

## Research Paper

## Comparison of the Effects of Subsurface Drip Irrigation and Bubbler Systems on Water Consumption Efficiency in Pistachio Trees (Case study: Irrigation of pistachio in Sirjan)

Seyed Hassan Mirhashemi<sup>1</sup>, Rahimeh Dehghani Dashtabi<sup>2</sup>, Parviz Haghghat jou<sup>3\*</sup> Milad Jahani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>2</sup> Dept. of of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran

<sup>3</sup> Dept. of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

<sup>4</sup> Dept. of in irrigation and drainage, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.



10.22125/IWE.2021.254043.1431

Received:  
**October.23.2020**  
Accepted:  
**March.06.2021**  
Available online:  
**October.05.2022**

**Keywords:**  
**Wo Bubbler irrigation, subsurface drip irrigation, economic value, pistachio, water volume.**

### Abstract

One of the important indicators in determining water use efficiency for agricultural productions is the index of water consumption efficiency. This study was conducted to determine the water use efficiency of pistachio in Sirjan city located in the southwest of Kerman province in 2015. To compare bubbler and subsurface drip irrigation methods, 27 pistachio orchards with an area of 1373 hectares were selected to determine water use efficiency, of which four orchards were equipped with the bubbler system and the rest were equipped with subsurface system. Bubbler discharge, irrigation time, area of each irrigation plot and crop yield were studied. By measuring the volume of irrigation water after irrigating the field and the amount of water wasted along the route, the average gross volume of applied irrigation water was calculated. After harvesting, the average yield of pistachio per hectare was calculated. The results of this study showed that the subsurface drip irrigation method compared to bubbler irrigation method, not only significantly increases water use efficiency but also increases crop yield by 34%. Therefore, according to the results and also the current water shortage conditions in Sirjan city, the use of subsurface drip irrigation method is more appropriate than bubbler irrigation to irrigate pistachio orchards.

### 1. Introduction

Iran is located in the arid and semiarid region of the world and also due to the limitation of available water resources, the lack of rainfall and the inappropriate temporal and spatial distribution of rains, intense solar radiation and the high amount of potential evapotranspiration, the low irrigation efficiency in traditional methods and the high cost of exploiting existing water resources, the development of

\* **Corresponding Author:** Parviz Haghghat jou

**Address:** Dept. of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

**Email:** parvizhjou@uoaz.ac.ir

**Tel:** 09155425136

pressurized irrigation methods needs to be taken into consideration by experts. Increasing the irrigation efficiency is of importance and priority especially the efficiency of water consumption in the lands of the country. In the last few years, activities have been carried out which were related to the development of these methods, and considerable credits of government credits resources and bank facilities have been made available to farmers for the implementation of these methods. In America, in the sixth year of pistachio tree cultivation, the yield was one ton per hectare and in the 12th year of cultivation it was 3.5 tons in hectare (Nazari, 2012). It means that they have yielded 5.1 times compared to Iran while possessing less than one fifth under cropping area. The improvement of growth and fertility of pomegranate trees under different methods of drip irrigation have been investigated. Introduction, Introduction, Introduction

## 2. Materials and Methods

Sirjan city is located in the southwest of Kerman province with an area of 17481 square kilometers and between 54°37' to 56°30' east longitude and 28°37' to 30°1' north latitude. The climate of Sirjan city is moderate and dry to semi-desertic. It has relatively hot summers with cool nights and relatively cold winters, sometimes together with the snow and rain and heavy rains in spring. Its mean relative humidity is 36% and its mean annual rainfall is 160 mm. The main source of rainfall in this city is usually from the western air masses and the monsoon air masses from the Indian Ocean. Tanguyeh (Plangi) and Hossein-abad Rivers are a part of water supply resources which are seasonal rivers of Sirjan city. From the viewpoint of agriculture, Sirjan city has the largest area under pistachio cropping after Rafsanjan city in Kerman province (Sirjan Jihad Keshavarzi Directorate, 2013).

## 3. Results

In the current situation where water resources are at a critical level, the product performance should not be the only criterion for selecting an irrigation system, since the priority is optimizing water consumption in case of correct designing and implementation of new irrigation methods in comparison with surface methods, they are more efficient. For the economic analysis of pressurized irrigation systems in the study area, the efficiency of water consumption was evaluated through four indicators, i.e., the amount of production of pistachio orchards per cubic meter of water consumed per hectare, the amount of water consumed for the production of each kilogram of pistachio, the amount of profit from pistachio gardening activities and the economic value of water per production amount and finally the net profit per hectare of pistachio orchard per cubic meter of water used.

## 4. Discussion and Conclusion

In the tables (4) and (5), it was found that although the amount of water consumption in subsurface irrigation is less than that of bubbler irrigation, the amount of product, income and net profit in subsurface irrigation method are more than that of bubbler irrigation method. This causes a 60% increase in the economic value of water in subsurface systems. According to the results of Sedaghati et al. (2012), it was found that subsurface drip irrigation with water consumption efficiency of 0.290 kg of dry product per cubic meter of water used and 25% water consumption saving compared to the surface drip irrigation method, was better treatment in the growth and yield of pistachio trees. Also, the final evaluation results of Jalini and Ganji-Moghadam (2015) showed that in two different varieties of peach trees, the subsurface drip irrigation method with 80% of water consumption is preferable to surface drip irrigation in terms of consumption efficiency.

## 5. Six important references

- 1) Clancy, G. 1996. Australian experience with subsurface drip irrigation. International Sugar Journal Cane Sugar Edition. 1996, 98 : 1170, 307-308.
- 2) Mahmoud, I.E.D. and Sheren, E.H., 2014. Improving growth and productivity of pomegranate fruit trees planted on sandy dunes slopes at Baloza District (N. Sinai) using different methods of drip irrigation, organic fertilization and soil mulching. IOSR J. Agri. Vet. Sci, 7(12), pp.86-97.

- 3) Phene, C. J., and F. R. Lamm. 1995. The sustainability and potential of subsurface drip irrigation. ASAE. pp. 359-367.
- 4) Seckler D, Molden D and Barker R (1999) Water scarcity in the Twenty first century, Water Brief 1. IWMI. Colombo Sri Lanka.
- 5) Seckler D, Molden D and Sakthivadivel R (2002) the concept of efficiency in water resource management and policy. In water productivity in agriculture: Limits and opportunities for improvement. Ed. Kijne JW. Wallingford. UK. CABI.
- 6) Zhang H, Wang D, Ayars J.E and Phene CJ (2017) Biophysical response of young pomegranate trees to surface and sub-surface drip irrigation and deficit irrigation. Irrigation Science, 35(5), pp.425-435.

### **Conflict of Interest**

Authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

The authors of this article acknowledge the grants and financial support provided by the University of Zabol, from research site IR-UOZ-GR-0303.



## مقایسه روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و قطره‌ای سطحی با قطره چکان بابلر بر کارایی مصرف آب پسته (مطالعه موردی: پسته در شهرستان سیرجان)

سید حسن میرهاشمی<sup>۱</sup>، رحیمه دهقانی دشتابی<sup>۲</sup>، پرویز حقیقت‌جو<sup>۳\*</sup>، میلاد جهانی<sup>۴</sup>

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶

مقاله پژوهشی

### چکیده

از شاخص‌های مهم در تعیین کارایی استفاده از آب به منظور تولید محصولات کشاورزی، شاخص کارایی مصرف آب می‌باشد. این تحقیق با هدف تعیین کارایی مصرف آب محصول پسته در شهرستان سیرجان واقع در جنوب غربی استان کرمان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. برای مقایسه دو روش آبیاری بابلر و زیر سطحی، تعداد ۲۷ باغ پسته با سطح ۱۳۷۳ هکتار به منظور تعیین کارایی مصرف آب انتخاب شدند، که از این تعداد ۴ باغ مجهز به سامانه بابلر و بقیه مجهز به سامانه زیر سطحی بودند. در تحقیق حاضر دبی قطره چکان‌ها، مدت زمان آبیاری، مساحت هر قطعه آبیاری و عملکرد محصول مورد بررسی قرار گرفتند. با اندازه‌گیری حجم آب آبیاری بعد از هر نوبت آبیاری و مقدار آب هدر رفته در طول مسیر، میزان متوسط حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی محاسبه گردید. پس از برداشت محصول میزان متوسط عملکرد محصول پسته در هر هکتار محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داد روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در مقایسه با روش آبیاری بابلر علاوه بر افزایش معنی دار کارایی مصرف آب، سبب افزایش عملکرد محصول سبب افزایش به میزان ۳۴ درصد گردید. لذا با توجه نتایج و همچنین شرایط کم آبی موجود در شهرستان سیرجان استفاده از شیوه آبیاری زیرسطحی نسبت به آبیاری بابلر در آبیاری باغات پسته مناسب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: قطره چکان بابلر، قطره‌ای زیر سطحی، ارزش اقتصادی، پسته، حجم آب.

<sup>۱</sup> دانش آموخته دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران. Email: hassan.mirhashemi@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. Email: rahimeh.dehghany@yahoo.com

<sup>۳</sup> دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل (نویسنده مسئول)، زابل، ایران. ایمیل: phjou40@gmail.com

<sup>۴</sup> نویسنده مسئول. parvizzhou@uoz.ac.ir

<sup>۴</sup> کارشناسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه باهنر، کرمان، ایران

## مقدمه

کاهش مؤلفه تبخیر از تبخیر و تعرق گیاه، ۴- افزایش حجم خیسدگی خاک و ۵- به حداقل رساندن آلودگی نیترات (Phene and Lamm 1995). در بررسی اقتصادی سیستم SDI اظهار داشته در سطح زیر کشت وسیع، پیاده کردن این سیستم در هر هکتار حدود ۳۰۰۰ دلار استرالیا هزینه دارد که بیشتر از روش غرقابی می‌باشد، لیکن با توجه به عملکرد بیشتر محصول در این سیستم بازگشت هزینه فوق طی سه سال صورت می‌پذیرد. راندمان این سیستم در مقایسه با سیستم‌های سطحی بالاتر بوده و حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد می‌باشد. همچنین توان مصرفی و شستشوی مواد غذایی و کود مصرفی کمتر است. از دیگر مزایای این سیستم کاهش علف‌های هرز بدلیل خشکی لایه سطحی و امکان تلقیح خاک با میکروارگانسیم‌های مفید و رساندن اکسیژن کافی به منطقه ریشه می‌باشد (Clancy, 1996).

بر اساس آمار موجود، استان کرمان بزرگترین منطقه تولید پسته در کشور می‌باشد. موضوع نگران کننده این است که تبخیر بالا، بارندگی کم، کمبود آب و شوری خاک، پایداری کشاورزی را در این منطقه تهدید می‌کند (امیرتیموری، ۱۳۸۹). جعفری مهدی آبادی و همکاران (۱۳۹۴). به‌منظور کاهش اثرات منفی ناشی از برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی پیشنهاد کردند تا علاوه بر کاهش تدریجی پروانه‌های بهره‌برداری از منابع آب، نسبت بهینه اقتصادی آب به زمین در مناطق فعلی پسته کاری و مناطقی که برای اولین بار برای کشت پسته را انجام می‌هند، مورد توجه قرار گیرد.

گنجی خرم‌دل و کیخایی (۱۳۹۵) در تحقیقی به منظور بررسی تاثیر تغییر سامانه آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای بر درختان ۱۰ ساله بارور پسته (رقم احمد آقایی) طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در منطقه خشکه رود زرنديه ساوه انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد در سال اول آزمایش کاهش عملکرد و شاخص‌های کیفی محصول در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به سطحی مشاهده گردید ولی در سال دوم، سازگاری درختان پسته نسبت به تغییر سیستم با توجه به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت پسته

کشور ایران در ناحیه خشک و نیمه‌خشک کره زمین قرار گرفته است و همچنین با توجه به محدودیت منابع آبی موجود، کمبود نزولات جوی و نامناسب بودن توزیع مکانی و زمانی بارش‌ها، شدید بودن تابش آفتاب و زیاد بودن میزان تبخیر و تعرق پتانسیل، پایین بودن بازده آبیاری در روش‌های سنتی و بالا بودن هزینه‌های بهره‌برداری از منابع آبی موجود، توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است. افزایش بازده آبیاری به‌ویژه کارایی مصرف آب در اراضی کشور از اهمیت و اولویت خاصی برخوردار است. در چند سال اخیر فعالیت‌هایی در رابطه با توسعه این روش‌ها صورت گرفته و اعتبارات قابل توجهی از منابع اعتبارات دولتی و تسهیلات بانکی برای اجرای این روش‌ها در اختیار کشاورزان قرار گرفته است. آمریکا در سال ششم کشت درختان پسته، محصول یک تن در هکتار و در سال دوازدهم کشت به ۵/۳ تن در هکتار رسیده‌اند که با سطح زیر کشت کمتر از یک پنجم ایران، به محصول ۵/۱ برابری نسبت به ایران دست یافته‌اند (نظری، ۱۳۹۲). در تحقیقات مختلفی در مورد عملکرد آبیاری قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار گرفت. بهبود رشد و باروری درختان انار را تحت روش‌های مختلف آبیاری قطره‌ای را مورد بررسی قرار داده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) از آبیاری قطره‌ای سطحی (DI) بهتر می‌باشد (Mahmoud and Sheren., 2014). در یک بررسی، نتیجه به کار بردن دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر عملکرد انار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوتی بین حجم پوشش گیاه در دو حالت مشاهده نشد. در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی عملکرد و اندازه میوه‌ها بزرگتر بود و ۱۰ درصد آب کمتر استفاده شد (Zhang et al., 2017)

در یک آزمایش سه ساله در کالیفرنیا آمریکا روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی را در محصول گوجه فرنگی مورد مقایسه قرار گرفت و مشخص شد که سیستم SDI برتری‌های زیر را نسبت به DI دارد: ۱- ایجاد سیستم ریشه‌ای عمیق در گیاه، ۲- افزایش WUE، ۳-

شدت بر کیفیت آب منابع آبی اثرگذار بوده و این امر در بسیاری موارد موجب پیشروی آب‌های شور، افزایش شوری و نیز فرونشست زمین شده است (محمدی، ۱۳۹۳). با توجه به کم آبی‌ها و خشکسالی‌های سال‌های اخیر لازم است که در مدیریت بخش آب کشاورزی که بیشترین مصرف آب را در بر می‌گیرد برنامه‌ریزی بهتر و مناسب‌تری صورت گیرد. یکی از مدیریت‌های مناسب در مدیریت بخش آب کشاورزی استفاده از سامانه آبیاری تحت فشار با بازده بیشتر و تلفات کمتر نسبت به آبیاری سطحی می‌باشد. لذا در طرح حاضر کارایی مصرف آب سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار در باغات پسته شهرستان سیرجان مورد بررسی قرار گرفت.

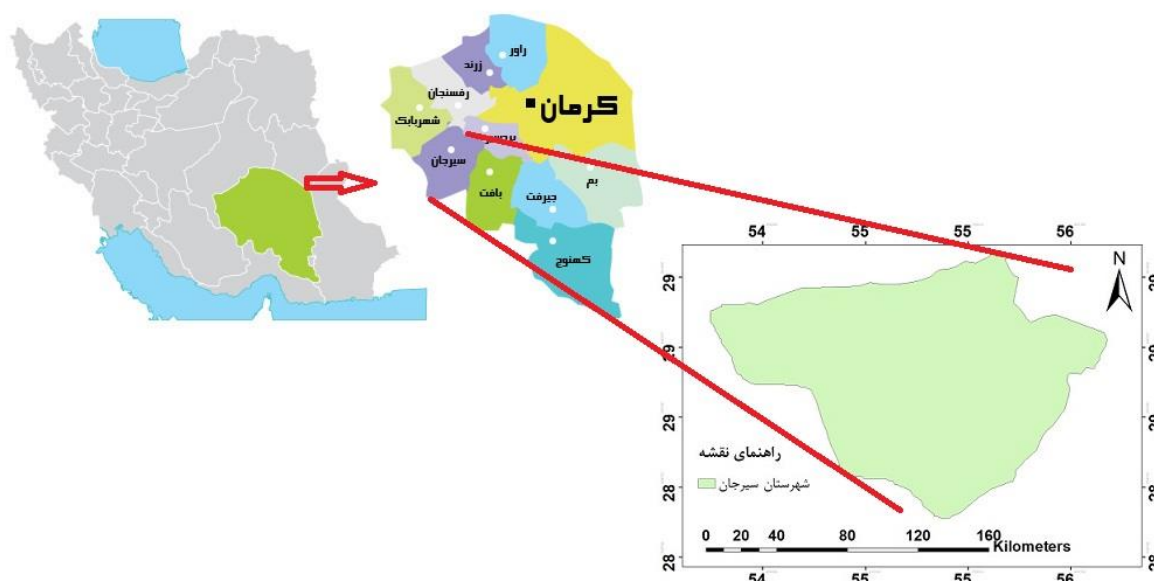
### مواد و روش‌ها

شهرستان سیرجان در غرب استان کرمان با مساحت ۱۷۴۸۱ کیلومتر مربع و بین ۵۴ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. آب و هوای شهرستان سیرجان معتدل و خشک می‌باشد. بارش این شهرستان، معمولاً از توده هوای غربی و اثر هوای مرطوب اقیانوس هند است. رودخانه تنگویی (پلنگی) و رودخانه حسین‌آباد که هر دو فصلی از رودخانه‌های شهرستان سیرجان می‌باشند. اقلیم شهرستان سیرجان نیمه‌بیابانی است. رطوبت متوسط آن ۳۶ درصد و میانگین بارندگی سالانه ۱۶۰ میلی‌متر است. تابستان‌های نسبتاً گرم با شب‌های تابستانی خنک و زمستان‌های نسبتاً سرد دارد. آب و هوای شهرستان سیرجان در تابستان نسبتاً گرم و در زمستان‌ها سرد و در برخی زمان‌ها همراه با برف و باران و در بهار همراه با بارندگی‌های شدید است. منشأ اصلی بارندگی‌های این شهرستان، توده هوای غربی و اثر هوای مرطوب اقیانوس هند است. شهرستان سیرجان از لحاظ کشاورزی بیشترین سطح زیر کشت پسته را بعد از شهرستان رفسنجان در استان کرمان دارد (مدیریت جهاد کشاورزی سیرجان، ۱۳۹۲). موقعیت شهرستان سیرجان در نقشه ایران و شهرستان کرمان در شکل ۱ مشخص شده است.

در روش آبیاری قطره ای نسبت به روش آبیاری سطحی بوده است.

اصطلاح کارایی مصرف آب (کیلوگرم محصول تولیدشده به ازای مترمکعب آب مصرف‌شده) به توانایی مقایسه‌های سریع بین سامانه‌های مصرف‌کننده آب در زمان و مکان است. این شاخص به عملکرد گیاه، تعرق گیاهی، تبخیر، تبخیر و تعرق و حتی میزان آب آبیاری نسبت داده شده است. صدقاتی و همکاران در سال ۱۳۹۱ در تحقیقی چهارساله، دو سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (با دو عمق نصب ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر) با سه تیمار آبیاری به میزان ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی درختان پسته در روش آبیاری سطحی را بررسی کردند. رقم درختان مورد تحقیق، اوحدی و سن آنها ۳۰ سال بود. هدایت الکتریکی آب آبیاری ۷/۴ دسی-زیمنس بر متر بود. سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با عمق نصب ۳۰ سانتیمتر و میزان ۶۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای سطحی با کارایی مصرف آب ۰/۲۹ کیلوگرم محصول خشک در هر مترمکعب آب مصرفی بهترین تیمار شناخته شد. همچنین عمق نصب ۳۰ سانتیمتر، بهترین الگوی توزیع شوری از لحاظ میزان شوری کمتر در منطقه توزیع نمک را داشت.

گیجون و همکاران ۲۰۱۱ نشان دادند کم آبیاری می‌تواند در مرحله تکامل و توسعه میوه درختان پسته منجر به کاهش عملکرد درختان پسته گردد. محققین دیگر نیز نشان دادند که ایجاد تنش در مرحله ای از رشد گیاه پسته می‌تواند بدون کاهش عملکرد منجر به صرفه‌جویی آب آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک گردد (صدقاتی و حکم آبادی، ۲۰۱۵ ممای و همکاران ۲۰۱۶). آمار ۳۰ سال گذشته نشان می‌دهد که ناپایداری در بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی به شدت وجود داشته به طوری که میزان افت آب‌های زیرزمینی استان کرمان در اغلب مناطق پسته‌کاری به طور میانگین یک متر در سال است. افزون بر این، کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی نیز به شدت کاهش یافته و در بعضی موارد هدایت الکتریکی آب بیش از ۲۰ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است. افت محسوس سطح آب‌های زیرزمینی دشت زرنديه نیز به



شکل (۱): موقعیت شهرستان سیرجان در نقشه ایران و استان کرمان

ارائه می‌گردد (Seckler et al., 2002). بنابراین شاخص کارایی مصرف آب آبیاری مورد استفاده برای تولید محصول مورد نظر را می‌توان به صورت رابطه زیر تعریف نمود:

$$WUE = \frac{\text{متوسط عملکرد محصول خشک}}{\text{متوسط حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی}} \quad (1)$$

در انتخاب مزارع سعی شده مزارع انتخابی شامل سامانه آبیاری باشد و همچنین مدیریت آبیاری و عملیات زراعی اعمال شده توسط کشاورزان نیز معرف دبی منبع آب، ساعت آبیاری، دور آبیاری، مساحت شیفت و تعداد نوبت آبیاری باشد. همچنین، کشاورزان انتخابی معرف جمعیت کشاورزی منطقه هستند و از لحاظ میزان سواد آنها، دامنه‌ای از کم سواد تا دارنده دیپلم و حتی کارشناس کشاورزی را شامل می‌شوند.

در بازدیدهای ماهانه انجام شده از این طرح‌ها در سال ۱۳۹۴ در مرحله اول یک شناسنامه برای هر طرح در نظر گرفته و تکمیل شد. پارامترهایی که شامل ۱- دبی قطره چکان‌ها ۲- فشار انتهای لوله‌های جانبی ۳- فشار

کارایی مصرف آب در ۳۸ طرح تحت سامانه‌های آبیاری تحت فشار به مساحت ۱۷۹۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ بررسی شد که تعداد ۲۷ طرح باغات پسته به مساحت ۱۳۷۳ هکتار انتخاب شد و تعداد ۱۱ طرح در سطح ۴۱۷ هکتار به دلیل مدیریت اشتباه، بیماری‌ها و آفات، عملکرد ضعیف سیستم، مقدار کم آب، خرابی تجهیزات سیستم آبیاری حذف شد.

بهره‌وری آب گیاه<sup>۱</sup> که در منابع علمی معمولاً به آن کارایی مصرف آب<sup>۲</sup> (WUE) بیان می‌شود، به صورت نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد ارائه شده به بازار) به تبخیر و تعرق واقعی گیاه تعریف می‌شود. WUE به عملکرد گیاه، تعرق گیاهی، تبخیر، تبخیر و تعرق و حتی میزان آب آبیاری نسبت داده شده است (Seckler et al., 1999). شاخص کارایی مصرف آب آبیاری به معنای مقدار محصول به حجم آب مصرفی می‌باشد، یعنی کارایی مصرف آب به مقدار محصول در قطعه مزرعه‌ای گفته می‌شود که از هر واحد حجم آب آبیاری کاربردی در آن مزرعه به دست می‌آید و معمولاً به کیلوگرم بر متر مکعب

<sup>1</sup> Crop water productivity

<sup>2</sup> Water Use Efficiency

۳- استفاده ناصحیح از سامانه آبیاری جهت انجام عملیات آبیاری باغ، را به حداقل رساند.  
با توجه به اینکه تعداد سامانه‌های بابلر نسبت به سامانه‌های زیرسطحی در شهرستان سیرجان خیلی کمتر است لذا در این تحقیق کارایی مصرف آب در تعداد ۴ باغ مجهز به سامانه بابلر و تعداد ۲۳ باغ مجهز به سامانه زیرسطحی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند. با استفاده از اطلاعات بدست آمده در طول سال در باغات پسته با توجه به دو شیوه آبیاری بابلر و زیرسطحی، جداول (۱) و (۲) تهیه شدند.

ورودی و خروجی سامانه کنترل مرکزی (فیلتراسیون) ۴-  
هدر رفت آب در باغات (نشتی‌های شبکه) ۵- مدت زمان آبیاری در هر ماه اندازه‌گیری و در نهایت میزان محصول برداشت شده محاسبه شد. یک فشارسنج روغنی با قطر ورودی ۱۶ میلی‌متر برای اندازه‌گیری فشار و یک پیمانانه مدرج برای اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، با راهنمایی کشاورزان در نحوه نگهداری و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری تحت فشار سعی شد مشکلاتی شامل ۱- عدم مدیریت صحیح آبیاری و نگهداری، ۲- نامناسب بودن تنظیم زمان و دور آبیاری و

جدول (۱): پارامترهای برداشت شده از باغ‌های پسته - آبیاری زیرسطحی

شماره باغ	مساحت - هکتار	تعداد نوبت	عملکرد محصول - کیلوگرم در هکتار	دبی چاه - لیتر بر ثانیه	تعداد درخت در هکتار	تعداد قطره‌چکان در هکتار	دبی قطره‌چکان لیتر در ساعت	دور آبیاری	مدت آبیاری - ساعت	حجم آب در یک دوره (متر مکعب در هکتار)	حجم آب آبیاری (متر مکعب در هکتار در سال)	حجم آب آبیاری (متر مکعب در هکتار در سال)
۱	۸۰	۱۵	۱۲۰۰	۲۵	۱۱۱۱	۳۳۳۳	۵.۴	۱۵	۲۴	۳۶۰	۵۵۲۰	۷۲۰
۲	۳۰	۵.۱۲	۲۲۰۰	۱۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۵.۵	۱۴	۲۴	۴۴۰	۷۵۴۳	۸۸۰
۳	۵	۱	۱۰۰۰	۴۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۱.۵	۱۲	۲۰	۳۴۰	۶۵۱۷	۸۱۶
۴	۵	۱	۱۰۰۰	۴۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۸.۴	۱۲	۲۰	۳۲۰	۶۱۳۳	۷۶۸
۵	۳۴	۲	۱۲۰۰	۴۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۴	۱۴	۲۴	۳۲۰	۵۲۵۷	۶۴۰
۶	۱۴۰	۱۲	۲۵۰۰	۳۰	۱۶۶۷	۴۱۶۷	۶.۳	۱۸	۲۴	۳۶۰	۴۶۰۰	۷۲۰
۷	۲۰	۴	۱۵۰۰	۴۰	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۶.۳	۱۴	۲۴	۲۸۸	۴۷۳۱	۵۷۶
۸	۶۵	۹	۱۲۰۰	۲۰	۱۶۶۷	۲۷۷۸	۲.۴	۱۸	۴۸	۵۶۰	۷۱۵۶	۵۶۰
۹	۷۵	۱۰	۱۰۰۰	۲۰	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۵.۴	۱۵	۲۶	۳۹۰	۵۹۸۰	۷۲۰
۱۰	۳.۴۴	۸	۲۶۰۰	۱۸	۱۶۶۷	۲۷۷۸	۸.۳	۱۲	۲۴	۲۵۳	۴۸۵۶	۵۰۷
۱۱	۵.۲	۳	۲۵۰۰	۳۱	۱۶۶۷	۲۷۷۸	۵	۶	۱۰	۱۳۹	۵۳۲۴	۶۶۷
۱۲	۳۸	۹	۱۲۰۰	۳۵	۱۶۶۷	۲۷۷۸	۴	۸	۱۷	۱۸۹	۵۴۳۱	۵۳۳
۱۳	۱۳۵	۱۳	۳۰۰۰	۳۲	۱۶۶۷	۴۱۶۷	۶.۳	۱۵	۲۴	۳۶۰	۵۵۲۰	۷۲۰
۱۴	۹۰	۸	۲۵۰۰	۳۵	۱۱۱۱	۴۱۶۷	۲	۸	۲۰	۱۶۷	۴۷۹۲	۴۰۰
۱۵	۴۳	۹	۲۰۰۰	۳۰	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۶.۳	۲۸	۴۰	۴۸۰	۵۵۲۰	۵۷۶
۱۶	۲۵	۲۴	۲۰۰۰	۵۰	۸۳۳	۳۳۳۳	۶.۳	۱۵	۲۴	۲۸۸	۴۴۱۶	۵۷۶
۱۷	۱۲	۱	۱۲۰۰	۲۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۶.۳	۱۴	۲۴	۲۸۸	۴۹۳۷	۵۷۶
۱۸	۱۴۰	۸	۲۵۰۰	۵۰	۱۱۱۱	۳۳۳۳	۲.۴	۱۴	۲۰	۲۸۰	۴۶۰۰	۶۷۲
۱۹	۱۲	۱	۲۶۰۰	۳۲	۱۶۶۷	۴۱۶۷	۶.۳	۱۸	۲۴	۳۶۰	۴۶۰۰	۷۲۰
۲۰	۵۵	۸	۱۵۰۰	۲۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۵.۲	۱۸	۴۸	۴۰۰	۵۱۱۱	۴۰۰
۲۱	۶.۱۹	۵	۱۲۰۰	۱۵	۱۶۶۷	۴۱۶۷	۶.۳	۱۸	۲۴	۳۶۰	۴۶۰۰	۷۲۰
۲۲	۶.۱۷	۱	۱۷۰۰	۳۰	۱۶۶۷	۴۱۶۷	۶.۳	۱۶	۲۴	۳۶۰	۵۱۷۵	۷۲۰
۲۳	۵.۲۰	۵	۱۵۰۰	۳۵	۱۶۶۷	۳۳۳۳	۶.۳	۶	۱۱	۱۳۲	۵۰۶۰	۵۷۶



جدول (۲): پارامترهای برداشت شده از باغ های پسته - آبیاری با بلر

شماره باغ	مساحت (هکتار)	تعداد نوبت	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	تعداد درخت در هکتار	دور آبیاری	مدت آبیاری (ساعت)	حجم آب در یک دوره (مترمکعب در هکتار)	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار در سال)	حجم آب آبتیوی (مترمکعب در هکتار در سال)
۱	۱۷۰	۱۰۴	۱۲۰۰	۵۵	۱۱۱۱	۱۸	۱۰	۵۰۳	۶۷۰۹	۱۳۴۲
۲	۲۰		۱۰۰۰	۲۱	۱۱۱۱	۲۱	۲۴	۵۴۴	۷۵۰۰	۱۰۸۹
۳	۶۰	۷۰	۱۵۰۰	۵۰۲۷	۱۱۰۰	۲۸	۲۴	۱۱۰۹	۹۵۰۴	۲۲۱۸
۴	۱۴	۲	۱۰۰۰	۱۸	۱۱۰۰	۱۸	۳۶	۳۳۳	۴۴۴۳	۴۴۴

با توجه به اطلاعات جداول (۱) و (۲) میزان عملکرد محصول (کیلوگرم) و میزان حجم آب مصرفی (مترمکعب) برای تولید محصول مشخص شد. در این رابطه، نیاز به اندازه گیری دقیق دبی آب ورودی به مزرعه و مدت زمان آبیاری به تفکیک نوبت های آبیاری است. پس از تعیین حجم آب مصرفی کل و اندازه گیری میزان عملکرد محصول در واحد هکتار، کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) محاسبه شد. همچنین، میزان آب ناخالص داده شده به مزرعه برای هر نوبت آبیاری اندازه گیری و مجموع آن برای کل دوره رشد محصول محاسبه شد. در محاسبه آب مصرفی و تعیین شاخص کارایی مصرف آب، بارش های جوی در طول فصل رشد در محاسبات وارد نشده است. از آنجایی که هدف از انجام این پژوهش اندازه گیری کارایی مصرف آب در مقیاس مزرعه است، رواناب خروجی از مزرعه و آب ورودی به زهکش ها نیز جزء تلفات محسوب شده و در حجم کل آب آبیاری کاربردی برای تولید محصول به حساب آمد. میزان عملکرد محصول اولیه (کیلوگرم) و میزان حجم ناخالص آب آبیاری کاربردی (مترمکعب) برای تولید محصول تعیین شد. در این رابطه، دبی آب ورودی به مزرعه های انتخابی و مدت زمان آبیاری به تفکیک نوبت های آبیاری به دقت اندازه گیری شد. پس از تعیین حجم آب مصرفی کل و اندازه گیری مساحت

مزرعه و تبدیل میزان عملکرد محصول در واحد هکتار، کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) محاسبه شد. برای اندازه گیری ها برحسب نوع منبع تأمین آب (چاه یا شبکه آبیاری) و بررسی سایر مسائل زراعی و مدیریتی مربوطه، دستورالعمل فنی برای روش اندازه گیری ها تهیه و تمامی اندازه گیری ها (حجم آب کاربردی توسط کشاورز، عملکرد و سایر پارامترهای مورد نیاز) ضمن رعایت دستورالعمل فنی، تماماً در شرایط مدیریت محلی زارعین انجام شد.

در تدوین دستورالعمل اندازه گیری ها سعی شد تا مزارع به نحوی انتخاب شود که ضمن مصداق داشتن نمونه ها به شرایط منطقه، اندازه گیری های کارایی مصرف آب را تسهیل نموده و فرایند را به سمت اندازه گیری های دقیق تر سوق دهند.

برای تحلیل اقتصادی طرح های آبیاری تحت فشار باغات پسته شهرستان سیرجان از کارایی مصرف آب با چهار شاخص زیر استفاده شد:

- ۱- میزان تولید باغات پسته به ازای هر مترمکعب آب مصرفی در هر هکتار ۲- میزان مصرف آب برای تولید هر کیلوگرم پسته ۳- میزان سود حاصل از فعالیت باغداری پسته و ۴- ارزش اقتصادی آب به ازای میزان تولید و در نهایت سود هر هکتار باغ پسته به ازای هر مترمکعب آب مصرفی محاسبه شده است

## نتایج و بحث

نتایج یافته‌های مربوط به اطلاعات میزان مصرف آب و مقدار محصولات در ۲۷ طرح منتخب در سطح حدود ۱۳۷۳ هکتار در جدول ۳ مشخص شده است.

جدول (۳): مقایسه کارایی مصرف آب در دو روش شیوه آبیاری قطره ای سطحی با قطره چکان بابلر بابلر و روش قطره ای زیرسطحی

آبیاری زیر سطحی	آبیاری بابلر	شرح
۱۷۷۴	۱۱۷۵	میانگین تولید (کیلوگرم در هکتار)
۳۷	۲۰	ضریب تغییرات تولید (درصد)
۵۳۶۴	۷۰۳۹	میانگین مصرف آب (متر مکعب در هکتار در سال)
۱۵	۳۰	ضریب تغییرات مصرف آب (درصد)
۳	۶	کارایی مصرف آب (متر مکعب در سال)
۳۳۱	۱۶۷	کارایی مصرف آب (گرم بر متر مکعب)

آبیاری زیرسطحی نسبت به آبیاری بابلر علاوه بر مصرف کمتر آب، باعث افزایش کارایی مصرف آب نیز خواهد شد. جداول (۴) و (۵) نتایج ارزیابی عملکردهای فیزیکی و اقتصادی دو شیوه آبیاری بابلر و زیرسطحی در یک هکتار باغات پسته طی دوره یکساله را نشان می‌دهد.

با توجه به جدول (۳) مشخص می‌شود با وجود کمتر بودن مقدار مصرف آب در روش زیرسطحی نسبت به روش بابلر اما مقدار کارایی مصرف آب (گرم بر متر مکعب) در آبیاری زیرسطحی نسبت دو برابر بابلر است. لذا استفاده از

جدول (۴): ارزیابی عملکردهای فیزیکی در آبیاری قطره‌ای سطحی با قطره چکان بابلر و قطره‌ای زیرسطحی

آبیاری زیر سطحی	آبیاری بابلر	واحد	میانگین مقادیر
۲۳۰	۲۳۰	روز	زمان آبیاری
۵۳۶۴	۷۰۳۹	متر مکعب	مصرف آب
۱۷۷۴	۱۱۷۵	کیلوگرم	میزان محصول
۶۴۲	۱۲۷۳	متر مکعب	آب آیشویی

جدول (۵): ارزیابی عملکردهای اقتصادی در آبیاری بابلر و زیرسطحی

آبیاری زیرسطحی	آبیاری بابلر	واحد	شرح
۲۸۵	۲۸۵	کیلوگرم - هزار ریال	قیمت محصول
۱۵۵۰۰۰	۱۵۵۰۰۰	هزار ریال	هزینه تولید
۵۰۵۶۰۰	۳۳۵۰۰۰	هزار ریال	درآمد
۳۵۰۶۰۰	۱۸۰۰۰۰	هزار ریال	سود خالص
۵۳۶۴	۷۰۳۹	متر مکعب	مصرف آب
۶۵	۲۶	هزار ریال / متر مکعب	سود خالص بازای هر متر مکعب آب مصرفی



می‌باشد در صورت طراحی و اجرای صحیح روش‌های نوین آبیاری در مقایسه با روش‌های سطحی دارای راندمان بالاتری هستند. برای تحلیل اقتصادی طرح‌های آبیاری تحت فشار منطقه مطالعاتی از کارایی مصرف آب با چهار شاخص میزان تولید باغات پسته به ازای هر مترمکعب آب مصرفی در هر هکتار، میزان مصرف آب برای تولید هر کیلوگرم پسته، میزان سود حاصل از فعالیت باغداری پسته و ارزش اقتصادی آب به ازای میزان تولید و در نهایت سود هر هکتار باغ پسته به ازای هر مترمکعب آب مصرفی استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با روش آبیاری با بلر علاوه بر افزایش معنی دار کارایی مصرف آب، سبب افزایش عملکرد محصول سبب افزایش به میزان ۳۴ درصد گردید. لذا با توجه نتایج و همچنین شرایط کم آبی موجود در شهرستان سیرجان استفاده از شیوه آبیاری زیرسطحی نسبت به آبیاری با بلر در آبیاری باغات پسته مناسب‌تر می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت در مناطق خشک و نیمه-خشک همچون شهرستان سیرجان ترویج و توسعه روش آبیاری زیرسطحی نسبت به سامانه آبیاری با بلر مهم‌ترین اولویت‌دارترین اقدام جهت استفاده بهینه از آب و تولید محصول بیشتر با آب موجود می‌باشد.

در نتایج جداول (۴) و (۵) مشخص شد که با وجود اینکه مقدار مصرف آب در آبیاری زیر سطحی کمتر از آبیاری با بلر می‌باشد، ولی مقادیر میزان محصول، درآمد و سود خالص در شیوه آبیاری زیرسطحی بیشتر از شیوه آبیاری با بلر شده است. که این موجب افزایش ۶۰ درصدی ارزش اقتصادی آب در سامانه‌های زیر سطحی می‌شود. طبق نتایج صداقتی و همکاران (۱۳۹۱) مشخص شد که آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با کارایی مصرف آب ۰/۲۹۰ کیلوگرم محصول خشک در هر متر مکعب آب مصرفی و ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به روش آبیاری قطره‌ای سطحی، بهترین تیمار در رشد و عملکرد درختان پسته شناخته شد. همچنین نتایج ارزیابی نهایی جلینی و گنجی‌مقدم (۱۳۹۵) نشان داد که در دو رقم مختلف درخت هلو، روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با ۸۰ درصد آب مصرفی از لحاظ کارایی مصرف نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی ارجحیت دارد.

### نتیجه‌گیری

در شرایط کنونی که منابع آبی در حد بحران قرار دارد، صرفاً نباید عملکرد محصول ملاک انتخاب سامانه آبیاری قرار گیرد، بلکه اولویت با بهینه سازی مصرف آب

### تقدیر و سپاسگزاری

این مقاله با حمایت و کمک‌های مالی معاونت پژوهشی و فن آوری دانشگاه زابل و از محل پژوهانه IR-UOZ-GR-0303 تهیه شده است که به این وسیله مولفین مراتب تقدیر و سپاسگزاری خود را بیان می‌دارند.

### منابع

- امیرتیموری، س. ۱۳۸۹. بررسی تولید، بازاریابی و صادرات پسته ایران. فصلنامه علمی، خبری و تحلیلی پسته. شماره ۵.
- جعفری مهدی آباد، ف.، عبدالهی عزت آبادی، م.، اسلامی، م.ر. ۹۴. بررسی تاثیر تخریب منابع آب زیرزمینی بر ارزش اقتصادی سرمایه کشاورزان پسته کار استان کرمان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی ۷ (۳): ۱۹-۱.
- جلینی، م.، گنجی مقدم، ا. ۱۳۹۵. تأثیر روش های آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی و سطوح مختلف آب بر خصوصیات رویشی، عملکرد و کارایی مصرف آب در ارقام هلو. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. (۲) ۱۰: ص ۲۶۲-۲۷۱
- دستورانی، م.ت.، صادق زاده، م.ع.، حشمتی، م. ۱۳۸۷. بررسی کارایی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در میزان رشد و تولید درختان پسته. مجله علوم و صنایع کشاورزی (آب‌وخاک)، ۲۲(۱): ۴۷-۳۵.



سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان. (۱۳۹۰). طرح ساماندهی توسعه اقتصادی- اجتماعی فضاهای روستایی بخش مرکزی شهرستان سیرجان. دفتر توسعه روستایی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان.

سلیمانی، ح. و حسینی، ع. م. ۱۳۸۷. محاسبه قیمت تمام شده، بهره‌وری مصرف آب برای محصولات عمده در مناطق خشک داراب. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، ۱۵(۱): ۴۵-۵۵.

صداقتی، ن.، حسینی فرد، س.ج. و محمدی محمدآبادی، ا.، ۱۳۹۱ مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته. نشریه آب و خاک. ۲۶(۳): ۵۷۵-۵۸۵.

صداقتی، ن.؛ حسینی فرد، س.ج.؛ محمدی محمدآبادی، ا. ۱۳۹۱. مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته. مجله آب و خاک. ۲۶(۳) ص ۵۷۵-۵۸۵.

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

محمدی محمدآبادی، ا.، حسینی فرد، س.ج.، صداقتی، ن. ۱۳۸۷. اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی به زیرسطحی بر درختان بارور پسته در کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۴۳): ۱۷-۱.

محمدی، ج. ۱۳۹۳ کاهش دو متری سطح آب‌های زیرزمینی زرننده نگران کننده است. خبرگزاری جمهوری اسلامی . کد خبر: ۸۱۳۱۸۶۳۸

مدیریت جهاد کشاورزی سیرجان. احمد مسعودی، ۱۳۹۲. ایرنا. کد خبر: ۸۰۹۴۰۵۵۷.

نظری، ع. ۱۳۹۲ پسته. ماهنامه داخلی انجمن پسته ایران، سال پنجم، شماره ۸۹.

Clancy, G. 1996. Australian experience with subsurface drip irrigation. International Sugar Journal Cane Sugar Edition. 1996, 98: 1170, 307-308.

Mahmoud, I.E.D. and Sheren, E.H., 2014. Improving growth and productivity of pomegranate fruit trees planted on sandy dunes slopes at Baloza District (N. Sinai) using different methods of drip irrigation, organic fertilization and soil mulching. IOSR J. Agri. Vet. Sci, 7(12), pp.86-97.

Phene, C. J., and F. R. Lamm. 1995. The sustainability and potential of subsurface drip irrigation. ASAE. pp. 359-367.

Seckler D, Molden D and Barker R (1999) Water scarcity in the Twenty first century, Water Brief 1. IWMI. Colombo Sri Lanka.

Seckler D, Molden D and Sakthivadivel R (2002) the concept of efficiency in water resource management and policy. In water productivity in agriculture: Limits and opportunities for improvement. Ed. Kijne JW. Wallingford. UK. CABI.

Zhang H, Wang D, Ayars J.E and Phene CJ (2017) Biophysical response of young pomegranate trees to surface and sub-surface drip irrigation and deficit irrigation. Irrigation Science, 35(5), pp.425-435.



## Comparison of the Effects of Subsurface Drip Irrigation and Bubbler Systems on Water Consumption Efficiency in Pistachio Trees (Case study: Irrigation of pistachio in Sirjan)

Seyed Hassan Mirhashemi<sup>1</sup>, Rahimeh Dehghani Dashtabi<sup>2</sup>, Parviz Haghghat jou<sup>3</sup>, Milad Jahani<sup>4</sup>

### Abstract

One of the important indicators in determining water use efficiency for agricultural productions is the index of water consumption efficiency. This study was conducted to determine the water use efficiency of pistachio in Sirjan city located in the southwest of Kerman province in 2015. To compare bubbler and subsurface drip irrigation methods, 27 pistachio orchards with an area of 1373 hectares were selected to determine water use efficiency, of which four orchards were equipped with the bubbler system and the rest were equipped with subsurface system. Bubbler discharge, irrigation time, area of each irrigation plot and crop yield were studied. By measuring the volume of irrigation water after irrigating the field and the amount of water wasted along the route, the average gross volume of applied irrigation water was calculated. After harvesting, the average yield of pistachio per hectare was calculated. The results of this study showed that the subsurface drip irrigation method compared to bubbler irrigation method, not only significantly increases water use efficiency but also increases crop yield by 34%. Therefore, according to the results and also the current water shortage conditions in Sirjan city, the use of subsurface drip irrigation method is more appropriate than bubbler irrigation to irrigate pistachio orchards.

**Key words:** Bubbler irrigation, subsurface drip irrigation, economic value, pistachio, water volume.

<sup>1</sup> Graduated Ph.D., Dept. of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>2</sup> Ph.D. candidate of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Dept. of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

Email: phjou40@gmail.com, parvizhjou@uoz.ac.ir \*Corresponding Author

<sup>4</sup> Graduated B.S. in irrigation and drainage, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.