نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره ششم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

بررسی کارایی سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده در استان گلستان

علیرضا کیانی[۱]، *مجتبی شاکر[۲] و رحیم طبرسا[۳]

[۱]استاد بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]کارشناس بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: در حال حاضر یکی از راهبردهای مؤثر جهت استفاده کاراتر از منابع آبی، توسعه سامانه‌های نوین آبیاری می‌باشد. در سال‌های اخیر، مساحت تحت پوشش سامانه‌های آبیاری تحت فشار روند افزایشی داشته است، در صورتی‌که به کیفیت اجرای این سامانه‌ها (فنی، اجرایی، بهره‌برداری، مدیریتی و ادوات) اهمیت کافی داده نشود، انگیزه کشاورزان برای استفاده از این سامانه‌ها به‌تدریج کاهش یافته و درنتیجه سطح تحت پوشش آن‌ها نیز کاهش خواهد یافت. طرح حاضر به‌منظور ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده در سطح استان گلستان در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در ۲۱ مزرعه به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مشخصات هیدرولیکی سامانه‌ها شامل فشار، دبی، راندمان‌ها، یکنواختی پاشش به همراه سرعت نفوذ آب در خاک و مسایل اجرایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج بررسی نشان داده است که ۳۸ درصد از سامانه‌ها از نظر یکنواختی پاشش (DU) و راندمان واقعی در ربع پایین (AELQ) و ٤٨ درصد از نظر ضریب یکنواختی (CU) کم‌تر از مقادیر قابل‌قبول بودند. راندمان کاربرد آب (Ea) در ۵۰ درصد از مزارع بیش از ٦٥ درصد و قابل‌قبول ولی در ٤٠ درصد از طرح‌ها راندمان کاربرد کم‌تر از ٤٠ درصد و غیرقابل‌قبول بود. در ۳۹ درصد از طرح‌ها میزان تلفات پاششی ناشی از تبخیر و بادبرگی بیش از ۲۰ درصد بوده که برای یک سامانه آبیاری بارانی غیرقابل‌قبول است. در عمده سامانه‌ها مشاهده شده است، طراح یک برنامه آبیاری یا نوعی از آبپاش و یا فاصله جابه‌جایی را ارائه می‌کند، مجری برنامه‌ای دیگر و بهره‌بردار نیز برنامه‌ی خود را عمل می‌کند. مقایسه مقادیر سرعت نفوذ آب در خاک و شدت پاشش آبپاش‌ها بیانگر این مطلب دارد که سنخیتی بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده با مقادیر طراحی‌شده و همچنین با مقادیر شدت پاشش آبپاش که در مزرعه اتفاق می‌افتد، وجود ندارد. از نظر اجرایی برخی از پارامترهای طراحی مانند الگوی کشت، نوع آبپاش، فاصله جابه‌جایی آن‌ها، نوع پمپ تغییر نموده و به‌طور طبیعی تغییر در هر یک از پارامترهای فوق در همه مبانی سامانه از جمله برنامه آبیاری اثرگذار است.

* مسئول مکاتبه: mojtabawater@yahoo.com

نتیجه‌گیری: مهم‌ترین مشکلات سامانه‌های آبیاری بارانی از نظر مدیریت و بهره‌برداری آگاهی ناکافی استفاده‌کنندگان از سامانه و برنامه‌ریزی آبیاری بود. برای مدیریت و راهبری صحیح از سامانه آبیاری بارانی، نیاز به آموزش مبانی جهت کسب آگاهی کلی از برنامه آبیاری در این سامانه است، که در این زمینه متولیان امور باید گام‌های مؤثری بردارند. به‌طورکلی انگیزه کشاورزان به‌خصوص با پرداخت تسهیلات از طرف متولیان برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار، زیاد است، ولی برای دستیابی به اهدافی که در اثر اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی دنبال می‌شوند مانند استفاده بهینه از منابع آبی، هنوز با چالش‌های جدی مواجه است.

واژه‌های کلیدی: راندمان آبیاری، روش‌های آبیاری بارانی، استان گلستان

مقدمه

امروزه با روند کاهشی میزان منابع آبی در کشور مسئولان مربوطه درصدد گسترش هرچه بیش‌تر سامانه‌های آبیاری نوین در مزارع و باغ‌ها می‌باشند، بنابراین ارزیابی و پایش سامانه‌های نوین آبیاری تحت فشار با هدف اصلاح و بهبود سامانه‌های اجراشده صورت می‌گیرد. ارزیابی‌ها در کشور نشان می‌دهند که ۱۱/٦ درصد از کل پروژه‌های آبیاری تحت فشار اجراشده در کشور، به دلایل مختلف مورد بهره‌برداری قرار نگرفته‌اند (۱۵). دامنه تغییرات CU در سامانه آبفشان قرقره‌ای در مزارع نیشکر استرالیا از ۱۹ تا ۸۲ درصد (متوسط ۵۰/۵ درصد) و راندمان کاربرد ۸۵ درصد گزارش شده است (۵). ارزیابی روش آبیاری بارانی سنتر پیوت در نیوزیلند در طی ۲ سال نشان داده است که راندمان کاربرد در سال اول به‌طور متوسط ۷۸ درصد و در سال دوم با بهبود مدیریت آبیاری تا ۹٦ درصد ارتقاء پیدا کرد (۷). مقدار DU، رواناب و تلفات نفوذ عمقی در روش آبیاری سنترپیوت به‌ترتیب ۸۰، ٤ و ۰/۷۵ درصد و در سامانه جابه‌جایی خطی به‌ترتیب ۸٦، ۰/۲۵ و صفر درصد برآورد شد (۳). راندمان کاربرد آب در روش آبیاری بارانی کلاسیک نیمه‌متحرک، آبفشان قرقره‌ای، سنترپیوت و جابه‌جایی خطی در ایالت کانزاس آمریکا در شرایط آب و هوایی مشترک محصول گندم به‌ترتیب ٦۵ تا ۸۰، ٦۰ تا ۷۰، ۷۵ تا ۹۰ و ۷۰ تا ۸۵ درصد، گزارش شده است (۱۰). مقایسه دو روش آبیاری بارانی آبفشان قرقره‌ای و آبیاری سنتی زارعین در پاکستان روی محصولات برنج و گندم حکایت از این مطلب دارد که ضمن افزایش تولید محصول به‌میزان ۱۸ درصد، مقدار آب مصرفی نیز نسبت به روش سنتی در حدود ۳۵ درصد کاهش داشته است (٦). در مطالعات دیگر بر نقش مشارکت تشکل‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری تحت فشار در کاهش هزینه‌های سامانه‌های آبیاری تأکید و بیان شده است که اصلاح مدیریت بهره‌برداری تا ۱۵ درصد هزینه‌های مصرفی را کاهش خواهد داد (۹). به‌طورکلی نتایج بررسی در خصوص توسعه آبیاری تحت فشار با هدف افزایش راندمان آبیاری و استفاده کاراتر از منابع موجود آب در چند برنامه تدوین شده بیانگر عدم موفقیت کمی و کیفی اجرای سامانه‌ها در مزارع را دارد. به‌طوری‌که میزان تحقق برنامه‌های توسعه آبیاری تحت فشار در برنامه‌های اول (۷۳-٦۹)، دوم (۷۸-۷٤)، سوم (۸۳-۷۹) و چهارم (۸۸-۸٤) به‌ترتیب ۲٤، ۲۵، ۲۷ و ۳۸ درصد بود (۱۳). عباسی و همکاران (۲۰۱۵) براساس اطلاعات سال‌های ۱۳۷۰ الی ۹٤ گزارش کردند که حدود ۸۵ درصد از اراضی آبی کشور به روش سطحی و ۱۵ درصد (۱/٤۵ میلیون هکتار) به روش تحت فشار آبیاری می‌شوند. خلاصه ارزیابی آن‌ها نشان داد که راندمان کاربرد آب در روش آبیاری بارانی کم‌تر از حد مورد انتظار (۸۵

درصد) بود. به‌طوری‌که از نظر راندمان کاربرد آب در مزرعه در بین روش‌های آبیاری بارانی بیش‌ترین (٦٧ درصد) و کم‌ترین (٥٢ درصد) به‌ترتیب مربوط به روش‌های آبیاری بارانی آبفشان غلطان و کلاسیک ثابت و از نظر توزیع یکنواختی بیش‌ترین راندمان (٧٨ درصد) و کم‌ترین (٥٩ درصد) به‌ترتیب مربوط به آبیاری‌های سنترپیوت و آبیاری بارانی نیمه‌کلاسیک ثابت بود. آن‌ها عمده مشکلات برای عدم حصول به راندمان مورد انتظار در روش آبیاری تحت فشار را به مشکلات فنی در طراحی، اجرا و بهره‌برداری نسبت دادند (١). شاکر و همکاران (٢٠١٤) نیز مشکل اصلی در بحث سامانه‌های نوین آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان گلستان را ضعف در مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری دانستند که به‌دلیل عدم آشنایی و همچنین دانش و مهارت کشاورزان با این سامانه‌ها می‌باشد. با توجه به برنامه‌های توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار نیاز است تا وضعیت سامانه‌ها به‌صورت ادواری مورد کنکاش قرار گرفته تا به استناد آن‌ها و شناخت تنگناها به لحاظ مسایل فنی، اجرایی و مدیریتی در مقایسه با دوره‌های قبلی گام‌های بعدی را اصلاح نمود (١٤). به همین دلیل پژوهش حاضر با هدف شناخت وضعیت سامانه‌های آبیاری بارانی که در سطح استان گلستان اجرایی شدند از نظر فنی (راندمان‌ها) اجرایی و بهره‌وری و نگهداری به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ١٣٩١ و ١٣٩٢ بر روی سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده در استان گلستان با مشخصات جدول ١ به اجرا درآمد. برخی عوامل فیزیکی و شیمیایی نیمرخ خاک شامل بافت خاک، هدایت الکتریکی، اسیدیته عصاره اشباع، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، وزن مخصوص ظاهری با نمونه‌گیری در هر مزرعه در عمق‌های ٣٠-٠، ٦٠-٣٠ و ٩٠-٦٠ سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند. در هر مزرعه، مقادیر کمبود آب خاک (SMD) به استناد این داده‌ها و سرعت نفوذ آب در خاک با استفاده از استوانه‌های مضاعف تعیین شدند. اطلاعات مربوط به ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی با چیدن تعدادی قوطی در اطراف آبپاش‌ها در حین آبیاری و اندازه‌گیری مقادیر دبی و فشار خروجی از هر آبپاش به‌دست آمد. در روش‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و کلاسیک نیمه‌متحرک شبکه قوطی‌ها به‌صورت مربعی و در روش‌های قرقره‌ای و سنترپیوت به‌صورت خطی در نظر گرفته شدند. به استناد داده‌های جمع‌آوری‌شده شاخص‌های ارزیابی سامانه‌ها به‌شرح زیر تعیین شدند:

- راندمان کاربرد (E_a)[1]

$$E_a = 100 \times \frac{I_s}{I_d} \qquad (١)$$

که درآن، E_a راندمان کاربرد (درصد)، I_s و I_d به‌ترتیب عمق آب ذخیره شده در منطقه ریشه و آب به‌کار برده شده (میلی‌متر). آب ذخیره‌شده از تفاوت رطوبت بعد و قبل از آبیاری در عمق توسعه ریشه و عمق آب به‌کار برده شده از مقدار آب خارج شده از آبپاش‌ها طی مدت آبیاری به‌دست آمد.

- راندمان ذخیره (E_s)

$$E_s = 100 \times \frac{I_s}{SMD} \qquad (٢)$$

که در آن، E_s[2] راندمان ذخیره (درصد)، SMD کمبود رطوبت خاک یا پتانسیل ذخیره آب در منطقه ریشه گیاه است که از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$SMD = \frac{(\theta_{FC} - \theta_I)}{100} \times D_r \qquad (٣)$$

1- Application Efficiency
2- Storage Efficiency

که در آن، θ_{FC} و θ_I به‌ترتیب درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی خاک و قبل از آبیاری، Dr عمق توسعه ریشه گیاه (میلی‌متر).

- یکنواختی توزیع آب (DU)[1]

$$DU = 100\frac{\bar{d}_{lq}}{\bar{d}_{avg}} \qquad (٤)$$

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و نوع سامانه‌های آبیاری بارانی.

Table 1. Geographical characteristics and type of sprinkler irrigation systems.

شماره طرح (Number of plan)	نوع سامانه (Type of system)	نوع آبپاش (Type of sprinklers)	شدت پخش (Intensity discharge) (mm/h)	موقعیت جغرافیایی (Geographical location)		
				شهرستان (City)	طول جغرافیایی UTMX	عرض جغرافیایی UTMY
1	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	VYR-155	13.6	گرگان (Gorgan)	286592	4083048
2	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	ZM-22	10.8	کردکوی (Kordkoy)	242225	4079518
3	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	VYR-155	13.59	آق‌قلا (Agh ghala)	270375	4096940
4	سنتر لینیر (Center Linear)	Senningrii-wob	13.73	گرگان (Gorgan)	285612	4085803
5	قرقره‌ای (گان) (GUN)	(85-290) گان	13.48	کردکوی (Kordkoy)	251263	4074923
6	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	VYR-155	13.59	گنبدکاووس (Gonbad kavos)	327251	4113424
7	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	ZM-22	6.87	علی آباد (Ali abad)	307822	4109212
8	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	Komet 162	11.11	کردکوی (Kordkoy)	254605	4082098
9	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	VYR-155	13.59	بندرترکمن (Bandar torkman)	264753	4092830
10	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	ZM-22	6.87	گنبد کاووس (Gonbad kavos)	318958	4120397
11	سنترپیوت (Center pivote)	روتاری	-	آق‌قلا (Agh ghala)	295180	4110441
12	کلاسیک نیمه‌متحرک (Classic semi portable)	ZB-22 D	6.25	بندرترکمن (Bandar torkman)	253577	409703
13	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	--	17.28	بندرترکمن (Bandar torkman)	245298	4088507
14	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	VYR-155	13.59	آق‌قلا (Agh ghala)	299433	4104493
15	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	-	-	کلاله (Kalale)	371104	4151160
16	کلاسیک نیمه‌متحرک (Classic semi portable)	VYR-35	6.53	بندرترکمن (Bandar torkman)	254150	4086849
17	آبفشان غلطان (ویل موو) (Wheel move)	VYR-35	7.83	بندرترکمن (Bandar torkman)	258506	4100090
18	کلاسیک نیمه‌متحرک (Classic semi portable)	VYR-35	-	گرگان (Gorgan)	264287	4084797
19	قرقره‌ای (گان) (GUN)	85-290 TX TWIN101SR	13.54	آق‌قلا (Agh ghala)	282287	4091285
20	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	Komet 162	15.35	گرگان (Gorgan)	256766	4099379
21	کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Classic fixed with portable sprinklers)	ZM-22	12.67	گرگان (Gorgan)	259305	4082587

1- Distribution Uniformity

که در آن‌ها، یکنواختی توزیع آب (DU) به درصد، $\overline{d}_{lq}$ و $\overline{d}_{avg}$ به‌ترتیب میانگین عمق آب دریافتی در یک- چهارم از داده‌ها و میانگین کل مقادیر آب دریافتی است (میلی‌متر). مقادیر $\overline{d}_{lq}$ با استفاده از ارتفاع آب قوطی‌ها و با متوسط‌گیری از یک چهارم آن دسته که از همه کم‌تر است به‌دست آمد. DU نمایانگر خوبی از وسعت مشکل احتمالی یکنواختی می‌باشد. مقدار کم DU در صورتی‌که در همه قطعات، آبیاری کافی انجام پذیرد، نشانه تلفات آب به شکل فرونشت عمیق است. هر چند مقدار کم DU نسبی است ولی مقدار کم‌تر از ٦٧ درصد برای سامانه آبیاری بارانی عموماً غیرقابل‌قبول است.

- راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین (AELQ)[1]

بازده کاربرد کم‌ترین ربع نشان‌دهنده این است که یک سیستم آبیاری درمزرعه تا چه اندازه خوب کار می‌کند.

$$AELQ = \frac{\overline{d}_{lq}(SMD)}{I_{avg} \times T} \qquad (٥)$$

$$I_{avg} = \frac{360 \times q}{S_l \times S_m} \qquad (٦)$$

که در آن، T مدت زمان آبیاری (ساعت)، I_{avg} شدت پاشش آبپاش (سانتی‌متر بر ساعت)، q دبی آبپاش (لیتر بر ثانیه)، S_l و S_m به‌ترتیب فواصل آبپاش و فواصل لوله‌های فرعی (بر حسب متر) هستند. توضیح این‌که در رابطه ٥ هر گاه $\overline{d}_{lq}$ از SMD کم‌تر باشد مقدار $\overline{d}_{lq}$ در صورت کسر قرار می‌گیرد و اگر برعکس باشد، مقدار SMD جایگزین می‌گردد.

- راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین (PELQ)[2]

بازده پتانسیل کاربرد کم‌ترین ربع اشاره به عملکرد یک سیستم دارد که مدیریت آن نسبتاً خوب و آبیاری مناسب نیز صورت می‌پذیرد:

$$PELQ = \frac{\overline{d}_{lq}}{I_{avg} \times T} \qquad (٧)$$

که در آن، PELQ مقدار دقیق AELQ درکل زمین زراعی است، زمانی‌که کم‌ترین ربع عمق نفوذ آب، کافی برای جبران SMD باشد. پایین بودن مقدار PELQ معمولاً در ارتباط با طراحی ناقص سیستم است.

- درصد تلفات تبخیر و بادبردگی (WE_L)[3]

جهت محاسبه درصد تلفات تبخیر و بادبردگی در سامانه‌های آبیاری بارانی به روش زیر می‌توان عمل نمود:

$$WE_L = \frac{I_g \times T - \overline{d}_{avg}}{I_g \times T} \times 100 \qquad (٨)$$

نتایج و بحث

عدم استفاده از سامانه: اصلی‌ترین مسأله در سامانه‌های مورد ارزیابی کشت شالی در اراضی تحت مساحت آبیاری بارانی بوده که صدمات زیادی را به منابع آب و خاک زراعی وارد می‌نماید. عمده‌ترین عاملی که کشاورز را علی‌رغم توصیه‌های کارشناسی و البته غیرالزام‌آور به کشت شالی ترغیب می‌کند، توجیه اقتصادی و درآمد ناشی از این گیاه در مقابل گیاهان دیگر است. اگرچه کشت شالی در مقیاس مزرعه‌ای و

1- Application Efficiency of Low quarter

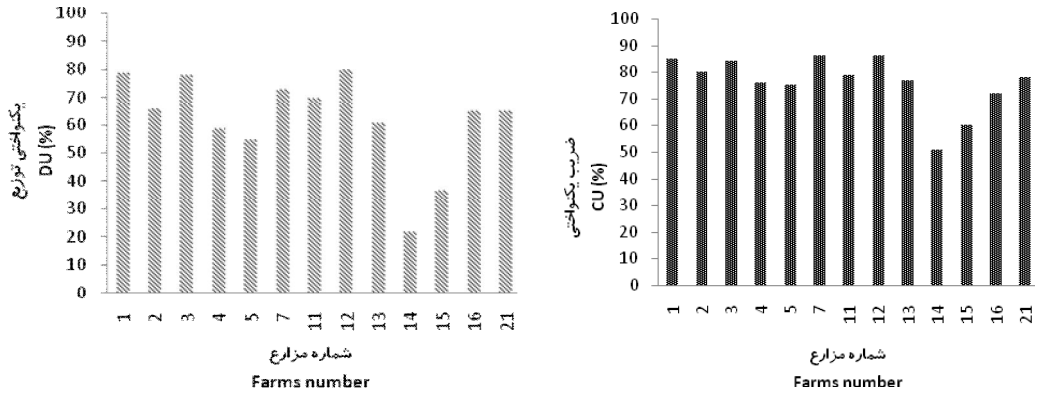
2- Potential Application Efficiency of Low quarter

3- Wind Drift & Evaporation Losses

کوتاه‌مدت برای کشاورز عایدی مناسبی دارد، ولی در مقیاس حوضه و در درازمدت مشکلات فراوانی برای منابع آب و خاک ایجاد خواهد کرد که در این حالت پایداری تولید نیز به مخاطره خواهد افتاد. مشاهده شده است که به دلایل اقتصادی کشاورز بخشی از مزرعه را به کشت شالی اختصاص داده و سامانه آبیاری بارانی موجود در مزرعه بلااستفاده مانده است. بخشی از مزرعه نیز به‌دلیل نبود آب کافی کشت نمی‌گردد. در ابتدا کشاورز بخشی از مزرعه خود را (علاوه بر کشت شالی) برای کشت‌های تابستانه مانند سویا، ذرت هم در نظر گرفته بود ولی از آن‌جا که کشت شالی همه آب خروجی از چاه را مصرف نمود، فرصت آبیاری برای مزرعه غیرشالی به‌وجود نیامد. به‌همین دلیل در زمان ارزیابی از مجموع ۲۱ مزرعه منتخب حدود ۱۳ مزرعه که در آن‌ها سامانه‌های بارانی فعال بوده و اطلاعات کامل قابل دریافت بود، مورد تحلیل نهایی قرار گرفتند. ارزیابی دفتر بهبود و توسعه روش‌های آبیاری معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۲ نشان می‌دهد که ۱۱/٦ درصد از کل پروژه‌های آبیاری تحت فشار اجراشده در کشور، به دلایل مختلف مورد بهره‌برداری قرار نگرفته‌اند (۱۵).

چگونگی پخش آب: نتایج جمع‌بندی‌شده ارزیابی یکنواختی توزیع (DU) و ضریب یکنواختی (CU) مزارع منتخب به‌ترتیب در شکل ۱ ارایه شده‌اند. ملاحظه می‌گردد که از بین مزارع آبیاری بارانی که ارزیابی آن انجام شده است حدود ۳۸ و ٤۸ درصد از سامانه‌ها به‌ترتیب یکنواختی پاشش و ضریب یکنواختی کم‌تر از مقادیر قابل‌قبول دارند. مقادیر قابل‌قبول برای DU و CU به‌ترتیب برابر ٦۷ و ۷۸ درصد می‌باشد (۸). نتایج بررسی آکارا و همکاران (۲۰۱۰) در ارزیابی سامانه‌های آبیاری تحت فشار در کشور ترکیه نشان داد که CU و DU برای سامانه‌های آبیاری آبیاری بارانی در حدود ٦۹ درصد برآورد شده است. آن‌ها عملکرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار را ضعیف ارزیابی کردند. دلایل اصلی این ضعف را به پایین بودن مقادیر فشار در سیستم، طراحی ضعیف و مدیریت بهره‌برداری نامناسب نسبت دادند (۲). مقدار DU، رواناب و تلفات نفوذ عمقی در روش آبیاری سنترپیوت به‌ترتیب ۸۰٪ ٤ و ۰/۷۵ درصد و در سامانه جابه‌جایی خطی (Linear move) به‌ترتیب ۸٦٪ ۰/۲۵ و صفر درصد برآورد شد (۳).

در ١٤ مورد از ۲۱ سامانه آبیاری بارانی منتخب از سامانه بارانی نوع کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک با آرایش ۲۵*۲۵ استفاده شده است. نکته قابل‌توجه در اکثریت این موارد وجود عدم یکنواختی پخش در این مزارع است. به‌عنوان نمونه چگونگی توزیع آب در بین آبپاش‌ها، به استناد مقادیر مختلف آب جمع‌آوری‌شده در قوطی‌ها بر حسب میلی‌لیتر با استفاده از نرم‌افزار Surfer در مرحله اول و دوم ارزیابی ترسیم و در شکل ۲ ارایه شده است.



شکل۱- مقادیر یکنواختی توزیع (DU) و ضریب یکنواختی (CU) سامانه‌های آبیاری بارانی در مزارع مختلف.

Figure 1. Distribution Uniformity (DU) and Coefficient Uniformity (CU) of sprinkler irrigation systems in different fields.

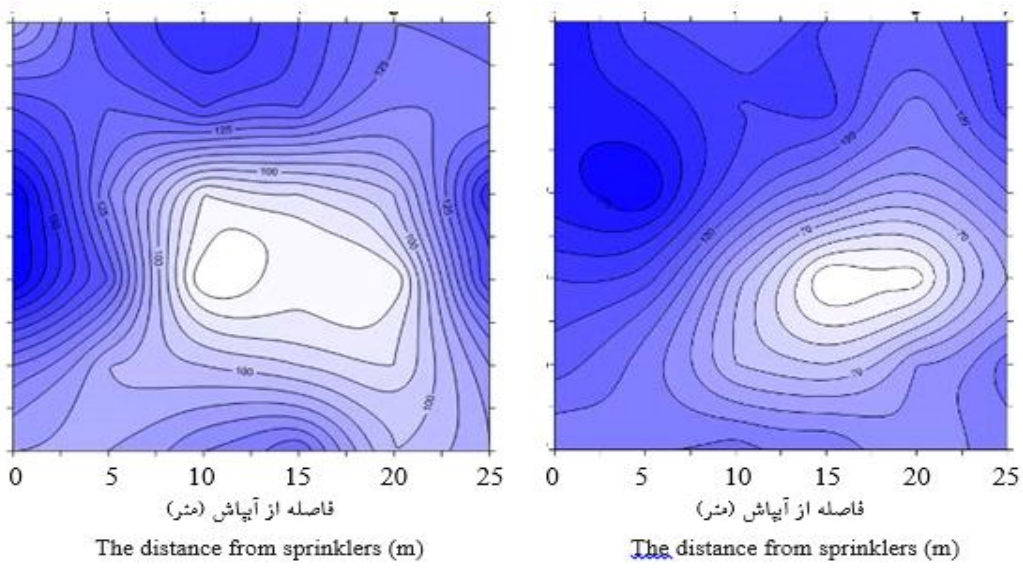
بیانگر مقادیر آب جمع‌شده با تراکم بیش‌تر و کم‌تر در قوطی‌ها می‌باشند. این تصاویر فضای بین چهار آبپاش در حال کار را شبیه‌سازی نموده‌اند که در آن‌ها آبپاش‌ها در چهار گوشه تصویر قرار گرفته و خطوط هم‌تراز مکان هندسی نقاطی است که دارای یک مقدار مساوی آب دریافت نمودند. ملاحظه می‌گردد در نقاط مرکزی شبکه، آب کم‌تر دریافت شده و تجمع آب در نزدیکی‌ها و در بخش‌های غربی آبپاش‌ها است. وزش باد نسبتاً شدید عمدتاً از سمت دریا به‌سمت دشت (۵ تا ۱۰ متر بر ثانیه)، کاهش فشار آب‌پاش‌ها در اثر به‌کارگیری تعداد زیاد آبپاش به‌طور هم‌زمان و همچنین مستهلک شدن پمپ‌ها عوامل اصلی عدم یکنواختی مورد انتظار می‌باشد.

حدود ۷۸ درصد از سامانه‌های ارزیابی شده، بین فشار مورد نظر طراح و فشار بهره‌برداری اختلاف وجود داشت.

همچنین ۵۲ درصد از سامانه‌های کلاسیک ثابت و متحرک از نظر تعداد آبپاش مورد استفاده همخوانی با تعداد آبپاش‌هایی که توسط طراح در نظر گرفته شده بود، نداشت. به‌عنوان یک جمع‌بندی کلی می‌توان بیان داشت عواملی هم‌چون وزش باد و کاهش فشار در اثر افزایش عمر سامانه و یا فواصل زیاد بین ایستگاه پمپاژ و محل اجرای طرح (سامانه شماره ۷) امری محتمل و غیرقابل پیشگیری بوده، اما با کاهش فواصل بین آبپاش‌ها و لوله‌های فرعی در صورت وقوع احتمالی کاهش فشار در سامانه و یا وزش باد تا مقدار زیادی از کاهش یکنواختی پخش جلوگیری خواهد شد.

راندمان‌های آبیاری: خلاصه نتایج راندمان کاربرد و ذخیره برای مزارع منتخب در شکل ۳ ارایه شده است. ملاحظه می‌گردد که تنها در ۵۰ درصد از طرح‌ها راندمان کاربرد بیش از ٦٥ درصد (حد قابل‌قبول برای آبیاری بارانی) و ٤٠ درصد طرح‌ها نیز کم‌تر از ٤٠ درصد به‌دست آمد. در عمده موارد مقادیر کم راندمان کاربرد مربوط به برنامه آبیاری از نظر زمان و مقدار آبیاری است. راندمان کاربرد آب در روش آبیاری بارانی توسط حسام و کیانی (۲۰۱٤) در حدود ٥٤ تا ۸۰ درصد (متوسط ۷۲ درصد) (٤) و توسط روت و همکاران (۲۰۰۲) در حدود ٦٢ تا ۷۰ درصد (متوسط ٦۷ درصد) برآورد کردند (۱۲). به‌طورکلی در عمده سامانه‌ها راندمان جذب بالاتر از راندمان کاربرد آب قرار دارد. معمولاً کشاورز، دیر آبیاری می‌کند و برای تامین آب مورد نیاز گیاه مجبور است بیش آبیاری انجام دهد تا بر تلفات (عمدتاً بادبردگی و تبخیر) غلبه

نماید. در مزارع ۲، ۱۵ و ۲۱ که به‌طور مشخص راندمان جذب بالایی دارند (۱۰۰ درصد) بیانگر این مطلب دارد که در مزارع اشاره شده پُر آبیاری صورت گرفته و بخشی از آب وارد شده به مزرعه که مورد نیاز گیاه بود، در محدوده توسعه ریشه گیاه، جذب شده است. مثلاً در مزرعه ۲ در اولین ارزیابی در حالی‌که نیاز آبی گیاه در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک معادل ۱٦ میلی‌متر بود، در حدود ۲٤ میلی‌متر آب وارد مزرعه شده که ۱٦ میلی‌متر از آن جذب شده است. همچنین در مزرعه ۱۵ در حالی‌که نیاز گیاه ۳۱ میلی‌متر بود، عمق آب وارد شده به مزرعه در حدود ۸۵ میلی‌متر بود و تنها ۳۱ میلی‌متر از آن جذب مفید برای گیاه شده است. در برخی از مزارع منتخب کم‌آبیاری هم صورت گرفته است. مثلاً در مزرعه ۳ در مرحله دوم ارزیابی و در عمق ٦۰ سانتی‌متری خاک آب مورد نیاز گیاه در حدود ۵۷ میلی‌متر، آب وارد شده به مزرعه در حدد ۲۲ میلی‌متر و مقدار آب جذب‌شده نیز در عمق ٦۰ سانتی‌متری معادل ۲۰ میلی‌متر برآورد شده بود. به‌عبارت دیگر در این مزرعه کم‌آبیاری صورت گرفته و به همین دلیل راندمان کاربرد به‌طور معنی‌داری بالاتر از راندمان جذب قرار گرفت. ملاحظه می‌گردد که بالا بودن راندمان کاربرد در همه موارد به مفهوم آبیاری مناسب نیست، ممکن است راندمان کاربرد بالایی داشته باشد ولی آبیاری به حد کفایت انجام نشده باشد.

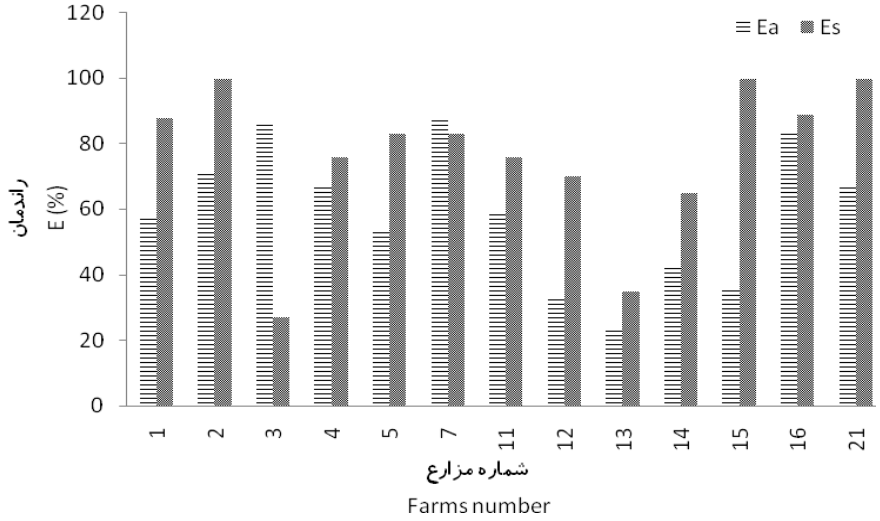


شکل ۲- منحنی هم حجم آب (بر حسب میلی‌لیتر) در دو مرحله ارزیابی (سمت راست مرحله اول (الف) و سمت چپ مرحله دوم (ب)).

Figure 2. Isoquant curves (ml) in a two-step evaluation (right one is first stage (A) & left one is second stage (B)).

نتایج بررسی مقادیر AELQ و PELQ از سامانه‌های آبیاری بارانی منتخب در شکل ٤ ارائه شده است. در بیش‌تر موارد دو شاخص AELQ و PELQ با هم برابر بودند و این بیانگر این نکته است که میانگین نقاطی که کم‌ترین آب را دریافت کردند، بیش از کمبود رطوبت خاک است و بنابراین جذب حداکثر آب در خاک اتفاق افتاده ولی برابر بودن این دو شاخص در همه موارد به مفهوم عملکرد مطلوب سامانه نیست. چنان‌چه در یک سامانه آبیاری میزان تلفات نفوذ عمقی زیاد باشد، مقدار AELQ کم‌تر از

مقدار PELQ خواهد شد. به‌طور مثال در مزرعه شماره ۱۲ مقدار AELQ کم‌تر از مقدار راندمان پتانسیل است و این تفاوت نشان‌دهنده تلفات در سامانه و آبیاری بیش از حد است. در این مزرعه فاصله آبپاش‌ها و لوله‌ها از آرایش ۱۲ در ۱۸ (در طراحی) به آرایش ۱۲ در ۱۲ (در زمان اجرا) کاهش یافته بود. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که در این مزرعه، بیش از مقدار مورد نیاز آب مصرف شده است. به‌طوری‌که در مراحل اول و دوم ارزیابی در حالی‌که کمبود رطوبت خاک معادل ٤٠ میلی‌متر بود، بهره‌بردار به مقدار ۷۹ و ۸۸ میلی‌متر آب مصرف کرده است. به همین دلیل راندمان کاربرد آب در این مزرعه برابر با ۳۳ درصد برآورد شد (شکل ۳).



شکل ۳- نتایج راندمان کاربرد (E_a) و راندمان ذخیره (E_s) طرح‌های آبیاری بارانی.

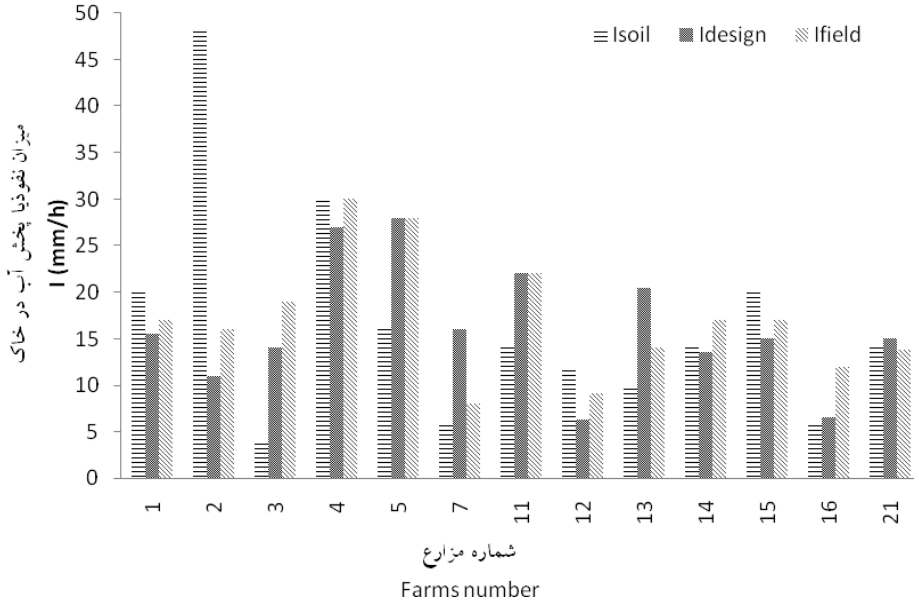
Figure 3. Application efficiency (E_a) and storage efficiency (E_s) in sprinkler irrigation systems.

شکل ٤- مقادیر راندمان واقعی با کمترین ربع (AELQ) و پتانسیل (PELQ) در سامانه‌های آبیاری بارانی.

Figure 4. Amounts of Application efficiency of low quarter (AELQ) and potential application efficiency of low (PELQ) quarter in sprinkler irrigation systems.

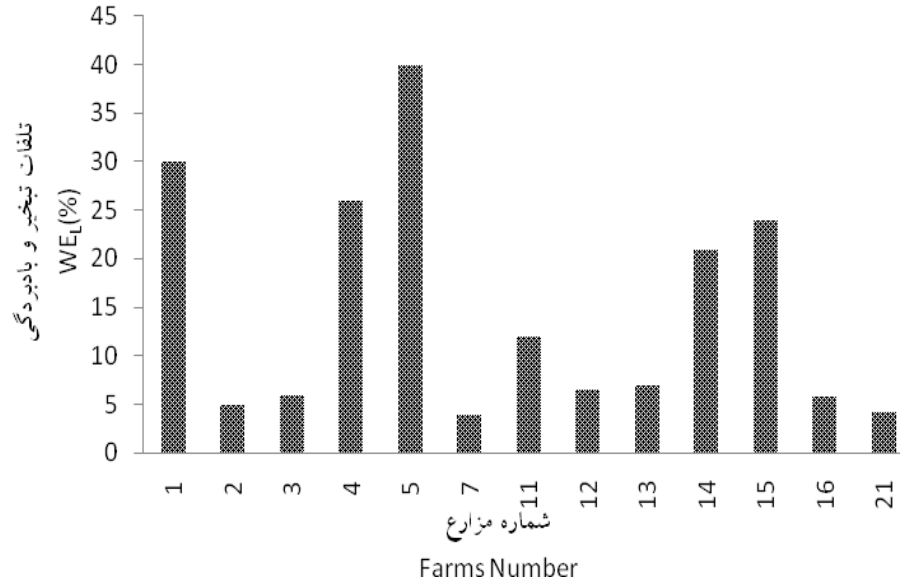
بررسی سرعت نفوذ آب در خاک: نتایج مقایسه‌ای سرعت نفوذ آب در خاک که در مزرعه اندازه‌گیری شده است (I_{soil}) با مقادیر شدت پاشش طراحی شده (I_{design}) و شدتی که در مزرعه اجرا شده است (I_{field}) در شکل ۵ نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که در اکثر موارد سنخیتی بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده با مقادیر طراحی شده و همچنین با مقادیر شدت پاشش آبپاش که در مزرعه اتفاق می‌افتد، وجود ندارد. شدت پاشش آبپاش که طراحی شده و شدت آبپاش واقعی در مزرعه در بعضی موارد بیش‌تر و در بعضی موارد هم کم‌تر است. در هیچ کدام از مزارع سرعت نفوذ آب در خاک اندازه‌گیری نشده و برای الگوی کشت هم کشاورز مقتضیات خود را در نظر گرفته و طبق آن عمل می‌کند. به‌طور طبیعی در طراحی‌های آبیاری بارانی شدت پخش آبپاش باید کم‌تر یا برابر با سرعت نفوذ آب در خاک باشد تا از رواناب جلوگیری گردد. رستمی و همکاران (۲۰۱٤) یکی از مشکلات رواناب به‌خصوص در سامانه‌هایی که شدت پخش بالایی دارند را به عدم انطباق شدت پخش آبپاش‌ها با نفوذپذیری خاک نسبت دادند. در مواقعی هم که مقدار شدت پاشش آبپاش خیلی کم‌تر از سرعت نفوذ آب در خاک است، اگرچه تمام آب در خاک نفوذ می‌کند ولی به لحاظ اقتصادی به ضرر کشاورز است (۱۱). اختلاف زیاد سرعت نفوذ آب در خاک با دو نفوذ دیگر در مزرعه شماره ۲، مربوط به زیرشکنی برای شکستن لایه‌های سخت زیرین خاک در زمان قبل از اندازه‌گیری است. در این مزرعه، خاک در لایه‌های پایین‌تر به‌دلیل حرکت بیش از حد ادوات کشاورزی به‌خصوص برای شخم و دیسک در طی سالیان متمادی، باعث ایجاد لایه‌های سخت و در نتیجه عامل کاهش نفوذ آب به درون خاک شده است.

تلفات بادبردگی و تبخیر: تلفات پاشش ناشی از بادبردگی و تبخیر سامانه‌های آبیاری بارانی که مورد ارزیابی قرار گرفتند در شکل ٦ ارایه شده است. عمده تلفات سامانه آبیاری بارانی ناشی از تبخیر و بادبردگی بوده به‌طوری‌که ملاحظه می‌گردد ۳۹ درصد طرح‌ها میزان تلفات پاششی آن‌ها که ناشی از تبخیر و بادبرگی است بیش از ۲۰ درصد بوده که برای یک سامانه آبیاری بارانی غیرقابل‌قبول است. عامل اصلی این تلفات سرعت باد در حین آبیاری است. به‌طور مثال در مزارع شماره ۱ و ۵ سرعت باد (۷ متر بر ثانیه) عامل اصلی تلفات زیاد پاششی (۳۳ و ٤۰ درصد) بود. در سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (مزرعه ۱) و گان (مزرعه ۵) که شعاع پرتاب آبپاش‌ها و همچنین فشار و دبی آن‌ها زیاد می‌باشد، در سرعت‌های پایین (۲ تا ۳ متر بر ثانیه) اثر خیلی‌کمی روی تلفات پاششی آبپاش‌ها دارد. ولی با افزایش سرعت باد، به‌دلیل این‌که جابه‌جایی قطرات در حجم زیادی انجام می‌گیرد، موجب افزایش معنی‌دار در مقدار تلفات ناشی از بادبردگی می‌شود. در مزرعه شماره ۱ شعاع پاشش، فشار و دبی آبپاش‌ها به‌ترتیب ۲۷ متر، ٤ بار و ۲/۷ لیتر بر ثانیه و در مزرعه شماره ۵ به‌ترتیب برابر با ۳۳ متر، ۱۳ لیتر بر ثانیه و ٤/۵ بار اندازه‌گیری شد. در مزرعه شماره ٤ هم که روش آبیاری بارانی سنتر- لینیر بود، سرعت باد در حدود ۷ متر بر ثانیه ثبت شد ولی دبی و فشار آبپاش‌ها کم بود (به‌ترتیب ۰/۲ لیتر بر ثانیه و ۱ بار). در این شرایط انرژی خیلی کمی نیاز است تا عامل پراکندگی قطرات آب گردد. بنابراین آبیاری در زمان وزش باد حتی با سرعت کم هم می‌تواند عامل تلفات بادبردگی بیش از حد مورد قبول (۱۵ درصد) در این سامانه‌ها باشد.



شکل ۵- مقایسه مقادیر سرعت نفوذ آب در خاک (I_{soil})، شدت پاشش آبپاش طراحی‌شده (I_{design}) و شدت آبپاش موجود در مزرعه (I_{field}).

Figure 5. The comparison of soil infiltration rate (I_{soil}), designed (I_{design}) and existing (I_{field}) application rate of sprinklers.



شکل ٦- ارزیابی تلفات پاشش (WE_L) در سامانه‌های آبیاری بارانی.

Figure 6. Evaluation of wind drift & evaporation losses (WEL) in sprinkler irrigation systems.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش برخی از سامانه‌های آبیاری بارانی اجراشده در استان گلستان از نظر شاخص‌های یکنواختی پخش، راندمان‌ها، سرعت نفوذ آب در خاک و تلفات ناشی از بادبردگی و تبخیر مورد ارزیابی قرار گرفتند. سود اقتصادی کوتاه‌مدت ناشی از کشت شالی باعث شده است تا تعدادی از کشاورزان که دارای سامانه آبیاری بارانی هستند، از روش‌های

غرقابی استفاده کنند و عملاً عدم به‌کارگیری سامانه‌ها علاوه بر هدررفت منابع آب و خاک، به‌تدریج موجب فرسودگی آن‌ها نیز می‌شود. به‌طورکلی انگیزه کشاورزان به‌خصوص با پرداخت تسهیلات از طرف متولیان برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار، زیاد است، ولی برای دستیابی به اهدافی که در اثر اجرای سامانه‌های آبیاری بارانی دنبال می‌شوند مانند استفاده بهینه از منابع آبی، هنوز با چالش‌های جدی مواجه است. یکی از مشکلات اساسی که بعضی از استراتژی‌های کارشناسی و یا توصیه‌های فنی در عمل اجرایی نمی‌شوند، تفاوت و فاصله‌ی دو دیدگاه کارشناسی و بهره‌بردار است. مواضع و مبانی کارشناسی، عمدتاً در مقیاس حوضه و تحلیل آن براساس سودمندی‌های درازمدت است، در حالی‌که بهره‌بردار به واقعیت‌های مزرعه که در کوتاه‌مدت قابل دستیابی و ملموس هستند می‌نگرد. بیش از ٤۰ درصد سامانه‌ها به‌دلیل فشار کارکرد پایین آبپاش‌ها، مستهلک شدن وسایل، آبیاری در زمان وزش باد و عدم رعایت فواصل مناسب برای آب‌پاش‌ها، یکنواختی پخش مناسبی نداشتند. راندمان کاربرد آب در ۵۰ درصد از طرح‌ها در حد قابل‌قبول (بالاتر از ٦۵ درصد) بود. در عمده موارد مقادیر کم راندمان کاربرد مربوط به عدم تنظیم برنامه آبیاری از نظر زمان و مقدار آب آبیاری است. یکی از عوامل مهم در طراحی سامانه‌های آبیاری بارانی برای کاهش هزینه‌ها و یا کاهش رواناب تطبیق سرعت نفوذ آب در خاک با شدت پاشش آبپاش‌ها است که این مهم در هیچ‌کدام از سامانه‌ها مشاهده نشد. در حدود ٤۰ درصد از طرح‌ها، تلفات آب ناشی از تبخیر و بادبردگی بالاتر از حد قابل‌قبول برای سامانه‌آبیاری بارانی است. اگرچه در سامانه‌هایی که جت خروجی آب با انرژی بالایی از آب‌پاش‌ها خارج می‌شود (گان)، در اثر سرعت‌های پایین باد تحت‌تأثیر قرار نمی‌گیرند، ولی با افزایش سرعت باد (بیش از ۵ متر بر ثانیه) به‌دلیل جابه‌جایی حجم زیادی از آب، سهم بیش‌تری از آب تلف می‌گردند. در روش‌هایی مانند سنتر و یا لینیر حتی سرعت‌های پایین باد (۲ تا ۳ متر بر ثانیه) هم می‌تواند سهم زیادی از آب خروجی از آب‌پاش‌ها را تلف نماید.

منابع

1.Abasi, F., Naseri, A., Sohrab, F., Baghani, J., Abasi, N., and Akbari, M. 2015. Improve water use efficiency. Organization of research, education and agricultural extension, 68p. (In Persian)

2.Acar, B., Topak, R., and Direk, M. 2010. Impacts of pressurized irrigation technologies on efficient water resources uses in semi-arid climate of konya basin of turkey. Inter. J. Sust. Water Environ. Syst. 1: 1. 1-4.

3.Bloomer, D. 2005. Irrigation Evaluation Code of Practice. Prepared for MAF Policy. Page Bloomer Associates Ltd.

4.Hesam, M., and Kiani, A.R. 2014. Assessment irrigation efficiency in the fields of Golestan province. J. Irrig. Drain. 8: 2. 343-336. (In Persian)

5.John, P.H., Lees, D.M., and English, G.M. 1985. Application performance of travelling irrigators. Project report number 35. NZ Agricultural Engineering Institute, Lincoln University.

6.Kahlown, M.A., Raoof, A., Zubair, M., and Doral Kemper, W. 2007. Water use efficiency and economic feasibility of growing rice and wheat with sprinkler irrigation in the Indus Basin of Pakistan. Agriculture Water Management. 87: 292-298.

7.McIndoe, I. 1999. Testing of irrigation best management guidelines 1998-1999. Report No 4312/1, prepared for MAF Policy. Lincoln Environmental, a division of Lincoln Ventures Ltd.

8.Merriam, J.I., and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Logan, Utah State University, USA, 276p.
9.Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho-Poyato, E., and Blanco-Pérez, M. 2011. Evaluation of water and energy use in pressurized irrigation networks in Southern Spain. J. Irrig. Drain. Eng. 37: 10. 644-650, doi:10.1061/(ASCE) IR.1943-4774. 0000338.
10.Rogers, D.H., Lamm, F.R., Mahbub, A., Trooien, T.P., Clark, G.A., Barnes, P.L., and Mankin, K. 1997. Efficiencies and water losses of irrigation systems. Irrigation Management Series Publication. Kansas State University, Kansas.
11.Rostami, A., Sadrodini, A.A., Nazemi, A.H., and Hasan Niya, R.D. 2014. Assessment infiltration phenomenon in Center Pivot Irrigation System. J. Water Agric. Res. 28: 3. 655-666. (In Persian)
12.Rout, B., Carran, P., and McIndoe, I. 2002. Field Proven Irrigation Efficiency Benchmarks. Report No 4417/2, prepared for Ashburton-Lyndhurst Irrigation Society. Lincoln Environmental, a division of Lincoln Ventures Ltd.
13.Shaker, M., Ghorbani, Kh., and Kiani, A.R. 2015. Evaluate the development of irrigation in the country in the first to fifth development plan with GIS software. The first National Congress of Irrigation and Drainage, Mashhad. (In Persian)
14.Shaker, M., Hesam, M., Kiani, A.R., and Zakeri Nia, M. 2014. Technical evaluation of implemented drip irrigation systems in the gardens of Golestan Province. J. Water Soil Cons. 21: 4. (In Persian)
15.Zarei, Gh., and Sadre Ghaen, H. 2007. Improving irrigation methods to pressure the country's ten-year program of research (goals, challenges and prospects). Proceedings of the National Seminar pressurized irrigation projects and sustainable development, Karaj. Agricultural Engineering Research Institute, March. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(6), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

Assessment of implemented sprinkler irrigation systems in Golestan province

A.R. Kiani[1], *M. Shaker[2] and R. Tabarsa[3]

[1]Professor, Dept. of Agricultural Engineering, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, [2]M.Sc. Graduate, Dept. of Irrigation and Drainage, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource, [3]Expert, Dept. of Agricultural Engineering, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
Received: 11/16/2016; Accepted: 02/04/2018

Abstract

Background and Objectives: At present, the development of new irrigation systems is one of the most effective strategies for efficient use of water resources. In recent years, the area covered by pressurized irrigation systems has been a growing trend. If the quality of the implementation of these systems (technical, administrative, operation, management and equipment) are not given sufficient importance, motivating farmers to use these systems gradually decreased and thus their area covered will be reduced. The present study was conducted to evaluate some sprinkler irrigation systems (on 21 farms) in Golestan province in the years 2012 and 2013.

Materials and Methods: In this study, infiltration rate, hydraulic characteristics of the systems (pressure and flow rate of sprinklers, efficiencies and uniformity), irrigation scheduling and wind and evaporation losses were considered.

Results: The results showed that 38% of sprinkler irrigation systems in terms of distribution of uniformity (DU) and application efficiency of low quarter (AELQ) and 48% of systems in term of coefficient of uniformity (CU) were below the acceptable values. In 50 percent of the systems that were evaluated, their Application efficiency (Ea) was more than 65% and they were acceptable, but in 40 percent of the systems, the Ea was less than 40% and they was unacceptable. The results showed that 39% of the projects, the amount of water loss due to evaporation and wind were more than 20%, which is unacceptable for a sprinkler system. In most systems, it has been observed that the designer suggested an irrigation scheduling, type of sprinkler or sprinkler and lateral spacing, but operator and also farmer operates other program. Comparison of the measured soil infiltration rate and application rate of sprinklers indicated that there is not an appropriate match between the estimated values by the designer and measured in the field. Some of the design parameters such as cropping patterns, sprinkler type, sprinkler and lateral spacing and the pump were changed while the running. Normally, a change in any of the mentioned parameters influence on all the basics including the irrigation scheduling.

Conclusion: The most important problems in terms of management and operation of sprinkler irrigation systems were inadequate awareness of users of the system and irrigation scheduling. Teaching and principles of irrigation scheduling is required to good management and proper operation of sprinkler irrigation system, resulting in such cases authorities must take effective steps. In general, farmers tend to perform pressurized irrigation systems especially when they receive financial facilities. But to achieve objectives such as efficient use of water resources that can be realized with the implementation of sprinkler irrigation systems is still faced with serious challenges.

Keywords: Golestan, Irrigation efficiency, Sprinkler irrigation methods

* Corresponding Author; Email: mojtabawater@yahoo.com