فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۰، شماره ۴۴، مهر و آبان‌ماه ۱۴۰۰ صفحه: ۱۴۷-۱۵۹

مقاله پژوهشی

اثر تنش خشکی و کود زیستی ورمی‌کمپوست بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.)

قدرت‌اله شرفی[۱]، مهدی چنگیزی[۲]، مسعود رفیعی*[۲و۳]، مسعود گماریان[۲]، شهاب خاقانی[۲]

[۱]گروه گیاهان دارویی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

[۲]گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

[۳]بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷)

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و کود زیستی ورمی‌کمپوست بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خرم آباد به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به‌صورت آزمایش گلدانی به اجرا در آمد. فاکتورها شامل میزان کود ورمی‌کمپوست در سطوح صفر، ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجم گلدان و تنش آبی شامل آبیاری براساس ۸۵ (شرایط نرمال رطوبتی به‌عنوان شاهد)، ۷۰ (تنش متوسط)، و ۵۵ (تنش شدید) درصد رطوبت ظرفیت زراعی بود. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a و کلروفیل b)، آنزیم آنتی‌اکسیدان کاتالاز، پروتئین، متابولیت‌های ثانویه آلفاترپینن، تیمول و کارواکرول و صفات مورفولوژیک ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر و وزن خشک بوته کاهش معنی‌داری یافت، اما تنش خشکی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پراکسیداز و هیدروژن پراکسیداز، میزان قندهای محلول غیرساختاری و اسید آمینه پرولین را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. افزایش مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار کلروفیل b، هیدروژن پراکسیداز، آلفاترپینن، تیمول، کارواکرول، درصد اسانس، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر و وزن خشک بوته شد، اما کلروفیل a و قندهای محلول غیرساختاری را کاهش داد. براساس نتایج این آزمایش، تنش خشکی و ورمی‌کمپوست مستقل از یکدیگر عمل نمودند. با افزایش شدت تنش خشکی علی‌رغم اقدام گیاه به دفاع آنتی‌اکسیدانی و تنظیم اسمزی، تولید اغلب متابولیت‌های ثانویه و رشد گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت؛ اما مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش این صفات شد. نتایج این آزمایش از طرفی حساسیت زیاد آویشن باغی به تنش خشکی و از سوی دیگر اهمیت کاربرد ورمی‌کمپوست در افزایش تولید و ارزش دارویی این گیاه را تأیید نمود.

کلمات کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تنظیم اسمزی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، متابولیت‌های ثانویه

مقدمه

آویشن (*Thymus vulgaris* L.) به‌علت داشتن عطر و همچنین

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rafieemasoud@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

خواص دارویی در همه جای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. وجود غده‌های ترشحی در سطح برگ‌ها و گل‌های گیاه عامل اصلی عطر و خواص دارویی موجود در گیاه است. آویشن بومی کشورهای مدیترانه است و گاهی نیز به حالت وحشی دیده می‌شود. این گیاه در دامنه‌های کوه بین تخت سنگ‌ها نواحی مختلف مدیترانه مخصوصاً در کشورهای فرانسه، پرتغال، اسپانیا، ایتالیا، یونان و برخی نواحی آسیا می‌روید (Jamzad, 2009). اسانس آویشن باغی به‌دلیل میزان بالای تیمول و کارواکرول بیشترین خاصیت ضداکسیدانی را داراست و به‌عنوان ضداکسیدان طبیعی استفاده شوند (Mehran *et al.*, 2016). در حال حاضر صنایع داروسازی تعدادی از کشورهای غربی از مواد مؤثره این گیاه داروهای متعددی ساخته و به بازار دارویی عرضه می‌کنند (Omidbeigi, 2013).

در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولید به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (Reddy *et al.*, 2004). تنش خشکی باعث تخریب غشاء و کاهش مقدار کلروفیل برگ می‌شود (Heidari Sharifabad, 2000). خشک شدن بافت‌های برگ نه‌تنها مانع ساخته‌شدن کلروفیل می‌شود، بلکه باعث شکسته‌شدن کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل (Heidari Sharifabad, 2000) ناشی از افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز (Mihalovic and Lazarevic, 1977) می‌گردد. بعضی گزارش‌ها بیان‌کننده افزایش میزان کلروفیل با افزایش تنش رطوبتی (ناشی از کاهش رشد سلول‌های برگ و درنتیجه افزایش غلظت کلروفیل در واحد حجم سلول) (Barraclough and Kate, 2001) و بعضی نشان‌دهنده کاهش غلظت کلروفیل در شرایط تنش رطوبتی است (Kafi and Rostami, 2007).

گیاهان در مقابله با تنش خشکی سازوکارهای حفاظتی متفاوتی را در پیش می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به تجمع اسمولیت‌هایی مثل پرولین و قندهای محلول و سازوکارهای آنزیمی و غیرآنزیمی در برابر تنش اکسیداتیو ناشی از خشکی اشاره کرد (Tian and Li, 2006). قندهای محلول در شرایط تنش خشکی تجمع یافته و به‌عنوان عوامل حفاظتی در گیاهان عمل می‌کنند. در شرایط تنش خشکی، قندها از طریق تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس و همچنین پایداری غشاها و پروتئین‌ها از سلول‌ها محافظت می‌کنند. قندها در طول آب‌زدایی سلول‌ها با شیشه‌ای شدن سیتوپلاسم (Cytoplasm vitrification) سبب تحمل گیاهان به خشکی می‌شود (Bartels and Sunkar, 2005). تجمع قندهای محلول داخل سلول‌ها در تنظیم اسمزی نقش مهم ایفا نموده و کمک می‌کند تا پتانسیل آب سلول کاهش یافته و آب بیشتری برای حفظ تورگر تحت تنش کم آبی داخل سلول باقی بماند (Kafi and Damghani, 2000). در تحقیقی افزایش سطوح تنش خشکی باعث افزایش معنی‌داری در میزان قندهای محلول در ریشه و برگ گیاه ریحان در مقایسه با گیاهان شاهد شد (Bahrami Chegni *et al.*, 2012).

تجمع پرولین تحت تنش خشکی به وجود ترکیبات پر انرژی حاصل از فتوسنتز ربط داده شده است که سبب تحریک سنتز پرولین می‌شود (Zhang *et al.*, 2000). با کاهش رطوبت خاک، مقدار پرولین برگ‌ها افزایش می‌یابد (Bahrami Chegni *et al.*, 2012).

پسابیدگی (Dehydration) سبب تجزیه پروتئین‌ها و تخریب کمپلکس ماکرومولکول‌ها و توقف ساخت معمولی مجموعهٔ پروتئین‌ها در مرحله ترجمه می‌گردد (Kafi *et al.*, 2009)، درحالی‌که پروتئین‌های کانال‌های آبی از جمله آکوپورین‌ها و ماکرومولکول‌هایی مانند پروتئین‌های هیدروفیلیک که نقش فاکتورهای محافظ دارند، با تنش خشکی افزایش می‌یابند (Wenhugsic, 1992). فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان تحت عوامل تنش‌زای مختلف مانند خشکی، سرما، ایجاد زخم، شوری، آلاینده‌های هوا و پاتوژن‌ها افزایش می‌یابد و هر مورد عمل حفاظتی خاص را القا می‌کند. پراکسیدازها در جذب H_2O_2 و پراکسیدهای آلی که تحت شرایط تنش مختلف تشکیل می‌شوند اهمیت دارد (Wu *et al.*, 2009).

کودهای زیستی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و درنتیجه کاهش اثرات منفی زیست محیطی (Karlidag *et al.*, 2007) و افزایش عملکرد گیاهان در سیستم‌های کشاورزی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

مورد استفاده قرار می‌گیرند (Abbaszadeh, 2005).

در مطالعه تأثیر کاربرد کودهای دامی و زیستی بر عملکرد بیوماس، عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی گشنیز، بیشترین عملکرد بیوماس (۱۰۹۴۶/۱ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۲۰ تن کود دامی و بیشترین عملکرد دانه و عملکرد اسانس با مصرف ۱۵ تن کود دامی حاصل شد (Darzi *et al.*, 2010). تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده رشد گیاه و در پی آن افزایش تعداد ساقه‌های فرعی گیاه است. تیمارهای کود آلی و زیستی با تأمین تدریجی عناصر غذایی تا حد زیادی باعث افزایش تعداد ساقه‌های فرعی گیاه شدند (Rezaei Moadab *et al.*, 2013). گزارش شده که استفاده از کودهای آلی و زیستی باعث افزایش معنی‌دار تعداد ساقه فرعی در گیاه ریحان نسبت به تیمارهای کود شیمیایی و شاهد گردید (Tahami Zarandi *et al.*, 2013). همچنین تأثیر انواع کودهای آلی و زیستی در افزایش تعداد شاخه اصلی و فرعی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) معنی‌دار گزارش شده است (Moradi, 2004). افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه فلفل (*Capsicum annum* L.) (Arancon *et al.*, 2004) با افزایش مصرف ورمی کمپوست گزارش شده است.

در آزمایشی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomllia* L.) شد (Azizi *et al.*, 2008). Ratti و همکاران (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که کاشت بذر گیاهان دارویی همراه با کودهای زیستی سبب افزایش در جذب عناصر غذایی توسط ریشه شده و در نتیجه فاکتورهای رشد را افزایش خواهند داد. اثر کودهای زیستی بر رشد، عملکرد و محتوای اسانس روغن در گیاهان دارویی قابل توجه بوده، خواص دارویی و همچنین ترکیبات معطر را در گیاهان بهبود می‌بخشد. Yeganehpour و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر تنش خشکی و کود زیستی بر عملکرد دانه گشنیز نشان دادند که کم آبی باعث کاهش، و در مقابل، کود زیستی خنثی‌کننده اثر تنش و تعادل یا افزایش عملکرد بذر می‌گردد.

هدف از اجرای این پژوهش بررسی کاهش اثرات تنش خشکی با استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه آویشن باغی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۷ در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهر خرم‌آباد با ۳۳ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ۱۱۷۱ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا گردید. شهر خرم‌آباد دارای اقلیم نیمه‌گرمسیری با تابستان گرم و خشک براساس طبقه‌بندی دومارتن است. براساس آمار بلندمدت متوسط حداقل، حداکثر و متوسط حرارت به‌ترتیب ۹/۲، ۲۵/۲ و ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد دارای اقلیم معتدل با متوسط بارش سالیانه ۵۲۵ میلی‌متر و میانگین رطوبت نسبی ۴۶/۷ درصد است.

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به‌صورت آزمایش گلدانی به اجرا در آمد. فاکتورها شامل تنش خشکی از طریق آبیاری در ۸۵ (I1: شرایط نرمال رطوبتی)، ۷۰ (I2: تنش متوسط)، و ۵۵ (I3: تنش شدید) درصد رطوبت ظرفیت زراعی و فاکتور میزان کود ورمی‌کمپوست: صفر (V1: شاهد)، ۳۰ (V2)، ۵۰ (V3) و ۷۵ (V4) درصد حجم گلدان بود. در این طرح قبل از انجام آزمایش میزان عناصر غذایی خاک و ورمی‌کمپوست اندازه‌گیری شد. خصوصیات خاک و ورمی‌کمپوست به‌کار رفته در آزمایش به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

بذور در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر کشت شدند. ابتدا خاک مورد استفاده در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱/۵ ساعت سترون شد و گلدان‌ها نیز پس از شستشو با آب معمولی، به‌وسیله الکل ضدعفونی گردیدند. پس از آماده‌سازی خاک گلدان‌ها و استریل نمودن آن، سطوح کود ورمی‌کمپوست با خاک مخلوط گردید و در گلدان‌ها ریخته شد. سپس حفره‌های کاشت بذور ایجاد شد و بذور در آنها کاشته شدند. در هر گلدان ۲۰ عدد بذر کاشته شد و پس از رشد و سبزشدن بذور، بوته‌ها طی چند مرحله تنک گردید و درنهایت به تعداد هشت عدد در هر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

مشخصات نمونه خاک	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	pH	هدایت الکتریکی	درصد مواد خشی‌شونده (آهک)	بافت خاک
	(٪)			(میلی¬گرم در کیلوگرم)					(میلی‌موس بر سانتی‌متر)	(٪)	
	۱/۴۶	۲۵/۲	۳۴۰	۵/۹	۶/۶	۰/۳۴	۰/۴۳	۷/۶	۰/۴۵	۱۷/۷	لای رسی شنی

جدول ۲- خصوصیات ورمی‌کمپوست مورد استفاده

اسیدیته	هدایت الکتریکی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	مس
	(دسی‌زیمنس بر متر)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)								
۸/۰۳	۴/۹	۶۶۰۰	۴۲۳۰	۴۴۰۰	۳۳۰۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۶۵۰	۱۲۵	۳۰

گلدان رسید. تا یک ماه پس از کاشت (۶-۸ برگی‌شدن بوته‌ها) گلدان‌ها به مقدار مساوی آبیاری شدند و از این مرحله به بعد اعمال تنش‌های آبیاری از طریق توزین گلدان‌ها شروع شد. صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر بوته و وزن خشک بوته؛ صفات فیزیولوژیک شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل a و کلروفیل b (Arnon, 1949)، قندهای محلول (Kochert, 1978)، آنزیم‌های پراکسیداز (Mae-Adam and Nelson, 1992)، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز (Chance and Maehly, 1955)؛ ترکیبات نیتروژنه پروتئین کل (Lowry *et al.*, 1951) و پرولین (Bates *et al.*, 1973) و صفات بیوشیمیایی شامل متابولیت‌های ثانویه آلفاترپینن، تیمول، کارواکرول و اسانس با استفاده از دستگاه GC مدل Agilent 7890 A و MASS مدل 5975C MSD اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزارهای SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی: اثرات ساده تنش خشکی و ورمی کمپوست بر میزان رنگیزه‌های کلروفیل a و کلروفیل b در آویشن معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی از میزان کلروفیل‌های a و b به‌صورت خطی کاسته شد، به‌طوری‌که رنگیزه‌های فوق در شرایط تنش ملایم خشکی به‌ترتیب ۸/۳ و ۱۴/۶ درصد و در شرایط تنش شدید خشکی به‌ترتیب ۱۶/۷ و ۲۵/۳ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافت (شکل 1a).

میزان کلروفیل‌های a و b با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری یافتند، به‌طوری‌که در سطوح ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، کلروفیل a به‌صورت خطی به‌ترتیب ۱/۲۶، ۱/۲۱ و ۱/۲۳ درصد و کلروفیل b به‌صورت منحنی پلی‌نومیال درجه ۲ به‌ترتیب ۱/۵۸، ۲/۱۱ و ۷/۱۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (شکل 1b).

گزارش شده که با افزایش فاصله آبیاری محتوای کلروفیل کل و کلروفیل a و b در مقایسه با شاهد کاهش یافت (Bahrami Chegni *et al.*, 2012). اثر کمبود آب بر فتوسنتز به‌دلیل محدودیت فرآیندهای بیوشیمیایی و فتوشیمیایی و نیز محدودیت هدایت روزنه‌ای در اثر بسته‌شدن و مقاومت روزنه‌ای گیاه به هنگام تنش کمبود آب است (Cornic and Briantais, 1991). کاهش کلروفیل کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b تحت شرایط تنش آبی در آویشن (Maleki Lajair, 2011)، بادرشبو (Safikhani, 2005) و ریحان (Aslani *et al.*, 2009) گزارش شده است. تنش خشکی از طریق افزایش تنش

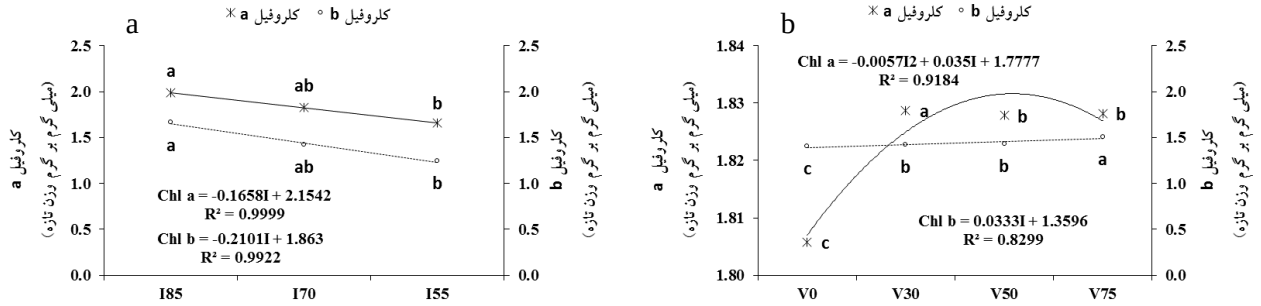
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک آویشن باغی میانگین مربعات

منبع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	پراکسیداز	کاتالاز	آسکوربات پراکسیداز	قندهای محلول	پروتئین	پرولین
تنش خشکی	۲	۱/۱۳**	۴/۴۳**	۰/۶۵۱**	۰/۰۰۳**	۱/۱۷۳**	۰/۵۰۸ **	۰/۰۰۳۹**	۱۶/۰۳**
ورمی‌کمپوست	۳	۰/۰۵**	۴/۰۶**	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۱۷۸*	۰/۰۹۸**	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۸
تنش خشکی × ورمی‌کمپوست	۶	۰/۰۰۷	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۰۱۱	۲/۰۲
خطا	۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳۴	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۳۲	۱/۰۱۳
ضریب تغییرات	٪	۲/۴۱	۶/۹۷	۱۱/۳	۶/۰۴۷	۳/۸۱۳	۱۰/۶۹	۱۰/۲۳۱	۹/۳۱۷

*** و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد**



شکل ۱- اثر تنش خشکی (a) و ورمی‌کمپوست (b) بر رنگیزه‌های فتوسنتزی

I85، I70 و I55 تنش خشکی به‌ترتیب شامل آبیاری براساس ۸۵ (شاهد)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی؛ V0، V30، V50 و V75: ورمی کمپوست به‌ترتیب صفر، ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجم گلدان. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD هستند.

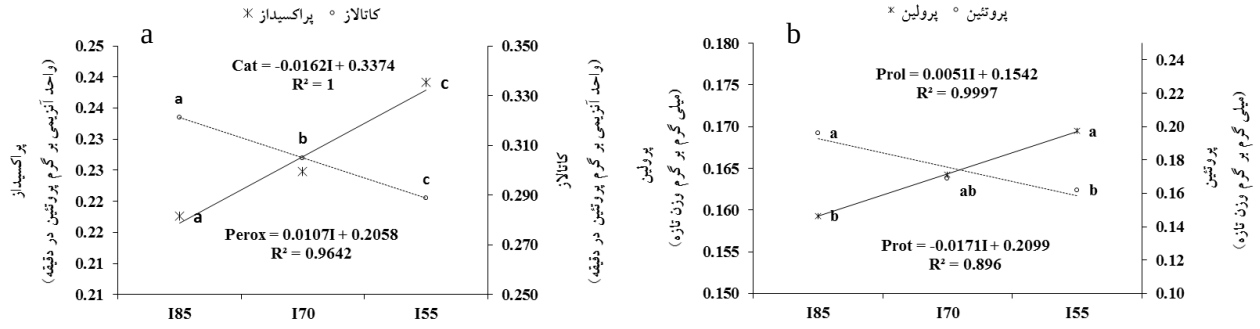
اکسیداتیو و تولید ROS می‌تواند غشاءهای تیلاکوئید که محل استقرار رنگیزه‌های فتوسنتزی هستند را مورد مخاطره قرار دهد (Aslani *et al*., 2009).

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان: تنها اثر ساده تنش خشکی بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پراکسیداز و کاتالاز در آویشن معنی‌دار بود (جدول ۳). آنزیم پراکسیداز ۳/۲ درصد در شرایط تنش ملایم خشکی و ۹/۰ درصد در شرایط تنش شدید خشکی افزایش معنی‌داری نشان داد، اما آنزیم کاتالاز در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی به‌ترتیب ۵/۱ و ۱۰/۱ درصد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲).

اثر ساده تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بر آنزیم آسکوربات پراکسیداز در آویشن معنی‌دار بود (جدول ۳). آنزیم آسکوربات پراکسیداز در شرایط تنش ملایم خشکی ۳/۸ درصد و در شرایط تنش شدید خشکی ۶/۱ درصد افزایش خطی و معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). روند تغییرات آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطوح ورمی‌کمپوست از یک رابطه پلی‌نومیال درجه ۲ پیروی نمود، به‌طوری‌که در سطوح ۳۰ و ۵۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۵۲ درصد کاهش یافت، لیکن در سطح ۷۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، ۰/۵۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳).

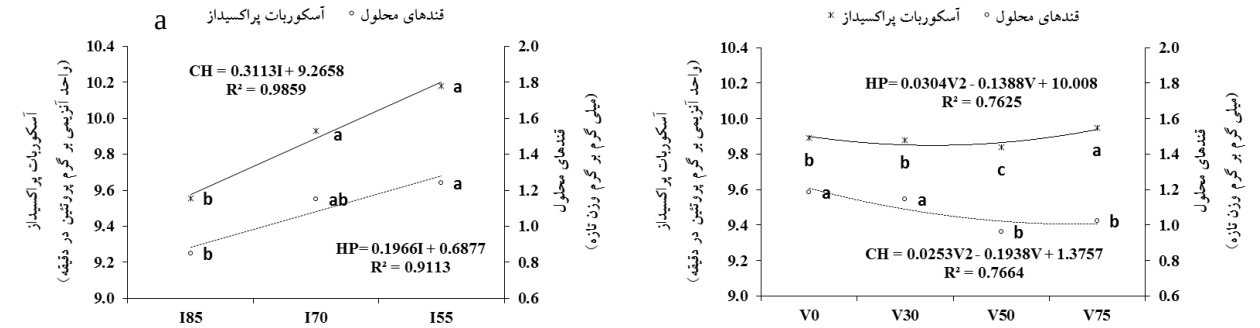
سازوکارهای آنزیمی و غیرآنزیمی در برابر تنش اکسیداتیو، یکی دیگر از سازوکارهای حفاظتی گیاهان در مقابله با تنش خشکی است (Tian and Li, 2006). افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در سطوح مختلف خشکی در برنج (Sharma and Dubey, 2005) و ریحان (Aslani *et al*., 2009) گزارش شده است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر پراکسیداز و کاتالاز (a) و بر پروتئین و پرولین (b)

I85، I70 و I55 تنش خشکی به‌ترتیب شامل آبیاری براساس ۸۵ (شاهد)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD هستند.



شکل ۳- اثر تنش خشکی (a) و ورمی‌کمپوست (b) بر آنزیم آسکوربات پراکسیداز و قندهای محلول

I85، I70 و I55: تنش خشکی به‌ترتیب شامل آبیاری براساس ۸۵ (شاهد)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی؛ V0، V30، V50 و V75: ورمی کمپوست به‌ترتیب صفر، ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجم گلدان. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD هستند.

جدول ۴- تجزیه واریانس متابولیت‌های ثانویه و صفات مورفولوژیک آویشن باغی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		آلفاترپین	تیمول	کارواکرول	درصد اسانس	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	وزن تر بوته	وزن خشک بوته
تنش خشکی	۲	۱۰/۱۵**	۱۱۱۳**	۱۵/۲**	۰/۰۱۷	۱۸/۹*	۴/۲۲*	۸/۳۷**	۰/۷۹۳**
ورمی‌کمپوست	۳	۲/۹۰**	۱۹۲**	۴/۲۶**	۰/۱۶**	۱۰۰**	۱۲/۳۷**	۳/۷۷**	۰/۵۴۴**
تنش خشکی × ورمی‌کمپوست	۶	۰/۰۹۸	۵/۴۰۹	۰/۱۸۱	۰/۰۱۶	۸/۵۷	۱/۵۵۴	۱/۰۸	۰/۱۴۴
خطا	۲۴	۰/۰۴۱	۳/۹۷۷	۰/۳۷۵	۰/۰۰۷۵	۴/۹۱	۱/۵۸۳	۰/۶۰۷	۰/۰۸۲
ضریب تغییرات	٪	۹/۸۶	۳/۸۴	۸/۷۴	۱۱/۴	۸/۰۴	۱۰/۳۳	۱۱/۹	۱۲/۷

*** و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد**

ترکیبات اسمزی (پروتئین، پرولین و قندهای محلول): اثر ساده تنش خشکی بر میزان پروتئین و پرولین در آویشن معنی‌دار بود (جدول ۳). میزان اسیدآمینه پرولین ۳/۰ درصد در شرایط تنش ملایم خشکی و ۶/۰ درصد در شرایط تنش شدید

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

خشکی افزایش خطی و معنی‌داری نشان داد، اما میزان پروتئین در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی به‌ترتیب ۱۳/۸ و ۱۷/۴ درصد کاهش خطی و معنی‌داری یافت (شکل ۲).

میزان قندهای محلول در آویشن به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی و ورمی‌کمپوست قرار گرفت (جدول ۳) و در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی به‌ترتیب ۲۶/۳ و ۳۱/۷ درصد افزایش خطی و معنی‌داری نشان داد. اما میزان قندهای محلول در سطوح ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۳/۳، ۱۸/۹ و ۱۳/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد به‌صورت یک رابطه پلی‌نومیال درجه ۲ کاهش نشان داد (شکل ۳).

نتایج حاصل از مطالعه گیاه شوید نشان داده که مقدار قندهای محلول موجود در بخش هوایی و ریشه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند (Khakshour Moghadam *et al.*, 2010). افزایش قندهای محلول در اثر شرایط تنش خشکی در ریحان (Aslani *et al.*, 2009) نیز گزارش شده است.

قندهای محلول با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست کاهش معنی‌داری یافت. دلیل این کاهش آن است که ورمی‌کمپوست ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک را نیز افزایش می‌دهد و از آبشویی عناصر غذایی جلوگیری می‌کند (Darzi *et al.*, 2008)، لذا ورمی‌کمپوست نیاز به تنظیم اسمزی از طریق افزایش قندهای محلول را منتفی ساخته است.

تنش خشکی در حقیقت کاهش پتانسیل آب خاک است. در چنین شرایطی گیاه به‌منظور ادامه جذب آب و بقای خود، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله پرولین و کربوهیدرات‌های محلول، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد و یا به‌عبارت دیگر، تنظیم اسمزی انجام می‌دهد (Irigoyen *et al.*, 1992; Bahrami Chegni *et al.*, 2012). گزارش شده است که در برگ‌های بالغ تجزیه پروتئین‌ها باعث کاهش غلظت آنها و درنتیجه افزایش اسیدهای امینه آزاد از جمله پرولین می‌شود (Irigoyen *et al.*, 1992).

متابولیت‌های ثانویه: اثرات ساده تنش خشکی و ورمی کمپوست بر میزان گاماترپینن، تیمول و کارواکرول در آویشن معنی‌دار بود، اما درصد اسانس تنها تحت تأثیر ورمی‌کمپوست قرار گرفت (جدول ۴). میزان گاماترپینن، تیمول و کارواکرول با افزایش شدت تنش خشکی به‌ترتیب ۳/۳۶، ۱۹/۱ و ۱۶/۰ درصد در شرایط نرمال رطوبتی و به‌ترتیب ۶۰/۱، ۲۳/۴ و ۲۷/۳ درصد در تنش شدید خشکی کاهش خطی و معنی‌داری یافت (شکل ۳a).

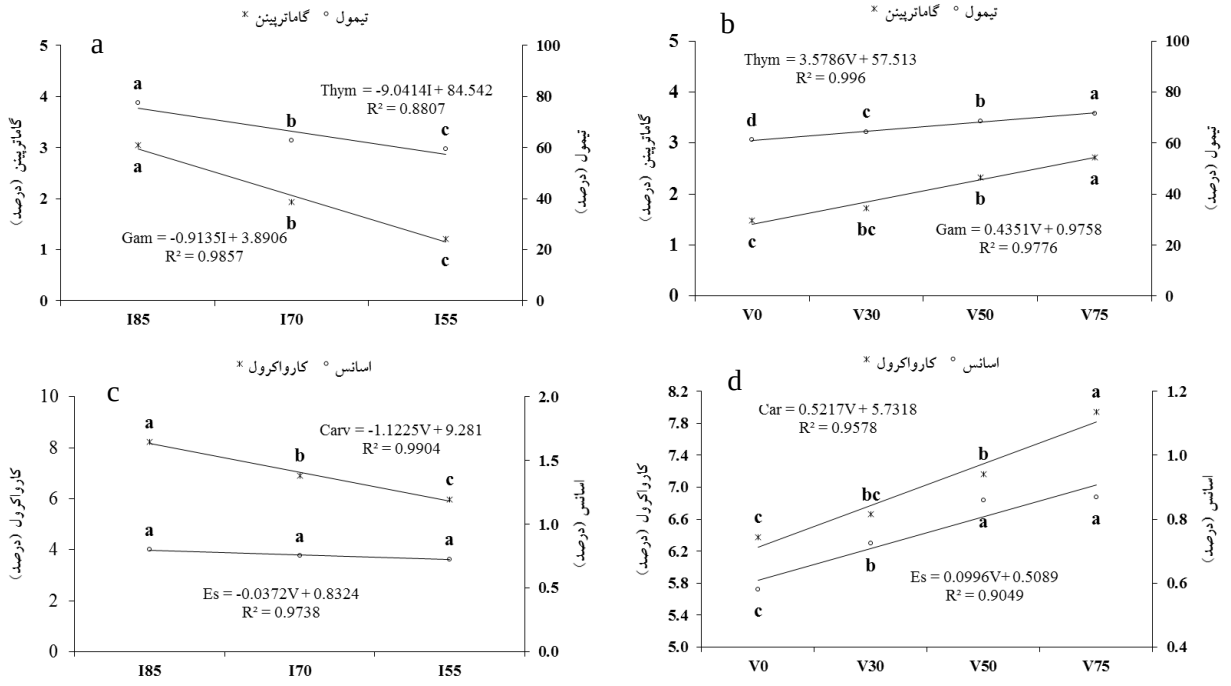
مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی نشان داد که در سطوح ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، میزان آلفاترپینن به‌ترتیب ۱۴/۳، ۳۶/۵ و ۴۵/۸ درصد، میزان تیمول به‌ترتیب ۴/۹، ۱۰/۸ و ۱۴/۷ درصد، میزان کارواکرول به‌ترتیب به ۴/۳، ۱۱/۱ و ۱۹/۸ درصد و درصد اسانس به‌ترتیب ۱۹/۷، ۳۲/۴ و ۳۳/۰ درصد نسبت به عدم‌مصرف ورمی‌کمپوست افزایش خطی و معنی‌داری نشان داد (شکل ۳b).

این نتایج مؤید این نکته است که کاربرد بیشتر ورمی‌کمپوست به‌دلیل بهبود ظرفیت نگهداری آب و تأمین متعادل عناصر غذایی، میزان متابولیت‌های ثانویه در گیاه آویشن را افزایش داده است. تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی تحت کنترل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی به‌ویژه شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند (Letchamo *et al.*, 1994; Hassani *et al.*, 2003). نتایج مشابه از آزمایش روی گیاه ریحان (Tahami- Zarandi, 2013) و در گیاه رازیانه (Moradi, 2004) در خصوص نقش تنش خشکی در کاهش متابولیت‌های ثانویه گزارش شده است.

کاربرد صحیح عناصر و مواد غذایی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد گیاهان دارویی دارد، بلکه در بهبود کمیت و کیفیت مواد مؤثره محصول تولیدشده نیز مؤثر است (Omidbeigi, 2013). در آزمایشی معلوم شد که استفاده توأم از نیتروکسین، بیوفسفر و ورمی‌کمپوست و نیز دیگر تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست در ریحان با وجود این‌که بیشترین عملکردها را شامل شدند، دارای درصد اسانس بالایی نیز بودند که این نشانه تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر افزایش اسانس بود (Rezaei Moadab *et al.*, 2013). در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]



شکل ۴- اثر تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بر گاماترپینن (Gam) و تیمول (Thym) (به‌ترتیب a و b) و بر کارواکرول (Carv) و اسانس (Es) (به‌ترتیب c و d)

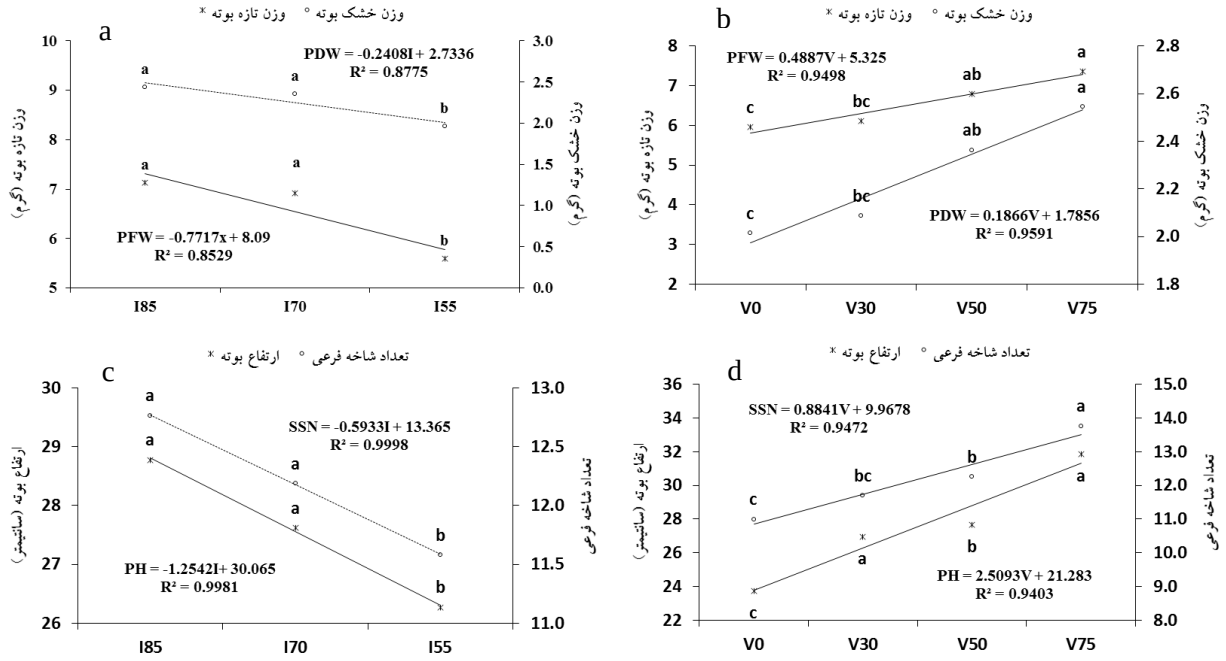
I85، I70 و I55: تنش خشکی به‌ترتیب شامل آبیاری براساس ۸۵ (شاهد)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی؛ V0، V30، V50 و V75: ورمی کمپوست به‌ترتیب صفر، ۳۰، ۵۰ و۷۵ درصد حجم گلدان. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

درصد اسانس گیاهان دارویی می‌شوند (Amin, 1997). افزایش معنی‌دار متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی رازیانه (Moradi, 2004; Mona *et al.*, 2008) و بابونه (Vildova *et al.*, 2006) به‌واسطه استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک پیش از این گزارش شده است. Ahmadian و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر متقابل تنش خشکی و مصرف کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز اعلام نمودند که مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی ضمن کاهش اثرات منفی تنش خشکی، باعث افزایش میزان ماده مؤثره و بهبود خصوصیات کیفی اسانس زیره سبز گردید و جایگزین آبیاری بیشتر در مرحله پرشدن دانه شد.

خصوصیات مورفولوژیک آویشن باغی: اثرات ساده تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر و خشک بوته در آویشن معنی‌دار بود (جدول ۴). ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی با افزایش شدت تنش خشکی کاهش خطی و معنی‌داری نشان داد و به‌ترتیب از ۲۸/۸ سانتی‌متر و ۱۲/۸ شاخه فرعی در شرایط نرمال رطوبتی به ۲۶/۳ سانتی‌متر و ۱۱/۶ شاخه در تنش شدید خشکی رسید (جدول ۴). ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست از ۲۳/۷ سانتی‌متر و ۱۰/۹ شاخه فرعی در شرایط عدم‌مصرف به بیشترین مقدار خود (به‌ترتیب ۳۱/۹ سانتی‌متر و ۱۳/۸ شاخه) با مصرف ۷۵٪ حجمی افزایش خطی و معنی‌داری یافت (شکل ۴).

وزن تر و خشک بوته با افزایش شدت تنش خشکی کاهش خطی و معنی‌داری یافت و به‌ترتیب از ۱۳/۷ و ۲/۴۴ گرم در شرایط نرمال رطوبتی به‌ترتیب به ۵/۵۹ و ۱/۹۵ گرم در تنش شدید خشکی رسید (شکل ۵)، اما وزن تر و خشک بوته با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست به‌ترتیب از ۵/۹۴ و ۲/۰۱

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]



شکل ۵- اثر تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بر وزن تازه بوته (PFW) و وزن خشک بوته (PDW) (به‌ترتیب a و b) و بر ارتفاع بوته (PH) و تعداد شاخه فرعی (SSN) (به‌ترتیب c و d)

I85، I70 و I55: تنش خشکی به‌ترتیب شامل آبیاری براساس ۸۵ (شاهد)، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت زراعی؛ V0، V30، V50 و V75: ورمی کمپوست به‌ترتیب صفر، ۳۰، ۵۰ و ۷۵ درصد حجم گلدان. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD هستند.

گرم در شرایط عدم مصرف به بیشترین مقدار خود به‌ترتیب ۷/۳۵ و ۲/۵۴ گرم با مصرف ۷۵٪ حجمی افزایش خطی و معنی‌داری یافت (شکل ۴).

تنش خشکی به‌دلیل کاهش فشار تورگور رشد را کم می‌کند (Hsia and Xu, 2000). کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در اثر تنش آبی که در این تحقیق مشاهده گردید توسط دیگر محققان (Hassani *et al.*, 2003; Aslani *et al.*, 2009) در ریحان نیز گزارش شده است. با اعمال تیمارهای آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی روی گیاهان اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه معلوم شد که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام هوایی و ارتفاع بوته در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش پیدا کرد (Lebaschi *et al.*, 2018). کاهش در وزن تر و خشک اندام رویشی آویشن (Hosseini *et al.*, 2016; Maleki Lajair, 2011) و بابونه شیرازی (Abbaszadeh, 2005) گزارش شده است.

ورمی‌کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده بابونه تأثیر مثبت گذاشته است (Tasdiqi *et al.*, 2014) و باعث افزایش شاخه‌های فرعی و متعاقب آن افزایش تعداد ساقه اصلی و تعداد گل در بوته می‌شود (Saeednejad and Rezvani Moqaddam, 2010). در شرایط یکسان محیطی، فراهم‌آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و متعاقباً تعداد شاخه فرعی گیاه شود (Tahami Zarandi *et al.*, 2013). در تحقیق دیگری مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش شاخه‌های فرعی بابونه شد (Jahan and Koochaki, 2009).

پیش از این افزایش وزن خشک بوته در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه فلفل (Arancon *et al.*, 2004) گزارش شده است. همچنین گزارش شده است که کاربرد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

ورمی‌کمپوست همچنین موجب افزایش ارتفاع بوته در سیر (Arguello *et al*., 2006)، رازیانه (Darzi *et al*., 2008)، بابونه (Azizi *et al*., 2008) و زیره سبز (Saeednejad and Rezvani Moqaddam, 2010) گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه حساس به تنش آویشن باغی در شرایط تنش خشکی با افزایش آنزیم‌های پراکسیداز و هیدروژن پراکسیداز اقدام به دفاع آنتی‌اکسیدانی و با افزایش قندهای محلول غیرساختاری و اسیدآمینه پرولین سعی در تنظیم اسمزی نمود، لیکن توان تحمل سطوح تنش به‌کار رفته را نداشت و دچار خسارت از نظر متابولیت‌های ثانویه آلفاترپینن، تیمول و کارواکرول و رشد رویشی (ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تازه و خشک بوته) شد. مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش متابولیت‌های ثانویه (آلفاترپینن، تیمول، کارواکرول، درصد اسانس) و رشد رویشی (ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر و وزن خشک بوته) گردید. معنی‌دار نشدن اثر متقابل تنش خشکی در ورمی‌کمپوست برای صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که این دو عامل مستقل از یکدیگر عمل نمودند، لذا در مجموع چنین استنباط شد که تنش خشکی موجب کاهش، ولی کاربرد ورمی‌کمپوست سبب بهبود رشد و ارزش دارویی آویشن باغی گردید.

منابع

Abbaszadeh, B. (2005) Effect of different levels and methods of nitrogen fertilizer application on the amount of lemon balm essential oil. Master Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch.

Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Golovi, M. (2010) Interaction between drought stress and manure on yield components, essential oil content and its chemical composition in cumin. Iranian Journal of Crop Science 40: 180-173.

Amin, I. S. (1997) Effect of bio- and chemical fertilization on growth and production of *Coriandrum sativum* L., *Foeniculum vulgare* L. and *Carum carvi* L. plants. Annals Agricultural, Science Moshtohor 5: 2327-2334.

Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzeger, J. D. (2004) Influences of vermin composts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.

Arguello, J. A., Ledesma, A., Nunez, S. B., Rodriguez, C. H. and Goldfarb, M. D. D. (2006) Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield and quality of Rosado paraguayo garlic bulbs. Horticultural Sciences 41: 589-592.

Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24: 1-15.

Aslani, Z., Hassani, A., Sedghiani, M., Sefidkan, F., Brin, M. and Qeibi, S. (2009) Effect of symbiosis with mycorrhiza fungi on some physiological characteristics of basil (*Osimum basilicum* L.) under drought stress. Journal of Environmental Stresses in Agricultural Sciences 2: 109-117.

Azizi, M., Rezvani, F., Hasanzadeh- Khayat, M., Lakzian, A. and Nemati, H. (2008) Effects of various levels of vermin compost and irrigation on morphological characteristics and essence of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24: 82-93. (In Farsi).

Bahrami Chegni, Z., Amiri, H. and Lari Yazdi, H. (2012) Effect of drought stress on some physiological parameters of basil. National Conference on Agricultural Science and Technology 419-430.

Barraclough, P. B. and Kate, J. (2001) Effect of water stress on chlorophyll meter reading in wheat. Plant Nutrition 722-723.

Bartels, D. and Sunkar, R. (2005) Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences 24: 23-58.

Bates, L., Waldren, R. and Teare, I. (1973) Rapid determination of free prolin for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-7.

Chance, B. and Maehly, S. K. (1995) Assay of catalase and peroxidase. Methods Enzymology 2: 764-775.

Cornic, G. and Briantais, J. M. (1991) Partitioning of photosynthetic electron flow between CO_2 and O_2 reduction in a C3 leaf (*Phasiolus vulgaris* L.) at different CO_2 concentration and during water sue. Planta 183: 178-184.

Darzi, M., Qalavand, A. and Rejali, F. (2008) Effect of biological fertilizers on the uptake of elements N, P, K and grain yield in fennel (*Foenicum vulgare* Mill.). Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research 25: 19-1.

Darzi, M., Qalavand, A. and Rejali, F. (2010) Effect of application of mycorrhiza, vermicompost and biophosphate fertilizer on flowering, biological yield and root coexistence in fennel. Iranian Journal of Crop Sciences 10: 109-88.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

Hassani, A., Omidbeigi, R. and Heydari Sharifabad, H. (2003) Effect of different levels of soil moisture on growth, yield and accumulation of adaptive metabolites in basil. Journal of Soil and Water Sciences 17: 211-219.
Heidari Sharifabad, H. (2000) Plant, Drought and Drought. Publications of the Forest and Rangeland Research Institute, Tehran.
Hosseini, H., Mousavi, P., Fatehi, F. and Qaderi, A. (2016) Phytochemical changes and morpho-physiological traits of *Thymus vulgaris* L. CV Varico 3 under salinity stress. Quarterly Journal of Medicinal Plants 16: 22-34.
Hsia, T. and Xu, L. K. (2000) Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: Biophysical analysis and relation to water transport. Journal of Exprimental Botany 51: 1596-1616.
Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Dias, M. (1992) Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. Physiology of Plant 84: 55-60.
Jamzad, Z. (2009) Thymus and Satureja of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands press. Tehran.
Jahan, M. and Kocheki, A. (2009) Effect of organic production of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) on it's chemical composition. Agronomy and Hortoculture 61: 87-95.
Kafi, M., Borzoi A., Salehi, M., Kamandi, A., Masumi, A. and Nabati, G. (2009) Physiology of Environmental Stresses in Plants. Publications University of Mashhad.
Kafi, M. and Damghani, A. A. (2000) Mechanism of Environmental Stress Resistance in Plants. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran. (In Farsi)
Kafi, M. and Rostami, M. (2007) Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield, yield components and oil percentage of three safflower genotypes under saline irrigation conditions. Iranian Journal of Crop Research 5: 121-131.
Karlidag, H., Esitken, A. Turan, M. and Sahin, F. (2007) Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulture 114: 16-20.
Khakshour Moghadam, Z., Lahouti, M. and Ganjali, A. (2010) Investigation of the effects of drought stress caused by polyethylene glycol on germination and morphological characteristics of dill (*Anthum graveolens* L.). Journal of Horticultural Sciences 25: 185-193.
Kochert, G. (1978) Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Hand Book of Physiological Method Helebust (ed. Craig, J. S.) Pp. 56-97. Journal of Agricultural, Cambridge University Press, Cambridge.
Lebaschi, M. H., Sharifi Ashurabadi, A., Makizadeh, M. and Tafti Asadi Sanam, S. (2018) Effect of plant density on quantitative and qualitative yield of garden thyme in rain fed conditions of seven provinces of Iran. Journal of Crop Improvement 20: 113-127.
Letchamo, W., Marquard, R., Holzl, J. and Gosselin, A. (1994) Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgariss* elections. Angewandte Botanik 68: 83-88.
Lowry, O. H., Rosebrough, N. J. and Rand, R. J. (1951) Protein measurement with the folin- phenol reagent. Journal of Biological Chemistry 193: 265-273.
Mae-Adam, J. W. and Nelson Sharp, C. J. (1992) Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fese ue. Journal of Plant Physiology 99: 872-878.
Maleki Lajair, H. (2011) Evaluation of drought and frost tolerance of some species of thyme *(Thymus* spp*)* in green space. Ph.D. Thesis. Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
Mehran, M., Hoseini, H., Hatami, A., Taghizade, M. and Safaie, A. (2016) Investigation of components of seven species of thyme essential oils and comparison of their antioxidant properties. Journal of Medicinal Plants 15: 134-140. (In Persian).
Mihalovic, N. and Lazarevic, M. (1977) Chlorophyllaz activity in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves during drought and its dependence on the nitrogen on applied. Field Crops Research 9: 46-58.
Mona, Y., Kandil, A. M. and Swaefy Hend, M. F. (2008) Effect of three different compost levels on fennel and alvia growth character and their essential oils. Biological Sciences 4: 34-39.
Moradi, R. (2004) Evaluation of biologic and organic fertilizers effects on grain yield, yield components and essence of fennel (*Foeniculum vulgare* L.). MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, (In Farsi).
Omidbeigi, R. (2013) Production and processing of medicinal plants. Astan Quds Razavi Publications 3: 397.
Ratti, N., Kumar, S., Verma, H. N. and Gautams, S. P. (2001) Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum inoculation*. Microbiology Research 156: 145-149.
Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. and Vivekanandan, M. (2004) Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161: 1189-1202.
Rezaei Moadab, A., Nabavi Kalat, S. M. and Sadrabadi Haghighi, R. (2013) Effect of vermicompost and biofertilizers on vegetative yield and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.) in climatic conditions of Mashhad. Journal of Agricultural Ecology 5: 362-350.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

Saeednejad, A. H. and Rezvani Moqaddam, P. (2010) Evaluation of the effect of compost, vermicompost and animal manure consumption on yield, yield components and percentage of cumin essential oil. Journal of Horticultural Sciences 24: 148-142.

Safikhani, F. (2005) Study of physiological characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. to water stress. PhD thesis, University of Shahid Chamran, Ahwaz.

Sharma, P. and Dubey, R. S. (2005) Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. Plant Growth Regulation 46: 209-221.

Tahami Zarandi, M. K., Rezvani Muqaddam, P. and Jahan, M. (2010) Comparison of the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil. Journal of Agricultural Ecology 2: 82-70.

Tahami Zarandi, S. M. K., Rezvani Moghadam, P. and Jahan, M. (2013) Effect of organic and chemical fertilizers on growth indices of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural Ecology 5: 363-372.

Tian, X. and Li, Y. (2006) Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedlings. Biology of Plantarum 50: 775-778.

Tasdiqi, H., Salehi, A., Movahedi Dehnavi, M. and Behzadi, Y. (2014) Evaluation of yield, yield components and essential oil of *German chamomile* using vermicompost and different irrigation levels. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production 25: 61-77.

Vildova, A., Stolcova, M. and Kloucek Orsak, P. M. (2006) Quality characterization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and traditional agricultures. International Symposium on Chamomile Research, Development and Production Press 81-82.

Wenhugsic, E. R. B. (1992) Structure biosanteetic of peroxidase from peinot cells, plant peroxidasses. X.U, analysis of osmotic adjustment in cropplants. Journal of Experimental Botany 50: 291-302.

Wu, F. Z., Bao, W. K., Zhou, Z. Q. and Wu, A. (2009) Carbon accumulation, nitrogen and phosphorous use efficiency of solphora davidii seedlings in response to nitrogen supply and water stress. Journal of Arid Environments 73: 1067-1073

Yeganehpour, F., Zehtab Salmasi, S., Shafaq Kalvanagh, J. and Ghasemi Golazani, K. (2015) Effect of drought stress, chemical fertilizer and salicylic acid hormone on grain yield and yield components in coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Crop Production 9: 118-125.

Zhang, H., Pala, M., Oweis, T. and Harris, H. (2000) Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research 51: 295-304.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]

Effect of drought stress and vermicompost biofertilizer on morphophysiological traits of *Thymus vulgaris* L.

Ghodrat alla Sharafi[1], Mahdi Changizi[2], Masoud Rafiee*[2,3], Masoud Gomarian[2], Shahab Khagani[2]

[1] Department of Medicinal plants, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
[2] Department of Agronomy and Plant Breeding, Arak Branch Islamic Azad University, Arak, Iran
[3] Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran
(Received: 10/10/2020, Accepted: 06/04/2021)

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of drought stress and vermicompost biofertilizer on some morphological, physiological and biochemical characteristics of *Thymus vulgaris* in greenhouse of Khorramabad Agricultural and Natural Resources Research and Training Center in a completely randomized design with three replications. To achieve this purpose, a pot experiment was performed. Factors included vermicompost fertilizer levels at 0, 30, 50 and 70% of pot volume and water stress including post-discharge irrigation (85 (control), 70 (moderate stress), and 55 (severe stress). The moisture content was the field capacity. The results showed that with increasing drought stress, the amount of photosynthetic pigments (chlorophyll a and chlorophyll b), antioxidant enzyme catalase, protein, secondary metabolites of alpha-terpinene, thymol and carvacrol and morphological traits of plant height, number of sub-branches, fresh weight and dry weight of plants decreased significantly, but drought stress of antioxidant enzymes and hydrogen peroxidase significantly increased the amount of unstructured soluble sugars and amino acid proline. Increased consumption of vermicompost significantly increased chlorophyll b, hydrogen peroxidase, alphaterpinene, thymol, carvacrol, essential oil percentage, plant height, number of sub-branches, fresh weight and dry weight of plant, whereas chlorophyll a and unstructured soluble sugars reduced. According to the results of this experiment, with increasing the severity of drought stress, despite the plant's antioxidant defense and osmotic regulation, the production of most secondary metabolites and the growth of the thyme stress-sensitive plant decreased significantly; However, consumption of vermicompost increased secondary metabolites, growth and fresh and dry weight of the plant.

Keywords: Antioxidant enzymes, Osmotic regulation, Photosynthetic pigments, Secondary metabolites

Corresponding author, Email: rafieemasoud@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.8.4]