Plant Prod., 2025, 48(2), 309 - 325
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2025.48265.2223
Received: 03 November 2024
Accepted: 02 March 2025

Plant Productions
Research Article

Influence of mineral and organic substrates on improving the quantitative and qualitative characteristics of cut lily flowers in soilless cultivation systems

Ali Atharjo[1], Abdolrahman Rahimian Boogar[2*], Mehdi Aran[3], Nasim Forghani[4]

1. M.Sc. Graduate, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
3. Associate Professor, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
4. PhD of Cell and Molecular Biology, Education department, District 2 of Baharestan City, Tehran, Iran

Citation: Atharjo, A., Rahimian Boogar, A., Aran, M., Forghani, N. (2025). Influence of mineral and organic substrates on improving the quantitative and qualitative characteristics of cut lily flowers in soilless cultivation systems. *Plant Productions*, 48(2), 309 - 325.

Abstract

Introduction

Lilies are fragrant ornamental bulbous plants known for their stunning cut flowers and valuable potted plants. They beautifully enhance parks, gardens, and landscapes, making them a great choice for enhancing bouquets and perfuming the outdoor or indoor spaces. Lily cut flower production is mostly done using soilless cultivation methods, and in these methods, the substrates plays a vital role in providing access to water, nutrients, and improving drainage for plant stability and growth. In recent decades, the growth of hydroponic culture has significantly increased the demand for substrate materials. This rising interest underscores the urgent need for comprehensive research to identify the optimal substrates that align with specific plant characteristics, ultimately enhancing production and sustainability in hydroponics. The aim of current study was to detect the role of inorganic and organic substrates blend on the growth and quality of lily cut flowers.

Materials and Methods

The experiment was conducted using a completely randomized design with three replications in greenhouse condition, in 2022. The hydroponic substrate treatments included the following: perlite (control), perlite combined with cocopeat (1:1), perlite combined with peat moss (1:1), perlite combined with zeolite (1:1), a mixture of perlite, cocopeat, and peat moss (1:1:1), a mixture of perlite, cocopeat, and zeolite (1:1:1), and a combination of perlite, cocopeat, peat moss, and zeolite (1:1:1:1).

Results and Discussion

The results indicated a significant difference in the effects of the substrate mixtures on the evaluated characteristics of lily cut flowers. The highest fresh and dry weight of the flowering

* **Corresponding Author:** Abdolrahman Rahimian Boogar
E-mail: a.rahimian@uoz.ac.ir

© 2025 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.

stem and flower diameter were observed in the mixture of perlite, cocopeat, and peat moss. The highest root volume, bulb diameter, and both fresh and dry weights of the root were achieved in a perlite and cocopit mixture, while the highest number of bulbs was obtained in a mixture of perlite, cocopit, and zeolite. The combination of perlite, cocopeat, and zeolite resulted in increased leaf area, petal weight, and number of bulbs per plant, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, anthocyanins, and flavonoids. The highest percentage and yield of essential oil were obtained using a perlite and peat moss mixture. Overall, it can be concluded that different substrate mixtures can vary based on production purposes. The combination of zeolite with perlite and cocopeat (coconut fiber) improved the formation, color, and size of lily flowers. In contrast, using peat moss along with perlite and cocopeat resulted in larger stems.

Conclusion

To achieve the best growth of lily flowers, it’s crucial to combine both mineral and organic substrates effectively. Utilizing perlite and zeolite for their excellent physical properties, alongside cocopeat and peat moss for superior water, can make a significant difference in growth. For cut lily producers aiming for exceptional quality, incorporating a mix of perlite and zeolite with organic substrates of peat moss or cocopeat is an essential strategy. Incorporating peat moss into the perlite and cocopeat mixture increased the weight of the flowering shoot and the flower diameter, crucial for the post-harvest quality and marketability of cut lily flowers. To ensure optimal vegetative characteristics, it's crucial to limit zeolite to no more than one-third of the total volume of the culture medium. Exceeding this proportion can lead to negative effects, primarily due to increased salinity from the element release in the medium.

Keywords: Anthocyanin, Day to flowering, Length of flowering stem, Petal area

تولیدات گیاهی، ۱٤۰٤، ٤۸(۲)، ۳۰۹ -۳۲۵
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2025.48265.2223
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲
تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

اثر بسترهای معدنی و آلی روی بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده سوسن در سیستم‌های کشت بدون خاک

علی اطهرجو[۱]، عبدالرحمن رحیمیان بوگر[۲*]، مهدی آران[۳] و نسیم فرقانی[٤]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۳- دانشیار، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۴- دکتری زیست سلولی و ملکولی، آموزش و پرورش ناحیه دو بهارستان، شهرستان بهارستان، تهران، ایران

چکیده

گل سوسن گیاهی سوخ‌دار، زینتی و معطر با گل‌های جذاب در رنگ‌های مختلف است که برخی گونه‌های آن به صورت شاخه‌بریده برای افزایش جذابیت و رایحهٔ دلنشین دسته گل‌ها و برخی برای زیباسازی پارک‌ها، باغ‌ها و مناظر استفاده می‌شود. تولید گل شاخه‌بریده سوسن بیشتر با روش‌های کشت بدون خاک انجام می‌شود و در این روش‌ها بستر کشت نقشی حیاتی در فراهم سازی دسترسی به آب، عناصر غذایی و بهبود زهکشی برای پایداری و نمو گیاه دارد. آزمایش حاضر با هدف شناخت نقش ترکیب‌های مختلف معدنی و آلی در سیستم کشت بدون خاک بر رشد و کیفیت گل شاخه بریدهٔ سوسن در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱٤۰۰ تا ۱٤۰۱ انجام شد. هفت تیمار بسترکشت شامل پرلیت (شاهد)، پرلیت+کوکوپیت (۱:۱)، پرلیت+پیت ماس (۱:۱)، پرلیت+زئولیت (۱:۱)، پرلیت+کوکوپیت+پیت‌ماس (۱:۱:۱)، پرلیت+کوکوپیت+زئولیت (۱:۱:۱)، پرلیت+کوکوپیت+پیت‌ماس+زئولیت (۱:۱:۱:۱) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین اثر ترکیب‌های مختلف بستر کشت بر ویژگی‌های رشد و نموی و فیزیولوژیک گل سوسن تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت. بیشترین وزن تر و خشک شاخهٔ گل دهنده و قطر گل در ترکیب پرلیت+کوکوپیت+پیت ماس و بیشترین حجم ریشه، قطر سوخ، وزن تر و خشک ریشه، وزن خشک سوخ در بستر پرلیت+کوکوپیت به دست آمد. ترکیب پرلیت + کوکوپیت+ زئولیت منجر به افزایش سطح برگ و وزن گلبرگ، تعداد سوخ در بوته، مقادیرکلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل، کارتنوئید، آنتوسیانین و فلاونوئید شد. بیشترین مقدار عملکرد و درصد اسانس در بستر پرلیت+پیت ماس به دست آمد. کاربرد زئولیت به همراه پرلیت و کوکوپیت منجر به بهبود سوخ زایی، رنگ و اندازهٔ گل سوسن شد، در حالی‌که استفاده از پیت ماس در ترکیب با پرلیت و کوکوپیت منجر به تولید سوخ‌های درشت‌تر گردید. ترکیب پرلیت و زئولیت با کوکوپیت و پیت ماس بستر کشتی بهینه از نظر ویژگی‌های فیزیکی نظیر تخلخل و قابلیت نگهداری آب ایجاد می‌کند که اثر بارزی بر رشد گل سوسن دارد و می‌تواند برای

* **نویسنده مسئول:** عبدالرحمن رحیمیان بوگر
رایانامه: a.rahimian@uoz.ac.ir

تولیدکنندگان این گل مناسب باشد. اضافه نمودن پیت ماس به بستر کشت ترکیب پرلیت و کوکوپیت منجر به افزایش وزن شاخه گل دهنده و قطر گل شد که این ویژگی‌ها نقش مهمی در پس از برداشت و بازارپسندی گل شاخه بریده سوسن دارند. در حالی که ترکیب دو بستر معدنی پرلیت با زئولیت اثر منفی بر رشد و نمو و ویژگی-های کیفی گل سوسن داشت که می‌تواند به دلیل تخلخل بالا و عدم دسترسی مناسب محلول غذایی در کشت بدون خاک باشد. در ترکیب انواع بسترهای معدنی و آلی برای دستیابی به بهترین عملکرد گل سوسن لازم است به هدف کشت برای تولید سوخ یا گل شاخه بریده توجه داشت.

کلیدواژه‌ها: آنتوسیانین، روز تا گلدهی، سطح گلبرگ، طول ساقهٔ گل‌دهنده

مقدمه

امروزه گیاهان زینتی به دلیل نقشی که در تأمین نیازهای روحی و روانی انسان‌ها دارند و همچنین قابلیت تولید میلیاردها دلار درآمد سالانه برای کشورها در جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و آب و هوای مناسب و نزدیک بودن به بازارهای مصرف به ویژه کشورهای حوزهٔ خلیج فارس، توانایی تولید گل و گیاهان زینتی را دارد. جنس سوسن (*Lilium*) از گیاهان زینتی خانوادهٔ Liliaceae است که به صورت گل شاخه‌بریده، گلدانی و گیاه فضای سبز کشت می‌شود (Chen *et al*., 2021; Zhu *et al*., 2018). چین، کنیا و ژاپن به ترتیب با سطح زیر کشت ۵/۹۶۰، ۱/۰۷۳ و ۶۵۹ هکتار بیشترین سطح زیرکشت گل سوسن را دارند، در حالی‌که مهم‌ترین صادرکنندهای این گل در دنیا کشورهای هلند، آلمان و انگلستان هستند (International Statistics Flowers and Plants, 2023). سطح زیر کشت سوسن در ایران ۳۵ هکتار می‌باشد که از این سطح زیرکشت در سال ۱۴۰۲ حدود هشت و نیم میلیون شاخهٔ گل بریده برداشت شده است (Ministry of Agriculture-Jahad, 2024). سوسن به دلیل داشتن گل‌های درشت و زیبا با رنگ‌های متنوع و رایحه دلنشین از گل‌های بریدنی پرطرفدار جهان است (Feng *et al*., 2019).

نوع بستر کشت یکی از عوامل مؤثر بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل‌های شاخه بریده است که به طور عمده به روش-های کشت بدون خاک پرورش می‌یابند. بسترهای مورد استفاد در سیستم‌های کشت بدون خاک شامل مواد جامد معدنی یا مصنوعی، مواد آلی و یا ترکیبی از آن‌ها است (Omidi *et al*., 2018). برخی از مواد معدنی رایج به عنوان بستر کشت شامل پرلیت، ورمی‌کولیت و پشم سنگ هستند. همچنین پیت ماس، پوست درخت یا سایر ارگانیک ها نیز مواد آلی هستند که قابلیت کاربرد به عنوان بستر کشت دارند (Choi *et al*., 2001). با توجه به روند رو به افزایش تولیدات گلخانه‌ای به روش کشت بدون خاک یا هیدروپونیک تقاضا برای مواد اولیه بستر افزایش یافته است و بسترهای معدنی و آلی متعددی در بازار عرضه می‌گردد که دست‌یابی به بهترین بستر کشت متناسب با ویژگی‌های گونه-های مختلف گیاهی نقش مهمی در پایداری تولید خواهد داشت (Alaei *et al*., 2014). زئولیت، مادهٔ معدنی آلومینوسیلیکات هیدراته با یک ساختار متخلخل هست که به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، جذب کاتیون و آنیون‌ها و همچنین عملکرد آن مانند کودهای کُند رها شونده برای استفاده در کشت بدون خاک گیاهان مناسب است (Barrett *et al*., 2016; Inglezakis *et al*., 2015). در سال‌های اخیر کاربرد زئولیت به عنوان ترکیب بستر کشت گیاهان در کشت‌های بدون خاک به ویژه برای تولید گل‌های شاخه بریده افزایش چشمگیری داشته است (Kazaz *et al*., 2010; Rezaee *et al*., 2013). استفاده از این مواد معدنی باعث حفظ رطوبت بیشتر در بستر کشت و نیاز به آبیاری کمتر محصولات شده، همچنین دسترسی ریشه به آب را تسهیل و از شستشوی عناصر غذایی از جمله یون‌های آمونیوم و پتاسیم جلوگیری می‌کند (Nakhli *et al*., 2017; Nazari *et al*., 2007). در بررسی‌های مختلفی از زئولیت به

عنوان بستر کشت معدنی برای تولید گیاهانی نظیر توت فرنگی (Fotouhi Ghazvini *et al*., 2007)، کاهو (Gül *et al*., 2005)، خیار (Jankauskienė *et al*., 2019)، گل میخک (Kazaz *et al*., 2010) در کشت بدون خاک استفاده شده است.

پرلیت، ماده معدنی دیگری است که کاربرد گسترده‌ای به عنوان بستر کشت گیاهان دارد. این ماده دارای منشأ آتشفشانی بوده، که پس از حرارت دیدن در دماهای بالا (۸۰۰ تا ۱۱۰۰درجه سلسیوس) بیش از ۱۰ برابر حجم اولیه خود منبسط می‌شود (Alkan and Dogan, 1998; Chegni and Behnamfard, 2017). ذرات پرلیت پس از انبساط، بسیار متخلخل و سبک هستند و یک جزء پایدار ایجاد می‌کنند که در محیط در برابر تجزیه مقاوم است (Bar-Tal *et al*., 2019). این ماده در افزایش تخلخل بستر کشت گیاهان (Kingston *et al*., 2017; Kingston *et al*., 2020)، و همچنین به عنوان جاذب برای حذف آلاینده‌های مختلف از پساب‌ها و تثبیت کنندهٔ پسماند کاربرد دارد (Chegni and Behnamfard, 2017). مقدار آب حفظ شده توسط پرلیت بسته به اندازهٔ ذرات آن متفاوت خواهد بود و به طور کلی برای ذرات پرلیت منبسط شده درشت (۰/۵–۱ میلی‌متر) بسیار بالاتر از ذرات ریزتر (۰/۲۵ – ۰/۵ میلی‌متر) است که برای باغبانی استفاده می‌شود (Burés *et al*., 1997). پرلیت به طور رایج به عنوان بستر کشت محصولات مختلف گلخانه‌ای برای گونه‌های خیار (Petre *et al*., 2015)، گوجه‌فرنگی (Ghehsareh *et al*., 2011)، بلوبری (Kingston *et al*., 2020)، گل رز شاخه بریده (Fascella, 2009) کاربرد دارد.

کوکوپیت، بستر کشتی آلی است که در مناطق گرمسیری جهان مانند سریلانکا، هند، فیلیپین، اندونزی، مکزیک و کاستاریکا تولید می‌شود. منشأ این بستر الیاف روی میوه نارگیل است که با نام تجاری کوکوپیت معروف می‌باشد (Awang *et al*., 2009). کوکوپیت اغلب به صورت ترکیب با سایر بسترهای آلی و معدنی استفاده می‌شود (Yau and Murphy, 2000). کوکوپیت دارای ویژگی مرطوب شدن آسان و زهکشی سریع است که نشان دهندهٔ قابلیت این بستر برای کاهش مصرف آب و عدم نیاز به آبیاری مکرر و در فواصل زمانی کوتاه است (Treder, 2008). الیاف کوکوپیت ۴ تا ۵ سال در خاک باقی می‌ماند که از فشردگی ذرات خاک جلوگیری، و همچنین به خنثی سازی pH خاک قلیایی و در نتیجه جذب بهتر مواد غذایی کمک می‌کند (Yau and Murphy, 2000; Treder, 2008).

بستر رایج دیگر پیت‌ماس است که به عنوان یک بستر آلی استفاده می شود. پیت ماس از مواد آلی گیاهی با درجه تجزیهٔ کم تشکیل می‌شود. شرایط بی‌هوازی مرداب‌ها، باتلاق‌ها و زمین‌های محل رویش خزه‌ها محل مناسب ایجاد این ترکیب است (Lemaire *et al*., 1998). این بستر از نظر اسیدیته، دارای pH اسیدی بوده، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و هدایت الکتریکی پایینی (حدود ۵ دسی زیمنس بر متر) دارد (Lemaire *et al*., 1998; Handreck *et al*., 2007). پیت ماس در بسیاری از کشورهای جهان بخش عمدهٔ مخلوط بستر کشت محصولات گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد که محدودیت منابع اولیهٔ آن، هزینهٔ زیاد استخراج و واردات، و چالش‌های زیست محیطی پژوهشگران را بر آن داشته تا با ارزیابی سایر بسترهای جایگزین در صدد انتخاب جایگزینی مناسب برای این بستر کشت باشند (Samiei *et al*., 2005). گل سوسن به دلیل داشتن رایحهٔ و عطر دلنشین، دامنهٔ رنگ‌های متنوع، مقاومت و سازگاری به شرایط محیطی متفاوت در مرحلهٔ تولید و عمر گلجایی بالا دارای اهمیت ویژه‌ای به عنوان گل بریده است. شرایط تولید این گل با توجه به تنوع اقلیمی، ساعات آفتابی بالا، انرژی ارزان، نیروی کار ارزان و متخصص در ایران به منظور تولید گل شاخه بریده سوسن با کمیت و کیفیت بالا برای تأمین نیاز داخل و همچنین صادرات فراهم می‌باشد. بنابراین بررسی حاضر با هدف ارزیابی نقش بسترهای مختلف معدنی و آلی و همچنین ترکیب‌های این بسترها بر رشد و کیفیت گل شاخه بریده سوسن انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محل گلخانه پژوهشی گروه علوم باغبانی در دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، در سیستم کشت بدون خاک و به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. بسترهای کشت مورد بررسی شامل ترکیب‌های دو بستر معدنی پرلیت با دانه‌بندی متوسط و زئولیت با دانه‌بندی یک تا سه میلی متر تحت لیسانس فنی و مهندسی شرکت فارسا ارگانیک (شکل ۱)، و دو بستر آلی شامل کوکوپیت بسته بندی شده با مش ۶ میلی‌متر (محصول کشور سریلانکا) و پیت ماس با بسته‌بندی ۷۰ کیلویی (محصول کشور هلند) (شکل ۱) بود. ترکیب‌های این چهار بستر شامل پرلیت+زئولیت (۱:۱)، پرلیت+کوکوپیت (۱:۱)، پرلیت+پیت ماس (۱:۱)، پرلیت +کوکوپیت+پیت‌ماس (۱:۱:۱)، پرلیت-+کوکوپیت +زئولیت (۱:۱:۱) و پرلیت+کوکوپیت+پیت ماس+زئولیت (۱:۱:۱:۱) و بستر پرلیت بدون ترکیب به عنوان شاهد به کار برده شد. سوخ‌های گل سوسن دو رگ OT رقم مالدانو اندازهٔ ۲۰/۲۲ از شرکت ساعی گل، وارد کننده محصولات شرکت- ONINGS HOLLAND FLOWERBULBS کشور هلند، با بسته بندی مخصوص درون بستر پیت ماس تهیه و تا زمان کاشت به منظور جلوگیری از رشد سریع جوانهٔ گل در شرایط سردخانه با دمای ۱±۶ نگهداری و سپس برای کشت به محل گلخانه منتقل گردیدند (شکل ۲).

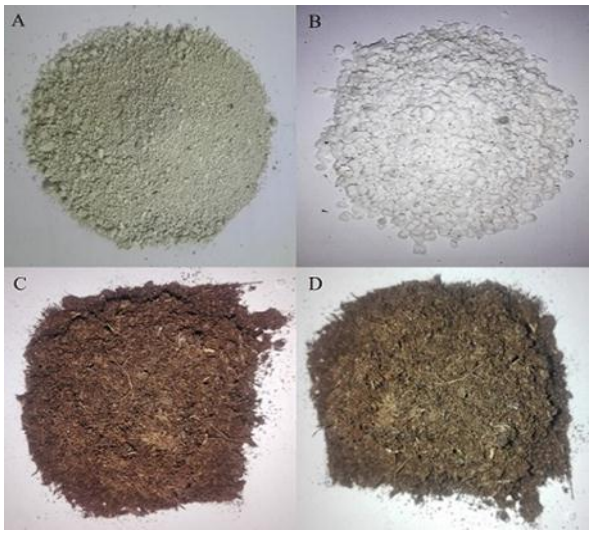


Figure 1. Cultural substrates; Zeolite (A), Perlite (B), Coco peat (C), Peat moss (D)



Figure 2. Bulbs of Lilium in a special package with peat moss

برای کشت سوخ‌ها از گلدان‌هایی با دهانهٔ ۲۵ سانت (سه کیلوگرمی) استفاده شد. ابتدا گلدان‌ها در محلول آب و مایع هیپوکلرید سدیم به نسبت ۱:۵ برای ضد عفونی غوطه‌ور شدند. کف گلدان از مقداری پوکهٔ معدنی برای ایجاد زهکش مناسب استفاده شد. برای پر کردن گلدان ابتدا از بستر کشت به مقدار یک سوم داخل گلدان ریخته شد و سپس یک سوخ درون هر گلدان قرار گرفت و مابقی بستر کشت به گلدان اضافه شد. بستر کشت و سوخ با محلول دو در هزار قارچ کش کاربندازیم آبیاری گردید. در طول دورهٔ آزمایش برای تغذیهٔ گیاهان در سیستم کشت بدون خاک از محلول غذایی هوگلند (Windsor *et al*., 1990) استفاده گردید. تغذیه با محلول غذایی هر ۱۲ روز یک بار انجام شد. در طول دورهٔ آزمایش دمای گلخانه توسط ترموستات متصل به سیستم تهویه و قابل کنترل اندازه‌گیری و به صورت خودکار دمای محیط تنظیم گردید.

دمای تنظیم شده برای رشد و گلدهی گل سوسن برای شب ۱۵ تا ۲۰ و برای روز ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس تنظیم شد (Cui *et al*., 2024). سیستم گرمایش گلخانه دیگ هوای گرم و سیستم سرمایش فن و پد بود. رطوبت گلخانه توسط رطوبت سنج قابل حمل (مدل MS-7011) به صورت مرتب اندازه‌گیری و برای تنظیم رطوبت از سیستم مه پاش استفاده شد. رطوبت مطلوب برای گل سوسن بین ۵۰ تا ۶۰ درصد روزانه تنظیم شد (Guo *et al*., 2018). نور مورد نیاز گل سوسن برای رشد و گلدهی حدود ۱۶ ساعت می‌باشد که برای جبران کمبود نور طبیعی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند، نوردهی تکمیلی با استفاده از لامپ بخار سدیم اعمال شد (Zhao *et al*., 2023). پس از گلدهی، برداشت گیاهان زمانی انجام شد که اولین غنچه در هر گلدان رنگ گرفته اما هنوز باز نشده بود. در زمان برداشت گیاه به صورت کامل از داخل گلدان خارج و پس از تمیز کردن بستر کشت از روی ریشه و سوخ‌ها، مشخصات تیمار هر گیاه به صورت اتیکت درج و نمونه‌ها برای اندازگیری شاخص‌های رشد و نموی و فیزیولوژیک بلافاصله به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل منتقل گردید.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل: وزن تر و خشک شاخهٔ گل‌دهنده که پس از جداسازی آن از سایر اندام-های گیاه، وزن تر آن توسط ترازوی دیجیتال بر حسب گرم اندازه‌گیری شد، سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد و وزن خشک آن بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. قطر ساقهٔ گل‌دهنده از محل اولین رویش برگ بر حسب میلی‌متر و توسط کولیس اندازه‌گیری شد. ارتفاع ساقهٔ گل‌دهنده توسط متر اندازه‌گیری و تعداد برگ در شاخهٔ گل‌دهنده شمارش شد. سطح برگ به وسیلهٔ دستگاه سنجش سطح برگ (مدل AM350 کمپانی ADC انگلستان) و برای پنج برگ میانی هر ساقه انجام شد و متوسط سطح پنج برگ برای هر نمونه ثبت شد. تعداد غنچه در هر شاخهٔ گل شمارش، و قطر غنچه توسط کولیس اندازه‌گیری شد. هنگامی که غنچه‌ها به صورت کامل باز شدند قطر دهانه گل توسط خط‌کش اندازه‌گیری و سطح گلبرگ توسط دستگاه سنجش سطح برگ اندازه‌گیری شد. حجم ریشه پس از برداشت و جداکردن اندام مورد نظر و تمیز نمودن بستر کشت باقیمانده بر روی آن با استفاده از استوانهٔ مدرج مناسب و جای دادن ریشه در آن، حجم ریشه بر حسب سانتی متر مکعب محاسبه شد. وزن تر ریشه توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و سپس ریشه به مدت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و وزن خشک آن در مرحلهٔ ثابت شدن روند کاهش وزن توسط تراوز دیجیتال بر حسب گرم اندازه اندازه‌گیری گردید. وزن تر سوخ پس از شستشو و خشک شدن آب اضافی آن به وسیلهٔ تراوزی دیجیتال اندازه‌گیری و سپس در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در اون قرار گرفتند و وزن خشک آن‌ها در مرحلهٔ ثابت شدن روند کاهش وزن اندازه گیری شد (Guo *et al*., 2018). قطر سوخ توسط کولیس و تعداد سوخ در هر

بوته با شمارش ثبت گردید. تعداد روز تا شروع گلدهی، با شمارش روزها از زمان کاشت تا رنگ گرفتن اولین غنچه ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری محتوی کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از بافت تازه برگ به وسیلهٔ هاون چینی و با اضافه کردن نیتروژن مایع به طور کامل پودر شد. سپس، ۲۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد به آن اضافه و در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. در مرحلهٔ بعد فاز رویی عصاره را به بالن شیشه‌ای منتقل و مقداری از نمونه داخل بالن را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و سپس به طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۲ و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل a و b، و۴۷۰ برای کارتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب قرائت گردید. با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، b و کل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد (Dere *et al.*, 1998).

Chlorophyll a = 11.75 A662 - 2.350 A645
Chlorophyll b = 18.61 A645 - 3.960 A662
Total Chlorophyll = Ca + Cb
Carotenoids = 1000(A470) – 2.270 (mg chl. a) – 81.4(mg chl. b)/227

به منظور اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین گلبرگ‌ها، ۰/۱ گرم گلبرگ را در هاون چینی ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و اسید کلریدریک خالص به نسبت (۹۹:۱) کاملاً سائیده و عصاره در لوله آزمایش ریخته می‌شود و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده می‌شود. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و جذب محلول روئی در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه-گیری شد. غلظت با استفاده از فرمول زیر و با در نظر گرفتن ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول محاسبه شده (Wagner, 1979).

$A = \varepsilon bc$

در رابطهٔ بالا؛ A جذب، b عرض کوت و c غلظت محلول مورد نظر می باشد.

اسانس‌گیری نمونه‌ها پس از برداشت به مدت سه ساعت با دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب انجام شد. درصد اسانس بر اساس وزن خشک گل و برای هر تیمار میانگین سه نوبت برداشت در هر تکرار در نظر گرفته شد.

درصد اسانس = وزن اسانس (گرم) × وزن خشک ماده اولیه (گرم)

محتوی فلاونوئید کل از طریق رنگ سنجی کلرید آلومینیوم بیان شده توسط (Kaijv *et al.*, 2006) انجام شد. بدین ترتیب که بر روی ۲۵۰ میکرولیتر عصاره، ۷۵ میکرو لیتر NaNo2 (5% w/v) ، ۱۵۰ میکرو لیتر AlCl3 (10% w/v) و ۵۰۰ میکرو لیتر NaOH (5% w/v) اضافه شد. با افزایش آب مقطر حجم کل به ۲/۵ میلی لیتر رسانده شد. جذب محلول پس از ۵ دقیقه در طول موج ۵۰۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید.

واکاوی داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۳ انجام و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه-ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ترکیب‌های مختلف استفاده شده به عنوان بستر کاشت در بررسی حاضر اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های رشد و نموی گل شاخه بریدهٔسوسن داشت. تیمارهای بستر کشت اثر معنی‌داری بر حجم ریشه، تعداد سوخ، قطر سوخ، وزن تر و خشک ریشه و سوخ داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار حجم ریشه، قطر سوخ، وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک سوخ در تیمار بستر کشت (پرلیت+کوکوپیت) به دست آمد (جدول ۲). در پژوهش‌های قبلی گزارش شده است که در صورت استفاده از پرلیت به‌عنوان بستر رشد، با توجه به این که در

این بستر آب کمتری در دسترس ریشه وجود دارد، گیاه باید ریشه‌های بیشتری تولید کند و سیستم ریشه‌ای قوی‌تری برای جذب آب ایجاد نماید که در نتیجه تعداد ریشه‌ها و درصد ماده خشک ریشه افزایش می‌یابد (Mashhadi Jafarlou *et al*., 2016). همچنین با بررسی اثر بسترهای مختلف کشت بر رشد، عملکرد و کیفیت گل شاخه بریده رز، بیشترین تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک ریشه در بسترهای کوکوپیت خالص و کوکوپیت + پرلیت، مشاهده شد (Rezaee *et al*., 2013).

اثر بسترهای مختلف کاشت بر پیش‌رسی گل سوسن در کشت گلدانی نشان داد که بستر کشت غنی شدهٔ کوکوپیت بیشترین اثر را در مقایسه با بستر خاک باغچه (تیمار شاهد) بر ارتفاع گیاه، تعداد جوانه‌های گل، قطر گل، قطر سوخ و طول ریشه‌های اصلی گل سوسن داشت (Bhandari *et al*., 2017). بررسی دیگری با هدف استاندارد سازی نسبت ترکیبی بسترهای شن، خاک باغچه، کود دامی، کوکوپیت و ورمی کمپوست برای سوسن Asiatic، Oriental و هیبرید LA نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقهٔ گل‌دهنده برای هر سه گونه در بستر کشت ترکیب کوکوپیت + خاک باغچه + کود دامی (۱:۱:۱) به دست آمد، در حالی که بیشترین تعداد گل در سنبله در بستر کشت ترکیب (شن + خاک باغچه + کود دامی) + ورمی کمپوست + کوکوپیت (۱:۱:(۲)) وجود داشت (Anand *et al*., 2024). بنابراین، بر اساس نتایج به دست آمده در دیگر پژوهش‌ها و بررسی حاضر می‌توان بیان کرد که ترکیب یک بستر سبک با نفوذپذیری و تهویه بالا با بستر نسبتاً اسیدی کوکوپیت که دارای ظرفیت نگهداری بالای رطوبت برای جلوگیری از خشک شدن کامل بستر در فواصل آبیاری است بهترین اثر را بر ویژگی‌های رشد و نموی سوخ و ریشه گل سوسن دارد. یافته‌های بررسی حاضر نشان داد که در ترکیب پرلیت و کوکوپیت با نسبت ۱:۱ به دلیل سبک بودن بستر و نقش تخلخلی پرلیت در تهویه محیط کشت و از طرفی ظرفیت تبادل کاتیونی پایین این ترکیب معدنی، و همچنین عدم حاصلخیزی مطلوب و محیط نسبتاً اسیدی و مرطوب کوکوپیت سوخ و ریشه توسعه یافته‌تری تولید می‌نماید.

تجزیه واریانس داده‌های بررسی حاضر نشان داد که تیمارهای مختلف بستر کشت به طور معنی‌داری بر ویژگی‌های رشد و نموی ساقهٔ گل دهنده و گل سوسن تأثیر داشتند (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها داده‌ها در بررسی حاضر نشان داد که بیشترین تعداد برگ در ساقهٔ گل‌دهنده و کمترین تعداد روز تا شروع گلدهی مربوط به بستر کشت ترکیب (پرلیت+پیت ماس) است. اما، بیشترین ارتفاع شاخهٔ گل-دهنده، وزن برگ، قطر غنچه، قطر ساقهٔ گل‌دهنده و قطر گل در ترکیب بستر کشت (پرلیت+کوکوپیت+ پیت ماس) مشاهده شد (جدول ۴؛ شکل ۳). این نتایج نشان داد که بین اثر ترکیب بسترهای (پرلیت+کوکوپیت+ پیت ماس) با بسترهای (پرلیت + زئولیت) بر قطر گل سوسن تفاوت آماری وجود نداشت (جدول ۴).

Table 1. Results of variance analysis for the effects of different sabestrate on morphological indices of root and bulb of lilium OT

		Means of squares								
S.O.V	Df	Dry weight of bulb	Dry weight of root	Fresh weight of bulb	Fresh weight of root	Bulb diameter	Number of bulb	Root volume	Bud diameter	Diameter of flowering stem
Substrate	6	90.54**	157.4**	278.9**	2316**	183.63**	2.85**	5520**	47.54**	3.24**
Error	14	0.09	0.36	2.89	9.00	9.00	0.03	27.57	2.56	0.49
CV%		6.4	33.8	3.5	6.7	4.5	16.9	19.7	5.3	5.8

*and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Table 2. Mean comparision of different bed mixture effects on root volume, number of bulbs, bulb diameter, and fresh weight of root, fresh weight of bulb, dry weight of root and dry weight of bulb in lilium OT.

Substrate	Dry weight of bulb (g)	Dry weight of root (g)	Fresh weight of bulb (g)	Fresh weight of root (g)	Bulb diameter (mm)	Number of bulb	Root volume (cm^2)
Perlite (Control)	$10.02^{f\,\dagger}$	13.87^{b}	26.13^{d}	74.03^{b}	37.52^{d}	1.20^{e}	109.50^{c}
Perlite + Coco peat	14.41^{a}	16.52^{a}	31.95^{b}	75.70^{a}	43.54^{a}	1.70^{c}	125.07^{a}
Perlite + Peat moss	9.17^{g}	12.43^{c}	23.24^{e}	66.60^{d}	37.18^{d}	2.00^{b}	101.02^{d}
Perlite + Zeolite	12.04^{e}	6.45^{f}	28.60^{c}	53.20^{f}	39.96^{c}	1.40^{d}	62.29^{g}
Perlite + Coco peat + Peat moss	13.92^{c}	13.79^{b}	31.89^{b}	68.20^{c}	42.51^{ab}	1.20^{e}	119.23^{b}
Perlite + Coco peat + Zeolite	13.76^{d}	7.48^{e}	31.62^{b}	50.50^{g}	41.76^{b}	2.10^{a}	80.89^{f}
Perlite + Coco peat + Peat moss + Zeolite	14.13^{b}	8.95^{d}	33.25^{a}	59.20^{e}	42.15^{ab}	1.70^{c}	89.00^{e}

† Means with at least one common letter have no significant difference.

Table 3. Results of variance analysis for the effects of different sabestrate on root volume, number of bulbs, bulb diameter, fresh weight of root, fresh weight of bulb, dry weight of root and dry weight of bulb in lilium OT

		Means of squares									
S.O.V	Df	Diameter of flower	Leaf weight	Number of leaf in flowering stem	Length of flowering stem	Day to flowering	Fresh weight of cut flower	Dry weight of cut flower	Petal weight	Petal area	Leaf area
Substrate	6	489.7^{**}	0.36^{**}	82.71^{**}	519.42^{**}	274.42^{**}	201.7^{**}	56.01^{**}	0.46^{**}	244.7^{**}	250.1**
Error	14	169.00	0.01	4.00	4.00	9.00	5.16	0.49	0.09	1.00	2.89
CV%		6.2	9.8	5.5	8.8	5.0	5.8	6.0	17.7	11.2	3.7

*and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Table 4. Mean comparision of different substrates mixture effects on morphological indices of lilium cut flower OT

Substrate	Diameter of flower	Diameter of flowering stem	Bud diameter	Leaf weight	Number of leaf in flowering stem	Length of flowering stem	Day to flowering
Perlite (Control)	$194.10^{bc\dagger}$	33.88^{c}	33.88^{c}	1.52^{e}	58.50^{b}	113.10^{d}	102.80^{cd}
Perlite + Coco peat	193.50^{bc}	33.41^{cd}	33.41^{cd}	1.65^{d}	57.00^{c}	115.80^{c}	103.10^{cd}
Perlite + Peat moss	192.50^{c}	32.43^{e}	32.43^{e}	1.87^{c}	63.90^{a}	114.90^{c}	101.60^{d}
Perlite + Zeolite	199.90^{ab}	32.70^{de}	32.70^{de}	1.35^{f}	59.40^{b}	96.60^{e}	116.70^{b}
Perlite + Coco peat + Peat moss	201.00^{a}	37.47^{a}	37.47^{a}	2.28^{a}	59.60^{b}	132.00^{a}	103.60^{c}
Perlite + Coco peat + Zeolite	194.50^{bc}	37.43^{a}	37.43^{a}	2.16^{b}	55.30^{d}	115.20^{c}	117.60^{b}
Perlite + Coco peat + Peat moss + Zeolite	188.50^{c}	35.21^{b}	35.21^{b}	2.25^{a}	59.10^{b}	117.00^{b}	119.20^{a}

† Means with at least one common letter have no significant difference.



Figure 3. Effects of different substrates on growth indices of lilium; Perlite + Coco peat + Zeolite (A), Perlite + Peat moss (B), Perlite + Coco peat + Peat moss (C), Perlite + Zeolite (D), Perlite + Coco peat (E), Perlite + Coco peat + Peat moss + Zeolite (F), Perlite (G).

بررسی دیگری نشان داد که استفاده از باگاس نیشکر به عنوان جایگزین پیت به طور معنی‌داری بر ویژگی‌های رشد و نموی گل سوسن مؤثر بود و با افزایش مقدار باگاس در ترکیب بستر کشت ارتفاع ساقهٔ گل‌دهنده، قطر ساقه، طول برگ و اندازهٔ گل کاهش یافته است (Cui *et al*., 2024). در حالی‌که بررسی دیگری نشان داد کاربرد نسبت‌های مختلف بیوچار با یک بستر کشت تجاری (Sunshine Mix #1) که ترکیبی از پیت ماس خزهٔ اسفاگنوم، پرلیت و مواد مغذی بود تأثیری بر ویژگی‌های رشد و نموی سوسن عید پاک (*Lilium longiflorum* Thunb.) نداشت (Guo *et al*., 2018). پژوهش دیگری نشان داد که کاربرد پیت و پامیس برای بستر کشت گلایول منجر به افزایش تعداد گلچه در خوشهٔ گل گردید (Karaguzel, 2023). پیت ماس، یک مادهٔ آلی رویشی، دارای pH اسیدی، هدایت الکتریکی پایین و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا است که با افزایش فعالیت میکروبی، ظرفیت نگهداری آب و درصد تخلخل در بستر کشت منجر به بهبود رشد ریشه و اندام هوایی گیاه می‌شود (Barrett *et al*., 2016).

افزودن پیت ماس به بسترهای مختلف پرلیت با اندازه‌های مختلف برای تولید گیاه زعفران نشان داد که افزایش پیت ماس منجر به افزایش ۱۰۰ درصدی حجم عملکرد در مقایسه با پرلیت با اندازه‌های مختلف شد (Feyzizadeh *et al*., 2023). مطالعهٔ دیگری بر روی برخی از گل‌های زینتی حساس به شوری از جمله گل شمعدانی انجام شد و افزودن تقریباً ۲۵ تا ۳۵ درصد پیت ماس به بستر کشت باعث بهبود خواص رویشی و سطح برگ شد (Do and Scherer, 2013). مقایسه میانگین-ها نشان داد که بیشترین سطح برگ، سطح گلبرگ، وزن گلبرگ در ترکیب سه بستر (پرلیت+ کوکوپیت+ زئولیت) مشاهده شد، در حالی که بیشترین وزن تر و خشک شاخهٔ گل بریده مربوط به بستر کشت ترکیب (پرلیت + کوکوپیت + پیت ماس) بود. همچنین این نتایج نشان داد که بین اثر ترکیب بسترهای (پرلیت + کوکوپیت + زئولیت) با ترکیب بسترهای (پرلیت + کوکوپیت+ پیت ماس+ زئولیت) بر سطح برگ در گل سوسن تفاوت آماری معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۵). ترکیب کردن بسترهای کشت با یکدیگر منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب، دسترسی عناصر غذایی و تهویه مطلوب در محیط اطراف ریشه می‌شود. در تحقیقی نشان داده شده است که اختلاف بین بسترها از لحاظ ایجاد شرایط مناسب شامل رطوبت، تهویه و سایر خصوصیات فیزیکوشیمیایی از دلایل تفاوت کمی و کیفی گل‌های ژربرا است (Khalaj *et al*., 2014).

دسترسی به مقادیر کافی مواد مغذی در طول دوره‌های رشد باعث افزایش تعداد برگ‌ها، سطح برگ و طول

عمر برگ می‌شود که این امر منجر به دریافت نور بیشتر و بهبود فتوسنتز می‌شود و به رشد سریع تر و تولید ماده خشک بیشتر در گیاه کمک می‌کند. نتایج به دست آمده توسط Shillo *et al.* (۲۰۰۲) نیز نشان داد که بسترهای حاوی پیت در گیاهان لیمونیوم و لیزیانتوس از نظر وزن و طول ساقهٔ گل‌دهنده نسبت به سایر بسترها برتری داشتند و این موضوع را به ویژگی‌های فیزیکی پیت نسبت دادند. بررسی اثر بسترهای مختلف کشت بر کیفیت چند گونه گل رز نشان داد که بهترین کیفیت گل از نظر وزن ساقهٔ گل‌دهنده در بستر حاوی کوکوپیت بود که با یافته‌های بررسی حاضر همسو می‌باشد (Castello *et al.*, 2000). همچنین بررسی دیگری نشان داد که ترکیب بستر کشت حاوی کوکوپیت دارای ذخایر کربن آلی و ظرفیت نگهداری آب بالا است و مواد مغذی در دسترس گیاه را فراهم می‌کند که ممکن است منجر به شرایطی برای پشتیبانی از افزایش رشد گیاه شود (Gül *et al.*, 2005).

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای بستر کشت افزون بر ویژگی‌های مورفولوژیک، اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گل سوسن شامل؛ محتوی کلروفیل، کارتنوئید، فلاونوئید، آنتوسیانین و اسانس داشتند (جدول ۶).

Table 5. Mean comparision of different seed bed mixture effects on leaf area, petal area, petal weight, fresh weight of cut flower, dry weight of cut flower in lilium cut flower OT

Substrates	Dry weight of cut flower (g)	Fresh weight of cut flower (g)	Petal weight (g)	Petal area (cm^2)	Leaf area (cm^2)
Perlite (Control)	$16.73^{f\dagger}$	139.86^{f}	1.58^{bc}	36.38^{e}	27.52^{f}
Perlite + Coco peat	18.79^{e}	164.26^{e}	1.88^{a}	43.08^{b}	34.30^{d}
Perlite + Peat moss	20.38^{c}	173.84^{d}	1.45^{c}	33.19^{g}	46.01^{c}
Perlite +Zeolite	14.21^{g}	132.45^{g}	1.66^{b}	37.63^{d}	29.67^{e}
Perlite + Coco peat + Peat moss	24.39^{a}	203.46^{a}	1.85^{a}	41.73^{c}	48.75^{b}
Perlite + Coco peat + Zeolite	19.62^{d}	179.27^{c}	1.91^{a}	44.30^{a}	55.97^{a}
Perlite + Coco peat + Peat moss + Zeolite	21.10^{b}	193.79^{b}	1.68^{b}	35.33^{f}	56.74^{a}

† Means with at least one common letter have no significant difference.

Table 6. Results of variance analysis for the effects of different sabestrate on chlorophyll a, b, Ttotal chlorophyll, carotenoid, flavonoid, anthocyanin content and essential oil percentage in lilium cut flower OT

		Means of squares						
S.O.V	Df	Essential oil percentage	Anthocyanin content	Flavonoid content	Carotenoid content	Total chlorophyll content	Chlorophyll b content	Chlorophyll a content
Substrates	6	861.55^{**}	0.85^{**}	1.95^{**}	142.38^{**}	0.91^{**}	0.37^{**}	0.47^{**}
Error	14	0.36	0.22	0.64	2.45	0.64	0.16	0.14
CV%		20.5	5.7	5.5	7.0	8.9	8.2	1.8

*and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک نشان داد که بیشترین محتوی کلروفیل a مربوط به گل‌های رشد یافته در بستر ترکیب (پرلیت + کوکوپیت + زئولیت) و کمترین مقدار مربوط به بستر (پرلیت+ کوکوپیت) است (جدول ۷). همچنین این نتایج نشان داد که بین محتوی کلروفیل b در برگ گیاهان رشد یافته در بسترهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت، و بیشترین محتوی کلروفیل b برای گل‌های رشد یافته در بستر ترکیب (پرلیت+ کوکوپیت+ زئولیت) و کمترین مقدار آن مربوط به بستر (پرلیت+ کوکوپیت) بود. همچنین، با توجه به نتایج به دست آمده برای محتوی کلروفیل a و b، بیشترین و کمترین میزان کلروفیل کل نیز به ترتیب در ترکیب‌های (پرلیت+ کوکوپیت+ زئولیت) و (پرلیت+ کوکوپیت) به دست آمد (جدول ۷). همچنین، نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد بین اثر بسترهای مختلف کشت بر محتوی کارتنوئید تفاوت معنی‌داری وجود داشت و بیشترین محتوی کارتنوئید مربوط به ترکیب (پرلیت + کوکوپیت + زئولیت) و کمترین مقدار مربوط به ترکیب (پرلیت + کوکوپیت) بود، هر چند که بین بسترهای (پرلیت (شاهد)) و بسترهای ترکیب (پرلیت + زئولیت) و (پرلیت + کوکوپیت + پیت‌ماس) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷). همچنین، محتوی فلاونوئید نیز تحت اثر بستر کشت قرار گرفت و بیشترین محتوی فلاونوئید در ترکیب بستر کشت (پرلیت + کوکوپیت + زئولیت) کمترین مقدار آن در ترکیب بسترهای (پرلیت + کوکوپیت) به دست آمد (جدول ۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای محتوی آنتوسیانین گلبرگ نشان داد که بین اثر بسترهای مختلف به جز بستر ترکیب (پرلیت + کوکوپیت + پیت ماس + زئولیت) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و محتوی آنتوسیانین در این ترکیب به طور معنی‌داری کمتر از سایر بسترها بود (جدول ۷).

پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که کاربرد زئولیت همراه با دیگر بسترهای کشت منجر به افزایش عملکرد در گونه‌های زیادی نظیر ژربرا (Issa *et al*., 2001)، خیار (Gül *et al*., 2007)، و گوجه فرنگی (Al-Ajmi *et al*., 2009) می‌شود. کاربرد زئولیت در ترکیب بستر کشت می‌تواند ظرفیت تبادل کاتیون و آنیون را بهبود ببخشد (Issa *et al*., 2001)، که در نتیجه منجر به بهبود رشد و ویژگی‌های فیتوشیمایی مؤثر در فتوسنتز می‌شود. همچنین، در بررسی اثر زئولیت طبیعی بر ویژگی‌های رویشی، زایشی و فیزیولوژیکی جعفری آفریقایی مشخص شد که استفاده از زئولیت در محیط رشد با افزایش سطح برگ و محتوی کلروفیل منجر به بهبود سرعت فتوسنتز و بهره‌وری مصرف آب می‌شود (Nazari *et al*., 2007). در این راستا بررسی دیگری نشان داد که گیاهان رشد یافته در بسترهای بدون خاک حاوی کوکوپیت محتوی کلروفیل بیشتری نسبت به بسترهای خاک دارند، که دلیل آن را به دسترسی گیاه به نیتروژن بالا و فتوسنتز بهتر در این بسترها مرتبط دانسته‌اند (Wang *et al*., 2014). در بررسی اثر بسترهای کشت مختلف شامل ساقه‌های خرد شده ذرت، پرلیت و پامیس بر کیفیت گوجه‌فرنگی محتوی کارتنویید مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بستر ساقه‌های خرد شده ذرت منجر به کیفیت بهتر میوه در مقایسه با بسترهای پرلیت و پامیس شد (Tzortzakis and Economakis, 2008). در بررسی چند بستر آلی برای تولید گل‌های شاخه بریده سوسن هیبرید شرقی در شرایط کشت بدون خاک نتایج نشان داد که بهترین کیفیت گل‌ها در محیط کشت‌های جامد در مقایسه با سیستم کشت مه‌پاش به دست آمد، همچنین بستر کاه شکسته باعث ایجاد گل‌های بریده سوسن با کیفیت بالاتر نسبت به بستر کاه، هیدرو-گلوله یا کاه کربنیزه شد (Ryota *et al*., 2002). بررسی دیگری نشان داد که بیشترین محتوی کارتنوئید برگ برای خیار در شرایط کشت بدون خاک در بستر کشت پیت در مقایسه با زئولیت مشاهده شد (Jankauskienė *et al*., 2019)، در حالی‌که این گزارش نشان داد که کمترین مقدار

کارتنویید و کلروفیل برگ در بستر ترکیب پیت و پرلیت با نسبت ۳ به ۱ وجود داشت. بررسی دیگری با هدف ارزیابی بسترهای کشت آلی شامل پوست گردو، پوست فندق، کوکوپیت، کمپوست پسماند قارچ و ترکیب پوست فندق با پرلیت برای تولید گل شاخه برید رز نشان داد که بهترین کیفیت رنگ گل‌ها (قرمز تیره) در بستر کشت پوست فندق به دست آمد، در حالی که کم رنگ‌ترین گل‌ها در کمپوست پسماند قارچ مشاهده شد که دلیل کم رنگی گل‌ها در این بستر به محتوی نیتروژن زیاد آن نسبت داده شده است (Altun, 2024). درصد اسانس و میزان عملکرد اسانس گل سوسن تحت تأثیر نوع ترکیب بستر کشت دارای تفاوت آماری بود، بیشترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به ترکیب بستر (پرلیت+ پیت ماس) و کمترین مقدار آن‌ها مربوط به بستر (پرلیت+ زئولیت) بود. همچنین بین میزان درصد اسانس در سایر بسترهای ترکیب بجز دو ترکیب بسترهای (پرلیت+کوکوپیت) و (پرلیت+کوکوپیت+ زئولیت) تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۷). در این راستا، افزودن مواد آلی مختلف به خاک باعث بهبود رشد رویشی و

افزایش عملکرد و درصد اسانس در گیاه دارویی زینتی جعفری شد (Khalil *et al.*, 2002). برخلاف یافتهٔ بررسی حاضر، پژوهشی با بررسی اثرات ترکیب بسترهای آلی بر روی خصوصیات رویشی و زایشی، و نیز کمیت و کیفیت اسانس در سه اکوتیپ مرزه تابستانه (کردستان، شیراز و یزد) نشان داد که بسترهای آلی اثر معنی‌داری بر درصد و کیفیت اسانس این اکوتیپ‌ها داشتند و به طور کلی همهٔ بسترهای آلی کود دامی، کمپوست زباله و خاکبرگ از نظر کیفی بر محتوی ترکیبات اسانس اثر منفی داشتند و منجر به کاهش ترکیبات گاماترپینن و پاراسیمن شدند (Hemmati *et al.*, 2019).

نتیجه‌گیری

در بررسی حاضر ترکیب‌های چهار بستر مختلف معدنی و آلی برای تولید بدون خاک گل شاخه بریده سوسن دورگ OT مورد استفاد قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که در ترکیب پرلیت و کوکوپیت اندام زیرزمینی گیاه رشد و نمو بهتر داشته و بیشترین حجم و وزن تر ریشه، قطر سوخ و وزن خشک سوخ در این بستر مشاهده شد ، در حالی که افزودن زئولیت به این ترکیب منجر به افزایش تولید تعداد سوخ در بوته شد. افزون بر این، استفاده از ترکیب پرلیت+کوکوپیت+زئولیت بیشترین اثر را در بهبود رنگیزه‌های فتوسنتزی و همچنین شاخص‌های فیتوشیمیایی مانند کارتنوئید، فلاونوئید و آنتوسانین داشت که در کیفیت ظاهری گلبرگ‌ها و رنگ گل مؤثر هستند. اما بیشترین ویژگی‌های مربوط به کیفی و کمی شاخه گل بریده مانند وزن برگ، قطر ساقهٔ گل‌دهنده، قطر غنچه، قطر گل، وزت تر و خشک شاخهٔ گل‌دهنده در ترکیب پرلیت+کوکوپیت+پیت ماس به دست آمد. براساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب بستر کشت بسته به هدف تولید در گل سوسن برای سوخ‌زایی، تولید شاخهٔ گل برید، و تولید با هدف اسانس‌گیری برای صنایع آرایشی بهداشتی باید متفاوت باشد. با توجه به این که از نظر اقتصادی بسترهای آلی هزینهٔ بیشتری نسبت به بسترهای معدنی به ویژه بستر پرلیت دارند، باید با توجه به هدف کشت، بستر مناسب را برای گیاه انتخاب کرد تا هم عملکرد گیاه افزایش یابد و هم هزینه‌های تولید کاهش پیدا کند.

سپاس‌گزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه زابل برای تأمین اعتبار انجام این پژوهش تحت گرنت IR-UOZ-GR-8962 تقدیر و تشکر می‌شود.

References

Al-Ajmi, A., Al-Karaki, A., & Othman, Y. (2009). Effect of different substrates on fruit yield and quality of cherry tomato grown in a closed soilless system. *Acta Horticulture*, 807, 491-494.

Alaei, M., Roosta, H.R., Mortazavi, N., & Alaei, H. (2014). A comparison of various substrates impact on yield and quality of *Chrysanthemum* ×*morifolium* cv. Puma in hydroponic and aquaponic systems. *Plant Productions*, 37(3), 115-127. [In Persian]

Alkan, M., & Do gan, M. (1998). Surface titrations of perlite suspensions. *Journal of Colloid Interface Science*, 207, 90–96

Altun, B. (2024). Organic waste for rose culture. *BioResources*, 19(1), 582-594.

Anand, M., Kayalvizhi, K., Sankari, A., Velmurugan, M., Kamalkumaran, P. R., Amutha Selvi, G., & Irene Vethamoni, P. (2024). Standardization of growing substrate for Asiatic, Oriental and LA hybrids of Lilium. *Applied Ecology and Environmental Research*, 22(3), 2053-2064.

Awang, Y., Shaharom, A. S., Mohamad, 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(1), 63-71.

Barrett, G.E., Alexander, P.D., Robinson, J.S., & Bragg N.C. (2016). Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems – A review. *Scientia Horticulturae*, 212, 220–234

Bar-Tal, A., Saha, U.K., Raviv, M., & Tuller. M. (2019). Inorganic and synthetic organic components of soilless culture and potting mixes, p. 259–301. In: M. Raviv, J.H. Lieth, and A. Bar-Tal (eds.). Soilless culture: Theory and practice. 2nd ed. Academic Press, San Diego, CA.

Bhandari, N.S., Srivastava, R., Kantiya, S.P., Guru, S.K., & Goshwami, V. (2017). Assessment of substrates for lilium (*Lilium longiflorum*) forcing in container system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87 (5), 677–680.

Burés, S., Gago, M.C., & Martinez, F.X. (1997). Water characterization in granular materials. *Acta Horticulture*, 450, 389–396.

Castello, S., Farina, E., & Allera, C. (2000). Growth evaluation of rose cv. Anna in hydroponics with different substrates. *AGRIS Record*, IT2002061386

Chen, Z., Wu, Z., Zhang, D., Guo, Y., & Teng, N. (2021). Study on the adaptability of potted lily introduction in Nanjing area. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 44,78−88

Chegni, K., & Behnamfard, A. (2017). Review of production status, ore dressing processes and novel applications of perlite. 9th National Symposium of Iranian Society of Economic Geology. University of Birjand, Birjand. Iran. 7-8 September [In Persian]

Choi, E.Y., Lee, K.Y., & Kim, J.Y. (2001). Nutrient uptake and yield of cucumber cultivated with different growing substrates under a closed and an open system. *Acta Horticulturae*, 548, 543-550.

Cui, G., Du, W., Duan, Q., Li, X., Ma, L., & Wang, J. (2024). The effect of replacing peat with sugarcane bagasse on the growth of cut flowers and bulbs of lily. *Horticulturae*, 10, 1132.

Dere, S., Günes, T., & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll - A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22, 13-17.

Do, T.C.V., & Scherer, H.W. (2013). Compost as growing media component for salt-sensitive plants. *Plant, Soil and Environment*, 59(5), 214–220.

Fascella, G. (2009). Long-term culture of cut rose plants in perlite-based substrate. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 3(1), 111-116.

Feng, J., Wu, Z., Wang, X., Zhang, Y., & Teng, N. (2019). Analysis of pollen allergens in lily by transcriptome and proteome data. *International Journal of Molecular Sciences*, 20, 5892.

Feyzizadeh, M., Samadi, A., Rahimi, A., & Asadzadeh, F. (2023). The effect of perlite particles size and its mixing with peat moss on corms yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in soilless cultivation system. *Applied Soil Research*, 10(4), 136-148. [In Persian]

Fotouhi Ghazvini, R., Payvast, G., & Azarian, H. (2007). Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and qulity of strawberry in soil-less culture. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(6), 885-888.

Ghehsareh, A.M., Samadi, N., & Borji, H. (2011). Comparison of date-palm wastes and perlite as growth substrates on some tomato growing indexes. *African Journal of Biotechnology*, 10(24), 4871-4878.

Gül, A., Erogual, D., & Ongum, A.R. (2005) Comaprison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. *Scientia Horticulturae*, 106, 464-471.

Gül, A., Kıdıoglu, F., & Anac, D. (2007). Effect of nutrient sources on cucumber production in different substrates. *Scientia Horticulturae*, 113, 216-220.

Guo, Y., Niu, G., Starman, T., & Gu, M. (2018). Growth and development of Easter lily in response to container substrate with biochar. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94(1), 1-7.

Handreck, K.A., & Black, N.D. (2007). Growing Media for Ornamental Plants and Turf. 3rd Edn., UNSW Press, Sydney, ISBN,13,9780868407968.

Hemmati, K., Ardavanpour, B., Ghazaeian, M., & Akbarpour, V. (2019). Study of different organic media on yield components, quality and quantity of essential oil of some savory (*Satureja hortensis* L.) ecotypes in Gorgan. *Journal of Horticultural Science*, 33(3), 349-361 [In Persian]

International Statistics Flowers and Plants, (2023). Volume 71, Compiled by Iris Griesbach Centre for Business Management in Horticulture and Applied Research, University Hohenheim, Germany.

Issa, M., Ouzounidou, G., Malaoupa, H., & Constantinidou, H.I.A. (2001). Seasonal and diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems. *Scientia Horticulturae*, 88, 215-234.

Jankauskienė, J., Brazaitytė, A., Kairienė, V.V., & Zalatorius, V. (2019). Effects of peat and peat-zeolite substrates on quality, growth indices of Cucumber seedlings and crop productivity. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(5), 161–170

Kaijv, M., Sheng, L., & Chao, C. (2006). Antioxidatioan of flavonoids of green rhizome. *Journal of Food Science*, 27, 110–115.

Karaguzel, U.O. (2023). Assessment of different growing media on cut flower performance of two gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) cultivars. *Horticultural Studies*, 40(2), 36-42.

Kazaz, S., Yilmaz, S., & Askin, M.A. (2010). Effects of zeolite-peat mixtures on yield and some quality parameters of carnation grown in soilless culture. (Eds.: Gamliel et al.), proccing by VIIth IS on chem. and non-chem. soil and substrate disinfestation. *Acta Horticulture*, 883, 409-414.

Khalaj, M.A., Amiri, M., & Azimi, M.H. (2014). Effects of different growth media on nutrients uptake, growth characteristics and yield of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) in a soil less culture system. *Journal of Horticultural Science*, 27(4), 470-479. [In Persian]

Khalil, M.Y. Naguib, Y.N., & El-Sherbeny, S.E. (2002). Effect of Tagetes erecta L. to some foliar application under compost levels. *Journal of Agricultural Science*, 10, 939–964.

Kingston, P.H., Scagel, C.F., Bryla, D.R., & Strik, B.C. (2017). Suitability of sphagnum peat moss, coir, and douglas fir bark as soilless substrates for container production of highbush blueberry. *HortScience*, 52, 1692–1699.

Kingston, P.H., Scagel, C.F., Bryla, D.R., & Strik, B.C. (2020). Influence of perlite in peat- and coirbased media on vegetative growth and mineral nutrition of highbush blueberry. *HortScience*, 55(5), 658–663.

Lemaire, F., Riviére, L.M., Stievenard, S., Marfa, O., Gschwander, S., & Giuffrida, F. (1998). Consequences of organic matter biodegradability on the physical, chemical parameters of substrates. In: Proceedings of the ISHS International Symposium on Composting and Use of Composted Materials, 5–11 April 1997. Szmidt, Auchincruive, Scotland. *Acta Horticulture*, 469, 129–138.

Mashhadi Jafarlou, A., Henareh, M., & Samadi, A. (2016). Effect of plant density and culture medium on quantitative and qualitative characteristics of strawberry cv. Selva in hydroponic cultivation. *Research in Pomology*, 1(1), 30-42. [In Persian]

Ministry of Agriculture-Jahad. (2024). Agricultural Statistics 1402, Volume 3, Report on Horticultural, Mushroom and Greenhouse Products. Produced by the Deputy of Statistics, Statistics Center, Information and Communication Technology. P 400. [In Persian]

Nakhli, S.A.A., Delkash, M., Bakhshayesh, B.E., & Kazemian, H. (2017). Application of zeolites for sustainable agriculture: a review on water and nutrient retention. *Water Air Soil Pollution*, 228, 464.

Nazari, F., Khosh-Khui, M., Eshghi, S., & Salehi, H. (2007). Effects of natural zeolite on vegetative, reproductive and physiological characteristics of African marigoldn (*Tagetes erecta* L. 'Queen'). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 48, 241-245.

Omidi, A.H., Khaledian, M.R., Hasanpour Asil, M., & Olfati, J.A. (2018). Measurement of water requirement and crop coefficient of lily (*Lilium* sp) under greenhouse conditions in Rasht city. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 6(11), 1111-1120. [In Persian]

Petre, S.N., Pele, M., & Draghici, E.M. (2015). Influence of perlite and jiffy substrates on cucumber fruit productivity and quality. *Journal of Agricultural Science*, 7(8), 186-196.

Rezaee, A., Mobli, M., Etemadi, N., & Baninasab, B. (2013). The effect of different substrates in the greenhouse on the yield and quality of cut roses variety 'Maroussia'. *Soil and Plant Interactions*, 4(1), 1-8. [In Persian]

Ryota, T., Kazunori, M., Musao, T., & Kazuyoshi, S. (2002). Studies on the hydroponics of oriental hybrid lily. *Journal of the Niigata Agricultural Research Institute*, 5, 65-74.

Samiei, L., Khalighi, A., Kafi, M., Samavat, S., & Arghavani, M. (2005). An investigation of substitution of peat moss with palm tree celluloid wastes in growing aglaonema (*Aglaonema Commutatum* Cv. Silver Queen). *Iranian Journal of Agriculture Science* 36, 503-510. [In Persian]

Shillo, R., Ding, M., Pasternak, D., & Zacca, M. (2002). Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. *Scientia Horticulturae*, 92, 41-54

Treder, J. (2008). The effects of coco peat and fertilization on the growth and flowering of oriental lily "Star Gazer". *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 361-370.

Tzortzakis, N.G., & Economakis, C.D. (2008). Impact of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation. *Horticultural Science* (Prague), 35, 83-89.

Wagner, G.J. (1979). Content and Vacuole/Extravacuole Distribution of Neutral Sugars, Free Amino Acids, and Anthocyanin in Protoplasts. *Plant Physiology*, 64(1), 88–93.

Wang, G., Bronson, K.F., Thorp, K.R., Mon, J., & Badaruddin, M. (2014). Multiple leaf measurements improve effectiveness of chlorophyll meter for durum wheat nitrogen management. *Crop Science*, 54(2), 817-826.

Windsor, G., & Schwarz, M. (1990). Soilless culture for horticultural crop production. FAO, Plant Production and Protection. Roma, Italy.

Yau, P.Y., & Murphy, R.J. (2000). Biodegraded cocopeat as a horticultural substrate. *Acta Hortrticulture*, 517, 275-278.

Zhao, Y., Pan, W., Xin, Y., Wu, J., Li, R., Shi, J., Long, S., Qu, L., Yang, Y., Yi, M., & Wu, J. (2023). Regulating bulb dormancy release and flowering in lily through chemical modulation of intercellular communication. *Plant Methods*, 19,136

Zhu, Y., Zhu, Y., & Zhang, X. (2018). The effects of biochar on growth and development of lily. *Northern Horticulture*, 2018, 86−91.