نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۳ / شماره ۱/ ۱۳۹۸
Archive of SID
(DOI): 10.22092/JWRA.2019.119113

برهم‌کنش آب‌شور و ورمی‌کمپوست بر رشد و میزان جذب برخی عناصر معدنی در چهار جمعیت رازیانه *Foeniculum vulgare*

عبدالله بیک خورمیزی[1*]، سیاوش حسینی سرقین، محمدرضا سرافراز اردکانی، سید محمد مشتاقیون و سید موسی موسوی کوهی

دانشجوی دکتری گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه ارومیه.
abdollahbeyk@gmail.com
استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه ارومیه.
s.hosseini@urmia.ac.ir
استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه یزد.
sarafraz.ardakani@yazd.ac.ir
استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه یزد.
moshtaghiun@yazd.ac.ir
استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه بیرجند.
smmousavi@birjand.ac.ir

چکیده

به‌منظور بررسی اثر متقابل تنش شوری القا شده با کلرید سدیم و کود آلی ورمی‌کمپوست بر رشد رویشی و میزان برخی از عناصر غذایی در رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill)، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح شوری شاهد (غیرشور)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl، سطوح ورمی‌کمپوست صفر و پنج درصد حجمی- حجمی (دو نسبت حجمی از مخلوط ورمی‌کمپوست و خاک شامل ۱۰۰:۰ و ۹۵:۵) و جمعیت‌های رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد بودند. نمونه‌برداری از گیاهان پنج هفته پس از کاشت انجام شد. نتایج نشان داد که تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار طول و وزن‌خشک بخش هوایی، سطح برگ، وزن‌خشک ریشه، میزان پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن بخش‌هوایی و پتاسیم و کلسیم ریشه رازیانه شد. در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری، تمام این صفات با کاربرد ورمی‌کمپوست به گونه معنی‌داری افزایش نشان دادند. هم‌چنین تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار میزان سدیم بخش‌هوایی و ریشه شد که این دو صفت نیز در حضور ورمی‌کمپوست به شدت کاهش یافت. مطابق نتایج، در بین جمعیت‌های مورد مطالعه، حساس‌ترین جمعیت در مقابل تنش شوری، رازیانه مشهد بود. هم‌چنین جمعیت شیراز برای کشت در شرایط بدون تنش، تنش شوری و استفاده از ورمی-کمپوست توصیه می‌گردد. به نظر می‌رسد استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند تاثیر نامطلوب تنش شوری را بر رشد رازیانه کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: **تنش شوری، رشد رویشی، کود آلی، وزن خشک گیاه**

۱- آدرس نویسنده مسئول: ارومیه، گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه ارومیه
*- دریافت: تیر ۱۳۹۷ و پذیرش: آذر ۱۳۹۷

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رازیانه گیاهی علفی و معطر از خانواده چتریان (Apiaceae) است که در ایران فقط یک گونه به نام *Foeniculum vulgare* داشته که هم به صورت زراعی و هم وحشی یافت می‌شود. این گیاه مدیترانه‌ای است و هوای گرم برای رشد و نمو آن مطلوب می‌باشد، هم‌چنین خاک‌های لوم رسی با مواد و عناصر غذایی و ترکیبات هوموسی کافی، خاک‌های مناسبی برای رویش این گیاه است (میرعماد و همکاران، ۱۳۹۱). گیاه رازیانه دارای جمعیت‌های مختلفی است. صفایی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی صفات مختلف مورفوفیزیولوژیکی دوازده ژنوتیپ رازیانه (از جمله ژنوتیپ‌های ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد) را بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند که این صفات بین جمعیت‌های مختلف رازیانه تفاوت معنی‌داری دارد. به عنوان مثال، صفت روز تا رسیدگی کامل در سال اول در ژنوتیپ‌های ارومیه، مشهد، بوشهر و شیراز به‌ترتیب ۱۳٤، ۱۳۸، ۱٦٥ و ۱٦٥/۷ بود. امروزه تقاضای زیادی برای رازیانه ارگانیک وجود دارد. اروپا، ایالات متحده آمریکا، کانادا و ژاپن به‌دنبال ادویه‌جات ارگانیک از جمله رازیانه هستند و استرالیا و نیوزلند نیز در زمره بازارهای در حال ظهورند (مالهترا، ۲۰۱۲). ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان رازیانه جهان است؛ با این حال توده‌های ایران جهت کشت تجاری مورد مطالعه قرار نگرفته است (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۵).

شوری از اصلی‌ترین تنش‌های اسمزی است که رشد و تولید گیاه را از طریق تغییر در تعادل یونی و اسمزی محدود می‌کند (قلی‌نژاد، ۱۳۹۳). مساحت کل خاک‌های تحت تاثیر نمک، حدود یک میلیارد هکتار است که بطور عمده در مناطق خشک و نیمه‌خشک آسیا، استرالیا، آفریقا و جنوب آمریکا وجود دارند (تاس و همکاران ۲۰۰۸). در ایران نیز حدود ٦/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی دارای خاک‌های مبتلا به درجات مختلف شوری هستند (مومنی، ۱۳۸۹). علاوه بر این، استفاده روزافزون از آب‌هایی با کیفیت پائین و کشاورزی سنتی، باعث توسعه این مشکل شده است (لخدر و همکاران، ۲۰۰۸). سمیز و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تنش شوری سبب کاهش ارتفاع، زیست‌توده و عملکرد رازیانه شد. این محققان آستانه شوری خاک برای رازیانه را ۲/٦٤ دسی‌زیمنس بر متر محاسبه کردند و آن را گیاهی نسبتا حساس به شوری معرفی کردند. کاهش صفات رشدی در برخی از گیاهان دارویی دیگر از جمله بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) (سلیمی و همکاران، ۱۳۹۵) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) (موسی‌پور یحیی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۵) در مقابل تنش شوری گزارش شده است.

کود آلی ورمی‌کمپوست سبک، فاقد هرگونه بو و عاری از بذر علف‌های هرز با زهکشی مناسب، ظرفیت زیاد تهویه و نگه‌داری آب بالا است. این کود علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، حاوی هومات می‌باشد که دارای تاثیر مشابه با تنظیم کننده‌های رشد و هورمون‌ها است؛ بنابراین ورمی‌کمپوست می‌تواند رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی، تحریک کند (آتیه و همکاران، ۲۰۰۰؛ آتیه و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات متعددی تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد گیاهان مختلف را نشان داده‌اند.

در نخود (*Cicer sp.*) و نخودفرنگی (*Pisum sp.*)، صفات مورفولوژیکی مانند طول ریشه، طول ساقه، تعداد تارهای کشنده، تعداد برگ، تعداد گل، تعداد غلاف و تعداد گره ریشه، در تیمار ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری افزایش یافتند (سینها و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین افزایش سطح برگ و زیتوده گیاهان تربچه (*Raphanus sativus* L.) و همیشه‌بهار (*Calendula.officinalis* L.)، در تیمار ورمی‌کمپوست نشان داده شده است (وارمن و آنگلوپز، ۲۰۱۰). افزایش بیومس و سطح برگ در گیاه خیار (*Cucumis sativus* L.) (سالاکو و همکاران، ۲۰۰۹) و افزایش بیومس ریشه گل همیشه‌بهار (پریتام و گارگ، ۲۰۱۰) در حضور ورمی‌کمپوست گزارش شده است. افزایش ارتفاع گیاهان بامیه

www.SID.ir

Archive of SID

(*Solanum melongena* L.)، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) در تیمار ورمی-کمپوست به دلیل مواد مغذی به ویژه ازت موجود در این کود می‌باشد (سمیران و همکاران، ۲۰۱۰). احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۰) نیز مشاهده کردند که کاربرد ورمی-کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک و غلظت آن‌ها در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*) اثر معنی‌دار داشت. افزایش سطح برگ توت فرنگی (*Fragaria xananassa* Duch.) با کاربرد ورمی-کمپوست به دلیل افزایش جمعیت میکروبی توسط این کود آلی می‌باشد (آرانکون و همکاران، ۲۰۰٤).

گزارشات اندکی حاکی از آن است که ورمی-کمپوست می‌تواند اثر تنش شوری را برگیاهان کاهش دهد. شیخی و رونقی (۱۳۹۲) در تحقیقی اثر ورمی-کمپوست در محیط شور را بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) (رقم ویروفلی) بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد بیش‌ترین عملکرد اندام هوایی مربوط به تیمار ۱۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست می‌باشد. هم‌چنین کاربرد ورمی‌کمپوست، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و منیزیم را در اندام هوایی اسفناج افزایش داد. آن‌ها بیان کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست علاوه بر افزایش رشد گیاه، می‌تواند راهکار مناسبی برای کم‌کردن اثرات منفی ناشی از غلظت زیاد سدیم و کلر در خاک‌های شور بر رشد اسفناج باشد. استفاده از ورمی‌کمپوست، علاوه بر افزایش فعالیت آنزیم-های آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های رشدی گیاه *Festuca arundinacea* می‌تواند روش مناسبی در جهت کاهش اثر کلرید سدیم بر رشد این گیاه در خاک‌های شور باشد (آدمی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). از آنجا که رازیانه گیاهی با ارزش اقتصادی است و نظر به وسعت اراضی شور و حساس بودن این گیاه به تنش شوری، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر ورمی¬کمپوست در کاهش تاثیر منفی ناشی از این تنش بر رشد رویشی چهار جمعیت رازیانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر خصوصیات ریخت‌شناسی و میزان برخی از عناصر گیاه دارویی رازیانه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح شوری (که با اضافه کردن کلرید سدیم به آب مقطر تولید شدند)، کود ورمی-کمپوست (که ماده اولیه تهیه آن کود گاو بود) و جمعیت-های رازیانه بودند. در این مطالعه، سطوح شوری غیرشور (شاهد)،٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول بر لیتر کلرید سدیم به همراه دو نسبت حجمی صفر و پنج درصد ورمی‌کمپوست و خاک لومی رسی (ورمی‌کمپوست از ابتدا با خاک مخلوط شد) بر رشد رویشی چهار جمعیت رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه‌ی شیمیایی ورمی‌کمپوست، خاک و مخلوط خاک و ورمی-کمپوست مورد استفاده در این آزمایش، در جدول ۱ نشان داده شده است. بذرهای جمعیت‌های مختلف رازیانه جداگانه به مدت ٢٤ ساعت در آب خیسانده شدند و سپس در شش قسمت از گلدان‌های دو کیلویی کشت شدند و در طول آزمایش بر حسب ظرفیت زراعی آبیاری گردیدند.

پس از سه هفته آبیاری گلدان‌ها با آب معمولی (بدون سطوح شوری) و اطمینان از سبز شدن، گیاهچه‌ها تنک و در هر گلدان سه گیاهچه باقی ماند. سپس گلدان‌ها مطابق تیمارهای آزمایشی (سطوح مختلف شوری) آبیاری شدند. به‌منظور ثابت نگه داشتن مقدار شوری در گلدان‌ها، هدایت الکتریکی زه‌آب گلدان‌ها اندازه‌گیری و مرتباً کنترل می‌شد. پس از پنج هفته از زمان کاشت (رشد رویشی)، گیاهان از گلدان‌ها خارج و بخش‌هوایی از ریشه گیاه تفکیک شد. سپس ارتفاع بخش هوایی و ریشه اصلی به-وسیله خط‌کش و سطح برگ‌ها به وسیله دستگاه اندازه-گیری سطح برگ (Leaf Area Meter)، تعیین شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن خشک بخش‌هوایی و ریشه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم موجود در بافت برگ و ریشه، توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای (Flame Photometry) مدل Jenway PFP7 (چاپمن و پرات، ۱۹۸۲) و میزان عناصر روی و مولیبدن توسط دستگاه جذب اتمی مدل NOVAA 300 (والش، ۱۹۷۱) تعیین شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Mstat-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن در سطح پنج درصد ($p \leq 0.05$) استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست و خاک مورد استفاده در آزمایش قبل و بعد از اعمال ورمی کمپوست

نمونه	نیتروژن ($mg.kg^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	کلسیم ($mg.kg^{-1}$)	سدیم ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	منگنز ($mg.kg^{-1}$)	مولیبدن ($mg.kg^{-1}$)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)
ورمی-کمپوست	۱۵۴۰۰	۲۲۲۰۰	۱۵۹۰۰	۵۲۰۰۰	۴۲۰۰	۱۲۷	۴۸۸	۱۵۰	۷/۹۲	۷/۶۸
خاک	۱۰	۴/۳	۱۳۶/۴	۰/۰۱۰۸	۰/۰۲۳۸	۰/۱۴	۰/۶۲	۰/۳۷	۸/۱۴	۳/۸۱
مخلوط خاک و ورمی-کمپوست	۹۰	۱۵/۶۲	۳۹۰	۰/۰۱۸۴	۰/۰۲۴۱	۰/۲۲	۰/۸۰	۰/۴۹	۷/۷۵	۴/۸۷

نتایج

طول بخش‌هوایی (ارتفاع گیاه)

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه همه جمعیت‌های رازیانه مورد مطالعه شد. در این شرایط بیش-ترین ارتفاع بخش هوایی متعلق به جمعیت شیراز بود که تفاوت معنی‌داری با جمعیت‌های ارومیه و بوشهر نداشت. هم‌چنین بیش‌ترین تاثیر ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد بر ارتفاع جمعیت ارومیه (افزایش ۹۵ درصدی) مشاهده شد. تنش شوری طول بخش هوایی جمعیت‌های رازیانه را کاهش داد بطوری‌که طول بخش هوایی جمعیت‌های شیراز و مشهد در سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl و جمعیت‌های ارومیه و بوشهر در ۱۲۰ میلی مول NaCl کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. کم‌ترین و بیش‌ترین تاثیر تنش شوری در سطح ۱۲۰ میلی مول NaCl نسبت به شاهد به ترتیب مربوط به جمعیت بوشهر (۳۳ درصد) و مشهد (۶۳ درصد) بود. نتایج برهم‌کنش شوری، ورمی‌کمپوست و جمعیت‌های رازیانه بیان‌گر آن بود که در مواجهه با تنش شوری (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl) تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی-دار طول بخش هوایی در تمام جمعیت‌های رازیانه مورد بررسی شد (جدول ۲).

وزن خشک بخش‌هوایی

وزن خشک بخش‌هوایی جمعیت‌های رازیانه در تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به صورت معنی-داری افزایش یافت. بیش‌ترین وزن خشک بخش‌هوایی مربوط به جمعیت شیراز و بعد از آن به ترتیب متعلق به جمعیت‌های بوشهر، ارومیه و مشهد بود. بیش‌ترین تاثیر ورمی‌کمپوست بر این صفت نیز در جمعیت شیراز و کم-ترین تاثیر بر جمعیت مشهد مشاهده شد. وزن خشک بخش‌هوایی جمعیت‌های مختلف رازیانه در مواجهه با سطوح مختلف تنش (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl) کاهش یافت و این روند کاهشی با افزایش تنش معنی‌دار بود. در ۱۲۰ میلی مول NaCl، کم‌ترین تاثیر شوری بر روی جمعیت شیراز (کاهش ۵۸ درصدی) و بیش‌ترین تاثیر بر جمعت مشهد (بیش از دو برابر کاهش یافت) بود. اثر متقابل شوری، ورمی‌کمپوست و جمعیت‌های رازیانه بر وزن خشک بخش‌هوایی نشان داد که این صفت در حضور ۵٪ ورمی‌کمپوست، در تمام جمعیت‌های رازیانه

www.SID.ir

Archive of SID

در مواجهه با سطوح شوری مورد بررسی، به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر برهمکنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر صفات ریخت‌شناسی جمعیت‌های رازیانه

جمعیت رازیانه	ورمی کمپوست	غلظت شوری (Mm NaCl)	طول بخش‌هوایی (cm)	وزن خشک بخش هوایی (mg)	سطح برگ (mm^2)	وزن خشک ریشه (mg)
ارومیه	۰	۰	۷/۱۱۱ ijk	۰/۰۰۷۰ p	۸۰/۱۶ cd	۰/۰۱۳۷ i
		۴۰	۶/۷۷۳ i-l	۰/۰۰۵۷ r	۷۲/۰۹ efg	۰/۰۱۱۰ l
		۸۰	۶/۲۲۰ k-n	۰/۰۰۵۰ t	۶۴/۱۱ i	۰/۰۱۰۳ m
		۱۲۰	۵/۰۲۷ o	۰/۰۰۴۳ u	۳۸/۲۱ lmn	۰/۰۰۴۷ w
	٪۵	۰	۱۳/۸۹۰ a	۰/۰۱۳۰ f	۹۴/۲۴ b	۰/۰۲۰۷ d
		۴۰	۱۲/۴۴۰ b	۰/۰۱۱۷ h	۸۴/۸۹ c	۰/۰۱۴۷ g
		۸۰	۱۱/۷۲۰ bc	۰/۰۱۰۰ i	۷۹/۴۱ cd	۰/۰۱۲۷ j
		۱۲۰	۸/۴۴۰ g	۰/۰۰۹۷ j	۶۹/۵۱ f-i	۰/۰۰۷۷ q
شیراز	۰	۰	۸/۲۱۹ gh	۰/۰۱۰۰ i	۸۴/۷۶ c	۰/۰۱۲۰ k
		۴۰	۷/۶۱۰ ghi	۰/۰۰۹۳ k	۷۵/۱۵ def	۰/۰۱۰۰ n
		۸۰	۶/۴۹۷ jkl	۰/۰۰۷۷ o	۷۱/۶۹ e-h	۰/۰۰۹۰ o
		۱۲۰	۵/۲۷۷ no	۰/۰۰۶۳ q	۶۶/۶۷ ghi	۰/۰۰۶۳ s
	٪۵	۰	۱۴/۱۶۰ a	۰/۰۲۳۰ a	۱۱۵/۵۰ a	۰/۰۲۲۰ b
		۴۰	۱۲/۴۴۰ b	۰/۰۲۱۷ b	۸۴/۸۸ c	۰/۰۱۸۰ e
		۸۰	۱۱/۸۱۰ bc	۰/۰۱۹۰ c	۷۷/۰۷ de	۰/۰۱۳۷ i
		۱۲۰	۱۰/۲۲۰ ef	۰/۰۱۷۰ d	۷۴/۶۸ def	۰/۰۰۸۰ p
بوشهر	۰	۰	۷/۳۳۳ hij	۰/۰۰۹۰ l	۵۲/۰۹ jk	۰/۰۰۸۰ p
		۴۰	۶/۸۶۰ i-l	۰/۰۰۸۳ n	۴۸/۰۲ k	۰/۰۰۷۳ r
		۸۰	۶/۸۳۰ i-l	۰/۰۰۷۷ o	۳۴/۶۷ no	۰/۰۰۵۳ u
		۱۲۰	۵/۴۹۹ mno	۰/۰۰۴۳ u	۲۷/۰۰ p	۰/۰۰۵۰ v
	٪۵	۰	۱۳/۶۱۰ a	۰/۰۱۵۳ e	۹۸/۵۵ b	۰/۰۲۲۳ a
		۴۰	۱۱/۶۷۰ bc	۰/۰۱۱۷ h	۶۵/۳۴ i	۰/۰۲۲۳ a
		۸۰	۱۱/۳۰۰ cd	۰/۰۱۰۰ i	۷۹/۹۵ cd	۰/۰۱۵۷ f
		۱۲۰	۹/۵۵۳ f	۰/۰۰۸۷ m	۶۵/۷۸ hi	۰/۰۰۹۰ o
مشهد	۰	۰	۶/۳۳۳ klm	۰/۰۰۸۳ n	۴۸/۵۷ jk	۰/۰۰۸۰ p
		۴۰	۵/۹۴۳ l-o	۰/۰۰۷۰ p	۴۰/۷۴ lm	۰/۰۰۸۰ p
		۸۰	۵/۳۳۳ no	۰/۰۰۵۳ s	۳۵/۰۰ mno	۰/۰۰۷۳ r
		۱۲۰	۳/۸۸۷ p	۰/۰۰۳۷ v	۲۰/۵۹ q	۰/۰۰۶۰ t
	٪۵	۰	۱۱/۰۸۰ cde	۰/۰۱۲۳ g	۵۴/۱۸ j	۰/۰۲۲۰ b
		۴۰	۱۰/۴۲۰ def	۰/۰۱۰۰ i	۴۸/۴۶ jk	۰/۰۲۱۷ c
		۸۰	۸/۴۲۰ g	۰/۰۰۷۷ o	۴۱/۹۱ l	۰/۰۱۴۰ h
		۱۲۰	۶/۹۳۳ i-l	۰/۰۰۷۰ p	۳۰/۷۰ op	۰/۰۰۹۰ o

($p \leq ۰/۰۵$).در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

سطح برگ

مطابق با نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در حضور ۵٪ ورمی‌کمپوست سطح برگ جمعیت‌های رازیانه افزایش معنی‌داری نشان داد (این افزایش در جمعیت مشهد معنی-دار نبود). بیش‌ترین و کم‌ترین سطح برگ در تیمار ورمی-کمپوست به‌ترتیب مربوط به جمعیت شیراز (که با جمعیت‌های بوشهر و ارومیه تفاوت معنی‌داری نداشت) و جمعیت مشهد بود. ورمی‌کمپوست بیش‌ترین تاثیر را بر سطح برگ جمعیت بوشهر (افزایش ۸۹ درصدی) داشت. تنش شوری سبب کاهش سطح برگ رازیانه شد بطوری‌که با افزایش تنش شوری سطح برگ جمعیت ارومیه بصورت معنی‌داری کاهش یافت. هم‌چنین کاهش معنی‌دار سطح

www.SID.ir

Archive of SID

برگ جمعیت‌های شیراز و مشهد در همه سطوح شوری مورد مطالعه و سطح برگ رازیانه بوشهر در سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl مشاهده شد. در شوری ۱۲۰ میلی مول NaCl سطح برگ جمعیت مشهد نسبت به شاهد ۱۳۵ درصد، در حالیکه جمعیت شیراز ۲۷ درصدکاهش نشان داد. نتایج حاکی از آن است که در مواجهه با تمام سطوح شوری، تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست باعث افزایش سطح برگ همه جمعیت‌های رازیانه مورد مطالعه (بجز جمعیت شیراز در شوری ۸۰ میلی‌مول NaCl) شد (جدول ۲).

وزن خشک ریشه

در تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست وزن خشک ریشه جمعیت های رازیانه افزایش معنی‌داری نشان داد. در این شرایط جمعیت بوشهر بیش‌ترین وزن خشک ریشه و جمعیت ارومیه کم‌ترین مقدار این صفت را داشت. بیش-ترین تاثیر ورمی‌کمپوست بر این صفت در جمعیت‌های بوشهر و مشهد مشاهده شد. وزن خشک ریشه همه جمعیت‌های رازیانه در برابر سطوح شوری ٤٠, ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد (بجز جمعیت مشهد در شوری ٤٠ میلی‌مول NaCl). بیش‌ترین و کم‌ترین تاثیر شوری در سطح ۱۲۰ میلی‌مول NaCl بر کاهش این صفت به‌ترتیب متعلق به جمعیت ارومیه و مشهد بود. در مواجهه با سطوح مختلف شوری، حضور ۵٪ ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه همه جمعیت‌های رازیانه شد (جدول ۲).

میزان سدیم بخش‌هوایی

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست سبب کاهش معنی‌دار میزان سدیم بخش-هوایی جمعیت‌های رازیانه شد (این کاهش در جمعیت مشهد معنی‌دار نبود). در حضور ورمی‌کمپوست کم‌ترین میزان سدیم بخش‌هوایی متعلق به جمعیت شیراز بود که در این صفت با جمعیت بوشهر تفاوت معنی‌داری نداشت. در این شرایط میزان این صفت در جمعیت‌های شیراز و بوشهر بیش از ٦٠ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. در مواجهه با تنش شوری، میزان سدیم بخش‌هوایی افزایش یافت بطوری‌که در جمعیت‌های ارومیه و شیراز در سطوح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl و در جمعیت‌های بوشهر و مشهد در همه سطوح شوری (٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl) افزایش معنی‌دار میزان سدیم بخش-هوایی مشاهده شد. مقایسه میزان سدیم بخش‌هوایی بین شاهد و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl نشان داد که بیش‌ترین افزایش مربوط به جمعیت مشهد (۸۵ درصد) و کم‌ترین آن مربوط به جمعیت ارومیه (۳۰ درصد) بود. اثر متقابل شوری، ورمی‌کمپوست و جمعیت‌های رازیانه نشان داد که تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست میزان سدیم بخش‌هوایی در جمعیت بوشهر در سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl و در جمعیت‌های شیراز و مشهد در شوری‌های ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl بصورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳).

میزان پتاسیم بخش‌هوایی

با کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست میزان پتاسیم بخش‌هوایی جمعیت‌های رازیانه بصورت معنی‌داری افزایش یافت (جمعیت شیراز ۸۳ درصد، جمعیت ارومیه ٤٠ درصد، جمعیت مشهد ٣٤/٥ درصد و جمعیت بوشهر ۲۰ درصد). در این شرایط در بین جمعیت‌های رازیانه، جمعیت شیراز بیش‌ترین میزان پتاسیم بخش‌هوایی را دارا بود و پس از آن به‌ترتیب جمعیت‌های ارومیه، مشهد و بوشهر قرار داشتند. در مواجهه با سطوح شوری ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl، میزان پتاسیم بخش‌هوایی جمعیت-های ارومیه، بوشهر و مشهد نسبت به شاهد کاهش معنی-داری نشان داد. در جمعیت شیراز نیز این صفت در سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین تاثیر تنش ۱۲۰ میلی‌مول NaCl بر میزان پتاسیم بخش‌هوایی به ترتیب مربوط به جمعیت‌های ارومیه و شیراز بود. تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست، در سطوح شوری ٤٠

www.SID.ir

Archive of SID

و ۸۰ میلی‌مول NaCl در جمعیت ارومیه، در شوری‌های ۴۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl در جمعیت بوشهر و در تنش‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl در جمعیت‌های شیراز و مشهد، سبب افزایش معنی‌دار این صفت شد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر میزان عناصر بخش‌هوایی رازیانه

جمعیت رازیانه	ورمی‌کمپوست	غلظت شوری (Mm NaCl)	سدیم بخش‌هوایی (%)	پتاسیم بخش‌هوایی (%)	کلسیم بخش‌هوایی (%)	روی بخش‌هوایی (ppm)	مولیبدن بخش‌هوایی (ppm)
ارومیه	۰	۰	۸/۴۹۵ lmn	۴/۸۷۱ d	۰/۹۹۲۱ j-n	۲۵/۰۳ fgh	۱۵۶/۲ bc
		۴۰	۸/۶۰۹ lmn	۳/۱۲۲ ijk	۰/۶۷۲۲ m-q	۲۲/۷۹ h-k	۱۴۴/۷ fg
		۸۰	۱۰/۲۰۰ ijk	۲/۶۲۷ klm	۰/۴۸۰۳ o-s	۲۴/۷۷ fgh	۱۳۸/۴ hi
		۱۲۰	۱۱/۰۷۰ hij	۲/۳۳۰ lm	۰/۰۹۶۴ s	۲۰/۵۲ k-m	۱۳۰/۷ jk
	٪۵	۰	۶/۹۴۶ op	۶/۸۱۸ b	۱/۸۲۴۰ c-f	۲۹/۸۵ bcd	۱۷۱/۵ a
		۴۰	۸/۴۵۸ lmn	۵/۹۹۳c	۱/۴۴۰۰ f-j	۲۳/۰۷g-j	۱۴۹/۵ de
		۸۰	۹/۵۵۴ kl	۵/۵۳۱ c	۰/۶۴۰۲ n-r	۲۴/۶۷ f-i	۱۴۴/۱ fg
		۱۲۰	۱۰/۴۶۰ ijk	۲/۸۲۵ i-l	۰/۱۹۳۶ rs	۲۱/۰۶ j-m	۱۴۲/۵ gh
شیراز	۰	۰	۸/۰۸۰ mno	۴/۴۰۹ def	۱/۱۵۲۰h-l	۳۰/۵۵ b	۱۳۸/۳ hi
		۴۰	۹/۱۳۸ klm	۳/۹۱۴ fgh	۰/۷۳۷۶ l-p	۳۱/۰۰ b	۱۲۵/۶ l
		۸۰	۱۲/۶۱۰ efg	۳/۳۸۶ hij	۰/۵۱۶۶ o-s	۲۸/۳۱ cd	۱۱۲/۱ m
		۱۲۰	۱۴/۲۴۰ bcd	۲/۸۲۵ i-l	۰/۳۸۴۳ p-s	۲۵/۱۱ fg	۹۹/۲ o
	٪۵	۰	۴/۸۳۰ q	۸/۱۰۵ a	۱/۶۰۳۰ d-h	۳۷/۵۱ a	۱۴۷/۳ ef
		۴۰	۷/۵۱۳ no	۷/۷۴۲ a	۱/۲۳۳۰ g-k	۳۶/۰۷ a	۱۳۶/۷ i
		۸۰	۹/۳۲۷ klm	۶/۶۵۳ b	۱/۲۸۳۰ g-k	۳۰/۳۱ bc	۱۱۵/۷ m
		۱۲۰	۱۲/۹۲۰ ef	۴/۶۰۷ de	۰/۸۹۶۱ k-o	۲۶/۰۹ ef	۱۰۴/۵ n
بوشهر	۰	۰	۹/۵۹۲ kl	۳/۹۱۴ fgh	۱/۹۲۰۰ cde	۲۴/۵۱ f-i	۱۵۱/۹ cd
		۴۰	۱۲/۶۱۰ efg	۲/۷۲۶ j-m	۱/۶۳۲۰ d-g	۲۲/۴۵ i-l	۱۳۶/۳ i
		۸۰	۱۴/۸۰۰ abc	۳/۱۲۲ ijk	۱/۱۵۲۰ h-l	۲۰/۹۳ j-m	۱۲۵/۹ l
		۱۲۰	۱۵/۵۶۰ a	۲/۲۳۱ lm	۰/۲۸۸۳ p-s	۲۰/۱۷ lm	۱۲۴/۰ l
	٪۵	۰	۵/۷۷۴ pq	۴/۷۰۶ de	۳/۲۶۳۰ a	۳۱/۲۳ b	۱۵۹/۹ b
		۴۰	۱۱/۴۸۰ ghi	۳/۵۱۸ ghi	۲/۴۰۰۰ b	۲۴/۴۳ f-i	۱۴۳/۷ fg
		۸۰	۱۲/۱۶۰ fgh	۳/۳۲۰ h-k	۲/۱۱۲۰bc	۲۲/۰۹ jkl	۱۲۶/۹ kl
		۱۲۰	۱۳/۸۲۰cde	۳/۲۲۱ h-k	۱/۹۲۰۰ cde	۲۱/۱۴ j-m	۱۲۸/۳ kl
مشهد	۰	۰	۸/۵۷۱ lmn	۴/۱۱۲ efg	۲/۰۴۸۰ bcd	۲۷/۸۳ de	۱۵۳/۵ cd
		۴۰	۱۳/۴۵۰ def	۳/۰۸۹ ijk	۱/۱۲۰۰ i-m	۲۴/۶۵ f-i	۱۴۵/۱ fg
		۸۰	۱۵/۲۲۰ ab	۲/۳۶۳ lm	۰/۹۲۸۱ k-o	۲۰/۲۵ lm	۱۳۴/۵ ij
		۱۲۰	۱۵/۸۷۰ a	۲/۰۶۶ m	۰/۲۵۶۳ qrs	۱۹/۴۳ m	۱۲۴/۹ l
	٪۵	۰	۸/۰۸۰ mno	۵/۵۳۱ c	۳/۱۳۵۰ a	۳۱/۵۶ b	۱۵۹/۷ b
		۴۰	۹/۷۸۰ jkl	۴/۵۰۸ def	۲/۴۳۲۰ b	۲۴/۹۴ fgh	۱۵۰/۳ de
		۸۰	۱۰/۰۱۰ jk	۳/۴۸۵ ghi	۱/۵۳۶۰ e-i	۲۰/۹۶ j-m	۱۳۶/۲ i
		۱۲۰	۱۳/۳۹۰ def	۲/۷۹۲ i-l	۱/۰۵۶۰ j-n	۱۹/۷۵ m	۱۲۸/۴ kl

(p ≤ ۰/۰۵).در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

میزان کلسیم بخش‌هوایی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در حضور ۵٪ ورمی‌کمپوست میزان کلسیم بخش‌هوایی جمعیت‌های رازیانه (بجز جمعیت شیراز) به صورت معنی‌داری افزایش یافت. در این شرایط میزان این صفت در جمعیت‌های بوشهر و مشهد به صورت معنی‌داری بیش‌تر از جمعیت‌های ارومیه و شیراز بود. بیش‌ترین تاثیر ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد بر میزان کلسیم بخش-

www.SID.ir

Archive of SID

هوایی در جمعیت ارومیه (افزایش ۸۳ درصدی) مشاهده شد. میزان کلسیم بخش هوایی جمعیت‌های ارومیه، شیراز و بوشهر در سطوح شوری ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl و در جمعیت مشهد در شوری‌های ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد کاهش یافت. در مقایسه بین سطح شوری ۱۲۰ میلی‌مول NaCl و شاهد بیش‌ترین کاهش این صفت در جمعیت ارومیه و کم‌ترین کاهش در جمعیت شیراز مشاهده شد. در این شرایط (تنش شوری) تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست در جمعیت‌های شیراز، بوشهر و مشهد در همه سطوح شوری (٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مول NaCl) و در جمعیت ارومیه در شوری ٤٠ میلی‌مول NaCl توانست به صورت معنی‌داری میزان کلسیم بخش‌هوایی را افزایش دهد (جدول ۳)

میزان روی بخش‌هوایی

با کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست میزان روی بخش-هوایی جمعیت‌های رازیانه افزایش معنی‌داری داشت. در حضور ورمی‌کمپوست، در بین جمعیت‌های رازیانه نیز در جمعیت شیراز میزان روی بیش‌تری در بخش‌هوایی مشاهده شد. بیش‌ترین تاثیر ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد مربوط به جمعیت بوشهر (۲۷ درصد) و کم‌ترین آن متعلق به جمعیت مشهد (۱۳ درصد) بود. میزان روی بخش‌هوایی در جمعیت بوشهر و مشهد در همه سطوح شوری، در جمعیت شیراز در سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl و در جمعیت ارومیه در ۱۲۰ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند. این صفت در تنش ۱۲۰ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد در جمعیت‌های ارومیه، شیراز و بوشهر حدود ۲۱ درصد و در جمعیت مشهد حدود ٤۳ درصد کاهش یافت. در شرایط شور کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست اثری بر میزان روی بخش‌هوایی جمعیت‌های رازیانه نداشت (بجز افزایش معنی‌دار میزان روی بخش‌هوایی جمعیت شیراز در شوری ٤٠ میلی‌مول NaCl در تیمار ورمی‌کمپوست) (جدول ۳).

میزان مولیبدن بخش‌هوایی

نتایج نشان داد که کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست میزان مولیبدن بخش‌هوایی جمعیت‌های رازیانه را بصورت معنی‌داری افزایش داد. در تیمار ورمی‌کمپوست بیش‌ترین میزان این صفت مربوط به جمعیت ارومیه و کم‌ترین آن مربوط به شیراز بود. هم‌چنین بیش‌ترین تاثیر ورمی-کمپوست نسبت به شاهد در جمعیت ارومیه مشاهده شد. تمام سطوح شوری (٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl) سبب کاهش معنی‌دار میزان مولیبدن بخش‌هوایی در جمعیت‌های رازیانه شدند. این صفت در شوری ۱۲۰ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد در جمعیت شیراز حدود ۳۹ درصد، در جمعیت‌های بوشهر و مشهد ۲۲ درصد و در جمعیت ارومیه ۱۹ درصد کاهش یافت. برهم‌کنش شوری، ورمی‌کمپوست و جمعیت‌های رازیانه نشان داد که کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست در جمعیت ارومیه در سطوح شوری ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl و در جمعیت‌های بوشهر و مشهد در ٤٠ میلی‌مول NaCl باعث افزایش معنی‌دار میزان مولیبدن بخش هوایی شد (جدول ۳).

میزان سدیم ریشه

در تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست میزان سدیم ریشه جمعیت‌های مختلف رازیانه نسبت به شاهد کاهش معنی-داری نشان داد. در این شرایط، بیش‌ترین میزان سدیم ریشه مربوط به جمعیت ارومیه و کم‌ترین میزان آن متعلق به جمعیت‌های بوشهر و شیراز بود. با این وجود بیش‌ترین تاثیر ورمی‌کمپوست بر کاهش سدیم متعلق به جمعیت بوشهر (٦۷ درصد) بود. در مواجهه با سطوح ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl در تمام جمعیت‌های رازیانه مورد بررسی، میزان سدیم ریشه افزایش معنی‌داری نشان داد (در جمعیت بوشهر در مواجهه با تنش ٤٠ میلی‌مول NaCl، این موضوع صادق نبود) اما کم‌ترین تاثیر تنش شوری بر جمعیت شیراز مشاهده شد. در شرایط تنش شوری، تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست سبب کاهش معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

این صفت در همه جمعیت‌های رازیانه مورد مطالعه شد (جدول ٤).

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر میزان عناصر ریشه جمعیت‌های رازیانه

جمعیت رازیانه	ورمی‌کمپوست	غلظت شوری (Mm NaCl)	سدیم ریشه (%)	پتاسیم ریشه (%)	کلسیم ریشه (%)
ارومیه	۰	۰	۸/۷۲۲ hij	۳/۸۱۵ f-i	۱/۱۸۴ fg
		۴۰	۱۰/۱۲۰ cde	۳/۲۲۱ ijk	۰/۷۰۴ i-l
		۸۰	۱۰/۸۰۰ cd	۳/۱۲۲ jkl	۰/۵۷۶ j-m
		۱۲۰	۱۳/۵۲۰ a	۲/۲۳۱ nop	۰/۱۲۸ op
	٪۵	۰	۷/۶۲۶ klm	۵/۴۹۸ a	۱/۵۳۶ de
		۴۰	۸/۰۸۰ i-l	۴/۴۰۹ c-f	۰/۹۶۰ ghi
		۸۰	۹/۱۳۸ fgh	۳/۹۱۴ e-h	۰/۸۰۱ h-k
		۱۲۰	۹/۹۲۷ def	۲/۷۲۶ k-o	۰/۲۲۴ nop
شیراز	۰	۰	۷/۵۱۳ lmn	۲/۷۹۲ k-o	۰/۹۹۲ ghi
		۴۰	۸/۵۷۱ h-k	۲/۴۹۵ l-p	۰/۴۱۶ l-o
		۸۰	۸/۹۸۷ ghi	۲/۱۶۵ op	۰/۱۶۰ op
		۱۲۰	۹/۷۰۵ efg	۱/۸۶۸ p	۰/۰۵۰ p
	٪۵	۰	۵/۳۵۹ qr	۵/۲۰۱ ab	۱/۳۱۲ ef
		۴۰	۵/۸۵۰ pq	۴/۶۷۶ bc	۰/۶۴۰ jkl
		۸۰	۶/۶۴۴ nop	۴/۳۴۳ c-g	۰/۳۲۰ m-p
		۱۲۰	۷/۸۱۵ jkl	۴/۵۰۸ cde	۰/۰۸۱ p
بوشهر	۰	۰	۸/۰۸۰ i-l	۳/۷۴۹ g-j	۱/۷۹۲ cd
		۴۰	۸/۶۴۷ hij	۲/۳۹۶ m-p	۰/۸۶۴ hij
		۸۰	۱۰/۸۸۰ c	۲/۱۶۵ op	۰/۲۸۸ m-p
		۱۲۰	۱۲/۶۱۰ b	۱/۹۰۱ p	۰/۱۶۰ op
	٪۵	۰	۴/۸۳۰ r	۵/۰۰۳ abc	۲/۱۷۶ b
		۴۰	۶/۸۷۰ mno	۴/۷۷۲ bc	۱/۴۷۲ e
		۸۰	۵/۹۶۳ opq	۴/۵۷۴ bcd	۱/۰۵۶ fgh
		۱۲۰	۸/۱۱۸ i-l	۳/۶۵۰ hij	۰/۲۵۶ nop
مشهد	۰	۰	۷/۷۴۰ j-m	۳/۶۱۷ hij	۲/۰۱۶ bc
		۴۰	۱۰/۱۶۰ cde	۳/۱۵۵ jk	۱/۵۰۴ e
		۸۰	۱۰/۹۹۰ c	۲/۸۲۵ k-n	۰/۵۱۲ k-n
		۱۲۰	۱۲/۱۲۰ b	۲/۰۰۰ p	۰/۱۶۰ op
	٪۵	۰	۶/۴۱۷ op	۴/۵۰۸ cde	۲/۵۹۲ a
		۴۰	۸/۰۴۲ i-l	۳/۹۴۷ d-h	۲/۱۱۲ b
		۸۰	۸/۰۴۲ i-l	۳/۳۲۰ h-k	۰/۹۹۲ ghi
		۱۲۰	۹/۹۳۲ def	۲/۹۵۷ klm	۰/۲۲۴ nop

.($p \leq ۰/۰۵$)در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

میزان پتاسیم ریشه

میزان پتاسیم ریشه جمعیت‌های رازیانه در تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری افزایش یافت. در این میان میزان پتاسیم ریشه جمعیت ارومیه از سایر جمعیت‌ها بیش‌تر بود ولی با جمعیت شیراز و بوشهر تفاوت چندانی نداشت. بیش‌ترین و کم‌ترین تاثیر ورمی-کمپوست بر این صفت به‌ترتیب متعلق به جمعیت شیراز (افزایش ۸٦ درصدی) و جمعیت مشهد (افزایش ۲٤ درصدی) بود. تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مول NaCl سبب کاهش معنی‌دار میزان پتاسیم ریشه در جمعیت شیراز شد. هم‌چنین میزان این صفت در جمعیت‌های مشهد و ارومیه در سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl و در جمعیت

www.SID.ir

Archive of SID

بوشهر در سطوح ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد بصورت معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین کاهش پتاسیم ریشه در شوری ١٢٠ میلی‌مول NaCl در جمعیت بوشهر و کم‌ترین آن در جمعیت شیراز مشاهده شد. نتایج برهم‌کنش این عوامل با یکدیگر نشان داد که در جمعیت‌های شیراز و بوشهر در تمام سطوح شوری مورد بررسی، در جمعیت ارومیه در شوری‌های ٤٠ و ٨٠ میلی-مول NaCl و در جمعیت مشهد در سطوح ٤٠ و ١٢٠ میلی‌مول NaCl، تیمار ٥٪ ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار میزان پتاسیم ریشه شد (جدول ٤).

میزان کلسیم ریشه

نتایج مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تیمار ٥٪ ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار میزان کلسیم ریشه جمعیت‌های ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد شد. با کاربرد ورمی‌کمپوست، بیش‌ترین میزان این صفت مربوط به جمعیت مشهد و سپس جمعیت بوشهر بود؛ اما ورمی‌کمپوست بیش‌ترین تاثیر را نسبت به شاهد بر میزان کلسیم ریشه جمعیت شیراز (افزایش ٣٢ درصدی) داشت. در سطوح شوری ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مول NaCl میزان کلسیم ریشه همه جمعیت‌های رازیانه بصورت معنی‌داری کاهش یافت. کم‌ترین کاهش این صفت در شوری ١٢٠ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد مربوط به جمعیت بوشهر بود. در شرایط شور، کاربرد ٥٪ ورمی‌کمپوست در جمعیت‌های ارومیه و شیراز اثری بر میزان این صفت نداشت اما در جمعیت‌های بوشهر و مشهد در سطوح ٤٠ و ٨٠ میلی‌مول NaCl تیمار ٥٪ ورمی‌کمپوست سبب افزایش میزان کلسیم ریشه شد (جدول ٤).

بحث

نتایج نشان داد که تنش شوری سبب کاهش صفات ریخت‌شناسی از جمله طول و وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ و وزن خشک ریشه جمعیت‌های رازیانه مورد بررسی (ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد) شد. در این بین تنش شوری تاثیر بیش‌تری بر صفات رشدی جمعیت مشهد گذاشت و بنظر می‌رسد این جمعیت نسبت به تنش شوری حساس‌تر است. در مطالعه دیگر نیز کاهش رشد گیاه رازیانه تحت تنش شوری گزارش شده است (صفرنژاد و حمیدی، ١٣٨٧). این محققان ژنوتیپ شیراز را متحمل به تنش شوری معرفی کردند. نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن بود که در مواجهه با تنش شوری، میزان عناصر پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن بخش‌هوایی جمعیت‌های مختلف رازیانه کاهش و میزان سدیم این اندام افزایش یافت. در بافت ریشه نیز کاهش میزان عناصر پتاسیم و کلسیم و افزایش میزان سدیم مشاهده شد. افزایش میزان سدیم و کاهش جذب عناصر دیگر از جمله پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن در شرایط شور را می‌توان با کاهش صفات رشدی جمعیت‌های رازیانه مرتبط دانست. در این رابطه، یو و همکاران (٢٠١٢) بیان کردند که فعالیت تعدادی از آنزیم‌های سیتوپلاسمی تحت تاثیر سطوح یونی داخل سلول می-باشد. این آنزیم‌ها در غلظت‌های بالای پتاسیم فعال می-شوند اما حضور سدیم اثر منفی بر فعالیت آن‌ها می‌گذارد. همچنین چن (٢٠٠٦) گزارش کرد که غلظت‌های بالای سدیم و کلر می‌توانند جذب پتاسیم، کلسیم، منیزیم و لیتیم را مختل کند. کاهش پتاسیم می‌تواند به دلیل رقابت سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشاء پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (فرریرا-سیلوا و همکاران، ٢٠٠٨)؛ بنابراین در تنش شوری به دلیل غلظت بالای سدیم، جذب سایر کاتیون‌ها مختل می‌شود. کاهش جذب پتاسیم در ایجاد پتانسیل اسمزی و باز و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش جذب کلسیم در پیام‌رسانی و ساختار سلول ایجاد اختلال می‌کند. هم-چنین کمبود روی و مولیبدن به‌ترتیب سبب کاهش تولید هورمون اکسین و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز می‌شود. در نتیجه کاهش جذب این عناصر سبب اختلال در رشد گیاه می‌گردد (تایز و زایگر، ٢٠١٠).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان‌دهنده‌ی افزایش معنی‌دار صفات رشدی (طول و وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ و وزن خشک ریشه) جمعیت‌های مختلف رازیانه در حضور ۵٪ ورمی-کمپوست بود. همچنین افزایش معنی‌دار میزان پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن بخش‌هوایی و پتاسیم و کلسیم ریشه و کاهش معنی‌دار میزان سدیم هر دو اندام با کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در این راستا می‌توان افزایش رشد گیاه رازیانه در تیمار ورمی‌کمپوست را به افزایش جذب عناصر ماکرو و میکرو (پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن) توسط گیاه با کاربرد این کود آلی ارتباط داد. در مطالعه دیگری نیز کاربرد ورمی‌کمپوست تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه را درگیاه رازیانه افزایش داده است (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). تحقیقات مختلفی افزایش رشد گیاهان مختلف را در تیمار ورمی‌کمپوست گزارش کرده‌اند (سمیران و همکاران، ۲۰۱۰؛ سالاکو و همکاران، ۲۰۰۹؛ گاجالاکشمی و عباسی، ۲۰۰۲). ورمی‌کمپوست به دلیل ساختار متخلخل، ظرفیت نگهداری آب بالا، دارا بودن مواد شبه هورمونی و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و مقادیر بالایی از عناصر ماکرو و میکرو می‌تواند رشد گیاهان را بهبود بخشد (بیک خورمیزی و همکاران، ۲۰۱۵). در تحقیقی نشان داده شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست و کود زیستی تاثیر معنی‌داری بر میزان عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) دارد (عباس‌زاده و ذاکریان، ۱۳۹۵). آن‌ها بیان کردند که ورمی‌کمپوست‌دارای خاصیت بافری است و بنابراین از نوسان‌های pH جلوگیری می‌کند و در نتیجه عناصر به‌ویژه کاتیون‌ها راحت‌تر جذب می‌شوند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در محیط شور نیز کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست سبب بهبود صفات رشدی و افزایش میزان عناصر پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن و کاهش سدیم در گیاه رازیانه می‌شود. مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که در محیط شور، کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش ارتفاع ساقه و وزن تر و خشک گیاهان شده است (چینسامی و همکاران، ۲۰۱۳؛ پاتل و صراف، ۲۰۱۳). قاسمی (۱۳۹٤) گزارش کرد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentom* L.) شد، اما این تاثیر منفی شوری به‌طور معنی‌داری با کاربرد ورمی-کمپوست کاهش یافت. همچنین ورمی‌کمپوست باعث افزایش غلظت پتاسیم، آهن و روی شاخساره گیاه شد. این محقق بیان کرد که ورمی‌کمپوست علاوه بر حفظ تعادل عناصر غذایی در شرایط شور، باعث افزایش غلظت آهن و روی در گیاه می‌شود و از این طریق می‌تواند به کاهش خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش شوری کمک کند. برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و شوری، تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه، سطح و وزن خشک برگ، سطح و وزن خشک ریشه‌های گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) داشت (بیک خورمیزی و همکاران، ۱۳۸۹). این محققان بیان کردند که احتمالاً میکروارگانیسم‌ها از جمله میکوریزای موجود در ورمی‌کمپوست، سبب افزایش هدایت هیدرولیکی آب در ریشه‌های گیاه می‌شوند که در نتیجه جذب آب و عناصر معدنی توسط گیاه افزایش می-یابد و در این شرایط به دلیل جذب بیش‌تر و کارآمدتر آب و عناصر معدنی مورد نیاز، تحمل به شوری گیاه بهبود می یابد. تحت شرایط شوری، تیمار ورمی‌کمپوست در گیاهان دارویی نعناع (*Mentha haplocalyx* Briq) و Silybum *marianum* Gaertn. سبب افزایش وزن تر و نسبت‌های K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ شد و توانست باعث کاهش اثر تنش شوری بر این گیاهان شود (لی و همکاران، ۲۰۱٦). بنظر این محققان اثر مثبت ورمی-کمپوست احتمالاً فقط به یک عامل مانند مواد مغذی مرتبط نیست بلکه این کود حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یا میکرواورگانیسم‌هاست و هم‌چنین در ساختار خاک تغییر ایجاد می‌کند و سبب تاثیر مثبت بر رشد گیاهان می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در مواجهه با تنش شوری (بویژه سطوح ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مول NaCl) رشد رویشی جمعیت‌های رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. از طرف دیگر کود آلی ورمی‌کمپوست با دارا بودن مقادیر بالایی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، سبب افزایش میزان عناصر مختلف از جمله پتاسیم، کلسیم، روی و مولیبدن و کاهش میزان سدیم در گیاه رازیانه می‌شود؛ بنابراین کاربرد ۵٪ ورمی‌کمپوست می‌تواند شیوه مناسبی جهت بهبود رشد گیاه دارویی رازیانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری باشد.

فهرست منابع

۱. آدمی‌پور، ن.، م. ب. حیدریان پور و م. زارعی. ۱۳۹۵. ارزیابی کاربرد ورمی‌کمپوست جهت کاهش اثرهای مخرب تنش شوری بر سبز فرش چمانواش بلند (*Festuca arundinacea* Schreb. 'Queen') ، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۷(۲۵): ۳۵-۴۶.

۲. احمدآبادی، ز.، م. قاجار سپانلو و س. رحیمی آلاشتی. ۱۳۹۰ . اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۱۵(۵۸): ۱۲۵-۱۳۷.

۳. بیک‌خورمیزی، ع.، پ، ابریشم‌چی، ع. گنجعلی و م. پارسا. ۱۳۸۹. تاثیر ورمی‌کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۲(۳): ۴۷۴-۴۸۵.

۴. درزی، م.ت.، ا. قلاوند و ف. رجالی. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه، مجله علوم زراعی ایران، ۱۰(۱): ۸۸-۱۰۹.

۵. سلیمی، ف.، ف. شکاری و ج. حمزه‌ئی. ۱۳۹۵. تأثیر محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات بر محتوای فلاونول - o- گلیکوزید و برخی شاخصهای زراعی و مورفولوژیک بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) تحت تنش شوری، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۷(۲۵): ۱۳۱-۱۴۰.

۶. شیخی، ج. و ع. رونقی. ۱۳۹۲. اثر شوری و کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۴(۱۳): ۸۱-۹۲.

۷. صفائی، ل.، زینلی، ح. و د. افیونی. ۱۳۹۳. مقایسه عملکرد دانه و اجزاء مرتبط با آن در ژنوتیپ های رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۱(۲): ۲۸۹- ۳۰۳.

۸. صفرنژاد، ع. و ح. حمیدی. ۱۳۸۷. بررسی ویژگی‌های مورفولوژی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت تنش شوری، دوفصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۶(۱): ۱۲۵-۱۴۰.

۹. عباس‌زاده، ب. و ف. ذاکریان. ۱۳۹۵. میزان جذب عناصر در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تحت تأثیر دو گونه قارچ آربسکولار، قارچ شبه میکوریزا و ورمی‌کمپوست. دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲(۱): ۴۷-۵۹.

۱۰. قاسمی، س. ۱۳۹۴. اثر ورمی‌کمپوست بر تحمل به شوری گوجه‌فرنگی و قابلیت جذب آهن و روی در یک خاک آهکی، نشریه دانش آب و خاک، ۲۵(۴/۲): ۲۷۱-۲۸۳.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱. قلی نژاد، ا. ۱۳۹۳. تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های مختلف گندم، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷(۲): ۲۷۶-۲۸۷.

۱۲. موسی‌پور یحیی‌آبادی، ح.، م. ر. اصغری‌پور و م. بصیری. ۱۳۹۵. نقش کیتوزان در بهبود مقاومت به شوری از طریق تأثیر بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۷(۲۵): ۱۶۵-۱۷٤.

۱۳. مومنی، ع. ۱۳۸۹. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران، پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲٤(۳): ۲۰۳-۲۱۵.

۱٤. میرعماد، م.، ف. غیبی، س. م. رسولی، ر. خانجانزاده و س. محمدی جوزانی. ۱۳۹۱. رازیانه *Foeniculum vulgare*. نشر پونه، تهران. ۸۰ صفحه.

15. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and J.D. Metzger. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93:145–153.
16. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and J.D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology, 75: 175-180.
17. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and J.D. Metzger. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81: 103-108.
18. Bahmani, k., Izadi Darbandi, A., Ramshini, H.A., Moradi, N., and A. Akbari. 2015. Agro-morphological and phytochemical diversity of various Iranian fennel landraces. Industrial Crops and Products, 77: 282–294.
19. Beykkhormizi, A., Abrishamchi, P., Ganjeali, A. and M. Parsa. 2015. Effect of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. Journal of Plant Nutrition. 39:883–93.
20. Chapman, H.D., and P.F. Pratt. 1982. Method of Analysis for Soil, Plants and Water. Chapman publisher: Riverside, CA.
21. Chen, J.M. 2006. Research advance in the tolerance of plant to salt, Jiangsu. The Journal of Agricultural Science, 34: 248–254.
22. Chinsamy, M., Kulkarni, M.G., and J. Van Staden. 2013. Garden-waste-vermicompostleachate alleviates salinity stress in tomato seedlings by mobilizing salttolerance mechanisms. Plant Growth Regulation, 71: 41–47.
23. Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L., and R. Viegas. 2008. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. Brazilian Journal of Plant Physiology, 20: 51-59.
24. Gajalakshmi, S., and S.A. Abbasi. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of Crassandra undulaefolia, and on several vegetables. Bioresource Technology, 85: 197-199.
25. Hafsi, C., Lakhdar, A., Rabhi, M., Debez, A., Abdelly, C., and Z. Ouerghi. 2007. Interactive effects of salinity and potassium availability on growth, water status, and ionic composition of Hordeum maritimum. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 469-473.
26. Lakhdar, A., Hafsi, C., Rabhi, M., Debez, A., Montemurro, F., Abdelly, C., Jedidi, N., and Z. Ouerghi. 2008. Application of municipal solid waste compost reduces the negative effects of salinewater in *Hordeum maritimum* L. Bioresource Technology, 99: 7160-7167.
27. Li, X., Dong, Y., Xuyang, R., Yiyang, W., Jing, Z., Haiyan, Z., and L. Mingxiang. 2016. Vermicompost improves the physiological and biochemical responsesof blessed thistle (*Silybum marianum* Gaertn.) and peppermint (*Mentha haplocalyx* Briq) to salinity stress. Industrial Crops and Products, 94: 574–585.
28. Malhotra, S.K. 2012. Fennel and fennel see. Handbook of herbs and spices. 14: 275-301.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Patel, D., and M. Saraf. 2013. Influence of soil ameliorants and microflora on inductionof antioxidant enzymes and growth promotion of Jatropha curcas L undersaline condition. European Journal of Soil Biology, 55, 47–54.
30. Pritam, S.V.K., and C.P.K. Garg. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. Environmentalist, 30: 123–130.
31. Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S., and A. Balliu. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7:869-872.
32. Samiran, R., Kusum, A., Biman, K.D., and A. Ayyanadar. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. Applied Soil Ecology, 45: 78-84.
33. Semiz, G.D., Unlukara, A., Yurtseven, E., Suarez, D.L. and I. Telci, 2012. Salinity Impact on Yield, Water Use, Mineral and Essential Oil Content of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Agricultural Sciences, 18: 177-186.
34. Sinha, J., Biswas, C.K., Ghosh, A., and A. Saha. 2010. Efficacy of Vermicompost against fertilizers on Cicer and Pisum and on population diversity of N_2 fixing bacteria. Journal of Environmental Biology, 31: 287-292.
35. Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Plant physiology. Sinauer associates, 3 edition, ISBN: 0878938230, 439pp.
36. Toth, G., Montanarella, L., and E. Rusco. 2008. Updated map of salt affected soils in the European Union threats to soil quality in Europe, European Communities, 61-74.
37. Walsh, L.M. 1971. Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue. Soil science society of America. lnc. Madison. Wisconsin. USA. 222PP.
38. Warman, P.R., and M.J. AngLopez. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technolgy, 101: 4479-4483.
39. Yu, S., Wang, W., and, B. Wanga. 2012. Recent progress of salinity tolerance research in plants. Russian Journal of Genetics, 48: 497–505.

www.SID.ir

Archive of SID

Interaction of Saline Water and Vermicompost on Growth and Absorption of Some Mineral Nutrieants in Four Landraces of Fennel, *Foeniculum vulgare*

A. Beykkhormizi[1] *, S. Hosseini Sarghein, M.R. Sarafraz Ardakani, S.M. Moshtaghioun, and S.M. Mousavi Kouhi

PhD student of plant physiology, Department of Biology, Faculty of Science, University of Urmia.
abdollahbeyk@gmail.com
Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Urmia.
s.hosseini@urmia.ac.ir
Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Yazd.
sarafraz.ardakani@yazd.ac.ir
Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Yazd.
moshtaghiun@yazd.ac.ir
Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Birjand.
smmousavi@birjand.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effects of interaction between sodium chloride-induced salinity and organic fertilizer, vermicompost, on the vegetative growth and some mineral nutrieants in fennel (*Foeniculum vulgare*), a factorial experiment as a randomized complete block design with three replicates was conducted in the research greenhouse of Yazd University. Experimental treatments consisted of salinity levels of control (non-salty), 40, 80, and 120 mM NaCl, vermicompost levels of 0 and 5 volume/volume percent (two volumetric mixtures of vermicompost and soil including 0:100% and 5:95%), and fennel landraces of Urmia, Mashhad, Shiraz, Boushehr, and Isfahan. Sampling of plants was carried out 5 weeks after planting. Results showed that salinity stress significantly decreased dry weight and the length of shoot, leaf area, dry weight of root, concentration of potassium, calcium, zinc, and molybdenum of shoot, and concentration of potassium and calcium in root. Under both stress and non-stress conditions, all of these traits were significanly increased with application of vermicompost. Concentration of sodium in root and shoot was also significantly increased under salinity stress, while it sharply decreased in the presence of vermicompost. Based on the results, among the investigated fennel landraces, Mashhad landrace was the most sensitive to salinity stress. Shiraz landrace is recommended for cultivation in non-stress, and salt-affected conditions, and also under vermicompost application. It seems that the use of vermicompost can reduce the adverse effects of salinity on fennel growth.

Keywords: Organic compost, Plant dry weight, Salinity stress, Vegetative growth

1- Corresponding author: Department of Biology, Faculty of Science, University of Urmia
*- Received: July 2018, and Accepted: November 2018

www.SID.ir