مجله محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

Journal of Environment and Water Engineernig
ISSN: 2476-3683

ارزیابی هیدرولیکی عملکرد سامانه آبیاری سنترپیوت در شرایط متفاوت اقلیمی

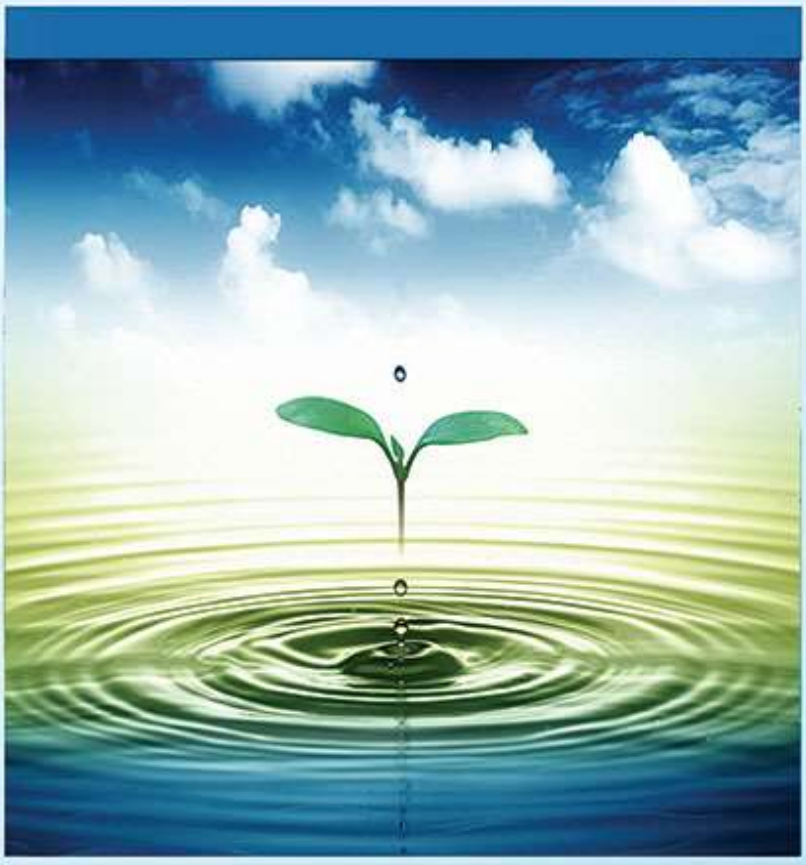
زهرا نصرالهی، حسین بابازاده و مهدی سرائی‌تبریزی

دوره ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۲۳۴-۲۲۵

Vol. 3(3), Autumn 2017, 225 – 234

Hydraulic Evaluation of Center Pivot Irrigation Systems Performance in Different Climate Conditions

Nasrolahi Z., Babazadeh H. and SaraiTabrizi M.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: نصراللهی ز.، بابازاده ح. و سرائی‌تبریزی م. (۱۳۹۶). ارزیابی هیدرولیکی عملکرد سامانه آبیاری سنترپیوت در شرایط متفاوت اقلیمی. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره۳، شماره۳، صفحات: ۲۳۴ –۲۲۵

Citing this paper: Nasrolahi Z., Babazadeh H. and SaraiTabrizi M. (2017). Hydraulic evaluation of Center Pivot irrigation systems performance in different climate conditions. J. Environ. Water Eng., 3(3), 225 – 234.

ارزیابی هیدرولیکی عملکرد سامانه آبیاری سنترپیوت در شرایط متفاوت اقلیمی

زهرا نصرالهی[۱]، حسین بابازاده*[۲] و مهدی سرائی تبریزی[۳]

[۱]کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۲]دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۳] استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: h_babazadeh@hotmail.com

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۰۲/۰۴] **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۶/۰۴/۰۲]**

چکیده

یکی از مهمترین مسایل در افزایش راندمان سامانه‌های نوین آبیاری، ارزیابی میدانی این سامانه‌ها پس از بهره‌برداری می‌باشد. راندمان آبیاری اصلی‌ترین شاخص در سنجش و مدیریت مصرف آب کشاورزی است. این تحقیق به‌منظور ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سامانه آبیاری سنترپیوت در شرایط متفاوت اقلیمی بر روی دو دستگاه سنترپیوت واقع در شهر شهریار (استان تهران) و شهر اشتهارد (استان البرز) انجام شد. برای سنجش مصرف آب سامانه‌های مورد نظر از شاخص‌های راندمان کاربرد آبیاری (Ea) و راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین (PELQ) استفاده شد. همچنین ارزیابی یکنواختی پخش آبیاری از مقادیر ضریب یکنواختی (CU) و مقدار یکنواختی پخش (DU) استفاده شد. به‌منظور محاسبه این شاخص‌ها اندازه‌گیری‌ها به‌صورت میدانی و به‌وسیله چیدمان قوطی‌های استاندارد جمع‌آوری آب در زیر هر سامانه انجام شد. بر اساس نتایج، میزان ضریب یکنواختی هرمن و هین (CU) برای سامانه سنترپیوت شهریار و سنترپیوت اشتهارد به ترتیب ۷۰/۲ و ۸۸ و میزان یکنواختی توزیع (DU) برای سامانه‌های مذکور به ترتیب برابر ۴۷/۸۷و ۸۱/۳ درصد به‌دست آمد. درصد کفایت به ترتیب برابر ۳۶ و ۱۲درصد محاسبه شد. راندمان کاربرد آب (Ea) محاسبه شده برای این سامانه‌ها به ترتیب برابر ۸۵ و ۸۱ درصد به‌دست آمد که مقدار نسبتاً بالایی است و به لحاظ راندمان این سامانه‌ها وضعیت مناسبی دارند. مقادیر محاسبه‌شده PELQ برای سامانه‌ها به‌ترتیب ۸۵/۳ و ۶۶/۵٪ بود که قابل‌قبول می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی هیدرولیکی؛ سنترپیوت؛ ضریب یکنواختی؛ راندمان کاربرد.

۱- مقدمه

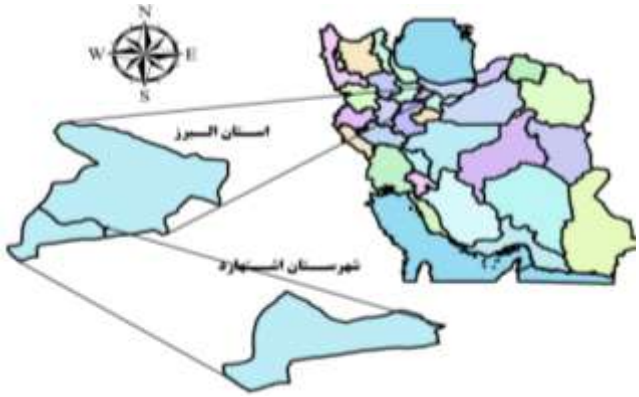
اگرچه تکنولوژی سبب ارتقاء سامانه‌های نوین آبیاری شده است، اما هنوز این سامانه‌ها در تمامی شرایط قادر به ارائه راندمان اسمی خود نیستند. ازاین‌رو ضروری است عملکرد این سامانه‌ها بعد از بهره‌برداری مورد بررسی میدانی قرار گیرند تا با شناسایی مشکلات آنان راهکارهای مناسب جهت بهبود وضعیت این سامانه‌ها ارائه گردد. Ghobari (2006) به ارزیابی شش سامانه آبیاری بارانی سنترپیوت در عربستان سعودی پرداخت و راهکارهایی برای بهبود وضعیت سامانه‌ها ارائه نمود. سپس سامانه‌های مذکور را پس از انجام راهکارهای اصلاحی مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که تعمیرات و نگهداری صحیح سامانه‌های مورد مطالعه باعث بهبود ضرایب یکنواختی و نهایتاً افزایش عملکرد آنها می‌گردد. Dukes and Perry (2006) با نصب شیرهای پنوماتیکی و شیرهای مغناطیسی بر روی سامانه سنترپیوت جهت کنترل مدت باز و بسته نگه‌داشتن نازل‌ها از طریق اعمال ضربان، این سامانه را قادر به اعمال آبیاری با شدت متغیر در امتداد لوله اصلی سنترپیوت نمودند. نتایج آنها نشان داد اگرچه عمق آب آبیاری در اثر مدت باز و بسته بودن نازل‌ها و سرعت حرکت سنترپیوت اصلاح شده تغییر می‌کند ولی تأثیری بر روی یکنواختی توزیع آب ندارد. نوع نازل نصب شده بر روی دستگاه به دلیل تأثیر آن روی نوع جریان خروجی از نازل بر یکنواختی توزیع آب مؤثر بود Zuhair . (2008) در مطالعه‌ای به ارزیابی سامانه‌های سنترپیوت پروژه حمدآباد واقع در سودان پرداخت، پارامترهای یکنواختی ضریب کریستین سن، یکنواختی توزیع و راندمان کاربرد اندازه‌گیری شد، سپس نتایج اندازه‌گیری سامانه سنترپیوت با روش سنتی (زمین‌های اجاره‌ای) و آبیاری سطحی (مزرعه آزمایشی) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که به لحاظ عملکرد، مزارعی که با سامانه سنترپیوت آبیاری می‌شدند تفاوت معنی‌داری با زمین‌های آزمایشی و اجاره‌ای داشت. Jian et al. (2017) به مقایسه دو آبپاش RSP و FSPS در سامانه آبیاری سنترپیوت پرداختند نتایج نشان داد که یکنواختی پاشش با آبپاش RSPS بیشتر می‌باشد. Farg et al. (2017) با استفاده از روش سنجش از دور به محاسبه ضریب یکنواختی در سامانه آبیاری سنترپیوت در دلتای رود نیل پرداخت. تجزیه و تحلیل نتایج بیانگر کارایی این روش بود. Ghaiemi (2004) در مطالعه‌ای به ارزیابی هیدرولیکی سامانه آبیاری سنترپیوت در یک مزرعه تحت کشت گندم در دانشکده کشاورزی شیراز پرداخت. نتایج نشان داد که مقادیر ضریب یکنواختی، یکنواختی پخش، راندمان کاربرد ربع پایین و راندمان پتانسیل ربع پایین کمتر از میزان قابل قبول برای این سامانه می‌باشد. Rashmanlo-Hamid-Abadi. et al. (2006) ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی سنترپیوت را در دو دستگاه با دو نوع آبپاش Uirian SP4 و Nelson-R3000 انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که سامانه اولی نسبت به سامانه دوم ازلحاظ طراحی بهتر ولی ازلحاظ مدیریتی ضعیف می‌باشد. Doostmohamadi et al. (2013) در مطالعه‌ای به ارزیابی عملکرد سامانه آبیاری سنترپیوت جهت افزایش راندمان و یکنواختی پخش آب در مزرعه عصمتیه، به وسعت ۲۸/۲۶ هکتار پرداختند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که به دلیل ضریب یکنواختی پایین، عملکرد دستگاه سنترپیوت مورد مطالعه مناسب نبوده، همچنین یکنواختی پخش آب به‌دست آمده حاکی از غیرقابل قبول بودن کارکرد سامانه می‌باشد و نیز دستگاه مورد نظر نیاز به تغییر آرایش آبپاش‌ها و نیز تعویض آبپاش‌هایی که اندازه روزنه آن در مرور زمان تغییر کرده است، دارد. Ashraf et al. (2015) در مطالعه‌ای در مزرعه‌ی آموزشی و پژوهشی دانشگاه تهران نشان دادند که سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک نسبت به بقیه عملکرد پایین‌تری دارد .همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که آبیاری بارانی کلاسیک بیشترین حساسیت را به وزش باد دارد که می‌تواند مهم‌ترین علت پایین بودن ضریب یکنواختی آن باشد. Liaghat et al. (2015) به ارزیابی سامانه‌های آبیاری دشت قزوین به مساحت ۲۰۰۰ هکتار که شامل انواع مختلفی از سامانه‌های آبیاری است، پرداختند. پژوهش آنها نشان داد که راندمان مؤثر بیان بهتری در زمینه مناسب بودن مدیریت آبیاری در مقیاس مزرعه و نحوه انجام دادن آبیاری دارد، در حالی که راندمان خالص فقط مفهوم استفاده مجدد از تلفات مفید را در مقیاس مکانی بزرگ‌تر از مزرعه لحاظ می‌کند. Kaghazloo et al. (2015) در تحقیقی به ارزیابی عملکرد سه سامانه مختلف آبیاری بارانی متحرک خطی در مزارع ذرت، چغندرقند و یونجه در شرکت کشت و صنعت

مگسال واقع در دشت قزوین پرداختند. نتایج، یکنواختی پخش نسبتاً کم سامانه‌های آبیاری را نشان می‌دهد. همچنین ضرایب راندمان پتانسیل (PELQ) و راندمان واقعی کاربر (AELQ)، نشان‌دهنده مدیریت و بهره‌برداری نامناسب سامانه‌های آبیاری مورد مطالعه بود. هدف از این تحقیق ارزیابی هیدرولیکی سامانه‌های آبیاری سنترپیوت جهت شناسایی نقاط ضعف و قوت آنان و ارائه راهکارهایی برای بهبود وضع موجود سامانه‌های فعلی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

این تحقیق بر روی دو دستگاه آبیاری سنترپیوت واقع در استان تهران، شهرستان شهریار بین ۳۴ تا ۳۶/۵ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی و به مساحت ۶۳/۶ هکتار با خاک نسبتاً سنگین و دیگری در استان البرز، شهرستان اشتهارد بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و به مساحت ۱۵/۳ هکتار و با خاک نسبتاً سبک انجام شد. موقعیت سامانه‌های مورد تحقیق در شکل (۱) نشان داده‌شده است. همچنین مشخصات کلی دستگاه‌های سنترپیوت مورد ارزیابی در جدول (۱) به‌اختصار آورده شده است.



شکل۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات سامانه سنترپیوت

پارامتر	مشخصات سامانه سنترپیوت	
	شهریار	اشتهارد
نوع محصول	یونجه	ذرت
عمق مؤثر ریشه (متر)	۱ متر	۰/۶
دبی سامانه (لیتر بر ثانیه)	۴۰/۵۶	۲۰/۶۱
فشار در ابتدای برج مرکزی سنترپیوت (متر)	۳۰	۲۸
تعداد دهانه‌ها	۸	۴
طول دهانه‌ها (متر)	۵۵	۴۹
نوع پاشنده	R3000	R3000
تعداد پاشنده در هر دهانه	متفاوت (۱۴ و ۱۸)	متفاوت (۷، ۹ و ۱۸)
طول دنباله (متر)	۹	۲۵
عرض خیس شده (قطر) در دهانه آخر (متر)	۶	۱۱
تعداد پاشنده در دنباله	۴	۷
قطر ظرف جمع‌آوری آب (سانتیمتر)	۱۰/۵	۱۰/۵
فاصله قرارگیری قوطی‌ها (متر)	۳	۳

د ستگاه سنترپیوت واقع در شهر ستان شهریار، دارای ۸ دهانه ۵۵ متری با یک دنباله به طول ۹ متر و دســـتگاه سنترپیوت واقع در شهر ستان ا شتهارد، دارای ۴ دهانه ۴۹ متری با یک دنباله به طول ۲۵ متر اســـت. تصـــاویر هوایی دستگاه‌های سنترپیوت در شروع ارزیابی در شکل (۲) نشان داده‌شده است.

الف- اشتهارد

ب- شهریار

شکل ۲- تصویر هوایی دستگاه سنترپیوت در شروع ارزیابی: الف- اشتهارد و ب- شهریار

۲-۲- روش ارزیابی

روش ارزیابی سامانه‌های آبیاری سنترپیوت با روش‌های کلاسیک آبیاری متفاوت است. در این سامانه‌ها مقدار آب جمع شده در هر یک از ظرف‌های جمع‌آوری آب باید متناسب با مساحتی از زمین که قوطی نمایانگر آن می‌باشد، در نظر گرفته شود. در این سامانه‌ها، هر چه توزیع آب در قسمت‌های دورتری از لوله جمع‌آوری کننده مرکزی بیش‌تر باشد، بهتر است چرا که قوطی‌هایی که در فاصله دورتری از لوله جمع‌آوری کننده مرکزی قرار دارند، نماینده وسعت بیش‌تری از زمین خواهند بود. چنانچه ظرف‌های جمع‌آوری آب به فواصل مساوی در جهت شعاعی چیده شده باشند، وسعت زمینی که قوطی نمایانگر آن می‌باشد بافاصله شعاعی (فاصله تا برج مرکزی) نسبت مستقیم دارد. برای ارزیابی سامانه سنترپیوت از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود که در زیر به آنها اشاره می‌گردد.

۲- ۲- ۱- میانگین وزنی حجم جمع شده

در سامانه سنترپیوت مساحت تحت آبیاری به‌وسیله یک جفت قوطی مشخص می‌شود. مساحت خیس شده یک نوار، دایره‌ای است که دارای طول $2\pi r_i$ و عرضی برابر با فاصله‌ی قوطی‌ها دارد. از آنجایی که هر جفت قوطی، نماینده‌ی مساحت متفاوتی از کل مساحت آبیاری می‌باشد، روابط یکنواختی باید تغییر داده شود. لذا ابتدا متوسط وزنی عمق (حجم) آب قوطی‌ها محاسبه می‌شود. میانگین وزنی حجم جمع‌شده در قوطی‌ها از رابطه (۱) به‌دست آمد.

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i r_i}{\sum_{i=1}^{n} r_i} \qquad (۱)$$

که n تعداد قوطی‌های ا ستفاده شده در ارزیابی، i شماره اختصاص داده‌شده به قوطی، v_i حجم جمع شده در قوطی iام، r_i فاصـــله قوطی iام از نقطه لولا[1] (مرکز)، $\bar{v}$ میانگین وزنی حجم آب جمع شده در قوطی‌ها می‌باشند.

۲-۲-۲-ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع شعاعی

یکنواختی پخش[2] (CU)، نحوهٔ توزیع آب به‌وسیله یک سامانه آبیاری در سطح یا در پروفیل خاک مزرعه را توصیف می‌کند. یکنواختی کامل (۱۰۰ درصد) بدین معنی است که تمام مزرعه به یک عمق مساوی آب دریافت می‌کند.

[1] Pivot point

[2] Coefficient Uniformity

یکنواختی‌های کمتر از کامل نشان می‌دهند که بعضی از قسمت‌های مزرعه بیشتر از بقیه آب دریافت می‌کند. این عمل ممکن است منتهی به بیش‌آبیاری گیاه در یک قسمت مزرعه و کم آبیاری در قسمت دیگر شود. ضریب یکنواختی در سامانه سنترپیوت از فرمول اصلاح‌شده‌ی هرمن و هین[1] مطابق رابطه (۲) محاسبه شد.

$$\mathrm{CU_H} = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}|v_i - \bar{v}|}{\sum_{i=1}^{n} r_i \bar{v}}\right] \qquad (۲)$$

که در آن $\mathrm{CU_H}$ ضریب یکنواختی هرمن و هین (٪) می‌باشد. یکنواختی توزیع شعاعی[2] (DU) معیاری از یکنواختی در سرتاسر مسیر دایره‌ای شکلی می‌باشد که به‌وسیلهٔ آبپاش‌هایی که در طول لاترال قرار دارند، طی می‌شود. یکنواختی شعاعی در سرتاسر دایره اصلی تحت آبیاری، از بیش‌ترین اهمیت برخوردار است. حال آنکه در جایی‌که آبپاش تفنگی انتهایی یا سامانه گوشه‌پاش مورد استفاده قرار می‌گیرد یکنواختی بین طول L و R نیز باید ارزیابی شود. یکنواختی توزیع شعاعی چارک پایین، نیازمند مرتب کردن عمق‌ها و اضافه کردن عمق وزنی هر قوطی می‌باشد (آبی که در هر قوطی جمع‌آوری شده، نسبت به مساحتی که آن قوطی معرف آن است، وزن‌دهی شده است). بنابراین، ابتدا مقادیر v_i را رده‌بندی کرده، سپس زیر مجموعه‌ای از مقادیر v_i را به نحوی انتخاب می‌کنیم که مجموع v_i های مربوط به آنها، برابر یک‌چهارم مجموع کل مقادیر v_i باشد. سپس یکنواختی توزیع شعاعی ربع پایین از رابطه (۳) محاسبه شد (Anonymous 2015).

$$DU_r = 100 \times \frac{\sum_{\text{چارک پایین}} v_i r_i}{\bar{v}\left(\sum_{\text{چارک پایین}} r_i\right)} \qquad (۳)$$

۲-۲-۳- راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین

راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین[3] (PELQ) عملکرد سامانه را تحت شرایط خوب مدیریتی نشان می‌دهد. PELQ زمانی که سنترپیوت مجهز به یک وسیله دقیق اندازه‌گیری دبی باشد، به‌راحتی تعیین می‌گردد. برای محاسبه میزان میانگین ربع پایین قوطی‌ها، از میانگین وزنی ربع پایین قوطی‌ها استفاده می‌شود که به‌صورت عمق آب در یک چرخش کامل دستگاه بیان می‌گردد. میانگین میزان آب کاربردی در هر چرخش کامل دستگاه (برحسب اینچ) با استفاده از مدت زمان لازم برای یک چرخش کامل دستگاه، دبی سامانه (گالن بر دقیقه) و مساحت خیس شده (برحسب ایکر) محاسبه می‌گردد. راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین از رابطه (۴) به‌دست آمد. (Anonymous 2015).

$$PELQ = \frac{\text{میانگین وزنی ربع پایین}}{\text{میانگین میزان آب کاربردی}} \times 100 \qquad (۴)$$

که در آن میانگین میزان آب کاربردی از رابطه (۵) به‌دست آمد:

$$\text{میانگین میزان آب} = \frac{\text{زمان لازم برای یک دور چرخش کامل دستگاه } (hr) \times \text{مدت دبی سامانه } (gpm)}{\text{مساحت خیس شده } (acres) \times 450} \qquad (۵)$$

۲-۲-۴- راندمان کاربرد

راندمان کاربرد آب[4] (Ea) را Hansen et al. (1980) به‌صورت نسبت مقدار آب ذخیره شده در منطقه توسعه ریشه به آب اعمال شده به قطعه زراعی تعریف نمودند که به‌صورت رابطه (۶) محاسبه شد (Anonymous 2015).

$$E_a = \frac{\rho_b(\theta_{FC} - \theta_i) \times D_{RZ}}{\forall} \times 100 \qquad (۶)$$

$$\forall = \frac{\bar{Q}t}{A} \qquad (۷)$$

که در آن E_a راندمان کاربرد آب (درصد)، D_{RZ} عمق توسعه ریشه، θ_{FC} و θ_i به ترتیب رطوبت‌های وزنی در ظرفیت زراعی خاک و قبل از آبیاری، $\forall$ کل عمق آب تحویلی به قطعه تحت آبیاری در مزرعه، $\bar{Q}$ متوسط دبی ورودی در حین آبیاری، t مدت زمان آبیاری و A سطح آبیاری شده می‌باشند.

۲-۲-۵- کفایت آبیاری

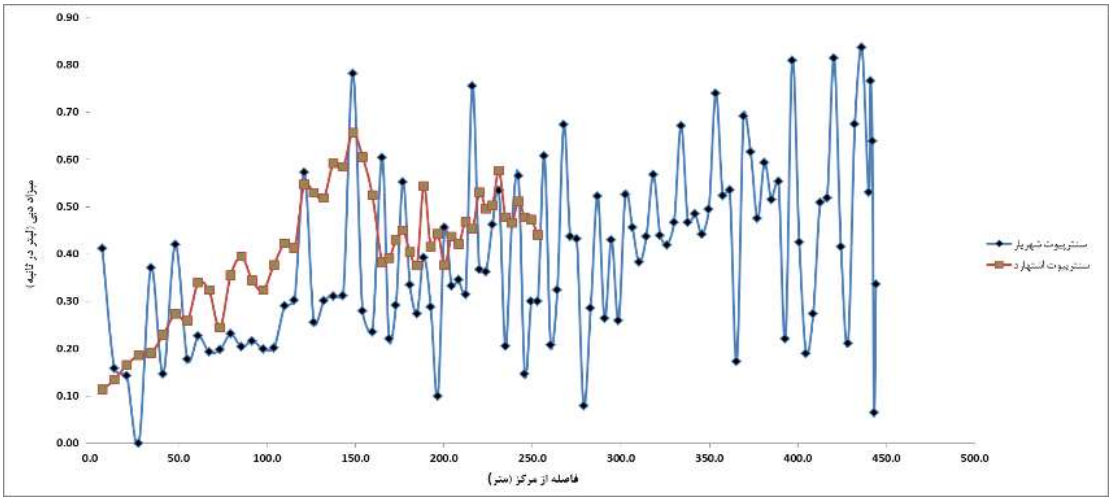
به‌منظور ارزیابی مشکلات طراحی ابتدا عوامل مؤثر بر طراحی نظیر توپوگرافی، بافت خاک، سرعت وزش باد به‌صورت مراحل زیر جمع‌آوری شد: در ابتدا پارامترهای خاک که شامل بافت خاک، رطوبت خاک قبل از آبیاری به‌منظور تخمین کمبود رطوبت خاک (SMD)، رطوبت خاک در ظرفیت زراعی(FC) و سرعت نفوذ نهایی خاک اندازه‌گیری شد. سپس پارامتر گیاهی عمق توسعه ریشه که بسته به نوع گیاه متفاوت می‌باشد اندازه‌گیری شد. در گام بعدی مقادیر

[1] Herrman and Hein
[2] Distribution Uniformity
[3] Potential Application Efficiency of Low Quarter
[4] Application Efficiency

پارامترهای اقلیمی سرعت باد و تبخیر، در حین انجام آزمایش تعیین شد. گام آخر به اندازه‌گیری پارامترهای سامانه آبیاری سنترپیوت برمی‌گردد. در این مرحله دبی تمامی آبپاش‌ها، به وسیلهٔ قوطی‌هایی با فواصل معین در طول دستگاه جمع‌آوری شد. میزان فشار در ابتدای سامانه و سپس در محل خروجی آب از آبپاش‌ها به‌منظور اندازه‌گیری فشار کارکرد هر آبپاش و همچنین تغییرات فشار در کل هر دهانه اندازه‌گیری گردید.

۳- یافته‌ها و بحث

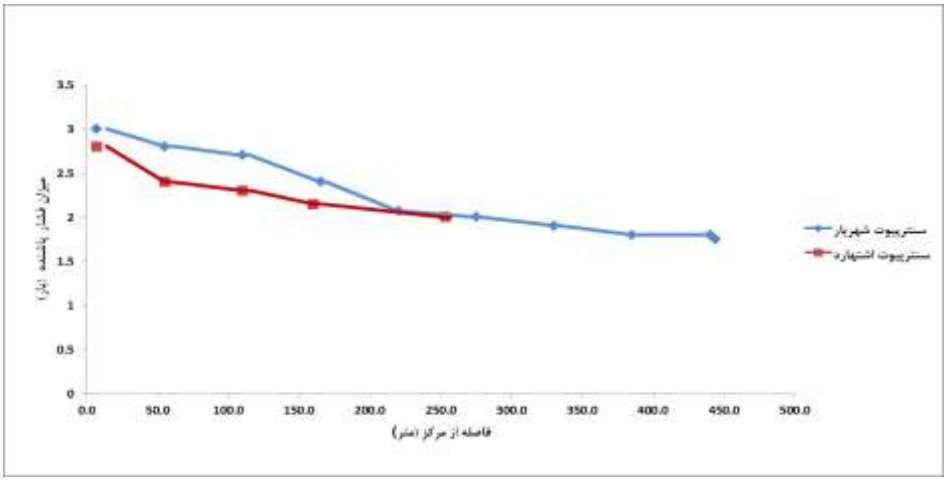
اولین پارامتر محدودکننده در سامانه سنترپیوت بافت خاک می‌باشد. معمولاً بدلیل ایجاد رواناب در دهانه‌های انتهایی از احداث این سامانه در خاک‌های رسی اجتناب می‌شود. آزمایش‌ها برروی نمونه‌های خاک برداشت شده نشان داد که خاک اراضی مورد آزمایش در شهر شهریار دارای بافت لوم-رسی که بافت نسبتاً سنگین محسوب شده و خاک اراضی مورد آزمایش در شهر اشتهارد دارای بافت لوم‌شنی است که بافت نسبتاً سبک محسوب می‌شود ازاین‌رو انتخاب سامانه سنترپیوت برای این اراضی بلامانع بوده‌است. یکی از پارامترهای تأثیرگذار بر سامانه که می‌تواند بر یکنواختی توزیع آب مؤثر باشد، شیب زمین است. شیب متوسط زمین در اراضی مورد بررسی در شهریار و اشتهارد به وسیله دوربین نقشه‌برداری بدست آمد که به ترتیب ۱/۲ و ۱/۸ درصد می-باشد که تأثیر چندانی در به هم زدن یکنواختی توزیع آب ندارد. از عوامل دیگری که می‌تواند در یکنواختی پخش آب تأثیرگذار باشد سرعت باد است. بر اساس اندازه‌گیری‌های سرعت باد طی مدت ارزیابی مشخص گردید که سرعت باد در شهرستان شهریار ۴/۹۸ متر بر ثانیه و در شهرستان اشتهارد ۱/۵ متر بر ثانیه می‌باشد. با توجه به این نکته که متوسط فاصله پاشنده‌ها تا سطح زمین در طول لاترال در فاصله ۶۵ سانتی‌متری در دستگاه شهریار و ۵۰ سانتیمتری در دستگاه اشتهارد می‌باشد، می‌توان اظهار داشت که وزش باد تأثیر چندانی در یکنواختی پخش آب نداشته است. در این تحقیق میزان شدت تبخیر درحین ارزیابی برای دستگاه سنترپیوت شهریار ۱/۴۲ میلیمتر بر ساعت و برای دستگاه سنترپیوت اشتهارد ۰/۵ میلیمتر بر ساعت به‌دست آمد که درصد تلفات تبخیر به ترتیب ۶/۷۸ و ۴/۸ درصد برآورد شد که رقم چندان قابل ملاحظه‌ای نیست. در زیر نمودار تغییرات دبی در طول دستگاه سنترپیوت برای هر دو دستگاه در نمودار (۱) نشان داده‌شده است.



نمودار۳- روند تغییرات دبی خروجی در فواصل مختلف و در طول دستگاه سنترپیوت شهریارو اشتهارد

با توجه به شکل (۳) ملاحظه می‌شود که روند کلی تغییرات دبی به‌گونه‌ای است که میزان دبی با افزایش فاصله از برج مرکزی افزایش می‌یابد. در طی این روند صعودی میزان دبی خروجی از پاشنده‌ها نوسانات ملایمی دارد. این روند در

سنترپیوت اشتهارد با یک پرش به سمت پایین در انتهای دهانه سوم به‌صورت یکباره باعث کاهش دبی شده و دوباره از ابتدا تا انتهای دهانه چهارم و دنباله میزان دبی خروجی روند صعودی دارد. پرش ناگهانی دبی به سمت صفر می‌تواند ناشی از گرفتگی آبپاش‌ها در طول دهانه باشد. همچنین عدم تناسب شماره نازل آبپاش با فاصله از برج مرکزی می‌تواند سبب نوسان افزایش دبی در طول دهانه شده باشد. در گام بعدی فشار آب در نقاط مختلف سامانه نظیر لوله رانش پمپ، برج مرکزی و در ابتدای تک‌تک دهانه‌ها اندازه‌گیری شد. نمودار (۴) روند تغییرات فشار در طول هر دو دستگاه را نشان می‌دهد.



نمودار ۴- روند تغییرات فشار در طول دستگاه سنترپیوت شهریار و اشتهارد

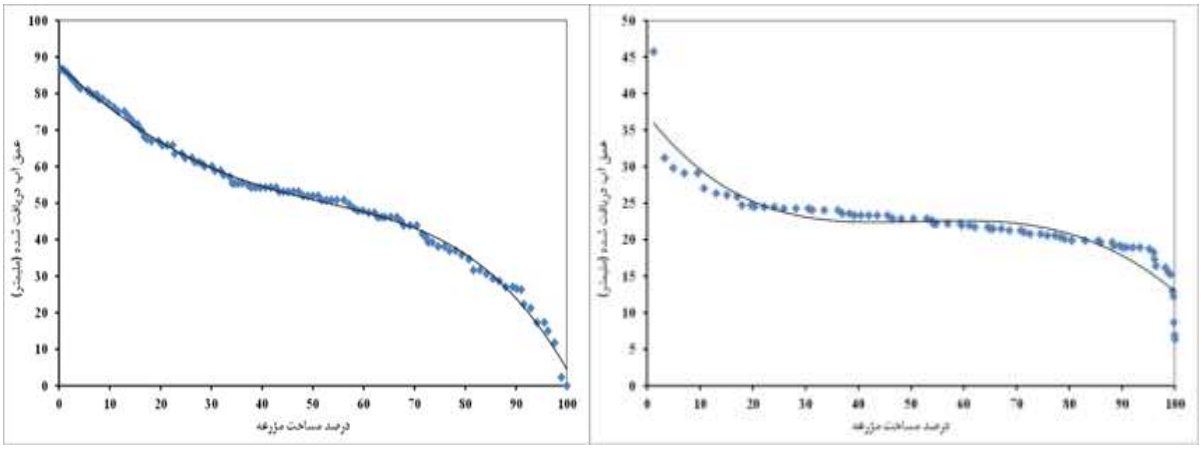
۳-۱- ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع شعاعی

با توجه به شکل (۴) ملاحظه می‌شود که فشار از ۳ بار در برج مرکزی به ۱/۷ بار در دهانه آخر کاهش نشان می‌دهد. به این مفهوم که در طول ۴۴۹ متر از طول لترال، میزان کاهش فشار معادل ۱/۳ بار به‌دست آمد. همچنین در شکل (۴) دیده می‌شود که فشار از ۲/۸ بار در برج مرکزی به ۲ بار در دهانه آخر کاهش می‌یابد یعنی در طول ۲۲۱ متر از طول لترال میزان کاهش فشار معادل ۰/۸ بار بوده‌است. با در نظر گرفتن تفاوت طولی دو دستگاه (طول سنترپیوت شهریار ۴۴۹ متر و طول سنترپیوت اشتهارد ۲۲۱ متر) و افزایش نوسانات دبی و فشار در سنترپیوت شهریار نسبت به سنترپیوت اشتهارد به نظر می‌رسد، استفاده از رگلاتور تنظیم فشار می‌تواند در یکنواختی دبی در طول دستگاه مؤثر باشد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت فشار در این سامانه‌ها قابل قبول بوده و در محدوده کارکرد فشار مورد نیاز برای پاشنده‌ها قرار دارد.

۳-۲-کفایت آبیاری

الگوی توزیع فراوانی تجمعی برای تعیین کفایت آبیاری از روی داده‌های مربوط به توزیع فراوانی پخش آب در قوطی‌ها در مقابل درصد تجمعی مساحت مزرعه برای هر دو سامانه درشکل (۵) ترسیم شد. میزان نیاز ناخالص آبیاری گیاه در دور آبیاری برای محصول یونجه شهریار ۵۵/۴ میلیمتر و برای محصول ذرت اشتهارد ۲۹ میلیمتر به‌دست آمد. پس از ترسیم منحنی توزیع فراوانی آب در مزرعه برای هر دو سامانه درصد کفایت به ترتیب برابر ۳۶ و ۱۲ به‌دست آمد. به لحاظ این پارامتر هر دو سامانه در وضعیت مناسبی قرار ندارند. ضریب یکنواختی (Cu) برای دستگاه سنترپیوت شهریار ۷۰/۲ و برای دستگاه سنترپیوت اشتهارد ۸۸ و میزان یکنواختی توزیع (Du) برای دستگاه سنترپیوت شهریار ۴۷/۸۷ و برای دستگاه سنترپیوت اشتهارد ۸۱/۳ درصد برآورد شد. با مقایسه مقادیر محاسبه شده شاخص‌ها با مقادیر استاندارد (۷۳ تا ۸۶ درصد برای Du و ۸۳ تا ۹۱ درصد برای Cu) ملاحظه می‌گردد که سامانه شهریار با مقادیر توصیه

شده برای شاخص Cu اختلاف چندانی ندارد. اما یکنواختی پخش پایین‌تر از مقادیر توصیه شده است. مقادیر بالای این شاخص‌ها برای سنترپیوت اشتهارد نشان می‌دهد که سامانه به لحاظ شرایط یکنواختی پخش در وضعیت بسیار خوبی قرار دارد.



الف- یونجه شهریار ب- آبیاری ذرت اشتهارد

شکل ۵- الگوی توزیع فراوانی تجمعی سنترپیوت برای تعیین کفایت آبیاری

۳-۳- راندمان کاربرد و راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین

مقدار راندمان کاربرد آب برآورد شده برای سامانه شهریار ۸۵ درصد و برای سامانه اشتهارد ۸۱ درصد می‌باشد که مقدار نسبتاً بالایی است که می‌تواند ناشی از میزان کم آبیاری اعمال شده باشد. همچنین مقدار راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین PELQ که عملکرد سامانه را تحت شرایط خوب مدیریتی نشان می‌دهد برای سامانه سنترپیوت شهریار ۵۸/۳ درصد و برای سامانه سنترپیوت اشتهارد ۶۶/۵ درصد محاسبه گردید. با مقایسه عدد به‌دست آمده با مقادیر توصیه شده (۶۵ تا ۸۵ درصد) ملاحظه می‌گردد که پتانسیل روش آبیاری سنترپیوت برای منطقه شهریار با محصول ذرت در سطح متوسط و برای منطقه اشتهارد و محصول یونجه جز بهترین روش‌های آبیاری محسوب می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

ارزیابی سامانه‌های آبیاری یکی از ابزارهای مدیریتی جهت کنترل هدررفت منابع آب به‌شمار می‌رود. با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته نتایج ذیل حاصل شد:

۱- پارامترهای CU و DU، سامانه سنترپیوت شهریار با مقادیر توصیه شده اختلاف چندانی ندارد اما DU پایین‌تر از مقادیر توصیه شده است. در سامانه سنترپیوت اشتهارد این شاخص‌ها دارای مقادیری بالاتر از حد توصیه شده هستند و سامانه به این لحاظ در وضعیت بسیار خوبی قرار دارد.

۲- در دستگاه سنترپیوت شهریار به دلیل طول زیاد نیاز هست که از رگلاتور تنظیم فشار استفاده گردد.

۳- حداقل فشار در هر دو سنترپیوت شهریار و اشتهارد در انتهای دستگاه به ترتیب معادل ۱/۷ و ۲ بار به دست آمد که در حد میزان فشار مورد نیاز پاشنده‌ها است. ضمن اینکه

۴- درصد تلفات تبخیر، با توجه به سرعت باد منطقه ارقام قابل ملاحظه‌ای نیستند از اینرو مقدار راندمان کاربرد آب (Ea) محاسبه شده برای سامانه‌های سنترپیوت عدد نسبتاً بالایی است و به لحاظ راندمان این سامانه‌ها وضعیت مناسبی دارند.

۵- با توجه به شکل منحنی کفایت سامانه‌های ارزیابی شده ملاحظه می‌شود که در سنترپیوت شهریار و اشتهارد قسمتی از مساحت زمین که در آن کم آبیاری اعمال می‌شود خیلی بیشتر از آن قسمتی از زمین است که پر آبیاری صورت می‌گیرد. لذا با توجه به مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت که در این سامانه‌ها مدیریت و بهره‌برداری صحیح نقش بسزایی در افزایش کفایت آبیاری و تأمین نیاز آبی گیاه دارد.

References

Anonymous. (2015). Promoting water use Utilization. Agricultural Engineering Research Institute. [In Persian].

Ashraf N., Mirzaei F. and Mohammadbeigi. (2015). Hydraulic evaluation center pivot irrigation system and solid-set system with portable sprinkler (Case Study: teaching and research farm of Tehran University). Iranian J. Soil Water Res., 46(2), 353-361 [In Persian].

Doostmohamadi M., Soltani Mohamadi A., Rezaierad H (2013). Evaluation of center pivot (Case study: Qom province). The First National Conference on the water crisis, Islamic Azad University Khorsegan. [In Persian].

Dukes M. D., and Perry C. (2006). Uniformity testing of variable-rate center pivot irrigation control systems. Precision Agric., 7(3), 205-218.

Farg E., Arafat S., Abd El-Wahed M.S. and El-Gindy A. (2017). Evaluation of water distribution under pivot irrigation systems using remote sensing imagery in eastern Nile delta. Egyptian J. Remote Sensing Space Sci., 20,13-19.

Ghaiemi M. (2004). Hydraulic assessment center pivot sprinklers inside the country and its technical problems. J. Agric. Eng., 5(19), 27-48 [In Persian].

Ghobari H. M. (2006). Effect of maintenance on the performance of sprinkler irrigation systems and irrigation water conservation. Food Sci. Agric. Res. Center, King Saud Univ. Res. Bulet. 141, 1-16.

Jian J., Yadong W., Liliang H. and Derong S. (2017). Comparison of Water Distribution Characteristics for Two Kinds of Sprinklers used for Center Pivote Irrigation Systems. Appl. Sci., 7(4), 421.

Kaghazloo A. Sotoodeh Nia A. and Daneshkar Arasteh P. (2015). Evaluating implemented linear sprinkler irrigation systems (linear) in Qazvin Plain. J. Water Irrig. Manag., 5(1), 129-137 [In Persian].

Liaghat A.M., Mokari G.E., Noory H. and Sotoudehnia A. (2015). Assessment to determine the efficiency of irrigation systems with classical and neoclassical Qazvin. Iranian Soil Water Res., 46(2), 343-351 [In Persian].

Rashmanlo M., Abadi H., Sohrabi T., Mirzaie M. (2006). Check the performance of center pivot sprinkler irrigation system with diffrence sprinklers in Qazvin Plain Irrigation and Drainage Network. National Conference on Irrigation and Drainage network management, martyr Chamran University. [In Persian].

Zuhair A. (2008). Assembling and Performance Evaluation of Centre Pivot Irrigation System New Hamdab Irrigation Project Northern State, Sudan.

Hydraulic Evaluation of Center Pivot Irrigation Systems Performance in Different Climate Conditions

Zahra NasrolahiHossein[1], Hossein Babazadeh[2*] and Mahdi Sarai Tabrizi[3]

[1]M.Sc., Department of Water Science Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2]Associate Prof., Department of Water Science Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[3]Assist Prof., Department of Water Science Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

***Corresponding author:** h_babazadeh@hotmail.com

Received: April 24, 2017 Accepted**:** June 23, 2017

Abstract

One of the most important issues in increasing the efficiency of modern irrigation systems is their field evaluation after exploiting. Irrigation efficiency is the main indicator in measuring and managing agricultural water consumption. This study was carried out in order to evaluate the hydraulic performance of center pivot irrigation system at Shahriar and Eshtehard cities in Tehran and Alborz Provinces respectively. In order to measure water consumption, the systems were evaluated using application efficiency (Ea) and potential application efficiency of low quarter (PELQ) indicators. Moreover, the irrigation distribution uniformity was evaluation through using coefficient of uniformity (CU) and distribution uniformity (DU). For calculating these indicators, the field measurement was used to collect water under each system. It was found that the Herman and Hein CU for the Shahriar and Eshtehard center pivot systems were 70.2 and 88% respectively and the DU for these systems were, 47.87 and 81.3 % respectively. The adequacy rates and Ea were 36 and 12% and 85, 81% respectively. In terms of efficiency, these systems are in good condition. The calculated PELQ is calculated 85.3 and 66.5% respectively, which are acceptable.

Keywords: Center Pivot; Distribution Uniformity; Application Efficiency.