سال دوم، شماره ۲، اسفند ۱۳۹٤، صفحات ۸۵تا۹۱
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.2, No.2, Pages 85 to 91
Journal of Water and Sustainable Development

دستورالعمل ارزیابی عملکرد دستگاه آبیاری دوار مرکزی (سنترپیوت) (یادداشت فنی)

محمد کریمی[۱*]، محمد جلینی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب کارشناسی ارشد و دانشیار آبیاری و زهکشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: karimi.irri@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۴

چکیده

ارزیابی هر دستگاه آبیاری، تحلیل کارایی‌های قابل اندازه‌گیری آن دستگاه در شرایط واقعی و در حین کار طبیعی در مزرعه بوده و یك ابزار مدیریتی است که به مدیر دستگاه امکان می‌دهد تا بتواند از آنچه که در دسترس دارد با بهترین عملکرد استفاده نماید. متأسفانه در اکثر مناطق کشورمان دستگاه‌های آبیاری بعد از اجرا، تحت نظارت و به صورت کنترل شده، بهره‌برداری نمی شوند و به هنگام بهره‌برداری نیز از نظر کارایی و عملکرد مورد سنجش و آزمایش قرار نمی‌گیرند. از طرفی اهمیت کنترل و ارزیابی عملکرد دستگاه نیز برای اکثر بهره‌برداران کشورمان به وضوح بیان نشده است. گرچه مطالعات و تحقیقات متعددی توسط محققان داخلی و خارجی بر روی ارزیابی عملکرد دستگاه‌های آبیاری سنترپیوت انجام شده است، اما با توجه به پیچیدگی روش‌های ارزیابی ارائه شده، این کار در توان اکثر کشاورزان نمی‌باشد. لذا در این مقاله سعی شده تا خلاصه ای از روش‌ها و دستورالعمل‌های موجود برای ارزیابی دستگاه‌های آبیاری سنترپیوت ساده‌سازی شده تا بهره‌برداری از آن‌ها برای کشاورزان به سهولت انجام پذیرد. برای ارزیابی دستگاه آبیاری، استفاده از شاخص‌هایی مانند یکنواختی پخش آب، بازده واقعی آبیاری و بازده بالقوه آبیاری توصیه شده است. یکنواختی پخش آب، مشکلات توزیع آب در آبیاری را نشان می‌دهد. بازده بالقوه آبیاری بیانگر آن است که دستگاه موجود در شرایط بهره‌برداری مطلوب، چگونه عمل می‌کند. بازده واقعی آبیاری شاخصی است که مدیریت آبیاری را نشان داده، اما صحت طراحی را نشان نمی‌دهد. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در منابع علمی، برای دستگاه آبیاری سنترپیوت یکنواختی پخش آب کمتر از ۷۶ درصد، بازده بالقوه آبیاری کمتر از ۸۰ درصد و بازده واقعی آبیاری کمتر از ۷۵ درصد، مناسب نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دستورالعمل، ارزیابی عملکرد، دستگاه آبیاری، سنترپیوت.

Guidelines for evaluation of Center pivot irrigation system performance (Technical Note)

M. Karimi[1*], M. Jolaini[2]

1,2- Associate prof, Agricultural and natural resources research center of razavi khorasan, Iran.
*(Corresponding Author Email: karimi.irri@gmail.com)
Received: 31-12-2014
Accepted: 6-10-2015

Abstract

Evaluation of any irrigation system consists of analyzing the measurable performance of the system in real conditions as well as during the normal operation of the farm. Irrigation evaluation is a management tool that allows the system manager to make the best use of what is available. Unfortunately, in most regions of Iran, after the implementation of irrigation systems their performance is not controlled or supervised. Also, during the operation of the system, the efficiency is not monitored nor analyzed either. Furthermore, the importance of irrigation system evaluation is not clarified to the users in our country. Despite the numerous research that has been conducted on the evaluation of center pivot irrigation system performance by domestic and foreign scholars, due to the complexity of existing evaluation methods, most farmers are not able to use them. Thus, in this paper, we have aimed to provide concise and simplified instructions for evaluating center pivot irrigation systems in order to help farmers in using them more readily. For evaluation of an irrigation system, the use of indexes such as water distribution uniformity, potential output and actual output for irrigation are recommended. Water distribution uniformity is an indicator of the water distribution problems in an irrigation system. The potential output of irrigation index describes the system performance under the current circumstances. Actual output of irrigation is an index that identifies the irrigation management, however it does not show the accuracy of the irrigation system design. According to the review conducted from academic resources, for a center pivot irrigation system, with a water distribution uniformity value of less than 76%, the irrigation potential and actual outputs value of less than 80% and 75%, respectively, are not suitable.

Keywords: Guidelines, Performance Evaluation, Irrigation System, Center pivot.

مقدمه

به منظور دستیابی به سود حداکثر و کاهش مصرف انرژی در کاربرد آب با دستگاه‌های آبیاری، بایستی این دستگاه‌ها آب را به طور یکنواخت پخش نمایند. موقعی که از این دستگاه‌ها برای توزیع کود و سم نیز استفاده شود، یکنواختی توزیع آب در دستگاه مهمتر و حیاتی‌تر جلوه خواهد کرد. در نتیجه مالکین و بهره‌برداران این دستگاه‌ها باید به صورت دوره‌ای یکنواختی توزیع آب را در دستگاه‌های خود مورد ارزیابی قرار دهند (Harrison و Perry، ۲۰۱۳). یک دستگاه آبیاری که به طور مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا راندمان آبیاری آن در حد انتظار است، می تواند عملکرد محصول را بهینه نموده و تغییرات عملکرد را کاهش دهد. همچنین می‌تواند باعث کاهش آبشویی کودها (در اثر آبیاری بیش از حد در تمام مزرعه و یا قسمت‌هایی از آن) در نتیجه عدم یکنواختی توزیع آب گردد (McCann و Adkins، ۲۰۰۶). چنانچه دستگاه‌های آبیاری سنترپیوت به طور مناسب طراحی و مدیریت شود، می‌تواند یکی از کارآمدترین روش‌ها و با یکنواختی توزیع بالا برای بکار بردن آب در مزرعه باشند. بررسی سیستم از آن جهت اهمیت دارد که روشن می‌سازد اجرای کنونی سیستم ادامه یابد یا باید کارایی آن را بهبود بخشید (Merriam و Keller، ۱۹۷۸).

ارزیابی یك دستگاه یا سامانه آبیاری به منظور بررسی عملکرد آن، بعد از طراحی و اجرا صورت می‌گیرد و در واقع مشکلات و نواقص دستگاه را در طراحی، اجرا و بهره‌برداری نشان می‌دهد. از روی نتایج ارزیابی می‌توان به این نکته پی برد که چگونه می‌توان بازده آبیاری در مزرعه را افزایش داده و منشاء مشکلات موجود دستگاه آبیاری را پیدا نمود و در واقع به بهبود مدیریت مزرعه جهت استفاده بهینه از آب کمک می‌کند. ارزیابی مطالعات مزرعه ای در سیستم آبیاری بارانی امکان اصلاحاتی مثل تغییر آبپاش‌ها، داشتن دبی‌های کمتر یا بیشتر، و تغییر در مدت کاربرد آب را در بر می‌گیرد.

چنانچه مدیریت بهره‌برداری از مزرعه و دستگاه آبیاری موجود در آن مناسب باشد و اشکال کار ناشی از طراحی باشد، می‌توان با یافتن مشکلات موجود، نسبت به رفع آن اقدام کرد. گاهی طراحی و اجرای نادرست و عملکرد نامناسب این سیستم بازده واقعی آن را کاهش می‌دهد و در نتیجه منجر به توزیع غیریکنواخت آب در طول بال، غیر یکنواختی پخش آب و ایجاد شرایط ماندابی (یا رواناب) در سطح مزرعه می‌شود. از طرفی گاهی کشاورزان اقدام به تغییر در طراحی اولیه دستگاه می‌نمایند. این کار نیز در کاهش عملکرد دستگاه موثر است. چنانچه این سیستم در مزارع کشاورزی و تحت مدیریت زارعین معمولی مستقر شود، به دلیل آشنایی ناکافی مسئولان آبیاری با نحوه‌ی آبیاری با این دستگاه، مشکلات استفاده از دستگاه بیشتر می‌شود. از این رو آموزش مسائل فنی، مدیریتی، بهره‌برداری و برنامه ریزی آبیاری و دیگر موارد ضروری به زارعین قبل از استقرار سیستم در مزرعه از طریق کارخانه سازنده یا دفتر بهبود و توسعه روش‌های آبیاری، الزامی است (قائمی، ۱۳۸۳).

Al-Ghobari (۲۰۱۴) برای مطالعه اثر تغییر نازل‌های پاشش اصلی و موقعیت لاترال‌ها در طراحی اولیه توسط زارعین محلی، با تحقیق بر روی ۴۸ سامانه سنترپیوت که در مزارع بخش های مختلف عربستان سعودی بود، نشان داد که تغییر ایجاد شده توسط زارعین محلی بر کاهش مقادیر یکنواختی توزیع آب اثر جدی داشته است.

متأسفانه در اکثر مناطق کشورمان دستگاه‌های آبیاری بعد از اجرا، تحت نظارت و به صورت کنترل شده، بهره‌برداری نمی شوند و به هنگام بهره‌برداری نیز از نظر کارایی و عملکرد مورد سنجش و آزمایش قرار نمی‌گیرند. از طرفی اهمیت کنترل و ارزیابی عملکرد دستگاه نیز برای اکثر بهره‌برداران کشورمان به وضوح بیان نشده است. گرچه مطالعات و تحقیقات متعددی توسط محققان داخلی و خارجی بر روی ارزیابی عملکرد دستگاه‌های آبیاری سنترپیوت انجام شده است، اما با توجه به پیچیدگی روش‌های ارزیابی ارائه شده، این کار در توان اکثر کشاورزان نمی‌باشد. لذا در این مقاله سعی شده تا خلاصه ای از روش‌ها و دستورالعمل‌های موجود برای ارزیابی دستگاه‌های آبیاری سنترپیوت ساده‌سازی شده تا بهره‌برداری از آن‌ها برای کشاورزان به سهولت انجام پذیرد.

وسایل مورد نیاز

وسایل مورد نیاز جهت انجام ارزیابی عبارتند از:

۱- قوطی یا ظرف جمع‌آوری آب بارش شده از دستگاه،

۲- فشارسنج (۰ تا ۴۵۰ کیلوپاسکال) برای اندازه‌گیری فشار سر نازل‌ها،

۳- ظرف مدرج برای اندازه‌گیری حجم آب قوطی‌ها،

۴- متر نواری،

۵- مته نمونه‌برداری خاك،

۶- میخ چوبی،

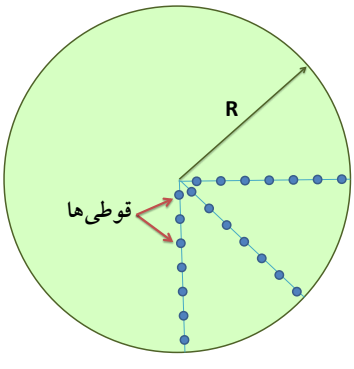
۷- کاتالوگ کارخانه سازنده دستگاه

۸- بادسنج جهت اندازه‌گیری سرعت باد.

مراحل انجام ارزیابی

۱- انتخاب چهار ردیف شعاعی و نصب قوطی‌های جمع آوری آب در فواصل مشخص

استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا در نظر گرفتن حداقل دو شعاع از ظرف‌های جمع‌کننده آب را به منظور ارزیابی دستگاه الزامی می‌داند، به طوری که همه ظرف‌های قرار گرفته روی شعاع‌ها باید از نظر ارتفاع و قطر مشخصات یکسانی داشته باشند و نحوه قرارگیری ظرف‌ها باید طوری باشد که پوشش گیاهی مانع از ورود آب به داخل ظرف‌ها نشود (ASAE Standards، ۲۰۰۳). برای تعیین شاخص‌های ارزیابی، بایستی در چهار ردیف شعاعی (یعنی از محور تا انتهای بازوی دستگاه) به فواصل ۹-۶ متری میخکوبی شده و در کنار هر یك از میخ‌های چوبی یك عدد قوطی جمع‌آوری آب نصب شود (قائمی، ۱۳۸۳). نحوه چیدن و آرایش قوطی‌ها در زیر دستگاه آبیاری در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- نحوه آرایش قوطی‌ها زیر دستگاه آبیاری

۲- ثبت حجم آب جمع‌آوری شده در قوطی‌ها در هر آبیاری

در هر آبیاری (در طول دوره رشد گیاه) حجم آب جمع‌آوری شده در قوطی‌های مستقر در ردیف‌های شعاعی در فرم‌های مخصوص یادداشت شود. هر چند که با یکبار آزمایش و یادداشت‌برداری هم می‌توان عوامل ارزیابی دستگاه را محاسبه نمود و وضعیت دستگاه را مورد بررسی قرار داد، امّا هر چه تعداد آزمایشات بیشتر باشد، دقت کار ارزیابی بالاتر خواهد رفت.

۳- محاسبه مقدار آب خروجی از نازل‌ها

۴- نمونه‌برداری از خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه

در هر آزمایش وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه، رطوبت خاك قبل از آبیاری، رطوبت خاك ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از آبیاری، که با نمونه‌برداری از اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰، ۸۰-۶۰ و ۱۰۰-۸۰ سانتی‌متر و ارسال به آزمایشگاه آب و خاك تعیین می‌شود، بایستی در دسترس باشد.

۵-ثبت سرعت حرکت دستگاه در هر آبیاری

۶- تعیین عمق توسعه ریشه گیاه

در هر بار آزمایش، عمق توسعه ریشه گیاه با حفر پروفیل در مزرعه در کنار ریشه چند بوته از گیاه تخمین زده می‌شود.

۷- وزن‌دهی قوطی‌ها براساس سطح تخصیص هر آبپاش

با عنایت به اینکه در دستگاه آبیاری بارانی دوار مرکزی سطح تخصیصی به هر آبپاش و مقدار شدت بارش آبپاش‌ها از سمت مرکز به سمت انتهای بازوی دستگاه بیشتر و سرعت حرکت خطی آن‌ها نیز زیادتر می‌گردد، برای محاسباتی که انجام می‌شود، به ظروف جمع‌آوری آب، وزن داده می‌شود. به این جهت، به اولین ظرف عددی تخصیص داده و از مرکز به سمت انتهای بازوی دستگاه اضافه خواهد شد. ساده‌ترین روش وزن‌دهی همان شماره‌گذاری قوطی‌ها از مرکز به سمت انتهای دستگاه می‌باشد. برای مثال قوطی اول از سمت مرکز دستگاه شماره یک، قوطی دوم شماره دو و الی آخر شماره‌گذاری می‌شود. نمونه فرم یادداشت‌برداری شده در جدول (۱) نشان داده شده است.

۸- محاسبه حجم وزنی آب قوطی‌ها

حجم وزنی در جدول (۱) از ضرب حجم آب قوطی در شماره قوطی بدست می‌آید.

جدول ۱- نمونه فرم یادداشت‌برداری حجم آب جمع شده در قوطی‌ها (واحد حجم)

شماره محل	ردیف ۱		ردیف ۲		ردیف ۳		ردیف ۴	
قوطی از سمت مرکز دستگاه	حجم آب قوطی	حجم وزنی	حجم آب قوطی	حجم وزنی	حجم آب قوطی	حجم وزنی	حجم آب قوطی	حجم وزنی
۱	-	-	-	-	-	-	-	-
۲	-	-	-	-	-	-	-	-

۹- تعیین شاخص‌های ارزیابی

در ارزیابی دستگاه آبیاری دوار مرکزی شاخص‌های مختلفی از جمله ضریب یکنواختی توزیع آب، بازده واقعی آبیاری، بازده بالقوه آبیاری و کفایت آبیاری مورد بررسی قرار می‌گیرند (قاسم‌زاده مجاوری، ۱۳۶۹؛ سهرابی و اصیل‌منش، ۱۳۷۵؛ Ghorbani و Amini، ۲۰۱۱؛ Almasraf و همکاران، ۲۰۱۱؛ Al-Ghobari، ۲۰۱۴؛ Griffiths، ۲۰۰۶ و Msibi و همکاران، ۲۰۱۴). اما شاخص‌هایی که در اکثر مراجع علمی به صورت مشترک استفاده شده عبارتند از: یکنواختی پخش آب (DU[1])، بازده واقعی آبیاری (AELQ[2]) و بازده بالقوه آبیاری (PELQ[3]). بدیهی است که بالا بودن هر یک از این پارامترها به تنهایی نمی‌تواند بیانگر مطلوب بودن عملکرد دستگاه باشد. بررسی و ارزیابی عملکرد هر دستگاه آبیاری در مزرعه (برای رسیدن به این هدف که آیا دستگاه به طور مطلوب کار می‌کند) دو یا سه بار در سال ضروری است. نتایج ارزیابی یک دستگاه آبیاری هم به دلیل تغییرات اقلیمی، نوع خاک، نوع گیاه و خصوصیات دستگاه آبیاری قابل تعمیم به یک دستگاه در منطقه دیگر نمی‌باشد (Ghorbani & Amini، ۲۰۱۱). در ذیل به روش محاسبه هر یک از شاخص‌های ارزیابی پرداخته شده است.

- یکنواختی توزیع آب

یکنواختی پخش آب شاخصی از درجه یکنواختی توزیع آب در آبیاری است و مشکلات توزیع آب را نشان می‌دهد. بر اساس اظهار نظر محققان مقدار پایین یکنواختی توزیع آب در صورتی که آبیاری کافی انجام پذیرد، نشانه تلفات آب به شکل نفوذ عمقی می‌باشد. مقدار یکنواختی توزیع کمتر از ۶۷ درصد، قابل قبول نیست.

برای یکنواختی پخش آب، بایستی حجم وزنی آب قوطی‌ها در هر ردیف به صورت نزولی مرتب شده و یك چهارم تعداد آن‌ها از انتها جدا شده و مجموع این اعداد بر مجموع شماره قوطی‌های مربوط به آن‌ها تقسیم گردد. عدد بدست آمده همان میانگین وزنی یک چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها خواهد بود. واحد عدد بدست آمده میلی‌لیتر (واحد حجم) است که اگر آن را بر سطح دهانه قوطی تقسیم کنیم به میلی‌متر (واحد عمق) تبدیل می‌شود. همچنین میانگین وزنی کل نمونه‌ها از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

در رابطه (۲) واحد مقادیر صورت و مخرج کسر، لیتر یا میلی‌لیتر است.

$$\text{میانگین وزنی کل نمونه‌ها} = \frac{\text{میانگین نمونه‌های وزنی}}{\text{مجموع اعداد نمونه‌ها}} \qquad (۱)$$

$$\text{یکنواختی پخش آب} = \frac{\text{میانگین وزنی یک چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها}}{\text{میانگین وزنی کل نمونه‌ها}} \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

- بازده بالقوه آبیاری

بازده بالقوه آبیاری در واقع بیانگر آن است که دستگاه موجود در شرایط بهره‌برداری مطلوب چگونه عمل می‌کند. راندمان بالقوه حالت خاصی از راندمان آبیاری است وقتی که عمق مینیمم نفوذ یافته معادل عمق مطلوب آبیاری باشد. مقادیر پایین بازده بالقوه آبیاری اغلب به طرح غیر سود بخشی مربوط است، اما گاهی ممکن است به دلایل اقتصادی عمدی باشد. مقدار پایین بازده بالقوه آبیاری معمولاً مربوط به طراحی ضعیف و یا کارایی ضعیف دستگاه موجود است. در صورتی که طراحی دستگاه صحیح و مقدار بازده بالقوه پایین باشد، باید نوع دستگاه را تغییر داد.

$$\text{بازده بالقوه آبیاری} = \frac{\text{میانگین وزنی یک چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها}}{\text{میانگین کل عمق آب کاربردی}} \times ۱۰۰ \qquad (۳)$$

برای محاسبه میانگین کل عمق آب کاربردی بایستی حجم آب آبیاری در هر بار آبیاری بر سطح آبیاری شده تقسیم گردد (رابطه ۴). حجم آب آبیاری در هر بار آبیاری و در طول دوره رشد گیاه با نصب یك کنتور روی لوله انتقال آب به دستگاه آبیاری قابل اندازه‌گیری است.

$$\text{میانگین عمق آب کاربردی} = \frac{\text{حجم آب مصرفی}}{\text{مساحت آبیاری شده}} \qquad (۴)$$

- بازده واقعی آبیاری

بازده واقعی آبیاری شاخصی است که نشان می‌دهد، چگونه دستگاه آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. موضوع مستتر در بازده واقعی آبیاری این است که این مقدار معیاری از یکنواختی است، ولی کافی بودن آب آبیاری را نشان نمی‌دهد. بازده واقعی آبیاری در واقع مدیریت آبیاری را نشان می‌دهد؛ اما صحت طراحی را نشان نمی‌دهد، مثلاً چنانچه مقدار بازده واقعی آبیاری پایین باشد بیانگر آن است که دور آبیاری زیاد در نظر گرفته شده یا کم آبیاری صورت گرفته و یا اینکه آبیاری در مدت زمان کوتاه‌تر از حد نیاز انجام شده است. معمولاً اختلاف بین بازده بالقوه آبیاری و بازده واقعی آبیاری مربوط به اشکالات راهبری و مدیریت است که میزان آن را بیان می‌کند.

$$\text{بازده واقعی آبیاری} = \frac{\text{میانگین وزنی یک چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها (مادامیکه مقدار آن مساوی یا کمتر از SMD باشد)}}{\text{میانگین کل عمق آب کاربردی}} \times ۱۰۰ \qquad (۵)$$

در رابطه (۳) و (۵) واحد مقادیر صورت و مخرج کسر میلی‌متر (واحد عمق) است. برای تبدیل حجم آب جمع‌آوری شده به عمق آب در هر قوطی، بایستی مقدار حجم آب بر مساحت دهانه قوطی تقسیم شود.

در رابطه (۵) زمانی که صورت کسر (میانگین وزنی یک چهارم پایین ترین نمونه‌ها) از مقدار SMD[4] بیشتر گردد، به جای آن

همان مقدار SMD قرار خواهد گرفت. در این صورت بازده واقعی آبیاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{بازده واقعی آبیاری} = \frac{\text{SMD}}{\text{میانگین کل میزان آب کاربردی}} \times ۱۰۰ \qquad (۶)$$

SMD یا کمبود رطوبت خاك عبارت است از مقدار خشکی منطقه ریشه گیاه در زمان معین و این کمبود رطوبت برابر با مقدار آبی است که باید در موقع آبیاری جبران شود. کمبود رطوبت خاك در طول آزمایش به روش زیر محاسبه می‌گردد.

$$SMD = (W2- W1) \times d \times \gamma_s \qquad (۷)$$

که در آن: W2 رطوبت وزنی خاك ۴۸-۲۴ ساعت بعد از آبیاری (درصد)، W1 رطوبت وزنی خاك قبل از آبیاری (درصد)، d عمق توسعه ریشه گیاه (cm) و γ_s وزن مخصوص ظاهری خاك (gr/cm^3) می‌باشند.

- محاسبه تلفات تبخیر و بادبردگی

تلفات تبخیر و بادبردگی، اختلاف بین مقدار آب پخش شده از نازل‌ها و مقدار آب جمع‌شده در قوطی‌های جمع‌آوری می‌باشد که با مقایسه حجم آب جمع‌آوری شده در قوطی‌ها با آب خروجی از نازل‌ها در محدوده این ظروف تعیین می‌شوند.

تلفات تبخیر و بادبردگی در طول آزمایش از تفاضل یکنواختی پخش آب (DU) و بازده بالقوه آبیاری (PELQ) (رابطه ۸) محاسبه می‌گردد.

$$\text{تلفات تبخیر و بادبردگی} = DU-PELQ \qquad (۸)$$

خلاصه محاسبات مربوط به عوامل ارزیابی دستگاه آبیاری در جدولی مشابه جدول (۲) یاداشت می‌شود.

در این جدول یکنواختی پخش آب از تقسیم میانگین یك چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها (مقادیر ستون ۴) بر میانگین کل نمونه‌ها (مقادیر ستون ۳) ضرب در ۱۰۰ بدست می‌آید. بازده بالقوه آبیاری از تقسیم میانگین یك چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها (مقادیر ستون ۴) بر میانگین عمق آب کاربردی (مقادیر ستون ۲) ضرب در ۱۰۰ بدست می‌آید.

بازده واقعی آبیاری از تقسیم میانگن یك چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها (مقادیر ستون ۴) بر میانگین عمق آب کاربردی (مقادیر ستون ۲) ضرب در ۱۰۰ بدست می‌آید. این در حالی است که اگر میانگن یك چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها (مقادیر ستون ۴) از کمبود رطوبتی خاك (مقادیر ستون ۵) بیشتر باشد، به جای مقادیر ستون ۴ در صورت کسر باید از مقادیر ستون ۵ استفاده شود.

جدول ۲- نمونه جدول برای تهیه شاخص‌های ارزیابی دستگاه سنترپیوت در یک آزمایش

ستون ۱ فاکتورها / تکرارها	ستون ۲ میانگین عمق آب کاربردی (mm)	ستون ۳ میانگین کل نمونه‌ها (mm)	ستون ۴ میانگن یك چهارم پایین‌ترین نمونه‌ها (mm)	ستون ۵ کمبود رطوبتی خاك (mm)	ستون ۶ بازده بالقوه آبیاری (PELQ) (٪)	ستون ۷ بازده واقعی آبیاری (AELQ) (٪)	ستون ۸ یکنواختی پخش آب (DU) (٪)	ستون ۹ تلفات تبخیر و بادبردگی (درصد)
ردیف ۱	-	-	-	-	-	-	-	-
ردیف ۲	-	-	-	-	-	-	-	-
ردیف ۳	-	-	-	-	-	-	-	-
ردیف ۴	-	-	-	-	-	-	-	-
میانگین					-	-	-	

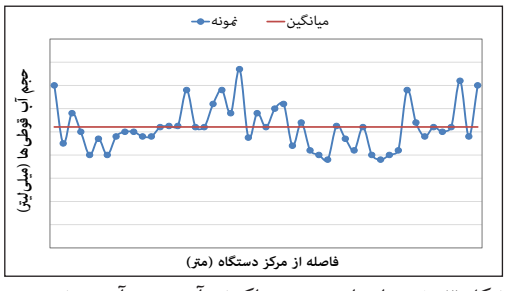
۱۰- انجام ارزیابی

با مقایسه مقادیر بدست آمده از شاخص‌های ارزیابی با مقادیر توصیه شده آن‌ها در منابع علمی، به نقاط ضعف و قوت سیستم در مزرعه پی خواهیم برد.

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در منابع علمی، یکنواختی پخش آب کمتر از ۷۶ درصد قابل قبول نبوده و بازده بالقوه آبیاری کمتر از ۸۰ درصد و بازده واقعی آبیاری کمتر از ۷۵ درصد برای دستگاه آبیاری سنترپیوت مناسب نمی‌باشد (Roland، ۱۹۸۲؛ سهرابی و اصیل‌منش، ۱۳۷۵؛ سهرابی و امیدوار، ۱۳۸۱؛ قائمی، ۱۳۸۳؛ فروغی و قائمی، ۱۳۸۶؛ نادری، ۱۳۸۹ و دوست محمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

مهمترین معیار کارایی یك دستگاه آبیاری بارانی سنترپیوت توزیع و پراکنش یکنواخت آب در سطح مزرعه است. این معیار از بررسی آب جمع‌آوری شده در قوطی‌های نمونه‌برداری مشخص می‌گردد. برای بررسی یکنواختی توزیع آب در مزرعه می‌توان نمودار خطی مقادیر آب جمع‌آوری شده در قوطی‌ها را در مقابل فواصل قوطی‌ها از مرکز دستگاه ترسیم نمود. در شکل (۳) نمونه‌ای شماتیک از این نمودار نشان داده شده است. با بررسی این نمودارها، آبپاش‌هایی که از کار افتاده و یا محل آبپاش‌هایی که قطر آن‌ها نامناسب است، مشخص می‌گردد. ممکن است حجم آب جمع‌آوری شده در زیر آبپاش‌ها در بعضی از نقاط پایین‌تر و در بعضی دیگر از نقاط بالاتر از

میانگین نمونه‌های برداشت شده باشد. در این صورت بایستی اندازه روزنه آبپاش‌ها در بعضی نقاط تغییر داده شود، زیرا ممکن است نازل‌ها تعویض شده یا گرفته باشند. بنابراین بهتر است ترتیب نازل‌ها با طرح اولیه که سازنده دستگاه ارائه نموده، مقایسه شود. چنانچه نازل‌ها صحیح بود، وجود جلبك یا مواد معلق در آب، عامل گرفتگی و غیر یکنواختی توزیع خواهد بود. بازدید از تنظیم‌کننده‌های فشار نیز باید انجام شود.



شکل ۳- نمونه‌ای از توزیع پراکنش آب جمع‌آوری شده در قوطی‌های جمع‌کننده در دستگاه آبیاری دوار مرکزی

جمع‌بندی و پیشنهادات

۱- ارزیابی یک ابزار مدیریتی است که به مدیر دستگاه یا سامانه آبیاری این امکان را می‌دهد تا بتواند از آنچه که در دسترس دارد با بهترین عملکرد استفاده نموده و محدودیت‌های دستگاه یا سامانه آبیاری را با یك سری تغییرات جزئی کاهش داده و کارایی آن‌را با آنچه که منظور طراح بوده، هماهنگ کند.

۲- با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در منابع علمی، یکنواختی پخش آب کمتر از ۷۶ درصد، بازده بالقوه آبیاری کمتر از ۸۰ درصد و بازده واقعی آبیاری کمتر از ۷۵ درصد برای دستگاه آبیاری سنترپیوت، مناسب نمی‌باشد.

۳- چنانچه بازده بالقوه آبیاری در حد قابل قبول نبود، نشان دهنده این است که سیستم موجود با زمین و شرایط زراعی مطابقت خوبی ندارد و به خوبی طراحی نشده است. با اصلاح سیستم می‌توان راندمان بالقوه آن را بالا برد. روش پیشنهادی در جهت اصلاح راندمان بالقوه، افزایش فشار کارکرد سیستم و کاهش قطر روزنه‌ها است که در این صورت راندمان بالایی حاصل می‌گردد.

۴- چنانچه بازده واقعی آبیاری در حد قابل قبول نبود، نشان‌دهنده ضعف در مدیریت بهره‌برداری از دستگاه است. بنابراین اصلاح و بهبود مدیریت دستگاه، ضرورت دارد.

۵- عملکرد دستگاه آبیاری بارانی با تغییرات ساده‌ای چون ایجاد تغییر فشار در دستگاه، تغییر قطر آبپاش‌ها، تغییر ارتفاع پایه‌های آبپاش و تنظیم مدت کاربرد آب، تنظیم عملکرد آبپاش‌ها با فشارهای متفاوت در دوره‌های آبیاری و استفاده از آبپاش‌های متناوب، بهبود زیادی می‌یابد.

۶- چنانچه یکنواختی پخش آب در دستگاه آبیاری در حد قابل قبول نبود، برای یکنواخت‌تر کردن عمق آب و بالابردن یکنواختی پخش آب بایستی اندازه روزنه آبپاش‌ها در بعضی نقاط تغییر داده شود، زیرا ممکن است نازل‌ها تعویض شده یا گرفته باشند. اگر اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای بازوی دستگاه بیشتر از ۲۰ درصد فشار انتهای بازو باشد، باعث توزیع غیریکنواخت آب در طول بازو خواهد شد که این مورد نیز باید بررسی شود.

پی‌نوشت

1- Distribution uniformity
2- Potential Application Efficiency of Low Quarter
3- Application Efficiency of Low Quarter
4- Soil Moisture Deficit

منابع

دوست محمدی، م. م.، سلطانی محمدی، ا. و رضایی‌راد، ه. ۱۳۹۲. ارزیابی عملکردسیستم آبیاری دوار مرکزی (مطالعه موردی استان قم). اولین همایش ملی بحران آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران.

سهرابی، ت. و اصیل‌منش، ر. ۱۳۷۵. ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای (سنترپیوت). هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران، ایران، ص. ۱۲۹-۱۴۷.

سهرابی، ت. و امیدوار، م. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد، مشکلات بهره‌برداری و فنی سیستم‌های آبیاری بارانی دوار در منطقه جوین خراسان. مجله کشاورزی و عمران روستایی، ۴(۱): ۳۷-۵۲.

فروغی، ف. و قائمی، ع.ا. ۱۳۸۶. تعیین تلفات تبخیر و بادبردگی در دستگاه آبیاری دوار مرکزی در منطقه باجگاه. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱(۱): ۶۳-۷۰.

قاسم‌زاده مجاوری، ف. ۱۳۶۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.

قائمی، ع.ا. ۱۳۸۳. ارزیابی هیدرولیکی سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای ساخت داخل کشور و بررسی مشکلات فنی آن، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۵(۱۹): ۲۷-۴۸.

نادری، ن. ۱۳۸۹. بررسی فنی عملکرد سیستم آبیاری عقربه‌ای (سنترپیوت). مجموعه مقالات سومین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار. ص. ۲۴۹-۲۵۴.

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

Almasraf S., Jury J. and Miller S. 2011. Field Evaluation of Center Pivot Sprinkler Irrigation Systems In Michigan. Department of Bio systems and Agricultural Engineering, Michigan State University, 36 p.

ASAE Standards. 2003. Test procedures for determining the uniformity of water distribution of center pivot and moving lateral irrigation machines equipped with spray or sprinkler nozzles. ANSI/ ASAE S436.1 DEC01. 931-938.

Ghorbani B. and Amini M. 2011. Assessment of sprinkler irrigation systems operation at Chaharmahal and Bakhtiari province, Iran. ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage. 15-23 October 2011, Tehran, Iran. Pp. 387-395.

Griffiths B. 2006. In-field evaluation of irrigation system performance. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of MscEng, School of Bioresources Engineering and Environmental Hydrology University of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg, 39p.

Harrison K. and Perry C. 2013. Evaluating and Interpreting Application Uniformity of Center Pivot Irrigation Systems. The University of Georgia, Department of Crop and Soil Sciences.UGA Cooperative Extension C 911. 4p.

McCann I. and Adkins. J. 2006. Center-pivot irrigation system evaluations in Delaware: preliminary results. Mid-Atlantic Grain and Forage Journal. Volume 10, p. 6-8.

Merriam J.L. and Keller J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Utah State Unive. Utah. p.271.

Msibi S.T., Kihupi1 N.I., Tarimo A.K.P.R. and Manyatsi A.M. 2014. Technical performance evaluation of center pivot sprinkler irrigation system at Ubombo sugar estate, Swaziland. International Journal of Agricultural Science and Bio resource Engineering Research, 3(1&2): 23-38.

Roland L. 1982. Mechanized sprinkler irrigation. FAO, Irrigation and Drainage, NO.35, 409 p.