

عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک در منطقه سنقر در استان کرمانشاه

علیرضا باقرخانی^۱، حمید زارع ایبانه^{۲*}، علی قدمی فیروز آبادی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۹

چکیده

در این مطالعه، تعداد ۵ سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت آبیاش متحرک با الگوی کشت گندم، شبدر، یونجه سیب‌زمینی و آفتابگردان با دو آرایش شبکه متفاوت در شهرستان سنقر استان کرمانشاه ارزیابی شد. مقادیر دبی آبیاش، شدت پاشش، سرعت نفوذ آب و مقدار آب نفوذ یافته نشان داد دامنه بازده کاربرد آب بین ۳۲/۷ تا ۷۰/۳ درصد، ضریب یکنواختی کریستیانسن ۵۸ تا ۷۸ درصد و یکنواختی پخش آب در ربع پایین از ۴۴/۵۷ تا ۶۳ درصد بود. مقدار بازده واقعی کاربرد آب تمامی سیستم‌ها بین ۲۹ تا ۴۵ درصد و بازده پتانسیل کاربرد آب سه مزرعه ۱، ۳، ۵ به ترتیب ۷۳/۸، ۷۰/۶، ۷۰ درصد و دو سیستم ۲ و ۴ به ترتیب ۴۹/۱۶ و ۲۹ درصد محاسبه شد. پایین بودن شاخص‌های بازده واقعی و پتانسیل کاربرد آب به واسطه تلفات تبخیر و بادبردگی اندازه‌گیری شده از تفاوت آب خروجی از آبیاش‌ها با آب جمع‌شده در قوطی‌ها و فرونشست عمقی محاسباتی است. فشار کارکرد نامناسب، استفاده هم‌زمان از آبیاش‌های متعدد و متفاوت، تغییرات فشار و دبی از دلایل اصلی پائین بودن شاخص‌های ارزیابی بود. از مشکلات عمده این سیستم‌ها عدم تطابق طراحی با اجراء، عدم نظارت کافی و مستمر بر اجراء و پس از اجراء، اطلاعات ناکافی از وضعیت خاک، نیاز آبی، بهره‌وری، مدیریت بهره‌برداری و غالب بودن مسائل اقتصادی در انتخاب لوازم آبیاری و نحوه اجراء است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت فشار، ارزیابی، راندمان آبیاری، یکنواختی توزیع آب، بازده پتانسیل کاربرد آب

مقدمه

به واسطه درآمدزایی مورد توجه خاص کشاورزان است (بی‌نام، ۱۳۹۴). مطلوب بودن راندمان سیستم‌های آبیاری تحت فشار می‌تواند علاوه بر صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب، ضمن کاهش تغییرات عملکرد محصول و کاهش آلودگی مواد غذایی، سطح بهینه‌ای از عملکرد محصول را تضمین نماید. لذا ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی جهت سنجش راندمان این سیستم‌ها ضروری است. طبق مطالعه هشیم و همکاران روش آبیاری بارانی را به واسطه بهره‌وری بالای آب، جایگزین مناسبی برای آبیاری سطحی دانسته و ارزیابی را نیاز اساسی هر سیستم آبیاری برای تعیین تناسب آن با محصول گزارش نمودند (Hashim et al., 2016). پاسخ سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی از نظر عملکرد محصول، کارایی مصرف آب و ارزش افزوده ناشی از افزایش عملکرد متفاوت است و ارزیابی عملکرد می‌تواند نحوه افزایش بازده آبیاری در مزرعه را با شناسایی مشکلات هر سیستم نشان دهد (Ramadan Eid et al., 2014). آبیاری اعتقاد دارد عدم نظارت بر بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری و تغییر در سیستم‌های آبیاری از سوی زارعین در کاهش مقادیر یکنواختی توزیع آب اثر جدی دارد (Al- Ghobari, 2014). در گزارش آهنگو برای مقابله با اثر منفی تغییرات آب و هوایی بر کاهش منابع آب،

منطقه سنقر دارای ۱۳۵۰۰۰ هکتار اراضی زراعی می‌باشد که ۲۱۱۲۱ هکتار آن اراضی آبی، ۱۱۲۰۳۹ هکتار اراضی دیم و ۱۸۴۲ هکتار باغ و بیشه می‌باشد. اقلیم منطقه مطابق اقلیم‌نمای دمارتن خشک است. میانگین ۱۳ ساله بارندگی طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۶ معادل ۴۶۰ میلی‌متر است.

محصولات غالب منطقه شامل گندم و جو آبی و دیم، نخود و عدس دیم، علوفه (شبدر و یونجه و اسپرس) می‌باشد. ضمن آن که دو محصول آبی کدو و آفتابگردان آجیلی با سطح زیر کشت ۲۸۵۰ هکتار

- ۱- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران
 - ۲- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران
 - ۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
- (*-نویسنده مسئول: Email: zareabyaneh@gmail.com)

نواقص طراحی، اجرایی و مدیریتی است (Sanchez et al., 2010, Salmeron et al, 2012, Perez-ortela et al. 2015). لیکن تعمیم نتیجه تحقیقات سایر مناطق به علت تفاوت شرایط آب و هوایی، تفاوت شرایط مزرعه‌ای و تفاوت در خصوصیات سیستم‌های آبیاری منطقی نمی‌باشد (قربانی و امینی، ۱۳۸۹). بررسی‌های اعظمی و همکاران (۱۳۹۰) در استان کرمانشاه نشان می‌دهد حدود ۷۷ درصد از زارعین از آبیاری تحت فشار رضایت دارند و ارزیابی این سیستم‌ها می‌تواند ضمن بهبود کمیت و کیفیت محصولات تولیدی در افزایش سطح رضایت‌مندی بهره‌برداران مفید باشد. ضمن آن که گزارش بخش آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه نشان می‌دهد شهرستان سنقر با اجرای ۴۲۲۵ هکتار، رده چهارم اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار را دارد (بی‌نام، ۱۳۹۴). پایش سیستم‌های آبیاری تحت فشار به عنوان راه کاری ساده برای نشان دادن مشکلات مختلف در راستای توسعه کمی سیستم‌های آبیاری طی سال‌های اخیر و صرف وقت و هزینه زیاد برای اجرای آن‌ها امری ضروری است. لذا هدف از این مطالعه ارزیابی تعدادی سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت آبیاش متحرک در شهرستان سنقر استان کرمانشاه و بررسی برخی مسایل و مشکلات آن‌ها در قالب شاخص‌های کمی است. نتایج این پژوهش می‌تواند در طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری تحت فشار بعدی و رفع مشکلات و نواقص طرح‌های موجود در سطح منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق با عنایت به گرایش غالب کشاورزان منطقه به آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک، تعداد شش سیستم به همراه اطلاعات کلی سیستم‌ها شامل منبع آب، ساعت آبیاری، دور آبیاری، نوع محصول، مساحت تحت پوشش، آرایش لوله‌ها، قطر لوله‌های اصلی و فرعی، مدل آبیاش، طول عمر سیستم و برخی اطلاعات دیگر، به تصادف از طریق اداره جهاد کشاورزی شهرستان سنقر طی سال زراعی ۱۳۹۴ انتخاب گردید. قبل از انجام ارزیابی سه نمونه دست نخورده از لایه‌های ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متر خاک برداشت گردید. برای هر نمونه درصد رطوبت خاک، نقصان آب خاک^۵ (SMD) به روش توزینی، جرم مخصوص حقیقی^۶ (ρ_d) و جرم مخصوص ظاهری^۷ (BD) به روش پیکنومتر، بافت خاک با تعیین درصد اندازه ذرات شن، سیلت و رس به روش هیدرومتری و با مراجعه به مثلث مشخص شد. درصد رطوبت

استفاده از آبیاری بارانی پیشنهاد شده و در ارزیابی انجام گرفته از یک سیستم آبیاری بارانی متحرک مقادیر دو شاخص ضریب یکنواختی^۱ (CU) و ضریب یکنواختی پخش^۲ (DPR) ۸۶ و ۸۷ درصد اندازه‌گیری گردید که نشان‌دهنده رضایت‌بخش بودن عملکرد آن است. (Ahaneke, 2010) بواکی اوسی مقادیر ضریب یکنواختی دو سیستم آبیاری بارانی با دو آرایش ۱۲×۱۲ و ۱۸×۱۸ متر و سرعت پخش آب ۱۰/۴ و ۴/۷ میلی‌متر در ساعت را به ترتیب ۹۱ و ۸۷ درصد به دست آورد که حاکی از عملکرد خوب آن‌ها در کشت ذرت بود (Boakye oasi, 2009). عبدالواحد و لورنزینی (۲۰۱۶) مقادیر ضریب یکنواختی کریستاسنس (CU)، یکنواختی توزیع آب^۳ (DU) و راندمان مصرف آب^۴ (WUE) برای سیستم آبیاری بارانی در جنوب لیبی را به ترتیب ۹۱/۳۷، ۰/۸۵ درصد و ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب آب گزارش نمودند (Abd El-wahed and lorenzini, 2016). نتایج کلی نشان داد فشار سیستم و ارتفاع آبیاش دو مولفه مهم در کسب یکنواختی توزیع مناسب است. بررسی اثر آبیاری بارانی بر مولفه‌های رشد محصول گندم در ۵ سطح ضریب یکنواختی ۹۵-۹۰، ۸۵-۸۰، ۷۵-۷۰، ۶۵-۶۰ و ۵۵-۵۰ درصد در زمین‌های دانشگاه سعودی نشان داد ضریب یکنواختی بالا سبب کاهش تلفات عمقی، افزایش مولفه‌های عملکرد محصول، ارتفاع گیاه، راندمان مصرف آب و افزایش کفایت آبیاری می‌گردد (Kassem, 2009). سادات ملائی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند در سیستم‌های آبیاری تحت فشار ضریب یکنواختی توزیع تابعی از طول لوله فرعی بوده و با افزایش طول از مقدار آن کاسته می‌شود. به نظر مارکلی و آلن تلفات تبخیر و بادبردگی و کم‌بودن یکنواختی توزیع آب دو عامل مهم در کاهش راندمان کاربرد آب در ربع پائین سیستم‌های آبیاری تحت فشار هستند (Markley and Allen, 2004). سادات ملائی و همکاران (۱۳۹۴) افزایش طول لوله‌های فرعی را یکی از عوامل کاهش ضریب یکنواختی (CU) در سیستم‌های آبیاری تحت فشار گزارش نمودند. ارزیابی سه سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت اجرا شده در منطقه مهاباد نشان داد میانگین مقادیر ضریب یکنواختی کریستاسنس، یکنواختی توزیع، بازده واقعی و پتانسیل کاربرد ربع پایین به علت سرعت باد و ضعف طراحی کمتر از حد آستانه مجاز می‌باشند. نتایج فاریابی و قربانی (۱۳۹۴) در خصوص معادلات مختلف ضرایب یکنواختی نشان داد که اکثر آن‌ها به شدت وابسته به شرایط مزرعه هستند و نمی‌توان از آن‌ها در سایر شرایط مزرعه استفاده نمود. گزارشات مختلفی از اثر منفی غیر یکنواختی توزیع آب بر میزان محصول و تلفات نفوذ عمقی وجود دارد که نشان‌دهنده اشکالات و

- 1- Coefficient uniformity
- 2- Delivery performance ratio
- 3- Distribution uniformity
- 4- Water use efficiency

- 5- Soil moisture difference
- 6- Particle density
- 7- Bulk density

متداول ترین معادله دجمی و همکاران در قالب رابطه ۴ و یکنواختی توزیع آب (DU) براساس مطالعات مریام و کلر از رابطه ۵ استفاده شد (Meriam and keller, 1978, Christiansen, 1942, Dechemi) (et al, 2003).

$$CU_t = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |D_i - \bar{D}|}{\bar{D} \times n} \right] \times 100 \quad (4)$$

$$DU_t = \frac{D_q}{\bar{D}} \times 100 \quad (5)$$

که در آن Di عمق آب در هر یک از قوطی‌ها (میلی‌متر)، \bar{D} متوسط عمق آب قوطی‌ها (میلی‌متر) و n تعداد قوطی‌ها می‌باشد. با اعمال ضریب کاهش راندمان^۷ (ER) در روابط ۲ تا ۵ نسبت به تعدیل بازده‌های محاسبه شده به سیستم آبیاری عمل شد.

$$ER = \frac{0.2 \times (P_{max} - P_{min})}{P_{mean}} \quad (6)$$

$$PELQ_s = (1 - ER) \times PELQ_t \quad (7)$$

$$AELQ_s = (1 - ER) \times AELQ_t \quad (8)$$

$$CU_s = CU_t \left[\frac{1 + \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}} \right)^{0.5}}{2} \right] \quad (9)$$

$$DU_s = DU_t \left[\frac{1 + 3 \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}} \right)^{0.5}}{4} \right] \quad (10)$$

در روابط بالا $PELQ_s$ راندمان پتانسیل کاربرد سیستم (درصد)، $AELQ_s$ راندمان واقعی سیستم (درصد)، ER ضریب کاهش راندمان، P_{max} و P_{min} به ترتیب حداقل فشار، حداکثر فشار و متوسط فشار سیستم (آتمسفر) می‌باشند. مقادیر فشار سر آبیاش‌ها با اتصال فشارسنج ۶-۰ بار به محل آبیاش‌ها در ابتدا، میانه و انتهای هر یک از لترال‌های مورد ارزیابی اندازه‌گیری شد. به همین ترتیب فشار هر سیستم نیز از فشارسنج نصب شده در ابتدای سیستم قرائت گردید. از آنجا که در داخل سامانه آبیاری همواره اختلاف فشاری به علت افت اصطکاک و شرایط توپوگرافی (پستی و بلندی) زمین وجود دارد، لذا بایستی مقادیر $AELQ$ و $PELQ$ به دست آمده از آزمایش‌ها را با توجه به اختلاف فشار موجود در داخل سامانه اصلاح کرد تا بتوان آن‌ها را به کل سامانه تعمیم داد که این تفاوت با اصطلاح‌های

ظرفیت زراعی^۱ (FC) و رطوبت نقطه پژمردگی دائم^۲ (PWP) خاک با دستگاه صفحات فشاری^۳ و نفوذپذیری به‌روش تخمین زمان ظهور رواناب در آزمایش قوطی به‌دست آمد. برخی اطلاعات هواشناسی نظیر درجه حرارت هوا، سرعت باد، جهت باد و میزان تبخیر برای برآورد تلفات تبخیر و بادبردگی از ایستگاه هواشناسی همدید شهرستان سنقر اخذ شد. از برخی شاخص‌ها به‌عنوان معیار ارزیابی استفاده شد که برای محاسبه آن‌ها لازم بود تا تعدادی عوامل مربوط به خاک و سیستم آبیاری به‌صورت مستقیم در مزرعه یا آزمایشگاه اندازه‌گیری و یا از متون علمی مشخص گردند (قربانی و امینی، ۱۳۸۹). برای ارزیابی بازده آبیاری از سه شاخص درصد بازده کاربرد^۴ (Ea)، درصد بازده واقعی کاربرد آب در ربع پایین^۵ ($AELQ$) و درصد بازده پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین^۶ ($PELQ$) به‌صورت زیر شد (Meriam and keller, 1978).

$$Ea = \frac{D_a}{D_r} \times 100 \quad (1)$$

در بازده کاربرد فرض بر آن است که تمام مزرعه به اندازه کافی آب دریافت می‌کند. در حالی که در عمل بخشی از آب وارد شده به منطقه ریشه به مصرف گیاه رسیده و مابقی آن از راه‌های مختلف تلف می‌شود. لذا برای بیان بهتر بازده یک سیستم با جایگزینی حداقل عمق آب دریافتی در چارک پایین اراضی با Da ، بازده واقعی کاربرد آب در قالب رابطه ۲ پیشنهاد شد (Meriam and keller, 1978).

$$ALELQ_t = \frac{D_q}{D_r} \times 100 \quad (2)$$

از آنجایی که هدف از آبیاری تامین رطوبت ناحیه ریشه تا حد رطوبت ظرفیت زراعی است. در این صورت می‌توان بازده پتانسیل کاربرد آب را برای تعیین تفاوت بین شرایط موجود یک سیستم با شرایط پتانسیل آن مشخص نمود.

$$PELQ_t = \frac{SMD = (\theta_{fc} - \theta_i) \times D_z}{D_r} \times 100 \quad (3)$$

در تمامی روابط فوق Da میانگین عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه (میلی‌متر)، D_r متوسط عمق آب آبیاری از سر نازل (میلی‌متر)، D_q متوسط کمترین عمق آب در ربع پایین اراضی (میلی‌متر)، θ_i درصد رطوبت حجمی قبل از آبیاری، θ_{fc} درصد رطوبت حجمی ظرفیت زراعی خاک و D_z عمق توسعه ریشه است. برای تعیین یکنواختی پخش آب از آبیاش‌ها (CU) از رابطه کریستیانسن به‌عنوان

- 1- Field capacity
- 2- Permanent wilting point
- 3- Pressure plate
- 4- Application Efficiency
- 5- Application Efficiency of Low Quarter
- 6- Potential Application Efficiency of Low Quarter

خاک (SMD) و تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) محاسباتی در جدول ۲ می‌باشد. بررسی‌های دفترچه‌های طراحی بیان‌گر دور آبیاری ۷-۱۰ روز و ساعت آبیاری ۴/۵ ساعت برای سیستم‌های شماره ۱ تا ۶ بود. مقایسه مقادیر ساعت آبیاری و دور آبیاری تحت مدیریت کشاورز با دفترچه طراحی حاکی از اعمال سلاقی کشاورزان در این خصوص می‌باشد. در جدول ۲ نتایج مربوط به عوامل خاک، اطلاعات مربوط به دبی و شدت پاشش آبیاش‌ها و مقادیر بازده محاسبه شده به تفکیک هر مزرعه آمده است.

مطابق نتایج جدول ۲، دبی اندازه‌گیری تمامی سیستم‌ها، به مقدار ۷۲ درصد در سیستم شماره ۱ تا ۳۰۹/۴ درصد در مزرعه ۳ بیشتر از دبی طراحی (دفترچه) است. این امر می‌تواند به دلایل فرسوده بودن آبیاش‌ها، عمود نبودن آبیاش‌ها و وجود نشست‌های فراوان از محل اتصالات باشد که در مزرعه ۳ و ۵ به دلیل عدم توجه مدیر به وفور قابل مشاهده بود. علاوه بر موارد فوق در مزرعه ۵ مشکلات اجرایی سبب کج شدن شیرهای خودکار و متفاوت بودن قطر نازل‌ها با دفترچه طراحی نیز مشهود بود. استفاده هم‌زمان از چندین مدل متفاوت آبیاش در سطح مزرعه و در امتداد خطوط فرعی در مزارع ۲ و ۴، بهره‌برداری نامناسب از سیستم‌های آبیاری و اعتقاد بهره‌برداران به برداشت هر چه بیشتر آب در اکثر مزارع برقرار بود. به عنوان نمونه در مزرعه ۲ استفاده از آبیاش‌های با برندهای متفاوت، به کارگیری پایه آبیاش‌های بلندتر از حد معمول (۱/۵ متر) و آبیاری در ساعات بادخیز امری معمول بود. در حالی که در مزرعه ۴ مدیر سیستم تلاش داشت تا سیستم را براساس تعداد آبیاش مجاز قید شده در دفترچه آبیاری، استفاده از یک آبیاش در خطوط فرعی ۶۳ میلی‌متری و آبیاری در ساعات آرام باد مدیریت نماید. لیکن طراحی و اجرای نامناسب این سیستم مانع حصول راندمان بالای کاربرد آب و راندمان پتانسیل کاربرد آب بود. به نظر می‌رسد آموزش‌های فرهنگی و مدیریتی و مشارکت بهره‌برداران در برنامه‌های آموزشی به همراه اهرم‌های قانونی نظیر نصب کنتورهای هوشمند، نظارت بر کار شرکت‌های طراح و قیمت‌گذاری آب در کمتر نمودن بار این مشکلات نقش داشته باشد. نتایج نشان می‌دهند در همه سیستم‌ها، اصل عدم ایجاد رواناب و هدررفت عمقی آب به علت بیشتر بودن دبی اندازه‌گیری نسبت به دبی طراحی رعایت نشده است. مشاهده رواناب با توجه به کمتر بودن میزان تلفات تبخیر و بادبردگی (۵/۸ درصد) و بزرگتر بودن دبی اندازه‌گیری نسبت به دبی طراحی در مزرعه ۴ امری طبیعی بود. لیکن در مزرعه ۳ هرچند دبی اندازه‌گیری نسبت به دبی طراحی بیشترین مقدار را داشت ولی به دلیل تلفات بالای تبخیر و بادبردگی آب (۲۴/۵ درصد) و متراکم بودن کشت آن (یونجه) رواناب مشاهده نگردید. در این سیستم میانگین درجه حرارت در زمان ارزیابی ۲۱/۹ درجه سانتی‌گراد، سرعت باد ۴/۵۵ متر بر ثانیه و میزان تبخیر ۹/۶۵ میلی‌متر بود.

بلوک و سیستم در جداول قابل نمایش است. تلفات تبخیر و بادبردگی^۱ WDEL برابر تفاوت آب خروجی از آبیاش‌ها با آب جمع شده در قوطی‌ها نسبت به آب خروجی از آبیاش‌ها به دست آمد و به تناسب تلفات نفوذ عمقی^۲ DP از رابطه ۱۱ محاسبه شد.

$$DP = \left[\frac{(\bar{D} - SMD) \times \frac{n_1}{n}}{D} \right] \times 100 \quad (11)$$

که در آن \bar{D} میانگین عمق آب جمع‌شده در n_1 قوطی با موجودی بیش از SMD، و n تعداد کل قوطی‌ها است.

همچنین متغیرهای هیدرولیکی هر یک از سیستم‌ها مانند فشار سیستم و فشار سر آبیاش‌ها با استفاده از فشارسنج و دبی آبیاش‌ها با استفاده از کرنومتر و یک گالن ۲۰ لیتری به روش حجم‌سنجی اندازه‌گیری شد. در مرحله بعدی، جانمایی قوطی‌های آزمایش بین دو آبیاش به کمک یک متر نواری ۵۰ متری و چند عدد میخ بلند انجام شد. برای این منظور از حدود ۱۹۰ عدد قوطی یک اندازه استفاده شد. عملیات آبیاری، پس از اطمینان از چیدمان کامل و عمودی قوطی‌ها به مدت یک تا دو ساعت انجام شد (Meriam and Keller, 1978). آب داخل هر قوطی با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری و پارامترهای مختلف ارزیابی در بلوک آزمایشی و در سامانه آبیاری محاسبه گردید. برای اصلاح مقادیر آب درون قوطی‌ها، از مقدار آب تبخیر یافته در طول مدت آزمایش از یک قوطی پر از آب نصب شده به صورت مجزا در جوار محل آزمایش استفاده شد (فاریابی و قربانی، ۱۳۹۴).

نتایج و بحث

در مراجعه اولیه به مزارع جهت ثبت وضعیت موجود مشخص گردید آبیاش‌های پیشنهادی تمامی سیستم‌ها ابری لاین PC40 بود که با آبیاش آمبو به دلیل در دسترس بودن جایگزین شده بود. سیستم آبیاری مزرعه شش از بارانی به نوار تیپ تغییر یافته بود.

در جدول ۱ برخی مشخصات دسته‌بندی شده مزارع تحت پوشش سیستم‌های آبیاری مورد مطالعه با انجام بازدیدهای میدانی و مطالعه دفترچه‌های طراحی آمده است. بررسی‌ها نشان داد عمر سیستم‌ها بین دو سال برای سیستم شماره ۵ تا شش سال برای مزرعه ۶ و سه سال برای دیگر سیستم‌ها می‌باشد. در این مطالعه منبع تامین آب آبیاری مزارع ۱، ۲، ۴ و ۵ از چاه و مزارع ۶ و ۳ چشمه بود. سطح بزرگترین مزرعه مورد ارزیابی ۶/۲ هکتار و سطح کوچکترین مزرعه ۰/۸۸ هکتار است.

نقش الگوی کشت آمده در جدول ۱، برای تعیین کمبود رطوبت

- 1- Wind and evaporation Losses
- 2- Deep percolation

جدول ۱- مشخصات عمومی سیستم‌های مورد بررسی

مدت آبیاری (hr)	دور آبیاری (day)	رطوبت وزنی (%)		B.D (gcm ⁻¹)	اندازه ذرات (%) بافت	عمق ریشه (m)	محصول	عرض	طول	مساحت (ha)	نقطه
		PWP	FC								
۴/۵	۵	۱۹	۳۷	۱/۳۱	C	۰/۷۵	شیدر	۳۸۴۸۴۷۴	۷۴۴۷۲۹	۴/۳	A1
۳	۹	۲۷	۴۲	۱/۲۲	Si-C	۰/۹	گندم	۳۸۵۱۷۶۳	۷۳۵۲۶۱	۳/۵۸	A2
۵/۵	۵	۱۶	۳۱	۱/۳۳	C-L	۱/۱	یونجه	۳۸۵۶۱۵۰	۷۰۳۹۱۰	۰/۸۸	A3
۵	۷	۱۹	۳۷	۱/۳۱	C	۱/۲	آفتابگردان	۳۸۴۸۴۷۴	۷۴۴۷۲۹	۴/۳	A4
۵	۶	۱۶/۵	۳۱	۱/۴	C-L	۰/۵	سیب‌زمینی	۳۸۵۰۵۴۸	۷۴۹۹۶۶	۶/۲	A5
--	--	۱۳	۲۹	۱/۳۳	S-C-L	-	هندوانه	۳۸۴۲۰۳۳	۷۳۱۶۶۳	۳/۷	A6

جدول ۲- نتایج ارزیابی مزارع

مزرعه					واحد	عامل
A5	A4	A3	A2	A1		
۲۲×۲۲۲۱	۲۱×۲۱۲۱	۲۱×۲۱۲۱	۲۱×۲۱۲۱	۲۱×۲۱	m×m	آرایش (S _m ×S ₁)
۴۰/۵	۵۲/۲	۴۶/۵	۳/۸	۲۸/۱	mmhr ⁻¹	شدت پاشش
۱۶	۱۰	۱۲	۷/۵	۱۰	mmhr ⁻¹	سرعت نفوذ
۲/۵	۲	۱/۳۹	۲/۰۳	۲	Litsec ⁻¹	دبی طراحی
۵/۴۴	۶/۳۹	۵/۶۹	۵/۳۶۱	۳/۴۴	Litsec ⁻¹	دبی اندازه‌گیری شده
۳	۴	۳	۴	۳	آتمسفر	فشار طراحی
۳/۵	۴/۲	۵/۵	۴/۵	۳/۱	آتمسفر	حداکثر فشار (P _{max})
۲/۴	۴/۱	۴/۸	۴	۲/۱	آتمسفر	حداقل فشار (P _{min})
۲/۹۵	۴/۱۵	۵/۱۵	۴/۲۵	۲/۶	آتمسفر	فشار آبش مورد ارزیابی (P _a)
۳۷/۳	۲	۱۴	۱۱/۸	۳۸/۵	درصد	تغییرات فشار (ΔP)
۲۱/۶	۲۸/۹	۲۱/۹	۳۳/۷	۲۵/۳	درصد	حداقل رطوبت مجاز قبل از آبیاری
۴۴/۷	۲۲۰	۴۳/۹	۸۷/۸	۷۲/۱	mmm ⁻¹ -Soil	کمبود رطوبت خاک (SMD)
۱۳۶	۱۲۷	۱۳۱	۱۱۰	۱۶۹	mmm ⁻¹ -Soil	تخلیه مجاز رطوبتی ^۱ (MAD)
۲۸/۱	۲۳	۲۸	۳۵	۳۲	درصد	رطوبت قبل از آبیاری
۱۰/۷	۵/۸	۲۴/۵	۱۱/۸	۷/۴	درصد	تلفات تبخیر و بادبردگی (WDEL)
۲۴/۵	۶۸/۹	۲۲	۴۶/۶	۲۴/۶۸	درصد	تلفات نفوذ عمقی (DP)
۴۴/۵۶	۷۰/۳	۳۲/۷	۵۹/۵۳	۴۸/۳	درصد	راندمان کاربرد (Ea)
۵۳/۱	۶۴	۴۸	۴۹/۷	۵۱/۳۹	درصد	یکنواختی ربع پایین در بلوک (DUt)
۴۶/۲	۶۳	۴۶	۴۷/۶	۴۴/۵۷	درصد	یکنواختی ربع پایین در سیستم (DU _s)
۶۶/۸	۷۸/۵	۶۰	۶۴/۶	۶۸/۴۱	درصد	یکنواختی کریستیانسن در بلوک (CUt)
۶۱/۶	۷۸	۵۸	۶۲/۷	۶۲/۳۶	درصد	یکنواختی کریستیانسن در سیستم (CU _s)
۴۷/۳۸	۲۹	۳۶/۶	۴۳/۸۵	۴۷/۵۶	درصد	راندمان کاربرد آب در ربع پایین بلوک (AELQt)
۴۳/۸۵	۲۹	۳۵/۶	۴۲/۸۱	۴۴/۵۷	درصد	راندمان کاربرد آب در ربع پایین سیستم (AELQs)
۷۵/۵۶	۲۹/۳	۷۲/۶	۵۰/۳۴	۸۰	درصد	پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین بلوک (PELQt)
۷۰	۲۹	۷۰/۶	۴۹/۱۶	۷۳/۸	درصد	پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین سیستم (PELQs)

1- Maximum or management allowable deficit

برای سیستم‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ از مقادیر توصیه شده $71 \leq CU \leq 87\%$ و $67 \leq DU \leq 80\%$ کمتر است (Meriam and keller, 1978). گفتنی است که در سیستم آبیاری مزرعه ۴ که فشار کارکرد سیستم مناسب و درصد تغییرات فشار آن کمتر است یکنواختی توزیع ربع پایین سیستم بیش از دیگر سیستم‌ها و ضریب یکنواختی کریستیانسن آن در محدوده مقادیر توصیه شده مریام و کلر است. علاوه بر عامل فشار، سرعت باد نیز بر ضرایب یکنواختی تاثیر دارد که در سیستم آبیاری ۴ کمتر بودن درصد تلفات تبخیر و بادبردگی منجر به افزایش ضرایب یکنواختی توزیع ربع پایین سیستم و یکنواختی کریستیانسن شده است. در مزرعه ۴ به دلیل ساعت بالای آبیاری و دور آبیاری پایین نسبت به خصوصیات فیزیکی خاک، شاهد تلفات نفوذ عمقی بالا در مزرعه مورد نظر بودیم که متأسفانه یکی از کمترین مقادیر راندمان کاربرد آب بود. اما نکته جالب این که سیستم پمپاژ آبیاری دو مزرعه ۱ و ۴ که در جوار یکدیگر قرار دارند مشترک است. اما مدیریت حاکم بر مزرعه ۴ با رعایت اصل عدم استفاده از چندین آبیاش، دقت در انتخاب آبیاش‌های مناسب و کنترل کارکرد درست آبیاش‌ها به تغییرات فشار کمتر و DU و CU بیشتر دست یافت. در حالی که پاسخ سیستم آبیاری مزرعه ۱ به دلیل عدم رعایت برخی مسائلی که شرح مختصری از آن‌ها در بالا بیان شد از سوی مدیر موجب تغییرات فشار بالا و راندمان کاربرد پائین سیستم شد.

راندمان کاربرد واقعی آب در ربع پایین (AELQ) یک سیستم نشان‌دهنده نحوه بهره‌برداری از سیستم در وضع موجود است. از جدول ۲ ملاحظه می‌گردد راندمان کاربرد آب در ربع پایین تمامی سیستم‌ها کمتر از ۴۵ درصد است که از حد پائین آستانه توصیه شده مریام و کلر (۶۵ درصد) کمتر است. (Meriam and keller, 1978). از دلایل کم بودن راندمان کاربرد آب در ربع پایین می‌توان به طراحی و اجرای نامناسب سیستم‌ها و مدیریت نامناسب آن‌ها در زمان آبیاری به‌ویژه در زمان‌هایی که مزرعه با مشکل رواناب و نفوذ عمقی مواجه است اشاره نمود. کمترین مقدار راندمان کاربرد آب در ربع پایین در مزرعه ۴ معادل ۲۸ درصد به‌دست آمد که با توجه به بالاترین بودن مجموع مقادیر تلفات عمقی و تلفات تبخیر و بادبردگی یعنی ۷۴/۷ درصد نشان‌دهنده مدیریت نامناسب سیستم در زمان آبیاری است. در مقابل بیشترین مقدار راندمان کاربرد آب در ربع پایین در مزرعه ۱ معادل ۴۴/۵۷ درصد به‌دست آمد که متناظر با مجموع کمترین مقادیر تلفات عمقی و تبخیر و بادبردگی (۳۲/۰۸) بود. سرعت باد در زمان ارزیابی سیستم شماره یک ۴/۵ متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد. این امر سبب توزیع نامناسب آب، اختلاف یک چهارم کمترین عمق‌های دریافتی نسبت به متوسط آب کاربردی و کم بودن راندمان واقعی شد. راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین (PELQ) در محدوده مجاز ۶۵ تا ۸۵ درصد بیان‌گر بازده خوب سیستم در

جدول ۲ نشان می‌دهد طراحی سیستم‌های آبیاری با متوسط فشار کارکرد ۴۰-۳۰ متر می‌باشد. در حالی که فشار در دو سیستم A1 و A5 کمتر از فشار طراحی و تغییرات فشار در این دو سیستم بیش از محدوده مجاز ۲۰ درصد فشار متوسط آبیاش‌ها است. در بین سیستم‌های مورد ارزیابی بیشترین طول لوله جانبی به دو سیستم A1 و A5 معادل ۲۲۰ و ۲۴۰ متر با کمترین فشار آبیاش ۲/۶ و ۲/۹۶ آتمسفر و بیشترین درصد تغییرات فشار (۳۸/۵ و ۳۷/۳) تعلق دارد. در مقابل فشار سایر سیستم‌های آبیاری به‌میزان ۲ تا ۱۴ درصد بیش از فشار نرمال توصیه شده در دفترچه طراحی است. سادات ملائی و همکاران (۱۳۹۴) نامناسب بودن طول لوله جانبی و فاریابی و قربانی (۱۳۹۴) خراب بودن آبیاش و فشار نامناسب سیستم را از جمله دلایل افت فشار، ریزش بیشتر آب در نقاط مختلف، رواناب و هدررفت عمقی آب گزارش نمودند.

در جدول ۲ مقادیر راندمان کاربرد، یکنواختی ربع پایین و یکنواختی کریستیانسن مربوط به تمامی سیستم‌ها آمده است. مقدار راندمان کاربرد مزارع ۱، ۲، ۳ و ۵ کمتر از حد توصیه شده ۸۵-۶۵ درصد توسط مریام و کلر و برای سیستم ۴ معادل ۷۰/۳ درصد به‌دست آمد. همان‌گونه که قبلاً بیان شد در بازده کاربرد (Ea) فرض بر آن است که تمام ناحیه مورد آبیاری به اندازه کافی آب دریافت کرده است (Meriam and keller, 1978). لذا بهتر بودن راندمان کاربرد در مزرعه ۴ را می‌توان به کمتر بودن درصد تغییرات فشار سیستم، کمتر بودن تلفات تبخیر و بادبردگی و ریزش بیشترین مقدار دبی نسبت داد. لیکن تلفات زیاد عمقی آب در این مزرعه نشان می‌دهد بخش زیادی از آب وارد شده به منطقه ریشه در عمل به‌صورت هدررفت عمقی از دسترس ریشه گیاه خارج شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد مزارع مورد بررسی از نظر نوع مدیریت بهره‌برداری مثل مدت زمان آبیاری، عوامل مربوط به سیستم آبیاری نظیر تغییرات فشار، عوامل مربوط به آبیاش‌ها مانند فشار آبیاش‌ها از یک مزرعه به مزرعه دیگر متفاوت هستند و راندمان کاربرد برآیندی از همه عوامل است. به‌همین دلیل دامنه تغییرات راندمان کاربرد از ۳۲/۷ درصد در مزرعه ۳ تا ۷۰/۳ درصد در مزرعه ۴ به‌میزان ۱۱۴/۹۸ درصد است. در حالی که مطابق نتایج جدول ۲ کمترین مقدار ضریب یکنواختی کریستیانسن در مزرعه ۳ معادل ۵۸ درصد و بیشترین آن در مزرعه ۴ معادل ۷۸ درصد محاسبه شد که دامنه تغییرات آن ۳۴/۴۸ است. کمتر بودن دامنه تغییرات ضریب یکنواختی کریستیانسن نسبت به راندمان کاربرد نشان می‌دهد ضریب یکنواختی کریستیانسن وابستگی کمتری به شرایط مزرعه‌ای داشته و با اطمینان بیشتری می‌توان آن را در مزارع مختلف استفاده نمود (فاریابی و قربانی، ۱۳۹۴).

در مجموع جدول ۲ نشان می‌دهد یکنواختی ربع پایین سیستم برای تمامی سیستم‌های مورد مطالعه و ضریب یکنواختی کریستیانسن

سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه.

سادات ملائی، م.، مهدوی مزده، ع. و وطن‌خواه، ع.ر. ۱۳۹۴. ارزیابی هیدرولیکی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای کم فشار به کمک مدل‌سازی ریاضی و داده‌های آزمایشگاهی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹ (۱): ۸۷-۹۹.

فاریابی، ا. و قربانی، ب. ۱۳۹۴. ارزیابی معادلات یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی و امکان استفاده آن‌ها در شرایط مختلف مزرعه‌ای. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹ (۴): ۵۳۶-۵۲۵.

قربانی، ب. و امینی، م. ۱۳۸۹. ارزیابی و مقایسه عملکرد سامانه‌های آبیاری کلاسیک، غلطان و عقربه‌ای در شهرستان شهرکرد. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۳ (۴): ۴۶۴-۴۵۴.

Abd El-Wahed, M. H. Lorenzini M. M.G. 2016. Sprinkler irrigation uniformity: Impact on the crop yield and water use efficiency. *Journal of Engineering Thermophysics*. 25 (1): 117-125.

Ahaneku, I.E. 2010. Performance evaluation of portable sprinkler irrigation system in Ilorin, Nigeria. *Indian Journal of Science and Technology*. 3 (7): 853- 857.

Al-Ghobari, H.M. 2014. Effect of Center Pivot System Lateral Configuration on Water Application Uniformity in an Arid Area. *J. Agr. Sci. Tech.* (2014) Vol. 16: 577-589.

Boakye Osei, F.K., 2009. Evaluation of sprinkler irrigation system for improved maize seed production for farmers in Ghana. Msc Thesis. Kwame Nkrumah University. 106 p.

Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agricultural Experiment Experiment Station, Bulletin 670. University of California, Berkeley.

Dechmi, F., E. Playan., J.M. Faci., M. Tejero., and A. Bercero. 2003. Analysis of an irrigation district in northeastern Spain: II. Irrigation evaluation, simulation and scheduling. *Agricultural water management* 61: 93-109.

Hashim, S., Mahmood, S., Afzal, M., Azmat, M. and Rehman, H.A. 2016. Performance Evaluation of Hose-Reel Sprinkler Irrigation System. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 41 (10): 3923-3930.

Kassem, M. A. 2009. Effect of sprinkler irrigation uniformity on wheat productivity, water losses and water use efficiency. *Misir Journal Agricultural Engineering*. 26(3): 1201- 1222.

Perez-Ortola, M., A. Daccache., T.M. Hess., and J.W. Knox. 2015. Simulating impacts of irrigation heterogeneity on onion (*Allium cepa* L.) yield in a humid climate. *Irrigation Science* 33: 1-14.

شرایط بهره‌برداری مناسب است و کم بودن آن می‌تواند ناشی از بالا بودن تلفات تبخیر و بادبردگی باشد (Markley and Allen, 2004). مطابق نتایج جدول ۲ مقدار PELQ سه مزرعه ۱، ۳ و ۵ به ترتیب ۷۳/۸، ۷۰/۶ و ۷۰ درصد به دست آمد که از حد مجاز پائین ۶۵ درصد توصیه شده بالاتر هستند. در مقابل مقدار PELQ سیستم‌های ۲ و ۴ به ترتیب ۴۹/۱۶ و ۲۹ درصد محاسبه شد. بالا بودن مجموع تلفات عمقی و تلفات تبخیر و بادبردگی در این دو سیستم به معنای کمتر بودن عمق میانگین آب در ربع پائین نسبت به کمبود رطوبت خاک (SMD) است. به نظر می‌رسد انجام برخی عوامل قابل کنترل از جمله تنظیم فشار سیستم و فشار آبیاری، اعمال مدیریت مناسب آبیاری مانند تنظیم فواصل آبیاری و برنامه‌ریزی آبیاری، استفاده از لوازم استاندارد و سالم که مانع نشست و تلفات آب شوند می‌تواند به بهره‌وری بالاتر سیستم‌ها در قالب راندمان کاربرد آب و توزیع مناسب‌تر آن در سطح مزرعه منجر شود.

نتیجه‌گیری

مطابق ارزیابی صورت گرفته و محاسبات شاخص‌های ارزیابی در مزارع شهرستان سنقر، میانگین شاخص‌های یکنواختی توزیع آب، یکنواختی کریستیانسن، راندمان کاربرد آب، راندمان پتانسیل و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین به ترتیب برابر ۴۹/۴۷، ۶۴/۵، ۵۱/۱، ۵۸/۵۳ و ۳۹/۰۳ بود که با توجه به محدوده مقادیر توصیه شده مریام و کلر، در وضعیت عملکردی مناسبی قرار ندارند (Meriam and keller, 1978). با توجه به بازدهی انجام شده در سطح مزارع مورد ارزیابی، سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاری متحرک شهرستان سنقر دارای مشکلاتی هستند. عدم اجرای اصولی و استاندارد سیستم‌های آبیاری، عدم دریافت آموزش‌های بهره‌برداری، استفاده از آبیاری‌های متعدد و متفاوت، مدیریت ضعیف سیستم‌ها و استفاده از لوازم بی کیفیت از مشکلات مشترک اکثر طرح‌های آبیاری مورد مطالعه بود. یکی از پیشنهادها مهم که جهت بالابردن راندمان و کارایی سیستم‌های آبیاری در شهرستان سنقر نظارت دقیق و آموزش لازم بر اساس نیازهای واقعی بهره‌برداران و بالا بردن سطح دانش و علم آبیاری کشاورزان می‌باشد.

منابع

اعظمی، ا. زرافشانی، ک.، دهقانی سانچ، ح. و گرجی، ع. ۱۳۹۰. تحلیل رضامندی کشاورزان از اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار در استان کرمانشاه. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۴): ۸۵۳-۸۴۵.

بی‌نام، ۱۳۹۴. آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه،

- Scientific Research in Agricultural Sciences, 1(4): 56-66.
- Salmeron, M., Y.F. Urrego., and J. Cavero. 2012. Effect of non-uniform sprinkler irrigation and plant density on simulated maize yield. *Agricultural water management* 113: 1-9.
- Sanchez, I., N. Zapata., and J.M. Faci. 2010. Combined effect of technical, meteorological and agronomical factors on solid-set sprinkler irrigation: I. Irrigation performance and soil water recharge in alfalfa and maize. *Agricultural water management* 97: 1571-1581.
- Markley P and Allen G (2004) *Sprinkle and trickle irrigation lecture notes*. 1th Ed. Utah state university, Utah, 279 p.
- Merriam, J.L., and J. Keller. 1978. *Farm irrigation system evaluation: A guide for management*. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State Univ., Logan, Utah. 271 p.
- Ramadan Eid, A., El-Farouk, A. M., Bakry, B. A. and Elbegawy, M. KH. 2014. Effect of Sprinkler Irrigation Systems and Irrigation Frequency on Water Use Efficiency and Economical Parameters for Wheat Production. *International Journal of*

Performance of Fixed Classic Sprinkler Irrigation Systems with Portable Sprinkler in Sonqor Region in Kermanshah

A. Baqerkhani¹, H. Zarebyaneh^{*2}, A. Ghadami Firouzabadi³

Recived: Jul.02, 2018

Accepted: Aug.31, 2018

Abstract

In this study, 5 fixed classic sprinkler irrigation systems with portable sprinkler with cropping pattern of wheat, clover, alfalfa, potato and sunflower with two different patterns sprayer moveent were evaluated in the city of Sonqor, Kermanshah province. The discharge of sprinklers, spraying rate, water infiltration rate and infiltrated water depth showed that the water application efficiency, Christiansen coefficient and water distribution uniformity varied from between 32.7 to 70.3, 58 to 78 and 44.57 to 63 percent respectively. The application efficiency of low quarter of all systems were 29 to 45 percent and the potential efficiency of low quarter the three system 1, 3, 5 were 73.8, 70.6, 70 percent and system 2 and 4 were 49.16 and 29 percent respectively. Low efficiency and application efficiency of low quarter are due to wind and evaporation Losses that measured from the difference in the water output from the sprinklers with the water collected in the cans and deep percolation calculated. Inappropriate pressure, the use of multiple and different sprinklers, pressure and discharge variations were the main reasons of low indicators. The main problems of these systems are mismatch design with implementation, lack of adequate supervision on implementation and after it, inadequate information on soil condition, water requirement, productivity, operation management and rather than economic issues in selection of irrigation equipment and methods.

Keywords: Distribution uniformity, Evaluation, Irrigation efficiency, Potential efficiency, Pressurized irrigatio

1- Graduated Master's Degree of Irrigation and Drainage, College of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Professor Department of Water Engineering, College of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Agricultural and Natural Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran

(*- Corresponding Author Email: zarebyaneh@gmail.com)