Research Paper

Print ISSN: 2251-7480
Online ISSN: 2251-7400

Journal of
Water and Soil Resources Conservation (WSRCJ)

Web site:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

Email:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

Vol. 14
No. 2 (54)

Received:
2024-07-10

Accepted:
2024-08-14

Pages: 29-38

Investigating the Performance Indicators in Sprinkler Irrigation Projects Implemented with Government Subsidies in Malekan Plain

Fariborz Ahmadzadeh Kaleybar[1*], Shahram Shahmohammadi Kalalagh[2] and Sina Fard Moradinia[3]

1) Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2) Associate Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3) Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
*Corresponding author email: f.ahmadzadeh.iaut.ac.ir

Abstract:
Introduction: The conventional methods of traditional irrigation are not responding to the ever-increasing needs of mankind for water and the development of new irrigation systems is increasing day by day, so that large sums of money are spent annually in countries as government subsidies for irrigation projects under pressure. Sums of money are spent annually in countries as government subsidies for pressurized irrigation projects. In these circumstances, field evaluation of implemented systems is necessary to reveal weak points and improve their performance. The purpose of this research is to evaluate the performance indicators of classical fixed sprinkler irrigation systems with mobile sprinklers implemented with government subsidies in the Malekan Plain in the northwest of Iran.
Methods: To evaluate the irrigation systems implemented in Malekan Plain, seven farms equipped with classical fixed sprinkler irrigation systems from the list of projects implemented with government subsidy in East Azerbaijan province were selected with different conditions in terms of location, crop pattern, year of implementation, and the model and layout of sprinklers. Performance evaluation indices included potential efficiency of lower quartile, actual efficiency of lower quartile, Christiansen uniformity coefficient and distribution uniformity. To evaluate the fixed sprinkler irrigation system, 14 cm diameter and 9.5 cm tall catch-cans were arranged in the distance between three risers in a 3x3m square grid. The measurement of the sprinkler flow rate was measured by volumetric method .To record the pressure in the working sprinkler, the riser was installed with a pressure gauge in the next automatic valve, and the pressure was measured instantly. Finally, the evaluation indices were calculated using the relationships related to each and compared with the proposed standard values.
Results: The pressure changes of the irrigation network, which should be less than 20%, are not in the allowed range in any of the farms, although the P3 farm has better conditions with 22% pressure changes. The main reason for the deviation of the average output flow of sprinklers from the value specified in their catalog is also related to this matter. In terms of high pressure changes, which indicate non-observance of hydraulic principles in system design, incorrect implementation or unfavorable operation, farm P1 has the worst conditions and P3 has the best conditions.The values of Christiansen's uniformity coefficient and distribution uniformity (CU and DU) in all farms except P1 are lower than the values suggested by Merriam and Keller ($0.67 \leq DU \leq 0.80$ and $0.81 \leq CU \leq 0.87$). The highest amount of CU and DU is related to P1 with 82.39% and 73.29%, respectively, and the lowest is related to P4 and P7 with 55.43% and 39.70%, respectively. The values of PELQ and AELQ are equal in all fields, which indicates incomplete irrigation of part of the field. The highest value of these indicators is related to P1 with 63.31% and the lowest value is related to P7 with 37.66%.
Conclusion: The results of the evaluation of the sprinkler irrigation systems of Malekan Plain, which were implemented with government subsidies, showed that these systems are not in a properly functioning state. The calculations showed that the evaluation values were lower than the recommended values in all systems. The low uniformity of water distribution has led to low irrigation efficiency in some systems along with high deep penetration. Important reasons for reducing the evaluation indices was detected in the three parts of design, implementation and operation includes low pressure of pumps, non-verticality of risers, leakage in valves, use of unauthorized, damaged and worn sprinklers and disobedience of designed Irrigation period and time. Finally, solutions were separately stated to improve the operation of each farm so that they can be used in similar cases.
Keywords: Sprinkler, Potential efficiency, Application efficiency, Uniformity coefficient, Deep percolation

مقاله پژوهشی

بررسی شاخص‌های عملکرد در پروژه‌های آبیاری بارانی اجرا شده با یارانه دولتی در دشت ملکان

فریبرز احمدزاده کلیبر[1*]، شهرام شاه‌محمدی کلالق[2] و سینا فرد مرادی‌نیا[3]

۱) استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۲) دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۳) استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: f.ahmadzadeh.iaut.ac.ir

شاپا چاپی: ۷۴۸۰-۲۲۵۱
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۰-۲۲۵۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

پست الکترونیک:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

سال چهاردهم
شماره ۲ (٥٤)

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۴/۲۰

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۵/۲۴

صفحات: ۳۸-۲۹

چکیده:

زمینه و هدف: روش های مرسوم آبیاری سنتی پاسخگوی نیازهای روزافزون بشر به آب نبوده و توسعه سیستم‌های آبیاری نوین روز به روز در حال افزایش است بطوری‌که سالانه مبالغ زیادی در کشورها به عنوان یارانه دولتی صرف پروژه‌های آبیاری تحت فشار می‌گردد. لذا ارزیابی مزرعه‌ای سیستم‌های آبیاری بارانی برای نمایان کردن نقاط ضعف و ارائه راهکارهای موثر برای بهبود عملکرد آنها از جنبه‌های مختلف ضروری است. هدف از این پژوهش، بررسی شاخص‌های عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک اجرا شده با یارانه دولتی در دشت ملکان از حوضه آبریز دریاچه ارومیه در شمال‌غرب ایران است.

روش پژوهش: به منظور ارزیابی سامانه‌های آبیاری اجرا شده در دشت ملکان تعداد هفت مزرعه از طرح‌های اجرا شده با یارانه دولتی توسط مدیریت آب وخاک سازمان جهادکشاورزی استان آذربایجانشرقی به‌طور تصادفی و با شرایط متفاوت مکانی، الگوی کشت، سال اجرا و نوع و فاصله آبپاش‌ها انتخاب شدند. شاخص‌های ارزیابی فنی شامل راندمان پتانسیل ربع پایین (PELQ)، راندمان کاربرد ربع پایین (AELQ)، ضریب یکنواختی کریستین سن (CU) و یکنواختی توزیع (DU) بود. جهت ارزیابی سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت یکسری قوطی به قطر ۱۴ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر در فاصله بین سه آبپاش متوالی در شبکه مربعی ۳×۳ چیده شد. اندازه‌گیری دبی آبپاش با روش حجمی انجام یافت. جهت ثبت فشار در آبپاش در حال کار، در شیرخودکار بعدی، رایزر با یک فشارسنج نصب و فشار بصورت لحظه‌ای اندازه‌گیری شد. فشار حداکثر و حداقل سیستم با جابجایی رایزر دارای فشارسنج در مزارع و قرائت فشار داخل ایستگاه پمپاژ اندازه‌گیری‌شد. در نهایت شاخص‌های ارزیابی با استفاده از روابط مربوط به هریک محاسبه و با مقادیر استاندارد پیشنهادی مقایسه گردید.

یافته‌ها: تغییرات فشار شبکه آبیاری که باید کمتر از ۲۰ درصد باشد، در هیچکدام از مزارع در محدوده مجاز قرار ندارد با اینکه مزرعه P3 با ۲۲ درصد تغییرات فشار، دارای شرایط بهتری است. علت اصلی انحراف متوسط دبی خروجی آبپاش‌ها از مقدار قید شده در کاتالوگ آنها نیز مربوط به این مطلب است. از لحاظ تغییرات فشار زیاد که بیانگر عدم رعایت مبانی هیدرولیکی در طراحی سیستم، اجرای نادرست و یا بهره-برداری نامطلوب است، مزرعه P1 بدترین و P3 بهترین شرایط را دارد. مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن و یکنواختی توزیع آب (CU و DU) در همه بلوک ها بجز P1 کمتر از مقادیر پیشنهادی مریام و کلر (DU≥۰/۶۷ ≥ ۰/۸۰ و ۰/۸۱≥CU≥۰/۸۷) می‌باشد. بیشترین مقدار CU و DU مربوط به بلوک P1 بترتیب با ۸۲/۳۹ و ۷۳/۲۹ درصد و کمترین آنها مربوط به بلوک های P4 و P7 به‌ترتیب با ۵۵/۴۳ و ۳۹/۷۰ درصد می‌باشد. مقادیر PELQ و AELQ در همه مزارع با هم برابرند که نشان از آبیاری ناقص قسمتی از اراضی دارد. بیش‌ترین مقدار این شاخص‌ها نیز مربوط به بلوک P1 با مقدار ۶۳/۳۱ درصد و کم‌ترین آن‌ها مربوط به P7 با ۳۷/۶۶ درصد است.

نتایج: ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی دشت ملکان که با یارانه دولتی اجرا شده بودند نشان داد که این سیستم‌ها در وضعیت عملکرد مناسبی قرار ندارند. محاسبات بیانگر مقادیر ارزیابی کمتر از مقادیر توصیه شده در کلیه سامانه‌ها بود. یکنواختی توزیع آب پایین منجر شده است در بعضی از سیستم‌ها ضمن وجود نفوذ عمقی بالا، کفایت آبیاری نیز پایین باشد. مهم‌ترین دلیل کاهش شاخص های ارزیابی در سه بخش طراحی، اجرا و بهره برداری شامل فشار پایین پمپ‌ها، عمود نبودن رایزرها، وجود نشتی در شیرآلات، استفاده از آبپاش‌های غیرمجاز، خراب و فرسوده و عدم رعایت دور و ساعت آبیاری تشخیص داده شد و راهکارهایی از قبیل اصلاح برنامه آبیاری، تقویت پمپ‌ها و تعمیر و تعویض اتصالات و آبپاش‌های معیوب جهت بهبود عملکرد هر سامانه آبیاری به تفکیک بیان شد تا در موارد مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آبپاش، راندمان پتانسیل، راندمان کاربرد، ضریب یکنواختی، نفوذ عمقی

مقدمه

از آنجا که بخش اعظمی از آب شیرین جهان صرف کشاورزی می شود، نقش عملیات آبیاری در صرفه‌جویی و استفاده بهینه از آب و مقابله با بحران کم آبی پررنگ تر است. سالانه هزینه های زیادی از سوی دولت ها جهت بهبود سیستم های آبیاری و تبدیل روش های سنتی به مدرن خرج می شود. فن‌آوری آبیاری بارانی پتانسیل زیادی برای بهبود بهره وری مصرف آب در محصولات کشاورزی دارد. علاوه بر این، مهندس آبیاری می‌تواند میزان آب مصرفی را کنترل کند و برنامه‌ریزی آن آسان‌تر است در نتیجه می‌تواند بهره‌وری را به ازای واحد آب مصرفی افزایش دهد (Kahlown et al., 2007, Montazar and Sadeghi, 2008).

یک سیستم آبیاری بارانی پایدار و کارآمد ترکیبی از طراحی، اجرا، نگهداری، بهره برداری و مدیریت بهینه سیستم است. بنابراین، موفقیت در این عمل ترکیبی، باعث بهبود شیوه‌های مناسب در زمینه آبیاری خواهد شد (Abshiro and Singh, 2018). اگر چه آبیاری بارانی یکی از پرطرفدارترین روش های نوین در طی سه دهه اخیر است اما این واقعیت آشکار است که اکثر طرح های اجرا شده با این روش در سطح پیش بینی شده در طراحی عمل نکرده و بسیاری از آنها عملکرد نامطلوبی دارند. از اینرو ارزیابی مزرعه ای سیستم های آبیاری بارانی برای نمایان کردن نقاط ضعف و ارائه راهکارهای موثر برای بهبود عملکرد آنها از جنبه های مختلف ضروری است. تاکنون تحقیقات زیادی در جهان در این مورد صورت گرفته است. راندمان توزیع را می‌توان با یکنواختی توزیع بیان کرد که شامل ظرفیت یک سیستم آبیاری برای اعمال مقدار مساوی آب در محیط آبیاری می‌شود (Mohamed et al., 2019). لی[1] و رائو[2] (۲۰۰۳) در تحقیق خود اثرات یکنواختی پخش را به‌عنوان یکی از شاخص‌های مقایسه عملکرد واقعی سیستم‌های آبیاری بارانی بر روی محصول، عامل بسیار مهم در طراحی و عملکرد سیستم‌های بارانی دانستند. دچمی[3] و همکاران (۲۰۰۳) پس از ارزیابی ۳۲ سیستم آبیاری بارانی در شمال‌شرق اسپانیا ، شامل سیستم‌های کلاسیک ثابت، عقربه‌ای و متحرک خطی، گزارش کردند که میانگین ضریب یکنواختی کریستیانسن برای این سیستم‌ها به ترتیب ۶۸، ۷۵/۵ و ۸۰ درصد بوده است. هم‌چنین ضریب یکنواختی کریستیانسن بر اثر وزش باد در سیستم‌های کلاسیک ثابت با شدت بیشتری نسبت به دو سیستم دیگر کاهش می‌یابد. پلاین[4] و همکاران (۲۰۰۵) و زاپاتا[5] و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقات خود، باد را به عنوان مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر بر عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی و یکنواختی توزیع آب دانسته‌اند و اثر سرعت باد روی یکنواختی توزیع را مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج آنها استراتژی استاندارد زمانی را برای آبیاری مناسب طبقه بندی می‌کند که $CU \geq 84$٪ و $WDEL \leq 20$٪ باشد. حدود آستانه پارامترهای آبیاری برای استراتژی متوسط $CU \geq 80$٪ و $WDEL \leq 25$٪ بود و در نهایت، استراتژی محدودکننده از آستانه های $CU \geq 90$٪ و $WDEL \leq 15$٪ استفاده کرد. دوگان[6] و همکاران (۲۰۰۸)، نتیجه گرفتند در ارزیابی آبیاری بارانی معمولاً راندمان‌های آبیاری و یکنواختی توزیع آب در مزرعه شاخص‌های تعیین کننده بوده به طوری که راندمان آبیاری، بیشتر روی افشانه‌ها متمرکز شده و تحت تأثیر مدیریت می‌باشد ولی یکنواختی توزیع تحت تأثیر طراحی سیستم است. اگر قسمتی از مزرعه آب بیشتری دریافت کند، به ناچار قسمت دیگر آن تحت کم‌آبیاری قرار گرفته و بالعکس که آب اضافی طی مکانیزم‌هایی از قبیل شستن مواد مغذی خاک، افزایش شیوع بیماری‌ها و کاهش رشد بخش تجاری، باعث کاهش عملکرد محصول می گردد. باوی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که بازدهی کاربرد آب در سامانه‌های آبیاری بارانی قبل از هر چیز به وسیله‌ی میزان تلفات تبخیر و باد کنترل می‌شود و بازدهی واقعی آب در ربع پایین معرف بازدهی آب در داخل مزرعه است، که واقعیت عینی دارد. همچنین به پیشنهاد اهانکو[7] (۲۰۱۰)، یک نقطه شروع خوب برای مدیریت بهینه آب، ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری موجود به‌منظور شناسایی مشکلات و ارائه راه حل‌های اصلاحی است. استانبولی[8] و همکاران (۲۰۱۳) مقدار تلفات تبخیر و باد را در سیستم کلاسیک ثابت در منطقه ای نیمه خشک در اسپانیا بررسی کردند و مقدار متوسط تلفات تبخیر و باد را در طول روز ۱۰/۹ درصد و در طول شب ۳/۷ درصد به دست آوردند. لی و همکاران (۲۰۱۵) مدلی را برای شبیه سازی حرکت قطرات پس از خروج از آبپاش پیشنهاد کردند و بر مبنای آن، نرم‌افزاری را طراحی کردند که تحت شرایط فواصل آبپاش متفاوت و شرایط محیطی مختلف، در یک سامانه آبیاری بارانی، یکنواختی توزیع آب را پیش‌بینی می‌کند. در این نرم افزار از ضریب یکنواختی کریستیانسن برای تخمین یکنواختی توزیع آب استفاده شده است. الباسط[9] همکاران (۲۰۱۶) یکنواختی توزیع آب (CU) و تلفات باد و تبخیر (WDEL) را در یک سیستم آبیاری بارانی در سه منطقه در مصر با دو نوع آبپاش Senninger (ND-UP3-Inv. wobbler)و Nelson (D3000) مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که برای دو فصل، Senninger مقادیر بالاتری از CU (٪۸۵- ۸۰) نسبت به Nelson (۷۵-۸۰٪) داشت و WDEL با Nelson به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از Senninger بود. رادر[10] و بابا[11] (۲۰۱۸)، در پژوهشی در دشت گندربال هند نتیجه گرفتند ارتفاع رایزر و تغییرات فشار بیشترین تاثیر را روی یکنواختی پخش آبپاش‌ها داشته و سرعت باد بدلیل کم بودن آن در منطقه، تاثیر چندانی روی ضریب یکنواختی پخش ندارد. ناسو[12] و همکاران (۲۰۱۸)، ارزیابی

اثرات سیستم آبیاری بارانی را در ایالت تارابای (Taraba state) نیجریه بر روی مزارع چای انجام دادند. نتایج، زمانی‌که دبی آبپاش ۱/۲ لیتر برثانیه و شدت پخش آن ۷/۵ میلی متر در ساعت بود مقدار CU را۹۰ درصد و نفوذ عمقی (Deep Percolation Ratio)را ۷۹ درصد نشان داد. مقایسه مقادیرIP (Irrigation Productivity) نیز از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ روند خوب عملکرد سیستم آبیاری را نشان داد. کاورو[۱۳] و همکاران (۲۰۱۸)، تاثیر دور و زمان آبیاری بارانی کلاسیک ثابت را بر تغییرات عملکرد و ارتفاع ذرت در زاراگوزای اسپانیا بررسی کردند و دریافتند که آبیاری در شب باعث افزایش ارتفاع ذرت (۳+٪) و عملکرد (۱۰+٪) نسبت به آبیاری در روز می‌شود و آبیاری در روز با فرکانس آبیاری بالا باعث کاهش ارتفاع ذرت (۷-٪) و عملکرد (۵-٪) در مقایسه با فرکانس کم می‌شود. معروف‌پور و همکاران (۲۰۱۹)، سیستم‌های بارانی ثابت استان کردستان را با استفاده از شاخص‌های عملکرد در ۱۰ طرح مختلف در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۷ بررسی کردند. نتایج نشان داد اعمال ملاحظات اصلاحی در طراحی، برنامه ریزی آبیاری و نوع آبپاش در سال ۲۰۱۷، شاخص‌های ضریب یکنواختی و راندمان پتانسیل ربع پایین را به‌ترتیب ۲۹ و ۸۲ درصد بهبود و تلفات نفوذ عمقی را ۴۰ درصد کاهش داد. معروف‌پور و همکاران (۲۰۱۹)، یک مدل واحد برای به دست آوردن مقادیر CU در چهار نوع آبپاش ZK30، ZM22، AMBO و LUXOR با روش‌های LSSVM, NF-SC, ANN NF-GP, و GEP پیشنهاد دادند بر اساس نتایج، تمامی مدل‌های کاربردی قابلیت خوبی در برآورد CU ارائه کردند و شاخص قطر نازل کمترین تأثیر را در مدل‌سازی CU سیستم‌های آبیاری بارانی داشت. فاریابی و همکاران(۲۰۲۰)، به مقایسه سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و ویل مو در دشت دهگلان در ایران پرداختند و مقادیر PALQ, PELQ, DU, CU را بترتیب ۱۲،۶، ۱۹،۸، ۲۱،۵ و ۱۴،۵درصد در سیستم های ویل مو بیشتر بدست آوردند. در سیستم های ویل مو میانگین مقدار تلفات باد و تبخیر (WDEL) و تلفات نفوذ (DP) به‌ترتیب ۰/۴۵ و ۱/۱۷ درصد کمتر و کفایت آبیاری ۱۶/۳ درصد بیشتر بود. کاریم[۱۴] و همکران (۲۰۲۱)، به ارزیابی کارایی سیستم آبیاری بارانی، تخمین تلفات پاششی در آبپاش‌های مزرعه و ارزیابی توزیع اندازه قطرات آب در مدل‌های مختلف آبپاش در عراق پرداختند و نتیجه گرفتند بازده کلی سیستم بارانی کلاسیک ثابت کمتر از ۶۸٪ است. تلفات پاششی ۸/۵ تا ۲۵ درصد بود و توزیع اندازه قطرات آبپاش به طور قابل توجهی با فاصله از مرکز آبپاش همبستگی داشت. طبق مرور نتایج مطالعات در کشور ایران، یکنواختی توزیع پایین‌تر از حد قابل قبول است و مهم‌ترین دلایل ضعیف بودن عملکرد سیستم‌ها، طراحی و اجرای ناکارآمد، به کارگیری وسایل باکیفیت نامناسب، مشکلات بهره‌برداری و مدیریتی، دانش ناکافی کشاورزان از نیاز آبی گیاهان و سیستم‌های آبیاری است (احمدزاده کلیبر و امامی‌فر، ۱۴۰۲). با توجه به محدودیت شدید منابع آبی دشت ملکان و قرار گرفتن این دشت در حوضه آبریز دریاچه در حال مرگ ارومیه و نقش بسزای آن در تامین حقابه دریاچه ضروری بنظر می‌رسید که با گذشت چندین سال از شروع بهره‌برداری طرح های آبیاری بارانی اجرا شده با یارانه دولتی ارزیابی آنها انجام گیرد. لذا در این تحقیق طرح‌ها به‌طور مجزا مورد ارزیابی فنی قرار گرفته، مشکلات آن‌ها بررسی و با مطالعات اخیر مقایسه و راهکارهای عملی برای بهبود سیستم ها ارائه شده‌است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت ملکان جزو حوضه آبریز دریاچه ارومیه بوده و دارای دو رودخانه فصلی مردق چای و لیلان چای است که نهایتا وارد دریاچه ارومیه می‌شوند. این دشت در جنوب غربی استان آذربایجانشرقی در مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه شمالی و ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شرقی قرار گرفته است. محدودیت شدید منابع آب و خطر خشک شدن دریاچه ارومیه، لزوم افزایش راندمان آبیاری در دشت ملکان را دوچندان کرده و دولت را مجاب به توسعه سیستم های آبیاری بارانی و جایگزینی آن با آبیاری های سنتی نموده است بطوریکه سالانه هزینه‌های زیادی تحت عنوان یارانه دولتی صرف این پروژه‌ها می‌گردد.

روش تحقیق

به منظور ارزیابی سامانه‌های آبیاری اجرا شده در دشت ملکان تعداد هفت مزرعه از لیست طرح‌های اجرا شده با یارانه دولتی توسط مدیریت آب وخاک سازمان جهادکشاورزی استان آذربایجانشرقی به‌طور تصادفی و با شرایط متفاوت مکانی، الگوی کشت، سال اجرا و نوع و فاصله آبپاش‌ها و از بین سیستم‌هایی انتخاب شدند که حداقل یک فصل زراعی از بهره‌برداری آن‌ها سپری شده باشد شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و مزارع انتخابی را نشان می‌دهد.

ارزیابی شامل مراحل جمع‌آوری اطلاعات اولیه، اندازه‌گیری های مزرعه ای (عملیات میدانی)، محاسبه پارامترها و نتیجه‌گیری بود. جدول (۱) خلاصه مشخصات مزارع آزمایشی و سیستم‌های آبیاری مربوطه را نشان می‌دهد.

شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و مزارع انتخابی

جدول ۱. مشخصات مزارع انتخابی و سیستم آبیاری مربوطه

کد مزرعه	نام روستا	مساحت مزرعه (هکتار)	نوع آبپاش	دبی آبپاش (لیتر بر ثانیه)	فاصله آبپاش-ها(متر)	نوع محصول	آبپاش‌های در حال کار	دور آبیاری (روز)	مدت آبیاری (ساعت)	سال اجرا
P1	شیرین کند	۱	VYR60	۰/۴۱	۱۵×۱۵	گندم	۲	۱۰	۶/۴۰	۱۳۹۸
P2	آروق	۱/۴۵	VYR155	۲/۳۶	۲۰×۲۰	گندم	۳	۹	۲/۸۷	۱۳۹۷
P3	آرپادرسی	۲	KOMET 162-163	۱/۹۳	۲۰×۲۰	گندم	۳	۱۰	۲/۴۳	۱۳۹۹
P4	تازه کند	۴/۴۰	KOMET R20-R8	۱	۲۱×۲۱	یونجه	۴	۵	۳/۳۱	۱۳۹۸
P5	داش بلاغی	۱/۵۰	(ZK_{30}) SAROO	۱/۶۲	۲۰×۲۰	یونجه	۲	۵	۱/۵۸	۱۳۹۹
P6	قره گل	۱	KOMET 162-163	۱/۹۳	۲۰×۱۵	جو	۳	۷	۱/۱۰	۱۳۹۶
P7	قوزلو	۳	KOMET 162-163	۱/۹۳	۲۰×۲۰	گندم	۲،۸	۹	۲/۷۰	۱۳۹۵

به منظور اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک، در هرکدام از مزارع قبل از انجام عمل آبیاری نمونه‌های دست نخورده و دست خورده تهیه و اندازه‌گیری-های لازم در آزمایشگاه انجام شد. طبق نتایج آزمایش کیفیت خاک و نفوذپذیری مزارع

جدول۲. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مزارع آزمایشی

مشخصات نمونه	بلوک‌های آزمایشی						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
هدایت الکتریکی (mmohs/cm)	۰/۸۹۷	۱/۱۸۵	۰/۶۵	۰/۷۹۵	۱/۲۳۰	۱/۷۹۰	۱/۱۷۱
اسیدیته گل اشباع (pH)	۷/۸۷	۷/۷۴	۸/۱۲	۷/۷۹	۸/۳۲	۷/۴۰	۷/۲۱
بافت خاک	لومی رسی	رسی	لومی	لومی رسی شنی	لومی	لومی	لومی رسی
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۲۱	۱/۳۵	۱/۲۲	۱/۳۷	۱/۳۳	۱/۲۸	۱/۳۰
وزن مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	۲/۵۷	۲/۶۷	۲/۵۹	۲/۷۵	۲/۵۱	۲/۶۱	۲/۵۶
کمبود رطوبتی خاک (mm)	۲۲/۲۳	۲۵/۶۷	۲۳/۴۲	۳۱/۵۴	۲۷/۲۶	۲۶/۸۹	۲۳/۱۹
نفوذ پذیری نهایی خاک (mm/hr)	۸ -۲۰	۸ -۲۰	۸ -۲۰	۸ -۲۰	۸ -۲۰	۱۳	۸

(جدول۲) محدودیت شدیدی برای آبیاری بارانی در هیچ-کدام از مزارع آزمایشی مشاهده نشد هر چند وضعیت مزارع P3 و P4 از نظر EC بهتر از بقیه بود. سرعت باد هنگام آزمایش در هر یک از مزارع P1 الی P7 بترتیب ۲/۸، ۳/۳، ۱/۱، ۲/۲، ۳/۷، ۳/۱ و ۳/۵ متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد که در محدوده بادهای آرام (۰/۸-۱ متر بر ثانیه) و متوسط (۴/۵- ۱/۸ متر بر ثانیه) قرار می‌گیرند.

شاخص‌های ارزیابی فنی شامل راندمان پتانسیل ربع پایین، راندمان کاربرد ربع پایین، ضریب یکنواختی کریستین‌سن و یکنواختی توزیع بود(Merriam and Keller,1987). کریستیانسن[15] (۱۱۹۴۲)، سه روش را برای تعیین ضریب یکنواختی در شرایط مزرعه پیشنهاد کرده است: ۱- استفاده از چند (دو) لوله فرعی ۲- استفاده از یک لوله فرعی ۳- استفاده از یک آبپاش منفرد. در این پژوهش از روش استفاده از یک لوله فرعی استفاده شد. جهت ارزیابی سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت یکسری قوطی در فاصله بین سه آبپاش در شبکه مربعی ۳×۳ متوالی چیده شد، به طوری که آبپاش مورد آزمایش در مرکز شبکه قوطی ها قرار گرفت و قوطی ها در دو طرف این آبپاش تا آبپاش مجاور چیده شدند (Lemeister et al., 2007). قوطی ها استوانه ای شکل به قطر ۱۴ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر بودند. قبل از به‌کار انداختن آبپاش‌ها تمام قوطی‌ها کنترل گردید تا عمود بوده و پوشش گیاهی اطرف مانع ورود آب به داخل قوطی‌ها نباشد. بعد از گذشت یک و نیم ساعت از کارکرد آبپاش ها(Montazar and Moridnejad, 2008) بلا-فاصله حجم آب داخل قوطی‌ها با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری و یادداشت شد. تعدادی از قوطی‌ها (دو یا سه قوطی) که در ابتدای شروع آزمایش دارای حجم مشخصی از آب بود (تقریباً برابر با حجم میانگین آبی که انتظار می‌رفت در داخل قوطی‌ها جمع شود) دور از آبپاش‌ها، جهت تخمین میزان تبخیر در مزرعه قرار داده شده و در انتهای آزمایش نیز حجم آب باقی‌مانده در آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود (Tarjuelo et al., 1999). اندازه‌گیری دبی آبپاش با روش حجمی با استفاده از یک گالن۲۰ لیتری مدرج، دو قطعه شلنگ با قطرهای اندکی بزرگتر (جهت سهولت اتصال شلنگ‌ها به نازل‌ها) از نازل‌های آبپاش به طول ۲ متر و کرنومتر انجام یافت. جهت ثبت فشار در آبپاش در حال کار، در شیرخودکار بعدی، رایزر با یک فشارسنج نصب و فشار بصورت لحظه‌ای اندازه گیری شد. فشار حداکثر و حداقـل سیستم با نصب رایزر دارای فشارسنج در نقاط مختلف مزارع و قرائت فشار داخل ایستگاه پمپاژ اندازه‌گیری‌شد. پس از انجام اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای، شرایط واقعی کارکرد و هم پوشانی آبپاش ها شبی سازی شد و پارامترهای ارزیابی بصورت جداگانه برای هر بلوک آزمایشی با استفاده از معادلات (۱) تا (۶) محاسبه گردید (Merriam and Keller,1987).

$$CU_t = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(D_i - \bar{D})}{N \times \bar{D}}\right] \times 100 \qquad (۱)$$

$$DU_t = \frac{D_q}{\bar{D}} \times 100 \qquad (۲)$$

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

$$AELQ_t = \frac{SMD}{D_r} \times 100 \qquad (۴)$$

$$PELQ_t = \frac{D_q}{D_r} \times 100 \qquad (۵)$$

$$SMD = \frac{(FC - M) \times d \times \rho b}{100} \qquad (۶)$$

در این روابط CUt: ضریب یکنواختی کریستیانسن (درصد)، Di: عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری(mm)، $\bar{D}$: متوسط عمق‌های آب جمع شده در قوطی‌ها(mm)، N: تعداد کل قوطی‌ها، DUt: یکنواختی توزیع (درصد)، Dq: متوسط عمق آب در یک‌چهارم کمترین مقادیر اندازه‌گیری شده(mm)، AELQ: راندمان کاربرد ربع پایین (درصد)، Dr: متوسط عمق ناخالص آبیاری(mm)، SMD: کمبود رطوبت خاک(mm)، PELQt: راندمان پتانسیل ربع پایین، FC: درصد وزنی رطوبت در ظرفیت مزرعه، d: عمق موثر ریشه (cm)، M: درصد وزنی رطوبت خاک قبل از آبیاری و ρb: وزن مخصوص خاک (gr/cm^3)را نمایش می‌دهند. رابطه (۴) زمانی به‌جای رابطه (۳) به‌کار می‌رود که مقدار SMD کمتر از Dq باشد.

شاخص‌های ارزیابی دیگری نیز مانند ضریب یکنواختی هارت و رینولدز (۱۹۶۵)، ضریب یکنواختی آماری(CUS)، و راندمان تخلیه(Ed)، برای سیستم‌های آبیاری بارانی استفاده شده‌اند (منتظر و مریدنژاد، ۲۰۰۸) اما در این تحقیق شاخص-های پرکاربرد بکارگرفته شده‌است. مقادیری که از معادلات بالا به دست می‌آید بایستی با توجه به اختلاف فشار در سیستم تعدیل شوند تا بتوان آن‌ها را به کل سامانه‌ها نسبت داد، روابط (۷) تا (۱۱) نحوه محاسبه پارامترهای ارزیابی در کل سامانه‌ها را نشان می‌دهند (Topak et al., 2005)

$$CU_s = CU_t \left[\frac{1 + \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}}\right)^{0.5}}{2}\right] \qquad (۷)$$

$$DU_s = DU_t \left[\frac{1 + 3\left(\frac{P_{min}}{P_{mean}}\right)^{0.5}}{4}\right] \qquad (۸)$$

$$PELQ_s = (1 - ER) \times PELQ_t \qquad (۹)$$

$$AELQ_s = (1 - ER) \times AELQ_t \qquad (۱۰)$$

$$ER = 0.2 \times \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{mean}} \qquad (۱۱)$$

در این معادلات Pmin, Pmax و Pmean به‌ترتیب حداقل فشار، حداکثر فشار و میانگین فشار سامانه بر حسب بار، CUs و DUs به‌ترتیب ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع سامانه، $PELQ_S$راندمان پتانسیل ربع پایین سامانه، $AELQ_S$ راندمان کاربرد ربع پایین سامانه و ER ضریب کاهش راندمان است.

نتایج و بحث

جدول (۳) نتایج اندازه‌گیری دبی متوسط آبپاش، فشار در دو نقطه (حداقل و حداکثر) و نتایج محاسبات فشار متوسط، تغییرات فشار و ضریب کاهش راندمان در هر مزرعه را نشان می‌دهد. همان گونه که در جدول (۳) مشخص است تغییرات فشار شبکه آبیاری که باید کمتر از ۲۰ درصد باشد (Merriam and Keller, 1978)، در هیچ‌کدام از مزارع در محدوده مجاز قرار ندارد با اینکه مزرعه P3 با ۲۲ درصد تغییرات فشار، دارای شرایط بهتری است. فاصله مقدار متوسط دبی آبپاش‌ها از مقدار قید شده در کاتالوگ آنها (ستون ۵ جدول ۱) نیز موید این مطلب است.

شاخص‌های ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل ربع پایین و راندمان کاربرد ربع پایین برای هر مزرعه آزمایشی و سپس با تاثیر تغییرات فشار درکل سیستم طبق روابط ذکر شده در بخش قبلی، برای کل سیستم‌ها محاسبه و در جدول (۴) آمده است. مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن و یکنواختی توزیع آب (CU و DU) در همه مزرعه ها بجز P1 کمتر از مقادیر پیشنهادی مریام و کلر (۰/۸۷≥CU≥۰/۸۱ و ۰/۸۰ ≥DU≥۰/۶۷) می‌باشد (Merriam and Keller, 1978). بیشترین مقدار CU و DU مربوط به مزرعه P1 بترتیب با ۸۲/۳۹ و ۷۳/۲۹ درصد و کمترین آنها مربوط به مزرعه های P4 و P7 به‌ترتیب با ۵۵/۴۳ و ۳۹/۷۰ درصد می‌باشد. مقادیر PELQ و AELQ در همه مزارع با هم برابرند که نشان از آبیاری ناقص قسمتی از اراضی دارد. بیش ترین مقدار این شاخص‌ها نیز مربوط به مزرعه P1 با مقدار ۶۳/۳۱ درصد و کم‌ترین آن‌ها مربوط به P7 با ۳۷/۶۶ درصد است.

در مقایسه نتایج شاخص های ارزیابی مزارع مورد آزمایش در این مطالعه با نتایج دیگر محققان می توان عنوان کرد نتایج تحقیق آبشرو و همکاران (۲۰۱۸) که برای فواصل آبپاش ۱۲×۱۸ متر و فشار ۲/۵ بار، در مزارع نیشکر اتیوپی انجام داده و مقدار CU و DU را بترتیب برابر ۷۸ و ۶۴ درصد محاسبه کرده‌اند قدری بهتر از نتایج این تحقیق است. همچنین نتایج تحقیق فاریابی و همکاران (۲۰۲۰) که مقادیر متوسط AD, DP, WDEL, AELQ, PELQ, DU, CU را در مزارع دهگلان در ایران بترتیب ۶۶، ۵۱، ۴۹، ۴۴، ۱۱، ۲۵ و ۶۸ درصد بدست آورده‌اند ضعیف‌تر از نتایج تحقیق حاضر می‌باشد و نشان می‌دهد که CU، DU، PELQ و ADirr در تحقیق حاضر به ترتیب ۱،۴۷، ۳،۱۸، ۳،۶ و ۳ درصد بیشتر هستند. در تحقیق حاضر راهکارهایی برای افزایش راندمان آبیاری در مزارع دارای مشکلات فنی و مدیریتی ارائه شده است که علاوه بر رفع مشکلات این مزارع در مزارع با مشکلات مشابه نیز قابل استفاده است. همچنین روش مطالعه حاضر برای ارزیابی سیستم های آبیاری بارانی اجرا شده در سایر مناطق با هدف بهبود سیستم ها توصیه می شود.

جدول ۳. دبی و شدت پخش آبپاش، تغییرات فشار اندازه گیری شده و ضریب کاهش راندمان در مزارع آزمایشی

کد مزرعه	متوسط دبی آبپاش (L/s)	شدت پخش (mm/hr)	فشار متوسط P_{mean}(bar)	فشار حداقل P_{min}(bar)	فشار حداکثر P_{max}(bar)	تغییرات فشار $\frac{P_{max}-P_{min}}{P_{mean}}$ (%)	ضریب کاهش راندمان (ER)
P1	۰/۳۹	۶/۲۴	۱/۹۰	۱/۷۳	۲/۵۵	۴۳	۰/۰۸۶
P2	۱/۸۶	۱۶/۷۴	۳/۷۱	۳/۱۰	۴/۲۱	۳۰	۰/۰۶۰
P3	۱/۷۶	۱۵/۸۴	۴/۲۴	۳/۹۳	۴/۸۵	۲۲	۰/۰۴۳
P4	۰/۸۷	۷/۱۰	۳/۶۶	۳/۰۲	۴/۲۱	۳۳	۰/۰۶۵
P5	۱/۳۲	۱۱/۸۸	۳/۲۱	۲/۷۳	۳/۵۵	۲۶	۰/۰۵۱
P6	۱/۵۳	۱۸/۳۶	۲/۸۸	۲/۲۲	۳/۱۹	۳۴	۰/۰۶۷
P7	۱/۶۵	۱۴/۸۵	۳/۱۲	۲/۵۴	۳/۳۳	۲۵	۰/۰۵۱

جدول۴. مقادیر پارامترهای ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی درمنطقه مورد مطالعه (برحسب درصد)

کد مزرعه	CU_t	DU_t	$PELQ_t$	$AELQ_t$	CU_s	DU_s	$PELQ_s$	$AELQ_s$
P1	۸۲/۳۹	۷۳/۲۹	۶۳/۳۱	۶۳/۳۱	۸۰/۵۰	۷۰/۷۷	۵۷/۸۴	۵۷/۸۴
P2	۶۴/۶۴	۴۷/۱۳	۴۵/۲۶	۴۵/۲۶	۶۱/۸۶	۴۴/۰۹	۴۲/۵۶	۴۲/۵۶
P3	۷۵/۲۰	۶۲/۳۸	۶۲/۰۴	۶۲/۰۴	۷۳/۸۰	۶۰/۶۴	۵۹/۳۵	۵۹/۳۵
P4	۵۵/۴۳	۴۸/۳۲	۴۲/۱۳	۴۲/۱۳	۵۲/۸۹	۴۵/۰۰	۳۹/۳۹	۳۹/۳۹
P5	۷۵/۲۰	۶۲/۳۸	۵۰/۸۹	۵۰/۸۹	۷۲/۲۸	۵۸/۷۴	۴۸/۲۹	۴۸/۲۹
P6	۷۵/۲۰	۶۲/۳۸	۵۹/۷۴	۵۹/۷۴	۷۰/۶۱	۵۶/۶۷	۵۵/۷۲	۵۵/۷۲
P7	۶۳/۴۷	۳۹/۷۰	۳۷/۶۶	۳۷/۶۶	۶۰/۳۷	۳۶/۷۹	۳۵/۷۵	۳۵/۷۵
میانگین	۷۰/۲۲	۵۶/۵۱	۵۱/۵۸	۵۱/۵۸	۶۷/۴۷	۵۳/۲۴	۴۸/۴۱	۴۸/۴۱

راهکارهای اصلاح سیستم‌ها

مقادیر متفاوت شاخص‌های ارزیابی برای مزارع مختلف نشان داد نمی‌توان برای همه مزارع آزمایشی راه‌کار یکسانی پیشنهاد داد. لذا در این مطالعه راهکارهای اصلاح متناسب با هر سیستم ارائه می‌شود.

مزرعه P1 : دور آبیاری ۱۰ روز و مدت کارکرد آبپاش‌ها در هر استقرار ۶/۴ ساعت می‌باشد. با کاهش مدت زمان کارکرد آبپاش‌ها در هر استقرار می‌توان راندمان کاربرد را افزایش و تلفات عمقی را تا حد زیادی کاهش داد. اما هم‌زمان با کاهش مدت کارکرد، یکنواختی توزیع آب را نیز باید افزایش داد تا مانع از کاهش کفایت ربع پایین شود. کمتر بودن فشار متوسط آبپاش‌ها نسبت به فشار طراحی و سرعت باد را می‌توان به عنوان مهمترین دلیل پایین بودن یکنواختی توزیع آب در این سیستم ذکر کرد. پیشنهاد می‌شود با استفاده هم‌زمان از تعداد آبپاش کمتر و به‌کار بردن آبپاش‌ها به مدت ۴/۵ ساعت، از این سیستم استفاده بهینه به عمل آید. در مدت زمان ۴/۵ ساعت، میانگین عمق آب نفوذ کرده در خاک ۲۴/۴۱ میلی‌متر خواهد بود که تقریباً با کمبود رطوبت خاک در زمان آبیاری (۲۲ میلی‌متر) که از رابطه ۶ بدست می‌آید برابری می‌کند. با اینکار علاوه بر افزایش راندمان‌های آبیاری به کاهش مصرف انرژی، کاهش استهلاک پمپ و سیستم، کاهش نیاز به نیروی کارگری در طول فصل زراعی و همچنین کاهش شستشوی مواد مغذّی خاک کمک شایانی می‌شود.

مزرعه P2: سهم مشکلات مدیریتی و بهره‌برداری در پایین بودن PELQ (PELQ=۴۲/۵۶) در این مزرعه بیشتر از مشکلات طراحی و اجرایی است. فشار آبپاش‌ها در این سیستم (P_{mean}(bar)=۳/۷۱) به حدی ضعیف بوده که هر آبپاش آب را تنهـا در نزدیکی خود پاشیده است. برای برطرف کردن و یا کاهش دادن این مشکلات پیشنهاد می‌شود تعداد آبپاش‌هایی که به طور هم‌زمان مشغول به کار هستند به اندازه ظرفیت سیستم بوده و روی هر لوله فرعی در هر زمان تنها یک آبپاش گذاشته شود هم‌چنین تنها از یک نوع آبپاش با مشخصات معلوم (آبپاش طراحی) استفاده شود. تعداد زیادی از شیر خودکارهای این سیستم کارکرد مناسبی ندارند. اصولاً شیر خودکارهای مورد استفاده مرسوم در کشور ما در فشارهای پایین، آب‌بندی خوبی ندارند.

مزرعه P3: مشکل مدیریتی خاصی ندارد، فشار متوسط سیستم بالاست و تغییرات فشار در سیستم نسبتا کم است. لذا می‌توان گفت این مزرعه بهترین شرایط را دارد.

مزرعه P4: متوسط عمق آب نفوذ کرده در خاک در این شرایط کمتر از کمبود رطوبت خاک در زمان آبیاری (۳۴ میلی‌متر) که از رابطه ۶ بدست می‌آید است، لذا باید یا دور آبیاری را کم کرد و یا ساعت کارکرد آبپاش‌ها را افزایش داد. از آنجاکه آبیاری سبک با تناوب بیشتر توسط بسیاری از پژوهشگران سفارش شده است، پیشنهاد می‌شود با فرض ثابت بودن تبخیر و تعرق طی دور آبیاری و خطی بودن تغییرات رطوبت خاک، دور آبیاری را ۴ روز در نظر گرفت. در این صورت کمبود رطوبت خاک در زمان آبیاری حدود ۲۵ میلی‌متر و برابر با متوسط عمق آب نفوذ کرده خواهد بود. راه‌حل رفع یکنواختی پایین سیستم نیز افزایش فشار متوسط و کاهش تغییرات فشار در سیستم است. با استفاده همزمان از تعداد آبپاش کمتر و بستن شیر ابتدای لوله فرعی قبل از نصب آبپاش‌ها در هر استقرار و یا برداشتن آنها و تعویض به موقع قطعات خراب شده شیرخودکارها می‌توان باعث کاهش تغییرات فشار در سیستم شد.

مزرعه P5: با توجه به اینکه متوسط عمق آب نفوذ کرده در خاک (۱۵/۳۱ میلی‌متر) در این شرایط بیشتر از کمبود رطوبت خاک در زمان آبیاری (۱۰ میلی‌متر) است، بدلیل مشابه با مزرعه P4 پیشنهاد می‌شود در این سیستم دور آبیاری ثابت مانده و مدت کارکرد آبپاش‌ها در هر استقرار به ۱/۳ ساعت (به جای ۱/۵۸ ساعت) کاهش یابد. اما هم‌زمان با کاهش ساعت کارکرد، یکنواختی توزیع آب را نیز باید افزایش داد تا مانع از کاهش کفایت ربع پایین شود. ذکر این نکته نیز ضروری است که مدت آبیاری نمی‌تواند کمتر از ۱/۳ ساعت باشد زیرا در این صورت میانگین عمق آب نفوذ کرده در خاک، کمتر از کمبود رطوبت خاک در زمان آبیاری (SMD) خواهد بود.

مزرعه P6: بالا بودن تغییرات فشار در سیستم و ضریب کاهش راندمان بالا باعث شده است تا پارامترهای ارزیابی در کل سیستم نسبت به مزرعه آبیاری کاهش یابد برای این منظور باید برنامه آبیاری طراحی شده کنترل شود و تعداد آبپاش های در حال کار و موقعیت آنها براساس پارامترهای طراحی باشد.

مزرعه P7: نتایج محاسبه پارامترهای طراحی نشان می‌دهد مشکلات اساسی در آن وجود دارد بطوریکه یکنواختی توزیع اصلا وضعیت مناسبی ندارد. عدم آگاهی کشاورزان از تنظیم پیچ‌های سر نازل آبپاش‌ها و تعمیر و اورحال آبپاش‌ها همچنین لقی و عمود نبودن رایزرها از دلایل اصلی پایین بودن پارامترهای ارزیابی این سیستم تشخیص داده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی دشت ملکان که با یارانه دولتی اجرا شده بودند نشان داد که این سیستم‌ها در وضعیت عملکرد مناسبی قرار ندارند. ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع کمتر از مقادیر پیشنهاد شده بدست آمد. دلایل عملکرد نامناسب در مزرعه‌های آزمایشی متفاوت بوده ولی در حالت کلی در سه بخش طراحی شامل: دور و مدت آبیاری نامتناسب با سیستم آبیاری و منطقه طرح‌ها، تغییرات غیر مجاز فشار در سیستم و عدم تامین فشار طراحی در سر

آبپاش‌های در حال کار، اجرا شامل: عدم آب‌بندی شیرآلات، اتصالات و شیرخودکارها و مشکلات بهره برداری شامل: استفاده هم‌زمان بیش از تعداد طراحی شده آبپاش مخصوصا در روی یک لترال، استفاده از پمپ‌های قدیمی و فرسوده، عدم رعایت دور آبیاری و مدت کارکرد طراحی شده برای آبپاش‌ها، عمود نبودن و لقی رایزرهای مورد استفاده، و استفاده از سیستم در زمان‌های با سرعت باد بالا خلاصه می‌شود. البته مشکلات مدیریتی از قبیل عدم کنترل مصرف آب و قیمت‌گذاری آب متناسب با محصول کشت شده از طرف سازمان‌های ذیربط و همچنین عدم آموزش مناسب کشاورزان برای کار با سیستم‌های آبیاری بارانی را هم باید به این مشکلات اضافه کرد. در این تحقیق برای هرکدام از مزارع مورد آزمایش راهکارهای مناسب ارائه گردید تا ضمن اصلاح سیستم ها در طرح های مشابه نیز مورد استفاده قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز بخاطر حمایت های مالی از این تحقیق که بر اساس قرارداد پروژه تحقیقاتی است تشکر می نمایند.

Reference:

Abshiro, F.K. & Singh P. (2018). Performance Evaluation of Infield Sprinkler Irrigation System under Existing Condition in Beles Sugar Development Project, Ethiopia. *Irrigation and Drainage Systems Engineering*, 7(2): 1-6. doi: 10.4172/2168-9768.1000213

Ahaneku, I. E. (2010). Performance evaluation of portable sprinkler irrigation system in Ilorin, Nigeria. Indian *Journal of Science and Technology*, 3(8): 853-857.

Ahmadzadeh Kaleybar, F. & Emamifar, M. (2023). Technical Evaluation of Classic Stationary Sprinkler Irrigation Systems with Travelling Sprinklers (Komet 162) in Arasbaran Plain of Development Lands for Irrigation. *Iranian Journal of Irrigation and Water Engineering*, No. (13): 148-162. (In Persian).

Bavi, A., Kashkuli, H.A., Broomand, S., Naseri, A. & Albaji, M. (2009). Evaporation losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. *Journal of Applied Sciences*, 9(3): 597-600.

Cavero, J., E.T. Medina, M. Puig, & A. Martinez-Cob. (2018). Sprinkler Irrigation Frequency Affects Maize Yield Depending on Irrigation Time. *Agronomy Journal*, 110(5): 1862-1873.

Dechmi, F., Playan, E., Faci, J.M., Tejero, M. & Bercero, A. (2003). Analysis of an irrigation district in northeastern Spain, II. Irrigation evaluation, simulation and scheduling. *Agri .Water Management*, 61: 93–109.

Dogan, E., Kirnak, H. & Dogan, Z. (2008). Effect of varying the distance of collectors below a sprinkler head and travel speed on measurements of mean water depth and uniformity for a linear move irrigation sprinkler system. *Biosystems Engineering*, 99: 190 – 195.

El-Bast, A.M.A., Kassem, M.A. & Abuarab, M.E. (2016). Characterization of water application uniformity, runoff and wind drift evaporation losses under center pivot irrigation system. *Misr journal of agricultural engineering*, 33 (3): 821 - 848

Faryabi, A., Maroufpoor, E., Ghamarnia, H. & Moshrefi, G.Y. (2020). Comparison of classical sprinkler and wheel move irrigation systems in dehgolan plain, north-west Iran. *Irrigation and Drainage*. 69: 352–362.

Hart, W.E and W.N. Reynolds. (1965). Analytical design-sprinkler system. *Transactions, American Society of Agricultural Engineers*, 1:83-89.

Kahlown, M.A., Raoof, A., Zubair, M. & Kemper, W.D. (2007). Water use efficiency and economic feasibility of growing rice and wheat with sprinkler irrigation in the Indus Basin of Pakistan. *Agricultural Water Management*, 87, 292–298.

Kariem, A.G., Maitham H.S. & Sahar S.K. (2021). Field Assessment of Sprinkler Irrigation Performance in Iraq. *Indian Journal of Ecology*, 48 Special Issue. 17: 341-346.

Lemeister, C., Pochop L., Kerr G., Wulff Sh.S. & Drew J. (2007). Evaluating the "Catch-Can" test for measuring lawn sprinkler application rates. *Journal of the American Water Resources Association*, (43)4: 938–946.

Li Y. Bai G. & Yan H. (2015). Development and validation of a modified model to simulate the sprinkler water distribution. *Computers and Electronics in Agriculture*. 111: 38-47.

Li, J. & Rao, M. (2003). Field evaluation of crop yield as affected by nonuniformity of sprinkler- applied water and fertilizers. *Agric. Water Manag*. 59: 1–13.

Lorenzini, G. & De Wrachien, D. (2005). Performance assessment of sprinkler irrigation systems: A new indicator for spray evaporation losses. *Irrigation and Drainage*. 54: 295-305.

Maroufpoor, S., Maroufpoor, E. & Khaledi, M. (2019). Effect of farmers' management on movable sprinkler solid-set systems. *Agricultural Water Management*, 223, 105691.

Maroufpoor, S., Shiri, J. & Maroufpoor, E. (2019). Modeling the sprinkler water distribution uniformity by data-driven methods based on effective variables. *Agricultural Water Management* 215 (2019) 63–73.

Merriam, J.L. & Keller, J. (1978). Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Dept of Agric. and Irrigation. Eng. Utah State Univ. Logan, Utah States. 285P.

Mohamed, A. Z., Peters, R. T., Zhu, X., & Sarwar, A. (2019). Adjusting irrigation uniformity coefficients for unimportant variability on a small scale. *Agricultural Water Management*, 213, 1078-1083. doi: 10.1016/j.agwat.2018.07.017

Montazar, A. & Sadeghi, M. (2008). Effects of applied water and sprinkler uniformity on alfalfa growth and hay yield. *Agricultural Water Management*. 95, 1279–1287.

Montazar, A. & Moridnejad, M. (2008). Influence of wind and bed slope on water and soil moisture distribution in solid-set sprinkler systems. *Irrigation and Drainage*, 57: 175–185.

Ngasoh, F.G., Anyadike, C.C.,. Mbajiorgu, C.C & Usman, M.N. (2018). Performance evaluation of sprinkler irrigation system at Mambilla Beverage limited, Kakara-Gembu, Taraba state-Nigeria. *Nigerian Journal of Technology*, 37(1): 268-274.

Playan, E., Salvador, R., Faci, J.M. Zapata, N. Martinez-Cob, A. & Sanchez, I. (2005). Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals. *Journal of Agricultural Water Management*, 76: 139-159.

Rather, N.R. & Baba, M.A. (2018). Performance Evaluation of Sprinkler Irrigation System in Ganderbal District J&K State, *British Journal of Applied Science & Technology*, 25(5): 1-7.

Shakerkhatibi, M. Mosaferi, M., Asghari Jafarabadi, M., Lotfi, E. & Belvasi, M. (2014) .Pesticides Residue in Drinking Groundwater Resources of Rural Areas in the Northwest of Iran. *Health Promot Perspect*, 4(2):195-205

Stambouli, T., Martinez, A., Faci, J., Howell, T. & Zapata, N.(2013). Sprinkler evaporation losses in alfalfa during solid-set sprinkler irrigation in semiarid areas. *Irrigation Science*. Vol. 31: 1075-1089.

Tarjuelo, J.M., Montero, J., Honrubia, F.T., Ortiz, J.J. & Ortega, J.F. (1999). Analysis of uniformity of sprinkle irrigation in a semi-arid area. *Agricultural Water Management*, 40(2-3): 315-331.

Topak. R., Suheri, S., Ciftci, N. & Acar B. (2005). Performance evaluation of sprinkler irrigation in a semi-arid earea. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(1): 97-103.

Zapata, N., Playan, E., Martinez-Cob, A., Sanchez, I., Faci, J.M. & Lecina, S. (2007). From on-farm solid-set sprinkler irrigation design to collective irrigation network design in windy areas. *Agricultural Water Management*, 87: 187-199.

یادداشت ها

[1] *Li*
[2] *Rao*
[3] *Dechmi*
[4] *Playan*
[5] *Zapata*
[6] *Dogan*
[7] *Ahaneku*
[8] *Stambouli*
[9] *El-Bast*
[10] *Rather*
[11] *Baba*
[12] *Ngasoh*
[13] *Cavero*
[14] *Kariem*
[15] *Christiansen*