶۶۰b	۱۰۷/۷۶۵ab	۱۱۲/۸۶۸a	۱۰۸/۴۶۶A
۳	۱۰۳/۵۱۵b	۱۰۳/۸۷۳b	۱۰۷/۳۶۵b	۱۰۵/۲۴۸b	۱۰۵/۰۰۰A
۶	۸۲/۱۵۰c	۸۱/۵۳۳c	۸۳/۲۶۳c	۸۶/۱۳۳c	۸۳/۲۶۹B
۱۲	۶۶/۶۸۵f	۶۸/۵۳۰ef	۷۲/۳۱۵de	۷۴/۲۴۵d	۷۰/۴۴۴C
میانگین ورمی‌کمپوست	۸۹/۷۳۱B	۹۰/۱۴۹B	۹۲/۶۷۷AB	۹۴/۶۲۳A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

جدول ۱۰. میانگین نتایج تیمارهای ورمی‌کمپوست، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان وزن خشک ریشه (گرم)

شوری (dS/m)	ورمی‌کمپوست (گرم)				
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	میانگین شوری
۰	۷۴/۳۴c*	۷۴/۲۵c	۷۶/۱۰abc	۷۸/۵۰ab	۷۵/۸۰A
۳	۷۳/۸۴c	۷۵/۸۴bc	۷۸/۷۷a	۷۷/۹۴ab	۷۶/۶۰A
۶	۴۷/۷۲e	۵۰/۰۲de	۵۰/۳۱de	۵۱/۷۵d	۴۹/۶۸B
۱۲	۳۰/۷۹h	۳۲/۳۲gh	۳۴/۹۳fg	۳۷/۳۰f	۳۳/۸۳C
میانگین ورمی‌کمپوست	۵۶/۶۷D	۵۸/۱۱B	۶۰/۰۲A	۶۱/۳۷A	

* اعدادی که در یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (حروف کوچک مربوط به برهم‌کنش‌ها و حروف بزرگ مربوط به میانگین‌ها می‌باشند).

(به‌ترتیب ۱۱۲/۸۶ و ۷۸/۵ گرم) در تیمار ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و در شرایط بدون تنش شوری به دست آمد. اعمال تیمار ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن‌تر و خشک ریشه‌های گیاهانی که در معرض تیمار شوری قرار گرفته بودند شد (جداول ۹ و ۱۰). در پژوهشی، تنش شوری روی چهار گونه سبز فرش اعمال شد و کاهش رشد ریشه سبز فرش به علت آسیب به ساختار ریشه و در نتیجه فروپاشی سلول‌های بیرونی ریشه اتفاق افتاد که سبب کاهش وزن‌تر و خشک ریشه گردید (۴). نتایج حاضر نیز با این پژوهش مطابقت می‌کند. افزایش جذب فسفر موجود در ورمی‌کمپوست توسط ریشه‌ها (۲۲)، افزایش تعداد و فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در ورمی‌کمپوست (۷) و پیرو آن افزایش تنظیم کننده‌های رشد و هومیک اسید (۹) را به دنبال دارد که سبب افزایش آغازش و تعداد ریشه‌های جانبی و تارهای کشنده، افزایش طول ریشه و افزایش جذب مواد غذایی از طریق افزایش نفوذپذیری غشای سلولی ریشه می‌شود (۳۲). در همین راستا، افزایش وزن‌تر و خشک ریشه را نیز به دنبال دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تنش شوری و استفاده از ورمی‌کمپوست سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و راه‌اندازی یک پاسخ آنتی‌اکسیدانی قوی در گیاه چمانواش بلند شد. استفاده از ورمی‌کمپوست در شرایط بدون تنش سبب افزایش سطح برگ، ارتفاع، وزن‌تر و خشک شاخساره و ریشه شد و در شرایط تنش شوری از کاهش بیشتر این صفات نسبت

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

به تیمار شاهد جلوگیری کرد و در نتیجه سبب بهبود و افزایش میزان این صفات شد. با توجه به یافته‌های حاصل از این تحقیق، پیشنهاد می‌شود به منظور گسترش فضای سبز و سبزفرش کاری با گیاه چمانواش بلند، از ورمی‌کمپوست در ترکیب با خاک زراعی در مناطقی که مشکل شوری آب و خاک دارند، استفاده گردد.

منابع مورد استفاده

۱. کرکان، م.، ف. تالاری و ن. نارونی. ۱۳۷۲. باغبانی تزئینی. جلد دوم، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران.

2. Ahmed-Najar, I. and A. Khan. 2013. Effect of vermicompost on growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum*) under field conditions. Acta Biol. Malaysia 2(1): 12-21.
3. Alscher, R.G., J.R. Donahus and C.L. Cramer. 1997. Reactive oxygen species and antioxidants: Relationship in green cells. Physiol. Plant. 100: 224-233.
4. Alshammary, S.F. 2004. Growth response of four turfgrass species to salinity. Agric. Water Manage. 66: 97-100.
5. Anitha, T. and R. Usha. 2012. Effect of salinity stress on physiological, biochemical and antioxidant defense systems of high yielding cultivars of soyabean. Int. J. Pharma Bio Sci. 3: 851-864.
6. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, A. Atiyeh and J.D. Metzger. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresour. Technol. 93: 139-144.
7. Atiyeh, R.M., S. Lee, C.A. Edwards, N.Q. Arancon and J.D. Metzger. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresour. Technol. 84: 7-14.
8. Bachman, G.R. and J.D. Metzger. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresour. Technol. 99: 3155-3161.
9. Canellas, L.P., F.L. Olivares, A.L. Okorokova-Façanha and A.R. Façanha. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H+-ATPase activity in maize roots. Plant Physiol. 130: 1951-1957.
10. Christians, N. 2004. Fundamentals of Turfgrass Management. John Wiley and Sons, Inc., NJ, USA, 359 p.
11. Dhindsa, R.S., P. Plumb-Dhindsa and T.A. Thorpe. 1981. Leaf senescence: Correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. J. Exp. Bot. 32: 93-101.
12. Dkhili, M. and B. Anderson. 1990. Salt effects on seedling growth of switch grass and big bluestem. Proc. of the 12th North American Prairie Conference, USA, pp. 13-16.
13. Dudeck, A.E. and C.H. Peacock. 1985. Salinity effects on perennial ryegrass germination. HortSci. 20(2): 268-269.
14. Edwards, C.A. and E. Neuhauser. 1988. Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB Academic Press, The Hague, The Netherlands.
15. Esfandiari, E., F. Shekari and M. Esfandiari. 2007. The effect of salt stress on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation on the wheat seedling. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 35: 48-56.
16. Fathi Amirkhiz, K., S.A.M. Amini Dehaghi, A. Modares Sanavy, R. Rezazadeh and S. Heshmati. 2011. Effect of iron application on enzymatic activity, grain yield and oil content of safflower under water deficit conditions. Iran. J. Crop Sci.13: 452-465.
17. Francois, L.E. and L. Bernstein. 1964. Salt tolerance of safflower. Agron. J. 56: 38-40.
18. Gueta-Dahan, Y., Z. Yaniv, B.A. Zilinskas and G. Ben-Hayyim. 1997. Salt and oxidative stress: Similar and specific responses and their relation to salt tolerance in citrus. Planta 203: 460-469.
19. Han, H.S. and K.D. Lee. 2005. Plant growth-promoting rhizobacteria: Effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. Res. J. Agric. Biol. Sci. 1: 210-215.
20. Hernandez, J.A., F.J. Corpas, M. Gomez, L.A. Del-Rio and F. Sevilla. 1993. Salt-induced oxidative stress mediated by activated oxygen species in pea leaf mitochondria. Physiol, Plant. 89: 103-110.
21. Jiang, Y. and B. Huang. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-seaon turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41: 436-442.
22. Kale, R.D., K. Bano, M.N. Sreenivasa and D.J. Bagyaraj.1987. Influence of worm cast on the growth and mycorrhizal colonization of two ornamental plants. South Indian Hort. 35: 433-437.
23. Kesba, H.H. and H.S. El-Beltagi. 2012. Biochemical changes in grape rootstocks resulted from humic acid treatments in relation to nematode infection. Asia-Pac. J. Trop. Biomed. 2: 287-293.
24. Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci. 7: 405-409.
25. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell Environ. 25: 239-250.
26. Mutlu, S., O. Atici and B. Nalbantoglu. 2009. Effects of salicylic acid and salinity on apoplastic antioxidant

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]

Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017

enzymes in two wheat cultivars differing in salt tolerance. Biol. Planta. 53: 334-338.
27. Naeini, M.R., A.H. Khoshgoftarmanesh and E. Fallahi. 2006. Partitioning of chlorine, sodium, and potassium of three pomegranate cultivars under different levels of salinity and shoot growth. J. Plant Nutr. 29: 1835-1843.
28. Nakano, Y. and K. Asada. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiol. 22: 867-880.
29. Neves-Piestun, B.G. and N. Bernstein. 2005. Salinity-induced changes in the nutritional status of expanding cells may impact leaf growth inhibition in maize. Funct. Plant Biol. 32: 141-152.
30. Pan, S., F. Rasul, W. Li, H. Tian, Z. Mo, M. Duan and X. Tang. 2013. Roles of plant growth regulators on yield, grain qualities and antioxidant enzyme activities in super hybrid rice (*Oryza sativa* L.). Rice 6: 9-14.
31. Peyvast, Gh., J.A. Olfati, S. Madeni, A. Forghani and H. Samizadeh. 2008. Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of parsley. Int. J. Veg. Sci. 14(1): 82-92.
32. Pramanik, P., G.K. Ghosh, P.K. Ghosal and P. Banik. 2007. Changes in organic-C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. J. Bioresour. Technol. 98: 2485-2494.
33. Rafiq, A. and J. Nusrat. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellanthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pak. J. Bot. 41: 1373-1384.
34. Rahimizadeh, M., D. Habibi, H. Madani, G.N. Mohammadi, A. Mehraban and A.M. Sabet. 2007. The effect of micronutrients on antioxidant enzymes metabolism in sunflower (*Helianthus annus* L.) under drought stress. Helia. 30: 167-174.
35. Sairam, R.K., K. Veerabhadra-Rao and G.C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. 163:1037-1046.
36. Salama, Z., H. El-beltagi and D. El- Hariri. 2009. Effect of Fe deficiency on antioxidant system in leaves of three flax cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-napoca. 37: 122-128.
37. Sallaku, G., I. Babaj, S. Kaciu and A. Balliu. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. J. Food Agric. Environ. 7: 869-872.
38. Sangwan, P., V.K. Garg and C.P. Kaushik. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. Environmentalist 30: 123-130.
39. Sansamma, G. and G.R. Pillai. 2000. Effect of vermicompost on yield and economic of guinea grass grown as an intercrop in coconut gardens. Indian J. Agron. 45: 693-697.
40. Sbartai, H., M.R. Djebar, R. Rouabhi, I. Sbartai and H. Berrebbah. 2011. Antioxidative response in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.) roots and leaves to zinc. Amer-Euras. J. Toxicol. Sci. 3: 41-46.
41. Shalata, A. and M. Tal. 1998. The effects of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative Lycopersicon pennellii. Plant Physiol. 104: 169-174.
42. Shubha, K.Y., A.C. Prathibha, B. Nayana and R. Suhasini. 2011. Enviroment friendly strategy to increase antioxidant content and produce of Sauropus androgynous. Int. Quarter. J. Life Sci. 6: 567-569.
43. Suneetha, C., M.D. Siddique Ahamed Khan, E. Muralinath, S.K. Jaffar, M.D. Ibrahim and M. Guruprasad. 2011. Effect of vermicompost on the antioxidant levels of Coleus aromaticus. Int. J. Sci. Innov. Discover. 1: 422-427.
44. Taheri, N., H.H. Sharif-Abad, K. Yousefi and S. R. Mousavi. 2012. Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. J. Soil Sci. Plant Nutr. 12: 705-714.
45. Taize, L. and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. 2nd ed., Sinauar Associates, Inc. Publ., Massachusetts.
46. Tatlari, M., V. Abdossi and Z. Oraghi Ardebili. 2013. The effects of different levels of vermicompost on growth and development of Dracaena marginata. Int. Res. J. Appl. Basic Sci. 4: 784-786.
47. Warman, P.R. and M.J. Anglopez. 2010. Vermicompost derived from different feed stocks as a plant growth medium. Bioresour. Technol. 101: 4479-4483.
48. Wei, Y.Y., N.A.A. Aziz, Z.H. Shamsuddin, M. Mustafa, S.A. Aziz and T.S. Kuan. 2012. Enhancement of plant nutrient contents in rice straw vermicompost through the addition of rock phosphate. Acta Biol. Malaysia 1: 41-45.
49. Zand, B., A. Sorooshzadeh, F. Ghanati and F. Moradi. 2010. Effect of zinc and auxin foliar application on some anti-oxidant enzymes activity in corn leaf. Iran. J. Plant Biol. 2: 35-48.
50. Yeo, A.R. and Flowers, T.J. 1986. The physiology of salinity resistance in rice (*Oryza sativa* L.) and a pyramiding approach to breeding varieties for saline soils. Aust. J. Plant Physiol. 7: 75-91.
51. Zhang, X., E.H. Ervin and R.E. Schmidt. 2003. Physiological effects of liquid applications of a seaweed extract and a humic acid on creeping bent grass. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128: 492-496.
52. Zhang, X. and E.H. Ervin. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Sci. 44: 1737-1745.
53. Zhao, H.T, J. Luo, Y.H. Shan, A.L. Wang, P. Liu and K. Feng. 2010. Effects of vermicompost organic-inorganic mixed fertilizer on yield and quality components of cucumber cultivated in greenhouse. Plant Nutr. Fertil. Sci. 16:

1288-1293.
54. Zhani, K., M.A. Elouer, H. Aloui and C. Hannachi. 2012. Selection of a salt tolerant Tunisian cultivar of chili pepper (*Capsicum frutescens*). Euras. J. Bio Sci. 6: 47-59.

[DOI: 10.18869/acadpub.ejgcst.7.1.35]
Downloaded from ejgcst.iut.ac.ir at 13:46 IRST on Sunday September 24th 2017