گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۱)، ۷(۱): ۷۷-۹۲
مقاله پژوهشی
DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.77

اثر ورمی‌کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان بر رشد و نمو بنفشه آفریقایی

مائده جوانبخت، مسعود قاسمی قهساره*، حمیدرضا متقیان

دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

mghasemi1352@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۸، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۲/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۲۸

چکیده

یکی از راه‌های استفاده از پسماندهای آلی تبدیل آن‌ها به ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان است که به حفظ محیط زیست و دفن بهداشتی این مواد کمک می‌کند. عبور از دستگاه گوارش کرم‌ها باعث هضم مواد و تولید ماده‌ای حاوی ترکیبات مفید برای رشد گیاه می‌شود. یکی از پسماندهای آلی در ایران، پسماند کارگاه‌های فرآوری شیرین بیان است که با هضم آن توسط کرم خاکی شاید بتوان از آن به عنوان کود آلی برای گیاهان استفاده کرد. بنفشه آفریقایی یکی از گیاهان گل‌دهنده گلدانی مهم است که به خاطر برخی ویژگی‌ها از جمله تحمل خشکی، گرما و رشد مناسب در سایه مورد توجه قرار دارد. بنابراین، اثر کاربرد ورمی‌کمپوست پسماند ریشه گیاه شیرین بیان در بستر کاشت گیاه بنفشه آفریقایی در یک آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و چهار تکرار با استفاده از پیت خزه (P) و ورمی‌کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان (LV) و پرلایت بررسی شد. پنجاه درصد حجم بسترها از پرلایت و پنجاه درصد دیگر شامل نسبت‌های حجمی مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان به صورت LV0P50، LV10P40، LV20P30، LV30P20 و LV40P10 بود. در بستر حاوی ۱۰٪ ورمی‌کمپوست، بیشترین کیفیت ظاهری (۹/۱۲)، وزن تر (۶۸/۳۲ گرم) و خشک اندام هوایی (٤/٤۹ گرم)، قطر گلچه (۳/٤۵ سانتی‌متر) و تعداد گلچه (۵۳)، طول گل‌آذین (۸/۵ سانتی‌متر) و قند محلول (۱/۱۲ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد. حجم و طول ریشه با افزایش سطح ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان در بستر روندی کاهشی داشتند. به‌طور کلی بهترین رشد و کیفیت مربوط به گیاهان رشد یافته در آمیخته حاوی پرلایت، پیت خزه و و ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان تا سطح ۱۰٪ بود.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، پرولین، عناصر غذایی، قند محلول، گلکاری ارگانیک.

مقدمه

یکی از عوامل موثر بر کیفیت و رشد گل‌ها بستر کشت است. خاک به‌طور معمول قابل دسترس‌ترین محیط کشت برای گیاهان است و عناصر غذایی، آب و هوا را برای رشد بهتر در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Sardare & Admane, 2013). از مهم‌ترین بسترهای کشت آلی میتوان به پیت‌خزه[۱]، کوکوپیت[۲] و خاک برگ و از بسترهای معدنی به پرلایت، ورمی‌کولایت،

۱- Peat moss
۲- Coir

زئولایت و پوکه معدنی اشاره کرد. یک بستر کشت مناسب افزون بر داشتن ویژگی‌های مطلوب فیزیکوشیمیایی و بیولوژیک، باید در دسترس، به نسبت ارزان، پایدار و به اندازه کافی سبک باشد تا کار و حمل و نقل آن راحت باشد و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد (Hartmann *et al*., 1997). پیت خزه در زمین‌های خزه‌ای و همچنین در شرایط بی‌هوازی مانند مرداب و باتلاق‌ها در مناطق مرطوب و سرد ایجاد می‌شود. نوع ترکیب و pH مواد تشکیل دهنده آن در انواع مختلف، متفاوت است (Rafie & Akbarzade, 2008). پیت خزه دارای خاصیت اسیدی زیاد با pH برابر ۴/۵-۳/۸ و شامل میزان کمی نیتروژن (حدود ۱٪) و فسفر و پتاسیم در آن بسیار ناچیز است (Jafarniya *et al*., 2019). مهم‌ترین اهمیت پیت به عنوان یک جز در بستر کشت ظرفیت نگهداشت آب بالا و وزن مخصوص ظاهری پایین (که هزینه حمل و نقل را کاهش می‌دهد) می‌باشد (Chen & Avnimelech, 1986).

یکی از راه‌های استفاده از پسماند کارخانه‌های فرآوری گیاهان تبدیل آن‌ها به کود یا کمپوست می‌باشد که این کار به استفاده مجدد از این مواد در چرخه تولید گیاهان و حفظ محیط زیست کمک می‌کند. فرایند تولید کمپوست، در اصل یک فرآیند تجزیه میکروبی محسوب می‌گردد که با اکسایش مواد آلی که به سادگی قابل تجزیه هستند آغاز شده و در طی فرایند مواد حدواسط بسیاری تولید می‌شود که در پایان منجر به تولید آب، دی‌اکسیدکربن، مواد آلی و معدنی می‌شود (Pace *et al*., 1995). اما روش دیگری از کمپوست شدن، تجزیه مواد توسط نوعی کرم می‌باشد که به ورمی‌کمپوست معروف هستند. ورمی‌کمپوست کودی بسیار نرم، سبک وزن، تمیز و بدون بو است که دارای ویژگی‌های مفیدی مانند تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب، قدرت جذب و نگهداشت زیاد رطوبت و سطح جذب زیاد برای آب و مواد غذایی است و استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود وضعیت تخلخل خاک و در نتیجه فراهمی بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسیار مفید است (Matos & Arruda, 2003). در واقع برتری ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی این است که به خوبی تغییر ساختار یافته و تعداد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای گیاهی در آن به شدت کاهش یافته است (Nath *et al*., 2009). در تولید ورمی‌کمپوست، کرم‌های خاکی وظیفه تثبیت مواد آلی را به عهده دارند. در واقع کرم‌های خاکی به‌عنوان یک مخلوط کننده مکانیکی عمل کرده و با ریز کردن و خوردن اجزای آلی پسماند، شرایط تجزیه بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را ارتقا بخشیده و افزون بر آن، با کاهش نسبت C به N و افزایش سطح تماس برای میکروارگانیسم‌ها، پسماندها را برای فعالیت‌های میکروبی و تجزیه آماده می‌کنند (Domfnguez, 2004). محصول به‌دست آمده از فرآیند ورمی‌کمپوست دارای مواد مغذی بیشتری بوده و جذب آن توسط گیاهان ساده‌تر انجام می‌شود (Suthar, 2009). یکی از پسماندهای آلی در ایران، پسماند کارگاه‌های فراوری شیرین بیان است. ریشه شیرین بیان حاوی ترکیبات فراوانی از جمله: گلایسیریزین، ساپونین، آسپاراژین، قندها (ساکارز، گلوکز)، لیکوگرورین و کومارین می‌باشد. (Moaveni, 2009). کاربرد پسماند خام روی رشد گیاهان اثر بازدارنده داشته است (Ghanbari *et al*., 2019; Ghasemi Ghehsare *et al*., 2020). بنابراین با تهیه ورمی‌کمپوست از این پسماند شاید بتوان از آن به عنوان بستر کشت یا کود آلی برای گیاهان استفاده کرد.

بنفشه آفریقایی[۱] از تیره Gesneariaceae یکی از گیاهان گل‌دهنده گلدانی مهم، بومی تانزانیا و جنوب شرقی کنیا در شرق آفریقا است که به خاطر برخی ویژگی‌ها از جمله مقاومت به خشکی و گرما و رشد مناسب در سایه مورد توجه قرار دارد.

۱- *Saintpaulia ionantha* H. Wendl

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.6.1]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.77]

همچنین این گیاه به طول روز بی تفاوت بوده و توانایی گل‌دهی در تمام سال را دارد. (Khalighi, 1991). سیستم ریشه بنفشه آفریقایی ظریف و افشان است و گیاهان در محیط کشت با مواد آلی زیاد خوب رشد می‌کنند (Dole & wilkins, 2005). به‌طور معمول برای بنفشه آفریقایی، آمیخته‌های خاکی نرم، با زهکشی خوب و دارای مواد آلی بالا پیشنهاد می‌شود. آمیخته‌های بر پایه خاک باید پیش از استفاده پاستوریزه شوند. برای تهیه آمیخته‌های بدون خاک استفاده از مواد آلی پیت خزه، ورمیکولیت، پرلایت، ماسه و پاره پوست پیشنهاد می‌شود، و اگر مخلوط بتواند به طور یکنواخت مرطوب بماند، نتایج عالی حاصل می شود (Kimmins, 1992). بنفشه آفریقایی به نسبت نیاز غذایی کمی دارد و اگر محیط کشت تقویت شود یا موادی به آن اضافه شود، هیچ کودی تا زمان انتقال و استقرار نیاز ندارد. هدایت الکتریکی پیشنهاد شده ۰/۵ تا ۱/۰ دسی‌زیمنس بر متر و حداکثر ۱/۷ دسی‌زیمنس برای گیاهان آماده ارسال به بازار است. pH مناسب برای این گیاه ۵/۸ تا ۶/۵ است. برنامه غذایی لازم از کوددهی ثابت با محلول ۵۰ پی‌پی‌ام نیتروژن و پتاسیم تا کاربرد هفتگی ۲۰۰ پی‌پی‌ام نیتروژن متفاوت است.(Dole & Ghasemi Ghehsare & Kafi, 2016; Wilkins, 2005). تصور می‌شود با تبدیل پسماند ریشه شیرین‌بیان به ورمی‌کمپوست بتوان از یک سو این پسماند آلی را به یک ماده مفید تبدیل و از سوی دیگر از آن در پرورش گیاه بنفشه آفریقایی، با توجه به ویژگی‌های بستر و تغذیه آن، بهره برد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان بر رشد و نمو گیاه بنفشه آفریقایی آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار شامل آمیخته‌های مختلف پیت خزه و پرلایت با نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست پسماند شیرین‌بیان، (جدول ۱) در ٤ تکرار انجام شد. برای تولید ورمی‌کمپوست پس از آسیاب کردن پسماند شیرین‌بیان، مقدار ۵۰۰ کیلوگرم از آن با ۲ کیلوگرم کرم *Eisenia foetida* در چند مرحله مخلوط و برای حفظ رطوبت آمیخته، هفته‌ای یک الی دوبار به مدت ٦ ماه آبیاری و برای تهویه هر ماه یک مرتبه زیر و رو شد. پس از آماده شدن با نسبت‌های حجمی مورد نظر با پیت خزه و پرلایت مخلوط شد. پیت خزه مورد استفاده ازنوع TS3 مربوط به شرکت کلاسمن دیلمان آلمان (Klasmann-Deilmann) بود. پیش از کاربرد ویژگی‌های شیمیایی پیت خزه و ورمی‌کمپوست آنالیز گردید (جدول ۲).

برای این پژوهش، گیاهچه‌های بنفشه‌های آفریقایی تکثیر شده به روش کشت بافت تهیه و پس از مرحله مقاوم سازی در بسترهای مورد نظر در گلدان های پلاستیکی به قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر کشت شدند. گیاهان پس از استقرار فقط در سه هفته اول با کود NPK (۲۰:۲۰:۲۰) با غلظت دو در هزار یک بار در هفته تغذیه شدند. متوسط دمای گلخانه در روز و شب به ترتیب ٤±۲۵ و ۲±۱۸ درجه سلسیوس و میزان رطوبت نسبی ٦۰ تا ۷۰٪ بود.

برای بررسی وضعیت نگهداشت و تبخیر آب بسترهای مورد آزمایش، از هر بستر سه گلدان مشابه حاوی حجم مساوی ترکیبات آماده و پس از اشباع کردن آنها، در محل آزمایش نگهداری و به‌صورت روزانه وزن شدند. در پایان نمودار کاهش رطوبت بر حسب درصد حجمی رسم گردید (شکل ۱).

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.6.1]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.77]

جدول ۱- آمیخته‌های مورد استفاده در بستر کاشت بنفشه آفریقایی.

Table 1- Mixtures used in African violet planting medium.

تیمار Treatment	نسبت حجمی مواد در بستر		
	ورمی‌کمپوست شیرین بیان Licorice vermicompost	پیت خزه Peat moss	پرلایت Perlite
P50 (control)	-	50	50
LV10P40	10	40	50
LV20P30	20	30	50
LV30P20	30	20	50
LV40P10	40	10	50

P: **پیت خزه و** LV: **ورمی‌کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان.**

P: Peat moss and LV: Licorice root vermicompost.

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی بسترهای مورد استفاده در محیط کشت بنفشه آفریقایی.

Table 2- Chemical properties of substrates used in African violet planting medium.

بستر Medium	N (%)	Organic carbon (%)	P (ppm)	K (ppm)	pH	EC (dSm^{-1})
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.56	42.5	18.69	257.96	7.2	0.56
پیت خزه Peat moss	1.11	78.5	78.5	550	6.31	0.99

شاخص‌های ضروری و مهم در گیاهان پس از ٦ ماه اندازه‌گیری شدند. شاخص‌های مورفولوژیکی شامل وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، تعداد گل، تعداد برگ، سطح برگ، قطر ساقه (در محل طوقه)، طول دمگل و حجم ریشه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس به مدت ۷۵ ساعت نگهداری و سپس وزن شدند. شاخص‌های فیزیولوژیکی شامل محتوای کلروفیل، RWC، قند و پرولین برگ نیز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار کلرفیل برگ، ۰/۵ میلی‌گرم برگ جوان را به همراه پنج میلی‌لیتر استون ۸۰٪ ساییده و آمیخته حاصل را به فالکون ۱۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و با استون به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس نمونه‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ کرده و جذب رونشین را در طول موج‌های ٦٤٥ و ٦٦٣ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (PG Instruments, T60 UV-Visible) خوانده و با استفاده از فرمول‌های (۱) تا (۳) مقدار کلروفیل محاسبه شد (Arnon, 1949):

$$\text{Chlorophyll a } (\mu g\ ml^{-1}) = 12.7\ (A663) - 2.69\ (A645) \quad (1)$$

$$\text{Chlorophyll b } (\mu g\ ml^{-1}) = 22.9\ (A645) - 4.68\ (A663) \quad (2)$$

$$\text{Total chlorophyll } (\mu g\ ml^{-1}) = 20.2\ (A645) - 8.02\ (A663) \quad (3)$$

A663: جذب در طول موج ٦٦٣ نانومتر، A646: جذب در طول موج ٦٤٥ نانومتر است. برای تبدیل میکروگرم بر میلی‌لیتر عصاره به میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه، مقادیر حاصل در V/(1000×W) ضرب شدند که V حجم نهایی حلال (استون) بر

حسب میلی‌لیتر و W وزن نمونه برگ برحسب گرم است.

برای تعیین محتوای نسبی آب برگ (RWC) از برگ های جوان، ده عدد دیسک یک سانتی‌متر مربعی توسط پانچ مخصوص تهیه شد و بلافاصله وزن تر آن‌ها (F_w) با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ تعیین شد. سپس تمامی نمونه‌ها را در آب مقطر در شرایط آزمایشگاه با دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ساعت قرار داده و سپس وزن اشباع آن‌ها (T_w) اندازه‌گیری و پس از خشک کردن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون، وزن خشک آن‌ها (D_w) اندازه‌گیری شد. در آخر با قرار دادن اعداد حاصل در فرمول (٤)، محتوای نسبی آب محاسبه شد (Ritchie & Nguyen, 1990).

$$RWC\ \% = (F_w - D_w / T_w - D_w) \times 100 \qquad (4)$$

برای اندازه‌گیری غلظت پرولین، ۰/۵ گرم از برگ تازه گیاه را در هاون ساییده و ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به آن افزوده شد. آمیخته در ٤۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و رونشین جدا شد. یک میلی‌لیتر از رونشین با حجم‌های مساوی از اسید استیک گلاشیال و معرف نین‌هیدرین اسیدی (۱/۲۵ گرم نین‌هیدرین در آمیخته‌ای از ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال گرم و ۲۰ میلی‌لیتر ارتوفسفریک اسید ٦ مولار) مخلوط و به مدت یک ساعت در حمام آب با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از یک ساعت نمونه‌ها در پودر یخ خنک شدند. سپس به محلول‌ها سه میلی‌لیتر تولوئن افزوده شد و به مدت ۱۵ ثانیه با ورتکس به خوبی هم زده شدند. سرانجام جذب لایه رنگی فوقانی (حاوی پرولین محلول در تولوئن) را در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکترومتر خوانده و بر اساس نمودار استاندارد، مقدار پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم تعیین شد (Bates *et al*., 1973).

برای اندازه‌گیری محتوای قند برگ ۰/۵ گرم از بافت تازه برگ همراه با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ در هاون سائیده شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ٤۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. به یک میلی‌لیتر از محلول رونشین ٤ میلی‌لیتر معرف آنترون اسیدی (حل کردن ۰/۲ گرم آنترون در ۱۰۰ سی‌سی اسیدسولفوریک ۷۲٪ سرد) اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم (۱۰۰ درجه سلسیوس) نگهداری و سپس نمونه‌ها بلافاصله در پودر یخ قرار گرفتند. در پایان رنگ محلول متمایل به سبز-آبی در طول موج ٦۲۵ نانومتر خوانده شد و مقدار قند با استفاده از نمودار استاندارد بر حسب میلی‌گرم بر گرم تعیین شد (Maness, 2010).

برای سنجش مقدار عناصر بافت برگ، چهار برگ از برگ‌های جوان توسعه یافته (برگ‌های میانی گیاه) از هر تیمار نمونه‌برداری و از آن‌ها برای اندازه گیری عناصر استفاده شد. برای این منظور نمونه‌های برگ در آون با دمای ٦۹ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و برای تهیه عصاره از روش خاکستر استفاده گردید (Hosseinpur & Motaghian, 2018). برای این کار ابتدا نمونه‌های خشک شده را با آسیاب کاملا پودر کرده و ۱ گرم از پودر هر نمونه به کروزه چینی منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه روی شعله قرار داده شدند تا رنگ آن تیره و دود آن خارج شود. سپس نمونه‌ها به مدت ٦ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به طور کامل خاکستر شدند. پس از سرد شدن نمونه‌ها به هر کروزه ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال (۱٦۵ سی‌سی HCl در یک لیتر آب مقطر) اضافه و روی گرم‌کن قرار داده شد (محلول روشن) تا نیمی از محلول بخار شود (محلول لیمویی رنگ). سپس باقی‌مانده محلول را با کاغذ صافی داخل بالن ۵۰

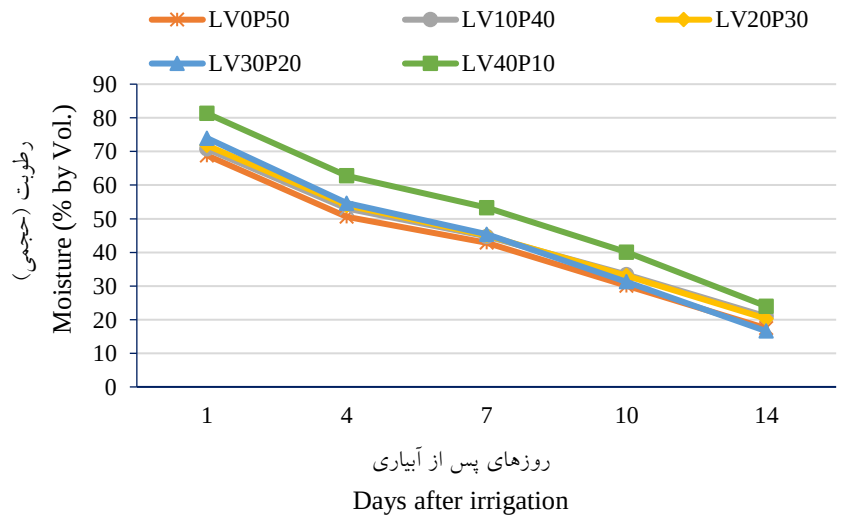
[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.6.1]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.77]

میلی‌لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم رسانده شد (Hosseinpur & Motaghian, 2018). از عصاره حاصل برای اندازه‌گیری مقدار عناصر به روش ICP استفاده گردید. برای اندازه‌گیری مقدار نیتروژن موجود در بستر و بافت برگ از روش کجلدال استفاده شد. (Chapman & Pratt, 1961).

نتایج

وضعیت نگهداشت آب بسترهای مورد آزمایش

نمودار رطوبت بستر نشان داد که با افزایش مقدار حجم ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان در بستر جذب آب نیز افزایش یافت. مقدار جذب آب در بستر حاوی ۴۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان در روز اول بیشتر و در بستر حاوی پیت (LV0) کمترین بود. بستر ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۴۰٪ تا روز چهاردهم آب بیشتری نسبت به سایر سطوح داشت اما سرعت کاهش رطوبت با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان در بستر افزایش یافت به‌طوری که در روز اول پس از آبیاری بستر LV30 پس از LV40 بیشترین مقدار آب را در خود داشت اما در روز چهاردهم درصد رطوبت آن از سایر بسترها کمتر بود (شکل ۱).



شکل ۱- وضعیت حفظ رطوبت آمیخته‌های حاصل از ترکیب پیت خزه و ورمی‌کمپوست شیرین بیان استفاده شده در آزمایش.

Figure 1- Moisture retention status of mixtures obtained from the combination of peat moss and licorice vermicompost used in the experiment.

شاخص‌های مورفولوژیک

رشد رویشی اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های مورفولوژیک بنفشه آفریقایی نشان داد که بسترهای حاصل از ترکیب نسبت‌های مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست پسماند شیرین‌بیان شاخص‌های کیفیت ظاهری، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی را به‌طور بسیار معنی‌دار (در سطح ۱٪) تحت تاثیر قرار داد. تیمارها بر شاخص قطر طوقه اثر معنی‌دار نداشتند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مقدارهای مختلف ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر شاخص‌های رشد رویشی بنفشه آفریقایی.

Table 3- Analysis of variance of the effect of different amounts of licorice residue vermicompost on vegetative growth indices of African violet.

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df.	میانگین مربعات Mean square					
		کیفیت‌ظاهری Visual quality	قطر طوقه Crown diameter	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry weight
بستر کشت Culture medium	4	14.14**	0.071ns	175.25**	12.7**	817.44**	5.3**
خطا Error	15	0.38	0.047	24.79	0.26	90.84	0.15
ضریب تغییرات (درصد) cv (%)		9.24	26.74	13.88	7.48	18.66	13.99

****، و ns به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۱٪ و نبود معنی‌داری.**

**, and ns indicate significance at 1% level, and no significance, respectively.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) در ارتباط با کیفیت ظاهری گیاه نشان داد که بهترین کیفیت ظاهری گیاهان (۹/۱۲) در تیمار LV10P40 مشاهده شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و ضعیف‌ترین کیفیت (٤/۷۵) در تیمار LV30P20 مشاهده شد.

بیشترین تعداد برگ (٤۷/۱۲) مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین تعداد (۳۱) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۳۰٪ (LV30P20) بود که با سطوح مختلف دارای تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ٤). بیشترین سطح برگ (۹/۲ سانتی‌متر مربع) در تیمار شاهد و کوچکترین برگ‌ها (۵/۲٤ سانتی‌متر مربع) در تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۲۰٪ (LV20P30) حاصل شد که تفاوت آن با تیمارهای LV30P20 و LV40P10 معنی‌دار نبود.

در صفت وزن تر اندام هوایی، مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین وزن تر (٦۸/۳۲ گرم) مربوط به تیمارهای LV10P40 و کمترین مقدار آن (۳۵/۵۳ گرم) در تیمار حاوی ۳۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان (LV30P20) مشاهده شد که با تیمارهای LV20P30 و LV40P10 تفاوت معنی‌دار نداشت. در صفت وزن خشک اندام هوایی نیز بیشترین وزن خشک (٤/٤۹ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۱۰٪ (LV10P40) و کمترین مقدار آن (۱/۵۸ گرم) در بسترهای حاوی ۳۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان (LV30P20) مشاهده شد (جدول ٤).

جدول ٤- اثر مقدارهای مختلف ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان بر شاخص‌های رشد رویشی بنفشه آفریقایی.

Table 4- Effect of different amounts of licorice residue vermicompost on waste on vegetative growth indices of African violet.

وزن خشک اندام هوایی Dry weight shoot (g)	وزن تر اندام هوایی Fresh weight shoot (g)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	تعداد برگ Number leaves	کیفیت ظاهری Visual quality	تیمار Treatment
3.39 b	63.96 a	9.2 a	47.12a	8.25 a	P50 (control)
4.49 a	68.32 a	8.3 b	36b	9.12 a	LV10P40
2.7 c	45.26 b	5.24 c	31.25b	5.62 bc	LV20P30
1.58 d	35.53 b	5.54 c	31 b	4.75 c	LV30P20
2.02 d	42.21 b	5.98 c	34 b	5.75 b	LV40P10
0.6	14.36	2.13	7.5	0.93	LSD

در هر ستون میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشابه بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD هستند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at P≤ 5% according to LSD.

شاخص‌های رشد زایشی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد زایشی بنفشه آفریقایی نشان داد که بسترهای حاصل از ترکیب نسبت‌های مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست پسماند شیرین‌بیان، شاخص تعداد گلچه و طول گل آذین را به‌طور بسیار معنی‌دار (در سطح ۱٪) تحت تاثیر قرار داد. همچنین بر شاخص قطر گلچه اثر معنی‌دار (در سطح ۵٪) داشت (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر مقدارهای مختلف ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر شاخص‌های رشد زایشی بنفشه آفریقایی.

Table 5- Analysis of variance of the effect of different amounts of licorice residue vermicompost on reproductive growth indices of African violet.

		میانگین مربعات Mean square		
منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	قطر گلچه Floret diameter (cm)	تعداد گلچه Number of florets	طول دمگل‌آذین Peduncle length (cm)
بستر کشت Culture medium	4	0.55*	2004.17**	5.47**
خطا Error	15	0.114	159.71	0.73
ضریب تغییرات (درصد) Cv (%)	-	10.84	60.03	11.82

**** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۱٪ و معنی‌داری در سطح ۵٪ (LSD).**

** and * indicate significance at 1% level and significance at 5% level respectively.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین قطر گلچه (۳/٤۵ سانتی‌متر) و تعداد گلچه (۵۳ عدد) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۱۰٪ بود که با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین مقدار قطر گلچه (۲/٦۱ سانتی‌متر) در تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ٤۰٪ و کمترین تعداد گلچه (۳ عدد) در تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان

۳۰٪ (LV30P20) مشاهده شد. اما از نظر قطر و تعداد گلچه بین سطوح ۲۰ تا ۴۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ٦).

بیشترین طول گل‌آذین (۸/۵ سانتی‌متر) نیز در تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۱۰٪ (LV10P40) و کمترین طول (٦ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۳۰٪ بود. در این صفت تیمار شاهد با تیمار حاوی ۱۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٦).

جدول ٦- اثر کاربرد مقدارهای مختلف ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان بر شاخص‌های رشد زایشی بنفشه آفریقایی.

Table 6- Effect of applied different amounts of licorice residue vermicompost on reproductive growth indices of African violet.

طول گل‌آذین Peduncle length (cm)	تعداد گلچه Number of florets	قطر گلچه Floret diameter (cm)	تیمار Treatment
8.38 a	36.25 a	3.4 a	P50 (control)
8.5 a	53 a	3.45 a	LV10P40
7 b	5.25 b	3.32 ab	LV20P30
6 b	3 b	2.85 bc	LV30P20
6.25 b	7.75 b	2.61c	LV40P10
1.28	19.04	0.51	LSD

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD هستند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at P≤ 5% according to LSD.

شاخص‌های رشد ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد ریشه بنفشه آفریقایی نشان داد که بسترهای حاصل از ترکیب نسبت‌های مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست پسماند شیرین‌بیان بر صفت‌های حجم ریشه و طول ریشه به‌طور بسیار معنی‌دار (در سطح ۱٪) تاثیر داشت اما تیمارها بر شاخص‌های وزن تر و خشک ریشه اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر کاربرد مقدارهای مختلف ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر شاخص‌های رشد ریشه بنفشه آفریقایی.

Table 7- Analysis of variance of the effect of applied different amounts of licorice residue vermicompost on root growth indices of African violet.

		میانگین مربعات Mean square			
منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root length	وزن تر ریشه Fresh weight roots	وزن خشک ریشه Dry weight roots
بستر کشت	4	9.5^{**}	10.9^{**}	1.37^{ns}	0.026^{ns}
خطا	15	0.3	1.034	0.69	0.01
ضریب تغییرات Cv (%)	-	14.46	13.7	17.29	18.14

**، و ns به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۱٪ و عدم معنی‌داری.

**, and ns indicate significance at 1% level and no significance, respectively.

بیشترین حجم ریشه (۶/۰۷ سانتی‌متر مکعب) مربوط به تیمار شاهد و کمترین حجم ریشه (۲/۲۵ سانتی‌متر مکعب) در بستر دارای ۴۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان (LV40P10) مشاهده شد. در این صفت تیمار شاهد با تمامی تیمارها، دارای اختلاف معنی‌دار بود. در صفت طول ریشه نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین طول ریشه (۸/۸۷ سانتی‌متر) در تیمار شاهد و کمترین طول ریشه (۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمار LV30P20 بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار LV40P10 نداشت. تیمار شاهد در این صفت با تیمارهای کمپوست پسماند شیرین بیان ۱۰ و ۲۰٪ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۸).

جدول ۸- اثر اثر کاربرد مقدارهای مختلف ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر شاخص‌های رشد ریشه بنفشه آفریقایی.

Table 8- Effect of applied different amounts of licorice residue on root growth indices of African violet.

طول ریشه	حجم ریشه	تیمار
Root length (cm)	Root volume (cm^3)	Treatment
8.87 a	6.07 a	P50 (control)
8.3 a	4 b	LV10P40
8.5 a	4.25 b	LV20P30
5 b	2.5 c	LV30P20
6.42 b	2.25 c	LV40P10
1.53	0.83	LSD

در هر ستون میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشابه، بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD هستند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at P≤ 5% according to LSD.

شاخص‌های فیزیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های فیزیولوژیک بنفشه آفریقایی نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل از پسماند ریشه شیرین‌بیان مقدار قند محلول برگ بنفشه‌آفریقایی را در سطح ۵٪ تحت تاثیر قرار داد و اما اثر معنی‌داری بر شاخص‌های RWC، کلروفیل کل و پرولین نداشت (جدول ۹).

جدول ۹- تجزیه واریانس نسبت‌های مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر صفات فیزیولوژیک بنفشه آفریقایی.

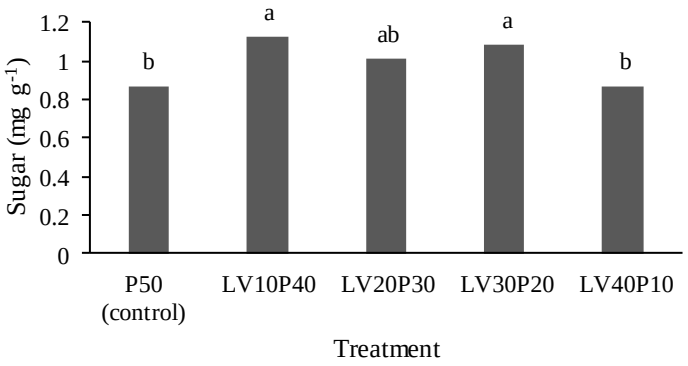
Table 9- Analysis of variance of the effect of applied different amounts of licorice residue vermicompost on physiological traits of African violet.

		میانگین مربعات Mean square			
منبع تغییر	درجه آزادی	قند محلول	محتوای نسبی آب برگ	کلروفیل کل	پرولین
Source of variation	Df	Soluble sugar	RWC	Total chlorophyll	Proline
بستر کشت	4	0.052^{*}	15.26^{ns}	0.0035^{ns}	0.0003^{ns}
خطا	15	0.011	11.96	0.002	0.0001
ضریب تغییرات (%)	-	10.92	3.89	17.57	10.99
LSD%		0.16	5.21	0.068	0.019

*و ns به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ٪۵ و عدم معنی‌داری.

* and ns indicate significance at 5% level and no significance, respectively.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در ارتباط با مقدار قند محلول نشان داد که بیشترین قند محلول (۱/۱۲ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به تیمار LV10P40 بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار LV20P30 و LV30P20 نداشت. کمترین مقدار قند محلول (۰/۸۷ میلی‌گرم بر گرم) در شاهد و تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۴۰٪ مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۲- اثر نسبت‌های مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر محتوای قند محلول برگ بنفشه آفریقایی. ستون‌های دارای دستکم یک حرف مشابه، بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD هستند.

Figure 2- Effect of applied different amounts of licorice residue vermicompost on the soluble sugar content of African violet leaves. Columns with the same letters have no significant difference at $P \leq 5\%$ according to LSD.

محتوای عناصر برگ

نتایج آنالیز بافت برگ نشان داد بیشترین مقدار عنصر نیتروژن در گیاهان کشت شده در بستر LV10P40 و بعد از آن در بستر شاهد و کمترین مقدار مربوط به گیاهان بستر LV20P30 بود. بیشترین مقدار پتاسیم در گیاهان LV30P20 و کمترین مقدار در بستر شاهد مشاهده شد. عنصر فسفر در بستر شاهد دارای بیشترین مقدار و در بستر LV20P40 و LV40P40 دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار کلسیم در گیاهان کشت شده در تیمار LV10P40 و پس از آن در گیاهان شاهد و کمترین مقدار در بستر ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۴۰٪ مشاهده شد. بیشترین مقدار منیزیم در گیاهان تحت کشت بستر LV40P10 و کمترین مقدار در گیاهان شاهد حاصل شد. مقدار عنصر آهن در گیاهان شاهد بیشتر از بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان بود و در بستر LV10P40 بیشترین مقدار را نسبت به سطوح دیگر داشت و کمترین مقدار آهن در بافت گیاهان تیمار ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان ۳۰٪ مشاهده شد (جدول ۱۱). بررسی نتایج آنالیز محتوای عناصر بافت برگ و مقایسه داده‌ها با دامنه بهینه هر عنصر ذکر شده در جدول ۱۱ (Dole and Wilkins, 2005؛ Khoshgoftarmanesh, 2008) نشان داد که بافت برگ دارای کمبود نسبی عنصر نیتروژن و منیزیم در تمامی تیمارها بود. مقدار عناصر فسفر، پتاسیم و آهن در تمام تیمارها در دامنه بهینه قرار داشت و عنصر کلسیم تنها در تیمار ورمی‌کمپوست ۴۰٪ در حد بهینه بوده و بقیه تیمارها دارای بیش بود کلسیم بودند.

جدول ۱۱- اثر نسبت‌های مختلف پیت خزه و ورمی‌کمپوست شیرین بیان بر محتوای عناصر برگ بنفشه آفریقایی.

Table 11- Effect of applied different amounts of licorice residue on nutrient elements content of African violet leaf.

آهن Fe (ppm)	منیزیم Mg (٪)	کلسیم Ca (٪)	پتاسیم K (٪)	فسفر P (٪)	نیتروزن N (٪)	تیمار Treatment
278.65	0.0037	2.25	0.8	3.32	1.39	P50 (control)
229.95	0.293	2.37	0.72	3.72	1.43	LV10P40
191.35	0.284	2.17	0.48	4.04	0.94	LV20P30
167.35	0.305	2.04	0.5	4.24	1.05	LV30P20
173.25	0.315	1.54	0.48	3.3	1.21	LV40P10
						حد بهینه
70-320	0.7-1.1	0.6-1.7	0.2-0.9	1.5-6	2.2-2.7	Optimal range (Dole & wilkins, 2005)
50-200	0.35-0.75	1-2	0.3-0.7	3-6.5	3-6	(Khoshgoftarmanesh, 2008)

بحث

نتایج نشان داد مصرف ورمی‌کمپوست تا حد ۱۰٪ حجم بستر شاخص‌های رشد اندام هوایی (کیفیت ظاهری، وزن تر و خشک اندام هوایی) بنفشه آفریقایی را بهبود داده است. کمترین کیفیت گیاهان، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمارهای حاوی ۲۰ تا ٤۰٪ ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در واقع با افزایش ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان در بستر به بیش از ۲۰٪ شاخص‌های رشد اندام هوایی کاهش یافت. سطح‌های بیش از ۱۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان اثر کاهنده روی رشد اندام هوایی داشته است به‌طوری که مقدار شاخص‌های کیفیت، سطح برگ و وزن تر اندام هوایی بین سطح ۱۰٪ ورمی‌کمپوست و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و مقدارهای بیشتر باعث کاهش رشد در مقایسه با شاهد گردید. در پژوهشی، بهترین نتیجه از افزودن ورمی‌کمپوست به محیط‌های کشت گلدانی زمانی حاصل شد که نسبت ورمی‌کمپوست تنها ۱۰٪ حجمی باشد و نسبت‌های بیشتر به‌طور معمول افزایشی را در رشد و تولید به دنبال نداشت (Atiye *et al.*, 2000). افزودن ورمی‌کمپوست ممکن است EC، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم خاک را افزایش و pH خاک را کاهش دهد (Azarmi *et al.*, 2008). همه این‌ها ممکن است دلیل بهبود رشد گیاه باشد (جدول ۲). Shahbazi *et al.* (2012) در بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت شامل ورمی‌کمپوست، پیت و پوست نارگیل (کوکوپیت) بر خصوصیات رشد و گلدهی میخک دریافتند که کلیه بوته‌ها، در تیمار ورمی‌کمپوست ٦۰٪ از بین رفتند که دلیل احتمالی آن را زیادی رطوبت و کمی اکسیژن در بستر ذکر کردند. در آزمایش ما مقدار pH ورمی‌کمپوست شیرین‌بیان و پیت خزه به ترتیب برابر ۷/۲ و ٦/۳ و EC آن‌ها به ترتیب ۰/۵ و ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. بنابراین کاهش رشد نمی‌تواند مربوط به این دو عامل باشد. پژوهش‌های پیشین روی پسماند ریشه شیرین بیان نشان داده که پسماند حاوی مقدار زیادی ترکیبات فنلی است (Ghanbari, 2019) و با پوسیدن آن مقدار فنل و فلاونوئید کاهش می‌یابد اما به‌طور کامل حذف نمی‌شوند که می‌تواند عامل کاهش رشد در سطوح بالای کمپوست باشد (Milani, 2020). نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها از نظر محتوای رطوبت نسبی آب برگ نشان می‌دهد تنش آبی وجود نداشته و ممکن است بقایایی ترکیبات شیمیایی موجود در ورمی‌کمپوست به‌دست آمده از ریشه شیرین‌بیان با اثر

[DOR: 20.1001.1.26765993.1401.7.1.6.1]
[DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.77]

دگرآزاری (آللوپاتیک) باعث تنش و به گل رفتن زودتر گیاهان و در نتیجه کاهش تعداد برگ شده باشد.

در مقایسه اثر کمپوست و ورمی‌کمپوست بر رشد گل جعفری و گوجه فرنگی گزارش شده است که ورمی‌کمپوست‌ها pH کمی پایین‌تر، غلظت‌های کمتری از نیتروژن نسبت به بسیاری از کمپوست‌ها دارند که با نتایج این آزمایش همسو است و می‌تواند ناشی از هضم ناکافی مواد آلی باشد. همپوشانی زیاد بین محتوای مواد مغذی و شکل مواد مغذی موجود در ورمی‌کمپوست و کمپوست پیش بینی پاسخ‌های احتمالی رشد گیاه به این مواد را تنها بر اساس چنین تجزیه‌های شیمیایی دشوار می‌کند (Atiye *et al.*, 2000). ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن مواد غذایی کافی و قابل جذب می‌تواند سبب افزایش میزان سطح برگ شود، که علت این افزایش را فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تولید مواد تنظیم کننده رشد می‌دانند (Arancon *et al.*, 2004.). آزمایش تاثیر کمپوست و ورمی‌کمپوست بر رشد گیاه اسطوخودوس نشان داد بیشترین رشد اندام هوایی در تیمار شاهد (خاک مزرعه) و کمترین رشد مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۳۰٪ بود (Mohsenzadeh *et al.*, 2012). کاربرد ورمی‌کمپوست در خیار نشان داده است که در غلظت‌های پائین (تا ۲۰٪) سبب افزایش رشد بوته‌ها شده است ولی غلظت‌های بالاتر از ۳۰٪، رشد گیاه را کاهش داد به‌طوری که کمترین میزان رشد در تیمار ۶۰٪ ورمی‌کمپوست مشاهده شد (Esmaeilpour & Chamani, 2009).

مقدار عنصر نیتروژن بافت برگ در بستر LV10P40 و P50 نسبت به سطوح دیگر ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان بیشتر بوده که می‌تواند باعث افزایش سطح برگ گیاه شده و در نهایت افزایش وزن تر و خشک گیاه شود. از نظر شاخص‌های رشد زایشی نیز داده‌های آزمایش نشان می‌دهد کاربرد ورمی‌کمپوست پسماند شیرین‌بیان تا سطح ۱۰٪ در بستر بنفشه‌آفریقایی باعث افزایش تعداد و قطر گلچه‌ها و طول گل‌آذین شد اما سطح‌های بالاتر مقدار این صفت‌ها را در مقایسه با شاهد کاهش داد که دلیل آن می‌تواند وجود نیتروژن و سایر عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف باشد که به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و باعث افزایش رشد و گلدهی گیاه می‌شوند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از نظر گلدهی می‌توان تا ۱۰٪ ورمی‌کمپوست شیرین‌بیان استفاده کرد. Ghasemi Ghehsare *et al.* (2011) در مقایسه اثر کاربرد کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و کمپوست برگ چنار، به عنوان ماده آلی در بستر با پایه خاک، بر رشد و نمو سینره[1] نشان دادند که مصرف ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست برگ چنار و کمپوست زباله شهری وزن تر و خشک شاخساره و تعداد گل را افزایش داد.

بر اساس شاخص‌های وزن تر و خشک ریشه نیز جایگزین کردن ۱۰٪ ورمی‌کمپوست تفاله شیرین بیان با پیت خزه باعث رشد بهتر گیاه نسبت به شاهد گردید. حجم و طول ریشه در شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود و با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست کاهش یافت. این می‌تواند ناشی از شرایط نگهداشت آب و تهویه در محیط ریشه باشد به‌طوری که بر اساس نمودار حفظ رطوبت در چند روز اول پس از آبیاری بیش از ۵۰٪ حجم بستر را آب تشکیل داده که نشانه تهویه ضعیف‌تر بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست است (شکل ۱).

در مقایسه اثر کاربرد آمیخته‌های گلدانی مختلف، بر رشد و نمو گل شمعدانی، Ghanbari *et al.* (1397) بیان کردند کمترین حجم و وزن تر و خشک ریشه در بستر حاوی ۵۰٪ پسماند شیرین‌بیان حاصل شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بیشترین طول ریشه در بستر حاوی ۱۰ گرم عصاره شیرین‌بیان در گیاه بامیه حاصل شد که دلیل آن مواد شیمیایی موجود در

۱- *Pericalis × hybrida*

ریشه شیرین‌بیان که به رشد طولی و تقسیم سلولی کمک می‌کند است. حضور مواد آلی تجزیه شده توسط کرم و آزاد شدن عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف که به سرعت جذب می‌شوند، باعث افزایش فشار اسمزی ریشه و در نتیجه افزایش جذب آب و وزن تر و رشد ابعادی سلول ها می‌شود (Mohsenzadeh *et al*., 2020).

مقدار قند محلول در تیمارهای حاوی ۱۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان بیش‌تر از سطح‌های دیگر بود و آن در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان تا سطح ۳۰٪ افزایش معنی‌دار داشت و در مقدار بالاتر ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان کاهش یافت که افزایش اولیه می‌تواند ناشی از عدم مصرف و یا انتقال آن به سایر اندام‌ها و تبدیل آن به فرم ذخیره‌ای مثل نشاسته باشد و یا به عنوان یک راهکار برای مقابله با تنش باشد. کاهش آن در مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست می‌تواند ناشی از تنش شدید و در نتیجه کاهش فتوسنتز باشد. تحت شرایط تنش، گیاهان به‌طور معمول نشاسته را برای تأمین انرژی و کربن در مواقعی که ممکن است فتوسنتز محدود شده باشد، تجزیه می‌کنند. قندهای آزاد شده و سایر متابولیت‌های مشتق شده، از رشد گیاه تحت تنش حمایت می‌کنند و به عنوان محافظ اسمزی و مواد محلول سازگار برای کاهش اثر منفی تنش عمل می‌کنند (Nazarli *et al*., 2010).

نتیجه گیری

به‌طور کلی بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری شده افزودن ورمیکمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان باعث افزایش ظرفیت نگهداشت آب نسبت به پیت خزه می‌شود اما افزودن مقدار کم آن اثر منفی روی تهویه نداشت. بررسی شاخص‌های رشد نیز نشان داد در بستر حاوی ۱۰٪ ورمیکمپوست شاخص‌های کیفیت ظاهری، وزن تر و خشک اندام هوایی، طول ریشه و شاخص‌های گلدهی گیاهان برتر از سایر بسترها بود. از سوی دیگر محتوای عناصر گیاهان رشد یافته در بسترهای مورد آزمایش نشان داد مقادیر بیشتر از ۱۰٪ ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان باعث کاهش نیتروژن و پتاسیم بافت گردید. همچنین کمبود منیزیوم در تمام گیاهان مشاهده شد که نشان می‌دهد با افزودن مقدار کافی این عناصر می‌توان به رشد خیلی بهتری دست یافت. بنابراین بر اساس نتایج آین آزمایش بستر حاوی پرلایت (۵۰٪)، پیت خزه (٤۰٪) و ورمی‌کمپوست پسماند شیرین بیان تا سطح ۱۰٪ برای بنفشه‌آفریقایی قابل توصیه است.

منابع

Amiri, H., Ismaili, A., Hosseinzadeh, S.R. (2017). Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). *Compost Science and Utilization*, *25*(3), 152-165. (In Persian).

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Atiyeh, R., Metzger, J.D. (2004). Effects of vermicompost produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, *93*, 139-144.

Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, *24*, 1–14.

Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., Shuster, W. (2000). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, *44*(5), 579-590.

Azarmi, R., Giglou, M.T., Taleshmikail, R.D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, *7*(14), 2397-2401.

Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, *39*(1), 205-207.

Chapman, H.D., Pratt, P.F. (1961). *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*. University of California, Los Angeles, 60-61, 150-179.

Chen, Y., and Avnimelech, Y. (Eds.). (1986). *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture* (Vol. 25). Springer Science and Business Media. 306p.

Dole, M., Wilkins, H. (2005). *Floriculture: Principles and Species*. Prentice-Hall. Inc. Upper Saddle River, USA. 1023p.

Domfnguez, J. (2004). *20 State of the Art and New Perspectives on Vermicomposting Research*. *Earthworm Ecology*. *CRC Press*, 401-424.

Esmaeilpour, B., Chamani, E. (2009). Vermicompost effects on growth and yield of cucumber. *International Organic Agriculture Symposium*, 19-21 August, Bangkok, Thailand.

Ghanbari, M. (2019). Effect of Peat moss, coir and licorice residue application in the medium on the growth and development of *Pelargonium* and Miniature Potted Rose. Master Thesis, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran. (In Persian).

Ghanbari, M., Ghasemi Ghehsare, M., Reezi, S. (2019). Comparison of the application of peat moss, cocopeat and licorice residue in geranium culture medium. 5th *National Congress of Hydroponics and Greenhouse Products*. February. Shiraz university.

Ghasemi Ghehsare, M., Kafi, M. (2016). *Scientific and Practical Floriculture* (Volume I). Author Publisher: 313p. (In Persian).

Ghasemi Ghehsareh, M., Ghanbari, M., Reezi, S. (2020). The effects of different potted mixtures on the growth and development of miniature roses (*Rosa* 'Orange Meillandina'*). International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, *9*(4), 399-409.

Ghasemi Ghehsareh, M., Khosh-Khui, M., Nazari, F. (2011). Comparison of municipal solid waste compost, vermicompost and leaf mold on growth and development of Cineraria (*Pericallis* × *hybrida* 'Star Wars'). *Journal of Applied Biological Sciences*, *5*(3), 55-58.

Hartmann, H.T., Kester, D.E. (2011). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices.* Pearson Prentice Hall. 922p.

Hosseinpur, A., Motaghian, H. (2018). *Soil Testing (Correlation, Calibration, and Fertilizer Recommendation Studies)*. Shahrekord University, 386p. (In Persian).

Jafarniya, S., Khosroshaahi, A., Safayikhoram, M. (2019). *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook of Soilless Food-Growing Methods*. Mashhad University Press. 408p. (Translated in Persian).

Khalighi, A. (1991). *Floriculture and Cultivation of Ornamental Plants in Iran*. Roozbehan Publications. 392p. (In Persian).

Khoshgoftarmanesh, A.H. (2008). *Evaluation of Nutrition Status and Optimum Fertilizer Management*. Isfahan University of Technology. 158p. (In Persian).

Kimmins, R.K. (1992). Gloxinias, African violets, and Other Gesneriads. In: Larson R.A., *Introduction To Floriculture*, Elsevier. 289-303.

Maness, N. (2010) Extraction and Analysis of Soluble Carbohydrates. In: Sunkar R. (eds), *Plant Stress Tolerance. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*, vol 639. Humana Press. pp. 341-370.

Matos, G.D., Arruda, M.A.Z. (2003). Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, *39*(1): 81-88.

Milani, F. (2020). Effect of Peat Moss, Coir and Licorice Residue Compost Application in the Medium on the Growth and Development of Weeping Fig and African Violets. M.Sc. Thesis. Shahrekord University, Iran (In Persian).

Moaveni, P. (2009). *Principles of Cultivation of Medicinal Plants*. Eta Publications (1th ed.).144p.

Mohsenzadeh, S., Hoseinkhani Hezaveh, M., Zamanpour Shahmansouri, H. (2020). Some physiological characteristics of the medicinal plant *Lavandula angustifolia* in response to drought stress, compost and vermicompost. *Journal of Plant Production Research*, *27*(3), 149-162. (In Persian).

Nath, G., Singh, K., Singh, D.K. (2009). Chemical analysis of vermicomposts/vermiwash of different combinations of animal, agro and kitchen wastes. *Australian Journal of Basic and Applied Science*. *3*, 3672-3676.

Nazarli, H., Zarsashti, M.R., Darvishzadeh, R., Najafi, S. (2010). The effects of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition.

Notulae Scientia Biologica, *2*, 53-58.

Pace, M.G., Miller, B.E. and Farrell-Poe, K.L. (1995). *The Composting Process*. Cooperative Extension Service, Utah State University. 2p.

Rafie, GH., Akbarzade, A. (2008). *Hydroponics Guide*. University of Tehran Press. 159p. (Translated in Persian).

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, *30*, 105-111.

Sardare, M.D., Admane, S.V. (2013). A review on plant without soil- hydroponics. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, *2*(3), 299-304.

Shahbazi, M., Chamani, E., Shahbazi, M., Mostafavi, M., Pourbeirami EHir, Y. (2012). Investigation of media (vermicompost, peat and coco-peat) on growth and flowering of carnation flower. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *22*(3), 127-136. (In Persian).

Suthar, S. (2009). Vermistabilization of municipal sewage sludge amended with sugarcane trash using epigenic *Eisenia foetida* (Oligochaeta). *Journal of Hazardous Materials*, *163*(1), 199-206.

Flower and Ornamental Plants (2022), 7(1): 63-78
Research article
DOI: 10.61186/flowerjournal.7.1.77

Effect of licorice residue vermicompost on growth and development of African violets

Maedeh Javanbakht, Masoud Ghsaemi Ghehsareh*, Hamidreza Motaghian

Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
mghasemi1352@gmail.com
Received: 2022/02/17, Revised: 2022/05/16, Accepted: 2022/05/18

Abstract

One way to use organic waste is to convert it to vermicompost, which helps protect the environment and its safely dispose. Their passage through the gastrointestinal tract of the worms causes them to decompose and become useful substances for plant growth. One of the organic wastes in Iran is the residues of licorice processing factories, which, when digested by earthworms, may be used as organic fertilizer for plants. African violets is an important potted flowering plant that is considered for some characteristics such as drought and heat tolerance and proper growth in the shade. In this experiment, the effect of application of licorice root residue vermicompost on African violet plant in a completely randomized design with five treatments and four replications using peat moss (P) and licorice root residue vermicompost (LV) and perlite was investigated. Fifty percent of the bedding volume was perlite and the rest included different volume ratios of peat moss and vermicompost as LV0P50, LV10P40, LV20P30, LV30P20 and LV40P10. The results showed that in the bed containing 10% vermicompost, the highest appearance quality (9.12), fresh (68.32 g) and dry (4.49 g) weight of shoots, diameter (3.45 cm) and number (53.0) of florets, inflorescence length (8.5 cm) and leaf soluble sugar content (1.12 mgg^{-1}) were observed. Root volume and length decreased with increasing vermicompost level in the substrate. In general, the best growth and quality were related to plants grown in a mixture containing perlite, peat moss and vermicompost up to 10%.

Keywords: Nutritional elements, Organic floriculture, Planting medium, Proline, Soluble sugar.