Research Paper

The Effect of Sawdust Compost on Yield and Yield Components of Tomato under Different Irrigation Management

Yaser Hosseini[1], Javad Ramezani Moghadam [2*], Siamak Zare Hamalabad[3] , Ali Rasoulzadeh[4]

1 - Professor of Moghan College of Agriculture and Natural resources - University of Mohaghegh Ardabili - Ardabil – Iran, y_hoseini@uma.ac.ir
2- Assistant Professor, Irrigation and Drainage, Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, j_ramezani@uma.ac.ir
(Corresponding Author)
3- Master's student, Irrigation and Drainage, Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, siamak.zare@student.uma.ac.ir
4 - Professor, Irrigation and Drainage, Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, rasoulzade@uma.ac.ir

10.22125/iwe.2024.452088.1801

Received:
March 12, 2024
Accepted:
June 19, 2024
Available online:
October 13, 2024

Keywords:
Water use efficiency, Fruit number, Moisture stress, Water deficit irrigation, Sawdust compost

Abstract

Considering the lack of water problems in the country, the optimal use of water consumption in agriculture is important and significant, tomato is one of the most consumed agricultural products, which is sensitive to moisture stress like other vegetables and usually faces it in stages of growth. Among the solutions that can deal with the negative effects of lack of water is adding some additives to the soil. Therefore, in order to investigate the effect of sawdust compost and water stress on tomato yield components and greenhouse tomato yield, an experiment was conducted in the form of a completely randomized design with four replications. The main factor was moisture stress (I), which included treatments without stress (control) and available water depletion at the rate of 30% (I_1), (I_2) 65%, (I_3) 75% and (I_4) 85%, and the secondary factor was mixing ratios. Sawdust compost (C) in levels without sawdust compost (C_1), and mixing 5 (C_2), 10 (C_3), 15 (C_4) and 20 (C_5) percent by volume. The vegetative method was used for plant cultivation. The prepared soil was passed through a two (mm) sieve. To determine the irrigation times, field capacity moisture and permanent wilting point were calculated using weight method and pressure plate device, and the soil moisture of pots was measured daily with TDR device. The results showed that irrigation had a significant effect on the yield and its components, except the length of the stem. Also, the effect of sawdust compost, as well as the mutual effect of irrigation and sawdust compost on yield and yield components, was significant at the five percent level based on Duncan's multi-range test. It was observed that the maximum value of the average yield and number of fruits was related to the treatment of I_1C_3 at the rate of 254 (grams per pot) and I_1C_4 at the rate of 13.5 (fruits per pot). The length of the stem showed an upward trend with the increase in the percentage of sawdust compost mixing and moisture stress, so that it reached the highest average of 67.5 (cm) in I_4C5. Also, the highest values of the total weight of the plant under the effect of different levels of sawdust compost were obtained for the I_1C_3 treatment with an average of 168.1 (grams per pot) and the lowest average for the I_4C_2 treatment with a value of 68.8 (grams per pot). Therefore, in the studied loam-sandy soil, using a mixing ratio of 10% of sawdust compost in the conditions of applied stress, will improve the yield and yield components of tomato.

1. Introduction

More than forty-five percent of agricultural lands are permanently exposed to drought, and thirty-eight percent of the world's population lives in those places. Therefore, in the future, most efforts will be made to produce more crops in low water conditions (Ebrahimi Pak et al., 2017). Many studies have been done to improve the efficiency of water consumption in different plants by using new strategies in order to reduce water consumption and reduce the effect on plant performance. Among these strategies is the use of soil additives to improve the physical and chemical conditions of the soil. Among these additives, there is garden waste, which is mostly burned and thrown away in Iran, and it is given less attention as an additive that can improve soil properties. Tomato is one of the most widely consumed agricultural products, which is consumed all over the world due to its low-calorie content, rich in vitamin C, vitamin A, iron, and a strong antioxidant called lycopene. According to the statistics of 2014, Iran is the sixth producer of tomatoes, which is about 4% of the world production. Tomato, like other vegetables, is sensitive to water stress and usually faces it in stages of growth. One of the solutions that can be used to deal with the negative effects of water shortage is adding some modifiers to the soil (Sajdinia et al., 2017). In the past, sawdust was considered as a waste of sawmills and was not used much. But today, with the help of extensive studies, they have found that sawdust is a valuable material and in addition to its many uses, composting it is a suitable solution to return it to the cycle of nature (Banj Shafiei et al., 2012). Composting is the controlled decomposition of organic matter leading to the formation of sterilized and stabilized organic matter that can be used in agriculture as a soil amendment. One of the main reasons for composting organic matter in agricultural purposes is to inactivate pathogenic agents, increase the content of soil organic matter, and increase the water holding capacity, which makes plants less affected by dry weather conditions (Termorshuizen et al, 2004). . Regarding the use of sawdust in the form of compost and without its processing, research has been done, Anwarkhan et al (2017), according to an experiment, investigated the effect of compost and mineral fertilizers on the yield and quality of tomatoes in field conditions on silty loam soil. The treatments included nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers of 180, 100, and 60 kg per hectare, respectively, with or without compost. The research results showed that the yield and quality parameters of tomatoes were significantly affected by the combined use of mineral fertilizers and compost. The maximum fruit yield related to the full dose treatment of nitrogen, phosphorus and potassium was obtained with 10 tons per hectare of compost. Finally, it was observed that the combination of plant residues compost and mineral fertilizers significantly improves the yield, quality of tomato fruit and the stable fertility status of the soil. Therefore, the purpose of this research is to investigate the combination of sawdust compost and irrigation stress, in order to investigate its mutual effect on its performance and components.

2. Results

The results showed that the effect of irrigation management on all functional traits, that is, on the number of fruits, yield, total plant weight, fresh and dry weight of roots, was significant at the five percent level, but it had no significant effect on stem length. Also, the effect of mixing sawdust compost on the number of fruits, stem length, total weight of the plant was significant at the level of 1% and on the yield at the level of 5%. Also, the mutual effect of irrigation management and sawdust compost on all the mentioned traits was significant at 1% level. Dehghan et al. (2014) also showed that the effect of drought stress on yield, yield components and tomato root characteristics is significant at the level of 1%, which is consistent with the results of this research. The results showed that with the increase in moisture stress, the fruit yield decreased from 168.6 grams in I1 treatment to 90.8 grams in I4 treatment. Also, the average performance difference between I3 and I4 (75 and 85% of the allowable moisture deficit) is not significant at the five percent probability level, and in the conditions of limited water resources, I4 can be chosen between I3 and I4, because the performance value decreases significantly.with this process a significant amount of water will be saved. The results showed that the amount of yield, like the number of fruits, did not show a significant difference between irrigation levels I3 and I4. Also, the ANOVA showed that with the reduction of irrigation, both mentioned traits, i.e. yield and number of fruits, decreased with the same trend.

3. Discussion and Conclusion

The results of the research showed that in the majority of cases, increasing the allowed moisture deficit causes stress in the plant and ultimately reduces the amount of yield and its yield components. of course, this point should also be kept in mind that according to the results of this research, in most of the functional characteristics of tomatoes (performance, number of fruits, fresh weight, etc.), the effect of the allowed moisture deficit at high levels, from 75 to 85 percent, on the yield and components Performance was not significant. In other words, by using the 85% allowed moisture deficit treatment, you can get a product amount close to the 75% allowed moisture deficit treatment, which also saves water consumption, and considering the dire water conditions in the country, it can be very important. and be practical. In relation to different levels of sawdust compost and its effect on performance indicators, the results showed that the highest values of these indicators were obtained at the level of C3 compost (mixing sawdust compost at the rate of 10% by volume) and it was observed that excessive mixing of sawdust compost It will have a negative effect on its performance and components at different humidity levels.

5. Six important references

1) Anwar Khan, A., Bibi, H., Ali, Z., Sharif, M., Shah, S.A., Ibadullah, H., Khan, K., Azeem, I. and Ali, S. 2017. Effect of compost and inorganic fertilizers on yield and quality of tomato. Acad. J. Agric. Res. 5(10): 287-293.

2). Banj Shafiei, A., Azizi, P., and Jalali, S. 2012. Investigating the effect of different amounts of eagle fern on the composting quality of Euramerican sawdust. Research and construction. 16(4): 80-84.

3). Dehghan, H., Alizadeh, A., Esmaili, K. and Nemati, H. 2014. Root growth, yield and yield components of tomato under drought stress. Journal of Water Research in Agriculture, 29(2):54-68.

4). Ebrahimi Pak, N. A., Eghderanjad, A. and Khodadadi Dehkordi, d. 2017. Evaluation of Aquacrop model in simulating corn yield under low irrigation treatments and application of different superabsorbent levels. Scientific Research Journal of Irrigation and Water Engineering of Iran. 8(3): 166-184.

5). Sajidnia, H., Saidi, M., Ghanbari, F., and Bagnazari, M. 2017. The effect of superabsorbent polymer on the yield and some traits of tomato under different irrigation regimes. Agricultural Science and Sustainable Production, 28(4): 163-174.

6). Termorshuizen, A., Moolenaar, S., Veeken, A. and Blok, W. J. 2004. The value of compost. Reviews in Environmental Science and Bio-technology.3:343-347.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

تاثیر کمپوست خاک‌اره بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط تنش رطوبتی

یاسر حسینی[۱]، جواد رمضانی مقدم[۲*]، سیامک زارع حمل‌آباد[۳] ، علی رسول‌زاده[۴]

تاریخ ارسال:۱۴۰۲/۱۲/۲۲
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۰۳/۳۰

مقاله پژوهشی

چکیده

با توجه به مشکلات و کمبود آب در کشور استفاده بهینه از آب مصرفی در کشاورزی امری مهم و قابل توجه است. از جمله راه‌کارهایی که می‌توان با کمک آن آثار منفی کمبود آب مقابله کرد، افزودن برخی اصلاح‌کننده‌ها به خاک می‌باشد. بنا براین، در این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر کمپوست خاک‌اره و تنش آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اصلی تنش رطوبتی(I) که شامل تیمارهای بدون تنش (شاهد) و تخلیه آب قابل استفاده به میزان ۳۰، ۶۵، ۷۵ و ۸۵ درصد (به‌ترتیب برابر I_1، I_2 ، I_3 و I_4) بود و فاکتور فرعی، نسبت‌های اختلاط کمپوست خاک اره (C) در سطوح بدون کمپوست خاک اره و اختلاط پنج، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی (به‌ترتیب برابر C_1، C_2 ، C_3 و C_4) بود. نتایج نشان داد، آبیاری بر روی عملکرد و اجزای آن به جز طول ساقه اثر معنی‌دار داشت. همچنین اثر کمپوست خاک‌اره و اثر متقابل آبیاری و کمپوست خاک‌اره بر عملکرد و اجزای عملکرد، در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار بود. از طرفی بیش‌ترین مقدار میانگین عملکرد و تعداد میوه به‌ترتیب مربوط به تیمار I_1C_3 به میزان ۲۵۴ (گرم در بوته) و I_1C_4 به میزان ۱۳/۵ (میوه در هر بوته) بود. همچنین، بیش‌ترین مقادیر وزن تر گیاه تحت اثر سطوح مختلف کمپوست خاک‌اره مربوط به تیمار I_1C_3 با میانگین ۱۶۸/۱ (گرم در بوته) و کم‌ترین میانگین مربوط به تیمار I_4C_2 با مقدار ۶۸/۸ (گرم در بوته) به‌دست آمد. لذا در خاک لوم رس شنی مورد مطالعه، استفاده از نسبت اختلاط ۱۰ درصد کمپوست خاک‌اره در شرایط تنش‌های اعمالی، سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی شد.

واژه های کلیدی: بهره‌وری آب، تعداد میوه، تنش رطوبتی، کم آبیاری، کمپوست خاک‌اره.

[۱] استاد، آبیاری و زهکشی، علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، y_hoseini@uma.ac.ir
[۲*] استادیار، آبیاری و زهکشی، علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، j_ramezani@uma.ac.ir
[۳] کارشناسی ارشد، آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، siamak.zare@student.uma.ac.ir
[۴] استاد، آبیاری و زهکشی، علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، rasoulzadeh@uma.ac.ir

مقدمه

بیش از ۴۵ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان به‌طور دائم در معرض خشکی قرار دارند، که سی و هشت درصد جمعیت دنیا، در آن مکان‌ها ساکن هستند. لذا در آینده، بیش‌ترین تلاش‌ها در جهت تولید بیشتر محصول در شرایط کم آبی خواهد بود (ابراهیمی پاک و همکاران.، ۱۳۹۷). مطالعات زیادی برای بهبود کارایی مصرف آب در گیاهان مختلف با کاربرد استراتژی‌های جدید به منظور کاهش آب مصرفی و کاهش تاثیر بر روی عملکرد گیاه انجام شده است. از جمله این استراتژی‌ها، استفاده از افزودنی‌های خاک برای بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. از جمله این افزودنی‌ها، ضایعات باغی است که در کشور ایران بیش‌تر سوزانده شده و دور ریخته می‌شوند و کم‌تر به عنوان افزودنی که بتواند خصوصیات خاک را بهبود بخشد، به آن توجه می‌شود. گوجه فرنگی، یکی از پرمصرف‌ترین محصولات کشاورزی می‌باشد که به دلیل داشتن کالری کم، غنی بودن از ویتامین سی، ویتامین آ، آهن و یک آنتی‌اکسیدان قوی به نام لیکوپن در سراسر جهان مصرف می‌شود. بر اساس آمار سال ۲۰۱۴، ایران ششمین کشور تولیدکننده گوجه‌فرنگی می‌باشد که حدود چهار درصد از تولید جهانی را به عهده دارد. گوجه‌فرنگی مانند سایر سبزیجات به تنش آبی حساس است و معمولا در مراحلی از رشد با آن روبه‌رو می‌شود. از جمله راه‌کارهایی که می‌توان با آثار منفی کمبود آب مقابله کرد، افزودن برخی اصلاح‌کننده به خاک می‌باشد (ساجدی نیا و همکاران، ۱۳۹۷). از بین تنش‌های غیرزیستی، تنش خشکی یکی از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده تولید سبزیجات در جهان شناخته می‌شود. با توجه به نیاز آبی بالای گوجه‌فرنگی هرگونه تنش خشکی باعث کاهش چشمگیر عملکرد گوجه‌فرنگی خواهد شد. با توجه به محدودیت منابع آبی در ایران، با استفاده از روش کم‌آبیاری که شامل حد مجاز کاهش عملکرد با کاهش مصرف آب است، می‌توان از آب موجود، استفاده بهینه را به عمل آورد (نوری و همکاران، ۱۳۹۹).

خاک‌اره در گذشته به عنوان ضایعات کارخانجات چوب‌بری محسوب می‌شد و مصرف چندانی نداشت. اما امروزه به کمک مطالعات گسترده‌ای که انجام شده است، دریافته‌اند که خاک‌اره یک ماده با ارزش بوده و علاوه بر مصارف متعددی که پیدا کرده است، کمپوست نمودن آن یک راهکار مناسب جهت بازگردانی آن به چرخه طبیعت می‌باشد (بانج شفیعی و همکاران، ۱۳۸۲). کمپوست عبارت است از تجزیه کنترل‌شده مواد آلی که منجر به تشکیل مواد آلی ضدعفونی‌شده و تثبیت‌شده می‌شود که می‌تواند در کشاورزی به عنوان اصلاح‌کننده خاک استفاده شود. از دلایل اصلی کمپوست‌کردن مواد آلی در مقاصد کشاورزی می‌توان به غیرفعال کردن عوامل بیماری‌زا، افزایش محتوای مواد آلی خاک و افزایش ظرفیت نگه‌داری آب که باعث می‌شود گیاهان کم‌تر تحت تاثیر شرایط آب و هوای خشک قرار گیرند، اشاره کرد (Termorshuizen et al, 2004). در رابطه با استفاده از خاک‌اره به‌صورت کمپوست و بدون فراوری آن تحقیقاتی انجام شده است، Anwarkhan et al (2017)، اثر کمپوست و کودهای معدنی را بر عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه‌ای بر روی خاک لوم‌سیلتی بررسی‌کردند. نتایج آن‌ها نشان‌داد که استفاده ترکیبی از کودهای معدنی و کمپوست، تأثیر معنی‌دار بر عملکرد کیفی و کمی گوجه‌فرنگی و بهبود خاک دارد. همچنین بیشینه عملکرد گوجه‌فرنگی (۱۰ تن در هکتار) در تیمار دارای مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به ترتیب ۱۸۰، ۱۰۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به‌علاوه کمپوست) مشاهده شد. یاوری و همکاران (۱۴۰۱)، آزمایشی جهت تعیین تاثیر نسبت اختلاط عامل حجیم‌کننده بر شاخص‌های رسیدگی و تثبیت در کمپوست حاصل از فضولات مرغداری انجام دادند. بدین منظور دو توده از ترکیب فضولات با خاک‌اره با نسبت‌های حجمی یک به یک و یک به دو با روش ویندرو و یک توده حاوی فضولات مرغداری (شاهد) تهیه و استفاده شد. نتایج نشان داد که بهترین نسبت برای اختلاط فضولات مرغداری با خاک‌اره، نسبت یک به یک بود. همچنین نتایج تحقیق فروتن و همکاران (۱۳۹۹)، در بررسی اثر مدیریت زمان آبیاری و اختلاط خاک‌اره، بر عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای نشان‌داد که اثر ترکیب خاک‌اره با خاک بر روی طول ساقه، وزن تر گیاه، تعداد میوه و قطر میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و با افزایش تنش آبی عملکرد گیاه کاهش معنی‌داری دارد. در پژوهشی که اعتمادی نیا و همکاران (۱۴۰۰) در شرایط گلخانه‌ای در اردبیل انجام دادند، انواع مدیریت مصرف آب را در خاک سبک و سطوح مختلف خاک‌اره را بر عملکرد گوجه‌فرنگی مورد مطالعه قرار دادند. تیمارهای این آزمایش شامل درصد اختلاط خاک‌اره با خاک و زمان آبیاری بود که در چهار تکرار اجرا شد. نتایج نشان‌داد که افزایش درصد اختلاط خاک‌اره، باعث بالا رفتن عملکرد گیاه و بهبود خصوصیات خاک سبک می‌شود. به طوری که افزایش ۲۰ درصدی خاک‌اره موجب افزایش ۳۰ درصدی حجم و قطر ریشه گوجه‌فرنگی شد. اعتمادی‌نیا و همکاران (۱۴۰۱)، در تحقیقی اثر مدیریت‌های مختلف زمان آبیاری را بر خصوصیات ریشه گوجه‌فرنگی در خاک سبک مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان‌داد که با افزایش ۶۰

درصدی میزان تخلیه مجاز رطوبتی خاک، حجم و طول ریشه به‌ترتیب ۴۴ و ۴۳ درصد کاهش یافتند، که علت آن تنش رطوبتی اعمال شده به‌خصوص در دوره رشد رویشی بود. حسینی (۱۴۰۰)، آزمایشی در قالب بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار برای بررسی تاثیر خاک‌اره بر عملکرد خیار در شرایط تنش رطوبتی انجام داد. تیمارها شامل ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد خاک‌اره و یک تیمار بدون خاک‌اره بود و تنش رطوبتی در دو سطح ۴۵ و ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و سطح بدون تنش اعمال شد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش رطوبتی، بالاترین کاهش عملکرد مربوط به تیمار بدون خاک‌اره و سپس پنج درصد خاک‌اره بود. بیش‌ترین عملکرد نیز مربوط به تیمار ۲۰ درصد خاک‌اره بدون تنش رطوبتی و سپس ۴۰ درصد خاک‌اره بود.

همچنین تحقیقاتی در رابطه با تاثیر کم‌آبیاری بر خصوصیات عملکردی گوجه فرنگی صورت گرفته است، پوزش شیرازی و همکاران (۱۳۹۲)، آزمایشی به منظور بررسی تاثیر زمان و مقدار آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه گوجه‌فرنگی و کیفیت آن انجام دادند. تیمارها شامل ۱- آبیاری کامل در طول دوره رشد ۲- آبیاری کامل تا شروع میوه‌دهی و سپس واردکردن تنش در تخلیه ۶۵ درصدی رطوبت قابل استفاده خاک ۳- آبیاری کامل تا شروع میوه‌دهی و سپس واردکردن تنش در تخلیه ۸۰ درصدی رطوبت قابل استفاده خاک ۴- اعمال تنش در تخلیه ۶۵ درصدی رطوبت قابل استفاده خاک تا زمان شروع میوه‌دهی و آبیاری کامل تا اتمام دوره رشد ۵- اعمال تنش در تخلیه ۸۰ درصدی رطوبت قابل استفاده خاک تا زمان شروع میوه‌دهی و آبیاری کامل تا اتمام دوره رشد. در طول انجام آزمایش، صفات مورد نظر از جمله کارایی مصرف آب، عملکرد در واحد سطح، وزن میوه، اسید سیتریک، مواد جامد محلول، ویتامین سی و pH اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد، تیمار چهارم با مصرف ۶۳۳۶ مترمکعب آب در هکتار در سال، نسبت به بقیه تیمارها برتری نشان داد. امیری و رستمی اجیرلو (۱۳۹۷)، آزمایشی روی گوجه‌فرنگی در دشت مغان در شرایط مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خردشده، بر اساس بلوک‌های کاملا تصادفی در سه تکرار انجام دادند. تیمارها شامل چهار سطح آبیاری به میزان ۵۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به عنوان عامل اصلی و ارقام گوجه‌فرنگی (سوپربیتا، متین و ۰۸) به عنوان عوامل فرعی بودند. نتایج نشان داد، کم‌آبیاری باعث بهبود صفات کیفی و کاهش عملکرد و بهره‌وری آب در تمامی ارقام می‌شود. Alomari-Mheidat et al (2023) ، با هدف ارزیابی اثر تنش آبی و آب‌رسانی مجدد در طول توسعه خوشه، آزمایشی انجام دادند. این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای در اسپانیا در دو دوره رشد (پاییز و بهار) با استفاده از سه رقم گوجه‌فرنگی انجام شد. تیمارها شامل شاهد (آبیاری کامل) و تنش شدید (بدون آبیاری در طول توسعه خوشه پنجم) ۴۳ روز پاییز و ۲۱ روز بهار پس از نشاء و سپس آب‌رسانی مجدد اعمال شدند. ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری در طول چرخه پاییز تقریبا ۱۰ درصد کاهش یافت. همچنین، تعداد نهایی خوشه در هر گیاه در پایان آزمایش پس از آب‌رسانی مجدد یکسان بود. تنش آبی شدید در چرخه پاییز تنها اندازه میوه‌ها را حدود ۵۰ درصد کاهش داد اما در طول چرخه بهار برگ‌زدایی شدید رخ داد و تعداد و اندازه میوه‌ها به‌ترتیب حدود ۵۰ و ۴۰ درصد کاهش یافت. نتایج نشان داد که در تنش‌های شدید آبی حساس‌ترین جزء عملکرد اندازه میوه‌ها بود و هیچ بهبودی پس از آب‌رسانی مجدد مشاهده نشد. لذا از آنجا که اکثر تحقیقات انجام شده برای بررسی تاثیر خاک‌اره و یا تاثیر کم آبیاری بر عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی صورت گرفته است، این تحقیق با هدف بررسی توامان کمپوست خاک‌اره و تنش آبیاری، به منظور بررسی تاثیر متقابل آن بر عملکرد و اجزای آن، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق جهت بررسی تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر روی عملکرد و اجزای گیاه گوجه‌فرنگی در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. برای انجام این آزمایش، نخست به مقدار لازم خاک تهیه و به گلخانه انتقال داده‌شد و بعد از هواخشک شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول(۱):نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Texture	Sand (٪)	Clay (٪)	Silt (٪)	Particle density (gr/cm^3)	N_{total} (٪)	K_{ex} (mg/kg)	OC (٪)	EC (dS/m)	pH	P_{avb} (mg/kg)
Sandy Clay Loam	۵۰	۲۴	۲۶	۲/۲۵	۰/۰۸۲	۵۰۹	۰/۸۶	۲/۳۶	۷/۵۸	۱۳/۲۶

جدول (۲): ترکیب تیمارهای طرح آماری

آبیاری	درصد حجمی اختلاط کمپوست خاک‌اره با خاک				
(درصد تخلیه آب قابل نگهداری)	C_5= ۲۰٪	C_4= ۱۵٪	C_3=۱۰٪	C_2= ۵٪	C_1= ۰٪
I_1= ۳۰٪	I_1C_5	I_1C_4	I_1C_3	I_1C_2	I_1C_1
I_2= ۶۵٪	I_2 C_5	I_2 C_4	I_2 C_3	I_2 C_2	I_2 C_1
I_3= ۷۵٪	I_3 C_5	I_3 C_4	I_3 C_3	I_3 C_2	I_3 C_1
I_4= ۸۵٪	I_4 C_5	I_4 C_4	I_4 C_3	I_4 C_2	I_4 C_1

جهت تعیین حد ظرفیت زراعی (θ_{fc}) ، ابتدا خاک صفر درصد کمپوست خاک‌اره که از الک دو میلی‌متری عبور داده شده بود در داخل گلدان با زهکش مناسب ریخته‌شد و خاک اشباع شد. سپس روی گلدان با نایلون سیاه پوشانده شد تا هیچ تبخیری صورت نگیرد و بعد از گذشت دو روز که آب ثقلی خارج شد، از خاک نمونه‌برداری شد و با کمک آون میزان رطوبت نمونه خاک به دست آمد . در این تحقیق، حد ظرفیت زراعی به‌دست آمده، برابر۳۰ درصد حجمی بود. جهت تعیین نقطه پژمردگی(θ_{pwp}) از دستگاه صفحات فشاری استفاده شد که مقدار آن ۱۸ درصد حجمی برآورد گردید. از این حدود جهت تعیین زمان آبیاری استفاده شد و با توجه به نقاط پتانسیلی مهم خاک، زمان آبیاری برای تیمارهای I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب در رطوبت‌های ۲۶، ۲۲، ۲۱ و ۲۰ درصد تعیین شد. ابعاد گلدان انتخاب‌شده، شامل ارتفاع ۲۷ سانتی‌متر، قطر کف ۱۹ سانتی‌متر و قطر دهانه ۲۷ سانتی‌متر بود و برای زهکشی بهتر یک لایه سنگ‌ریزه در کف گلدان چیده شد. کمپوست خاک‌اره از شرکت طب یاران آذین مهر سراب خریداری شد که از ۸۵ درصد خاک‌اره‌ی درخت تبریزی، ۵ درصد بقایای تر سیب‌زمینی، ۵ درصد بقایای تر گوجه‌فرنگی و ۵ درصد برگ درخت سیب تولید شده بود. در طی تولید این کمپوست از اوره برای تنظیم نسبت کربن به نیتروژن (C/N) در حدود ۲۵ (به ازای هر واحد نیتروژن، ۲۵ واحد کربن) استفاده شده بود. رطوبت در طی کمپوست‌شدن در ۵۰ تا ۵۵ درصد وزنی تنظیم شده بود و هوادهی هر هفته یک‌بار با هم‌زدن انجام می‌شد. برای تعیین زمان آبیاری، رطوبت روزانه گلدان‌ها با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج TDR اندازه‌گیری می‌گردید. زمان اعمال تنش‌های رطوبتی، یک ماه پس از کشت گیاه تا پایان دوره بود، زیرا گیاه در مراحل اولیه رشد بسیار حساس بوده و با ایجاد تنش در این مرحله احتمال مرگ گیاه وجود داشت. شکل(۱) مراحل انتقال نشاها به گلدان‌های آزمایش را نشان می‌دهد. در طی آزمایش، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی در طول فصل کشت بررسی شد که شامل قسمت‌های هوایی گیاه مثل: وزن کل میوه، تعداد میوه، طول ساقه و وزن تر کل گیاه بود. جهت انجام تحلیل آماری نیز از نرم افزار MSTATC استفاده شد.

شکل(۱): مراحل آماده‌سازی بوته‌ها برای انتقال به گلدان‌ها

نتایج و بحث

نتایج تحلیل آماری اثر تیمارهای تنش‌رطوبتی و کمپوست خاک‌اره بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی در جدول (۳) ارایه شده است. بر اساس نتایج جدول (۳)، اثر مدیریت آبیاری بر تمامی صفات عملکردی شامل تعداد میوه، عملکرد، وزن کل تر گیاه، وزن تر و خشک ریشه، در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، اما بر طول ساقه اثر معنی‌داری نداشت.

جدول (۳): نتایج تجزیه واریانس صفات تحت اثر سطوح مختلف آبیاری و کمپوست خاک‌اره

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد میوه	عملکرد (گرم در گلدان)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن کل تر گیاه (گرم)
تکرار	۳	۳/۰۷ ns	۱۵۲/۰۳ ns	۱۰/۸ ns	۱۶۵/۱۶ ns
آبیاری	۳	۵۶/۶۴**	۲۳۵۷۴**	۳۷/۷ ns	۱۲۵۳۹**
کمپوست خاک‌اره	۴	۲۱/۴**	۲۴/۸۶*	۱۳۲/۴**	۳۵۰۴/۲**
آبیاری*کمپوست خاک‌اره	۱۲	۲۲/۸۷**	۶۱۶۴**	۱۰۴/۷۶**	۱۲۷۸/۲**
خطا	۵۷	۲/۴۷	۸۹۵/۶	۲۰/۹۶	۲۲۶/۳
CV(%)	-	۲۷/۵۳	۲۲/۳۱	۸/۶۵	۱۵/۲۷

ns، **و * به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

همچنین اثر اختلاط کمپوست خاک‌اره بر تعداد میوه، طول ساقه، وزن کل تر گیاه، در سطح یک درصد معنی‌دار و بر عملکرد در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. از طرفی اثر متقابل مدیریت آبیاری و کمپوست خاک‌اره بر تمامی صفات ذکر شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مطالعات دهقان و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان‌داد، اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات ریشه گوجه‌فرنگی در سطح یک درصد معنی‌دار است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

در ادامه با کمک آزمون دانکن، میانگین صفات برای سطوح مختلف آبیاری و کمپوست خاک‌اره مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه میانگین صفات گوجه‌فرنگی تحت اثر متقابل آبیاری و کمپوست خاک‌اره در جدول (۴) ارایه شده است.

جدول (۴): مقایسه میانگین صفات برای اثر متقابل سطوح آبیاری و کمپوست خاک‌اره

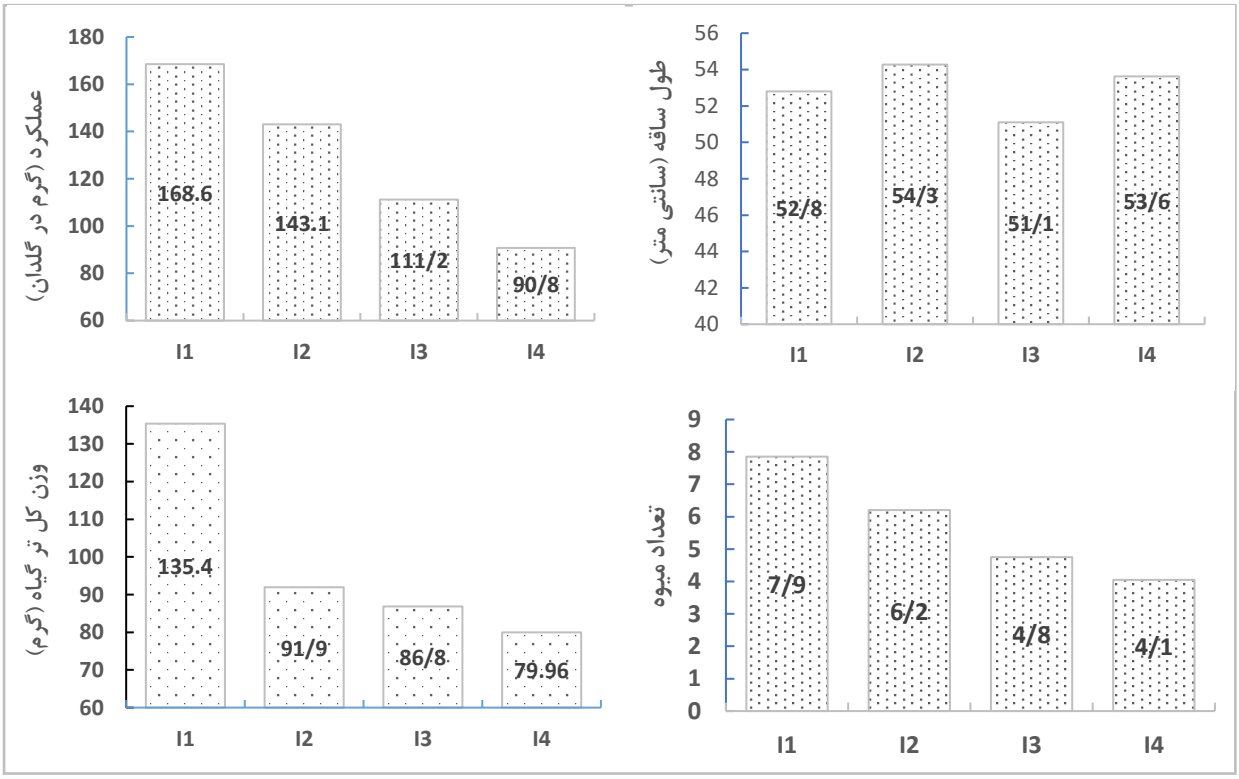
آبیاری	درصد کمپوست خاک‌اره	تعداد میوه	عملکرد (گرم در گلدان)	وزن تر گیاه (گرم)	طول ساقه (سانتی‌متر)
I_1	C_1	۳/۵^{CD}	۱۵۰/۵^{BCD}	۹۷/۵^{BC}	۴۹/۸۸^{BCD}
	C_2	۴/۷۵^{BCD}	۱۱۱/۳^{CDE}	۹۴/۳^{BC}	۵۲/۵^{BCD}
	C_3	۱۱^{A}	۲۵۴/۸^{A}	۱۶۸/۱^{A}	۵۱^{BCD}
	C_4	۱۳/۵^{A}	۱۸۵^{B}	۱۵۶/۸^{A}	۵۵/۶^{BC}
	C_5	۶/۵^{BC}	۱۴۱/۳^{BCDE}	۱۵۹/۹^{A}	۵۵^{BCD}
I_2	C_1	۵/۲۵^{BCD}	۱۴۴/۳^{BCDE}	۹۶/۲^{BC}	۵۳/۱^{BCD}
	C_2	۶/۲^{BC}	۱۴۱/۸^{BCDE}	۷۸/۸^{BC}	۵۱/۵^{BCD}
	C_3	۵/۵^{BCD}	۱۳۴^{BCDE}	۱۰۶/۱^{B}	۵۴/۲^{BCD}
	C_4	۶^{BC}	۱۵۱^{BCD}	۹۹/۸^{BC}	۵۸/۶^{B}
	C_5	۸^{B}	۱۴۴/۳^{BCDE}	۷۸/۷^{BC}	۵۳/۸^{BC}
I_3	C_1	۳/۷۵^{CD}	۸۶^{DEF}	۸۱/۸^{BC}	۵۲/۲^{BCD}
	C_2	۵/۲۵^{BCD}	۹۸^{DEF}	۷۱^{C}	۴۹/۸^{BC}
	C_3	۵/۷۵^{BCD}	۱۰۸/۸^{CDE}	۸۴/۶^{CD}	۴۵/۱^{D}
	C_4	۲/۵^{D}	۹۵/۷^{DEF}	۸۵/۹^{BC}	۵۸/۸^{BCD}
	C_5	۶/۵^{BC}	۱۶۷/۵^{BC}	۱۱۱/۳^{B}	۵۴/۳^{BCD}
I_4	C_1	۴^{CD}	۱۰۵^{CDE}	۷۸/۱^{BC}	۵۱/۳B^{CD}
	C_2	۳/۵^{CD}	۱۲۷/۸^{BCDE}	۶۸/۸^{C}	۴۶/۶^{CD}
	C_3	۴/۷۵^{BCD}	۱۰۲/۵^{CDE}	۸۷/۵^{BC}	۵۷/۶^{A}
	C_4	۵^{BCD}	۸۰/۲^{DEF}	۶۹/۰۵^{C}	۴۵^{D}
	C_5	۳^{CD}	۳۸/۵^{F}	۹۶/۲^{BC}	۶۷/۵^{B}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

همانطور که در جدول (۴) نشان داده شده است، با افزایش تنش رطوبتی (افزایش تخلیه مجاز رطوبتی) تعداد میوه به صورت معنی‌داری کاهش یافته است، اما تفاوت تعداد میوه بین تیمارهای I_3 و I_4 بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست. میانگین تعداد میوه در I_1 برابر ۷/۸۵ و در I_4 برابر ۴/۰۵ به‌دست آمد که بیانگر کاهش ۶۳/۸۷ درصدی تعداد میوه در اثر افزایش تنش رطوبتی (افزایش تخلیه مجاز رطوبتی از ۳۰ به ۸۵ درصد) بود. این امر احتمالا به خاطر تاخیر در زمان آبیاری و اعمال تنش آبی به گیاه در اثر نزدیک شدن به نقطه پژمردگی می‌باشد. نتایج تحقیق اعتمادی‌نیا و همکاران (۱۴۰۰) نیز بیانگر این مطلب بود که افزایش تنش رطوبتی باعث کاهش ۴۲/۴۷ درصدی تعداد میوه می‌شود. از آنجا که در این تحقیق نیز خاک نسبتا سبک استفاده شده است،

لذا به نظر می‌رسد که تاثیر نوع بافت خاک در تعداد میوه گوجه فرنگی در شرایط مدیریت سطوح آبیاری، در خاک‌های سبک بیشتر نمایان می شود زیرا در آزمایشی که فروتن و همکاران (۱۳۹۹b) در خاک سنگین انجام دادند، مشاهده شد که اثر مدیریت زمان آبیاری بر تعداد میوه معنی‌دار نبود.

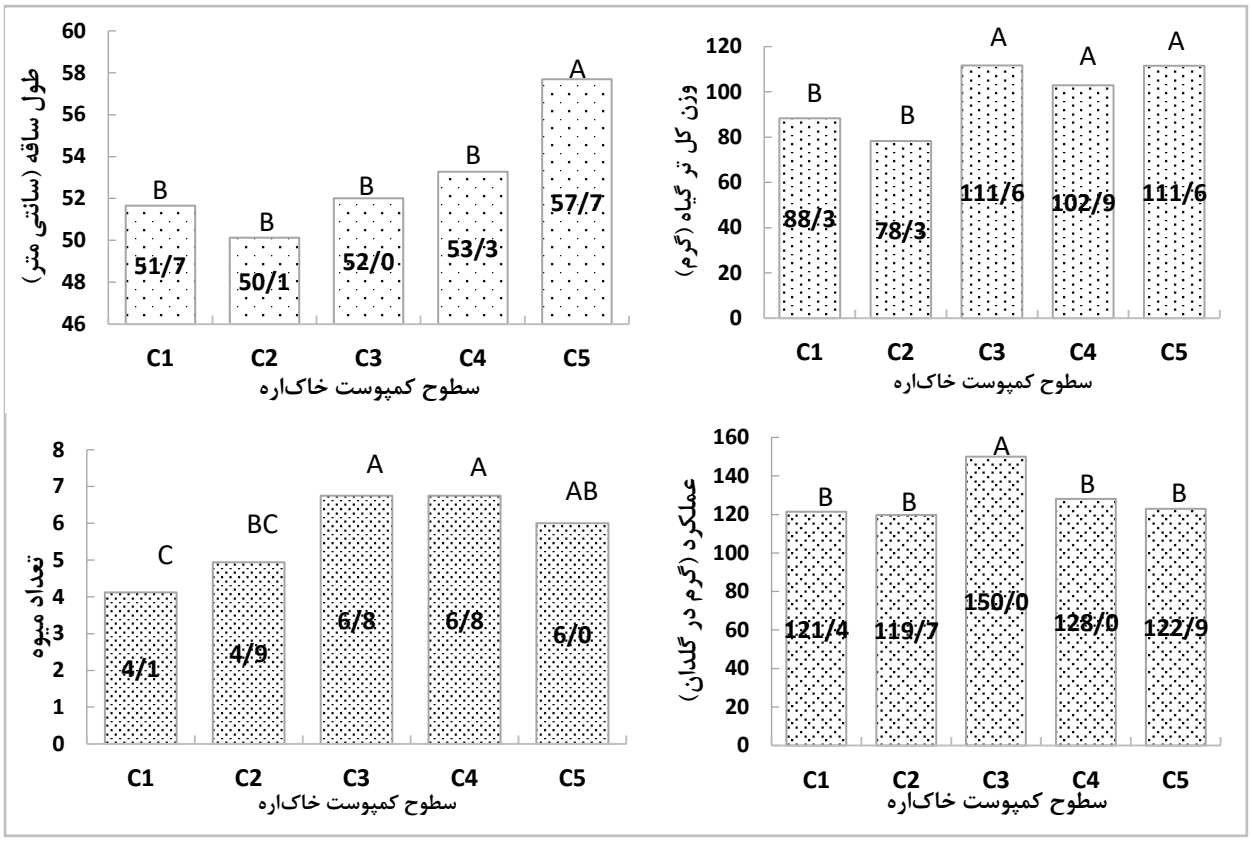
در شکل (۲) خصوصیات عملکردی گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف آبیاری و در شکل(۳)، خصوصیات عملکردی گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف کمپوست خاک‌اره در هر تیمار آبیاری نشان داده‌شده است.



شکل(۲): مقایسه صفات گوجه‌فرنگیتحت سطوح مختلف آبیاری

همانطور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، با افزایش تنش رطوبتی (افزایش تخلیه مجاز رطوبتی) عملکرد میوه از ۱۶۸/۶ گرم در تیمار I_1 به ۹۰/۸ گرم در تیمار I_4 کاهش یافته است. همچنین، اختلاف میانگین عملکرد بین I_3 و I_4 (۷۵ و ۸۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست و در شرایط محدود بودن منابع آب، می‌توان بین I_3 و I_4، I_4 را انتخاب کرد، زیرا مقدار عملکرد کاهش معنی‌داری پیدا نخواهد کرد و مقدار آب قابل‌توجهی صرفه‌جویی خواهد شد. کاهش ۵۹/۹۸ درصدی عملکرد از I_1 به I_4 نشان می‌دهد که عملکرد نیز همانند تعداد میوه به تنش‌آبی حساس بوده و کاهش معنی‌دار پیدا خواهد کرد. در آزمایشی که توسط اعتمادی‌نیا و همکاران (۱۴۰۰) انجام شد، افزایش تخلیه مجاز رطوبتی از ۲۰ به ۸۰ درصد در سطوح مختلف خاک‌اره در گوجه‌فرنگی، باعث کاهش مقدار عملکرد از ۷۰۵/۶ به ۱۶۶/۳ گرم گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت نشان می‌دهد. همچنین در پژوهش فروتن و همکاران (۱۳۹۹b) نیز اثر تیمار مدیریت زمان آبیاری بر عملکرد گوجه‌فرنگی در سطح یک درصد در خاک سنگین و در تیمارهای مختلف خاک‌اره، معنی‌دار شد، به‌طوری که با افزایش تخلیه‌مجاز رطوبتی از ۵۰ به ۸۰ درصد، مقدار عملکرد از ۹۰/۵ به ۶۷ گرم کاهش یافت. همانطور که در جدول (۴) مشخص است، تغییرات تعداد

میوه و عملکرد روند یکسانی داشته‌اند، به‌طوری‌که با افزایش تنش رطوبتی هر دو صفت کاهش معنی‌دار پیدا کرده‌اند، اما براساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در تعداد میوه و عملکرد بین آبیاری‌های I_3 و I_4 وجود نداشته است. در صفت وزن کل تر گیاه نیز نتایج نشان داد، تیمار I_1 بالاترین میزان وزن تر گیاه را داشته است، لیکن تفاوت معنی‌داری بین سطوح آبیاری I_2، I_3 و I_4 وجود نداشت. همچنین نتایج نشان‌داد، در میان سطوح آبیاری مختلف، تفاوت معنی‌داری در طول ساقه در سطح اعتماد یک درصد مشاهده نشد. با توجه به شکل (۲) مشاهده می‌شود که با افزایش تنش رطوبتی، تعداد میوه به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته است، اما این تفاوت بین تیمارهای I_3 و I_4 بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست. لیکن مدیریت آبیاری بر تعداد میوه، بخصوص در تیمارهای I_1 و I_2 تاثیر معنی‌داری داشت. همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است، تیمارهای آبیاری، بر مقدار عملکرد نیز تاثیر معنی‌داری داشته و با افزایش تنش رطوبتی مقدار عملکرد کاهش یافته است. نتایج نشان داد که مقدار عملکرد نیز همانند تعداد میوه بین سطوح آبیاری I_3 و I_4 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بنا بر این می‌توان با استفاده از مقادیر تخلیه مجاز رطوبتی بالاتر (۸۵ درصد به‌جای ۷۵ درصد) ضمن افزایش فاصله بین آبیاری‌ها و اعمال اندکی تنش‌آبی بیشتر به گیاه، شاهد مقدار عملکرد مشابه بود. مطابق شکل (۲)، اختلاف معنی‌داری در طول ساقه بین سطوح آبیاری مختلف مشاهده نمی‌شود و بر پایه آزمون دانکن اختلاف آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد و می‌توان گفت که طول ساقه تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار نمی‌گیرد. همچنین وزن کل تر گیاه بین سطوح آبیاری I_2، I_3 و I_4 تقریبا یکسان بوده و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد، لیکن، در تیمار I_1 وزن کل تر گیاه اختلاف معنی‌داری با دیگر سطوح آبیاری نشان می‌دهد. لذا مشاهده می‌شود که وزن کل تر گیاه بین آبیاری‌های I_2، I_3 و I_4 تقریبا یکسان بوده و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد. بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین وزن کل تر گیاه به‌ترتیب مربوط به I_1 و I_4 با مقادیر ۱۳۵/۴ و ۸۰ گرم می‌باشد. وزن کل تر گیاه در I_1 اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای آبیاری نشان داده است که می‌تواند به‌دلیل دور آبیاری کوتاه‌تر در I_1 باشد. نتایج نشان داد کاهش وزن تر گیاه بین تیمارهای I_1 و I_4، ۵۱/۴۴ درصد بود که با تحقیق اعتمادی‌نیا و همکاران (۱۴۰۰) مطابقت نشان می‌دهد، در آزمایش ایشان، با افزایش تخلیه مجاز رطوبتی از ۲۰ به ۸۰ درصد، میانگین وزن کل تر گیاه کاهش ۵۱/۰۹ درصدی نشان داد.



شکل(۳): مقایسه صفات گوجه‌فرنگیتحت سطوح مختلف کمپوست خاک اره

با توجه به شکل (۳) مشاهده می‌شود که بیش‌ترین میانگین تعداد میوه در هر دو سطح کمپوست خاکاره C_3 و C_4 برابر با ۶/۸ می‌باشد و کم‌ترین میانگین تعداد میوه مربوط به تیمار بدون کمپوست خاکاره C_1 است. با توجه به نتایج می‌توان گفت، به‌طور کلی با افزایش مقدار اختلاط کمپوست خاکاره، تعداد میوه افزایش یافته و در C_3 و C_4 به تعداد بیشینه رسیده است، اما پس از آن در C_5 تعداد میوه کاهش یافته است. البته اگرچه، اختلاف میان C_3 و C_4 با C_5 معنی‌دار نیست، لیکن کاهش غیرمعنی‌دار تعداد میوه، بیانگر آن است که مقدار اختلاط کمپوست باید در حد معینی انجام گیرد تا در مصرف کمپوست نیز بهره‌وری صورت‌گیرد، زیرا اختلاط بیش از مقدار مناسب آن، اثرات منفی خواهد داشت. طبق نتایج شکل (۳)، سطح C_3 بهترین درصد اختلاط کمپوست خاکاره را داشته است، زیرا نسبت به C_4، کمپوست کم‌تری در آن استفاده شده و از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر است، در حالی که تعداد میوه‌ی تولیدی آن برابر با C_4 است. اعتمادی‌نیا و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی اثر اختلاط خاکاره با خاک سبک بر عملکرد و اجزای عملکرد، به نتایجی مشابه این تحقیق رسیدند. به‌طوری که با افزایش درصد اختلاط خاکاره تعداد میوه افزایش معنی‌دار داشت، اما با افزایش اختلاط خاکاره به میزان بیش از ۱۰ درصد حجمی، روند نزولی در تعداد میوه‌های تولیدی مشاهده گردید و میانگین تعداد میوه کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

مطابق نتایج شکل (۳)، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد به‌ترتیب مربوط به اختلاط ۱۰ و پنج درصد کمپوست خاکاره با میانگین‌های ۱۵۰ و ۱۱۹/۷ گرم می‌باشد و این در حالیست که، میانگین مقدار عملکرد در سطوح کمپوست خاکاره C_1، C_2، C_4 و C_5 تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، بعد از سطح کمپوست C_3 روند نزولی در عملکرد گوجه فرنگی دیده می‌شود، بدین جهت می‌توان نتیجه گرفت با تعیین دقیق میزان اختلاط کمپوست خاکاره، می‌توان میزان عملکرد را نیز مانند تعداد میوه در گلدان به مقدار بهینه آن نزدیک نمود. در پژوهشی

که Tzortzakis et al (2020) بر روی تاثیر کمپوست پسماندهای جامد شهری و آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر روی گیاه گوجه‌فرنگی انجام دادند، مشاهده شد که برای افزایش رشد گیاه و بهبود عملکرد گیاه برای کشت گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، می‌توان تا ۴۰ درصد کمپوست به بستر اضافه کرد. همچنین در آزمایشی که Anwarkhan et al (2017) بر روی اثر کمپوست و کودهای معدنی بر عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه‌ای در خاک با بافت لوم- سیلتی انجام دادند، مشاهده شد که عملکرد و پارامترهای کیفی گوجه‌فرنگی به طور معنی‌داری تحت تاثیر استفاده ترکیبی از کودهای معدنی و کمپوست قرار دارد. در نهایت مشاهده شد که ترکیب کمپوست بقایای گیاهی و کودهای معدنی به‌طور قابل توجهی عملکرد، کیفیت میوه گوجه‌فرنگی و وضعیت حاصلخیزی پایدار خاک را بهبود می‌بخشد. در آزمایشی که توسط رحیمیان و ذبیحی (۱۳۹۶) انجام شد و مقدار بهینه پلیمر سوپر جاذب و کمپوست را بر عملکرد گوجه فرنگی بررسی نمودند، بیش‌ترین عملکرد گوجه فرنگی را در تیمار بدون پلیمر سوپرجاذب و ۳۰ درصد کمپوست به‌دست آوردند. لذا به نظر می‌رسد با توجه به تحقیقات مختلف لازم است برای هر نوع بافت خاک و نوع ماده افزودنی به‌عنوان کمپوست، درصد مواد افزودنی متفاوت بوده و می‌بایست مقدار دقیق آن برای افزایش عملکرد در واحد سطح تعیین شود. نتایج نشان داد که طول ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف کمپوست خاک‌اره، ابتدا روند کاهشی و سپس با افزایش درصد اختلاط کمپوست خاک‌اره روند صعودی نشان داد. به‌طوریکه در C_5 به بیش‌ترین میانگین یعنی ۵۷/۷ (سانتی‌متر) می‌رسد که نشان دهنده‌ی اثر مثبت کمپوست خاک‌اره بر شاخص طول ساقه گیاه می‌باشد. البته باید درنظر داشت که تفاوت میان سطوح کمپوست C_1، C_2، C_3 و C_4 در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در این شاخص معنی‌دار نگردید. طبق نتایج پژوهش رمضانی مقدم و همکاران (۱۴۰۱a)، با افزایش درصد اختلاط خاک‌اره از صفر به ۲۰ درصد حجمی، میانگین طول ساقه افزایش شش درصدی نشان داد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین در رابطه با شاخص وزن تر گیاه، با توجه به شکل (۳) بیش‌ترین مقادیر وزن کل تر گیاه، تحت اثر سطوح مختلف کمپوست خاک‌اره مربوط به سطوح کمپوست C_3 و C_5 با میانگین ۱۱۱/۶ (گرم) و کم‌ترین آن با میانگین ۷۸/۳ (گرم) مربوط به تیمار C_2 برآورد گردید. از طرفی، اختلاف میان سطوح کمپوست C_1 و C_2 و همچنین C_3، C_4 و C_5 با یکدیگر، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نگردید و در یک گروه طبقه بندی شدند. لذا با در نظر گرفتن کلیه موارد می‌توان گفت در سطح کمپوست C_3 بهترین نتایج عملکردی و شاخص‌های عملکردی به‌دست می‌آید، زیرا در عین حالی که نسبت به سطوح C_4 و C_5 کمپوست کم‌تری دریافت می‌نماید، لیکن در شاخص‌های مهم ارزیابی از جمله عملکرد نتایج مطلوب‌تری را ارایه نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش تخلیه مجاز رطوبتی موجب افزایش تنش رطوبتی در گوجه‌فرنگی شده که در نهایت منجر به کاهش میزان عملکرد و اجزای عملکرد آن شد. به طور نمونه مطابق نتایج، بیشترین و کمترین عملکرد گوجه‌فرنگی مربوط به تیمار I_1 و I_4، به‌ترتیب برابر ۱۶۸/۶ و ۹۰/۸ گرم بود که بیانگر کاهش ۷۷/۸ درصدی محصول بود (به ازای ۵۵ درصد افزایش تخلیه مجاز رطوبتی). البته در برخی از موارد افزایش میزان مقادیر تخلیه مجاز رطوبتی، بر روی صفات مورد بررسی دارای تاثیر معنی‌دار نبود.

نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار عملکرد (۱۵۰ گرم در گلدان) در سطح کمپوست C_3 (اختلاط کمپوست خاک‌اره به میزان ۱۰ درصد حجمی) حاصل شد. همچنین مقدار عملکرد گوجه‌فرنگی در تیمار C_3 حدود ۲۳/۵ درصد بیشتر از تیمار بدون کمپوست خاک‌اره (C_1) بود. از طرفی مشاهده شد که اختلاط بیش از حد کمپوست خاک‌اره اثر منفی بر عملکرد و اجزای آن در سطوح رطوبتی مختلف، خواهد داشت. به طور نمونه مقادیر عملکرد و تعداد میوه در تیمار C_5، حدود ۱۲ درصد نسبت به میانگین مقادیر آن در دو تیمار C_3 و C_4 کاهش یافت.

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که کمپوست خاک‌اره در اکثر موارد، باعث افزایش معنی‌دار مقادیر صفات

گیاهی مورد بررسی شده و فقط در چند مورد کاهش مشاهده شد که آن هم معنی‌دار نبود. بنابر این، استفاده از مقادیر مناسب کمپوست خاک‌اره می‌تواند موجب کاهش اثرات تنش رطوبتی وارده به گوجه‌فرنگی شده و خصوصیات گیاهی آن را بهبود بخشد.

منابع

ابراهیمی پاک، ن. ع.، اگدرنژاد، ا. و خدادادی دهکردی، د. ۱۳۹۷. ارزیابی مدل Aquacrop در شبیه‌سازی عملکرد ذرت تحت تیمارهای کم‌آبیاری و کاربرد سطوح مختلف سوپر جاذب. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. ۸(۳): ۱۶۶-۱۸۴.

اعتمادی نیا، م.، رمضانی مقدم، ج.، حسینی، ی.، رسول زاده، ع.، و رئوف، م. ۱۴۰۱. بررسی اثر مدیریت زمان آبیاری بر خصوصیات ریشه گوجه‌فرنگی. صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست. اردبیل. ایران.

اعتمادی نیا، م.، رمضانی مقدم، ج.، حسینی، ی.، رسول زاده، ع.، و رئوف، م. ۱۴۰۰. اثر مدیریت آبیاری بر عملکرد گوجه‌فرنگی در خاک سبک. اولین همایش ملی مدیریت کیفیت آب و سومین همایش ملی مدیریت مصرف آب.

اکبری نودهی، د.، عزیزی زهان، ع.، و رضایی سوخت آبندانی، ر. ۱۳۹۲. بررسی رابطه میزان آب و عملکرد گوجه فرنگی در استان مازندران. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷(۴): ۶۴-۶۹.

امیری، ا.، و رستمی اجیرلو، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی تأثیر کم آبیاری بر عملکرد، صفات کیفی و بهره‌وری آب ارقام متفاوت گوجه‌فرنگی در دشت مغان. تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۹(۲): ۲۶۱-۲۶۸.

بانج شفیعی، ع.، عزیزی، پ.، و جلالی، س. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر مقادیر مختلف سرخس عقابی بر کیفیت کمپوست شدن خاک‌اره گونه اورامریکان. پژوهش و سازندگی. ۱۶(۴): ۸۰-۸۴.

پوزش شیرازی، م.، زلفی باوریانی، م.، مدرسی، م.، و بهزادی، ب. ۱۳۹۲. تاثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی بر کمیت و کیفیت محصول گوجه‌فرنگی. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۴(۴): ۴۵۱-۴۵۹.

حسینی، ی. ۱۴۰۰. اثرات کاربرد نسبت‌های مختلف خاک‌اره بر بهره‌وری مصرف آب خیار گلخانه‌ای در شرایط مدیریت آب سهل‌الوصول. علوم و مهندسی آبیاری، ۴۴(۳)، ۱-۱۴.

دهقان، ه.، علیزاده، ا.، اسماعیلی، ک. و نعمتی، ح. ۱۳۹۴. رشد ریشه، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در تنش خشکی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۲۹(۲):۵۴-۶۸.

رحیمیان، م. و ذبیحی، ح. ۱۳۹۶. اثر استفاده از مقادیر مختلف کمپوست و پلیمر سوپرجاذب رطوبت بر عملکرد و کارآیی مصرف آب گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۳۱(۴):۷۸-۸۶.

رمضانی مقدم، ج.، م. اعتمادی‌نیا، ی. حسینی، ع. رسول‌زاده و رئوف، م. a۱۴۰۱. اثر اختلاط خاک‌اره با خاک سبک روی برخی خصوصیات گوجه‌فرنگی. صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست. اردبیل. ایران.

رمضانی مقدم، ج.، م. اعتمادی‌نیا، ی. حسینی، ع. رسول‌زاده و رئوف، م. b۱۴۰۱. اثر خاک اره بر خصوصیات شیمیایی خاک سبک. صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست. اردبیل. ایران.

ساجدی نیا، ح.، صیدی، م.، قنبری، ف.، و بگنظری، م. ۱۳۹۷. اثر پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و برخی صفات گوجه‌فرنگی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۸(۴): ۱۶۳-۱۷۴.

فروتن، م.، رمضانی مقدم، ج.، حسینی، ی.، و رسول‌زاده، ع. ۱۳۹۹. اثر مدیریت زمان آبیاری و مواد آلی خاک بر عملکرد گوجه‌فرنگی. اولین کنفرانس مهندسی و فن‌آوری. تبریز. ایران.

نوری، م.، مطلبی آذر، ع.، صیدی، م.، پناهنده، ج.، زارع حقی، د.، و مظفری، ح. ۱۳۹۹. واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی (Solanum lycopersicum) به تنش خشکی. فرایند و کارکرد گیاهی، ۹(۳۶):۶۴-۷۷.

یاوری، ا.، م. مرادی نظر، م. شرفی، ا. نافذ و پیرصاحب، م. ۱۴۰۱. بررسی شاخص‌های تثبیت و رسیدگی در طی فرایند کمپوست‌سازی از مخلوط فضولات مرغداری و خاک‌اره به روش ویندرو. سلامت و محیط زیست، ۱۶(۱): ۱-۱۶.

Alomari-Mheidat, M., Corell, M., Castro-Valdecantos, P., Andreu, L., Moriana, A. and Martin-Palomo, M.J. 2023. Effect of Water Stess and Rehydration on the Cluster and Fruit Quality of Greenhouse Tomatoes. Agronomy. 13: 563-575.

Termorshuizen, A., Moolenaar, S., Veeken, A. and Blok, W. J. 2004. The value of compost. Reviews

in Environmental Science and Bio-technology.3:343-347.

Tzortzakis, N., Saridakis, Ch. and Chrysargyris, A. 2020. Treated Wastewater and Fertigation Applied for Greenhouse Tomato Cultivation Grown in Municipal Solid Waste Compost and Soil Mixtures. Sustainability, 12: 42-87.

Anwar Khan, A., Bibi, H., Ali, Z., Sharif, M., Shah, S.A., Ibadullah, H., Khan, K., Azeem, I. and Ali, S. 2017. Effect of compost and inorganic fertilizers on yield and quality of tomato. Acad. J. Agric. Res. 5(10): 287-293.