Research Paper

Evaluation of the Performance of Drip Irrigation Systems in Pistachio Orchards (Study Area: Pistachio Orchards Covered by the SIMAB Project in Kerman Province)

Ehsan Mohammadi[1*], Mohammad Hosein Naghdi[2], Mohammad Kahnooji[3] Haniieh Atrchian[4]

[1] Ph.D. in irrigation and drainage, an expert in charge of Simab irrigation department, The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran. mohammadi0508@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-1702-7635
[2] Senior expert of water structures, technical expert of Simab irrigation department, The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran. mhoseinnaghdi@gmail.com
[3] Senior expert in irrigation and drainage, water and soil management, and technical and engineering affairs of Jihad Agriculture of Kerman province, Iran. m.kahnooji48@yahoo.com
[4] Ph.D. in entomoly, technical expert of Simab, The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran. haniieh_1368@yahoo.com, Orcid ID: 0000-0002-2452-8198

10.22125/IWE.2025.450605.1799

Received:
March 31, 2024
Accepted:
August 31, 2024
Available online:
April 25, 2025

Keywords:
Drip irrigation systems, efficiency, pistachio orchard, SIMAB project, water distribution uniformity

Abstract

In Kerman province, excessive extraction of underground water has led to a decrease in the quantity and quality of water, resulting in severe water shortages. As a response, farmers have adopted drip irrigation systems to mitigate the effects of insufficient irrigation. Consequently, evaluating and monitoring these drip irrigation systems is essential to enhance and modify their implementation. This research assessed 15 drip irrigation systems utilized in pistachio orchards as a part of the SIMAB project in Kerman. The assessment aimed to understand the management status of these systems by measuring various parameters including the pressure and flow rate of the drippers, the condition of the irrigation network and the central control station, and the amount of water consumed. A face-to-face interview was also conducted with farmers. According to the results, the average values for the drippers' flow rate (q_m), the emission uniformity coefficient (EU), the statistical uniformity coefficient (SU), the potential efficiency of the lower quartile ($PELQ_s$), the efficiency reduction factor (ERF), and the application efficiency of the low quarter (AELQ) in the evaluated systems were 3.9 liters per hour, 83.3%, 85.7%, 67.1%, 90%, and 74.3%, respectively. These results indicate that the irrigation systems in this region are in good condition. In general, the main reasons for the decrease in the optimal performance of drip irrigation systems in this area may include the lack of knowledge in using the system, clogging of drippers due to low-quality irrigation water, inadequate and untimely washing of sand and disc filters, and low pressure within the systems.

1. Introduction

In arid regions, such as Kerman province, the over-extraction of groundwater has led to a decline in both the quality and quantity of water, resulting in water scarcity issues for pistachio orchards. For this reason, the use of drip irrigation systems has been proposed as an effective solution for managing water resources and improving water efficiency in agriculture. Most researchers believe that periodic evaluation of drip irrigation systems is essential, as it can reveal their strengths and weaknesses, and provide opportunities for better utilization through the modification and implementation of new management practices. Various assessments have shown that the performance of drip irrigation systems in Iran is very poor due to various reasons, including inadequate management, clogged emitters, and others. The SIMAB project has been defined to

* **Corresponding Author: Ehsan Mohammadi**
Address: The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran.
Email: mohammadi0508@gmail.com
Tel: 09134480508

increase productivity in the orchards and farms covered by the rural production cooperative unions in Kerman province. By conducting periodic evaluations and monitoring of these systems, it can help identify their strengths and weaknesses and facilitate improved management and water efficiency.

2. Materials and Methods

This research was conducted on drip irrigation systems in pistachio orchards covered by the SIMAB project in Kerman during 2019-2020. In this study, 15 drip irrigation systems were selected and examined in Kerman, Rafsanjan, Sirjan, and Zarand, which have the largest areas under pistachio cultivation. To assess water quality and investigate the issues of the systems, including layout and equipment quality, water samples were first collected from the water sources of each system. Then, for technical evaluation, four points from the drip lines in each system were randomly selected, and the water flow rate at those points was measured. Various tools were used for data collection in this research, including pressure gauges, graduated cylinders, and stopwatches. To analyze the efficiency and distribution of water in the orchards and improve irrigation management in pistachio orchards some components were evaluated, including the Langelier Saturation Index (LSI), Sodium Absorption Ratio (SAR), water classification based on Wilcox standards, Minimum Lateral Inlet Pressure (MLIP), Distribution Correction Factor (DCF), Uniformity Coefficient of Water Distribution (EU), Statistical Uniformity Coefficient (SU), and various efficiencies including ERF, AELQ, and $PELQ_s$.

3. Results

The assessment of irrigation water quality in the orchards covered by the SIMAB project showed that over 87 percent of the water used had poor quality and a potential for sedimentation. Additionally, the use of the LSI index indicated that most systems were prone to calcium carbonate deposition, which could lead to reduced flow rates and inconsistency in the emitters. The results indicated that the Application Efficiency of the Lowest Quartile (AELQ) and the Potential Application Efficiency (PELQs) varied among the systems. The maximum AELQ reached 90.3 percent, while the minimum was 30.7 percent. Additionally, the Efficiency Reduction Factor (ERF) in most systems was close to one, reflecting good management performance. Moreover, improper cleaning of filters and poor design of the systems were identified as the main reasons for reduced efficiency in some systems.

4. Discussion and Conclusion

Based on uniformity criteria, the results revealed that three systems were in excellent condition, while eight systems were rated as good. It is recommended to mitigate sedimentation risk by adjusting the water pH and using appropriate acids. Inadequate cleaning of filters and blockages caused by algae were also identified as significant factors affecting the flow rates of the emitters. Moreover, the discharge correction factor in some systems was greater than one, indicating lower manifold pressure compared to the overall average of the system. In conclusion, the technical performance of 15 drip irrigation systems in the pistachio orchards of Kerman County was evaluated. The results indicated that more than 73% of these systems are in good condition regarding water distribution uniformity and application efficiency. However, 30% of the systems do not perform well due to issues such as low pressure and inadequate maintenance of filters. Weak management and insufficient knowledge among farmers are the main factors contributing to the existing problems. Therefore, it is suggested that the manager of the SIMAB project facilitate the improvement of the systems by training experts and organizing educational classes for farmers. Additionally, farmers should prioritize proper maintenance of the systems and seek to engage technical experts to enhance productivity.

5. Six important references

1) Akhtar, A., G. Daraz Khan and F. Akbar. 2014. Performance assessment of existing drips irrigation system's parameters Uniformity, efficiency and adequacy degree installed in selected sites of Peshawar valley. Innovative Systems Design and Engineering. 5(4): 66-72.

2)Acar, B., R. Topak and M. Direk. 2010. Impacts of pressurized irrigation technologies on efficient water resources uses in semi – arid climate of Konya basin of turkey. International Journal of Sustainable Water and Environmental Systems. 1(1): 1-4.

3) Manisha, J.S and M.P. Tripathi. 2015. Studies on hydraulic performance of drip irrigation system under different operating pressure. International Journal of Applied Engineering and Technology. 5(2): 58-63.

4) Zare Abyaneh, H., A. Danaii., S, Akhavan and M. Jovzi. 2020. Performance Evaluation of New Irrigation Systems in Hamedan. Journal of Water and Irrigation Management. 10(3):381-395

5) Parvizi, H., A. Parnian, H. Hatami and M. H. Rahimian. 2023. Effects of Pressure Changes and Type of Emitter on the Performance of Drip Irrigation Systems in Pistachio Orchards of Yazd Province. Journal of Water Research in Agriculture (Soil and Water Sci.). 37(1): 17-34.

6) Ortega, J.F., J.M. Tarjuelo and J.A. Dejuan. 2002. Evaluation of irrigation performance in localized irrigation system of semiarid regions (Castila-La Mancha, Spain). Agricultural Engineering International. 4(2): 1-17.

ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای باغ‌های پسته (منطقه مورد مطالعه: باغ‌های پسته تحت پوشش طرح سیماب استان کرمان)

احسان محمدی،[*1] محمد حسین نقدی،[2] محمد کهنوجی،[3] حانیه عطرچیان[4]

تاریخ ارسال:۱۴۰۳/۰۱/۱۲
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۰۶/۱۰

مقاله پژوهشی

چکیده

در استان کرمان به دلیل برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی، کمیت و کیفیت آب کاهش یافته است به‌طوریکه عمده باغ‌های استان دچار کم‌آبی شدید شده‌اند. به همین دلیل کشاورزان به منظور کاهش اثرات سو کم‌آبیاری از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای استفاده می‌نمایند. بنابراین ارزیابی و پایش سامانه‌های آبیاری قطره‌ای با هدف اصلاح و بهبود سامانه‌های اجرا شده ضروری است. در این تحقیق فشار و دبی قطره‌چکان‌ها، بررسی کیفیت آب آبیاری، وضعیت شبکه آبیاری و ایستگاه کنترل مرکزی در ۱۵ سامانه آبیاری قطره‌ای اجرا شده در باغ‌های پسته تحت پوشش طرح سیماب در شهرستان کرمان در سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین مصاحبه حضوری با کشاورزان برای آگاهی از وضعیت مدیریتی سامانه انجام شد. نتایج نشان داد کیفیت آب آبیاری بیش از ۸۷ درصد از این سامانه‌ها، پتانسیل رسوب‌گذاری دارند. همچنین مقادیر متوسط پارامترهای میانگین دبی قطره‌چکان‌ها (q_m) ضریب یکنواختی پخش آب (EU)، ضریب یکنواختی آماری (SU)، راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین ($PELQ_s$)، ضریب کاهش راندمان (ERF) و راندمان کاربرد کمترین چارک (AELQ) در سامانه‌های مورد ارزیابی به‌ترتیب برابر ۳/۹ لیتر بر ساعت، ۸۳/۳، ۸۵/۷، ۶۷/۱، ۹۰ و ۷۴/۳ درصد محاسبه شدند، که نشان از وضعیت خوب سامانه‌های آبیاری با توجه به شرایط موجود آن‌ها و همچنین نظارت و پایش کارشناسان طرح سیماب در خصوص عملکرد این سامانه‌ها دارد. به‌طورکلی دلایل اصلی کاهش عملکرد مطلوب در بعضی از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای ارزیابی شده را می‌توان عدم آشنایی و مهارت کافی کشاورز در بهره‌برداری از سیستم، گرفتگی قطره‌چکان‌ها به‌دلیل کیفیت پایین آب آبیاری، عدم شستشوی صحیح و به موقع فیلترهای شنی و دیسکی و پایین بودن فشار در سامانه‌ها دانست.

واژه‌های کلیدی: باغ پسته، راندمان، سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، طرح سیماب، یکنواختی پخش آب.

۱) دکتری تخصصی آبیاری و زهکشی، کارشناس مسئول گروه آبیاری طرح سیماب، اتحادیه شرکت‌های تعاونی تولید روستایی استان کرمان، ایران: mohammadi0508@gmail.com (نویسنده مسئول)،
۲) کارشناس ارشد سازه‌های آبی، کارشناس فنی گروه آبیاری طرح سیماب، اتحادیه شرکت‌های تعاونی تولید روستایی استان کرمان، ایران: mhoseinnaghdi@gmail.com
۳) کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، مدیریت آب و خاک و امور فنی و مهندسی جهادکشاورزی استان کرمان، ایران: m.kahnooji48@yahoo.com
۴) دکتری تخصصی حشره‌شناسی کشاورزی، کارشناس فنی طرح سیماب، اتحادیه شرکت‌های تعاونی تولید روستایی استان کرمان، ایران: haniieh_1368@yahoo.com

مقدمه

یکی از مهم‌ترین بحران‌هایی که زندگی بشر را تحت‌تأثیر قرار داده است، مسئله بحران آب است و یکی از چالش‌های این بحران سهم بالای مصرف آب در بخش کشاورزی است (سبزواری و همکاران، ۱۳۹۸). آمار ۳۰ سال گذشته کشور نشان می‌دهد که ناپایداری در بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی به شدت وجود داشته به‌طوری که میزان افت آب‌های زیرزمینی در اغلب مناطق پسته‌کاری (استان کرمان) به‌طور میانگین یک متر در سال است (اسلامی و فرزام‌نیا، ۱۳۸۸). یکی از راهکارهای بسیار مناسب برای مدیریت صحیح منابع آبی در کشور استفاده از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در باغ‌ها می‌باشد، به‌نحویکه این سامانه آبیاری قطره‌ای اغلب به‌منظور غلبه بر مشکلات کمبود آب در نواحی خشک پیشنهاد شده‌اند (Kandelous and imunek, 2010).

سامانه‌های پیشرفته آبیاری شامل آبیاری تحت فشار امروزه به‌عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های آبیاری شناخته می‌شود. با این روش می‌توان آب را به طور نسبتاً یکنواخت توزیع و در اختیار گیاه قرار داد. این سامانه‌ها عملکرد گیاه را افزایش، تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی را کاهش و در مواردی با عدم اعمال آبشویی مورد نیاز، می‌توانند خطرات شوری در سطح خاک را افزایش دهند (Batchelor et al, 1999; Ayars et al, 1999; Karlberg and deVries, 2004).

در طول سال‌های اخیر گسترش کمی این سامانه‌های آبیاری در ایران روند رو به رشدی داشته است. ارزیابی و بررسی مسائل و مشکلات سامانه آبیاری قطره‌ای در طی سال‌های اخیر توسط پژوهشگران بسیاری گزارش شده است (نوشادی و قائمی، ۱۳۹۱؛ زارع ابیانه و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاح مرسلی و همکاران، ۱۴۰۲). از روی نتایج ارزیابی این سامانه می‌توان به این نکته پی برد که چگونه می‌توان بازده آبیاری در مزرعه را افزایش داده و منشاء مشکلات موجود سامانه آبیاری را پیدا نمود. ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور مورد توجه قرار گرفته است که به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود.

نتایج ارزیابی تحقیقی در سامانه آبیاری قطره‌ای یک قطعه باغ پسته در منطقه زرند کرمان به مساحت ۹۲ هکتار نشان داد مقادیر یکنواختی پخش قطره‌چکان‌های مورد ارزیابی ۶۳/۹۹ درصد و بازده کاربرد سامانه آبیاری معادل ۷۳/۷۳ درصد است که بیانگر راندمان بالای سامانه و تغییرات قابل قبول یکنواختی پخش آب از قطره‌چکان‌ها می‌باشد (حسنی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶). زمانیان و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی عملکرد سامانه‌های خرد آبیاری را در ایران مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد این سامانه‌ها در ایران پایین و ضعیف است. متوسط مقادیر یکنواختی پخش آب، ضریب یکنواختی آماری و ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان‌ها در مناطق مختلف به ترتیب ۵۲/۸، ۶۳/۳ و ۳۸/۲ درصد بدست آمد. مهم‌ترین و عمده‌ترین مشکلات شناسایی شده در واحدهای آبیاری عبارت بود از: فشار کاری نامناسب، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و عدم آموزش‌های لازم به کشاورزان.

شاکر و همکاران (۱۳۹۳) سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در باغ‌های استان گلستان را مورد ارزیابی فنی قرار دادند. با توجه به نتایج به دست آمده، مقادیر متوسط پارامترهای ضریب یکنواختی پخش آب (EU)، ضریب یکنواختی آماری (SU)، ضریب کاهش راندمان (ERF)، راندمان پتانسیل کاربرد ($PELQ_s$) و راندمان واقعی کاربرد (AELQ) در چارک پایین درسامانه‌های مورد ارزیابی به ترتیب ۷۹، ۸۵، ۹۰،۶۵ و ۷۳ درصد محاسبه شدند که نشان از وضعیت متوسط سامانه‌های آبیاری در این استان دارد. آن‌ها به طورکلی مشکلات اصلی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای را طراحی و اجرای نادرست، عدم شستشوی فیلترها، گرفتگی و نامناسب بودن تعداد قطره‌چکان‌ها، تنظیم نکردن شیرفلکه ابتدای مانیفولدها، نامناسب بودن فشار و توزیع غیریکنواخت آن، کم بودن سطح خیس‌شدگی و در مجموع ضعف شدید در مدیریت بهره‌برداری از سوی کاربران این سامانه‌ها اعلام کرده‌اند.

ولی‌اهری و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی دیگر عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای شبکه آبیاری سد ستارخان شهرستان اهر را مورد ارزیابی فنی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که یکنواختی پخش آب (EU) در سامانه‌های مورد بررسی بین ۴۸/۱ تا ۸۲/۸ درصد متغیر بود و به عبارتی عملکرد واحدها بر مبنای این شاخص در محدوده ضعیف تا خوب قرار داشت. راندمان پتانسیل کاربرد چارک پایین ($PELQ_s$) در سامانه‌ها در محدوده ۴۳/۳ تا ۷۴/۵ درصد متغیر بود به طوری که فقط سامانه یکی از مزارع دارای عملکرد نسبتاً خوب و در بقیه مزارع عملکرد سامانه‌ها ضعیف بودند. راندمان کاربرد چارک پایین (AELQ) در سامانه‌ها در محدوده ۵۲/۷ تا ۸۰ درصد متغیر بود. آن‌ها دلایل پایین بودن عملکرد سامانه‌ها را توزیع نامناسب فشار در بین بلوک‌ها، اختلاف فشار زیاد بین مانیفولدها در داخل هر بلوک، کم بودن عمق آب‌آبیاری و پایین بودن دانش و مهارت و مدیریت نامناسب از سامانه‌ها عنوان نموده‌اند.

پرویزی و همکاران (۱۴۰۲) اثرات تغییر فشار و نوع قطرهچکان انتخابی بر عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در ۱۲ باغ پسته و در شرایط کاربرد آب شور بررسی کردند. بر اساس نتایج، میزان تغییرات یکنواختی پخش آب در نقاط مختلف مزرعه (EU) در باغ‌های متفاوت از ۷۱ ٪ تا ۹۵ ٪ و میزان آبدهی متوسط قطره‌چکان‌های مختلف از ۵/۵ تا ۲۸/۸ لیتر در ساعت متغییر بود. نتایج نشان داد که اغلب باغ‌ها نیاز به اصلاح برنامه آبیاری (دور و یا مدت) دارند.

Dalvi et al (1995) کاهش یکنواختی توزیع آب سامانه‌های آبیاری قطره‌ای ایستگاه مَهاراشترا در هند را ناشی از کم بودن شیرهای کنترل، طول زیاد لترال‌ها و غیر یکنواختی دبی قطره‌چکان‌ها دانستند. Yildirim and Orta (1995) با مطالعه ۹ سامانه آبیاری قطره‌ای از منطقه آنتالیای ترکیه، طراحی نامناسب برخی سامانه‌ها و عملکرد نامناسب فیلترها را در کارآیی آن‌ها مؤثر دانستند. Ortega et al (2002) طی پژوهشی تحت عنوان ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری در منطقه نیمه‌خشک اسپانیا ملاحظه نمودند فشار پایین سامانه‌ها به‌دلیل جانمایی نامناسب ایستگاه پمپاژ و شبکه توزیع، تمیز نکردن لوله‌ها و فیلترها علت عملکرد بد سامانه‌ها بوده است.

در تحقیق دیگری با مطالعه پارامترهای یکنواختی، کارآمدی و درجه کفایت آبیاری سه سامانه آبیاری قطره‌ای دره پیشاور نشان دادند بازه راندمان کاربردی از ۵۰ تا ۸۵ درصد، راندمان ذخیره ۱۹/۸ تا ۹۹/۲ درصد و درجه کفایت آبیاری هر سه سامانه، ۵۲/۵ درصد می‌باشد. Akhtar et al (2014) نتایج تحقیق آزمایشگاهی عملکرد هیدرولیکی سامانه قطره‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه گاندی هندوستان نشان داد میانگین یکنواختی دبی خروجی قطره‌چکان در فشارهای ۱/۵، ۱/۲، ۰/۹ و ۰/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به‌ترتیب ۹۵/۰۴، ۹۵/۹۵، ۹۴/۹۴ و ۸۷/۶۳ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده کاهش یکنواختی به‌ازای افزایش فشار است (Manisha and Tripathi, 2015).

صداقتی و همکاران (۱۳۸۰) سیستم‌های خرد آبیاری موجود (قطره‌ای و بابلر) در باغ‌های پسته منطقه رفسنجان را از نظر فنی و هیدرولیکی مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق پارامترهای ارزیابی بر اساس دستورالعمل اداره حفاظت آب و خاک آمریکا (SCS) محاسبه شد. بر اساس نتایج تحقیق، یکنواختی ریزش در ناحیه مانیفلد مورد آزمایش (EU_m) بین ۷۶/۳ درصد تا ۸۸/۳ درصد متغیر بود. یکنواختی ریزش در کل سیستم (EU) و راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین ($PELQ_s$) در سیستم‌های مورد ارزیابی بین ۴۶/۸ درصد تا ۵۹/۲ درصد متغیر بود. همچنین ضریب کاهش راندمان (ERF) بین ۰/۵۳ تا ۰/۷۸ و راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین (AELQ) بین ۲۳/۵ درصد تا ۳۸/۵ درصد متغیر بود. در مجموع عملکرد کلیه سیستم‌ها بسیار ضعیف بود. بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که به جز در چند مورد جزئی، عملکرد ضعیف سیستم‌ها مربوط به عدم تنظیم صحیح فشارها، دور و زمان آبیاری نامناسب و در یک کلام مدیریت ضعیف سیستم‌ها بود.

در تحقیقات و پژوهش‌های ذکر شده، اکثر محققین بر این باورند که ارزیابی عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای هر چند وقت یک بار و پایش وضعیت آن‌ها می‌تواند نقاط ضعف و قوت آن‌ها را نمایان کرده و زمینه

بهره‌برداری بهتر از آن‌ها را با اصلاح و بکارگیری شیوه‌های جدید مدیریتی فراهم نماید. بعضی از باغداران استان کرمان از عملکرد و کارآیی سامانه آبیاری قطره‌ای در باغ-های پسته خود ناراضی هستند. باتوجه به این توضیحات و براساس توصیه‌های حاصل از نتایج تحقیقات ذکر شده، ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در باغ‌های پسته منطقه مذکور ضرورت دارد. لذا تعیین نقاط ضعف این سامانه‌ها و تبدیل آن‌ها به نقاط قوت جهت رفع چالش-های مذکور (به منظور جلوگیری از جمع‌آوری این سامانه‌ها از سطح باغ‌های پسته توسط باغداران و افزایش بهره‌وری آب در منطقه) لازم و ضروری بود. این تحقیق صرفاً برای بررسی چگونگی عملکرد فنی سامانه آبیاری قطره‌ای در باغ‌های پسته تحت پوشش طرح سیماب انجام شده است. در صورتی که سامانه‌های ارزیابی شده مشکلی از نظر فنی نداشته باشند، بایستی در تحقیقات دیگر با توجه به روند شوری آب و خاک در باغ‌های استان، میزان افزایش شوری خاک و روند رشد درختان در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

لازم به ذکر است در سطح استان کرمان بالغ بر ۱۳۶ اتحادیه شرکت‌های تعاونی تولید روستایی وجود دارد که زیر مجموعه اتحادیه شرکت‌های تعاونی تولید روستایی استان مشغول به فعالیت در کل استان می‌باشند. بیش از ۶۰ درصد باغات و مزراع استان تحت پوشش این شرکت تعاونی تولید است که طرح سیماب[1] برای افزایش بهره‌وری در این باغات و مزارع تعریف شده است. و هدف از آن انتقال دانش فنی به بهره‌برداران عضو این اشرکت‌ها می‌باشد. در حال حاضر این طرح به‌عنوان یک طرح ملی مورد تایید سازمان تعاون روستایی کشور رسیده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در باغ‌های پسته تحت پوشش طرح سیماب در شهرستان کرمان طی سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ صورت گرفته است. کرمان یکی از شهرستان‌های استان کرمان در جنوب شرقی ایران است. اقلیم منطقه گرم و خشک و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۱۴۰ میلی‌متر می-باشد (محمدی و محمدی، ۱۳۹۴). بیشترین سطح باغ-های شهرستان کرمان را باغ‌های پسته بارور با سطحی معادل ۳۰ هزار هکتار اشغال کرده است (خضری و سرچشمه‌پور، ۱۴۰۱).

در این تحقیق ۱۵ سامانه آبیاری قطره‌ای در سطح شهرستان‌های کرمان، رفسنجان، سیرجان و زرند که عمده سطح زیر کشت پسته استان و همچنین باغ‌های تحت پوشش طرح سیماب را به خود اختصاص داده‌اند انتخاب شده است. مشخصات سامانه‌های آبیاری مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. لازم به ذکر است که تمامی سامانه‌های آبیاری انتخاب شده برای ارزیابی، آبیاری قطره‌ای سطحی هستند و برای هر ردیف درخت، دو خط لوله قطره‌چکان‌دار (لترال) در نظر گرفته شده است. دفاتر طراحی سامانه‌های مورد مطالعه برای بررسی-های تکمیلی و برداشت برخی اطلاعات در مورد طرح‌ها، از سازمان جهاد کشاورزی استان دریافت گردید و ارزیابی‌ها براساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا[2](Anonymous, 1984)، روش Merriam and Keller (1978)، اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای و اطلاعات دفترچه‌های طراحی انجام شد. وسایل مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌های این تحقیق عبارتند از: فشارسنج متصل به یک رابط که بتواند به راحتی به لوله‌های لترال متصل شود، فشارسنج معمولی برای اندازه‌گیری فشار بین تجهیزات سیستم کنترل مرکزی، ظرف مدرج با گنجایش حداقل چهار لیتر، استوانه مدرج برای قرائت حجم آب جمع‌آوری شده، کرنومتر و ظروف مناسب برای نمونه‌برداری آب.

برای اجرای این تحقیق ابتدا از منبع آبی هر سامانه نمونه‌برداری و کیفیت آب آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس مسائل و مشکلات هر سامانه نظیر جانمایی صحیح طرح، مناسب بودن کیفیت لوازم، نحوه برداشت و استفاده از حقابه‌ها بررسی شد. در مرحله بعد، مانیفولد یکی از قطعات (شیفت آبیاری) در حال آبیاری از هر سامانه بطور تصادفی انتخاب شد. در این قطعه، چهار لولهٔ قطره‌چکان-

[1] سیستم مرجع آموزش و بهره‌وری

[2] Soil Conservation Service (SCS)

دار (لترال) در طول مانیفولد به‌ترتیب در ابتدای مانیفولد، فاصله یک سوم از ابتدای مانیفولد، فاصله دو سوم ازابتدای مانیفولد و انتهای مانیفولد انتخاب گردید. بر روی هر یک از لترال‌های انتخاب شده دبی قطره‌چکان‌ها در چهار نقطه (ابتدا، یک سوم از ابتدا، دو سوم از ابتدا و انتهای لترال) به روش حجمی اندازه‌گیری شد (باقرخانی و زارع‌ابیانه، ۱۳۹۸، Merriam and Keller, 1978).

با استفاده از اندازه‌گیری‌های به‌عمل آمده از فشار در ابتدا و انتهای لوله‌های فرعی با استفاده از فشارسنج روغنی و همچنین دبی قطره‌چکان‌ها به روش حجمی، در قطعه مورد آزمایش و درحال آبیاری، شاخص‌های ارزیابی فنی سامانه‌ها که در ذیل به طور مختصر به آن‌ها اشاره شده، محاسبه گردید. این شاخص‌ها برای تعیین راندمان واقعی سامانه در زمان بهره‌برداری، پاسخ به این پرسش که سامانه با چه توان بالقوه‌ای می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد و چگونگی توزیع آب در سطح باغ توسط سامانه محاسبه می‌شوند. پارامترها و شاخص‌های مختلفی در دستورالعمل‌ها بیان شده که در اینجا از شاخص‌های زیر استفاده شد:

جدول (۱): مشخصات سامانه‌های مورد بررسی

شماره سامانه	مساحت (هکتار)	طول دوره بهره‌برداری (سال)	میانگین دور آبیاری (روز)	میانگین مدت آبیاری (ساعت)
۱	۵/۵	۵	۱۵	۲۸
۲	۱۱	۴	۱۸	۲۳
۳	۷	۳	۲۰	۲۶
۴	۶	۵	۲۲	۲۴
۵	۵	۸	۲۰	۲۵
۶	۴	۶	۲۱	۲۴
۷	۴	۵	۱۸	۲۲
۸	۸	۷	۱۷	۲۴
۹	۶	۶	۱۵	۲۴
۱۰	۹	۳	۱۲	۲۳
۱۱	۱۰	۱	۱۶	۲۲
۱۲	۸	۵	۱۴	۲۲
۱۳	۱۵	۷	۱۴	۲۴
۱۴	۸	۸	۱۳	۲۰
۱۵	۹	۵	۱۵	۲۴

شاخص لانژلیر (LSI[1]):

دبی قطره‌چکان‌ها متأثر از رسوب‌گذاری آب آبیاری در شبکه و لوازم آبیاری است. لذا تمایل به رسوب‌گذاری در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، از شاخص لانژلیر مطابق رابطه زیر بررسی شد:

$$LSI=pH-pH_c \quad (۱)$$

$$pH_c=P(Ca+Mg+Na+k)+Ca+Mg) +P(CO_3+HCO_3) \quad (۲)$$

که در آن pH اسیدیته اندازه‌گیری شده آب، pHc اسیدیته محاسباتی با فرض اشباع بودن از کلسیت یا کربنات کلسیم، p(Ca+Mg+Na+k) نمایه کاتیون‌های آب، p(Ca+Mg) نمایه کلسیم و منیزیم آب و p(CO3+HCO3) نمایه کربنات و بی‌کربنات است (زارع ابیانه و همکاران، ۱۳۸۹). بطور کلی می‌توان مقادیر LSI بصورت زیر دسته‌بندی کرد:

[1] Langelier Saturation Index

LSI<0: آب نسبت به کربنات کلسیم اشباع نشده است و آب اشباع نشده تمایل به حذف پوشش‌های محافظ کربنات کلسیم موجود در خطوط لوله و تجهیزات را دارد. بنابراین آب تمایل به رسوب‌گذاری ندارد.

LSI=0: آب خنثی در نظر گرفته می‌شود و رسوب‌گذاری ندارد.

LSI>0: آب نسبت به کربنات کلسیم فوق اشباع است و ممکن است رسوب تشکیل شود.

شاخص نسبت جذبی سدیم (SAR):

این شاخص معیاری برای سنجش سدیم (Na) است که با داشتن غلظت عناصر در آب، مقدارآن با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \qquad (۳)$$

کلیه مقادیر کاتیون‌های در رابطه فوق، بر حسب میلی‌اکی والانت در لیتر می‌باشد (حشمتی و بیگی هرچگانی، ۱۳۹۱، خان‌محمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

طبقه‌بندی بر اساس استاندارد ویلکاکس

مقادیر EC و SAR بر اساس استاندارد ویلکاکس در چهار کلاس طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۲). در این طبقه‌بندی آب کشاورزی بر اساس EC و SAR به چهار گروه با کیفیت خوب، قابل‌قبول، نامناسب و بد تقسیم می‌شوند که ترکیب این رده‌ها آب را از نظر کشاورزی در چهار نوع کیفیت و ۱۶ رده تقسیم می‌شود.

جدول(۲): طبقه‌بندی آب کشاورزی بر اساس استاندارد ویلکاکس (Wilcox, 1955)

کیفیت	EC (dS/m)	رده	SAR	رده
عالی	EC < ۰/۲۵۰	C1	SAR < ۱۰	S1
خوب	۰/۲۵۰< EC < ۰/۷۵۰	C2	۱۰< SAR < ۱۸	S2
متوسط	۰/۷۵۰< EC < ۲/۲۵	C3	۱۸< SAR < ۲۶	S3
نامناسب	EC > ۲/۲۵	C4	SAR > ۲۶	S4

حداقل فشار ورودی به لوله لترال (MLIP[1]):

از هر لوله مانیفولد تعدادی لوله لترال آبگیری می‌شود که یکی از آن‌ها دارای حداقل فشار ورودی می‌باشند. به این مقدار، حداقل فشار ورودی به لوله لترال بر روی مانیفولد در حال آبیاری می‌گویند.

ضریب تصحیح دبی(DCF[2]):

علت تعیین این ضریب این است که بتوان میانگین دبی نقاط خروجی مانیفولد مورد آزمایش را تنظیم نمود. چنانچه MLIP مانیفولد مورد آزمایش، بیشتر یا کمتر از MLIP میانگین سامانه در حال آبیاری باشد، انجام چنین تنظیمی ضروری است. بنابراین معادله ضریب تصحیح دبی عبارت است از (Merriam and Keller, 1978):

$$DCF = \frac{2.5(MLIP_{avg})}{MLIP_{avg}+1.5(MLIP_{eval})} \qquad (۴)$$

که در آن، $MLIP_{avg}$ متوسط حداقل فشارهای ورودی در لترال‌های سامانه (بار) و $MLIP_{eval}$ حداقل فشار ورودی در لترال‌های مانیفولد مورد آزمایش (بار).

ضریب یکنواختی پخش آب (EU[3]):

برای مشخص شدن نحوه کارکرد سامانه، یکنواختی پخش یا انتشار آب از رابطه زیر محاسبه شد:

$$EU = \frac{q_n}{q_m} \times 100 \qquad (۵)$$

که در آن، q_n میانگین دبی در چارک پایین قطره‌چکان‌ها در ناحیه مانیفولد مورد آزمایش (لیتر در ساعت) و q_m، میانگین دبی قطره‌چکان‌ها در ناحیه مانیفولد مورد آزمایش (لیتر در ساعت) می‌باشد. ضوابط عمومی مقادیر EU برای سامانه آبیاری قطره‌ای که کار کردی برابر یک سال یا بیشتر داشته باشد، به قرار جدول زیر است (Merriam and Keller, 1978).

جدول (۳): ضوابط عمومی مقادیر EU برای سامانه آبیاری قطره‌ای (Merriam and Keller , 1978)

یکنواختی پخش آب در سامانه	بازده سامانه
>۹۰٪	عالی
٪۸۰-٪۹۰	خوب
٪۷۰-٪۸۰	نسبتاً خوب
<٪۷۰	ضعیف

ضریب یکنواختی آماری (SU[4]):

[1]Minimum Lateral Inlet Pressure

[2]Discharge Correction Factor
[3]Emission Uniformity
[4]Statistical Uniformity

نحوه محاسبه ضریب یکنواختی آماری به‌صورت زیر است:

$$SU = 100 \times (1 - \frac{S_q}{q_m}) \quad (۶)$$

که در آن SU مقدار یکنواختی آماری دبی‌های اندازه‌گیری شده و Sq انحراف معیار آن‌هاست. لازم به ذکر است دو شاخص EU و SU دو معنی متفاوت دارند، که اولی انحراف از شرایط متوسط را نشان می‌دهد و اما دومی قسمتی از زمین که کمترین آب را دریافت کرده با جایی که متوسط آبدهی را دریافت کرده مقایسه می‌کند (علیزاده، ۱۳۸۸). طبقه‌بندی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بر اساس مقادیر یکنواختی آماری پخش آب (SU) با دو روش انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE standards, 2003) و Scicolone Capra And[1] (1998) در جدول ۴ آمده است.

جدول (۴): طبقه‌بندی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای براساس مقادیر یکنواختی آماری

SU (%)	ASAE (2003)	Capra and Scicolone (1998)
<۶۰	غیرقابل قبول	
۶۰-۷۰	ضعیف	کم
۷۰-۷۱	قابل قبول	
۸۰-۷۱	قابل قبول	متوسط
۸۹-۸۰	خوب	
۹۰-۸۹	خوب	زیاد
>۹۰	عالی	

راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین (PELQs[2]):

راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین اشاره به عملکرد یک سامانه دارد. چون در آبیاری قطره‌ای تنها بخشی از حجم خاک خیس می‌شود باید کمبود رطوبت خاک (SMD[3]) را دائماً جبران کرد. چون تخمین SMD توسط داده‌های هواشناسی و یا وسایل تبخیر سنجی به‌طور قطع دارای مقداری خطاست و از آن‌جا که اندازه‌گیری این مقدار عملی نیست بنابراین باید نوعی ضریب اطمینان تعریف شود. به‌عنوان یک قاعده کلی، نقاطی ازمساحت زمین که کمترین آب را دریافت می‌کنند باید در حدود ۱۰ درصد آب بیشتری از تبخیر و تعرق و یا SMD تخمینی آبیاری شود. در نتیجه برای سامانه آبیاری قطره‌ای، PELQs برابر است با (شاکر و همکاران، ۱۳۹۳):

$$PELQ_m = 0.9 \times EU \quad (۷)$$

$$PELQ_s = ERF \times PELQ_m \quad (۸)$$

که در آن، $PELQ_m$ و $PELQ_s$ به‌ترتیب راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین مانیفولد مورد آزمایش و سامانه (درصد) می‌باشند و ERF ضریب کاهش راندمان است.

ضریب کاهش راندمان (ERF[4]):

در سامانه‌های موجود در ایران غالباً فشار توسط شیر رایزر (ابتدای مانیفولد) قابل تنظیم می‌باشد، حال اگر فشار ورودی مانیفولد به درستی تنظیم نشده باشد، راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین کل سیستم کمتر از PELQs مانیفولد مورد آزمایش می‌گردد. برای برآورد کاهش راندمان، از حداقل فشار ورودی لوله فرعی در طول هر مانیفولد و در سرتاسر سیستم استفاده شد (باقرخانی و زارع‌ابیانه، ۱۳۹۸؛ شاکر و همکاران، ۱۳۹۳):

$$ERF = \frac{MLIP_{avg} + 1.5MLIP_{low}}{2.5MLIP_{avg}} \quad (۹)$$

که در آن، $MLIP_{low}$ کمترین فشار ورودی لوله لترال‌های سامانه در حال کار (بار) بود.

۱۰- راندمان کاربرد کمترین چارک (AELQ[5]):

راندمان کاربرد کمترین چارک نشان‌دهنده این است که یک سامانه آبیاری در مزرعه تا چه اندازه خوب کارمی‌کند. در واقع مؤثر بودن یک سامانه آبیاری قطره‌ای از طریق مشخص کردن مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه که برای مصرف گیاه قابل استفاده است امکان‌پذیر می‌گردد، در نتیجه، AELQ از رابطه زیر به‌دست می‌آید (باقرخانی و زارع‌ابیانه، ۱۳۹۸؛ شاکر و همکاران، ۱۳۹۳):

$$AELQ = ERF \times EU \quad (۱۰)$$

[1] Capra and Scicolone
[2] Potential Application Efficiency of Low Quarter
[3] Soil Moisture Deficit
[4] Efficiency Reduction Factor
[5] Application Efficiency of Low Quarter

نتایج و بحث

بررسی وضعیت کیفیت آب آبیاری و رسوب‌گـذاری آن در شبکه آبیاری

در این تحقیق قبل از بررسی سامانه‌های آبیاری باغات تحت پوشش طرح سیماب به کیفیت آب آبیاری منبع تأمین آب آن‌ها پرداخته شد. ابتدا مقدار EC و SAR آب آبیاری اندازه‌گیری و با توجه به این پارامترها کیفیت آب آبیاری مطابق استاندارد ویلکاکس کلاس‌بندی شد. نتایج نشان داد بیش از ۸۷ درصد آب مورد استفاده در سامانه-های آبیاری مورد بررسی از کیفیت نامطلوبی برخوردار هستند و پتانسیل رسوب‌گذاری دارند و باید تمهیدات لازم در این خصوص اندیشیده شود (جدول ۵). همچنین از شاخص LSI برای بررسی قابلیت رسوب‌گذاری آب در لوله‌ها و قطره‌چکان‌ها استفاده شد.

همانطور که نتایج حاصله از بررسی شاخص LSI در سامانه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد (جدول۵)، در تمامی سامانه‌ها به جز سامانه‌های شماره ۱ و ۱۲ مقدار این شاخص مثبت می‌باشد که نشان از تمایل به رسوب کربنات کلسیم در آب آبیاری مورد استفاده توسط این سامانه‌ها دارد. به‌عبارت دیگرمثبت بودن شاخص LSI نشان داد پتانسیل رسوب‌گذاری در سامانه‌های مورد بررسی وجود دارد. بنابراین رسوبگذاری کربنات کلسیم ($CaCO_3$) نیز می‌تواند دلیلی بر کاهش دبی و یکنواختی قطره‌چکان‌ها باشد و باید باغداران و کارشناسان فنی به این موضوع توجه داشته باشند. با تثبیت pH آب در حد ۷ و یا کمی پایین‌تر از طریق اضافه نمودن مقداری اسید سولفوریک و یا اسید فسفریک به آب بدون تغییر سایر پارامترهای شیمیایی می‌توان خطر رسوب کربنات کلسیم را کاهـش داد (Aali et al, 2009).

جدول(۵): نتایج کیفیت آب آبیاری اندازه‌گیری شده در سامانه‌های مورد ارزیابی

شماره سامانه	EC (dS/m)	SAR	کلاس آب	LSI
۱	۱/۶	۲/۶	C3S1	-۰/۱
۲	۳/۸	۷/۸	C4S1	۰/۶
۳	۳/۴	۱۱/۲	C4S2	۰/۷
۴	۴/۶	۷/۹	C4S1	۰/۳
۵	۵/۲	۸/۹	C4S1	۰/۳
۶	۸/۴	/۱۱	C4S1	۱
۷	۴/۶	۷	C4S1	۰/۲۸
۸	۴/۵	۵/۸	C4S1	۰/۶
۹	۸/۷	۱۱/۵	C4S2	۱
۱۰	۳/۸	۷/۸	C4S1	۰/۶
۱۱	۴/۶	۵/۸	C4S1	۰/۲۱
۱۲	۱/۶	۸	C3S1	-۰/۱۲
۱۳	۸	۱۵	C4S2	۰/۴۵
۱۴	۷/۸	۱۴/۵	C4S2	۰/۷
۱۵	۶/۵	۱۶/۶	C4S2	۰/۷۱

بررسی وضعیت دبی قطره‌چکان‌ها

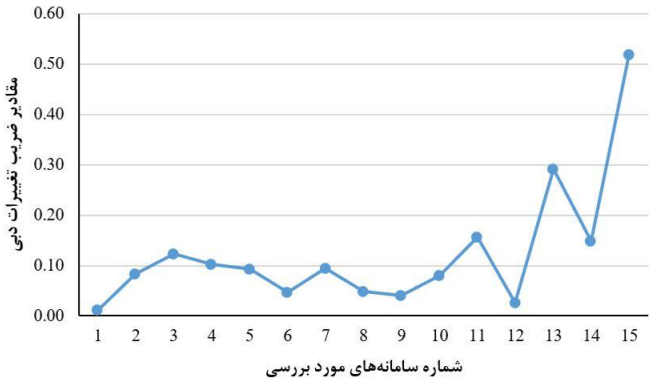
به‌منظور بررسی دبی قطره‌چکان‌ها پارامترهایی از جمله میانگین کل و میانگین چارک پایین دبی قطره-چکان‌ها و ضریب تصحیح دبی محاسبه شد و مقادیر آن‌ها در جدول ۶ ارائه شده است. بررسی نتایج نشان داد میانگین دبی‌ها در سامانه‌های ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ پایین می‌باشد، که از عوامل اصلی آن پایین بودن فشار شبکه و

کیفیت نامناسب آب آبیاری می‌باشد. این امر باعث کاهش بسیار زیاد میانگین دبی در چارک پایین سامانه‌های اشاره شده گردیده است. از جمله موارد دیگری که در سامانه-های آبیاری شماره ۱۱ و ۱۵ باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها و در نتیجه کاهش دبی آن‌ها شده است، عدم بهره‌برداری صحیح و شستشوی مناسب فیلترهای شنی و دیسکی بود. Acar et al (2010) یکی از دلایل اصلی در کاهش میزان یکنواختی دبی قطره‌چکان‌ها را گرفتگی ناشی از جلبک بیان نمودند.

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۶ مقدار ضریب تصحیح دبی در سامانه‌های شماره ۲، ۴، ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۱۵ بیشتر از یک بدست آمد. در سامانه-هایی که این مقدار بیشتر از یک است، نشان دهنده کمتر بودن فشار مانیفولد تحت آزمایش از فشار متوسط کل سامانه است (شاکر و همکاران، ۱۳۹۳ و کریمی و باغانی، ۱۳۹۷)، اما به طور متوسط مقدار DCF به یک نزدیک بودکه نشان از بالا بودن یکنواختی پخش آب در سامانه-های ارزیابی شده در طرح سیماب دارد.

جدول (۶): نتایج دبی قطره‌چکان‌های اندازه‌گیری شده در سامانه‌های مورد ارزیابی

شماره سامانه	q_n (l/hr)	q_m (l/hr)	DCF
۱	۳/۸	۴	۱
۲	۴/۳	۴/۸	۱/۱۴
۳	۳/۸	۴/۵	۰/۹۴
۴	۳/۶	۴	۱/۰۶
۵	۳/۸	۴/۳	۱/۱۴
۶	۴/۱	۴/۳	۱/۱۸
۷	۴/۴	۴/۹	۱/۰۵
۸	۴/۷	۵	۰/۹۵
۹	۴/۴	۴/۵	۱/۱۶
۱۰	۴	۴/۵	۱/۰۲
۱۱	۱/۹	۲/۲	۱/۰۶
۱۲	۳/۵	۳/۸	۱/۰۶
۱۳	۱/۸	۲/۳	۰/۹۶
۱۴	۲/۲	۲/۷	۱/۰۷
۱۵	۰/۸	۲/۲	۱/۵۱
میانگین	۳/۶	۴/۱	۱/۱



شکل (۱): مقادیر ضریب تغییرات دبی بدست آمده از سامانه‌های مورد ارزیابی

بررسی وضعیت یکنواختی قطره‌چکان‌ها

براساس مطالعات Merriam and Keller در سال 1978 (جدول ۳) سامانه‌های آبیاری که دارای EU، بیشتر از ۹۰ درصد باشند در وضعیت عالی، بین ۹۰-۸۰ درصد خوب، بین ۸۰-۷۰ درصد متوسط و کمتر از ۷۰ درصد دارای وضعیت ضعیف می‌باشند. بنابراین بر اساس مقادیر یکنواختی پخش (EU) و همچنین یکنواختی آماری (SU) ارائه شده در جدول ۷، نتایج نشان می‌دهد که از ۱۵ سامانه مورد ارزیابی سه سامانه در وضعیت عالی، هشت سامانه در وضعیت خوب، سه سامانه در وضعیت متوسط، یک سامانه در وضعیت ضعیف قرار دارند. همچنین بر اساس جدول ۴ و نتایج ضریب یکنواختی آماری محاسبه شده در جدول ۷ می‌توان نتیجه گرفت که از ۱۵ سامانه آبیاری قطره‌ای ارزیابی شده، هفت سامانه در وضعیت عالی، شش سامانه در وضعیت خوب، یک سامانه در وضعیت قابل قبول و یک سامانه در وضعیت غیرقابل قبول قراردارند.

جدول (۷): نتایج یکنواختی پخش و راندمان‌ها در سامانه‌های مورد ارزیابی

شماره سامانه	ضریب یکنواختی پخش آب (EU)	ضریب یکنواختی آماری (SU)	راندمان کاربرد کمترین چارک (AELQ)	راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین (PELQs)	ضریب کاهش راندمان (ERF)
۱	۷۹/۴	۸۴/۴	۷۴/۶	۶۷/۱	۰/۹۴
۲	۸۹/۶	۹۱/۷	۷۵/۳	۶۷/۸	۰/۸۴
۳	۸۴/۶	۸۷/۸	۹۰/۳	۸۱/۲	۰/۹۴
۴	۸۹/۳	۸۹/۸	۸۴	۷۵/۶	۰/۹۴
۵	۸۸/۵	۹۰/۶	۷۷/۹	۷۰/۱	۰/۸۸
۶	۹۴/۹	۹۵/۳	۸۱/۷	۷۳/۶	۰/۸۶
۷	۸۹/۸	۹۰/۶	۸۰/۸	۷۲/۷	۰/۹۰
۸	۹۳/۸	۹۵/۲	۸۸/۶	۷۹/۸	۰/۹۵
۹	۹۸/۷	۹۶	۸۵	۷۶/۵	۰/۸۶
۱۰	۸۸/۸	۹۱/۹	۷۱	۶۳/۹	۰/۸۰
۱۱	۸۵	۸۴/۳	۶۲/۳	۵۶/۱	۰/۷۳
۱۲	۷۳/۱	۸۳/۱	۶۴/۳	۵۷/۹	۰/۸۸
۱۳	۷۸/۳	۷۰/۹	۷۲	۶۴/۸	۰/۹۲
۱۴	۸۱/۵	۸۵/۲	۷۶/۶	۶۸/۹	۰/۹۴
۱۵	۳۴/۱	۴۸/۲	۳۰/۷	۲۷/۶	۰/۹۰
میانگین	۸۳/۲	۴۸/۶	۷۴/۳	۶۷	۰/۸۸

همانطورکه در نتایج به‌دست آمده از ضریب تغییرات نیز به آن اشاره شد یکی از دلایل اصلی پایین بودن میزان یکنواختی در سامانه‌های آبیاری پراکندگی دبی قطره-چکان‌ها می‌باشد. Acar et al (2010) معتقدند یکی ازدلایل اصلی در کاهش میزان یکنواختی را می‌توان گرفتگی ناشی از وجود جلبک دانست، این مسأله نیز در برخی سامانه‌ها به وضوح مشاهده گردید، زیرا در بیشتر سامانه‌ها آب از چاه ابتدا به درون حوضچه ریخته (ایجاد جلبک) و سپس وارد سیستم می‌شد که این امر در سامانه‌های آبیاری ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۵ مشاهده شد. در این خصوص Ghamarnia (2006) برای مدیریت سامانه‌های آبیاری بر افزایش سطح مهارت آبیاران، حسن‌لی و سپاسخواه (۱۳۷۹) ولی اهری و همکاران (۱۳۹۴) علاوه بر مهارت باغداران، بر نقش طراحان و مجریان در کارکرد خوب سامانه‌های آبیاری قطره‌ای تاکید دارند. به عبارت دیگر ارتقاء توزیع یکنواختی قطره‌چکان‌ها با اعمال مدیریت مناسب از طریق استفاده از لوازم با کیفیت مناسب، ضریب، رعایت تنظیمات فشار در ابتدای

مانیفلدها و ارتقاء سطح آگاهی بهره‌برداران امکان‌پذیر است (شاکر و همکاران، ۱۳۹۳).

بررسی راندمان سامانه‌های آبیاری

برای بررسی راندمان و بازده سامانه‌های مورد ارزیابی در این تحقیق از راندمان کاربرد کمترین چارک (AELQ)، ضریب کاهش راندمان(ERF) و راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین ($PELQ_s$) استفاده شد. راندمان کاربرد کمترین چارک نشان دهنده این است که یک سامانه آبیاری در مزرعه تا چه اندازه خوب کار می‌کند (کریمی و باغانی، ۱۳۹۷). حداکثر مقدار راندمان AELQ از سامانه شماره سه و به مقدار ۹۰/۳ درصد و کمترین مقدار متعلق به سامانه شماره ۱۵ و برابر ۳۰/۷ درصد بدست آمد. میانگین مقدار AELQ در سامانه‌های ارزیابی شده، ۷۴/۳ درصدحاصل شد. راندمان پتانسیل کاربرد کمترین چارک اشاره به عملکرد یک سامانه دارد که مدیریت آن نسبتاً خوب بوده و آبیاری نیز مناسب انجام شود. حداکثر مقدار راندمان $PELQ_s$ از سامانه شماره سه و به مقدار ۸۱/۲ درصد و کمترین مقدار متعلق به سامانه شماره ۱۵ و برابر ۲۷/۶ درصد بدست آمد. میانگین مقدار $PELQ_s$ در سامانه‌های ارزیابی شده، ۶۶/۹ درصد حاصل شد.

بنابراین به طورکلی وضعیت راندمان پتانسیل کاربرد کمترین چارک در کل سامانه‌های ارزیابی شده مناسب بوده است. نتایج این تحقیق نشان داد که راندمان آبیاری در طرح‌های ارزیابی شده خوب و مطلوب بود. یکنواختی پخش بالا در سیستم‌های مورد ارزیابی می‌تواند به چند عامل بستگی داشته باشد، که عبارتند از: کم بودن مساحت طرح‌ها و متناسب با آن خطای کم در برداشت داده‌ها، طراحی صحیح و اجرای مناسب این طرح‌ها و کم بودن مدت زمان بهره‌برداری از طرح‌ها. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج پژوهش‌های نوشادی و قائمی (۱۳۹۱)، شاکر و همکاران (۱۳۹۳)، باقرخانی و زارع‌ابیانه (۱۳۹۸) و Acar et al (2010) مطابقت دارد.

مقادیر به‌دست آمده از $PELQ_s$ و AELQ که بیان‌کننده میانگین عملکرد کلی سیستم می‌باشند، در سامانه شماره ۱۵ کمتر از ۵۰ درصد محاسبه گردید که بر اساس طبقه‌بندی ASAE عملکرد این سامانه در حد بسیار ضعیف می‌باشد. از دلایل اصلی آن می‌توان به گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اثر املاح و مواد معلق، عدم شستشوی صحیح و به موقع ایستگاه فیلتراسیون، باز نبودن یکسان شیر فلکه‌های مانیفولدهایی که همزمان در حال کار بودند و تأمین نبودن فشار مناسب ناشی از طراحی نادرست سامانه‌ها، اشاره کرد. نوشادی و قائمی (۱۳۹۱) نیز در ارزیابی فنی و هیدرولیکی ۱۲۴ سامانه آبیاری قطره‌ای در استان فارس به این نتایج دست یافتند.

همچنین مقدارضریب کاهش راندمان (ERF) نقش مدیریت سامانه در تنظیم فشار ابتدای لوله‌های مانیفولد را نشان می‌دهد و نزدیک بودن آن به یک حاکی از کمتر بودن مشکلات مدیریتی است. بررسی نتایج ERF نشان می‌دهند، در همه سامانه‌ها بجز سامانه سه، مقدار ضریب کاهش راندمان کمتر از یک است که باعث کاهش یکنواختی آب سامانه‌ها نسبت به مقادیر یکنواختی مانیفولدها شده است. اما خوشبختانه این مقادیر به یک خیلی نزدیک هستند و نشان دهنده عملکرد خوب سامانه‌هاست. تنها سامانه شماره ۱۱ اختلاف زیادی از عدد یک دارد که دلیل اصلی آن را می‌توان تغییرات زیاد فشار در مانیفولدهای در حال کاردانست. این تغییرات فشار ناشی از تنظیم نادرست شیرفلکه ابتدای مانیفولدها و باز نبودن یکسان آن‌ها توسط بهره‌بردار و همچنین خرابی برخی از آن‌ها می‌باشد که عامل اصلی تمامی موارد فوق معمولاً آگاهی نداشتن از نحوه صحیح بهره‌برداری از سیستم توسط کشاورز می‌باشد (شاکر و همکاران، ۱۳۹۳؛ باقرخانی و زارع‌ابیانه، ۱۳۹۸). نتایج به‌دست آمده ازاین قسمت با نتایج Ortega et al (2002) که بیان نمودند نشت آب از شیرهای رایزر ابتدای مانیفولد باعث کاهش مقدار ERF می‌گردد، همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در تحقیق حاضر چگونگی عملکرد فنی ۱۵ سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی از باغ‌های پسته تحت پوشش طرح سیماب شهرستان کرمان مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع نتایج به‌دست آمده نشان داد بیش از ۷۳ درصد سامانه‌های آبیاری مورد بررسی از نظر یکنواختی پخش آب، راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین و راندمان کاربرد کمترین چارک در وضعیت خوبی قرار دارند. پس

از بررسی نتایج و گفتگو با بهره‌برداران، ملاحظه گردید که ۳۰ درصد از سامانه‌های مورد ارزیابی به دلیل پایین بودن فشار در مانیفولدها و ابتدا و انتهای لوله‌های فرعی و همچنین عدم شستشو و نگهداری مناسب فیلترهای شنی و دیسکی از عملکرد مطلوبی (با توجه به پارامترهای محاسبه شده) برخوردار نبودند. ضعف در مدیریت، بهره-برداری و نگهداری به عنوان عوامل اصلی بروز بیشتر مسائل و مشکلات موجود در این سامانه‌ها، به‌دلیل دانش و مهارت ناکافی و عدم آشنایی مناسب کشاورزان با این سامانه‌ها می‌باشد. مدیران طرح سیماب با جذب و آموزش کارشناسان متخصص و فنی می‌توانند تمامی سامانه‌های آبیاری باغ‌های تحت پوشش خود را ارزیابی کرده و آموزش‌های لازم را در اختیار کشاورزان قرار دهند. بنابراین باغداران بایستی ضمن شرکت در کلاس‌ها و کارگاه‌های آموزشی، در نگهداری صحیح سامانه‌ها از جمله شستشوی فیلترها، لوله‌های قطره‌چکان‌دار و جایگزینی قطعات آسیب دیده و کم کیفیت با قطعات نو، دقت بیشتری داشته باشند. همچنین پیشنهاد می‌گردد کشاورزان تا حد امکان نسبت به جذب کارشناس فنی تحت عنوان مدیر مزرعه اقدام کنند تا مدیریت باغ‌ها از شیوه سنتی خارج شود تا بتوان بهره‌وری از سامانه‌ها را افزایش داد.

منابع

اسلامی، ا.، و م. فرزام‌نیا. ۱۳۸۸. اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته. مجله آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۲ جلد ۳. ص ۸۷-۷۹.

باقرخانی، ع.، و ح. زارع‌ابیانه. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد برخی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان سنقر). نشریه: دانش آب و خاک (دانش کشاورزی). دوره ۲۹ شماره۲. ص ۱۵۴-۱۴۱.

پرویزی، ح.، ا. پرنیان، ح. حاتمی و م.ح. رحیمیان. ۱۴۰۲. اثر تغییرات فشار و نوع قطره‌چکان بر عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای باغ‌های پسته استان یزد. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۷، شماره ۱. ص ۳۴ - ۱۷.

حسن‌لی، م.، و ع. سپاسخواه. ۱۳۷۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مطالعه موردی باغ‌های مرکبات داراب. مجله علوم آب و خاک. شماره ۴ جلد ۲. ص ۲۸ - ۱۳.

حسنی‌زاده، ا.، ع. رضائی و س. اصطهباناتی. ۱۳۸۶. ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای (مطالعه موردی باغ پسته در زرند). نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.

حشمتی، س.، و ح. بیگی‌هرچگانی. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی شهرکرد به منظور استفاده در طراحی سامانه‌های آبیاری. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۶ شماره ۱. ص ۵۹ - ۴۳.

خان‌محمدی، ن.، ر. حمزه‌نژاد، و ح. رضایی. ۱۴۰۰. ارزیابی شاخص‌های کیفی آب آبیاری (مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی). مجله آبخوان و قنات. جلد ۳ شماره ۱. ص ۳۷ - ۲۶.

خضری، م.، و م. سرچشمه‌پور. ۱۴۰۱. پسته ایران (فیزیولوژی، اصلاح نژاد و مدیریت)، انتشارات دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ۴۴۷ صفحه.

زارع ابیانه، ح.، ا. دانایی، س. اخوان و م. جوزی. ۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد سامانه های آبیاری نوین در شهرستان همدان. نشریه مدیریت آب و آبیاری. جلد ۱۰ شمار۰ ۳. ص ۳۹۵-۳۸۱.

. زارع ابیانه، ح.، س. عبدالصالحی و ع. کاظمی. ۱۳۸۹. مطالعه خوردگی و رسوب‌گذاری آب‌های زیرزمینی دشت بهار همدان. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. جلد۳. شماره ۱۲. ص ۱۰۲ - ۸۹.

زمانیان، م.، ف. حسین‌پور، م.ج. میرزایی و م. پور واعظی. ۱۳۹۰. بررسی خطر گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای تغذیه شونده از منابع آب زیرزمینی دشت کنگاور. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کشور. کرمان.

سبزواری، ی.، ع.ح. عنصرالهی و ف. علیزاده. ۱۳۹۸. ارزیابی مناسبت کیفی آب رودخانه کشکان جهت مصارف کشاورزی و اجراسازی سامانه‌های قطره‌ای (مطالعه موردی: ایستگاه پل دختر). فصلنامه علمی رویکردهای پژوهشی کارآفرینانه در کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، شماره ۵.

شاکر، م.، م. حسام، ع.ر. کیانی و م. ذاکری‌نیا. ۱۳۹۳. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در باغات استان گلستان. مجله حفاظت از آب و خاک. شماره ۲۱، جلد ۴. ص ۲۷۴ - ۲۶۱.

صداقتی، ن.، ح. فرداد و ع. لیاقت. ۱۳۸۰. ارزیابی عملکرد سیستم‌های خرد آبیاری موجود (قطره‌ای و بابلر) در باغ‌های پسته رفسنجان. دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.

علیزاده، ا. ۱۳۸۸. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. مشهد، دانشگاه امام رضا (ع).

فلاح مرسلی، م.، ه. رمضانی اعتدالی، م. بی‌جن خان و ع. مهدوی‌مزده. ۱۴۰۲. ارزیابی کاربرد شیرهای خودکار تنظیم دبی برای افزایش یکنواختی توزیع آب در سامانه آبیاری قطره‌ای در اراضی شیبدار و مدل‌سازی به وسیله نرمافزار EPANET (مطالعه موردی: بوستان باراجین قزوین). علوم و مهندسی آبیاری. جلد ۴۶، شماره ۲. ص ۷۶ - ۵۹.

کریمی، م. و ج. باغانی. ۱۳۹۷. بررسی عملکرد فنی سامانه آبیاری قطره‌ای در باغات پسته منطقه مه ولات. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۳۲ شماره ۳. ص ۴۲۸-۴۱۷.

محمدی، م.، و ا. محمدی. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشد ذرت دانه‌ای (مطالعه موردی شهر کرمان). سیزدهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر، ۳ الی ۵ شهریور ۱۳۹۴.

نوشادی، م.، و ع. قائمی. ۱۳۹۱. بررسی فنی و هیدرولیکی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در استان فارس، مجله آبیاری و زهکشی ایران. جلد ۶ شماره ۴. ص ۲۶۴ - ۲۵۴.

ولی‌اهری، س.، ا.ح. ناظمی، ع. اشرف‌صدرالدینی و ا. مجنونی‌هریس. ۱۳۹۴. ارزیابی فنی عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای شبکه آبیاری سد ستارخان شهرستان اهر. مجله آبیاری و زهکشی ایران. جلد ۹ شماره ۲. ص ۲۷۶ - ۲۶۲.

Aali, K., A.M. Liaghat and H. Dehghanisani. 2009. The effect of acidification and magnetic field on emitter clogging under saline water application. Journal of Agricultural Science. 1(1): 70-80.

Acar, B., R. Topak and M. Direk. 2010. Impacts of pressurized irrigation technologies on efficient water resources uses in semi – arid climate of Konya basin of turkey. International Journal of Sustainable Water and Environmental Systems. 1(1): 1-4.

Akhtar, A., G. Daraz Khan and F. Akbar. 2014. Performance assessment of existing drips irrigation system's parameters Uniformity, efficiency and adequacy degree installed in selected sites of Peshawar valley. Innovative Systems Design and Engineering. 5(4): 66-72.

Anonymous. 1984. Trickle Irrigation. National engineering handbook. section 15 and 7. Soil Conservation Service (SCS), Water Resources Publication. Colorado. USA. 129 p.

ASAE standards. 2003. Design and installation of micro-irrigation systems (EP405.1). St. Joseph, Mich. ASAE. 28(2).

Ayars, J.E., C.J. Pheneb, R.B. Hutmacherc, K.R Davisa, R. Schoneman and M. Meadd. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. Agricultural Water Management. 42(1), 1-27.

Batchelor, C.H., C.J. Lovell and M. Murata. 1996. Simple micro irrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens. Agricultural Water Management. 32: 37–48.

Capra, A., and B. Scicolone.1998. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. Journal of Agricultural Engineering Research. 70: 355 -365.

Dalvi, V.B., G.U. Satpute, M.N. Pawade and K.N. Tiwari. 1995. Grower's experiences and on−farm micro irrigation efficiencies. Proceedings of 5th International Micro Irrigation Congress. April 2–6, Florida. ASAE. pp. 775–780.

Ghamarnia, H. 2006. Evaluation of pressurized irrigation systems performance in Kermanshah province in the west of Iran. 7th International Micro Irrigation Congress, Malaysia.

Kandelous, M and J. Simunek. 2010. Comparison of numerical, analytical, and empiricalmodels to estimate wetting patterns for surface and subsurface drip irrigation. Irrigation Science. 28: 435-444.

Karlberg, L and F.W.P. deVries. 2004. Exploring potentials and constraints of low-costdrip irrigation with saline water in sub-Saharan Africa. Physics and Chemistry of the Earth. 29: 1035-1042.

Manisha, J.S and M.P. Tripathi. 2015. Studies on hydraulic performance of drip irrigation system under different operating pressure. International Journal of Applied Engineering and Technology. 5(2): 58-63.

Merriam, J.L and J. Keller. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management, Utah State University Press, 271 p.

Ortega, J.F., J.M. Tarjuelo and J.A. Dejuan. 2002. Evaluation of irrigation performance in localized irrigation system of semiarid regions (Castila-La Mancha, Spain). Agricultural Engineering International. 4(2): 1-17.

36. Wilcox, L.V. 1955. Classification and Use of Irrigation Water. USDA, Circular 969.Washington, DC. USA.

Yildirim, O and A.M. Orta. 1995. Evaluation of some drip irrigation system in Antalya region. Doga-Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 17(2):499-509.

Evaluation of the Performance of Drip Irrigation Systems in Pistachio Orchards (Study Area: Pistachio Orchards Covered by the SIMAB Project in Kerman Province)

Ehsan Mohammadi,[1]✉ Mohammad Hosein Naghdi[2] , Mohammad Kahnooji[3],Haniieh Atrchian[4]

[1] Ph.D. in irrigation and drainage, an expert in charge of Simab irrigation department, The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran. mohammadi0508@gmail.com
[2] Senior expert of water structures, technical expert of Simab irrigation department, The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran. mhoseinnaghdi@gmail.com
[3] Senior expert in irrigation and drainage, water and soil management, and technical and engineering affairs of Jihad Agriculture of Kerman province, Iran. m.kahnooji48@yahoo.com
[4] Ph.D. in entomoly, technical expert of Simab, The Union of Rural Production Cooperative Companies of Kerman Province, Iran. haniieh_1368@yahoo.com

Abstract

In Kerman province, excessive extraction of underground water has led to a decrease in the quantity and quality of water, resulting in severe water shortages. As a response, farmers have adopted drip irrigation systems to mitigate the effects of insufficient irrigation. Consequently, evaluating and monitoring these drip irrigation systems is essential to enhance and modify their implementation. This research assessed 15 drip irrigation systems utilized in pistachio orchards as a part of the SIMAB project in Kerman. The assessment aimed to understand the management status of these systems by measuring various parameters including the pressure and flow rate of the drippers, the condition of the irrigation network and the central control station, and the amount of water consumed. A face-to-face interview was also conducted with farmers. According to the results, the average values for the drippers' flow rate (q_m), the emission uniformity coefficient (EU), the statistical uniformity coefficient (SU), the potential efficiency of the lower quartile (PELQs), the efficiency reduction factor (ERF), and the application efficiency of the low quarter (AELQ) in the evaluated systems were 3.9 liters per hour, 83.3%, 85.7%, 67.1%, 90%, and 74.3%, respectively. These results indicate that the irrigation systems in this region are in good condition. In general, the main reasons for the decrease in the optimal performance of drip irrigation systems in this area may include the lack of knowledge in using the system, clogging of drippers due to low-quality irrigation water, inadequate and untimely washing of sand and disc filters, and low pressure within the systems.

Keywords:
Drip irrigation systems, efficiency, pistachio orchard, SIMAB project, water distribution uniformity