Archive of SID

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هفدهم، شماره اول، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

ارزیابی یکنواختی توزیع آب با شدت متغیر از یک دستگاه آبیاری سنترپیوت اصلاح‌شده

*ابوطالب هزارجریبی[۱]، حسین شریفان[۱]، حسین انصاری[۲] و برهان سهرابی[۳]

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۳]استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱

چکیده

کاربرد آب با شدت متغیر در امتداد بال آبیاری دستگاه آبیاری سنترپیوت می‌تواند از طریق سیستم‌های کنترل شدت آبیاری حاصل گردد، اما حصول راندمان آبیاری رضایت‌بخش نیازمند توزیع یکنواخت آب در مناطقی با شدت آبیاری مشابه است. در این پژوهش یکنواختی توزیع آب حاصله از دستگاه آبیاری سنترپیوت اصلاح شده که قادر به ایجاد مقادیر مختلف عمق آب آبیاری در جهت‌های موازی (در امتداد بال آبیاری) و عمود بر سنترپیوت بود، مورد ارزیابی قرارگرفت. یکنواختی توزیع آب در سه سرعت حرکت مختلف سنترپیوت و هفت سطح متفاوت ضربان شیر مغناطیسی در جهت‌های موازی و عمود بر سنترپیوت محاسبه گردید. نتایج نشان داد که سنترپیوت اصلاح شده قادر است آب را در محدوده قابل‌قبولی از یکنواختی (۸۲ تا ۹۶ درصد) توزیع نماید. همچنین یکنواختی توزیع آب با افزایش سطح ضربان شیرهای مغناطیسی و کاهش سرعت حرکت سنترپیوت افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: سنترپیوت، آبیاری با شدت متغیر، یکنواختی توزیع آب

* مسئول مکاتبه: aboutaleb@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پیش‌بینی افزایش جمعیت جهان از ٤/١ میلیارد نفر در سال ۱۹۷۵ به ۷/۵ میلیارد نفر درسال ۲۰۲۰ (برون و کان، ۱۹۹٤) و کاهش منابع موجود، تلاش و رقابت دولت‌ها را برای امنیت غذایی، انرژی و آب افزایش خواهد داد. برآورد سازمان ملل متحد (گزارش سازمان ملل متحد، ۱۹۹۷) حاکی از ضرورت افزایش ۳۰ درصدی در مقدار آب آبیاری مورد نیاز جهت تأمین مقدار غذای مورد نیاز در سال ۲۰۲۵ میلادی است. با توجه به مسایل بالا ضروری است تا با بهبود راندمان آبیاری، توجهی بیش از پیش در بهینه‌سازی مصرف آب صورت پذیرد. سیستم‌های امروزی آبیاری سنترپیوت و لینیرموو با این فرض طراحی شده‌اند که بافت خاک در کل مزرعه یکنواخت بوده و حتی در صورت کشت هم‌زمان چندین نوع گیاه تحت سیستم‌های آبیاری بالا، برنامه آبیاری را براساس یک شرایط میانگین از کل مزرعه تنظیم نموده و عمق آب آبیاری مشابه و یکنواختی را در جهت موازی با بال (لترال) آبیاری همچنین در امتداد مسیر حرکت به‌کار می‌برند. این شرایط سبب تلفات آب از طریق نفوذ عمقی در بخشی از مزرعه با بافت خاک سبک‌تر و تنش آبی در بخشی از مزرعه با بافت خاک سنگین‌تر و در نهایت کاهش محصول می‌گردد، زیرا خاک‌های با بافت متفاوت دارای ظرفیت نگهداری متفاوتی هستند. اخیراً تغییر عمق آبیاری ناشی از غیریکنواختی بافت خاک مزرعه و همچنین آبیاری هم‌زمان انواع گیاهان در یک مزرعه با نیاز آبی متفاوت و تحت سیستم آبیاری واحد محققان و طراحان را بر آن داشته که سیستم‌های آبیاری را به‌گونه‌ای طراحی نمایند که نه تنها در جهت حرکت بلکه در امتداد بال آبیاری نیز قادر به آبیاری با شدت متغیر باشند. در این شرایط از کم آبیاری و آبیاری مازاد ناشی از لحاظ نمودن یک نیاز آبیاری متوسط برای کل مزرعه ممانعت شده و ضمن بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی (هزارجریبی، ۲۰۰۸) از نفوذ عمقی و آب‌شویی مواد غذایی کاسته می‌شود (اوانز و همکاران، ۱۹۹٦؛ اوانز و هارتینگ، ۱۹۹۹).

در راستای اصلاح سیستم‌های آبیاری موجود به‌منظور ایجاد قابلیت آبیاری با شدت متغیر، تلاش‌هایی توسط هزارجریبی (۲۰۰۸)، اوانز و همکاران (۱۹۹٦)، فرایسه و همکاران (۱۹۹۵)، دربالا (۲۰۰۳)، کینگ و کینکاید (۲۰۰٤)، کینگ و همکاران (۱۹۹۹) و مک‌کان و همکاران (۱۹۹۷) صورت پذیرفت. تحقیق‌های اشاره شده در بالا، در ارتباط با اجرای عملی آبیاری با شدت متغیر در مزرعه به نتایج موفقیت‌آمیزی منجر گردید. اما از آنجا که در این شرایط راندمان آبیاری در ارتباط مستقیم با

www.SID.ir

Archive of SID

درصد یکنواختی توزیع آب می‌باشد (دچمی و همکاران، ۲۰۰۳؛ شـرر و همکـاران، ۱۹۹۹)، بنـابراین حصول راندمان آبیاری قابل‌قبول در آبیاری با شدت متغیر، مشروط به حصول یکنواختی بالای توزیـع آب در مناطقی است که نیاز آبیاری مشابهی دارند (هزارجریبی، ۲۰۰۸). با توجه به جدید بودن مفهوم آبیاری با شدت متغیر، منابع مرتبط با بررسی یکنواختی توزیع آب حاصله از سیستم‌های اصـلاح‌شـده سنترپیوت و لینیر موو نادر بوده و در این مورد تنها می‌توان به تحقیـق‌هـای دوکـس و پـری (۲۰۰٦)، الکوفائیشی و همکاران (۲۰۰٦)، پری و همکاران (۲۰۰۳)، میکائیل و همکاران (۲۰۰٦) و هزارجریبی (۲۰۰۸) اشاره نمود. دوکس و پری (۲۰۰٦) با نصب شیرهای پنوماتیکی و شیرهای مغناطیس[1] برروی سیستم آبیاری سنترپیوت جهت کنترل مدت باز یا بسته نگه داشتن نازل‌ها از طریق اعمال ضربان، این سیستم را قادر به اعمال آبیاری با شدت متغیر در امتداد لوله اصلی سنترپیوت نمودند. نتایج آنها نـشان داد اگرچه عمق آب آبیاری در اثر مدت باز یا بسته بودن نازل‌ها و سرعت حرکت سـنترپیوت اصـلاح شده تغییر می‌کند، ولی تأثیری برروی یکنواختی توزیـع آب نـدارد. نـوع نـازل نـصب شـده بـرروی سنترپیوت (نلسون R۳۰۰۰ و زنینگر آی- وب[2]) به‌دلیل تـأثیر آن بـر نـوع جریـان خروجـی از نـازل (اسپری یا قطرات آب) بر یکنواختی توزیع آب مؤثر بود. الکوفائیشی و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از شیرهای مغناطیسی، دو سیستم کنترل آبیاری با شدت متغیر را برروی سنترپیوت با اسـتفاده از مفـاهیم ضربان غیرپیوسته[3] و پیوسته[4] و نازل‌های نلسون مدل R-۳۰۰۰ با قطر نـازل‌هـای ٤، ٦ و ۸ میلـی‌متـر ایجاد کرده و یکنواختی توزیع آب حاصله را ارزیابی نمودند. نتایج تحقیق آنها نـشان داد کـه ضـریب یکنواختی با مفهوم ضربان غیرپیوسته بیشتر بوده و در فشار کارکرد ۱/۵ بار حداکثر یکنواختی حاصـل می‌گردد. پوکنی و هانسن (۲۰۰۳) نشان دادند که در سیستم‌های کنترل عمق آبیاری از طریق شـیرهای مغناطیسی و پنوماتیکی و تغییر در سرعت حرکت سنترپیوت، اگرچه عمق مورد نظر آبیاری در شـدت کاربرد ۵۰ درصد (بازبودن نازل‌ها در ۵۰ درصد زمان آبیاری) کمتر از نصف عمـق آبیـاری در شـدت کاربرد ۱۰۰ درصد بود، ولی این سیستم‌هـا از توانـایی لازم بـرای توزیـع آب بـه‌صـورت یکنواخـت برخوردارند. میکائیل و همکاران (۲۰۰٦) و هزارجریبی (۲۰۰۸) نیـز گـزارش کردنـد کـه سـنترپیوت

1- Solenoid Valve
2- Senninger-i-wob
3- Pulse Width Modulation
4- Bi-Model Sequencing

www.SID.ir

Archive of SID

اصلاح‌شده جهت آبیاری با شدت متغیر می‌تواند آب را به شکلی کارا و یکنواخت توزیع نماید. ضمن این‌که در تمامی بررسی‌های نام برده، شیرهای مغناطیسی توانستند مقدار آب کاربردی را متناسب با مدت زمان باز و بسته بودن خود از طریق روش ضربان کنترل نمایند. بنابراین با توجه به جدید بودن موضوع آبیاری با شدت متغیر، هدف از این پژوهش، ارزیابی ضریب یکنواختی توزیع آب حاصله از سیستم آبیاری سنترپیوت اصلاح شده جهت آبیاری با شدت متغیر در سطوح مختلفی از ضربان شیر مغناطیسی و سرعت‌های مختلف حرکت سیستم آبیاری می‌باشد.

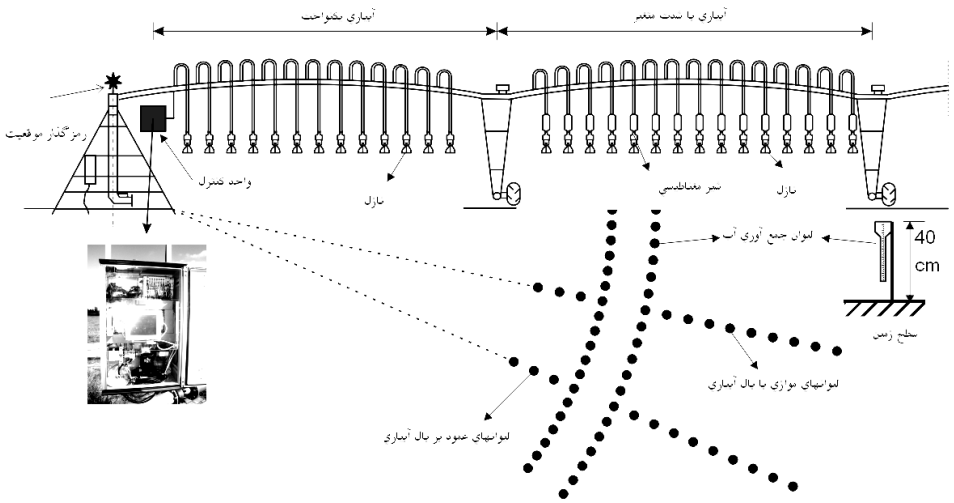
مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دستگاه سنترپیوت نصب شده در مرکز تحقیقات فال در کشور آلمان[1] در تابستان سال ۲۰۰٦ میلادی استفاده گردید. اسپن[2] دوم دستگاه نام برده به طول ۳۸ متر و شامل ۱۵ نازل مطابق با شکل ۱ جهت انجام آبیاری با شدت متغیر در امتداد لوله فرعی اصلاح گردید. در اصلاح سنترپیوت مزبور از روش ضربان غیرپیوسته حاصل از قطع و وصل نمودن شیرهای مغناطیسی جهت کنترل و تغییر شدت آبیاری استفاده گردید (پری و همکاران، ۲۰۰۳). اصلاحات انجام شده روی سنترپیوت فوق شامل نصب واحد کنترل، موقعیت‌یاب دیجیتالی و شیرهای مغناطیسی بود. واحد کنترل نشان داده شده در شکل ۱ که توسط شرکت خصوصی شودزیگ[3] توسعه یافت، از طریق استاندارد ارتباطی مخصوصی[4] قادر به کنترل شیرهای مغناطیسی بود. کنترل شدت آبیاری از طریق تنظیم مدت زمان باز و بسته بودن شیرهای مغناطیسی در سیکل‌های زمانی ۳۰ ثانیه‌ای صورت گرفت. به این معنا که مثلاً در شدت آبیاری ۸۰ درصد، شیرهای مغناطیسی در هر دوره زمانی ۳۰ ثانیه‌ای، ۲٤ ثانیه باز و ٦ ثانیه بسته بوده و در شدت آبیاری ۵۰ درصد شیرهای مغناطیسی ۱۵ ثانیه باز و ۱۵ ثانیه بسته می‌باشند. در واحد کنترل میکروکامپیوتری تعبیه گردید که قادر به خواندن و ذخیره نمودن فایل‌های نوشته شده به زبان Plm بود.

1- www.fal.de
2- Span
3- www.schudzig.de
4- European Installation Bus EIB-BUS

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمایی از سنترپیوت اصلاح‌شده جهت آبیاری با شدت متغیر و نحوه استقرار لیوان‌های جمع‌آوری آب.

در استفاده عملی از آبیاری با شدت متغیر، ذخیره نقشه تغییرات مکانی عمق آبیاری در مزرعه (که می‌تواند نقشه تغییرات بافت خاک مزرعه باشد) مورد نیاز می‌باشد (هزارجریبی و سورل، ۲۰۰۷)، به‌گونه‌ای که این نقشه در حافظه واحد کنترل ذخیره شده و با توجه به موقعیت مکانی هر نازل در مزرعه (با توجه به فاصله هر نازل از مرکز سنترپیوت و زوایه حرکت سنترپیوت)، سیستم آبیاری قادر به کنترل عمق یا شدت آبیاری از طریق قطع و وصل نمودن شیرهای مغناطیسی در موقعیت‌های مکانی مختلف در مزرعه می‌گردد (هزارجریبی، ۲۰۰۸).

ضریب یکنواختی توزیع آب در شدت‌های آبیاری ۱۰، ۳۰، ٤٠، ٦٠، ۷۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد و در سرعت سنترپیوت ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد (قابل تنظیم برروی جعبه کنترل سنترپیوت) که به‌ترتیب معادل سرعت خطی ۰/٤۹، ۰/۳۰۲ و ۰/۲۰۸ متر در ثانیه در انتهای اسپن دوم است (درصد نام برده قابل تنظیم برروی جعبه کنترل نصب شده در نقطه اتکاء مرکزی سنترپیوت بوده، به‌گونه‌ای که می‌بایست برای هر یک از درصدهای بین ۰ تا ۱۰۰ درصد سرعت حرکت خطی سنترپیوت مطابق با آزمایش‌های مزرعه‌ای تعیین گردد)، در ۲ تکرار مطابق با استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (٤۳٦۰۱ *ASAE S*، ۲۰۰۳) اندازه‌گیری گردید. همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، ۷۲ لیوان جمع‌آوری آب به فواصل ۱ متر از هم (۲ ردیف ۳٦ تایی) و به موازات دستگاه سنترپیوت و ۷۲ لیوان

www.SID.ir

Archive of SID

جمع‌آوری آب نیز به فواصل ۱ متر(۲ ردیف ۳۶ تایی) و در امتداد مسیر حرکت سنترپیوت چیده شد. در هر نوبت از آزمایش یکنواختی، نازل‌های شماره ۱، ۲، ۳، ٤ و ٥ برای شدت آبیاری در سطح ۱ (Z_1)، نازل‌های شماره ٦، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ برای شدت آبیاری در سطح ۲ (Z_2)، و نازل‌های شماره ۱۱، ۱۲، ۱۳، ١٤ و ۱٥ برای شدت آبیاری در سطح ۳ (Z_3)، در امتداد بال آبیاری مورد نظر قرار گرفتند. در آزمایش‌های یکنواختی در امتداد مسیر حرکت سنترپیوت، لیوان‌های جمع‌آوری آب تقریباً در قسمت تحتانی مسیر حرکت نازل شماره ۸ چیده شدند. با توجه به مطالب فوق، آزمایش‌های مربوط به یکنواختی، در تنظیمات شدت‌های آبیاری ۱۰-٤۰-۷۰ درصد، ۳۰-٦۰-۹۰ درصد و ۱۰۰-۱۰۰-۱۰۰ درصد برای مناطق سه‌گانه اشاره شده در بالا، در امتداد بال آبیاری و همچنین در امتداد مسیر حرکت سنترپیوت صورت پذیرفت. مطابق با استاندارد فوق در این تحقیق ضریب یکنواختی توزیع آب در سطوح مختلف شدت آبیاری و سرعت‌های مختلف سنترپیوت براساس رابطه هرمان و همکاران (۱۹۹۲) و استاندارد *ASAE* S4301 (۲۰۰۳) به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$CU_{HH} = ۱۰۰\left[\frac{\sum_{i=۱}^{n} S_i\left|V_i - \overline{V}_m\right|}{\sum_{i=۱}^{n} V_i S_i}\right] \qquad (۱)$$

در این رابطه، CU_{HH}: ضریب یکنواختی هرمان و هین و i: شماره لیوان است که برای نزدیک‌ترین و دورترین لیوان به مرکز سنترپیوت به‌ترتیب برابر ۱ و n می‌باشد، V_i: حجم آب جمع شده در لیوان i ام، S_i: فاصله لیوان i ام تا مرکز سنترپیوت و $\overline{V}_m$: نیز متوسط وزنی حجم آب جمع شده در لیوان‌ها است. در این تحقیق نازل‌های دوار شرکت نلسون (نلسون، ۲۰۰۳) با صفحات آبی رنگ[1] مورد استفاده قرار گرفتند. سایز و فاصله بین نازل‌ها مطابق با استاندارد شرکت سازنده و متغیر بود به‌گونه‌ای که در این شرایط مساحت آبیاری شده توسط هر نازل نیز تغییر می‌کرد. اجزاء فوق در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. به‌منظور ارزیابی کارایی سیستم سنترپیوت اصلاح شده جهت توزیع یکنواخت آب، در ٤۲ نوبت مختلف اقدام به جمع‌آوری آب در لیوان‌ها گردید. آزمایش‌های جمع‌آوری آب در عصر و اوایل شب، زمانی‌که سرعت باد به‌طور عمده کمتر از ۱/٥ متر در ثانیه بود انجام گرفت (کونسیکائو و کوئلهو، ۲۰۰٤). در طی دوره آزمایش سرعت باد در محل انجام آزمایش با استفاده از یک بادسنج

1- Nelson,R3000,U4-8

www.SID.ir

Archive of SID

دستی اندازه‌گیری و در شرایطی که سرعت باد از ۱/۵ متر در ثانیه تجاوز می‌کرد، جمع‌آوری آب متوقف می‌گردید. با توجه به پایین بودن دما و سرعت باد در طی زمان آزمایش از تلفات تبخیر آب در قوطی‌های جمع‌آوری آب صرف‌نظر گردید.

شکل ۲- اجزا نازل دوار شرکت نلسون.

نتایج و بحث

مطابق انتظار نتایج نشان می‌دهند که اگرچه در محدوده مرز تغییرات شدت آبیاری یا عمق آبیاری (که در عمل می‌تواند مرز تغییر بافت خاک در مزرعه باشد) یکنواختی مطلوبی حاصل نمی‌گردد ولی مطابق با پیش‌بینی‌های اولیه در مناطقی که زمین دارای باند عریضی از شدت آبیاری یکسان است، یکنواختی توزیع آب مطلوبی حاصل گردید. همان‌گونه که در شکل‌های ۳ و ٤ دیده می‌شود، مرز تغییرات شدت آبیاری در حد فاصل آبپاش‌های پنجم و ششم همچنین دهم و یازدهم (از سمت چپ) می‌باشد. غیریکنواختی توزیع آب در مرز تغییر شدت آبیاری کاملاً مورد انتظاراست زیرا در مرز تغییر شدت آبیاری، نازل‌های با شدت آبیاری متفاوت برروی هم هم‌پوشانی دارند. در این ارتباط استفاده از نازل‌هایی با شعاع پاشش کمتر در جهت کاهش دامنه هم‌پوشانی آبپاش‌های هم‌جوار می‌تواند راه‌حل مناسبی جهت کاهش مشکل مزبور باشد. همچنین استفاده از لوله‌های قطره چکان‌دار با قطر ١٦ میلی‌متر و از جنس پلی‌اتیلن به‌جای نازل‌ها (هزارجریبی، ۲۰۰۸؛ دربالا، ۲۰۰۳) نیز می‌تواند ضمن

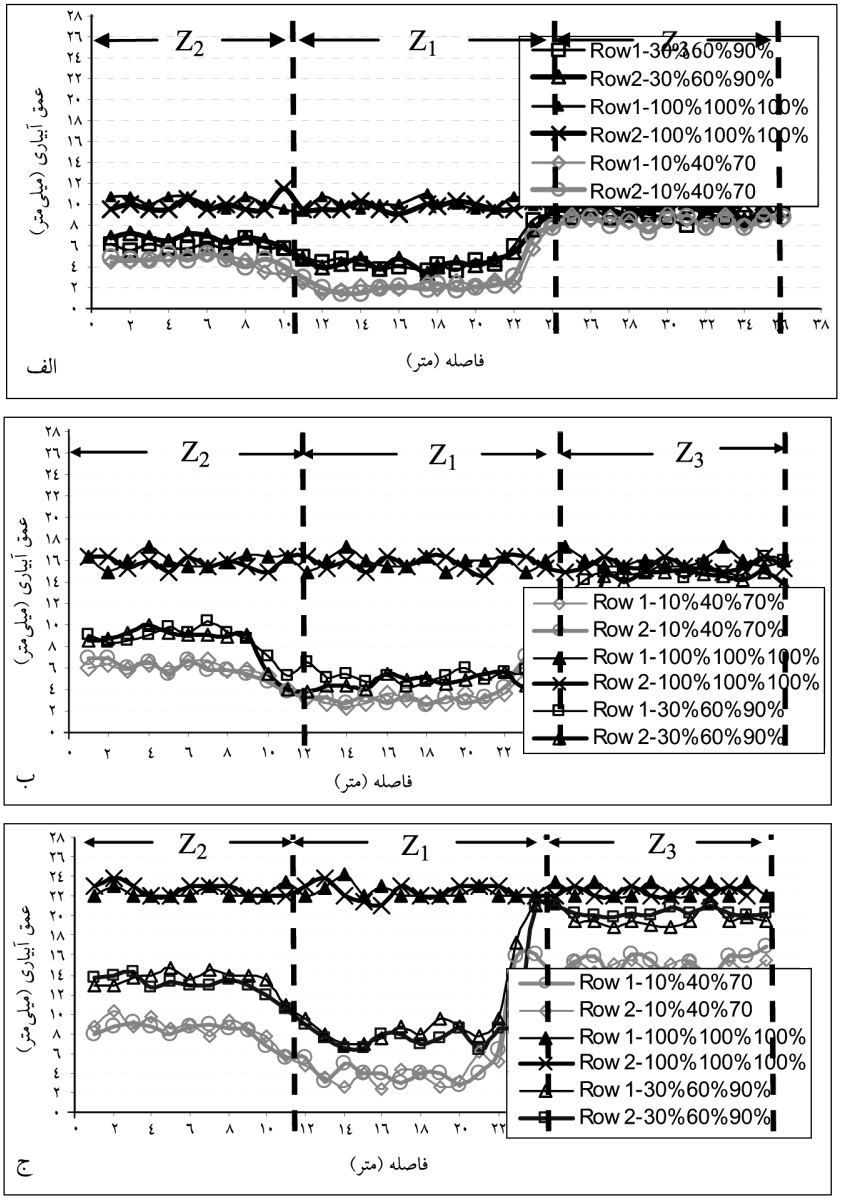
www.SID.ir

Archive of SID

افزایش راندمان آبیاری، مشکل فوق را رفع نماید. در این پژوهش به‌دلیل ناچیز بودن مساحت محدوده توزیع غیریکنواخت آب در مقایسه با مساحت کل مزرعه و همچنین تغییر مکانی تدریجی و غیرناگهانی بافت خاک در طبیعت از توزیع غیریکنواخت آب در محدوده کوچک مزبور صرف‌نظر شده است و بررسی ضریب یکنواختی توزیع آب در محدوده‌ای عریض که آبیاری را در آن با شدتی یکسان صورت می‌پذیرد دنبال شده است. بنابراین در این تحقیق از ارقام آب جمع شده در لیوان‌های قرار گرفته تا حد فاصل ۲ متری از مرز تغییر شدت آبیاری در محاسبه ضریب یکنواختی توزیع آب صرف‌نظر گردید. هر چند در موارد جزئی به‌دلیل تأخیر زمانی ایجاد شده در انسداد کامل شیرهای مغناطیسی پرش‌هایی در عمق آبیاری نشان داده شده در شکل‌های ۳ و ٤ دیده می‌شوند (فرایسه و همکاران، ۱۹۹۵)، ولی نتایج ارایه شده در جدول ۱ به همراه شکل‌های ۳ و ٤ به‌خوبی نشان می‌دهند که تکنیک ضربان غیرپیوسته اعمال شده توسط شیرهای مغناطیسی و سیستم کنترل قادر به اعمال آبیاری با شدت متغیر و متناسب با برنامه داده شده به واحد کنترل بودند و سنترپیوت اصلاح شده توانست آب را به‌صورتی یکنواخت در داخل مناطق Z_1، Z_2 و Z_3 توزیع نماید. مقایسه نتایج حاصل از جمع‌آوری آب در لیوان‌ها نشان داد که خروج آب از نازل‌ها در جهت حرکت سنترپیوت در مقایسه با جهت موازی با خط بال آبیاری از یکنواختی بالاتری در توزیع آب برخوردار است. این موضوع می‌تواند از مقایسه چشمی شکل‌های ۳ و ٤ نیز نتیجه‌گیری گردد که دلیل آن دریافت نکردن آب در لیوان‌ها، از آبپاش‌های قرار گرفته در مناطق Z_1 و Z_3 (آبپاش‌هایی با شدت آبیاری متغیر) می‌باشد. در جدول ۱ نیز میانگین ضریب یکنواختی توزیع آب در سطوح مختلفی از شدت آبیاری و سرعت سنترپیوت محاسبه شده است. انحراف‌های مشاهده شده در ضریب یکنواختی نسبت به توزیع کاملاً یکنواخت (CU_{HH}=۱۰۰ درصد) در جدول ۱ می‌تواند به اختلاف فشار موجود در طول خط آبیاری (فرایسه و همکاران، ۱۹۹۵) و تغییرات جهت وزش باد مطابق با مشاهدات مزرعه‌ای و تغییرات سرعت وزش باد از روی بادسنج دستی موجود در طی زمان‌هایی کوتاه از زمان آزمایش (کونسیکائو و کوئلهو، ۲۰۰٤) منتسب گردد. ضریب یکنواختی سنترپیوت اصلاح‌شده در این تحقیق تقریباً مشابه با دامنه معمول تغییر ضریب یکنواختی توزیع آب در سنترپیوت‌ها و لینیرموهای تجاری ما بین ۸۵ تا ۹۵ درصد نوسان نمود (شرر و همکاران، ۱۹۹۹).

www.SID.ir

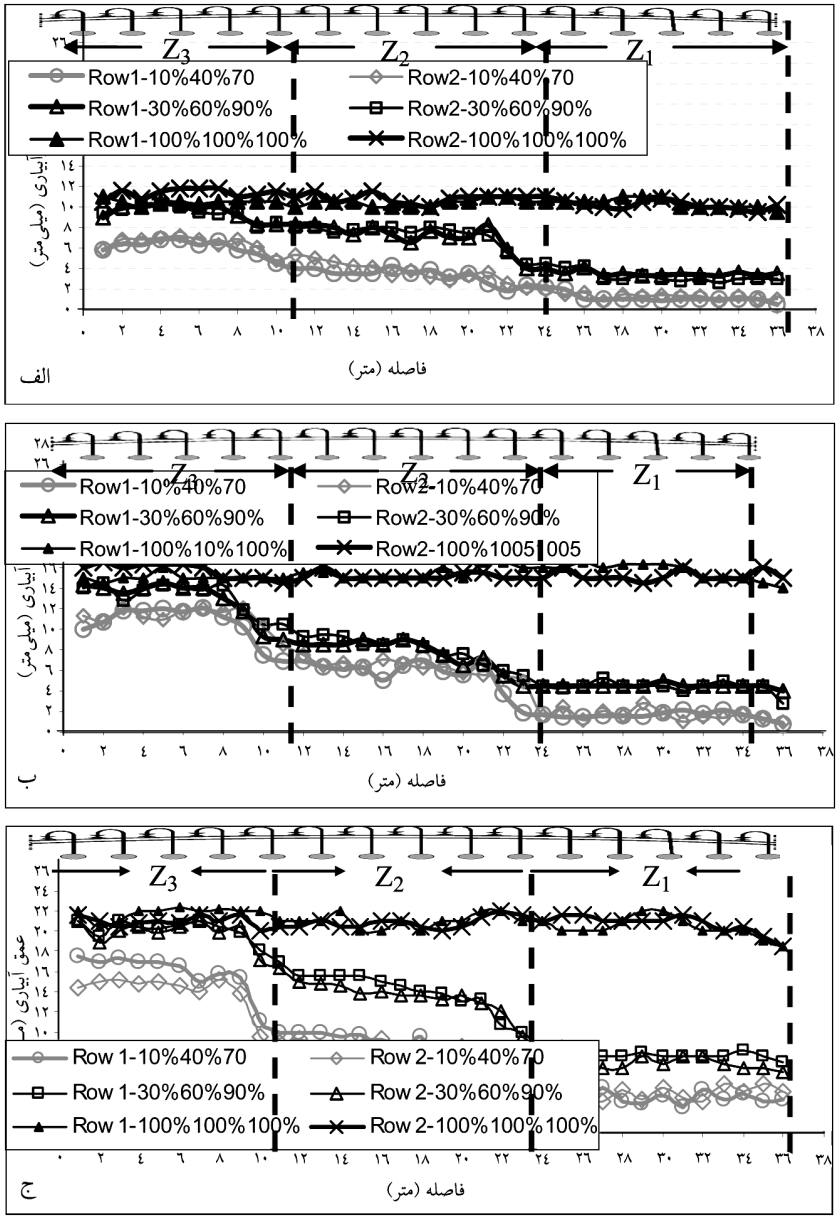
Archive of SID



شکل ۳- اثر آبیاری با شدت متغیر روی یکنواختی توزیع آب در سرعت‌های سترپیوت ۳۰ درصد (a)، ۲۰ درصد (b) و ۱۰ درصد (c) و در شرایطی که لیوان‌های جمع‌آوری آب به‌صورت موازی با بال آبیاری سترپیوت چیده شده باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- اثر آبیاری با شدت متغیر روی یکنواختی توزیع آب در سرعت‌های سترپیوت ۳۰ درصد (a)، ۲۰ درصد (b) و ۱۰ درصد (c) و در شرایطی که لیوان‌های جمع‌آوری آب به‌صورت عمود بر بال آبیاری سترپیوت چیده شده باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین ضریب یکنواختی توزیع آب در سطوح مختلف شدت آبیاری و سرعت سترپیوت.

شدت آبیاری با سطح ضربان	ضریب یکنواختی (درصد)		
شیر مغناطیسی (درصد)	سرعت سترپیوت= ۱۵ درصد	سرعت سترپیوت= ۲۰ درصد	سرعت سترپیوت= ۳۰ درصد
۱۰	۸۲/۹	۸۳/۲	۸٤/۱
۳۰	۹۱/۲	۹۰/۳	۸۸/۹
٤۰	۸۸/۱	۸٦/۱	۸۷/۷
٦۰	۹۲/۳	۸۱/۹	۹۲/۱
۷۰	۹۱/٦	۹۲/۲	۸۹/۹
۹۰	۹۵/۲	۹۳/۷	۹۱/۵
۱۰۰	۹٦/۱	۹۳/۸	۹۲/۲

با یک نگاه کلی و ماکروسکوپیک به نتایج ارایه شده در جدول ۱ می‌توان دریافت که با افزایش سطح ضربان شیرهای مغناطیسی از ۱۰ درصد به ۱۰۰ درصد، ضریب یکنواختی توزیع آب در همه سرعت‌های تنظیمی برای سترپیوت اصلاح‌شده افزایش یافت. علاوه‌بر این‌که افزایش سرعت سترپیوت نیز اثر معکوسی بر ضریب یکنواختی داشته و آن را کاهش داد. دلیل منطقی توجیه این نتایج را می‌توان ثبات بهتر فشار و دبی جریان در آبیاری‌های بلندمدت در مقایسه با آبیاری‌های کوتاه‌مدت جستجو کرد. علاوه‌بر این‌که موافق با نتایج فرایسه و همکاران (۱۹۹۵)، مشاهدات مزرعه‌ای در طی زمان آزمایش نشان داد که شیرهای مغناطیسی قادرند سریع باز شده ولی به کندی بسته شوند که این موضوع به‌نوبه خود به‌ویژه در شرایطی که زمان آبیاری کوتاه‌مدت است (در درصدهای پایین‌تر ضربان شیر مغناطیسی و سرعت‌های بالاتر حرکت سترپیوت) تأثیر بیشتری در افزایش انحراف از میانگین و کاهش ضریب یکنواختی داشته و نتایج بالا را توجیه می‌نماید. موافق با دلایل فوق در این پژوهش نیز حداکثر و حداقل یکنواختی به‌ترتیب در سطوح ضربان شیر مغناطیسی ۱۰۰ و ۱۰ در صد حاصل گردیدند. مشاهدات مزرعه‌ای نشان دادند که سیستم کنترل و شیرهای مغناطیسی می‌توانند آب را بدون مشکل فنی به‌صورت متغیر در مزرعه توزیع نمایند ولی به‌منظور کاهش تعداد ضربات قوچ وارده به پمپ که ناشی از تغییرات مداوم دبی و فشار است، بایستی سیکل زمانی ۳۰ ثانیه‌ای در باز و بسته شدن شیرهای مغناطیسی را به سیکلی با مدت طولانی‌تر تغییر داد. محاسبات نشان داد که عمق آبیاری اندازه‌گیری شده متناسب با مدت زمان باز بودن شیرهای مغناطیسی (سطح ضربان شیرهای مغناطیسی) و سرعت حرکت سترپیوت تغییر

www.SID.ir

Archive of SID

کرد ولی بین عمق آبیاری اندازه‌گیری شده و عمق آبیاری هدف (جدول ۲) که براساس محاسبات تئوریکی و متناسب با شدت آبیاری ۱۰۰ درصد محاسبه گردید، اختلافات (درصد خطای ارایه شده در جدول ۲) محسوس در سطوح پایین‌تر ضربان شیرهای مغناطیسی مشاهده گردید که دلیل آن تاخیر زمانی ایجاد شده در انسداد کامل شیرهای مغناطیسی (فرایسه و همکاران، ۱۹۹۵) است که تأثیر بیشتری در توزیع نامناسب آب و کاهش ضریب یکنواختی دارد.

نتایج این پژوهش حاضر نشان داد که روش اعمال آبیاری با شدت متغیر از طریق باز و بسته شدن شیرهای مغناطیسی علاوه‌بر توانایی توزیع یکنواخت آب می‌تواند عمق آبیاری را نیز متناسب با سطح ضربان شیر مغناطیسی تغییر دهد. با توجه به محدویت منابع آبی در کشور، نتایج این پژوهش راهکاری جدید و امیدبخش را در راستای افزایش راندمان آبیاری و مصرف بهینه آب در کشاورزی فاریاب (بزرگ‌ترین بخش مصرف‌کننده آب) به‌ویژه برای مزارعی با تغییرات محسوس در بافت خاک ارایه می‌نماید.

جدول ۲- میانگین عمق آبیاری و خطای ایجاد شده در سطوح متفاوت شدت آبیاری و سرعت سنترپیوت.

سرعت سترپیوت = ۳۰ درصد			سرعت سترپیوت = ۲۰ درصد			سرعت سترپیوت = ۱۵ درصد			شدت آبیاری یا سطح ضربان شیر مغناطیسی (درصد)
درصد خطا (درصد)	عمق آبیاری هدف (میلی‌متر)	عمق آبیاری اندازه‌گیری شده (میلی‌متر)	درصد خطا (درصد)	عمق آبیاری هدف (میلی‌متر)	عمق آبیاری اندازه‌گیری شده (میلی‌متر)	درصد خطا (درصد)	عمق آبیاری هدف (میلی‌متر)	عمق آبیاری اندازه‌گیری شده (میلی‌متر)	
٤٧/١	١/٠	١/٥	٥٩/٢	١/٦	٢/٥	٦٤/٣	٢/٢	٣/٥	١٠
٢٠/٩	٣/١	٣/٧	٦/٥	٤/٧	٤/٤٠	١٥/٦	٦/٧	٧/٧	٣٠
٣٧/٣	٤/١	٥/٦	٣/٥	٦/٣	٦/٥	٢/٠	٨/٩	٨/٧	٤٠
٩/٥	٦/١	٦/٧	٣/٤	٩/٤	٩/١	٥/١	١٣/٣	١٤/٠	٦٠
٢/٢	٧/١	٧/٣	٠/١	١١/٠	١١/١	٠/٢	١٥/٥	١٥/٥	٧٠
٠/٩	٩/٢	٩/١	٣/٣	١٤/١	١٤/٦	١/٤	٢٠/٠	١٩/٧	٩٠
٠	١٠/٢	١٠/٢	٠	١٥/٧	١٥/٧	٠	٢٢/٢	٢٢/٢	١٠٠

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Al-Kufaishi, S., Blackmore, S., Sourell, H., and Maletti, G. 2005. The Feasibility of Using Variable Rate Water Application under a Centre-Pivot Irrigation System, Irrigation and Drainage Systems, Published online: 26 July, 2006, Pp: 1-11.
2.ASAE. 2001. Test procedure for determining the uniformity of water distribution of centre pivot and lateral move irrigation machines equipped with spray or sprinkler nozzles. ANSI/ASAE Standard S436.1, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, http:// asae.frymulti. com/abstract.asp ? aid= 23584&t=2.
3.Brown, L., and Kane, H. 1994. Full house: reassessing the Earth's population carrying capacity. Norton, New York, NY, USA, 250p.
4.Conceiçao, M.A.F., and Coelho, R.D. 2004. Wind effect on water distribution using microsprinklers, Brazil. IRRIGA, 9: 1. 62-71.
5.Dechmi, F., Playan, E., Faci, J.M., Tejero, M., and Bercero, A. 2003. Analysis of an Irrigation District in North-eastern Spain II Irrigation, Evaluation, Simulation and Scheduling Agricultural Water Management, 61: 2. 93-109.
6.Derbala, A. 2003. Development and evaluation of mobile drip irrigation with center pivot irrigation. machines. Ph.D. Thesis, FAL Agricultural Research, 250: 40-68.
7.Dukes, M.D., and Perry, C. 2006. Uniformity testing of variable-rate center pivot irrigation control systems. Precision Agriculture, 7: 205-218.
8.Evans, G.R., and Harting, G.B. 1999. Precision irrigation with center pivot systems on potatoes, P 75-84. In: Proc. ASCE 1999, International Water Resources Engineering Conference. August 8-11. Seattle, WA, USA.
9.Evans, R.G., Hans, W., Kronger, M.W., and Schneider, S.M. 1996. Precision Center Pivot Irrigation for Efficient use of Water and Nitrogen. Proceeding of the Third International Conference on Precision Agriculture. Madison WI, USA, Pp: 75-84.
10.Fraisse, C.W., Duke, H.R., and Heermann, D.F. 1995. Laboratory evaluation of variable water application with pulse irrigation. Trans ASAE, 38: 5. 1363-1369.
11.Heermann, D., Wallender, W., and Bos, M. 1992. Irrigation efficiency and uniformity. Chapter 6 in Management of Farm Irrigation Systems, Pp: 125-149.
12.Hezarjaribi, A. 2008. Site-specific irrigation: Improvement of application map and a dynamic steering of modified centre pivot irrigation system, Ph.D. Thesis, FAL Agricultural Research, Pp: 98-104.
13.Hezarjaribii, A., and Sourell, H. 2007. Feasibiliy study of monitoring the total available water content using non-invasive electromagnetic induction-based and electrod-based soil electrical conductivity measurements. Irrigation and Drainage, 56: 53-65.

www.SID.ir

Archive of SID

14.King, B.A., and Kincaid, D.C. 2004. A variable flow rate sprinkler for site-specific irrigation management. Applied Engineering in Agriculture, 20: 6. 765-770.
15.King, B.A., McCann, I.R., Eberlein, C.V., and Stark, J.C. 1999. Computer Control System for Specially Variable Water and Chemical Applications Studied with Continuous move Irrigation Systems. Computer and Electronics in Agriculture, 24: 177-194.
16.Mc Cann, I.R., King, B.A., and Stark, J.C. 1997. Variable Rate water and Chemical Application for Continuous-move Sprinkler Irrigation System. Applied Engineering in Agriculture, 13: 609-615.
17.Michael, D., Dukes, M.D., and Calvin, P. 2006. Uniformity testing of variable-rate center pivot irrigation control systems. Precision Agriculture, 7: 205-218.
18.Nelson. 2003. Nelson Irrigation Corporation Interactive Brochure, Water Application Solution. Walla Walla, WA USA. www.nelsonirrigation.com.
19.Perry, C., Pocknee, S., and Hansen, O. 2003. A variable rate pivot irrigation control system, P 536-554. In: Stafford, J., and Werner, A. (eds), ECPA 2003, Proceedings of the Fourth European Conference on Precision Agriculture.
20.Pocknee, S., and Hansen, O. 2003. Variable-Rate Irrigation: Water Savings and Increased Yields?, Resource Magazine, 10: 1. 11-12.
21.Scherer, T.F., Kranz, W., Pfost, D., Werner, H., Wright, J.A., and Yonts, C.D. 1999. Sprinkler Irrigation Systems. MWPS-30. First edition. Ames, IA: MidWest Plan Service, 250p.
22.United Nations Commission on Sustainable Development. 1997. Overall progress achieved Since the united nations conference on environment and development. Report of the Secretary General, UN: New York.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(1), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Evaluation of variable-rate water distribution uniformity from a modified centre pivot irrigation system

***A. Hezarjaribi[1], H. Sharifan[1], H. Ansari[2] and B. Sohrabi[3]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, [3]Assistant Prof. Research, Cotton Research Institute of Iran, Gorgan

Abstract

Variable rate water application can be achieved along the length of centre pivot by variable-rate control systems. But to attain a satisfactory level of irrigation efficiency, high water application uniformity over area with same irrigation rate is required. In this research, the water distribution uniformity was evaluated with a modified centre pivot irrigation system that was able to vary the amount of water along the length of centre pivot and vertical to movement direction. Uniformities along the length of centre pivot and vertical to movement direction were calculated at three movement speeds and seven solenoid valve pulsing levels. Results showed that modified centre pivot is able to apply water with acceptable uniformity coefficient (82 to 96%) under different pulsing level and movement speed. Uniformity was increased by increasing pulsing level and decreasing movement speed.

Keywords: Centre pivot, Variable-rate irrigation, Water distribution uniformity

* Corresponding Author; Email: aboutaleb@gau.ac.ir

www.SID.ir