

تأثیر چای ورمی کمپوست بر صفات مورفو فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت شرایط کمبود آب

Effect of vermicompost tea application on morpho-physiological characteristics,
yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under water stress condition

حمیده غفاری^۱ و محمودرضا تدین^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۱۳

ح. غفاری و م.ر. تدین. ۱۳۹۶. تأثیر چای ورمی کمپوست بر صفات مورفو فیزیولوژیک، عملکرد و کیفیت ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت شرایط کمبود آب. چغندر قند، (۲): ۱۷۷-۱۹۱. DOI: 10.22092/jsb.2017.106304.1122

چکیده

به منظور بررسی تأثیر چای ورمی کمپوست در کاهش اثرات تنش و بهبود عملکرد چغندر قند، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه دانشگاه شهرکرد و منطقه شلمزار استان چهارمحال بختیاری در فصل زراعی ۱۳۹۴ اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل سه سطح آبیاری تأمین ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کرت‌های فرعی شامل سه سطح محلول‌پاشی: چای ورمی کمپوست به میزان ۲۷ و ۵۴ لیتر در هکتار و محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد) بودند. نتایج نشان داد محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست باعث افزایش شاخص پایداری غشا، میزان سبزی‌نگی، شاخص سطح برگ، تعداد برگ در بوته، قطر ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، شکر قابل استحصال، عملکرد ریشه و عملکرد قند و کم آبیاری باعث کاهش این صفات به استثنای شکر قابل استحصال گردید. مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین شاخص پایداری غشا، میزان سبزی‌نگی برگ، قطر ریشه و عملکرد ریشه با محلول‌پاشی ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار در تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد. در بین صفات، شاخص پایداری غشا، میزان سبزی‌نگی، تعداد برگ، شاخص سطح برگ و قطر ریشه همبستگی بالایی با وزن خشک ریشه نشان داد. تأثیر مثبت چای ورمی کمپوست با تحریک رشد موجب کاهش اثرات منفی کمبود آب بر گیاه چغندر قند شد.

واژه‌های کلیدی: چای ورمی کمپوست، شاخص سطح برگ، شکر قابل استحصال، محلول‌پاشی، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. *ن- ویسند مسؤل mtadayon@yahoo.com

مقدمه

با وجود اینکه دو سوم از سطح زمین را آب فرا گرفته است، اما در بخش وسیعی از جهان، کمبود آب عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است (Lahoti *et al.* 2010; Ober 2001). اولین اثر کمبود آب در گیاه کاهش رشد رویشی است. با این حال، کاهش رشد برگ‌ها در شرایط تنش، گاهی به عنوان راهکاری مؤثر برای تحمل تنش بوده، زیرا با کاهش سطح برگ، تعرق گیاه نیز کاهش می‌یابد و گیاه از کمبود آب آسیب کمتری خواهد دید (Ahmadi 2006). بدین ترتیب واکنش‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه در مقابل تنش معمولاً تحت عنوان تحمل یا اجتناب توصیف شده است (Izanloo *et al.* 2008).

چغندر قند به عنوان یک گیاه صنعتی و راهبردی، حدود ۳۰ درصد کل تولید شکر جهان را به خود اختصاص داده است و اصلی‌ترین منبع تولید شکر مورد نیاز کشور است که از اهمیت اقتصادی بالائی برخوردار است (Wu *et al.* 2013). تحمل بالای چغندر قند به خشکی و شوری با توجه به طولانی بودن دوره رشد رویشی، عدم نیاز به سپری نمودن مرحله حساس گلدهی، به دلیل دارا بودن سامانه ریشه‌ای عمیق و قابلیت تنظیم اسمزی است (Brnscheuer *et al.* 1995). تحمل نسبی این گیاه به کمبود آب در برخی از مراحل رشدی منجر به آن شده است که توانائی تولید اقتصادی در محیط‌هایی با تنش خشکی را داشته باشد (Jones *et al.* 2003). از طرفی نیز، گزارش شده که تنش خشکی به عنوان عامل اصلی کاهش عملکرد در چغندر قند است (Ober 2001). بررسی اثر کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد چغندر قند در یک تحقیق دوساله نشان داد کاهش آب آبیاری ضمن کاهش عملکرد ریشه توانسته است عیار قند را

افزایش دهد (Jovzi and Zare Abyaneh 2016). با این که چغندر قند گیاهی است که نسبتاً متحمل به خشکی گزارش شده است اما، به کارگیری روش‌هایی که به تواند اثر تنش خشکی را کاهش یا تعدیل نماید جهت دستیابی به عملکرد بالا بسیار مورد توجه است و در این خصوص حفظ رطوبت گیاه در سطح مطلوب برای دستیابی به حداکثر عملکرد و کاهش تنش برای گیاه اهمیت زیادی دارد (Abd El-Kader *et al.* 2010).

استفاده از کمپوست راهکاری است که ضمن تأمین مواد غذایی گیاهان، در تحریک و ارتقا رشد گیاه و افزایش تحمل آن به شرایط نامناسب محیطی نقش مهمی دارد. افزایش علاقه به تولید محصولات کشاورزی سالم و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی باعث شده که کمپوست به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرد و بهبود محصولات تولیدی را به همراه داشته است. کمپوست طی فرآیندهای تخمیر میکروبی از مواد آلی به دست می‌آید که می‌تواند شامل بقایای گیاه زراعی، ضایعات حیوانی، زباله‌های مواد غذایی، ضایعات آلی صنایع شهری و پسمان‌های کارخانجات باشد (Liguori *et al.* 2015). چای ورمی کمپوست از تخمیر کمپوست در آب به دست می‌آید و در کشاورزی ارگانیک به دلیل تاثیر آن بسیار مورد استفاده قرار گرفته است (Haggag and Saber 2007). چای ورمی کمپوست به عنوان عصاره ورمی کمپوست، مجموعه‌ای از مواد ترش‌حی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی عمده و مولکول‌های آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به صورت محلول‌پاشی برگی به کار می‌رود (Nemati Darbandi *et al.* 2013). اغلب شواهد حاکی از اثرات مثبت چای ورمی کمپوست بر رشد گیاه یا ممانعت از ایجاد و یا گسترش بیماری‌ها در گیاه دارد. بسیاری از تحقیقات بر محرک‌های زیستی یا آلی که گیاه را تحریک به رشد کرده و یا تحمل آن را در برابر عوامل

تحت شرایط کم آبی آزمایشی در قالب طرح کرت‌های یک بارخرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی) و مزرعه شلمزار استان چهارمحال بختیاری (با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۸۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۰۴۱ متر از سطح دریا) اجرا شد. شرایط آب و هوایی دو منطقه در شکل ۱ نشان داده شده است. کرت اصلی شامل سه سطح آبیاری تأمین ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کرت فرعی در سه سطح شامل چای ورمی کمپوست به میزان ۲۷ و ۵۴ لیتر در هکتار و محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد) بود. بذر منوژرم چغندر قند رقم کاستیل در اوایل خرداد ماه کشت شد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه مرکبی از خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک جهت تعیین برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک گرفته شد و نیاز کودی مزرعه بر حسب نتایج آزمون خاک (جدول ۱) تأمین شد. مساحت هر کرت فرعی هشت مترمربع (۲×۴)، و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز، آفات، وجین و سله‌شکنی به صورت معمول انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا استقرار کامل بوته بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک و ۵۵ درصد آب قابل استفاده تخلیه انجام شد. تیمارهای تنش آبی از مرحله ۱۶ برگی به بعد اعمال شدند. محلول‌پاشی روی اندام هوایی با حفظ غلظت ثابت برای هر تیمار، طی سه مرحله ۶-۸، ۱۲-۱۶ و ۲۰-۲۴ برگی انجام گرفت. اندازه‌گیری تغییرات رطوبت خاک با دستگاه رطوبت‌سنج تاپ‌روب مدل SM300 به صورت روزانه سنجش شد. و زمان

مخرب زیستی و غیرزیستی افزایش دهد مورد توجه قرار گرفته‌اند. از این‌رو، استفاده از چای ورمی کمپوست به دلیل تأثیر هورمونی و تنظیم‌کنندگی مولکول‌های آلی و میکروارگانیزم‌های مفید آن بر گیاهان اهمیت دارد (Scheuerell *et al.* 2002). با کاربرد کمپوست و ترکیبات حاصل از آن، تغذیه گیاهان از طریق افزایش مواد مغذی در دسترس بهبود یافته، سبب نگهداری آب در خاک و مانع از دست دادن آب در گیاه و در نتیجه باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌شود (Pane *et al.* 2013). همچنین سبب تحریک فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه و ارتقاء کمیت و کیفیت تولیدات زراعی می‌گردد (Zaccardelli *et al.* 2012). در مطالعه ابراهیمی و همکاران (Ebrahim *et al.* 2012) گزارش کردند مصرف خاکی و محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد ریشه، برگ‌ها و درصد قند چغندر قند در مقایسه با شاهد شد. در آزمایش آن‌ها تیمار چای ورمی کمپوست به دلیل دارا بودن محتوای نیتروژن بالاتر، منجر به افزایش رشد رویشی و بزرگ شدن ریشه شد. همچنین عزیزی و همکاران (Azizi *et al.* 2008) مصرف کمپوست در شرایط تنش آبیاری جهت عملکرد کمی و کیفی مناسب با بونه را توصیه نموده‌اند. بنابراین، با توجه به بروز خشکسالی‌های مداوم در مناطق تولید و تأثیر تنش خشکی بر رشد و تولید چغندر قند، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست تحت شرایط کم آبی بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست بر صفات مورفوفیزیولوژیک، کیفیت و عملکرد ریشه چغندر قند

اندازه‌گیری شاخص پایداری غشا (Membrane Stability Index) در ۱۳۰ روز پس از کاشت چغندر قند (دو ماه پس از اعمال تنش) در روز قبل از آبیاری انجام شد. بدین منظور از هر کرت سه نمونه دیسکت برگی به قطر یک سانتی‌متر از جوان‌ترین برگ توسعه یافته گرفته شد. به منظور شست‌وشوی الکترولیت‌های سطحی نمونه‌های برگی سه بار با آب دیونیزه شسته و سپس درون ویال‌های حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه قرار داده شدند. بعد از نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد هدایت الکتریکی (L_t) توسط دستگاه هدایت سنج (EC متر) (مدل Cyberscan Singapore) اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد نمونه‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ بار به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند تا غشا از بین رود. مجدداً ویال‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد و سپس نشی الکترولیت‌ها (L_0) اندازه‌گیری شد. شاخص پایداری غشا از طریق رابطه ۳ (Valentovic 2007) به دست آمد.

$$MSI\% = (1 - \frac{L_t}{L_0}) \times 100 \quad (3)$$

میزان سبزی‌نگی برگ حدود دو ماه پس از اعمال تنش با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (مدل CL-01 Hansatech) از برگ بالغ و پنج بوته در هر کرت اندازه‌گیری شد. در مرحله رسیدگی بوته‌ها، یک مترمربع از هر کرت ریشه‌ها برداشت و پس از شست‌وشو توزین شدند. جهت اندازه‌گیری خصوصیات ریشه از قبیل درصد قند و درصد قند قابل استحصال اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل از پس از اطمینان از نرمال بودن برای همگنی واریانس‌ها برای صفات ارزیابی شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) قرار گرفتند.

رسیدن به حد پایینی رطوبت سه‌ل‌الوصول (Θ_{MAD}) از رابطه ۱ (Farshi *et al.* 2003) محاسبه گردید. زمانی که رطوبت خاک به حد پایینی رطوبت سه‌ل‌الوصول (Θ_{MAD}) رسید، عمق آب آبیاری بر اساس کمبود رطوبت خاک محاسبه رابطه ۲ و با استفاده از کنتور در هر کرت توزیع گردید.

تیمارهای تأمین رطوبت ۷۵ و ۵۰ درصد نیز نسبت به تیمار شاهد، آب دریافت کردند.

$$\Theta_{MAD} = \Theta_{FC} - (\Theta_{FC} - \Theta_{PWP}) \cdot MAD \quad (1)$$

$$d = (\Theta_{FC} - \Theta_{Soil}) \cdot D \quad (2)$$

در این رابطه‌ها:

$$\Theta_{FC} = \text{رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی مزرعه (\%)}$$

$$\Theta_{PWP} = \text{رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم (\%)}$$

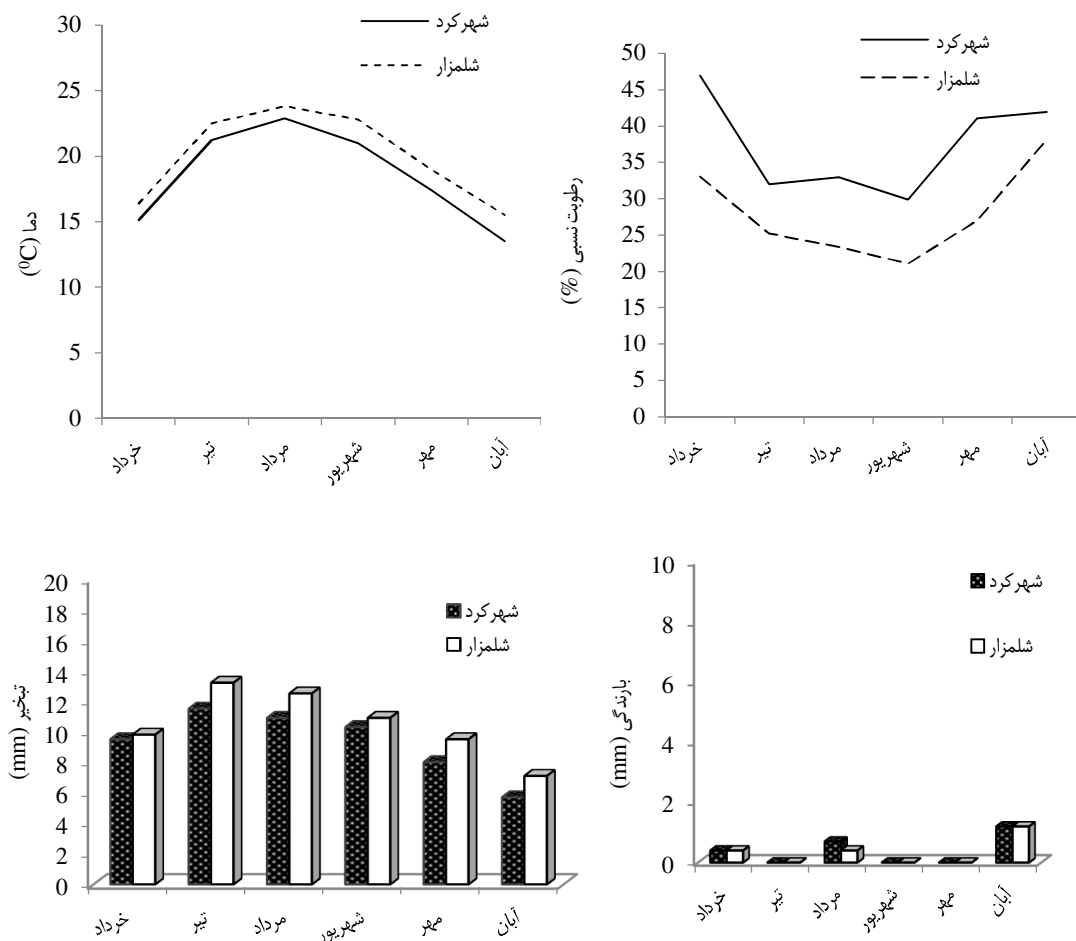
$$MAD = \text{ضریب تخلیه مجاز}$$

به منظور بررسی چگونگی اثر تیمارها بر رشد گیاه در زمان برداشت محصول با در نظر گرفتن اثر حاشیه، پنج بوته از هر کرت جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی و ریشه، شاخص سطح برگ، قطر ریشه و تعداد برگ هر بوته انتخاب شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه، بافت‌های گیاهی ابتدا به مدت ۴۸ ساعت در فضای آزاد قرار داده شدند که رطوبت خود را از دست دهند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار گرفتند و سپس با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شدند.

شاخص سطح برگ: سطح برگ توسط عکس‌برداری و اسکن و محاسبه با نرم افزار Image processing اندازه‌گیری شد

جدول ۱ برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌های آزمایشی در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری (سال ۱۳۹۴)

منطقه	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی		نیتروژن کل	فسفر قابل جذب		پتاسیم قابل جذب		شن	سیلت	رس	بافت
			(درصد)	(درصد)		(میلی‌گرم/کیلوگرم)	(میلی‌گرم/کیلوگرم)	(درصد)	(درصد)				
شهرکرد	۷/۸	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۱۱	۱۷/۶	۲۱۶	۲۸	۳۴	۳۸	لومی رسی			
شلمزار	۸/۰	۰/۴۶	۰/۶	۰/۰۷	۱۷/۴	۲۴۱	۳۴	۴۸	۲۸	لومی رسی			



شکل ۱ میانگین درجه حرارت، رطوبت نسبی و مجموع تبخیر و بارندگی ماهانه در طول فصل رشد در دو منطقه

نتایج و بحث

شاخص پایداری غشا و میزان سبزی‌نگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات شاخص پایداری غشا و میزان سبزی‌نگی برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و چای ورمی کمپوست در سطح احتمال

را در طی تنش حفظ می‌کند، نقش محوری در تحمل به خشکی و گرما دارد (Bewley 1979).

شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی

شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و چای ورمی کمپوست در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل سه گانه مکان، سطوح آبیاری و محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست شاخص سطح برگ و تعداد برگ را در سطح احتمال پنج درصد و وزن خشک اندام هوایی تحت تیمار مکان در سطح یک درصد معنی‌دار تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی با کاهش میزان آبیاری کاهش یافت در حالی که محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست موجب افزایش این صفات گردید (جدول ۳). بیشترین شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام‌هوایی مربوط به منطقه شلمزار در تیمار ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). خاک منطقه شلمزار دارای ماده آلی بیشتری نسبت به شهرکرد بود (جدول ۱) که می‌تواند توجیهی برای بالاتر بودن شاخص سطح برگ، تعداد برگ و در نتیجه وزن خشک اندام‌هوایی در منطقه شلمزار باشد (جدول ۳). شاخص سطح برگ در تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی و محلول‌پاشی با آب (شاهد) کاهش یافت، در حالی که در محلول‌پاشی ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار این مقدار ۲۸ درصد بود (شکل ۲). تعداد برگ در تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ۵۴ درصد کاهش نشان داد، در حالی که با محلول‌پاشی ۵۴ لیتر در هکتار این کاهش در بین دو منطقه به حدود ۳۹ درصد رسید (شکل ۳). وزن خشک

یک درصد قرار دارند و اثرات متقابل بر این دو صفت معنی‌دار نبود. اثر مکان، تنها بر شاخص پایداری غشا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد شاخص پایداری غشا در منطقه شلمزار بیشتر از شهرکرد بود و شاخص پایداری غشا و میزان سبزی‌نگی در ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب ۳۹ و ۳۲ درصد کاهش نسبت به تأمین ۱۰۰ درصد آبیاری (شاهد) داشتند (جدول ۳). تیمار ۵۴ لیتر در هکتار چای ورمی کمپوست، باعث افزایش شاخص پایداری غشا و میزان سبزی‌نگی به میزان ۱۷ درصد در مقایسه با محلول‌پاشی با آب (شاهد) شد (جدول ۳).

کاهش سبزی‌نگی غلظت رنگدانه‌ها در شرایط تنش خشکی شدید می‌تواند ناشی از اثر کلروفیل‌از و در نتیجه تجزیه رنگدانه‌ها به وسیله گونه‌های فعال اکسیژن باشد (Pormosavi *et al.* 2007). چای ورمی کمپوست، غنی از عناصر ریزمغذی آهن و روی است، این عناصر پیش ماده سنتز S-amino levulinic acid هستند و این ماده نیز پیش ماده سنتز کلروفیل است، ضروری می‌باشد. با مصرف چای ورمی کمپوست، محتوای کلروفیل در برگ گیاه افزایش می‌یابد (Quaik *et al.* 2012). نتایج این آزمایش با مطالعات انجام شده توسط تسیالاتز و همکاران (Tsialtas *et al.* 2009) مطابقت دارد که نشان دادند تنش خشکی، باعث کاهش میزان سبزی‌نگی برگ در چغندرقد می‌شود. امینی و همکاران (Amini *et al.* 2013) در مطالعه خود بر روی گلرنگ نشان دادند تنش خشکی باعث کاهش شاخص پایداری غشا می‌گردد. به نظر می‌رسد که پایداری غشا سلولی در شرایط تنش با سنتز پروتئین‌های شوک گرمایی و ویژگی‌های سیستم فتوسنتزی، از جمله آنزیم‌های کلیدی و غشاهای تیلاکوئیدی مرتبط است و غشا سلولی که پایداری خود

اندام هوایی نیز با کاهش نیاز آبی در حدود ۴۴ درصد کاهش یافت
 در حالی که محلول پاشی ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست کاهش
 کمتری و در حدود ۳۷ درصد ایجاد کرد (شکل ۴).

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آبیاری و محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر شاخص پایداری غشا، میزان سبزینگی، شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی چغندر قند

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص پایداری غشا	میزان سبزینگی	شاخص سطح برگ	تعداد برگ	وزن خشک اندام هوایی
مکان	۱	۳۱/۷۷*	۰/۴۱ ^{NS}	۰/۰۷ ^{NS}	۹۸/۷**	۲۷۲۵۲/۱**
تکرار (مکان)	۴	۱/۹۷	۳/۳۲	۰/۰۳	۰/۹۶	۹۹/۵
آبیاری	۲	۴۰۰/۹۵**	۱۰۹۷/۱**	۱۰/۲۴**	۱۲۲۷/۶**	۱۰۴۱۶/۰**
آبیاری × مکان	۲	۱/۰۹ ^{NS}	۲/۸ ^{NS}	۰/۰۲ ^{NS}	۵/۳۴ ^{NS}	۱۹۹۴/۲**
خطای a	۸	۴/۷۵	۳/۹	۰/۰۰۲	۱/۰۷	۱۱۱/۵
چای ورمی کمپوست	۲	۴۴۳/۹**	۲۴۷/۲**	۰/۶۹**	۱۲۲/۸**	۵۳۹۲/۵**
مکان × چای ورمی کمپوست	۲	۱۱/۵۴ ^{NS}	۱/۴۳ ^{NS}	۰/۰۵ ^{NS}	۲/۰۲ ^{NS}	۱۴۴۷/۱۴*
آبیاری × چای ورمی کمپوست	۴	۱۶/۶۲ ^{NS}	۶/۳۳ ^{NS}	۰/۱۷**	۲/۸۰ ^{NS}	۴۲۳/۹ ^{NS}
مکان × آبیاری × چای ورمی کمپوست	۴	۶/۲۵ ^{NS}	۳/۷۵ ^{NS}	۰/۰۷*	۱۰/۵۷*	۱۷۶۸/۷**
خطای b	۲۴	۵/۴۶	۶/۴۹	۰/۰۲	۱/۶۲	۳۳۱/۷
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۹۶	۶/۲۱	۶/۷۷	۵/۵۸	۴/۷۱

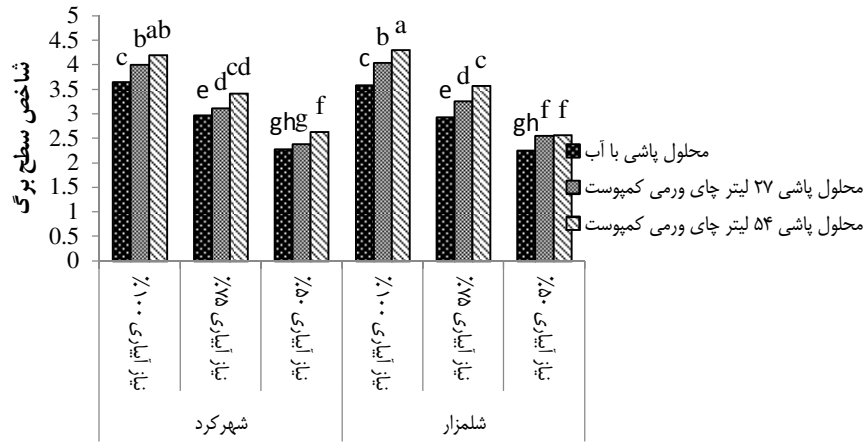
NS، * و ** به ترتیب بیانگر معنی دار نبودن، معنی دار بودن در سطوح پنج درصد و یک درصد

جدول ۳ مقایسات میانگین اثرات اصلی مکان، تیمارهای آبیاری و محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر شاخص پایداری غشا، میزان سبزینگی، شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی چغندر قند

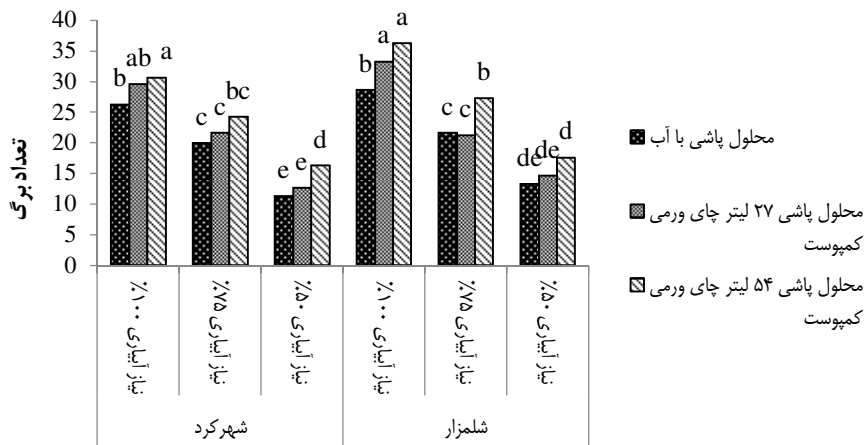
مکان	درصد شاخص پایداری غشا	میزان سبزینگی	شاخص سطح برگ	تعداد برگ در بوته	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر مترمربع)
شهرکرد	۵۸/۲۰ ^b	۴۱/۰۹ ^a	۳/۱۷ ^a	۲۱/۴۴ ^b	۳۶۳/۸ ^b
شلمزار	۵۹/۷۳ ^a	۴۰/۹۲ ^a	۳/۲۵ ^a	۲۴/۱۵ ^a	۴۰۸/۷ ^a
سطوح آبیاری					
۱۰۰ درصد نیاز آبی (شاهد)	۷۵/۴۳ ^a	۴۸/۹۹ ^a	۳/۹۶ ^a	۳۰/۸۳ ^a	۴۶۰/۰ ^a
۷۵ درصد نیاز آبی	۵۵/۱۶ ^b	۴۰/۶۴ ^b	۳/۲۳ ^b	۲۲/۲۲ ^b	۳۹۰/۸ ^b
۵۰ درصد نیاز آبی	۴۶/۳۲ ^c	۳۳/۳۹ ^c	۲/۴۵ ^c	۱۴/۳۳ ^c	۳۰۸/۱ ^c
چای ورمی کمپوست					
۰ (شاهد)	۵۵/۱۲ ^c	۳۸/۵۸ ^b	۲/۹۹ ^c	۲۰/۲۳ ^c	۳۷۰/۰ ^c
۲۷ لیتر در هکتار	۵۷/۲۲ ^b	۳۹/۱۸ ^b	۳/۲۶ ^b	۲۲/۷۲ ^b	۳۸۴/۴ ^b
۵۴ لیتر در هکتار	۶۴/۵۸ ^a	۴۵/۲۷ ^a	۳/۳۸ ^a	۲۵/۴۴ ^a	۴۰۴/۵ ^a

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارد

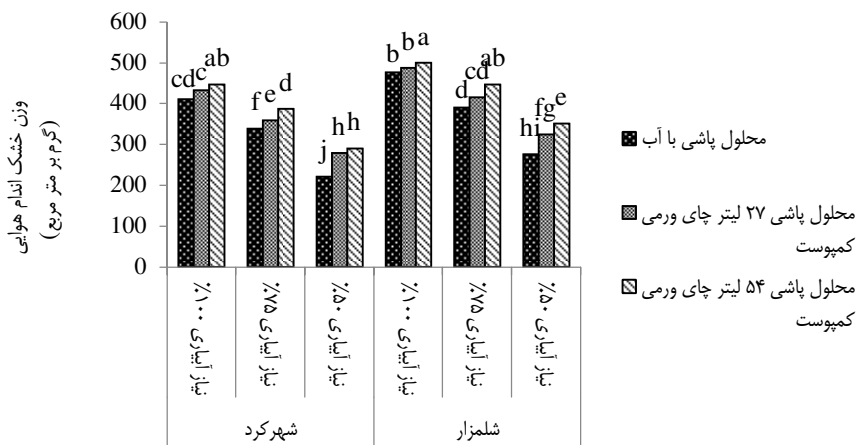
تأثیر چای ورمی کمپوست بر صفات مورفو فیزیولوژیک، ...



شکل ۲ برهم کنش اثرات سه گانه مکان × سطوح آبیاری × محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ



شکل ۳ مقایسه میانگین اثرات سه گانه مکان × سطوح آبیاری × محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر تعداد برگ



شکل ۴ مقایسه میانگین اثرات سه گانه مکان × سطوح آبیاری × محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی

کرده و تحمل آن را در برابر کمبود آب افزایش می‌دهد. بنابراین، به نظر می‌رسد که افزایش رشد گیاه در تنش خشکی به دلیل

این نتایج نشان می‌دهد چای ورمی کمپوست با داشتن باکتری‌های محرک رشد و عناصر غذایی گیاه را تحریک به رشد

نیاز آبی در شرایط محلول‌پاشی با آب (شاهد) به ترتیب ۴۲ و ۲۷ درصد کاهش یافت (جدول ۶).

شکر قابل استحصال و عملکرد ریشه

براساس نتایج تجزیه واریانس، درصد شکر قابل استحصال، عملکرد ریشه و عملکرد قندخالص چغندر قند در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی با چای ورمی کمپوست قرار گرفت (جدول ۴). همچنین بین مکان‌های مورد بررسی برای درصد قند قابل استحصال و عملکرد قند خالص در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر تیمارهای آبیاری در چای ورمی کمپوست بر درصد قند قابل استحصال و عملکرد ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، در حالی که برای عملکرد قند خالص از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). درصد قند قابل استحصال و عملکرد قند خالص در منطقه سلمزار به ترتیب با ۱۹/۸۰ درصد و ۱۱/۸۸ تن در هکتار بیشتر از منطقه شهرکرد بود، در بین تیمارهای آبیاری، سطح تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه بالاترین درصد قند قابل استحصال را با افزایش ۹ درصدی نسبت به تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که کم آبیاری چغندر قند غلظت ساکارز را در طول فصل رشد افزایش می‌دهد، همچنین محققان اظهار داشتند که کم آبیاری یکی از روش‌های به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب و بالابردن عملکرد به ازاء یک واحد آب مصرفی می‌باشد (Sharifi and Dehghanian 2015). محلول‌پاشی با ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار، افزایش ۱۱ درصدی قند قابل استحصال نسبت به محلول‌پاشی با آب را باعث گردید که تفاوت معنی‌داری با سطح ۲۷ لیتر در هکتار چای ورمی کمپوست نداشت (جدول ۵). شکر قابل استحصال، حاصل از تفاوت قند ناخالص و قند ملاس می‌باشد و مهم‌ترین جزء

بهبود در شرایط رشد در نتیجه کاربرد کود زیستی ورمی کمپوست باشد (Rahbarian et al. 2010). در شرایط کمبود آب به علت کاهش تورژسانس و توقف رشد سلولی، اندازه برگ کاهش یافته و از طرف برگ‌ها زودتر از موعد پیر و از بین می‌روند. بسیاری از عملیات زراعی مدیریت از قبیل آبیاری، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز بر روی تعداد و اندازه برگ تأثیر می‌گذارند (Severino and Auld 2013). تسیالاتز و همکاران (2009) نشان دادند که تنش خشکی، باعث کاهش شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در چغندر قند می‌شود.

وزن خشک و قطر ریشه

وزن خشک و قطر ریشه چغندر قند به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار تحت تأثیر آبیاری و چای ورمی کمپوست قرار گرفت (جدول ۴). تنها قطر ریشه تحت تأثیر مکان قرار گرفت. اثر متقابل تیمارهای آبیاری در چای ورمی کمپوست برای قطر ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در این راستا حسادی و همکاران (Hesadi et al. 2015) گزارش کردند که منطقه می‌تواند عامل مهمی برای تفاوت عملکرد ریشه در چغندر قند باشد. با کاهش میزان آبیاری، وزن خشک ریشه و قطر ریشه گیاه کاهش یافت در حالی که، با افزایش مصرف چای ورمی کمپوست مقدار این صفات افزایش یافتند (جدول ۵). مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای آبیاری در چای ورمی کمپوست بر قطر ریشه، نشان داد تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی با کاربرد ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار موجب افزایش ۱۸ درصد در قطر ریشه نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۶). قطر ریشه در تیمار آبیاری تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در محلول‌پاشی با آب (شاهد)، و محلول‌پاشی با ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار، نسبت به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد

برهمکنش تیمارهای آبیاری در چای ورمی کمپوست برای عملکرد ریشه نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مصرف ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار موجب افزایش ۲۲ درصدی عملکرد ریشه نسبت به شاهد شد (جدول ۶). همچنین عباس و همکاران (Abbas et al. 2012) نشان دادند تنش خشکی منجر به کاهش چشمگیر تجمع ماده خشک و عملکرد ریشه چغندر قند می‌شود، در حالی که افزایش درصد ساکارز ممکن است به دلیل کاهش محتوای آب ریشه چغندر قند باشد. تأثیر کم آبیاری در کاهش عملکرد ریشه با نتایج بسیاری از محققین مطابقت دارد (Sharifi and Dehghanian 2015; Jovzi and Zare abyane 2016). در این راستا سوهان (Suhane et al. 2008) گزارش داد که کاربرد ورمی کمپوست در مزرعه گندم، نتیجه بهتری نسبت به کودهای شیمیایی در بر داشته است، همچنین ورمی کمپوست توانست نیاز آبی گیاه را حدوداً به میزان ۳۰-۴۰ درصد کاهش دهد. این نتایج با یافته‌های این مطالعه مطابقت دارد.

عملکرد اقتصادی چغندر قند به شمار می‌آید (Noshad et al. 2012). مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای آبیاری × چای ورمی کمپوست بر شکر قابل استحصال، نشان داد تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی در ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار موجب افزایش ۱۶ درصدی نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۶). با کاهش میزان آبیاری عملکرد ریشه کاهش یافت به طوری که در سطوح تأمین ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبیاری به ترتیب ۱۰ و ۳۲ درصدی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۵). در بین تیمارهای محلول‌پاشی، تیمار ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار باعث افزایش ۱۹ درصدی عملکرد ریشه شد (جدول ۵). برای عملکرد قندخالص تفاوت معنی‌داری برای سطح آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبیاری مشاهده نشد، در حالی که تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی کاهش ۳۲ درصدی نسبت به تیمار ۱۰۰ نیاز آبیاری نشان داد، همچنین محلول‌پاشی ۵۴ لیتر در هکتار چای ورمی کمپوست باعث افزایش ۳۱ درصدی عملکرد قندخالص نسبت به شاهد شد (جدول ۵). مقایسه میانگین

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی چای ورمی کمپوست بر قطر ریشه، وزن خشک ریشه، قند خالص و عملکرد ریشه چغندر قند

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ریشه	وزن خشک ریشه	شکر قابل استحصال	عملکرد ریشه	عملکرد قند خالص
مکان	۱	۴/۶۶ ^{NS}	۴۷/۲ ^{NS}	۴۰/۲۴ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{NS}	۱۴/۳۶ ^{**}
تکرار (مکان)	۴	۰/۸۳	۷۸۸/۹	-/۱۰	۴/۰۵	-/۱۴
آبیاری	۲	۲۰۳/۷۹ ^{**}	۵۸۶۵۱/۴ ^{**}	۱۸/۱۹ ^{**}	۲۲۶۳/۳ ^{**}	۹۵/۲۸ ^{**}
آبیاری × مکان	۲	۰/۰۵۶ ^{NS}	۲۵/۸ ^{NS}	۰/۲۸ ^{NS}	۰/۵۸ ^{NS}	۰/۱۹ ^{NS}
خطای a	۸	۰/۲۰	۵۲۲/۲	-/۳۶	۲/۱۳	-/۲۲
چای ورمی کمپوست	۲	۱۲/۹۶ ^{**}	۲۲۰۴۵/۹ ^{**}	۱۷/۸۰ ^{**}	۴۸۰/۶ ^{**}	۴۲/۴۱ ^{**}
مکان × چای ورمی کمپوست	۲	۰/۰۱۵ ^{NS}	۹۷۶/۱ ^{NS}	۰/۵۲ ^{NS}	۲/۴۰ ^{NS}	۰/۶۷ ^{NS}
آبیاری × چای ورمی کمپوست	۴	۰/۹۶ [*]	۲۰۸/۱ ^{NS}	۲/۳۴ [*]	۱۷/۰۳ [*]	۰/۸۹ ^{NS}
مکان × آبیاری × چای ورمی کمپوست	۴	۰/۰۹ ^{NS}	۲۴۸/۲ ^{NS}	۰/۷۷ ^{NS}	۲/۹۳ ^{NS}	۰/۴۴ ^{NS}
خطای b	۲۴	۰/۲۵	۱۹۲۰/۷	۰/۷۲۵	۶/۲۰	۰/۳۸
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۶۲	۳/۷۴	۴/۴۹	۴/۱۷	۵/۴۴

^{NS}، * و ** به ترتیب بیانگر معنی‌دار نبودن، معنی‌دار بودن در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد

نشان دادند مصرف خاکی و محلول پاشی چای ورمی کمپوست باعث افزایش معنی داری در عملکرد ریشه و برگ‌های چغندر قند در مقایسه با شاهد شد، در آزمایش آنها تیمار چای ورمی کمپوست به دلیل دارا بودن محتوای نیتروژن بالاتر منجر به افزایش رشد رویشی گردید که تاییدی بر نتایج این آزمایش است. انصاری (2008) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای ورمی کمپوست را به آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه هورمون‌های اکسین و جیبرلین ناشی از کاربرد این کودها نسبت داد. کارایی ورمی کمپوست در افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی عموماً به اثرات سودمند کاربرد آن‌ها در گیاه نسبت داده می‌شود، زیرا اجزای تشکیل دهنده ورمی کمپوست نقش مهمی در تحریک فرآیندهای متابولیک، افزایش رشد و افزایش تولید و تجمع متابولیت‌ها در بافت‌های گیاهی در شرایط تنش‌های محیطی را دارد (Rashtbari and Alikhani 2012).

سموات و همکاران (2001) با بررسی تأثیر ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشد گوجه فرنگی گزارش کردند که تیمار ورمی کمپوست وزن میوه گوجه فرنگی، وزن اندام‌هوایی و ریشه را به ترتیب سه، پنج و نه برابر نسبت به تیمار بدون کمپوست افزایش داد. چای ورمی کمپوست حاوی میکروارگانیزم‌های هوازی است که منجر به ترشح ترکیباتی می‌شود که از رشد عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند. این میکروارگانیزم‌ها با رهاسازی تدریجی مواد غذایی در خاک، مصرف کود شیمیایی را کاهش می‌دهند، در مجموع کمپوست با نفوذپذیر نمودن و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک منجر به تولید گیاهی قوی و سالم می‌شود و میزان مصرف آب، کود شیمیایی و سموم آفت‌کش را به طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد (Stevens 2008). اید ال‌کدر و همکاران (2010) در طی مطالعه خود نشان دادند کمپوست باعث افزایش معنی دار وزن تر، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد بامیه و کارایی مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری شد. ابراهیم و همکاران (2012)

جدول ۵ مقایسات میانگین اثرات اصلی مکان، تیمارهای آبیاری و محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر قطر ریشه، وزن خشک ریشه، شکر قابل استحصال، عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص چغندر قند

عمرکرد قندخالص (تن در هکتار)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	قند قابل استحصال (درصد)	وزن خشک ریشه (گرم/مترمربع)	قطر ریشه (سانتی‌متر)	مکان
۱۰/۸۴ ^b	۵۹/۷۱ ^a	۱۸/۰۹ ^b	۱۱۷۰/۸ ^a	۱۱/۰۳ ^a	شهرکرد
۱۱/۸۸ ^a	۵۹/۷۲ ^a	۱۹/۸۰ ^a	۱۱۷۰/۸ ^a	۱۰/۴۳ ^a	شلمزار
سطوح آبیاری					
۱۲/۸۳ ^a	۶۹/۴۷ ^a	۱۸/۴۵ ^b	۱۳۴۲/۹ ^a	۱۳/۷۳ ^a	۱۰۰٪ نیاز آبی (شاهد)
۱۲/۵۴ ^a	۶۲/۳۲ ^b	۲۰/۱۰ ^a	۱۱۸۲/۳ ^b	۱۱/۳۵ ^b	۷۵٪ نیاز آبی
۸/۷۱ ^b	۴۷/۴۷ ^c	۱۸/۲۸ ^b	۹۸۳/۵ ^c	۸/۰۹ ^c	۵۰٪ نیاز آبی
چای ورمی کمپوست					
۹/۶۹ ^c	۵۴/۱۵ ^c	۱۷/۸۳ ^b	۱۱۳۳/۷ ^c	۹/۹۴ ^c	۰ (شاهد)
۱۱/۶۹ ^b	۶۰/۶۴ ^b	۱۹/۲۴ ^a	۱۱۷۲/۵ ^b	۱۰/۶۰ ^b	۲۷ لیتر در هکتار
۱۲/۷۱ ^a	۶۴/۳۶ ^a	۱۹/۷۵ ^a	۱۲۰۳/۶ ^a	۱۱/۶۳ ^a	۵۴ لیتر در هکتار

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

جدول ۶ مقایسه میانگین اثرات دوگانه سطوح آبیاری و محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر قطر ریشه، قندخالص و عملکرد ریشه چغندر قند

سطوح آبیاری	چای ورمی کمپوست (لیتر در هکتار)	قطر ریشه (سانتی متر)	شکر قابل استحصال (درصد)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)
تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی	۰ (شاهد)	۱۲/۵۴ ^c	۱۷/۸۳ ^c	۶۱/۹۱ ^c
آبی (شاهد)	۲۷	۱۳/۸۰ ^b (+۱۰)	۱۸/۹۹ ^c (+۶)	۷۰/۸۱ ^{ab} (+۱۴)
	۵۴	۱۴/۸۳ ^a (+۱۸)	۱۸/۵۲ ^d (+۴)	۷۵/۶۹ ^a (+۲۲)
	۰ (شاهد)	۱۱/۰۲ ^c (-۱۲)	۱۸/۵۵ ^d (+۴)	۵۸/۰۱ ^c (-۶)
تأمین ۷۵٪ نیاز آبی	۲۷	۱۱/۱۷ ^c (-۱۱)	۲۰/۱۶ ^b (+۱۳)	۶۲/۲۵ ^c (+۰/۵)
	۵۴	۱۱/۸۸ ^d (-۵)	۲۱/۵۹ ^a (+۲۱)	۶۶/۳۹ ^{bc} (+۷)
	۰ (شاهد)	۷/۲۶ ^{ef} (-۴۲)	۱۷/۱۳ ^{ef} (-۴)	۴۲/۵۴ ^c (-۳۱)
تأمین ۵۰٪ نیاز آبی	۲۷	۷/۸۴ ^{fg} (-۳۷)	۱۸/۵۷ ^d (+۴)	۴۸/۸۶ ^{de} (-۲۱)
	۵۴	۹/۱۶ ^f (-۲۷)	۱۹/۱۵ ^c (+۷)	۵۱/۰۰ ^d (-۱۸)

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارد. عدد داخل پرانتز میزان درصد کاهش (-) یا افزایش (+) را نسبت به شاهد نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

کمپوست سبب افزایش شاخص پایداری غشا، میزان سبزی‌نگی، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، قطر ریشه، وزن خشک ریشه، عملکرد ریشه، شکر قابل استحصال و عملکرد قند خالص می‌شود و می‌توان تحت شرایط کم آبی و مواجهه گیاه با تنش خشکی با استفاده از ۵۴ لیتر چای ورمی کمپوست در هکتار نسبت به تخفیف اثر تنش، حفظ و تولید چغندر قند تحت شرایط تنش اقدام نمود.

نتایج این مطالعه نشان داد چای ورمی کمپوست بر صفات مورفو فیزیولوژیک، درصد قند قابل استحصال و عملکرد ریشه چغندر قند تحت تیمارهای آبی مختلف اثرات مثبتی دارد، چای ورمی کمپوست به عنوان یک ماده آلی با افزایش رشد گیاه باعث کاهش اثرات منفی کم آبی بر چغندر قند شد. در این آزمایش مشخص گردید در هر دو منطقه مورد آزمایش تیمار چای ورمی

References:

منابع مورد استفاده:

- Abd El-Kader A, Shaaban SM, Abd El-Fattah MS. Effect of irrigation levels and organic compost on okra plants (*Abelmoschus esculentus* L.) grown in sandy calcareous soil. *Agriculture and Biology Journal of North American* 2010; 1(3): 225-231.
- Abbas F, Mohanna A, Al-Lahham Gh, AL-Jbawi E. Osmotic adjustment in sugar beet plant under salinity stress. *Journal of Sugar Beet*. 2012, 28(1): 67- 80.
- Ahmadi P, Mojab F, Nojavan S. Determine the amount of sterol in pumpkin seed oil. *Journal of Medicinal Plants* 2006; 23: 72-79.
- Amini H, Arzani A, Bahrami F. Seed yield and some physiological traits of safflower as affected by water deficit stress. *International Journal of Plant Production* 2013; 7(3): 597-614. (in Persian, Abstract in English)

- Ansari AA. Effect of vermicompost and Vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences 2008; 4(5): 554-557. (in Persian, Abstract in English)
- Azizi M, Rezvani F, Hassanzadeh Khayat M, Lackzian A, Neamati H. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 2008; 24: 82-93. (in Persian, Abstract in English)
- Bewley J. D. Physiological aspects of desiccation tolerance. Annual Review of Plant Physiology 1979; 30: 195-238.
- Brnscheuer E, Meyerholz K, Wunderlich KH. Seed production and quality. In: D. A. Cooke, and R. L. Scott (Eds.), The sugar beet crop, science into practice, Chapman & Hall, London. 1995.
- Ebrahim SM, Ibrahim AK, Omer AM. Comparative study of the effects of some organic extract on sugar beet yield under saline conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2012; 6(10): 664-674.
- Emam Y, Niknejad M. Introduction. Introduction to the physiology of crop yield. Shiraz University Press. 2011; pp. 570. (in Persian, Abstract in English)
- Farshi A, Siadat H, Darbandi S, Ansari MR, Kheirabi J, Mirlofti M, Salamat A, Sadat Miri MH. Irrigation water management on the farm. First Edition. Publications National Committee on Irrigation and Drainage, Iran 2003; pp. 76-178. (in Persian, abstract in English)
- Haggag WM, Saber MSM. Suppression of early blight on tomato and purple blight on onion by foliar sprays of aerated and non-aerated compost teas. Journal of Food Agriculture and Environment 2007; 5: 302-309.
- Hesadi P, Fathollah Taleghani D, Shiranirad A, Daneshian J, Jaliliyan A. Selection for Drought Tolerance in Sugar Beet Genotypes (*Beta vulgaris* L.). Biological Forum- An International Journal. 2015; 7(1): 1189-1204. (in Persian, abstract in English)
- Izanloo A, Condon AG, Langridge P, Tester M, Schnurbusch T. Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two South Australian bread wheat cultivars. Journal of Experimental Botany 2008; 59: 3327-3346. (in Persian, abstract in English)
- Jones PD, Lister DH, Jaggard KW, Pidgeon JD. Future climate change impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe. Climatic Change 2003; 58: 93-108.
- Jovzi M, Zare Abyaneh VH. Effects of nitrogen fertilizer and deficit irrigation on quantitative and qualitative traits of sugar beet. Journal of Sugar Beet 2016; 31(2): 141-156. (in Persian, abstract in English)
- Lahoti M, Abbasi F, Tarahomi G. The effect of drought on soluble sugars, chlorophyll and potassium *S. leriifolia* (*Salvia leriifolia* Benth). Journal of Biological Sciences 2010; 3: 1-7.

- Liguori L, Pane C, Albanese D, Celano G, Zaccardelli M, Di Matteo M. Compost and compost tea management of mini watermelon cultivations affects the chemical, Physical and Sensory Assessment of the Fruits. *Agricultural Sciences* 2015; 6: 117-125.
- McGrath JM, Saccomani M, Stevanato P, Biancardi E. Beet. In: C. Kole (Ed.). 2007 Genome mapping and molecular breeding in plants, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Nemati Darbandi H, Azizi M, Mohammadi S, Karimpor S. The effect of spraying with different concentrations of vermicompost on morphological traits, yield *Dracocephalum* Essential Oil. *Journal of Horticultural Science* 2013; 27(4): 411-417.
- Noshad H, Abdollahian-Noghabi M, Babaei B. Effect of Nitrogen and Phosphorous Application on the Efficiency of Nitrogen Uptake and Consumption in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences* 2012; 3: 529-539. (in Persian, abstract in English)
- Ober E. The search for drought tolerance in sugar beet. *British Sugar Beet Review* 2001;69(1): 40-43.
- Pane C, Piccolo A, Spaccini R, Celano G, Vilecco D, Zaccardelli M. Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi *rhizoctonia solani* and *sclerotinia minor*. *Applied Soil Ecology* 2013; 65: 43-51.
- Pormosavi M, Glui M, Daneshyar J, Ghanbari A, Basirani N. Effect of drought stress and manure on moisture content, the stability of cell membranes and content of soybean leaves. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 2007; 14: 1-9.
- Quaik S, Embrandiri A, Rupani PF, Singh RP, Ibrahim MH. Effect of vermiwash and vermicomposting leachate in hydroponics culture of indian borage (*Plectranthus ambionicus*) plantlets. 2012. UMT 11th International Annual Symposium on Sustainability Science and Management. 210-214.
- Rahbarian P, Afsharmaneshb G, Shirzadic MH. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Plant Ecophysiol* 2010; 2: 13-19. (in Persian, abstract in English)
- Rashtbari M, Alikhani HA. Effect and Efficiency of Municipal SolidWaste Compost and Vermicompost on Morpho-Physiological Properties and Yield of Canola under Drought Stress Conditions. 2012; 113-227. (in Persian, abstract in English)
- Samavat S, Lekzian A, Zamirpor A. The effect of vermicompost on the growth of tomato plants. *Journal of Agricultural Science and Technology* 2001; 15(3): 83-89. (in Persian, abstract in English)
- Scheuerell SJ, Mahaffee WF. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compost Science and Utilization* 2002; 10: 313-338.

- Severino LS, Auld DL. A framework for the study of the growth and development of castor plant. *Industrial Crops and Products* 2013; 46:25-38.
- Sharifi M, Dehghanian SA. Evaluation of root yield and sugar content of new sugar beet hybrid to deficit and optimum irrigation. *Journal Sugar Beet*. 2015; 30(2): 193-205.
- Stevens PT. Nitrogen management and the effects of corn post Tea on organic Irish potato and sweet corn. Thesis faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008, pp31.
- Suhane RK, Sinha RK, Singh PK. Vermicompost, cattle-dung compost and chemical fertilizers: Impacts on yield of wheat crops. Communication of Rajendra Agriculture University, Pusa, 2008. Bihar, India.
- Tsialtas JT, Soulioti E, Maslaris N, Papakosta D. Genotypic response to re-growth of defoliated sugar beets after re-watering in a water-limited environment: effects on yield and quality. *International Journal of Plant Production* 2009; 3(2): 1-18.
- Vahedi S, Mesbah M, Yousefabadi V, Amiri R, Bihamta MR, Dehghan Shoar M. Study on the relation between agronomic traits and root morphology and determination of traits affecting root yield and sugar content in monogerm germplasm of sugar beet. *Journal of Sugar Beet* 2006; 22(2): 19-34. (in Persian, abstract in English)
- Valentovic P, Luxova M, Kolarovic L, Gasparikova O. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. *Plant. Soil and Environment* 2006; 52(4): 186-191.
- Wu GQ, Liang N, Feng RJ, Zhang JJ. Evaluation of salinity tolerance in seedlings of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars using proline, soluble sugars and cation accumulation criteria. *Acta Physiol. Plant* 2013; 35: 2665–2674.
- Zaccardelli M, Pane C, Scotti R, Palese AM, Celano G. Use of compost-tea as bio-agrochemicals and bio-stimulants in horticulture. *Italus Hortus* 2012; 19, 17-28.