Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد سیزدهم، شماره پنجم، آذر- دی ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr

بررسی اثرات باد و فشار آب بر یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک

امید شیخ اسماعیلی*
کارشناس‌ارشد آبیاری و زهکشی و رئیس هیات مدیره شرکت مهندسی مشاور اقتصاد هوشمند

تاریخ دریافت: ۸۳/۲/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۱۱/۱۰

چکیده

دانستن عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی اهمیت زیادی در افزایش بازده کاربرد آب به منظور ارائه راهکارهایی جهت توسعه و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود دارد. این تحقیق با هدف یافتن مقدار مناسب فشار آب در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط مختلف سرعت باد انجام گرفت. آزمایش‌ها به روش استقرار آبپاش منفرد و براساس دستورالعمل استاندارد ایزو ۷۷٤۹/۲ در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان انجام پذیرفت. نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین مقدار ضریب یکنواختی در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک با فشار آب ٤۵ متر به‌دست می‌آید و افزایش سرعت باد و فشار آب باعث کاهش ضریب یکنواختی می‌گردند. همچنین در شرایطی که سرعت باد از ٤/۲ متر بر ثانیه تجاوز کند مقدار ضریب یکنواختی از ۸۰ درصد کمتر خواهد شد. بنابراین آبیاری بارانی هنگام وزش بادهای شدید و با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبپاش، آبیاری بارانی، باد، فشار آب، یکنواختی توزیع آب

مقدمه

براساس شاخص فالکن مارک، کشور ایران در آستانه قرار گرفتن در بحران آبی قرار دارد. همچنین براساس شاخص سازمان ملل و شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب ، ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد. بنا به گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب، ایران برای حفظ وضع موجود خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید که این مقدار با توجه به امکانات و منابع آب موجود غیرممکن به نظر می‌رسد. بنابراین وضعیت موجود آب کشور می‌بایست جزو نگرانی‌های کارشناسان و مدیران بوده و برای حل این معضل لازم است با اتخاذ تصمیمات اصولی و کارساز مانع از گسترش این بحران شد (احسانی و همکاران، ۱۳۸۲).

محدودیت منابع آبی با کیفیت مناسب و نیز تشدید این محدودیت به علت خشکسالی علاوه‌بر بازدهی پایین آبیاری و تداوم افزایش تقاضا، سبب گردیده‌اند تا محققان به دنبال راهکارهای مناسب برای حداکثر استفاده از منابع آبی موجود و افزایش بهره‌وری گردند. در این راستا، با توجه به اولویت سیستم‌های آبیاری تحت فشار و لزوم

*- مسئول مکاتبه: sheikh1355@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه گذاری اولیه بسیار زیاد لازم است بررسی‌های دقیقی از نظر فنی، اقتصادی و فرهنگی در مورد انواع سیستم‌های آبیاری تحت فشار در هر منطقه صورت گیرد.

عدم طراحی صحیح و اصولی به دلیل نداشتن روابط و پارامترهای مورد نیاز طراحی، با توجه به عدم سابقه و کاربرد سیستم‌های آبیاری بارانی یا انجام پروژه‌های تحقیقاتی در ایران باعث شده تا طراحی‌ها به‌صورت کلیشه‌ای از نمودارها و جداولی صورت گیرد که برای سایر سیستم‌ها و مناطق مشابه به‌دست آمده‌اند. این امر شده است تا اولاً نتوان برنامه‌ریزی دقیق و واقعی در منابع آب کشور انجام داد. ثانیاً، تعیین مقادیر پارامترهای طراحی با حدس و گمان صورت گیرد که منجر به افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بروز مشکلات و هزینه‌های اضافی در بهره‌برداری و نگهداری و بالاخره کاهش بازدهی اقتصادی طرح‌ها در طول عمر مفید می‌گردد (شیخ اسماعیلی، ۱۳۸۲).

به منظور استفاده بهینه از آب قابل دسترس، توزیع یکنواخت‌تر آب ضروری است. توزیع یکنواخت‌تر آب علاوه‌بر صرفه‌جویی در مصرف آب، نهایتاً سبب افزایش کمی و کیفی محصول خواهد شد. ضمن آنکه توزیع یکنواخت آب به‌طور صد در صد عملی نیست زیرا عواملی در توزیع آب دخالت دارند که نمی‌توان تأثیر همه آنها را از بین برد. کاربرد حداقل ضریب یکنواختی ۸۰ درصد به‌عنوان معیار طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی توسط اکثر محققین نظیر کریستیانسن (۱۹۴۲)، کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) توصیه شده است.

ضریب یکنواختی کریستیانسن (۱۹۴۲) از رابطه آماری زیر محاسبه می‌گردد.

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| X_i - \overline{X} \right|}{n.\overline{X}}\right) \times 100 \qquad (1)$$

CU = ضریب یکنواختی کریستیانسن (درصد)، X_i =عمق یا حجم آب اندازه‌گیری شده در هر ظرف (میلی‌متر یا میلی‌لیتر)، $\overline{X}$ =متوسط عمق یا حجم آب اندازه‌گیری شده در ظرف‌ها (میلی‌متر یا میلی‌لیتر)، n =تعداد کل ظرف‌های آب اندازه‌گیری شده در آزمایش.

پیر (۱۹۶۸)، عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب را به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

الف- عوامل مربوط به آبپاش‌ها نظیر اندازه نازل، سرعت چرخش، فشار آب در نازل و نوع نازل.

ب- عوامل مربوط به سیستم آبیاری نظیر تغییرات فشار آب در لوله‌ها، آرایش و فواصل آبپاش‌ها.

ج- عوامل مربوط به مدیریت نظیر مدت آبیاری و عمود بودن پایه آبپاش‌ها.

د- عوامل مربوط به اقلیم نظیر باد.

علیرغم این دسته‌بندی باید گفت که تأثیر عوامل مذکور بر یکنواختی توزیع آب منفک از یکدیگر نبوده و دارای اثرات متقابلی نیز بر یکنواختی توزیع آب هستند.

یکنواختی پخش آب در سیستم آبیاری بارانی عمدتاً بستگی به این دارد که با توجه به فاصله آبپاش‌ها و اثر باد، مناسب‌ترین مقدار فشار آب و اندازه نازل برای آبپاش‌ها انتخاب گردد. کلر (۱۹۸۳) به این نتیجه رسید که با کاهش سطح مقطع نازل آبپاش در یک فشار آب ثابت، ذرات آب کوچک‌تر می شوند و اگر سطح مقطع نازل بیش از اندازه کوچک شود قطرات آب پودری شده و با کمترین حرکت هوا (باد) جابجا می‌گردند که باعث کاهش یکنواختی توزیع و راندمان کاربرد آب می‌گردد.

کریستیانسن (۱۹۴۲) گزارش داد که برای هر اندازه نازل آبپاش یک دامنه مطلوب فشار آب جهت توزیع یکنواخت آب وجود دارد. به‌طوری‌که افزایش بیش از حد بار فشاری باعث ریزتر و به اصطلاح پودری شدن قطرات آب می‌شود. در مناطق بادخیز، قطرات ریز آب به راحتی تحت تأثیر باد قرار گرفته و این باعث کاهش یکنواختی توزیع آب می‌گردد. از طرف دیگر کم بودن فشار آب نیز منجر به توزیع غیر یکنواخت آب می‌گردد زیرا همپوشانی آبپاش‌ها به خوبی صورت نگرفته و بخش اعظم آب در فاصله کمی دورتر از آبپاش‌ها می‌ریزد.

معیار اصلی برای انتخاب فواصل آبپاش‌ها در شرایط مختلف باد و فشار آب، یکنواختی توزیع آب است. فرای

www.SID.ir

Archive of SID

و گری (۱۹۷۱) و وزارت کشاورزی امریکا برای تعیین فواصل آبپاش‌ها جدول ۱ را با توجه به سرعت باد و قطر پاشش آبپاش ارائه نمودند.

کلر (۱۹۸۳) برای انتخاب فواصل آبپاش‌های با فشار آب متوسط و مناطقی که بادهای آرام تا متوسط دارند، به‌عنوان یک قاعده کلی توصیه نمود که آبپاش‌ها در آرایش‌های مربعی، مثلثی و مستطیلی به‌ترتیب با فواصل ۵۰، ٦۲ و ٦۷ ×٤۰ درصد از قطر پاشش قرار گیرند تا بتوان به یکنواختی توزیع مناسبی دست یافت.

فائو (۲۰۰۰) جهت کسب یکنواختی توزیع قابل قبول در شرایط وزش بادهای آرام تا متوسط توصیه نمود که فواصل آبپاش‌ها در جهت لوله اصلی با آرایش‌های مربعی و مستطیلی از ٦۵ درصد قطر پاشش تجاوز نکند. همچنین در شرایط وزش بادهای شدید می‌بایست لوله‌های فرعی را عمود بر جهت باد و با فاصله کمتر از ۵۰ درصد قطر پاشش در نظر گرفت. قابل ذکر است که فائو (۲۰۰۰) کاربرد آبیاری بارانی را هنگام وزش بادهای با سرعت بیش از ۳/۵ متربرثانیه توصیه نمی‌کند.

مهمترین عامل اقلیمی که بر توزیع یکنواخت آب از آبپاش‌ها اثر می‌گذارد باد است. باد را دشمن آبیاری بارانی می‌دانند زیرا از یک طرف باعث کاهش یکنواختی توزیع آب یا افزایش تلفات نفوذ عمقی می‌شود و از طرف دیگر، مهمترین عاملی است که منجر به تلفات تبخیر و باد می‌گردد (کلر، ۱۹۸۳).

طبق نظر سگینر (۱۹۷۵) در مناطق بادخیز با کاهش فواصل آبپاش‌ها می‌توان یکنواختی توزیع آب را افزایش داد. به نظر وی آبیاری بارانی برای مناطقی که سرعت متوسط باد بیش از ۱۵ کیلومتر بر ساعت دارند قابل توصیه نیست.

تارجوئلو (۱۹۹۲) برای انجام آزمایش‌ها در شرایط وزش باد از یک تونل باد مصنوعی استفاده کرد و آزمایش‌های بدون باد را در شرایط آرام مزرعه انجام داد که به نتایج زیر منجر گردید.

۱- رابطه سرعت باد- ضریب یکنواختی از نوع معادلات درجه دوم بوده و با افزایش سرعت باد ضریب یکنواختی کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش فواصل آبپاش‌ها، شدت تغییرات ضریب یکنواختی نسبت به سرعت باد افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، شیب منحنی‌های سرعت باد- ضریب یکنواختی با افزایش فاصله آبپاش‌ها بیشتر می‌گردد. نحوه آرایش آبپاش‌ها نیز بر شیب این منحنی‌ها مؤثر است به‌طوری که روابط سرعت باد- ضریب یکنواختی در بعضی از آرایش‌ها و اندازه نازل‌ها خطی می‌گردد.

۲- ضرایب یکنواختی در حالت آرایش مربعی بیشتر از آرایش مستطیلی است.

۳- حتی الامکان سیستم آبیاری بارانی را با شدت پاشش کم (۷-۵ میلی‌متر بر ساعت) طراحی کنید. همچنین بهتر است که آبیاری بارانی در شب انجام شود زیرا سرعت باد در شب کمتر است.

جدول ۱- انتخاب فواصل آبپاش‌ها نسبت به سرعت باد.

وزارت کشاورزی آمریکا		سرعت (کیلومتر بر ساعت)	فرای و گری	
S_L/D_W	S_L/D_W		S_L/D_W	S_L/D_W
۰/٦۵	۰/۵۰	۱۱/۳	۰/٦۵	۰/٤۰
۰/۵۰	۰/۵۰	۱٦/۱	۰/٦۰	۰/۳۰
۰/۵۰	۰/۳۵	۱۷/۷	۰/۵۰	۰/۳۰

S_m: فاصله آبپاش‌ها روی لوله اصلی **S_l: فاصله آبپاش‌ها روی لوله فرعی** **D_w: قطر پاشش آبپاش**

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق حاضر جهت دستیابی به اهداف زیر در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان به انجام رسید:

۱- بررسی اثرات باد و فشار آب بر یکنواختی توزیع آب.

۲- دستیابی به روابطی جهت تعیین ضریب یکنواختی در شرایط مختلف جوی و هیدرولیکی جریان.

۳- ارائه راهکارهای علمی- کاربردی جهت افزایش یکنواختی توزیع و بازده کاربرد آب در مزرعه.

مواد و روش‌ها

معرفی سیستم آبیاری: بررسی‌های انجام شده در استان خوزستان نشان می‌دهند که سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در مقایسه با سایر سیستم‌های آبیاری بارانی از تطابق نسبتاً مناسبی با شرایط مزرعه به لحاظ بافت خاک، شیب زمین، الگوی کشت و بهره‌برداری و نگهداری داشته و مشخصات هیدرولیکی لوله‌ها و آبپاش‌ها در طرح‌های اجرا شده قابل قبول بوده است (پورمحسنی، ۱۳۷۷).

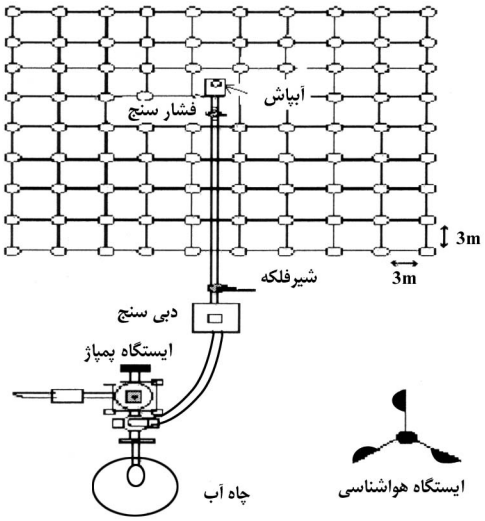
معمولاً در این سیستم آبیاری بارانی از آبپاش‌های سه نازله (۳/۲+۶/۳+۱۱ میلی‌متر) استفاده شده و لوله‌های اصلی و فرعی در زمین مدفون می‌گردند. بنابر تجارب به‌دست آمده توصیه می‌شود از حداقل فشار آب ۴۵ متر برای جلوگیری از کوبیدگی خاک، کسب یکنواختی توزیع مناسب و صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی استفاده گردد. فواصل آبپاش‌ها نیز به‌طور معمول به ابعاد ۳۰×۲۵ متر انتخاب می‌گردند. به‌طورکلی در خصوص مزایا و معایب این سیستم آبیاری بارانی می‌توان گفت که در اکثر زمین‌ها با شکل منظم و نامنظم یا شیب زیاد و خاک‌های با بافت سبک تا نسبتاً سنگین (با نفوذپذیری بیش از ۸ میلی‌متر برساعت) قابلیت تطبیق مناسبی دارد. از لحاظ نوع کشت امکان آبیاری اکثر محصولات پا کوتاه و پا بلند وجود دارد. سرقت لوازم و قطعات کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، در مزارعی که بافت خاک سنگین دارند جابجایی آبپاش‌ها در زمین خیس شده دشوار است. وجود انشعابات متعدد شیر خودکار در مزرعه باعث بروز مشکلاتی در عملیات زراعی می‌گردد. هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در آن نسبت به سایر سیستم‌های آبیاری بارانی به غیر از سیستم کاملاً ثابت بیشتر است، لکن هزینه‌های سالیانه و مشکلات بهره‌برداری و نگهداری در آن کمتر می‌باشد (شیخ اسماعیلی، ۱۳۸۲).

شرح انجام آزمایش‌ها: آزمایش‌های طرح در قطعه زمینی مسطح و عاری از پوشش گیاهی به ابعاد ۷۰×۷۰ مترمربع از یک مزرعه دارای سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک سه نازله (۳/۲+۶/۳+۱۱ میلی‌متر) انجام پذیرفت. این مزرعه در منطقه جنوب شرقی استان خوزستان واقع در ۵ کیلومتری شهرستان بهبهان با موقعیت جغرافیایی به طول شرقی ″۳۷ ′۱۷ °۵۰ و عرض شمالی ″۴۵ ′۳۰ °۳۰ قرار دارد. تجهیزات و ادوات هواشناسی شامل بادسنج و جعبه اسکرین دارای دماسنج‌های خشک و تر در فاصله ۵۰ متری از محل آبپاش نصب گردیدند که در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. آزمایش‌ها براساس دستورالعمل‌های استاندارد ایزو[1] و جامعه مهندسان کشاورزی امریکا[2] به روش استقرار آبپاش منفرد و به تعداد ۴۰ مورد در دو حالت فشار آب ۴۵ و ۵۰ متر انجام پذیرفت. برای اندازه‌گیری حجم آب ظروف از استوانه‌های مدرج استفاده شد. سرعت باد در طی یک ساعت زمان آزمایش مطابق توصیه دستورالعمل‌های مذکور قرائت و ثبت می‌گردید. عامل جوی شامل سرعت باد و پارامتر هیدرولیکی جریان شامل فشار آب در دو حالت ۴۵ و ۵۰ متر به‌عنوان تیمارهای مورد آزمایش در نظر گرفته شدند. آزمایش‌ها به‌طور تصادفی در طی ساعت‌های مختلف شبانه روز انجام می‌گرفت تا بتوان با پوشش کلیه مقادیر شایع سرعت باد به روابط جامع و کاملی برای تعیین ضریب یکنواختی دست یافت. مقادیر اندازه‌گیری سرعت باد در بازه ۰-۶/۸ متر برثانیه قرار گرفت. ضرایب یکنواختی با استفاده از رابطه ۱ و ایجاد همپوشانی از طریق مشابه‌سازی الگوی توزیع آبپاش منفرد مانند شکل ۲ برای کلیه تیمارها در آرایش‌ها و فواصل مختلف آبپاش‌ها محاسبه گردید.

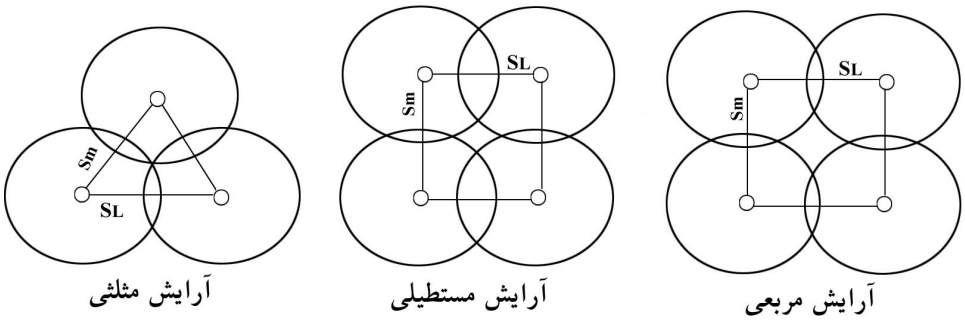
1- ISO 7749/1(1986) and ISO 7749/2(1990)
2- ASAE S398.1(2001)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- شمای کلی تجهیزات و سیستم آبیاری انجام آزمایش‌ها به روش آبپاش منفرد.



شکل ۲- انواع آرایش آبپاش‌ها.

نتایج و بحث

در این تحقیق رابطه بین ضریب یکنواختی با پارامتر هیدرولیکی جریان نظیر فشار آب و عامل جوی شامل باد با استفاده از نرم افزارهای *SPSS*۱۱/۵ و *Excel* ۲۰۰۳ مورد بررسی قرار گرفت تا از نتایج آزمایش‌ها و مقایسه بین آنها بتوان به یک نتیجه‌گیری و رابطه منطقی دست یافت.

میانگین مقادیر ضریب یکنواختی به‌دست آمده در شرایط مختلف فشار آب، آرایش و فواصل آبپاش‌ها در سه بازه سرعت باد شامل باد آرام (۲-۰ متر بر ثانیه)، متوسط (٤-۲ متر بر ثانیه) و شدید (٤ متر بر ثانیه) در جدول ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که روابط و نمودارهای ارائه شده در تحقیق حاضر با استفاده از کلیه مقادیر اندازه‌گیری شده ضریب یکنواختی در آزمایش‌های صحرایی حاصل شده‌اند.

اثرات فشار آب بر یکنواختی توزیع آب: بررسی اثرات فشار آب بر یکنواختی توزیع آب با استفاده از آنالیز واریانس در محیط نرم افزار آماری *SPSS*۱۱/۵ انجام شد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات یگانه تغییرات فشار آب از ٤۵ به ۵۰ متر به‌عنوان یک فاکتور بین موردی در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان ضریب یکنواختی ندارد. به‌عبارت دیگر، اختلاف فشار آب ۵ متر به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

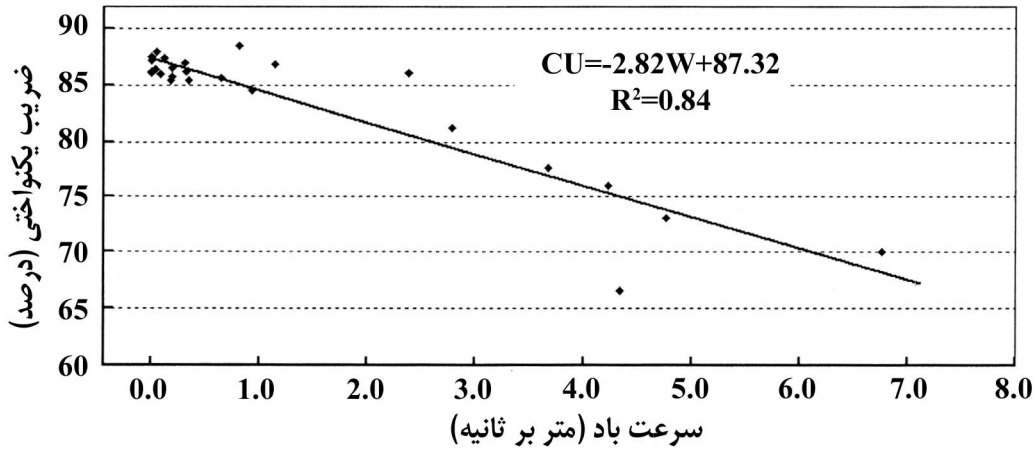
جدول ۲- مقادیر ضریب یکنواختی در شرایط متفاوت باد و فشار آب.

سرعت باد (متر بر ثانیه)	فشار آب (متر)	آرایش و فواصل آبپاش‌ها (متر)								
		آرایش مثلثی			آرایش مستطیلی			آرایش مربعی		
		۳۰×۳۰	۲٤×۲٤	۲۱×۲۱	۲٤×۳۰	۲۱×۳۰	۲۱×۲٤	۳۰×۳۰	۲٤×۲٤	۲۱×۲۱
۰-۲	٤٥	۷٦/۸	۸٦/۹	۹۳/۳	۸٤/۱	۸۷/۷	۸۸/٤	۸۰/۷	۸٥/۲	۹۱/۷
	٥۰	۷۹/۹	۸۷/۱	۹۱/۸	۸٥/٥	۸٦/۹	۸۸/٦	۸۳/۰	۸۷/٦	۹۳/٤
۲-٤	٤٥	۷۰/۹	۷۸/۸	۸۱/۲	۷٦/۲	۷۸/۰	۸۱/۸	۷۱/٦	۸۱/۸	۸۳/٤
	٥۰	۷۳/۳	۷۸/۳	۸۰/٤	۷۸/۳	۷۹/۰	۷۷/٥	۷٤/٥	۷۷/۷	۸۲/٦
٤<	٤٥	٦٤/۰	۷٥/٦	۷٦/۳	۷۰/۰	۷۰/۸	۷۸/۰	٦٤/۹	۸۷/٥	۷۹/٤
	٥۰	٥۹/۰	۷۰/۹	۷۱/۰	٦۳/۰	٦۳/۰	٦۹/۰	٥۹/٤	۷۰/۰	۷٤/۰
میانگین کل در هر حالت	٤٥	۷۰/٦	۸۰/٥	۸۳/٦	۷٦/۸	۷۸/۸	۸۲/۷	۷۲/٤	۸۱/۸	۸٤/۸
از فشار آب	٥۰	۷۰/۸	۷۸/۸	۸۱/۱	۷٥/٦	۷٦/۳	۷۸/۳	۷۲/۳	۷۸/٤	۸۳/۳

اثرات باد بر یکنواختی توزیع آب: باد از مهمترین عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب است. برای دستیابی به یک رابطه منطقی بین ضریب یکنواختی و سرعت باد از انواع نمودارها و معادلات در محیط نرم افزاری *Excel 2003* استفاده شد و مشخص گردید که بیشترین همبستگی با استفاده از معادله خطی مطابق رابطه ۲ و شکل ۳ حاصل می‌شود. در رابطه ۲، ضریب یکنواختی (CU) برحسب درصد و سرعت باد (W) برحسب متر بر ثانیه است.

$$CU = -2.82\ W + 87.32 \quad (R^2 = 0.84) \qquad (۲)$$

بررسی رابطه ۲ و شکل ۳ نشان می‌دهند که ضریب یکنواختی با افزایش سرعت باد به‌طور خطی کاهش می‌یابد. به‌طوری که ضریب یکنواختی به ازای افزایش یک متر بر ثانیه به سرعت باد به میزان ۲/۵۵ درصد کاهش می‌یابد. فائو (۲۰۰۰) کاربرد آبیاری بارانی را هنگام وزش بادهای با سرعت بیش از ۳/۵ متر بر ثانیه توصیه نمی‌کند. مطابق رابطه ۲ در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ۳/۵ متر بر ثانیه میزان ضریب یکنواختی از ۷۷/۵ درصد کمتر می‌گردد. همچنین رابطه ۲ نشان می‌دهد که ضریب یکنواختی در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ٤/۲ متر بر ثانیه از ۷۵/۵ درصد کمتر خواهد شد. لذا بنابر نظر اکثر محققین نظیر سگینر (۱۹۷۵) توصیه می‌شود در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر بر ساعت از انجام آبیاری بارانی اجتناب کرد.



شکل۳- نمودار تغییرات ضریب یکنواختی نسبت به سرعت باد

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات متقابل باد و فشار آب بر یکنواختی توزیع آب: روابط بین ضریب یکنواختی و سرعت باد در دو حالت فشار آب ٤٥ و ٥٠ متر به‌طور جداگانه و با استفاده از کلیه مقادیر اندازه‌گیری شده ضریب یکنواختی مطابق شکل ٤ مورد بررسی قرار گرفت که در روابط ٣ و ٤ نشان داده شده‌اند.

الف- فشار آب ٤٥ متر:

$$CU = -٢,٥٥\times W+٨٦,٦٧ \quad (R^2=٠,٩٩) \quad (٣)$$

ب- فشار آب ٥٠ متر:

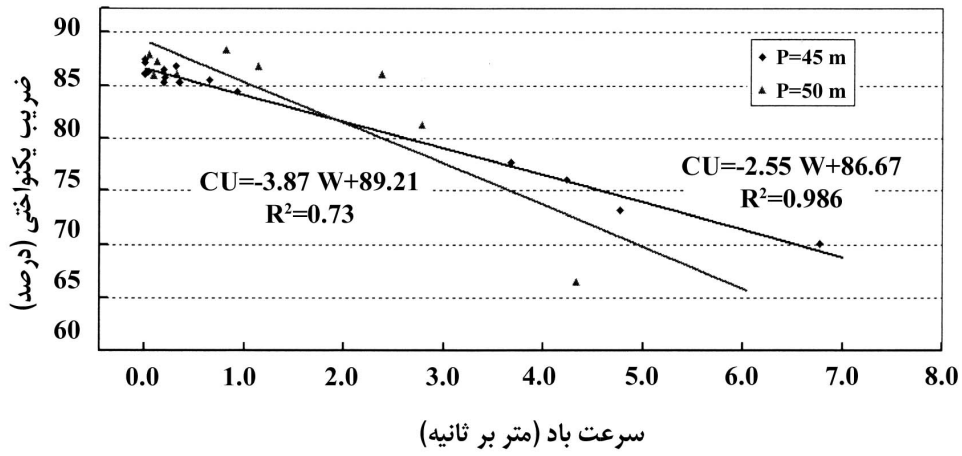
$$CU = -٣,٨٧\times W+٨٩,٢١ \quad (R^2=٠,٧٣) \quad (٤)$$

بررسی روابط ٣ و ٤ و شکل ٤ نشان می‌دهند که ضریب یکنواختی با افزایش سرعت باد در دو حالت فشار آب ٤٥ و ٥٠ متر به‌طور خطی کاهش می‌یابد. نمودارهای شکل ٤ بیانگر آن است که در شرایط وزش بادهای با سرعت کمتر از ٢ متر برثانیه می‌توان مقدار ضریب یکنواختی را با افزایش فشار آب از ٤٥ به ٥٠ متر افزایش داد. لکن افزایش فشار آب در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ٢ متر بر ثانیه باعث کاهش ضریب یکنواختی می‌گردد. استدلال این پدیده آن است که افزایش فشار آب در شرایط بدون باد باعث افزایش قطر پاشش و همپوشانی بیشتر آبپاش‌ها می‌شود که منجر به افزایش یکنواختی توزیع آب خواهد شد.

از طرف دیگر، مؤثرترین عامل بر میزان ضریب یکنواختی در سرعت‌های زیاد باد، قطر ذرات آب است. افزایش فشار آب در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ٢ متر بر ثانیه باعث کاهش قطر ذرات آب می‌شود. بدین ترتیب، تعداد بیشتری از ذرات آب تحت تأثیر باد قرار گرفته و به راحتی جابجا می‌گردند که باعث توزیع غیریکنواخت‌تر آب در مزرعه می‌گردد.

بررسی شیب نمودارهای شکل ٤ بیانگر این نکته است که میزان تغییرات ضریب یکنواختی در حالت فشار آب ٥٠ متر بیشتر است. به‌عبارت دیگر، با افزایش سرعت باد در حالت فشار آب ٥٠ متر مقادیر ضریب یکنواختی با شدت بیشتری نسبت به فشار آب ٤٥ متر کاهش پیدا می‌کند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که یکنواختی توزیع آب در فشار آب ٥٠ متر نسبت به تغییرات سرعت باد حساس‌تر است.

براساس این تحقیق، عامل کاهش ضریب یکنواختی در فشار آب زیاد (٥٠ متر) را می‌توان تأثیر منفی باد بر قطرات ریز آب و عملکرد آبپاش دانست که در نهایت منجر به بر هم زدن الگوی توزیع آب می‌شود. لذا توصیه می‌گردد از فشار آب ٤٥ متر در طراحی و بهره‌برداری از سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک استفاده شود و تنها در شرایط بدون باد یا زمان جوانه‌زنی بذور از فشار آب ٥٠ متر استفاده گردد. افزایش فشار آب از ٤٥ به ٥٠ متر به راحتی با کاهش تعداد آبپاش‌های در حال کار امکان‌پذیر است.



شکل ٤- نمودار اثرات متقابل باد و فشار آب بر ضریب یکنواختی

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در اینجا خلاصه نتایج تحقیق به همراه پیشنهادهایی جهت طراحی و کاربرد صحیح و اصولی سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک ارائه می‌گردد:

۱- ضریب یکنواختی با افزایش فشار آب در بازه ٤٥ تا ٥٠ متر کاهش می‌یابد. علت این پدیده می‌تواند تأثیرات منفی باد بر قطرات ریز آب و عملکرد آبپاش باشد که در نهایت منجر به بر هم زدن الگوی توزیع آب می‌شود. لذا توصیه می‌گردد از فشار آب ٤٥ متر در طراحی و بهره‌برداری از سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک استفاده شود و تنها در شرایط بدون باد یا زمان جوانه‌زنی بذور از فشار آب ٥٠ متر استفاده گردد. لازم به ذکر است که افزایش فشار آب با کاهش تعداد آبپاش‌های در حال کار امکان‌پذیر است.

۲- دستیابی به روابط دقیق ریاضی جهت تخمین ضریب یکنواختی از دستاوردهای اصلی این تحقیق است که در روابط ۲ الی ٤ خلاصه می‌شود. همچنین راندمان کاربرد آب در مزرعه را نیز می‌توان با کمک روابط مذکور و استفاده از نمودارهای تلفات تبخیر و باد تخمین زد. روابط ۲ الی ٤ نشان دادند که ضریب یکنواختی با افزایش سرعت باد به‌طور خطی کاهش می‌یابد. مطابق رابطه ۲ در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت از ۷۵/۵ درصد کمتر خواهد شد. بنابراین حتی الامکان در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت آبیاری بارانی صورت نگیرد.

منابع

۱.احسانی، م.، و خالدی، ه. ۱۳۸۲. شناخت و ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی به منظور تأمین امنیت آبی و غذایی کشور. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحات ۲۵۷-۲۷٤.

۲.پورمحسنی، ع. ۱۳۷۷. بررسی وضعیت و عملکرد آبیاری بارانی در استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱٥٤ صفحه.

۳.شیخ اسماعیلی، الف. ۱۳۸۲. بررسی یکنواختی توزیع آب و تلفات تبخیر و باد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک A-D-5. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز. ١٦٧ صفحه.

4.American Society of Agricultural Engineers, Standards-ASAE, S398.1. 2001. Procedure for Sprinkler Testing and Performance Reporting. pp. 879-882.

5.Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agric. Exp. Stn. Bull. 670. University of California, Berkeley.

6.Fry, A.W., and Gray, A.S. 1971. Sprinkler irrigation handbook. Rainbird Sprinkler Manufactuiring Corporation. Glendora, California.

7.ISO-7749/1. 1986. part 1. Design and operational requirements. Agricultural Irrigation Equipment-Rotating Sprinklers. pp. 1-10.

8.ISO-7749/2. 1990. part 2. Uniformity of distribution and test methods. Agricultural Irrigation Equipment-Rotating Sprinklers. pp. 1-6.

9.Keller, J. 1983. USDA-SCS, national engineering handbook section 15. Irrigation, Sprinkler Irrigation.

10.Keller, J., and Bliesner, R.D. 1990. Sprinkler and trickle irrigation. AVI Book. Van Nostrand Reinhold. New York, USA.

11.Pair, C.H. 1968. Water distribution under sprinkler Irrigation. Trans. ASAE. 11(5): pp. 648-651.

12.Phocaides, A. 2000. Technical handbook on pressurized irrigation techniques. Food and Agriculture Organization of the United Nations -FAO. pp. 101.

13.Seginer, I., and Kostrinsky, M. 1975. Wind sprinkler patterns and system design. Journal of Irrigation and Drainage Division. ASCE. 101(TR4): pp. 251-264.

14.Tarjuelo, J. 1992. Working condition of sprinkler to optimize application of water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 118(6): pp. 895-913.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(5), Nov-Dec 2006
www.magiran.com/jasnr

Analysis of wind and water pressure effects on sprinkler uniformity in semi-portable sprinkling irrigation system

O. Sheikhesmaeili
Master of Science Irrigation & Drainage

Abstract

A proper understanding of factors affecting water distribution uniformity in sprinkler irrigation is important for developing water conservation strategies. The purpose of this study was to determine suitable value of water pressure in semi-portable sprinkler irrigation system under different conditions of wind speed. The standard ISO 7749/2 and single sprinkle method have been taken into account to determine uniformity in south-east region of Khouzestan province. The investigations showed that higher cu values are attained with 45 m working pressure and uniformity decreased as wind speed and working pressure increased. Results also showed that Uniformity decreased from 80 percent when wind speed exceeded from 4.2 mps. Therefore sprinkler irrigation is not recommended under windy conditions (W >15 km/h).

Keywords: Sprinkler; Irrigation; Uniformity; Water pressure; Wind

www.SID.ir