Application of Wavelet Neural Network for Predicting Standardized Precipitation Index

Hamid Reza Baba Ali [1], Reza Dehghani [2]

Abstract

Drought is one of the most important climatic phenomena which occures in all climate conditions and regions of the earth. Drought forecasting, therefore plays an important role in designing and management of natural resources and water resources systems, assessing plant evapo-transpiration. For this purpose, in this study, data from four meteorological stations nourabad, borujerd, aleshtar and doroud in Lorestan province, on time scales of 6 and 12 months were used to analyze drought by using standardized precipitation index SPI. Then, droughts were evaluated using neural network model estimation. The results showed, Boroujerd and Doroud stations have the longest drought period, and severe drought is recorded in Nourabad station. The results of the survey showed that Boroujerd Station had maximum amount of drought months occurred during the drought period. The results of using wavelet neural network model showed best estimation of SPI for Doroud station than others in both time scales. In conclusion, the results showed more accuracy of wavelet neural network model in estimation of long-term drought, and the use of wavelet neural network model can estimate the drought effectively, Which in return facilitates the development and implementation of management strategies to avoid drought.

Key words: Precipitation, Drought, Standardized Precipitation Index, Wavelet Neural Network.

[1] Assistant Professor of Civil Engineering, Islamic Azad University, Khorramabad
[2] Ph.D. Student of Water Structure, Faculty of Agric., University of Lorestan, Khorramabad, Iran
(Corresponding author.; Email: reza.dehghani67@yahoo.com)

بررسی اثر سرعت باد بر عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در استان زنجان

حسن اوجاقلو[1]، زینب بیگدلی[2]، عظیم شیردلی[3]

تاریخ دریافت: 96/12/08
تاریخ پذیرش: 1396/3/8

چکیده

پایش مداوم عملکرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار یکی از راهکارهای مهم به منظور مدیریت مصرف آب در مزرعه و رسیدن به کشاورزی پایدار می‌باشد. در تحقیق حاضر اثر سرعت باد بر عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در استان زنجان مورد ارزیابی قرار گرفت. به همین منظور، آزمایش‌های مزرعه‌ای در تعداد 13 مزرعه و در دو شرایط اقلیمی باد ملایم و تند انجام گرفت. شاخص‌های تلفات پاششی، ضریب یکنواختی کریستیانسن، یکنواختی توزیع چارک پایین، راندمان کاربرد واقعی چارک پایین آب و همچنین تغییرات فشار سامانه تعیین شد. نتایج نشان داد، کمترین و بیشترین مقدار تلفات پاششی به ترتیب برابر با 7/3 و 51/8 درصد و به طور کلی مقادیر میانگین تلفات پاششی در دو شرایط باد ملایم و تند به ترتیب برابر با 13/0و 31/7 درصد بدست آمد. کمترین و بیشترین مقادیر مربوط به یکنواختی توزیع چارک پایین آب در شرایط باد ملایم به ترتیب برابر با 47/3 و 74/5 و در شرایط باد تند به ترتیب برابر با 27/4 و 65/5 درصد تعیین شد. همچنین مقدار میانگین شاخص اشاره شده در شرایط باد ملایم و تند به ترتیب برابر با 62/9 و 42/3 درصد محاسبه شد. مقدار راندمان کاربرد واقعی چارک پایین در شرایط باد ملایم در محدوده 41/5 تا 61/8 و در شرایط باد تند در محدوده 17/3 و 46/4 درصد اندازه‌گیری شد. افزایش سرعت باد به طور متوسط منجر به کاهش 21/4 درصدی راندمان کاربرد واقعی چارک پایین و حدود 20 درصدی یکنواختی توزیع آب گردید. در نهایت نتایج نشان داد، سرعت باد اثر قابل توجهی بر کاهش یکنواختی و راندمان کاربرد آب داشته است. به کار بردن عمق آب آبیاری زیاد و تغییرات فشار در سامانه‌های آبیاری بارانی، به عنوان عوامل موثر دیگر بر کاهش عملکرد فنی سامانه‌های آبیاری بارارنی کلاسیک ثابت شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: تلفات پاششی، راندمان کاربرد واقعی چارک پایین، یکنواختی توزیع آب .

1- استادیار، گروه مهندسی آب دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. تلفن تماس: 09127433281، ojaghlou@znu.ac.ir (مسئول مکاتبه)
2- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. تلفن تماس:09196741482، z.bigdeli.20@gmail.com
3- استادیار، گروه مهندسی آب دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. تلفن تماس: 09127434515، azimshirdeli@yahoo.com

مقدمه

کمبود ریزش‌های جوی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی آن، کشور ما را در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار داده است. در حالی که حدود 94 درصد برداشت از منابع آب قابل تجدید به بخش کشاورزی اختصاص می‌یابد، راندمان کل آبیاری در این بخش به طور متوسط کمتر از 43 درصد تخمین زده می‌شود (سهراب و عباسی، 1389). یکی از راه های افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه اصلاح روش‌های آبیاری سنتی و استفاده از روش‌های آبیاری سطحی مکانیزه و یا تغییر سامانه‌های آبیاری سطحی سنتی به سامانه های آبیاری تحت فشار می‌باشد. با گذشت چند دهه از اجرای سامانه های آبیاری تحت فشار در کشور متأسفانه هنوز راندمان کاربرد آب در سامانه‌های آبیاری بارانی پایین می‌باشد که از مهمترین عوامل آن می‌توان به عدم طراحی و اجرای صحیح این سامانه‌ها، عدم برنامه صحیح آبیاری متناسب با عوامل آب، خاک، گیاه و اقلیم و همچنین عدم نظارت کافی و موثر بر بهره برداری اشاره داشت. یکی از راهکارهای مهم به منظور بالا بردن راندمان کاربرد آب در این سامانه‌ها، ارزیابی مداوم عملکرد آن-هاست تا علاوه بر رفع نقیصه‌های موجود از نتایج ارزیابی‌ها در طراحی و اجرای طرح‌های آینده استفاده شود. مطالعات زیادی در خصوص ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی انجام گرفته است که در ادامه مهمترین مطالعات در این خصوص ارائه می‌شود. مصطفی زاده و عطایی (1378) شش سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و آبفشان غلطان در منطقه اصفهان را مورد ارزیابی قرار دادند. راندمان پتانسیل کاربرد در مزارع مورد ارزیابی از 18 تا 70 درصد متغیر بوده و متوسط راندمان واقعی کاربرد برابر با 51 درصد به دست آمد. سالمی و نیکویی (1381) تعداد پنج مزرعه مجهز به سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت را در سه منطقه از شهرستان فریدن مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج سال اول نشان داد، ضریب یکنواختی اندازه‌گیری شده در مزارع آزمایشی از 77 تا 83 درصد و یکنواختی توزیع آب از 67 تا 77 درصد متغیر بوده است. راندمان پتانسیل کاربرد آب در مزارع مورد ارزیابی بین 67 تا 83 درصد بدست آمد. از دلایل تغییرات راندمان پتانسیل کاربرد و در طول دوره ارزیابی می‌توان به شرایط متفاوت جوی در هنگام آزمایش‌ها و تغییرات فشار کارکرد آبپاش مورد آزمایش اشاره کرد. برادران هزاوه و همکاران (1384) سامانه‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در شهرستان اراک را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد، ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع ربع پایین و راندمان پتانسیل در ربع پا یین در سامانه‌های آبفشان غلطان بیشتر از سامانه‌های کلاسیک ثابت می‌باشد. فاریابی و همکاران (۱۳۸۹) سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک را در دشت دهگلان در استان کردستان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که ضریب یکنواختی کریستیانسن، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین به ترتیب ۶۶، ۵۰/۶، ۴۴/۸، ۴۳/۸ درصد به دست آمد. سهرابی و همکاران (1389) در مطالعه ای عملکرد سامانه های آبیاری تحت فشار شبکه آبیاری قزوین را مورد ارزیابی قرار دادند. کمترین مقدار راندمان کاربرد آب در مزارع تحت آبیاری بارانی آبفشان خطی و کلاسیک ثابت به ترتیب 26/1 و 65/6 درصد و بیشترین مقدار به ترتیب 90 و 100 درصد اندازه‌گیری شد. مقادیر متوسط ضریب یکنواختی کریستیانسن یکنواختی توزیع چارک پایین آب در سامانه آبیاری آبفشان خطی طی 11 اندازه گیری، 74/1 و 61/8 درصد بدست آمد. دلیل توزیع یکنواختی نسبتا پایین در برخی از آبیاری‌ها سرعت زیاد باد در منطقه و در اواخر به دلیل ارتفاع زیاد ذرت بود. طالبی و همکاران (1392) سامانه های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک را در شهرستان شوش مورد ارزیابی قرار دادند. راندمان واقعی کاربرد سامانه از38/3 درصد تا 64/3درصد متغیر بود و میانگین آن در سامانه‌های مورد مطالعه برابر با ۵۳ درصد بدست آمد. بررسی‌ها نشان داد کلیه پارامترهای این ارزیابی کمتر از حد مطلوب برای این سامانه‌ها بوده است. سلیمی و

همکاران (1393) در مطالعه ای به ارزیابی فنی سامانه های آبیاری بارانی کلاسیک اجرا شده در باغهای چای استان گیلان پرداختند. در این پژوهش، شش سامانه آبیاری بارانی کلاسیک در باغهای چای استان گیلان طی دو سال مورد ارزیابی فنی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، تمام سامانه‌های آبیاری دارای راندمان کاربرد پایینی بودند و ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع آب در آن‌ها کمتر از مقادیر توصیه شده در مراجع بود. هم چنین به علت آبیاری کمتر از نیاز آبی واقعی گیاه در تمام با غهای چای، راندمان واقعی برابر با راندمان پتانسیل کاربرد گردید. باوی و همکاران (۲۰۰۹) تلفات تبخیر در سامانه‌های آبیاری بارانی تحت شرایط عملیاتی مختلف را در قسمت جنوب غربی ایران (استان خوزستان) بررسی نمودند. نتایج نشان داد، سرعت باد و کمبود فشار بخار مهم‌ترین عوامل موثر بر تلفات تبخیر بود. تلفات پاششی از آبپاش با استفاده از نتایج ارزیابی‌ها در محدوده ۴/۴ تا ۸/۹٪ بدست آمد. نظری و همکاران (2013) تجزیه و تحلیل کارایی آبیاری و شاخص بهره وری آب در سامانه آبیاری بارانی را بررسی نمودند. در این مطالعه، معادلات ضریب یکنواختی (CU) و کفایت آبیاری (PA) و تاثیرات این شاخص‌ها بر روی عملکرد محصول و WP گندم، جو و ذرت در مناطق کرج و قزوین (حوضه رودخانه شور) محاسبه گردید. نتایج نشان داد، ضریب یکنواختی و کفایت، تاثیر بالایی بر روی عملکرد محصولات زراعی و کارایی مصرف آب محصولات داشت. آندرس و همکاران (2014) مدیریت آبیاری بارانی در منطقه مونگرو اسپانیا را در طول سال‌های 2009 و 2010 مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آب استفاده شده از طریق اطلاعات مزارع و تعادل آب بوسیله محاسبه چندین شاخص کیفیت آبیاری مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه، بازده آبیاری76٪ ، همچنین راندمان آبیاری ذرت 73٪ وکمبود آب بالایی برای یونجه برابر 16٪ تخمین زده شد. هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی مزرعه‌ای عملکرد 13 سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت اجرا شده در استان زنجان در دو شرایط اقلیمی مختلف از نظر سرعت باد از طریق تعیین شاخص‌های مربوط به یکنواختی توزیع و راندمان کاربرد آب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت طرح‌های مورد مطالعه

به منظور بررسی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی در استان زنجان، تعداد 13 مزرعه در نقاط مختلف استان شامل روستاهای ساریجارلو و قمچ‌آباد در شهرستان ابهر، دانشگاه زنجان در شهرستان زنجان و روستای توپقره در شهرستان خدابنده انتخاب گردید. متوسط بارندگی سالیانه در نقاط مختلف استان زنجان در محدوده 200 تا 400 میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه 9 تا 17 درجه سانتی گراد می‌باشد. تنوع اقلیمی موجود در استان زنجان یکی از مهمترین عوامل موثر بر عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی می-باشد. به همین دلیل در این تحقیق نیز سعی گردید محل مزارع مورد ارزیابی طوری انتخاب شود تا شرایط اقلیمی مختلف استان زنجان به خصوص از نظر سرعت باد را در بر گیرد. بدین منظور ابتدا اطلاعات اولیه نظیر نقشه توپوگرافی، مشخصات منابع تامین آب، خاک، گیاه، اقلیم، مشخصات فیزیکی سامانه بارانی شامل ایستگاه پمپاژ، لوله‌های اصلی، نیمه اصلی و جانبی، آبپاش‌ها، شیرهای قطع و وصل و نقشه جزئیات اتصالات جمع‌آوری گردید.

اندازه‌گیری های مزرعه ای

اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای شامل اندازه‌گیری‌های مربوط به عوامل آب، خاک، گیاه و اقلیم بود. در جدول (1) برخی پارامترهای مهم مربوط به مزارع و سامانه-های آبیاری بارانی مورد مطالعه آورده شده است. پارامترهای خاک شامل بافت خاک ، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت خاک قبل از آبیاری جهت تخمین کمبود رطوبت خاک (SMD) ، رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و سرعت نفوذ نهایی خاک تعیین شد. پارامترهای گیاه که در ارزیابی سامانه آبیاری مد نظر قرار گرفت شامل عمق توسعه ریشه جهت تعیین نیاز آبی گیاه، ضرایب رشد گیاهی و تعیین ضریب تخلیه

مجاز رطوبتی بود. پارامترهای اقلیمی از قبیل رطوبت هوا، تبخیر آب و سرعت باد در طول آزمایش اندازه‌گیری شدند. پارامترهای مربوط به سامانه آبیاری بارانی از قبیل فاصله لاترال‌ها و آبپاش‌ها، فشار کارکرد آبپاش، دبی آبپاش، توزیع آب در اطراف آبپاش‌ها در هر آزمایش اندازه‌گیری شد. دبی آبپاش‌ها به روش حجمی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فشار آب در محل آبپاش‌ها بوسیله فشار سنج با درجه تغییرات صفر تا 6 اتمسفر انجام گرفت. برای تعیین یکنواختی توزیع آب از قوطی‌های نمونه برداری استفاده گردید که در فاصله 3 متری از هم در یک شبکه مستطیلی شکل مستقر شده بودند.

جدول (1): برخی مشخصات مهم مزارع و سامانه‌های آبیاری بارانی مورد ارزیابی

شماره مزرعه	نوع کشت	بافت خاک	نوع آبپاش	فواصل آبپاش‌ها	دبی آبپاش	فشار کارکرد آبپاش (bar)	شدت پخش آب (mm/h)	سرعت باد (km/h)	
								نوبت اول	نوبت دوم
1	یونجه	لوم	Zm22پیروت-	25×25	2.67	4	15.4	2-3	11-12
2	یونجه	لوم	Wzk-30	24×26	2.67	4	15.4	2-3	12-13
3	یونجه	لوم	ژاله 5	25*25	2.67	4	15.4	2-3	9-11
4	یونجه	لوم	ژاله 5	25*25	2.67	4	15.4	1-2	8-10
5	گندم	سیلتی شنی	آمبو	27*25	2.67	4	14.2	1-2	9-10
6	گندم	سیلتی شنی	آمبو	27*25	2.67	4	14.2	1-3	8-10
7	یونجه	لوم	آمبو	27*25	2.67	4	14.2	2-3	10-11
8	یونجه	لوم	آمبو	27*25	2.67	4	14.2	1-2	8-9
9	یونجه	لوم	آمبو	27*25	2.67	4	14.2	1-3	8-10
10	یونجه	سیلتی شنی	آمبو	27*25	2.67	4	14.2	1-2	10-11
11	یونجه	لوم	ژاله 5	27×30	3.3	4	14.7	2-4	9-11
12	گندم	لوم	ویر 155	25×30	2.67	4	12.8	1-3	10-13
13	گندم	لوم	آمبو	27×30	3.3	4	14.7	1-3	12-14

محاسبات شاخص‌های ارزیابی

به منظور ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی در نقاط مورد مطالعه، از شاخص‌های تلفات تبخیر و بادبردگی، ضریب یکنواختی توزیع آب کریستیانسن، ضریب یکنواختی توزیع آب در چارک پایین و راندمان کاربرد چارک پایین استفاده شد. علاوه بر شاخص‌های اشاره شده، تغییرات فشار در نقاط مختلف سامانه مورد بررسی قرار گرفت. درصد تلفات پاششی از اختلاف بین حجم آب خروجی از آبپاش‌ها و جمع شده در قوطی‌ها تعیین شد. روابط محاسباتی سایر شاخص‌ها به شرح زیر می باشد:

$$CU_t = \left[1 - \frac{\sum |D_i - \overline{D}|}{\overline{D} \times n}\right] \times 100 \qquad (1):$$

$$DU_t = \frac{D_{lq}}{\overline{D}} \qquad (2):$$

در روابط (1) و (2)، CU_t ضریب یکنواختی کریستیانسن (درصد)، DU_t یکنواختی توزیع در چارک پایین بلوک آزمایش (درصد)، D_i عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع آوری (میلی‌متر)، $\overline{D}$ متوسط عمق‌های آب جمع شده در قوطی‌ها (میلی‌متر)، D_{lq} متوسط عمق آب در یک چهارم کم‌ترین مقادیر اندازه‌گیری شده (میلی‌متر) و n تعداد قوطی‌های جمع آوری آب می‌باشد.

$$CU_S = CU_t \left[\frac{1 + \left[\frac{P_{\min}}{P_{mean}}\right]^{0.5}}{2}\right] \qquad (3):$$

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

در روابط (3) و (4)، P_{mean} , $P_{\min}$ به ترتیب حداقل فشار و میانگین فشار سامانه و DU_S , CU_S به ترتیب ضریب یکنواختی سامانه و یکنواختی توزیع چارک پایین سامانه می‌باشند.

$$, D_{lq} > SMD_t \quad :(5)$$

$$AELQ = \frac{SMD}{\overline{D}} \times 100$$

$$AELQ = \frac{D_{lq}}{\overline{D}} \times 100 \ , D_{lq} < SMD_t \quad :(6)$$

$$AELQ_S = (1 - ER) \times AELQ \quad :(7)$$

$$ER = 0.2 \times \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{mean}} \quad :(8)$$

در روابط (5) تا (8)، $AELQ_t$ راندمان واقعی کاربرد اندازه‌گیری شده در چارک پایین (درصد)، $AELQ_s$ راندمان واقعی چارک پایین مربوط به کل سامانه (درصد)، SML مقدار کمبود رطوبتی خاک (میلی‌متر)، $P_{\max}$ حداکثر فشار اندازه‌گیری شده سامانه و ER ضریب کاهش راندمان، می باشد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک برای 13 مزرعه در دو نوبت آبیاری (دو شرایط اقلیمی مختلف از نظر سرعت باد) شامل مقادیر عمق آب کاربردی، تلفات پاششی، ضریب یکنواختی توزیع آب، یکنواختی توزیع چارک پایین آب و راندمان واقعی کاربرد آب در چارک پایین ارائه شده است.

عمق آب کاربردی و تلفات پاششی

مقادیر دبی آبپاش اندازه‌گیری شده، متوسط عمق آب کاربردی، متوسط عمق آب رسیده به سطح زمین (جمع شده در قوطی‌ها) و در نهایت درصد تلفات پاششی محاسبه شده در جدول (2) ارائه شده است. مطابق جدول 2 ملاحظه می‌گردد، مقادیر دبی اندازه-گیری شده در هر دو آزمایش برای هر سامانه مورد مطالعه یکسان بود. به همین تناسب نیز مقادیر عمق آب کاربردی در هر دو آزمایش برای سامانه‌های بارانی یکسان بود به جز مزرعه شماره 11 که در آزمایش دوم (شرایط بادی) مدت زمان آبیاری و در نتیجه عمق آب کاربردی بیشتر از آزمایش اول (شرایط باد ملایم) بود. کمترین و بیشترین عمق آب کاربردی به ترتیب برابر با 36/6 و 111/1 میلی‌متر بود. عمق آب کاربردی در هر دو شرایط از نظر سرعت باد یکسان بود که نشان دهنده عدم انعطاف پذیری در برنامه آبیاری مزارع مورد مطالعه بود. با وجود الگوی کشت یکسان، بافت خاک و اقلیم تقریبا مشابه در برخی مزارع مورد مطالعه، تفاوت زیادی بین عمق آب کاربردی آن‌ها وجود داشت که این امر خود یکی از دلایل بوجود آمدن اختلاف در نتایج مربوط به عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی بود. متوسط آب رسیده به زمین در آزمایش‌های مربوط به باد ملایم و تند به ترتیب برابر با 57/2 و 47/0 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. مقادیر اندازه‌گیری شده نشان دهنده کاهش قابل توجه عمق آب رسیده به زمین در شرایط بادی در اثر افزایش تلفات پاششی آب بود. کمترین و بیشترین تلفات بادبردگی در آزمایش‌های اول (باد ملایم) به ترتیب برابر با 7/3 و 21/3 درصد و در آزمایش‌های نوبت دوم (شرایط باد تند) به ترتیب برابر با 24/4 و 51/8 درصد اندازه‌گیری شد. به طور متوسط در آزمایش‌های انجام گرفته در شرایط بادی نسبت به شرایط باد ملایم، میزان تلفات پاششی حدود 18/7 درصد افزایش یافته است. نتایج نشان داد، افزایش عمق آب کاربردی در شرایط بادی منجر به تلفات پاششی بیشتر می‌گردد. تغییرات فشار آب، متفاوت بودن زوایه جهت لاترال‌ها با جهت باد غالب و همچنین تغییرات موضعی سرعت باد از مهمترین عوامل ایجاد اختلاف بین مقادیر تلفات پاششی بدست آمده در آزمایش‌ها بود.

جدول (2): مقادیر آب اندازه‌گیری شده و تلفات تبخیر و بادبردگی در دو شرایط باد ملایم و تند

شماره مزرعه	متوسط دبی آبپاش (lit/s)		متوسط عمق آب کاربردی (mm)		متوسط آب رسیده به زمین (mm)		تلفات تبخیر و بادبردگی (درصد)	
	باد ملایم	باد تند	باد ملایم	باد تند	باد ملایم	باد تند	باد ملایم	باد تند
1	2.3	2.3	64.8	64.8	60.1	43.4	7.3	33.0
2	2.8	2.8	73.3	73.3	64.9	45.6	11.5	37.8
3	2.4	2.4	40.7	40.7	36.5	28.9	10.5	29.1
4	2.1	2.1	36.6	36.6	29.9	24.4	18.4	33.3
5	2.5	2.5	65.6	65.6	57.0	49.6	13.2	24.4
6	2.8	2.8	75.7	75.7	69.1	55.0	8.8	27.4
7	2.8	2.8	73.8	73.8	60.0	51.1	18.6	30.7
8	2.5	2.5	65.6	65.6	57.0	49.6	13.2	24.4
9	2.8	2.8	75.7	75.7	69.1	55.0	8.8	27.4
10	2.8	2.8	73.8	73.8	60.0	51.1	18.6	30.7
11	3.6	3.6	111.1	64.8	57.8	53.6	10.8	51.8
12	2.8	2.8	85.5	85.5	67.3	56.7	21.3	33.7
13	3.3	3.3	64.8	64.8	60.1	46.6	7.3	28.1
حداقل	2.1	2.1	36.6	36.6	29.9	24.4	7.3	24.4
حداکثر	3.6	3.6	111.1	85.5	69.1	56.7	21.3	51.8
میانگین	2.7	2.7	69.8	66.2	57.6	47.0	13.0	31.7

تغییرات فشار آب

مقادیر فشار آب اندازه گیری شده در محل روزنه آبپاش به همراه درصد تغییرات و ضریب کاهش راندمان محاسبه شده در آزمایش‌های نوبت اول و دوم در جدول شماره (3) ارائه شده است. مطابق نتایج ارائه شده ملاحظه می‌گردد، کمترین و بیشترین مقادیر فشار اندازه‌گیری شده به ترتیب برابر با 2/8 و 5/5 و میانگین مقادیر فشار اندازه‌گیری شده برابر با 3/8 بار بود. تغییرات فشار آب در سامانه‌های آبیاری بارانی مورد ارزیابی قابل ملاحظه بود به طوری که کمترین و بیشترین تغییرات فشار به ترتیب برابر با 16/7 و 35/6 و به طور میانگین 28/2 درصد بدست آمد. مهمترین عوامل موثر بر ایجاد تغییرات فشار آب عدم کنترل آن در ایستگاه پمپاژ و خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی از طریق شیرهای کنترل فشار و همچنین عدم تطابق ویژگی‌های پمپ انتخاب شده با فشار مورد نیاز سامانه شناخته شد. وجود چنین تغییراتی در فشار آب در نهایت منجر به عدم یکنواختی توزیع و کاهش راندمان توزیع آب خواهد شد که مقدار این کاهش از طریق شاخص ضریب کاهش راندمان تعیین شده است. کمترین و بیشترین مقدار این ضریب به ترتیب برابر با 0/04 و 0/08 و به طور میانگین 0/06 محاسبه شد. در 11 سامانه مورد مطالعه مقدار ضریب مذکور از 0/05 بیشتر بود.

یکنواختی توزیع آب

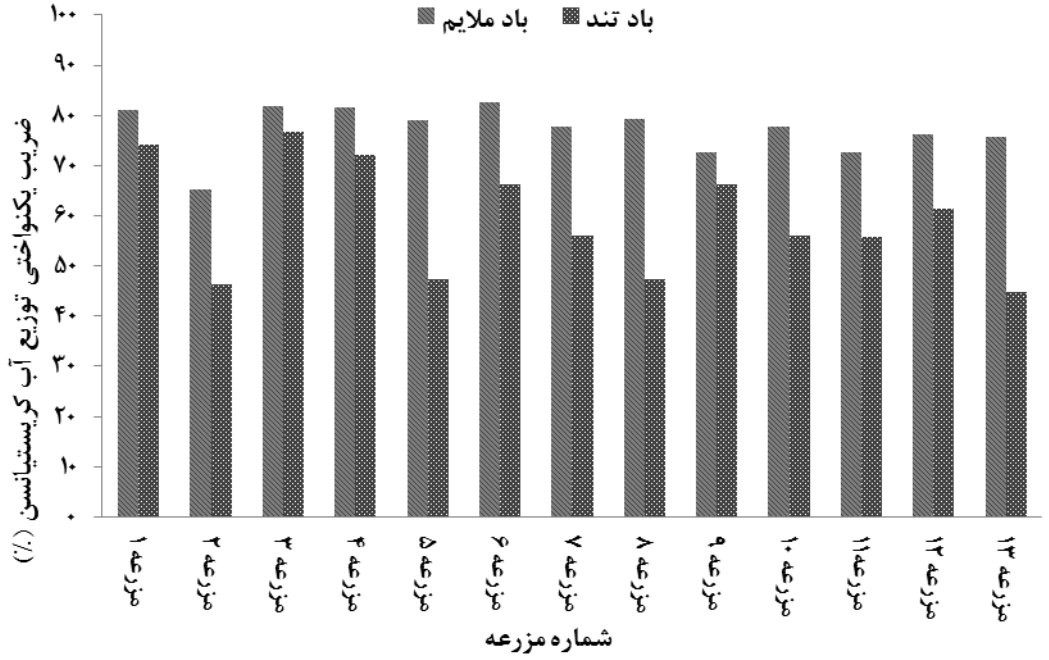
شاخص‌های ضریب یکنواختی توزیع کریستیانسن و یکنواختی توزیع چارک پایین سامانه به منظور ارزیابی یکنواختی توزیع آب مورد استفاده قرار گرفتند. شکل (1) مقادیر ضریب یکنواختی توزیع آب کریستیانسن را در سامانه‌های مورد مطالعه در دو شرایط باد ملایم و تند نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین مقادیر مربوط به ضریب یکنواختی توزیع آب کریستیانسن در شرایط باد ملایم به ترتیب برابر با 65/2 و 82/6 و در شرایط باد تند به ترتیب برابر با 44/9 و 76/7 درصد بدست آمد. مقدار میانگین شاخص اشاره شده در شرایط باد ملایم و تند به ترتیب برابر با 76/9 و 59/3 درصد تعیین شد. طبق

نتایج ارائه شده ملاحظه می‌گردد، افزایش سرعت باد به طور متوسط منجر به کاهش حدود 17/6 درصدی یکنواختی توزیع آب گردیده است. تعداد 10 سامانه آبیاری بارانی مورد مطالعه دارای مقادیر ضریب یکنواختی توزیع بالای 75 درصد در شرایط باد ملایم بودند در حالی که در شرایط باد تند تعداد 10 مزرعه دارای مقادیر کمتر از 67 درصد بودند.

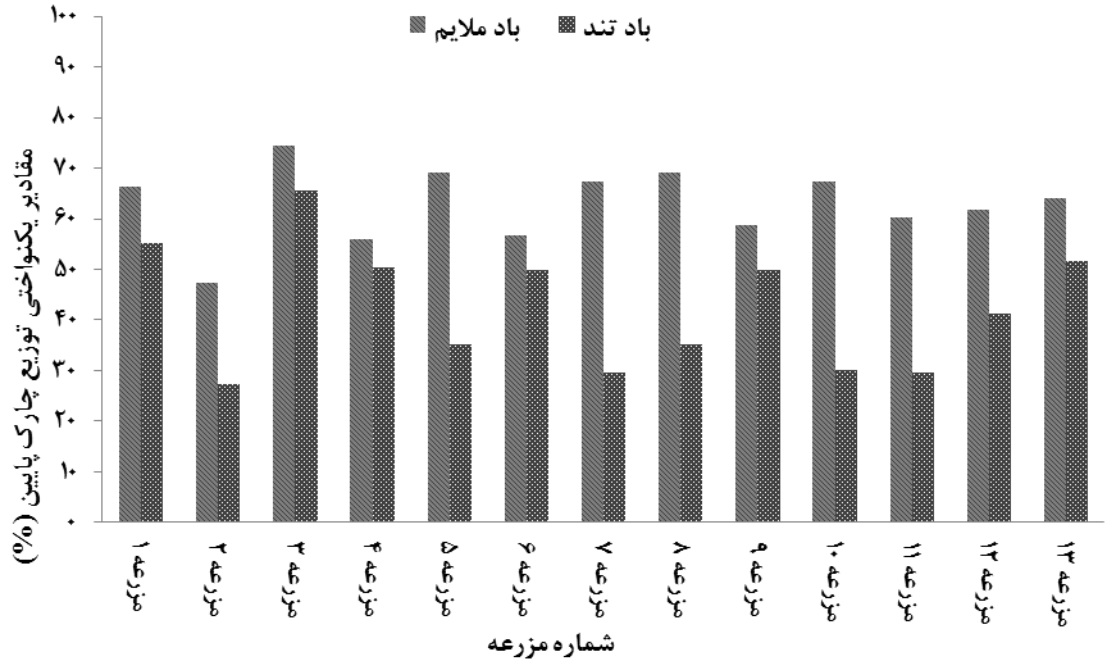
جدول (3): مقادیر فشار آب اندازه‌گیری شده در محل روزنه آبپاش

شماره مزرعه	فشار حداقل (bar)	فشار حداکثر (bar)	فشار متوسط (bar)	تغییرات فشار (درصد)	ضریب کاهش راندمان
1	3.5	4.2	3.9	16.7	0.04
2	3.4	4.1	3.8	17.1	0.04
3	2.8	3.8	3.3	26.3	0.06
4	2.8	3.8	3.3	26.3	0.06
5	3.0	4.3	3.7	30.2	0.07
6	2.9	4.5	3.7	35.6	0.08
7	3.0	4.4	3.7	31.8	0.07
8	3.2	4.3	3.8	25.6	0.06
9	2.9	4.5	3.7	35.6	0.08
10	3.0	4.4	3.7	31.8	0.08
11	3.6	5.5	4.6	34.5	0.08
12	4.0	5.5	4.8	27.3	0.06
13	3.6	5.0	4.3	28.0	0.07
حداقل	2.8	3.8	3.3	16.7	0.04
حداکثر	4.0	5.5	4.8	35.6	0.08
میانگین	3.2	4.5	3.8	28.2	0.06

مقادیر شاخص یکنواختی توزیع آب در شرایط باد ملایم در درجه بندی متوسط تا خوب و در شرایط باد تند در درجه بندی ضعیف تا متوسط ارزیابی می‌شود. یکی از عوامل موثر بر کاهش و یا افزایش قابل توجه یکنواختی پخش آب در برخی مزارع، تغییرات موضعی و ناگهانی سرعت باد بود. شکل (2) مقادیر یکنواختی توزیع آب در چارک پایین را در سامانه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین مقادیر مربوط به یکنواختی توزیع آب چارک پایین در شرایط باد ملایم به ترتیب برابر با 47/3 و 74/5 و در شرایط باد تند به ترتیب برابر با 27/4 و 65/5 درصد بدست آمد. همچنین مقدار میانگین شاخص اشاره شده در شرایط باد ملایم و تند به ترتیب برابر با 62/9 و 42/3 درصد تعیین شد. روند کاهشی شاخص‌های یکنواختی توزیع چارک پایین آب و کریستیانسن در شرایط باد تند نسبت به ملایم تقریبا مشابه هم بود. مقدار شاخص یکنواختی توزیع آب چارک پایین در 9 سامانه در شرایط باد ملایم بیشتر از 60 درصد و در شرایط باد تند کمتر از 50 درصد تعیین شد. کمترین و بیشترین مقدار کاهش شاخص اشاره شده در اثر افزایش سرعت باد به ترتیب برابر با 6/8 و 37/8 درصد محاسبه شد. به طور کلی نتایج نشان داد افزایش سرعت باد از محدوده 2 تا 3 کیلومتر بر ساعت تا محدوده 10 تا 12 کیلومتر بر ساعت به طور متوسط منجر به کاهش یکنواختی توزیع آب در حدود 20 درصد شده است. تغییرات فشار سامانه نیز به ترتیب اولویت اثر به عنوان عامل دوم در کاهش یکنواختی توزیع آب در سامانه‌های مورد ارزیابی بود. نتایج ارزیابی یکنواختی پخش آب نشان داد، دبی، فشار و آرایش آبپاش‌ها در بیشتر سامانه‌های مورد مطالعه متناسب با سرعت باد نطقه نبوده است.



شکل (1): مقادیر ضریب یکنواختی توزیع آب کریستیانسن سامانه در مزارع مورد مطالعه

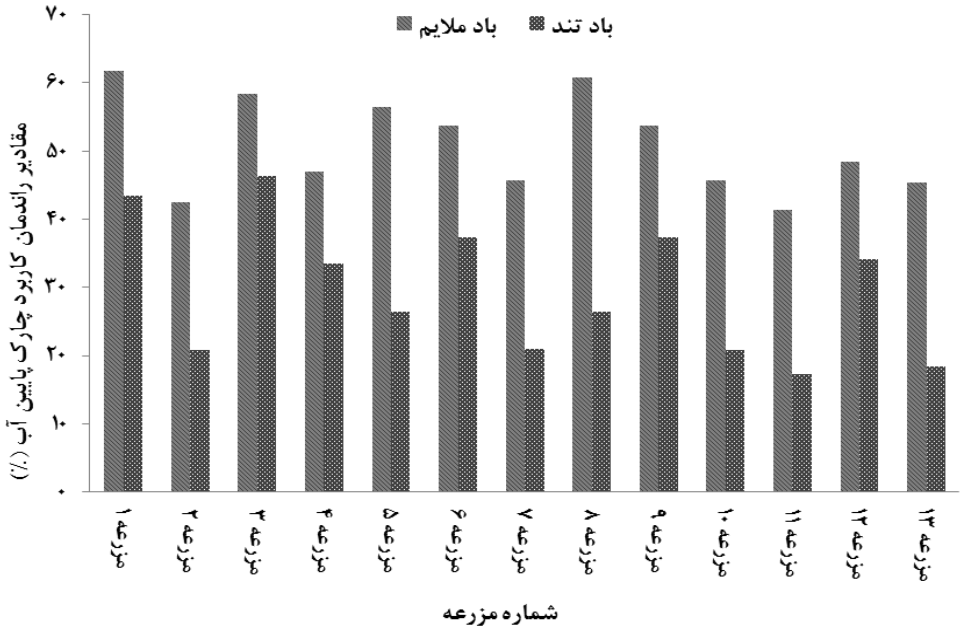


شکل (2): مقادیر یکنواختی توزیع چارک پایین آب در سامانه‌های مورد مطالعه

راندمان کاربرد واقعی چارک پایین

شاخص راندمان کاربرد واقعی چارک پایین آب با استفاده از نتایج آزمایش‌های تعیین یکنواختی پخش آب و رطوبت خاک تعیین شد (شکل 3). مطابق شکل ارائه شده ملاحظه می‌گردد، کمترین و بیشترین مقادیر مربوط به این شاخص در شرایط باد ملایم به ترتیب برابر با 41/5 و 61/8 و در شرایط باد تند به ترتیب برابر با 17/3 و 46/4 درصد بدست آمد. مقدار میانگین شاخص راندمان کاربرد واقعی چارک پایین

سامانه در شرایط باد ملایم و تند به ترتیب برابر با 50/9 و 29/5 درصد تعیین شد. مقدار شاخص فوق در 11 سامانه مورد مطالعه در شرایط باد ملایم بیش از 45 درصد محاسبه گردید و در شرایط باد تند مقدار آن در 7 مزرعه کمتر از 35 درصد بدست آمد. مهمترین عوامل موثر بر مقادیر راندمان کاربرد واقعی چارک پایین سامانه‌های مورد ارزیابی شده مقدار عمق آب کاربردی، سرعت باد و تغییرات فشار آب بود. در برخی مزارع مثل مزرعه‌های شماره 2، 7 و 11 مقدار آب کاربردی بیشتر از حد مورد نیاز بود به طوری که مقدار عمق آب رسیده به زمین بیشتر از مقدار کمبود رطوبتی خاک بود. موضوع اشاره شده منجر به تلفات نفوذ عمقی قابل توجهی می‌شد. در آزمایش‌های نوبت دوم نیز سرعت باد، مهمترین عامل افزایش تلفات پاششی و در نتیجه کاهش راندمان کاربرد آب در مزارع بود. افزایش سرعت باد به طور متوسط منجر به کاهش 21/4 درصدی راندمان کاربرد واقعی چارک پایین گردید. تغییرات فشار سامانه در نقاط مختلف هم موجب کاهش راندمان به طور متوسط در حدود 6 درصد در تمامی آزمایش‌ها شده بود. عدم طراحی صحیح سامانه‌های آبیاری بارانی، عدم برنامه آبیاری دقیق متناسب با شرایط رطوبتی خاک و عدم در نظر گرفتن تمهیدات مدیریتی به منظور کاهش اثر سرعت باد به عنوان مهمترین عوامل ایجاد کننده وضعیت نامطلوب راندمان کاربرد آب شناخته شدند.



شکل (3): مقادیر راندمان کاربرد چارک پایین آب در سامانه‌های مورد مطالعه

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق عملکرد مربوط به تعداد 13 سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت در دو شرایط باد ملایم و تند مورد ارزیابی قرار گرفت. به طور کلی نتایج نشان داد، بیشتر سامانه‌های مورد مطالعه عملکرد مطلوبی نداشتند. در شرایط باد ملایم دو عامل عمق آب کاربردی بیش از حد و نامتناسب با شرایط رطوبتی و تغییرات فشار آب مهمترین عوامل موثر بر کاهش راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب بودند. در شرایط باد تند علاوه بر دو عامل اشاره شده، سرعت باد بیشترین اثر کاهنده بر مقادیر شاخص‌های یکنواختی توزیع و راندمان کاربرد را داشته است.

به طور کلی نتایج راندمان کاربرد واقعی آب نشان داد، در برخی نقاط استان زنجان استفاده از سامانه آبیاری بارانی مناسب نبوده و می‌بایستی در زمان انتخاب این نوع سامانه، معیار سرعت باد جدی‌تر مورد دقت و ارزیابی قرار می‌گرفت. بررسی دقیق‌تر تطابق-پذیری سامانه‌های آبیاری بارانی با شرایط موجود مخصوصا از نظر سرعت باد، بازنگری در روش‌های طراحی این سامانه‌ها و همچنین ارائه برنامه دقیق آبیاری مبتنی بر شرایط رطوبتی خاک و سرعت باد از راهکارهای مهم و قابل پیشنهاد به منظور افزایش عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت می-باشد.

منابع

برادران هزاوه، ف. ۱۳۸۴. ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در شهرستان اراک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

سالمی، ح. و نیکویی، ع. 1381. ارزیابی فنی ـ اقتصادی طرح های آبیاری بارانی اجرا شده بر روی محصول سیب زمینی در استان های اصفهان و همدان. گزارش پژوهشی سالیانه، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اصفهان.

سلیمی، م.، صلواتیان،ک. و امیری، ب.1393. ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک اجرا شده در باغ‌های چای استان گیلان. نشریه آب و خاک.

سهراب، ف. و عباسی، ف. 1389. نگاهی به راهکارهای ارتقاء بازده و بهره‌وری مصرف آب آبیاری. نشریه فنی شماره 34، موسسه تحقیقاتی فنی و مهندسی کشاورزی.

سهرابی، ت. و علیزاده، م. 1389. ارزیابی عملکرد سامانه های آبیاری تحت فشار شبکه آبیاری قزوین. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

طالبی، ر.،دهان زاده، ب. و هوشمند، ع. 1392. ارزیابی سامانه های آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک شهرستان شوش. اولین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار.

فاریابی، ا.،معروف پور، ع. و قمرنیا، ه. 1389. بررسی و ارزیابی سامانه های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت دشت دهگلان کردستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک.

مصطفی زاده ،ب.و عطایی،م. و اسلامیان، س. 1378. ارزیابی آبیاری بارانی اجرا شده در منطقه اصفهان و بررسی امکان اصلاح آنها . مجموعه مقالات هفتمین سمینار آبیاری سراسری و کاهش تبخیر .

Andrés, R. and Cuchí, J.A. 2014. Analysis of sprinkler irrigation management in the LASESA district, Monegros (Spain). Agricultural Water Management 131: 95-107

Bavi, A., H. A. Kashkuli, S. Broomand, A. Naseri, and M. Albaji. 2009. Evaporation losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. J. Appl. Sci. 9(3): 597-600.

Nazari, B. Liaghat, A. and Parsinejad, M. 2013. Development and Analysis of Irrigation Efficiency and Water Productivity Indices Relationships in Sprinkler Irrigation Systems. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(3): 515-523.

Assessment of wind velocity effect on technical performance of semi-portable sprinkling irrigation systems in Zanjan province

H. Ojaghlou[1], Z. Bigdeli, A. Shirdeli

Abstract:
One of the crucial mechanisms in order to achieve a sustainable agriculture and water consumption management in the field is to continuously monitor the performance of pressurized irrigation systems. In the present study, the wind velocity effect on the performance of semi-portable sprinkling irrigation systems in Zanjan province was evaluated. Therefore, the experimental tests were performed on 13 agricultural fields in two climatic conditions include high and low-intensity wind velocity. Spray losses, Christiansen uniformity coefficient, distribution uniformity of low quarter, actual application efficiency of lower quarter and the changes in the system's pressure were determined. The results indicated that, the lowest and highest value of spray losses were determined 7.3 and 51.8%, respectively, and the general average values of spray losses in low- and high-intensity wind conditions were determined 13.0 and 31.7%, respectively. The minimum and maximum values of distribution uniformity of low quarter in low-intensity wind velocity condition were obtained 47.3 and 74.5% and in high-intensity wind speeds were obtained 27.4 and 65.5%, respectively. The average values of those indices in the low- and high-intensity wind conditions were obtained as equal to 62.9 and 42.3% respectively. The actual application efficiency of low quarter was measured 41.5 to 61.8% and 17.3 to 46.4% in low and high wind velocity condition, respectively. Intensifying the wind velocity led to a reduction of 21.4% in actual application efficiency of low quarter and 20% in water distribution uniformity. Finally, the results indicate that, wind velocity has had a significant effect on reducing the water distribution uniformity and application efficiency. Application of high irrigation water depth and pressure changes in sprinkle irrigation systems were identified as other factors affecting on reducing technical performance of semi-portable sprinkling irrigation system.

Key Words: Spray losses, Actual application efficiency of low quarter, water distribution uniformity.

1- Assistant Professor, Water Engineering Department, University of Zanjan, Zanjan, Iran. ojaghlou@znu.ac.ir
2- Graduate Student of Irrigation and Drainage Engineering, Water Engineering Department, University of Zanjan, Zanjan, Iran. z.bigdeli.20@gmail.com
3- Assistant Professor, Water Engineering Department, University of Zanjan, Zanjan, Iran. azimshirdeli@yahoo.com