Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۱۰۰۵-۱۰۲۱
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.966.1194

پاسخ گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) به اثرات متقابل تنش شوری و مواد آلی اصلاح‌کننده خاک

مرضیه کلهر[1]، مریم دهستانی اردکانی[2*]، مصطفی شیرمردی[2]، جلال غلام‌نژاد[2]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان
۲. استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، دانشگاه اردکان

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۹

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده رشد و حاصلخیزی گیاه در سراسر جهان است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر سطوح مختلف شوری و اصلاح‌کننده‌های آلی بر برخی شاخص‌های رشدی، میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل پنج سطح از مواد اصلاحی (شاهد (بدون مواد اصلاح‌کننده)، نیم و یک گرم عصاره جلبک دریایی در یک لیتر آب، ۲۰ درصد حجمی گلدان کود گاوی کاملاً پوسیده و ۲۰ درصد حجمی گلدان کود ورمی‌کمپوست) و سه سطح شوری خاک (۳/۵، ۷/۵ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) با سه تکرار در گلخانه به اجرا درآمد. در این آزمایش بستر بدون کود به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که با افزایش سطح شوری، شاخص‌های رشدی و غلظت عناصر غذایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن‌تر و خشک شاخساره و ریشه و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاهانی که با کود گاوی در هدایت الکتریکی (EC) برابر با ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر تیمار شده بودند، به دست آمد. مواد آلی در خاک به‌طور معنی‌داری خصوصیات رشدی همیشه‌بهار را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. به دلیل غنی بودن کود گاوی از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاهان تیمار شده با آن در مقایسه با سایر تیمارها خصوصیات رشدی بهتری نشان دادند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که اگرچه همیشه‌بهار در حالت عادی قادر به تحمل شوری تا ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر است اما در صورت استفاده از بستر کشت مناسب آستانه تحمل گیاه تا ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر افزایش خواهد یافت. همچنین مشخص شد که در میان تیمارهای موردبررسی، کود گاوی بهتر از بقیه توانست پایداری گیاه را در برابر شوری افزایش دهد و موجب بهبود خصوصیات رشدی آن گردد.

واژه‌های کلیدی: **جلبک دریایی، خصوصیات رشدی، کود گاوی، ورمی‌کمپوست**

مقدمه

تنش شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی، رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شوری، از مشکلات عمده در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و برآوردها حاکی از آن است که بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از خاک‌ها (بیش از شش درصد زمین‌های جهان) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار دارند (FAO, 2011). ایران با دارا بودن اقلیم گرم و خشک از این امر مستثنا نبوده، به‌نحوی‌که بیش از نیمی از زمین‌های قابل‌کشت آن (در حدود ۲۷ میلیون هکتار) از خاک‌های شور و سدیمی تشکیل‌شده است (Rezvani Moghaddam and Koocheki, 2001). تنش شوری از طریق القای تنش اسمزی، آسیب‌های اکسیداتیو و سمیت یونی باعث آسیب به گیاه می‌شود (Siringam et al., 2011). شوری همچنین مانع فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی رشد و نموی ازجمله تنژیدن، رشد دانهال، رشد رویشی، گلدهی و تشکیل بذر می‌شود (Bani-Asadi et al., 2015).

* نگارنده پاسخگو: مریم دهستانی اردکانی. پست الکترونیک: mdehestani@ardakan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله و به‌ندرت دوساله (Daneshian et al., 2012)، از خانواده کاسنی (Asteraceae) و یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین گیاهان دارویی است. ترکیبات اصلی این گیاه دارویی شامل فلاونوئیدها، فلاونول‌ها، گلیکوزیدها و ساپونین است. از این گیاه به‌عنوان گیاه زینتی در طراحی فضای سبز نیز استفاده می‌گردد (Bani-Asadi et al., 2015). از گل و عطرمایه این گیاه در صنایع داروسازی و آرایشی و بهداشتی استفاده فراوان می‌شود (Gangali et al., 2010). دهقان نیری و همکاران (Dehghan Niri et al., 2016) استفاده از سالیسیلیک اسید در سطوح مختلف شوری (۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر) را سبب بهبود نسبی اثر نامطلوب شوری در گیاه همیشه‌بهار ذکر کردند. همچنین بنی اسد و همکاران (Bani-asad et al., 2015) بیان کردند که با کاربرد پوترسین در گیاهان همیشه‌بهار تحت سطوح مختلف شوری (۱، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر) اثرات منفی ناشی از تنش در برخی پارامترها مانند ازجمله شاخص کلروفیل و عملکرد کوانتومی کاهش یافت.

به‌منظور استفاده بهینه از اراضی و منابع آب‌شور، افزایش تحمل به شوری گیاهان همراه با توان تولید بالاتر یک رویکرد مهم اصلاحی است (Rashid, 1986). گیاهان سازگار از مکانیسم‌های متفاوتی جهت تحمل شوری استفاده می‌کنند که از آن جمله می‌توان به تغییر در الگوی بیان ژن، حفظ پایداری یونی، تجمع مواد محلول سازگار نظیر پرولین و گلایسین بتائین، حفظ آب در داخل سلول، ترمیم و کنترل آسیب‌های حاصل از تنش مانند حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن، تخریب پروتئین‌های آسیب‌دیده، تنظیمات رشدی مانند افزایش نسبت ریشه به شاخساره و یا کاهش سطح برگ اشاره نمود (Xiong and Zhu, 2002; Durand and Lacan, 1994; Hasegawa et al., 2000).

تغذیه ارگانیک خاک یک استراتژی جهانی برای حفظ باروری طبیعی خاک از طریق تقویت میکروارگانیسم‌های خاک است (Guisquiani et al., 1995). کاربرد کمپوست‌های تولیدشده از منابع متفاوت ارگانیک، موجب تقویت ساختمان فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردد. این اعمال از طریق افزایش محتوای مواد آلی و فعالیت بیولوژیکی خاک (Aryantha et al., 2000)، افزایش تخلخل خاک، مقدار کربن آلی و نیتروژن کل در لایه روئین خاک (Fuchs et al., 2008)، تثبیت ذرات خاکدانه از طریق باند کردن ذرات معدنی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم به فرم کلوئیدی از هوموس یا رس (Tisdale and Oades, 1982) صورت می‌پذیرد. مطالعات نشان داده‌اند که احتمالاً دلیل افزایش جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاهان در پاسخ به کاربرد کمپوست‌ها ناشی از وجود هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها در آن‌هاست (Tomati et al., 1990). در اراضی زراعی، از کمپوست به‌منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود (Lakhdar et al., 2009). ورمی‌کمپوست کود آلی است که شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و پیله‌های کرم خاکی است (Bremness, 1999). ورمی‌کمپوست با دارا بودن تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولیدشده در فرایند حرارتی، به‌عنوان پالاینده و اصلاح‌کننده مهم خاک به کار گرفته می‌شود (Arancon et al., 2004). ورمی‌کمپوست از خلل و فرج زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زه‌کشی مناسب و ظرفیت نگهداری آب زیادی برخوردار است (Atiyeh et al., 2002). وجود عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای کود ورمی‌کمپوست است (Atiyeh et al., 2002). ورمی‌کمپوست علاوه بر حفظ تعادل عناصر غذایی در شرایط شور، باعث افزایش غلظت آهن و روی در گوجه‌فرنگی شد (Ghasemi, 2015). بیک خورمیزی و همکاران (Beik Khormizi et al., 2010) گزارش کردند که در سطوح پائین شوری تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست و در سطوح شوری بالا، نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست می‌تواند تا حدودی اثرات نامطلوب شوری را بر گیاهچه‌های لوبیا محدود نماید. کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه نقش دارد. گزارش شده است که کاربرد کودهای گاوی، گوسفندی و مرغی در تاجریزی (*Solanum retroflexum* Dun.) باعث افزایش زیست‌توده محصول نسبت با کاربرد کودهای شیمیایی شده است (Azizi et al., 2008). عصاره جلبک دریایی که در طبیعت به‌صورت تخریب پذیر است به‌عنوان یک منبع مهم تغذیه برای کشاورزی پایدار محسوب می‌شود که شامل عناصر مختلفی ازجمله آهن، روی، مس، کبالت، منگنز، مولیبدن و نیکل است؛ همچنین دارای ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه و هورمون‌های رشد گیاهی ازجمله ایندول بوتیریک اسید، ایندول

www.SID.ir

Archive of SID

استیک اسید و سیتوکنین است که تأثیرات مثبتی بر رشد گیاهان می‌گذارد (Fayza et al, 2015).

با توجه به گسترش اراضی شور، خصوصاً در مناطق شک و کویری مانند استان یزد، هدف از انجام پژوهش حاضر مقایسه اثرات و امکان کاربرد جلبک دریایی، کود گاوی و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات رشدی و گلدهی گیاه همیشه‌بهار در راستای نیل به تولید محصول مقاوم به شوری بود؛ بنابراین در این مطالعه سعی شد تا اثر مواد آلی بر کاهش میزان شوری بستر و بهبود صفات رشدی گیاهان با یکدیگر مورد مقایسه قرار گیرد. همچنین این تفکر که ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود گاوی قدرت بیشتری در افزایش صفات رشدی گیاه دارد، موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر ترکیبات آلی مختلف در بسترهای کشت بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) در شرایط خاک شور، آزمایشی در گلخانه دانشگاه اردکان، واقع در استان یزد، طی سال‌های ۹۶-۹۵ انجام شد. شدت نور گلخانه در ساعت ۱۲ ظهر در محدوده ۴۰۰۰-۱۵۰۰ لوکس بود. میانگین دمای شبانه گلخانه ۴±۱۶ و میانگین دمای روزانه ۴±۲۴ حفظ شد. رطوبت گلخانه با استفاده از آبیاری کف گلخانه و باز کردن دریچه‌های جانبی و سقف گلخانه تا حد امکان تنظیم شد و میزان رطوبت بین ۵۰ تا ۷۰ درصد در نوسان بود. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل: نیم و یک گرم عصاره جلبک دریایی در یک لیتر آب آبیاری، ۸۰ درصد حجمی گلدان خاک + ۲۰ درصد حجمی گلدان کود گاوی و ۸۰ درصد حجمی گلدان خاک +۲۰ درصد حجمی گلدان کود ورمی‌کمپوست و در سه سطح شوری خاک (۳/۵، ۷/۵ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. شوری در عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شد. در این پژوهش گلدان‌هایی که تنها دارای خاک بودند به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. برخی از ویژگی‌های خاک شامل بافت (Gee and Bauder, 1986)، pH (Thomas, 1996)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (Rhoades, 1996)، ماده‌آلی (Nelson and Summers, 1996)، فسفر قابل‌جذب به روش اولسن (Watanabe and Olsen, 1965)، نیتروژن کل (Bremner, 1996) و پتاسیم قابل‌جذب به روش فلیم‌فتومتر (Richards, 1954) در نمونه خاک اندازه‌گیری شد. نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی خاک، کود گاوی، ورمی‌کمپوست و عصاره جلبک دریایی در جدول ۱ آورده شده است.

بذر گل همیشه‌بهار (رقم نارنجی کم پر) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و سپس در سینی‌های کشت حاوی خاک باغچه، کوکوپیت و پرلیت با نسبت مساوی کشت شد و در مرحله‌ی ۴-۳ برگی، به گلدان اصلی انتقال داده شدند. به‌منظور همگن کردن خاک از الک دو میلی‌متری (مش ۱۰) استفاده شد و درنهایت به گلدان‌های ۲/۵ کیلوگرمی با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر منتقل شدند. نشاها در اواخر شهریورماه ۱۳۹۵ در گلدان و در فضای باز کشت شدند. کود گاوی و ورمی-کمپوست قبل از کشت به نسبت ۲۰ درصد حجمی گلدان با خاک مورداستفاده کاملاً مخلوط شدند. عصاره جلبک دریایی از شرکت ایران بذر خریداری شد و در غلظت‌های ذکرشده، در آب آبیاری حل‌شده و به خاک اضافه شد. گلدان‌ها بافاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم قرار گرفتند. در طول دوره رشد، آبیاری گلدان‌ها، به‌صورت وزنی بر اساس ظرفیت مزرعه انجام شد. برای جلوگیری از تغییر شوری خاک گلدان‌ها، آبیاری با آب مقطر و در حد ظرفیت زراعی صورت گرفت تا زه‌آب از گلدان خارج نشود و در صورت خروج زه‌آب مجدداً به گلدان برگردانده می‌شد. تغذیه گیاهان به‌صورت یکسان با کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ (N-P-K) به نسبت یک در هزار انجام گرفت. برای ایجاد سه سطح شوری از نمک‌های NaCl و $CaCl_2$ با نسبت اکی‌والانی برابر استفاده شد.

صفات مورد ارزیابی شامل برخی از صفات رشدی (سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه، نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه، وزن تر و خشک گل، تعداد برگ، تعداد گل، ارتفاع اندام هوایی)، محتوای کلروفیل برگ، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، محتوای نسبی آب برگ و میزان آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در گیاه بود. ارتفاع هر بوته در پایان فصل رشد، زمانی که به حداکثر رشد خود رسیدند، اندازه‌گیری شد. بوته‌ها در اواخر آذرماه به گل رفته و تا اواخر اسفندماه گل‌ها برداشت شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، کود گاوی، ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی مورداستفاده

Table 1. Physicochemical properties of studied soil, cow manure, vermicompost and sea algae

Properties	خصوصیات	خاک Soil	کود گاوی Cow manure	ورمی‌کمپوست Vermicompost	جلبک دریایی Sea algae
Saturated extract pH	pH عصاره اشباع	8.2	7.4	8.55	-
Saturated extract EC ($dS.m^{-1}$)	EC عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر)	3.5	14.43	1.77	-
Total N (%)	نیتروژن کل (٪)	0.64	2.68	0.82	0.70
P	فسفر	24.94 ppm	0.23%	0.67%	0.20%
K	پتاسیم	105 ppm	2.04%	0.5%	17%
OC (%)	ماده آلی (٪)	0.477	76.89	15.46	65-75
Texture	بافت	شنی لومی Sandy loam	-	-	-
Amino acid (%)	آمینواسید (٪)	-	-	-	4.40
Manithol (%)	مانیتول (٪)	-	-	-	4

EC در کود گاوی و ورمی‌کمپوست به ترتیب در نسبت ۵: ۱ و ۱۰:۱ کود به آب گزارش شد.

EC in cow manure and vermicomposte reported in 1:5 and 1:10 of fertivizer to water ratio respectively.

همزمان با وارد شدن گیاه به مرحله زایشی، زمانی که گل‌ها به‌صورت کاملاً افقی باز شدند، در چندین نوبت، طبق‌ها از بوته‌ها برداشت و پس از خشک‌کردن، توزین شدند. کل بوته با حذف ریشه از ناحیه طوقه جدا و وزن تر اندام هوایی یادداشت شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری وزن خشک گیاه قرار داده شد. وزن تر و خشک ریشه نیز به همین ترتیب اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل (CCM- 200) اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (leaf area meter) (مدل Winarea-UT-11، ساخت ایران) محاسبه شد. پس از خاکستر کردن مواد گیاهی و تهیه عصاره گیاهی، غلظت عنصر پتاسیم با رقیق کردن عصاره اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری پتاسیم در گیاه با استفاده از دستگاه فیلم فتومتر (PFP7 Jenway، ساخت آلمان) تعیین گردید (Emami and Zavareh, 2005). فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش ارائه‌شده توسط گونگ و همکاران (Gong et al., 2005) مورد ارزیابی قرار گرفت.

محتوای نسبی آب برگ (RWC[1]) به روش ریچی و همکاران (Ritchie et al., 1990) با استفاده از رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

$$RWC= (F_w - D_w / S_w - D_w)\times ۱۰۰ \quad [۱]$$

که در آن F_w: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری؛ D_w: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون؛ S_w: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

برای انجام محاسبات و تجزیه واریانس از نرم‌افزارهای Exell و SAS استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از روش برش‌دهی اثر متقابل استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مواد آلی و شوری و برهم‌کنش آن‌ها بر سطح برگ، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد گل و محتوای کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که سطح و تعداد برگ با افزایش شوری کاهش یافت (جدول ۳).

[1] Relative water content

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیه واریانس برخی صفات رشدی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) تحت سطوح مختلف تنش شوری و بسترهای کشت متفاوت

Table 2. Varians analysis of some growth characteristics on marigold (*Calendula officinalis* L.) under different salt stress levels and media cultures

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	سطح برگ Leaf area	ارتفاع Height	تعداد گل Flower number	کلروفیل Chlorophyll	وزن تر ریشه Fresh weight of root	وزن خشک ریشه Dry Weight of root	محتوای آب نسبی برگ Leaf RWC
مواد آلی Organic amendments (a)	4	89792.26**	55.83**	73.85**	891.84**	2.79**	0.84**	843.89**
شوری Salt (b)	2	1948.57**	28.65**	12.15**	273.8**	141.3**	9.1**	507.28**
مواد آلی × شوری a×b	8	899.5**	2.95*	13.98**	59.45**	1.9**	0.23**	44.44**
خطا Error	30	140.23	1.06	0.51	0.07	0.151	0.149	70.75
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		9.34	7.89	17.97	1.17	6.29	20.17	12.3

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued.

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	وزن تر شاخساره Fresh weight of shoot	وزن خشک شاخساره ریشه Dry Weight of shoot	نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه FW of shoots/FW root	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کاتالاز Catalase
مواد آلی Organic amendments (a)	4	11101.5**	69.21**	24.37**	8.87**	0.051**	0.553**	9.38**
شوری Salt (b)	2	9.12**	8.76**	23.49**	1.39**	0.026**	0.318**	4.55**
مواد آلی × شوری a×b	8	13.32**	2.68**	1.31**	0.071**	0.005**	0.0201**	0.215**
خطا Error	30	0.103	0.118	1.13	0.0009	0.0003	0.001	0.006
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		2.35	8.0023	7.67	2.57	7.41	4.41	1.85

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

* and ** significant at p < 0.05 and 0.01 respectively.

نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که کاربرد کود گاوی در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ نسبت به شاهد و سایر اصلاح‌کننده‌های خاک شد (جدول ۳). این روند در سایر سطوح شوری (۷/۵ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) نیز مشاهده شد (جدول ۳). در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر هیچ‌کدام از اصلاح‌کننده‌ها نتوانستند تعداد گل را نسبت به شاهد افزایش دهند (جدول ۳). هرچند بیشترین تعداد گل (۵/۳۳) در گیاهان تیمار شده با کود گاوی مشاهده شد اما با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان نداد (جدول ۳). در سطوح شوری ۷/۵ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار تعداد گل شد (جدول ۳). همچنین در شوری ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر گیاهان تیمار شده با ۰/۵ گرم در لیتر جلبک دریایی نیز علاوه بر کود گاوی و ورمی‌کمپوست تعداد گل را نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۳). قابل‌ذکر است که در شوری ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر گلی تشکیل نشد (شاهد)، اما استفاده از اصلاح‌کننده‌ها منجر به تشکیل گل در همه گیاهان تیمار شده شد (جدول ۳). کاربرد کود گاوی در پایین‌ترین سطح شوری موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به شاهد و سایر اصلاح‌کننده‌ها شد (جدول ۳)، اما در شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست و در شوری ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر تنها کاربرد کود گاوی منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه شد (جدول ۳). ارتفاع گیاه با سایر صفات موردبررسی در این پژوهش همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). تعداد گل و سطح برگ نیز با سایر صفات به‌جز وزن تر ریشه همبستگی نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی بهساز و تنش شوری بر شاخص‌های رشدی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

Table 3. The interaction between organic amendments and salt stress on growth parametes of pot marigold (*Calendula officinalis* L.)

سطح شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity levels ($dS.m^{-1}$)	Treatments تیمار	سطح برگ Leaf area (cm^2)	کلروفیل Chlorophyll	تعداد گل Flower number	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	محتوای نسبی آب برگ RWC%	وزن تر ریشه Fresh weight of root (g)	وزن خشک ریشه dry weight of root (g)
3.5	شاهد Control	101.06^{b}	25.76^{b}	4.33^{ab}	13.12^{b}	66.77^{a}	8.78^{a}	2.44^{a}
	کود گاوی Cow manure	346.27^{a}	39.16^{a}	5.33^{a}	19.76^{a}	49.96^{a}	10.75^{a}	3.28^{a}
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	86.94^{bc}	16.84^{e}	4.00^{b}	14.60^{b}	66.83^{a}	10.01^{a}	2.90^{a}
	جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) Sea algae (0.5 g/l)	74.91^{c}	20.77^{c}	2.33^{c}	12.33^{b}	76.48^{a}	8.50^{a}	2.49^{a}
	جلبک (۱ گرم در لیتر) Sea algae (1 g/l)	85.50^{bc}	19.04^{d}	4.00^{b}	11.83^{b}	73.31^{a}	8.68^{a}	2.54^{a}
7.5	شاهد Control	86.78b	38.47^{b}	1.33^{d}	11.52^{c}	61.96^{b}	6.43^{a}	1.76^{b}
	کود گاوی Cow manure	297.01^{a}	42.1^{a}	10.33^{a}	17.31^{a}	46.17^{c}	6.51^{a}	5.56^{a}
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	94.61^{b}	16.02^{c}	7.00^{b}	13.52^{b}	67.52^{b}	5.43^{b}	1.62^{b}
	جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) Sea algae (0.5 g/l)	83.58^{b}	16.26^{c}	2.33^{cd}	12.4^{c}	64.60^{b}	4.83^{b}	1.56^{b}
	جلبک (۱ گرم در لیتر) Sea algae (1 g/l)	63.22^{c}	16.31^{c}	3.33^{c}	11.5^{c}	77.63^{a}	6.48^{a}	1.57^{b}
10.5 d	شاهد Control	69.60^{b}	16.47^{b}	0^{c}	10.23^{c}	77.95^{b}	1.98^{c}	0.56^{b}
	کود گاوی Cow manure	271.7^{a}	33.66^{a}	10.66^{a}	15.09^{a}	60.24^{d}	3.83^{a}	1.39^{a}
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	92.09^{b}	12.12^{d}	2.33^{b}	10.77^{bc}	78.75^{b}	3.85^{a}	1.18^{a}
	جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) Sea algae (0.5 g/l)	78.41^{b}	11.96E	1.66^{b}	9.91^{c}	74.26^{c}	3.70^{a}	1.32^{a}
	جلبک (۱ گرم در لیتر) Sea algae (1 g/l)	69.83^{b}	14.12^{c}	0.66^{c}	11.91^{b}	82.96^{a}	2.84^{b}	1.45^{a}

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means with different letters are significantly different (P≤0.05) based on Duncan test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

سطح شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity levels ($dS.m^{-1}$)	Treatments تیمار	وزن تر شاخساره Fresh weight of shoots (g)	وزن خشک شاخساره dry weight of shoots (g)	نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه shoots FW/root FW	غلظت پتاسیم K (ppm)	غلظت فسفر P (ppm)	غلظت نیتروژن N%	کاتالاز Catalase (mmol mg/protein/ min)
3.5	شاهد Control	9.84 c	2.81 b	1.12 b	1.10 d	0.24 bc	0.99 e	3.43 b
	کود گاوی Cow manure	37.55 a	10.35 a	3.49 a	3.38 a	0.48 a	1.55 a	3.11 b
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	10.88 b	2.88 b	1.09 b	1.16 c	0.29 b	1.20 b	3.04 b
	جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) Sea algae (0.5 g/l)	7.63 d	2.40 b	0.90 c	0.54 e	0.26 b	0.75 d	4.99 a
	جلبک (۱ گرم در لیتر) Sea algae (1 g/l)	6.81E	2.46 b	0.78 c	1.22 b	0.19 c	1.00 c	3.75 b
7.5	شاهد Control	7.38 d	3.44 c	1.14 c	0.99 b	0.18 e	0.78 d	5.33 a
	کود گاوی Cow manure	31.99 a	9.24 a	4.93 a	2.91 a	0.32 a	1.28 a	5.45 a
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	9.32 b	6.23 b	1.71 b	0.89 c	0.20 b	1.10 b	3.44 b
	جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) Sea algae (0.5 g/l)	9.48 b	3.94 c	1.97 b	0.41 e	0.21 b	0.76 d	3.92 b
	جلبک (۱ گرم در لیتر) Sea algae (1 g/l)	8.32 c	2.71 d	1.28 c	0.62 d	0.16 c	0.86 c	2.97 b
10.5	شاهد Control	6.38 e	2.21 c	3.23 b	0.72 b	0.15 c	0.55 d	4.06 b
	کود گاوی Cow manure	30.6 a	7.48 a	7.99 a	2.43 a	0.29 a	1.19 a	4.42 b
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	9.31 c	4.32 b	2.43 c	0.64 c	0.26 b	0.85 b	3.78 b
	جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) Sea algae (0.5 g/l)	10.72 b	2.57 c	2.90 bc	0.22 e	0.27 ab	0.69 c	6.33 a
	جلبک (۱ گرم در لیتر) Sea algae (1 g/l)	8.51 d	1.40 d	3.02 B	0.35 d	0.15 c	0.76 bc	4.68 b

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Duncan test.

کودهای دامی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نظیر هوادهی بهتر ظرفیت نگهداری رطوبت بالاتر و بهبود تبادل عناصر غذایی در خاک می‌شوند (Coleman and Crossley, 1995)، درنتیجه مشکل کاهش فشار تورژسانس را تا حدودی بهبود بخشیده و سبب افزایش سطح برگ نسبت به سایر تیمارها گشته است. کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌عنوان منبع غنی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو عنوان شد که نه‌تنها با تأثیر مثبت بر خصوصیات فیزیکی خاک منجر به افزایش عملکرد گردیده، بلکه منجر به تشدید فعالیت‌های زیستی در خاک و اثرات مثبت حاصل از آن می‌گردد. فعالیت این موجودات سبب افزایش تولید هوموس، افزایش معدنی شدن عناصر غذایی و گردش سریع‌تر مواد، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان بخصوص فسفر و تثبیت نیتروژن می‌شود (Jeyabal and Kupposwamy, 2001). البته بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر ورمی‌کمپوست نسبت به کود گاوی اثر کمتری در بهبود خصوصیات رشدی

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه در شرایط تنش نشان داد (جدول ۳). ارچنگی و همکاران (Archangi et al., 2012)، طالبی و همکاران (Talebi et al., 2014) و حاجی‌حسنی و همکاران (Hagi Hassani et al., 2016) گزارش کردند که با افزایش سطح شوری، رشد رویشی گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طورکلی شوری باعث کاهش تعداد و سطح برگ و به دنبال آن کاهش فتوسنتز و رشد گیاه می‌گردد (Talebi et al., 2014). علت کاهش سطح برگ در اثر تنش اسمزی، کاهش فشار تورژسانس سلول‌های برگ است، ضمن اینکه از بین رفتن برگ‌ها شاخص‌ترین علامت قابل‌مشاهده به‌عنوان پاسخ گیاه به تجمع نمک است (Hagi Hassani et al., 2016; Savant et al., 1999). معمولاً رشد برگ بیشتر از رشد ریشه تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد و در گیاهان با مقادیر بالای جذب نمک ممکن است تعدادی از برگ‌ها بمیرند. سوختگی میانه برگ‌ها و سرشاخه‌ها در اثر تجمع بیش‌ازحد کلر که معمولاً با کلروز شدن حاشیه برگ‌ها توأم است رخ می‌دهد. گاهی اوقات ۵۰ درصد برگ کلروز می‌شود که منجر به کاهش شدید فتوسنتز می‌گردد. همچنین نمک ممکن است باعث کاهش تعداد آغازه‌های برگ و درنهایت کاهش تعداد برگ شود. به نظر می‌رسد که افزایش تعداد گل در شوری بالا به این دلیل باشد که گیاه در شرایط تنش جهت حفظ بقای خود گل و درنهایت بذر تولید کرده و به نسل خود امکان بقا می‌بخشد.

کلروفیل

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مواد آلی و شوری و برهم‌کنش آن‌ها بر میزان کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که کاربرد کود گاوی محتوای کلروفیل برگ را در هر سه سطح شوری نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد، درحالی‌که سایر اصلاح‌کننده‌ها نه‌تنها منجر به افزایش محتوای کلروفیل نشدند بلکه به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیل را نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۳). محتوای کلروفیل برگ با سایر صفات موردبررسی همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). اکبرپور و همکاران (Akbarpour et al., 2016) نیز بیشترین محتوای کلروفیل a و b را در گیاهان سرخارگل تیمار شده با کود شیمیایی گزارش کردند که البته با گیاهان تیمار شده به‌صورت تلفیقی با کود گاوی تفاوت معنی‌دار نشان نداد. به‌طورکلی با افزایش شدت تنش شوری محتوای کلروفیل برگ کاهش یافت. ملکی و همکاران (Maleki et al., 2016) در چغندر برگی نتایج مشابهی در مورد کلروفیل برگ گیاهان تحت تنش به دست آوردند. یکی از اثرات شوری در گیاه کاهش فعالیت فتوسنتزی آن است که موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاهش جذب دی‌اکسید کربن و ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌گردد (Sánchez et al, 2002). نتایج این تحقیق با نتایج پریدا و داس (Parida and Das, 2005) مطابقت داشت که نشان دادند تنش شوری باعث کاهش رنگیزه کلروفیل در گیاه *Bruguiera palviflor* شد. عموماً مقدار کلروفیل با افزایش شوری کاهش می‌یابد. این کاهش ممکن است به دلیل تشکیل آنزیم‌های پروتئینی همچون کلروفیلاز که واکنشی به کاهش کلروفیل است یا صدمه به دستگاه فتوسنتزی باشد (Dogan, 2011). همچنین، کاهش کلروفیل به علت ممانعت یون‌های نمک از بیوسنتز مجدد پروتئین‌ها و تأثیر مخرب آن‌ها بر ساختار کلروپلاست است (Jaleel et al., 2007). کاهش کلروفیل در اثر شوری قبلاً توسط سلبو و همکاران (Slabu et al., 2009) در گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) گزارش شده است. تنش باعث تخریب کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل در گندم شد که به نظر می‌رسد این کاهش به دلیل عدم سنتز این ماده و افزایش اتیلن در شرایط تنش باشد (Khan, 2003).

وزن تر و خشک شاخساره و ریشه

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر شوری، مواد آلی و برهم‌کنش آن‌ها بر وزن تر و خشک شاخساره و ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن‌تر و خشک شاخساره و ریشه با افزایش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته است. نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که در سطح پائین شوری (۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر) کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش وزن تر شاخساره نسبت به شاهد و سایر اصلاح‌کننده‌ها شد (جدول ۳). در سایر سطوح شوری (۷/۵ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) همه اصلاح‌کننده‌ها وزن تر شاخساره را نسبت به شاهد افزایش دادند که در این میان کود گاوی بیشترین تأثیر را نشان داد (جدول ۳). کاربرد کود گاوی در هر سه سطح شوری وزن خشک شاخساره را نسبت به شاهد و سایر اصلاح‌کننده‌ها افزایش داد (جدول ۳). استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک در سطح شوری پائین اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک ریشه نشان نداد، درحالی‌که در

www.SID.ir

Archive of SID

شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر تنها استفاده از کود گاوی منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه نسبت به شاهد و سایر اصلاح‌کننده‌ها شد (جدول ۳). نکته قابل‌توجه آن بود که در بالاترین سطح شوری (۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تمام اصلاح‌کننده‌ها وزن تر و خشک ریشه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۳). وزن تر و خشک شاخساره با سایر صفات موردبررسی به‌جز وزن تر ریشه همبستگی مثبت نشان دادند (جدول ۴). وزن تر ریشه با سایر صفات به‌جز سطح برگ و وزن تر و خشک اندام هوایی همبستگی نشان داد (جدول ۴). همچنین وزن خشک ریشه با سایر صفات موردمطالعه به‌جز آنزیم کاتالاز و نسبت وزن تر شاخساره به ریشه همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). بناگر و گلچین (Banagar and Golchin, 2007) در پژوهشی که روی گیاه دارویی سرخارگل انجام دادند، بیشترین عملکرد وزن تر و خشک گل و اندام هوایی در گیاه دارویی سرخارگل را در تیمار ۲۰ درصد وزنی خاک کود دامی + ۱۰ درصد پرلیت گزارش کردند. تیمار کود دامی با افزایش ظرفیت نگهداری آب سبب بهبود دسترسی گیاه به آب گردیده و رشد بهتر را به دنبال داشته که خود باعث افزایش وزن تر و خشک گیاه گردیده است. تأثیر مثبت کود دامی در بهبود ساختار فیزیکی خاک و افزایش قدرت جذب و نگهداری آب توسط رامش و همکاران (Ramesh et al., 2009) گزارش شده است. ورمی‌کمپوست از طریق افزایش منافذ خاک و کاهش چگالی نسبی آن موجب افزایش نگهداری آب در خاک می‌گردد (Parthasarathi et al., 2008). ادواردز و باروز (Edwards and Burrows, 1988) افزایش رشد ریشه در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست را به افزایش فعالیت مواد شبه هورمونی ازجمله اکسین، سیتوکنین و جیبرلین و همچنین ویتامین B_{12} مربوط دانستند. ورمی‌کمپوست علاوه بر اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک ازجمله بالا بردن ضریب حفظ رطوبت خاک، در رنگ‌آمیزی و بزرگ‌تر کردن گل و گیاهان زینتی و عطر و عطرمایه گیاهان و گل‌های معطر مؤثر است. با توجه به میزان بیشتر عناصر نیتروژن و پتاسیم و نیز ماده آلی در کود گاوی مورداستفاده در این پژوهش نسبت به ورمی‌کمپوست (جدول ۱)، شرایط رشدی بهتر برای گیاه فراهم نموده و موجب افزایش رشد ریشه و درنتیجه وزن تر و خشک آن شده است. قاسمی و خرمی وفا (Ghasemi Jobshahr and Khoramivafa, 2012)، ارچنگی و همکاران (Archangi et al., 2012)، بنی‌اسدی و همکاران (Bani-Asadi et al., 2015) و عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2008) گزارش کردند که با افزایش شوری میزان وزن تر و خشک گیاه کاهش می‌یابد. گیاه در هنگام تنش، سطح برگ خود را کاهش داده و سبب کاهش وزن خشک برگ در واحد سطح می‌شود. این رفتار سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد و درنهایت وزن خشک ساقه به دلیل کاهش تعداد ساقه فرعی کاسته می‌شود. با نقصان مواد فتوسنتزی، انتقال مواد به سمت اندام‌زایشی نیز کاهش می‌یابد که درنهایت موجب کاهش عملکرد رویشی و زایشی گیاه می‌شود. در شرایط تنش، کاهش وزن خشک می‌تواند به دلیل کاهش فشار آماس سلول ناشی از کاهش سطح برگ گیاه و همچنین کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی به‌خصوص کلروفیل‌ها باشد (Lawlor and Cornic, 2002).

نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری، مواد آلی و برهم‌کنش آن‌ها بر نسبت وزن تر اندام هوایی و ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار کود گاوی در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین نسبت وزن اندام هوایی به ریشه را دارا بود و تیمار نیم و یک گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر کمترین نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه را ایجاد کرد (جدول ۳). کاربرد کود گاوی، ورمی‌کمپوست و نیم گرم در لیتر جلبک دریایی در شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر منجر به افزایش معنی‌دار نسبت وزن تر شاخساره به ریشه شد (جدول ۳). درحالی‌که در شوری ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر تنها کاربرد کود گاوی منجر به افزایش معنی‌دار نسبت وزن تر شاخساره به ریشه گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد شد و سایر اصلاح‌کننده‌ها اثر معکوس در افزایش نسبت وزن تر شاخساره به ریشه نشان دادند (جدول ۳). نسبت وزن تر اندام هوایی به شاخساره با سایر صفات موردبررسی به‌جز وزن خشک ریشه همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). بویر احمدی و همکاران (Boyrahmadi et al., 2012) نشان دادند که در شبدر ایرانی و گندم رقم چمران با افزایش شوری وزن ریشه کاهش می‌یابد. همچنین محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2016) نتایج مشابهی روی گل حنای گینه به دست

www.SID.ir

Archive of SID

آوردند. یافته‌ها نشان می‌دهند که ریشه کم‌تر از بخش هوایی تحت تأثیر تنش شوری قرارگرفته است. شاید بتوان کاهش وزن خشک ریشه در شوری‌های بالا را به اختصاص یافتن کربن تولیدشده به سایر مسیرهای متابولیک مؤثر در تحمل به تنش نسبت داد (Silispour et al., 2016). گزارش شده است که در زمان وقوع تنش شوری و خشکی، گسترش برگ متوقف، ولی جذب کربن هم چنان در حدود نزدیک به نرمال باقی می‌ماند. در این حالت کربن اضافی تولیدشده ممکن است ذخیره‌شده و برای تنظیم پتانسیل اسمزی به کار رود، یا آن‌که به رشد ریشه اختصاص یابد (Emam and Zavareh, 2005). در این پژوهش تنش شوری موجب کاهش رشد ریشه گشته و همین امر باعث افزایش نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه شده است.

جدول ۴. ضرایب همبستگی پیرسون میان خصوصیات رشدی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

Table 4. Pearson correlation coefficients between growth characteristics of marigold (*Calendula officinalis* L.)

صفات Characteristics	تعداد گل Flower number	ارتفاع Height	وزن تر ریشه Fresh weight of root	وزن خشک ریشه Dry weight of root	غلظت پتاسیم K	غلظت فسفر P	سطح برگ Leaf area
تعداد گل Flower number							
ارتفاع Height	0.65**						
وزن تر ریشه Fresh weight of root	0.21	0.52**					
وزن خشک ریشه Dry weight of root	0.34*	0.63**	0.86**				
غلظت پتاسیم K	0.74**	0.87**	0.42**	0.51**			
غلظت فسفر P	0.45**	0.79**	0.51**	0.59**	0.75**		
سطح برگ Leaf area	0.73**	0.83**	0.26	0.41**	0.96**	0.79**	
غلظت نیتروژن N	0.74**	0.89**	0.61**	0.66**	0.86**	0.76**	0.8**
کاتالاز Catalase	-0.32*	-0.48**	-0.08	-0.13	-0.51**	-0.29	-0.51**
کلروفیل Chlorophyll	0.57**	0.68**	0.37*	0.44**	0.84**	0.51**	0.79**
محتوی نسبی آب RWC	-0.59**	-0.65**	-0.33*	-0.34*	-0.71**	-0.56**	-0.69**
وزن تر شاخساره Fresh weight of shoots	0.73**	0.84**	0.24	0.38**	0.94**	0.8**	0.98**
وزن خشک شاخساره Dry weight of shoots	0.76**	0.82**	0.22	0.35*	0.89**	0.75**	0.92**
نسبت وزن تر شاخساره به ریشه FW shoots/FW roots	0.6**	0.39**	-0.41**	-0.2	0.57**	0.34*	0.69**

سطح‌های معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با استفاده از ضریب‌های همبستگی پیرسون با ** نشان داده‌شده است.

Significant levels at P≤ 0.01 are represented by ** using Pearson correlation coefficient.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4. Continued

جدول ۴. ادامه

Characteristics صفات	غلظت نیتروژن N	کاتالاز Catalase	کلروفیل Chlorophyll	محتوی نسبی آب RWC	وزن تر شاخساره Fresh weight of shoots	وزن خشک خشکساره Dry weight of shoots	نسبت وزن تر شاخساره به ریشه FW shoots/FW roots
کاتالاز Catalase	-0.28						
کلروفیل Chlorophyll	0.6**	-0.56**					
محتوی نسبی آب RWC	-0.62**	0.36*	-0.71**				
وزن تر شاخساره Fresh weight of shoots	0.8**	-0.47**	0.74**	-0.67**			
وزن خشک شاخساره Dry weight of shoots	0.8**	-0.45**	0.71**	-0.7**	0.91**		
نسبت وزن تر شاخساره به ریشه FW shoots/FW roots	0.33*	-0.39**	0.42**	-0.34*	0.73**	0.59**	1.00

سطح‌های معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با استفاده از ضریب‌های همبستگی پیرسون با ** نشان داده‌شده است.

Significant levels at P≤ 0.01 are represented by ** using Pearson correlation coefficient.

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مواد آلی، شوری و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش شوری، محتوای نسبی آب برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. محتوای آب نسبی برگ بالاتر به معنی توانایی برگ در حفظ مقادیر بیشتری آب در شرایط تنش است. درواقع RWC بالاتر ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و یا توانایی ریشه در جذب آب حاصل شود. نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که در سطح شوری پائین (۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر) کاربرد اصلاح‌کننده‌ها نتوانست محتوای نسبی آب برگ را نسبت به شاهد افزایش دهد، اما در سایر سطوح شوری تنها استفاده از یک گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی منجر به افزایش معنی-دار محتوای نسبی آب برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۳). RWC با همه صفات موردبررسی همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). روبینسکا و همکاران (Rubinowska et al., 2012) نشان دادند که پلی آمین‌ها باعث افزایش محتوای نسبی آب در گل رز (*Rosa* "Red Berlin") می‌شوند. آن‌ها عنوان کردند که پلی آمین‌ها ممکن است کانال‌های یونی خاصی را تعدیل و نفوذپذیری غشا به کلسیم افزایش و مقدار این عنصر در سیتوپلاسم بالا رفته که منجر به غیرفعال شدن ورود یک‌سویه پتاسیم در غشاء پلاسما گردد و درنتیجه تحریک انسداد روزنه و کاهش خروج آب از آن صورت گیرد. افزایش محتوای نسبی آب با پلی آمین ممکن است به تنظیم اسمزی گیاه با افزایش پرولین نسبت داده شود (Duan et al., 2008). نتایج این پژوهش با نتایج ملکی و همکاران (Maleki et al., 2016) روی چغندر برگی و بنی اسدی و همکاران (Bani-Asadi et al., 2015) در گیاه همیشه‌بهار مطابقت نداشت. درصورتی‌که با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاجی‌حسنی و همکاران (Hagi Hassani et al., 2016) همسو بود. محتوای نسبی آب منعکس‌کننده وضعیت آب در گیاهان است این یک فاکتور مهم در رشد گیاه و مقاومت به تنش است.

آنزیم کاتالاز

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مواد آلی، شوری و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن نشان داد که میزان آنزیم کاتالاز با افزایش شوری افزایش یافت که با نتایج طالبی و همکاران (Talebi et al., 2014) روی گل آهار و بنی اسدی و همکاران (Bani-Asadi et al., 2015) روی همیشه‌بهار در شرایط تنش شوری مطابقت داشت.

نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که با کاربرد نیم گرم در لیتر جلبک دریایی در شوری‌های ۳/۵ و ۱۰/۵ دسی-زیمنس بر متر میزان فعالیت کاتالاز افزایش یافت (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین در شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین میزان فعالیت آنزیم در گیاهان تیمار شده با کود گاوی و شاهد مشاهده شد و سایر تیمارها اثری در افزایش فعالیت آنزیم نشان ندادند (جدول ۳). آنزیم کاتالاز با سایر صفات موردبررسی به‌جز وزن تر و خشک ریشه، غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). کاتالاز از آنزیم‌های مهم سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در گیاه می‌باشند. به نظر می‌رسد که تنش شوری موجب افزایش تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن شده و درنتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی اتفاق افتاده است. آنزیم کاتالاز از دسته پروتئین‌های آهن‌دار محسوب می‌شود و هنگامی در سلول-های گیاهی و جانوری وارد عمل می‌شود که مقدار ماده‌ی پراکسید هیدروژن در محیط زیاد باشد. میزان ظرفیت آنتی-اکسیدانی میوه فلفل (فعالیت آنتی‌اکسیدانی فنل کل فلاونوئید کل و بتاکاروتن) تحت تأثیر تیمارهای کمپوست افزایش یافت (Aminifard et al., 2012). به نظر می‌رسد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه با افزایش میزان فنل کل و فلاونوئیدها در جریان استفاده از کودهای آلی افزایش می‌یابد.

غلظت عناصر غذایی

نیتروژن

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر شوری، مواد آلی و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که در شوری ۷/۵ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر تمام تیمارها به‌جز نیم گرم در لیتر جلبک دریایی، غلظت نیتروژن را نسبت به شاهد افزایش دادند (بیشترین غلظت نیتروژن در گیاهان تیمارشده با کود گاوی مشاهده شد) (جدول ۳). این در حالی بود که در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر تنها کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار نیتروژن برگ شد (جدول ۳). میزان نیتروژن در شوری ۳/۵ دسی-زیمنس بر متر به ترتیب در تیمارهای کود گاوی، ورمی‌کمپوست، ۱ گرم در لیتر جلبک دریایی، شاهد و نیم گرم در لیتر جلبک دریایی کاهش یافت (جدول ۳). غلظت نیتروژن برگ با سایر صفات موردبررسی به‌جز آنزیم کاتالاز همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). شوری همراه با کاهش تولید ماده‌ی خشک، جذب نیتروژن را نیز کاهش می‌دهد. این کاهش ممکن است ناشی از اثر آنتاگونیسمی یون کلر در جذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب به دلیل کاهش جذب توسط گیاه باشد. تیمار کود گاوی ممکن است با بالا بردن تخلخل تهویه‌ای و انتشار بیشتر اکسیژن جذب آب و املاح را بیشتر کرده درنتیجه جذب عناصر غذایی ازجمله نیتروژن در گیاه افزایش یافته باشد. همچنین با توجه به جدول ۱ کود گاوی در مقایسه با سایر ترکیبات آلی مورداستفاده دارای بیشترین میزان نیتروژن است. تأمین تدریجی و مداوم نیتروژن درنتیجه تجزیه کود گاوی و جذب بهتر و کافی آن توسط گیاه سبب شد که گیاهان تیمار شده با کود گاوی بیشترین میزان عنصر را در شوری‌های بالا نشان دهند. کاهش نیتروژن در سطوح شوری بالا می‌تواند به دلیل کاهش جذب نیتروژن در محیط شور، به علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک، کاهش جذب نیترات در اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط ریشه و کاهش فعالیت نیتراتی شدن در خاک باشد (Khoshgoftarmanesh and Siadat, 2002). اصولاً کاهش غلظت نیتروژن کل برگ درنتیجه کاهش غلظت نیترات در برگ است. درمجموع به دلیل فرایند معدنی شدن مواد آلی، نیتروژن به‌تدریج به شکل قابل‌جذب گیاه درمی‌آید و سبب فراهمی کافی و مداوم در طول دورهٔ رشد گیاه می‌شود.

اورعی و همکاران (Ureie et al., 2009) روی درخت بادام، بویراحمدی و همکاران (Boyrahmadi et al., 2012) روی شبدر ایرانی، رضوی نسب و همکاران (Razavinasab et al., 2011) روی پسته و سیلیسپور و همکاران (Silispour et al., 2016) روی زیتون، گزارش کردند که با افزایش سطح شوری میزان نیتروژن برگ کاهش یافت. ارتباط بین شوری و عناصر غذایی در محصولات باغی بسیار پیچیده است (Grattan et al., 1999). بسیاری از تحقیقات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای کاهش تجمع نیتروژن در گیاهان تحت تنش شوری را نشان داده‌شده است (Grattan et al, 1999).

فسفر

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر شوری، مواد آلی و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که استفاده از کود گاوی غلظت فسفر برگ را شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد و دیگر اصلاح‌کننده‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش داد، درحالی‌که در دو سطح دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

شوری کود گاوی، ورمی‌کمپوست و نیم گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت فسفر نسبت به شاهد شدند (جدول ۳).

میزان فسفر برگ به ترتیب در تیمارهای کود گاوی، ورمی‌کمپوست، جلبک دریایی (نیم گرم در لیتر)، شاهد و جلبک دریایی (۱ گرم در لیتر) در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. غلظت فسفر برگ با سایر صفات موردبررسی به‌جز آنزیم کاتالاز همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). در اکثر موارد، شوری باعث کاهش غلظت فسفر در بافت‌های گیاهی می‌شود. یکی از دلایل کاهش جذب فسفر در شرایط شور، قدرت یونی محلول و کاهش فعالیت یون فسفات است، از طرف دیگر رقابت یون کلر با یون فسفات در فرایند جذب ریشه‌ای از دلایل دیگر کاهش جذب فسفر در اثر شوری است (Garattan, 2002). دلیل دیگر کاهش جذب فسفر احتمالاً وجود یون‌های کلسیم و منیزیم در محیط ریشه است که موجب غیرفعال شدن فسفر در خاک می‌شود. بالا بودن قدرت یونی محیط‌های شور نیز عامل دیگری برای کاهش فعالیت در خاک است (Awad et al, 1990). پایادوپولوس و رندینگ (Papadopoulos and Rendig, 1983) معتقد بودند که در خاک‌های شور آنیون‌های Cl^- و $H_2PO_4^-$ توسط گیاه برای جذب به رقابت می‌پردازند درنتیجه جذب و تجمع فسفر در اندام هوایی سیب‌زمینی کاهش می یابد. خاک‌های شور کاهش قابل‌توجهی در جذب مواد معدنی به‌ویژه به دلیل رسوب فسفر توسط یون‌های کلسیم، منیزیم و روی دارند، همچنین این خاک‌ها فسفر را غیرقابل‌دسترس می‌سازند (Mohammadi et al., 2016). اورعی و همکاران (Ureie et al., 2009) در بادام، بویراحمدی و همکاران (Boyrahmadi et al., 2012) در شبدر ایرانی و گندم رقم چمران و سیلیسپور و همکاران (Silispour et al., 2016) در دو رقم زیتون متوجه شدند که با افزایش شوری جذب فسفر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به اینکه فسفر یک عنصر غیر متحرک است می‌توان کاهش جذب آن را به کاهش طول ریشه این گیاه در شرایط شوری نسبت داد. ازآنجایی‌که انتقال مواد فتوسنتزی در داخل گیاه به فسفر نیازمند است، لذا کاهش میزان جذب فسفر در تنش شوری، می‌تواند منجر به کاهش انتقال این‌گونه مواد به اندام‌های رویشی و درنهایت کاهش عمومی رشد گیاه گردد (Awad et al, 1990). به عقیده پژوهشگران اثرات متقابل بین شوری و فسفر در گیاهان پیچیده است (Ureie et al., 2009).

پتاسیم

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر شوری، مواد آلی و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت پتاسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که تیمار کود گاوی، ورمی‌کمپوست و یک گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش غلظت پتاسیم شد، اما در شوری ۷/۵ و ۱۰/۵ دسی-زیمنس بر متر تنها کاربرد کود گاوی، غلظت پتاسیم را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۳). غلظت پتاسیم برگ با سایر صفات موردبررسی همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۴). میزان پتاسیم به ترتیب در کود گاوی، شاهد، ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی (یک و نیم گرم در لیتر) در شوری ۳/۵ دسی-زیمنس بر متر کاهش یافت. با توجه به جدول ۱، کود گاوی در مقایسه با سایر ترکیبات دارای بالاترین میزان پتاسیم بود که این امر موجب افزایش میزان پتاسیم در برگ گیاهان تیمار شده با کود گاوی گردید. شوری موجب کاهش جذب پتاسیم در دو رقم زیتون (Silispour et al., 2016) و گوجه‌فرنگی شد (Ghasemi, 2015). تحقیقات پژوهشگران نشان داده است که شوری باعث کاهش جذب پتاسیم توسط ریشه و کاهش غلظت پتاسیم در برگ‌های زیتون می‌شود (Khan et al, 2010). در بسیاری از محصولات باغی غلظت پتاسیم در بافت‌های گیاهی با افزایش شوری محیط ریشه کاهش می‌یابد (Silispour et al., 2016). کاهش غلظت پتاسیم بافت‌های گیاهی می‌تواند به دلیل رقابت آن با سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشای پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (Chartzoulakis, 2005). رضوی نسب و همکاران (Razavinasab et al., 2011) به این نتیجه رسیدند که افزایش ماده آلی مصرفی، غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه را افزایش داد به‌طوری‌که ماده آلی باعث گستردگی ریشه و افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه شد. در شرایط شوری نفوذپذیری غشا زیاد شده، ازیک‌طرف یون‌های سمی نظیر سدیم وارد گیاه شده و از طرف دیگر نشت پتاسیم شیره سلولی زیاد می‌شود (Ghasemi, 2015). مارشنر (Marschner, 1995) مشاهده کرد که با افزایش غلظت NaCl از صفر به ۱۰۰ میلی‌مولار، غلظت پتاسیم در چغندرقند کاهش و در ذرت افزایش یافت. چارتزولاکیس (Chartzoulakis, 2005) کاهش غلظت پتاسیم در گیاه را در شرایط شوری NaCl در گیاه زیتون را گزارش کردند. مامتا و همکاران (Mamta et al., 2008)

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده کردند که با افزایش سطح شوری از ۰/۳ تا ۱۰ دسی-زیمنس بر متر غلظت پتاسیم برگ‌ها و ساقه گیاه عناب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گرفت که گیاه در هنگام مواجهه با تنش شوری با ایجاد تغییر در برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و نموی خود ازجمله کاهش ارتفاع بوته، عملکرد گل، تعداد برگ و وزن تر و خشک اندام هوایی خود را با تنش سازگار نمود. به‌طورکلی کود گاوی در همه سطوح شوری مؤثرتر و بهتر از سایر تیمارها توانست شوری را کنترل کند و موجب بهبود خصوصیات رشدی گیاه گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که علی‌رغم انتظار و نیز برخلاف تبلیغات صورت گرفته، نه‌تنها ورمی-کمپوست و جلبک دریایی بهتر از کود گاوی نتوانستند موجب بهبود خصوصیات رشدی گیاه گردند، بلکه در بسیاری از موارد ضعیف‌تر از آن عمل نمودند؛ بنابراین با توجه به ارزان‌تر بودن و نیز سهولت دسترسی به کود گاوی، کاربرد آن در خاک‌های کشاورزی توصیه می‌گردد. در کل کود گاوی به دلیل فراهم کردن عناصر غذایی نقش مؤثرتری در افزایش زیست‌توده میکروبی ایفا کرده و همین باعث افزایش کلروفیل، وزن تر و خشک و سایر پارامترهای رشدی گیاه گردیده است؛ بنابراین استفاده از کود گاوی جهت کاهش اثر تنش شوری در گیاه همیشه‌بهار توصیه می‌گردد.

منابع

Akbarpour, V., Ashnavar, M., Bahmanyar, M.A., 2016. The effect of manure and chemichal fertilizer on some physiologic and phytochemichal characteristics of Echinaceae. Agricultural Crop Management. 18(3), 703-711.

Aminifard, M.H., Aroiee, H., Azizi, M., Nemati, H., Jaafar Hawa, Z.E., 2012. The influence of compost on antioxidant activities and quality of hot pepper (*Capsicum annum* L.). 1st National Congress on Medicinal Plants. Kish Island. Iran. Pp: 50. [In Persian].

Arancon, N.Q., Edvards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D., 2004. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Technology. 93, 139-143.

Archangi, A., Khodambashi, M., Mohammadkhani, A., 2012. The effect of salt stress on morphologic characteristics and sodium, potassium and calsiom concentration in *Trigonella foenum gracum* under hydroponic culture. Science and Technology of Greenhouse Culture. 3(10), 34-40. [In Persian with English summary].

Aryantha, I.P., Cross, R., Guest, D.I., 2000. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. Phytopathology. 90, 775-782.

Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 2002. The influence of earth-worm-processed pig manure on the growth and productivity of marigold. Bioresoure Technology. 81, 103-108.

Awad, A.S., Edward, D.G., Campbell, L.C., 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Science. 30, 123-128.

Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A., Neamati, H., 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita* L.) cv. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 24(1), 82-93. [In Persian with English summary].

Banagar, F., Golchin, A., 2007. Investigation the effect of source and quantity of organic fertilizer with and without perlit on growth and development of Echinaceae plant in pot culture medium. 10th Iranian Congress of Soil Science. pp 773-774. [In Persian with English summary].

Bani-asadi, F., Saffari, V., Maghsoudi-mood, A., 2015. The effect of putresin on some physiologic and morphologic characteristics of pot marigold plant (*alendula officinalis* L.) under salt stress. Environmental Stresses on Crop Science. 8(3), 73-82. [In Persian with English summary].

Beik Khormizi, A., Abrishamchi, P., Ganjali A., Parsa, M. 2010. The effect of vermicompost on

www.SID.ir

Archive of SID

salt tolerant increasing of *Phaseolus vulgaris* L. seedlings. Journal of Agroecology, (2) 3, 474-485. [In Persian with English summary].

Boyrahmadi, M., Raiesi, F., Mohammadi, J., 2012. Effects of different levels of soil salinization on growth indices and nutrient uptake by Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) and wheat *(Triticum aestivum* L. Var Chamran). Journal of Plant Production. 18(4), 25-44. [In Persian with EnglishSummary].

Bremner, J. M., 1996. Nitrogen total. PP. 1085-1122. In: Sparks, D.L., (ed), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 1085-1122.

Bremness, L., 1999. Herbs. Eyewitness Handbook, London, 176p.

Chartzoulakis, K., 2005. Salinity and olive: growth salt tolerance photosynthesis and yield. Agriculture Water Managemet. 78, 108–121.

Coleman, D.C., Crossley, D.A., 1995. Fundamentals of soil ecology. Academic Press, San Diego and London. 408 p.

Daneshian, J., Rahmani, N., Alimohammadi, M., 2012. The effect of manure and nitrogen fertilizers on physiological characteristics of pot marigold plant (*alendula officinalis* L.) under droght stress. New Agricultural Findings. 6 (3), 231-240. [In Persian with English Summary].

Dehghan Niri, F., Safari V. R., Maghsoudi M., 2016. Effect of salicylic aci on photosynthetic pigments and chlorophyll flurescence of pot marigold under salt stress condition. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology. 17(1), 77-88. [In Persian with English Summary].

Dogan, M., 2011. Antioxidative and proline potential as a protective mechanism in soybean plants under salinity stress. African Journal of Biotechnology. 10, 5972-5978.

Duan, J., Li, J., Guo, S.h., Kang, Y., 2008. Exogenous spermidine affects polyamine metabolism in salinity-stressed *Cucumis sativus* roots and enhances short-term salinity tolerance. Journal of Plant Physiology. 165, 1620- 1635.

Durand, M., Lacan, D., 1994. Sodium partitioning within the shoot of soybean. Physiologia Plantarum. 9, 65-71.

Edwards, C.A., Burrows, I., 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. PP. 211–219. In: Edward, C.A., Neuhauser, E.F. (eds), 'Earthworms in Waste and Environmental Management', SPB Academic Publishing, The Hague, pp. 2132.

Emam, Y., Zavareh, M., 2005. Drought Tolerance in Higher Plants. Nashre Daneshgahi Press, Tehran, First Edition, 187p. [In Persian].

FAO. 2011. FAO land and plant nutrition management service. Available at: http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/.

Fayza, H.N., El-Segai, M.U., Seleem, E.A., 2015. Response of *Calendula officinalis* L. plants to growth stimulants under salinity stress. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environental Science. 15(9), 1767-1778.

Gangali, H. R., Band, A.A., Abad, H., Nik, M.M., 2010. Effects of sowing date, plant density and nitrogen fertilizer on yield, yield components and various traits of calen, American- Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 8(6), 672-679.

Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle size analysis, hydrometer method. PP. 383-411. *In*: Klute, A., (eds.), Methods of Soil Analysis Agronomy Monograph No. 9 (2ed). American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, WI.

Ghasemi jobshahr, E., Khoramivafa, M., 2012. Effect of pretreatment of salicylic acid on germination and seedling properties of *Callendulla officinalis* in salt stress condition. Plant Production Technology. 12(2), 57-70. [In Persian with English Summary].

Ghasemi, S., 2015. The effect of vermicompost on salt tolerance of tomato and iron and zinc absorption in alkaline soil. Water and Soil Science. 25(2), 271-283. [In Persian with English Summary].

Gong, H.Z., Chen, K., Wang, S., Zhang, C., 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Plant Science. 169, 313–321.

Grattan, S.R., Grieve, C.M., 1999. Salinity – mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturea. 78, 127-157.

Guisquiani, P., Pagliani, M., Gigliotti, G., Businelli, D., Bennetti, A., 1995. Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties. Journal of Environmental Management. 24, 175-182.

www.SID.ir

Archive of SID

Hagi Hassani, L., Mortazavi, N., Ammarloo, A., 2016. Investigation the effect of salsilic acid under salt stress on some growth and physiological characteristics of *Lavandula Officinalis* L. p. 1-12. 12 May 2016. Second National Congress in Agricultural and Natural Science Development, Gorgan. [In Persian].

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Bohnert. H.J., 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology. Plant Molecular Biology, 51, 463-499.

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Lakshmanan, G.M.A., Sridharan, R., Panneerselvam, R., 2007. NaCl as a physiological modulator of proline metabolism and antioxidant potential in *Phyllanthus amarus*. Comptes Rendus Biologies. 330, 806-813.

Jeyabal, A., Kupposwamy, G., 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice- legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy. 15, 153-170.

Khan, M.S., Zaidi, A., Wani, P.A., 2006. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – a review. Agronomy for Sustainable Development. 27, 29-43.

Khan, N.A., 2003. NaCl inhibited chlorophyll synthesis and associated changes in ethylene evolution and antioxidative enzyme activities in wheat. Plant Biology. 47(3), 437-440.

Khoshgoftarmanesh, A. H., Siadat, H., 2002. Mineral Nutrition of Vegetables and Horticultural Crops in Saline Condition. Ministry of Agriculture-Jahad, Department of Horticulture. 65p. [In Persian].

Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., Abdelly, C., 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Journal of Hazardous Materials. 171, 29–37.

Lawlor, D. W., Cornic, G., 2002. Photosynthtic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higer plant. Cell and Enviroment. 25, 275-294.

Maleki, A., Kiani, M., Alinejadian, A., 2016. The effect of salt on yield and some physical and biochemical characteristics of leafy beet under greenhouse condition. P. 1-10. 24-26 Agust. Second National Congress of Irrigation and Derainage in Iran, Industrial university of Isfahan. [In Persian].

Mamta, J.B., Ashish, D.P., Pranali, M.B., Pandey, A.N., 2008. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Ziziphus mauitiana* (Rhamnaceae). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 16, 383-401.

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

Mohammadi, L., Rizi, S., Barzegar, R., 2016. Application of Mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae*) on reducing the effect of salinity on Imation New Guinea Flower. Journal of Crop Improvement. 18(2), 289-301. [In Persian with English Summary].

Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. PP. 961-1010. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E., (eds), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, SSSA Book Series No. 5, SSSA and ASA, Madison, WI, pp. 961-1010.

Papadopoulos, L., Rendig, V.V., 1983. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants. Plant and Soil. 73, 47-57.

Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology Environmental Safty. 60, 324-349.

Parthasarathi, K., Balamurugan, M., Ranganathan, L.S., 2008. Influence of vermicompost on the physico- chemical and biological properties in different type of soil along with yield and quality of the pulse crop-blackgrame. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. 5, 51-58.

Ramesh, P., Panwar, N.R., Singh, A.S., 2009. Impact of organic manure combinations on the productivity and soil qualityin different cropping systems in central India. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 172, 577-585.

Rashid, A., 1986. Mechanism of salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). PhD Thesis, Department of Soil Science, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Razavinasab, A., Shirani, H., Tajabadipour, A., Dashti, H., 2011. The effect of salt and organic matter on pistachio seedlings. Journal of Crop Improvement. 13(1), 31-42. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir

Archive of SID

Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., 2001. Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects – Halophytic ecosystem. International Symposium on Prospects of Saline Agriculture in the GCC countries, Dubai, UAE.

Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. PP. 417-436. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E., (eds), Methods of Soil Analysis Part 3, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, pp. 417-435.

Ritchie, S.W., Nguyan, H.T., Holaday, A.S., 1990. Leaf Water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30, 105-111.

Rubinowska, K., Pogroszewska, E., Michalek, W., 2012. The effect of polyamines on physiological parameters of post- harvest quality of cut stems of Rosa 'Red Berlin'. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 11, 81-93.

Sánchez, F., Jifon, J.L., Carvajal, M., Syvertsen, J.P., 2002. Gas exchange, chlorophyll nd nut ient ontents in el tion to N^{+} nd Cl^{-} umul tion in 'Sunbu st'm nd in g fted on different rootstocks. Plant Science. 162(5), 705-712.

Savant, N.K., Korndorfer, G.H., 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: A review, Journal of Plant Nutrition. 22, 1853-1903.

Silispour, M., Golchin, A., Roozban, M., 2016. The effect of salt stress on dry weight and macro elements concentration in two cultivars of olive. Journal of Crop Improvement. 18 (2), 359-371. [In Persian with English Summary].

Siringam, K., Juntawang, N., Cha-Um, S., Boriboonkaset, T., Kirdmaner. C., 2011. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L. spp. *indica)* roots under isoosmotic conditions. African Journal of Biotechnology. 10, 1340-1346.

Slabu, C., Zörb, C., Steffens, D., Schubert, S., 2009. Is salt stress for faba bean (*Vicia faba* L.) caused by Na^{+} or Cl^{-} toxicity? Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 172, 644- 650.

Talebi, F., Mortazavi, N., Sharafi, Y., 2014. The effect of salt stress on some morphological characteristics in *Zinnia elegans*. Environmental Stresses in Crop Sciences. 7(2), 277-279. [In Persian with English Summary].

Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. P. 475-490. In: Sparks, D.L., (eds), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 475-490.

Tisdale, J.M., Oades J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soil. Journal of Soil Science. 33, 141-150.

Tomati, U., Galli, E., Grappelli, A., Dihena, G., 1990. Effect of earthworm casts on protein synthesis in radish (*Raphanus sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. Biology and Fertility of Soils. 9, 288-289.

Ureie, M., Tabatabaie, J., Fallahi, A., Imani, A., 2009. The effects of salt stress and rootstock on growth, photosynthesis rate, concentration of nutrient elements and sodium in almond tree. Iranian Journal of Horticultural Science. 23(2), 131-140 [In Persian with English Summary].

Watanabe, F.S., Olsen, S. R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and $NaHCO_3$ extracts from soil. Soil Science Society of America Proceeding. 29, 677-678.

Xiong, L., Zhu, J.K., 2002. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. Plant, Cell and Environment. 25, 131-139.

www.SID.ir