J. Soil and Plant Interactions, Vol. 14, No. 1, Spring 2023, pp. 71-87. Research Article
https://jspi.iut.ac.ir EISSN: 2783-5286 DOI: 10.47176/jspi.14.1.20941

Investigating The Response of Some Vegetative, Qualitative and Quantitative Traits of Tomato Transplants and Whole Plants to The Substrate Types and Fertilizers

M. Kamali[1], F. Abdollahi[1*] and A. Asgari[2]

(Received: 2 March 2023; Accepted: 29 April 2023)

Abstract

To investigate the response of transplant and whole plants of tomato (*Solanum lycopersicum*) to the type of substrate and fertilizer, a factorial experiment was conducted as a randomized block design in Minab city of Hormozgan province with three replications. The first factor included four types of substrates and the second factor included five fertilizers levels. The results of the greenhouse experiment showed that the substrate type and fertilizer had a significant effect on the transplant traits. The results showed that the maximum leaf number and root dry weight of transplants were obtained in the cocopeat + vermicompost substrate. In each substrate, fertilizers improved the transplant traits, and organic and biological fertilizers were more effective. Thus, the maximum transplant height was determined in the cocopeat + vermicompost with algae fertilizer, and the maximum fresh weight and root volume were measured in the same substrate but with phosphozite fertilizer. The results of the field study showed that the evaluated traits were affected by the substrate type and fertilizer, and the seedlings previously grown in the substrates that improved their traits, had better growth after transferring to the field. The results showed that the highest number and yield of fruit, total soluble solids, and ascorbic acid were obtained in the seedlings produced in cocopeat + vermicompost substrate and organic fertilizers.

Keywords: Vegetables, Organic and biofertilizers, Cocopeat, Vermicompost.

Background and Objective: Transplants production in vegetables, are affected by the type of substrate and fertilizers. Therefore, the purpose of this study was to investigate the response of some traits of tomato seedlings and whole plants to the substrate type and fertilizer.

Methods: Factorial experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications in both greenhouse and field conditions. The experimental factors included four substrates (cocopeat + peat moss, cocopeat + vermicompost, cocopeat + date peat and cocopeat + perlite as controls, all with a volumetric ratio of 50:50) and five levels of fertilizer including NPK fertilizer, phosphozist biofertilizer containing phosphorus-fixing bacteria *Pseudomonas* putida strain p13 and *Pantoea agglomerans* strain p5, powdered humic acid, and Acadian seaweed containing brown algae powder *Ascophyllum*

1- Horticultural Science Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan.
2- Agriculture Department, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan.
* Corresponding author, Email: fabdollahi@hormozgan.ac.ir

nodosum and the control. After planting tomato seeds in the seedling tray, and formation of true leaves, the transplants were sprayed with the mentioned fertilizers with a concentration of 0.1%. Thirty eight days after planting, the seedling trays were transferred to the laboratory to evaluate traits including transplant height, leaf number, root fresh and dry weights, root length, root volume, and SPAD index. In the field experiment, transplants of the first experiment were planted in the research farm located in Minab. After seedlings establishment, they were treated with the fertilizers used in the first experiment, including phosphozist, algae, humic acid, and NPK, in the three stages of transplanting, before flowering and at the time of fruit formation, in the amount of 2 liters and 2 kg, 2 kg and 10 kg per hectare, respectively, with irrigation water. At the end of the field experiment, quantitative traits including the number of fruits per plant, average fruit weight and total fruit yield, and fruit qualitative traits including firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and, ascorbic acid content were measured.

Results: The results of greenhouse study showed the significant effect of the planting substrate on all traits of tomato transplant, while the effect of fertilizer type was significant only on the leaf number, root length and volume, and SPAD index. The highest values of these traits were often obtained in the cocopeat + vermicompost, while the lowest means of transplant vegetative traits were measured in the cocopeat + date peat substrate. In confirmation of these results, it has been reported that the presence of vermicompost in the seed bed, due to the availability of more nutrients, improvement of the soil physical properties, and increased water retention, leads to an increase in the vegetative growth of the seedling (1). In each planting bed, the application of all fertilizers improved the vegetative traits of tomato transplant, however, in most cases, the highest means were observed with the use of phosphozist. It has been reported that fertilizers containing phosphorus-dissolving bacteria increased the vegetative growth of the aerial and underground organs of tomato transplants (2). The results of the field study showed that the fruit traits were affected by the substrate in the greenhouse and fertilizer in the field. Besides, the seedlings previously grown under the treatments that improved seedling vigor, had better vegetative and qualitative characteristics in the field condition. It has been shown that the transplants that are produced under suitable conditions, after transferred to field, have a better ability to take up nutrients and water, have a higher growth rate and therefore have more potential yield under field conditions (3).

Conclusions: The results showed that, the highest means of the evaluated traits of transplant were related to the cocopeat + vermicompost substrate. In this study, the application of all fertilizers caused a significant increase in transplant vegetative traits, and in most cases algae and phosphozist fertilizers were superior to other fertilizers. The results of the field study indicated that the proper management of seedling production through the selection of suitable substrate and fertilizer resulted in the seedlings with better vegetative characteristics. Therefore, after being transferred to the field, via better vegetative growth, the quantitative and qualitative traits of tomato plants were improved significantly.

References:

1. Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S., Mathieu, J., 2019. Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 39: 34. https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579.

2. Kim, J., Kim, S., Nam, I., 2021. Effect of treating acid sulfate soils with phosphate solubilizing bacteria on germination and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(17): 8919. https://doi.org/10.3390/ijerph18178919.

3. Qin, K., Leskovar D. I., 2020. Humic substances improve vegetable seedling quality and post–transplant yield performance under stress conditions. *Agriculture* 10(7): 254. https://doi.org/10.3390/agriculture10070254.

روابط خاک و گیاه / سال چهاردهم / شماره اول / بهار ۱۴۰۲ / صفحات ۸۷-۷۱ مقاله پژوهشی
DOI: 10.47176/jspi.14.1.20941 EISSN: 2783-5286 https://jspi.iut.ac.ir

بررسی پاسخ برخی صفات رویشی، کیفی و کمی نشاء و گیاه کامل گوجه‌فرنگی به نوع بستر کاشت و کود

مجتبی کمالی[۱]، فرزین عبدالهی[۱*] و اشکان عسگری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۹)

چکیده

به‌منظور بررسی پاسخ برخی صفات رویشی، کیفی و کمی نشاء و گیاه کامل گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) به نوع بستر و کود، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با سه تکرار در شهرستان میناب استان هرمزگان در سال ۱۳۹۹ انجام شد. فاکتور اول شامل چهار نوع بستر کشت نشاء (کوکوپیت + پیت‌ماس، کوکوپیت + پرلیت، کوکوپیت + ورمی‌کمپوست، کوکوپیت + دیت پیت) و فاکتور دوم شامل پنج سطح کود (NPK، کود زیستی فسفوزیست، اسیدهیومیک و جلبک دریایی) بود. نتایج حاصل از آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که نوع بستر کاشت و کود اثر معنی‌دار بر صفات نشاء دارد. نتایج اثر اصلی عوامل آزمایش نشان داد که بیش‌ترین تعداد برگ و وزن خشک ریشه نشاء در حضور بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. کاربرد کود در هر بستر باعث بهبود صفات نشاء شد و کودهای آلی و زیستی در این رابطه کاراتر بودند. به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع نشاء در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کود جلبک و بیش‌ترین وزن تازه و حجم ریشه در حضور همین بستر و کاربرد کود فسفوزیست اندازه‌گیری شد. نتایج پژوهش مزرعه‌ای نشان داد که صفات ارزیابی‌شده تحت تأثیر نوع بستر کشت نشاء و تغذیه گیاه در مزرعه قرار می‌گیرد و نشاءهای به‌دست آمده از بسترهایی که منجر به بهبود این صفات شده‌اند پس از انتقال به زمین اصلی به دلیل رشد رویشی بهتر، این برتری را تا زمان تولید محصول حفظ کرده‌اند. نتایج نشان داد بیش‌ترین تعداد و عملکرد میوه، مواد جامد محلول و اسید آسکوربیک از نشاءهای تولیدشده در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کودهای آلی به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: سبزی‌ها، کودهای آلی و زیستی، کوکوپیت، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* L. متعلق به خانواده Solonaceae یکی از پرمصرف‌ترین سبزی‌هایی است که در سراسر جهان به دو صورت بذری و نشایی کشت می‌شود (۷). تولید محصول با کیفیت گوجه‌فرنگی برای مصارف تازه‌خوری و یا فرآوری، نیازمند تولید نشاهای با

۱- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
۲- گروه کشاورزی، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fabdollahi@hormozgan.ac.ir

کیفیت خوب است (۲۴ و ۴۸). تولید نشاء در برخی ارقام سبزی‌ها از جمله گوجه‌فرنگی تحت تأثیر نوع بستر کشت قرار می‌گیرند و معمولاً در این ارقام برای ایجاد شرایط مناسب برای رشد نشاء، به‌جای استفاده از یک بستر خالص، از ترکیب دو یا چند بستر به‌ویژه کوکوپیت و پیت ماس استفاده می‌شود (۱۳، ۳۶ و ۳۸).

گزارش شده است که از کوکوپیت به‌عنوان بخش اصلی بستر تولید نشاء به‌صورت ترکیبی با سایر بسترها از جمله کمپوست‌ها، پیت‌ها و پرلیت برای تولید نشاء گوجه‌فرنگی استفاده می‌شود (۱۵). برخی پژوهش‌ها نیز نشان داده‌اند که جایگزین کردن بخشی از پیت با کمپوست در بستر کشت باعث بهبود صفات رویشی نشاء سبزی‌ها از جمله گوجه‌فرنگی می‌شود (۱۹). در پژوهشی که توسط علی خواجه (۵) انجام شد اثر بسترهای کشت بر شاخص‌های رویشی و عملکرد نشای گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه و و مزرعه معنی‌دار بود. در پژوهشی دیگر اگرچه حضور ورمی‌کمپوست در بستر کشت باعث تأخیر سبز شدن و کاهش درصد سبز شدن گیاهچه شد ولی افزایش ورمی‌کمپوست تا نسبت ۲۰ درصد باعث افزایش سرعت رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی شد (۴۴). همچنین نتایج برخی پژوهش‌ها، نشان از برتری نسبی پیت در برابر کوکوپیت و خاک دارد، به‌گونه‌ای که بیش‌ترین درصد و سرعت ظهور گیاهچه در این بستر مشاهده شد (۱). در یک پژوهش گلخانه‌ای، عملکرد میوه، محتوای کلروفیل و ویتامین C گوجه‌فرنگی کشت‌شده در بستر کوکوپیت + پرلیت نسبت به سایر محیط‌های رشد بیش‌تر بود (۱۵).

برای تولید نشای مناسب سبزیجات، بهبود شرایط تغذیه‌ای در کنار سایر عوامل کنترل‌کننده کیفیت نشاء ضروری است (۳۴). عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌تواند به‌وسیله کودهای معدنی، کودهای آلی و یا کودهای زیستی تأمین شود (۱۴). استفاده از کودهای آلی و زیستی از جمله اسید هیومیک، کود جلبک و کودهای زیستی می‌توانند تا حد زیادی آثار زیان‌آور و مخرب حاصل از استفاده کودهای شیمیایی را کاهش داده و همچنین موجب افزایش عملکرد و سلامت محصول شود. اسید هیومیک یک ترکیب آلی است که اجزای آن موجب افزایش حاصلخیزی خاک شده و عناصر غذایی موردنیاز را برای افزایش رشد و عملکرد در اختیار گیاه قرار داده و همچنین موجب کاهش آثار تنش در گیاهان می‌شود (۳۷). استفاده از عصاره جلبک‌های دریایی به‌عنوان یک محرک زیستی در سال‌های اخیر افزایش یافته است به‌طوری‌که کودهای حاوی عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و درنتیجه بهبود متابولیسم گیاه (۳۳)، موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولاتی مانند انگور، نیشکر، توت‌فرنگی و سبزی‌ها شده است (۱۷).

کودهای زیستی از جمله باکتری‌های حل‌کننده فسفات حاوی انواع مختلف باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بوده که این باکتری‌ها عناصر غذایی از جمله فسفر را از شکل غیرقابل جذب به شکل قابل جذب برای گیاه تبدیل کرده (۲۲، ۳۱ و ۴۱) و از این طریق موجب بهبود فراهمی عناصر غذایی خاک برای گیاه می‌شوند (۲۳ و ۳۱).

با توجه با اینکه امروزه، تولید نشاء تبدیل به یک صنعت تخصصی و اقتصادی شده است که هدف آن تولید نشاهای مقاوم و بدون هرگونه علائم کمبود عناصرغذایی است، لذا کوددهی و تغذیه مناسب نشاهای جوان گوجه‌فرنگی نقش مهمی در سلامت و قدرت رشد بعدی نشاء، پس از انتقال به مزرعه یا گلخانه خواهد داشت. باتوجه به مطالب گفته‌شده، هدف از انجام این پژوهش بررسی پاسخ برخی صفات رویشی، کیفی و کمی نشاء و گیاه کامل گوجه‌فرنگی به نوع بستر کاشت و کود به‌منظور دستیابی به بستر کاشت و کود مناسب برای بهبود صفات رویشی نشا گیاه گوجه‌فرنگی و همچنین افزایش کیفیت و عملکرد گوجه‌فرنگی در مزرعه است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو بخش گلخانه و مزرعه انجام

شد. آزمایش مربوط به نشاء گوجه‌فرنگی در شهریورماه ۱۳۹۹ در گلخانه پرورش نشاء و پس از طی مراحل نشایی و آزمایش مزرعه‌ای در پاییز ۱۳۹۹ در مزرعه پژوهشی شخصی در منطقه هشتبندی استان هرمزگان انجام شد.

آزمایش پرورش نشاء

فاکتورهای آزمایش در این بخش، شامل چهار بستر کاشت ترکیبی نشاء شامل کوکوپیت + پیت ماس، کوکوپیت + ورمی‌کمپوست، کوکوپیت + دیت پیت و کوکوپیت + پرلیت، همگی با نسبت حجمی ۵۰ : ۵۰ و پنج سطح کودی شامل کود NPK پودری (شرکت سرو آذین رویش ایران)، کود زیستی فسفوزیست حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده فسفر *Pseudomonas putida* strain p13 و *Pantoea agglomerans* strain p5 (شرکت کشت و کار گستر نوژان بجنورد)، اسید هیومیک پودری (هوموکسال ۹۵٪ شرکت تأمین نهاده ایران) و جلبک دریایی آکادین حاوی پودر جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* (محصول شرکت Acadian Plant Health کانادا) و شرایط بدون کود بود. در این پژوهش از کوکوپیت شرکت هندی آتلانتیس، پیت‌ماس شرکت زیگلر آلمان، ورمی‌کمپوست شرکت پی تی ران، پرلیت شرکت گرین آدین معادن اصفهان و دیت پیت (محصول فرایند کمپوست شدن پسمانده‌های خرما) شرکت بهسازان کشت شیراز استفاده شد.

بدین منظور ابتدا در تاریخ ششم شهریورماه سال ۱۳۹۹ بذرهای گوجه‌فرنگی رقم مالکوم در سینی‌های کاشت ۱۲۸ سلولی حاوی بسترهای کشت مورد نظر کشت شد. برای این منظور سه سینی با سه تکرار (۹ سینی) برای هر تیمار درنظر گرفته شد و سپس سینی‌ها به گلخانه با دمای ۲۵ سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۵ درصد منتقل شده وآبیاری آن‌ها به‌صورت روزانه انجام شد. تغذیه نشاءها پس از تشکیل برگ‌های حقیقی و به‌وسیله کودهای مورد نظر باستثناء فسفوزیست با نسبت ۱ در هزار طی یک مرحله انجام شد. کود فسفوزیست به‌صورت بذرمال و به میزان ۵ لیتر بازای ۵۰ کیلوگرم بذر استفاده شد. ۳۸ روز پس از کاشت بذور، صفات نشاء شامل طول گیاهچه، تعداد برگ، وزن تازه و خشک ریشه، طول ریشه، حجم ریشه و شاخص سبزینگی (SPAD) نشاء ارزیابی شدند. برای اندازه‌گیری طول گیاهچه از یک خط‌کش با دقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده شد. برای محاسبه وزن تازه و خشک و حجم ریشه، به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی ۹ نشاء برداشت شده و بستر کاشت به دقت با شستشو به‌وسیله آب مقطر از ریشه‌های نشاء جدا گردید. سپس وزن تازه نشاء با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نشاءها به‌مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون قرار داده و وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. طول ریشه به‌وسیله یک خط‌کش معمولی و با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. میزان حجم ریشه نیز با استفاده از تغییر حجم در یک استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. پیش از برداشت نشاء، به‌منظور ارزیابی شاخص سبزینگی از دستگاه SPAD 502 Plus ساخت شرکت Konica Minolta ژاپن، استفاده شد. بدین منظور اعداد قرائت‌شده مربوط به برگ دوم و سوم حقیقی نشاءها ثبت گردید.

آزمایش مزرعه‌ای (گیاه کامل)

آزمایش مزرعه‌ای در پاییز ۱۳۹۹ در یک مزرعه پژوهشی در منطقه هشتبندی واقع در شرق شهرستان میناب استان هرمزگان انجام شد. نشاهای آزمایش اول به مزرعه منتقل شد و کشت نشاء به‌صورت دوطرفه و با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و با تراکم حدود ۲/۷ بوته در متر مربع انجام شد. واحدهای آزمایش شامل ۴ ردیف سه متری با طول ۵ متر و فاصله بین پشته‌ها ۲ متر بود. پس از استقرار کامل و رشد نشاها، تغذیه آن‌ها با کودهای مورد استفاده در آزمایش اول، شامل فسفوزیست، کود جلبک، اسید هیومیک و NPK در سه مرحله انتقال نشاء، پیش از گلدهی و در زمان تشکیل میوه به‌ترتیب به میزان ۲ لیتر، ۲ کیلوگرم، ۲ کیلوگرم و ۱۰ کیلوگرم

در هکتار همراه با آب آبیاری انجام شد. در پایان آزمایش، صفات کمی شامل تعداد میوه در هر بوته، میانگین وزن میوه (گرم) و عملکرد کل بر حسب کیلوگرم در هکتار ثبت شد. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد میوه، پس از رسیدگی میوه طی چند مرحله میوه‌ها برداشت شدند و وزن آن‌ها به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شده و عملکرد میوه محاسبه شد.

در مرحله رسیدگی کامل و زمانی که رنگ میوه‌ها متمایل به قرمز بود، از هر واحد آزمایشی به‌طور تصادفی تعداد ۹ میوه انتخاب شد و صفات کیفی میوه شامل سفتی، میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته و ویتامین ث (آسکوربیک اسید) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان سفتی میوه از دستگاه سفتی‌سنج[1] استفاده شد. میزان TSS میوه رسیده به‌وسیله رفرکتومتر دیجیتالی مدل DBR-95(0-90) ساخت تایوان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام شد (۴۰). میزان ویتامین ث (میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه) میوه‌ها، به روش تیتراسیون با ۲،۶ دی‌کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد (۳۵). تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های تصادفی انجام شده و آزمون LSD برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج

نتایج بخش پرورش نشاء

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بستر کشت بر تعداد برگ در سطح آماری پنج درصد و بر ارتفاع، وزن تازه ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، حجم ریشه و شاخص سبزینگی نشاء در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر کود بر دو صفت تعداد برگ و طول ریشه در سطح پنج درصد و بر حجم ریشه و شاخص سبزینگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. اثر برهمکنش نوع بستر با کود بر ارتفاع بوته و شاخص سبزینگی در سطح یک درصد و بر وزن تازه و حجم ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

اثر اصلی بستر کاشت و کود بر برخی صفات رویشی نشاء

بیش‌ترین تعداد برگ نشاء (۴/۹) در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که با بستر کوکوپیت + پرلیت (۴/۱) تفاوت معنی‌داری نداشت. تعداد برگ نشاء در بسترهای کوکوپیت + دیت پیت (۳/۰) و کوکوپیت + پیت ماس (۳/۱) به‌طور معنی‌دار و به‌ترتیب به‌میزان ۲۶/۱ و ۲۲/۹ درصد در مقایسه با بستر کوکوپیت + پرلیت کاهش یافت (جدول ۲). بین تمام بسترهای کشت مورد بررسی از نظر وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیش‌ترین (۰/۰۵۴ گرم در بوته) و کم‌ترین (۰/۰۱۲ گرم در بوته) وزن خشک ریشه نشاء به‌ترتیب در بسترهای کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کوکوپیت + دیت پیت به‌دست آمد. کم‌ترین طول ریشه نشاء گوجه‌فرنگی در بستر کشت کوکوپیت + پیت ماس به‌دست آمد که با سایر بسترهای کشت تفاوت معنی‌دار داشت در حالی‌که بین سه بستر کشت دیگر از این نظر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲).

کاربرد کود باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ نشاء گوجه‌فرنگی در مقایسه با شرایط بدون کود شد. بیش‌ترین و کم‌ترین افزایش به‌ترتیب مربوط به کود NPK و جلبک بود. در مجموع کاربرد کودهای NPK، فسفوزیست، اسید هیومیک و جلبک باعث افزایش این شاخص به‌ترتیب به‌میزان ۴۵/۰، ۳۹/۲، ۳۲/۴ و ۲۱/۲ درصد در مقایسه با بدون کود شد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). کاربرد تمام کودها اگرچه باعث افزایش طول ریشه نشاء در مقایسه با عدم کاربرد کود شد ولی این افزایش تنها برای کود جلبک معنی‌دار شد. بیش‌ترین طول ریشه (۷/۹۴ سانتی‌متر) با کاربرد این کود به‌دست آمد که با کود فسفوزیست (۷/۵۱ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌دار نداشت (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

1. Force gauge-fruit penetrometer

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر بستر کاشت و کود بر صفات رویشی و شاخص سبزینگی نشاء گوجه‌فرنگی در گلخانه.

Table 1. Variance analysis of the effect of planting substrate and fertilizer on vegetative traits and SPAD index of tomato seedling in greenhouse.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean squares)						
		ارتفاع نشاء Seedling height	تعداد برگ Leaf number	وزن تازه ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول ریشه Root length	حجم ریشه Root volume	شاخص سبزینگی SPAD index
بستر Substrate (S)	3	42.16**	3.527*	0.444**	0.004**	15.904**	0.029**	234.255**
کود Fertilizer (F)	4	1.13^{ns}	1.066*	0.007^{ns}	0.0001^{ns}	2.156*	0.031**	29.522**
S × F	12	16.01**	0.055^{ns}	0.060*	0.00002^{ns}	1.164^{ns}	0.007*	25.593**
خطا Error	40	0.80^{ns}	0.866^{ns}	0.003^{ns}	0.000001^{ns}	0.737^{ns}	0.0003^{ns}	1.383^{ns}
CV		8.75	25.04	13.42	21.71	11.64	5.26	4.062

* و ** به‌ترتیب بیانگر اثر معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد و ns بیانگر عدم معنی‌داری است.

* and ** represent significant effects at the levels of 5 and 1 percent, respectively, and ns represents non-significant effect.

جدول ۲. اثر اصلی بستر کاشت بر برخی صفات رویشی نشاء گوجه‌فرنگی در گلخانه

Table 2. Main effect of planting substrate on some vegetative traits of tomato seedling in greenhouse

بستر Substrate	تعداد برگ Leaf number	وزن خشک ریشه (گرم در بوته) Root dry weight (g plant^{-1})	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)
کوکوپیت + پرلیت (Cocopeat + perlite)	4.1^{a}	0.042^{b}	7.93^{a}
کوکوپیت + پیت‌ماس (Cocopeat + peat moss)	3.1^{b}	0.031^{c}	5.83^{b}
کوکوپیت + دیت پیت (Cocopeat + date peat)	3.0^{b}	0.012^{d}	7.73^{a}
کوکوپیت + ورمی‌کمپوست (Cocopeat + vermicompost)	4.9^{a}	0.054^{a}	7.80^{a}
LSD	0.87	0.006	0.63

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different based on LSD test at 5% probability level.

اثر برهمکنش بستر کاشت و کود بر برخی صفات رویشی و شاخص سبزینگی نشاء

نتایج جدول (۳) نشان داد که در هر بستر کاشت، کاربرد کود اغلب باعث بهبود صفات رویشی و شاخص سبزینگی نشاء گوجه‌فرنگی می‌شود. در هر سطح کود به‌کار رفته در بستر کشت کوکوپیت + پیت ماس، ارتفاع نشاء به‌طور معنی‌دار کم‌تر

جدول ۳. اثر برهمکنش بستر کاشت و کود بر برخی صفات رویشی و شاخص سبزینگی نشاء گوجه‌فرنگی در گلخانه.

Table 3. The interaction effect of substrate and fertilizer on some vegetative traits and SPAD index of tomato seedling in greenhouse.

بستر کاشت Substrate	کود Fertilizer	ارتفاع نشاء (سانتی‌متر) Seedling height (cm)	وزن تر ریشه (گرم در بوته) Root fresh weight (g plant^{-1})	حجم ریشه Root volume (cm^3)	شاخص سبزینگی SPAD index
کوکوپیت + پرلیت (Cocopeat + Perlite)	بدون کود No fertilizer	7.8^{de}	0.47^{d-h}	1.01^{d}	30.1^{e-h}
	NPK	8.0^{b-e}	0.55^{bcd}	1.03^{d}	34.9^{a}
	فسفوزیست Phospho-zist	8.3^{bcd}	0.63^{abc}	1.18^{a}	34.2^{ab}
	اسید هیومیک Humic acid	8.1^{b-e}	0.53^{cd}	1.04^{cd}	32.7^{bcd}
	جلبک Seaweed	8.7^{abc}	0.65^{ab}	1.01^{d}	33.3^{abc}
کوکوپیت + پیت ماس (Cocopeat + Peat moss)	بدون کود No fertilizer	5.6^{i}	0.40^{f-i}	0.99^{d}	27.7^{ij}
	NPK	5.9^{hi}	0.46^{d-h}	1.04^{cd}	29.5^{ghi}
	فسفوزیست Phospho-zist	6.2^{ghi}	0.48^{d-g}	1.05^{bcd}	31.4^{c-g}
	اسید هیومیک Humic acid	6.1^{hi}	0.47^{d-h}	1.01^{d}	32.4^{bcd}
	جلبک Seaweed	6.6^{fgh}	0.45^{d-h}	1.03^{d}	31.7^{c-f}
کوکوپیت + دیت پیت (Cocopeat+ Date peat)	بدون کود No fertilizer	7.4^{ef}	0.28^{j}	1.00^{d}	26.8^{j}
	NPK	8.1^{b-e}	0.34^{ij}	1.13^{abc}	30.8^{d-g}
	فسفوزیست Phospho-zist	8.6^{a-d}	0.42^{e-i}	1.17^{a}	29.7^{f-i}
	اسید هیومیک Humic acid	8.4^{bcd}	0.37^{hij}	1.14^{ab}	31.1^{d-g}
	جلبکSeaweed	8.8^{ab}	0.39^{ghi}	1.03^{d}	28.2^{hij}
کوکوپیت + ورمی‌کمپوست (Cocopeat + Vermicompost)	بدون کود No fertilizer	7.9^{cde}	0.50^{def}	1.00^{d}	28.1^{hij}
	NPK	7.8^{de}	0.53^{cd}	1.15^{a}	34.3^{ab}
	فسفوزیست Phospho-zist	8.2^{b-e}	0.68^{a}	1.20^{a}	32.1^{b-e}
	اسید هیومیک Humic acid	8.4^{bcd}	0.63^{abc}	1.17^{a}	30.8^{d-g}
	جلبک Seaweed	9.3^{a}	0.63^{abc}	1.19^{a}	31.7^{c-f}
LSD (5%)		0.8	0.1	0.09	2.1

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different based on LSD test at 5% probability level.

از سایر بسترها بود. به‌طوری‌که کم‌ترین ارتفاع نشاء (۵/۶ سانتی‌متر) در این بستر و در شرایط عدم کاربرد کود به‌دست آمد. در تمام بسترهای کشت، کاربرد کود باعث افزایش ارتفاع نشاء در مقایسه با عدم کاربرد کود شد. با این‌حال بیش‌ترین ارتفاع نشاء (۹/۳ سانتی‌متر) در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کود جلبک به‌دست آمد (جدول ۳). در تمام سطوح کودی باستثناء NPK، بیش‌ترین وزن تازه ریشه نشاء در بستر کشت کوکوپیت + ورمی‌کمپوست مشاهده شد که در اغلب موارد بیش‌تر از بستر کشت کوکوپیت + پرلیت بود. کاربرد کود در هر بستر کشت باعث افزایش وزن تازه ریشه در مقایسه با شرایط بدون کود شد. بیش‌ترین (۰/۶۸ گرم در بوته) و کم‌ترین (۰/۲۸ گرم در بوته) وزن تازه ریشه نشاء به‌ترتیب در تیمارهای بستر کشت کوکوپیت + ورمی‌کمپوست با کاربرد کود فسفوزیست و بستر کشت کوکوپیت + دیت پیت بدون کاربرد کود به‌دست آمد (جدول ۳).

در هر سطح کود، کم‌ترین و بیش‌ترین مقادیر حجم ریشه به‌ترتیب در بستر کوکوپیت + پیت ماس و کوکوپیت + ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۳). از طرف دیگر در هر بستر کشت کاربرد کود باعث افزایش حجم ریشه در مقایسه با شرایط بدون کود شد و بیش‌ترین افزایش مربوط به کود فسفوزیست بود به‌طوری که بیش‌ترین حجم ریشه (۱/۲۰ سانتی‌متر مکعب) در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کود فسفوزیست به‌دست آمد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان شاخص سبزینگی در بسترهای کوکوپیت + پرلیت و کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کم‌ترین آن در بستر کوکوپیت + پیت ماس به‌دست آمد. در اغلب موارد در هر بستر کشت، کود باعث افزایش معنی‌دار این شاخص در مقایسه با شرایط بدون کود شد. بیش‌ترین میزان این شاخص (۳۴/۹) در بستر کوکوپیت + پرلیت و کاربرد NPK و کم‌ترین آن (۲۶/۸) در بستر کوکوپیت + دیت پیت و بدون کاربرد کود اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

نتایج پژوهش مزرعه‌ای

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بستر کاشت نشاء بر اسید آسکوربیک، کل مواد جامد محلول، سفتی میوه، عملکرد میوه و تعداد میوه در سطح یک درصد و بر وزن تک میوه در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد درحالی‌که بر اسیدیته قابل تیتراسیون اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۴). اثر کود بر اسید آسکوربیک، TSS، سفتی میوه، عملکرد میوه و تعداد میوه در سطح یک درصد و بر دو صفت وزن تک میوه و اسیدیته قابل تیتر در سطح پنج درصد معنی‌دار شد درحالی‌که بر سایر صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر برهم‌کنش بستر کاشت با کود بر TSS معنی‌دار نشد درحالی‌که بر وزن تک بوته در سطح آماری پنج درصد و سایر صفات در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

اثر اصلی بستر کاشت و کود بر TSS میوه گوجه‌فرنگی

نتایج نشان داد که بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کوکوپیت + دیت پیت باعث افزایش معنی‌دار TSS میوه در مقایسه با بستر کوکوپیت + پرلیت شد. بیش‌ترین (۵/۸۴) و کم‌ترین (۴/۴۱) میزان TSS به‌ترتیب در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کوکوپیت + پیت ماس به‌دست آمد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

کاربرد تمام کودها (باستثناء NPK) باعث افزایش معنی‌دار TSS در مقایسه با شرایط بدون کود شد به‌طوری‌که بیش‌ترین (۵/۹۳ درصد) و کم‌ترین (۴/۶۲ درصد) میزان این شاخص به‌ترتیب با کاربرد کود ورمی‌کمپوست و بدون کاربرد کود به‌دست آمد. به‌طور کلی کاربرد کودهای NPK، فسفوزیست، اسید هیومیک و جلبک موجب افزایش این شاخص به‌ترتیب به‌میزان ۱۲/۸، ۱۶/۲، ۲۸/۴ و ۲۱/۰ درصد در مقایسه با شرایط عدم کاربرد کود شد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

اثر برهمکنش بسترکاشت و کود بر صفات کمی و کیفی میوه

نتایج (جدول ۵) نشان داد که در اغلب موارد کاربرد بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست در تمام سطوح کودی باعث

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر بستر کاشت و کود بر صفات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی در مزرعه.

Table 4. Variance analysis of the effect of planting substrate and fertilizer on the quantitative and qualitative traits of tomato in field.

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (Mean squares)						
		تعداد میوه در بوته (Fruit number plant^{-1})	وزن تک بوته (Weight of single fruit)	عملکرد میوه (Fruit yield)	سفتی میوه (Fruit firmness)	کل مواد جامد محلول (Total soluble solids, TSS)	اسید قابل تیتراسیون (Titratable acidity)	اسید آسکوربیک (Ascorbic acid)
بستر (Substrate)	3	583.7**	587.07*	310693.1*	0.14**	9.44**	0.001^{ns}	0.4**
کود (Fertilizer)	4	311.1**	347.87*	275242.1*	0.18**	2.81**	0.002*	0.9**
S × F	12	124.5**	383.43*	798057.2*	0.01**	0.41^{ns}	0.02**	0.9**
خطا (Error)	40	11.07^{ns}	48.31^{ns}	22164.2^{ns}	0.001^{ns}	0.68^{ns}	0.0004^{ns}	0.00^{ns}
CV		10.96	12.15	15.09	17.48	17.30	13.23	11.41

* و ** به‌ترتیب بیانگر اثر معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد است.

* and ** represent significant effects at the levels of 5 and 1 percent, respectively.

افزایش معنی‌دار تعداد میوه در بوته در مقایسه با سایر بسترهای کشت شد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد میوه (۴۴ عدد در بوته) در بستر کشت کوکوپیت + ورمی کمپوست و کاربرد کود جلبک به‌دست آمد که بیانگر افزایشی برابر ۶۳/۰ درصد در مقایسه با شرایط بدون کاربرد کود بود (جدول ۵). در تمام سطوح کودی به‌جز اسید هیومیک بیش‌ترین وزن تک میوه در بستر کوکوپیت + پیت ماس مشاهده شد به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان این صفت (۱۲۰/۰ گرم) در این بستر و با کاربرد کود جلبک اندازه‌گیری شد (جدول ۵). اگرچه در اغلب موارد کاربرد کود باعث افزایش وزن تک میوه در مقایسه با شرایط بدون کود شد اما کاربرد اسید هیومیک در بسترهای کشت کوکوپیت + پیت ماس و کوکوپیت + دیت ماس و استفاده از کودهای NPK و جلبک در بستر کشت کوکوپیت + ورمی‌کمپوست باعث کاهش معنی‌دار این صفت در مقایسه با شرایط بدون کاربرد کود شد (جدول ۵).

عملکرد میوه گوجه‌فرنگی به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر نوع بستر تولید نشا و کود قرار گرفت (جدول ۵). در تمام سطوح کودی باستثناء کود فسفوزیست، بیش‌ترین عملکرد میوه در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد میوه گوجه‌فرنگی (۱۰۲/۶ تن در هکتار) در این بستر و با کاربرد کود جلبک اندازه‌گیری شد. کاربرد کود در هر بستر کاشت باعث افزایش معنی‌دار عملکرد میوه در مقایسه با شرایط بدون کود شد. در بستر کوکوپیت + پرلیت، بیش‌ترین عملکرد میوه در تیمارهای فسفوزیست (۸۹/۲ تن در هکتار) و کود اوره (۸۷/۵ تن در هکتار) به‌دست آمد که به‌ترتیب بیانگر افزایش عملکرد به‌میزان ۵۹/۰ و ۵۶/۰ درصد در مقایسه با عدم کاربرد کود بود. درحالی‌که در بسترهای کوکوپیت + پیت ماس، کوکوپیت + دیت پیت و کوکوپیت + ورمی‌کمپوست بیش‌ترین عملکرد با کاربرد کود جلبک و به‌ترتیب به‌میزان ۸۷/۱، ۸۵/۵ و ۱۰۲/۶ تن در هکتار (معادل با ۵۲/۸، ۴۳/۲ و ۴۵/۷ درصد

جدول ۵. اثر برهم‌کنش بستر کاشت و کود بر برخی صفات کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی در مزرعه.

Table 5. The interaction effect of substrate and fertilizer on some quantitative and qualitative traits of tomato fruits in field.

بستر کاشت Substrate	کود Fertilizer	تعداد میوه در بوته Fruit number plant^{-1}	وزن تک میوه (گرم) Weight of single fruit (g)	عملکرد میوه (تن در هکتار) Fruit yield (ton ha^{-1})	سفتی میوه (کیلوگرم بر مترمربع) Fruit firmness (kg m^{-2})	اسیدیته قابل تیتراسیون (٪) Titratable Acidity (%)	اسید آسکوربیک (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه) Ascorbic acid (mg 100g FW^{-1})
کوکوپیت + پرلیت (Cocopeat + Perlite)	بدون کود No fertilizer	22^{i}	94.5^{de}	56.1^{i}	0.69^{efg}	0.41^{ij}	5.5^{h-k}
	NPK	29^{def}	111.7^{ab}	87.5^{cd}	1.07^{ab}	0.53^{abc}	5.8^{ghi}
	فسفوزیست Phospho-zist	33^{cd}	100.1^{d}	89.2^{c}	1.01^{abc}	0.44^{hi}	6.8^{b-d}
	اسید هیومیک Humic acid	27^{e-h}	96.9^{d}	70.6^{fgh}	0.72^{efg}	0.45^{gh}	6.7^{b-f}
	جلبک Seaweed	28^{efg}	104.7^{bc}	79.2^{def}	1.20^{a}	0.47^{fgh}	7.1^{abc}
کوکوپیت + پیت ماس (Cocopeat + Peat moss)	بدون کود No fertilizer	22^{i}	96.0^{d}	57.0^{i}	0.65^{efg}	0.37^{k}	5.1^{jk}
	NPK	25^{f-i}	114.4^{a}	77.2^{efg}	0.74^{def}	0.55^{ab}	5.2^{ijk}
	فسفوزیست Phospho-zist	24^{ghi}	114.9^{a}	74.5^{fg}	0.75^{def}	0.40^{jk}	5.7^{g-j}
	اسید هیومیک Humic acid	30^{cde}	86.2^{e}	69.8^{fgh}	0.70^{efg}	0.51^{cde}	6.2^{efg}
	جلبک Seaweed	25^{f-i}	120.0^{a}	87.1^{cd}	0.95^{bcd}	0.52^{bcd}	6.9^{abc}
کوکوپیت + دیت پیت (Cocopeat+ Date peat)	بدون کود No fertilizer	23^{hi}	96.2^{d}	59.7^{i}	0.50^{g}	0.38^{jk}	4.9^{k}
	NPK	28^{efg}	97.8^{d}	73.9^{fg}	0.65^{efg}	0.50^{c-f}	5.8^{ghi}
	فسفوزیست Phospho-zist	23^{hi}	115.3^{a}	71.6^{fgh}	0.73^{def}	0.49^{def}	6.3^{d-g}
	اسید هیومیک Humic acid	27^{e-h}	86.1^{e}	62.8^{hi}	0.59^{fg}	0.48^{efg}	5.9^{gh}
	جلبک Seaweed	34^{bc}	93.1^{de}	85.5^{cde}	0.84^{cde}	0.45^{gh}	6.6^{c-f}
کوکوپیت + ورمی‌کمپوست Cocopeat +) (Vermicompost	بدون کود No fertilizer	27^{e-h}	96.6^{d}	70.4^{fgh}	0.50^{g}	0.44^{hi}	6.1^{fgh}
	NPK	40^{ab}	85.7^{e}	92.6^{bc}	0.95^{bcd}	0.56^{a}	6.7^{b-f}
	فسفوزیست Phospho-zist	31^{cde}	100.6^{cd}	84.2^{cde}	0.75^{def}	0.49^{def}	7.3^{ab}
	اسید هیومیک Humic acid	38^{b}	97.6^{d}	100.1^{ab}	0.70^{efg}	0.53^{abc}	7.2^{abc}
	جلبک Seaweed	44^{a}	86.4^{e}	102.6^{a}	0.78^{def}	0.52^{bcd}	7.5^{a}

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different based on LSD test at 5% probability level.

افزایش در مقایسه با شرایط بدون کود) مشاهده شد که به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از سایر سطوح کودی بود. از طرف دیگر در این سه بستر کشت، تفاوت معنی‌دار بین کودهای NPK، فسفوزیست و هیومیک اسید مشاهده نشد (جدول ۵).

صفات کیفی میوه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر نوع بستر تولید نشاء و کود مصرفی قرار گرفت. در تمام سطوح کودی بیش‌ترین سفتی میوه در بستر کشت کوکوپیت + پرلیت مشاهده شد و سایر بسترها نتوانستند سفتی میوه را در مقایسه با آن بهبود بخشند. در مجموع بیش‌ترین سفتی میوه (۱/۲۰ کیلوگرم بر مترمربع) در این بستر و کاربرد کود جلبک به‌دست آمد (جدول ۵). در تمام بسترها کم‌ترین میزان سفتی در شرایط بدون کاربرد کود به‌دست آمد درحالی‌که کاربرد کود باعث افزایش سفتی میوه شد و در اغلب بسترها کود جلبک بیش‌ترین تأثیر را داشت به‌طوری‌که کاربرد این کود در بستر کوکوپیت + پرلیت باعث افزایش سفتی میوه به‌میزان ۷۳/۹ درصد در مقایسه با شرایط بدون کود شد (جدول ۵).

در تمام کودهای به‌کار رفته، بیش‌ترین میزان اسیدیته میوه در بستر کشت کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. در بسترهای کشت مورد بررسی، کم‌ترین اسیدیته میوه در شرایط بدون کاربرد کود به‌دست آمد و کاربرد کود باعث افزایش این صفت کیفی میوه گوجه‌فرنگی شد. کود NPK باعث افزایش معنی‌دار اسیدیته میوه در مقایسه با شرایط عدم کاربرد کود شد. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان این صفت (۰/۵۶ درصد) و با کاربرد NPK در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

در هر سطح کودی بیش‌ترین میزان اسید آسکوربیک میوه در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست اندازه‌گیری شد. در هر بستر کشت، کود باعث افزایش اسید آسکوربیک در مقایسه با شرایط بدون کود شد و بیش‌ترین تأثیر مربوط به کودهای آلی و زیستی بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شده (۷/۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه) در این بستر و با کاربرد کود جلبک به‌دست آمد (جدول ۵).

بحث

نتایج بخش پرورش نشاء نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار اثر بستر کاشت بر تمام صفات نشاء گوجه‌فرنگی بود. درحالی‌که اثر نوع کود تنها بر تعداد برگ، طول و حجم ریشه و شاخص سبزینگی نشاء معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان این صفات اغلب در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. نتایج برخی پژوهش‌ها حاکی از تأثیر مثبت حضور ورمی‌کمپوست به میزان ۲۰ تا حداکثر ۶۰ درصد در بستر تولید نشاء سبزی‌های مختلف از جمله گوجه‌فرنگی بوده که منجر به افزایش رشد رویشی نشاء می‌شود (۸ و ۲۸). این افزایش رشد احتمالاً به دلیل فراهمی بیش‌تر عناصر غذایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و افزایش نگهداری رطوبت در بستر ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر بسترها از جمله پرلیت، دیت پیت و پیت‌ماس است (۸). از طرف دیگر برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پاسخ نشاء گوجه‌فرنگی به حضور ورمی‌کمپوست در بستر کاشت به‌شدت به رقم گوجه‌فرنگی بستگی دارد و بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، رشد نشاء برخی ارقام گوجه‌فرنگی در حضور ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌دار در مقایسه با سایر بسترها کاهش می‌یابد (۲۸). گزارش شده است که مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست (بیش از ۶۰ درصد بستر کشت) از طریق افزایش شدید pH، تجمع املاح و سمیّت آمونیومی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد نشاء می‌شود (۸، ۹ و ۲۹). همچنین مشابه این نتایج، بیش‌ترین صفات رویشی نشاء گوجه‌فرنگی (۳۲ و ۳۸) و خیار (۴) در بستر کاشت کوکوپیت + پرلیت بیش‌تر مشاهده شد.

عامل مهم دیگر در تولید موفق نشای سبزی‌ها از جمله گوجه‌فرنگی تغذیه مناسب کودی است. براساس نتایج به‌دست آمده در هر بستر کاشت، کاربرد تمام کودها اغلب باعث بهبود صفات رویشی و شاخص سبزینگی نشاء گوجه‌فرنگی شد و بیش‌ترین حجم ریشه، ارتفاع بوته و وزن تازه ریشه نشاء در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و به‌ترتیب با کاربرد فسفوزیست، کود جلبک و فسفوزیست به‌دست آمد. در تأیید این نتایج گزارش شده است که کودهای حاوی باکتری‌های

حل‌کننده فسفر باعث افزایش رشد رویشی اندام هوایی و زیرزمینی نشاء گوجه‌فرنگی می‌شوند (۲۳ و ۴۲). کود زیستی فسفوزیست حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده فسفر *Pseudomonas putida* strain p13 و *Pantoea agglomerans* strain p5 بوده که پژوهش‌ها نشان داده‌اند حضور این باکتری‌ها در ریزوسفر از طریق افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر و همچنین سنتز هورمون‌های جیبرلین و اکسین، باعث بهبود رشد رویشی نشاء و گیاهچه گیاهان مختلف از جمله گوجه‌فرنگی می‌شوند (۱۶، ۲۶، ۲۷ و ۴۲). از طرف دیگر مشابه این نتایج نیز گزارش شده است که کاربرد کود جلبک *Ascophyllum nodosum* باعث بهبود صفات رویشی گوجه‌فرنگی می‌شود (۲، ۱۱ و ۱۷) که این موضوع احتمالاً به دلیل وجود مقادیر زیاد هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین و عناصر ریزمغذی و پلی‌ساکاریدها، بتائین، پلی‌آمین و ترکیبات فنلی در آن است (۱۰ و ۲۰).

نتایج بخش مزرعه‌ای نشان داد که صفات کمی میوه تحت تأثیر بستر کشت نشاء و تغذیه گیاه در مزرعه قرار می‌گیرد و نشاءهای به‌دست آمده از بسترهایی که منجر به بهبود صفات رویشی و شاخص سبزینگی آن‌ها شده‌اند، پس از انتقال به زمین اصلی به دلیل رشد رویشی بهتر، این برتری را تا زمان تولید محصول حفظ کرده‌اند. در تأیید این نتایج گزارش شده است که نشاهایی که در شرایط مناسب مدیریتی تولید شده و بنیه خوبی داشته باشند، در مقایسه با نشاهای ضعیف‌تر، پس از انتقال به زمین اصلی توانایی جذب عناصر غذایی و آب، توان رشد بیش‌تر و مقابله با شرایط نامساعد محیطی و آفات و بیماری‌ها دارند که این موضوع در نهایت با صفات کمی بهتر سبزی‌ها در زمین اصلی همراه خواهد بود (۳۷).

در این پژوهش اغلب بیش‌ترین تعداد میوه از نشاء تولیدشده در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. از آنجایی که نشاهای تولیدشده در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست دارای حجم ریشه بیش‌تری بودند به‌نظر می‌رسد این صفت از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و رطوبت خاک و درنتیجه بنیه نشاء در زمین اصلی باعث افزایش رشد رویشی و در نهایت عملکرد سبزی‌ها از جمله گوجه‌فرنگی شده است (۱۱، ۳۹ و ۴۷). در این پژوهش کاربرد تمام کودها باعث افزایش تعداد میوه، وزن تک میوه و عملکرد میوه در مقایسه با شرایط بدون کود شد. در تمام بسترها بیش‌ترین میزان این صفات با کاربرد کودهای آلی و زیستی به‌دست آمد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد میوه (۴۴ عدد) در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کود جلبک به‌دست آمد. بیش‌ترین وزن تک میوه در بستر کوکوپیت + پیت ماس و کاربرد کودهای آلی و زیستی به‌دست آمد. بر اساس این نتایج، تیمارهایی که منجر به تعداد بیش‌تر میوه در بوته شدند معمولاً وزن تک میوه کم‌تری داشتند. به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد میوه از طریق افزایش رقابت بین آن‌ها برای استفاده از مواد پرورده، باعث کاهش وزن تک میوه شده است. از آنجا که عملکرد میوه در بوته از حاصل‌ضرب تعداد میوه در بوته در وزن تک میوه به‌دست آمد لذا بسترهایی که منجر به افزایش تعداد میوه و یا وزن تک میوه شوند در مجموع عملکرد میوه بیش‌تری دارند. در این پژوهش بیش‌ترین عملکرد میوه (۱۰۲/۶ تن در هکتار) از نشاهای تولیدشده در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کود جلبک به‌دست آمد. در تأیید این نتایج، پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که انتخاب بستر کشت مناسب و کوددهی برای تولید نشاء سبزی‌ها، باعث افزایش قدرت عمومی آن شده و این موضوع پس از انتقال نشاء به زمین اصلی باعث بهبود رشد رویشی و عملکرد محصول می‌شود. همچنین برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بین قدرت عمومی نشاء و صفات رویشی، کمی و کیفی گوجه‌فرنگی در مزرعه همبستگی مثبت وجود دارد (۴۵). از طرف دیگر روش‌های مدیریتی از جمله انتخاب بستر و کود مناسب که باعث بهبود صفات نشاء از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ، حجم و طول ریشه و میزان کلروفیل می‌گردند در افزایش عملکرد سبزی‌ها در زمین اصلی مؤثرترند (۱۸، ۲۱، ۲۵ و ۳۷).

صفات کیفی میوه گوجه‌فرنگی نیز تحت تأثیر نوع بستر

تولید نشاء و کود کاربردی قرار گرفت. نشاهای تولیدشده از تیمارهایی که باعث بهبود صفات رویشی و فیزیولوژیک آن‌ها از جمله ارتفاع نشاء، تعداد برگ، وزن خشک و تازه نشاء، میزان رنگیزه‌های گیاهی شدند پس از انتقال به زمین اصلی، میوه‌های با کیفیت بهتر تولید کردند. مشابه این نتایج گزارش شده است که نشاهایی که دارای بنیه بیش‌تری هستند پس از انتقال به زمین اصلی باعث بهبود صفات کیفی سبزی‌های مختلف از جمله گوجه‌فرنگی می‌شوند (۳۰ و ۴۵). کاربرد کودهای آلی و زیستی برخلاف کود NPK باعث افزایش معنی‌دار TSS در مقایسه با شرایط بدون کود شد به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان TSS با کاربرد کود اسید هیومیک بدست آمد. مشابه این نتایج، شوکلا و همکاران (۴۵) نشان دادند که بین قدرت بنیه نشاء و میزان TSS میوه گوجه‌فرنگی همبستگی مثبت (البته غیرمعنی‌دار) وجود دارد. به‌نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست و دیت پیت باعث بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش رطوبت خاک در بستر کشت نشاء و در نتیجه افزایش قدرت عمومی نشاء شده (۱۱، ۳۹ و ۴۷) که پس از انتقال به زمین اصلی با فتوسنتز بیش‌تر و درنتیجه تولید مواد پرورده بیش‌تر همراه بوده (۱۱) و در نهایت باعث افزایش میزان TSS میوه شده است. از طرف دیگر مشابه این نتایج گزارش شده است که کاربرد اسید هیومیک در گوجه‌فرنگی باعث افزایش معنی‌دار TSS میوه می‌شود (۶).

بیش‌ترین سفتی میوه در بستر کشت کوکوپیت + پرلیت مشاهده شد. از طرف دیگر کاربرد تمام کودها باعث افزایش سفتی میوه شد و در اغلب موارد بیش‌ترین میزان این صفت با کاربرد کود جلبک به‌دست آمد. مشابه این نتایج گزارش شده است که محلول‌پاشی کود جلبک *A. nodosum* باعث افزایش سفتی میوه گوجه فرنگی می‌شود (۲ و ۳). به‌نظر می‌رسد این موضوع به‌دلیل افزایش میزان کلسیم میوه پس از کاربرد کود جلبک باشد که برخی پژوهش‌ها این موضوع را تأیید کرده‌اند (۳).

بیش‌ترین میزان اسیدیته میوه در گیاهان حاصل از نشاء تولیدشده در بستر کشت کوکوپیت + ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که NPK، اسیدیته میوه گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی‌دار افزایش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد کود NPK در مقایسه با سایر کودهای مورد بررسی مقدار پتاسیم بیش‌تری را در اختیار گیاه قرار داده و از آن‌جا که این عنصر نقش مهمی در تشکیل اسیدهای آلی از جمله اسید سیتریک دارد (۴۹)، بنابراین بیش‌ترین **اسیدیته** در حضور این کود اندازه‌گیری شده است (۴۶).

تولید نشاء در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار اسید آسکوربیک شد. در این پژوهش بیش‌ترین میزان اسید آسکوربیک در نشاءهای تولیدشده در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و با کاربرد کود جلبک به‌دست آمد. مشابه این نتایج نیز گزاش شده است که کود جلبک *A. nodosum* باعث افزایش میزان اسید آسکوربیک در سبزیجات از جمله گوجه‌فرنگی می‌شود (۳ و ۴۳). در پژوهشی دیگر کاربرد عصاره جلبک دریایی موجب افزایش رشد رویشی گیاه گوجه‌فرنگی و همچنین ترکیبات بیوشیمیایی از جمله اسید آسکوربیک شد (۱۲). به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کود جلبک از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه و کاهش فعالیت آنزیم آسکوربات اکسیداز، از تجزیه و کاهش اسید آسکوربیک در گوجه‌فرنگی جلوگیری می‌کند (۴۳).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در اغلب موارد بیش‌ترین میزان صفات ارزیابی‌شده نشاء، مربوط به بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست بود. از طرف دیگر تغذیه مناسب برای تولید نشاء با بنیه قوی الزامی است. در این پژوهش کاربرد تمام کودها باعث افزایش معنی‌دار صفات رویشی و شاخص سبزینگی نشاء شد و در اغلب موارد کود جلبک و فسفوزیست نسبت به سایر کودها برتری داشتند. نتایج بررسی مزرعه‌ای حاکی از این بود که صفات کمی و کیفی میوه گوجه‌فرنگی تحت تأثیر نوع بستر تولید نشاء و کود در مزرعه قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که مدیریت صحیح تولید نشاء از طریق انتخاب بستر و کود مناسب منجر به تولید نشاهایی می‌شود که پس از انتقال به

زمین اصلی به‌دلیل رشد رویشی بهتر، باعث بهبود صفات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی می‌شوند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد تمام کودها تعداد میوه، وزن تک میوه و عملکرد میوه را در مقایسه با شرایط بدون کود به‌طور معنی‌دار افزایش داد و در تمام بسترها بیش‌ترین میزان این صفات با کاربرد کودهای آلی و زیستی به‌دست آمد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد و عملکرد میوه و میزان اسید آسکوربیک در بستر کوکوپیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد کود جلبک به‌دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از بستر کاشت حاوی ورمی‌کمپوست و همچنین استفاده از کودهای آلی و زیستی مانند اسید هیومیک، عصاره جلبک دریایی و فسفوزیست باعث افزایش کمی و کیفی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی می‌شود.

تشکر و سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان به‌دلیل تأمین هزینه‌های انجام این پژوهش به‌صورت پژوهانه اعضای هیأت علمی، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

تضاد منافع

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

منابع مورد استفاده

1. Aghhavani Shajari, M., Nemati, S. H., Mehrbakhsh, M. M., Fallahi, J., Haghighi Tajvar, F., 2012. Effects of different substrates and irrigation on seedling growth indices of different cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in Greenhouse. *Journal of Horticultural Science* 26(1): 87–95. (In Persian with English abstract)
2. Ahmed, M., Ullah, H., Piromsri, K., Tisarum, R., Cha-um, S., Datta, A., 2022. Effects of an *Ascophyllum nodosum* seaweed extract application dose and method on growth, fruit yield, quality, and water productivity of tomato under water-deficit stress. *South African Journal of Botany* 151: 95–107.
3. Ali, N., Farrell, A., Ramsubhag, A., Jayaraman, J., 2016. The effect of *Ascophyllum nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. *Journal of Applied Phycology* 28(2): 1353–1362.
4. Alifar, N., Mohammadi Ghehsareh, A., Honarjoo, N., 2010. The effect of growth media on cucumber yield and its uptake of some nutrient elements in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* (*Journal of Soil and Plant Interactions*) 1(1): 19–25. (In Persian with English abstract)
5. Alikhajeh, K., 2015. A Comparative Survey of The Culture Types - Domestic and imported - Effect on Growth Characteristics and Yield of Tomato (*Lycopersicum esculentum*) and Cucumber (*Cucumis sativus*) Plug Transplanting. MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
6. Aslani, S., Barzegar, T., Nikbakht, J., 2019. Effect of foliar application of humic acid on growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium* (L.) Mill) under irrigation deficit stress. *Journal of Plant Process and Function*. 32: 69–83. (In Persian with English abstract)
7. Bashir, M., Alvi, A., Khan, K., Rehmani, M., Ansari, M., Atta, S., Ghramh., H. A., Batool, T., Tariq, M., 2018. Role of pollination in yield and physicochemical properties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Saudi Journal of Biological Science* 25(7):1291–1297.
8. Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S., Mathieu, J., 2019. Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 39: 34. https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x.
9. Ceritoglu, M., Erman, M., Ceritoglu, F., Bektas, H., 2021. The response of grain legumes to vermicompost at germination and seedling stages. *Legume Research: An International Journal* 44(8): 936–941.
10. De Saeger, J., Van Praet, S., Vereecke, D., Park, J., Jacques, S., Han, T., Depuydt, S., 2020. Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. *Journal Applied of Phycology* 32(1): 573–597.
11. Dong, C., Wang, G., Du, M., Niu, C., Zhang, P., Zhang, X., Ma, D., Ma, F. and Bao, Z., 2020. Biostimulants promote plant vigor of tomato and strawberry after transplanting. *Scientia Horticulturae* 267: 109355. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109355.
12. Fatimah, S., Alimon, H., & Daud, N., 2018. The effect of seaweed extract (*Sargassum* Sp) used as fertilizer on plant growth of *Capsicum annum* (chilli) and *Lycopersicon esculentum* (tomato). *Indonesian Journal of Science and Technology* 3(2): 115–123.

13. Fiasconaro, M. L., Abrile, M. G., Hintermeister, L., Antolin, M. C. and Lovato, M. E., 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(4): 411–426.
14. Galambos, N., Compant, S., Moretto, M., Sicher, C., Puopolo, G., Wäckers, F., Perazzolli, M., 2020. Humic acid enhances the growth of tomato promoted by endophytic bacterial strains through the activation of hormone-, growth-, and transcription-related processes. *Frontiers in Plant Science* 11: 582267, https://doi.org/10.3389/fpls.2020.582267.
15. Ghoreishy, F., Ghehsareh, A., Fallahzade, J., 2018. Using composted wheat residue as a growth medium in culture of tomato. *Journal of Plant Nutrition* 41(6): 766–773.
16. He, Y., Pantigoso, H. A., Zhansheng, W., Vivanco, J. M., 2019. Co-inoculation of *Bacillus* spp. and *Pseudomonas putida* at different development stages acts as a biostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of tomato. *Journal of Applied Microbiology* 127(1): 196–207.
17. Hussain, H. I., Kasinadhuni, N., Arioli, T., 2021. The effect of seaweed extract on tomato plant growth, productivity and soil. *Journal of Applied Phycology* 33(2): 1305–1314.
18. Jack, A. L. H., Rangarajan, A., Culman, S.W., Sooksa-Nguan, T., Thies, J. E., 2011. Choice of organic amendments in tomato transplants has lasting effects on bacterial rhizosphere communities and crop performance in the field. *Applied Soil Ecology* 48(1): 94–101.
19. Jara-Samaniego, J., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., Pérez-Espinosa, A., C.Paredes, C., López, M., López-Lluch, D. B., Gavilanes-Terán, I., Moral, R., 2017. Composting as sustainable strategy for municipal solid waste management in the Chimborazo Region, Ecuador Suitability of the obtained composts for seedling production. *Journal of Cleaner Production*141: 1349–1358.
20. Joshi-Paneri, J.,Chamberland, G., Donnelly1, D., 2020. Effects of *Chelidonium majus* and *Ascophyllum nodosum* extracts on growth and photosynthesis of soybean. *Acta Agrobotanica* 73(1): 1–6.
21. Kerbiriou, P.J., Stomph, T.J., Van Bueren, E.T.L., Struik, P.C., 2013. Influence of transplant size on the above- and below-ground performance of four contrasting field-grown lettuce cultivars. *Frontiers in Plant Science* 4: Article 379. https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00379.
22. Khoshru, B., Sarikhani, M. R., 2018. Isolation and identification of temperature resistant phosphate solubilizing bacteria for use in phosphate microbial fertilizer. *Journal of Water and Soil* 32(1): 155–167. (In Persian with English abstract)
23. Kim, J., Kim, S., Nam, I., 2021. Effect of treating acid sulfate soils with phosphate solubilizing bacteria on germination and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(17): 8919. https://doi.org/10.3390/ijerph18178919.
24. Lazcano-Bello, M., Sandoval-Castro, E., Tornero-Campante, M., Hernández-Hernández, B., Ocampo-Fletes, I.,Díaz-Ruíz, R., 2021. Evaluation of substrates, nutrient solution and rooting agent in tomato seedling production. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12(1): 61–76.
25. Leskovar, D.I., Othman, Y.A., 2016. Low nitrogen fertigation promotes root development and transplant quality in globe artichoke. *HortScience* 51(5): 567–572.
26. Luziatelli, F., Ficca, A. G., Cardarelli, M. T., Melini, F., Cavalieri, A., Ruzzi, M., 2020a. Genome sequencing of *Pantoea agglomerans* C1 provides insights into molecular and genetic mechanisms of plant growth-promotion and tolerance to heavy metals. *Microorganisms* 8(2): 153. https://doi.org/10.3390/ microorganisms8020153.
27. Luziatelli, F., Gatti, L., Ficca, A.G., Medori, G., Silvestri, C., Melini, F., Muleo, R., Ruzzi, M., 2020b. Metabolites secreted by a plant-growth-promoting *Pantoea agglomerans* strain improved rooting of *Pyrus communis* L. cv Dar Gazi cuttings. Front. Microbiol. 11: 539359. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.539359.
28. Ievinsh, G., 2020. Review on physiological effects of vermicomposts on plants. In: Meghvansi, M., Varma, A. (Eds.), Biology of Composts. Soil Biology, Vol 58. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39173-7_4.
29. Makkar, C., Singh, J., Parkash, C., 2017. Vermicompost and vermiwash as supplement to improve seedling, plant growth and yield in *Linum usitassimum* L. for organic agriculture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 6(3): 203–218.
30. Mashayekhi, K., Keykha, Z., Movahedi Naeini, S. A., Kamkar, B., Mousavizadeh, S. J., 2016. Seedling and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* Var. Supra) in response to spraying sucrose. *Journal of Vegetable Science* 2(2): 61–73. (In Persian with English abstract)
31. Mashayekhi, K., Ghorbani Dehkordi, A., Mousavizadeh, S. J., Rahnama, K., 2021. The effect of nitrogen and phosphorus supplier bacteria on the characteristics of tomato seedling. *Iranian Journal of Horticultural Science* 52(1): 113–123. (In Persian with English abstract)
32. Mazari, H., Delshad, M., Kashi. A., 2016. Study of the effect of substrates with different effective air-filled pore spaces on greenhouse tomato transplant growth. *Iranian Journal of Horticultural Science* 47(3): 407–419. (In Persian with English abstract)
33. Mzibra, A., Aasfar, A., Khouloud, M., Farrie, Y., Boulif, R., Kadmiri, I., Douira, A., 2021. Improving growth, yield,

and quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) by the application of Moroccan seaweed-based biostimulants under greenhouse conditions. *Agronomy* 11(7): 1373. https://doi.org/10.3390/agronomy11071373.
34. Naiji, M., Souri, M., 2018. Nutritional value and mineral concentrations of sweet basil under organic compared to chemical fertilization. *Acta Scientiarum Polonoru. Hortorum Cultus* 17(2): 167–175.
35. Nielsen, S. S., 2017. Vitamin C determination by indophenol method. In: Nielsen, S. S. (Ed.), Food Analysis Laboratory Manual, Food Science Text Series. Springer Cham. pp. 143–146. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6.
36. Olaria, M., Nebot, J. F., Molina, H., Troncho, P., Lapeña, L., Llorens, E., 2016. Effect of different substrates for organic agriculture in seedling development of traditional species of Solanaceae. *Spanish Journal of Agricultural Research* 14(1): e0801. http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016141–8013.
37. Qin, K., Leskovar D. I., 2020. Humic substances improve vegetable seedling quality and post-transplant yield performance under stress conditions. *Agriculture* 10(7): 254. https://doi.org/10.3390/agriculture10070254.
38. Radhouani, A., Benyehia, L., Lechaiheb, B., Mahjoubi, A., Ferchichi, A., 2021. Date palm compost versus peat and perlite: a comparative study on germination and plant development of muskmelon and tomato. *Acta Horticulturae et Regiotecturae* 24(2): 96–104.
39. Russo, V. M., 2006. Biological amendment, fertilizer rate, and irrigation frequency for organic bell pepper transplant production. *HortScience* 41(6): 1402–1407.
40. Saltvet, M., 2005. Postharvest biology and handling, In: Heuvelink, E. (Ed.), Tomatoes. CAB International, Wallingford, pp. 305–324.
41. Sarikhani, M. R., Khoshru, B., Norouzpour, M., Aliyar, S., Mardani, A., 2019. Qualitative control of phosphozist and phosphonitrokara biofertilizers. In: Proceeding of 16th Iranian Soil Science Congress. University of Zanjan, Zanjan, Iran, August 27–29. (In Persian with English abstract)
42. Saia, S., Aissa, E., Luziatelli, F., Ruzzi, M., Colla, G., Fiacca, A. G., Cardarelli, M., Rouphael, Y., 2020. Growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi differentially benefit tomato and corn depending upon the supplied form of phosphorus. *Mycorrhiza* 30(1): 133–147.
43. Sandepogu M, Shukla P. S., Asiedu, S., Yurgel, S., Prithiviraj, B., 2019. Combination of *Ascophyllum nodosum* extract and humic acid improve early growth and reduces post-harvest loss of lettuce and spinach. *Agriculture* 9(11): 240. https://doi.org/10.3390/agriculture9110240.
44. Şimşek-Erşahin, Y., Ece, A., Karnez, E., 2017. Differential effects of a vermicompost fertilizer on emergence and seedling growth of tomato plants. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 5(11): 1360–1364.
45. Shukla, Y. R., Chhopal, T. and Sharma, R., 2013. Effect of age of transplants on fruit and seed yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Horticultural Sciences*. 8(1): 99–102.
46. Sheikhalipour, M., Bolandnazar, S. A., Sarikhani, M. R. and Panahandeh, J., 2019. Effect of application of biofertilizers on yield, quality and antioxidant capacity of tomato fruit. *Iranian Journal of Horticultural Science* 50(3): 621–632. (In Persian with English abstract)
47. Soundy, P., Cantliffe, D. J., Hochmuth, G. J., Stoffella, P. J., 2005. Management of nitrogen and irrigation in lettuce transplant production affects transplant root and shoot development and subsequent crop yields. *HortScience* 40(3): 48.
48. Waiba, K., Sharma, P., 2020. Study of growth parameters and germination of tomato seedlings in soil-less media under protected environment. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* (9): 308–311.
49. Wu, K., Hu, C., Wang, J., Guo, J., Sun, X., Tan, Q., Zhao, X., Wu, S., 2023. Comparative effects of different potassium sources on soluble sugars and organic acids in tomato. *Scientia Horticulturae*, 308: 111601. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111601.