

ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک در استان مرکزی

سعید بختیاری^۱، سید اسداله محسنی موحد^{۲*}، مهنوش مقدسی^۳ و داود داودمقامی^۴

چکیده

هدف از این مطالعه، ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک موجود در دشت‌های اراک، شازند، خنداب و کمیجان در استان مرکزی است. برای این منظور، ۱۰ سامانه آبیاری اجرا شده در بازه‌ی زمانی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۹ انتخاب شد. سپس، ارزیابی با استفاده از معیارهای ضریب یکنواختی (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین (AELQ) صورت گرفت. نتایج نشان داد که معیارهای ارزیابی در تمامی این سامانه‌ها دارای مقادیر نامطلوب هستند؛ به طوری که در بلوک‌های آزمایش، مقادیر میانگین DU_t ، CU_t ، $PELQ_t$ و $AELQ_t$ به ترتیب برابر $۷۱/۸$ ، $۶۰/۶$ ، $۴۸/۵$ و $۴۸/۵$ درصد و در کل سامانه، مقادیر میانگین DU_s ، CU_s ، $PELQ_s$ و $AELQ_s$ به ترتیب برابر ۶۷ ، $۴۸/۶۶$ ، ۵۲ و ۵۲ درصد هستند. با توجه به مشاهدات صحرایی و نتایج به دست آمده، می‌توان گفت مشکلات اصلی سامانه‌های مذکور بی‌دقتی در طراحی، اجرا نکردن صحیح، مدیریت و نگهداری سامانه‌ها به طور غیراصولی و سازماندهی شده و به کار بردن وسایل با کیفیت نامناسب بود. همچنین، نتایج ارزیابی بعد از ترسیم منحنی درصد کفایت آبیاری نشان داد که در اکثر این سامانه‌ها در قسمت‌هایی از سطح زیرکشت کشاورزان اقدام به کم‌آبیاری کردند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، راندمان پتانسیل، راندمان واقعی، مزرعه.

ارجاع: بختیاری س. محسنی موحد س. ا. مقدسی م. و داودمقامی د. ۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک در استان مرکزی. مجله پژوهش آب ایران. ۳۶: ۴۴-۴۴.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک.
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک.
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک.
۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک.

* نویسنده مسئول: movehd244@yahoo.com

طالبی و همکاران (۱۳۹۲)، معیارهای ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان واقعی در ربع پایین اراضی (AELQ)، راندمان کاربرد (AE) را در سامانه‌های آبیاری بارانی منتخب شهرستان شوش مورد شناسایی و ارزیابی قرار دادند. بررسی‌ها نشان داد که کلیه پارامترهای این ارزیابی کمتر از حد مطلوب برای این سامانه‌ها بودند. دلیل پایین بودن راندمان در این سامانه‌ها، استفاده‌ی هم‌زمان از تعداد غیرمجاز آبیاش، بی‌دقتی در طراحی و اجرای طرح‌ها، وزش باد غالب منطقه و مشکلات مدیریتی است.

عیوضی حسن‌آبادی و همکاران (۱۳۹۲)، در یک مزرعه‌ی آزمایشی آبیاری بارانی در شهر اهواز، ۵۴ مورد آزمایش برای ارزیابی یکنواختی توزیع آب در شرایط سرعت‌های متفاوت باد و فشار کارکرد متفاوت انجام دادند. نتایج حاکی از آن بود که رابطه‌ی بین دو پارامتر CU و DU خطی است.

یونسی و همکاران (۱۳۹۳) مجموعه‌ای از سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت اجرا شده در شهرستان بهار در استان همدان را مورد ارزیابی فنی قرار دادند. آزمایش تعیین یکنواختی در مزارع، دو بار در طول فصل زراعی انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که علاوه بر مشکلات طراحی و اجرایی، مدیریت و بهره‌برداری ضعیف نیز از دلایل پایین بودن عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی دشت بهار است.

رحمت‌آبادی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که آبیاش nelson نسبت به تغییرات سرعت باد و فشارهای در نظر گرفته شده نوسانات کمتری از لحاظ ضریب یکنواختی نسبت به آبیاش ADF دارد. همچنین، برای آبیاش‌های مذکور در آرایش‌های مربعی و مستطیلی، نسبت فواصل آبیاش‌ها به قطر پاشش را از ۰/۴ تا ۰/۵ پیشنهاد دادند.

اوجاقلو و همکاران (۱۳۹۶) عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک را در استان زنجان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که باد، اثر قابل توجهی بر کاهش یکنواختی و راندمان کاربرد آب داشته است و به کار بردن عمق آب آبیاری زیاد و تغییرات فشار در سامانه‌های آبیاری بارانی مذکور، به عنوان عوامل مؤثر دیگر بر کاهش عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت شناخته شد.

حدود ۹۴ درصد از برداشت منابع آب قابل تجدید در ایران به بخش کشاورزی اختصاص می‌یابد. راندمان کل آبیاری در این بخش به طور متوسط، کمتر از ۴۳ درصد تخمین زده می‌شود (سهراب و عباسی، ۱۳۸۹). با اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار تا حد زیادی می‌توان راندمان مصرف را در بخش کشاورزی افزایش داد و به حل این معضل کمک کرد. انتخاب صحیح سامانه‌ی آبیاری، گام مهمی در بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک است. لزوم توجه به مشخصات و محدودیت‌های سامانه‌های آبیاری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک محل، اهداف و پیامدهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی سبب می‌شود که انتخاب سیستم آبیاری به مسئله نسبتاً پیچیده مبدل شود (قره‌داغی و همکاران، ۱۳۹۱).

به گزارش بسیاری از محققان (لرنزینی و دی راجین، ۲۰۰۵) ارزیابی فنی باید فرایندی منظم و کوتاه‌مدت برای بررسی مشکلات و عیوب احتمالی عملکرد سامانه‌های آبیاری باشد. مریام و کلر (۱۹۷۸) ارزیابی یک سامانه آبیاری را تحلیل کرده و بر پایه‌ی اندازه‌گیری‌ها در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی سامانه تعریف کرده‌اند. بدین منظور، شاخص‌هایی برای مقایسه‌ی عملکرد واقعی یک سامانه آبیاری با معیارهای طراحی پیش‌بینی شده، پیشنهاد شده است. این شاخص‌ها، متغیرهای قابل اندازه‌گیری هستند که وضعیت سامانه و تغییرات آن را نسبت به مکان و زمان شرح می‌دهند.

اسی (۲۰۰۹)، میانگین ضریب یکنواختی توزیع آب را در فواصل ۱۲ در ۱۲ و ۱۸ در ۱۸ متر به ترتیب برابر ۹۱ درصد و ۸۷ درصد به دست آورد. مونتر و همکاران (۲۰۰۳) نتیجه گرفتند که فشار کارکرد، اصلی‌ترین عامل مؤثر بر توزیع آب در آبیاری بارانی است. کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) دریافتند در فشار کم به دلیل ریزش بیشتر آب در فواصل نزدیک به آب پاش و در فشار بالا به دلیل تولید قطرات ریزتر و حساس‌تر به باد، ضریب یکنواختی کاهش می‌یابد.

در ۱۰ سامانه آبیاری در دشت دهگلان کردستان، مقادیر مختلف پارامترهای ارزیابی سامانه آبیاری بارانی نشان داد که به دلیل طراحی و اجرای نامناسب، تمامی پارامترهای ارزیابی پایین‌تر از حد توصیه‌شده توسط مریام و کلر هستند (فاریابی و همکاران، ۱۳۸۹).

آزمایش‌های میدانی در فصل آبیاری و در روزهای آرام و بدون باد و یا با سرعت خیلی خیلی کم باد انجام شده است. 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 کرومومتر اندازه‌گیری شد. برای دقت بیشتر، دبی خروجی از هر آبپاش، از داده‌های کاتولوگ منحصر به فرد آن آبپاش تعیین و اندازه‌گیری شد. در هر مزرعه سعی شده است که با توجه به نقشه‌ی اجرای سامانه در مزرعه مورد مذکور، 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 ۱۵ سانتی‌متر ارتفاع بودند، در شبکه‌بندی ۳*۳ متری قرار داده شدند. آن‌گاه پس از یک ساعت کارکرد، سامانه خاموش شد و آب داخل قوطی‌ها با استفاده از یک استوانه‌ی مدرج اندازه‌گیری و در فرم مخصوص آن یادداشت شد. بعد از انجام عملیات صحرائی و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، عملیات محاسباتی برای تعیین پارامترهای ارزیابی فنی سامانه صورت گرفت. پارامترهای ارزیابی در این پژوهش، شامل ضریب یکنواختی توزیع (CU)^۱، یکنواختی توزیع آب (DU)^۲، راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین (AELQ)^۳ و راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ)^۴ هستند که به صورت جداگانه هم برای بلوک آزمایش و هم برای کل سامانه محاسبه شدند. روابط مربوطه به صورت معادلات (۱) تا (۱۱) ارائه شدند.

$$CU_t = \left[1 - \frac{\sum |D_i - \bar{D}|}{\bar{D} \times N} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$DU_t = \frac{D_{LQ}}{\bar{D}} \times 100 \quad (2)$$

$$PELQ_t = \frac{q_l}{D_r} \times 100 \quad (3)$$

$$AELQ_t = \frac{D_q}{D_r} \times 100 \quad (4)$$

$$AELQ_t = \frac{SMD}{D_r} \times 100 \quad (5)$$

$$SMD = \frac{(FC-M) \times d \times p_b}{100} \quad (6)$$

در روابط بالا، نمایه‌های CU_t، DU_t، PELQ_t و AELQ_t به ترتیب مقادیر ارزیابی ضریب یکنواختی کریستانسن،

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 (AELQ)، معرف بازدهی آب در داخل مزرعه است، که واقعیت عینی دارد.

القباری (۲۰۱۴) برای مطالعه‌ی اثر تغییر نازل‌های پاشش اصلی و موقعیت لاترال‌ها توسط زارعان محلی نسبت به طراحی اولیه، با تحقیق روی ۴۸ سامانه سنتریپوت که در مزارع بخش‌های مختلف عربستان سعودی بود، نشان داد که تغییر ایجاد شده توسط زارعان محلی بر کاهش مقادیر یکنواختی توزیع آب اثر جدی داشته است.

لی و همکاران (۲۰۱۵) مدلی را برای شبیه‌سازی 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 نرم‌افزار از ضریب یکنواختی کریستانسن برای تخمین یکنواختی توزیع آب استفاده شده است.

تاکنون در مناطقی از استان مرکزی، سامانه‌های آبیاری بارانی به صورت کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک مورد ارزیابی قرار نگرفته بودند. همچنین در مناطقی مثل دشت اراک که قبلاً مورد ارزیابی قرار گرفته بودند، با توجه به گذشت مدت زمان طولانی و همچنین افزایش سطح زیر کشت توسط سامانه‌ی مذکور نیاز به بررسی مجدد احساس می‌شد؛ از این‌رو، بنابر پیشنهاد مدیریت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی و سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی و با همکاری سازمان مربوطه، عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک اجرا شده در دشت‌های اراک، شازند، خنداب و کمیجان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه شامل جمع‌آوری اطلاعات اولیه، اندازه‌گیری‌های داخل مزرعه (یا عملیات صحرائی) و محاسبات نرم‌افزاری است. به منظور تعیین سرعت و جهت باد در زمان آزمایش، از بادسنج استفاده شد. همچنین، برای تعیین رطوبت فعلی خاک قبل از شروع آزمایش از مزرعه نمونه برداری شد و برای تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزارع، نمونه‌ها به آزمایشگاه تحویل داده شدند. تمام

1- Coefficient of Uniformity

2- Distribution Uniformity

3- Application Efficiency of Low Quarter

4- Potential Efficiency of Low Quarter

$$AELQ_s = (1 - ER) \times AELQ_t \quad (10)$$

$$ER = 0.2 \times \left(\frac{P_{max} - P_{min}}{P_{mean}} \right) \quad (11)$$

که در این روابط، نمایه‌های CUs، DU_s، AELQ_s و PELQ_s به ترتیب مقادیر ارزیابی ضریب یکنواختی کریستان سن، یکنواختی توزیع آب، راندمان کاربرد واقعی آب در ربع پایین و راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین در کل سامانه بر حسب درصد هستند و نمایه‌های P_{min}، P_{max} و P_{mean} به ترتیب مقادیر فشار حداقل، حداکثر و متوسط سامانه بر حسب بار هستند که به ترتیب از مانومتر کنار آبیاش مورد آزمون، فشارسنج ایستگاه پمپاژ و محاسبه‌ی میانگین دو مورد اخیر به دست آمده‌اند؛ نمایه‌ی ER، نیز ضریب کاهش راندمان است که برای تعیین مقادیر AELQ_s و PELQ_s در مزرعه به کار می‌رود.

نتایج و بحث

این پژوهش در ۱۰ مزرعه با اسامی اختصاری AS، AG، SHJ، KHH1، KHH2، KHN، KHF، KN، KF و KM در ۳ تیمار از محصولات کشاورزی شامل (گندم، جو و یونجه) و ۵ مدل‌های آبیاش (VYR155، ZK30، SARO، KOMET، AMBO) در شهرستان‌های اراک، شازند، خنداب، کمیجان در استان مرکزی (طبق جدول ۱) انجام شده است:

یکنواختی توزیع آب، راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین و راندمان کاربرد واقعی آب در ربع پایین در بلوک آزمایش بر حسب درصد هستند و نمایه‌های D_i، عمق آب جمع شده در هر قوطی بعد از آزمایش به (mm)؛ \bar{D} ، متوسط یا میانگین آب جمع شده در قوطی‌ها به (mm)؛ N، تعداد قوطی‌ها یا مشاهدات؛ \bar{D}_{LQ} ، میانگین آب جمع شده در یک چهارم کمترین مقادیر قوطی‌ها به (mm)؛ D_q، میانگین یک چهارم کمترین عمق آب ذخیره‌شده در ناحیه‌ی ریشه (mm)؛ D_r، متوسط عمق آب آبیاری اندازه‌گیری شده از سر نازل به (mm)؛ q_i، متوسط کمترین یک چهارم مقدار عمق آب نفوذ یافته (mm)؛ SMD، کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت مزرعه به (mm)؛ FC، درصد وزنی رطوبت در حد ظرفیت زراعی؛ M، درصد وزنی رطوبت خاک قبل از آبیاری؛ d، عمق مؤثر ریشه دوانی به (cm)؛ و P_b، جرم مخصوص خاک بر حسب (gr/cm³) هستند. همچنین معادله‌ی (۵) زمانی به جای معادله‌ی (۴) استفاده می‌شود که مقدار SMD کمتر از D_q باشد، سپس برای به دست آوردن پارامترهای ارزیابی در کل سامانه از روابط زیر استفاده شد:

$$CU_s = CU_t \left[\frac{1 + \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}} \right)^{0.5}}{2} \right] \quad (7)$$

$$DU_s = DU_t \left[\frac{1 + 3 \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}} \right)^{0.5}}{4} \right] \quad (8)$$

$$PELQ_s = (1 - ER) \times PELQ_t \quad (9)$$

جدول ۱- مشخصات کلی مزارع

کد سامانه	منطقه	نوع سامانه	محصول	سازمان (هکتار)	تعداد آبیاش‌های در حال کار	مدل آبیاش‌ها	سال اجرا
AS	اراک- سهل‌آباد	کلاسیک ثابت	جو	۱۴۰	چاه	Vyr 155	۱۳۹۲
AG	اراک- گاوخانه	کلاسیک ثابت	یونجه	۲۳	چاه	Zk30	۱۳۹۱
SHJ	شازند- جمال‌آباد	کلاسیک ثابت	گندم	۱۷	چاه	Saro	۱۳۹۳
KHH1	خنداب- حصار	کلاسیک ثابت	گندم	۲۲	چاه	Zk30	۱۳۹۴
KHH2	خنداب- حصار	کلاسیک ثابت	یونجه	۵/۳	چاه	Komet	۱۳۸۹
KHN	خنداب- نصیرآباد	کلاسیک ثابت	یونجه	۱۸	چاه	Ambo	۱۳۹۲
KHF	خنداب- فوران	کلاسیک ثابت	یونجه	۱۸	چاه	Ambo	۱۳۹۱
KN	کمیجان- نهر پشته	کلاسیک ثابت	گندم	۱۲	چاه	Ambo	۱۳۹۳
KF	کمیجان- فتح‌آباد	کلاسیک ثابت	گندم	۱۷	چاه	Vyr155	۱۳۹۲
KM	کمیجان- محمودآباد	کلاسیک ثابت	گندم	۷	چاه	Cyr155	۱۳۹۳

*حرف سمت چپ اختصار ابتدای نام شهر و حرف سمت راست اختصار نام روستا می‌باشد.

جدول ۲- نتایج آزمایش کیفیت آب و مزارع

مزارع مورد ارزیابی	Ds/m هدایت الکتریکی	اسیدیته (PH)	سدیم	کلسیم	مگنزیوم	نیتروژن	کربنات	کلر	سدیم	طبقه‌بندی
برحسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر										
AS	۲/۴۳	۷/۳	۶	۸	۱۲	۷	۰	۱۲	۱/۸	C4-S1
AG	۰/۶۳	۳/۶	۱	۳	۳	۴/۵	۰	۲/۵	۰/۵	C2-S1
SHJ	۰/۵۵	۷/۸	۰/۵	۳/۵	۳/۵	۳	۰	۳	۰/۳	C2-S1
KHH1	۰/۵۱	۷/۶	۱/۲	۲/۲	۰/۳	۳/۰۴	۰	۱/۶	۱/۰۶	C2-S1
KHH2	۰/۷۹	۷/۵	۸	۴/۵	۴/۵	۴	۰	۴	۰/۴	C3-S1
KHN	۱/۰۴	۷/۵	۲	۵	۷	۵	۱/۲	۴	۰/۸	C3-S1
KHF	۰/۶۸	۷/۴	۰/۸	۴	۴	۴/۵	۰	۲/۵	۰/۴	C2-S1
KN	۱/۶	۷/۳	۵	۸	۶	۱۰	۰	۶	۱/۹	C3-S1
KF	۰/۷	۷/۷	۰/۸	۴	۵	۴/۵	۰	۲/۵	۰/۴	C2-S1
KM	۱/۵	۷/۶	۴	۷	۱۰	۷	۰	۷	۱/۳	C3-S1

به‌منظور کاهش آثار ناشی از کلر باید آبیاری در ساعات‌های گرم روز انجام نشود و به‌صورت مستقیم از چاه به سامانه پمپاژ نشود؛ بلکه ابتدا در استخر ذخیره شود تا ته‌نشینی املاح انجام شود و بعد وارد سامانه شود. به‌طور کلی با توجه به کیفیت نامطلوب آب در ۵۰ درصد از مزارع مورد ارزیابی، می‌بایستی تمهیدات مدیریتی به‌کار گرفته می‌شد. خاک مزارع دارای محدودیت کاربردی برای آبیاری بارانی نبود.

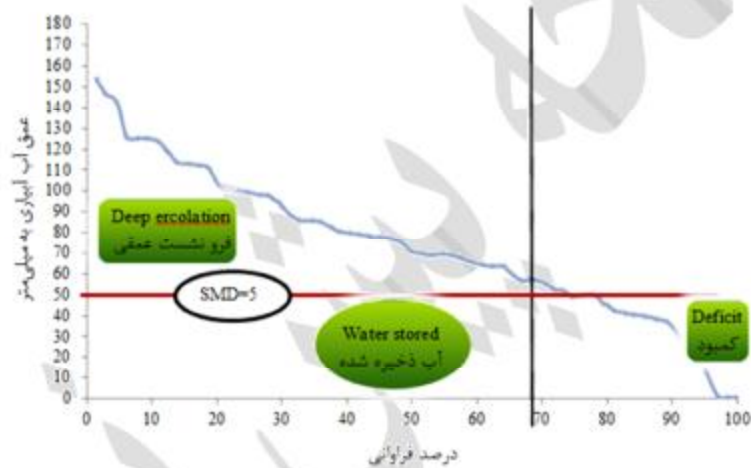
جدول ۲، نتایج حاصل از آزمایش کیفیت آب مزارع مورد ارزیابی را نشان می‌دهد. آب تمامی سامانه‌ها از چاه تأمین شده است و در طبقه‌بندی ارائه شده توسط آزمایشگاه شوری خاک آمریکا، سامانه‌هایی که در کلاس C2-S1 قرار گرفتند، در محدوده‌ی مجاز قرار داشته و به‌طور کلی، برای آبیاری بارانی محدودیت کاربردی نداشتند. اما سامانه‌هایی که در کلاس C3-S1 و C4-S1 قرار داشتند، دارای محدودیت کم تا متوسط برای آبیاری بارانی بودند.

جدول ۳- نتایج پارامترهای ارزیابی در سامانه‌های آزمایشی کلاسیک ثابت برحسب درصد

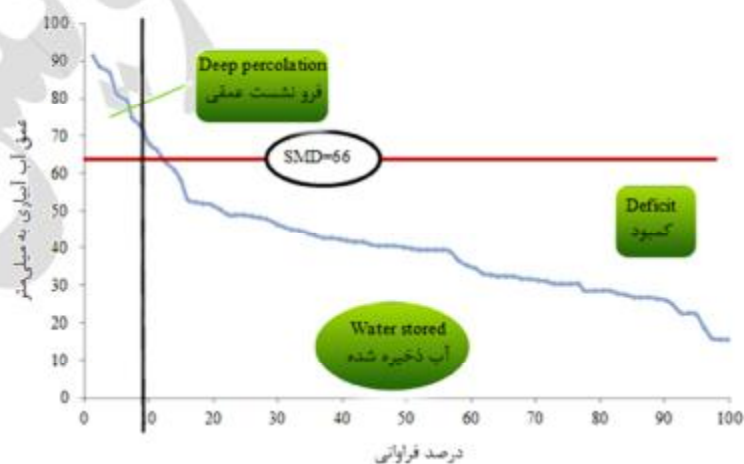
کد سامانه	DUt	CUt	PELQt	AELQt	DUs	CUs	PELQs	AELQs
AS	۵۹	۷۰	۴۴/۷۲	۴۱/۴	۴۹	۶۴	۴۱/۴	۴۱/۴
AG	۷۱	۸۳	۵۴/۲	۵۱/۸	۶۴/۸	۷۹/۳	۵۱/۸	۵۱/۸
SHJ	۷۱	۷۹	۵۵	۵۲	۶۸/۵	۷۷/۶	۵۲	۵۲
KHH1	۵۵	۵۸	۴۷/۹	۴۶/۴	۵۳/۶	۵۷/۲	۴۶/۴	۴۶/۴
KHH2	۴۷	۶۶	۳۹/۵	۳۷/۹	۴۵	۶۴/۶	۳۷/۹	۳۷/۹
KHN	۷۱	۸۲	۶۷/۳	۶۳/۸	۶۸/۳	۸۰/۴	۶۳/۸	۶۳/۸
KHF	۵۹	۷۱	۴۰/۵	۳۸/۷	۵۳/۸	۶۷/۹	۳۸/۷	۳۸/۷
KN	۶۰	۶۴	۴۷/۷	۴۵/۱۷	۵۷/۶	۶۲/۷	۴۵/۱۷	۴۵/۱۷
KF	۴۷	۶۶	۴۲	۴۰/۶	۴۴/۳	۶۴/۱۱	۴۰/۶	۴۰/۶
KM	۶۶	۷۹	۵۲/۸	۴۸/۲	۵۲	۷۰	۴۸/۲	۴۸/۲
حداکثر	۷۱	۸۳	۶۷/۳	۶۳/۸	۶۸/۵	۸۰/۴	۶۳/۸	۶۳/۸
حداقل	۴۷	۵۸	۳۹/۵	۳۷/۹	۴۴/۳	۵۷/۲	۳۷/۹	۳۷/۹
میانگین	۶۰/۶	۷۱/۸	۴۹	۴۶/۶	۴۸/۶۶	۶۸/۷۸	۴۶/۶	۴۶/۶
حدود مطلوب	۸۰-۶۷	۸۷-۸۱	۸۵-۶۵	۸۵-۶۵	۸۰-۶۷	۸۷-۸۱	۸۵-۶۵	۸۵-۶۵

بنابراین، تنها این شاخص‌ها بیانگر نحوه مدیریت آبیاری نیستند و باید منحنی کفایت آبیاری نیز رسم شود. در هر کدام از منحنی‌ها در شکل ۱ و ۲، تعدادی نقطه وجود دارد که این نقاط بیانگر عمق آب جمع شده در هر یک از ظرف‌های شبکه همپوشانی در آزمایش یکنواختی توزیع آب هستند (پس از شبیه‌سازی آنها برای مدت زمان آبیاری مورد استفاده کشاورز) هرکدام از ظرف‌ها نیز نمایانگر سطح یکسانی از مساحت آبیاری شده است. در واقع، منحنی‌های مذکور، هیستوگرام فراوانی مقدار آبیاری را بر حسب درصد نشان می‌دهند. در هر دو مزرعه با وجود تلفات عمقی قسمتی از زمین دچار کم‌آبیاری شده است.

در جدول ۳، تقریباً تمامی پارامترهای ارزیابی به علت به‌کارگیری کم‌آبیاری کمتر از حد مطلوب بوده و در همه موارد، راندمان واقعی و راندمان پتانسیل کاربرد برابر بوده است. برابری راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی یکی از شاخص‌های مدیریت خوب است؛ زیرا با انتخاب زمان و دور آبیاری مناسب و آبیاری کافی می‌توان راندمان کاربرد سامانه را در حد پتانسیل آن بالا برد. البته لازم به ذکر است که کمبود منابع آب باعث کم‌آبیاری می‌شود و از این‌رو، چه این مسئله هدف مدیریت سامانه باشد و چه به ناچار به او تحمیل شده باشد، در هر دو حال کم‌آبیاری باعث بالا رفتن راندمان پتانسیل می‌شود.



شکل ۱- منحنی کفایت آبیاری سامانه KHH1



شکل ۲- منحنی کفایت آبیاری سامانه AS

تغییرات فشار از ۱۳ درصد در سامانه KHH2 تا ۴۳ درصد در سامانه KM متغیر بود.

متوسط دبی آبپاش از ۱/۷ لیتر بر ثانیه در سامانه KHF تا ۲/۸۸ لیتر بر ثانیه در سامانه KF متغیر و تلفات پاششی از ۵/۵ درصد در سامانه KHN تا ۳۲ درصد در سامانه KHF محاسبه شد.

یکنواختی توزیع در بلوک آزمایش از ۴۷ درصد در سامانه KF تا ۷۱ درصد در سامانه KHN و ضریب یکنواختی توزیع در بلوک آزمایش از ۵۸ درصد در سامانه KHH1 تا ۸۳ درصد سامانه AG متغیر بوده و یکنواختی توزیع در کل سامانه از ۴۴/۳ درصد در سامانه KF تا ۶۸/۵ درصد در سامانه SHJ متغیر بوده است.

راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین بلوک آزمایش از ۳۹/۵ درصد در سامانه KHH2 تا ۶۷/۳ درصد در سامانه KHN متغیر بوده و راندمان پتانسیل کاربرد در کل سامانه از ۳۷/۹ درصد در سامانه KHH2 تا ۶۳/۸ درصد در سامانه KHN محاسبه شده است.

راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین بلوک آزمایش از ۳۹/۵ درصد در سامانه KHH2 تا ۶۷/۳ درصد سامانه KHN متغیر بوده است و راندمان واقعی کاربرد در کل سامانه از ۳۷/۹ درصد تا ۶۳/۸ درصد محاسبه شده است.

در این ارزیابی از معیارهای ضریب یکنواختی (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین (AELQ) و راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ) استفاده شد. نتایج ارزیابی در این ۱۰ سامانه نشان می‌دهد که به دلیل طراحی و اجرای نامناسب، تمامی پارامترهای ارزیابی کمتر از حد مجاز مریام و کلر هستند ($87\% \leq CU \leq 81\%$ و $80\% \leq DU \leq 67\%$)؛ البته چنان‌که بیان خواهد شد، سوء مدیریت نیز بی‌تأثیر نبوده است. در همه‌ی این سامانه‌ها به علت کمبود ریزش‌های جوی، کم‌آبی و افت سفره‌های آب زیرزمینی، کشاورزان اقدام به کم‌آبیاری می‌کنند که برابر بودن مقادیر راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی نیز وجود این کم‌آبیاری را ثابت می‌کند. از طرفی، به غیر از سامانه‌ی KF در همه‌ی سامانه‌ها، طبق جدول ۵، تعداد آبپاش‌های هم‌زمان در حال کار نسبت به آنچه که در طرح تاییدشده، افزایش پیدا کرده‌است که از مصادیق سوءمدیریت است؛ به‌طوری که منجر به افت فشار می‌شود و شعاع پاشش لازم برآورده نمی‌شود که خود سبب عدم یکنواختی توزیع می‌شود؛ در نتیجه، در نقاطی آبیاری ناقص و در نقاط دیگر تلفات نفوذ عمقی صورت گرفته است. افزایش تعداد آبپاش هم‌زمان در حال کار، از ایرادات قابل توجهی است که وجود داشت. راندمان واقعی کاربرد ۳۷/۹ درصد در سامانه KHH2 تا ۶۳/۸ درصد در سامانه KHN محاسبه شد.

جدول ۴- تغییرات فشار در سامانه‌های آزمایشی کلاسیک ثابت

کد سامانه	متوسط فشار $\bar{P} = (\text{bar})$	فشار حداکثر $P_{\max}(\text{bar})$	فشار حداقل $P_{\min}(\text{bar})$	تغییرات فشار $\frac{\Delta P}{P_m} (\%)$	ضریب کاهش راندمان
AS	۲/۷	۲/۹	۱/۹	۳۷	۰/۰۷۴
AG	۳/۶	۳/۸	۳	۲۲	۰/۰۴۴
SHJ	۴/۴	۵/۳	۴/۱	۲۷	۰/۰۵۴
KHH1	۴	۴/۴	۳/۸	۱۵	۰/۰۳
KHH2	۲/۵	۲/۸	۲/۳	۱۳	۰/۰۲۶
KHN	۲/۷	۳/۲	۲/۵	۲۵	۰/۰۵۱
KHF	۳/۶	۳/۸	۳	۲۲	۰/۰۴۴
KN	۳/۲	۳/۸	۲/۹۵	۲۶	۰/۰۵۳
KF	۳/۶	۳/۸	۳/۲	۱۶	۰/۰۳۳
KM	۳	۳/۲	۱/۹	۴۳	۰/۰۸۶

جدول ۵- برخی از تفاوت‌های بین طرح و سامانه فعلی

نام مزرعه	طبق متن دفترچه طراحی سامانه			طبق آنچه اکنون استفاده می‌شود			
	نوع آبیاری	قطر نازل	فاصل آبیاری	تعداد آبیاری	نوع آبیاری	قطر نازل	فاصل آبیاری
AS	VYR155	۸	۲۴*۲۴	۲۴	AMBO	۱۰	۲۴*۲۵
AG	VYR155	۸	۲۴*۲۴	۱۱	ZK30	۸	۲۴*۲۴
SHJ	VYR155	۸	۲۲*۲۲	۹	SARO	۸	۲۲*۲۲
KHH1	VYR155	۱۰	۲۰*۲۰	۹	ZK30	۱۰	۲۰*۲۰
KHH2	VYR155	۸	۲۰*۲۰	۵	KOMET	۸	۲۰*۲۰
KHN	VYR155	۸	۲۳*۲۳	۸	AMBO	۸	۲۳*۲۳
KHF	VYR155	۸	۲۴*۲۴	۷	AMBO	۸	۲۰*۲۰
KN	VYR155	۸	۲۴*۲۴	۵	AMBO	۸	۲۴*۲۴
KF	VYR155	۸	۲۳*۲۳	۷	VYR155	۸	۲۳*۲۳
KM	VYR155	۸	۲۳*۲۳	۴	VYR155	۸	۲۳*۲۳

مقایسه نتایج با سایر محققان

کلاسیک ثابت، سامانه‌های تحت فشار دیگری را نیز ارزیابی کرده‌اند؛ اما اعداد ذکر شده در جدول ۶ فقط مربوط به سامانه‌های کلاسیک ثابت مطرح شده در این تحقیقات هستند.

جدول ۶، متوسط نتایج ارزیابی سامانه‌های این پژوهش را در مقایسه با سایر محققان در مناطق مختلف کشور نشان می‌دهد. از آنجا که محققان مذکور، علاوه بر سامانه‌ی

جدول ۶- جدول مقایسه نتایج ارزیابی سامانه‌های مورد مطالعه در مقایسه با نتایج سایر محققان

نام محقق	DU_s	CU_s	$PELQ_s$	$AELQ_s$
بختیاری (اراک، شازند، خنداب، کمیجان) ۱۳۹۵	۴۸/۶۶	۶۷	۵۲	۵۲
احمدی (فراهان) ۱۳۹۴	۶۱/۹۷	۷۴/۷۱	۵۰/۳	۵۰/۳
برادران هزاوه (اراک) ۱۳۸۴	۶۴/۵۳	۷۶/۱۶	۵۵/۵۶	۵۱/۴۸
ابراهیمی (خراسان) ۱۳۸۵	۶۴/۷۵	۷۸/۵	۵۶	۵۶
رضوانی و جعفری (همدان) ۱۳۸۴	۸۱	۷۳	۵۲/۱	۴۳/۳
بایزیدی (فروه کردستان) ۱۳۸۰	۴۳/۷۵	۶۰	۳۵/۱۴	۳۵/۱۴
فاریابی و همکاران (دهلگان کردستان) ۱۳۸۹	۵۰/۶۲	۶۶/۰۴	۴۴/۸	۴۳/۷۸

نتیجه‌گیری

۲- دانش ناکافی کشاورزان در مورد برنامه مدیریت آبیاری صحیح و از این‌رو، دور و ساعت‌های آبیاری متفاوت حتی برای محصولات مشابه؛
 ۳- دانش ناکافی کشاورزان در خصوص نحوه‌ی استفاده‌ی صحیح از سامانه و از این‌رو، تنظیم نکردن فشار سامانه؛
 ۴- کم‌آبیاری توسط کشاورزان و تشدید آن به دلیل کمبود رطوبتی بالای خاک SMD در شرایط کمبود ریزش‌های جوی؛
 ۵- مطالعه نکردن وضعیت باد و نبود آمار باد منطقه و مزرعه در دفترچه طراحی این نوع سامانه‌ها و در نتیجه، طراحی نامناسب فواصل شبکه‌ای آبیاری‌ها.

نتایج این پژوهش نشان داد که سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با جابه‌جایی آبیاری در دشت استان مرکزی در وضعیت عملکرد مناسبی قرار ندارند و به‌طور کلی، علاوه بر مشکلات طراحی و اجرایی، سهم بزرگی از دلایل افت پارامترهای ارزیابی در این پژوهش می‌تواند موارد زیر باشد:

۱- تغییر در مدل آبیاری، قطر نازل آن و یا استفاده چند مدل به‌صورت عمدی و یا سهوی توسط کشاورزان و کاهش فشار سامانه؛

۵. بختیاری س. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک در استان مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی علوم آب، دانشگاه اراک. ۱۵۱ ص.
۶. برادران هزاوه ف. ۱۳۸۴. ارزیابی فی سیستم‌های آبیاری تحت فشار اجراشده در شهرستان اراک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۳۳ ص.
۷. رحمت‌آبادی و. مجید ب. برومند نسب س. و سخایی راد ح. ۱۳۹۴. بررسی ضریب یکنواختی توزیع آب برای دو آبیاش مورد استفاده در طرح‌های آبیاری بارانی تحت شرایط مختلف هیدرولیکی و جوی. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۹(۷۳): ۹-۱.
۸. رضوانی س. و جعفری ع. ۱۳۸۴. بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی اجراشده در مزارع سیب زمینی تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی (توانمندی‌ها و چالش‌ها)، مرکز تحقیقات فنی و مهندسی کرج.
۹. سهراب ف. و عباسی ف. ۱۳۸۹. نگاهی به راهکارهای ارتقاء، بازده و بهره‌وری مصرف آب کشاورزی. نشریه فنی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه فنی شماره ۳۴. ۱۱ ص.
۱۰. طالبی ر. دهان‌زاده ب. و هوشمند ع. ۱۳۹۲. ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک شهرستان شوش، اولین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط‌زیست و منابع طبیعی پایدار، ۲۲ اسفند ۱۳۹۲، همدان، انجمن ارزیابان محیط‌زیست هگمتانه. ۸ ص.
۱۱. عیوضی حسن‌آبادی م. برومند نسب س. سلطانی محمدی ا. و ایزدپناه ز. ۱۳۹۲. تعیین ضرایب اصلاحی روابط ضریب یکنواختی CU و یکنواختی توزیع DU در منطقه اهواز. دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط‌زیست سالم. ۲۱ شهریور ماه، همدان. ۱۰ ص.
۱۲. فاریابی ا. معروف‌پور ع و قمریا ح. ۱۳۸۹. بررسی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت در

شرکت‌های طراح باید نسبت به مطالعه وضعیت باد در منطقه طبق آمار هواشناسی گذشته‌ی ایستگاه‌های مجاور اقدام کنند و بر اساس آن، فواصل مناسب شبکه‌ی آبیاش‌ها و نوع آبیاش‌ها و حتی نوع سامانه‌ی تحت‌فشار مناسب منطقه را طراحی کنند و در تعیین قطر مناسب لوله‌ی اصلی و افت فشار ناشی از آن دقت بیشتری کنند. شرکت‌های مجری نیز در صورت تعویض نوع آبیاش‌ها، حتماً در زمینه‌ی تعداد آبیاش‌هایی که باید به‌طور هم‌زمان کار کنند و برنامه‌ی زمان‌بندی مدیریت آبیاری به کشاورزان آموزش لازم را ارائه دهند. اگرچه در شرایط عادی نیز ارائه‌ی آموزش به کشاورزان در مورد نحوه‌ی کار با این سامانه‌ها مطابق با طرح از وظایف شرکت‌های طراح و مجری است. آموزش مذکور باید حول محورهای زیر باشد:

تعداد آبیاش هم‌زمان فعال، نوع آبیاش و قطر نازل مورد نیاز آنها، مدت آبیاری هر آبیاش، تعداد جابجایی در روز و تعداد روز گردش یک دور آبیاری با توجه به نوع محصول و نیاز آبی آن.

منابع

۱. ابراهیمی ح. ۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد روش‌های آبیاری تحت‌فشار در استان خراسان. مجله علوم کشاورزی ۱۲(۳): ۵۷۷-۵۱۹.
۲. احمدی م. وروانی ج. و عبدی ن. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر تغییر تعداد آبیاش هم‌زمان فعال بر راندمان آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک در منطقه فراهان، همایش ملی بحران کم آبی و راه‌های برونرفت، ۲۶ تا ۲۷ شهریور ۱۳۹۴، همدان، دانشگاه پیام‌نور مرکز کیبدرآهنگ استان همدان. ۱۱ ص.
۳. اوجاقلو ح. بیگدلی ز. و شیردلی ع. ۱۳۹۶. بررسی اثر سرعت باد بر عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک در استان زنجان. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۷(۲۸): ۹۶-۱۰۷.
۴. بایزیدی م. ۱۳۸۰. ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی در شهرستان قروه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته آبیاری و زهکشی. دانشگاه تهران. ۱۴۷ ص.

دشت دهگلان کردستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴(۵۴): ۱-۱۵.

۱۳. قره داغی م. معروف پور ع. بابایی ا. و پاشازاده م. ۱۳۹۱. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب سیستم‌های آبیاری تحت فشار، مطالعه موردی دشت دهگلان کردستان. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۳۴: ۹۵-۱۰۵.

۱۴. یونسی ع. بهمی ا. و صدقی ح. ۱۳۹۳. بررسی و ارزیابی فی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت اجرا شده در دشت همدان بهار، کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی، کشور لهستان. ۱۸ ص.

15. Al-Ghobari H. M. 2014. Effect of Center Pivot System Lateral Configuration on Water Application Uniformity in an Arid Area. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 16: 577-589.
16. Bavi A. Kashkuli H. A. Broomand S. Naseri A. and Albaji M. 2009. Evaporation losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. *Journal of Applied Sciences*. 9(3): 597-600.
17. Keller J. and Bliesner R. D. 1990. *Sprinkler and trickle irrigation*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA. 652 p.
18. Li Y. Bai G. and Yan H. 2015. Development and validation of a modified model to simulate the sprinkler water distribution. *Computers and Electronics in Agriculture*. 111: 38-47
19. Lorenzini G. and De Wrachien D. 2005. Performance assessment of sprinkler irrigation systems: A new indicator for spray evaporation losses. *Irrigation and Drainage*. 54: 295-305. Montero J., Tarjuelo J.M. and Carrion P. 2003. Sprinkler droplet size distribution measured with an optical spectrophluviometer. *Irrigation Science*. 22 (2): 47-56.
20. Merriam J. L. and Keller J. 1978. *Farm irrigation system evaluation: A guide for management*. Utah state university, Utah. 271 p.
21. Osei F. K. B. 2009. Evaluation of sprinkler irrigation system for improved maize seed production for farmers in Ghana. A Thesis for M.Sc. 106 p.
22. March: <http://dspace.knust.edu.gh/dspace/bitstream/123456789/1939/1/fulltxt.pdf> in wind. *Trans. American Society of Agricultural Engineers*. 29: 1325-1330.

Evaluation of performance of semi-portable sprinkler irrigation systems in Markazi Province

S. Bakhtiari¹, S. A. Mohseni movahed^{2*}, M. Moghaddasi³ and D. Davoud Maghami⁴

Abstract

Approximately 94% of the total renewable sources of water is allocated to agricultural. Total irrigation efficiency in this section is estimated to of less than 43%. By using of new Irrigation methods, water consume efficiency can be increased. Correct selection of irrigation system is an important section in optimal operation of water resources. The necessity to pay attention to the characteristics and limitations of irrigation systems, the physical and chemical properties of water and soil, the environmental, economical and social Consequences, cause the selection of irrigation system become a relatively complex problem. One of the pressurized irrigation methods is semi-portable sprinkler irrigation systems. These systems have not been evaluated in some areas of Markazi province. Also, in some areas such as Arak plain that had been previously evaluated, due to the long time span and also increasing of area under cultivation, re-examination is needed.

So, the performance of 10 semi-portable sprinkler irrigation systems was investigated in Arak, Shazand, Khondab and Kamijan areas.

This research includes collecting basal information, field measurements and software calculations. To determine the wind speed and direction during the test, anemometer was used. To determine the soil moisture, chemical and physical properties, samples was taken and sent to laboratory before experiment. All field testing were carried out during irrigation and also windless or low wind speed days. In each test, hydraulic variables of system, such as pressure of sprinklers, were measured at the time of performance. a pressure gauge was installed on next raiser and pressure was measured instantaneously to Increase Accuracy. The flow rate of the sprinklers was also measured by volumetric method using two hoses, a 20 Liter gallon and a chronometer. For more Accuracy, the flow rate of each sprinkler was determined from the catalog data of each sprinkler. It has been attempted to select the location of the sprinklers in points where pressure is moderate. The water collecting cans, all 15 cm in height and 15 cm in width, were placed in a 3 * 3 meter mesh. Then after an hour of operation, system was shut down and the water inside cans was measured using a calibrated measuring cylinder and was written in a form. After field operations and collecting of required data, computational operations were performed to determine the technical evaluation parameters of the system. The evaluation parameters in this study include Coefficient of Uniformity (CU), Distribution Uniformity (DU), Application Efficiency of Low Quarter (AELQ) and Potential Efficiency of Low Quarter (PELQ), that calculated for both testing block and Total system.

1- Graduated of M.Sc. of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Arak University, Arak, Iran.

2- Associate Professor of Water Engineering Department , Faculty of Agriculture, Arak University, Arak, Iran.

3- Assistant Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Arak University, Arak, Iran.

4- Member of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Arak University, Arak, Iran.

* Corresponding author: movahed244@yahoo.com

Received: 20--/--/--

Accepted: 20--/--/--

The results of evaluation in 10 systems indicate that due to inappropriate design and implementation, all of the evaluation parameters are less than allowed range ($81\% \geq 81\%$ CU and $81\% \geq 67\%$), but also Mismanagement is effective. In all of these systems, due to lack of precipitation and depletion of groundwater surface, farmers use deficit- irrigation, which Equality of application and Potential efficiency prove this. On the other hand, exception of KF system, in all systems, the number of simultaneous sprinklers in operation is increasing compared to those in the approved design, which is one of mismanagement that leads to decrease of pressure and Spray radius can't be estimated that caused in lack of distribution uniformity and resulting in inadequate irrigation in some areas and deep penetration losses in other areas. Increasing the number of simultaneous water sprayer in operation is a significant Objection. The actual efficiency of 37.9% in KHH2 to 63.8% in the KHN system was calculated. Changes in pressure varied from 13% in the KHH2 to 43% in the KM system. The average discharge varied from 1.7 L/s in KHF to 2.88 L/s in KF system and spray losses were estimated from 5.5% in the KHN to 32% in the KHF system. Distribution uniformity in the test block varied from 47% in the KF to 71% in KHN and Coefficient of Uniformity varied from 58% in KHH1 to 83% in AG system. Distribution Uniformity in all system varied from 44/3% in KF to 68/5% in SHJ system. The Potential Efficiency of Low Quarter of the test block varied from 39.5% in KHH2 to 67.3% in the KHN system and in whole system varied from 37.9% in the KHH2 to 63.8% in KHN system. The Application Efficiency of Low Quarter of the test block varied from 39.5% in KHH2 to 67.3% in KHN system and in whole system varied from 37.9% to 63.8%. In conclusion, according to the results of this study, semi-portable sprinkler irrigation systems in plains of the Markazi province are not in good condition and have various design and implementation problems.

Keywords: Application Efficiency, Experiment Field, Irrigation, Potential Efficiency.

Citation: Bakhtiari S. Mohseni Movahed S. A. Moghaddasi M. and Davoud Maghami D. 2020. Evaluation of performance of semi-portable sprinkler irrigation systems in Markazi Province. Iranian Water Research Journal. 36: ??-??.