Archive of SID

ارزیابی هیدرولیکی سیستم آبیاری بارانی عقربه ای (Center Pivot) ساخت داخل کشور و بررسی مشکلات فنی آن[1]

علی اصغر قائمی[2]

۱- چکیده:

در پاره‌ای از مناطق کشاورزی ایران سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای (Center Pivot) یکی از روشهای پیشرفتهٔ آبیاری است. گاهی طراحی و اجرای نادرست و عملکرد نامناسب این سیستم بازده واقعی آن را کاهش می‌دهد و در نتیجه منجر به توزیع غیر یکنواخت آب در طول بال، غیر یکنواختی پخش آب، و ایجاد شرایط ماندابی (یا رواناب) در سطح مزرعه می شود. ارزیابی سیستم در حال کار جهت بررسی درست بودن یا نبودن چگونگی نصب دستگاه، طراحی مناسب با شرایط منطقه، و حصول اطمینان از عملکرد مناسب سیستم امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. بدین منظور، ارزیابی هیدرولیکی سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای و اندازه‌گیری عوامل عملکرد شامل CU، DU، AELQ و PELQ در سطح مزرعه گندم تحت پوشش این سیستم در منطقه باجگاه دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. در این ارزیابی آرایش ظرفهای نمونه برداری از نظر فاصلهٔ بین آنها و نحوهٔ قرارگیری روی شیب بر طبق استاندارد ASAE صورت گرفت. از مقایسهٔ نمودارهای توزیع آب جمع آوری شده در ظرفها با منحنیهای به دست آمده از توزیع رطوبت در خاک مشاهده شد که روند کلی تغییرات آنها تقریباً ثابت نیست و میانگین یکنواختی توزیع، ضریب یکنواختی، بازده واقعی ربع پایین سیستم، و بازده بالقوهٔ ربع پایین به ترتیب برابر با ٦٣، ٧٥، ٥٥ و ٥٥ درصد است. این مقادیر با توجه به معیارهای موجود پایین و نشان دهندهٔ وضعیت نامناسب سیستم، عدم مطابقت با شرایط کارکرد، و طراحی نادرست سیستم است. برابر بودن AELQ و PELQ در طول فصل زراعی معرف آن است که همواره آبیاری کافی نیست و گیاه با تنش آبی مواجه است. ضد آب نبودن الکتروموتورها و نداشتن حفاظ، نیم سوز شدن اغلب آنها، طراحی نامناسب آبپاشهای مجاور الکتروموتورها، مقاومت ناکافی مهارها در مقابل کشش ایجاد شده در بال، و کم شدن قوس بالها از مشکلات فنی موجود در دستگاه است.

۲- واژه های کلیدی:

آبیاری بارانی، ارزیابی، سنتر پیوت، عقربه‌ای، هیدرولیک.

۱- برگرفته از طرح پژوهشی.

۲- استادیار بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، تلفن: ٦٢٨٠٩١٣-٠٧١١، دورنگار: ٦٢٨٩٠١٧-٠٧١١، پیام نگار: Ghaemiali@yahoo.com.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- پیشگفتار:

با توجه به میانگین بارندگی کل کشور (۲٤۰ میلیمتر در سال)، که حدود یک سوم میانگین بارندگی جهان (۸٦۰ میلیمتر در سال) است کمبود آب به طور جدی کشاورزی ما را تهدید می‌کند. محدودیت منابع آب از یک طرف و مسئله افزایش جمعیت از طرف دیگر، استفادهٔ بهینه از آب و افزایش بازده آبیاری را به منظور افزایش عملکرد محصولات کشاورزی جهت تأمین غذا ضروری می‌نماید. استفادهٔ منطقی و بهینه از آب در کشاورزی با مدیریت صحیح به منظور افزایش تولید محصول و تأمین نیازهای اساسی مردم، باید جزء لاینفک برنامه‌های توسعهٔ کشاورزی باشد. در این راستا، استفاده از روشهای مکانیزه و سیستمهای پیشرفتهٔ آبیاری و به‌خصوص سیستمهای آبیاری تحت فشار می‌تواند یکی از راه حلهای کاهش آثار مشکل کم آبی به حساب آید. با توجه به بازده بالای آبیاری بارانی، در صورتی که استفاده از آن با مطالعه و مدیریت صحیح باشد می‌تواند در استفاده از آب صرفه‌جویی شود. دادگر و همکاران (۱۳٥٤) گزارش دادند که سابقهٔ استفاده از سیستمهای آبیاری بارانی در ایران به حدود ٤٥ سال قبل برمی‌گردد. امروزه به علت افزایش سطح زیر کشت و لزوم استفاده بهینه از آب، کاربرد سیستمهای آبیاری بارانی رایج شده است و روز به روز بر وسعت آن افزوده می‌شود. تاکنون در سطح کشور انواع مختلف سیستمهای آبیاری بارانی به کار گرفته شده است. بررسیها نشان می‌دهد که سیستمهای آبیاری به کار گرفته شده در ایران چندان ارزیابی نشده‌اند یا اگر شده‌اند نتایج کمتر در جایی منعکس شده است. میر لطیفی و باغانی (۱۳۷٥) تأثیر تغییر ارتفاع آبپاش را در تلفات تبخیر و بادبردگی در سیستم آبیاری بارانی دوار مرکزی (سنترپیوت) بررسی کردند و گزارش دادند که با کاهش ارتفاع نازلها از زمین مقادیر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع کاهش می‌یابد. سهرابی و اصیل منش (۱۳۷۹) پس از مقایسه و ارزیابی دو روش آبیاری بارانی (سنترپیوت) و شیاری اختلاف زیاد به دست آمده بین بازدهٔ بالقوه و واقعی را نمایانگر ضعف مدیریت در هر دو روش آبیاری بیان کردند. بیشتر نوشتارهای مربوط به سیستم آبیاری بارانی ترجمهٔ کتابها و مقالات خارجی هستند و اصولاً سیستمهای مختلف آبیاری بارانی در ایران از لحاظ فنی و هیدرولیکی به طور دقیق بررسی و ارزیابی نشده‌اند. درمیان سیستمهای آبیاری بارانی، آبیاری بارانی عقربه‌ای یکی از پیشرفته‌ترین سیستمهای آبیاری تحت فشار است که لوازم آن اخیراً در داخل کشور نیز ساخته می‌شود. از این رو، تحقیق در خصوص کارایی سیستم، بررسی فنی و هیدرولیکی عملکرد آن، و سازگاری آن با شرایط اقلیمی هر منطقه به منظور بهینه کردن کارآیی سیستم امری ضروری است. سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای نوعی ماشین آبیاری است که در سال ۱۹٤۲ به دلیل کمبود نیروی کار در ایالت نبراسکا ایالات متحده آمریکا اختراع شد و در سالهای بعد از آن تکامل و گسترش یافت (سایلی ۱۹۹۲، به نقل از سهرابی، ۱۳۷٥). چنانچه سیستم آبیاری عقربه‌ای به طور مناسب طراحی و مدیریت

www.SID.ir

Archive of SID

شود، می‌تواند یکی از کارآمدترین روشها و با یکنواختی توزیع بالا برای به کار بردن آب در مزرعه باشد. بررسی سیستم از آن جهت اهمیت دارد که روشن می‌سازد اجرای کنونی سیستم ادامه یابد یا باید کارایی آن را بهبود بخشید (Merriam and Keller, 1978). کریستین‌سن (Christiansen, 1942) توزیع یکنواختی آب در سیستم آبیاری بارانی را ارزیابی کرد و ضریب یکنواختی توزیع آب (CU) را به عنوان شاخصی برای توزیع یکنواختی آب در مزرعه به کار برد. هانسن و والندر (Hansen and Wallender, 1986) یکنواختی کاربرد آب را در طول بال و در جهت عمود بر مسیر حرکت سیستم عقربه‌ای در یک سیستم کم فشار اندازه‌گیری کردند. این پژوهشگران روابطی را بین غیر یکنواختی کاربرد آب و حرکت متناوب برج در طول جهت حرکت یافتند. بر اساس گزارش آنان، ضریب یکنواختی در نزدیکی برج راهنما (برج انتهایی یا برج کنترل) بالاترین مقدار و در نزدیکی برج وسطی کمترین مقدار بود. هیرمن و استاهل در سال ۱۹۸٦ (به نقل از Fangmeier *et al.*, 1990) از شبیه سازی یک مدل برای ارزیابی یکنواختی دو سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت (سیستم پر فشار و سیستم کم فشار) استفاده کردند. آنها یکنواختی سیستمهای پرفشار و کم فشار در حال حرکت با سرعت ٦۰ درصد حداکثر سرعت را به ترتیب ۹۷/۵ و ۸۹ درصد به‌دست آوردند. چو و مو (Chu and Moe, 1972) و کلر و بلیزنر (Keller and Bliesner, 1990) گزارش دادند که چنانچه طراحی هیدرولیکی و ساخت اولیه این سیستم صحیح و متناسب با شرایط نفوذپذیری خاک، توپوگرافی، آب و هوا، نوع محصول، نیازهای نگهداری و سرویس در منطقه انجام گیرد این سیستم بازده بسیار مطلوبی دارد و کاربرد و مدیریت آن نیز آسان تر از سایر سیستمهاست. گای (Guy, 1998) گزارش داد که سیستمهای سنترپیوتی که نیروی چرخش آنها از نیروی هیدرولیک آب تأمین می‌شود، نسبت به سیستمهای الکتریکی، یکنواختی بیشتری دارند. استون و همکاران (Stone *et al.*, 1994) همزمان با اندازه‌گیری یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری سنترپیوت، یکنواختی توزیع مواد شیمیایی را اندازه‌گیری کردند. یکنواختی توزیع آب آبیاری و مواد شیمیایی را به ترتیب ۹۳/۵ و ۸۳/۵ درصد گزارش دادند که نشان می‌دهد توزیع مواد شیمیایی نسبت به توزیع آب آبیاری یکنواختی کمتری دارد. هنسن و ارلف (Hansen and Orlof, 1996) و تارجلو و همکاران (Tarjuelo *et al.*, 1999) یکنواختی توزیع آب سیستم آبیاری عقربه ای را بررسی و گزارش کردند که مقدار یکنواختی توزیع آبپاشهای ضربه ای اندکی بیش از آبپاشهای پاششی است اما تفاوتها از نظر آماری معنی‌دار نیست. سهرابی (۱۳۷۵) برای ارزیابی سیستم آبیاری عقربه‌ای در چهار ردیف شعاعی از محل محور تا انتهای بازوی سیستم، ظرفهای نمونه‌برداری آب را به فواصل شش متر قرار داد و سپس پارامترهای لازم را جهت ارزیابی هیدرولیکی سیستم محاسبه کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- مواد و روشها:

- مواد:

به منظور ارزیابی آبیاری بارانی عقربه‌ای، از یک سیستم آبیاری عقربه‌ای استفاده شد که در مزرعه‌ای به مساحت ۳۲/۸ هکتار در شمال غرب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه (عرض جغرافیایی ′۳۶ °۲۹، طول جغرافیایی ′۳۲ °۵۲ و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۱۰ متر) نصب شده است. سیستم آبیاری عقربه‌ای مذکور دارای این مشخصات بود: طول بال ۳۲۱ متر، شش برج، ٦ قطعه[1] که ۵ قطعه از آن هر یک به طول ۵۲/۵ متر، یک قطعه آخر به طول ٤٦/۵ متر، طول بال معلق در انتهای آخرین قطعه[2] ۱۲ متر، و ۱۰۷ آبپاش که به فواصل ۳ متر از هم روی لولهٔ آبیاری قرار گرفته بودند. فشار کار کرد سیستم ۲٤۰ کیلو پاسکال، و دبی طراحی ۵۰ لیتر بر ثانیه بود. منبع تامین آب دو چاه با آبدهی ۳٦ و ۲۷ لیتر بر ثانیه بود. آب از کانالی به طول حدود ۱۰ متر، به استخری به ابعاد ٤/۵۸ در٦/۵۲ متر منتقل و سپس با لوله‌ای به قطر ۲۰۰ میلیمتر به مرکز دستگاه[3] انتقال داده می‌شد. در این مزرعه گندم پاییزه (رقم۳۰۷۳۲۰) کشت شده بود. جهت انجام این مطالعه وسایلی از قبیل ظرف اندازه گیری آب بارش کرده، فشارسنج (۰ تا ٤۵۰ کیلو پاسکال) برای اندازه‌گیری فشار سر نازلها، ظرف مدرج، متر نواری، مته نمونه‌برداری خاک، دوربین نقشه‌برداری، بادسنج قابل حمل، میخ چوبی و کاتالوگ کارخانه سازنده مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به وضعیت توپوگرافی زمین دو ردیف ظرف اندازه گیری آب (زاویه بین دو ردیف ۳ درجه) روی بیشترین شیب و دو ردیف ظرف اندازه گیری آب بارش کرده (زاویه بین دو ردیف ۳ درجه) روی کمترین شیب در نظر گرفته شد. نقشه توپوگرافی زمین تهیه و شیب زمین در جهات مختلف مشخص شد. متوسط شیب برای ظرفهای ردیف A و B که روی بیشترین شیب و در شمال شرق سطح مزرعه قرار داشتند برابر ۱/۳- درصد (که از مرکز مزرعه به سمت بیرون مقدار شیب افزایش می‌یافت) و برای ظرفهای ردیف C و D که روی کمترین شیب قرار داشتند برابر ۰/۱٦ درصد- (که از مرکز مزرعه به سمت بیرون مقدار شیب افزایش می‌یافت) بود. شکل شماره ۱ نحوهٔ آرایش ظرفها را نشان می‌دهد. جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک در امتداد دو شعاع (روی بیشترین و کمترین شیب) ۲۰ لوله نوترون‌متر به فاصلهٔ ۳۰ متر از یکدیگر و به عمق ۲ متر نصب و مقادیر رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری اندازه‌گیری شد. برای تعیین مشخصات فیزیکی خاک از اعماق صفر تا ۳۰، ۳۰ تا ٦۰، ٦۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتیمتری نمونه برداری از سطح مزرعه و به ویژه در امتداد ردیفهای A، B، C وD صورت گرفت. نتایج در جدول شمارهٔ ۱ ذکر شده است.

- روشها:

استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا (ASAE Standards) در نظر گرفتن حداقل دو شعاع از ظرفهای جمع کنندهٔ آب را به منظور ارزیابی سیستم الزامی می‌داند، به طوری که همه

1- Span 2 - Over Hang 3- Pivot

www.SID.ir

Archive of SID

ظرفهای قرار گرفته روی شعاعها باید از نظر ارتفاع و قطر مشخصات یکسانی داشته باشند و نحوهٔ قرارگیری ظرفها باید طوری باشد که پوشش گیاهی مانع از ورود آب به داخل ظرفها نشود. ارزیابی مطالعات مزرعه‌ای در سیستم آبیاری بارانی امکان اصلاحاتی مثل تغییر آبپاشها، داشتن دبی‌های کمتر یا بیشتر، و تغییر در مدت کاربرد آب را در بر می‌گیرد. به طور کلی، تجزیه و تحلیل هر سیستم را ارزیابی می گویند که بر اساس اندازه‌گیریها در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی آن استوار باشد. مریام و کلر (Merriam and Keller, 1978) گزارش دادند که اندازه‌گیریهای لازم برای تجزیه و تحلیل سیستم آبیاری شامل تعیین کمبود رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری، میزان دبی، شرایط خاک، سرعت نفوذ آب به خاک، تعیین وضعیت فشار، و میزان دبی سیستم است. جنسن (Jensen, 1983) مهمترین اهداف ارزیابی سیستمهای آبیاری را تعیین بازده واقعی سیستم در حال کار و مشخص کردن این موضوع دانست که سیستم مورد نظر با چه امکان بالقوه‌ای می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد و آیا امکان اصلاح و بهبود بخشیدن به عملکرد سیستم وجود دارد یا نه؟ هیرمن و همکاران (Heerman *et al.*, 1992) برای تطبیق داده های آزمایش به توابع توزیع نرمال، لوگ نرمال، توانی خاص و یکنواخت از روش "برآورد به روش گشتاور"[1] استفاده کردند. در این روش مقدار عمق آب ظرفها با اعدادی که به آنها نسبت داده می‌شود به صورت نمونه‌های وزنی‌در می‌آیند. این اعداد شماره‌های مربوط به مساحتهایی هستند که ظرف از آن مساحت آب دریافت می‌کند. در این ارزیابی، با استفاده از گشتاور اول تا سوم و امید ریاضی پیشنهادی هیرمن و همکاران، محاسبات انجام و سپس تجزیه و تحلیل شد.

جهت ارزیابی‌سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای معرفی چند اصطلاح و شناخت چند پارامتر هیدرولیکی ضروری به‌نظر می‌رسد که در زیر به اختصار توضیح داده می شود.

- کمبود رطوبت خاک[2]

کمبود رطوبت خاک به طور عددی به صورت عمق نشان داده می شود و بیانگر خشکی در منطقه ریشه در زمان اندازه گیری رطوبت است. این عمق برابر عمق آبی است که تحت شرایط عادی مدیریتی باید از طریق آبیاری جایگزین شود.

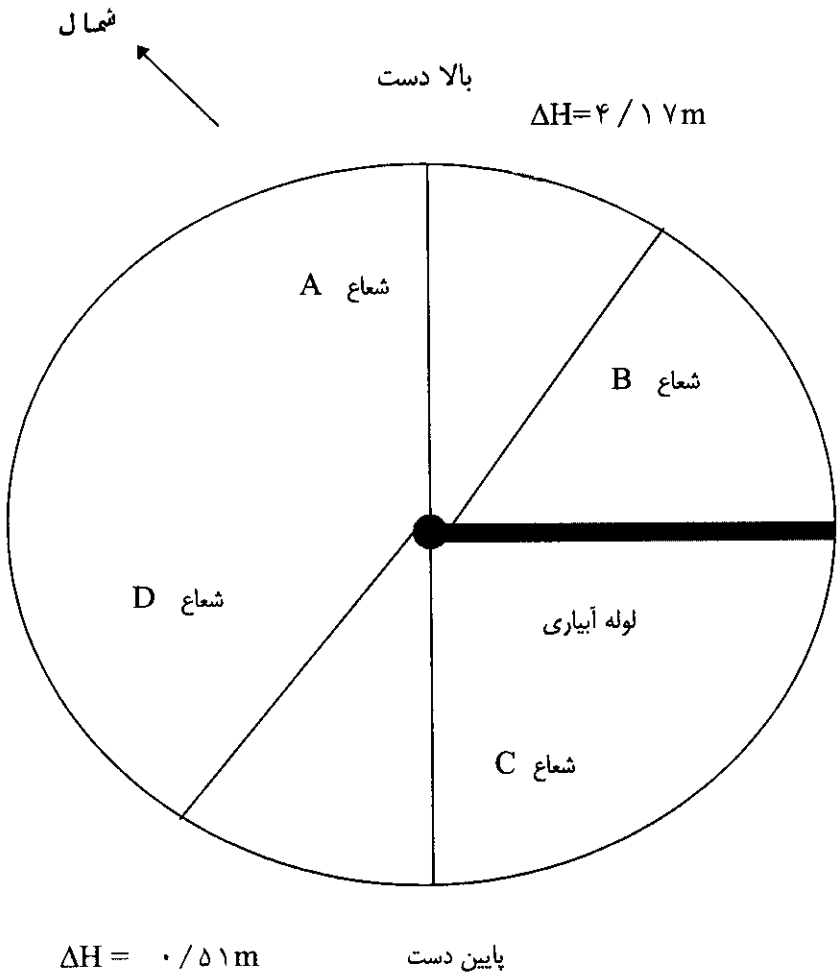
- کمبود مجاز رطوبت[3]

کمبود مجاز رطوبتی به صورت درجهٔ خشکی بیان می‌شود که مدیر مزرعه معتقد است گیاه می‌تواند در منطقه‌ای مفروض تحمل و باز هم مقدار محصول مورد نیاز را تولید کند.

1- Moment Generation Methods
2- Soil Moisture Deficit (SMD)
3- Management Allowed Deficit (MAD)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱- نحوهٔ آرایش ظرفهای جمع آوری آب در شبکهٔ اندازه‌گیری

جدول شمارهٔ ۱- مشخصات فیزیکی خاک مزرعه

عمق خاک (سانتیمتر)	بافت خاک	چگالی ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	PWP (درصد)	FC (درصد)
۰-۳۰	رسی و شنی	۱/۵	۱۱/۵	۳۷/۲
۳۰-۶۰	رسی و شنی سیلت دار	۱/۵	۱۶	۴۰
۶۰-۹۰	رسی و شنی سیلت دار	۱/۵۶	۱۶	۳۹/۲
۹۰-۱۲۰	رسی و شنی سیلت دار	۱/۶	۱۶	۳۹/۳۵

www.SID.ir

Archive of SID

- یکنواختی توزیع[1]

یکنواختی توزیع (DU) شاخصی از درجهٔ یکنواختی توزیع آب در آبیاری است و از رابطه شمارهٔ ۶ محاسبه می شود:

رونالد (Rolands, 1982) گزارش کرد که مقادیر DU نسبی است اما مقدار کمتر از ٦٧ درصد قابل قبول نیست.

- ضریب یکنواختی کریستین سن[2]

کریستین‌سن (Christiansen, 1942) معادلهٔ شمارهٔ ۷ را برای تحلیل آزمایش یکنواختی توزیع آب بارش کرده از آبپاشها (CU_c) درآبیاری بارانی ارائه کرد (Bralts *et al.*, 1994) در این معادله

CU_c : ضریب یکنواختی کریستین‌سن،

S_i : فاصله از مرکز سیستم یا شماره ظرفهای جمع کنندهٔ آب با فواصل یکسان،

V_i : حجم آب جمع شده در ظرفهای جمع کنندهٔ آب در فاصله S_i،

n : تعداد ظرفهای جمع کنندهٔ آب در هر مسیر است.

در آبیاری بارانی، بازده آبیاری معمولاً به دو صورت بیان می‌شود، یکی بازده واقعی چارک پایین کاربرد آب و دیگری بازده بالقوه چارک پایین کاربرد آب که در زیر توضیح داده می شود.

- بازده واقعی چارک پایین کاربرد آب[3]

مریام و همکاران (Merriam *et al.*, 1983) بازده واقعی چارک پایین کاربرد (AELQ) را به صورت معادلهٔ شماره ۸ تعریف می‌کنند.

$$DU = \frac{\text{میانگین یک چهارم کمترین مشاهدات نفوذ کرده}}{\text{میانگین آب نفوذ کرده}} \qquad (۶)$$

$$CU_c = 100 \times \left[1 - \left[\left[\sum_{i=1}^{n} S_i \times \left|V_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i}\right|\right] \Big/ \sum_{i=1}^{n} V_i S_i\right]\right] \qquad (۷)$$

$$AELQ = \frac{\text{میانگین یک چهارم حداقل آب نفوذ یافته و ذخیره شده در منطقهٔ ریشه}}{\text{متوسط عمق ناخالص آبیاری}} \qquad (۸)$$

1- Distribution Uniformity (DU)
2- Coefficient of Uniformity (Christiansen)
3- Actual Efficiency of Low Quarter

www.SID.ir

Archive of SID

زمانی که صورت کسر فوق از SMD بیشتر شود (LQ>SMD)، مقدار SMD جایگزین صورت کسر مذکور خواهد شد و AELQ را می‌توان به صورت معادله زیر نوشت:

AELQ= (SMD/میانگین عمق ناخالص آبیاری) ×100 (۹)

- بازده بالقوه چارک پایین کاربرد آب[1]:

PELQ به صورت معادلهٔ شماره ۱۰ است (Merriam *et al.*, 1983):

برای نمونه، مطابق با اطلاعات مندرج در جدولهای شماره ۲، ۳، ٤ و ٥ در یکی از مراحل این آزمایش سرعت حرکت دستگاه ٦٧ درصد (نسبت به حداکثر سرعت)، دبی سیستم ۰/۰۵۵۱ متـــر مکعب در ثانیه (۱/ ۵۵ لیتر بر ثانیه)، حجم آب آبیاری برای دو ردیف ۲٦۷۷/۸۵ مترمکعب، میانگین کمبود رطوبت خاک در عمق ۷۲ سانتیمتری ۱۷۸ میلیمتر و مساحت آبیاری شده ۱٦/٤ هکتار بود. میانگین عمق آب کاربردی برابر با ۱٦/۳ میلیمتر، میانگین وزنی کل نمونه‌ها برابر با ۱۰۷/٥٦، مجموع اعداد نمونه‌ها برابر با ۱۳۷۸، عمق میانگین وزنی کل نمونه‌ها برابر با ۱۳/۹۸ میلیمتر، حجم میانگین وزنی نمونه‌ها در پایین‌ترین ربع برابر با ٦٤/۸۹ سانتیمتر مکعب، عمق میانگین وزنی نمونه‌ها در پایین ترین ربع برابر با ۸/٤۳ میلیمتر، بازده بالقوه (PELQ) برابر با ۵۱/۷ درصد، یکنواختی پخش آب (DU) برابر با ٦۰/۳ درصد، بازده واقعی (AELQ) برابـــر با ۵۱/۷ درصـــد، و ضریب یکنواختـــی کریستین سن برابر با ۷۷ درصد برآورد شده است.

$$PELQ = \frac{\text{میانگین یک چهارم کمترین ربع عمق نفوذ (LQ) زمانی که برابر با MAD باشد}}{\text{میانگین عمق آب آبیاری پس از اینکه MAD جبران شده باشد}} \quad (۱۰)$$

1- Potential Application Efficiency of Low Quarter

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۲- مقادیر تبخیر و تعرق در ماههای کشت

عامل / ماه	تبخیر و تعرق ماهانه (میلیمتر)	میانگین آب‌کاربردی (میلیمتر)	مساحت آبیاری شده (متر مربع)	حجم آب مصرفی (متر مکعب)	زمان آبیاری (ساعت)	سرعت دستگاه (درصد)	کمبود رطوبت (میلیمتر)	دبی سیستم (متر مکعب در ثانیه)	تاریخ ارزیابی (روز)
اسفند	۹۰/۰۳	۲۱/۷۳۸۸۲	۳۲۸۶۰۸/۱	۳۵۷۰/٤۸	۱۸	۵۰	۱۳۰	۰/۰۵۵۱	۷۹/۱۲/۲۴
اسفند	۹۰/۰۳	۲۷/۱۷۳۵۳	۳۲۸۶۰۸/۱	٤٤٦۳/۱	۲۲/۵	۴۰	۱۱٤	۰/۰۵۵۱	۷۹/۱۲/۲۷
اسفند	۹۰/۰۳	۲۰/۶۵۱۸۸	۳۲۸۶۰۸/۱	۳۵۷۰/٤۸	۱۸	۵۰	۸۹	۰/۰۵۵۱	۷۹/۱۲/۲۸
فروردین	۱۲٦/٤۲	۱۲/۰۷۷۱۲	۳۲۸۶۰۸/۱	۱۹۸۳/٦	۱۰	۹۰	۱۸۳	۰/۰۵۵۱	۸۰/۱/۱۹
فروردین	۱۲٦/٤۲	۱۶/۳۰۴۱۲	۳۲۸۶۰۸/۱	۲٦۷۷/۸٦	۱۳/۵	۶۷	۱۷۸	۰/۰۵۵۱	۸۰/۱/۲۰
اردیبهشت	۱۵۹/٦۵	۱۰/۵۶۷۴۸	۳۲۸۶۰۸/۱	۳٤۷۱/۳	۱۷/۵	۱۰۰	۱۲۲	۰/۰۵۵۱	۸۰/۲/۲
اردیبهشت	۱۵۹/٦۵	۱۲/۰۸۳۷	۳۲۸۶۰۸/۱	۳۹٦۷/۲	۲۰	۹۰	۲۱۸	۰/۰۵۵۱	۸۰/۲/۲۳
خرداد	۱۹۱/۵٦	۱۲/۰۵۰۸۳	۳۲۸۶۰۸/۱	۱۹۸۳/٦	۱۰	۹۰	۲۸۰	۰/۰۵۵۱	۸۰/۳/۲۴

جدول شمارهٔ ۳- داده های به دست آمده از آزمایش شماره ۵ ردیف C و D سرعت دستگاه ٦۷ درصد

نمونه وزنی	نمونه (حجم آب)	شماره اسپن	شماره محل	نمونه وزنی	نمونه (حجم آب)	شماره اسپن	شماره محل
۴۱۰۴	۱۵۲	۳	۲۷	۲۲۴	۲۲۴	۱	۱
۲۹۱۲	۱۰۴	۴	۲۸	۷۸۸	۳۹۴	۱	۲
۳۷۷۰	۱۳۰	۴	۲۹	۱۰۲۳	۳۴۱	۱	۳
۴۳۲۰	۱۴۴	۴	۳۰	۱۰۰۸	۲۵۲	۱	۴
۲۹۱۴	۹۴	۴	۳۱	۷۵۰	۱۵۰	۱	۵
۳٤۵٦	۱۰۸	۴	۳۲	۹۰۶	۱۵۱	۱	۶
۲۸۳۸	۸۶	۴	۳۳	۴۹۷	۷۱	۱	۷
۳۶۷۲	۱۰۸	۴	۳۴	۷۲۰	۹۰	۱	۸
۱۷۵۰	۵۰	۴	۳۵	۴۴۱	۴۹	۱	۹
۴۶۰۸	۱۲۸	۴	۳۶	۱۰۶۰	۱۰۶	۲	۱۰
۳۷۰۰	۱۰۰	۵	۳۷	۱۴۵۲	۱۳۲	۲	۱۱
۳۵۷۲	۹۴	۵	۳۸	۱۳۳۲	۱۱۱	۲	۱۲
۳۹۰۰	۱۰۰	۵	۳۹	۱۱۴۴	۸۸	۲	۱۳
۳۸۰۰	۹۵	۵	۴۰	۲۳۵۲	۱۶۸	۲	۱۴
۴۶۷۴	۱۱۴	۵	۴۱	۱۵۹۰	۱۰۶	۲	۱۵
۴۴۵۲	۱۰۶	۵	۴۲	۱۳۴۴	۸۴	۲	۱۶
۱۷۲۰	۴۰	۵	۴۳	۲۲۱۰	۱۳۰	۲	۱۷
۴۹۲۸	۱۱۲	۵	۴۴	۱۱۸۸	۶۶	۲	۱۸
۶۰۷۵	۱۳۵	۵	۴۵	۲۴۸۹	۱۳۱	۳	۱۹
۵۶۱۲	۱۲۲	۶	۴۶	۲۴۸۰	۱۲۴	۳	۲۰
۵۲۶۴	۱۱۲	۶	۴۷	۲۵۲۰	۱۲۰	۳	۲۱
۵۲۸۰	۱۱۰	۶	۴۸	۳۲۱۲	۱۴۶	۳	۲۲

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول شماره ۳-

نمونه وزنی	نمونه (حجم آب)	شماره اسپن	شماره محل	نمونه وزنی	نمونه (حجم آب)	شماره اسپن	شماره محل
۸۰۳۶	۱۶۴	۶	۴۹	۲۷۶۰	۱۲۰	۳	۲۳
۴۹۵۰	۹۹	۶	۵۰	۲۶۴۰	۱۱۰	۳	۲۴
۲۲۴۴	۴۴	۶	۵۱	۳۷۲۵	۱۴۹	۳	۲۵
۲۶۰۰	۵۰	۶	۵۲	۳۲۲۴	۱۲۴	۳	۲۶

نمونه‌های وزنی = شماره محل × نمونه

جدول شمارهٔ ۴- داده های به دست آمده از آزمایش شماره ۵ ردیف C و D سرعت دستگاه ۶۷ درصد

نمونه های وزنی	نمونه	شماره محل	شماره اسپن	ردیف	نمونه های وزنی	نمونه	شماره محل	شماره اسپن	ردیف
۴۹۲۸	۱۱۲	۴۴	۳	۲۷	۱۷۲۰	۴۰	۴۳	۵	۱
۵۲۶۴	۱۱۲	۴۷	۴	۲۸	۲۲۴۴	۴۴	۵۱	۶	۲
۴۶۷۴	۱۱۴	۴۱	۴	۲۹	۴۴۱	۴۹	۹	۱	۳
۲۵۲۰	۱۲۰	۲۱	۴	۳۰	۱۷۵۰	۵۰	۳۵	۵	۴
۲۷۶۰	۱۲۰	۲۳	۴	۳۱	۲۶۰۰	۵۰	۵۲	۶	۵
۵۶۱۲	۱۲۲	۴۶	۴	۳۲	۱۱۸۸	۶۶	۱۸	۲	۶
۲۴۸۰	۱۲۴	۲۰	۴	۳۳	۴۹۷	۷۱	۷	۱	۷
۳۲۲۴	۱۲۴	۲۶	۴	۳۴	۱۳۴۴	۸۴	۱۶	۲	۸
۴۶۰۸	۱۲۸	۳۶	۴	۳۵	۲۸۳۸	۸۶	۳۳	۴	۹
۲۲۱۰	۱۳۰	۱۷	۴	۳۶	۱۱۴۴	۸۸	۱۳	۲	۱۰
۳۷۷۰	۱۳۰	۲۹	۵	۳۷	۷۲۰	۹۰	۸	۱	۱۱
۲۴۸۹	۱۳۱	۱۹	۵	۳۸	۲۹۱۴	۹۴	۳۱	۴	۱۲
۱۴۵۲	۱۳۲	۱۱	۵	۳۹	۳۵۷۲	۹۴	۳۸	۵	۱۳
۶۰۷۵	۱۳۵	۴۵	۵	۴۰	۳۸۰۰	۹۵	۴۰	۲	۱۴
۴۳۲۰	۱۴۴	۳۰	۵	۴۱	۴۹۵۰	۹۹	۵۰	۲	۱۵
۳۲۱۲	۱۴۶	۲۲	۵	۴۲	۳۷۰۰	۱۰۰	۳۷	۲	۱۶
۳۷۲۵	۱۴۹	۲۵	۵	۴۳	۳۹۰۰	۱۰۰	۳۹	۲	۱۷
۷۵۰	۱۵۰	۵	۵	۴۴	۲۹۱۲	۱۰۴	۲۸	۲	۱۸
۹۰۶	۱۵۱	۶	۵	۴۵	۱۰۶۰	۱۰۶	۱۰	۳	۱۹
۴۱۰۴	۱۵۲	۲۷	۶	۴۶	۱۵۹۰	۱۰۶	۱۵	۳	۲۰
۸۰۳۶	۱۶۴	۴۹	۶	۴۷	۴۴۵۲	۱۰۶	۴۲	۳	۲۱
۲۳۵۲	۱۶۸	۱۴	۶	۴۸	۳۴۵۶	۱۰۸	۳۲	۳	۲۲
۲۲۴	۲۲۴	۱	۶	۴۹	۳۶۷۲	۱۰۸	۳۴	۳	۲۳
۱۰۰۸	۲۵۲	۴	۶	۵۰	۲۶۴۰	۱۱۰	۲۴	۳	۲۴
۱۰۲۳	۳۴۱	۳	۶	۵۱	۵۲۸۰	۱۱۰	۴۸	۳	۲۵
۷۸۸	۳۹۴	۲	۶	۵۲	۱۳۳۲	۱۱۱	۱۲	۳	۲۶

نمونه‌های وزنی = شماره محل × حجم نمونه مجموع نمونه‌های وزنی = ۱۴۸۲۳۰

مجموع ۱/۴ پایین‌ترین نمونه‌های وزنی = ۲۲۹۷۲

مجموع محل نمونه‌ها = ۱۳۷۸

مجموع ۱/۴ محل نمونه‌های مربوط به ۱/۴ پایین‌ترین نمونه‌های وزنی = ۳۵۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۵- مشخصات رطوبتی خاک و کمبود رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد گیاه

شماره آزمایش	سرعت دستگاه (درصد)	عمق ریشه (سانتیمتر)	SMD (میلیمتر)
۱	۵۰	٦٤	۱۳۰
۲	٤۰	٦۷	۱۱٤
۳	۵۳	٦۷	۸۹
٤	٦۷	۷۱/٤	۱۸۳
۵	٦۷	۷۲	۱۷۸
٦	۱۰۰	۸۰	۱۲۲
۷	۹۰	۸۹/۵	۲۱۸
۸	۹۰	۱۰۰	۲۸۰

۵- یافته ها:

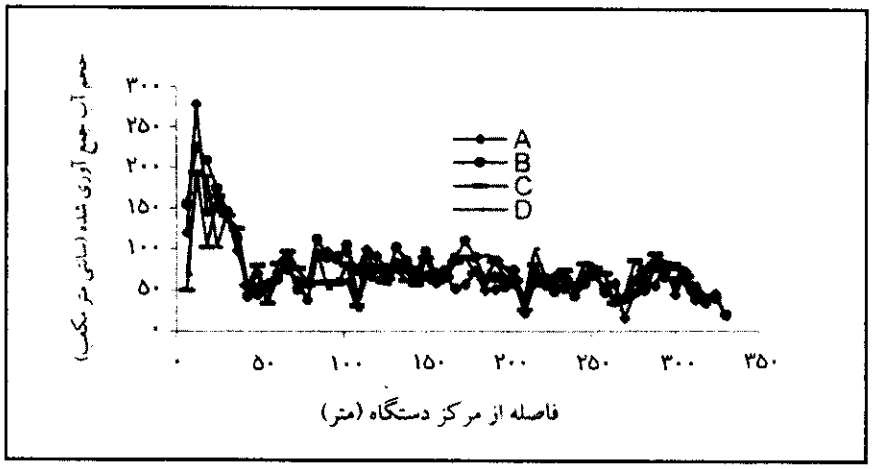
با توجه به اندازه‌گیریهای انجام شده در مزرعه، منحنی حجم آب نمونه‌ها در مقابل فاصلهٔ آنها از محور سیستم برای ردیفهای A، B، C و D رسم شد. با توجه به نمودارهای رسم شده، آبپاشهایی مشخص می‌شوند که دارای گرفتگی‌اند یا خوب عمل نمی‌کنند یا قطر آنها نامناسب است. در نمودارهای شمارهٔ ۱ (سرعت دستگاه ۱۰۰ درصد) و شمارهٔ ۲ (سرعت دستگاه ۹۰ درصد) تغییرات حجم آب جمع آوری شده در ظرفهای نمونه‌برداری در هر ٤ ردیف نشان داده می‌شود. برای مثال، در آزمایش شمارهٔ ٦ ردیف B حجم آب جمع‌آوری شده در زیر آبپاشهای شماره ۲۹، ۱٤، ٦، ۵، ۱، ٤، ۳، ۲، بیشتر از میانگین نمونه‌هاست. از این رو می‌توان گفت یکی از دلائل این پدیده احتمالاً بزرگ بودن قطر روزنه‌های آنهاست و چنانچه حداقل یک شماره (منظور شماره ساخت کارخانه است) از اندازه قطر آنها کاسته شود ممکن است عمق آب پخش شده به مراتب یکنواخت‌تر گردد. همچنین برای ردیف B در همین آزمایش، حجم آب جمع‌آوری شده در ظرفهای زیر آبپاشهای ۱۸، ۷، ٥٤، ۵۳، ٤۵، ٤٤، ۳۵ و ۵۵ کمتر از میانگین است که یکی از دلائل این پدیده ممکن است کوچک بودن اندازهٔ روزنه‌های آبپاشها در نقاط ذکر شده باشد. لازم است گفته شود که اکثر آبپاشهای مذکور تقریباً در فاصلهٔ الکتروموتورها از محور قرار دارند یعنی جایی که آبپاشها ۱۸۰ درجه آب را پخش می‌کنند. نتایج ارزیابی پارامترهای یکنواختی در آبیاری بارانی عقربه‌ای در جدول شماره ٦ خلاصه شده است. متوسط یکنواختی توزیع (DU) برای ردیف‌های A و B برابر ٦۲ درصد و برای ردیفهای C و D برابر ٦٤ درصد به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که یکنواختی توزیع (DU) در ردیفهای A و B که نسبت به ردیفهای C و D شیب بیشتری دارند کمتر است. احتمالاً یکی از علتهای کاهش یکنواختی توزیع (DU) در ردیفهای A و B وجود شیب تندتر و اختلاف ارتفاع بیشتر بین ابتدا و انتهای بال آبیاری است.

از آنجا که اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای

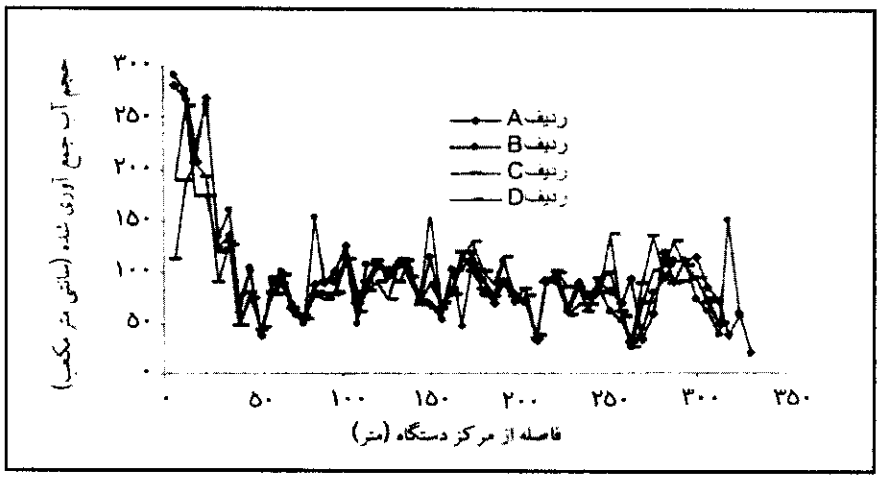
www.SID.ir

Archive of SID

بال آبیاری در ردیفهای A و B برابر با ٤ متر و این اختلاف ارتفاع بیش از ۲۰ درصد فشار آخرین آبپاش (۲/۸ متر) انتهای بال است، از این رو اختلاف ارتفاع موجود روی یکنواختی توزیع آب اثر گذاشته و باعث کاهش DU شده است. (توضیح اینکه اگر اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای بال بیشتر از ۲۰ درصد فشار انتهای بال باشد باعث توزیع غیر یکنواخت‌تر آب در طول بال خواهد شد) در ردیفهای C و D اختلاف ارتفاع ابتدا و انتها بال ۰/۵ متر و در واقع تقریباً ٤/٤٦ درصد فشار آخرین آبپاش است و لذا تاثیر اختلاف ارتفاع ردیفهای C و D روی DU کمتر از ردیفهای A و B است. نمودار شماره ۳ تغییرات DU را در طول فصل زراعی نشان می‌دهد.



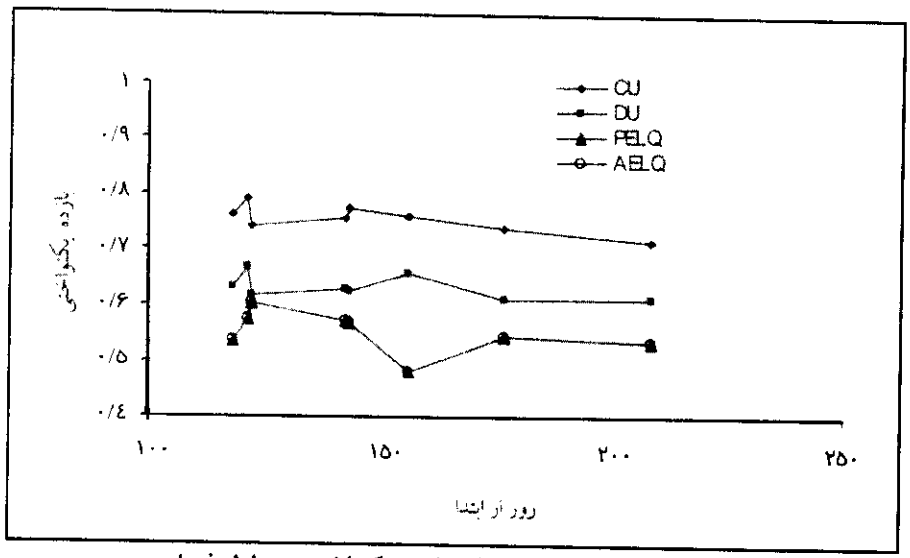
نمودار ترکیبی ۱- پراکنش آب در قوطیهای زیر دستگاه آزمایش شمارهٔ ٦ سرعت دستگاه ۱۰۰ درصد



نمودار ترکیبی ۲- پراکنش آب در قوطیهای زیر دستگاه آزمایش شمارهٔ ۷ سرعت دستگاه ۹۰ درصد

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره ۳- پارامترهای بازده یکنواختی در طول فصل

جدول شمارهٔ ٦- نتایج ارزیابی سیستم آبیاری بارانی عقربه ای در طول فصل زراعی

دمای هوا	ردیف	سرعت باد (m/s)	تلفات تبخیرو بادبردگی (درصد)	راندمان واقعی AELQ (درصد)	راندمان بالقوه PELQ (درصد)	یکنواختی توزیع DU (درصد)	ضریب یکنواختی CU (درصد)	تاریخ آزمایش	سرعت دستگاه (درصد)	شماره آزمایش
۱۵	A-B	۲-۷	۹	٥٤	٥٤	٦٣	٧٦	٧٩/١٢/٢٤	٥٠	١
۱۹	C-D	۳-٤/٥	۹	٥٨	٥٨	٦٧	٧٩	٧٩/١٢/٢٧	٤٠	٢
۱۷	A-B	۰-۰/۹	۲	٦٠	٦٠	٦٢	٧٤	٧٩/١٢/٢٨	٥٣	٣
۱۵	A-B	۲	٦	٥٧	٥٧	٦٣	٧٥	٨٠/١/١٩	٦٧	٤
۱۵	C-D A-B	۲	۸/٦	٥١/٧	٥١/٧	٦٠/٣	٧٧	٨٠/١/٢٠	٦٧	٥
۲۲	C-D A-B	۲/٥٠	۱۸	٤٨	٤٨	٦٦	٧٦	٨٠/٢/٢	١٠٠	٦
۲۰	C-D	۰/۱-۱	۷	٥٤	٥٤	٦١	٧٤	٨٠/٢/٢٣	٩٠	٧
۲۸	A-B	۱/٥-۲	۸	٥٣	٥٣	٦١	٧١	٨٠/٣/٢٤	٩٠	٨

ضریب یکنواختی (CU) در آزمایشهای مختلف روی ردیفهای A، B، C و D در سرعتهای مختلف چرخش دستگاه در جدول شماره ٦ و منحنی تغییرات ضریب یکنواختی در طول فصل زراعی در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرعت چرخش دستگاه روی ضریب یکنواختی تأثیر چندانی ندارد. به طوری که جدول شمارهٔ ٦ نشان می‌دهد مقدار CU به دست آمده برای ردیف C و D در سرعتهای ٤٠، ٦٧، ٩٠، و ١٠٠ درصد به ترتیب

www.SID.ir

Archive of SID

برابر با ۷۹، ۷۷، ۷۴، و ۷۶ درصد است. نمودار شماره ۳ نشان می‌دهد که مقدار CU در نیمهٔ دوم فصل زراعی نسبت به نیمهٔ اول فصل حدود ۸ درصد کاهش داشته است. در این خصوص، عملکرد نامناسب آبپاشها به علت نبودن فیلتراسیون، وجود گرفتگی، یا تغییر فشار در طول بال در نیمه دوم فصل زراعی ممکن است از عوامل مؤثر بر کاهش ضریب یکنواختی باشد.

مقادیر بازده بالقوه (PELQ) در آزمایشهای شمارهٔ ۱ تا ۸ روی ردیفهای A، B، C و D در جدول شمارهٔ ۶ و نمودار تغییرات PELQ در طول فصل زراعی در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بازده بالقوه یا بازده پتانسیل کاربرد در کلیهٔ آزمایشها و در طول فصل زراعی برابر یا کمتر از ۶۰ درصد است که قابل قبول نیست. مقدار PELQ برای ردیفهای C و D در سرعت ۴۰ درصد دستگاه برابر با ۵۸ درصد، در سرعت ۶۷ درصد برابر با ۵۱ درصد، در سرعت ۹۰ درصد برابر با ۵۴ درصد و در سرعت ۱۰۰ درصد دستگاه برابر با ۴۸ درصد به دست آمده است. این موضوع بیانگر آن است که سرعت چرخش دستگاه بر PELQ اثر می‌گذارد؛ سرعت زیادتر دستگاه باعث کاهش مقدار PELQ می‌شود.

میانگین مقادیر PELQ یا بازده بالقوه در طول فصل زراعی برابر ۵۵ درصد به دست آمد که برای سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای پایین است. این شاخص نشان می‌دهد که سیستم موجود با زمین و شرایط زراعی موجود مطابقت خوبی ندارد و خوب طراحی نشده است. پیشنهاد می‌شود که با کاهش قطر روزنه‌ها و افزایش فشار کارکرد سیستم می‌توان در جهت اصلاح بازده بالقوه، اقدام کرد. در این صورت بازده بالاتری حاصل می‌شود. مقادیر پایین PELQ اغلب به طرح غیر سود بخشی مربوط است، اما گاهی ممکن است به دلایل اقتصادی عمدی باشد. مقدار کم PELQ معمولاً مربوط به طراحی ضعیف و یا کارآیی ضعیف سیستم موجود است. در صورتی که طراحی سیستم صحیح و مقدار PELQ پایین باشد، باید نوع سیستم را تغییر داد. نمودار شماره ۳، تغییرات بازده واقعی سیستم (AELQ) را در طول فصل زراعی برای سیستم عقربه‌ای نیز نشان می‌دهد.

موضوع مستتر در AELQ این است که این مقدار معیاری از یکنواختی است ولی کافی بودن آب آبیاری را نشان نمی‌دهد. AELQ در واقع مدیریت آبیاری را نشان می‌دهد اما صحت طراحی را به ما نمی‌دهد، مثلاً چنانچه مقدار AELQ پایین باشد بیانگر آن است که دور آبیاری زیاد در نظر گرفته شده یا کم آبیاری صورت گرفته و یا این که آبیاری در مدت زمان کوتاه‌تر از حد نیاز انجام شده است (Merriam *et al.*, 1983).

- باد بردگی سیستم:

تلفات آب ناشی از باد بردگی و تبخیر در سیستم عقربه‌ای از اختلاف بین DU و PELQ به دست می‌آید. با توجه به باد خیز بودن منطقه و اینکه آبیاری در شب انجام گرفت، لذا مقدار تبخیر در این شرایط اندک بوده و درصد قابل

www.SID.ir

Archive of SID

توجهی از اختلاف بین DU و PELQ (DU-PELQ) مربوط به بادبردگی است. مقادیر تلفات آب ناشی از باد بردگی و تبخیر در سیستم عقربه‌ای که در جدول شماره ٦ ذکر شده است، نشان می‌دهد که زمان آبیاری و شرایط جوی تنها عامل مؤثر روی این پارامتر است. جدول شماره ٦ نشان می‌دهد که در طول دورهٔ ارزیابی حداقل بادبردگی ٢ درصد و حداکثر آن ١٨ درصد بوده است. بدیهی است مقادیر بالای باد بردگی باعث کاهش توزیع یکنواخت ذخیره رطوبتی در سطح مزرعه خواهد شد.

- توزیع ذخیرهٔ رطوبتی در خاک:

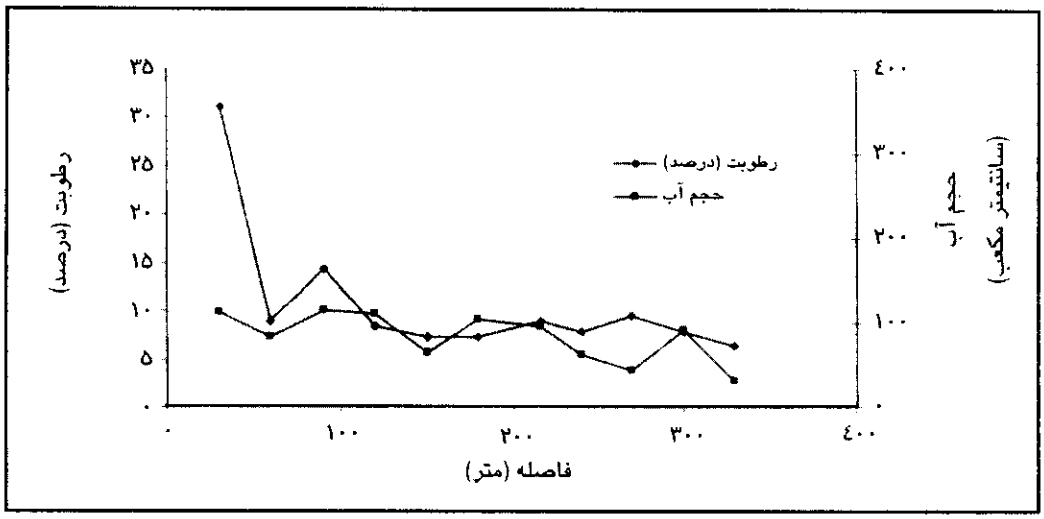
از مقایسهٔ نمودارهای توزیع آب جمع آوری شده در ظرفها با منحنیهای به دست آمده از توزیع رطوبت در خاک (نمودارهای شماره ٤ و ٥) مشاهده می‌شود که روند کلی تغییرات آنها تقریباً یکسان است، اما در مواردی و در بعضی نقاط در طول بال، روندی معکوس دیده می‌شود. برای مثال، همان‌گونه که در نمودار شماره ٤ مشاهده می‌شود در فاصلهٔ ٢٧٠ متری از مرکز سیستم حجم آب جمع‌آوری شده در داخل ظرفهای جمع‌آوری کاهش اما رطوبت داخل خاک افزایش یافته است. این موضوع در نمودار شمارهٔ ٥ در فواصل ٩٠، ١١٠، ٢٧٠ و ٣٣٠ متری از مرکز دستگاه مشاهده می‌شود. علل اصلی بروز این پدیده وجود احتمالی رواناب سطحی، تأثیر باد در پخش آب، وجود درز و شکاف در سطح زمین زراعی، انتقال رواناب از نقاط دیگر مزرعه، تغییر بافت خاک، و نفوذپذیری خاک است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری و معادلات نفوذ نیز در جدولهای شماره ٧ و ٨ ذکر شده است.

- برخی از مشکلات فنی و مدیریتی سیستم:

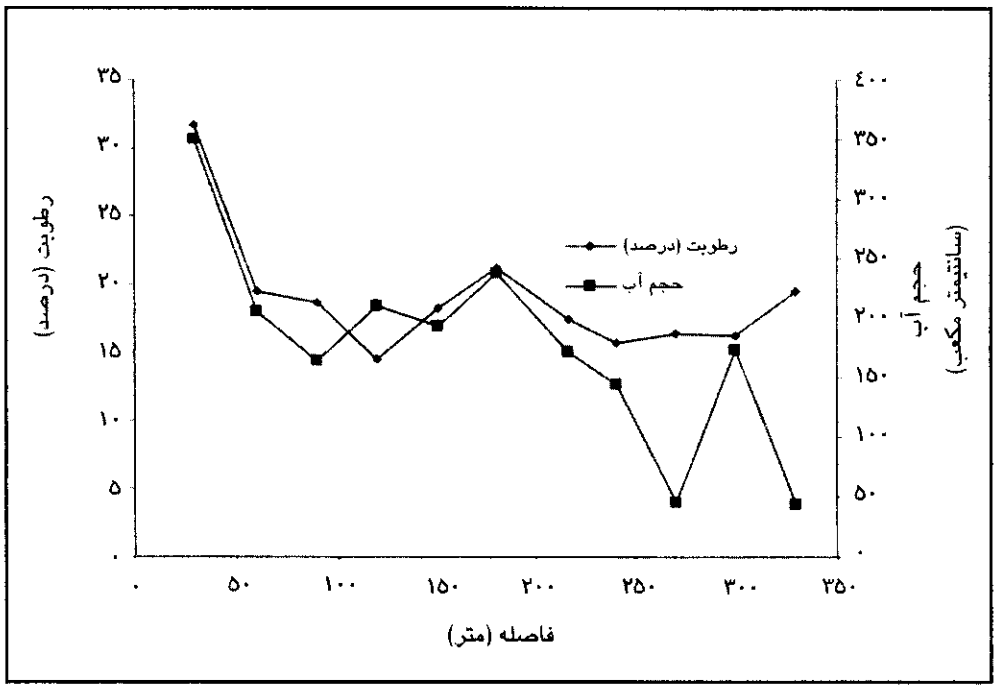
از آنجا که سیستم آبیاری عقربه‌ای ساخت داخل کشور است و از استاندارد کامل برخوردار نیست، در فصل زراعی مشکلات فنی بسیار زیادی پیش رو بود. اگر این سیستم در محیط‌های غیر آموزشی و تحقیقاتی و در مزارع کشاورزی با مدیریت کشاورزان مستقر شود به مراتب مشکلات بیشتری به همراه خواهد داشت. پخش آب در ظرفهای زیر دستگاه (از ٨٥٠ سانتیمتر مکعب در کنار محور تا ٥٠ سانتیمتر مکعب در انتهای زمین) نشان دهندهٔ وضعیت نامناسب طراحی سیستم و اندازه آبپاشهاست. تایمر موجود روی دستگاه نیز کیفیت خوبی نداشت و در طول فصل چندین بار خراب شد. فاصلهٔ بین برجهای سیستم مورد نظر ٥٢/٥ متر و از روی نمونه خارجی انتخاب شده است. با توجه به اینکه کیفیت فولاد به کار رفته در ساخت دستگاه بالا نیست، بعضی از قطعات به جای انحنا به سمت بالا، به سمت پایین انحنا دارند. دلیل این مشکل ضعف میل مهارها است که در مقابل کشش مقاومت ندارد و باعث کم شدن قوس لولهٔ بال در هر قطعه شده است. با توجه به اینکه بافت خاک مزرعه سنگین بوده و مسیر چرخ‌ها به علت جذب رطوبت از نقاط مجاور خشک نبوده است، و نیز به دلیل بالا بودن وزن

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شماره ۴- رطوبت و حجم آب بالا دست در روی شعاع A ، آزمایش ۷، سرعت دستگاه ۹۰ درصد



نمودار شماره ۵- رطوبت و حجم آب بالا دست در روی شعاع A ، آزمایش ۳، سرعت دستگاه ۵۳ درصد

سیستم چرخهای دستگاه در سطح زمین شیارهای عمیقی را ایجاد کرد که عمق آنها گاهی تا ۰/٤ متر می‌رسید. در طول فصل زراعی در مواقعی چرخ برج آخر به علل مختلف از جمله خیس بودن مسیر چرخها (رواناب و انتقال آب با باد) باعث تشدید درگیری کامل لاستیک در گل می‌شد که به توقف کامل دستگاه و در نتیجه خاموش شدن دستگاه می‌انجامید. گرچه قطع سیستم برای جلوگیری از خسارات احتمالی در زمرهٔ مزایا سیستم است، اما به علت عدم نصب سیستم فرمان الکتروموتور پمپ و سیستم حرکتی دستگاه، آب پمپاژ شده استفاده نمی‌شد و باعث خسارت به

www.SID.ir

Archive of SID

مزرعه می‌گردید. علت خاموش شدن دستگاه، سیستم ایمنی است که کارخانه سازنده در دستگاه تعبیه کرده است. این سیستم ایمنی تایمر تأخیری نامیده می‌شود که مانند ابزار ایمنی عمل می‌کند و پس از مدت کوتاهی دستگاه خاموش می‌شود. الکتروموتور موجود روی گیربکس (جعبه دنده) برجها پوشش محافظ نداشت و با اینکه آبپاشهای مجاور الکتروموتورها طوری انتخاب شده‌اند که آب روی الکتروموتور ریخته نشود اما بر اثر باد یا باران که باعث ریخته شدن آب روی آنها می‌شود الکتروموتورها اغلب به صورت نیم سوز در می‌آیند و جایگزینی و نصب آنها (که مشکلات خاص خود را دارد) مستلزم خاموش بودن دستگاه و توقف آبیاری با سیستم عقربه‌ای است. آبپاشهای مجاور الکتروموتور (چپ و راست) هر کدام حدود ۱/۵متر از الکتروموتور فاصله دارند و طوری طراحی شده‌اند که آبپاش سمت چپ به جای پخش دایره‌ای آب، فقط به سمت چپ و در شعاع ۱۸۰درجه و آبپاش سمت راست نیز فقط به سمت راست و در شعاع ۱۸۰ درجه آب را پخش می‌کند و لذا به‌همین دلیل در فاصله بین دو آبپاش که حدود ۳ متر است. زمین عملاً آبیاری نمی‌شود و گیاه کشت شده در این فاصله محصولی نمی‌دهد. با احتساب تعداد اسپنها (۶ اسپن)، شعاع عملکرد فعلی سیستم و شعاع واقعی که باید آبیاری شود، باید گفت که بیش از دو هکتار از سطح زمین عملاً بدون محصول باقی می‌ماند ($۸۰۸۹۲۱/۶m^2 - ۷۸۷۹۷۰/۳m^2 = ۲۰۹۵۱/۳m^2$).

حساسیت سیستم مزبور نسبت به نوسانات برق شدید بوده و چنانچه این نوسانات از حد تنظیم دستگاه بیشتر شود سیستم به طور خودکار خاموش می‌گردد. خاموش شدن دستگاه در نیمه شب، عدم پیش بینی در نصب کابل رابط دستگاه و سیستم فرمان الکتروموتور پمپ، پمپاژ آب و عدم استفاده آب توسط سیستم موجب پرشدن استخر ذخیره آب و در نتیجه سرریز شدن آب استخر و روانساب به سمت مزرعه مجاور می‌گردید.

جدول شمارهٔ ۷- محاسبات معادله نفوذ به روش آبیاری بارانی (پایین دست)

شماره ظرف		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
(ساعت)	زمان اشباع	۰/۱۳۳	۰/۰۳۸	۰/۰۲۸	۰/۰۵۳	۰/۱۰۳	۰/۰۵۸	۰/۰۷۱
(سانتیمتر مکعب)	حجم آب	۳۵/۰۰۰	٦٦/۰۸۷	۹٦/۰۰۰	۹٦/۰۰۰	۵۱/۸۹۲	۷۵/٤۲۹	۸۰/۹٤۱
(میلیمتر)	ارتفاع آب	٤/۵٤۹	۸/۵۹۰	۱۲/٤۷۸	۱۲/٤۷۸	٦/۷٤۵	۹/۸۰٤	۱۰/۵۲۰
(میلیمتر در ساعت)	شدت پاشش i	٤/۱۱۸	۱۸/۵۲۱	۱۹/٤۹٦	۳۷/۰٤۳	۳۸/۹۹۳	۳۲/۱٦۹	٤۱/۹۱۷
(میلیمتر)	عمق نفوذ I	٤/۵٤۹	۰/۷۱۰	۰/۵٤۲	۱/۹۵۵	٤/۰۰۸	۱/۸۷۷	۲/۹٦۹
$I = -i \times ۰/۱۲٦٤۱٤ + ۱/٦٤۱۰۸$				$R^2 = ۰/۵۷۵$				

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۸- محاسبات معادله نفوذ به روش آبیاری بارانی (بالا دست)

شماره ظرف		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
(ساعت)	زمان اشباع	۰/۱٦٤	۰/۳۱۱	۰/۳٤٤	۰/۳۰۳	۰/۰۹۰	/۰۹۰	۰/۱۹٤
(سانتیمتر مکعب)	حجم آب	۹۱/۰۰۰	۹۳/۰۰۰	۳۹/۰۰۰	۹۳/۰۰۰	٤۱/٥۰۰	٥۱/۰۰۰	۹٥/۰۰۰
(میلیمتر)	ارتفاع آب	۱۱/۸۲۸	۱۲/۰۸۸	٥/۰٦۹	۱۲/۰۸۸	٥/۳۹٤	٦/٦۲۹	۱۲/۳٤۸
(میلیمتر در ساعت)	شدت پاشش i	۳٤/۳۹٤	۳٥/۱٥۰	۱٤/۷٤۰	۳٥/۱٥۰	۱٥/٦۸٥	۱۹/۲۷٦	۳٥/۹۰٦
(میلیمتر)	عمق نفوذ I	٥/٦۲۷	۱۰/۹۱٦	٥/۰٦۹	۱۰/٦۳۳	۱/٤۱٦	۱/۷٤۰	٦/۹۸۲
R^2 = ۰/٦۱۷۳						I= - i × ۰/۲۹۷٦+ ۲/۰۳٥۸۲		

۶-کاوش:

نتـــایج ارزیـــابـــی پارامترهای یکنواختی در آبیاری بارانی عقربه‌ای نشان می‌دهد که مقادیر یکنواختی توزیع (DU) به دست آمده در ردیفهای C و D اگرچه بیشتر از ردیفهای A و B است در حد مطلوب و قابل قبول برای سیستم آبیاری عقربه‌ای نیست. میانگین یکنواختی توزیع (DU) به دست آمده در طول فصل زراعی برابر ٦۳ درصد بود که با توجه به معیارهای موجود استاندارد ASAE نشان دهندهٔ وضعیت نامناسب سیستم است زیرا برابر این استاندارد یکنواختی توزیع (DU) کمتر از ٦۷ درصد پذیرفتنی نیست. میانگین مقادیر ضریب یکنواختی در طول فصل زراعی برابر۷۵ درصد به دست آمد که با توجه به استاندارد ASAE برای سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای کم و نشان دهنده وضعیت عملکرد نامناسب سیستم است. میانگین مقادیر راندمان واقعی سیستم AELQ در طول فصل زراعی برابر ٥٥ درصد به دست آمد که برابر با راندمان بالقوه (PELQ) بود. یکسان بودن مقادیر راندمان واقعی و راندمان بالقوه سیستم نشان دهندهٔ این موضوع است که در تمامی موارد مقادیر کمبود رطوبت خاک (SMD) بیشتر از میانگین چارک پایین نمونه‌هاست و به همین دلیل این مقادیر در تمامی موارد با هم برابر شده است. در واقع، برابر بودن این دو پارامتر (در حین ارزیابی) نشان دهندهٔ این حقیقت است که حداقل عمق آب داده شده و ذخیره شده در منطقهٔ ریشه با سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای کمتر از کمبود رطوبت خاک (SMD) بوده است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که همواره آبیاری دیر انجام شده یا آب آبیاری کمتر از حد نیاز داده شده است و لذا گیاه با تنش آبی مواجه بوده است. بنابراین، یکسان بودن این دو پارامتر در واقع بیانگر ضعف در مدیریت سیستم است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که حداقل باد بردگی ۲ درصد و حداکثر آن ۱۷ درصد در طول دوره ارزیابی بوده است. بدیهی است مقادیر بالای باد بردگی باعث کاهش توزیع یکنواخت ذخیرهٔ رطوبتی در سطح مزرعه خواهد شد. از مقایسهٔ نمودارهای توزیع آب جمع‌آوری شده در ظرفها با منحنیهای به دست آمده از توزیع رطوبت در خاک مشاهده شد که

www.SID.ir

Archive of SID

روند کلی تغییرات آنها هرچند تقریباً یکسان است، اما در مواردی و در پاره‌ای نقاط در طول سال، روندی معکوس دارند. دلائل اصلی در بروز این پدیده، وجود احتمالی رواناب سطحی، تاثیر باد در پخش آب، وجود درزها و شکافها در سطح زمین، انتقال رواناب از نقاط دیگر مزرعه، تغییر بافت خاک، و نفوذ پذیری خاک است.

۷- توصیه و پیشنهاد:

با توجه به یافته های این تحقیق موارد زیر توصیه می‌شود:

۱- پایین بودن بازده آبیاری و پخش غیر یکنواخت آب در ظرفهای زیر دستگاه، از ۸۵۰ سانتیمتر مکعب در کنار محور تا ۵۰ سانتیمتر مکعب در انتهای زمین، نشان دهندهٔ وضعیت نامناسب طراحی سیستم و اندازهٔ آبپاشهاست. لذا توصیه می‌شود کلیهٔ آبپاشهای به کار گرفته شده در این دستگاه (آبپاشهای پاششی) با نوعی مرغوب‌تر عوض شوند که پاشش یکنواخت تر داشته باشند یا اینکه قطر نازلها را تغییر دهند و سیستم بار دیگر ارزیابی شود.

۲- چنانچه این سیستم در مزارع کشاورزی و تحت مدیریت کشاورزان معمولی مستقر شود، به دلیل آشنایی ناکافی مسئولان آبیاری با نحوهٔ آبیاری با این دستگاه، مشکلات استفاده از دستگاه بیشتر می‌شود. از این رو آموزش مسائل فنی، مدیریتی، بهره‌برداری، و برنامه‌ریزی آبیاری و دیگر موارد ضروری مجموعه به استفاده کنندگان از این دستگاه قبل از استقرار سیستم در مزرعه، از طریق کارخانهٔ سازنده یا دفتر بهبود و توسعهٔ روشهای آبیاری، الزامی باشد.

۳- توصیه می‌شود کارخانه سازنده مشکلات فنی و مدیریتی تذکر داده شده در این تحقیق را بررسی و حتی‌الامکان در رفع مشکلات یا کاهش آنها اقدام کند.

سپاسگزاری:

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی مصوب و با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شیراز انجام گردیده است که بدینوسیله صمیمانه از این همکاری تشکر و قدردانی می‌شود.

۸- منابع:

۱- دادگر، م.، پرهامی، ج. و کیاء الحسینی، م. م. ۱۳۵٤. ارزیابی سیستمهای مختلف آبیاری بارانی. مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج.

۲- سهرابی، ت. و اصیل منش، ر. ۱۳۷۹. مقایسه فنی روش آبیاری بارانی (سنترپیوت) با روش آبیاری شیاری. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۱. شماره ۲.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- سهرابی، ت. ۱۳۷۵. ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی. انتشارات وزارت نیرو. ۱٤۷-۱۲۹.

٤- میر لطیفی، م. و باغانی، ج. ۱۳۷۵. بررسی تغییر ارتفاع آبپاش بر تلفات تبخیر و بادزدگی در سیستم آبیاری دوار مرکزی. ششمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان. دانشکده کشاورزی.

5- ASAE Standards 41st ed. 1994. S436. Test procedures for determining the uniformity of water distribution of center pivot and moving lateral irrigation machines equipped with spray or sprinkler hozzles. ASAE. Trans. 754-755.

6- Bralts, V. F., Pandey, S. R. and Miller, A. 1994. Energy savings and irrigation performance of a modified center pivot irrigation system. Appl. Eng. Agric. 10 (1): 27-36.

7- Christiansen, J. E. 1942. Irrigation by sprinking. Univ. of Calif. Agr. Exp. Sta. Bul. 670. 124P.

8- Chu, S. T., and Moe. D. L. 1972. Hydraulic of center pivot system. ASAE. Trans. 15: 5, 894-896.

9- Fangmeier, D. D., Vlotman W. F. and Eftekharzadeh. S. 1990. Uniformity of lepa irrigation systems with furrow drops. ASAE. Tran. 33: 6, 1907-1912.

10- Guy, F., and Leoon. N. 1998. Getting the most from center-pivot. Internet paper. 7372.1650@compuserve.com.

11- Hansen, B. R., Orloff. S. B. 1996. Rotator hozzles more uniform than spray hozzles on center pivot sprinklers. Calif. Agri. 50: 1, 32-35.

12- Hansen, B. R., Wallender. W. W. 1986. Bidirectional uniformity of water applied by continuous-move sprinkler machines. ASAE Trans. 29: 4, 1047-1053.

13- Heerman, D. F., Duke, H. R., Serafim, A. M. and Dawson, L. J. 1992. Distribution functions to represent center pivot water distribution. ASAE. Trans. 35: 5, 1465-1472.

14- Jensen, M. E. 1983. Design and operation of farm irrigation system. ASAE. Monograph. 719-760.

15- Keller, J. and R. D. Bliesner. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. Published by Van Nastrand Reinhold, N. Y. p, 652.

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

17- Merriam, J. L., Shearer, M. and Bort, C. M. 1983. Evaluation of Irrigation Systems and Practices. In : Jensen M. E. (Ed.) Design and operation of farm irrigation system. pp: 719-760. ASAE. Monog.

www.SID.ir

Archive of SID

18- Roland, L. 1982. Mechanized sprinkler irrigation: FAO irrigation and drainage. No. 35, P. 409.

19- Stone, K. C., Stonsell. J. R. and Yong, J. R. 1994. Insecticide distribution through an irrigated corn canopy. Trans. ASAE. 37: 1, 135-138.

20- Tarjuelo, J. M., Montero, J., Honrubia, F. T., Ortiz, J. J. and Ortega, J. F. 1999. Analysis of uniformity of sprinkle irrigation in a semi-arid area. Agric. Water Manage. 40, 315-331.

www.SID.ir

Archive of SID

Hydraulic Evaluation and Testing of Iranian Made Center Pivot Irrigation System

A. A. Ghaemi

Center pivot irrigation system is used as a modern irrigation method in different parts of Iran. Unfortunately due to lack of proper design and hydraulic shortcomings of the system in several agricultural lands in Iran, the efficiency of the center pivot irrigation system is low or unacceptable. Low system efficiency results in non-uniformity of water distribution along the lateral and on the cultivated land. This non-uniformity also causes ponding of water on the cultivated land and run off from the field. Above problems and initially large investment required by the system would make the evaluation of the system during the operation a necessary task. The main objective of this research is the hydraulic evaluation of the center pivot irrigation system located in the agricultural land in the College of Agriculture of Shiraz University in Badjgah, and also determining the uniformity parameters such as CU, DU, AELQ, and PELQ. Field tests were conducted using ASAE standard procedure. The results show that the uniformity of water distribution obtained from the catch cans were not similar to the uniformity of the soil moisture content. It was also found that the average values of the distribution uniformity (DU), coefficient of uniformity (CU), actual efficiency of low quarter (AELQ), and potential application efficiency of low quarter (PELQ) were 0.63%, 0.75%, 0.55%, and 0.55% respectively. Based on these results and according to the ASAE standards, these values are low, indicating that the system is not properly designed or this system is not suitable for this area. Equal values of AELQ and PELQ show that in all cases during growing season the soil moisture deficit (SMD) was higher than the low quarter value (LQ). This means the irrigation depth was not sufficient and the crop was in stress during growing season. Electromotor damaged due to lack of metal cover and lack of proper design of electromotor adjacent hozzles were the main technical problems for the system.

Keyword: Center Pivot, Evaluation, Hydraulics, Sprinkler Irrigation.

www.SID.ir