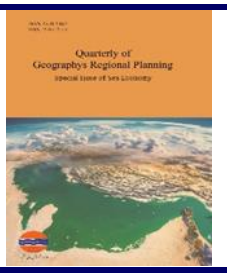
Archive of SID.ir

Iranian Association of Geopolitical

Geography(Regional Planning)
Volume 13 (Special Issue 1), Winter 2024
ISSN (Print): 2228-6462 - ISSN (Online): 2783-2112
Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/



Research Paper

Evaluation of Irrigation Methods Efficiency in Arid and Semi-Arid Regions (Case Study: Pistachio Orchards in Kerman City)

Abuzar Motahari[1], Ali Neshat [*2]

1. Master's Degree Graduate, Department of Water Engineering, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran
2. Associate Professor, Department of Water Engineering, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran.

ARTICLEINFO

PP: 323-334

Use your device to scan and read the article online

Keywords: *: Surface Irrigation, Subsurface Irrigation, Number Of Crops Per Ounce, Water-Use Efficiency, Percentage Of Smiling Pistachios*

Abstract

More than 90% of Iranian pistachio orchards are irrigated by surface method. Due to the process of reducing water resources, it is necessary to change or improve the irrigation systems of orchards. The present study aimed to investigate the change of surface irrigation to subsurface irrigation system on fertile pistachio trees in Kerman, Iran. The randomized complete block design was performed in the form of 4 factorial treatments, including flood irrigation (T1), full subsurface irrigation (T2), subsurface irrigation at 75% of full irrigation (T3), and subsurface irrigation at 50% of full irrigation (T4). This study evaluated the qualitative and quantitative parameters of pistachio trees. The results showed that the highest amount of wet and dry products was related to T2 treatment, but this amount was not significantly different from T3 treatment in both parameters. It was also shown that the highest number of crops per ounce was related to flood irrigation treatment, while the highest decrease in the percentage of blank pistachios was related to the full subsurface irrigation treatment. The highest percentage of smiling pistachios was related to T2 treatment, but this difference was not significant compared to other treatments. In this study, it was indicated that flood irrigation of pistachio trees can be changed to subsurface irrigation and the amount of irrigation water can be reduced by up to 25%. In addition to reducing the amount of irrigation water use, water-use efficiency can also be desirably increased.

Citation: Motahari, A., Neshat, A. (2024). **Evaluation of Irrigation Methods Efficiency in Arid and Semi-Arid Regions (Case Study: Pistachio Orchards in Kerman City)** Geography(Regional Planning), 13 (Special Issue 1), 323-334
DOI: 10.22034/jgeoq.2024.331857.3590

[*] **Corresponding author:** Ali Neshat, **Email:** Neshat@iauk.ac.ir
Copyright © 2024 The Authors. Published by Qeshm Institute. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Extended Abstract

Introduction

Water is a critical challenge of the current century, with the potential for significant global impacts. Iran, located in a semi-arid region, receives only about one-third of the global average rainfall. This makes efficient water use crucial, particularly in agriculture, where a large portion of extracted water is used but with low efficiency (Ganjikharamdel & Kheikhai, 2016; Ashrafi et al., 2007; Sedeghati et al., 2019; Fallah Tabar & Bahiraei, 2012).Over the past 30 years, groundwater levels in pistachio-growing areas in Kerman province have been declining by about one meter annually, with irrigation efficiency averaging 47.7% over a decade (Ganjikharamdel & Kheikhai, 2016; Ashrafi et al., 2007). The region's climate, combined with increasing population and expansion of pistachio orchards, has led to severe water scarcity. Excessive groundwater extraction (300 million cubic meters) has rendered Kerman one of the most water-stressed regions. The 95% water usage in agriculture and monoculture practices further exacerbate future water security issues (Sedeghati, 2019; Kerman Water Company, 1992).The ongoing trend may lead to social, economic, and environmental problems, including reduced political engagement, protests, and security crises. Although pistachio trees are drought-resistant, they require sufficient irrigation for economic yield, varying by climate and variety (Rahneshan et al., 2018). An experiment by Koohestani et al. (1997) suggested that subsurface irrigation for pistachio trees is effective, but using water at 20% of the Class A pan evaporation rate may cause significant yield reduction, recommending larger water volumes for optimal performance (Koohestani, 1997).

Methodology

This study was conducted in pistachio orchards in Kerman County, using a well with a discharge of 20 liters per second. It involved 320 uniformly aged trees divided into four irrigation treatments: surface irrigation, full subsurface irrigation, 75% subsurface irrigation, and 50% subsurface irrigation. The research lasted one year, starting from early autumn 2019 to autumn 2020, focusing on growth, yield, and other factors.

Results and Discussion

Switching from flood to subsurface irrigation significantly impacted the fresh pistachio yield. The highest fresh yield was observed in treatments T2 (5350 grams per tree) and T3 (4950 grams per tree), with a statistically significant difference from other treatments, though T2 and T3 did not differ significantly from each other. T3 showed the lowest fresh yield (3453 grams per tree), but this difference was not statistically significant compared to flood irrigation.Regarding dry yield, treatments T1 and T4 produced the highest (1553 grams per tree) and lowest (701 grams per tree) yields, respectively. No significant difference was found between T2 and T3 or between T1 and T3 for dry yield.For nut count per ounce, T1 had the highest number (28.5), with significant differences from T2 and T3 but not from T4. T2 had the lowest count, though it was not significantly different from T3.

Conclusion

The study revealed that switching from flood irrigation to subsurface irrigation with PVC pipes significantly impacted fresh and dry pistachio yields, nut count per ounce, percentage of empty nuts, vegetative growth, weed control, and water use efficiency, but did not affect the nut fill percentage. Among the treatments, T2 achieved the highest fresh and dry yields, vegetative growth, and the lowest percentage of empty nuts, while T3 had the highest water use efficiency. Since there was no significant difference in fresh and dry yields between T2 and T3, and T3 had a 25% lower water use compared to T2, T3 was considered the optimal treatment. Overall, the results suggest that a 25% reduction in water use can maintain good pistachio yields while improving water efficiency. However, this study only covered one year; further research over a four-year period is recommended to fully understand the system's performance in varying conditions. Additionally, optimizing subsurface irrigation parameters and addressing potential issues such as pipe diameter, hole spacing, installation depth, and soil characteristics should be evaluated.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

References

1. Alizadeh, A. (2000). Relationship between water and soil of plant. Astan Quds Razavi Printing and Publishing Institute of Mashhad.
2. Alizadeh, A. (2002). Principles of drip irrigation system (2nd ed.). Astan Quds Razavi Printing and Publishing Institute of Mashhad.
3. Ashrafi, S., Afshar, H., Tajik, F., Heydari, N., Abbasi, F., Naderi, N., Niknejad, D., & Yar Gholi, V. B. (2007). A decade of efforts by the Agricultural Engineering Research Institute. Agricultural Research and Education Organization Publications, Karaj.
4. Braud, H. J., Adams, A. J., Brown, R. T., & Schmitz, F. B. (1965). Subirrigation: A new look at an old method. Louisiana Agriculture, 8(4), 6-7.
5. Braud, H., & Schmitz, F. B. (1965). Subirrigation: A new look at an old method. Louisiana Agriculture, 8(1), 6-7.
6. Bryan, B. B., & Baker, G. (1964). Small diameter plastic pipe for use in subirrigation. Arkansas Farm Research, 13(6), 7.
7. Fallah-Tabar, N., & Bahiraei, H. (2012). Sustainable development of Kashan in the context of water resources in arid and semi-arid regions. Geography (Regional Planning), 2(2), 215-228. [In Persian]
8. Ghanji Khorramdell, N., & Kheyayi, F. (2016). Comparison of growth and yield changes of mature pistachio trees during the transition from surface to drip irrigation in Saveh. Water Research in Agriculture, 30(1), 39-49. [In Persian]
9. Kerman Regional Water Joint Stock Company. (1992). Water resources studies: Kerman plains studies report.
10. Koohestani, S. (1997). Comparing conventional subsurface and traditional (flood) irrigation systems in pistachio fields (Master's thesis). School of Agriculture, Tehran University.
11. Moazzen Poor, M. (1995). Evaluation of drought resistance of pistachio trees and determining the most suitable irrigation cycle and depth. Research report of Iran Pistachio Research Institute, Rafsanjan.
12. Moazzen Poor, M. A., Mohammadi Mohammad Abadi, A., Azad, S., Mahdizade, M., & Mohammadi, V. (2008). Investigating the effect of changing the irrigation system from surface to drip method on pistachio trees. Final report of the research project. Pistachio Research Institute, Rafsanjan.
13. Mohammadi, A. S., Hossinifard, J., & Sedaghati, N. (2008). Effect of change from the conventional to subsurface on mature pistachio trees in Kerman. Journal of Water and Soil Science, 12, 29-45.
14. Rahimian, M. (2018). Factors affecting the sustainable management of water resources among irrigated wheat farmers in Koohdasht. Iranian Agricultural Extension and Education Sciences, 63(3), 32.
15. Rahneshan, Z., Nasibi, F., & Moghadam, A. A. (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters, and nutrients in two pistachio (Pistacia vera L.) rootstocks. Journal of Plant Interactions, 13(1), 73-82.
16. Romero, P., Botia, P., & Garcia, F. (2004). Effects of regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. Plant and Soil, 260(1), 155-168.
17. Sedaghat, N., Hosseini-Fard, S. J., Abdollahi Izzatabadi, M., Mohammadi Mohammadabadi, A., & Nikooei Dashtjerdi, M. R. (2019). The effect of changing the irrigation system from surface (flood) to subsurface with PVC pipes on soil salinity, growth, and performance of pistachio trees. Pistachio Science and Technology, 4(8), 28-42. [In Persian]

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)

دوره ۱۳(ویژه‌نامه ۱)، زمستان ۱۴۰۲

شاپا چاپی: ۶۴۶۲- ۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲ -۲۷۸۳

Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/

انجمن ژئوپلیتیک ایران

مقاله پژوهشی

ارزیابی کارایی روش‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: باغ‌های پسته شهر کرمان)

ابوذر مطهری: دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.

علی نشاط*: دانشیار گروه مهندسی آب، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

اطلاعات مقاله

شماره صفحات: ۳۳۴-۳۲۳

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

واژه‌های کلیدی: *آبیاری سطحی، آبیاری زیر سطحی، تعداد دانه در انس، کارایی مصرف، درصد خندان بودن.*

چکیده

آب، مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با توجه به محدودیت کمی و کیفی منابع آب در بخش کشاورزی، انتخاب روش مناسب آبیاری از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد و باید این انتخاب آگاهانه و با دقت تمام انجام گیرد. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر تغییر سیستم آبیاری سطحی به آبیاری زیرسطحی بر عملکرد پسته انجام گرفت. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های تصادفی با چهار تیمار در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد یا غرقابی (T_1) ،آبیاری زیر سطحی به میزان کامل (T_2) ،آبیاری زیر سطحی به میزان ۷۵ درصد آبیاری کامل (T_3) و آبیاری زیر سطحی به میزان ۵۰ درصد آبیاری کامل (T_4) بودند. در طی آزمایش برخی صفات کمی و کیفی درختان پسته شامل عملکرد تر، عملکرد خشک، تعداد دانه در انس، درصد پوکی و درصد خندان بودن اندازه‌گیری شدند. در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمار T2 بیشترین میزان محصول تر و خشک را به خود اختصاص داده بود که با سایر تیمارها (به جز تیمار T3) به لحاظ آماری اختلاف معناداری داشت (P<۰/۰۵). تیمارهای T2 و T1 به‌ترتیب بیشترین کاهش درصد پوکی و تعداد دانه در یک انس را به خود اختصاص داده بودند. همچنین بیشترین میزان درصد خندان بودن مربوط به تیمار T2 بود که با سایر تیمارها اختلاف معنادار آماری نداشت (P>۰/۰۵). به‌طور کلی، با توجه به محدودیت کمی و کیفی منابع آب در مناطق پسته‌کاری ایران بالاخص شهر کرمان، می‌توان روش زیرسطحی T2 را به دلیل کاهش ۲۵ درصدی مصرف آب تؤام با عملکرد بالاتر را به جای آبیاری غرقابی مورد استفاده قرار داد که علاوه بر کاهش میزان مصرف آب آبیاری، کارآیی مصرف آب را نیز افزایش می‌دهد.

استناد: مطهری، ابوذر و نشاط، علی (۱۴۰۲). **ارزیابی کارایی روش‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: باغ‌های پسته شهر کرمان)**، فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، دوره ۱۳ (ویژه‌نامه ۱)، ۳۲۳-۳۳۴.

DOI: 10.22034/jgeoq.2024.331857.3590

* **نویسنده مسئول:** علی نشاط ، **پست الکترونیکی:** Neshat@iauk.ac.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

یکی از چالش‌های اصلی قرن حاضر، آب است که می‌تواند سر منشأ بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. کشور ما در منطقه نیمه‌خشک قرار دارد و متوسط بارندگی آن حدود یک‌سوم بارندگی جهان است که در این شرایط آب و هوایی یکی از عمده‌ترین موانع افزایش تولید محصولات کشاورزی، عدم استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد زیرا قسمت عمده آب استحصالی در بخش کشاورزی مصرف شده و بازده مصرف آن در این بخش کم می‌باشد (گنجی خرم دل و کیخایی، ۱۳۹۵؛ Ashrafi et al 2007؛ صداقتی و همکاران، ۱۳۹۸؛ فلاح تبار و بحیرایی، ۱۳۹۱).

آمار ۳۰ سال گذشته بیانگر ناپایداری در بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی کشور است به‌طوری که میزان افت آب‌های زیرزمینی در اغلب مناطق پسته‌کاری (استان کرمان) به‌طور میانگین یک متر در سال است. همچنین میانگین بازده آبیاری در استان کرمان طی یک دوره زمانی ۱۰ ساله، ۴۷/۷ درصد بوده است (گنجی خرم دل و کیخایی، ۱۳۹۵؛ Ashrafi et al 2007).

موقعیت اقلیمی استان کرمان در کنار افزایش جمعیت و همچنین سطح زیرکشت باغ‌های پسته بدون توجه به ظرفیت و توان محیط، سبب عدم تعادل اکولوژیکی و ناپایداری در سطح این منطقه شده است به‌طوری که امروزه این استان دچار بحران شدید کم‌آبی است. برداشت بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی (۳۰۰ میلیون مترمکعب) موجب شده که این استان به‌عنوان یکی از بحرانی‌ترین دشت‌های کشور در حوزه آب شناخته شود. همچنین استفاده ۹۵ درصدی از آب‌های منطقه مذکور در بخش کشاورزی از یک طرف و پدیده‌ی کشت تک محصولی (پسته) از سویی دیگر، ابعاد امنیتی بحران آب را در آینده نه‌چندان دور، بیش از پیش به نمایش می‌گذارد (صداقتی، ۱۳۹۸؛ Kerman water company 1992).

ادامه روند فعلی، ضمن این که مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی برای منطقه ایجاد می‌کند، وقایعی همچون کاهش کاهش مشارکت سیاسی، شکل گیری اعتراض‌ها و تنش‌های منطقه‌ای برسرمنابع آب، جابجایی‌های جمعیت، خالی شدن روستاها از سکنه، افزایش حومه نشیی و تبعات امنیتی آن درشهرها، کاهش درآمد و در نتیجه شکل‌گیری بحران‌های امنیتی را در پی خواهد داشت. باید در نظر داشت که اگر چه درخت پسته به خشکی و شوری مقاوم است اما برای تولید اقتصادی محصول نیاز به آبیاری کافی دارد، که میزان آن با توجه به اقلیم منطقه و نوع رقم پسته متفاوت است (Rahneshan et al 2018).

در آزمایشی که توسط کوهستانی و همکاران (۱۹۹۷) به منظور امکان سازی درختان پسته با لوله‌های مختلف آبیاری زیر سطحی با مقدار آب مصرفی به میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشت کلاس الف انجام گرفت مشخص گردید که استفاده از روش آبیاری زیر سطحی برای درختان آبیاری پسته منطقی به نظر می‌رسد. اما مصرف آب آبیاری به مقدار ۲۰ درصد از تشت کلاس الف در مقایسه با روش آبیاری سطحی، افت شدید محصول را به همراه داشت و استفاده از حجم‌های بیشتر آب به‌منظور دست‌یابی به عملکرد مطلوب توصیه شد (Koohestani 1997).

مبانی نظری

در مطالعه‌ای که توسط مؤذن‌پور و همکاران در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۸ با هدف امکان جایگزینی روش آبیاری غرقابی سنتی با روش قطره‌ای برای درختان پسته انجام گرفت، نتایج نشان داد که تیمار آبیاری غرقابی سطحی بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داده بود درحالی که تیمار آبیاری قطره‌ای با میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشت بدترین عملکرد را داشت (Moazzenpoor et al 1995؛ Moazzenpoor et al 2008). محمدی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر تغییر سیستم آبیاری از روش غرقابی به زیر سطحی بر درختان بارور پسته به این نتیجه رسیدند که تغییر سیستم آبیاری ازروش سنتی به روش زیر سطحی روی درختان پسته امکان پذیر می‌باشد و بهترین تیمار در شرایط انجام آزمایش تیماری بود که آبیاری آن با روش زیر سطحی و مصرف ۶۰ درصد تبخیر از تشت با دور آبیاری ۱۴ روز یک‌بار انجام گرفته بود (Mohammadi et al 2008).در مطالعه‌ای دیگر، گنجی خرم دل و کیخایی (۱۳۹۵) به مقایسه تغییرات رشد و عملکرد محصول درختان بارور پسته در گذار از آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای در ساوه پرداختند و گزارش کردند که تغییر سیستم آبیاری درختان بارور پسته از روش سطحی به قطره‌ای امکان‌پذیر می‌باشد. به‌طوری که این تغییر روش آبیاری بر عملکرد خشک، تعداد دانه در انس، درصد پوکی، رشد شاخه یکساله، سطح برگ و وزن صد

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دانه پسته در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت. کاهش عملکرد و شاخص‌های کیفی محصول در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی نشان‌دهنده سازگاری درختان پسته نسبت به تغییر سیستم بود. میانگین دو ساله عملکرد خشک در روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۷۳۹ و ۹۲۷ کیلوگرم در هکتار، میانگین آب مصرفی ۶۳۷۵ و ۴۱۱۰ مترمکعب در هکتار و میزان کارایی مصرف آب ۱۲۵ و ۱۹۰ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب بدست آمد. در یک مطالعه‌ای که اخیراً توسط صداقی و همکاران (۱۳۹۸) با هدف ارزیابی تأثیر تغییر سیستم آبیاری از روش غرقابی به زیرسطحی کم‌فشار (لوله‌های پی‌وی سی سورخدار) انجام گرفت. نتایج حاکی از آن بود که استفاده از روش زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی با مقدار آب ۷۵ درصد مقدار آب مورد استفاده برای تیمار شاهد و دور آبیاری ۲۴ روز به دلیل کاهش ۲۵ درصدی مصرف آب و افزایش ۶۱/۶ و ۱۴/۳ درصدی بهره‌وری مصرف آب، به‌ترتیب نسبت به روش‌های آبیاری غرقابی یا شاهد (دور آبیاری ۴۸ روز و حجم ۶۷۲۰ مترمکعب در هکتار) و آبیاری زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی با مقدار آب مورد استفاده برای تیمار شاهد و دور آبیاری ۱۲ روز قابل توصیه می‌باشد.

با توجه به تمام مزایا و برتری‌های آبیاری به روش زیرسطحی که تاکنون در مطالعات صورت گرفته، ابداع و کاربرد روش‌های جدیدی که بتواند آب مورد نیاز گیاهان را در زیر سطح خاک توزیع نماید از اهمیت زیادی برخوردار است. بدین‌منظور استفاده از لوله‌های پی‌وی‌سی سورخدار به‌عنوان یک روش آبیاری زیرسطحی برای آبیاری گیاهان روشی جدید بوده که کمتر مورد استفاده و بررسی قرار گرفته است. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تغییر سیستم آبیاری سطحی به زیرسطحی بر روی کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد محصول درختان بارور پسته در شهر کرمان انجام گرفت.

روش پژوهش

این آزمایش در باغ‌هایی پسته شهرستان کرمان انجام گرفت. منبع تأمین آب آبیاری یک حلقه چاه با دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه بود. در جدول شماره (۱) نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی آب آبیاری مورد استفاده ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش آب مزرعه مورد مطالعه

Num	EC ds/m	Anions(Meq/lit)				Cations(Meq/lit)			TDS (mg/l)	(PH)
		CO3	Cl	Hco3	So4	Ca+Mg	Na	k		
۱	۵.۲۴	۰	۴۳.۶	۲.۸	۶.۶	۳۸	۱۵	–	۳۳۵۳.۶	۷.۳۴

همچنین نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه (بافت خاک ،وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت زراعی و آب قابل دسترس) در جدول (۲) آورده شده است. با توجه به بافت خاک مزرعه که لومی بود، میزان آب قابل دسترس ۱۷۰ میلی‌متر در هر متر عمق خاک برآورد گردید.

جدول ۲- نتایج آزمایش خاک مزرعه مورد مطالعه

Soil Texture	وزن مخصوص gr/cm^3	ظرفیت زراعی ٪ درصد حجمی	نقطه پژمردگی ٪ درصد حجمی	آب قابل دسترس ٪	
				درصد حجمی	mm/m
Sandy	۱/۶۵	۱۵	۷	۸	۸۰
Sandy Loam	۱/۶	۱۴	۴	۱۰	۱۰۰
Loamy Sand	۱/۵	۲۱	۹	۱۲	۱۲۰
Loamy Sand OC	۱/۴۵	۲۹	۱۰	۱۹	۱۹۰
Loam	۱/۴	۳۱	۱۴	۱۷	۱۷۰
Loam Clay	۱/۳۵	۳۶	۱۸	۱۹	۱۹۰
Clay	۱/۲۵	۴۴	۲۱	۲۳	۲۳۰

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

روش انجام آزمایش

در این تحقیق سعی گردید مزرعه مورد مطالعه همگن و هم سن باشد. مطابق جدول (۳)، ۳۲۰ اصل درخت انتخاب و در چهار تیمار آبیاری قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری به‌ترتیب برابر با آبیاری سطحی، آبیاری زیرسطحی کامل، آبیاری زیر سطحی به میزان ۷۵ درصد آبیاری کامل و آبیاری زیرسطحی به میزان ۵۰ درصد آبیاری کامل بودند.

جدول ۳- معرفی تیمارهای آبیاری زیر سطحی

ردیف	شرح تیمار	نام تیمار
1	آبیاری غرقابی	T_1
2	آبیاری زیر سطحی کامل	T_2
3	آبیاری زیر سطحی به میزان ۷۵ درصد آبیاری کامل	T_3
4	آبیاری زیر سطحی به میزان ۵۰ درصد آبیاری کامل (به صورت یک خطه)	T_4

مدت زمان اجرای تحقیق یک سال بود که آماده سازی آن از اوایل پاییز ۹۸ شروع گردید و تا پاییز ۹۹ با برداشت محصول، اندازه گیری میزان رشد و عوامل دیگر مورد بررسی قرار گرفت.

بر اساس بررسی بعمل‌آمده مشخص گردید که ردیف‌های درخت در جهت طولی همگنی بهتری با هم دارند. بدین جهت زمین مورد استفاده که دارای حدود ۲۴ متر عرض و حدود شصت متر طول با ۴ ردیف درخت پسته با فاصله ردیف‌های ۶ متر از هم و فاصله درختان از هم حدود ۰/۵تا ۱.۵ متر بود به صورت طولی به چهار بخش تقسیم و هر بخش دارای عرض حدود شش متر و طول حدود ۶۰ متر شامل یک ردیف درخت بود (Bryan, 1964).

روش آبیاری سطحی: بخش در نظر گرفته شده برای آبیاری سنتی به روش سطحی تسطیح و آماده شد. این بخش به صورت یک کرت واحد بود که آب از یک طرف وارد و تمام کرت را به صورت نسبتاً یکنواخت در بر می‌گیرفت و ردیف درختان پسته که در وسط کرت بصورت طولی قرار داشتند از آب آبیاری شده استفاده می‌کردند (Ro mero et al., 2004).

روش آبیاری زیر سطحی: بخش اختصاص داده شده برای آبیاری زیر سطحی نیز نیاز به آماده سازی جهت اجرای این نوع آبیاری داشت که عمدتاً شامل آماده سازی لوله‌ها، تعبیه آن‌ها در زمین و قرار دادن فیلتر در اطراف لوله‌ها بود. لوله‌های استفاده شده از نوع لوله‌های pvc بود که دارای قطری برابر ۹۰ میلی‌متر داشتند و با مقاومت و دوام کافی برای انجام تحقیق بودند (Braud1965).آماده سازی لوله‌ها شامل مشبک کردن آن‌ها بود. روی محیط لوله در یک جهت و در یک راستا سوراخ‌هایی به قطر ۱۴ میلی متر و فاصله ۲۰ سانتی متر تعبیه شد. به عبارت دیگر در هر متر طول لوله جمعاً ۵ سوراخ به قطر ۱۴ میلی متر ایجاد شد. برای جلوگیری از گرفتگی سوراخ‌ها و نیز امکان نشت تدریجی و یکنواخت آب از فیلتر شن در اطراف لوله استفاده شد. این فیلتر در تمام جهات اطراف لوله به ضخامت حدود ۱۰ سانتی متر حد فاصل لوله و خاک قرار گرفته بود. لوله‌ها پس از آماده سازی در دو طرف ردیف درختان پسته به فاصله ۸۰ سانتی متر و در عمق ۴۰ سانتی متری از سطح زمین به صورت کاملاً تراز قرار داده شدند. جهت برآورده کردن نیاز کودی درختان پسته که جهت این طرح پژوهشی انتخاب گردیده بودند کود پاشی زمستانه قبل از شروع فصل رشد انجام گردید. از پاییز ماه ۱۳۹۸ نیز پس از آماده سازی پلات‌ها عملیات آبیاری شروع شد و در سال بعد نیز همانند سال اول ادامه پیدا کرد. در انتهای فصل رشد (مهر ماه ۱۳۹۹) که محصول رسیده بود برداشت محصول صورت گرفت.

آب مورد استفاده در پلات‌های تحقیق

در این تحقیق سعی شد میزان آب اختصاص داده شده به پلات‌ها مربوط به تیمار آبیاری سطحی و تیمار مربوط به آبیاری زیر سطحی به میزان کامل، برابر میزان آبی که در سال‌های گذشته داده می‌شده و اکنون نیز به قسمت‌های دیگر باغ و باغ‌ها اطراف

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

داده می‌شود باشد. با استفاده از فرمول (۱) حجم آب مورد نیاز تیمارها محاسبه گردید. فرمول به کار رفته جهت محاسبه میزان آب مورد نیاز به شرح زیر بود (Alizadeh 2000, 2002).

$$V=A*D*C*N \qquad (۱)$$

که در این رابطه:

V: حجم آب داده شده به هر کرت (لیتر)،

A: متوسط مساحت سایه انداز درختان که بر اساس میانگین شعاع سایه انداز درخت محاسبه می‌شود و مقدار آن ۱۰/۱۸ متر مربع

C: ضرایب تشت (۲۰،۴۰و۶۰)درصد

D: ارتفاع آب تبخیر شده از تشت (میلی متر)

N: تعداد درخت درهر واحد آزمایشی.

برآوردی از میزان آب مورد استفاده برای آبیاری که به همین علت برآوردی از میزان آب مورد استفاده برای آبیاری است که به طور سنتی در منطقه رایج است به عمل آمد که عمق آب آبیاری در منطقه حدود ۲۱۵ میلیمتر (بجز بارندگی موجود در منطقه) بود که از فروردین تا مهر ماه هر سال به باغات پسته داده می‌شد. در یک دوره آبیاری نه ماه بدین ترتیب حجم آب مورد نیاز جهت انجام آبیاری پلات‌ها بر این اساس محاسبه شده و تقریباً به همین مقدار آب به هر یک از پلات‌های آبیاری سطحی و زیر سطحی اختصاص داده شد.

های هرزعلف

یکی از عواملی که علاوه بر رعایت در مصرف مواد غذایی و نور به صورت جدی در مصرف آب در مزارع و باغات تأثیر گذار است میزان رشد علف‌های هرز می‌باشد. هر چقدر علف‌های هرز بیشتر رشد کند میزان تبخیر و تعرق افزایش یافته و خروج آب مزرعه افزایش خواهد یافت و لذا این مسئله در حقیقت در تقابل با استفاده بهینه از آب در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. یکی از مکانیسم‌های مربوط به کاهش تلفات آب و استفاده بهینه از آن در مناطق خشک و نیمه خشک کاهش تبخیر و تعرق از سطوح آب و خاک در این مناطق می‌باشد. به همین دلیل در ارزیابی سیستم‌های آبیاری در این مناطق یکی از عوامل مهم که بایستی مدنظر قرار گیرد تأثیر سیستم آبیاری در کاهش رشد علف‌های هرز می‌باشد. که در حقیقت به طور غیر مستقیم تأثیر آن سیستم آبیاری در کنترل تلفات آب است. به همین منظور یکی از پارامترهایی که در دو سیستم آبیاری مورد استفاده در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت میزان رشد علف‌های هرز بود. جهت انجام این کار در انتهای فصل رشد مجموع کلیه علف‌های هرز رشد کرده در طول فصل رشد در چهار پلات را جمع آوری و پس از خشک نمودن آن‌ها اقدام به وزن کردن و مقایسه آن‌ها کردیم.

وضعیت رشد سالیانه: پارامتر دیگری که می‌تواند معلول وضعیت آبیاری در باغات پسته در مناطق خشک باشد میزان رشد سالیانه و نیز وضعیت شادابی گونه‌های گیاهی است. طبیعی است در مزرعه‌ای که درختان همواره با استرس‌های آبی مواجه بوده و غالباً آبی که در طول فصل رشد دریافت می‌کنند کمتر از مقدار نیاز آبی است. هر سیستم آبیاری که در آن تلفات و هدر رفت آب کمتر باشد و یا به عبارت دیگر راندمان آن بیشتر باشد و در شرایط برابر (از نظر میزان آب اختصاص داده شده) آب بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد شرایط رشد بهتری را برای گیاه فراهم می‌سازد و این تفاوت بایستی در اندازه گیری وضعیت رشد سالیانه مشخص شود. جهت بررسی تأثیر نوع آبیاری در میزان رشد سالیانه در دو پلات این تحقیق که از نظر خاک وضعیت درختان و نیزمیزان آب اختصاص داده شده کاملاً یکسان بود و فقط نوع آبیاری متفاوت بود اقدام به اندازه گیری میزان رشد سالیانه درختان پسته شد. جهت این کار از هر پلات که در بر گیرنده ۴۰ تا ۶۰ اصله درخت پسته بود اقدام به انتخاب ۱۰ اصله درخت براساس شمارش سیستماتیک گردید و این درختان علامت گذاری شدند سپس توسط خط‌کش و متر تعداد و طول رشد جوانه‌های رویشی سالیانه در انتهای فصل رویشی اندازه گیری و ثبت گردید.

وضعیت میزان محصولات تولیدی در چهار پلات: مقایسه میزان تولید محصول پسته در دو پلات تحت دو سیسنم آبیاری سطحی و زیر سطحی هدف اصلی این تحقیق بود. در زمان برداشت محصول، محصول پسته درختان در پلات‌ها به صورت جداگانه و به

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

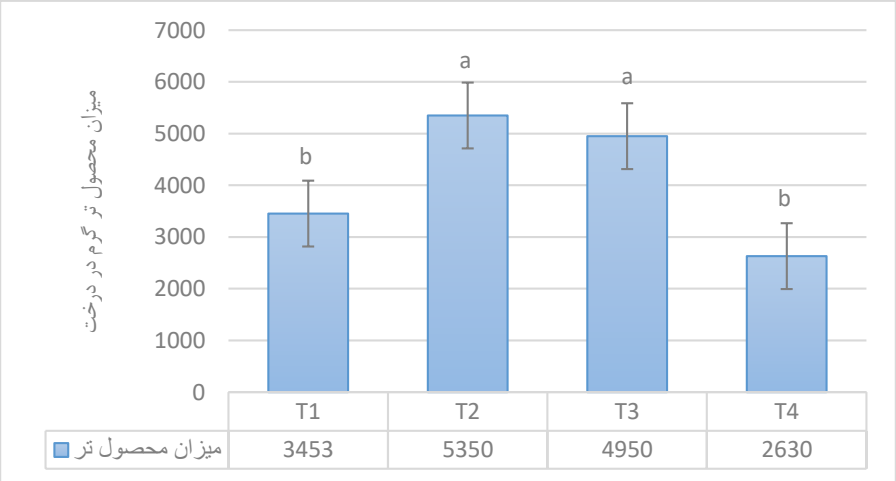
طور کامل برداشت و توزین شد. توزین محصول برداشت شده ر حالت خشک و تر انجام گرفت. برای اندازه گیری میزان پارامترهای کیفی محصول پسته در چهار تیمار آبیاری، میزان درصد پوکی، درصد خندان بودن و میزان انس پسته مورد اندازه گیری قرار گرفت.

در پایان داده‌های آزمایش در نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ ثبت شدند و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تحزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین نیز توسط آزمون آماری دانکن انجام گرفت، همچنین روند تغییر شوری در اعماق مختلف و فاصل مشخص از درخت به صورت خطوط میزان توسط نرم افزار SURFER نمایش داده شد.

بحث و یافته‌های تحقیق

مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر میزان محصول تر درخت پسته

تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به آبیاری زیرسطحی اثر معنی‌داری بر روی میزان محصول تر درختان پسته داشت (شکل ۱، $p<۰/۰۵$). همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، بیشترین میزان محصول تر پسته به‌ترتیب مربوط به تیمارهای T2 (۵۳۵۰ گرم در هر درخت) و T3 (۴۹۵۰ گرم در هر درخت) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنادار آماری داشتند ($p<۰/۰۱$). اما بین این دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنادار آماری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمار T3 کمترین میزان محصول تر پسته (۳۴۵۳ گرم در هر درخت) را در مقایسه با سایر تیمارها به خود اختصاص داده بود اما این تفاوت با تیمار آبیاری غرقابی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$).



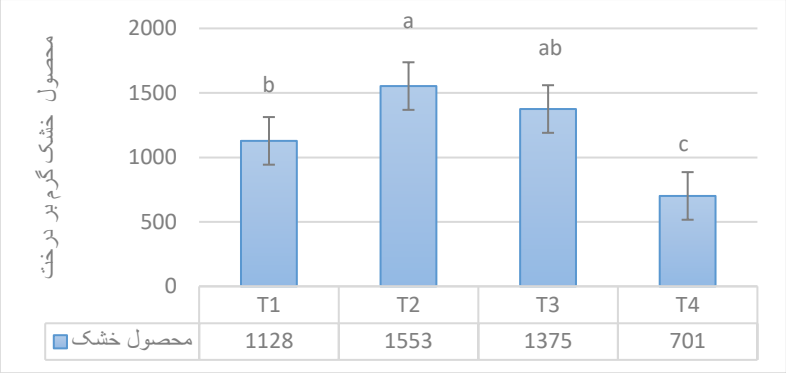
شکل ۱- میانگین مقدار محصول تر بر حسب گرم در واحد درخت در تیمارهای مورد آزمایش

مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر میزان محصول خشک درخت پسته

تأثیر تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به زیرسطحی بر میزان محصول خشک درختان پسته در شکل (۲) ارائه شده است. همان‌طور که در شکل مذکور مشاهده می‌شود، تیمارهای T1 و T4 به‌ترتیب بیشترین (۱۵۵۳ گرم در هر درخت) و کمترین (۷۰۱ گرم در هر درخت) میزان محصول خشک درختان پسته را به خود اختصاص داده بودند ($p<۰/۰۱$). بین تیمارهای T2 و T3 با یکدیگر اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$) که کاهش مصرف ۲۵ درصدی در تیمار T3 در مقایسه با تیمار T2 حائز اهمیت است. همچنین بین تیمار T1با تیمار T3 به لحاظ میزان محصول خشک پسته اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

Archive of SID.ir

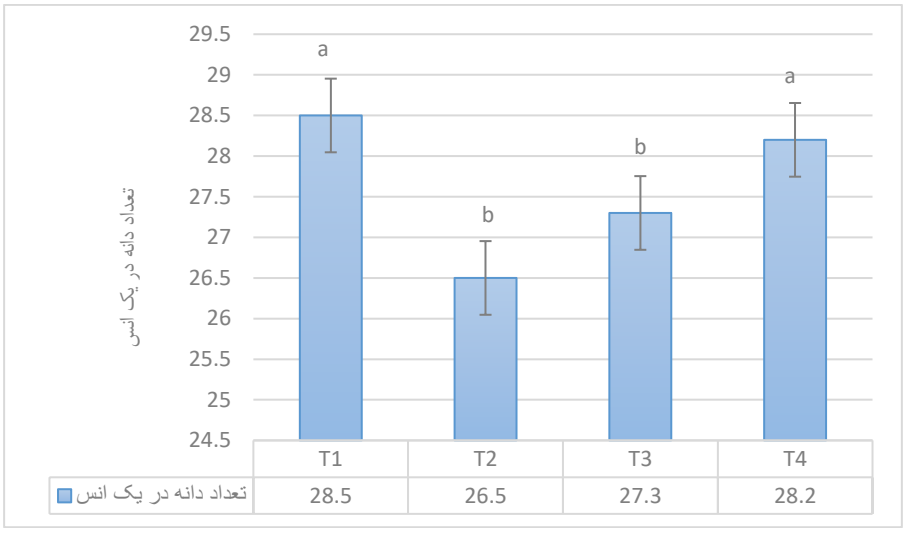
Archive of SID.ir



شکل ۲- میانگین مقدار محصول خشک بر حسب گرم در واحد درخت در تیمارهای مورد آزمایش

مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر تعداد دانه در یک انس محصول درخت پسته

همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد دانه (۲۸/۵ در یک انس) مربوط به تیمار T1 بود هرچند که با توجه به نتایج آماری و جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی داری با تیمار T4 نداشت (P>۰/۰۵) اما با دو تیمار T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد دارا بود (P<۰/۰۱). کمترین میزان تعداد دانه در یک انس نیز مربوط به تیمار T2 بود هر چند که این میزان با تیمار T3 تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵).



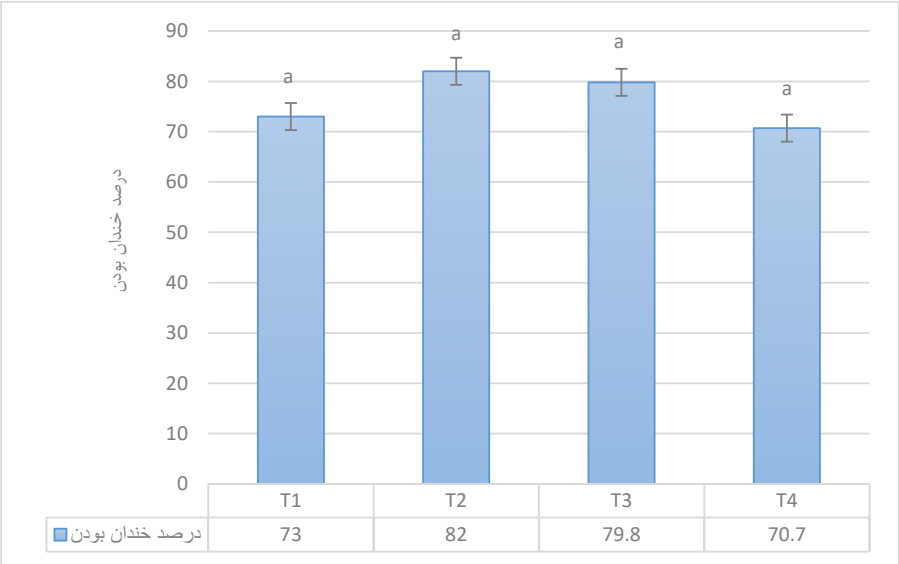
شکل ۳- میانگین تعداد دانه در یک انس محصول پسته در تیمارهای مورد آزمایش

مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر درصد خندان بودن محصول درخت پسته

درصد خندان بودن درختان پسته مورد مطالعه تحت تأثیر تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به آبیاری زیرسطحی قرار نگرفت (شکل ۴؛ P>۰/۰۵). درصد خندان بودن محصول درختان پسته از ۷۰/۷ (T4) تا ۸۲ درصد (T2) متغیر بود.

Archive of SID.ir

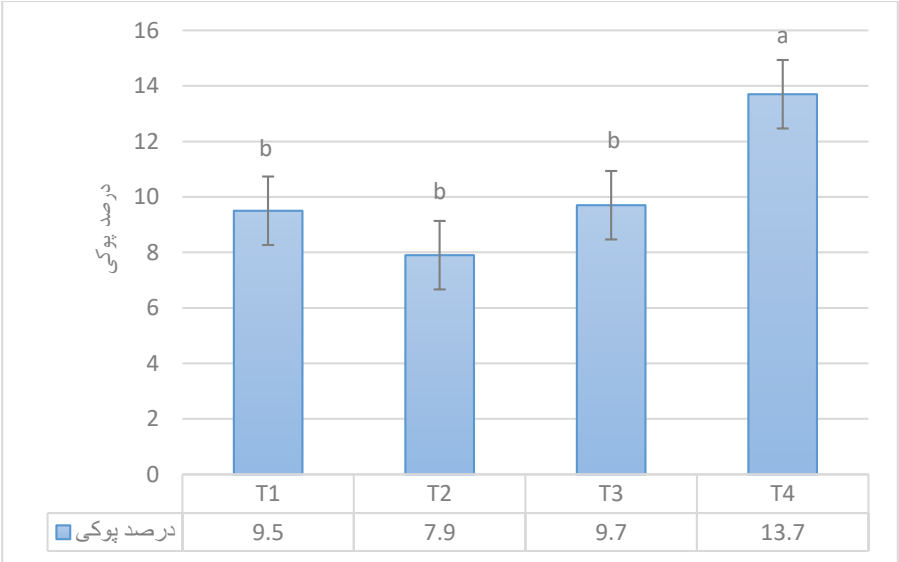
Archive of SID.ir



شکل ٤- میانگین درصد خندان بودن محصول پسته در تیمارهای مورد آزمایش

مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر درصد پوکی محصول درخت پسته

تأثیر تغییر سیستم آبیاری بر درصد پوکی درختان پوسته در شکل (۵) ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین میزان درصد پوکی با ۱۳/۷ درصد مربوط به تیمار T4 بود که با سایر تیمارها به لحاظ آماری اختلاف معناداری داشت (P<۰/۰۱). کمترین میزان درصد پوکی در درختان پسته مورد آزمایش مربوط به تیمار T2 بود. با این حال بین تیمار T2 با تیمارهای T1 و T3 به لحاظ درصد پوکی اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) که حاکی از تأثیر بیشتر میزان آب مصرفی نسبت به نوع روش آبیاری بر درصد پوکی درختان پسته بود.



شکل ٥- میانگین درصد پوکی محصول پسته در تیمارهای مورد آزمایش

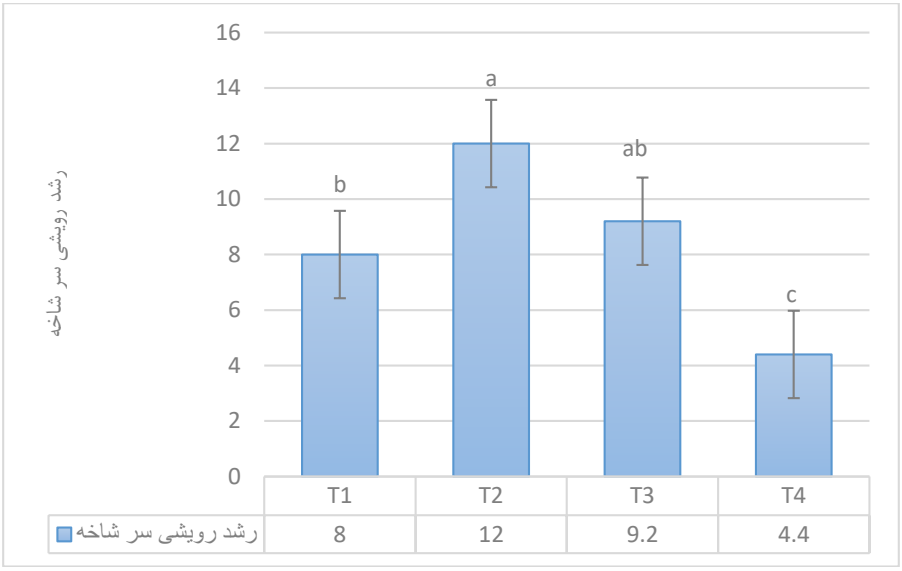
مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر رشد رویشی سر شاخه‌های درخت پسته

شکل (۶) رشد رویشی سر شاخه‌های درختان پسته در طرح مورد آزمایش را نشان می‌دهد. کمیت رشد سر شاخه‌ها علاوه بر رشد درخت در سال جاری میزان محصول سال آینده را هم با توجه به جوانه‌های روی سر شاخه تعیین می‌کند. مطابق شکل مذکور، تیمارهای T2 و T4 به‌ترتیب بیشترین (۱۲) و کمترین (۴/۴) رشد سرشاخه را به خود اختصاص داده بودند (P<۰/۰۱). میزان رشد رویشی سر شاخه در تیمار T2 نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود اما با تیمار T3 اختلاف معنادار آماری نداشت (P>۰/۰۵). همچنین

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

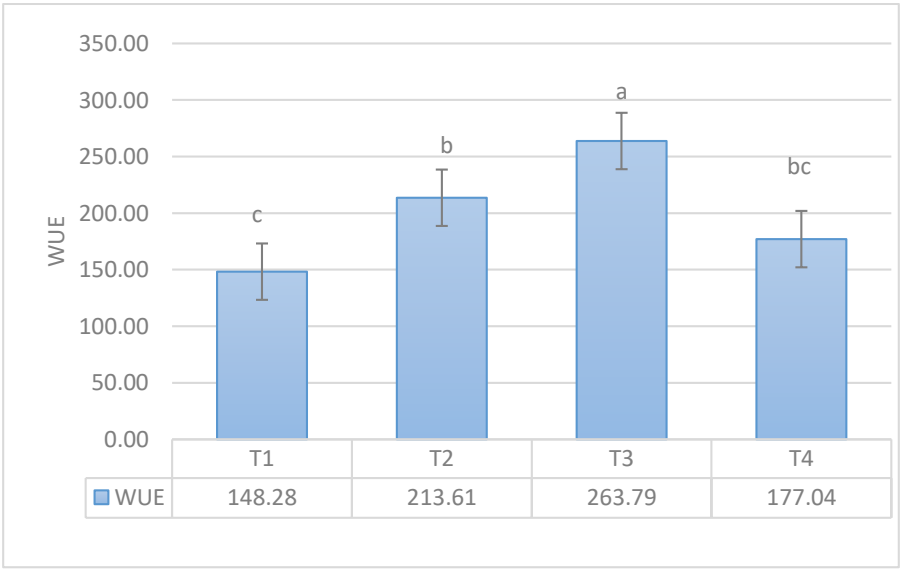
بین تیمارهای T3 و T1 به لحاظ رشد رویشی سرشاخه‌های درخت پسته اختلاف معنادار آماری وجود نداشت (P>۰/۰۵).. تیمار T4 کمترین میزان رشد سرشاخه‌ها را به خود اختصاص داده بود که با سایر تیمارها اختلاف معنادار آماری داشت (P<۰/۰۱).



شکل ٦- میانگین رشد رویشی سر شاخه‌های درخت پسته در تیمارهای مورد آزمایش

مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر کارایی مصرف آب (WUE)

با توجه به شکل (۷)، بیشترین میزان کارایی مصرف آب (۲۶۳/۷۹) مربوط به تیمار T3 بود که با سایر تیمارها اختلاف معنادار آماری داشت (P<۰/۰۱). همان‌طور که انتظار می‌رفت، کمترین میزان کارایی مصرف آب نیز مربوط به تیمار T1 بود که با تیمار T4 اختلاف معنادار آماری نداشت (P>۰/۰۵).



شکل ۷- کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

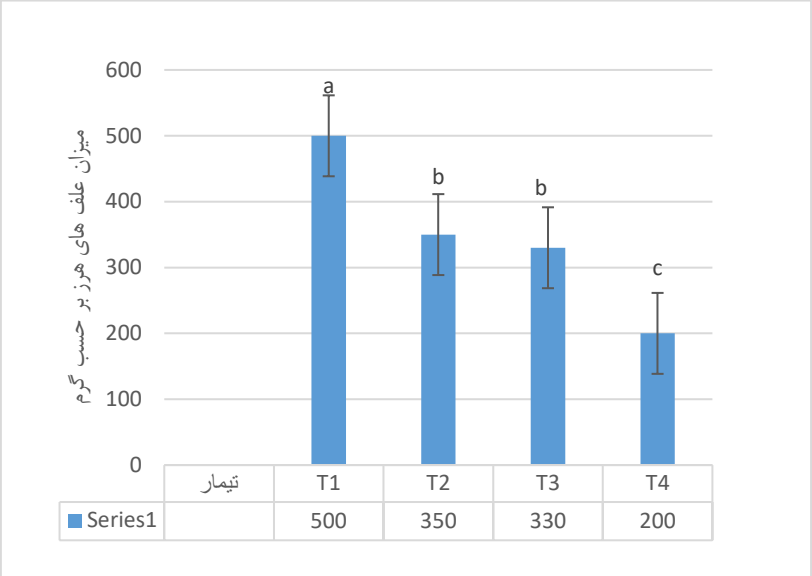
مقایسه اثر آبیاری زیر سطحی و آبیاری غرقابی بر میزان رشد علف‌های هرز

همان‌طور که در شکل (۸) مشاهده می‌شود، بیشترین میزان رشد علف‌های هرز به میزان ۵۰۰ گرم در واحد سطح مربوط به تیمار T1 بود که با سایر تیمارها در سطح یک درصد اختلاف معنادار آماری داشت (P<۰/۰۱). کمترین میزان رشد علف‌های هرز مربوط

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

به تیمار T4 بود که با سایر تیمارها در سطح یک درصد اختلاف معناداری داشت (P<۰/۰۱). مقدار علف‌های هرز در واحد سطح در تیمار T2 نسبت به تیمار T3 بیشتر بود اما این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).



های خشک در هر یک از تیمارهای آبیاری‌شکل ۸- میزان علف

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به روش زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی در درختان پسته بر روی میزان محصول تر، خشک، تعداد دانه در یک انس، درصد پوکی، رشد رویشی، میزان علف‌های هرز و کارایی مصرف آب تأثیر معنی‌داری داشت اما درصد خندان بودن محصول درختان پسته مورد مطالعه تحت تأثیر قرار نگرفت. در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمار T2 بیشترین میزان محصول تر و خشک، رشد سرشاخه‌های رویشی و کمترین درصد پوکی را در مقایسه با سایر تیمارها به خود اختصاص داده بود. درحالی که تیمار T3 بیشترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص داده بود. با توجه به این که بین تیمارهای T2 و T3 به لحاظ میزان محصول تر و خشک پسته اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد و کاهش ۲۵ درصدی مصرف آب برای تیمار T3 در مقایسه با تیمار T2، تیمار مذکور بهترین تیمار در بین تیمارهای مورد مطالعه بود. به‌طور کلی نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که می‌توان با کاهش مصرف آب به میزان ۲۵ درصد ضمن بدست آورد عملکرد مطلوب در درختان پسته کارایی مصرف آب را نیز افزایش داد. از این‌رو حتی اگر ماکزیمم آب مورد استفاده در آبیاری غرقابی را نیز در آبیاری زیر سطحی استفاده کنیم با توجه به میزان تولید محصول از راندمان کامل آب نمی‌توان استفاده کرد و در این نوع سیستم بهیه سازی مصرف آب آبیاری بسیار اهمیت دارد. لازم به ذکر است که این نتایج حاصل بررسی‌های یکساله در خصوص این تغییر سیستم آبیاری بوده است و برای شناخت همه جنبه‌های مختلف عملکرد این سیستم لازم است تا تحقیقات تکمیلی در این خصوص انجام شود. از این‌رو پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های تکمیلی به صورت چهارساله اجرا گردد تا امکان مقایسه عملکرد و صفات مورد مطالعه در تحقیق حاضر در دو سال بارده و کم‌بارده وجود داشته باشد و نتایج برای توصیه اعتبار بیشتری داشته باشد. همچنین لازم است که مشائل و مشکلات احتمالی سیستم آبیاری زیرسطحی مورد مطالعه در تحقیق حاضر از قبیل بهینه‌سازی پارامترهای طراحی سیستم نظیر قطر لوله، فاصله و محل سوراخ‌های خروج آب، عمق کارگزاری و نوع ویژگی‌های خاک (مثل شوری و بافت) مورد ارزیابی قرار گیرند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

منابع

۱. صداقتی، ناصر؛ حسینی‌فرد، سیدجواد؛ عبدالهی عزت‌آبادی، محمد؛ محمدی محمدآبادی، اکبر و نیکوئی دستجردی، محمدرضا (۱۳۹۸). اثر تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی (غرقابی) به زیرسطحی با لوله‌های پی‌وی‌سی (PVC) بر شوری خاک، رشد و عملکرد درختان پسته. علوم و فناوری پسته، ۴(۸)، ۲۸-۴۲.

۲. فلاح‌تبار، نصراله و بحیرایی، حمید (۱۳۹۱). توسعه پایدار کاشان در گروه منابع آب منطقه خشک و کویری. جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۲(۲)، ۲۱۵-۲۲۸.

۳. گنجی خرم‌دل، ناصر و کیخایی، فاطمه (۱۳۹۵). مقایسه تغییرات رشد و عملکرد محصول درختان بارور پسته در گذار از آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای در ساوه. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۰(۱)، ۳۹-۴۹.

4. Alizadeh, A. (2000). *Relationship between water and soil of plant*. Astan Quds Razavi Printing and Publishing Institute of Mashhad.
5. Alizadeh, A. (2002). *Principles of drip irrigation system* (2nd ed.). Astan Quds Razavi Printing and Publishing Institute of Mashhad.
6. Ashrafi, S., Afshar, H., Tajik, F., Heydari, N., Abbasi, F., Naderi, N., Niknejad, D., & Yar Gholi, V. B. (2007). *A decade of efforts by the Agricultural Engineering Research Institute*. Agricultural Research and Education Organization Publications, Karaj.
7. Braud, H. J., Adams, A. J., Brown, R. T., & Schmitz, F. B. (1965). Subirrigation: A new look at an old method. *Louisiana Agriculture, 8*(4), 6-7.
8. Braud, H., & Schmitz, F. B. (1965). Subirrigation: A new look at an old method. *Louisiana Agriculture, 8*(1), 6-7.
9. Bryan, B. B., & Baker, G. (1964). Small diameter plastic pipe for use in subirrigation. *Arkansas Farm Research, 13*(6), 7.
10. Kerman Regional Water Joint Stock Company. (1992). *Water resources studies: Kerman plains studies report*.
11. Koohestani, S. (1997). *Comparing conventional subsurface and traditional (flood) irrigation systems in pistachio fields* (Master's thesis). School of Agriculture, Tehran University.
12. Moazzen Poor, M. (1995). *Evaluation of drought resistance of pistachio trees and determining the most suitable irrigation cycle and depth*. Research report of Iran Pistachio Research Institute, Rafsanjan.
13. Moazzen Poor, M. A., Mohammadi Mohammad Abadi, A., Azad, S., Mahdizade, M., & Mohammadi, V. (2008). *Investigating the effect of changing the irrigation system from surface to drip method on pistachio trees*. Final report of the research project. Pistachio Research Institute, Rafsanjan.
14. Mohammadi, A. S., Hossinifard, J., & Sedaghati, N. (2008). Effect of change from the conventional to subsurface on mature pistachio trees in Kerman. *Journal of Water and Soil Science, 12*, 29-45.
15. Rahimian, M. (2018). Factors affecting the sustainable management of water resources among irrigated wheat farmers in Koohdasht. *Iranian Agricultural Extension and Education Sciences, 63*(3), 32.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

16. Rahneshan, Z., Nasibi, F., & Moghadam, A. A. (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters, and nutrients in two pistachio (Pistacia vera L.) rootstocks. *Journal of Plant Interactions*, *13*(1), 73-82.

17. Romero, P., Botia, P., & Garcia, F. (2004). Effects of regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. *Plant and Soil*, *260*(1), 155-168.

Archive of SID.ir