

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Evaluation of the Effect of Planting Medium and Different Fertilizer Compositions on Morpho-Physiological, Nutrient and Yield Characteristics of *Physalis*

Goudarzi¹, Z., Ehtesham Nia^{2*}, A., Mumivand², H. and Raji³, M. R.

1, 2 and 3. MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

*: Corresponding author Email: Ehteshamnia.ab@lu.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the supervision of Abdollah Ehtesham Nia.

Received: 2022/06/22 Accepted: 2023/02/04

Abstract

The importance of proper plant nutrition and the use of biofertilizers along with the optimal use of chemical fertilizers is a new approach that leads to high production and yield of the plant. In this study, the effect of planting medium and different fertilizers on the morphological characteristics of *Physalis* plant was investigated as a split plot experiment in the form of a randomized complete block design with three replications. The first factor includes planting medium in four levels of control, manure, vermicompost and the combination of manure and vermicompost and the second factor the effect of different fertilizers in six levels including control, NPK chemical fertilizer, potash chelate 28%, iron nano chelate 15%, supra humic and biomass biofertilizer was applied to the soil during the growing season. The highest fruit yield per plant, number of leaves, leaf area, plant height, fresh and dry weight of shoots and roots, was in the culture medium of vermicompost + vermicompost and biomic nano-biological fertilizer. The results of mean comparison showed that the highest fruit yield per plant was in the medium of animal manure + vermicompost and with the application of bio-nano biological biofertilizer (2.29 kg per plant). Also, the lowest fruit yield per plant was observed in the control treatment (0.49 g per plant). Therefore, in order to benefit more from the benefits of vermicompost in planting medium and biological fertilizers, it is recommended to include them in the nutrition program of *Physalis* plant to improve important growth and yield parameters and maintain human health by using biological fertilizers.

Keywords: Chlorophyll, Nutrients, Nanobiological, Vermicompost

Introduction

Physalis (*Physalis peruviana* L.) belongs to the Solanaceae family, a tropical plant native to South America. Among the *physalis* species, the *peruviana* species is prominent due to its unique taste and high yield. Small fruits are consumed fresh and there is a limit in the use of chemicals to increase their quality. Therefore, the importance of proper nutrition of plants and the use of biological fertilizers along with the optimal use of chemical fertilizers is a new approach that leads to high plant production and performance. *Physalis* fruit is a very valuable product because of its unique taste, texture and color.

Materials and Methods

In this research, the effect of planting medium and different fertilizers on the morphological characteristics of *Physalis* plants was investigated in the form of split plots in the form of randomized complete block design with three replications. The first factor includes the planting medium in four control levels, manure, vermicompost and the combination of manure and vermicompost, and the second factor is the effect of different fertilizers in six levels including control, NPK chemical fertilizer, potassium chelates 28%, iron nano chelates 15%. %, superhumic biofertilizer and biomass were applied to the soil during the growing season. Parameters such as plant height, leaf surface, number of nodes, internode distance, number of fruits per plant, soluble solids, and the concentration of nutrients were investigated and studied.

Results and Discussion

The highest yield of fruit per plant, number of leaves, leaf area, plant height, dry weight and dry weight of shoots and roots were found in the manure + vermicompost cultivation medium and with the application of biomic biological nano fertilizer. So that the average comparison results showed that the maximum number of fruits per plant was in the manure + vermicompost cultivation medium and with the use of biomic nano biological fertilizer (2.29 kg per plant). Also, the lowest number of fruits per plant was observed in the control treatment (0.49 g per plant). In the

Goudarzi *et al.*, Evaluation of the Effect of Planting ...

vermicompost + manure culture medium and biomic biological nano fertilizer application, the highest amount of soluble solids was 16.5 degrees Brix and the lowest of this index was observed in the control treatment (without fertilizer) at 14 degrees Brix. The highest concentrations of nitrogen, phosphorus, and potassium were respectively (2.35 percent), (0.55 percent), and (3.5 percent) in the treatment of vermicompost + manure and biomic biological nanofertilizer, while the lowest concentration of nitrogen, phosphorus and Potassium was observed respectively (1.15%), (0.32%) and (2.10%) in the control treatment (without fertilizer). In the treatment of manure + vermicompost and with the application of biomic biological nano fertilizer, the most chlorophyll a (8.5 mg/g fresh weight), b (7 mg/g fresh weight), total (16 mg/g fresh weight) and carotenoid (6 mg/g fresh weight) was obtained. Therefore, it is recommended to take advantage of the benefits of vermicompost in the planting medium and biological fertilizers, to include them in the nutritional program of the physalis plant so that important growth and yield parameters are improved and human health is maintained by using biological fertilizers.

Conclusion

In general, the results showed that the use of biological fertilizers, having many advantages such as water retention capacity, improving the nutritional status of the soil, increasing the growth characteristics and the concentration of nutrients, has been able to increase the dry weight of the plant, and then increase the yield of the plant and increase the concentration of total soluble solids in the fruit and increase the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium elements in the plant. For this reason, it is recommended to use vermicompost planting bed with 5 tons per hectare in combination with 20 tons per hectare of manure and the use of biomic biological Nano fertilizer in the physalis plant cultivation and nutrition programs.

Citations: Goudarzi, Z., Ehtesham Nia, A., Mumivand, H. & Raji, M. R. (2023). Evaluation of the Effect of Planting Medium and Different Fertilizer Compositions on Morpho-Physiological, Nutrient and Yield Characteristics of Physalis. *Plant Production Technology*, 23(1), 15-30. <https://doi.org/10.22084/PPT.2023.24473.2048>

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Online ISSN: 2476-5651

Print ISSN: 2476-6321

بررسی اثر بستر کاشت و ترکیبات مختلف کودی بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، تغذیه‌ای و عملکرد میوه فیسالیس

Evaluation of the Effect of Planting Medium and Different Fertilizer Compositions on Morpho-Physiological, Nutrient and Yield Characteristics of Physalis

زهرا گودرزی^۱، عبدالله احتشام‌نیا^{۲*}، حسن مومیوند^۳ و محمدرضا راجی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۵
(مقاله پژوهشی)

چکیده

اهمیت تغذیه مناسب گیاهان و کاربرد کودهای زیستی در کنار استفاده بهینه از کودهای شیمیایی یک رویکرد جدید است که منجر به تولید و عملکرد بالا گیاه می‌شود. در این تحقیق اثر بستر کاشت و کودهای مختلف بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه فیسالیس به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اصلی شامل بستر کاشت در چهار سطح شاهد (خاک)، کود دامی در بستر خاک، ورمی کمپوست در بستر خاک و ترکیب کود دامی با ورمی کمپوست و فاکتور فرعی اثر کودهای مختلف در شش سطح شامل شاهد، کود شیمیایی NPK، کلات پتاس ۲۸ درصد، نانوکلات آهن ۱۵ درصد، سوپرهیومیک و نانوکود بیولوژیک بیومیک به صورت کاربرد خاکی در طی دوره رشد صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد میوه در هر بوته، تعداد برگ، سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، در بستر کشت کود دامی + ورمی کمپوست و با کاربرد نانوکود بیولوژیک بیومیک وجود داشت. به طوری که نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین تعداد میوه در هر بوته، در بستر کشت کود دامی + ورمی کمپوست و با کاربرد کود نانو بیولوژیک بیومیک (۲/۲۹ کیلوگرم در هر بوته) وجود داشت. هم‌چنین کم‌ترین میزان تعداد میوه در بوته در تیمار شاهد (۰/۴۹ گرم در هر بوته) مشاهده شد. از همین رو توصیه می‌شود برای بهره‌مندی بیش‌تر از مزایای ورمی کمپوست در بستر کاشت و کودهای بیولوژیک، آن‌ها را در برنامه تغذیه‌ای گیاه فیسالیس گنجانند تا پارامترهای مهم رشدی و عملکردی بهبود یافته و هم سلامت انسان با استفاده از کودهای بیولوژیک حفظ گردد.

واژه‌های کلیدی: کلروفیل، عناصر غذایی، نانو بیولوژیک، ورمی کمپوست

ارجاع به مقاله: گودرزی، ز.، احتشام‌نیا، ع.، مومیوند، ح. و راجی، م. ر. (۱۴۰۲). بررسی اثر بستر کاشت و ترکیبات مختلف کودی بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک، تغذیه‌ای و عملکرد میوه فیسالیس، مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۲۳(۱)، ۱۵-۳۰.
<https://doi.org/10.22084/PPT.2023.24473.2048>

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



شاپا چاپی: ۶۳۲۱-۲۴۷۶

شاپا الکترونیکی: ۵۶۵۱-۲۴۷۶

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

Email: Ehteshamnia.ab@lu.ac.ir

* نویسنده مسئول

مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول به راهنمایی آقای عبدالله احتشام‌نیا می‌باشد.

مقدمه

فیسالیس (عروسک پشت‌پرده) با نام علمی *Physalis peruviana* L. متعلق به تیره Solanaceae، گیاهی گرمسیری و بومی جنوب آمریکاست. این گیاه دارای ۸۰ گونه در دنیا است. فیسالیس گیاهی علفی، یک‌ساله یا چندساله به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است (سیاه‌منصور و همکاران، ۱۳۹۹). گونه‌های *pubescens peruviana* و *ixocarpa* دارای ارزش غذایی می‌باشند و از بین آن‌ها، گونه *pruviana* به علت طعم بی‌نظیر و عملکرد بالا مطرح می‌باشد (آلام^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). این گیاه اغلب به صورت تازه‌خوری و در مواردی به صورت فرآوری شده مصرف می‌شود. ترکیبات موجود در میوه آن شامل فیسالین‌ها، ویتانولیدها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ویتامین‌هایی از جمله ویتامین ث، بتاکاروتن‌ها، قندها و عناصر معدنی است که سبب افزایش ارزش غذایی این گیاه شده است. امنیت غذایی در کنار حفظ محیط‌زیست به یک موضوع مهم جهانی در دهه‌های اخیر تبدیل شده است. تعیین سطوح بهینه کودی برای رسیدن به عملکردهای بالا یکی از اهداف مهم پژوهش‌های تغذیه‌ای است. کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی، سیستم تولید فشرده را پایداری می‌کند که دلیل آن را می‌توان بهبود ویژگی‌های کیفی خاک و احتمالاً بیش‌ترین آزادسازی نیتروژن، طبق نیاز گیاه دانست (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳). در مدیریت پایدار خاک، توجه به حفظ توازن عناصر غذایی و حفظ حاصل‌خیزی آن مهم است. باید عناصر غذایی که توسط اندام‌های گیاهی از زمین خارج می‌شوند، از طریق کودهای آلی و شیمیایی به زمین برگردانده شوند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸). کودهای آلی پس از متلاشی شدن به تأمین عناصر غذایی خاک کرده و به‌عنوان منبع انرژی برای موجودات زنده عمل می‌کنند، از این‌رو پویایی جمعیت و تنوع میکرواورگانیزم‌های خاک را افزایش داده و سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شده و با جذب بیش‌تر عناصر غذایی از آب‌شویی آن‌ها جلوگیری می‌کنند، هم‌چنین ساختمان خاک را بهبود بخشیده و سرعت نفوذ آب را افزایش و از نوسانات شدید pH خاک نیز جلوگیری می‌کنند (آنو و آگون^۲، ۲۰۰۵).

ورمی‌کمپوست به‌منزله یک اصلاح‌کننده مهم خاک از لحاظ جمعیت میکروبی، تنوع و فعالیت آن‌ها از دیگر کودهای آلی، غنی‌تر است و دارای جمعیت انبوهی از قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها و باکتری‌هاست و نیز قابلیت زیادی در جذب و نگهداری عناصر غذایی دارد و سبب افزایش حاصل‌خیزی خاک نیز می‌شود

(راد^۳ و همکاران، ۲۰۱۴). اسید هیومیک نقش مهمی در تغذیه درختان میوه به‌ویژه در خاک‌های ایران دارد و با داشتن میزان زیادی از گروه‌های اسید ضعیف در ساختمان مولکولی خود می‌توانند pH‌های قلیایی را اصلاح کند (کاراکوت^۴ و همکاران، ۲۰۰۹) و با کلات کردن عنصرهای ضروری سبب افزایش جذب عنصرها شده، در نتیجه باروری و تولید در گیاهان را افزایش داده (تایپونگ^۵ و همکاران، ۲۰۰۶) و موجب افزایش سبزینه کلروفیل‌های برگ و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز می‌شود (راد و همکاران، ۲۰۱۴). نیاز به نیتروژن در گیاهان بیش از تمام عناصر دیگر می‌باشد (ریف^۶ و همکاران، ۲۰۰۶). نیتروژن برای تمامی فرآیندهای گیاهی ضروری است. فقدان نیتروژن اغلب رشد گیاه را در طبیعت و در کشاورزی محدود می‌سازد. هم‌چنین، فسفر در کلیه فرآیندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا و ساخت و کارهای انتقال انرژی دخالت دارد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳). تأمین پتاسیم برای تضمین مقاومت گیاه به بیماری‌ها، خشکی و بهبود عملکرد گیاه ضروری است (شلی^۷ و همکاران، ۲۰۰۶). در واقع پتاسیم با فعال کردن آنزیم‌هایی که کاتالیزورهای ساخت نشاسته و پروتئین‌ها هستند، سبب بهبود کیفیت می‌شود. عنصر آهن برای ساخت کلروفیل ضروری است و در تثبیت نیتروژن، فتوسنتز و انتقال الکترون نقش دارد (بارتل^۸ و همکاران، ۲۰۰۴). این عنصر برای ساخت پروتئین موردنیاز است و یک جزء از هموپروتئین است. هم‌چنین آهن جزئی از تعدادی از آنزیم‌هاست که به‌عنوان بخشی از سیتوکروم و هموگلوبین در سیستم‌های آنزیمی تنفس انجام وظیفه می‌کند. عرضه کودهای شیمیایی به شکل نانوذرات در حال حاضر موردتوجه قرار گرفته است. فرآورده‌های نانو شامل مخلوطی از ذره‌های با ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند که می‌توانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه خود را تغییر دهند (مخوپادای^۹، ۲۰۱۴). مطالعات متعددی حاکی از اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد برخی گونه‌های گیاهی از جمله میزان رشد و بعضی شاخص‌های بیوشیمیایی لفل، افزایش ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن عملکرد، سفتی میوه، ماندگاری و مواد جامد محلول در گوجه‌فرنگی و افزایش پارامترهای رشدی لفل است (نارخده^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۱). ورما^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای به

4. Raad
5. Karakut
5. Thaipong
6. Arif
7. Ashley
8. Bartal
9. Mukhopadhyay
10. Narkhede
11. Verma

1. Alam
3. Ano and Agwu

تلفیقی تغذیه بر رشد و عملکرد گیاه فیسالیس به‌عنوان یک گیاه با ارزش از نظر اقتصادی- تغذیه‌ای خواهد پرداخت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو مرحله در گلخانه (در شهرستان الیگودرز) و آزمایشگاه (گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان) انجام شد. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف ماده آلی در چهار سطح:

- شاهد (خاک مزرعه)
 - کود دامی در بستر خاک (دو کیلوگرم به‌صورت خطی در مترمربع (هر بوته) معادل ۲۰ تن در هکتار)
 - ورمی‌کمپوست در بستر خاک (نیم کیلوگرم به‌صورت خطی در مترمربع (هر بوته) معادل ۵ تن در هکتار)
 - ترکیب کود دامی و ورمی‌کمپوست (مشابه مقادیر کاربرد جداگانه آن‌ها)
- فاکتور فرعی اثر کودهای مختلف در شش سطح:
- شاهد (بدون کاربرد کود)
 - کود شیمیایی NPK از منبع ۲۰-۲۰-۲۰ مارک و شرکت سازنده (شرکت خاکساران یزد)
 - کلات پتاس ۲۸ درصد
 - نانوکلات آهن ۱۵ درصد
 - سوپرهیومیک (۷۶ درصد مواد هیومیکی + ۱۰ درصد پتاس)
 - نانوکود بیولوژیک بیومیک (حاوی میکروارگانیزم‌های تثبیت‌کننده ازت و حل‌کننده فسفات و ریزمغذی‌های آهن، روی، مولیبدن، منیزیم، کلسیم) بود.

پس از بررسی منابع و تهیه‌ی مواد لازم، ادامه به آماده‌سازی بستر کاشت گیاه شد و بر این اساس ابتدا خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک موردنظر در جدول ۱ و همچنین خصوصیات کود و ورمی‌کمپوست موردبررسی در جدول ۲ موردبررسی قرار گرفت. سپس کود دامی و ورمی‌کمپوست (قبل از انتقال نشاء به زمین بر اساس تن در هکتار (وزنی در مترمربع (برای هر بوته) به خاک بستر اضافه شد. باتوجه به دو فاکتور اصلی، ۱۸ ترکیب تیماری با سه تکرار و برای هر واحد آزمایشی سه گیاه و در مجموع ۹ بوته برای هر تیمار در نظر گرفته شد. فیسالیس (رقم تجاری فیسالیس موجود در بازار ایران موسوم به فیسالیس رقم کلمبیایی) به‌صورت نشاء تهیه و به‌صورت کشت خاکی با فواصل بوته‌ها ۷۰ سانتی‌متر از همدیگر و فواصل کرت‌ها یک متر از هم، در واحد گلخانه‌ای با متوسط دمای 25 ± 3 درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۱۰

بررسی مدیریت مواد مغذی ترکیبی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و رشد میوه گیاه فیسالیس (*Physalis peruviana*) پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که سه بار استفاده ترکیبی از مواد مغذی به‌میزان قابل‌توجهی بر روی کلروفیل و وضعیت تغذیه‌ای برگ مؤثر بوده است. بیش‌ترین میزان کلروفیل در کاربرد ترکیبی کود NPK و ورمی‌کمپوست بود. ورما و همکاران (2018)، در پژوهشی‌ای، به بررسی پاسخ کلروفیل و غلظت مواد مغذی در برگ گیاه فیسالیس (*Physalis peruviana* L.) پرداختند. نتایج این بررسی به‌وضوح نشان داد که استفاده ترکیبی از مواد مغذی به‌طور قابل‌توجهی بر روی وضعیت کلروفیل و مواد مغذی برگ تأثیر می‌گذارد. در مطالعه‌ای در پرتقال رقم تامسون ناول تیمار تلفیقی کاربرد ۳۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی بیش‌ترین غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی را در میوه پرتقال ایجاد کرد. همچنین کاربرد ۶۰ درصد از کودهای شیمیایی و ۱۲ کیلوگرم کود دامی بیش‌ترین میزان پی‌اچ و پتاسیم آب‌میوه را ایجاد کرد (شهبوسانی و همکاران، ۱۳۹۳). کامیستانی و همکاران (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای به بررسی اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای آلی و زیستی روی برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد کودهای زیستی میکوریزا و بیوسولفور نقش مؤثری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه انیسون دارد. علاوه‌بر این، مصرف تلفیقی کودهای زیستی در مقایسه با کاربرد جداگانه منابع کودی، اثرات مثبت بیش‌تری بر ویژگی‌های کمی و کیفی انیسون داشتند. دیپتی^۱ و همکاران (2018)، به بررسی غلظت‌های مختلف نیتروژن (۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد رویشی، گل‌دهی و کیفیت میوه فیسالیس پرداختند. در این مطالعه بهترین نتایج با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار حاصل شد. زارع و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به ارزیابی اثر کاربرد ترکیبی برخی کودهای آلی، شیمیایی و زیستی بر عملکرد و شاخص‌های کیفی حبه‌های زرشک بی‌دانه (*Berberis vulgaris* cv. Asperma) پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که بیش‌ترین میزان ویتامین ث، پی‌اچ میوه و عملکرد خشک به، متعلق به تیمار کاربرد ۵۰ درصد مقادیر کود شیمیایی و دامی+فسفات بارور ۲+ اسید هیومیک بود. باتوجه به پژوهش‌های اندکی در مورد تغذیه تلفیقی با کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک گیاه فیسالیس، این پژوهش به بررسی مدیریت

در کاربرد خاکی کودهای مختلف، مقدار مورد نیاز از هر کود (طبق غلظت توصیه شده توسط شرکت سازنده) در یک لیتر آب حل شد و در اطراف ریشه گیاه به صورت خاکی و تقسیطی دوبار در طول فصل رشد گیاه به فاصله ۲۱ روز به کار گرفته شد.

۵۵± درصد و شدت نور ۱۰۰±۶۰۰ میکرومول در مترمربع بر ثانیه (در شهرستان الیگودرز استان لرستان) کشت شدند. تمام کودهای مورد استفاده به صورت کاربرد خاکی و تقسیطی دوبار در طی دوره رشد، یکبار در مرحله ۶-۷ برگگی و کاربرد بعدی، سه هفته بعد از کاربرد اول (قبل از گل دهی) به کار برده شدند.

جدول ۱: برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه
Table 1: Some physical and chemical properties of the studied soil

پهش	هدایت الکتریکی	مواد آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی	رس	سیلت	شن
pH	EC	OC	N	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	Clay	Silt	Sand
دسی زیمنس بر متر			درصد	میلی گرم در کیلوگرم					درصد			
dS.m ⁻¹			Percentage	mg.kg ⁻¹					Percentage			
7.6	0.72	0.7	0.08	14	250	5.3	1.40	7.15	1.08	20.70	31.25	48

جدول ۲: برخی ویژگی های شیمیایی کود دامی و ورمی کمپوست مورد مطالعه
Table 2: Some chemical properties of manure and vermicompost studied

پهش	هدایت الکتریکی	نیتروژن	فسفر	آهن	مس	منگنز	روی
pH	EC	N	P	Fe	Cu	Mn	Zn
دسی زیمنس در متر			درصد	میلی گرم در کیلوگرم			
dS.m ⁻¹			Percentage	mg.kg ⁻¹			
6.8	1.7	1.6	8550	4223	70.8	360.7	239.5
7.8	2.3	0.353	4131	870.2	15.5	87.9	59.2

اندازه گیری صفات کمی و کیفی بوته

در پایان مرحله رشد رویشی به منظور بررسی اثر تیمارهای اعمال شده صفات مهمی از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد گره، فاصله میان گره، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک اندام های هوایی و ریشه (با استفاده از آون در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت) اندازه گیری گردید. ارتفاع گیاه با استفاده از خط کش و قطر ساقه با استفاده کولیس دیجیتالی اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری سطح برگ، یک برگ از گره سوم هر بوته جدا و سپس سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج (مدل A30325) اندازه گیری شد.

اندازه گیری صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

رنگدانه کلروفیل و کاروتنوئید

به منظور اندازه گیری کلروفیل و کاروتنوئید ۰/۱ گرم بافت برگ تازه در هاون چینی با ازت مایع خرد و با ۱۰ میلی لیتر استون خالص، مخلوط گردید و پس از سانتریفیوژ، با استفاده از اسپکتروفتومتری، جذب محلول در طول موج های ۶۴۵، ۶۶۲ و ۴۷۰ نانومتر اندازه گیری شد. میزان کلروفیل a، کلروفیل b،

کلروفیل کل و کاروتنوئید بر حسب میلی گرم در گرم وزن تر برگ، به دست آمد (لیچنتالر^۱، ۱۹۸۷).

اندازه گیری غلظت NPK

برای تجزیه گیاه یک گرم ماده خشک گیاه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد خاکستر شده و سپس ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به آن افزوده شد تا نمونه حل شود. سپس نمونه های حل شده از کاغذ صافی عبور داده شد و حجم محلول صاف شده با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد و غلظت پتاسیم با دستگاه شعله سنج اندازه گیری شد. غلظت عناصر نیتروژن و فسفر نیز به ترتیب با روش های کج لدا (برمنر^۲ و همکاران، ۱۹۹۶) و آمونیوم مولیبدات وانادات (چاپمن و پرات^۳، ۱۹۶۲) اندازه گیری شدند.

عملکرد میوه در بوته

برای تعیین عملکرد کل، در هر کرت دو ردیف کناری و سه متر از ابتدا و سه متر از انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه ای حذف

1. Lichtenthaler
2. Bremner
3. Chapman and Pratt

مواد آلی به‌عنوان عامل چسباننده، ذرات خاک را به هم پیوند داده و ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد و خاک را برای رشد گیاهان آماده می‌سازد. بنابراین علاوه بر گسترش ریشه، قابلیت نگهداری آب خاک افزایش و در نتیجه آب بیش‌تری برای جذب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (جات و احلاوات^۳، ۲۰۰۴).

تعداد و سطح برگ

نتایج نشان داد اثرات اصلی بستر کشت و اثرات فرعی بر تعداد برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد، در حالی که اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر بسترهای کشت (شکل ۲-ا) بر تعداد برگ نشان داد که بیش‌ترین تعداد برگ در بستر کود دامی + ورمی‌کمپوست (۲۶۹ عدد در بوته) به‌دست آمد؛ هرچند با بستر ورمی‌کمپوست، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج مقایسه میانگین سطح برگ نشان داد که بیش‌ترین میزان سطح برگ در بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۴۴۳/۷ سانتی‌متر مربع) به‌دست آمد (شکل ۱-ب). هم‌چنین کم‌ترین تعداد و سطح برگ در تیمار شاهد مشاهده شد که با برخی سطوح دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر ترکیبات کودی مختلف بر تعداد برگ نشان داد که بیش‌ترین تعداد برگ مربوط به کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۲۷۶ عدد) می‌باشد. هرچند با کود سوپر هیومیک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. هم‌چنین کم‌ترین تعداد برگ در تیمار شاهد مشاهده شد که با برخی سطوح کودی، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد کودهای آلی با قابلیت افزایش دسترسی به عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه با افزایش شاخص سطح برگ گیاه و تراکم بیش‌تر کانونی، موجب افزایش کارایی محصول در استفاده از انرژی نورانی و سنتز بیش‌تر مواد فتوسنتزی می‌شوند.

برگ به‌عنوان اصلی‌ترین اندام گیاهی جهت انجام عمل فتوسنتز و تولید آسمیلات در گیاه، از نقش مهمی برخوردار است. با افزایش تعداد برگ و سطح آن، گیاه می‌تواند از نور به حد کافی در ساخت‌وساز مواد غذایی بهره گرفته و میزان فتوسنتز افزایش پیدا کند. بنابراین برتری تیمار کودهای آلی و زیستی می‌تواند به‌دلیل اثر مثبت نیتروژن روی رشد رویشی باشد. به نحوی که برتری کاربرد نانو کود بیولوژیک نسبت به سایر تیمارهای کودی را می‌توان به اثرهای مثبت باکتری‌های

شد و در تمام بوته‌های موردبررسی، عملکرد میوه به‌صورت کیلوگرم در بوته گزارش شد.

مواد جامد محلول

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر رومیزی در دمای اتاق برحسب درجه بریکس قرائت گردید. داده‌ها برحسب شاخص بریکس یادداشت شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel و SAS و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورفولوژیکی

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل بستر کاشت و ترکیبات کودی در سطح یک درصد ($P < 0/01$) بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱-ا) نشان داد که در همه‌ی بستر کشت‌ها، نانو کود بیولوژیک بیومیک بیش‌ترین مقدار را نشان داد به‌طوری‌که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان ارتفاع گیاه، به‌ترتیب در تیمار شاهد (بدون کود) (۹۶/۳۳ سانتی‌متر) و در بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۱۳۱/۳ سانتی‌متر) مشاهده شد؛ هرچند از نظر آماری با برخی سطوح دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت. احتمالاً ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و فعالیت ریزوموجودات، باعث تجمع نیتروژن شده و در نتیجه سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (آتی‌ه^۱ و همکاران، ۲۰۰۲). در همین رابطه، توماتی و گالی^۲ (۱۹۹۵) بیان داشتند که تحریک تولید موادی شبیه به اکسین در زمان مصرف ورمی‌کمپوست، علت افزایش ارتفاع گیاهان می‌باشد. هم‌چنین، از آنجا که اسیدآمینو تریپتوفان پیش‌ماده سنتز ایندول استیک اسید می‌باشد، وجود عنصر روی در ساختمان این اسیدآمینو ضروری است و ورمی‌کمپوست غنی از مواد مغذی از جمله روی می‌باشد، بنابراین این کود می‌تواند با تأثیر بر سنتز هورمون‌ها، به‌ویژه اکسین، باعث افزایش رشد و متعاقب آن ارتفاع گیاه شود. از سوی دیگر مواد آلی در خاک موجب اصلاح ساختمان آن می‌شود، به‌طوری‌که

1. Atiyeh
2. Tomati and Galli

کودهای زیستی در محیط ریشه (ریزوسفر) تأثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته و منجر به افزایش قطر ساقه گردیده است.

ویژگی‌های فیزیولوژیکی

وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح بستر کاشت، ترکیبات کودی مختلف و بر وزن تر و خشک اندام هوایی فیسالیس در سطح یک درصد معنی‌دار است. همچنین اثر متقابل تیمارها بر وزن تر اندام هوایی گیاه در سطح یک درصد و بر وزن خشک در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در همه‌ی تیمارها بستر کشت، نانو کود بیولوژیک بیومیک بیش‌ترین مقدار را نشان داد. به‌طوری‌که کم‌ترین و بیش‌ترین وزن تر (شکل ۳-a) و خشک (شکل ۳-b) اندام هوایی، به‌ترتیب در تیمار شاهد (بدون کود) (۱۳۴/۲) و ۴۴/۵ گرم در هر بوته) و در تیمار بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۴۱۹ و ۹۹ گرم در هر بوته) وجود داشت. هرچند از نظر آماری با برخی تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تحقیقات نشان می‌دهند که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه به‌ویژه نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاهان شود (ارانکون و همکاران، ۲۰۰۳). ورمی‌کمپوست علاوه‌بر تأمین عناصر پرمصرف گیاه، عناصر کم مصرف را نیز تأمین می‌نماید و چون آزادسازی عناصر غذایی از این منابع کودی به‌صورت تدریجی انجام می‌شود، هدرروی عناصر کاهش و قابلیت گیاه برای جذب این عناصر و در نتیجه رشد افزایش می‌یابد (دانیل و اندرسون^۵، ۱۹۹۲). سودوموناس موجود در کود زیستی با تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد و از طریق تثبیت نیتروژن و بهبود در جذب نیتروژن و فسفر منجر به افزایش رشد، نمو و بیوماس گیاه می‌شود، از این طریق با افزایش جذب فسفر و غلظت نیتروژن موجب تحریک رشد اندام‌های هوایی می‌شود (پال^۶ و همکاران، ۲۰۰۱). ازجمله دلایل تأثیر ورمی‌کمپوست و کود دامی بر افزایش وزن خشک بوته را می‌توان اثر مثبت کاربرد این ماده بر خواص فیزیکی خاک دانست که موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش خلل و فرج و بهبود تهویه‌ی خاک می‌شود. از سوی دیگر، ورمی‌کمپوست دارای مقادیری مواد غذایی بوده که قابلیت جذب توسط گیاهان را افزایش می‌دهد (بارتل^۷ و همکاران، ۲۰۰۴). پاسبان^۸ و همکاران (۲۰۱۵) افزایش وزن

موجود نسبت داد که علاوه‌بر تأمین کافی نیتروژن، از طریق سنتز و ترشح مواد محرک رشد، موجبات رشد و توسعه گیاه را فراهم می‌آورند.

تعداد گره، فاصله میان‌گره و قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر این بود، که اثرات اصلی، اثرات فرعی و متقابل بستر کاشت در سطح یک درصد بر صفات تعداد گره و قطر ساقه اصلی و بر فاصله میان‌گره در سطح پنج درصد معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کم‌ترین تعداد گره (۴۰)، فاصله میان‌گره (۳۰ سانتی‌متر) و قطر ساقه، به‌ترتیب در تیمار شاهد (بدون کود) (شکل ۱-c و ۱-d). بیش‌ترین تعداد گره (۶۲) و فاصله میان‌گره (۸/۵ سانتی‌متر) در تیمار بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد کود نانو بیولوژیک بیومیک مشاهده شد هرچند از نظر آماری با برخی تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند. خواص فیزیکی و شیمیایی موجود در کودهای آلی و زیستی با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد باعث افزایش تجمع نیتروژن در گیاه توسط گیاه شده و با افزایش تجمع نیتروژن فاکتورهای رشد گیاه از جمله تعداد گره افزایش خواهد یافت (ارانکون^۱ و همکاران، ۲۰۰۳). از آنجایی که عنصر پتاسیم از عوامل اساسی در رشد میان‌گره‌ها می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که میزان بالای پتاسیم، علت افزایش فاصله میان‌گره‌ها می‌باشد. با توجه به ضرورت وجود نیتروژن برای بهبود رشد رویشی گیاه، چنین به‌نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک به‌دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن باعث بهبود شرایط برای رشد، تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش فاصله اولین میان‌گره از سطح خاک شده است. تعداد زیادی از محققین نیز بهبود رشد گیاهان مختلف را در اثر تلقیح با کودهای بیولوژیک به‌دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن گزارش کرده‌اند (میگاهد^۲ و همکاران، ۲۰۰۴).

می‌توان بیان نمود که ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک (سینگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۸) و در نتیجه فراهمی بیش‌تر عناصر غذایی، میزان فتوسنتز را افزایش داده و باعث افزایش قطر ساقه شده است. نتایج تحقیقات هامید^۴ و همکاران (۲۰۰۶) نیز موید یافته‌های فوق می‌باشد. به‌نظر می‌رسد وجود ریزوموجودات ناشی از کاربرد

5. Daniel and Anderson

6. Pal

7. Bartal

8. Pasban

1. Arancon

2. Migahed

3. Singh

4. Hameeda

نسبت دادند. برخی دیگر از ویژگی‌های مثبت ورمی‌کمپوست که موجب افزایش رشد گیاهان می‌شود، مربوط به بهبود خواص فیزیکی و زیستی خاک است (آنتیه و همکاران، ۲۰۰۲). به‌نظر می‌رسد حضور میکروارگانیسم‌های موجود در نانو کود بیولوژیک، از طریق تولید هورمون‌های گیاهی باعث افزایش رشد گیاه و اختصاص کربن بیش‌تر به ریشه می‌شود، که عامل اخیر می‌تواند سبب افزایش وزن ریشه شود.

رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی سطوح بستر کاشت و اثرات فرعی ترکیبات مختلف کودی بر کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید در سطح یک درصد معنی‌دار شد. درحالی‌که اثر متقابل بین تیمارها بر تمام صفات به‌جز کلروفیل b معنی‌دار شد. مقایسات میانگین اثر متقابل بستر کاشت و ترکیبات کودی نشان داد که کم‌ترین و کلروفیل a (۶ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) b (۵/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه)، کل (۱۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) و کاروتنوئید (۳/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) به‌ترتیب در تیمار شاهد (بدون کود) بود (شکل ۳-۳، c-۲، e-۳). اما در تیمار بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک بیش‌ترین کلروفیل a (۸/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه)، b (۷ میلی‌گرم در گرم وزن تازه)، کل (۱۶ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) و کاروتنوئید (۶ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) به‌دست آمد. درحالی‌که این افزایش با برخی سطوح دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت.

نتایج نشان داد کاربرد بستر کاشت ورمی‌کمپوست + کود دامی، ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد (بدون کود)، میزان کلروفیل b را به‌ترتیب به میزان ۲۸/۶۸ درصد افزایش داد. درحالی‌که بین سایر بسترهای کشت با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک، سوپر هیومیک، نانوکلات آهن، کلات پتاس و کود شیمیایی NPK به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد (بدون کود)، میزان کلروفیل b را به‌ترتیب به میزان ۱۶، ۱۵، ۱۴/۵، ۸/۸ و ۳ درصد افزایش داد. هرچند بین کودهای نانوبیولوژیک و سوپرهیومیک، تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۲-۲). مقایسات میانگین اثر متقابل بستر کاشت و ترکیبات کودی نشان داد که در بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک، میزان کلروفیل کل به میزان ۱۸/۳ میلی‌گرم در گرم وزن تازه افزایش یافت و کم‌ترین میزان هم در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳-۳). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین میزان کاروتنوئید، در بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و

خشک بوته را در اثر استفاده از کود دامی و ورمی‌کمپوست گزارش کردند. افزایش وزن خشک برگ گیاه در شرایط کاربرد کود بیولوژیک می‌تواند به‌دلیل بهبود شرایط رشدی برای توانایی این میکروارگانیسم‌های خاکزی در تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (مانند جیبرلین، اکسین و سیتوکینین و ترشح انواع مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های گروه B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک و بیوتین و هم‌چنین حذف عوامل بیماری‌زای خاکزی (خرم‌دل و همکاران، ۱۳۸۹) باشد.

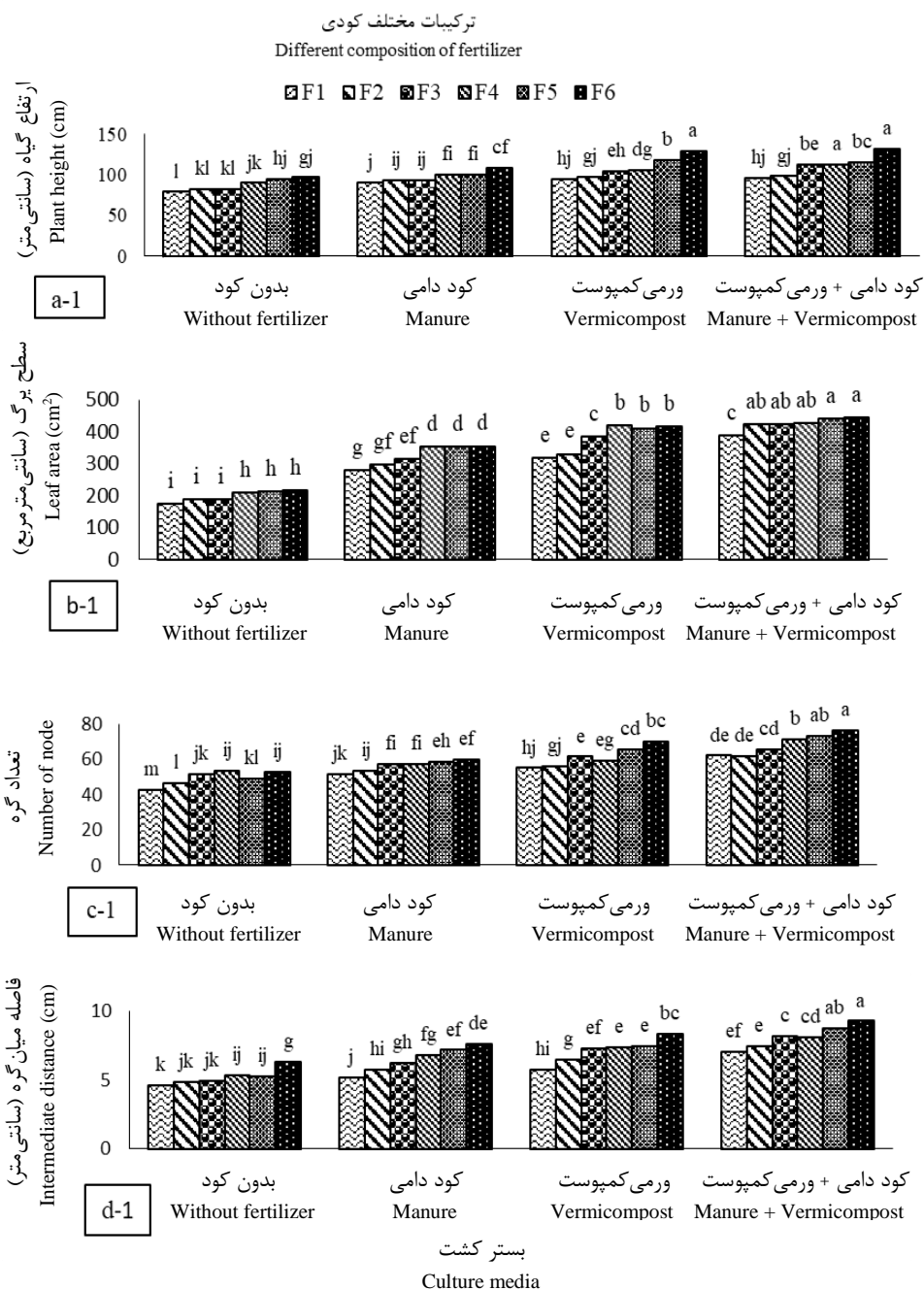
وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و اثرات فرعی بر وزن تر و خشک ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار است. هم‌چنین اثر متقابل تیمارها بر وزن خشک ریشه گیاه در سطح یک درصد و بر وزن تر ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. مقایسات میانگین اثر متقابل بستر کاشت (اثرات اصلی) و ترکیبات کودی (اثرات فرعی) نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن تر ریشه (۶۵ گرم) در تمامی بسترهای کشت مربوط به نانو کود بیولوژیک بیومیک است به‌طوری‌که در بستر کشت کود دامی + ورمی‌کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۶۶/۷ گرم در هر بوته) میزان وزن تر ریشه افزایش یافت. هرچند این میزان با کاربرد کود سوپر هیومیک، اختلاف معنی‌داری نداشت. هم‌چنین کم‌ترین میزان وزن تر ریشه در تیمار شاهد (بدون کود) (۳۸/۱ گرم در هر بوته) مشاهده شد. درحالی‌که با سطح کاربرد کود شیمیایی NPK تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳-۳).

هم‌چنین نتایج نشان داد کاربرد بستر کاشت ورمی‌کمپوست + کود دامی، ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد (بدون کود)، وزن خشک ریشه را به‌ترتیب به‌میزان ۶۳/۱۳، ۳۰/۱۸ و ۱۹/۷۶ درصد افزایش داد (شکل ۲-۲). کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک، سوپر هیومیک، نانوکلات آهن، کلات پتاس و کود شیمیایی NPK به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد (بدون کود)، وزن خشک ریشه را به‌ترتیب به‌میزان ۴۷/۹، ۳۴/۵، ۳۰/۷ و ۱۷/۹ و ۹/۴ درصد افزایش داد. باخمن و متسگرا (۲۰۰۸) گزارش کردند که اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث شد که مساحت برگ و وزن ریشه و ساقه در گل همیشه‌بهار فرانسوی افزایش پیدا کند. این محققین بهبود رشد گیاه را به بیش‌تر بودن فراهمی عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و هم‌چنین عناصر کم‌مصرف در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست

ریحان (زرندی تهامی و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت دارد. در تایید افزایش کلروفیل با استفاده از تیمار ورمی کمپوست، آتیه و همکاران (2002) بیان کردند که یونهای آمونیومی توسط موادی که دارای بار منفی هستند به طور سطحی جذب می شوند و یا طی فرایند نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می شوند. جذب ترکیبات نیتراته از یک طرف و افزایش میزان عنصری نظیر آهن و منگنز در گیاهان تحت تیمار ورمی کمپوست از طرف دیگر، خود دلیلی بر افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه می باشد.

با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۶/۰۳ میلی گرم در گرم وزن تازه) وجود داشت. هر چند از نظر آماری با برخی تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین کمترین میزان این صفت در تیمار شاهد (بدون کود) وجود داشت که از نظر آماری با برخی سطوح دیگر اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۳-f). کودهای آلی و زیستی با افزایش و آزادسازی تدریجی عناصر غذایی موثر در سنتز کلروفیل مانند نیتروژن، آهن و منیزیم و همچنین افزایش نور جذب شده توسط گیاه باعث افزایش میزان کلروفیل برگ و در نتیجه سبزیگی برگ می شود. نتایج به دست آمده با نتایج محققین در گیاه دارویی



شکل ۱: اثر متقابل بسترهای کشت و کاربرد مختلف کودی بر صفات مورفولوژیک گیاه فیسالیس.

* میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نیستند

Fig. 1: Interaction of culture media and different fertilizer applications on morphological traits of *Physalis*.
* Means with the same letter in each treatment are not significantly different at 5% of probability level-using Duncan test

تعداد میوه در بوته (گرم در بوته)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، اثرات اصلی و متقابل بستر کاشت و ترکیبات کودی به ترتیب در سطح احتمال یک درصد بر تعداد میوه در بوته معنی دار است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان تعداد میوه در بوته (۲/۱۰ گرم در بوته) در تمامی بسترهای کشت مربوط به نانو کود بیولوژیک بیومیک است به طوری که کمترین و بیشترین تعداد میوه در هر بوته، به ترتیب در تیمار شاهد (بدون کود) (۰/۴۹ گرم در هر بوته) و در تیمار بستر کشت کود دامی + ورمی کمپوست و با کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک (۲/۲۹ کیلوگرم در هر بوته) به دست آمد. هرچند از نظر آماری با برخی تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل ۳-۳g).

چنین به نظر می رسد که تلفیق ورمی کمپوست و کود دامی با تأمین به موقع و متوازن عناصر غذایی برای فیسالیس و نیز نگهداری مناسب رطوبت در طی رشد رویشی گیاه، زمینه لازم را جهت بهبود رشد و افزایش وزن میوه در بوته فراهم نموده است. در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست کاغذی گزارش شد که کودهای گاوی، گوسفندی و ورمی کمپوست منجر به افزایش وزن میوه در بوته در مقایسه با شاهد شدند (جهان و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش دیگری، محققین بیان کردند کاربرد کود زیستی، عملکرد گیاه گوجه فرنگی را ۱۷۹/۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (نعمتی و همکاران، ۱۳۹۴).

مواد جامد محلول

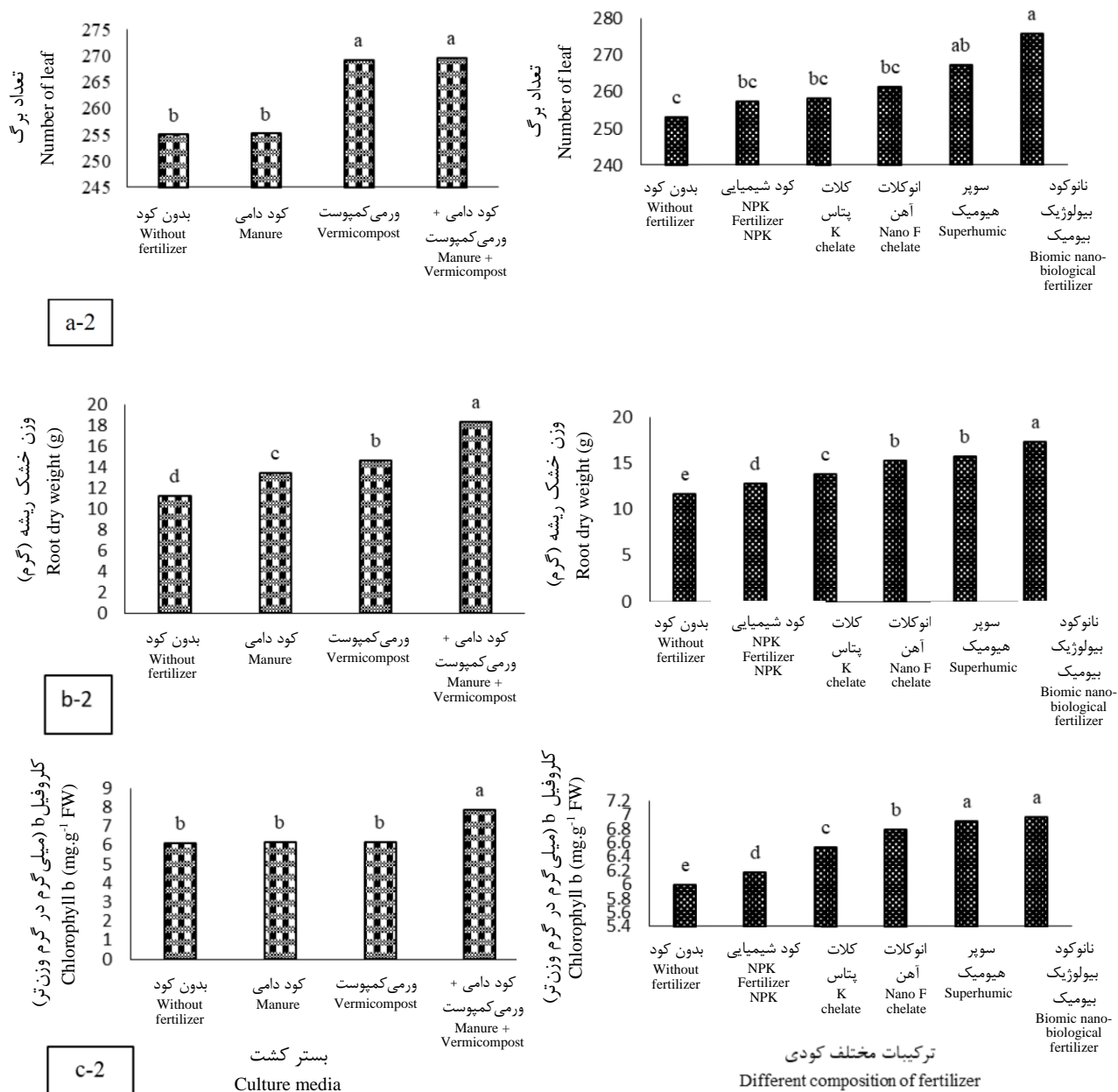
نتایج نشان داد اثرات اصلی و متقابل سطوح بستر کاشت و اثرات فرعی بر میزان مواد جامد محلول در سطح یک درصد معنی دار است. استفاده از بستر کشت ورمی کمپوست + کود دامی و کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک، بیشترین میزان مواد جامد محلول به میزان ۱۶/۵ درجه بریکس و کمترین این شاخص در تیمار شاهد (بدون کود) به میزان ۱۴ درجه بریکس مشاهده شد. که با برخی سطوح دیگر از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند (شکل ۳-۳h). در بستر کشت تلفیقی ورمی کمپوست و کود گاوی و کود نانو، مقدار مواد جامد محلول میوه افزایش یافت. به نظر می رسد که پتاسیم موجود در این کودها زیاد بوده و از آنجایی که این عنصر در سنتز انواع کربوهیدراتها (ساکارز، نشاسته و گلوکز) نقش دارد، بنابراین تأثیر مهمی بر رشد و نمو کیفیت میوه می گذارد (هویرا، ۱۹۸۵).

غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)

بررسی غلظت عناصر غذایی در گیاه، از پارامترهای مهم در تیمارهای کودی و تغذیه ای است که در ارزیابی نتایج به دست آمده توسط تولیدکننده، کمک دهنده است. در همین رابطه، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل سطوح بستر کاشت و ترکیبات مختلف کودی بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). بیشترین غلظت نیتروژن (شکل ۴-۳a)، فسفر (شکل ۴-۳b) و پتاسیم (شکل ۴-۳c) به ترتیب (۲/۳۵ درصد)، (۰/۵۵ درصد) و (۳/۵ درصد) در تیمار بستر کشت ورمی کمپوست + کود دامی و کاربرد نانو کود بیولوژیک بیومیک بود در حالی که کمترین غلظت نیتروژن (شکل ۴-۳a)، فسفر (شکل ۴-۳b) و پتاسیم (شکل ۴-۳c) به ترتیب (۱/۱۵ درصد)، (۰/۳۲ درصد) و (۲/۱۰ درصد) در تیمار شاهد (بدون کود) مشاهده گردید (شکل ۴-۳a) که از نظر آماری با برخی سطوح دیگر تفاوت معنی داری نداشتند. ورمی کمپوستها، به ویژه آنهایی که از فضولات حیوانی حاصل می شوند نسبت به دیگر کمپوستها دارای مقادیر بیشتر عناصر غذایی هستند که به راحتی به شکل های قابل استفاده برای گیاه مانند نیتروژن نیتراتی، فسفر قابل تبادل و پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول تبدیل می شوند (دوارز و بروز، ۱۹۸۸). خواص فیزیکی و شیمیایی اسید هیومیک موجود در ورمی کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون های تنظیم کننده رشد باعث تجمع نیتروژن توسط گیاه می گردد (تورو و همکاران، ۱۹۹۷). ورمی کمپوست موجب تحریک میکروارگانیسم های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به ویژه نیتروژن و فسفر گیاه می شود (جیابال و کوپوسوامی، ۲۰۰۱). هم چنین به نظر می رسد کاربرد کود آلی با قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروبه های مفید خاک و توانایی در افزایش نیتروژن نیتراتی سبب بهبود جذب عناصر معدنی شده و بر میزان پتاسیم جذب شده توسط برگ در مرحله انتقال تأثیر داشته است (لیت و همکاران، ۱۹۹۰).

2. Edwards and Burrows
3. Toro
4. Jeyabal and Kuppaswamy
5. Eliot

1. Huber



شکل ۲: اثر ساده بسترهای کشت و کاربرد مختلف کودی بر صفات مورد بررسی گیاه فیسالیس

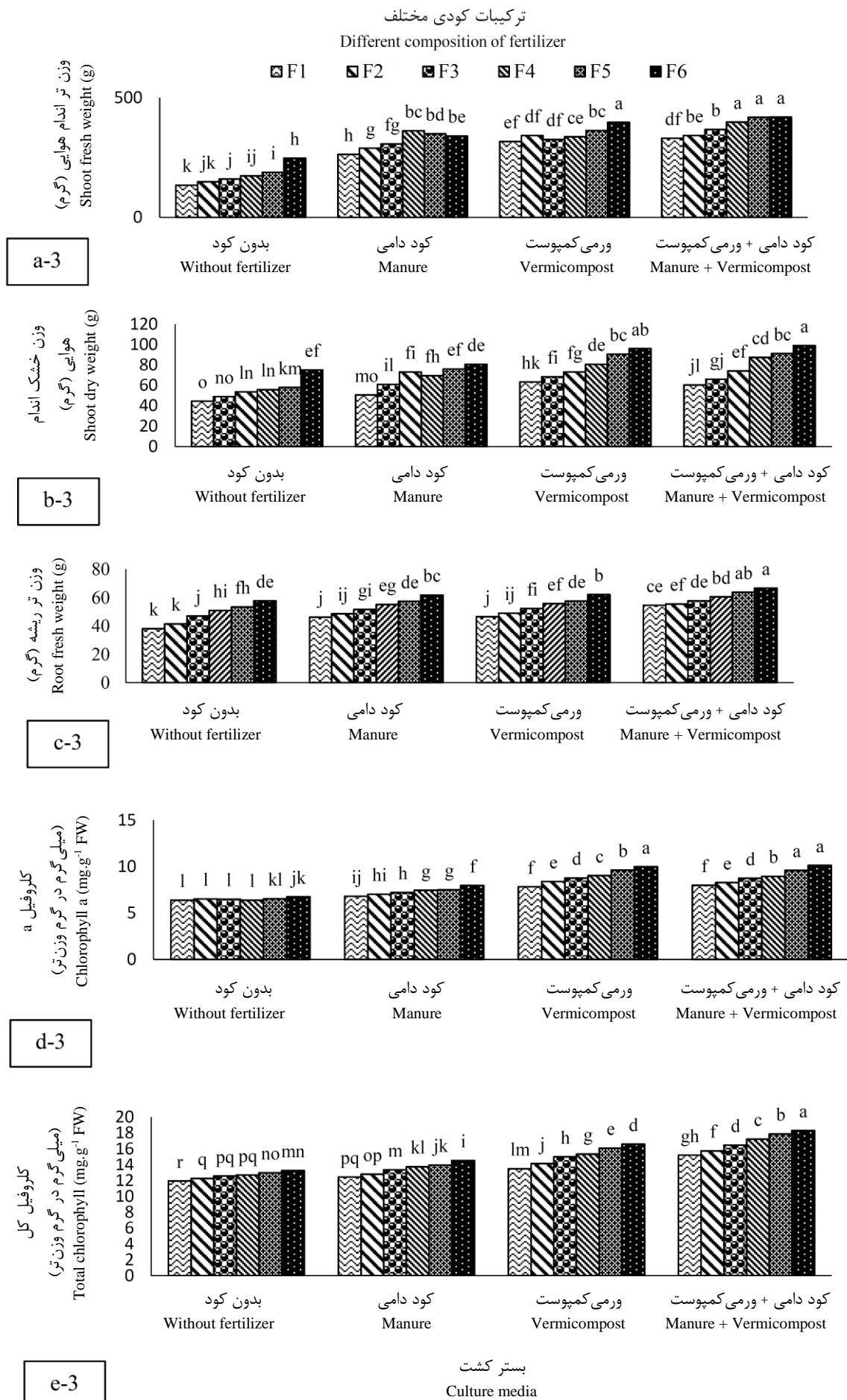
* میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن نیستند

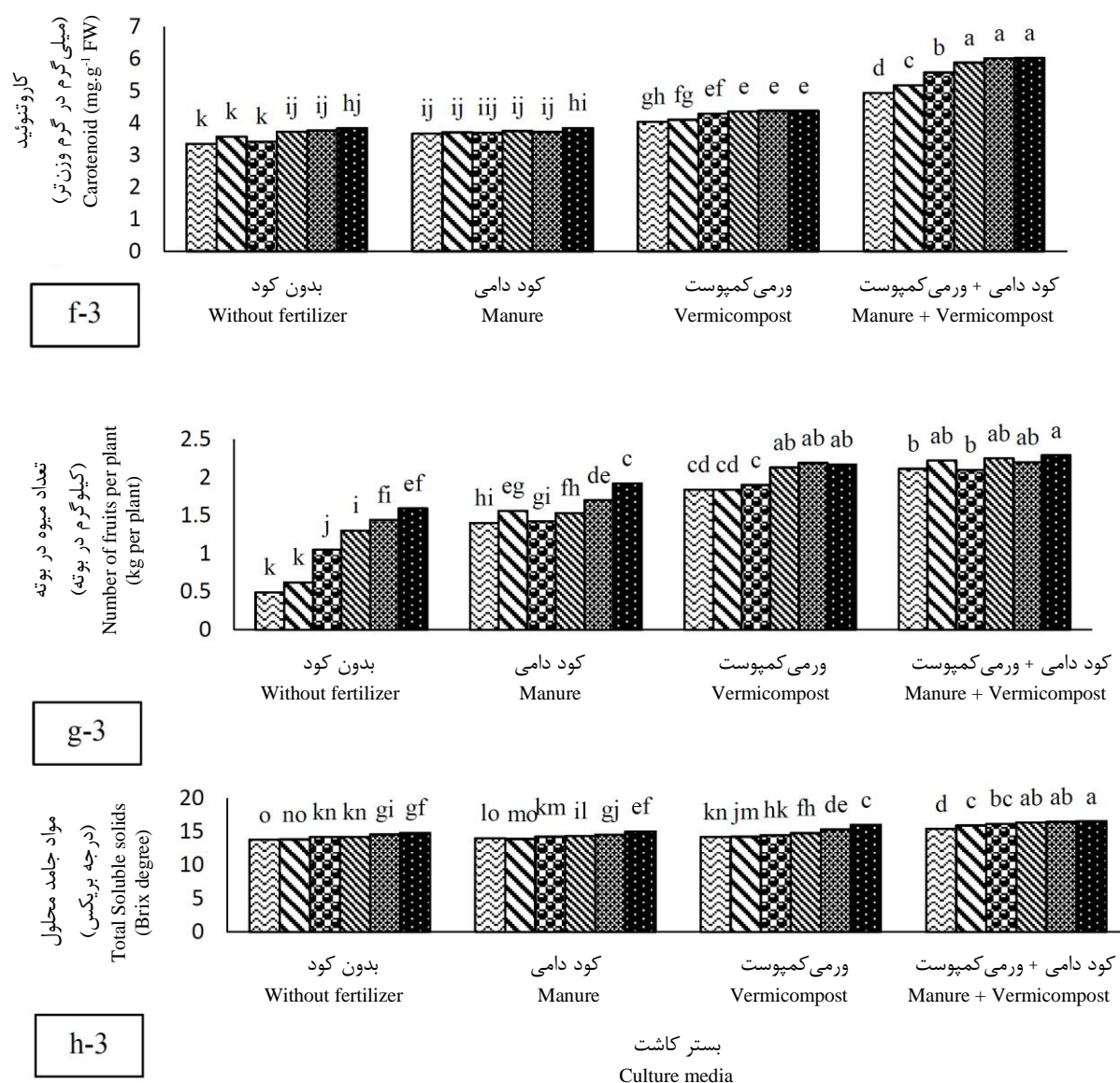
Fig. 2: Simple effect of culture media and different applications of fertilizer on the studied traits of Physalis

* Means with the same letter in each treatment are not significantly different at 5% of probability level-using Duncan test

همکاران (2006) اظهار داشتند که موجودات تثبیت‌کننده نیتروژن، نیتروژن قابل‌دسترس را در ریزوسفر خاک افزایش داده و به‌دنبال آن باعث افزایش غلظت نیتروژن در گیاه می‌گردد. مصرف کودهای زیستی مطلوب، از طریق ایجاد اثرات تقویت‌کننده و مثبت میکروارگانیسم‌های موجود در آن‌ها بر یک‌دیگر، با رهاسازی کند و مداوم فسفر از منابع آلی و معدنی موجود در خاک موجب تامین فسفر موردنیاز گیاه و بهبود رشد گیاه می‌شود (ددرزی و همکاران، ۱۳۸۸).

کود دامی و ورمی کمپوست به‌عنوان منبع‌های غنی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو نه تنها با تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد را افزایش می‌دهند، بلکه باعث تشدید فعالیت‌های زیستی در خاک و اثرات مثبت ناشی از آن می‌شوند. فعالیت این موجودات سبب افزایش تولید هوموس، افزایش معدنی شدن عناصر غذایی و گردش سریع‌تر مواد، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان به‌ویژه فسفر و تثبیت نیتروژن می‌شود (جیبال و کوپوسومی، 2001). رابوا^۱ و





شکل ۳: اثر متقابل بسترهای کشت و کاربرد مختلف کودی بر صفات فیزیولوژیکی گیاه فیسالیس.

* میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن نیستند

Fig. 3: Interaction of culture media and different fertilizer applications on physiological traits of Physalis.

* Means with the same letter in each treatment are not significantly different at 5% of probability level-using Duncan test

نتیجه‌گیری کلی

سبب افزایش ویژگی‌های رشدی و غلظت عناصر غذایی توانسته است موجب افزایش وزن تر و خشک بوته و به دنبال آن افزایش عملکرد بوته و افزایش غلظت مواد جامد محلول در میوه و افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه شود. از همین رو توصیه می‌شود بستر کاشت ورمی کمپوست با پنج تن در هکتار در تلفیق با کود دامی ۲۰ تن در هکتار و به‌کارگیری نانو کود بیولوژیک بیومیک در برنامه کشت و تغذیه گیاه فیسالیس به کار رود.

در این مطالعه اثر بسترهای مختلف کشت و کودهای مختلف بر جذب عناصر غذایی و شاخص‌های مختلف مورفوفیزیولوژیکی گیاه فیسالیس (عروسک پشت‌پرده) در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. از نتایج این مطالعه، می‌توان بیان نمود که افزایش سطوح ورمی کمپوست سبب افزایش وزن تر، خشک، ارتفاع و غلظت عناصر موردبررسی در این پژوهش گردید. به‌طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد کودهای بیولوژیک با داشتن مزایای متعدد مانند قدرت نگهداری آب، بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک،

References

- Alam, I., Kumar, A., Mohan Kumar, B. And Kumar Ravi, A. 2018. Effect of different chemicals in enhancing yield of Cape- Gooseberry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7: 3239-3245.
- Ano, A. O. and Agwu, J. A. 2005. Effect of animal manure on selected soil chemical properties, *Journal of Soil Science*, 15 (1): 14-19.
- Arancon, N. Q., Galvis, P. A. and Edwards, A. 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology*, 96 (10): 1137-1142.
- Arif, M., Chohan, M. A., Ali, S., Gul, R. and Khan, S. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 1 (4): 30-34.
- Ashley, M. K., Grant, M. and Grabov, A. 2006. Plant responses to potassium deficiencies: a role for potassium transport proteins. *Journal of Experimental Botany*, 57: 425-436.
- Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A. and Metzger, J. D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84 (1): 7-14.
- Bartal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D. V. and Fine, P. 2004. Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. *Environmental Quality*, 33: 1855-1865.
- Bremner, J. M., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabaian, M. A., Johnston, C. T. and Sumner, M. E. 1996. Nitrogen-Total. *Methods of Soil Analysis. Part 3-Chemical Methods*, 1085-1121.
- Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1962. *Methods of analysis for soils, plants and waters*. Soil Science, 93 (1): 60-62.
- Daniel, O. and Anderson, J. M. 1992. Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm *Lumbricus rubellus* Hoffmeister. *Soil Biological Biochemistry*, 24: 465-470.
- Darzi, M., Qalavand, A. and Rejali, F. 2018. The effect of using biological fertilizers on the absorption of N, P, K elements and grain yield in the medicinal plant of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 25 (1): 1-19.
- Deepti, S., Singh and Avinash Pratap Singh, K. 2018. Effects of varying doses of nitrogen and phosphorus on vegetative growth, flowering and fruit quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana* Linn), *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (2): 126-135.
- Edwards, C. A. and Burrows, I. 1988. *Potential of Earthworm Composts as Plant Growth Media*. Earthworms in Waste and Environmental Management/Edited by Clive, A. Edwards, and Edward, F. Neuhauser.
- Eliot, P. W., Knight, D. and Anderson, J. M. 1990. Denitrification in earthworm casts and soil from pastures under different fertilizer and drainage regimes. *Soil Biology and Biochemistry Technology*, 27 (11): 1819-1825.
- Hameeda, B., Rupela, O. P., Reddy, G. and Satyavani, K. 2006. Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 44: 260-266.
- Huber, S. C. 1985. Role of Potassium in Photosynthesis and Respiration. PP. 369-391. In: Munson, R. D. (Ed.), *Potassium in Agriculture*, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
- Jat, R. S. and Ahlawat, I. P. S. 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agriculture Science*, 74 (7): 359-361.
- Jeyabal, A. and Kuppuswamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy*, 15 (3): 153-170.
- Kamaistani, N., Rizvani-Moghadam, P., Jahan, M. and Rejali, F. 2014. Investigating the effect of separate and combined application of organic and biological fertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of anise medicinal plant (*Pimpinella anisum* L.). *Agricultural Research of Iran*, 13 (1): 62-70.
- Kamayestani, N., Rezvani Moghaddam, P., Jahan, M. and Rejali, F. 2015. Effects of single and combined application of organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of Anisum (*Pimpinella anisum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13 (1): 62-70.
- Karakut, Y., Unlu, H. and Pedem, H. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Plant Soil Science*, 59 (3): 233-237.
- Khorramdel, S., Kokhaki, A. R., Nasiri Mahalati, M. and Ghorbani, R. 1389. The effect of biological fertilizers on the yield and yield components of black seed medicinal plant (*Nigella sativa* L.). *Iranian Agricultural Research*, 8 (5): 758-766.
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoid pigments of photosynthetic biomembranes. *Meth. in Enzym.* 148: 350-382.
- Migahed, H. A., Ahmed, A. E. and Abd El-Ghany, B. F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolens* under calcareous soil. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 12: 511-525.
- Mukhopadhyay, S. S. 2014. Nanotechnology in agriculture: prospects and constraints. *Nanotechnology, Science and Applications*, 7: 63-71.
- Narkhede, S. D., Attarde, S. B. and Ingle, S. T. 2011. Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). *Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 6 (3): 327-332.
- Nemati, A., Golchin, A. and Bisharati, H. 2014. Investigating the effects of biofertilizers on the yield and yield components of tomato plants in a soil contaminated with cadmium. *Soil Research*, 29(1): 23-36.

- Pal, K. K., Tilak, V. B. R., Saxena, A. K., Dey, R. and Singh, C. S. 2001. Suppression of maize root diseases caused by *Macrophomia phaseolina*, *Fusarium moniliforme* and *Fusarium graminearum* caused by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*, 156 (3): 209-223.
- Pasban, F., Balouchi, H., Yadavi, A., Salehi, A. and Attarzadeh, M. 2015. The role organic and biological fertilizers in qualitative and quantitative yield of soybean (*Glycine max* L.) cv. Williams. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25 (3): 137-149.
- Raad, M. T., Balaket, A. and Mohson Salman, A. 2014. Effect of humic acid and water quality on peroxidase and catalase enzymes activity in leaves of data palms cv. barhee. *Global Journal of Bio- Science and Biotechnology*, 3 (4): 402-405.
- Rawia, A., Eid, S., Abo-sedera, A. and Attia, M. 2006. Influence of nitrogen fixing bacteria incorporation with organic and/or inorganic nitrogen fertilizers on growth, flower yield and chemical composition of *Celosia argentea*. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2: 450-458.
- Salehi, A., Fallah, S., Iranipour, R. and Abasi surki, A. 2014. Effect of application time of integrated chemical fertilizer with cattle manure on the growth, yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agroecology*, 6 (3): 495-507.
- Shahsavani, S., Mahmmodi, M., Garangic, S. and Gran Malik, S. 2015. Study on the effect of combined application of manure and chemical fertilizers on some properties of Thompson novel orange juice. *Journal of Horticultural Science*, 29 (2): 314-321.
- Siah Mansour, S., Ehtsham Nia, A. and Rezainejad. A. 2019. The effect of foliar spraying of salicylic acid on the morphophysiological and biochemical characteristics of *Physalis peruviana* L. under salinity stress conditions. *Plant Production Research*, 27(1): 165-178.
- Singh, R., Sharma, R. R., Kumar, S., Gupta, R. K. and Patil, R. T. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry. *Bioresource Technology*, 99: 8507-8511.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Zevallos, L. C. and Byrne, D. H. 2006. Tropical altitudes, *Acta Hort*, 531: 263-267.
- Tomati, U. and Galli, E. 1995. Earthworms, soil fertility and plant productivity. *Acta Zoologica Fennica*, 196: 11-14.
- Toro, M., Azcon, R. and Barea, J. M. 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilising rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (32p) and nutrient cycling. *Applied and Environmental Microbiology*, 63 (11): 4408-4412.
- Verma, A., Singh, S. P., Kumar Singh, R. and Kumar Singh, B. 2017. Response of chlorophyll and nutrients concentration in leaves of cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) to integrated nutrient management, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (9): 2647-2651.
- Verma, N., Dwivedi, D. H., Kishor, S. and Singh, N. 2017. Impact of integrated nutrient management on growth and fruit physical attributes in Cape gooseberry, *Physalis peruviana*, *Agricultural Communication*, 10 (4): 672-675.
- Zarandi Tahami, M. K., Rizvani Moghadam, P. and Jahan, M. 2019. Comparison of the effect of organic and chemical fertilizers on the yield and percentage of essential oil of the medicinal basil plant (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Ecology*, 2(1):70-82.
- Zare, A., Asgharipour, M. and Fakheri, B., 2019. The effect of combined application of some organic, chemical and biological fertilizers on yield and quality indicators of seedless barberry pods (*Berberis vulgaris* cv. Asperma). *Journal of plant process and function*, 9 (38): 19-34.
- Zare, A., Asgharipour, M. R. and Fakheri, B. 2020. The effect of combined application of organic, chemical and biological fertilizers on yield and quality of seedless barberry (*Berberis vulgaris* cv. Asperma). *Journal of Plant Process and Function*, 9 (38):19-34.