

*Research Article***Evaluation of the effect of compost tea on tomato yield****Bahram Tafaghodinia***

Assistant Professor, Department of Food Technology, Institute of Chemical Technologies, Iranian Research Organization for Science & Technology (IROST), Tehran, Iran

(Received: 9 March 2025, Received: 7 April 2025, Accepted: 12 April 2025)

Introduction: Tomato (*Solanum lycopersicum*) is a globally important crop that demands effective nutrient management and optimal growth conditions. Recently, sustainable approaches like compost tea application have gained increasing attention. Compost tea, produced by steeping compost in water, provides essential nutrients and beneficial microorganisms that enhance plant growth, improve soil structure, and suppress soil-borne pathogens. It serves as a natural source of nitrogen, phosphorus, and potassium, contributing to better soil water retention and reduced dependence on chemical fertilizers and pesticides. Studies have shown that compost tea increases crop yield, enhances fruit quality, and boosts nitrogen uptake efficiency. A 2024 study further confirmed its positive effects on tomato growth, yield, and soil nutrient levels under greenhouse conditions. These findings suggest that compost tea can be an effective and eco-friendly tool for improving tomato production. Therefore, this study aims to further explore the impact of compost tea on tomato growth and determine optimal application practices, offering valuable insights for advancing sustainable agricultural methods.

Materials and methods: Compost tea was produced by immersing mature compost in water at a ratio of either 1:5 or 1:8 using both aerobic and anaerobic methods. For the aerobic method, the compost was placed in a mesh bag inside a plastic container, aerated with an air pump, and continuously stirred. In the anaerobic method, the mixture was left undisturbed without aeration. The preparation process lasted between 8 and 11 days, after which the compost tea was filtered and used immediately to preserve microbial viability. Thirty hybrid Isabella tomato seedlings were planted in a glass greenhouse at the Iranian Research Organization for Science and Technology. Each plant received a weekly application of 150 cc of compost tea at the base. Red fruits were harvested over a three-month period, and the total fruit weight per plant was recorded. Data were analyzed using a completely randomized design (CRD) and analysis of variance (ANOVA) in Design Expert software (Version 7). The results showed a statistically significant increase in tomato fruit weight with the application of compost tea ($p < 0.0006$) compared to the control. This indicates that compost tea functions as an effective biofertilizer, promoting yield enhancement and providing a sustainable alternative to chemical fertilizers. Furthermore, compost tea contributes to improved soil health, stimulates microbial activity, and reduces the environmental impact associated with excessive chemical fertilizer use. Given the challenges of soil degradation and pollution in modern agriculture, biofertilizers such as compost tea offer a promising strategy for sustainable farming. Future research should explore its effects on other qualitative traits, including nutrient content, flavor, and shelf life, as well as its potential benefits for a wider range of crops.

*Corresponding author: tafaghodi@irost.ir

Overall, this study underscores the critical role of compost tea in enhancing organic crop performance and promoting ecological balance.

Result and discussion: In this study, the effect of applying compost tea, a non-chemical fertilizer, on tomato yield was evaluated. The collected data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and both the normality of data distribution and experimental validation (Figure 4) confirmed that the results had sufficient statistical reliability for further interpretation. The findings demonstrated a statistically significant difference in the fruit weight of tomatoes across the various treatments (Table 2). Figure 3 illustrates that the application of compost tea as a biofertilizer had a positive effect on yield enhancement. Specifically, the results revealed that the fruit weight of tomato plants treated with compost tea increased significantly compared to the control group ($p < 0.0006$). These outcomes suggest that compost tea can serve as an effective liquid fertilizer, providing a sustainable alternative to chemical fertilizers while enhancing crop performance under organic cultivation practices. This is especially relevant in the current global context, where sustainable agriculture and the reduction of dependency on chemical inputs are becoming increasingly critical. Moreover, the application of biofertilizers such as compost tea not only promotes plant growth and yield but also contributes to maintaining soil health, enhancing microbial activity, and mitigating the environmental impacts associated with the excessive use of chemical fertilizers. In many modern agricultural systems, overreliance on chemical fertilizers has led to challenges such as soil fertility depletion, water resource pollution, and the development of biological resistance among pests and pathogens. As a result, the adoption of biofertilizers like compost tea presents a promising strategy for promoting sustainable and environmentally friendly agricultural production. The analysis of experimental data revealed that the mean tomato yield across replicates was 29,475 grams, with a 95% confidence interval ranging from 21,790 to 30,380 grams. This suggests that the predictive model demonstrates sufficient accuracy and reliability, making it a valuable tool for estimating tomato yields under compost tea treatments. Furthermore, the validation of the yield prediction model highlights the reproducibility and stability of compost tea's effects on tomato yield enhancement. These findings are crucial for agricultural planning and management, offering empirical evidence to support the integration of compost tea as a sustainable biofertilizer in organic farming systems.

Conclusions: The results of this study demonstrated that compost tea, as a biofertilizer, significantly increased tomato fruit yield. Statistical analysis confirmed that compost tea enhances plant performance and serves as a sustainable alternative to chemical fertilizers in organic agriculture. Comparative yield evaluations across treatments highlighted that compost tea, by providing essential nutrients and stimulating soil biological activity, improves plant nutrition and overall productivity. Additionally, the validation of the yield prediction model confirmed the stability and reproducibility of compost tea's positive effects under varying agricultural conditions. These findings underscore the critical role of biofertilizers in optimizing soil fertility management and reducing reliance on chemical inputs. Reduced chemical fertilizer consumption offers environmental, economic, and ecological benefits, including preserving soil microbial balance, minimizing water resource contamination, and lowering production costs for farmers. Given the importance of sustainable agriculture, the results of this research provide valuable insights for policymaking aimed at promoting environmentally responsible farming practices.

Keywords: Compost tea, tomato, liquid fertilizer, plant yield, organic, non-chemical fertilizers.

How to cite this article:

Tafaghodinia, B., (2025). Evaluation of the effect of compost tea on tomato yield., *Innov. Food Technol.*, 12(2) 182-192. <https://doi.org/10.22104/IFT.2025.7473.2205>

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر چای کمپوست بر عملکرد گوجه‌فرنگی

بهرام تفق‌دی‌نیا*

استادیار گروه تولیدات گیاهی و گیاه‌پزشکی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
(تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۱/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۳)

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر چای کمپوست به‌عنوان کود مایع بر عملکرد گوجه‌فرنگی هیبرید ایزابلا انجام شد. در این تحقیق، ۳۰ گیاهچه گوجه‌فرنگی در دو ردیف گلخانه کشت شدند و به هر بوته ۱۵۰ cc چای کمپوست با (EC 1.8) اضافه گردید. برداشت میوه‌ها از هفته اول فروردین آغاز و وزن آن‌ها در تمام بوته‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌ها از طریق آنالیز واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که چای کمپوست تأثیر معناداری بر افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی داشت ($p < 0.0006$). صحت‌سنجی مدل آماری با مقایسه داده‌های حاصل از مدل با یافته‌های تجربی انجام شد. بررسی داده‌های به‌دست‌آمده نشان داد که میانگین عملکرد محصول در تکرارهای آزمایشی برابر با ۲۹۴۷۵ g بوده است که در بازه اطمینان ۹۵٪ مدل، یعنی ۲۱۷۹۰ تا ۳۰۳۸۰ g قرار دارد. این موضوع حاکی از آن است که مدل پیش‌بینی‌شده از دقت و اعتبار کافی برخوردار بوده و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کارآمد برای تخمین عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط تیمار با چای کمپوست به‌کار رود. این تحقیق نشان می‌دهد که چای کمپوست می‌تواند جایگزینی پایدار و سازگار با محیط‌زیست برای کودهای شیمیایی لازم در تولید ارگانیک گوجه‌فرنگی استفاده شود.

کلمات کلیدی: چای کمپوست، گوجه‌فرنگی، کود مایع، عملکرد گیاه، ارگانیک، کودهای غیرشیمیایی.

۱. مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) به‌عنوان یکی از محصولات کشاورزی مهم در سراسر جهان، توجه زیادی به خود جلب کرده است [۳-۱]. تولید بهینه این محصول، نیازمند مدیریت صحیح و کارآمد منابع غذایی و بهبود شرایط رشد است. در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های طبیعی و پایدار برای بهبود کیفیت و عملکرد محصولات کشاورزی، مانند استفاده از چای کمپوست، بیش‌ازپیش کانون توجه قرار گرفت. چای کمپوست که از خیساندن کمپوست در آب و استخراج مواد مغذی و میکروارگانیسم‌های مفید حاصل می‌شود، به‌عنوان یک محلول غنی از مواد آلی و زیستی، می‌تواند به بهبود رشد و عملکرد گیاهان کمک کند [۴-۶].

چای کمپوست مزایای متعددی دارد، از جمله افزایش عملکرد محصول، بهبود کیفیت میوه و کاهش نیاز به کودهای شیمیایی. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از چای کمپوست می‌تواند به‌عنوان یک منبع طبیعی از عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل کند و به‌دلیل دارا بودن میکروارگانیسم‌های مفید، به بهبود ساختار خاک، افزایش توانایی نگهداری آب و سرکوب پاتوژن‌های خاک‌زاد کمک کند. استفاده از چای کمپوست به‌عنوان یک راهکار مدیریت زیستی، می‌تواند به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها کمک کند که این موضوع به نوبه خود، به کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی نیز کمک می‌کند [۷-۹].

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از چای کمپوست می‌تواند تأثیرات مثبت قابل‌توجهی بر عملکرد گوجه‌فرنگی داشته باشد. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که استفاده از چای کمپوست باعث افزایش عملکرد محصول گوجه‌فرنگی می‌شود. این افزایش می‌تواند به‌دلیل بهبود جذب عناصر غذایی، تقویت سیستم ایمنی گیاه و کاهش تنش‌های محیطی باشد [۱۰-۱۲].

در مطالعه‌ای، Pane و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثرات مثبت چای کمپوست بر کاهش بیماری‌های قارچی و بهبود عملکرد گوجه‌فرنگی پرداختند. این پژوهش نشان داد که استفاده منظم از چای کمپوست باعث کاهش وقوع

بیماری‌های ناشی از قارچ‌ها در گیاهان گوجه‌فرنگی و در نتیجه افزایش عملکرد محصول شد؛ به‌علاوه، این تیمارها افزایش وزن میوه و بهبود ویژگی‌های کیفی مانند طعم و رنگ را نیز در پی داشتند [۱۳].

cheuerell و Mahaffee نیز گزارش کردند که استفاده از چای کمپوست می‌تواند به بهبود جذب مواد مغذی و افزایش رشد گیاهان کمک کند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که چای کمپوست به‌عنوان یک منبع طبیعی از مواد مغذی و میکروارگانیسم‌های مفید می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌های گوجه‌فرنگی داشته باشد [۷].

چای کمپوست با فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید، مواد ترش‌ی برگ و ریشه گیاهان مانند آمینو اسیدها، اسیدهای آلی و کربوهیدرات‌ها را مصرف کرده و از دسترسی عوامل بیماری‌زا به این مواد جلوگیری می‌کند. این میکروارگانیسم‌ها با ایجاد پوشش محافظتی روی برگ‌ها، مکان‌های حمله عوامل بیماری‌زا را اشغال و ترکیباتی ترشح می‌کنند که رشد آن‌ها را مهار می‌کنند افزون‌بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، با رهاسازی تدریجی مواد غذایی، چای کمپوست با بهبود نفوذپذیری خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب، گیاهانی قوی‌تر و سالم‌تر تولید می‌کند و مصرف آب، کود و سموم آفت‌کش را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد [۸].

نتایج حاصل از بررسی کارایی چای کمپوست تهیه‌شده از ضایعات باغی بر رشد گوجه‌فرنگی و مهار عوامل بیماری‌زای خاک نشان داد که این ماده باعث بهبود رشد گیاه و افزایش مقاومت آن در برابر بیماری‌های ناشی از عوامل بیماری‌زای خاک می‌شود [۱۴]. همچنین چای کمپوست به‌عنوان یک محرک زیستی، موجب توسعه ریشه گوجه‌فرنگی، تقویت رشد آن، افزایش جذب مواد مغذی و بهبود سلامت کلی گیاه می‌شود و البته به‌عنوان یک جایگزین طبیعی و پایدار برای بهبود رشد ریشه در کشت گوجه‌فرنگی نیز استفاده شود [۱۵].

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۲۴ انجام شد، تأثیر چای کمپوست بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای و ویژگی‌های شیمیایی خاک بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از چای کمپوست، باعث بهبود رشد



گیاه، افزایش عملکرد محصول و بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک، از جمله افزایش مواد مغذی می‌شود. [۱۲]. بهبود کارایی جذب نیتروژن، افزایش کیفیت تغذیه‌ای میوه و ارتقای رشد کلی گیاه نیز از دیگر نتایج استفاده از چای کمپوست بود [۱۶].

نتیجه تحقیقات نشان داد که چای کمپوست می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر، پایدار و زیست‌سازگار برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌های گوجه‌فرنگی استفاده شوند. در همین راستا، پژوهش حاضر بر آن است تا به بررسی جامع‌تر اثرات چای کمپوست بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی و همچنین ارزیابی بهترین شرایط استفاده از این تقویت‌کننده زیستی بپردازد. با توجه به اهمیت روزافزون بهره‌گیری از روش‌های طبیعی و پایدار در افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات کشاورزی، ارزیابی دقیق تأثیر چای کمپوست می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای بهبود مدیریت و تولید این محصول مهم فراهم کند.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱ ساخت دستگاه تولید چای کمپوست

تجهیزات مورد نیاز برای ساخت دستگاه تولید چای کمپوست با ظرفیت ۱۵۰ lit:

- ظرف استوانه غیرفلزی درب‌دار با حجم ۱۵۰ lit
 - موتور برقی با توان ۳ kw/h
 - پمپ مولد هوا با توان ۱۰w و جریان ۱۰۰ lit/h
 - پرز تایمردار مکانیکی یا الکتریکی
 - پارچه حریر یا گونی با مش ۱۰
 - شیر تخلیه آب سایز ۳/۴ inch
- ابتدا موتور همزن روی درب ظرف نصب گردید (شکل ۱-الف). پروانه فلزی یا پلاستیکی پایه‌دار به طول نیم‌متر روی محور موتور متصل شد (شکل ۱-ب). هنگام نصب پروانه نیاز به دقت زیادی برای تراز بودن با محور موتور دارد. سپس پمپ آکواریوم روی بدنه نصب و لوله مولد هوا به داخل ظرف هدایت شد. در انتهای لوله، منافذ ریزی تعبیه شد تا هوای پراکنده، یکنواخت در محلول توزیع شود. (شکل ۱-ج). با توجه به ضرورت هم‌زن و هوادهی متغایب برق موتور هم‌زن و پمپ هوا به پرز تایمردار متصل شد. زمان‌بندی طوری تنظیم شد که هر ۲ ساعت یک‌بار، دستگاه هم‌زن و پمپ هوا به مدت ۱۵ min روشن شود (شکل ۱-پ). برای سهولت در تخلیه چای کمپوست، شیر تخلیه در پایین‌ترین نقطه ظرف نصب شد (شکل ۱-د). کیسه‌ای دردار از پارچه حریر یا گونی به حجم ۲۰ lit جهت نگهداری کمپوست دوخته شد برای جلوگیری از معلق‌شدن کیسه در مایع و برخورد آن با پره مخلوط، وزنه‌ای در انتهای کیسه قرار داده شد. (شکل ۱-ه)



شکل ۱. مراحل ساخت تجهیزات: الف) نصب موتور همزن روی درب ظرف به همراه پیچ و مهره‌های نگهدارنده؛ ب) نصب همزن روی موتور به همراه پروانه‌های پلاستیکی؛ پ) تنظیم کردن تایمر به منظور قطع و وصل کردن دستگاه؛ ج) نصب پمپ هوای آکواریومی روی ظرف؛ د) نصب شیر تخلیه در پایین ظرف تولید چای کمپوست؛ ه) کیسه‌ای حاوی ۲۰ لیتر کمپوست در داخل ظرف

Fig 1. Equipment construction steps a) Installing the agitator motor on the lid of the container with retaining bolts and nuts b) Installing the agitator on the motor with plastic impellers c) Setting the timer to turn the device on and off c) Installing an aquarium air pump on the container d) Installing a drain valve at the bottom of the compost tea production container e) A bag containing 20 liters of compost inside the container

از موتور همزن، نیز انجام شد تا مواد به صورت یکنواخت در محلول توزیع شوند.

در روش غیرهوازی محلول تهیه شده در مرحله اول، بدون هوادهی نگهداری شد. مدت زمان آماده سازی چای کمپوست معمولاً بین ۸ تا ۱۱ روز متغیر است که بسته به میزان هوادهی انجام شده در روش هوازی می تواند تغییر کند. پس از اتمام این مدت، محلول صاف شده و آماده می شود. چای کمپوست باید بلافاصله پس از تولید استفاده شود، زیرا ذخیره سازی طولانی مدت می تواند منجر به کاهش بقاء میکروارگانیسم ها و از دست رفتن مواد مغذی موجود در آن گردد؛ در صورتی که نیاز به ذخیره سازی باشد، محلول باید حداکثر به مدت یک هفته در مکانی سایه دار و با تهویه مناسب نگهداری شود.

۲.۲ تولید چای کمپوست

چای کمپوست از طریق غوطه ور کردن کمپوست رسیده در آب و استخراج عصاره آن تولید می شود. این فرآورده به دو روش هوازی و غیرهوازی تهیه شد.

در مرحله اول، کمپوست رسیده با آب مخلوط می شود. نسبت معمول برای این مخلوط ۱ به ۵ یا ۱ به ۸ است که به معنای یک قسمت کمپوست و پنج تا هشت قسمت آب است. در روش هوازی، کمپوست داخل کیسه توری یا گونی ریخته و محکم بسته می شود. سپس این کیسه در ظرف پلاستیکی قرار می گیرد، زیرا استفاده از ظروف فلزی به دلیل احتمال خوردگی توصیه نمی شود.

در مرحله دوم، در روش هوازی به منظور فعال سازی میکروارگانیسم ها، هوادهی محلول با استفاده از پمپ هوا انجام شد. علاوه بر هوادهی، هم زدن مداوم محلول با استفاده

۳.۲ ارزیابی عملکرد گوجه فرنگی

(شکل ۲). به فاصله هر هفته یکبار مقدار ۱۵۰ cc چای کمپوست پای هر بوته در ردیف اضافه گردید. پس از شروع میوه‌دهی، میوه‌های قرمز هر بوته برداشت شد و وزن کل میوه‌های حاصل از هر بوته در طول دوره میوه‌دهی به مدت سه‌ماه اندازه‌گیری و ثبت شد.

۳۰ گیاهچه گوجه‌فرنگی هیبرید ایزابلا در دو ردیف در ده تکرار به فواصل ۵۰ cm بین هر بوته در گلخانه شیشه‌ای واقع در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران کشت گردید



شکل ۲. ارزیابی اثر چای کمپوست بر عملکرد بوته‌های گوجه‌فرنگی

Fig 2. Evaluation of the effect of compost tea on the yield of tomato plants

نتایج حاصل در قالب طرح آزمایش کاملاً تصادفی با نرم‌افزار Design Expert Ver.7 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۳. نتایج آزمایش‌ها

مشخصات فیزیکوشیمیایی چای کمپوست تولیدشده آزمایش شد و نتایج حاصل به شرح ذیل است (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات فیزیکوشیمیایی چای کمپوست تولیدشده

Table 1. Physicochemical characteristics of the produced compost tea

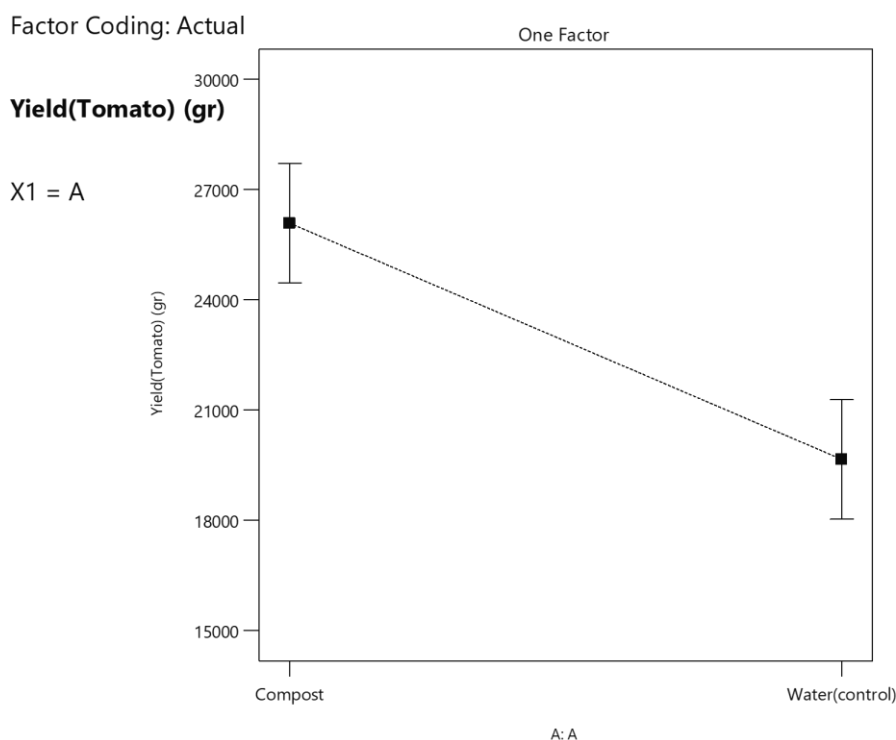
Amount	Characteristic
7.6	pH
1.7 mS/cm	EC
26°C	Temperature
87 mg/L	Total Nitrogen
16 mg/L	Total Phosphorus
128 mg/L	Total Potassium
245 mg/L	Soluble organic matter
10 ⁶ CFU/mL	Beneficial bacteria

مؤثر، جایگزین کودهای شیمیایی شود و عملکرد گیاه را در شرایط کشت ارگانیک بهبود بخشد و بیش از پیش کانون توجه قرار گیرد؛ به ویژه در دنیای امروز که کشاورزی پایدار و کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی از اهمیت بالایی برخوردار است.

استفاده از کودهای زیستی مانند چای کمپوست، نه تنها باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود، بلکه به حفظ سلامت خاک، افزایش فعالیت میکروبی و کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی نیز کمک می‌کند. در بسیاری از سیستم‌های کشاورزی مدرن، وابستگی بیش از حد به کودهای شیمیایی، مشکلاتی مانند کاهش حاصل خیزی خاک، آلودگی منابع آبی و بروز مقاومت‌های زیستی در آفات و بیماری‌ها را در پی داشته است؛ از این رو، جایگزینی کودهای زیستی نظیر چای کمپوست می‌تواند راهکاری مناسب برای تولید پایدار و دوست‌دار محیط زیست در صنعت کشاورزی باشد.

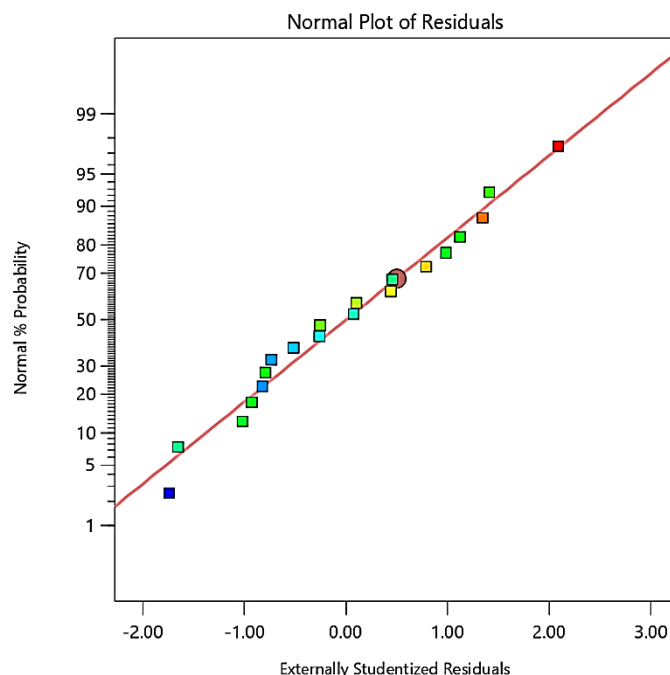
در این مطالعه، اثر استفاده از کود غیرشیمیایی چای کمپوست بر عملکرد گوجه فرنگی بررسی شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از تحلیل آنالیز واریانس ارزیابی شدند و نرمال بودن توزیع داده‌ها و صحت‌سنجی آزمایش‌ها (شکل ۴) تأیید کرد که نتایج پژوهش از اعتبار آماری لازم برای تجزیه و تحلیل برخوردار هستند. یافته‌ها نشان داد که بین وزن میوه‌های گوجه فرنگی در تیمارهای مختلف، تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۲) و شکل ۳ نشان می‌دهد که استفاده از چای کمپوست به عنوان یک کود زیستی، تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد داشته است.

نتایج این پژوهش نشان داد که وزن میوه‌های گوجه فرنگی حاصل از بوته‌هایی که با چای کمپوست تغذیه شده‌اند، در مقایسه با گروه شاهد، افزایش معناداری داشته است ($p > 0.0006$). این یافته‌ها بیانگر آن است که چای کمپوست می‌تواند به عنوان کود مایع



شکل ۳. نمودار اختلاف وزن میوه‌های دو ردیف شاهد و چای کمپوست

Fig 3. Graph of the difference in fruit weight between two rows of control and compost tea



شکل ۴. نمودار توزیع نرمال داده‌ها پاسخ اول: عملکرد گوجه فرنگی

Fig 4. Normal distribution diagram of data. First answer: Tomato yield

در مجموع، این پژوهش اهمیت استفاده از کودهای غیرشیمیایی را در بهبود عملکرد محصولات ارگانیک مورد تأکید قرار می‌دهد و نشان می‌دهد که چای کمپوست، علاوه بر افزایش عملکرد، می‌تواند به حفظ تعادل اکولوژیک و پایداری زیست‌محیطی کمک کند. یافته‌های این مطالعه می‌توانند به عنوان یک مرجع علمی ارزشمند برای کشاورزان، محققان و سیاست‌گذاران کشاورزی کاربرد داشته باشند و زمینه‌ساز گسترش شیوه‌های کشاورزی پایدار در مقیاس وسیع‌تر باشند.

با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده، تأثیر چای کمپوست بر سایر ویژگی‌های کمی و کیفی گوجه‌فرنگی، از جمله میزان مواد مغذی، طعم و ماندگاری محصول نیز مطالعه و بررسی شود؛ علاوه بر این، ارزیابی تأثیر این کود بر سایر محصولات زراعی و باغی، می‌تواند به درک بهتر نقش آن در کشاورزی ارگانیک کمک کند.

جدول ۲. آنالیز واریانس عملکرد محصول

Table 2. Analysis of variance of product performance

	p-value	F-value	Mean Square	df	Sum of Squares	Source
Significant	0.0006	17.27	2.064E+06	1	2.064E+06	Model
	0.0006	17.27	2.064E+06	1	2.064E+06	A-A
			1.196E+05	18	2.152E+06	Error
				19	4.216E+06	Total

برای ارزیابی صحت نتایج مدل، لازم است که پیش‌بینی‌های آن با داده‌های عملی مقایسه شوند. بدین‌منظور، آزمایش مجدد در چهار تکرار مستقل انجام شد و نتایج حاصل، مطابق جدول ۳ مورد ارزیابی قرار گرفت.

۱.۳ صحت‌سنجی و ارزشیابی نتایج تحلیل داده‌ها

جدول ۳ بهینه‌سازی و پیش‌بینی مدل آماری عملکرد تولید گوجه‌فرنگی تحت تیمار چای کمپوست را نشان می‌دهد.

جدول ۳. صحت‌سنجی توان پیش‌بینی مدل

Table 3. Verification of the predictive power of the model

95% PI high	Data Mean	95% PI low	N	Std Dev	Predicted Median	Predicted Mean	Response
30380.6	29475	21790.1	4	3455.77	26085.4	26085.4	Yield(Tomato)

علاوه‌براین، نتایج صحت‌سنجی مدل پیش‌بینی عملکرد، نشان‌دهنده پایداری تأثیر چای کمپوست و قابلیت تکرارپذیری آن در شرایط زراعی مختلف است. این یافته‌ها اهمیت استفاده از کودهای زیستی را در بهینه‌سازی مدیریت حاصلخیزی خاک و کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی برجسته می‌سازد. کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند از جنبه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اکولوژیکی، منجر به حفظ تعادل میکروبی خاک، کاهش آلودگی منابع آبی و کاهش هزینه‌های تولید برای کشاورزان شود.

با توجه به اهمیت کشاورزی پایدار، یافته‌های این پژوهش می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های کشاورزی جهت توسعه روش‌های تولید سالم‌تر و کم‌خطرتر برای محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است

تشکر و قدردانی

بعد از قدردانی از افراد زیادی که در انجام این تحقیق ما را یاری و همراهی نمودند، از حمایت‌های مالی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تسهیلاتی که فراهم آوردند، سپاس‌گزاری می‌شود؛ به‌ویژه از همکاران آزمایشگاهی که نقش مؤثر و ارزشمندی در این مهم داشتند.

بررسی داده‌های به‌دست‌آمده نشان داد که میانگین عملکرد محصول در تکرارهای آزمایشی برابر با 29475 g بوده است که در بازه اطمینان 95% مدل، یعنی 21790 g تا 30380 g قرار دارد. این موضوع حاکی از آن است که مدل پیش‌بینی‌شده از دقت و اعتبار کافی برخوردار بوده و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کارآمد برای تخمین عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط تیمار با چای کمپوست استفاده شود.

نتایج این ارزیابی بر قابلیت تکرارپذیری آزمایش و پایداری تأثیر چای کمپوست بر افزایش عملکرد محصول نیز تأکید دارد. این یافته‌ها می‌توانند در برنامه‌ریزی‌های زراعی و توصیه‌های مدیریتی برای کشاورزان و پژوهش‌گران جهت بهینه‌سازی عملکرد محصول در سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از چای کمپوست به‌عنوان یک کود زیستی، تأثیر معناداری بر افزایش عملکرد میوه‌های گوجه‌فرنگی دارد. آنالیز داده‌ها و مدل‌سازی آماری انجام‌شده نشان داد که این کود آلی می‌تواند ضمن بهبود عملکرد گیاه، به‌عنوان جایگزینی پایدار برای کودهای شیمیایی در کشت ارگانیک به کار روند. مقایسه میانگین عملکرد محصول در تیمارهای مختلف تأکید دارد که چای کمپوست با تأمین عناصر غذایی ضروری و افزایش فعالیت‌های زیستی در خاک، موجب بهبود تغذیه گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد میوه‌ها می‌شود.

مراجع

- [1] Saka, A. K., & Uzun, S. (2016). Effects of different planting systems and distances on the yield and quality of greenhouse organic tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growing. In *III International Symposium on Organic Greenhouse Horticulture 1164*, 107-112.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.14>
- [2] Segarra, G., Reis, M., Casanova, E., & Trillas, M. I. (2009). Control of powdery mildew (*Erysiphe polygoni*) in tomato by foliar applications of compost tea. *Journal of Plant Pathology*, 683-689.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.109184>
- [3] Seddigh, S., Kiani, L., Tafaghodinia, B., & Hashemi, B. (2014). Using aerated compost tea in comparison with a chemical pesticide for controlling rose powdery mildew. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(6), 658-664.
<https://doi.org/10.9734/ajsspn/2021/v7i430117>
- [4] Al-Mughrabi, K. I. (2007). Suppression of *Phytophthora infestans* in potatoes by foliar application of food nutrients and compost tea. *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, 1(4), 785-792.
<https://doi.org/10.1080/03235408.2013.817075>
- [5] Litterick, A. M., Harrier, L., Wallace, P., Watson, C. A., & Wood, M. (2004). The role of uncomposted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production—a review. *Critical reviews in plant sciences*, 23(6), 453-479.
<https://doi.org/10.1080/07352680490886815>
- [6] Tasswar, T., Iram, S., Noreen, S., Mahmood, S., Gaafar, A. R. Z., & Hefft, D. I. (2023). Compost and chemical fertilizer triggered pedospheric compartment's varied response and phyto-morphological alterations in *Helianthus annuus*. *Journal of King Saud University-Science*, 35(11), 102985.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102985>
- [7] Scheuerell, S., & Mahaffee, W. (2002). Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compost science & utilization*, 10(4), 313-338.
<https://doi.org/10.1080/1065657X.2002.10702095>
- [8] Tafaghodinia, B. (2023). Optimization of the microorganisms performance in tea compost for controlling African violet powdery mildew. *Microbiology, Metabolites and Biotechnology*, 6(1), 47-55.
<https://doi.org/10.22104/mmb.2023.6391.1115>
- [9] Parihar, P., & Sharma, S. (2021, June). Composting: a better alternative of chemical fertilizer. *IOP conference series: Earth and environmental science* 795 (1), 012038. IOP Publishing.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/795/1/012038>
- [10] Bourbos, V. A., Skoudridakis, M. T., & Barbopoulou, E. (1998). Sodium bicarbonate for the control of *Erysiphe polygoni* in greenhouse tomato. In *VI International Symposium on Processing Tomato & Workshop on Irrigation & Fertigation of Processing Tomato 487*, 275-278.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.487.41>
- [11] Al-Dahmani, J. H., Abbasi, P. A., Miller, S. A., & Hoitink, H. A. (2003). Suppression of bacterial spot of tomato with foliar sprays of compost extracts under greenhouse and field conditions. *Plant disease*, 87(8), 913-919.
<https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.8.913>
- [12] Abubaker, S., Qrunfle, I., Shatnawi, M., Ammari, T. G., Hasan, H., & Al-Tawaha, A. R. M. (2024). The effect of compost tea on some growth and yield parameters and soil chemical properties of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 25.
<https://doi.org/10.12912/27197050/187838>
- [13] Pane, C., Celano, G., Piccolo, A., Vilecco, D., Spaccini, R., Palese, A. M., & Zaccardelli, M. (2015). Effects of on-farm composted tomato residues on soil biological activity and yields in a tomato cropping system. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2, 1-13.
<https://doi.org/10.1186/s40538-014-0026-9>
- [14] Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., & Gómez-Sánchez, M. Á. (2018). Efficiency of garden waste compost teas on tomato growth and its suppressiveness against soilborne pathogens. *Scientia Agricola*, 75(5), 400-409.
<https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0439>
- [15] González-Hernández, A. I., Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. Á., & Morales-Corts, M. R. (2022). Compost tea as biostimulant: promoting tomato root development. *Chemistry Proceedings*, 10(1), 57.
<https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12224>
- [16] Li, W., Liu, Y., Chai, X., He, J., Liu, C., & Li, J. (2024). Advantages of compost tea: Promotion of nitrogen influx into the fruit and improvement of fruit nitrogen metabolism in tomato. *Plant Physiology and Biochemistry*, 216, 109184.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.109184>