Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering (JISE) Vol. 42, No. 4, Winter 2019, Original Paper, p. 61-74

EXTENDED ABSTRACT

The Influence of Supplemental Irrigation on Soil Water, Fig Yield and Fig Growers' Income under Drought Conditions in Rainfed Fig Orchards

M. Abdolahipour[1], A. A. Kamgar-Haghighi[2*], A. R. Sepaskhah[3], Sh. Zand-Parsa[4] and T. Honar[5]

1- Ph.D. Student of Water Engineering Department, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

2*- Corresponding Author, Professor, Water Engineering Department, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. *(akbarkamgar@yahoo.com)*

3- Professor, Water Engineering Department, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

4- Professor, Water Engineering Department, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

5-Associate Professor, Water Engineering Department, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received:11 October 2017 Revised: 19 April 2017 Accepted: 23 April 2017

Keywords: Supplemental irrigation timing, Drought conditions, Soil water content, Irrigation amount, Income.
DOI: 10.22055/jise.2018.23455.1672.

Introduction

Iran is the fourth world producer of figs with an average of 75,833 tons from 1993 to 2013 (FAO, 2016). Estahban area provides about 90% of dried fig in Iran (Jafari, Abdolahipour-Haghighi and Zare, 2012). The rainfed fig orchards in this area have been extremely affected by severe drought in recent years, leading to 10% to 80% reduction in fig trees and fruit in 2010, respectively (Jafari, Abdolahipour-Haghighi and Zare, 2012). For this reason, the tendency to apply supplemental irrigation in Estahban fig orchards has increased in previous years. However, the lack of information about the amount, timing, and application position of supplemental irrigation to achieve efficient use of water in this area makes it difficult to deal with this issue in the study area. The main objective of this study was, thus, to investigate the effect of different amounts and times of supplemental irrigation at different distances from tree trunk on soil water variation, quantity of fruits, and fig growers' income under drought conditions.

Methodology

The experiment was conducted in a fig orchard in Estahban, Fars Province, Iran (29°07′ N, 54°04′ E, elevation 1749 m) from 2013 to 2015. The annual average rainfall is reported about 354 mm (Bagheri and Sepaskhah, 2014) in the region. The experiment was done on 72 uniform, 45-year-old, edible fig cultivars of Sabz fig trees. The experiment was, indeed, performed in a split plot design with four replications. The supplemental irrigation treatments included irrigation application positions: close to tree trunks; under tree canopy (1-1.1 m from tree trunk) and outside of tree canopy. In turn, the amount of irrigation water included no supplemental irrigation (Control), 1000 and 2000 liters irrigation water per tree, and irrigation times: in early spring and mid-summer. Soil water content (SWC) was, then, measured monthly at 30 cm intervals up to 150 cm soil depth. The

access tubes were installed at three different distances from the tree trunks in the closest place to the applied irrigation water. The fruits of each tree were collected from the mid-summer to the beginning of autumn. To evaluate the pomological characteristics, the collected figs were divided in three different commercial grades (AA, A, and B) using the local commercial method of grading. In this method, a sorting machine including vibrating sieves separated the fruits based on their diameter. Higher quality fruits included figs with larger diameters. The sieves with the given different mesh sizes separated fruits based on a defined diameter standard: >22 mm (grade AA), 17-22 (grade A) and <17 mm (grade B). The fruit weight for different classes of size for each tree was found. The measured data for the yield and quantity of fig production were statistically analyzed by using the SAS program. Duncan's multiple range test at 5% level of probability was used for comparison of the means.

Results and Discussion

The minimum soil water content was observed after the fruit harvesting period during autumn. The highest one was occurred at the beginning of spring during the vegetative phase of growing season. Higher SWC in the irrigated trees continued till the following irrigation event, however, the increase in SWC after early spring irrigation was higher compared to the mid-summer irrigation treatment probably due to the higher temperature and higher evaporation during summer. Higher soil water content was obtained in soil depth lower than 0.9 m. The lower SWC for the superficial layers was probably due to higher root density and consequently higher root water absorption in shallow layers. Higher yield was considerably observed in NT treatment for the first (42 and 18% higher than UT and OT treatment) and second year. Indeed, the OT showed the highest yield without significant difference with NT. The results of irrigation amount treatments also showed a significant high yield for the irrigated trees. However, there was no significant difference between 1000 and 2000 liters irrigation water treatments in the second year and also between the irrigation timing treatments. Higher fruits with bigger size (>22 mm) were observed for OT treatment in the first year and this trend continued in the second year. Furthermore, irrigation with 2000 liters per tree resulted in considerably higher yield compared to the rainfed treatment. Conversely, no significant difference existed in the production of 1000 and 2000 liters in the second year. Irrigation in the early spring and middle of summer resulted in higher fruit quality and quantity, respectively.

The economic and income analysis considered the fig price of different grades (AA, A and B) during 2013 and 2014. Irrigation in OT treatment increased the annual average revenue per tree to 31% (18 and 44% in first and second year, respectively) compared to the other position treatments. The results showed that the application of supplemental irrigation could increase farmers' income. Compared to the rainfed treatment, using 1000 and 2000 liters irrigation water increased farmers' income (rial/tree) by 11 and 57%, and 39 and 47%, in the first and second year, respectively. However, no significant difference was observed between 1000 and 2000 liters irrigation water on the fruit price (rial/kg) in two years and on the farmers' income (rial/tree) in the second year. This indicates the efficiency of 1000 liters of supplemental irrigation per tree. Compared to the early spring, the mid-summer irrigation increased significantly the fruit price in the second year, while the mid-summer irrigation could improve the fig growers' income in the first year. The results showed that the irrigation with 1000 liters, out of tree canopy in the middle of summer would lead to the highest economical revenue. However, all limitations parameters should be carefully taken into account in the financial analysis of the supplemental irrigation application.

Conclusion

There was lower soil water content (SWC) loss after the early spring irrigation treatment than the summer one. The control treatment showed the lowest fig production among the water irrigation treatments. Compared to the irrigation application under canopy, irrigation close to tree trunks and outside of the canopy produced higher fig yield. In effect, irrigation out of the canopy resulted in

31% higher annual revenue (rial/tree). Although the irrigation with 2000 liters per tree in early spring showed higher SWC for rainfed fig orchards, the results indicated the adequacy of 1000 liters per tree. Irrigation in the mid-summer increased the fruit price (rial/kg) and revenue (rial/tree). Using 1000 liters of supplemental irrigation water, out of the canopy in the mid-summer would be recommended to achieve higher income for fig growers, and use the regional water resources sustainably under drought conditions.

Acknowledgement

The authors would like to acknowledge the financial support of Shiraz University, and Drought Research Center, and the Center of Excellence for On-Farm Water Management and the Center of Excellence for On-Farm Water Management A special thank also goes to Mr. Ramezan Jafari, the technician of Water Engineering Department at Shiraz University, for his contribution to this research project.

References

1- Bagheri, E. & Sepaskhah, A.R., 2014. Rain-fed fig yield as affected by rainfall distribution. *Theoretical and applied climatology*, *117*(3-4), pp.433-439.

2-FAOSTAT, F., Available online: *http://www.fao.org/faostat/en/#data (accessed on 17 June 2016)*.

3-Jafari, M., Abdolahipour-Haghighi, J. & H. Zare. 2012. Mulching impact on plant growth and production of rainfed fig orchards under drought conditions. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(1): 428-433.

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم و مهندسی آبیاری جلد ۴۲، شماره‌ی ٤، زمستان ۹۸، مقاله پژوهشی، ص. ٧٤-٦١

تأثیر آبیاری تکمیلی بر رطوبت خاک، محصول و درآمد باغداران در شرایط خشکسالی در باغ‌های انجیر دیم

محمد عبداللهی پور[۱]، علی‌اکبر کامگار حقیقی[۲*]، علیرضا سپاسخواه[۳]، شاهرخ زندپارسا[۴] و تورج هنر[۵]

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲*- نویسنده مسئول، استاد بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، akbarkamgar@yahoo.com

۳- استاد بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۴- استاد بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۵- دانشیار بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

دریافت: ۱۳۹۶/۷/۱۹ بازنگری: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶

چکیده

در این پژوهش، تأثیر زمان و مقادیر مختلف آبیاری تکمیلی در فواصل مختلف از تنه درخت بر رطوبت خاک، محصول و درآمد باغداران انجیر در شرایط خشکسالی بررسی شد. آزمایش‌ها طی دو سال (۱۳۹۲و ۱۳۹۳) در منطقه استهبان بر روی انجیر خوراکی دیم رقم سبز، انجام شد. تیمارهای آبیاری تکمیلی شامل فاصله آبیاری از درخت: نزدیک تنه درخت، در سایه‌انداز درختان به فاصله ۱ تا ۱/۱ متر از تنه درخت و خارج از سایه‌انداز، مقدار آبیاری: بدون آبیاری (شاهد)، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر برای هر درخت و زمان آبیاری در فروردین و مرداد بود. سرعت کاهش رطوبت خاک پس از تیمار آبیاری فروردین، نسبت به آبیاری مرداد کمتر بود. کمترین مقدار محصول در بین تیمارهای مقدار آبیاری، مربوط به تیمار بدون آبیاری بود. آبیاری نزدیک تنه درخت و بیرون سایه‌انداز در مقایسه با آبیاری در سایه‌انداز، محصول بیشتری تولید کرد. آبیاری خارج از سایه‌انداز، میزان درآمد سالانه را نسبت به سایر تیمارها، تا ۳۱ درصد افزایش داد. آبیاری در فروردین با ۲۰۰۰ لیتر آب، توانست رطوبت بیشتری را در اختیار درخت قرار دهد؛ با این حال، نتایج نشان‌دهنده بسندگی ۱۰۰۰ لیتر آب برای هر درخت بود. آبیاری تکمیلی در مرداد مقدار ارزش میوه و درآمد باغداران را افزایش داد. بنابراین، آبیاری تکمیلی با ۱۰۰۰ لیتر برای هر درخت در مرداد در خارج از سایه‌انداز، می‌تواند در شرایط خشکسالی به‌طور همزمان افزایش درآمد باغداران و نیز استفاده پایدار از منابع آب زیرزمینی منطقه را تأمین کند.

کلید واژه‌ها: زمان آبیاری تکمیلی، شرایط خشکسالی، رطوبت، مقدار آبیاری، درآمد.

مقدمه

دیم‌کاری به‌عنوان یک منبع اصلی تولید غذا مطرح می‌باشد، به‌طوری‌که ۸۰ درصد از سطح محصولات و ۶۰-۷۰ درصد از تولید را در سطح جهان در بر می‌گیرد (Falkenmark and Rockström, 2004).

ایران مقام چهارم را در تولید و صادرات انجیر با متوسط تولید ۷۵۸۳۳ تن در دو دهه گذشته دارد (FAOSTAT, 2016). بیشتر درختان انجیر ایران در استان فارس و به‌خصوص باغ‌های منطقه استهبان قرار دارد (Jafari et al., 2012). در این باغ‌های دیم، از آب باران با روش سنتی احداث آبگیر هلالی شکل در اطراف تنه درخت به‌صورت گسترده استفاده می‌شود. خاک‌های آبرفتی، گراولی و عمیق در منطقه باعث ذخیره آب استحصالی از رواناب در بالادست گردیده و ذخیره مناسب رطوبتی را برای درختان در نیمرخ خاک فراهم می‌نماید.

تولید انجیر در شرایط دیم، کاملاً به میزان بارش وابسته می‌باشد و نوسانات بارش سالانه به عنوان یک چالش اساسی برای تولیدکنندگان انجیر است. با وجود این‌که درخت انجیر، از گیاهان مقاوم به خشکی محسوب می‌گردد، شرایط خشکسالی طولانی مدت، باعث آسیب شدید به این درخت می‌شود (Stover et al., 2007; Hallaç-Türk and Aksoy, 2011; Gholami et al., 2012).

وقوع خشکسالی می‌تواند ریزش برگ درختان انجیر و کاهش کمیت و کیفیت میوه آن را در پی داشته باشد (Hallaç-Türk and Aksoy, 2011; Tehrani et al., 2016). دوره‌های خشکسالی گسترده در کشور، در سال ۱۳۸۹، به‌طور جدی درختان انجیر دیم را در منطقه استهبان تهدید نموده و باعث از بین‌رفتن ۱۰ درصد باغ‌ها و ۸۰ درصد از محصول تولیدی گردید (Jafari et al., 2012) در شرایط خشکسالی، میزان رطوبت خاک به‌شدت کاهش یافته و در نتیجه جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه کاهش می‌یابد (Rostami and Rahmei, 2013). تنش آبی به شرایط آب و هوایی و پارامترهای گیاهی بستگی دارد و تأثیرات منفی آن بر گیاه به درجه تنش آبی، نوع گونه گیاه و مرحله رشد گیاهی مرتبط می‌باشد (Demirevska et al., 2009). بر اساس پژوهش‌های

گذشته، استفاده از روش‌هایی مانند خاکپوش Jafari et al. (2012)، کود پتاسیم Honar و Sepaskhah (2015)، ساخت آبگیرها Sepaskhah و Fooladmand (2004) و هرس Kamgar-Haghighi و Sepaskhah (2015) می‌تواند اثرات منفی خشکسالی را بر درختان انجیر کاهش دهد.

مطالعه‌های قبل در منطقه، نشان‌دهنده نقش مثبت آبیاری تکمیلی در بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و همچنین محصول درختان انجیر دیم در شرایط خشکسالی بوده است (Kamgar-Haghighi and Sepaskhah, 2015; Honar and Sepaskhah, 2015). آبیاری تکمیلی در زمان نامطلوب و یا با مقدار نامناسب، می‌تواند اثر منفی بر درختان انجیر داشته باشد. به‌طورکلی اطلاعات اندکی در مورد نیاز آبی درختان انجیر وجود دارد (Domínguez, 1990).

استفاده بی‌رویه آب برای آبیاری درختان انجیر می‌تواند منجر به تأثیرات منفی بر ذخایر آب زیرزمینی به‌خصوص در چنین مناطقی که دارای محدودیت آب کشاورزی است، شود (Abdolahipour and Kamgar-Haghighi, 2015).

از آنجا که آبیاری تکمیلی در این منطقه در اواخر فصل بارش صورت می‌گیرد، زمان و مقدار آبیاری تکمیلی باید مورد پیش‌بینی قرار گیرد. Bagheri و Sepaskhah (2014) اهمیت بارش در اواخر زمستان را در افزایش محصول انجیر دیم منطقه استهبان گزارش کردند. کمبود اطلاعات کافی در مورد مقدار، زمان و مکان مناسب آبیاری تکمیلی در اطراف درختان انجیر در راستای افزایش راندمان بهره‌وری از آب در منطقه همواره مشکل‌ساز بوده است. لذا اهداف این تحقیق، بررسی اثر زمان، مقدار آب کاربردی و موقعیت آبیاری تکمیلی از تنه درخت بر تغییرات رطوبت خاک و همچنین مقدار محصول و سپس بررسی اقتصادی محصول انجیر در شرایط آبیاری تکمیلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در باغ یکی از کشاورزان منطقه استهبان واقع در استان فارس (29°07′ N, 54°04′ E) و ۱۷۴۹ متر بالاتر از سطح آزاد دریا) در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد.

کمترین و بیشترین دما در منطقه بین ۷- تا ۴۱ درجه سانتی‌گراد است. مقدار بارش سالانه حدود ۳۵۴ میلی‌متر با حداقل ۹۲ و حداکثر ۷۳۹ میلی‌متر می‌باشد (Bagheri and Sepaskhah, 2014). متوسط رطوبت‌نسبی هوا، ۴۵ درصد می‌باشد که در زمان رسیدن و برداشت محصول در تابستان کاهش پیدا می‌کند. همچنین بیشتر بارش، در اواخر فصل پاییز و نیز زمستان رخ می‌دهد. اطلاعات هواشناسی مربوط به دوره آزمایش از داده‌های ثبت شده در ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه گزارش شده است (شکل ۱). خصوصیات فیزیکی خاک محل انجام آزمایش در جدول (۱) نشان داده شده است.

برای مدیریت بهره‌وری از آب در باغ‌های انجیر، توجه به مراحل مختلف رشد درخت انجیر ضروری است. اهمیت این مساله در زمان استفاده از آبیاری تکمیلی دوچندان می‌شود. برای شرایطی مانند منطقه استهبان، رشد شاخه‌ها از اواخر فروردین تا اواسط خرداد اتفاق می‌افتد. بسته به شرایط محیطی، برگ‌ها به‌تدریج در اواسط خرداد کامل می‌شود. گل‌دهی و میوه‌دهی از فروردین تا تیر رخ داده و رسیدن میوه‌ها از مرداد شروع و تا مهر که دمای هوا کاهش یابد، ادامه می‌یابد. در آخر دوره رشد، ریزش برگ‌ها آغاز شده و درخت وارد دوره استراحت می‌شود. عوامل محیطی مانند دما، فتوپریود و رطوبت هوا روی توسعه درخت انجیر و محصول آن مؤثر است (Flaishman et al., 2007).

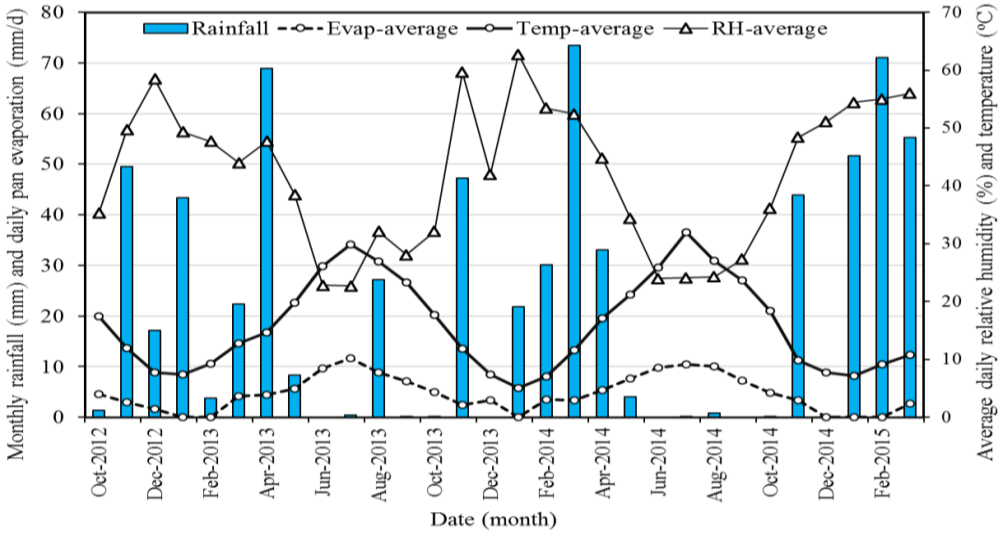


Fig. 1- Mean daily agrometeorological data for Estahban

شکل ۱- متوسط روزانه داده‌های هواشناسی در منطقه استهبان

 DOI: 10.22055/jise.2018.23455.1672

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical parameters of soil in the study area

Soil parameters	
Sand (%)	30
Clay (%)	22
Silt (%)	48
Gravel (%)	30
Texture	Gravelly loam
pH	7. 54
Field capacity (volumetric %)	31
EC (dS m^{-1})	1.34
Permanent wilting point (volumetric %)	13

بیش از ۹۸ درصد از درختان باغ‌های انجیر دیم استهبان از رقم سبز است (Faghih and Sabet-Sarvestani, 2001). این رقم که دارای خصوصیات مناسب رویشی و زایشی می‌باشد، دارای یک پوشش سبز مدور و متراکم، رشد عمودی و حدود ۳-۴ تنه می‌باشد.

آزمایش‌ها روی ۷۲ درخت مشابه و ۴۵ ساله از انجیر خوراکی رقم سبز انجام شد. فاصله درختان این تحقیق، همانند دیگر درختان موجود در منطقه، ۱۰ متر و قطر پوشش سبز حدود ۳/۲ متر می‌باشد. تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی روی درختان اعمال گردید (شکل ۲). آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های دوبار خردشده در قالب بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار و ۱۸ درخت در هر بلوک، انجام شد. تیمارهای آبیاری تکمیلی شامل آبیاری در سه فاصله متفاوت از تنه درخت، سه مقدار متفاوت آب آبیاری و دو زمان مختلف آبیاری بود. آبیاری درخت، با استفاده از تانکر آب (روش مرسوم منطقه) انجام شد و حجم آب برای هر درخت، توسط یک کنتور حجمی که در خروجی لوله آبیاری بود، اندازه‌گیری شد.

تیمارهای آبیاری بر اساس موقعیت آبیاری شامل ۱) آبیاری در آبگیر نزدیک به تنه درخت در دایره‌ای به شعاع ۰/۷ متر، ۲) آبیاری در سه گودال به شعاع ۰/۵ متر واقع در فاصله ۱-۱/۱ متر از تنه درخت در زیر پوشش سبز درختان با متوسط قطر پوشش سبز برابر با ۳/۲ متر و ۳) آبیاری در چهار گودال به شعاع ۰/۴ متر خارج از پوشش سبز در فاصله ۲/۲-۲/۱ متر از تنه درخت برای درختان با ۳/۲ متر قطر پوشش سبز انجام شد (شکل ۲). تیمارهای زمان آبیاری، شامل آبیاری در ابتدای بهار (فروردین) و در اواسط تابستان (مرداد) و تیمارهای مقدار آب آبیاری شامل تیمارهای دیم (شاهد)، ۱۰۰۰ لیتر و ۲۰۰۰ لیتر آب برای هر درخت بود.

اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک در اعماق ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر با استفاده از نوترون‌متر مدل (CPN® 503 ELITE Hydroprobe™) در فواصل زمانی یک‌ماهه انجام شد. لوله‌های نوترون‌متر برای درختان در اولین بلوک، در سه فاصله مختلف از تنه درخت در نزدیک‌ترین فاصله به محل آبیاری نصب گردید. با توجه به گراولی بودن خاک منطقه، امکان حفر لوله‌ها برای همه درختان و در عمقی بیش از ۱۵۰ سانتی‌متر نبود. مطالعه‌های پیشین روی باغ‌های دیم منطقه نشان‌دهنده ضروری بودن ارزیابی رطوبت خاک در عمق بیش از ۹۰ سانتی‌متر بود (Kamgar-Haghighi and Sepaskhah, 2015; Honar and Sepaskhah, 2015). فواصل زمانی بین آبیاری‌ها و نیز اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک در شکل (۳) ارائه شده است.

به‌منظور بررسی محصول، میوه‌های هر درخت در زیر نور خورشید در محل‌های مخصوص (اشپنگ) خشک گردید. برداشت میوه‌ها از مرداد تا مهر انجام گرفت. وزن میوه‌ها با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۰۱ کیلوگرم تعیین شد.

به‌منظور تعیین وضعیت تجاری محصول، میوه‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش محلی مرسوم، در سه درجه کیفی مختلف (AA، A و B) تقسیم‌بندی شدند. در این روش، میوه‌های انجیر با قطر بزرگتر، به عنوان میوه با درجه اقتصادی بالاتر محسوب می‌شود. برای جداسازی میوه‌ها براساس اندازه، از یک دستگاه طبقه‌بندی استفاده شد. این دستگاه، با استفاده از عمل لرزش، میوه‌ها را از سه الک با مش‌هایی با اندازه استاندارد عبور می‌دهد. اندازه مش الک‌ها عبارت از ۲۲ میلی‌متر و بزرگتر (درجه AA)، ۱۷- ۲۲ میلی‌متر (درجه A) و ۱۷ میلی‌متر و کوچکتر (درجه B) می‌باشد. وزن میوه‌های هر درخت در هر تیمار، برای کلاس‌های مختلف وزنی تعیین شد. همچنین با انجام بررسی اقتصادی محصول، میزان ارزش میوه‌های هر تیمار و میزان درآمد باغدار از هر درخت پس از استفاده از آن تیمار تعیین گردید. ارزش هر کیلوگرم از محصول، بر اساس درصد میوه‌های درخت که در مرحله قبل درجه‌بندی کیفی آن‌ها تعیین گردیده و همچنین قیمت بازار محاسبه شد. میزان درآمد باغدار نیز با استفاده از میزان محصول هر درخت و ارزش میوه‌های آن مشخص شد و در تحلیل‌های آماری به‌کار گرفته شد.

داده‌های به‌دست آمده از کیفیت و کمیت محصول درختان و همچنین داده‌های بررسی اقتصادی، با استفاده از برنامه SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. اختلاف میانگین‌ها با استفاده از آزمایش چندگانه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد.

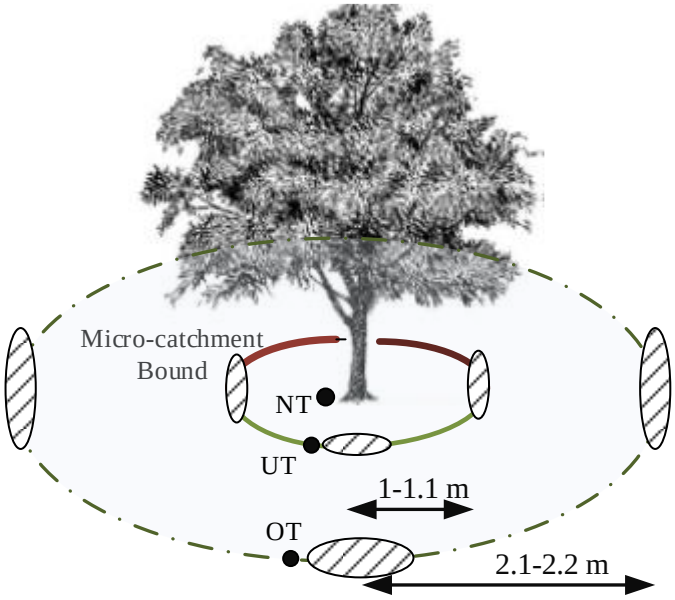


Fig. 2- Different irrigation application positions from tree trunk for a tree with a canopy cover diameter about 3.2 m (hatched area: irrigation positions, black points: access tube for measuring soil moisture, NT: near the tree trunk, UT: under the tree canopy and OT: out of tree canopy)

شکل ۲- موقعیت‌های مختلف تیمارهای فاصله آبیاری از تنه درخت برای درختی با متوسط سایه‌انداز برابر ۳/۲ متر (قسمت-های هاشورخورده: مکان آبیاری، نقاط سیاه: محل لوله‌های نوترون‌متر در نزدیکی تنه درخت، سایه‌انداز و خارج از فاصله سایه‌انداز)

نتایج و بحث

تغییرات زمانی آب خاک

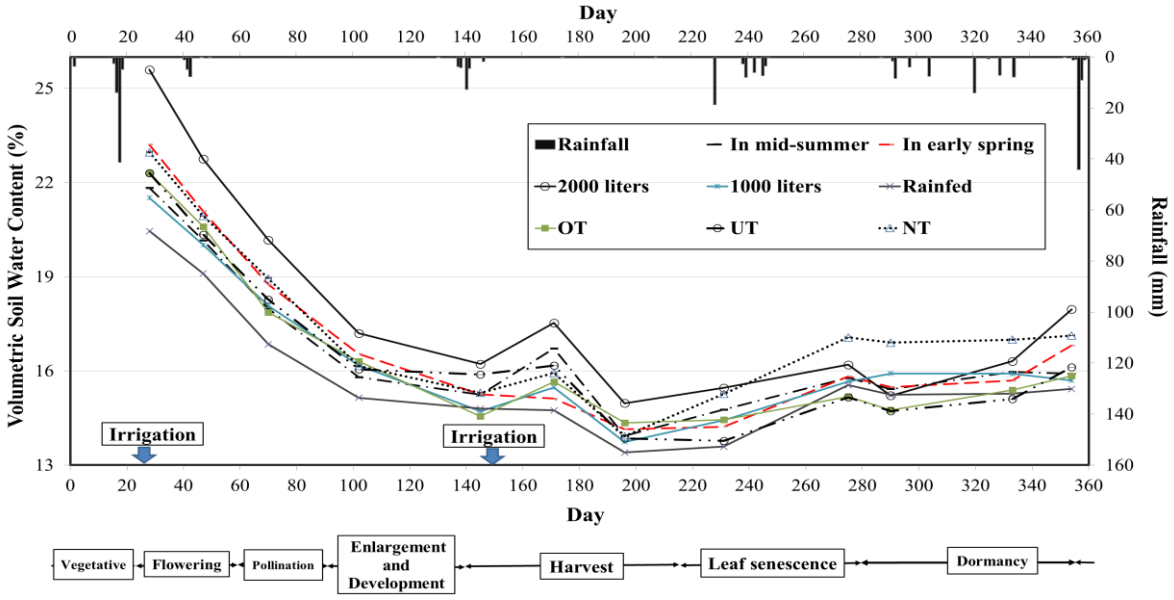
متوسط وزنی تغییرات رطوبت حجمی خاک در اطراف هر درخت در عمق ۱۵۰-۰ سانتی‌متر برای تیمارهای مختلف در شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج نشان داد کمترین رطوبت طی دو سال در پاییز و پس از دوره برداشت میوه تا پایان دوره برگ‌ریزان رخ می‌دهد. همچنین حداکثر رطوبت مربوط به دوره رشد سبزینگی در ابتدای بهار می‌باشد (شکل ۳). روند تغییر رطوبت برای تیمارهای مختلف طی دوره خواب در زمستان به‌صورت افزایشی و در دوره-های رویشی پس از آن کاهشی می‌باشد. در سال دوم (۱۳۹۳)، متوسط رطوبت خاک در دوره خواب از ۱۵ درصد به ۲۳ درصد افزایش یافت. علت افزایش ذخیره رطوبتی خاک در این دوره، بیشتر بودن میزان بارش و کمتر بودن میزان آب مصرفی توسط درختان در این دوره زمانی است. میزان رطوبت خاک برای چند روز در پاییز به ۱۳ درصد (معادل نقطه پژمردگی دایم PWP) یا کمتر از آن رسید که نشان‌دهنده سطح پایین رطوبتی درختان انجیر در پایان مرحله برداشت و آغاز مرحله خزان است.

مقدار رطوبت تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متر برای تیمارهای فاصله آبیاری از تنه درخت در شکل (۳) مقایسه شده است. طی دو سال آزمایش، آبیاری نزدیک تنه و در فاصله سایه‌انداز درخت به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار رطوبت را نشان دادند. تفاوت محسوسی در میزان رطوبت بین تیمارهای آبیاری در فاصله سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز مشاهده نشد.

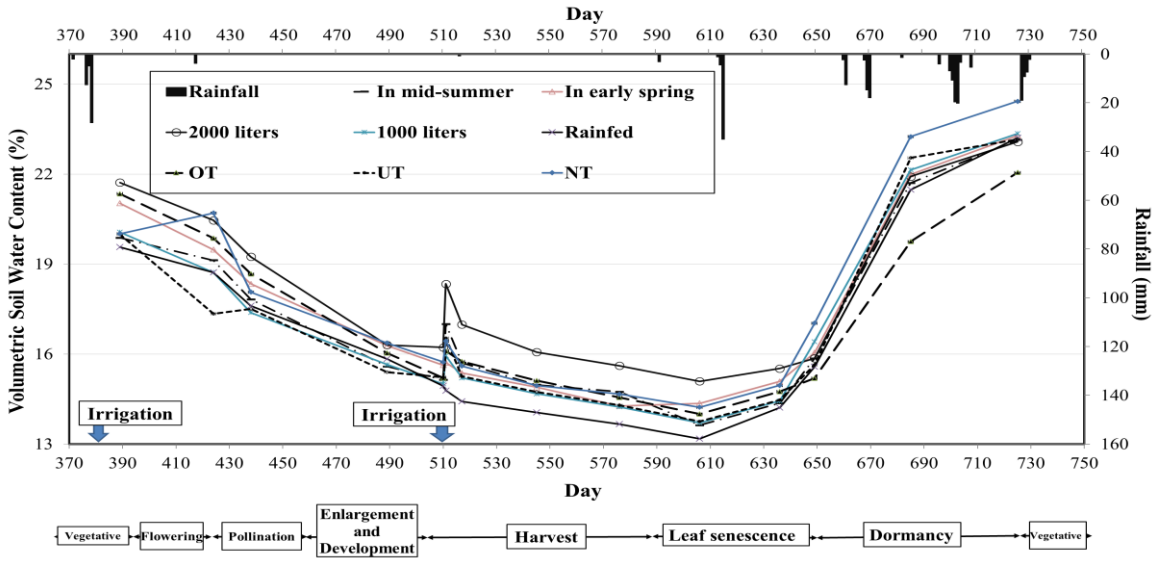
مقادیر بیشتر آب آبیاری، آب خاک را طی دو سال افزایش داد (شکل ۳). بالاتر بودن رطوبت خاک در درختان آبیاری شده طی دو سال نشان می‌دهد که آبیاری تکمیلی نقش مهمی در فراهم آوردن آب مورد نیاز در دوره‌های بحرانی در شرایط دیم دارد.

در حالی‌که طی دو سال، میزان بالای رطوبت خاک در درختان آبیاری شده تا آبیاری بعد ادامه یافت، تیمار آبیاری فروردین ماه، در مقایسه با آبیاری در مرداد، میزان رطوبت بیشتری را نشان داد. علت آن می‌تواند بالاتر بودن دمای هوا و نیز تبخیر طی فصل تابستان باشد. تفاوت رطوبت خاک بین تیمارهای زمان آبیاری در ماه‌های خشک مشهودتر است و در مورد آبیاری در تابستان استفاده از ۲۰۰۰ لیتر برای هر درخت افزایش رطوبت محسوسی داشت (شکل ۳).

DOI: 10.22055/jise.2018.23455.1672



(A)



(B)

Fig. 3- Rainfall distribution and mean volumetric soil water changes with time for different irrigation treatments (NT: near the tree trunk, UT: under the tree canopy and OT: out of tree canopy, A and B: first and second year of experiments, the first day is the beginning of spring)

شکل ۳- توزیع بارش و تغییرات رطوبت خاک با زمان برای تیمارهای مختلف آبیاری، (A) و (B): به‌ترتیب نتایج سال اول و دوم آزمایش‌ها، شروع آزمایش از ابتدای فروردین

توزیع رطوبت در نیمرخ خاک

رطوبت خاک در اعماق مختلف برای تیمارهای متفاوت در جدول (۲) ارائه شده است. رطوبت بیشتر، در اعماق بیشتر از ۰/۹ متر نیمرخ خاک مشاهده شد. میانگین رطوبت همه تیمارها در سال اول (۱۳۹۲) نشان داد که رطوبت خاک در عمق ۱/۵-۱/۲ متر از سطح خاک تقریباً ۱۱/۸، ۱۳، ۱۳/۲ و ۶ درصد بیشتر از عمق‌های ۰/۳-۰، ۰/۶-۰/۳، ۰/۹-۰/۶ و ۱/۲-۰/۹ متر می‌باشد. در سال دوم این تفاوت به ۱۷/۳، ۱۴/۸، ۱۰/۹ و ۵/۴ برای اعماق ۰/۳-۰، ۰/۶-۰/۳، ۰/۹-۰/۶ و ۱/۲-۰/۹ متر بود که نشان‌دهنده تفاوت ناچیز تغییر رطوبت خاک در اعماق بیشتر است. نتایج دوساله نشان داد که متوسط رطوبت تمام تیمارها در عمق ۱/۵-۱/۲ متر تقریبا ۱۴/۶، ۱۳/۹، ۱۲ و ۵/۷ درصد بیش از لایه‌های ۰/۳-۰، ۰/۶-۰/۳، ۰/۹-۰/۶ و ۱/۲-۰/۹ متر بود.

کمتر بودن مقدار رطوبت خاک در لایه‌های سطحی می‌تواند به‌علت تراکم بیشتر ریشه و در نتیجه جذب بالای آب، در این اعماق باشد. تحقیقات اندک انجام گرفته روی ریشه درختان انجیر،

نشان‌دهنده ساختار سطحی ریشه درخت انجیر و گسترش افقی آن تا فواصل قابل‌توجه (۱۳ متر) می‌باشد Condit (1941) و Traub و Stansel (1930) همچنین، Faghih و Sabet-Sarvestani (2001)، عمق ریشه درخت انجیر را تا سه متر و میزان گسترش جانبی آن را ۱۱-۵ متر گزارش کردند. تبخیر از سطح خاک و نیز حرکت آب به سمت لایه‌های عمیق تر پس از بارش‌ها و آبیاری‌های سنگین از دیگر دلایل تخلیه آب از لایه‌های بالایی خاک می‌باشد.

نتایج نشان داد تعیین رابطه‌ای کلی بین رطوبت خاک در اعماق مختلف و فاصله از درخت دشوار است. در طول سال، رطوبت در اعماق پایین تر از ۰/۹ متر، بیشتر و دارای ثبات بیشتر نسبت به لایه‌های سطحی است. این روند هم برای تیمارهای بدون آبیاری و هم آبیاری‌شده رخ داده است. جذب بیشتر آب در لایه‌های سطحی خاک، تبخیر کمتر از لایه‌های عمیق‌تر و همچنین حرکت رو به پایین آب از لایه‌های بالایی می‌تواند از دلایل آن باشد.

نتایج نشان داد برای درختانی که با آب بیشتر آبیاری شده‌اند، با وجود رطوبت بیشتر در همه اعماق طی دو سال، رطوبت در سال دوم در ۹، ۴۴ و ۶۷ روز پس از آبیاری بهار تا ۲۱، ۶ و ۶ درصد در اندازه‌گیری‌های بعدی کاهش یافت. مقدار رطوبت، ۸ و ۱۴ درصد در ۲۲ و ۴۷ روز بعد از آبیاری تابستانه در سال اول و ۷ و ۵ درصد در ۷ و ۳۵ روز بعد از آبیاری تابستانه در سال دوم کاهش یافت.

در روزهای ابتدایی پس از یک بارش سنگین یا آبیاری تکمیلی، حداکثر رطوبت خاک در همه اعماق دیده شد و در روزهای بعد رطوبت در لایه‌های سطحی به‌علت توزیع مجدد آب در نیمرخ خاک و نیز تبخیر سطحی کاهش یافت. این کاهش پس از آبیاری در فروردین سال اول، بیش از سال دوم بود که علت آن رطوبت بیشتر و در نتیجه افزایش هدررفت آب در اثر تبخیر می‌باشد. تحلیل رطوبت پس از آبیاری مرداد در سال دوم نشان داد که برای لایه‌های سطحی به‌علت تبخیر از سطح خاک، زمان کوتاه‌تری طول می‌کشد که به رطوبت قبل از آبیاری برسند. همچنین برای آبیاری در فاصله دور از تنه، این زمان نسبت به آبیاری در فاصله نزدیک به تنه، کوتاه‌تر است. علت آن می‌تواند انجام آبیاری در فصول گرم و آفتابی سال (در زمان وجود برگ درخت) باشد، که باعث ایجاد سایه‌اندازی توسط درخت و درنتیجه کاهش تبخیر و حفظ رطوبت برای مدت زمان طولانی‌تر در فاصله نزدیک به درخت، می‌گردد (Bremen and Kessler, 2012). نتایج نشان داد که زمان برگشت به رطوبت قبل از آبیاری، برای تیمار آبیاری با مقدار آب کمتر، به علت شدت بالای تبخیر از سطح خاک در زمان آبیاری، بیشتر است. تفاوت بین مقدار کاهش رطوبت در تیمارهای مقدار آبیاری برای لایه‌های سطحی در آبیاری دور از تنه درخت، کمتر می‌باشد که می‌تواند به خاطر میزان زیاد تبخیر و نیز بافت سنگریزه‌ای خاک باشد که توانایی نگهداشت رطوبتی کمی دارد. این عوامل همچنین موجب تغییرات بیشتر بین رطوبت در عمق و سطح خاک در تیمار آبیاری دور از تنه درخت در مقایسه با سایر تیمارهای فاصله آبیاری شد. اما تفاوت زیادی بین رطوبت در سطح خاک بین تیمارهای مختلف فاصله آبیاری از تنه وجود نداشت.

آبیاری در فواصل متفاوت تنها قسمتی از سطح زیر درخت را در بر می‌گیرد و لذا قسمتی از ریشه‌ها را تغذیه می‌کند. این امر می‌تواند از طریق ایجاد تأثیرات آبیاریِ قسمتی از ریشه مفید باشد.

جدول ۲- متوسط رطوبت خاک تیمارهای آبیاری برای اعماق مختلف طی دو سال (۱۳۹۲-۱۳۹۳)

Table 2- Volumetric soil water content (%) of treatments in different depths (m) during two experimental years (2013-2014)

Year	2013					2014				
	Volumetric soil water content (%) in different depths (m)									
	0-0.3	0.3-0.6	0.6-0.9	0.9-1.2	1.2-1.5	0-0.3	0.3-0.6	0.6-0.9	0.9-1.2	1.2-1.5
Distance										
NT	17.01	16.64	17.10	17.62	18.31	16.36	16.70	18.08	18.16	18.69
UT	16.39	15.86	15.87	16.83	17.66	15.90	15.98	16.64	17.56	18.14
OT	15.47	15.86	15.32	17.10	18.67	15.69	16.34	16.03	17.64	19.43
volume/tree										
Rainfed	15.47	15.62	14.88	16.26	17.32	15.72	16.01	15.97	16.89	18.00
1000 liters	15.92	15.80	15.94	16.89	17.74	15.80	16.15	16.80	17.48	18.39
2000 liters	17.48	16.94	17.47	18.41	19.59	16.44	16.86	17.97	19.00	19.86
Time										
Early spring	16.22	16.18	15.81	17.40	18.85	15.53	16.51	16.88	18.05	19.37
Mid-summer	16.35	16.06	16.38	16.97	17.58	16.45	16.17	16.94	17.53	18.14

[A] NT: near the tree trunk; UT: under the tree canopy and OT: out of tree canopy.

 DOI: 10.22055/jise.2018.23455.1672

جدول ۳- متوسط محصول (کیلوگرم بر درخت) بر اساس قطر میوه در تیمارهای مختلف طی دو سال آزمایش (۱۳۹۲-۱۳۹۳)

Table 3- Mean yield (kg/tree) for different treatments based on fruit diameter in two study years (2013-2014)

Year		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
				Fruit diameter					
				<17 mm		17-22 mm		>22 mm	
Distance									
AT	24	8.28 a*	7.24 ab	3.93 a	4.81 a	2.55 a	1.46 a	1.80 ab	0.90 a
UT	24	5.84 c	6.70 b	2.14 b	3.81 a	2.36 a	1.37 a	1.34 b	1.52 a
OT	24	7.01 b	8.60 a	1.92 b	4.06 a	2.70 a	2.21 a	2.38 a	2.31 a
Amount									
Rain-fed	24	5.82 c	6.15 b	2.40 a	3.76 a	1.91 b	1.24 b	1.51 b	1.15 b
1000 liters	24	6.63 b	8.04 a	2.88 a	4.37 a	2.13 b	2.04 a	1.62 b	1.63 ab
2000 liters	24	8.67 a	8.34 a	2.70 a	4.55 a	3.57 a	1.76 a	2.40 a	2.03 a
Time									
Early spring	36	6.82 a	7.88 a	2.69 a	4.72 a	2.51 a	1.74 a	1.62 b	1.42 a
Mid-summer	36	7.27 a	7.15 a	2.64 a	3.73 b	2.56 a	1.63 a	2.06 a	1.79 a

*Means followed by the same letter are not statistically different according to Duncan multiple
[A] NT: near the tree trunk; UT: under the tree canopy and OT: out of tree canopy.

محصول

محصول میوه با تعداد، وزن و کیفیت میوه ارزیابی می‌شود. میوه انجیر پس از رسیدگی کامل و خشک شدن نسبی آن روی درخت، بر روی زمین افتاده و توسط کارگران به‌صورت دستی جمع‌آوری می‌شود. متوسط وزن میوه انجیر خشک رقم سبز پس از کاهش ۶۰ درصد از آب میوه بر روی درخت بر اثر تابش آفتاب برابر با ۵/۶ گرم می‌باشد (Faghih and Sabet-Sarvestani, 2001). وزن میوه خشک بر اساس تعداد میوه روی درخت، شرایط جوی سالانه و نیز عملیات کشاورزی مرسوم منطقه تغییر می‌کند (Aksoy et al., 2001).

جدول (۳) متوسط محصول درخت انجیر در طی فصل رشد را در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ نشان می‌دهد. به‌طورکلی میزان انجیر خشک تولیدی در منطقه استهبان، تحت تأثیر بارندگی است. به طوری که در سال ۱۳۸۵ باتوجه به مناسب بودن میزان بارش (۳۷۸ میلی‌متر)، حدود ۱۸۰۰۰ تن محصول از ۲۰۰۰۰ هکتار باغ‌های دیم منطقه برداشت گردید. با این‌حال در این تحقیق، اگرچه مقدار بارش در طی دو سال از ۲۴۲/۴ میلی‌متر به ۲۱۰/۹ میلی‌متر کاهش یافت، مقایسه محصول دو سال، نشان‌دهنده افزایش ۶/۷ درصد در مقدار تولید است. علت آن احتمالاً به تأثیر وقوع بارش در اواخر دوره خواب درخت برمی‌گردد. زیرا علی‌رغم کاهش بارش در سایر فصول، در فصل زمستان سال دوم میزان بارش ۴۰ درصد افزایش یافته است. این موضوع مطابق با نتایج Bagheri و Sepaskhah (2014) می‌باشد که طی آن بارش در زمستان به‌عنوان پارامتر کلیدی در تولید محصول انجیر منطقه شناخته شد.

درختان میوه در ماه‌های خشک سال می‌توانند از آب ذخیره شده در نیمرخ خاک استفاده کنند. مقادیر آبی که می‌تواند در نیم‌رخ خاک ذخیره شود به مقدار و توزیع بارش سالانه، عمق و ظرفیت نیمرخ خاک و میزان گسترش سیستم ریشه بستگی دارد (Oweis, 1997). تطابق درختان انجیر با آبیاری تکمیلی و همچنین شرایط رطوبتی متأثر از وضعیت مناسب رطوبتی در سال قبل از دیگر دلایل افزایش محصول در سال دوم است.

در سال اول، بیشترین محصول به‌صورت معنی‌دار در تیمار آبیاری در نزدیک درخت مشاهده شد که به‌ترتیب ۴۲ درصد و ۱۸ درصد بیش از آبیاری در فاصله سایه‌انداز و خارج از سایه‌انداز درخت بود. اما در سال دوم، تیمار آبیاری خارج از سایه‌انداز بیشترین

محصول را بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار آبیاری نزدیک تنه درخت داشت. میزان بالای محصول در تیمار آبیاری نزدیک تنه درخت طی دو سال، در تطابق با مقدار بالاتر رطوبت خاک در این تیمار در طول سال می‌باشد. در طی دو سال، تیمار آبیاری در فاصله سایه‌انداز، کمترین مقدار محصول را داشت که نشان‌دهنده مناسب‌تر بودن آبیاری در نزدیک تنه درخت و یا خارج از سایه‌انداز به‌علت مناسب‌تر بودن وضعیت رطوبتی خاک می‌باشد.

در سال اول، به‌طورکلی افزایش مقدار آب آبیاری، منجر به افزایش معنی‌دار محصول گردید (جدول ۳). به طور مشابه، نتایج سال دوم نشان داد که افزایش آبیاری تکمیلی، مقدار محصول را زیاد می‌کند. با این‌حال در سال دوم، تفاوت معنی‌داری بین مقدار ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر آب مصرفی وجود نداشت. بنابراین بر اساس نتایج به‌دست آمده، در مقایسه با سایر تیمارها، آبیاری با ۱۰۰۰ لیتر گزینه مناسبی است زیرا می‌تواند علاوه بر افزایش محصول، باعث کاهش استفاده از آب زیرزمینی و درنتیجه منجر به استفاده پایدار از آبیاری تکمیلی در آینده شود. اثر آبیاری تکمیلی بر محصول انجیر، مطابق با نتایج به‌دست آمده توسط Kamgar-Haghighi و Sepaskhah (2015) و نیز Honar و Sepaskhah (2015) می‌باشد.

تفاوت بین محصول در تیمارهای زمان آبیاری در فروردین و مرداد طی دو سال معنی‌دار نبود (جدول ۳). مفید بودن آبیاری در مرداد نشان می‌دهد که آبیاری در دوره توسعه و بزرگ شدن میوه، می‌تواند باعث بهبود میزان محصول شود. به‌علاوه، در طول تابستان، درختان انجیر می‌توانند آب و مواد مغذی را از طریق نسبت بالای ریشه به شاخه (۱ به ۱/۴۴) Abdel Razik و El Darier, (1991) و نیز توسعه ریشه‌ها تا دو برابر فاصله گسترش شاخه‌های درخت Keleg et al (1981) جذب کنند.

کیفیت میوه

کیفیت میوه انجیر خشک با تعیین قطر، رنگ پوست و مواد جامد محلول میوه ارزیابی می‌شود. میوه‌ها از نظر تجاری، طی دو سال آزمایش، بر اساس اندازه آن‌ها، در گروه‌های تجاری تقسیم‌بندی شدند. اندازه میوه‌های خشک، مؤلفه اصلی در بازاریابی میوه‌های خشک انجیر به‌خصوص برای مصرف مستقیم و تازه‌خوری است (İrget et al., 2008).

در سال ۹۲-۱۳۹۱، نتایج نشان داد که درختان تحت تیمار آبیاری خارج از سایه‌انداز، به‌طور معنی‌داری مقدار محصول بیشتری با اندازه بزرگتر از ۲۲ میلی‌متر داشتند و این روند در سال بعد ادامه داشت (جدول ۳). آبیاری در خارج از سایه‌انداز و در فاصله سایه‌انداز، به‌ترتیب در سال اول و دوم، کمترین میزان میوه با قطر کمتر از ۱۷ میلی‌متر (میوه با کیفیت پایین) را داشتند. با این‌حال، در سال دوم تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود. برطبق جدول (۳)، افزایش مقدار آب آبیاری اندازه میوه‌ها را افزایش داد که رضایت‌مندی مصرف‌کنندگان و سود باغداران را در پی دارد.

نتایج نشان داد که در طی دو سال، در مقایسه با تیمار شاهد، درختان با مقدار آبیاری ۲۰۰۰ لیتر، به‌طور معنی‌داری محصول بیشتری با میوه‌های با قطر بزرگتر از ۲۲ میلی‌متر داشت. با این حال، تفاوت بین ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر در سال دوم معنی‌دار نبود. به علاوه، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در تولید میوه با کیفیت پایین (کوچکتر از ۱۷ میلی‌متر) در دو سال وجود نداشت. لذا این نتایج، یافته‌های پیشین این پژوهش در رابطه با کفایت ۱۰۰۰ لیتر برای هر درخت را تایید می‌کند.

اگرچه آبیاری در مرداد باعث افزایش میوه‌های با قطر بزرگتر از ۲۲ میلی‌متر شد جدول (۳)، آبیاری در فروردین منجر به افزایش میوه‌های کوچک شد که در سال دوم این تفاوت معنی‌دار بود. بر طبق نتایج، آبیاری در فروردین می‌تواند مقدار محصول را زیاد کند که می‌توان به تعداد زیاد گل‌آذین‌ها نسبت داد. Kamgar-Haghighi و Sepaskhah (2015) نشان دادند که دو نوبت آبیاری تکمیلی درختان انجیر دیم در اسفند و اردیبهشت می‌تواند رشد شاخه سال جاری و تعداد گل‌آذین‌ها را به‌صورت معنی‌دار افزایش دهد. آبیاری در مرداد توانست کیفیت میوه‌ها را افزایش دهد زیرا عمده مرحله زایشی میوه درختان انجیر، در تابستان اتفاق می‌افتد.

همچنین شرایط محیطی و عملیاتی مختلف در سال دوم، می‌تواند باعث تأثیر بر اندازه میوه و کاهش کیفیت میوه شود. در سال دوم، میانگین وزن میوه‌های با قطر ۱۷ میلی‌متر تا ۵۹ درصد افزایش یافت و میانگین وزن میوه‌های بین ۱۷ تا ۲۲ میلی‌متر و بزرگتر از ۲۲ میلی‌متر تا ۳۳/۷ درصد و ۱۳ درصد کاهش یافت. تغییر در کیفیت میوه از یک سال به سال دیگر به شرایط محیطی، آب و هوا و عملیات کشاورزی مانند هرس و گرده‌افشانی بستگی دارد (Aksoy et al., 2001, Inglese et al., 2002).

تحلیل اقتصادی

در مورد محصول درخت دیم انجیر، سود خالص اقتصادی نه تنها بر اساس میزان محصول کل، بلکه به شدت تحت تأثیر درجه کیفی میوه می‌باشد. مقدار محصول در هکتار، ارزش هر کیلوگرم از محصول (بر اساس درصد میوه‌های درخت در درجه‌های کیفی مختلف) و میزان مورد پیش‌بینی درآمد باغداران از میوه‌های هر درخت تحت تیمارهای مختلف در جدول (۴) نشان داده شده است. در این محاسبات از قیمت انجیر بر طبق قیمت بازار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ استفاده شده است. متوسط قیمت انجیر خشک در بازار در سال ۱۳۹۲ برابر با ۲۸۰۰۰۰، ۱۳۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم از انجیر به‌ترتیب با درجه AA، A و B بود. قیمت انجیر خشک در سال ۱۳۹۳، برابر با ۳۱۰۰۰۰، ۲۱۰۰۰۰ و ۹۰۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم از انجیر با درجه به‌ترتیب AA، A و B رسید. صرف‌نظر از میزان محصول، آبیاری در فاصله دور از درخت به طور متوسط میزان درآمد به‌ازای هر درخت را ۳۱ درصد در هر سال (۱۸ و ۴۴ درصد به‌ترتیب در سال اول و دوم)، در مقایسه با

DOI: 10.22055/jise.2018.23455.1672

دیگر تیمارهای فاصله، افزایش داد. با این‌حال، حفر جویچه و یا محل مناسب برای آبیاری در فاصله دور از تنه درخت، هزینه‌ای مازاد بر هزینه آبگیر استحصال آب باران در اطراف تنه که در تیمار آبیاری نزدیک درخت استفاده می‌شود را برای باغدار ایجاد می‌کند که بایستی مورد توجه قرار گیرد. نتایج نشان داد که استفاده از آبیاری تکمیلی می‌تواند میزان درآمد کشاورزان را افزایش دهد به‌طوری که مطابق با نتایج میزان درآمد در سال اول، پس از استفاده از آبیاری با ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر در مقایسه با حالت بدون آبیاری (شاهد)، به‌ترتیب ۱۱ و ۵۷ درصد افزایش و در سال دوم به‌ترتیب ۳۹ و ۴۷ درصد افزایش داشت (جدول ۴). امکان تأمین آب برای آبیاری تکمیلی باغ‌های انجیر دیم دشت استهبان که در فواصل مختلف از منابع آب دشت قرار گرفته‌اند، در سال‌های قبل برای بسیاری از باغ‌ها، میسر بوده است و از تانکرهای حمل آب و یا سیستم لوله‌کشی برای این منظور استفاده می‌شود. با توجه به متفاوت بودن مالکیت منابع آب نسبت به مالکیت تحت پوشش انجیر دیم، در سال‌های گذشته به‌دلیل بروز خشکسالی، اعتبار مورد نظر برای حفر و تجهیز چاه و همچنین خرید و انتقال آب به باغداران انجیر اختصاص یافته است. با این حال استفاده گسترده از آبیاری تکمیلی باعث کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه گردید که درصورت عدم مدیریت منابع آب می‌تواند در آینده نزدیک باعث مشکلات زیست محیطی و اجتماعی در منطقه شود (Abdolahipour and Kamgar-Haghighi, 2015).

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر آب آبیاری در ارزش محصول (ریال بر کیلوگرم) طی دو سال و همچنین مقدار درآمد به‌ازای هر درخت طی سال دوم وجود ندارد؛ که با توجه به کمبود آب در منطقه، نشان‌دهنده کفایت ۱۰۰۰ لیتر برای آبیاری تکمیلی هر درخت است.

آبیاری در مرداد در مقایسه با آبیاری در فروردین توانست ارزش محصول را افزیش دهد که این اختلاف در سال دوم معنی‌دار بود. همچنین، آبیاری در مرداد در مقایسه با آبیاری در فروردین، مقدار درآمد باغدار را به‌ازای هر درخت افزایش داد که این تفاوت در سال اول معنی‌دار بود. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری با مقدار ۱۰۰۰ لیتر در فاصله دور از درخت در فصل تابستان می‌تواند حداکثر سود اقتصادی را داشته باشد، با این حال باید تمام عوامل موثر و م حدودکننده را در تحلیل اقتصادی استفاده از آبیاری تکمیلی لحاظ کرد.

جدول ٤- متوسط محصول (کیلوگرم بر هکتار)، ارزش محصول (ریال بر کیلوگرم) و درآمد (ریال بر درخت) در تیمارهای مختلف طی دو سال آزمایش (۱۳۹۲-۱۳۹۳)

Table 4- Fruit yield (kg/ha), fruit price and revenue (rial/tree) for different treatments in two years (2013-2014)

Year		2013	2014	2013	2014	2013	2014
Treatment[A]		Fruit yield (kg/ha)		Fruit price (rial/kg)		Revenue (rial/tree)	
Distance							
AT	24	828.45 a	724.39 ba	133136 b	142921 b	1111570 a	1042209 b
UT	24	583.7 c	670.26 b	142036 b	164221 ba	831766 b	1101757 ba
OT	24	700.7 b	859.23 a	162727 a	176472 a	1153119 a	1548042 a
Amount							
Rain-fed	24	582.85 c	614.94 b	143640 a	151019 b	840920 b	955656 b
1000 liters	24	663.16 b	804.48 a	141920 a	162919 ba	931805 b	1327369 a
2000 liters	24	866.84 a	834.46 a	152339 a	169676 a	1323729 a	1408982 a
Time							
Early spring	36	681.82 a	787.88 a	141855 a	151165 b	967844 b	1229384 a
Mid-summer	36	726.75 a	714.71 a	150078 a	171244 a	1096459 a	1231955 a

*Means followed by the same letter are not statistically different according to Duncan multiple

[A] NT: near the tree trunk; UT: under the tree canopy and OT: out of tree canopy

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی می‌تواند مقدار رطوبت خاک را در مراحل بحرانی رشد افزایش دهد که نتیجه آن کاهش اثرات منفی تنش آبی روی رشد درختان و میزان محصول است. اگرچه میزان پراکنش رطوبت خاک در اطراف درختان دارای توزیع یکنواختی نبود، رطوبت خاک در اعماق بیشتر از ۰/۹ متر بیشتر و دارای تغییرات کمتری بود. میزان رطوبت خاک در عمق ۰/۹-۰/۳ متر به‌علت تراکم بیشتر ریشه کمتر بود. تحقیقات بیشتر در رابطه با توزیع ریشه درختان انجیر دیم برای تعیین میزان جذب آب در اطراف درخت ضروری است. در مقایسه با آبیاری در مرداد، آبیاری در فروردین توانست میزان رطوبت خاک را برای مدت زمان بیشتری در نیمرخ خاک نگه دارد. میزان محصول در تیمارهای آبیاری نزدیک تنه درخت و خارج از سایه‌انداز در مقایسه با آبیاری در فاصله سایه‌انداز بیشتر بود. اما آبیاری در نزدیک تنه درخت به علت سهولت و نیز هزینه اندک (به‌علت وجود آبگیر) بیشتر مورد توجه باغداران است. نتایج نشان داد آبیاری با ۱۰۰۰ لیتر به‌ازای هر درخت می‌تواند کافی باشد و در سال دوم، بدون تفاوت معنی‌دار با ۲۰۰۰ لیتر آب، توانست به‌طور معنی‌داری متوسط میزان محصول را در مقایسه با شرایط دیم، افزایش دهد. به‌علاوه، اگرچه در مجموع بهترین میزان کیفیت تجاری میوه، ارزش میوه و درآمد اقتصادی، مربوط به آبیاری با تیمار ۲۰۰۰ لیتر بود، اما استفاده از ۱۰۰۰ لیتر می‌تواند از طریق صرفه‌جویی در مصرف منابع آب به اهداف تامین سود مالی باغداران، نگهداشتن طبیعت دیم درختان و استفاده پایدار از آبیاری تکمیلی در خشکسالی‌های آینده نیز کمک کند.

بارش بیشتر در اواخر دوره خواب درخت، تطابق درختان با آبیاری تکمیلی و همچنین ذخیره باقی‌مانده رطوبت از سال قبل توانست تولید محصول را در سال دوم افزایش دهد. درختان در تیمار آبیاری دور از تنه درخت، میوه‌های بیشتری با کیفیت بالاتر و درآمد بیشتری را تولید کردند.

اگرچه آبیاری در تابستان در دوره رشد و شکل‌گیری و توسعه میوه می‌تواند کیفیت میوه را افزایش دهد، تفاوت معنی‌داری بین آبیاری در فروردین و مرداد روی پارامترهای اندازه‌گیری شده از کیفیت و کمیت میوه وجود نداشت.

نتایج نشان داد به منظور دست‌یابی همزمان به افزایش محصول، سود اقتصادی و نیز استفاده طولانی‌مدت از منابع آب زیرزمینی، آبیاری با ۱۰۰۰ لیتر، در خارج از سایه‌انداز و در اواسط تابستان می‌تواند قابل‌توصیه باشد.

تشکر و قدردانی

از مساعدت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، برای تامین اعتبار مالی این پژوهش و همچنین از پژوهشکده ملی مطالعات خشکسالی دانشگاه شیراز، قطب علمی مدیریت آب در مزرعه و آقای رمضان جعفری، کارشناس محترم بخش مهندسی آب، به‌خاطر حمایت در مراحل مختلف این پژوهش سپاسگزاری می‌نماییم.

References

1- Abdel Razik, M.S. and El-Darier, S., 1991. Functional adaptations of fig trees (*Ficus carica*, L.) In agroecosystems of the western Mediterranean desert of Egypt. *Qatar University Science Journal*, *11*, pp.183-199.

2- Abdolahipour, M. and Kamgar-Haghighi, A.A., 2015. Sustainable use of groundwater for supplemental irrigation of rainfed fig trees of Estahban, Shiraz, Iran. *Technical Rep. Shiraz University.* (In Persian).

3- Aksoy, U., Can, H.Z., Hepaksoy, S. and Sahin, N., 2001. Fig cultivation. *TARP Turkey Agricultural Research Project Press, İzmir, Turkey*.

4- Bagheri, E. and Sepaskhah, A.R., 2014. Rain-fed fig yield as affected by rainfall distribution. *Theoretical and Applied Climatology*, *117*(3-4), pp.433-439.

5- Bremen, H. and Kessler, J.J., 2012. *Woody plants in agro-ecosystems of semi-arid regions with emphasis on the Sahelian countries*. Springer Science & Business Media.

6- Condit, I., 1941. Fig characteristics useful in the identification of varieties. *California Agriculture*, *14*(1), pp.1-69.

7- Demirevska, K., Zasheva, D., Dimitrov, R., Simova-Stoilova, L., Stamenova, M. and Feller, U., 2009. Drought stress effects on Rubisco in wheat: changes in the Rubisco large subunit. *Acta Physiologiae Plantarum*, *31*(6), p.1129.

8- Domínguez, A.F., 1990. *La higuera frutal mediterráneo para climas cálidos* (No. 634.37 F5).

9- Faghih, H. and Sabet Sarvestani, J.S., 2001. *Fig: planting, cultivation and harvesting*. Rahgosha press (In Persian).

10- Falkenmark, M. and Rockström, J., 2004. *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology*. Earthscan.

11- FAOSTAT, F., Available online: *http://www.fao.org/faostat/en/#data (accessed on 17 June 2016)*.

12- Flaishman, M.A., Rodov, V. and Stover, E., 2007. The Fig: Botany, Horticulture, and Breeding. *Horticultural Reviews*, *34*, pp.113-196.

13- Gholami, M., Rahemi, M. and Rastegar, S., 2012. Use of rapid screening methods for detecting drought tolerant cultivars of fig (*Ficus carica* L.). *Scientia Horticulturae*, *143*, pp.7-14.

14- Hallaç Türk, F. and Aksoy, U., 2011. Comparison of organic, biodynamic and conventional fig farms under rain-fed conditions in Turkey. *Journal of Cell and Plant Sciences*, *2*(3), pp.22-33.

15- Honar, T. and Sepaskhah, A.R., 2015. Effect of Using Potassium on Increasing Resistance of Fig Trees to Drought, Shiraz, Iran. *Technical Rep. National Drought Research Institute.* (In Persian).

16- Inglese, P., Basile, F. and Schirra, M., 2002. Cactus pear fruit production. In *Cacti: biology and uses*. University of California press.

17- İrget, M.E., Aksoy, U., Okur, B., Ongun, A.R. and Tepecik, M., 2008. Effect of calcium based fertilization on dried fig (*Ficus carica* L. cv. Sarılop) yield and quality. *Scientia Horticulturae*, *118*(4), pp.308-313.

18- Jafari, M., Haghighi, J.A.P. and Zare, H., 2012. Mulching impact on plant growth and production of rainfed fig orchards under drought conditions. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, *10*(1), pp.428-433.

19- Kamgar-Haghighi, A.A. and Sepaskhah, A.R., 2015. Effects of Different Levels of Supplementary Irrigation and Pruning Times on Rainfed Fig Trees in Wet and Dry Years, Shiraz, Iran. *Technical Rep. National Drought Research Institute.* (In Persian).

20- Keleg, F.M., El Gazzar, A.M. and Zahran, M.A., 1981. Studies on root distribution of Jordan almond and Sultani fig trees grown in a deep soil [Egypt]. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, *29*, pp.219-224.

21- Oweis, T., 1997. *Supplemental irrigation: A highly efficient water-use practice*. ICARDA.

22- Rostami, A.A. and Rahemi, M., 2013. Screening drought tolerance in caprifig varieties in accordance to responses of antioxidant enzymes. *World Applied Sciences Journal*, *21*(8), pp.1213-1219.

23- Sepaskhah, A.R. and Fooladmand, H.R., 2004. A computer model for design of microcatchment water harvesting systems for rain-fed vineyard. *Agricultural Water Management*, *64*(3), pp.213-232.

24- Stover, E., Aradhya, M., Ferguson, L. and Crisosto, C.H., 2007. The fig: overview of an ancient fruit. *HortScience*, *42*(5), pp.1083-1087.

25- Tehrani, M.M., Kamgar-Haghighi, A.A., Razzaghi, F., Sepaskhah, A.R., Zand-Parsa, S. and Eshghi, S., 2016. Physiological and yield responses of rainfed grapevine under different supplemental irrigation regimes in Fars province, Iran. *Scientia Horticulturae*, *202*, pp.133-141.

26- Traub, H.P. and Stansel, R.H., 1930. The lateral root spread of the fig tree. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, *27*, pp.109-113.