



ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده در برخی از دشتهای استان فارس

مهدی بهرامی^۱، فرزانه خواجه‌ای^۲، *علی دیندارلو^۳ و مهدی دستورانی^۴

^۱استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فسا، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه فسا،

^۲استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، ^۳استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۶

چکیده

سابقه و هدف: ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی و مدیریت صحیح آن‌ها می‌تواند کمک زیادی در توسعه و بهبود عملکرد این سامانه‌ها و در نتیجه افزایش راندمان در بخش کشاورزی نماید.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت (چهار سیستم) و آبفشان غلطان (یک سیستم) اجرا شده در پنج مزرعه در شهرستان‌های مختلف استان فارس در سال ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی این سیستم‌ها، معیارهای ضریب یکنواختی (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان واقعی (AELQ) و پتانسیل کاربرد (PELQ) در ربع پایین اراضی در بلوک آزمایشی محاسبه و با استفاده از تغییرات فشار اندازه‌گیری شده به کل سیستم تعمیم داده شد.

یافته‌ها: بیش‌ترین ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع کل در سامانه‌ها مربوط به سامانه‌های داراب، ارسنجان و سروسنان بود که مقادیر ضریب یکنواختی به ترتیب ۸۰/۷۸، ۶۹/۵۶ و ۶۸/۲۱ درصد بودند و این مقادیر بیانگر توزیع نرمال داده‌ها و قرینه بودن اندازه‌گیری‌ها نسبت به میانگین بود و مقادیر یکنواختی توزیع به ترتیب ۶۶/۱۲، ۵۵/۴ و ۵۳ درصد بودند.

نتیجه‌گیری: فرونشست عمقی، قدیمی بودن سامانه‌ها، کمبود فشار و تغییرات فشار و دبی آبپاش‌ها از علل کاهش یکنواختی توزیع در سامانه‌ها بود. یکسان شدن راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین و راندمان کاربرد واقعی در تمام سامانه‌های آبیاری، بیانگر تامین آب آبیاری کم‌تر از نیاز گیاه بود. مقادیر کم یکنواختی توزیع نشان‌دهنده تلفات آب به‌صورت فرونشست عمقی بود و قدیمی بودن سامانه‌ها نیز مزید بر علت شد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی سیستم آبیاری بارانی، کفایت آبیاری، سیستم ویل موو، ضریب یکنواختی

* مسئول مکاتبه: dindarlo@pgu.ac.ir

مقدمه

توسعه در بخش کشاورزی در گرو استفاده بهینه از آب و منابع موجود خواهد بود. با اعمال مدیریت مناسب و افزایش راندمان انتقال، توزیع و کاربرد آب در مزرعه، این هدف ممکن خواهد بود. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری تا حد زیادی می‌تواند در مصرف بهینه آب مؤثر باشد. در این راستا، مجد سلیمی (۲۰۱۵) شش سامانه آبیاری بارانی کلاسیک را به‌طور تصادفی در باغ‌های چای استان گیلان طی دو سال مورد ارزیابی فنی قرار داده و نشان دادند که طراحی و اجرای غیراصولی سامانه‌ها، به‌ویژه فشار کارکرد نامناسب و مسائل اقتصادی از مهم‌ترین دلایل پایین بودن راندمان پتانسیل کاربرد، و همچنین، استفاده هم‌زمان از تعداد آبپاش‌هایی با مشخصات و مدل‌های متفاوت، عمر زیاد سامانه‌های آبیاری، نشت آب از شیرخودکارها و سایر اتصالات و تغییرات فشار و دبی ناشی از آن نیز از دلایل اصلی کاهش یکنواختی توزیع آب و راندمان واقعی کاربرد هستند (۳). ثنایی و همکاران (۲۰۱۵) با ارزیابی سیستم‌های آبیاری عقربه‌ای در استان کرمان، ضعف مدیریتی در زمینه طراحی، اجرا و نظارت را به‌عنوان عوامل اصلی افت

کارایی سیستم‌های آبیاری مذکور و پایین بودن راندمان کاربرد آب بیان نمودند (۵).
با توجه به کمبود آب آبیاری در استان فارس و این‌که کشت غالب مزارع در استان فارس گندم می‌باشد به‌منظور مدیریت صحیح آبیاری در مزارع، باید از سیستم‌های آبیاری با راندمان بالا و حداقل مصرف آب در این مزارع استفاده شود. در این پژوهش، سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و آبفشان غلطان اجرا شده در برخی از دشت‌های استان فارس مورد ارزیابی قرار گرفت تا در صورت وجود ضعف در عملکرد، به تحلیل آن پرداخته و در صورت امکان، با ارائه راهکارهایی در جهت رفع مشکلات این سیستم‌ها، تاحدودی از مشکلات بهره‌برداران کاست.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، در آبان‌ماه سال ۱۳۹۴ عملیات مربوط به ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری مورد بهره‌برداری در ۵ مزرعه در شهرستان‌های مختلف استان فارس (ارسنجان، سروستان، داراب، جهرم و باجگاه) انجام شد. سامانه‌های منتخب شامل ۴ سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و یک سیستم ویل موو بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات زمین‌های دارای سیستم آبیاری بارانی مورد ارزیابی.

Table 1. Characteristic of fields with evaluated sprinkler irrigation systems.

ردیف	منطقه	سیستم آبیاری	مساحت (هکتار)	منبع آب	نوع محصول	تعداد آبپاش	مدل آبپاش‌ها	فاصله آبپاش‌ها
Row	Zone	Irrigation System	Area (ha)	Water Source	Product Type	Number of Sprinkler	Sprinkler models	Sprinkler Distance
1	ارسنجان	کلاسیک ثابت	2	چاه	یونجه	53	Bespar ARIA	12×15
2	سروستان	کلاسیک ثابت	3	چاه	یونجه	2	VYR155	24×24
3	داراب	کلاسیک ثابت	17.5	چاه	یونجه	4	VYR155	15×15
4	جهرم	کلاسیک ثابت	20	چاه	گندم	2	VYR155	25×25
5	باجگاه	ویل موو	8	چاه	گندم	20	نلسون اسپانیایی	12×15
		While Move		Well	Alfalfa		Spanish Nielson	

می‌رود که $\overline{X_{LQ}} < SMD$ باشد، در غیر این صورت باید SMD را به جای $\overline{X_{LQ}}$ در رابطه فوق به کار برد. کمبود رطوبت خاک نیز از رابطه ۴ به دست آمد:

$$SMD = \frac{(FC - \theta_i) \times D_{rz} \times \rho_b}{100} \quad (4)$$

که در آن، FC و θ_i به ترتیب درصد وزنی رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و قبل از آبیاری، D_{rz} عمق توسعه ریشه (میلی‌متر) و ρ_b وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) است.

راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین (PELQ):
راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین، حداکثر راندمان ممکن برای سامانه موجود است و از رابطه ۵ محاسبه شد:

$$PELQ = \frac{\overline{X_{LQ}}}{d_g} \times 100 \quad (5)$$

که در آن، $\overline{X_{LQ}}$ میانگین عمق آب نفوذ کرده در چارک پایین است.

به دلیل وجود اختلاف فشار در هر یک از سامانه‌ها، مقادیری که برای پارامترهای فوق به دست می‌آید، با توجه به اختلاف فشار موجود در سامانه تعدیل شدند تا بتوان آن‌ها را به کل سامانه نسبت داد.

پس از تعیین پارامترهای مورد نیاز، با تبدیل شبکه نمونه‌برداری به شبکه محاسباتی و بر اساس روابط مربوطه، پارامترهای ارزیابی محاسبه شدند.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی پنج سامانه آبیاری بارانی مورد ارزیابی در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. اگر ضریب یکنواختی در ارزیابی یک سامانه بیشتر از ۷۰ درصد باشد، داده‌های به دست آمده در آزمایش دارای

پارامترهای ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل و راندمان واقعی کاربرد با استفاده از روابط ذیل در بلوک آزمایشی محاسبه و سپس با محاسبه تغییرات فشار، به کل سامانه تعمیم داده شد: **ضریب یکنواختی کریستیان سن (CU):**^۱ این ضریب توسط کریستیان سن (۱۹۴۲) به منظور تعیین وضعیت یکنواختی پخش آب آبیاریها ارائه شد (۲) (رابطه ۱):

$$CU = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right] \quad (1)$$

که در آن، X_i ارتفاع آب در هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری در شبکه محاسباتی (میلی‌متر)، \bar{X} متوسط عمق آب جمع شده در قوطی‌ها (میلی‌متر) و n تعداد مشاهدات است.

یکنواختی توزیع (DU):^۲ یکنواختی توزیع آب در ربع پایین نیز با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد:

$$DU = \frac{\overline{X_{LQ}}}{\bar{X}} \quad (2)$$

که در آن، $\overline{X_{LQ}}$ متوسط عمق آب در یک چهارم کم‌ترین مقدار اندازه‌گیری شده (میلی‌متر) است.

راندمان کاربرد واقعی در ربع پایین (ALEQ):^۳ برای محاسبه راندمان کاربرد واقعی در ربع پایین در بلوک آزمایش از رابطه ۳ استفاده شد:

$$ALEQ = \frac{\overline{X_{LQ}}}{d_g} \times 100 \quad (3)$$

که در آن، d_g متوسط عمق آب اندازه‌گیری شده در سر نازل (میلی‌متر) است. معادله ۳ برای حالتی به کار

- 1- Christiansen Uniformity
- 2- Distribution Uniformity
- 3- Actual Efficiency of Low Quarter

4- Potential Application Efficiency of Low Quarter

دچار نقص فنی بودند که عدم رفع این نقص باعث افت عملکرد سیستم شد. همچنین در داراب دلیل وجود تفاوت زیاد میان راندمان کاربرد واقعی و راندمان پتانسیل کاربرد، انجام گرفتن آبیاری بیش از نیاز بود. بنابراین مزرعه بیش از نیاز آب دریافت کرده و فرونشست عمقی قابل توجهی وجود دارد بنابراین می‌توان با کاهش مدت زمان آبیاری از تلفات نفوذ عمقی جلوگیری و راندمان واقعی کاربرد را تا حد راندمان پتانسیل ربع پائین افزایش داد.

در سیستم آبخیزان غلطان مقدار ضریب یکنواختی مناسب بود (۷۳/۰۶ درصد)، که نشان‌دهنده توزیع نرمال داده‌های به‌دست آمده در آزمایش بوده و اندازه‌گیری‌ها نسبت به میانگین نسبتاً قرینه خواهند بود (جدول ۲). یکنواختی توزیع آب در ربع پایین، کم‌تر از مقادیر توصیه شده در منابع بود (۵۷/۵۶ درصد) که این کمبود به دلیل تلفات آب به‌صورت فرونشست عمقی و همچنین قدیمی بودن سیستم بود. اما تغییرات فشار نسبتاً مناسب نشان‌دهنده این موضوع است که آبیاری‌ها همچنان کارایی مناسب را داشته‌اند (جدول ۳). علاوه بر این دبی و قطر پاشش آبیاری‌ها نیز به مقدار ارائه‌شده در کاتالوگ آبیاری بسیار نزدیک بود.

تأثیر تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت خاک: جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر تغییر کاربری اراضی بر پارامترهای سیلت، شن، کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی، تخلخل کل، هدایت هیدرولیکی اشباع، اسیدیته، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کربنات کلسیم معادل و تنفس خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی بر میزان رس خاک اثر معنی‌داری نداشت.

توزیع نرمال بوده و اندازه‌گیری‌ها نسبت به میانگین نسبتاً قرینه خواهند بود (۱). در مجموع در بیش‌تر سامانه‌ها ضریب یکنواختی سیستم کم‌تر از ۷۰ درصد بود (جدول ۲) که علت آن تغییرات فشار سیستم می‌باشد که با تنظیم فشار کارکرد سیستم می‌توان ضریب یکنواختی را افزایش داد. مقدار قابل قبول برای یکنواختی توزیع بیش‌تر از ۶۵ درصد خواهد بود (۱). اگر که آبیاری کافی انجام شده باشد مقادیر پایین DU نشان‌دهنده تلفات آب به‌صورت فرونشست عمقی است. همچنین قدیمی بودن سامانه‌ها نیز مزید بر علت می‌شود. در این ارزیابی، علت اصلی این موضوع، کمبود فشار، تغییرات فشار و دبی آبیاری‌ها و قدیمی بودن سامانه‌ها بود.

مقادیر راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین و راندمان کاربرد واقعی برای بلوک‌های مورد ارزیابی تقریباً در همه سیستم‌ها برابر بوده که یکسان بودن مقادیر این دو پارامتر در تمام سامانه‌های آبیاری بیانگر آبیاری کم‌تر از نیاز گیاه بوده است. مریام و همکاران (۱۹۸۳) محدوده ۶۵ تا ۸۵ درصد را به‌عنوان حد مجاز برای راندمان پتانسیل کاربرد اعلام کردند (۴). اما تقریباً در همه سیستم‌ها مقادیر راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین و راندمان کاربرد واقعی کم‌تر از این محدوده بود که علت آن طراحی و اجرای نامناسب سامانه آبیاری، بهره‌برداری و مدیریت ضعیف و قدیمی بودن سامانه آبیاری (ناشی از مسائل اقتصادی و عدم آشنایی کشاورزان به دانش آبیاری) بود. به‌عنوان مثال در ارسنجان در هنگام راه‌اندازی سیستم از تعداد آبیاری بیش‌تری نسبت به دفترچه طراحی استفاده می‌شد، بعضی از تجهیزات و ادوات به‌کار گرفته شده در سیستم غیراستاندارد و نامرغوب بودند که باعث هدررفت آب و افت فشار کارکرد سیستم می‌شدند. همچنین مشاهده شد که تعدادی از آبیاری‌ها

نتیجه گیری کلی

و سروستان بودند. ضریب یکنواختی از توزیع نرمال تبعیت کرد، ولی مقدار کم ضریب یکنواختی نشان‌دهنده تلفات آب به صورت فرونشست عمقی بود.

با ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی اجرا شده در ۵ شهرستان استان فارس بیش‌ترین ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع کل در سامانه‌ها، به‌ترتیب مربوط به سامانه‌های داراب، ارسنجان

جدول ۲- میانگین دو سالانه پارامترهای ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی (درصد).

Table 2. Biennial average of evaluation parameters of sprinkler irrigation systems (%).

یکنواختی توزیع سیستم DUS	ضریب یکنواختی سیستم CUS	پتانسیل کاربرد واقعی سیستم PELQS	راندمان کاربرد واقعی سیستم AELQS	یکنواختی توزیع DU	ضریب یکنواختی CU	پتانسیل کاربرد واقعی PELQ	راندمان کاربرد واقعی AELQ	مزرعه Field
سیستم System				بلوک آزمایشی Block				
55.4	69.6	56.6	56.6	59.6	72.9	59.6	59.6	ارسنجان Arsanjan
53	68.2	56.5	36.7	61.4	75.1	61.4	41.1	سروستان Sarvestan
66.1	80.8	58.6	9.2	74.3	87.2	65.1	10.2	داراب Darab
49	57	48.4	48.4	52	60	52.1	52.1	جهرم Jahrom
55.8	72	56.4	56.4	57.6	73.1	57.5	57.5	باجگاه Bajgah

جدول ۳- تغییرات فشار در سامانه‌های آبیاری بارانی مورد ارزیابی.

Table 3. Pressure changes in evaluated sprinkler irrigation systems.

ضریب کاهش راندمان Decline Coefficient Efficiency	تغییرات فشار (درصد) Pressure Changes (%)	متوسط فشار (بار) Average Pressure (bar)	حداقل فشار (بار) Minimum Pressure (bar)	حداکثر فشار (بار) Maximum Pressure (bar)	مزرعه Field
0.054	23.8	1.85	1.6	1.2	ارسنجان Arsanjan
0.011	5.56	3.5	3.4	3.6	سروستان Sarvestan
0.100	42.86	2.75	2	3.5	داراب Darab
0.075	31.43	2.95	2.4	3.5	جهرم Darab
0.023	10.71	2.65	2.5	2.8	باجگاه Bajgah

راندمان کاربرد واقعی برای بلوک‌های مورد ارزیابی تقریباً در همه سیستم‌ها برابر شدند که یکسان بودن مقادیر این دو پارامتر در تمام سامانه‌های آبیاری بیانگر آبیاری کم‌تر از نیاز گیاه خواهد بود.

همچنین قدیمی بودن سامانه‌های آبیاری عامل اصلی تغییرات فشار و دبی و کمبود آن‌ها بود. بهترین راهکار برای حل این مشکل چک کردن مداوم کار سیستم و تعمیر و تعویض به موقع قطعات سیستم است. مقادیر راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پایین و

منابع

1. Alizadeh, A. 2005. Irrigation system design. Ferdowsi University Press, 367p. (In Persian)
2. Christiansen, J. 1942. The Uniformity of Application of Water by Sprinkler Systems. *Agri. Eng.* 22: 89-92.
3. Majd-Salimi, K. 2015. Technical evaluation of performed classcal sperinkler system on tea farms in Gilan province. *J. Water Soil.* 29: 2. 336-349. (In Persian)
4. Merriam, J., Shearer, M., and Bort, C. 1983. Evaluation irrigation systems and practices. In: M.E. Jensen (ED), Design and operation of farm irrigation system. ASAE. Monograph. Pp: 719-760.
5. Sanaei, A., Eizad-Panah, Z., and Boroumand-Nasab, S. 2015. Technical evaluation center pivot systems performed in Bardsir and Rain citys in Kerman province. *Irrigation Sciences and Engineering.* 38: 2. 171-180. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(1), 2017
http://jwsc.gau.ac.ir

Short Technical Report

Technical evaluation sprinkler irrigation system implemented in some of the fields in Fars province

M. Bahrami¹, F. Khagehei², *A. Dindarlou³ and M. Dastourani⁴

¹Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, University of Fasa, ²M.Sc. Student, Dept. of Water Engineering, University of Fasa, ³Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Persian Gulf-Bushehr, ⁴Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, University of Birjand
Received: 11/10/2016; Accepted: 06/06/2017

Abstract

Background and Objectives: Precision in designing and correct managements on sprinkler irrigation systems can help to improve and develop of these systems and cause efficiency raising in agriculture.

Materials and Methods: In this research, constant classic sprinkle irrigation systems (four systems) and one wheel move sprinkle system were evaluated and compared (in 2015). To evaluate of irrigation systems, Christiansen's uniformity coefficient (CU), distribution uniformity (DU), application efficiency of low-quarter (AELQ) and potential application efficiency of low quarter (PELQ) were calculated in the experimental plots and adjusted with pressure changes for the whole system.

Results: The maximum an uniformity coefficient and distribution uniformity in all the systems were in Darab, Arsenjan and Sarvestan counties and they were 80.78, 69.56 and 68.21 percent for uniformity coefficient, respectively. These values showed normal distribution of data and symmetry measurements than the average and the distribution uniformities were 66.12, 55.4 and 53 percent, respectively.

Conclusion: The reason of low distribution uniformity in systems was water losses for deep percolation, outdated system, pressure loss and pressure and discharge variations of sprinklers. Homogenization of application efficiency potential of low quarter and the actual application efficiency in all evaluated irrigation systems were showed supply water less than plants water requirement. These values were low that showed water losses because of deep percolation and outdated systems.

Keywords: Evaluation of sprinkler irrigation system, Irrigation adequacy, Wheel move system, Uniformity coefficient

* Corresponding Author; Email: dindarlo@pgu.ac.ir

