Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Water and Soil Conservation

Print ISSN: 2322-2069
Online ISSN: 2322-2794

Technical Evaluation of Modern Irrigation Systems in Chaharmahal and Bakhtiari Province (Case Study: Shahrekord, Saman and Bon Counties)

Seyed Mohammadreza Hosseini Vardanjani[1], Mojtaba Khoshravesh[*2], Masoud Pourgholam-Amiji[3], Fatemeh Atashkhar[4], Gholamreza Shamaei[5]

1. Ph.D. Student in Irrigation and Drainage, Dept. of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: mohammad.mrh2015@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: m.khoshravesh@sanru.ac.ir
3. Ph.D. Student in Irrigation and Drainage, Dept. of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: mpourgholam6@ut.ac.ir
4. M.Sc. Graduate in Water Structures, Dept. of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord. Iran. E-mail: atashkhar_f@yahoo.com
5. M.Sc. Graduate in Irrigation and Drainage, Dept. of Water Engineering, Isfahan University of Technology and Head of Agricultural Engineering Department, Organization of Agriculture-Jihad, Chaharmahal and Bakhtiari Province. E-mail: shamaei137@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 05.23.2022
Revised: 07.30.2022
Accepted: 08.02.2022

Keywords:
Combined Irrigation,
Evaluation,
Uniformity Coefficient,
Utilization

ABSTRACT

Background and Objectives: The use of modern irrigation systems is a basic solution compatible with water shortage conditions due to the increase in efficiency and productivity of water consumption. The use of proper irrigation methods to maintain food safety and reduce water requirements is a global issue. The most important goals of the implementation of these systems are quantitative and qualitative protection of water and soil resources and sustainability of agricultural production.

Materials and Methods: In this study, technical and hydraulic evaluation of seven new irrigation systems (integrated irrigation, Movable Sprinkler Solid-Set Irrigation Systems and Trickle Irrigation) implemented in Shahrekord, Bon and Saman cities in Chaharmahal and Bakhtiari province was performed. To evaluate integrated and Movable Sprinkler Solid-Set Irrigation Systems, Christiansen uniformity coefficient (CU), distribution uniformity (DU), potential application efficiency of low quarter (PELQ), application efficiency of low quarter (AELQ) in two block scales were experimented and the whole system were calculated. To evaluate drip irrigation systems, uniformity indices of water emission throughout the system (EU), potential application efficiency of low quarter (PELQ), application efficiency of low quarter (AELQ) were calculated.

Results: The results showed that the values of CU, DU, PELQ, AELQ indices for the tested block in integrated and Movable Sprinkler Solid-Set Irrigation Systems were equal to 68.6, 59.38, 46.85 and 58.56 and for the system were 67.01, 58.48, 45.2 and 56.5. Also, EU, PELQ and AELQ index values for drip irrigation system were 55.62, 51.91 and 53.83. The results showed that the above systems have a good infrastructure and most of the problems of these systems are related to the phase of operation and maintenance of these systems by users.

Conclusion: The main problems of these systems that have led to a decrease in performance evaluation criteria are the deficit irrigation, lack of knowledge of users and lack of training on how to use the system properly (pressure regulation, periodic visits to the system, interest Correct and principled removal, etc.), changes in high pressure and uneven distribution in the system, changing the irrigation cycle, using more sprinklers and non-compliance with the proposed cultivation pattern in accordance with the design booklet and the use of drippers are inappropriate.

Cite this article: Hosseini Vardanjani, Seyed Mohammadreza, Khoshravesh, Mojtaba, Pourgholam-Amiji, Masoud, Atashkhar, Fatemeh, Shamaei, Gholamreza. 2022. Technical Evaluation of Modern Irrigation Systems in Chaharmahal and Bakhtiari Province (Case Study: Shahrekord, Saman and Bon Counties). *Journal of Water and Soil Conservation*, 29 (2), 69-89.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/jwsc.2022.20247.3558
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۶۹
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۹٤

ارزیابی فنی سامانه‌های نوین آبیاری در استان چهارمحال و بختیاری (مطالعه موردی: شهرستان‌های شهرکرد، سامان و بن)

سید محمدرضا حسینی وردنجانی[۱]، مجتبی خوش‌روش*[۲]، مسعود پورغلام آمیجی[۳]، فاطمه آتشخوار[٤]، غلامرضا شماعی[٥]

۱. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: mohammad.mrh2015@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: m.khoshravesh@sanru.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: mpourgholam6@ut.ac.ir

٤. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. رایانامه: atashkhar_f@yahoo.com

٥. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آبیاری زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان و رئیس اداره مهندسی زراعی، سازمان جهاد کشاورزی، استان چهارمحال و بختیاری. رایانامه: shamaei137@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۰۱/۰۳/۰۲
تاریخ ویرایش: ۰۱/۰۵/۰۸
تاریخ پذیرش: ۰۱/۰۵/۱۱

واژه‌های کلیدی:
آبیاری تلفیقی،
ارزیابی،
بهره‌برداری،
ضریب یکنواختی

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری به دلیل افزایش راندمان و بهره‌وری مصرف آب یک راهکار اساسی سازگار با شرایط کم‌آبی می‌باشد. استفاده از روش مناسب آبیاری برای حفظ امنیت غذایی و کاهش آب مورد نیاز، در مقیاس جهانی مطرح می‌باشد. از دیگر اهداف اجرای این سامانه‌ها می‌توان به حفاظت کمی و کیفی منابع آب و خاک و پایداری تولید محصولات کشاورزی اشاره نمود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش به ارزیابی فنی هفت سامانه نوین آبیاری (تلفیقی، بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و قطره‌ای) اجراشده در شهرستان‌های شهرکرد، بن و سامان در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شد. برای ارزیابی سامانه‌های تلفیقی و بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک، ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ)، راندمان کاربرد آب در ربع پایین (AELQ) در دو مقیاس بلوک مورد آزمایش و کل سامانه محاسبه گردید. برای ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نیز شاخص‌های یکنواختی پخش آب در کل سامانه (EU)، راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین سامانه (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین سامانه (AELQ) محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مقدار شاخص‌های CU، DU، PELQ، AELQ برای بلوک مورد آزمایش در سامانه‌های آبیاری تلفیقی و کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک برابر با ٦٨/٦، ٥٩/٣٨، ٤٦/٨٥ و ٥٨/٥٦ و برای خود سامانه ٦٧/٠١، ٥٨/٤٨، ٤٥/٢ و ٥٦/٥ محاسبه گردید. هم‌چنین مقادیر شاخص‌های EU، PELQ و AELQ برای سامانه آبیاری قطره‌ای برابر با ٥٥/٦٢، ٥١/٩١ و ٥٣/٨٣ به دست آمد. نتایج نشان داد که سامانه‌های فوق از زیرساخت خوبی برخوردار بوده‌اند و بیش‌ترین مشکلات مربوط به فاز مدیریت بهره‌برداری و نگهداری این سامانه‌ها توسط بهره‌برداران می‌باشد.

نتیجه‌گیری: مشکلات اصلی این سامانه‌ها که منجر به کاهش معیارهای ارزیابی عملکرد شده است، شامل کم‌آبیاری، عدم دانش کافی بهره‌برداران و عدم آموزش در خصوص نحوه استفاده صحیح از سامانه (تنظیم فشار، بازدیدهای دوره‌ای از سامانه، بهره‌برداری صحیح و اصولی و غیره)، تغییر دور آبیاری، استفاده از تعداد آبپاش بیش‌تر و تغییرات فشار زیاد و توزیع غیریکنواخت آن در سامانه، عدم رعایت الگوی کشت پیشنهادی مطابق با دفترچه طرح و استفاده از قطره‌چکان نامناسب می‌باشند.

استناد: حسینی وردنجانی، سید محمدرضا، خوش‌روش، مجتبی، پورغلام آمیجی، مسعود، آتشخوار، فاطمه، شماعی، غلامرضا (١۴٠١). ارزیابی فنی سامانه‌های نوین آبیاری در استان چهارمحال و بختیاری (مطالعه موردی: شهرستان‌های شهرکرد، سامان و بن). *پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ٢٩ (٢)، ٨٩-۶٩.

DOI: 10.22069/jwsc.2022.20247.3558

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کشور ایران از لحاظ اقلیمی و شرایط آب و هوایی جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک به‌حساب می‌آید. بخش کشاورزی مصرف‌کننده اصلی آب در کشور است، بنابراین با بهبود مدیریت مصرف آب در این بخش و افزایش راندمان مصرف آن می‌توان به نحو قابل‌توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی کرد (۱). استفاده از روش مناسب آبیاری برای حفظ ایمنی غذایی و کاهش آب موردنیاز در مقیاس جهانی مطرح است (۲). یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای افزایش راندمان و بهره‌وری آب در مزرعه استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری است. از مهم‌ترین اهداف اجرای این سامانه‌ها می‌توان به افزایش بهره‌وری و راندمان مصرف آب، حفاظت کمی و کیفی منابع آب‌وخاک و پایداری تولید محصولات کشاورزی اشاره نمود. عوامل مختلفی در عملکرد این سامانه‌ها تأثیرگذار است که می‌توان به عوامل مدیریتی، فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی اشاره نمود. در این میان، عوامل فنی تأثیر بیش‌تری روی عملکرد این سامانه‌ها دارند (۳). درواقع اجرای سامانه نوین آبیاری در یک منطقه تابع عوامل مختلفی است که میزان تأثیر و نوع محدودیتی که هر یک از این پارامترها در اجرای روش آبیاری ایجاد می‌کند ممکن است منجر به موفقیت و یا عدم موفقیت در اجرای طرح گردد (٤). توسعه و بهبود کیفی این سامانه‌ها مستلزم بررسی و ارزیابی وضعیت موجود این سامانه‌ها و سازگاری با شرایط آب و هوایی مختلف کشور است (۵)، بنابراین ارزیابی این سامانه‌ها بسیار اهمیت دارد. از مهم‌ترین نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی این سامانه‌ها می‌توان به شناسایی مشکلات این سامانه‌ها و ارائه راهکار اصلاحی در جهت رفع و اصلاح آن‌ها، محاسبه نمودن راندمان واقعی این سامانه‌ها و مقایسه با راندمان طراحی اشاره نمود.

در زمینه ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری پژوهش‌های مختلفی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. مریام و کلر (۱۹۷۸) ضریب یکنواختی کریستیانسن، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین، راندمان کاربرد آب در ربع پایین را به‌عنوان عمده‌ترین پارامترها در ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری معرفی نموده‌اند (٦). پیری (۲۰۱۲) به ارزیابی هشت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجراشده در شهرستان سرباز استان سیستان و بلوچستان پرداخت. نتایج نشان داد مشکلات عمده سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در این شهرستان شامل کم بودن سطح خیس‌شده، نامناسب بودن عمق آبیاری، نامناسب بودن فشار و توزیع غیریکنواخت آن و پایین بودن دانش و مهارت کاربران می‌باشند (۷). معروف‌پور و ابراهیم‌پور (۲۰۱٤) به بررسی و ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در استان کردستان پرداختند. آن‌ها برای ارزیابی سامانه‌های فوق از شاخص یکنواختی ریزش آب و راندمان کاربرد ربع پایین استفاده نمودند. نتایج نشان داد بیش‌تر مزارع موردمطالعه عملکرد ضعیفی داشتند (۸). اوجاقلو و همکاران (۲۰۱۷) عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک را در استان زنجان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که باد، اثر قابل‌توجهی بر کاهش یکنواختی و راندمان کاربرد آب داشته است و به کار بردن عمق آبیاری و تغییرات فشار در سامانه آبیاری بارانی بر کاهش عملکرد فنی سامانه تأثیر می‌گذارد (۹).

احمدالی و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی یازده سامانه آبیاری موضعی و سه سامانه آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک، ویلموو و سنترپیوت) در استان قم پرداختند. نتایج نشان داد

اغلب مشکلات این سامانه‌ها مربوط به فاز بهره‌برداری و برخی مربوط به فاز اجرا و طراحی است (۱۰). پژوهشی در مزارع دانشکده هالاوار در کشور هندوستان برای ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای طی دو سال انجام گردید. نتایج نشان داد که مقادیر محاسبه‌شده راندمان توزیع در سال اول ۹۳/٦ و در سال دوم ۹۳/۵ به دست آمد. هم‌چنین میانگین ضریب تغییرات توزیع آب مطابق با استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا کم‌تر از ۰/۱ بود. با توجه به بالا بودن راندمان کاربرد سامانه‌های موردمطالعه، بهره‌برداری آن‌ها در وضعیت خوب گزارش گردید (۱۱). پژوهشی در دره رایا در کشور اتیوپی برای ارزیابی کارایی سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای انجام گردید. نتایج نشان داد کارایی سامانه آبیاری بارانی از سامانه آبیاری قطره‌ای بهتر است ولی به دلیل پایین بودن راندمان این سامانه‌ها (قطره‌ای و بارانی) در منطقه موردمطالعه کارایی لازم را ندارند (۱۲).

در پژوهشی دیگری که در این کشور توسط آبشیرو و سینگ (۲۰۱۸) برای ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری انجام شد. نتایج نشان داد که سامانه‌های موردمطالعه برابر با ظرفیت طراحی کار نمی‌کنند و باید برنامه‌ریزی آبیاری بر اساس شرایط واقعی سامانه با توجه به ماه و مرحله رشد انجام گیرد (۱۳). کیانی و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی کارایی سامانه‌های آبیاری بارانی در استان گلستان پرداختند. آن‌ها ۲۸ سامانه آبیاری بارانی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد ۳۸ درصد از سامانه‌های مذکور از نظر یکنواختی پاشش و راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین و ٤۸ درصد از نظر ضریب یکنواختی کم‌تر از مقدار مطلوب بودند. هم‌چنین مشخص گردید مهم‌ترین مشکلات سامانه‌های آبیاری فوق از نظر مدیریت و بهره‌برداری، آگاهی ناکافی استفاده‌کنندگان از سامانه و برنامه‌ریزی آبیاری بود (۱٤). نادری و همکاران (۲۰۱۸) به ارزیابی فنی سامانه‌های مختلف آبیاری بارانی در شرایط مزرعه در استان سمنان پرداختند. آن‌ها هفت طرح اجراشده با سامانه‌های ویلموو، کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و سنترپیوت را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که از بین سامانه‌های مورد مطالعه سامانه سنترپیوت بهترین عملکرد را داشت (۱۵). بختیاری و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی عملکرد سامانه‌های نوین آبیاری کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در استان مرکزی پرداختند. نتایج نشان داد که در اکثر سامانه‌های مورد بررسی در قسمت‌هایی از سطح زیر کشت کشاورزان به کم آبیاری می‌پردازند. هم‌چنین مشخص گردید از مشکلات اصلی این سامانه‌ها می‌توان به عدم دقت کافی در طراحی، اجرا نکردن صحیح سامانه، مدیریت و نگهداری غیراصولی و به کار بردن تجهیزات نامناسب اشاره نمود (۱٦).

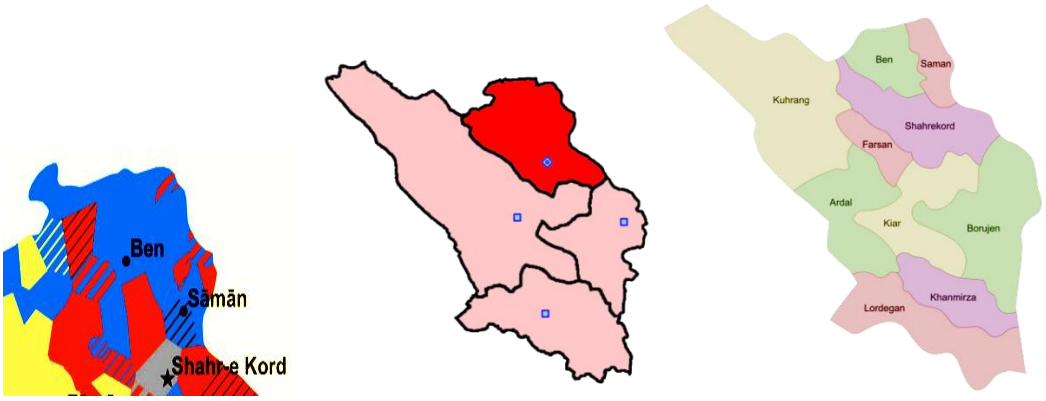
زارع ابیانه و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی عملکرد سامانه‌های نوین آبیاری در شهرستان همدان پرداختند. شاخص‌های مورد ارزیابی برای سامانه‌های نوین آبیاری بارانی شامل ضریب یکنواختی کریستیانسن، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین، راندمان کاربرد آب در ربع پایین و شاخص‌های مورد ارزیابی برای آبیاری قطره‌ای شامل ضریب یکنواختی، ضریب کاهش راندمان، راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین بود. نتایج نشان داد که در تمامی سامانه‌ها راندمان‌های مورد ارزیابی کم‌تر از حد انتظار بود که به عوامل مختلفی مانند طراحی نامناسب، متفاوت بودن طرح اجراشده با دفترچه، تأثیرپذیری

طرح‌ها از عوامل اقلیمی مانند سرعت باد، عدم اهمیت کشاورزان به تنظیم فشار، استفاده از لوازم نامناسب و عدم بازبینی دوره‌ای به دلیل سطح پایین آگاهی، عدم آموزش و نارسایی‌های اقتصادی اشاره کرد (۲۶). محمدی و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی فنی سامانه‌های نوین آبیاری کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در دشت اردبیل پرداختند. آن‌ها از شاخص ضریب یکنواختی کریستیانسن، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین، راندمان کاربرد آب در ربع پایین استفاده نمودند. نتایج نشان داد که راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان کاربرد آب در ربع پایین، پایین‌تر از حد انتظار بودند که متأثر از عوامل مختلفی مانند فاصله نامناسب آبپاش‌ها، فشار کم اجرا نسبت به طراحی، تغییرات فشار زیاد در سامانه و استفاده همزمان از تعداد آبپاش زیاد، مدیریت نادرست در بهره‌برداری، توپوگرافی زمین و طول لوله‌ها می‌باشند (۱۷).

اجرای سامانه‌های نوین آبیاری در استان چهارمحال و بختیاری از سال ۱۳۶۹ آغاز گردیده و تا به امروز سامانه‌های نوین مختلفی از جمله کلاسیک ثابت با آبپاش ثابت، کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک، قطره‌ای، تیپ، تلفیقی، لینیر (خطی) و کم‌فشار در این استان اجرا گردیده است. آبیاری تلفیقی (بارانی و تیپ) عبارت است از سامانه‌ای که امکان کاربری دوگانه و هم‌زمان سامانه‌های نوین آبیاری برای آبیاری کشت‌های متفاوت در یک قطعه از عرصه کشاورزی را داشته باشد. در واقع در این روش در یک زمین واحد هر دو سامانه آبیاری بارانی و تیپ به صورت هم‌زمان اجرا می‌شوند و تمامی مساحت زمین دارای دو سامانه می‌باشد (۱۸). از اجرای برخی از سامانه‌های نوین آبیاری در این استان چندین سال می‌گذرد که باعث فرسودگی و از کار افتادن برخی از لوازم و تجهیزات مورد استفاده در این سامانه‌ها شده است که باعث عدم یکنواختی توزیع آب، هدر رفت آب، کاهش راندمان و بهره‌وری مصرف آب گردیده است. بنابراین ارزیابی و ارائه راهکارهای اصلاحی در جهت بهبود عملکرد این سامانه‌ها ضروری است. هدف از این پژوهش، ارزیابی عملکرد فنی سامانه‌های نوین آبیاری اجراشده در شهرستان‌های شهرکرد، سامان و بن در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد که تاکنون چنین مطالعه‌ای در آن منطقه به انجام نرسید.

مواد و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۲ کیلومترمربع در محدوده عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار دارد. این استان در بخش مرکزی کوه‌های زاگرس بین پیش کوه‌های داخل و استان اصفهان واقع شده است. از شمال و شرق به استان اصفهان، از غرب به استان خوزستان، از جنوب به کهگیلویه و بویراحمد و از شمال غرب به استان لرستان محدود است. این استان در مجموع منطقه‌ای است کوهستانی در امتداد سلسله جبال زاگرس که از شمال‌غربی به‌طرف جنوب شرقی امتداد دارد. منطقه مطالعاتی در این پژوهش شهرستان‌های شهرکرد، سامان و بن که محدود مطالعاتی در شکل ۱ و اقلیم این مناطق در جدول ۱ نشان داده شده است (۱۹).



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه پژوهش حاضر.

Figure 1. The study area of the present study.

جدول ۱- اقلیم منطقه مورد مطالعه.

Table 1. Climate of the study area.

ردیف Row	شهرستان City	اقلیم به روش آمبرژه Climate by the Amberge method	اقلیم منطقه Climate of the region
1	شهرکرد Shahrekord	خشک سرد Cold dry	بخش‌های مرکزی و لاران دارای اقلیم نیمه مرطوب معتدل سرد و سودجان و مرغملک دارای اقلیم مرطوب معتدل سرد می‌باشند The central parts and Laran have a cold temperate semi-humid climate and Sudejan and Margh Malek have a cold temperate humid climate
2	سامان Saman	خشک سرد Cold dry	بخش‌هایی از این شهرستان دارای اقلیم نیمه مرطوب معتدل سرد و حاشیه زاینده‌رود دارای اقلیم نیمه مرطوب کمی سرد می‌باشند Parts of this city have a moderately cold semi-humid climate and the outskirts of Zayandeh River have a slightly cold semi-humid climate
3	بن Bon	خشک سرد Cold dry	اقلیم نیمه مرطوب معتدل سرد Cold, semi-humid climate

در این پژوهش به ارزیابی عملکرد سامانه‌های نوین آبیاری اجراشده در شهرستان‌های بن، سامان و شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شد. مشخصات عمومی طرح‌های مورد مطالعه در جدول ۲ و مشخصات فنی سامانه‌ها تلفیقی و بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در جدول ۳ و سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در جدول ٤ ذکر گردیده است.

جدول ۲- مشخصات طرح‌های مورد مطالعه.

Table 2. Specifications of the studied projects.

کد مزرعه Farm Code	شهرستان City	منطقه Region	منبع آب Water supply	سطح (هکتار) Area (h)	نوع سامانه System type
A	سامان Saman	روستای محمدآباد Mohammadabad Village	چاهک حریمی Side Well	350	قطره‌ای Drip
B	بن Bon	روستای یانچشمه Yancheshmeh Village	چاه Well	28	بارانی Sprinkler
C	بن Bon	روستای قولنجان Gholenjan Village	چاهک حریمی Side Well	73	قطره‌ای Drip
D	شهرکرد Shahrekord	شهر سورشجان Soureshjan Village	چاه Well	120	بارانی Sprinkler
F	شهرکرد Shahrekord	شهر هفشجان Hafshejan Village	چاه-قنات Well-Aqueduct	92.5	تلفیقی Integrated
J	شهرکرد Shahrekord	روستای خوی Khoy Village	کانال channel	102	تلفیقی Integrated
H	شهرکرد Shahrekord	شهر کیان Kian City	چاه well	126	تلفیقی Integrated

جدول ۳- مشخصات فنی سامانه‌های آبیاری تلفیقی و بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک.

Table 3. Technical specifications of integrated irrigation systems and fixed classic raincoats with movable sprinklers.

دبی آبپاش (لیتر بر ثانیه) Sprinkler flow	مدل آبپاش Sprinkler model	فواصل آبپاش‌ها (متر) Sprinkler spacing	آرایش Arrangement	الگوی کشت Cultivation pattern	کد سامانه System code
2.2	Ver155	20*20	مثلثی Triangular	سیب‌زمینی Potato	F
2.4	Ambo	24*23	مربعی Square	سیب‌زمینی Potato	J
2	Ver155	22*22	مربعی Square	یونجه Alfalfa	B
2.1	Ambo	22*22	مربعی Square	ذرت علوفه‌ای Fodder Corn	D
1.9	Ver155	24*23	مثلثی Triangular	ذرت علوفه‌ای Fodder Corn	H

جدول ٤- مشخصات فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای.

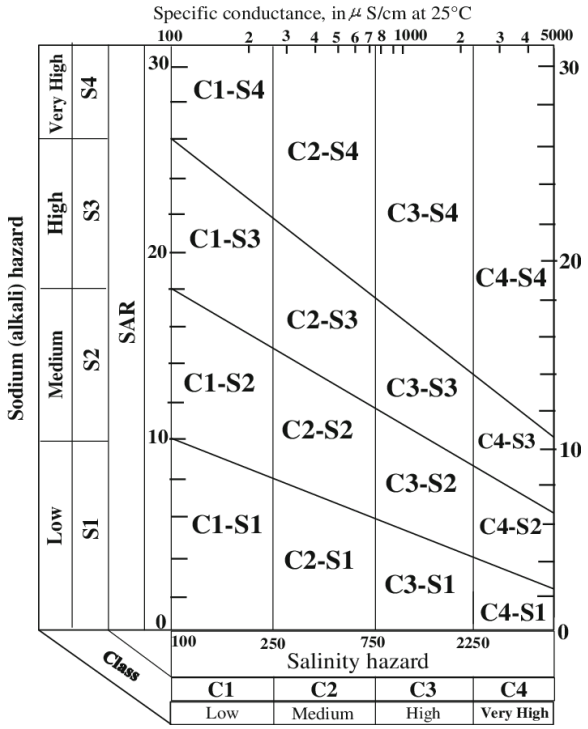
Table 4. Technical specifications of drip irrigation systems.

کد سامانه System code	الگوی کشت Cultivation pattern	آرایش Arrangement	قطره‌چکان در حال استفاده Dripper in use
A	بادام و گردو Almond and walnut	خطی (یک ردیفه) Linear (one row)	گوجه‌ای Tomato
C	بادام و گردو Almond and walnut	خطی (یک ردیفه) Linear (one row)	گوجه‌ای Tomato

این مطالعه شامل جمع‌آوری اطلاعات اولیه، اندازه‌گیری‌های داخل مزرعه و محاسبات نرم‌افزاری است. برای تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزارع، نمونه‌ها در اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متری از خاک به‌صورت زیگزاگ در مزارع برداشت و مورد آزمایش قرار گرفت. هم‌چنین برای تعیین کیفیت آب طرح‌های موردمطالعه از هر منبع آبی نمونه تهیه و تحویل آزمایشگاه داده شد. دیاگرام ویلکاکسون روشی بسیار متداول در طبقه‌بندی آب‌ها ازنظر کشاورزی است. در این دیاگرام شکل ۲ محور افقی به شوری آب[1] و محور عمودی به نسبت جذبی سدیم[2] اختصاص دارد. از تلفیق این دو عامل، آب‌ها به ۱۶ طبقه تقسیم می‌شوند. که از C_1S_1 (عالی) شروع و به C_4S_4 (نامناسب) ختم می‌گردند (۲۰).

هم‌چنین، برای تعیین رطوبت فعلی خاک قبل از شروع آزمایش از مزرعه نمونه‌برداری شد و به کمک آون رطوبت خاک با روش وزنی مشخص گردید. تمام برداشت‌های میدانی در فصل آبیاری و در روزهای آرام یا نسبتاً آرام و بدون باد انجام شد. در هر آزمایش، متغیرهای هیدرولیکی سامانه، مانند فشار و دبی آبپاش‌ها در حین انجام کار اندازه‌گیری شد و به لحاظ دقت بیش‌تر در ثبت فشار آبپاش، در رایزر بعدی یک فشارسنج نصب و فشار آبپاش به صورت لحظه‌ای اندازه‌گیری شد. دبی آبپاش‌های مورد آزمون نیز به روش حجمی با استفاده از دو رشته شلنگ، گالن ۲۰ لیتری و کرونومتر اندازه‌گیری شد. سپس دبی اندازه‌گیری‌شده با دبی کاتالوگ چک شد تا کیفیت آبپاش سنجیده شود. در هر مزرعه سعی شده است که با توجه به نقشه اجرای سامانه در مزرعه مورد نظر، محل آبپاش‌های مورد آزمون در نقطه‌ای انتخاب شود که فشار سامانه در آن نقطه، متوسط باشد. قوطی‌های جمع‌آوری آب که همگی به ابعاد ۱۵ سانتی‌متر قطر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری بودند. در شبکه‌بندی ۵*۵ قرار داده شدند. پس از یک ساعت کارکرد، سامانه خاموش شد و آب داخل قوطی‌ها با استفاده از یک استوانه مدرج اندازه‌گیری و یادداشت شد. همان‌طور که بیان شد، آبیاری تلفیقی قابلیت استفاده هم‌زمان از دو سامانه آبیاری تیپ و بارانی را دارد که در زمان انجام آزمایش‌ها و بررسی‌های میدانی مزارع دارای سامانه آبیاری تلفیقی به صورت آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک آبیاری می‌گردید.

1- Electrical conductivity
2- Sodium adsorption ratio



شکل ۲- دیاگرام ویلکاکس.

Figure 2. Wilcox diagram.

ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری بارانی: به منظور ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی از روش ارزیابی مریام و کلر (۱۹۷۸) استفاده شد. برای ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری بارانی شاخص‌های ضریب یکنواختی کریستیانسن[1] یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین، راندمان کاربرد آب در ربع پایین را به عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها مطابق با روابط ذیل (۱ تا ٤) برای بلوک‌های آزمایش محاسبه گردید (٦).

$$CU_t = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}|D_i - \bar{D}|}{\bar{D}*n} * 100 \qquad (۱)$$

$$DU_t = \frac{D_{Iq}}{\bar{D}} * 100 \qquad (۲)$$

$$AELQ_t = \frac{D_q}{D_r} * 100 \qquad (۳)$$

$$PELQ_t = \frac{Z_{IqMAD}}{D_{MAD}} * 100 \qquad (٤)$$

که در آن‌ها، CU_t ضریب یکنواختی کریستیانسن در بلوک آزمایش، D_i عمق آب در هریک از قوطی‌ها (میلی‌متر)، $\bar{D}$ متوسط عمق آب جمع شده در قوطی‌ها (میلی‌متر)، n تعداد قوطی‌ها، DU_t یکنواختی توزیع در بلوک آزمایش، $AELQ_t$ راندمان کاربرد آب در ربع پایین در بلوک آزمایش، $PELQ_t$ راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین در بلوک آزمایش، D_q متوسط عمق آب در یک چهارم کم‌ترین مقدار اندازه‌گیری‌شده (میلی‌متر)، D_r میزان آب خروجی از آبپاش‌ها (میلی‌متر)، Z_{IqMAD} متوسط کم‌ترین ربع عمق نفوذ معادل با تخلیه رطوبتی MAD (میلی‌متر)، D_{MAD} متوسط عمق آب آبیاری پس از جبران تخلیه رطوبتی MAD (میلی‌متر) مطابق با نظر طراح یا مدیر سامانه نوین آبیاری می‌باشد. برای نسبت دادن شاخص‌های ضریب یکنواختی کریستیانسن،

1- Distribution Uniformity

یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین، راندمان کاربرد آب در ربع پایین به کل سامانه از روابط ۵ تا ۹ استفاده گردید (٦).

$$CU_s = CU_t[\frac{1+3(\frac{P_{min}}{P_{mean}})^2}{2}] \quad (۵)$$

$$DU_s = DU_t[\frac{1+3(\frac{P_{min}}{P_{mean}})^2}{2}] \quad (٦)$$

$$AELQ_s=(1-ER)*AELQ_t \quad (۷)$$

$$PELQ_s=(1-ER)*PELQ_t \quad (۸)$$

$$ER=\frac{0.2*(P_{max}-P_{min})}{P_{mean}} \quad (۹)$$

که در آن‌ها، P_{min}، P_{mean} و P_{max} به ترتیب حداقل، متوسط و حداکثر فشار اندازه‌گیری‌شده در سامانه که به ترتیب در محل ایستگاه و سر آبپاش و متوسط این دو می‌باشند.

ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری قطره‌ای: به منظور ارزیابی سامانه‌های آبیاری موضعی هم از روش ارزیابی مریام و کلر (۱۹۷۸) استفاده شد، بنابراین برای ارزیابی سامانه آبیاری قطره‌ای یک واحد آبیاری در حال کار با شانزده نقطه کنترل انتخاب شد. روی یکی از مانیفولدها چهار لوله جانبی (لترال) در ابتدا، یک سوم، دو سوم و سه سوم انتهای مانیفولد انتخاب و در هر لوله جانبی نیز چهار محل (چهار قطره‌چکان) در ابتدا، یک سوم، دو سوم و سه سوم انتهای لوله فرعی مشخص شد. دبی خروجی در هر نقطه کنترل با اندازه‌گیری حجم آب خارج‌شده از هر قطره‌چکان طی حدود پنج دقیقه و به طور متناظر فشار در نقاط فوق با فشارسنج صفر تا ٤٨٨ کیلوپاسکال اندازه‌گیری شد. دبی قطره‌چکان‌ها به دلیل دوری و نزدیکی به ایستگاه پمپاژ و تنظیم نبودن آن‌ها معمولاً نمایانگر دبی قطره‌چکان‌های واحد آبیاری نیستند. برای این منظور ابتدا فاکتور تصحیح دبی (DCF) با استفاده از رابطه (۱۰) محاسبه گردید. از حاصل‌ضرب متوسط دبی قطره‌چکان در مقدار متناظر DCF برای هر سامانه نسبت به اصلاح دبی قطره‌چکان‌های واحد آبیاری اقدام گردید. برای ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری موضعی ابتدا اقدام به اصلاح دبی قطره‌چکان‌های واحد آبیاری گردید (٦).

$$DCF=\frac{2.5\ MLIP_{avg}}{MLIP_{avg}+1.5MLIP_1} \quad (۱۰)$$

که در آن، $MLIP_{avg}$ میانگین حداقل فشار ورودی لوله‌های فرعی در تمامی قطعات در حال کار و MLIP حداقل فشار (اتمسفر) ورودی لوله‌های فرعی منشعب از مانیفولد قطعه مورد آزمایش می‌باشد.

متوسط یکنواختی جریان خروجی EU و $PELQ_m$ راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین سامانه نوین آبیاری در لوله رابط (مانیفولد) از روابط (۱۱ و ۱۲) به دست می‌آید.

$$EU_m(\%)=\frac{\overline{q_{25\%}}}{\overline{q_a}}*100 \quad (۱۱)$$

$$PELQ_m=0.9*EU_m \quad (۱۲)$$

که در آن‌ها، متوسط EU_m یکنواختی جریان خروجی، $PELQ_m$ راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین سامانه نوین آبیاری در لوله رابط (مانیفولد)، $\overline{q_{25\%}}$ توسط جریان خروجی از یک چهارم قطره‌چکان‌ها با کم‌ترین میزان دبی (L/hr) و q_a متوسط جریان خروجی از تمامی قطره‌چکان‌ها (L/hr).

برای نسبت دادن متوسط یکنواختی جریان خروجی EU و $PELQ_m$ راندمان پتانسیل کاربرد در

ربع پایین سامانه نوین آبیاری در لوله رابط (مانیفولد) به کل سامانه از روابط (۱۳ تا ۱۵) استفاده می‌گردد. راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین سامانه $AELQ_S$ از رابطه (۱۶) محاسبه می‌گردد.

$$EU_s = ERF * EU_m \quad (۱۳)$$

$$ERF = \frac{MLIP_{avg}+1.5MLIP_1}{2.5\ MLIP_{avg}} \quad (۱٤)$$

$$PELQ_s = ERF * PELQ_m \quad (۱۵)$$

$$AELQ_S = ERF * EU_S \quad (۱٦)$$

که در آن‌ها، ERF فاکتور کاهش راندمان، $PELQ_s$ راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین سامانه نوین آبیاری در لوله رابط (مانیفولد) به کل سامانه و $AELQ_S$ راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین سامانه می‌باشند (۱٦).

نتایج و بحث

در این پژوهش به ارزیابی عملکرد هفت سامانه نوین آبیاری (تلفیقی، کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و قطره‌ای) اجراشده در شهرستان‌های شهرکرد، بن و سامان در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شد. الگوی کشت قالب در طرح‌های تلفیقی با رویکرد تیپ و بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک سیب‌زمینی، یونجه و ذرت علوفه‌ای می‌باشد. بعد از بررسی نتایج آزمایش‌ها خاک در آزمایشگاه، بافت خاک مزارع طبق جدول ۵ مشخص شد. هم‌چنین به‌منظور تعیین کیفیت آب طبق دیاگرام ویلکاکس طبقه‌بندی کیفیت منابع آبی صورت گرفت که نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- آنالیز کیفی منابع آب و خاک طرح‌های مورد مطالعه.

Table 5. Qualitative analysis of water and soil resources of the studied projects.

کد مزرعه Farm code	بافت خاک Soil texture	کیفیت آب Water quality
A	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1
B	لوم شنی Sandy Loam	c_2s_1
C	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1
D	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1
E	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1
F	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1
J	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1
H	لوم رسی Clay Loam	c_2s_1

با توجه به جدول ۵ نتایج حاصل از آزمایش کیفیت آب مزارع مورد ارزیابی را نشان می‌دهد که آب مورد استفاده در تمامی سامانه‌ها در محدوده C_2S_1 قرار دارد که از نظر کاربرد در کشاورزی در محدوده مطلوب قرار دارد. هم‌چنین بر طبق جدول فوق خاک مزارع مورد بررسی در تقریباً همه مزارع در محدوده بافت لوم رسی قرار دارد که محدودیتی برای اجرای سامانه‌های نوین آبیاری ندارد. در قسمت اول پژوهش معیارهای ارزیابی برای سامانه‌های نوین آبیاری تلفیقی و بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک مطابق با جدول ٦ محاسبه گردید.

جدول ٦- معیارهای ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری تلفیقی و بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک.

Table 6. Performance evaluation criteria of conjunctive irrigation systems and fixed classic raincoats with movable sprinklers.

سامانه System				بلوک مورد آزمایش Block tested				کد سامانه System code
$AELQ_s$	$PELQ_s$	CU_s	DU_s	$AELQ_t$	$PELQ_t$	CU_t	DU_t	
64.8	51.9	64.1	54.3	67	53.6	65.4	56	F
56.3	45	70.1	71	56.8	45.5	70.5	65.4	J
55.9	44.7	55.9	40.7	57	45.6	56.7	41.5	B
46.9	37.6	66.2	55.4	48.6	38.9	67.6	57.3	D
58.6	46.9	78.8	71.1	63.4	50.7	82.9	76.8	H
56.51	45.2	67.01	58.49	58.57	46.85	68.63	59.39	متوسط Average

نتایج جدول ٦ نشان می‌دهد ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU_s) محاسبه‌شده در تمامی سامانه‌ها با مقدار مطلوب ارائه‌شده توسط مریام و کلر (۱۹۷۸) ۸۱< CU_s <۸۷ کم‌تر می‌باشد که علت اصلی این امر نحوه بهره‌برداری و میزان فشار در سامانه می‌باشد زیرا گاهاً به‌علت عدم آگاهی بهره‌برداران اقدام به قرار دادن دو و یا سه آبپاش بر روی لترال نموده که این امر سبب افت شدید فشار در خط لترال شده و در نتیجه باعث می‌شود آبپاش نتواند در فشار کاری مناسب خود کار کند (٦). با توجه به جدول ٦ مشاهده می‌گردد که بیش‌ترین مقدار ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU_s) و یکنواختی توزیع (DU_s) به سامانه H با مقادیر ۷۸/۸ و ۷۱/۱ تعلق دارد که از نظر مقایسه ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU_s) محاسبه شده برای این سامانه با مقدار مطلوب ارائه‌شده توسط مریام و کلر (۱۹۷۸) ۸۱< CU_s <۸۷، کم‌تر می‌باشد ولی از نظر مقایسه ضریب یکنواختی توزیع (DU_s) محاسبه‌شده برای این سامانه با مقدار مطلوب ارائه‌شده توسط مریام و کلر (۱۹۷۸) ٦۷< DU_s <۸۰ در دامنه مطلوب قرار دارد (٦).

در مورد سامانه‌های F,B,D مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU_s) و یکنواختی توزیع (DU_s) کم‌تر از مقادیر پیشنهادی می‌باشند که در این مزارع طبق دفترچه طراحی و میزان آب موجود باید الگوی کشت ٤٠ درصد کشت پاییزه و ٦٠ درصد کشت بهاره انجام می‌گرفت و از آن‌جایی‌که اراضی فوق توسط اجاره‌دار بهره‌برداری می‌شود و به علت سودآور بودن کشت بهاره، الگوی کشت مورد نظر رعایت نشده بود و تقریباً ٨٠ درصد اراضی به کشت بهاره اختصاص یافته بود، در نتیجه با توجه به این‌که در دور آبیاری کل مزرعه آبیاری می‌شد؛ بهره‌برداران اقدام به بهره‌برداری بیش از ظرفیت مجاز سامانه می‌کردند که این امر باعث می‌شد آبپاش‌هایی که در حال کار بودند با افت شدید فشار مواجه باشند و نتواند میزان شدت پاشش مناسب را داشته باشند. کم‌ترین مقدار ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU_s) و یکنواختی توزیع (DU_s) به سامانه B با مقادیر ٥٥/٩ و ٤٠/٧ می‌باشد. یکی از دلایل عمده پایین بودن این معیارها را می‌توان به نحوه بهره‌برداری خرده مالکی اشاره کرد، زیرا بهره‌برداری از سامانه متناسب با سطح زمین می‌باشد. بدین شکل که هر کشاورز متناسب با سطح زمین می‌تواند از سامانه استفاده کند و این امر باعث می‌شود که یک مزرعه با سطح کم، زمان کم‌تری برای بهره‌برداری از سامانه را داشته باشد و این خود سبب کم‌آبیاری می‌شود. کمبود بارش و خشک‌سالی‌های متناوب اخیر بخش کشاورزی را با چالش جدی مواجه ساخته است و منجر به انجام کم آبیاری جهت مدیریت مصرف آب توسط کشاورزان گردیده است.

در خصوص مقادیر معیارهای راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین ($PELQ_s$) و راندمان کاربرد آب در ربع پایین ($AELQ_s$) با توجه به جدول ٦ در تمامی سامانه‌ها این معیارها از حد مطلوب ارائه‌شده توسط مریام و کلر (١٩٧٨) که در دامنه ٦٥ تا ٨٠ درصد قرار دارد پایین‌تر می‌باشند. پایین بودن ($AELQ_s$) بیانگر مشکلات مدیریتی است و تفاوت بین ($AELQ_s$) و ($PELQ_s$) مشکلات را بهتر نشان می‌دهد (٦). از دلایل پایین بودن ($PELQ_s$) می‌توان به عدم آگاهی و آموزش کشاورزان در مدیریت و بهره‌برداری صحیح از سامانه، تغییرات فشار زیاد در سامانه‌ها، تغییر آبپاش، تغییر در دور آبیاری، ساعات استقرار آبپاش‌ها و استفاده بیش‌تر از تعداد آبپاش نسبت به دفترچه طراحی و عدم رعایت الگوی کشت پیشنهادی در دفترچه طرح اشاره نمود. هم‌چنین مقادیر محاسبه‌شده راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین ($PELQ_s$) و راندمان کاربرد آب در ربع پایین ($AELQ_s$) در بلوک مورد بررسی و سامانه به هم نزدیک بود که برابر بودن دو معیار فوق از نشانه‌های مدیریت خوب در سامانه می‌باشد. حداقل آب داده شده به زمین و ذخیره شده در منطقه ریشه، کم‌تر از کمبود رطوبتی خاک است. در واقع می‌توان با انتخاب زمان و دور آبیاری مناسب و آبیاری کافی می‌توان راندمان کاربرد سامانه را در حد پتانسیل بالا برد. مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های انجام شده در خصوص سامانه‌های تلفیقی و کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در جدول ٧ بیان گردیده است.

جدول ۷- مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص سامانه‌های آبیاری تلفیقی و کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک.

Table 7. Comparison of the results of this research with done research on conjunctive irrigation systems and fixed classic raincoats with movable sprinklers.

$AELQ_s$	$PELQ_s$	CU_s	DU_s	مطالعات انجام‌شده Previous studies
52	52	48.66	67	بختیاری و همکاران (۲۰۲۰) (۱۶)
28.3-52.5	31.1-55.7	53.1-65.4	65.6-80.1	زارع ابیانه و همکاران (۲۰۲۰) (۵)
65.71	66.7	73.43	82.32	محمدی و همکاران (۲۰۲۰) (۱۷)
62.6	62.6	60.8	74.6	درگاهی و همکاران (۲۰۱۸) (۲۱)
54.8	54.8	75	65	نادری و همکاران (۲۰۱۸) (۱۵)
55.25	65.29	64.19	76.82	احمدالی و همکاران (۲۰۱۷) (۱۰)
45.8	45.8	52.2	66.4	سی‌وسه مرده و بایزیدی (۲۰۱۱) (۲۲)

با بررسی تعدادی از مطالعات انجام‌شده در این خصوص مشاهده می‌گردد در برخی از این مطالعات، بعضی شاخص‌ها در حد مطلوب و برخی کم‌تر از حد مطلوب بودند. به‌طور مثال سی‌وسه مرده و بایزیدی (۲۰۱۱) به ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت در استان آذربایجان غربی-مهاباد پرداختند. نتایج نشان داد که تمامی شاخص‌های موردبررسی شامل ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ) و راندمان کاربرد آب در ربع پایین (AELQ) در دامنه مطلوب قرار ندارند (۲۲). در قسمت دوم، معیارهای ارزیابی برای سامانه‌های نوین قطره‌ای مطابق با جدول ۸ محاسبه گردید.

جدول ۸- معیارهای ارزیابی عملکرد سامانه‌های نوین آبیاری قطره‌ای.

Table 8. Performance evaluation criteria of modern drip irrigation systems.

$AELQ_s$	$PELQ_s$	EU_s	کد سامانه System code
49.9	48.1	51.6	A
72.6	70.0	75.1	C
61.27	59.08	63.31	متوسط Average

بر اساس مطالعات مریام و کلر (۱۹۷۸) مقادیر متوسط یکنواختی جریان خروجی EU < ۷۰ نشان‌دهنده وضعیت ضعیف سامانه آبیاری قطره‌ای می‌باشد (۶). با توجه به جدول ۸ مشاهده می‌گردد متوسط یکنواختی جریان خروجی EU برای سامانه C در حد مطلوب قرار دارد و برابر با ۷۵/۱ می‌باشد. این مقدار برای سامانه A برابر با ۵۱/۶ می‌باشد که نشان‌دهنده وضعیت ضعیف این سامانه می‌باشد. از دلایل پایین

بودن مقدار متوسط یکنواختی جریان خروجی EU می‌توان به تغییرات زیاد فشار در سامانه اشاره نمود. در خصوص مقادیر معیارهای راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین ($PELQ_s$) و راندمان کاربرد آب در ربع پایین ($AELQ_s$) با توجه به جدول ۸ مشاهده می‌گردد که مقادیر این معیارها برای سامانه C برابر با ۷۰ و ۷۲/٦ محاسبه گردیده است که با توجه به مقادیر پیشنهادی مریام و کلر (۱۹۷۸) در حد مطلوب قرار دارد (٦). هم‌چنین مقادیر این معیارها برای سامانه A برابر با ٤٨/١ و ٤٩/٩ که با توجه به مقادیر پیشنهادی مریام و کلر (۱۹۷۸) در حد مطلوب قرار ندارد و بیانگر وضعیت ضعیف این سامانه می‌باشد که از دلایل اصلی پایین بودن این معیارها در سامانه A می‌توان به تغییرات فشار زیاد و عدم تنظیمات صحیح فشار در سامانه، عدم دانش کافی کشاورزان در مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از سامانه، عدم استفاده صحیح از ایستگاه فیلتراسیون و عدم شستشوی به موقع آن، عدم بازدیدهای به موقع از نقاط مختلف سامانه و تعمیرات در صورت لزوم و استفاده از قطره‌چکان نامناسب اشاره نمود (٦). مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص سامانه آبیاری قطره‌ای در جدول ۹ بیان گردیده است.

جدول ۹- مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص سامانه‌های آبیاری قطره‌ای.

Table 9. Performance evaluation criteria of of drip irrigation systems.

$AELQ_s$	$PELQ_s$	EU_s	مطالعات انجام‌شده Previous studies
34-73	39.1-59.1	43.6-65.7	زارع ابیانه و همکاران (۲۰۲۰) (٥)
85.82	77.23	85.69	مبارکی و همکاران (۲۰۲۰) (۲۳)
51.32	57.76	65.26	درگاهی و همکاران (۲۰۱۸) (۲۱)
53.9	45.3	53.9	احمدالی و همکاران (۲۰۱۷) (۱۰)
91.2	82.91	91.68	عشیری و همکاران (۲۰۱٦) (۲٤)
73	65	79	شاکر و همکاران (۲۰۱٤) (۲٥)
72.6	68.66	76.5	پیری (۲۰۱۲) (۷)
92	80	95	یگانه و همکاران (۲۰۱۱) (۲٦)

با بررسی تعدادی از مطالعات انجام‌شده در این خصوص مشاهده می‌گردد در برخی از این مطالعات، بعضی شاخص‌ها در حد مطلوب و برخی کم‌تر از حد مطلوب بودند. یگانه و همکاران (۲۰۱۱) به ارزیابی فنی آبیاری قطره‌ای در برخی از باغ‌های شهرستان مرند پرداختند. نتایج نشان داد همه شاخص‌های مورد بررسی، شاخص یکنواختی پخش آب در کل سامانه (EU)، راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین سامانه (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین سامانه (AELQ) در دامنه مطلوب قرار دارند و عملکرد سامانه‌های مورد بررسی مورد قبول است (۲٦).

نتایج نشان داد سامانه‌های مورد بررسی از زیرساخت‌های خوبی برخوردار می‌باشند و بیش‌ترین

مشکلات آن‌ها مربوط به فاز مدیریت بهره‌برداری و عدم آگاهی بهره‌بردان با نحوه صحیح بهره‌برداری از سامانه، عدم آگاهی از پایش فشار در مزرعه، وجود خرده مالکیت‌هایی است که هنوز با توجه به آن‌که سامانه آبیاری تغییر کرده و از حالت سنتی به نوین تبدیل شده اما باور بهره‌بردار به نظام بهره‌برداری سنتی و تناسب سطح و زمان آبیاری می‌باشد و گاها عدم رعایت الگوی کشت پیشنهادی طراح سبب بروز مشکلات توزیع آب در مزرعه و کم آبیاری شده است. این مشکلات ممکن است با کاهش عملکرد محصول خود را نشان دهد.

در سالیان اخیر دفتر مجری طرح توسعه سامانه‌های نوین آبیاری اقدام به تهیه شرح خدمات نظارت بر بهره‌برداری و نگهداری از سامانه‌های نوین آبیاری نموده است و به استان‌ها ابلاغ گردیده است تا هر استان نسبت به انعقاد قرارداد با مشاور ذیصلاح جهت نظارت بر بهره‌برداری و نگهداری از سامانه‌های نوین آبیاری اجراشده اقدام نمایند و مشکلات بهره‌برداری و نگهداری از سامانه‌ها مرتفع گردد. نگهداری و بهره‌برداری صحیح از سامانه نوین آبیاری، ضمن دستیابی به حداکثر طول عمر سامانه، موجب ارتقاء بهره‌برداری آب آبیاری به مقدار پتانسیل خواهد شد (۲۷). پیشنهاد می‌شود در مزارع با تغییر نوع سامانه از سنتی به روش‌های نوین دوره‌های آموزشی برای بهره‌برداران گذاشته شود و مزارع که از نظر بهره‌برداری در حد مطلوب می‌باشند، شناسایی و به‌عنوان مزارع الگو مورد بازدید برای سایرین قرار داده شوند. هم‌چنین در مزارع با سطوح بالا تعاونی بهره‌برداری تشکیل شود تا نظام خرده مالکیت از بین رود و این امر باعث می‌گردد تا الگوی کشت نیز تا حد مطلوبی رعایت گردد هم‌چنین برای سایر مزارع نیز ارزیابی انجام و راهکارهای ارتقاء آن‌ها ارائه گردد.

نتیجه‌گیری کلی

کمبود بارش و خشک‌سالی‌های متناوب اخیر بخش کشاورزی را به‌عنوان مصرف‌کننده اصلی آب در کشور با چالش جدی مواجه ساخته است بنابراین مدیریت و صرفه‌جویی در مصرف آب در این بخش ضروری است. در این پژوهش به ارزیابی فنی هفت سامانه نوین آبیاری (تلفیقی، کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و قطره‌ای) اجراشده در شهرستان‌های شهرکرد، بن و سامان در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شد. نتایج نشان داد که مقدار شاخص‌های CU، DU، PELQ و AELQ برای سامانه‌های آبیاری تلفیقی و کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک برابر ۶۷/۰۱، ۵۸/۴۸، ۴۵/۲ و ۵۶/۵ به‌دست آمد. هم‌چنین مقادیر این شاخص‌های EU، PELQ و AELQ برای سامانه آبیاری قطره‌ای برابر با ۶۳/۳۱، ۵۹/۰۸ و ۶۱/۲۷ نتیجه گردید. نتایج نشان داد سامانه‌های موردبررسی از زیرساخت‌های خوبی برخوردار می‌باشند و بیش‌ترین مشکلات آن‌ها مربوط به فاز مدیریت بهره‌برداری و عدم آگاهی بهره‌بردار با نحوه صحیح بهره‌برداری از سامانه است. بنابراین با توجه به بررسی همه‌جانبه پیشنهاد می‌شود در مزارع با تغییر نوع سامانه از سنتی به روش‌های نوین دوره‌های آموزشی برای بهره‌برداران گذاشته شود و مزارع که ازنظر بهره‌برداری در حد مطلوب می‌باشند شناسایی و مورد بازدید برای سایرین قرار داده شوند. هم‌چنین در مزارع با سطوح بالا تعاونی بهره‌برداری تشکیل شود تا نظام خرده‌مالکیت از بین رود و این امر باعث می‌گردد تا الگوی کشت نیز تا حد مطلوبی رعایت گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از معاونت آب‌وخاک وزارت جهاد کشاورزی، دفتر مجری طرح سامانه‌های نوین آبیاری، سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری

و هم‌چنین ادارات جهاد کشاورزی شهرستان‌های شهرکرد، سامان و بن به دلیل در اختیار قرار دادن داده‌های پژوهش، کمال تقدیر و تشکر را دارند.

داده‌ها و اطلاعات

داده‌های این پژوهش از مکاتبه با معاونت آب‌وخاک وزارت جهاد کشاورزی، دفتر مجری طرح سامانه‌های نوین آبیاری، سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری و هم‌چنین اداره جهاد کشاورزی سه شهرستان شهرکرد، سامان و بن مهیا شد. همه داده‌ها با مراجعه به این سازمان و ادارات قابل‌دستیابی است. داده‌ها شامل الگوی کشت، آرایش سیستم، فواصل آبپاش‌ها، مدل آبپاش، دبی آبپاش، نوع منبع آب، مساحت تحت کشت و مقدار آبیاری اعمال‌شده در سامانه‌های مختلف آبیاری قطره‌ای، بارانی و تلفیقی بود. این مقاله بخشی از پروژه دوره دکتری نویسنده اول است که با همکاری سایر نویسندگان انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تضاد منافعی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در این متن به شکل ذیل است: نویسنده اول: جمع‌آوری داده‌ها، انجام محاسبات آماری و تهیه پیش‌نویس مقاله، نویسنده دوم: مشاوره در طرح پژوهش و تفسیر نتایج، اصلاح و تکمیل مقاله، مشارکت در آنالیزها و نظارت بر پژوهش، نویسنده سوم: روش‌شناسی انجام کار، تحلیل نتایج، نهایی‌سازی مقاله و اصلاح نهایی مقاله پیش از ارسال، نویسنده چهارم: بررسی پیشینه تحقیق و کمک در تهیه پیش‌نویس مقاله، نویسنده پنجم: مشارکت در جمع‌آوری داده‌های لازم برای انجام پژوهش و نظارت بر پژوهش.

اصول اخلاقی

بدیهی است که نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌ها می‌باشد.

حمایت مالی

این پژوهش از حمایت مستقیم مالی برخوردار نبوده است و از کمک ادارات جهاد کشاورزی شهرستان‌های استان چهارمحال و بختیاری بهره گرفته شد.

منابع

1. Ahmadzadeh Gharah Gwiz, K., Mirlatifi, S., and Mohammadi, K. 2010. Comparison of Artificial Intelligence Systems (ANN & ANFIS) for Reference Evapotranspiration Estimation in the Extreme Arid Regions of Iran. Water and Soil, 24: 4. 679-689. (In Persian)
2. Cao, X., Zeng, W., Wu, M., Guo, X., and Wang, W. 2020. Hybrid analytical framework for regional agricultural water resource utilization and efficiency evaluation. Agricultural Water Management, 231: 106027.
3. Mahdavi, P., and Monem, M. 2010. Development of a model for evaluating the performance of Simplified Irrigation Systems transmission and distribution systems using the classical method. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 4: 1. 62-72. (In Persian)
4. Ebrahimi, H. 2006. Analysis and Evaluation of Simplified Irrigation Systems in Khorasan. Agricultural Sciences, 12: 3. 577-589. (In Persian)
5. Zare Abyaneh, H., Danaii, A., Akhavan, S., and Jovzi, M. 2020. Performance evaluation of new irrigation systems in Hamedan. Water and Irrigation Management, 10: 3. 381-395. (In Persian)

6.Merriam, J.L., and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management, Utah State University Press, pp. 155-175.
7.Piri, H. 2012. Technical evaluation of drip irrigation systems (Case study: Sarbaz city). Water Resources Engineering, 5: 12. 19-36. (In Persian)
8.Marofpour, I., and Ebrahimpour, M. 2014. Investigation and technical evaluation of trickle irrigation systems in Kurdistan province. Iranian Water Researches Journal, 8: 2. 197-205. (In Persian)
9.Ojaghlou, H., Bigdeli, Z., and Shirdeli, A. 2017. Assessment of wind velocity effect on technical performance of semi-portable sprinkling irrigation systems in Zanjan province. Irrigation and Water Engineering, 7: 4. 97-107. (In Persian)
10.Ahmadaali, K., Ramezani Etedali, H., and Hosseini Pazhouh, N. 2017. Assessment of modern irrigation systems in Qom province. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 11: 5. 736-749. (In Persian)
11.Arya, C.K., Purohit, R.C., Dashora, L.K., Singh, P.K., and Kothari, M. 2017. Performance evaluation of drip irrigation systems. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6: 4. 2287-2292.
12.Hailu, T.W. 2017. Hydraulic performance evaluation of integrated operation of pressurized irrigation system: (Case study at Alamata Woreda, Selam Bkalsi farm area). American Journal of Environmental Engineering, 7: 2. 47-52.
13.Abshiro, F.K., and Singh, P., 2018. Evaluation of Irrigation Scheduling for Sprinkler Irrigation System under Existing Condition in Beles Sugar Development Project, Ethiopia. Irrigation and Drainage System Engineering, 7: 1.
14.Kiani, A., shaker, M., and Tabarsa, R. 2018. Assessment of implemented sprinkler irrigation systems in Golestan province. Journal of Water and Soil Conservation, 24: 6. 257-270. (In Persian)
15.Naderi, N., Ghadami Firouzabadi, A., and Froumadi, M. 2018. Technical Evaluation of Different Sprinkler Irrigation Systems in Field Condition. Journal of Water Research in Agriculture, 32: 3. 429-439. (In Persian)
16.Bakhtiari, S., Mohseni Movahed, S., Moghaddasi, M., and Davoudmaghami, D. 2020. Performance evaluation of semi-portable sprinkler irrigation systems in Markazi Province. Iranian Water Researches Journal, 14: 1. 9-18. (In Persian)
17.Mohammadi, M., Azizi Mobaser, J., and Raoof, M. 2020. Technical Evaluation of Movable Sprinkler Solid-Set Irrigation Systems in Ardabil Plain. Journal of Water Research in Agriculture, 34: 3. 335-373. (In Persian)
18.Instructions Combined irrigation. 2021. Office of the executor of the new irrigation systems development project, pp. 1-820.
19.http://www.chbmet.ir (General Department of Meteorology of Chaharmahal and Bakhtiari province).
20.Wilcox, L. 1955. Classification and use of irrigation waters (No. 969). US Department of Agriculture.
21.Dargahi, Z., Nazari, B., Ramezani Etedali, H., and Mazandranizadeh, H. 2018. Evaluation of modern irrigation systems based on economic water productivity and irrigation efficiency indices in Qazvin province. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 12: 3. 683-695. (In Persian)
22.Siosemarde, M., and Bayazidi, M. 2011. Technical evaluation of fixed classical sprinkler irrigation systems in a case study of West Azerbaijan-Mahabad province. Water Resources Engineering, 4: 8. 63-76. (In Persian)
23.Mobaraki, M., Afrasiab, P., and Piri, H. 2020. Technical Evaluation of Drip Irrigation Systems Implemented in Bushehr Dashtestan City. Iranian Water Researches Journal, 14: 4. 163-177. (In Persian)
24.Ashiri, M., Hooshmand, A., and Broomandnasab, S. 2016. Technical Evaluation of Drip Irrigation Systems (Case Study: Shahid Rajaayi Agro-Industry - Dezful). Irrigation Sciences and Engineering, 39: 2. 79-88. (In Persian)

25. Shaker, M., Hesam, M., Kiani, A., and Zakerinia, M. 2014. Technical evaluation of implemented drip irrigation systems in the gardens of Golestan Province. Journal of Water and Soil Conservation, 21: 4. 261-274. (In Persian)
26. Yeganeh, Z., Behmanesh, J., and Rezaei, H. 2011. Technical evaluation of drip irrigation in some gardens of Marand city. Water Research in Agriculture, 26: 4. 449-460. (In Persian)
27. Zare, A., Zare Qanat Noei, H., and Rasannejad, H. 2019. Preparation of a description of services for monitoring the maintenance and operation of modern irrigation systems and its role in the sustainability of these systems (Case study of Faryab plain of Jiroft). The first congress between International and Fourth National Congress of Irrigation and Drainage of Iran, Urmia, pp. 1-8. (In Persian)