Plant Prod., 2023, 45(4), 475-489
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2022.41507.2054
Received: 2 August 2022
Accepted: 5 December 2022

Plant Productions
Research Article

The effect of different types of culture substrate on some morphological and physiological indices of African violet (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl)

Masoud Ghasemi Ghehsareh[1]*, Foroozan Milani[2], Saeed Reezi[3], Masoud Fatahi[4]

1- Assistant Professor at Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran
2- Former master student at department of horticultural sciences, faculty of agriculture, Shahrekord University, Iran
3- Assistant Professor at Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran
4- Instructor of Horticultural Products Department, Technical and Vocational University, Tehran, Iran

Citation: Ghasemi Ghehsareh, M., Milani, F., Reezi, S., & Fatahi, M. (2023). The effect of different types of culture substrate on some morphological and physiological indices of African violet *(Saintpaulia ionantha H. Wendl). Plant Productions,* 45(4), 475-489.

Abstract

Introduction

The function of a growth substrate is to provide an ideal medium for plantlet emergence which allows for the optimal development of plants during the time they stay in the container. A high-water storage capacity is necessary due to the limited volume available in growth substrate. There is a large variety of materials available for substrate elaboration, and their selection depends on the plant species to be propagated, season, propagation system, price, substrate availability and proper features. Compost seems to be an excellent alternative to peat. Also, the fresh material presents a high carbon: nitrogen ratio (C: N) and it may contain substances that are toxic to the plants, such as phenols, resins and tannins. Choosing the suitable planting bed for ornamental plants is one of the problems for most greenhouse managers. In this regard, in order to investigate the possibility of using liquorice residue compost as a by-product of the medicinal plant industry, in growth medium, the effect of peat moss, coir and liquorice root residue compost on the growth of African violet tested in an experiment.

Materials and Methods

The experiment was done with 7 treatments and 5 replications in a completely randomized design. Experimental treatments included: 60% (volumetric) peat moss, 60% coir, 60% liquorice root residue compost, 30% peat moss + 30% coir, 30% peat moss + 30% liquorice root residue compost, 30% coir + 30% liquorice root residue compost. Each treatment was mixed with 40% perlite. According to the results of a pre-test on the

* **Corresponding Author:** Masoud Ghasemi Ghehsareh
E-mail: mghasemi1352@gmail.com

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

low water retention capacity of liquorice compost, a treatment was also performed using liquorice compost with superabsorbent polymer (Aquasorb made by SNF) at a rate of 5g/kg mixed medium.

Results and Discussion

Experiment results in African violet showed that in shoot fresh weight, leaf number, root fresh weight, leaf area and relative leaf water content of 30% peat + 30% coir treatment and shoot dry weight, flower number and chlorophyll a were the best in 30% peat moss + 30% liquorice root residue compost treatment. The highest amount of chlorophyll b and total chlorophyll were observed in 60% liquorice root residue compost + superabsorbent polymer, the highest carotenoid content in 60% peat treatment, and the highest root dry weight and proline content in 60% liquorice root residue compost treatment. In general, according to the obtained results, by using licorice root residue compost with peat, it is possible to achieve favorable growth results, and it is recommended to use it up to 50% of the required organic matter in the bed of African violets. Based on the results of this study, licorice root resigue compost with peat moss can achieve favorable growth results and it can be used up to 50% of the required organic matter in African violet bed. The effects of licorice compost on morphological and physiological parameters of plants may be due to its effects on increased water content and soil aeration. Because there is a strong relationship between RWC and plant biomass. That also suggests that plants having greater biomass can maintain higher water content in their leaves.

Conclusion

Presence of nutrient elements increased the overall fertility, and functionality of the tested media, leading to maintain better plant growth. RWC is a measure of plant water status, which reflects metabolic activity in plant tissues and is one of the most important indicators to identify differences in substrate conditions.

Keywords: Compost, Licorice, Peat moss, Polymer

تولیدات گیاهی، ۱۴۰۱، ۴۵(۴)، ۴۷۵-۴۸۹
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2022.41507.2054
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

تاثیر انواع بسترهای کشت بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک بنفشه آفریقایی (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl)

مسعود قاسمی قهساره[۱]*، فروزان میلانی[۲]، سعید ریزی[۳] و مسعود فتاحی[۴]

۱- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گیاهان زینتی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۴- مربی گروه تولیدات باغی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران

چکیده

در این پژوهش امکان استفاده از کمپوست پسماند شیرین‌بیان به عنوان یکی از پسماندهای گیاهان دارویی، تاثیر بسترهای کشت پیت خزه، کوکوپیت و کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان و ترکیبات مختلف آن‌ها با یکدیگر، بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه بنفشه آفریقایی (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl) بررسی گردید. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با هفت تیمار، شامل ٪۶۰ (حجمی) پیت خزه، ٪۶۰ کوکوپیت، ٪۶۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان، ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت، ٪۳۰ پیت خزه + ٪۳۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان، ٪۳۰ کوکوپیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان و ٪۶۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان + پلیمر ابرجاذب (همه تیمارها دارای ٪ ۴۰ پرلایت بودند) و پنج تکرار در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۹۸-۹۷، اجرا شد. نتایج نشان داد که در شاخص‌های وزن تر اندام هوایی، تعداد برگ، وزن تر ریشه، سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت و در وزن خشک اندام هوایی، حجم ریشه، تعداد گل و کلروفیل a تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان بهترین بستر بودند. بیشترین میزان کلروفیل b و کل در تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان + پلیمر ابرجاذب، بیشترین مقدار کاروتنوئیدها در تیمار ٪۶۰ پیت و بیشترین وزن خشک ریشه و پرولین در تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان مشاهده شد. به‌طورکلی با توجه به نتایج به دست آمده با استفاده از کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان همراه با پیت خزه می‌توان به نتایج مطلوب رشد دست یافت و از آن تا ۵۰ درصد ماده آلی مورد نیاز در بستر بنفشه آفریقایی استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: پلیمر، پیت خزه، شیرین بیان، کمپوست

* **نویسنده مسئول:** مسعود قاسمی قهساره
رایانامه: mghasemi1352@gmail.com

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقدمه

بنفشه آفریقایی با نام علمی *Saintpaulia ionantha* H. Wendl از تیره Gesneriaceae می‌باشد. این گیاه یکی از معروف‌ترین گیاهان گلدانی تجاری است که در مقیاس بزرگ به‌صورت تجاری و خانگی پرورش داده می‌شود (Ghasemi Ghehsareh and Kafi, 2015). این گیاه دارای عادت رشد وردمان است، پهنک برگ‌ها به شکل بیضی، تخم مرغی و یا گرد می‌باشد (Bailey and Bailey, 1976). سیستم ریشه بنفشه آفریقایی ظریف و افشان است و گیاهان در محیط کشت با مواد آلی زیاد، خوب رشد می‌کنند (Dole and Wilkins, 2005). ویژگی‌هایی همچون داشتن رنگ و شکل متنوع، تکثیر رویشی آسان، قابلیت رشد در شرایط اتاق، توانایی گل‌دهی زیر نور مصنوعی باعث محبوبیت این گل در میان گل‌های زینتی شده است (Grout, 1990).

گزینش مواد جهت تهیه آمیخته گلدانی یکی از مراحل مهم پرورش گیاهان زینتی است. پرورش‌دهندگان گیاهان گلدانی اغلب مواد بهبود دهنده مانند خاک‌برگ، کودهای حیوانی، پیت، خاکستر چوب، شن و سنگریزه را به خاک‌های معدنی اضافه می‌کنند. بسیاری از گیاهان برگ زینتی در بسترهای کشت بدون خاک که در آن‌ها پیت به عنوان بستر پایه است، پرورش داده می‌شوند (Atiyeh et al., 2000). تهیه آمیخته خاکی مناسب برای بنفشه آفریقایی بسیار مهم است. خاک‌هایی که که زه‌کشی عالی داشته باشند و غنی از مواد آلی باشند برای این گیاه مناسب است ولی آمیخته‌های بدون خاک نتایج مطلوبی دارند. pH مناسب برای آن ۶/۵–۵/۸ است. از آنجا که این گیاه بومی نقاط مرطوب و جنگلی است، در آمیخته خاکی باید میزان زیادی از مواد آلی استفاده شود (Dole and Wilkins, 2005, Ghasemi Ghehsareh and Kafi, 2015).

پیت خزه (peat moss) در بسیاری از کشورهای جهان بخش عمده بسترهای کشت را تشکیل می‌دهد. نگرانی‌های زیست محیطی در مورد خسارت به معادن پیت خزه وجود دارد. بنابراین استفاده از پیت به علت آسیب‌های اکولوژیک به محیط زیست و عدم صرفه اقتصادی برای تولیدکنندگان گیاهان زینتی، مورد تردید است. این عوامل پژوهشگران را بر آن داشته تا به فکر بسترهای با کیفیت مناسب و قیمت پایین به منظور جایگزینی این ماده باشند (Krumfolz et al., 2000; Hartman et al., 2011). کوکوپیت از دیگر بسترهای مورد استفاده در افزایش گیاهان، حاصل فرآیندسازی پوسته میوه نارگیل است که از نسبت مساوی لیگنین و سلولز تشکیل شده و در سال‌های اخیر نیز به میزان زیادی در باغبانی در دنیا مورد استفاده قرار گرفته است (Noguera et al., 2000). پرلایت ماده‌ای سیلیکاتی با منشأ آتشفشانی است که قابلیت زهکشی خوبی دارد و سبب افزایش هوادهی در بستر و در نتیجه تعادل مناسب بین تهویه و رطوبت می‌شود (Awang et al., 2009).

شیرین بیان گیاهی چند ساله است که در بیشتر مناطق جهان می‌روید. این گیاه در کشور ایران نیز پراکنش بسیار وسیعی دارد و در استان‌هایی مانند خراسان (شمالی و رضوی)، آذربایجان شرقی و غربی، زنجان، گلستان، کردستان، فارس، اصفهان، تهران، ایلام و کرمانشاه مشاهده می‌شود (Zarei et al., 2014). شیرین بیان به‌دلیل خواص دارویی منحصر به فرد از گذشته بسیار دور مورد توجه قرار داشته است. مهم‌ترین ترکیب‌های موجود در ریشه شیرین‌بیان شامل؛ گلیسی‌ریزین، ساپونین، آسپاراجین، قندها (گلوکوز و سوکروز)، نشاسته، لیکوگرورین، مانیتول و چربی است. این گیاه بیشتر به صورت بهره‌برداری از طبیعت به بازار مصرف می‌رسد و کمتر مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. ایران از کشورهای صادر کننده عمده پودر و عصاره شیرین‌بیان در دنیا است. چهار استان فارس، کرمان، کهگیلویه و بویراحمد و کرمانشاه تولیدکننده این محصول هستند که استان فارس قطب تولید شیرین بیان در کشور است. ۱۷ کارخانه فرآوری این محصول را انجام می‌دهند که ۸۰٪ این کار در استان فارس انجام می‌شود. سالانه تمام محصول این کارخانه‌ها که بیش از ۷ هزار تن پودر و عصاره است از ایران به کشورهای اروپایی صادر می‌شود و با توجه به تقاضای رو به افزایش آن توسعه پرورش آن ضروری است (Amooei et al., 2015). شرکت‌های فرآوری شیرین بیان با مشکل ضایعات به دست آمده از آن رو به رو می‌باشند که می‌تواند به صورت کود آلی مورد استفاده قرار گیرد، زیرا از روش‌های مدیریت خاک در کشاورزی زیستی و افزایش عملکرد، استفاده از بقایای گیاهی و حیوانی، کمپوست‌های با منابع مختلف و پسماندهای آلی می‌باشد (Zarei et al., 2014). با توجه به کمبود مواد آلی در اغلب خاک¬های مناطق خشک و نیمه خشک ایران، مصرف کمپوست حاصل از پسماندهای آلی می‌تواند ظرفیت نگهداشت آب خاک را افزایش دهد (Rajaei et al., 2014). پژوهش‌های پیشین بیانگر اثر منفی پسماند خام شیرین بیان بر رشد گیاهان بوده است (Ghasemi Ghehsareh et al., 2020; Ghasemi Ghehsareh et al., 2021)، که ممکن است ناشی از ترکیب‌های فنلی باشد. ترکیبات فنلی از مهم‌ترین و رایج‌ترین ترکیبات شیمیایی گیاهی با اثر آللوپاتی در اکوسیستم هستند (Zeng et al., 2008). کلاس‌های اصلی ترکیبات فنلی عبارتند از فلاونوئیدها، تانن‌ها، چالکون‌ها، کومارین‌ها و اسیدهای فنولیک (Scalbert Williamson, 2000). آن‌ها به در تمام گیاهان وجود دارند و در

محصولات حاصل از تجزیه گیاه بسیار رایج هستند و پیش‌سازهای مهم مواد هیومیک در خاک هستند (Capasso, 1997).

مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از بقایای گیاهی پنبه و سبوس برنج به عنوان بستر کشت سبب افزایش طول شاخساره و تعداد گره‌ها در گیاه بنت القنسول گردید (Papafotiou et al., 2001). طی آزمایشی گزارش شد که بستر کشت ترکیبی کوکوپیت و پرلایت با بهبود شرایط رشد ریشه سبب ایجاد ریشه-های طویل، افزایش کارایی جذب آب و بهبود شاخص‌های رشد سوسن شد و در نتیجه بیشترین ارتفاع گیاه به دست آمد (Nikrazm et al., 2011). همچنین در آزمایشی تأثیر دو بستر کشت، خاک و ترکیب خاک + کوکوپیت بر کیفیت سوسن‌های تولید شده در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد که حضور کوکوپیت در بستر کشت اثر مثبتی بر ارتفاع گیاهان، تعداد جوانه‌های گل، وزن ریشه‌ها، وزن تر و خشک اندام هوایی و محتوای کلروفیل داشت (Honfi et al., 2010). بررسی تاثیر پسماند ریشه شیرین‌بیان کمپوست‌شده بر رشد و نمو گیاه شمعدانی نشان داد بیشترین میزان وزن تر و خشک شاخساره، تعداد گل، میزان کلروفیل، ارتفاع و تعداد برگ در تیمار دارای پیت خزه و کمپوست پسماند شیرین بیان وجود داشت. همچنین پژوهشگران اظهار داشتند که استفاده از کمپوست پسماند شیرین بیان به میزان ۶۰ درصد در محیط کشت، باعث اثر مثبت روی شمعدانی شد و رشد آن را بهبود بخشید (Javanbakht et al., 2020).

با توجه به لزوم وجود بسترهای با کیفیت مناسب، اقتصادی‌تر و دارای خطر کمتر برای محیط زیست، استفاده از کمپوست در بستر به جای پیت منجر به کاهش برداشت بیش از حد پیت، حفظ زیستگاه‌های طبیعی گیاهان و حیوانات و کمک به حذف برخی از ضایعات ارگانیک خواهد شد. یکی از بقایای گیاهی به دست آمده در کارخانه‌های فرآوری گیاهان دارویی پسماند شیرین‌بیان می‌باشد که شاید بتوان از آن به عنوان یک بستر کشت استفاده نمود. از این رو، با توجه به اهمیت ویژه مواد آلی در بستر کشت بنفشه آفریقایی، هدف از این پژوهش بررسی امکان استفاده از پسماند شیرین‌بیان کمپوست شده به عنوان بستر کشت جهت جایگزینی پیت خزه و مقایسه آن با بسترهای کشت دیگر نظیر پیت خزه و کوکوپیت بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۹۸-۱۳۹۷، اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، شامل ٪۶۰ (حجمی) پیت‌خزه (P)، ٪۶۰ کوکوپیت (C)، ٪۶۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان (L)، ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت (PC)، ٪۳۰ پیت‌خزه + ٪۳۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان (PL)، ٪۳۰ کوکوپیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان (CL) و ٪۶۰ کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان + پلیمر ابرجاذب (LA)(همه تیمارها دارای ٪ ۴۰ پرلایت بودند) و پنج تکرار اجرا گردید.

برای تهیه کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان، به هر ۱۰۰ کیلوگرم پسماند تازه ۲ کیلوگرم کود دامی به عنوان تامین کننده میکروارگانیزم‌های تجزیه کننده و مقدار ۱۰۰ گرم کود اوره اضافه شد. پسماند پس از شش ماه دفن در حالت مرطوب مورد استفاده قرار گرفت. سپس بسترها با نسبت‌های مورد نظر (جدول ۱) ترکیب شدند.

با توجه به نتایج یک پیش آزمایش مبنی بر ظرفیت پایین نگهداشت آب کمپوست پسماند شیرین‌بیان تیماری نیز با استفاده از کمپوست پسماند شیرین‌بیان همراه با پلیمر ابرجاذب (آکوآزورب ساخت شرکت SNF فرانسه) به میزان ۵ گرم بر کیلوگرم آمیخته بستر به‌کار رفت. همچنین به منظور بررسی اثر کمپوست شدن بر مقدار مواد با تاثیر منفی بر رشد گیاه، مقدار فنل و فلاونوئید ماده خام و کمپوست شده پسماند ریشه شیرین‌بیان اندازه‌گیری شد. گیاهچه‌های ۴ تا ۵ برگی بنفشه آفریقایی با گل‌های یاسی پرپر ابلق تک طوقه خریداری شده از یک تولید کننده در نوشهر، در بسترهای مورد آزمایش و در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و حجم حدود یک لیتر کشت شدند. سه هفته پس از انتقال به گلدان اصلی با کود کامل (N20P20K20) به نسبت یک در هزار هر ۱۵

Table 1. Treatments and ratio of materials used as culture medium

Treatment	L	C	P	Pearlite
	(%)			
P	-	-	60	40
C	-	60	-	40
L	60	-	-	40
LA	60	-	-	40
PC	-	30	30	40
PL	30	-	30	40

P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

روز یک بار تغذیه شدند. متوسط دمای گلخانه در روز و شب به ترتیب ۲±۲۵ و ۲±۱۸ درجه سلسیوس و میزان رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰ درصد بود. آبیاری گیاهان بر اساس نیاز و قبل و به‌طور یکنواخت انجام شد. پس از گذشت چهار ماه از رشد گیاهان شاخص‌های مورفولوژیک شامل وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ، سطح برگ و تعداد گل و شاخص‌های فیزیولوژیک شامل محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ، پرولین و محتوانی نسبی آب برگ (RWC) اندازه‌گیری شد.

پیش از اجرای آزمایش بسترهای مختلف کشت از نظر برخی خصوصیات شیمیایی توسط آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی شهرکرد واکاوی شد که نتایج آن در جدول (۲) نمایان است.

همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) مواد آلی مورد استفاده در بسترهای کشت که از شاخص‌های مهم در حاصل‌خیز بودن بستر می‌باشد و توانایی آن در حفظ کاتیون‌ها را نشان می‌دهد به روش اشباع نمونه با استات آمونیوم و جایگزینی با استات سدیم اندازه‌گیری گردید (Sumner and Miller, 1996). نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل ظرفیت تبادل کاتیونی در جدول (۳) آمده است.

Table 2. Analysis of the chemical characteristics of different culture media

Treatment	K	P	C	N	pH	EC
	(mg/kg)		%			(dS/m)
P	550	78.5	36.27	1.12	7.0	0.3
C	730	93.6	31.59	0.56	7.03	0.5
L	440	118.4	19.11	1.51	7.40	0.2
PC	900	57.8	32.96	1.01	6.90	0.5
PL	810	94.2	30.81	1.57	7.40	0.3
CL	2150	95.2	32.95	1.29	7.37	0.4

P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

Table 3. CEC of different culture media components

Sample	CEC (meq/100g)
Coir	172.45
Peat moss	208.61
Licorice residue compost	84.32

شاخص‌های مورفولوژیک

در طول دوره آزمایش تعداد گل و غنچه‌های تشکیل شده روی هر گیاه شمارش شد و به صورت تجمعی برای آنالیز استفاده شد. پس از پایان آزمایش وزن تر اندام هوایی و ریشه گیاه پس از جدا کردن اندام هوایی در قسمت طوقه از ریشه با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد و پس از خشک شدن در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آن تعیین شد. برای تعیین سطح برگ تعداد ۷ عدد از برگ‌های هر گیاه به طور تصادفی انتخاب و پس از پهن کردن روی یک سطح صاف و عکس‌برداری از آن‌ها، با استفاده از نرم-افزار (Digimizer Ver. 4.1.1.0) سطح آن‌ها اندازه‌گیری شد.

شاخص‌های فیزیولوژیک

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای کاروتنوئیدها، کلروفیلa ، b و کل نمونه‌های ۰/۵ گرمی از برگ در استون ۸۰ درصد همگن شد و پس از سانتریفیوژ جذب رونشین با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (PG Instroments T80) در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ خوانده شد و مقدار کاروتنوئید و کلروفیل a و b محاسبه گردید (Lichtenthaler, 1987). پرولین برگ با استفاده از روش Bates et al., (1973) با استفاده از منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر اندازه‌گیری شد.

محتوی نسبی آب برگ (RWC) با استفاده از دیسک‌های یک سانتی‌مترمربعی برگ اندازه‌گیری شد. نمونه برداری در زمان فرارسیدن نیاز به آبیاری و پیش از آبیاری گیاهان انجام شد. ابتدا وزن تر ۱۰ عدد دیسک برگ اندازه‌گیری و پس از قرار دادن آن‌ها در آب به مدت ۲۴ ساعت در روشنایی در دمای ۲۳ درجه سلسیوس وزن حالت آماس اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک و دوباره وزن شدند. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$RWC\ (\%) = [(FW- DW) / (TW- DW)] \times 100$$

که FW وزن تر، DW وزن خشک، TW وزن آماس است.

برای اندازه‌گیری محتوای فنل و فلاونوئید در پسماند خام و کمپوست شده شیرین‌بیان، ابتدا نمونه‌های خشک شده به مدت ۷۲ ساعت در اتانول ۷۰ درصد خیسانده شدند. سپس با عبور از کاغذ صافی عصاره صاف شد. عصاره در انکوباتور در دمای ۳۷ تا ۴۲ درجه سلسیوس قرار داده تا کاملا خشک شود. پس از خشک شدن، رسوب حاصل را از داخل ظرف تراشیده و در ظرف دربسته به دور از رطوبت در فریزر نگهداری و برای اندازه‌گیری

فنل و فلاونوئید به‌کار رفت. میزان ترکیبات فنلی بستر کشت براساس روش رنگ‌سنجی فولین- سیوکالتیو (Folin-ciocalteu) و بر حسب استاندارد اسید گالیک اندازه‌گیری شد. به این منظور ابتدا ۰/۰۱ گرم از نمونه عصاره خشک در متانول ۶۰ درصد حل شد و به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس به ۰/۱ میلی‌لیتر از آن ۰/۵ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد واکنشگر فولین- سیوکالتیو اضافه و پس از ۳ تا ۸ دقیقه به آن ۰/۴ میلی‌لیتر از محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری و میزان جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. در پایان مقدار فنول کل عصاره بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره خشک گزارش شد. مقدار فنول کل عصاره بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم ماده خشک تعیین شد (Mashayekhi and Atashi, 2015; Akomeng and Adusei, 2021). اندازه‌گیری فلاونوئید کل بستر براساس روش روش رنگ‌سنجی ارزیابی شد (Chang et al., 2002). مقدار ۰/۰۱ گرم از عصاره خشک در متانول ۶۰ درصد حل شد و به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس به ۰/۱ میلی‌لیتر از آن ۰/۵ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۲ درصد و ۳ میلی‌لیتر استات پتاسیم ۵ درصد اضافه شد. پس از ۴۰ دقیقه، جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. مقدار فلاونوئید با استفاده از منحنی استاندارد براساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم ماده خشک گزارش شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 (نسخه M6) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. نمودارها با نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه واریانس شاخص‌های مورفولوژیک در جدول ۴ و شاخص‌های فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در جدول ۵ آمده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای کشت مختلف بر وزن تر و خشک قسمت هوایی گیاه بنفشه آفریقایی معنی‌دار بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین وزن تر اندام هوایی با میانگین ۹۶ گرم مربوط به بستر ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت و کم‌ترین آن با میانگین ۱۶ گرم مربوط به بستر ٪۶۰ کوکوپیت بود (شکل ۱، A). بیشترین وزن خشک (۴/۰۱۲ گرم) در بستر ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند و کم‌ترین آن (۱/۰۰۲ گرم) در بستر ٪۶۰ کوکوپیت مشاهده شد (شکل ۱، B). تیمارهای ٪۶۰ پیت و ٪۶۰ کمپوست پسماند در شاخص وزن تر و وزن خشک اندام هوایی تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۱). همچنین مقایسه میانگین‌های مربوط به وزن تر و خشک ریشه نشان داد که بستر ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت دارای بیشترین و بستر ٪۳۰ کوکوپیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان دارای کم‌ترین وزن تر ریشه به ترتیب با میانگین‌های ۲۷/۵۰ و ۵/۵۰ گرم بودند. وزن تر ریشه در تیمار کمپوست شیرین بیان (L) نسبت به تیمار پیت (P) و کوکوپیت (C) بیشتر بود (شکل ۱، C).

Table 4. Analysis of variance of morphological characteristics of African violet.

Source of variation	df	Mean squares						
		Fresh weight of aerial parts	Dry weight of aerial parts	Root fresh weight	Root dry weight	Number of leaves	Leaf area	Number of flowers
Substrate	6	2767.820**	4.576**	295.186**	6.127**	1097.766**	56.560**	1449.054**
Error	25	31.358	0.021	7.184	0.029	23.236	1.983	22.902
CV%		10.603	5.604	17.757	8.362	10.228	7.927	13.796

**, represent significant at 1% respectively.

Table 5. Analysis of variance of physiological characteristics of African violet.

Source of variation	df	Mean square					
		Chl a	Chl b	Total Chl	Car	Proline	RWC
Substrate	6	0.007**	0.008**	0.024**	0.001**	0.0497**	1.6.517**
Error	25	0.0001	0.00008	0.0001	0.00005	0.007	21.164
CV (%)		6.356	10.659	4.083	12.685	8.06	5.243

**, represent no significant and significant 1%.

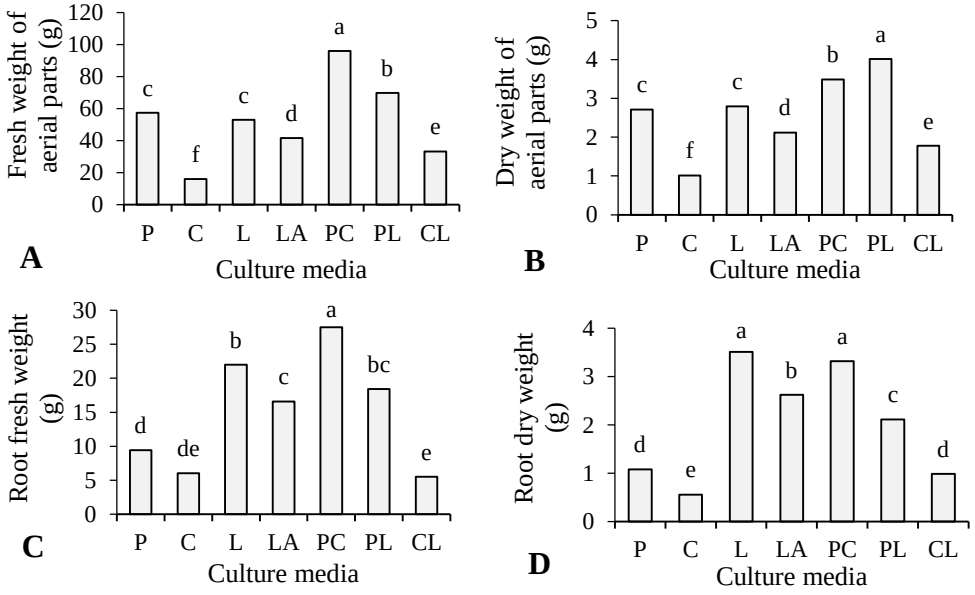

Figure 1. Mean comparison of the effects of culture media on fresh (A) and dry weight (B) of aerial parts, and fresh (C) and dry weight (D) of roots. Columns with the same letter do not have a significant difference at the 5% probability level of Duncan's test. P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

از سوی دیگر در بستر ٪۶۰ کوکوپیت وزن خشک ریشه میانگین ۰/۵۶ گرم ثبت شد که در مقایسه با سایر بسترهای کشت کم‌ترین بود و بستر ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین بیان و ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت بیشترین وزن خشک ریشه را داشتند. وزن خشک ریشه در تیمار کمپوست شیرین بیان (L) نسبت به تیمار پیت (P) و کوکوپیت (C) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (شکل ۱، D). براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تاثیر تیمارها بر تعداد برگ و سطح برگ بنفشه آفریقایی معنی‌دار گردید (جدول ۴). در مقایسه میانگین‌ها مشخص شد به ترتیب بیشترین و کم‌ترین تعداد برگ در تیمارهای ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت و ٪۶۰ کوکوپیت ثبت گردید. قابل ذکر است که تیمارهای ٪۶۰ پیت و ٪۶۰ کمپوست پسماند تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد برگ نداشتند (شکل ۲، A). با توجه به نتایج مقایسه بین میانگین‌ها بیشترین سطح برگ با میانگین ۲۱/۳۹ سانتی‌متر مربع در تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت وجود داشت و با تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین بیان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نداشت اما کم‌ترین آن در بستر ٪۶۰ کوکوپیت با میانگین ۱۰/۹۶۲ سانتی‌مترمربع دیده شد (شکل ۲، B). به‌طور کلی از نظر تعداد و سطح برگ بستر کمپوست شیرین‌بیان نسبت به کوکوپیت بهتر بود و تفاوت معنی‌داری با پیت نداشت.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد گل در بستر ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان با میانگین ۵۷/۶۰ عدد مشاهده شد و با تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت تفاوت معنی‌داری نداشت. از سوی دیگر کم‌ترین تعداد گل در تیمار ٪۶۰ کوکوپیت با میانگین ۷/۵۰ عدد ثبت گردید. تیمار ٪۶۰ پیت با تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان و تیمار ٪۳۰ کوکوپیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان با تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند + پلیمر از نظر آماری و در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف بستر کشت بر محتوای کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیدها معنی‌دار بود (جدول ۵). در ارتباط با میزان کلروفیل a نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین بیان و تیمار ٪۳۰ پیت با میانگین ۰/۲ میلی‌گرم بر گرم بیشترین و تیمار ٪۶۰ کوکوپیت با میانگین ۰/۰۹۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر کم‌ترین میزان کلروفیل a را داشتند که تفاوت آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (شکل ۴، A).

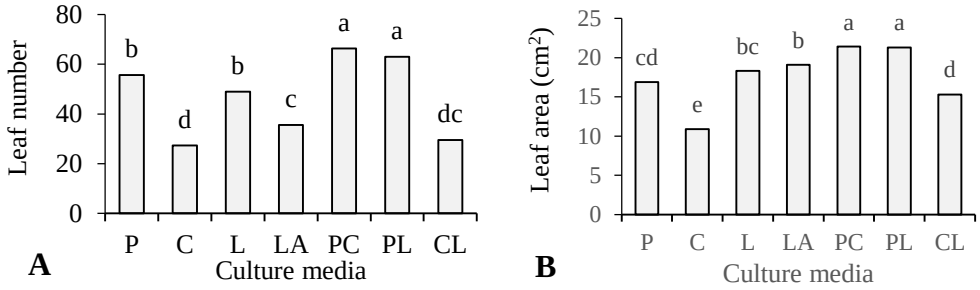

Figure 2. Mean comparison of the effects of culture media on leaf number (A) and leaf area (B). Columns with the same letter do not have a significant difference at the 5% probability level of Duncan's test. P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

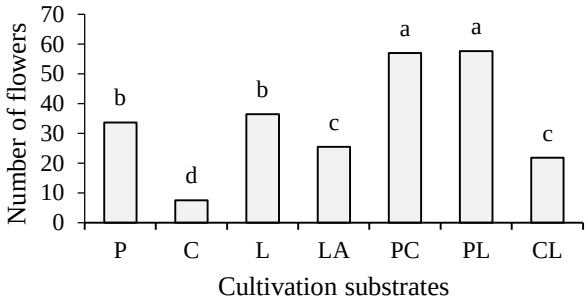

Figure 3. Mean comparison of the effects of culture media on number of flowers. Columns with the same letter do not have a significant difference at the 5% probability level of Duncan's test. P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

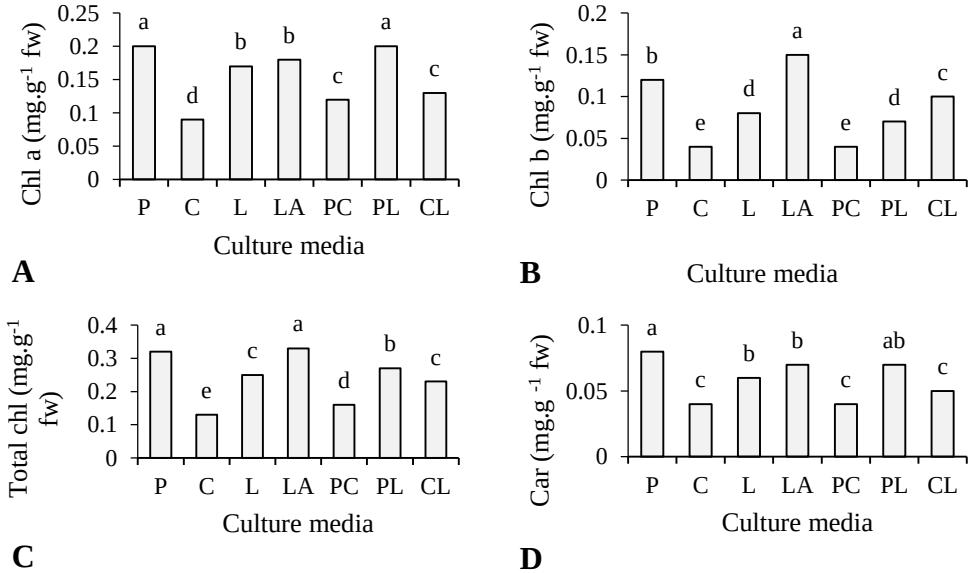

Figure 4. Mean comparison of the effects of culture media on chlorophyll a (A), b (B) and total (C) and carotenoids (D). Columns with the same letter do not have a significant difference at the 5% probability level of Duncan's test. P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

همچنین بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان + پلیمر (۰/۱۵۴ میلی‌گرم بر گرم) و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ٪۶۰ کوکوپیت (۰/۰۳۵ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد که با تیمار ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت (۰/۰۴۴ میلی‌گرم بر گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت. از سوی دیگر دو تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند و ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند با هم تفاوتی معنی‌داری نداشتند (شکل ۴، B). محتوای کلرفیل کل نیز تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت و بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان+ پلیمر (۰/۳۳۱ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد که با تیمار ٪۶۰ پیت (۰/۳۱۹ میلی‌گرم بر گرم) تفاوتی نداشت و کم‌ترین آن مربوط به تیمار ٪۶۰ کوکوپیت (۰/۱۲۹ میلی‌گرم بر گرم) بود. بین تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان با تیمار ٪۳۰ کوکوپیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند از نظر میزان کلروفیل کل تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۴، C). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین کاروتنوئید مربوط به بستر ٪۶۰ پیت و کم‌ترین آن مربوط به بستر ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت به ترتیب با میانگین‌های ۰/۰۸ و ۰/۰۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود (شکل ۴، D).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای بستر کشت بر محتوای نسبی آب برگ (RWC) و پرولین معنی‌دار بود (جدول ۵). بستر کشت حاوی ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان دارای بالاترین مقدار پرولین با میانگین ۱/۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر بود و پایین‌ترین آن در تیمار ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان + پلیمر (۰/۹۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت و سایر تیمارها هم تفاوتی با یکدیگر نداشتند (شکل ۵، A). محتوای نسبی آب برگ در بستر ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کوکوپیت به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود و کم‌ترین مقدار RWC در بستر ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد تیمار ٪۶۰ پیت با ٪۳۰ پیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان و تیمار ٪۳۰ کوکوپیت + ٪۳۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان با ٪۶۰ کمپوست پسماند شیرین‌بیان + پلیمر تفاوتی با یکدیگر نداشتند (شکل ۵، B).

بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی میزان فنول و فلاونوئیدهای بستر شیرین‌بیان کمپوست شده و کمپوست نشده مقدار فنول بستر کشت کمپوست شده به میزان ۳۰/۹ درصد کمتر از بستر کمپوست نشده بود (شکل ۶، A). از سوی دیگر مقدار فلاونوئید بستر کشت کمپوست نشده شیرین بیان به میزان ۲۰/۵ درصد بیشتر از بستر کشت کمپوست شده بود (شکل ۶، B). نتایج این آزمایش نشان داد تاثیر بسترهای کشت بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه بنفشه آفریقایی متفاوت بود و بسترهای کشت دارای پیت + کوکوپیت و پیت + کمپوست شیرین‌بیان از نظر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه نسبت به سایر بسترها در شرایط بهتری بودند. همچنین وزن تر و خشک ریشه در تیمار کمپوست شیرین‌بیان به‌طور معنی‌داری بیشتر از پیت و کوکوپیت بود (شکل ۱). همسو با نتایج این آزمایش، Kakoei and Salehi (2013) با آزمایشی روی گیاهان اسپاتی‌فیلوم گزارش کردند که محیط مخلوط حاوی برگ‌های کمپوست شده و پیت خزه باعث ایجاد بهترین رشد در این گیاه گردید. همچنین مشخص شد که استفاده از کمپوست ضایعات پنبه به عنوان بستر کشت جایگزین پیت در گیاه کروتون سبب افزایش وزن خشک گیاه شد (Papafotiou et al., 2007). از سوی دیگر در کاربرد پیت و پسماند کمپوست نشده ریشه شیرین‌بیان مشخص شد وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاهان شمعدانی و رز مینیاتوری در بستر پیت بیشتر بود و پسماند کمپوست نشده تاثیر منفی بر رشد این گیاهان داشت (Ghasemi Ghehsareh et al., 2020; Ghasemi Ghehsareh et al., 2021).

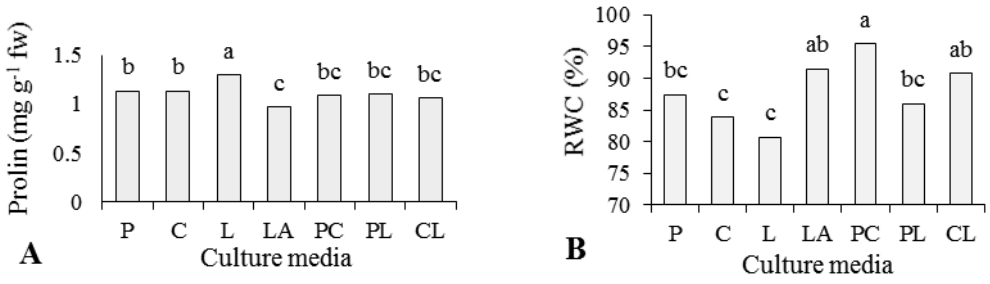

Figure 5. Mean comparison of the effects of cultivation substrates on proline (A) content and RWC (B). Columns with the same letter do not have a significant difference at the 5% probability level of Duncan's test. P: peat moss, C: coir, L: licorice residue compost and LA: licorice residue+ superabsorbent polymer.

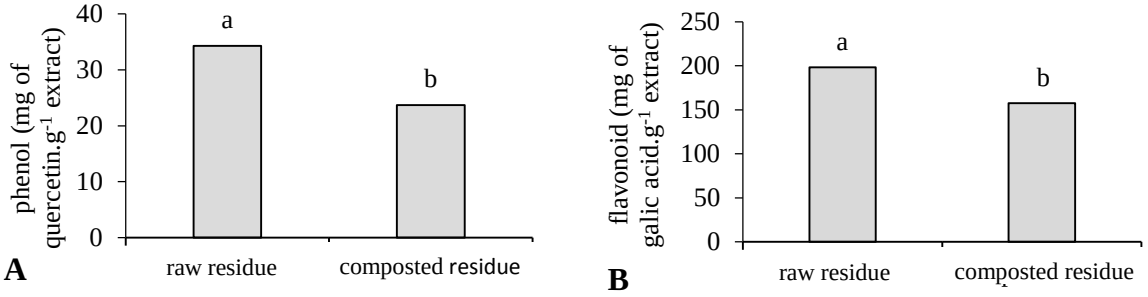

Figure 6. Phenol (A) and flavonoid (B) content in raw and composted residue of Liquorice. Columns with the same letter do not have a significant difference at the 5% probability level of Duncan's test.

مقایسه میانگین‌های مربوط به تعداد برگ، سطح برگ و تعداد گل بنفشه آفریقایی نشان داد ترکیب پیت با کوکوپیت و کمپوست ریشه شیرین‌بیان نسبت به سایر بسترها بهتر بود و بیشترین تعداد برگ، سطح برگ و تعداد گل در این تیمارها ثبت گردید. در این شاخص‌ها بستر کشت کمپوست شیرین‌بیان نسبت به کوکوپیت بهتر بود و تفاوت معنی‌داری با پیت نداشت (شکل ۲ و ۳). پژوهش‌های Sajjadinia et al. (2011) در گیاه حسن یوسف و Khayyat et al. (2007) در گیاه پتوس نشان داد که بیشترین تعداد و سطح برگ این گیاهان در بسترهای کشت دارای پیت خزه ثبت شده است که نتایج این آزمایش با آن‌ها مطابقت دارد. همچنین همسو با اثر مثبت کمپوست شیرین‌بیان بر شاخص‌های تعداد و سطح برگ Verdonck and Gabrils (1992) اظهار داشتند که کمپوست ضایعات تنباکو بر تعداد و سطح برگ فیکوس برگ پهن و برگ انجیری موثر بوده است. بنابراین نتایج نشان می‌دهد کمپوست شدن می‌تواند در حذف مواد بازدارنده رشد موثر باشد. همچنین درپژوهشی دیگر تاثیر مثبت کمپوست بر تعداد برگ و گل گیاه کروساندرا گزارش شده است (Gajalakshmi and Abbasi, 2002). افزایش تعداد گل بنفشه آفریقایی در بسترهای کشت دارای پیت و کمپوست با نتایج آزمایش‌های Hidlago et al. (2006) در گیاه جعفری و Arancon et al. (2004) در توت فرنگی مطابقت دارد. بنابراین هر گیاهی جهت رشد مناسب و عملکرد بالاتر نیازمند رشد رویشی خوب و داشتن ذخایر کافی است، این رشد مناسب در صورتی میسر خواهد شد که تمام شرایط فیزیکی بستر رشد گیاه از قبیل تخلخل، ظرفیت نگهداشت آب، تهویه و شرایط شیمیایی مانند ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، هدایت الکتریکی (EC) مطلوب باشد. از این رو خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پیت یکی از دلایلی است که باعث بالا بودن شاخص‌های رشدی گیاهان بنفشه آفریقایی شده است (Ismaili et al., 2012). افزون براین فرایند کمپوست شدن پسماند شیرین‌بیان می‌تواند با کاهش ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها (شکل ۶) اثرهای نامطلوب مواد آلی تازه را بهبود دهد و دارای EC، pH و خصوصیات تغذیه‌ای (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) مناسب گردد (جدول ۲). بنابراین ممکن است بتوان از آن به عنوان یک جایگزین مناسب برای پیت و برتر نسبت به کوکوپیت در بستر بنفشه آفریقایی استفاده کرد. زیرا به‌طور معمول پیت و کمپوست در یک بستر رشد ب به‌تقریب همسان عمل می‌کنند و باعث بالا بردن ظرفیت نگهداشت آب و هوا و بهبود حاصلخیزی بستر می‌شوند (Zaller, 2007). افزایش گلدهی در بستر کمپوست پسماند شیرین‌بیان می‌تواند ناشی از بهبود تغذیه گیاه بویژه از نظر فسفر و پتاسیم باشد. استفاده از فسفر تاثیر معنی‌داری در تولید سنبله و کیفیت گل‌ها می‌گذارد (Banker and Mukhopadhyay, 1985).

Khan et al. (2016) افزایش تعداد گلچه در سنبله گل مریم با افزایش میزان فسفر در بستر را گزارش کردند. از سوی دیگر فسفر نقش تاثیرگذاری در توسعه ریشه گیاهان دارد (Mengle and Kirkby, 1995). بنابراین می‌توان گفت وزن خشک ریشه بیشتر در تیمارهای حاوی کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان افزون بر وضعیت مطلوب تهویه می‌تواند به دلیل فسفر بیشتر (جدول ۲) در این بستر باشد.

نتایج محتوای کلروفیل‌ها نشان داد که گیاهان در بستر پیت و بسترهای دارای کمپوست پسماند شیرین بیان بیشترین محتوای کلرفیل‌ها را داشتند به‌طوری که بیشترین محتوای کلروفیل کل در بستر کشت کمپوست پسماند شیرین بیان و پلیمر ابرجاذب مشاهده شد (شکل ۴). نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش (Ghasemi Ghehsareh et al. 2020, 2021) در گیاهان رز مینیاتوری و شمعدانی و Wilson et al. (2002) روی گیاه گلوکسینیا همسو است. گزارش شده که استفاده از پسماند شیرین‌بیان در بستر کشت گل همیشه بهار باعث افزایش معنی‌دار

محتوای کلروفیل گردید (Zarei et al., 2013). همچنین استفاده از پلیمر ابرجاذب در بستر کشت گیاه آفتابگردان (Nazarli et al., 2010) و ریحان (Daneshmandi and Azizi, 2009) منجر به افزایش محتوای کلروفیل کل گردید که نتایج این آزمایش با آن‌ها همسو است. با توجه به بالابودن درصد نیتروژن بسترهای پیت و کمپوست پسماند شیرین‌بیان (جدول ۲) افزایش میزان کلروفیل در گیاهان کاشته شده در بسترهای کشت حاوی این دو ماده ممکن است به دلیل افزایش جذب نیتروژن باشد، زیرا این عنصر نقش اساسی در بیوسنتز کلروفیل دارد (Azarmi et al., 2009; Mirakalaei et al., 2013).

کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان در ترکیب با پلیمر کم‌ترین میزان پرولین را داشتند (شکل ۵)، این ممکن است به دلیل نقش پلیمر در نگهداشت آب باشد که از ایجاد تنش رطوبتی به گیاه جلوگیری می‌کند (Nazari et al., 2010). پلیمر با قرار دادن آب در اختیار ریشه گیاه از ایجاد تنش رطوبتی جلوگیری کرده و تغییر اندازه پلیمرها در اثر جذب و ازدست دادن آب باعث ایجاد تهویه بهتر در بستر کشت شده که در نهایت منجر به جذب بهتر آب می‌گردد (Ghasemi, and Khosh-khui, 2007). همچنین نتایج این آزمایش نشان داد RWC در بسترهای دارای کمپوست پسماند شیرین‌بیان و پیت بیشتر بود (شکل ۵) که می‌تواند به علت ظرفیت بالای آن‌ها در نگهداشت آب باشد. زیرا شاخص RWC دارای رابطه مستقیم با محتوای آب خاک است و وضعیت آبی بستر را نشان می‌دهد (Saraker et al., 1999). نتایج این آزمایش با نتایج (Saidi et al. 2013) در گوجه فرنگی و Daneshmandi and Azizi (2009) در ریحان مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که میزان فنول و فلاونوئید پسماند کمپوست شده نسبت به پسماند خام کمتر بود (شکل ۶). بنابراین استفاده از پسماند شیرین‌بیان کمپوست شده نسبت به نوع کمپوست نشده‌ی آن در بسترهای کشت می‌تواند موثرتر باشد، زیرا فنول و فلاونوئید موجود در پسماند خام، از جمله ترکیب‌های عامل آللوپاتی می‌باشند که می‌تواند اثرات خود را با اثر بر تنفس، تغییر در نفوذپذیری غشا، بازدارندگی رشد سلولی و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌ها انجام دهد (Putman et al., 1983). بیان شده است که فنل ها با مهار حمل و نقل اسیدهای آمینه و تشکیل پروتئین در بذرها مانع جوانه‌زنی می‌شوند (Lattanzio et al., 2006). فلاونوئیدهای مونو و دی هیدروکسی به عنوان بازدارنده انتقال IAA نقش دارند (Jacobs and Rubery, 1988). گزارش شده که خصوصیات فیزیکی کمپوست پسماند شیرین بیان قابل مقایسه با پیت است. در حالی که شوری آن به نسبت کم و مواد غذایی آن بالاتر است (Medina et al., 2011).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد در بسیاری از شاخص‌ها مانند وزن خشک قسمت هوایی و ریشه، تعداد و سطح برگ، تعداد گل، کلروفیل‌ها و محتوای نسبی آب برگ تفاوت چندانی بین کمپوست پسماند شیرین‌بیان و پیت وجود نداشت و در برخی شاخص‌ها مانند وزن تر و خشک ریشه کمپوست پسماند شیرین‌بیان بهتر از پیت بود. بنابراین در بستر کشت گیاه بنفشه آفریقایی استفاده از کمپوست پسماند شیرین‌بیان می‌تواند جایگزین مناسبی برای پیت باشد. بر اساس نتایج به دست آمده با استفاده از کمپوست پسماند ریشه شیرین‌بیان همراه با پیت می‌توان به نتایج مطلوب رشد دست یافت و از آن تا ۵۰ درصد ماده آلی مورد نیاز در بستر این گیاه استفاده کرد.

References

Akomeng, N., & Adusei, S. (2021). Organic solvent extraction and spectrophotometric quantification of total phenolic content of soil. *Heliyon*, 7(11), e08388.

Amooei, A. M. Ghasempour, N., &kaboli, M. (2015). Licorice Cultivation Entrepreneurship Package. Asrar e Elem poblisher, Tehran, Iran. [In Persian]

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

Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C.A., & Metzeger, J. D. (2000). Influence of earth worm – processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, 75, 175- 180.

Awang, Y., Shaharom, A. S., Mohammad, R. B., & Selamat, A. (2009). Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of Celosia cristata. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4, 63- 71.

Azarmi, R., Giglou M. T., & Taleshmikail, R. D. (2009). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7, 2397- 2401.

Bailey, L. H., & Bailey, E. Z. (1976). Hortus third: A Concise Dictionary of Plant Cultivated in the United States and Canada. Macmillan. New York.

Banker, G. J., & Mukhopadhyay, A. (1985). Response of *Polianthes tuberosa* L. cv. Single to high doses of NPK. *South Indian Horticulturae*, 33, 214- 216.

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

Capasso, R. (1997). The chemistry, biotechnology and ecotoxicology of the polyphenols naturally occurring in vegetable wastes. *Current Topics in Phytochemistry*, 1, 145-156.

Chang, Y. L., Kim, D. O., Lee, K. W., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2002). Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 50(13), 3713-3717.

Daneshmandi, M. S., & Azizi, M. (2009). The study on the effects of water stress and superabsorbent polymer (SAP) on some quantity and quality characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L. var. keshkeny levelu). Presented at the 6th Iranian Horticultural Science Congress, Gilan University.

Dole, J.M., & Wilkins, H. F. (2005). Floriculture: Principles and Species. Prentice - Hall, inc. New Jersey.

Gajalakshmi, S., & Abbasi, S. A. (2002). Effect of the application of water hyacinth compost and vermicompost on the growth and flowering of Crossandra undulaefolia and on several vegetables. *Bioresource Technology*, 85, 197-199.

Ghasemi Ghehsareh, M., & Kafi, M. (2015). Scientific and scientific floriculture. The second volume. Moalef Publisher. [In Persian]

Ghasemi Ghehsareh, M., & Khosh-khui, M. (2007). Effect of superabsorbent polymer on irrigation frequency and growth of chrysanthemum plant (Dendranthema × grandiflorum Kitam syn. Chrysanthemum morifolium Ramat). *Journal of Horticultural Sciences and Techniques of Iran*, 8, 65-82. [In Persian]

Ghasemi Ghehsareh, M., Ghanbari Soleimanabadi, M., & Reezi, S. (2021). Effects of peat moss, cocopeat and licorice residues on geranium growth characteristics (Pelargonium × hortorum 'Ringo 2000 Deep Red'). *Flower and Ornamental Plants*, 6(1), 71-84.

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.

Grout, B. W. W. (1990). African violet. In: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15, 473- 497.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). Plant propagation: Principles and practices. 6th ed. Prentice Hall, Inc. USA .

Hidlago, P. R., Matta, F. B., & Harkess, R. L. (2006). Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. *American Society for Horticultural Science*, 41, 1474- 1476.

Honfi, P., Gaspar, T., & Szabo-Erdelyi, E. (2010). Application of coir in cut lily production. *Journal Kertgazdasag Horticulture*. 42, 93- 100.

Ismaili, F., Kalate Jari, S., & Alipour, Z. T. (2012). Investigating the effect of the combination of organic and inorganic substrates in the cultivation of Dracaena (*Dracaena marginata*). *Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture),* 36 (1), 51 - 64. [In Persian]

Jacobs, M., & Rubery, P. H. (1988). Naturally occurring auxin transport regulators. Science 241, 346- 349.

Javanbakht, M., Gehsareh, M., & Mottaghian, M. (2020). Investigating the effect of licorice residue compost on the growth and development of geranium (Plargonium × hortorum 'Maveric Rose'). Presented at the 12th Congress of Horticultural Sciences of Iran, Rafsanjan. [In Persian]

Kakoei, F., & Salehi, H. (2013). Effects of different pot mixtures on spathiphyllum (*Spathiphyllum wallisii* Regel) growth and development. *Journal of Central European Agriculture*, 14 (2), 618-626.

Kazemaini, A., Ghadiri, H., Karimian, N., Kamkarhaghighi, A. A., & Khordnam, M. (1386). The effect of nitrogen and organic matter interaction on the growth and yield of dryland wheat. *Journal of Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources*, 12, 461-470. [In Persian]

Khan, S., Jan, l., Ullah, H., Iqbal, J., Iqbal, S., Shah, S. H. A., & Khan, A. A. (2016). Influence of Phosphorus and Bulb Size on Flower and Bulblet Production of Tuberose. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 16(1), 191- 197.

Khayyat, M., Nazari, F., & Salehi, H. (2007). Effects of different pot mixtures on pothos (Epipremnum aureum Lindl and Andre 'Golden pothos') growth and development. *American- Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science,* 2(4), 341- 348.

Krumfolz, L. A., Wilsonand, S. B., & Stoffella, P. J. (2000). Use of compost as a media amendment for containerized production of perennial cat whishkers. *SNA Research Conference*, 45, 69- 72.

Lattanzio, V., Lattanzio, V. M., & Cardinali, A. (2006). Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry: Advances in research*, 661(2), 23-67.

Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *In Methods in Enzymology*, 148, 350-382.

Mahboob khamami, A., & Padash dehkaii, M. N. (2010). Effect of composted azolla in different growth media on growth and nutrient elements composition in *Ficus benjamina* plant cv. Starlight. *Seed and Plant Production Journal*, 4, 417-430.

Mashayekhi, K., & Atashi, S. (2015). The analizing methods in plant physiology. Tak publisher. Thehran. 317p. [In Persian]

Medina, S., Krassnovsky, A., Yogev, A., & Raviv, M. (2011). Horticultural characteristics of licorice waste compost. *Compost Science and Utilization*, 19, 163-169.

Mengle, K., & Kirkby, E. A. (1995). Principle of plant nutrition. *International Potash Institue, Switzerland,* 124-546.

Mirakalaei, S. M. M., Ardebill, Z. O., & Mostafavi, M. (2013). The effects of different organic fertilizers on the growth of lilies (*Lillium longiflorum*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4, 181-186.

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.

Nikrazm, R., Alizadeh Ajirlou, S., Khaligy, A., & Tabatabaei, S. (2011). Effects of different media on vegetative growth of two Lilium cultivars in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2, 1- 9.

Noguera, P., Abad, M., Noguera, V., Puchades, R., & Maquieira, A. (2000). Coconut coir waste, a new and viable ecologically friendly peat substitute. *Acta Horticulturae*, 517, 279-286.

Papafotiou, M., Avajianneli, B., Michos, C., & Chatzipavlidis, L. (2007). Coloration, anthocyanin concentration, and growth of croton (*Codiaemum varigatum*) as affected by cotton gin trash compost use in the potting medium. *Horticulture Science*, 42, 83-87.

Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Voreakou, M., Leodaritis, N., Lagogiani, O., & Gazi, S. (2001). Cotton gin trash compost and rice hull as growing medium components for ornamentals. The *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, 431-435.

Putman, A. R., DeFrank, J. D., & Barnes, H. P. (1983). Exploitation of Allelopathy in Weed Control in Annual and Perennial Cropping Systems. *Journal of Chemical Ecology*, 9, 1001-1010.

Rajaei, M., Attarzadeh, M., Mousavi, H., & Attarzadeh, M. (2014). The use of licorice compost in reducing the effect of dehydration stress in greenhouse cucumber. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 25(3), 79-90. [In Persian]

Saidi, M., Safari-nia, H., Ghanbari, F., & Sayari, M. (2013). Evaluation of some physiological indicators of tomato plant under the influence of irrigation cycle and different levels of A200 superabsorbent polymer. *Journal of Crop Production and Processing*, 335-346. [In Persian]

Sajjadinia, A., Khayat, M., & Karimi, H. R. (2011). The effect of organic cultivation substrates on the vegetative and ecophysiological characteristics of the Coleus (*Coleus blumei*) plant. *Greenhouse Science and Technology*, 5, 55-60. [In Persian]

Salehisardoui, A., & Rahbarian, P. (2015). The effect of culture media on the growth, development and offshoot of pandanus. *Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries)*, 30, 168-163. [In Persian]

Saraker, A. M., Rahman, M. S., & Paul, N. K. (1999). Effect of soil moisture on effect of soil moisture on relative leaf water content, chlorophyll, proline and sugar accumulation in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 183, 225-229.

Scalbert, A., & Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130, 2073S-2085S.

Sumner, M., & Miller, P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficient, In. by D.L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods (pp. 1201–1230). SSSA Book Series no. 5, (American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, WI).

Verdonck, O., & Gabriels, R. (1992). I. Reference method for the determination of physical properties of plant substrates. II. Reference method for the determination of chemical properties of plant substrates. *Acta Horticulturae*, 302, 169-179.

Wilson, S. B., Staffella, P. J., & Graetz, D. A. (2002). Development of compost-based media for containerized perennials. *Horticulturae Science*, 93, 311-320.

Zaller, J. G. (2007). Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112, 191-199.

Zarei, M., Merikhi, M., & Saharkhaiz, M. J. (2013). Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and licorice residue on morphological and physiological characteristics of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Bi-monthly scientific-research of medicinal and aromatic plants of Iran*, 30, 401-391. [In Persian]

Zeng, R. S., Mallik, A. U., & Luo, S. M. (2008). Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. Springer Science+Business Media, LLC: New York, NY, USA,