J. Soil and Plant Interactions, Vol. 14, No. 2, Summer 2023, pp. 81-92. **Research Article**

https://jspi.iut.ac.ir EISSN: 2783-5286 DOI: 10.47176/jspi.14.2.20781 DOR: 20.1001.1.27835014.1402.14.2.5.2

The Possibility of Using Palm Wastes Compost in Tomato Seedling Cultivation Substrate in Greenhouse Condition

H. Saffari[1*] and H. Sajjadi

(Received: 25 March 2023; Accepted: 21 June 2023)

Abstract

Tomato is one of the most important crops, which is cultivated as seedlings. It is important to choose an economic and favorable cultivation medium for the production of good seedlings. In order to use the compost produced from palm pruning wastes as a substrate for the production of tomato seedlings, an experiment was carried out in the greenhouse conditions as completely randomized design with three replications in 2019-2018 at the research greenhouse of Soil and Water Research Institute. Five cultivation beds as treatments included: 1) compost produced from palm pruning wastes (palm peat) (PP), 2) peat moss (PM), 3) cocopeat (CP), 4) mixture of palm peat and peat moss (PP+PM), and 5) mixture of cocopeat and peat moss (CP+PM). Some plant indices, the concentration of plant nutrients and plant growth indicators were measured at the end of the growth period. The results showed that the highest amounts of nitrogen, phosphorus and potassium (1.47% nitrogen, 0.18% phosphorus and 2.83% potassium) were observed in PM, CP and PP+PM treatments, respectively, which were significantly (p<0.01) different from other treatments. In terms of tomato seedling height, the best treatment was PM (8.34 cm), and PP (7.56 cm) and PP+PM (7.56 cm) were ranked second. The lowest seedling height was recorded in CP (5.37 cm). The highest and lowest values of root length were related to PP+PM (8.69 cm) and CP (6.62 cm), respectively, that were significantly (p<0.01) different. The economic results evaluation showed that palm peat is 50% cheaper than cocopeat and 100% cheaper than peat moss, and it can be used as a substitute for imported cocopeat and peat moss in tomato seedling cultivation.

Keywords: Cultivation bed, Palm waste, Compost, Tomato, Transplanting.

Background and Objective: Tomato is one of the most important agricultural crops and has the second rank among vegetables in the country, with a cultivated area of over 131,000 hectares (1). At present, tomato seedling cultivation and preparation of seedlings are the most important stages of production. Providing materials and high cost of cultivation bed are among the most important problems of seedling production in soilless cultivation (2). Currently, the materials used for the soilless cultivation are peat moss and cocopeat, both of which are imported, and besides increasing the cost of transplanting production, it also causes export problems. In this study, compost (peat) prepared from the pruned palm leaves was used as a seedling growing substrate and compared with other common cultivation beds. This is effective not only in reducing the cost of tomato seedling production, but also in the optimal use of palm tree pruning wastes, and would

1- Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj.
* Corresponding author, Email: hosaffary@yahoo.com

create income for palm tree farmers and cultivation bed producers. The purpose of this research was to compare the cultivation medium produced from the wastes of palm leaves and petioles (palm peat) with imported cocopeat and peat moss, and to investigate its quantitative and qualitative effect on the growth indicators of tomato seedlings.

Methods: The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in a controlled environment in the research greenhouse of Soil and Water Research Institute in 2019. Chemical properties such as pH, salinity, the amounts of ammonium and nitrate, phosphorus, potassium, calcium and soluble sodium, cation exchange capacity, organic carbon content and micronutrients (copper, zinc, iron and manganese) were determined in the soil and plant samples. Five planting cultivation beds as treatments included: 1) compost produced from palm pruning wastes (palm peat) (PP), 2) peat moss (PM), 3) cocopeat (CP), 4) mixture of palm peat and peat moss (PP+PM), and 5) mixture of cocopeat and peat moss (CP+PM). Some plant indices, the concentration of plant nutrients and plant growth indicators were measured at the end of the growth period.

Results: The highest salinity was related to PM which was within the optimal range of salinity (i.e., 0.5–3 dS/m) provided by Gilmar and Betina (3). The pH value in the saturated extract was within the optimal range (5.5–6.5) for PM and CP and was more than optimal in PP. The results showed that the highest amounts of nitrogen, phosphorus and potassium (1.47% nitrogen, 0.18% phosphorus and 2.83% potassium) were observed in PM, CP and PP+PM treatments, respectively, which were significantly (p<0.01) different from other treatments. The mean comparison of the chemical properties and nutritional elements of the cultivated substrates showed that T1 was richer in nutrients than PM or CP. The highest seedling height related to PM and PP was in the second rank. The highest stem fresh weight belonged to PP+PM, and PP ranked second. Palm peat treatment (PP) resulted in the highest concentrations of copper, zinc and iron in the whole plant.

Conclusions: Seedling growth in peat moss compared to palm peat showed the suitability of chemical conditions including pH and nutrients in peat moss for optimal seedling growth. Despite the appropriate physical conditions and pH, cocopeat could not produce a good rating of growth due to the lower content of nutrients. Palm peat has a favorable potential in production of tomato seedlings, and due to its availability and low-cost production, it can be replaced instead of expensive peat moss and imported cocopeat.

References:

1. Agricultural Statistics, 2018. Volume Three: Horticultural Products. Information and Communication Technology Center, Ministry of Planning and Economic Affairs, Tehran, Iran, 207 p.
2. Basirat, M., 2011. Use of palm waste cellulose as a substitute for common growing media in aglonema growing. *Journal of Horticultural Plants* 1(1): 1–11.
3. Gilmar, S., Betina, L., 2022. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. *Ornamental Horticulture* 28: 249–260.

روابط خاک و گیاه/ سال چهاردهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۲ / صفحات ۹۲-۸۱ مقاله پژوهشی
DOR: 20.1001.1.27835014.1402.14.2.5.2 DOI: 10.47176/jspi.14.2.20781 EISSN: 2783-5286 https://jspi.iut.ac.ir

امکان‌سنجی کاربرد کمپوست ضایعات درخت خرما در بستر کشت نشاء گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه

حسین صفاری[1]* و هرمز سجادی

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۳۱)

چکیده

گوجه‌فرنگی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که کشت آن به‌صورت نشایی است. انتخاب بستر کشت اقتصادی و مطلوب برای تولید نشاء با کیفیت اهمیت دارد. بنابراین به‌منظور استفاده از کمپوست تولیدشده از ضایعات هرس درخت خرما (برگ و دمبرگ) به‌عنوان بستر تولید نشاء گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار شامل انواع بسترهای کاشت در سه تکرار در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در گلخانه پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب اجرا شد. تیمارها (بسترهای کاشت) شامل: ۱) کمپوست تولیدشده از ضایعات هرس درخت خرما (پالم‌پیت) (PP)، ۲) پیت‌ماس (PM)، ۳) کوکوپیت (CP)، ۴) مخلوط پالم‌پیت و پیت‌ماس (PP+PM)، و ۵) مخلوط کوکوپیت و پیت‌ماس (CP+PM) بود. پس از کشت نشاء گوجه‌فرنگی داده‌برداری و میزان جذب عناصر گیاه و شاخص‌های رشد گیاه در انتهای دوره رشد اندازه‌گیری شده و تجزیه آماری نتایج با نرم‌افزار SAS به همراه تحلیل و بررسی اقتصادی انجام شد. بررسی آماری نتایج تجزیه گیاه (نشاء گوجه‌فرنگی) نشان داد بیش‌ترین غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم (۱/۴۷ درصد نیتروژن، ۰/۱۸ درصد فسفر و ۲/۸۳ درصد پتاسیم) به‌ترتیب در تیمارهای پیت‌ماس، ترکیب کوکوپیت و پیت‌ماس و پالم‌پیت مشاهده شد که نسبت به بقیه تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. از نظر ارتفاع، نشاء گوجه‌فرنگی بهترین تیمار پیت‌ماس (۸/۳۴ سانتی‌متر) بود و تیمار پالم‌پیت (۷/۵۶ سانتی‌متر) و ترکیب پالم‌پیت و پیت‌ماس (۷/۵۶ سانتی‌متر) مشترکاً در رده دوم قرار گرفتند. کم‌ترین ارتفاع نشاء از تیمار کوکوپیت (۵/۳۷ سانتی‌متر) بدست آمد. بیش‌ترین طول ریشه (۸/۶۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمار پالم‌پیت + پیت‌ماس و کم‌ترین مقدار آن (۶/۶۲ سانتی‌متر) در تیمار کوکوپیت بود و اختلاف این دو تیمار در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه اقتصادی انواع بسترهای کشت در پژوهش حاضر نشان داد که هزینه هر لیتر پالم‌پیت مناسب تولید داخل نسبت به کوکوپیت ۵۰ درصد و نسبت به پیت‌ماس ۱۰۰ درصد ارزان‌تر تمام می‌شود و می‌تواند به‌عنوان جایگزین کوکوپیت و پیت‌ماس وارداتی در نشاءکاری گوجه‌فرنگی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: بستر کشت، ضایعات نخل، کمپوست، گوجه‌فرنگی، نشاکاری.

مقدمه

گوجه‌فرنگی از مهم‌ترین گیاهان زراعی بوده و در رده دوم بین

۱- مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hosaffary@yahoo.com

سبزیجات کشور با سطح کشت بالغ بر ۱۳۱۰۰۰ هکتار قرار می‌گیرد (۱). در حال حاضر کشت گوجه‌فرنگی به‌صورت نشایی بوده و تهیه نشاء یکی از مهم‌ترین مراحل تولید است. کیفیت نشاء مورد استفاده یکی از عوامل بسیار مؤثر بر میزان تولید این محصول است. تهیه نشاء در خاک و در محیط باز مشکلاتی را به‌وجود می‌آورد که مهم‌ترین آنها کاهش درصد جوانه‌زنی، عدم امکان تغذیه مناسب و درست، شیوع آفات و عوامل بیماری‌زا است. خوشبختانه به‌دلیل آگاهی کشاورزان از محاسن تهیه نشاء در محیط بسته و بسترهای کشت غیرخاکی در سال‌های اخیر برخی گلخانه‌های تهیه نشاء در کشور شروع به‌کار نموده و از موفقیت چشم‌گیری برخوردار بوده‌اند و انتظار می‌رود در سال‌های آینده به‌صورت گسترده تا چند برابر توسعه یابند. در عین‌حال از مهم‌ترین مشکلات تولید نشاء در بسترهای کشت غیرخاکی هزینه بسیار زیاد در تأمین مواد مورد نیاز به عنوان بستر کشت است. مواد مورد استفاده به‌عنوان بستر کشت در حال حاضر پیت‌ماس و کوکوپیت است که هر دو وارداتی بوده و علاوه بر افزایش هزینه تولید نشاء سبب خروج ارز از کشور نیز می‌شود.

از طرف دیگر حجم عظیمی از منابع آلی از جمله برگ‌های هرس‌شده نخل وجود دارد که در حال حاضر استفاده چندانی نداشته و از سوی دیگر امکان تبدیل آن به کمپوست و یا اصطلاحاً پالم‌پیت وجود دارد.

تولید کمپوست از ضایعات خرما یکی از راهکارهای مناسب تولید کود آلی برای افزایش حاصل‌خیزی خاک است. اما در عمل به‌دلیل ساختار لیگنوسلولزی و نامحلول آن، دارای مشکلات متعددی مانند زمان زیاد فرایند کمپوستی‌شدن، تکمیل‌نشدن فرایند و بلوغ کامل، کمبود نیتروژن در کمپوست نهایی منجر به کاهش کیفیت و اقتصادی نبودن تولید آن می‌شود (۱۶ و ۲۱). مصرف مواد آلی خام و کمپوست‌نشده با کیفیت نامطلوب علاوه بر هزینه‌های کلان سبب بروز مشکلاتی در رشد گیاهان و سلامت انسان و دام گشته و می‌تواند خسارات فراوانی را در عرصه کشاورزی به‌وجود آورد. به‌همین منظور می‌توان از ریزجانداران تجزیه‌کننده به‌ویژه باکتری‌ها به‌عنوان فعال‌کننده زیستی کمک گرفت تا با تلقیح این مواد آلی با باکتری‌های مورد نظر کمپوست با کیفیت مطلوب تولید نمود (۲۶).

کاهش آلودگی به عوامل بیماری‌زا، صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌ها، دستیابی به رشد مطلوب و کاهش هدررفت پس از انتقال به زمین اصلی از مهم‌ترین مزایای تولید نشاء در بسترهای کشت بدون خاک است (۱۱). استفاده از بسترهای کشت غیرخاکی شرایط بهینه برای جذب آب، اکسیژن و نیز عناصر غذایی توسط ریشه و در نهایت رشد مطلوب گیاه را فراهم می‌کند (۱۳). یک بستر کشت خوب علاوه بر ایجاد تکیه‌گاه مناسب برای استقرار گیاه باید دارای توان مناسب و کافی برای نگهداری آب و عناصر غذایی و نیز تبادل اکسیژن بین ریشه و اتمسفر باشد (۲). مواد آلی و معدنی متفاوتی از جمله پیت، کوکوپیت، پرلیت، زئولیت، پشم سنگ و کمپوست تهیه‌شده از منابع مختلف آلی به‌عنوان بستر کشت غیرخاکی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۱). برخی بسترهای کشت مانند پیت‌ماس و کمپوست به‌دلیل گنجایش تبادل کاتیونی زیاد از نظر تأمین عناصر غذایی و نیز نگهداری رطوبت و برخی دیگر مانند پرلیت و کوکوپیت از نظر زهکشی و تهویه مطلوب هستند (۵). امروزه پیت‌ماس و کوکوپیت به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک مطلوب، برای تولید نشاء گوجه‌فرنگی در سطح وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. افزایش تقاضا، کاهش دسترسی و گرانی این بسترهای کشت جستجو برای بستر کشت با کیفیت مطلوب و هزینه کم را به‌منظور جایگزینی آن‌ها ضروری نموده است (۱۱ و ۲۵).

سطح زیرکشت خرمای بارور در ایران حدود ۲۲۲ هزار هکتار است (۱). هر ساله تعداد ۱۰ تا ۱۵ برگ از هر درخت خرما هرس می‌شود که کاربرد چندانی نداشته و در اغلب موارد سوزانده می‌شود. وزن هر برگ هرس‌شده ۳- ۲/۵ کیلوگرم است (۱۵). با در نظر گرفتن چندین میلیون نفر نخل خرما در کشور، حجم عظیمی از منابع بالقوه ماده آلی برای تبدیل به کمپوست فراهم است. پژوهش‌ها نشان داده است که بقایای آلی

پس از فرآیند صحیح کمپوست‌شدن می‌توانند به‌جای پیت به عنوان بستر کشت مورد استفاده قرار گیرند (۹). علاوه بر هزینه اولیه نسبتاً زیاد بستر کشت، مدیریت تغذیه نیز از مهم‌ترین مشکلات و محدودیت‌های تولید نشاء در بسترهای کشت غیرخاکی است (۲۰). بررسی عملکرد و کیفیت محصولات مختلف در بسترهای کشت غیرخاکی نشان داده است که واکنش گیاه به کود به عواملی همچون نوع، مقدار، زمان و روش مصرف کود و نیز ویژگی‌های بستر کشت بستگی دارد (۱۱ و ۲۷). با وجودی که فرمول‌های زیادی برای تغذیه در بسترهای کشت غیرخاکی انتشار یافته است، اما انتخاب محلول غذایی بایستی با توجه به شرایط کشت و گونه گیاهی بازنگری شود (۵). پژوهش‌های زیادی در مورد استفاده از کمپوست برگ خرما به‌عنوان بستر کشت برای تولید گیاهان مختلف انجام شده است، اما مقایسه آن با سایر بسترهای کشت در مدیریت‌های مختلف تغذیه‌ای برای تولید نشاء کم‌تر مورد توجه بوده است (۹) تولید کمپوست الیاف درخت خرما با استفاده از فعال‌کننده زیستی هم سرعت تبدیل و هم کیفیت بهتری را در محصول نهایی به همراه خواهد داشت (۲۶). هدف از اجرای این پژوهش مقایسه بستر کشت تولیدشده از بقایای برگ و دمبرگ درخت خرما (پالم‌پیت) با کوکوپیت و پیت‌ماس وارداتی و بررسی تأثیر کمّی و کیفی آن بر شاخص‌های رشد نشاء گوجه-فرنگی و کاهو و امکان جایگزینی آن به جای کوکوپیت و پیت ماس بود. در این پژوهش از کمپوست[1] تهیه‌شده از برگ‌های هرس‌شده نخل به‌عنوان بستر کشت نشاء استفاده و با سایر بسترهای کشت معمول مقایسه شد. این امر نه تنها در کاهش هزینه تولید نشاء گوجه‌فرنگی، بلکه در استفاده بهینه از ضایعات هرس نخل مؤثر بوده و سبب ایجاد اشتغال و درآمدزایی برای نخل‌داران و تولیدکنندگان بستر کشت نیز خواهد شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محیط کنترل‌شده در گلخانه پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. تیمارها شامل انواع بسترهای کشت به شرح زیر بود:

۱- کمپوست برگ و دمبرگ خرما تولیدشده با فعال‌کننده زیستی (پالم‌پیت)[2] (PP)

۲- پیت‌ماس اسفگنوم[3] (PM)

۳- کوکوپیت[4] (CP)

۴- مخلوط پالم‌پیت (۵۰٪) و پیت‌ماس (۵۰٪)

۵- مخلوط پیت‌ماس (۵۰٪) و کوکوپیت (۵۰٪)

با توجه به این‌که در حال حاضر از کوکوپیت به‌عنوان بستر کشت برای تولید نشاء استفاده می‌شود، لذا این تیمار به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پیش از کاشت بذر، نمونه‌هایی از هر یک از بسترهای کشت برای آزمایشگاه ارسال شده و شاخص‌های مورد نظر مانند pH، شوری، مقدار عناصر نیتروژن آمونیومی و نیتراتی، فسفر، پتاسیم، کلسیم و سدیم محلول، گنجایش تبادل کاتیونی، درصد کربن آلی، غلظت ریزمغذی‌های مس، روی، آهن و منگنز در هر نمونه اندازه‌گیری شد (۲۸).

بسترهای کشت غیرخاکی پس از اختلاط با پرلیت با اندازه متوسط (سه تا پنج میلی‌متر) برای تهویه بهتر ریشه نشاء، به‌طور کامل مخلوط شده و در ظروف مخصوص تولید نشاء (سینی کشت ۱۲۸ تایی) ریخته شد. هر کدام از این ظروف به‌عنوان یک کرت آزمایشی بود. این ظروف از جنس یونولیت و یا پلاستیک و به‌صورت مشبک بوده و به‌آسانی قابل حمل است. برای کاشت بذر گوجه‌فرنگی از رقم وانیا (vania) استفاده شد. اهم عملیات کاشت و داشت شامل ضدعفونی سینی‌های کاشت، اتیکت‌گذاری سینی‌های کاشت، آماده‌سازی بسترهای کشت کوکوپیت، پیت‌ماس و پالم‌پیت و اختلاط با ۳۰ درصد حجمی با پرلیت، پرکردن هر یک از سینی‌ها با ترکیب پنج‌گانه از هر تیمار، کاشت یکنواخت بذر، آبیاری، تنک‌کردن، تنظیم دما و نور گلخانه به‌صورت یکسان برای تمامی تیمارها اعمال شد. پاسخ‌های

1. Compost

2. Palm peat
3. Peat moss
4. Cocopeat

جدول ۱. ویژگی‌های شیمیایی بسترهای کشت مختلف مورد استفاده

Table 1. Chemical properties of different cultivation beds

Mg	Ca	K	P	OC	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	N_t	$EC_{1:10}$	$pH_{1:10}$	بستر کشت
---------- ٪ ----------								$dS\ m^{-1}$		Cultivation bed
0.035	0.01	0.49	0.16	23.5	0.0043	0	0.61	0.65	6.42	Cocopeat
0.031	0.06	0.35	0.32	31.15	0.0054	0.008	1.45	0.42	6.96	Palm peat
0.04	0.2	0.13	0.16	43.3	0.0086	0.07	1.04	1.63	5.22	Peat moss

نیتروژن کل = N_t (Total nitrogen)، رسانایی الکتریکی عصاره ۱ به ۱۰ = $EC_{1:10}$ (Electrical conductivity in 1:10 extract)، واکنش عصاره ۱ به ۱۰ = $pH_{1:10}$ (pH in 1:10 extract)، منیزیم = Mg (Magnesium)، کلسیم = Ca (Calcium)، پتاسیم = K (Potassium)، فسفر = P (Phosphorus)، کربن آلی = OC (Organic carbon)، نیتروژن آمونیومی = $N\text{-}NH_4$ (Ammonium –N)، نیتروژن نیتراتی = $N\text{-}NO_3$ (Nitrate-N)، کوکوپیت: Cocopeat، پالم‌پیت: Palm peat، پیت‌ماس: Peat moss.

ادامه جدول ۱.

Table 1. (continued)

C/N	CEC	Mn	Cu	Fe	Na	بستر کشت
	$cmol_c\ kg^{-1}$	----------	$mg\ kg^{-1}$	----------		Cultivation bed
38.52	78.5	1.2	ND	ND	1195	Cocopeat
21.48	68.94	ND	3.6	5	188	Palm peat
45.3	118.33	ND	ND	ND	291	Peat moss

نسبت کربن به نیتروژن = C/N (Carbon to nitrogen ratio)، گنجایش تبادل کاتیونی = CEC (Cation exchange capacity)، منگنز محلول Mn (Soluble manganese)، مس محلول = Cu (Soluble copper)، آهن محلول = Fe (Soluble iron)، سدیم محلول = Na (Soluble sodium)، کوکوپیت: Cocopeat، پالم‌پیت: Palm peat، پیت‌ماس: Peat moss، ناچیز: ND

گیاهی مورد بررسی شامل ارتفاع نشاء، وزن تازه و خشک شاخساره و ریشه و غلظت عناصر غذایی در شاخساره نشاء اندازه‌گیری شد. کاشت در طی یک دوره انجام شد. لازم به ذکر است که از فرمول غذایی خاصی استفاده نشد و رشد نشاء متکی به توان ذاتی هر کدام از بسترهای کاشت بود و به‌منظور جبران نیاز گیاه به نیتروژن دو مرتبه محلول‌پاشی نیتروژن با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در اواسط تا اواخر دوره رشد انجام شد (۱۲). برای جلوگیری از شیوع بیماری‌های مختلف گیاهی، ضدعفونی بسترهای کاشت پیش از کاشت با قارچ‌کش بردوفیکس انجام شد.

در نهایت نتایج به دست آمده با نرم‌افزار آماری SAS 9.2 تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

تجزیه نمونه‌های بستر کشت و گیاه

پیش از اجرای آزمایش از هر یک از انواع بستر کشت شامل کوکوپیت، پیت‌ماس و کمپوست الیاف خرما (پالم‌پیت) و در انتهای دوره کشت نشاء نمونه‌های گیاه به مقدار لازم برای اندازه‌گیری غلظت عناصر و ویژگی‌های مورد نظر شیمیایی به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب تحویل شد که نتایج آن در جدول (۱) آمده است.

نتایج و بحث

ویژگی‌های بسترهای کشت

برخی ویژگی‌های شیمیایی انواع بستر کشت مورد استفاده در این پژوهش در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۲. حدود بهینه ویژگی‌های شیمیایی بسترهای کشت آلی (۲۴)

Table 2. Optimum limits of chemical properties of organic cultivation beds (24)

C/N	CEC	Mg	Ca	K	P	OC	N_t	$EC_{1:10}$	$pH_{1:10}$
	$cmol_c\ kg^{-1}$			%					
15–20	80–100	> 0.03	> 0.04	> 0.2	> 0.15	> 25	> 0.1	0.4–0.8	5.5–5.6

نیتروژن کل = N_t (Total nitrogen)، رسانایی الکتریکی عصاره ۱ به ۱۰ = $EC_{1:10}$ (Electrical conductivity in 1:10 extract)، واکنش عصاره ۱ به ۱۰ = $pH_{1:10}$ (pH in 1:10 extract)، منیزیم = Mg (Magnesium)، کلسیم = Ca (Calcium)، پتاسیم = K (Potassium)، فسفر = P (Phosphorus)، کربن آلی = OC (Organic carbon)، نیتروژن آمونیومی = $N\text{-}NH_4$ (Ammonium –N)، نیتروژن نیتراتی = $N\text{-}NO_3$ (Nitrate-N)

بر اساس جدول (۲) از نظر pH تیمار پالم‌پیت بیش‌تر از حد بهینه و پیت‌ماس اندکی کم‌تر از حد بهینه بود. از نظر نیتروژن کل تیمار کوکوپیت کم‌تر از حد بهینه و پالم‌پیت بیش‌ترین مقدار آن را داشت. از نظر درصد کربن آلی، کوکوپیت اندکی کم‌تر از حد بهینه و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار پیت‌ماس بود. از نظر فسفر کل همه تیمارها در حد بهینه بودند اگرچه بیش‌ترین مقدار این ویژگی مربوط به تیمار پالم‌پیت بود. از نظر مقدار پتاسیم تیمار پیت‌ماس کم‌تر از حد بهینه و تیمار کوکوپیت بیش‌ترین مقدار بود. از نظر مقدار کلسیم محلول تیمار کوکوپیت کم‌تر از حد بهینه و پیت‌ماس بیش‌ترین مقدار و از نظر مقدار منیزیم محلول هر سه تیمار در حد بهینه بودند. از نظر گنجایش تبادل کاتیونی کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار پالم-پیت و کم‌تر از حد بهینه و بیش‌ترین مقدار متعلق به تیمار پیت‌ماس بود. مقدار نسبت کربن به نیتروژن در هر سه تیمار بیش‌تر از حد بهینه بود، اگرچه این نسبت در تیمار پالم‌پیت نزدیک به حد بالایی دامنه بهینه بود.

از نظر مقدار شکل‌های نیتروژن آمونیومی و نیتراتی، تیمار پیت‌ماس بیش‌ترین مقدار را داشت. کم‌ترین مقدار نیتروژن و کربن آلی مربوط به تیمار کوکوپیت به‌عنوان تیمار شاهد بود. بیش‌ترین غلظت پتاسیم، سدیم و کلسیم محلول مربوط به این تیمار بود. غلظت عناصر ریزمغذی آهن، مس و منگنز محلول در هر سه تیمار ناچیز بود. مقدار فسفر محلول و نیتروژن کل پالم‌پیت بیش از دو برابر و کربن آلی کل بیش از یک و نیم برابر کوکوپیت بود.

نتایج کشت نشاء گوجه‌فرنگی و تجزیه و تحلیل آماری

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عناصر غذایی در نمونه های گیاه گوجه فرنگی به ترتیب در جداول (۳) و (۴) ارائه شده است. همچنین نتایج واریانس و مقایسه میانگین شاخص های گیاهی به ترتیب در جداول (۵) و (۶) نشان داده شده است. مقایسه و تفسیر نتایج مربوط به غلظت عناصر غذایی گیاه در تیمارهای مختلف بر اساس مقادیر حدود بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف گیاه (جدول ۷) انجام شد.

بحث

بررسی ویژگی‌های سه بستر کشت مورد استفاده (جدول ۱) نشان داد که اگرچه هر سه بستر از نظر شوری مناسب بود ولی بیش‌ترین مقدار شوری مربوط به پیت‌ماس و در حدود بهینه شوری (۳–۰/۵ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر) ارائه‌شده توسط روبینز و اوانس (۲۰) بود. از نظر pH در عصاره ۱:۱۰، مقدار آن برای کوکوپیت و پیت‌ماس در حدود بهینه (۶/۵–۵/۵) و برای پالم‌پیت بیش از حد بهینه بود. از نظر غلظت کاتیون‌ها و آنیون های محلول، مقایسه ویژگی‌های شیمیایی و غلظت عناصر غذایی بسترهای کشت مورد آزمایش نشان داد تیمار کمپوست برگ خرما (پالم‌پیت) از نظر عناصر غذایی غنی‌تر از پیت‌ماس و یا کوکوپیت بود. نتایج مشابهی توسط دیگر پژوهش‌گران نیز

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر برخی عناصر غذایی در بخش شاخساره نشاء گوجه‌فرنگی

Table 3. The results of analysis of variance of the effects of treatments on some nutrients in the aerial part of tomato seedlings

Mn	Cu	Zn	Fe	B	K	P	N	Degrees of freedom	Sources of variation
2368.10**	28.32**	1717.73**	11623.10*	58.09 ns	1.21**	0.002**	0.100**	4	Treatment
149.93	0.72	71.07	3880.33	97.50	0.123	0.0002	0.018	10	Error
20.48	14.27	19.33	57.08	19.00	15.36	11.02	10.66	-	CV

ns، ** و * به‌ترتیب نشان‌دهنده اثر غیرمعنی‌دار و آثار معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد است.

ns, * and ** indicate non-significant effect and significant effects at 1 and 5 percents probability levels, respectively.

منابع تغییرات: Sources of variation، درجه آزادی: Degrees of freedom، تیمار: Treatment، خطا: Error.

جدول ۴. مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی بخش شاخساره نشاء گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف

Table 4. Mean comparison of the concentration of nutrients in the aerial part of tomato seedlings in different treatments

B	Mn	Cu	Zn	Fe	K	P	N	Treatments
---------- mg kg^{-1} ----------					---------- % ----------			
59a	32.00c	11.17a	85.33a	220.33a	2.83a	0.12c	1.36a	Palm peat
51.6a	30.67c	6.17b	33.67b	84.33b	1.27b	0.15b	1.47a	Peat moss
48.00a	89.00a	4.5c	41.67b	84.67b	2.80b	0.14b	1.07b	Cocopeat
52.53a	22.00c	4.17c	29.00b	78.67b	2.17a	0.12c	1.30ab	PP+PM
48.6a	63.67b	3.67c	28.33b	77.67b	2.33a	0.018a	1.07b	CP+PM

در هر ستون، حروف لاتین جلو اعداد میانگین بیانگر گروه‌بندی یا رتبه با آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد) است.

In each column, the Latin letters in front of the means indicate the rank grouping by the Duncan test (5 percent probability level).

تیمارها: Treatments، پالم‌پیت: Palm peat (PP)، پیت‌ماس: Peat moss (PM)، کوکوپیت: Cocopeat (CP)، پالم‌پیت+پیت‌ماس: PP+PM، کوکوپیت+پیت‌ماس: CP+PM.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های گیاهی نشاء گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف

Table 5. The results of analysis of variance of plant indices of tomato seedlings in different treatments

Seedling height	Root length	Plant fresh weight	Root fresh weight	Degree of freedom	Sources of variation
3.81**	2.02**	12.76**	3.02 ns	4	Treatment
0.130	0.227	1.62	1.80	10	Error
5.16	6.24	12.53	27.40	-	CV

ns و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده اثر غیرمعنی‌دار و اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.

ns and ** indicate non-significant effect and significant effect at 1 percent probability level, respectively.

ارتفاع نشاء: Seedling height، طول ریشه: Root length، وزن تازه گیاه: Plant fresh weight، وزن تازه ریشه: Root fresh weight، درجه آزادی: Degree of freedom، منابع تغییرات: Sources of variation، تیمار: Treatment، خطا: Error.

جدول ۶. مقایسه میانگین شاخص‌های گیاهی نشاء گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف

Table 6. Mean comparison of plant indices of tomato seedlings in different treatments

Root fresh weight	Plant fresh weight	Root length	Seedling height	Treatments
---------- g/pot ----------		---------- cm ----------		
5.45a	10.83ab	7.93a	7.16b	Palm peat
3.11a	10.36b	7.95a	8.34a	Peat moss
5.14a	7.39c	6.62b	5.37d	Cocopeat
5.38a	12.99a	8.69a	7.56b	PP+PM
5.38a	9.23bc	7.03b	6.46c	CP+PM

در هر ستون، حروف لاتین جلو اعداد میانگین بیانگر گروه‌بندی یا رتبه با آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد) است.

In each column, the Latin letters in front of the means indicate the rank grouping by the Duncan test (5 percent probability level).

ارتفاع نشاء: Seedling height، طول ریشه: Root length، وزن تازه گیاه: Plant fresh weight، وزن تازه ریشه: Root fresh weight، تیمارها: Treatments، پالم‌پیت: Palm peat (PP)، پیت‌ماس: Peat moss (PM)، کوکوپیت: Cocopeat (CP)، پالم‌پیت+پیت‌ماس: PP+PM، کوکوپیت+پیت‌ماس: CP+PM، سینی کاشت ۱۶ خانه: pot.

جدول ۷. حدود بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف گیاه (۶)

Table 7. Optimum levels of micro and macronutrients in plant (6)

Cu	B	Zn	Mn	Fe	K	P	N_t	Element
---------- mg kg^{-1} ----------					---------- % ----------			
5–30	10–200	25–100	20–300	100–400	1.5–5.5	0.2–0.75	2.5–4.5	Concentration in plant

بر = B (Boron)، روی = Zn (Zinc)، منگنز = Mn (Mangenese)، مس = Cu (Copper)، آهن = Fe (Iron)، پتاسیم = K (Potassium)، فسفر = P (Phosphorus)، نیتروژن کل = N_t (Total nitrogen)، عنصر: Element، غلظت در گیاه: Concentration in plant.

گزارش شده است (۳ و ۹). براساس گزارش شیرانی و محمدی (۲۹) فراهمی عناصر غذایی در بقایای هرس‌شده خرما پس از تبدیل به کمپوست افزایش می‌یابد. کمپوست با نسبت کربن به نیتروژن در حدود ۲۰ یا کم‌تر برای رشد گیاه مناسب بوده، کمپوست ناپایدار با نسبت کربن به نیتروژن بیش‌تر از ۳۰ منجر به آلی‌شدن نیتروژن معدنی خاک شده و ممکن است در گیاه ایجاد سمیّت نماید (۱۰). در این آزمایش نسبت کربن به نیتروژن پالم‌پیت در حد قابل قبول (حدود ۲۱) بود و با نتایج پژوهش‌گران دیگر در این مورد هم‌خوانی دارد.

بررسی شاخص‌های رشدی نشاء گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف (جداول ۵ و ۶) نشان داد از نظر ارتفاع نشاء، اختلاف بین تیمارها معنی‌دار شد و بیش‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار پیت‌ماس بود و تیمار پالم‌پیت رتبه دوم داشت. از نظر طول ریشه نشاء، اگرچه تیمارها با شاهد (کوکوپیت) اختلاف معنی دار داشتند ولی بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد. از نظر وزن تازه ساقه نشاء، بیش‌ترین مقدار متعلق به تیمار ترکیبی پیت‌ماس و پالم‌پیت و تیمار پالم‌پیت رتبه دوم را داشت. از نظر وزن تازه ریشه، بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار نشد. نتایج مشابهی در پژوهش‌های میوه‌چی و محمدزاده (۱۹) مشاهده شد. مقادیر بیشتر شاخص وزن تازه و خشک شاخساره و طول ریشه از دیگر معیارهای نشاء مطلوب است که از این نظر پالم‌پیت مطلوب‌تر از کوکوپیت و در رده دوم پس از پیت‌ماس بود. رشد بیش‌تر نشاء در بسترهای کشت حاوی کمپوست برگ و دمبرگ خرما نسبت به کوکوپیت توسط دیگر

پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (۹) که مهم‌ترین دلیل آن غنی‌تربودن آن از نظر مواد غذایی و محرک رشدی آن است. درصد جوانه‌زنی، ارتفاع بوته، قطر طوقه، تعداد برگ در بوته و وزن خشک شاخساره در بوته‌های گوجه‌فرنگی کشت‌شده در بستر کشت کمپوست برگ خرما بیش‌تر از پیت‌ماس بوده است که در این پژوهش پالم‌پیت پس از پیت‌ماس قرار گرفت (۴). برجی (۹) نیز گزارش کرد که ضایعات سلولزی خرما می‌تواند به‌تنهایی و یا به‌صورت مخلوط با سایر مواد به‌عنوان بستر کشت مورد استفاده قرار گیرد که نتایج مشابه نیز در این پژوهش مشاهده شد. جایگزینی پیت‌ماس با برخی از منابع مواد آلی در تولید نشاء گیاهان سبزی و صیفی توسط دیگر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (۸، ۱۰، ۱۴ و ۱۷).

برخلاف گزارش نیک‌رزم و همکاران (۲۲) که نشان دادند رشد نشاء در بستر کشت حاوی کوکوپیت بیش‌تر از بستر حاوی پرلیت بود، نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده رشد بیشتر نشاء گوجه‌فرنگی در بستر کشت حاوی پالم‌پیت نسبت به شاهد (کوکوپیت) بود.

بررسی غلظت عناصر غذایی در نشاء گوجه فرنگی نشان داد که تیمار پالم‌پیت از نظر غلظت عناصر مس، روی و آهن کل گیاه دارای بیش‌ترین میزان و اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد با بقیه تیمارها داشت. اما غلظت منگنز کل گیاه در تیمار شاهد (کوکوپیت) بیشترین بود که نسبت به بقیه تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار داشت (جدول ۴). تأثیر بیش‌تر عناصر غذایی بر رشد نشاء در بسترهای کشت حاوی پیت‌ماس نسبت به بستر کشت کمپوست برگ خرما نشان‌دهنده مناسب‌بودن شرایط شیمیایی (مانند pH و فراهمی عناصر غذایی) در بستر کشت پیت‌ماس برای رشد مطلوب نشاء است. صابری و همکاران (۲۵) نیز تفاوت رشد گوجه‌فرنگی در بسترهای مختلف کشت را به غلظت متفاوت عناصر غذایی در بسترها نسبت دادند. همان‌طور که شاخص‌های رشد نشاء گوجه‌فرنگی در این پژوهش نشان داد کوکوپیت استفاده‌شده علی‌رغم مناسب‌بودن ویژگی‌های شیمیایی و ظاهری آن به‌دلیل غلظت کمتر عناصر غذایی نتوانست رتبه خوبی از نظر رشد ایجاد کند. پژوهش‌های پیشین نیز نشان‌دهنده فقر کوکوپیت و پرلیت از عناصر غذایی و لزوم کوددهی بیش‌تر برای بهبود رشد نشاء در بستر کوکوپیت است (۷ و ۸). با توجه به نوع بستر کشت، مقادیر متفاوت عناصر غذایی برای حصول رشد بیشینه نشاء گزارش شده است (۲۳).

براساس نتایج آزمایش، تیمار پالم‌پیت از نظر وزن تازه شاخساره، وزن ریشه و ارتفاع نشاء در رده اول یا دوم پس از پیت‌ماس قرار گرفت ولی تیمار کوکوپیت در رده آخر قرار گرفت که علت اصلی آن فقیر بودن این بستر از عناصر غذایی است. مقدار زیاد شاخص سطح برگ نشاء در تیمار کمپوست برگ خرما (پالم‌پیت) نسبت به شاهد از یک سو و گنجایش برگ برای نگهداری رطوبت از سوی دیگر (۱۸)، می‌تواند در اختلاف زیاد وزن تازه شاخساره بین این دو بستر کشت مؤثر باشد. از نتایج پژوهش حاضر چنین به‌نظر می رسد که رشد ریشه بیش‌تر از رشد شاخساره تحت تأثیر وضعیت عناصر غذایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کاشت قرار دارد. به طور کلی ویژگی‌های بستر بر رشد ریشه، شرایط تهویه‌ای و سایر عوامل محیطی، و فراهمی عناصر غذایی بر نسبت رشد ریشه و شاخساره مؤثر است (۱۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت کمپوست برگ خرما (پالم‌پیت) از پتانسیل مطلوب در تولید نشاء گوجه‌فرنگی برخوردار بوده و با توجه به در دسترس بودن و هزینه کم آن در تولید انبوه، قابل جایگزین شدن به جای پیت‌ماس گران‌قیمت و کوکوپیت وارداتی است. از سوی دیگر کمپوست برگ خرما به عنوان بستر کشت نیاز کم‌تری به مصرف عناصر غذایی دارد درحالی‌که برای بستر کشت کوکوپیت بیش‌ترین سطح عناصر غذایی مورد نیاز است.

تشکر و سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مقاله از همکاری همه‌جانبه مدیریت مؤسسه تحقیقات خاک و آب به‌ویژه معاون پژوهش و فناوری، رئیس امور اداری و پشتیبانی و کارشناسان بخش آزمایشگاهای شیمی و بیولوژی خاک که در انجام مراحل کار و تجزیه نمونه‌های بستر کشت و گیاه همکاری نمودند سپاسگزاری می‌نمایند.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اذعان دارند هیچ‌گونه تضاد منافعی با شخص، شرکت یا سازمانی برای این پژوهش ندارند.

منابع مورد استفاده

1. Agricultural Statistics, 2018. Volume Three: Horticultural Products. Information and Communication Technology Center, Ministry of Planning and Economic Affairs, Tehran, Iran.
2. Ahmad, M., Al-Far, M.J., Tadros, I.M., 2019. Evaluation of different soilless media on growth, quality, and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under greenhouse conditions. *Australian Journal of Crop Science* 13(8): 1388–1400. doi: 10.21475/ajcs.19.13.08.
3. Basirat, M., 2011. Use of palm waste cellulose as a substitute for common growing media in aglonema growing. *Journal of Horticultural Plants* 1(1): 1–11.
4. Aruna, O., Wutem, S., Ejue, A.O., Oluwagbenga, D., Christopher, M.A., Charity, A., Kehinde, A., Olanike, A., 2020. Different organic manure sources and NPK fertilizer on soil chemical properties, growth, yield and quality of okra. *Scientific Reports* 10: 16083. https://doi.org/10.1038/s41598-020-73291-x.
5. Barbara, M., Sofia, M., Sabrina, R., Andrea, T., Douglass, F.J., Juan, A.O., Alberto, M., 2020. Coconut coir as a sustainable nursery growing media for seedling production of the ecologically diverse Quercus species. *Forests* 11: 522. doi:10.3390/f11050522.
6. Barker, A.V., Pilbeam, D.J., 2015. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press, 2nd Edition, Boca Raton, London 7.
7. Bignami, C., Melegari, F., Zaccardelli, M., Pane, C., Ronga, D., 2022. Composted solid digestate and vineyard winter prunings partially replace peat in growing substrates for micropropagated highbush blueberry in the nursery. *Agronomy* 12(2): 337 https://doi.org/ 10.3390/agronomy12020337.
8. Blok, C., Eveleens, B., Van Winkel, A., 2021. Growing media for food and quality of life in the period 2020-2050. *Acta Horticulturae* 1305: 341–355.
9. Borji, H., 2018. The Effect of Palm Peat Cultivation on The Performance of Greenhouse Tomatoes in Soilless Cultivation. Master's Thesis, Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, Iran.
10. Esmaeili, F., 2022. Municipal solid waste compost and its derivatives, a suitable alternative to peat moss in the growth of *Dracaena marginata* tricolor. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 11: 277–289.
11. Fussy, A., Papenbrock, J., 2022. An overview of soil and soilless cultivation techniques—chances, challenges and the neglected question of sustainability. *Plants* 11(9): 1153. https://doi.org/ 10.3390/plants11091153.
12. Grubinger, V., 2012. Potting mixes for organic growers. https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/OrganicPottingMixes.pdf.
13. Gilmar, S., Betina, L., 2022. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. *Ornamental Horticulture* 28: 249–260.
14. Hatami, A., Goodbye, A.H., 2013. The possibility of using dry pine leaves, rubber waste, mica and paddy husk as tomato planting substrate in soilless cultivation system. *Journal of Science and Techniques of Greenhouse Crops* 20: 17–29.
15. Khadami, R., Behsresht, R., Escape, N., 2016. Appropriate solutions for plant residue management in the country's groves. *Olive* 178: 18–21.
16. Liu, E.X., Takahashi, T., 2019. Effect of urban green biomass (pruning materials) compost on the growth of komatsuna (*Brassica rapa L. var. perviridis LH Bailey*) in different soils. *Earth and Environmental Science* 346. Conference Series DOI 10.1088/1755-1315/346/1/012079
17. Maria, L.F., Mariana, G.A., , Lucia, H.,, Maria, D.A., Maria, E.L., 2022. Application of different doses of compost as a substitution of the commercial substrate in nursery for pepper and tomato seedlings. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 11: 411–426.
18. Marschner, H., 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3th Ed., Academic Press, London.
19. Miewchi, H., Mohammadzadeh, A., 2012. Investigating and determining the time of phosphorus consumption and the age of transplanting on tomato performance. The Final Report of The Research Project, Agricultural Research,

Education and Promotion Organization.
20. Michael, A., Schnelle, J.C., 2017. Containers and Media for the Nursery. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets . http://osufacts.okstate.edu.
21. Motsim, B., Matiullah, K., Asghari, B., Sobia, N., Ahmad, H., Khadim, M.D., Asia, M., Naeem, K., 2020. Rock phosphate-enriched compost in combination with rhizobacteria; a cost-effective source for better soil health and wheat (*Triticum aestivum*) productivity. *Agronomy.* 10(9): 125–135. doi:10.3390/agronomy10091390.
22. Nikrazem, R., Alizadeh, A.S., Khaligi, A., Tabatabai, S.J., 2018. The effect of different substrates on vegetative growth of two lily cultivars in soilless cultivation system. *Journal of Science and Techniques of Greenhouse Crops* 6: 1–8.
23. Olle, M., Nagouajio, M., Simos, A., 2012. Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium: A review. *Zemdirbyste-Agriculture* 99(4): 399–411.
24. Pascual, J.A., 2018. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38: 35–46.
25. Saberi, Z., Khoshgoftarmanesh, A.H., Kalbasi, M., Mobli, M., Haghighi, M., 2013. The effect of different soilless media on macro- and micronutrients uptake by cherry tomato. *Journal of Science and Techniques of Greenhouse Crops* 15: 77–86.
26. Safari, H., 2015. Increasing The Composting Speed of Palm Tree Waste Using Biological Activators and Its Effect on Tomato Plant Nutrition. PhD Thesis, University of Tehran.
27. Samir, A., Sameh, S.A., Asma, M., Nadia, E., Rami, R., Jalloul, B., Othmane, M., Chedly, A., 2023. Optimizing alternative substrate for tomato production in arid zone: lesson from growth, water relations, chlorophyll fluorescence, and photosynthesis. *Plants* 12(7): 1457–1472. https://doi.org/10.3390/plants12071457.
28. Shahbazi, K., Davoudi, M.H., Ardabili, M., 2017. Fertilizer Analysis Methods. Publications of Soil and Water Research Institute, 403 p.
29. Shirani, M., Mohammadi-Ghehsareh, A., 2014. The effect of composted and un-composted date-palm waste as a media on some microelements of tomato fruit. *Research Journal of Recent Sciences* 3(1): 45–49.