



دانشگاه شیراز و مرکز تحقیقات گیاه

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹

۱۶۲-۱۴۹

<http://jopp.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jopp.2020.16619.2520

برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)

در پاسخ به تنش خشکی و کود کمپوست و ورمی کمپوست

* ساسان محسن‌زاده^۱، مریم حسین‌خانی هزاوه^۲ و حمیده زمانپور شاه‌منصوری^۲

^۱دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران،

^۲دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱

چکیده

سابقه و هدف: اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) گیاهی دارویی از تیره نعنائیان می‌باشد که سابقه‌ای طولانی در درمان کم‌اشتهایی، زردی، سردرد، آسم و اختلالات کبدی دارد. در این مطالعه تأثیر مقادیر مختلف کود کمپوست حاصل از پسماند جامد شهری و ورمی کمپوست حاصل از بقایای میدان میوه و تره‌بار بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی اسطوخودوس، تحت تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۶ صورت گرفت. تیمارها شامل تنش خشکی در سه سطح صفر، ۵ و ۹ روز و کاربرد کودهای کمپوست و ورمی کمپوست، هر یک در سه سطح صفر، ۱۰ و ۳۰ درصد حجم گلدان‌ها بود. تأثیر کمپوست و ورمی کمپوست بر رشد، خصوصیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی، پرولین و ترکیبات اسانس گیاه دارویی تحت تنش خشکی اندازه‌گیری شد. کمپوست از پسماندهای شهری، تحت شرایط هوای به‌وسيله جانداران زنده و ورمی کمپوست نیز از بقایای محصولات کشاورزی و میدان میوه و تره بار به‌وسيله فرایندهایی که توسط کرم‌های خاصی انجام می‌شود، تهیه گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد ($P \leq 0.05$).

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر همه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. سطح ۱۰ درصد ورمی کمپوست موجب افزایش رشد ریشه شد. در تیمارهای کمپوست، ورمی کمپوست و تنش خشکی وزن تر اندام هوایی گیاه بیش‌ترین میزان رشد را در گیاه شاهد نشان داد. بیش‌ترین میزان پرولین ($10/81 \mu\text{mol/g FW}$) در تیمار تنش خشکی ۹ روزه همراه با کمپوست و ورمی کمپوست ۳۰ درصد و کم‌ترین میزان آن ($2/9 \mu\text{mol/g FW}$) در تیمار شاهد مشاهده شد. در تیمار تنش خشکی همراه کمپوست و ورمی کمپوست ۳۰ درصد بیش‌ترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی ($7/15 \mu\text{mol/g DW}$) مشاهده شد. بیش‌ترین میزان محتوای فنولی ($10/64 \mu\text{mol/g DW}$) در گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست ۱۰ درصد و تنش خشکی ۹ روزه مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن ($5/96 \mu\text{mol/g DW}$) در تیمار کمپوست ۳۰ درصد و تیمار ورمی کمپوست ۱۰ درصد بدون تنش خشکی مشاهده شد.

* مسئول مکاتبه: mohsenz@shirazu.ac.ir

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که استفاده از کود ورمی‌کمپوست در مقادیر کم می‌تواند موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه اسطوخودوس در شرایط تنش خشکی گردد، در حالی که استفاده از کمپوست حاصل از پسماند جامد شهری موجب کاهش مواد مؤثره گیاه دارویی اسطوخودوس گردید. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تهیه کمپوست از ضایعات کشاورزی استفاده شود و پسماند شهری تا حد امکان کم‌تر مصرف گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، اسانس، اسطوخودوس، تنش خشکی، کود زیستی

مقدمه

اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) گیاهی از تیره نعنائیان می‌باشد. این گونه بومی مناطق مدیترانه، هند و نواحی جنوب‌غربی آسیا می‌باشد. برگ‌های آن متقابل، باریک، دراز و دارای رایحه قوی است. گل‌های آن مجتمع و به‌صورت سنبله‌های دراز است. پیکر رویشی و گل‌های اسطوخودوس حاوی اسانس می‌باشند. این گیاه دارای ۳۹ گونه است که رایج‌ترین آن *L. angustifolia* می‌باشد (۱۴). این گیاه اثربخشی قدرتمندی در درمان بیماری‌های سیستم عصبی، ضربات مغزی و آسیب‌های نخاعی داشته است، هم‌چنین برای درمان گوش‌درد و برطرف کردن رطوبت سیستم عصبی کودکان نیز توصیه شده است (۱) ترکیبات مهم اسانس اسطوخودوس لینالیل استات و لینالول می‌باشد (۳۰). هم‌چنین در آن ترکیباتی مانند اسید بوتیریک، اسید پروپیونیک، اسید والریک، لینالول آزاد، ژرامبول، تانل و فلاونوئیدها وجود دارد (۳). اسانس اسطوخودوس در عطرسازی، لوازم آرایشی و بهداشتی، داروسازی، رایحه‌درمانی، صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌های سازگار با محیط زیست و غیره استفاده می‌شود (۳۰).

کمبود آب در ایران همواره یک عامل محدودکننده تولید محصول به‌شمار می‌رود در این بین تأثیر آن بر رشد، نحوه جذب عناصر غذایی و انجام فرآیندهای سوخت و ساز گیاهان متفاوت است. کمبود آب تغییرات زیادی در رشد گیاه به وجود می‌آورد (۱۶). بنا بر شواهد گمان می‌رود به‌کارگیری کودهای

کمپوست و ورمی‌کمپوست موجب افزایش تولید گیاهان و نیز ماده مؤثره دارویی آن‌ها تحت شرایط تنش خشکی شود (۲۰). هم‌چنین در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار، از کودهای آلی مانند کمپوست در جهت بهبود حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود، گزارش شده که استفاده از این مواد باعث بهبود قابل‌توجه ساختمان خاک، محتوی مواد آلی و باروری خاک می‌شود (۱۲). به‌طورکلی مطالعات کمی در مورد تأثیرات منفی کمپوست و ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد محصولات در دسترس است. بنابراین باید این کودها را از نظر استانداردها (جدول ۱) و موارد دیگری از جمله، کارایی و عدم سمیت برای گیاه مورد توجه و مطالعه قرار داد (۲۴ و ۲۷). ترکیبات مضر و فلزات سنگین موجود در کمپوست زباله شهری ممکن است همراه با آب آبیاری وارد آب‌های زیرزمینی شده و یا محتوای فلزات سنگین و سایر ترکیبات گیاه و خاک را افزایش دهد و هم‌چنین برای رشد و عملکرد محصول مضر باشد. (۳۳). در برخی پژوهش‌ها آلوده بودن کودهای کمپوست حاصل از پسماند شهری به فلزات سنگین و هم‌چنین مواد سمی گزارش شده است (۴ و ۶)، بنابراین اثرات این کودها بر رشد و عملکرد گیاهان نیاز به بررسی‌های زیادی دارد. در این راستا پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیرات کمپوست و ورمی‌کمپوست حاصل از پسماند جامد شهری شیراز تحت تنش خشکی، بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی اسطوخودوس صورت گرفت.

جدول ۱- حدود مجاز عناصر موجود در کمپوست (۲۴).

Table 1. Limitation of compost nutrients, ppm (24).

عناصر	کادمیوم	کروم	مس	سرب	جیوه	نیکل	روی	شیشه، فلزات و پلاستیک
Element	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn	Glass, metals and plastics
استاندارد تعدیل شده	1.5	100	100	150	1	50	400	1.5 %
Adjusted standard								
استاندارد توصیه شده	0.52	15.8	49.5	100	0.16	16.1	185	0.13 %
Recommended standard								

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شیراز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. بدین صورت که گلدان‌ها در گلخانه به طور تصادفی در محل قرار داده شدند، یعنی هر کدام از تیمارها و شاهد‌ها با نظم خاصی در کنار هم قرار داده نشدند. در این پژوهش از نهال‌های آماده و یکسان که در مرحله بعد از گیاهچه بودند استفاده شد و در پاییز ۱۳۹۶ خریداری و به گلدان‌ها منتقل شدند. تنش خشکی در سه سطح صفر، ۵ و ۹ روز و عامل مقادیر مختلف کمپوست و ورمی‌کمپوست هر یک در سه سطح صفر، ۱۰ و ۳۰ درصد حجم گلدان‌ها (۲ کیلوگرمی) انجام شد. گلدان‌ها هر ۲ روز یکبار به میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر بر اساس آزمایش‌های اولیه که قبل از شروع آزمایش در مورد نیاز آبی گیاه انجام شد، آبیاری شدند. این پژوهش با ۲۷ تیمار در سه تکرار و در مجموع ۸۱ گلدان انجام شد. کمپوست از زباله شهری و ورمی‌کمپوست به دست آمده از بقایای میدان تره‌بار شیراز هر دو از شهرداری شیراز تهیه گردید.

رشد گیاه از طریق اندازه‌گیری وزن تازه پیکره هوایی و ریشه در تیمارهای مختلف انجام شد. به منظور تعیین محتوای نسبی آب برگ، ۸ برگ تقریباً هم‌اندازه که تقریباً شرایط یکسانی داشتند، در مرحله رشد رویشی گیاه از هر گلدان از محل اتصال پهنک

جدا شد و وزن تازه آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس قطعه قطعه و در پتری‌دیش‌های حاوی آب مقطر به صورت فویل پیچی شده به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال قرار گرفت. سپس وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری شد و به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. در نهایت با استفاده از رابطه زیر محتوای نسبی آب برگ گیاه محاسبه گردید.

$$(۱) \quad ۱۰۰ \times [(\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}) /$$

$$(\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})] = \text{محتوای نسبی آب برگ}$$

عصاره‌گیری با متانول صورت گرفت. برای تهیه عصاره متانولی تیمارهای مختلف، از یک گرم پودر پیکره هوایی گیاه اسطوخودوس و ۱۵ سی‌سی متانول (۸۵ درصد) استفاده شد و به صورت فویل پیچی شده به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر در تاریکی قرار داده شدند. پس از گذشت این زمان عصاره به دست آمده با دور ۴۵۰۰ به مدت ۱۲ دقیقه سانتی‌فیوژ شدند و در نهایت از محلول رویی جهت انجام آزمایش‌ها استفاده گردید. در این پژوهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) عصاره گیاه اسطوخودوس براساس روش شیمادا (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد، به این صورت که به ۲۸۵۰ میکرولیتر از محلول DPPH ۱۵۰ میکرولیتر عصاره اضافه شد و پس از ۱ ساعت قرار دادن در تاریکی جذب در ۵۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر

جدا شود. فاز رویی که رنگ قرمز اناری بود برای اندازه‌گیری پرولین مورد استفاده قرار گرفت. میزان جذب نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. اسانس‌گیری گیاهان در مرحله رشد رویشی و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب و با یک تکرار انجام شد. ابتدا بخش هوایی گیاه در سایه خشک و سپس خرد شدند و درون بالن یک لیتری ریخته و ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و به مدت دو ساعت درون دستگاه قرار داده شد. جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) (مدل 7890-A، شرکت Agilent، آمریکا) آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شیراز انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید و نمودارها با نرم‌افزار Excel 2013 رسم شد. داده‌ها مورد آزمون ANOVA قرار گرفتند و میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد از هم تفکیک شدند ($P \leq 0.05$).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه شیمیایی خاک و کمپوست زباله شهری مورد استفاده که توسط اداره خاک‌شناسی شیراز انجام شد، در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

(Shimadzu UV-160A، ژاپن) خوانده شد (۲۶). سنجش ترکیبات فنولی مطابق روش کیم و همکاران (۲۰۰۷)، به هر ظرف شیشه‌ای ۱۵ میلی‌لیتری به‌طور جداگانه ۱۵۰۰ میکرولیتر از استوک Folin-Ciocalteu افزوده شد. پس از آن ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره تیمارهای مختلف به هر کدام از شیشه‌ها اضافه گردید. پس از ۵ دقیقه ۱۵۰۰ میکرولیتر از استوک بی‌کربنات سدیم به هر شیشه اضافه شد. سرانجام پس از ۹۰ دقیقه جذب هر تست در ۷۵۰ نانومتر خوانده شد (۱۵) و برای سنجش پرولین از روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) استفاده گردید (۵). برای این منظور ۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه تازه برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته استفاده شد. ۴ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد به نمونه‌ها اضافه شد و در هاون چینی ساییده شد. محلول از کاغذ صافی عبور داده و پس از آن ۲ میلی‌لیتر از محلول حاصل در یک لوله آزمایش ریخته و به آن‌ها ۲ میلی‌لیتر محلول نین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر محلول استیک اسید اضافه شد. برای تهیه ۵۰ میلی‌لیتر محلول نین هیدرین، ۱/۲۵ گرم نین هیدرین در ۳۰ میلی‌لیتر استیک اسید خالص و ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار حل شد. محتوای لوله‌ها به مدت ۱ ساعت در حمام آب جوش قرار داده و سپس به حمام یخ انتقال داده شدند، پس از سرد شدن ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه و سپس توسط همزن انگشتی (ورتکس) به شدت به مدت ۳۰ ثانیه هم زده شدند. سپس به محلول اجازه داده شد تا به دو فاز

جدول ۲- برخی خصوصیات خاک مورد استفاده در آزمایش.

Table 2. Some physico-chemical properties of used soil.

TDS (mg/L)	TH (mg/L)	TA (mg/L)	pH	EC (mS/cm)	K ⁺ (mE/L)	Mg ²⁺ (mE/L)	Na ⁺ (mE/L)	Ca ²⁺ (mE/L)	Anion (mE/L)	N (%)	OC (%)	OM (%)	TNV (%)
780.53	525.00	162.50	7.98	1.18	0.04	1.25	4.17	9.25	10.16	0.004	0.40	0.06	46

TDS total dissolved solids, TH total hardness, TA total alkaline, OC organic carbon, OM organic matter, TNV total neutralizing value.

TDS مقدار کل مواد جامد محلول، TH میزان سختی، TA مقدار کل آلکالین، OC کربن آلی، OM مواد آلی، TNV مقدار مواد خنثی‌کننده کل

جدول ۳- برخی خصوصیات کمپوست مورد استفاده در آزمایش.

Table 3. Some physico-chemical properties of used compost.

C/N کربن/ نیتروژن	Specific gravity وزن ویژه	pH	Ammonium (%) آمونیم	Salt (dS/m) شوری	Moisture (%) رطوبت	N (%) نیتروژن	OC (%)	OM (%)
18	0.5	8	0.009	6	32	1.5	30	50

OC organic carbon, OM organic matter

OC کربن آلی، OM مواد آلی

استفاده از ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد، مشاهده شد. نتایج تجزیه داده‌های مربوط به اثرات متقابل تنش خشکی و استفاده هم‌زمان کمپوست و ورمی‌کمپوست نشان داد که کم‌ترین رشد ریشه مربوط به تیمار تنش خشکی ۹ روزه به همراه کمپوست ۳۰ درصد و ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد بوده است.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که اثرات تنش خشکی، کمپوست و ورمی‌کمپوست، تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر رشد ریشه گیاه اسطوخودوس دارد. مقایسه نتایج مربوط به اثرات متقابل خشکی و کود ورمی‌کمپوست نشان داد که بیش‌ترین رشد ریشه در شرایط بدون تنش خشکی نه روزه و پنج روزه طی

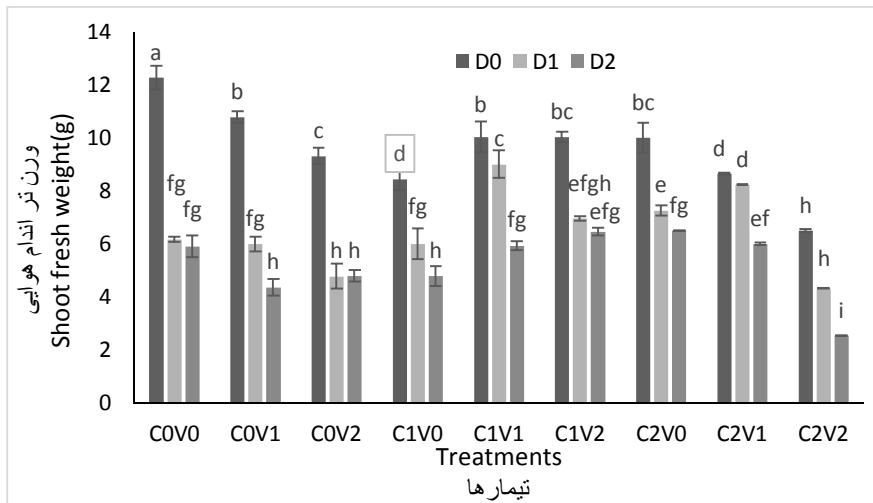
جدول ۴- تجزیه واریانس ارزیابی اثر تنش خشکی، کمپوست و ورمی‌کمپوست بر مقدار آنتی‌اکسیدان، محتوای فنل، رشد و محتوای نسبی آب برگ گیاه اسطوخودوس.

Table 4. Analysis of variance to evaluate the effect of drought stress, compost and vermicompost on antioxidant content, phenol content, growth and relative water content of *L. angustifolia*.

Variants متغیرها	Sum of Squares مجموع مربعات	df درجه آزادی	Mean Square میانگین مربعات	Sig. معنی داری
Antioxidant آنتی‌اکسیدان	39.390	26	1.515	0.000**
Phenol فنل	38.598	26	1.485	0.000**
Proline پرولین	81.273	26	3.126	0.000**
Shoot fresh weight وزن تازه اندام هوایی	134.165	26	5.160	0.000**
Root fresh weight وزن تازه ریشه	29.347	26	1.129	0.000**
RWC محتوای نسبی آب برگ	4397.820	26	169.147	0.000**

** : significant in probability levels of 1% ($P \leq 0.01$).

** معنی‌داری در سطح یک درصد.

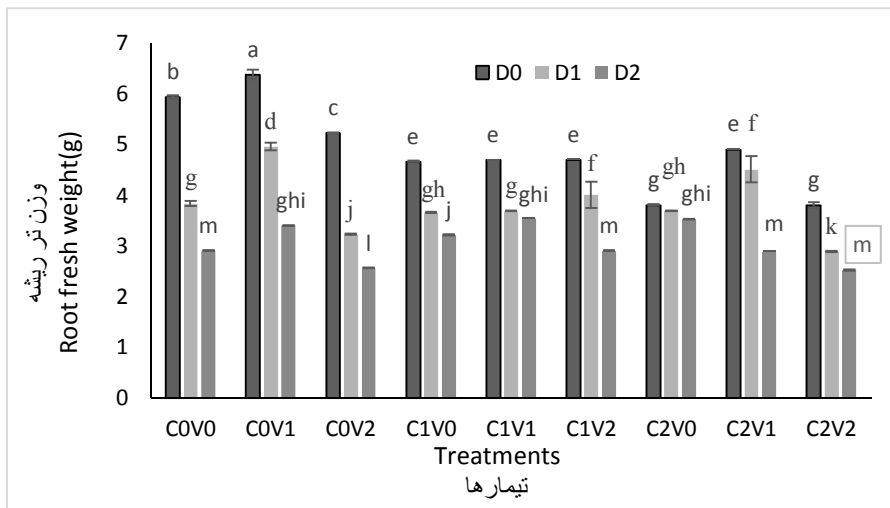


شکل ۱- اثر تنش خشکی، کود کمپوست و ورمی کمپوست بر وزن تر اندام هوایی گیاه اسطوخودوس. مقادیر، میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار است. میانگین‌های با حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است. D₀: تنش خشکی صفر، D₁: تنش خشکی پنج روز، D₂: تنش خشکی نه روز، V₀: ورمی کمپوست صفر درصد، V₁: ورمی کمپوست ۱۰ درصد، V₂: ورمی کمپوست ۳۰ درصد، C₀: کمپوست صفر درصد، C₁: کمپوست ۱۰ درصد، C₂: کمپوست ۳۰ درصد.

Fig. 1. Effect of drought stress, compost and vermicompost on Shoot fresh of *L. angustifolia*. The mean values are the mean of three replicates \pm the standard deviation. The meanings of the same letters indicate no significant difference. D₀: drought stress 0, D₁: 5 day drought stress D₂: drought stress 9 day C₀: compost 0%, C₁: compost 10%, C₂: compost 30%, V₀: vermicompost 0%, V₁: vermicompost 10%, V₂: vermicompost 30%.

نتایج رشد اندام‌های هوایی در شکل ۲ نشان داده شده است. داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین رشد اندام هوایی در شاهد بود و کم‌ترین میزان رشد مربوط به تیمار تنش خشکی ۹ روزه به همراه کمپوست ۳۰ درصد و ورمی کمپوست ۳۰ درصد بود. تأثیر تنش خشکی در همه سطوح معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$).

نتایج رشد اندام‌های هوایی در شکل ۲ نشان داده شده است. داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین رشد اندام هوایی در شاهد بود و کم‌ترین میزان رشد مربوط به تیمار تنش خشکی ۹ روزه به همراه کمپوست ۳۰ درصد و ورمی کمپوست ۳۰ درصد بود. تأثیر تنش خشکی در همه سطوح معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$).



شکل ۲- اثر تنش خشکی، کود کمپوست و ورمی کمپوست بر وزن تر ریشه گیاه اسطوخودوس. مقادیر، میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار است. میانگین‌های با حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است. D₀: تنش خشکی صفر، D₁: تنش خشکی پنج روز، D₂: تنش خشکی نه روز، V₀: ورمی کمپوست صفر درصد، V₁: ورمی کمپوست ۱۰ درصد، V₂: ورمی کمپوست ۳۰ درصد، C₀: کمپوست صفر درصد، C₁: کمپوست ۱۰ درصد، C₂: کمپوست ۳۰ درصد.

Fig. 2. Effect of drought stress, compost and vermicompost on root growth of *L. angustifolia*. The mean values are the mean of three replicates \pm the standard deviation. The meanings of the same letters indicate no significant difference. D₀: drought stress 0, D₁: 5 day drought stress D₂: drought stress 9 day C₀: compost 0%, C₁: compost 10%, C₂: compost 30%, V₀: vermicompost 0%, V₁: vermicompost 10%, V₂: vermicompost 30%.

نتیجه از اضافه کردن ورمی‌کمپوست به محیط‌های کشت گلدانی زمانی به‌دست آمده که نسبت اختلاط ورمی‌کمپوست تنها ۱۰ درصد حجمی باشد و نسبت‌های بیش‌تر موجب ایجاد شوری در بستر کاشت می‌گردد و مانع رشد می‌شود (۳)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. نتایج نشان می‌دهد که کمپوست به‌خصوص در سطح ۳۰ درصد اثر منفی بر رشد ریشه و بخش هوایی داشته است ولی در سطح ۱۰ درصد تغییر اندک بوده است.

نتایج مقایسه داده‌ها نشان داد که تنش باعث کاهش میزان محتوای نسبی آب برگ گیاه اسطوخودوس گردید. در کل بیش‌ترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به شاهد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار کمپوست ۳۰ درصد تحت تنش خشکی ۹ روزه ($C_2V_0D_2$) بود، درحالی‌که اضافه کردن ورمی‌کمپوست به همان شرایط باعث بهبود نسبی مقدار آب شده است (شکل ۳). کاربرد کمپوست به تنهایی موجب کاهش معنی‌داری ($P \leq 0.05$) در محتوای نسبی آب برگ گیاه گردید، که این کاهش نسبت به تیمارهای کاربرد ورمی‌کمپوست تنها، کاهش بیش‌تری نشان داد. پژوهشگران می‌گویند با افزایش شدت تنش خشکی میزان محتوای نسبی آب برگ‌ها کاهش می‌یابد (۲۲)، که دلیل این کاهش می‌تواند کاهش جذب و تاخیر در رشد ریشه (۲۷). از آن‌جا که رشد و نمو گیاه شدیداً به عوامل خاک وابسته است (۷)، به‌نظر می‌رسد کارایی ورمی‌کمپوست در افزایش محتوای نسبی آب و مقاومت به تنش خشکی احتمالاً به‌علت مواد هیومیک اسید آن می‌باشد، هر چند با افزایش غلظت این کود در خاک به‌دلیل ایجاد شوری، مانع رشد و کاهش شدید محتوای نسبی آب برگ گیاه گردید. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد ورمی‌کمپوست در غلظت‌های پایین موجب بهبود این پارامتر در شرایط تنش می‌شود که با نتایج حاصل از

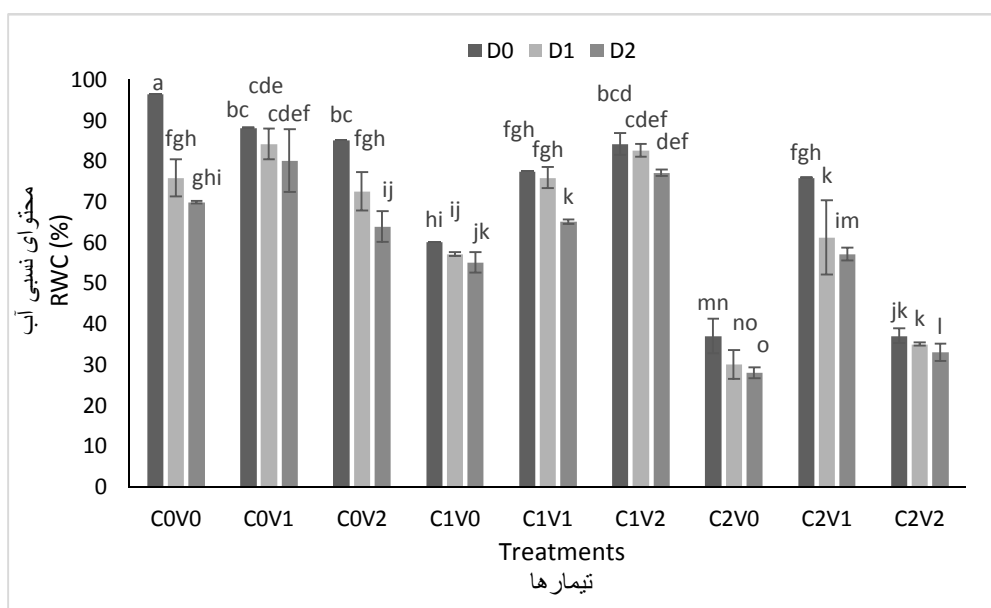
خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدودکننده تولید محصولات گیاهی در سراسر جهان محسوب می‌شود و موجب کاهش رشد و نمو گیاه و سایر فرایندهای متابولیکی می‌گردد، این کاهش عملکرد در ساقه می‌تواند به‌علت افزایش اختصاص مواد به ریشه و افزایش طول جهت نفوذ به خاک برای جذب آب باشد (۲۵)، هم‌چنین می‌تواند به‌علت اختلال در جذب مواد و عناصر غذایی باشد که به موجب آن میزان فتوسنتز گیاه، و در نتیجه رشد آن کاهش می‌یابد (۱۹). تنش خشکی می‌تواند موجب کاهش رشد ریشه گردد. گاهی ریشه نازک می‌شود تا طویل‌تر گردد بنابراین دارای وزن کم‌تری هستند که باعث می‌شود عملکرد ریشه نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یابد (۱۱).

همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود افزودن ورمی‌کمپوست ده درصد موجب افزایش رشد ریشه و کاهش رشد اندام‌های هوایی گردید. به‌دلیل آن‌که مواد آلی کود ورمی‌کمپوست توسط گوارش کرم تجزیه شده است بنابراین حاوی مقادیر زیادی عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف است که سریعاً جذب می‌شوند و فشار اسمزی ریشه افزایش می‌یابد و موجب افزایش جذب آب می‌شود و وزن تر ریشه افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث رشد ابعادی سلول‌ها شده و نیاز به مصرف مواد فتوسنتزی بیش‌تر می‌شود بنابراین ساکارز موجود در آوند آبکش به‌سمت ریشه بیش‌تر از بخش هوایی می‌رود و مقداری از وزن بخش هوایی نسبت به شاهد کاسته می‌شود. ولی در ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد هم ریشه و هم بخش هوایی کاهش رشد داشته است. این نکته را باید اضافه کرد که ورمی‌کمپوست اگرچه حاوی مقادیر زیادی از مواد آلی می‌باشد ولی از ویژگی‌های آن دارا بودن مقادیر زیاد نمک است که باعث شوری خاک می‌شود. اتیه و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند بهترین

به‌دست آمده بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان، متعلق به تیمار تنش شوری ۹ روزه به همراه استفاده از کمپوست ۳۰ درصد و ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد بود و کم‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان مربوط به تیمار شاهد بدون تنش خشکی و بدون کود بود. یکی از تغییرات زیست-شیمیایی که برای گیاهان تحت تنش خشکی رخ می‌دهد، افزایش تجمع ROSها است (۱۰). سلول‌های گیاهی قادرند با القای سیستم آنتی‌اکسیدان بر شرایط تنش اکسیداتیو حاصل از تنش غلبه کنند (۲). نتایج این مطالعه نشان داد با اعمال تنش خشکی در هر دو سطح میزان آنتی‌اکسیدان گیاه به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) افزایش یافت. که این افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان با اعمال کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست بیش‌تر بود.

پژوهش‌های پیشین مطابقت دارد (۷ و ۳۱). ولی در غلظت‌های بالا موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ گیاه اسطوخودوس شد. در تیمارهای استفاده از کمپوست نیز روند مشابهی مشاهده شد با این تفاوت که در همه سطوح کمپوست محتوای نسبی آب برگ کاهش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) یافت که با توجه به این‌که این کود از پسماندهای زباله شهری تهیه شده بود و دارای ترکیبات آلی بالایی بود، به علت ایجاد شوری و سمیت مواد معدنی و آلی موجب کاهش شدید محتوای نسبی آب شده است.

نتایج ارائه شده در شکل ۴ نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تنش خشکی و تیمارهای کودی (کمپوست و ورمی‌کمپوست) بر میزان آنتی‌اکسیدان گیاه دارویی اسطوخودوس می‌باشد ($P \leq 0/05$). بر اساس نتایج

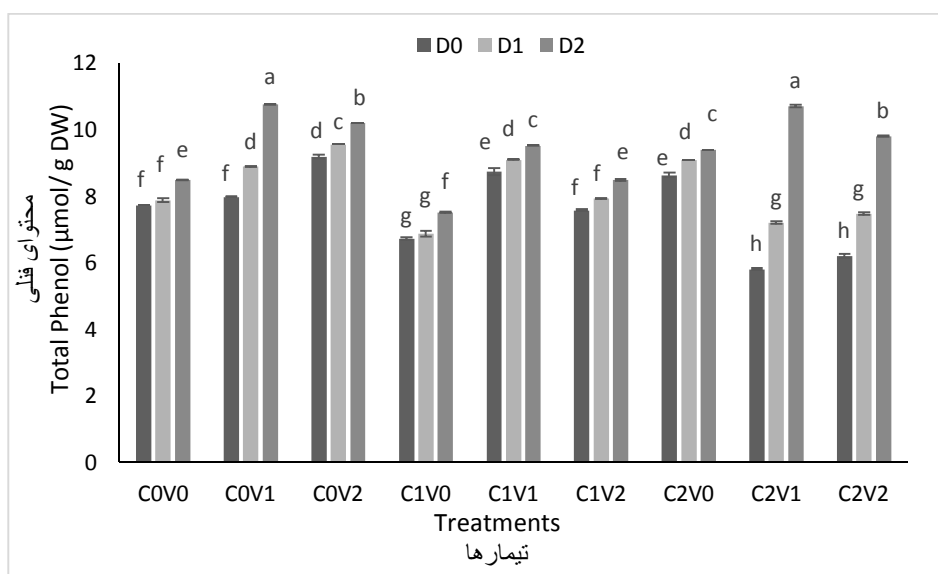


شکل ۳- اثر تنش خشکی، کود کمپوست و ورمی‌کمپوست بر محتوای نسبی آب برگ گیاه اسطوخودوس. مقادیر، میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار است. میانگین‌های با حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است. D_0 : تنش خشکی صفر، D_1 : تنش خشکی پنج روزه، D_2 : تنش خشکی نه روزه، V_0 : ورمی‌کمپوست صفر درصد، V_1 : ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد، V_2 : ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد، C_0 : کمپوست صفر درصد، C_1 : کمپوست ۱۰ درصد، C_2 : کمپوست ۳۰ درصد.

Fig. 3. Effect of drought stress, compost and vermicompost on RWC of *L. angustifolia*. The mean values are the mean of three replicates \pm the standard deviation. The meanings of the same letters indicate no significant difference. D_0 : drought stress 0, D_1 : 5 day drought stress D_2 : drought stress 9 day C_0 : compost 0%, C_1 : compost 10%, C_2 : compost 30%, V_0 : vermicompost 0%, V_1 : vermicompost 10%, V_2 : vermicompost 30%.

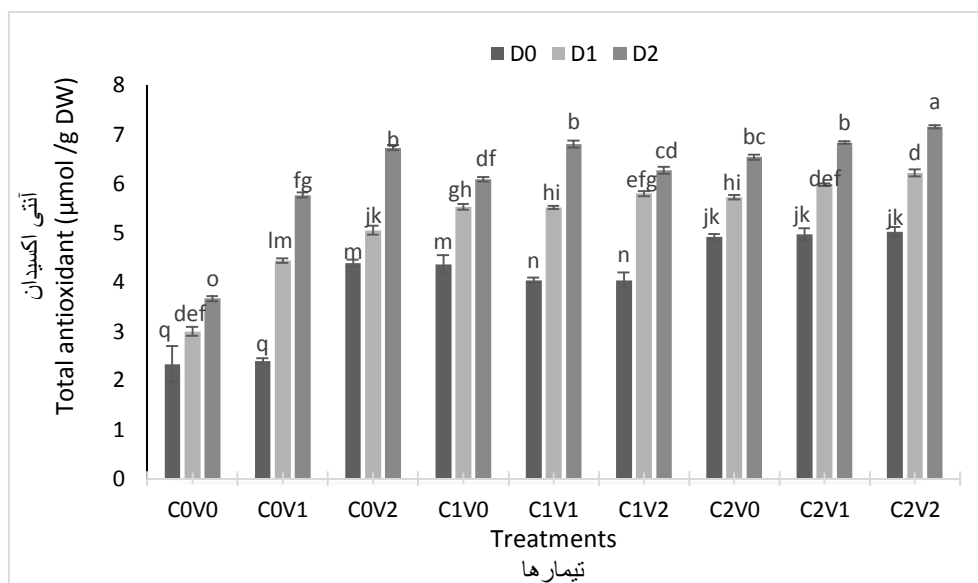
نتایج حاصل از مقایسه میانگین سه تکرار عصاره‌های گیاه اسطوخودوس در تیمارهای مختلف کود و تنش خشکی نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش میزان ترکیبات فنلی گیاه می‌شود و با افزایش سطح خشکی، میزان ترکیبات فنلی نیز افزایش می‌یابد. تیمار کود ورمی‌کمپوست و تنش خشکی در هر دو سطح ۱۰ و ۳۰ درصد موجب افزایش معنی‌داری

در میزان ترکیبات فنل گیاه شد. این تأثیر در تیمارهای کود کمپوست مشاهده نشد و همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد در هر دو سطح ۱۰ و ۳۰ درصد محتوای فنلی گیاه اختلاف معنی‌داری (P ≤ ۰/۰۵) نسبت به شاهد نشان نمی‌دهد. فنل‌ها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند که قادرند رادیکال‌های آزاد را به خود جذب کنند (۱۸).



شکل ۴- اثر تنش خشکی، کود کمپوست و ورمی‌کمپوست بر میزان ترکیبات فنلی گیاه اسطوخودوس. مقادیر، میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. میانگین‌های با حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است. D₀: تنش خشکی صفر، D₁: تنش خشکی پنج روزه، D₂: تنش خشکی نه روزه، V₀: ورمی‌کمپوست صفر درصد، V₁: ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد، V₂: ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد، C₀: کمپوست صفر درصد، C₁: کمپوست ۱۰ درصد، C₂: کمپوست ۳۰ درصد.

Fig. 4. Effect of drought stress, compost and vermicompost on phenol content of *L. angustifolia*. The mean values are the mean of three replicates ± the standard deviation. The meanings of the same letters indicate no significant difference. D₀: drought stress 0, D₁: 5 day drought stress D₂: drought stress 9 day C₀: compost 0%, C₁: compost 10%, C₂: compost 30%, V₀: vermicompost 0%, V₁: vermicompost 10%, V₂: vermicompost 30%.

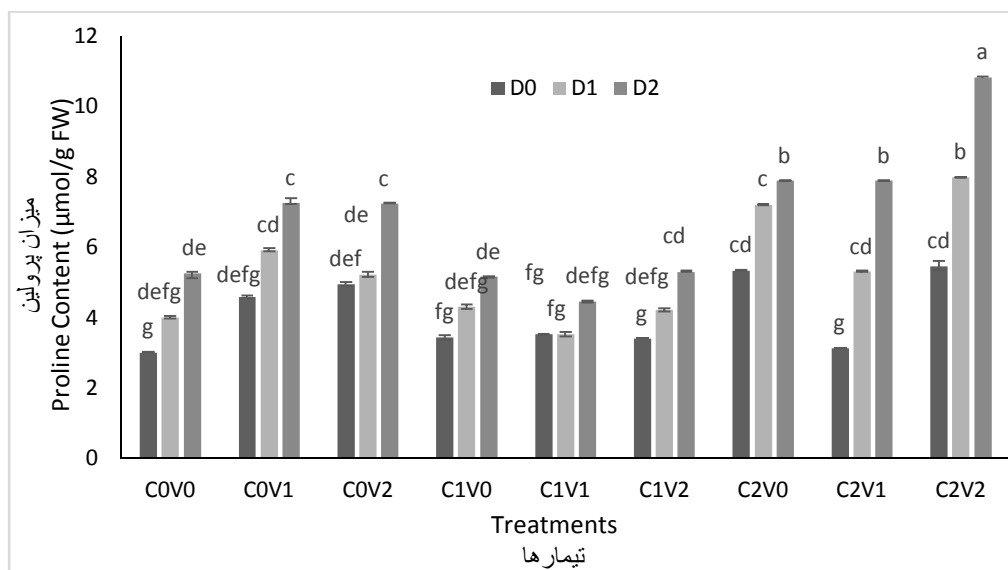


شکل ۵- اثر تنش خشکی، کود کمپوست و ورمی کمپوست بر محتوای آنتی‌اکسیدانی برگ گیاه اسطوخودوس. مقادیر، میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار است. میانگین‌های با حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار است. D₀: تنش خشکی صفر، D₁: تنش خشکی پنج روزه، D₂: تنش خشکی نه روزه، V₀: ورمی کمپوست صفر درصد، V₁: ورمی کمپوست ۱۰ درصد، V₂: ورمی کمپوست ۳۰ درصد، C₀: کمپوست صفر درصد، C₁: کمپوست ۱۰ درصد، C₂: کمپوست ۳۰ درصد.

Fig. 5. Effect of drought stress, compost and vermicompost on total antioxidant of *L. angustifolia*. The mean values are the mean of three replicates \pm the standard deviation. The meanings of the same letters indicate no significant difference. D₀: drought stress 0, D₁: 5 day drought stress D₂: drought stress 9 day C₀: compost 0%, C₁: compost 10%, C₂: compost 30%, V₀: vermicompost 0%, V₁: vermicompost 10%, V₂: vermicompost 30%.

فاقد اختلاف آماری بود ($P \leq 0/05$) و تنها در سطح ۳۰ درصد کمپوست افزایش چشم‌گیر در محتوای پرولین مشاهده شد. به‌طورکلی تنش خشکی در همه سطوح موجب افزایش محتوای پرولین شد. کاهش فشار تورژسانس در شرایط تنش خشکی، اولین دلیل تجمع پرولین می‌باشد (۹)، اما برای سازگاری و جلوگیری از تخریب پروتئین‌ها نیز سنتز می‌شود. افزایش میزان پرولین در تیمارهای ورمی کمپوست می‌تواند به دلیل افزایش اسیدآمین‌های پیش‌ساز تولید پرولین باشد (۳۴)، که این خود می‌تواند موجب تحمل به تنش خشکی شود. هم‌چنین می‌تواند به دلیل افزایش شوری ناشی از ترکیبات آلی موجود در این کودها باشد.

با افزایش تنش خشکی میزان پرولین برگ گیاه اسطوخودوس به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) افزایش یافت (شکل ۶). بیش‌ترین میزان پرولین در تیمار تنش خشکی ۹ روزه به همراه کمپوست ۳۰ درصد بود که نسبت به شاهد حدود ۴ برابر افزایش داشت و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بود، چون طی بروز تنش خشکی بر میزان تجمع پرولین در گیاه افزوده می‌شود. پرولین یک اسیدآمین و یک اسمولیت سازگار می‌باشد، که می‌تواند تا حد زیادی ادامه جذب آب در شرایط تنش را فراهم کند (۱۰). کاربرد ورمی کمپوست در سطح ۱۰ و ۳۰ درصد نیز موجب افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) در محتوای پرولین برگ گیاه شد، ولی کاربرد کمپوست در سطح ۱۰ درصد و هم‌چنین کاربرد هم‌زمان کمپوست و ورمی کمپوست



شکل ۶- اثر تنش خشکی، کود کمپوست و ورمی کمپوست بر میزان پرولین گیاه اسطوخودوس. مقادیر، میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار است. میانگین‌های با حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است. D₀: تنش خشکی صفر، D₁: تنش خشکی پنج روزه، D₂: تنش خشکی نه روزه، V₀: ورمی کمپوست صفر درصد، V₁: ورمی کمپوست ۱۰ درصد، V₂: ورمی کمپوست ۳۰ درصد، C₀: کمپوست صفر درصد، C₁: کمپوست ۱۰ درصد، C₂: کمپوست ۳۰ درصد.

Figure 6. Effect of drought stress, compost and vermicompost on proline content of *L. angustifolia*. The mean values are the mean of three replicates \pm the standard deviation. The meanings of the same letters indicate no significant difference. D₀: drought stress 0, D₁: 5 day drought stress D₂: drought stress 9 day C₀: compost 0%, C₁: compost 10%, C₂: compost 30%, V₀: vermicompost 0%, V₁: vermicompost 10%, V₂: vermicompost 30%.

و در دسترس قرار گرفتن آن‌ها برای تشکیل ترکیب‌های اسانس ضروری می‌باشد، بنابراین می‌توان انتظار داشت که مصرف کودهایی مانند کمپوست و ورمی کمپوست با فراهم نمودن بستر فتوسنتز و تولید این ترکیب‌ها موجب، افزایش اسانس در گیاه نسبت به تیمار شاهد شوند که با برخی از نتایج این پژوهش مطابقت دارد. نتایج مشابهی نیز طی مطالعاتی که بروی گیاهانی مانند ریحان (۲۳)، آویشن (۱۷) و اکلیل کوهی (۲۸) انجام شد، گزارش شده است، مبنی بر این‌که افزایش سطوح خشکی موجب کاهش عملکرد اسانس گردید.

اثرات تنش خشکی، ورمی کمپوست و کمپوست حاصل از پسماند شهری تاثیر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر درصد اجزای اسانس گیاه اسطوخودوس داشتند (جدول ۴). مقایسه نتایج داده‌ها نشان داد که با اعمال تنش خشکی درصد اجزای اسانس در مواردی کاهش یافت و در مواردی هم افزایش مشاهده شد. به‌طور کلی ساخت متابولیت‌های ثانویه در گیاه متأثر از متابولیت‌های اولیه می‌باشد و هر عاملی که سبب تقویت فتوسنتز و متابولیت‌های اولیه در گیاه گردد، افزایش مقادیر متابولیت‌های ثانویه را نیز در پی دارد (۲۱). از آن‌جا که حضور فسفر و سایر عناصر غذایی

جدول ۴- تأثیر کمپوست، ورمی کمپوست و تنش خشکی بر درصد ترکیبات اساسی.

Table 4. Effect of compost, vermicompost and drought stress on essential oil compounds percentage.

Compounds	^o C ₀ V ₀ D ₀	C ₀ V _{1,2} D ₀	C _{1,2} V ₀ D ₀	C _{1,2} V ₀ D _{1,2}	C ₀ V _{1,2} D _{1,2}	C ₀ V ₀ D _{1,2}	C _{1,2} V _{1,0} D ₀	C _{1,2} V _{1,2} D _{1,2}
Decane	17.96	14.34	8.19	3.40	6.35	12.92	2.86	2.83
Benzene, 1,3-dimethyl	8.53	7.44	19.32	3.36	3.00	5.87	1.03	-
1,8-Cineole	-	10.08	6.70	17.16	-	13.37	14.54	8.74
Camphor	1.478	5.25	9.43	6.68	-	4.54	7.30	11.13
Borneol	2.74	8.45	17.13	8.19	6.6	9.77	16.45	19.56
Naphthalene	-	21.6	7.79	5.4	1.05	13.05	11.10	6.02
Z-Citral	-	-	8.53	9.61	-	-	-	-
3-3-Oxo-2-pent	8.103	-	-	-	-	-	-	-
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	16.68	-	-	6.36	22.34	4.51	6.15	7.01
Di-(2 ethylhexyl) phthalate	17.33	-	-	-	31.94	4.51	3.69	8.74
Isopropyl	1.68	1.68	1.68	1.20	-	3.39	1.48	2.11
1,2-Benzenedicarboxylic acid	16.68	-	-	2.60	22.32	5.67	3.69	-
E-Citral	7.88	-	-	16.18	6.15	-	-	-

* D₀: تنش خشکی صفر، D₁: تنش خشکی پنج روزه، D₂: تنش خشکی نه روزه، V₀: ورمی کمپوست صفر درصد، V₁: ورمی کمپوست ۱۰ درصد، V₂: ورمی کمپوست ۳۰ درصد، C₀: کمپوست صفر درصد، C₁: کمپوست ۱۰ درصد، C₂: کمپوست ۳۰ درصد (گیاهان دارای کمپوست ۱۰ و ۳۰ درصد و ورمی کمپوست ۱۰ و ۳۰ درصد و تنش خشکی ۵ و ۹ روزه باهم ادغام شده‌اند، برخی تیمارها در اندازه‌گیری جوابی نداشته است).

D₀: drought stress 0, D₁: 5 day drought stress D₂: drought stress 9 day C₀: compost 0%, C₁: compost 10%, C₂: compost 30%, V₀: vermicompost 0%, V₁: vermicompost 10%, V₂: vermicompost 30% (Plants with compost 10% and 30%, and vermicompost of 10% and 30%, and drought stress of 5 and 9 days were combined, some of the treatments did not respond to the measurement).

جمع‌بندی

گیاه گردید. تنش خشکی، کمپوست و ورمی کمپوست باعث افزایش محتوای پرولین گردید. تنش خشکی، کمپوست و ورمی کمپوست باعث افزایش میزان آنتی‌اکسیدان گیاه گردید. تنش خشکی و ورمی کمپوست باعث افزایش ترکیبات فنلی و کمپوست در همه سطوح موجب کاهش ترکیبات فنلی گردید. کود ورمی کمپوست در سطوح بالا به دلیل دارا بودن مقادیر زیاد مواد آلی و نمک زیاد، شوری خاک را افزایش و رشد گیاه را کاهش می‌دهد.

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که می‌توان با استفاده از سطوح بهینه از کودهای مناسب و غیرسمی به رشد گیاه در تنش خشکی کمک نمود. کود ورمی کمپوست کود مناسب‌تر و بهتری نسبت به کمپوست است، از این‌رو استفاده از سطوح پایین این کود در شرایط تنش خشکی برای غلبه بر آثار مخرب تنش توصیه می‌شود. تنش خشکی، کمپوست و سطوح بالای ورمی کمپوست باعث کاهش رشد اسطوخودوس می‌شود. تنش خشکی، کمپوست و ورمی کمپوست موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ

منابع

1. Ahmadieh, A. and Darman, R. 1984. Mystery of Treatment. Tehran. Eghbal Publication, 312p. (In Persian)
2. Alscher, R.G., Erturk, N. and Heath, L.S. 2002. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress. J. Exp. Bot. 53: 372. 1331-1341.
3. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresour. Technol. 75: 3. 175-180.
4. Barazandeh, M.M. 2002. Essential oil composition of *Lavanula latifolia* Medik from Iran. J. Esse Oil Res. 14: 2. 103-4. (In Persian)
5. Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39: 1. 205-207.
6. Ciba, J., Korolewics, T. and Turek, M. 1999. The occurrence of metals in composted municipal wastes and their removal. Water Air. Soil. Poll. 111: 14. 159-70.
7. Chanda, G.K., Bhunia, G. and Chakraborty, S.K. 2011. The effect of vermicompost and other fertilizers on cultivation of tomato plants. J. Hort. For. 3: 2. 42-45.
8. Chiang, K.Y., Huang, H.J. and Chang, C.N. 2007. Enhancement of heavy metal stabilization by different amendments during sewage sludge composting process. J. Environ. Engin. Manage. 17: 4. 249-56.
9. Franco, J.A., Martinez-Sanchez, J.J., Fernandez, J.A. and Banon, S. 2006. Selection and nursery production of ornamental plants for landscaping and xerogardening in semiarid environments. J. Hort. Sci. B. 81: 1. 3-17.
10. Foyer, C. and Noctor, G. 2003. Redox sensing and signaling associated with reactive oxygen in chloroplasts, peroxisomes and mitochondria. Physiol. Plantarum. 119: 3. 355-364.
11. Gholizadeh, A., Esfahani, M. and Azizi, M.A. 2007. The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on characteristics and quality of moldavian balm. Pajohesh. Sazandegi. 73: 96-102. (In Persian)
12. Gholizade, Z., Aminifard, M.H. and Sayyari, M.H. 2017. Evaluating the effects of municipal waste compost and corm weight on qualitative characteristic and secondary metabolites of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Plant Prod. 40: 3. 53-64. (In Persian)
13. Heuer, B. 1994. Osmoregulatory role of proline in water stress and salt-stressed plants. P 363-381, In: Pessaraki. M. (Ed), Handbook of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker Publisher, New York.
14. Kara, N. and Baydar, H. 2013. Determination of lavender and lavandin cultivars (*Lavandula* sp.) containing high quality essential oil in Isparta. J. Field Crop. 18: 58-65.
15. Kim, K.T., Yoo, K.M., Lee, J.W., Eom, S. H., Hwang I.K. and Lee, C.Y. 2007. Protective effect of steamed American ginseng (*Panaxquin quefolius* L.) on V79-4 cells induced by oxidative stress. J. Ethnopharmacol. 111: 3. 443-450.
16. Lalonde, R., Gagnon, B., Simard, R.R. and Cote, D. 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Can. J. Soil Sci. 80: 2. 263-269.
17. Letchamo, W., Marquard, R., Holz, J. and Gosselin, A. 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. J. Appl. Bot. Food Qual. 68: 83-88.
18. Mirzaei, A., Mohammadi, J., Mirzaei, N. and Mirzaei, M. 2011. The antioxidant capacities and total phenolic contents of some medicinal plants in Iran. J. Fasa Univ. Med. Sci. 3: 1. 104-111. (In Persian)
19. Omidbaigi, R., Hassani, A. and Sefidkon, F. 2003. Essential oil content and composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. J. Esse. Oil Bear. Plant. 6: 2. 104-108 (In Persian)

20. Omidbaigi, R. 2009. Production and Processing of Medicinal Plants. Behnashr Publisher, Mashhad (In Persian)
21. Rahbarian, P., Afsharmaneshb, G. and Shirzadic, M.H. 2010. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Plant Ecophy. 2: 1. 13-19. (In Persian)
22. Rashtbari, M. and Alikhani, H.A. 2012. Effect and efficiency of municipal solid waste compost and vermicompost on morpho-physiological properties and yield of canola under drought stress conditions. Agricultural science and sustainable production. 22: 2. 114-127. (In Persian)
23. Refaat, A.M. and Saleh, M.M. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet Basil plants. Bull. Cairo Univ. Fac. Agric. 48: 515-527.
24. Robin, A., Szmidt, K. and Dickson, W. 2001. Use of compost in agriculture, Frequently Asked questions (FAQs). Remade Scotland.
25. Sangwan, N.S., Farooqi Abad, A.H. and Sangwan, R.S. 1994. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. New Phytol. 128: 1. 173-179.
26. Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. J. Agric. Food Chem. 40: 6. 945-948.
27. Stratton, M.L., Barker, A. and Ragsdale, J. 2000. Sheet composting overpowers weeds in restoration project. Biocycle. 41: 4. 57-59.
28. Solinas, V. and Deiana, S. 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Italian Eppos. 19: 189-198.
29. Tarumingkeng, R.C. and Coto Z. 2003. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman, Science Philosophy. Agricultural University. 702p.
30. Tonutti, I. and Liddle, P. 2010. Aromatic plants in alcoholic beverages. Flavour Fragr J. 25: 341-350.
31. Turgut, A.C., Emen, F.M., Canbay, H.S., Demirdogen, R.E., Cam, N., Kılıc, D. and Yesilkaynak, T. 2017. Chemical Characterization of *Lavandula angustifolia* Mill as a Phytocosmetic Species and Investigation of its Antimicrobial Effect in Cosmetic Products. J. Turk. Chem. Soc. Chem. 4: 1. 283-298.
32. Uma, B. and Malathi, M. 2009. Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of *Amaranthus* species. Res. J. Biol. Sci. 5:6. 1054-1060.
33. Past, V., Mesdaghinia, A.R. and Naderi, M. 2016. Determination of toxic metals pollution using extraction (TCLP) in six brands of vermicompost produced from bio-wastes in Tehran. Iran. J. Heal. Environ. 9: 2. 289-298. (In Persian)
34. Wang, D., Shi, Q., Wang, X., Wei, M., Hu, J., Liu, J. and Yang, F. 2010. Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). Biol. Fertil. Soils. 46: 7. 689-696.