Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۲۹ / شماره ٤ / ۱۳۹٤

تاثیر آرایش و فواصل بهینه آبپاش‌ها بر ضریب یکنواختی سامانه آبیاری بارانی ثابت

محمد بزانه[۱] *، علی اشرف صدرالدینی، امیرحسین ناظمی و رضا دلیر حسن‌نیا

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه تبریز.
mohammad_bazzaneh@yahoo.com
استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز.
alisadraddini@yahoo.com
استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز.
ahnazemi@yahoo.com
استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز.
delearhasannia@yahoo.com

چکیده

کاهش تلفات آب به‌دلیل افزایش ضریب یکنواختی در سیستم‌های آبیاری بارانی مستلزم انتخاب فواصل و آرایش مناسب برای استقرار آبپاش‌ها است. در بررسی حاضر، به منظور ارزیابی تاثیر فواصل و آرایش آبپاش‌ها بر روی ضریب یکنواختی سیستم و بررسی کمی و کیفی تاثیرپذیری ضرایب یکنواختی نسبت به تغییر پارامترهای مساحت تحت پوشش آبپاش‌ها و سرعت باد در شرایط مختلف استقرار، آزمایش تعیین الگوی توزیع آبپاش منفرد طبق استانداردهای ایزو ۷۷۴۹/۲ و ایزو ۸۰۲۶ بر روی سه آبپاش VYR 35، IRILINE 30 و RAINBIRD 40B در شرایط متفاوت باد صورت گرفت. در این بررسی، آرایش مربعی دارای بیشترین ضریب یکنواختی و نیز کمترین حساسیت نسبت به کاهش ضریب یکنواختی با مقادیر متوسط ۵/۳ و ۵/۵ درصد به ترتیب برای متوسط افزایش ۵۹/۴ درصدی مساحت تحت پوشش و ۹۸/۳ درصدی سرعت باد بود. کمترین حساسیت ضریب یکنواختی برای آبپاش IRILINE با مقادیر متوسط ۳/۴ و ۵/۴۸ درصد به ترتیب برای متوسط افزایش ۳۷ درصدی مساحت تحت پوشش و ۱۱۷/۸درصدی سرعت باد بدست آمد. نتایج حاکی از آن است که برای حصول ضریب یکنواختی مطلوب در شرایط وجود بادهای بیش از چهار متر بر ثانیه حداکثر فواصل آبپاش‌ها در حدود ۴۰ درصد قطر پاشش اسمی آبپاش با آرایش مربعی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: الگوی پخش آبپاش، سرعت باد، راندمان یکنواختی.

۱- آدرس نویسنده مسئول: تبریز، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
*- وصول : فروردین ۱۳۹۲ و تصویب: آذر ۱۳۹٤

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

محدودیت منابع آبی و تشدید روزافزون آن به دلیل خشکسالی سبب شده تا پژوهشگران به دنبال راهکارهای موثر برای افزایش بهره‌وری در راستای استفاده بهینه از منابع آبی موجود باشند. در این راستا، با توجه به اولویت سیستم آبیاری تحت‌فشار و لزوم سرمایه‌گذاری اولیه زیاد، لازم است تا بررسی‌های دقیق از نظر فنی، اقتصادی و فرهنگی در خصوص انواع سیستم‌های تحت‌فشار در هر منطقه صورت گیرد. سیستم‌های آبیاری بارانی باید طوری طراحی شود که با توجه به نفوذپذیری خاک مزرعه، ضمن به حداقل رساندن تلفات نفوذ عمقی و رواناب، باعث توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه شود. یکنواختی توزیع آب علاوه بر افزایش راندمان کاربرد آب موجب استفاده بهینه از منابع آبی موجود نیز می‌شود (لی، ۱۹۹۸).

همچنین، موجب افزایش کیفیت و کمیت محصولات خواهد شد (دچمی و همکاران، ۲۰۱۰). زانگ و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای رابطه بین یکنواختی پخش سیستم با نوع آبپاش، فواصل مختلف و فشار کارکرد را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد تاثیر فواصل آبپاش‌ها بر روی یکنواختی سیستم، بسیار بیشتر از تاثیر تغییرات فشار کارکرد است. لذا، یکی از راه‌حل‌های موثر در صرفه‌جویی و حفاظت بیشتر منابع آب، طراحی و اجرای دقیق سیستم‌های آبیاری است که باعث کاهش تلفات آب و افزایش یکنواختی توزیع آب خواهد شد. برای تعیین یکنواختی پخش آب در آبیاری بارانی از معیارهای متعددی نظیر ضریب یکنواختی ویلکاکس- اسوالز، سولومون، ضریب پیشنهادی هارت و رینولدز، کریدل و همکاران استفاده می‌شود. اما، استفاده از ضریب یکنواختی کریستیانسن (۱۹۴۲) در سیستم‌های آبیاری بارانی بسیار متداول است (معروف‌پور و همکاران، ۲۰۱۰):

$$CU(\%) = \left(1 - \sum_{i=1}^{n} \frac{|x_i - \bar{x}|}{n.\bar{x}}\right) \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

CU: ضریب یکنواختی کریستیانسن،

X_i: عمق آب در هر یک از ظروف جمع آوری آب،

$\bar{X}$: میانگین عمق آب درون ظروف،

n: تعداد کل ظروف.

کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) دریافتند در فشار کم به دلیل ریزش بیشتر آب در فواصل نزدیک به آبپاش و در فشار بالا به دلیل تولید قطرات ریزتر و حساس‌تر به باد، ضریب یکنواختی کاهش می‌یابد. آن‌ها برای انتخاب فواصل آبپاش‌های با فشار کارکرد متوسط و مناطقی با بادهای آرام تا متوسط، توصیه نمودند آبپاش‌ها در آرایش مربعی، مثلثی و مستطیلی به ترتیب با فواصل ۵۰، ٦۲ و ٤۰×٦۷ درصد از قطر پاشش قرار گیرند تا بتوان به یکنواختی توزیع مناسبی دست یافت. معیار اصلی برای انتخاب فواصل آبپاش‌ها در شرایط مختلف باد و فشار آب، یکنواختی پخش آب است. با این رویکرد، فرای و گری (۱۹۷۱) و وزارت کشاورزی آمریکا (اکبری و همکاران، ۱۳۷٤) برای تعیین فواصل آبپاش‌ها، جدول (۱) را با توجه به سرعت باد و قطر پاشش آبپاش ارائه نمودند.

جدول۱- انتخاب فواصل آبپاش‌ها نسبت به سرعت باد

وزارت کشاورزی آمریکا		سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)	فرای و گری		سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)
S_m/D_w	S_L/D_w		S_m/D_w	S_L/D_w	
۰/۶۵	۰/۵	۰ تا ۸	۰/۶۵	۰/۴	۰ تا ۱۱/۳
۰/۵	۰/۵	۸ تا ۱۶/۱	۰/۶	۰/۳	۱۱/۳ تا ۱۷/۷
۰/۵	۰/۳۵	۱۶/۱ تا ۱۷/۷	۰/۵	۰/۳	۱۷/۷

www.SID.ir

Archive of SID

تارجوئلو و همکاران(۱۹۹۹) برای انجام آزمایش‌ها در شرایط وزش باد از یک تونل باد مصنوعی استفاده کردند و آزمایش‌های بدون باد را در شرایط مزرعه انجام دادند. نتایج حاکی از آن است که 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. به‌عبارتی، شیب منحنی‌های سرعت باد- ضریب یکنواختی با افزایش فاصله آبپاش‌ها بیشتر می‌شود. نحوه آرایش آبپاش‌ها نیز بر شیب این منحنی‌ها موثر بوده به‌طوری‌که روابط سرعت باد- ضریب یکنواختی در بعضی از آرایش‌ها و اندازه نازل‌ها خطی می‌شود.

بزانه (۱۳۹۰) با لحاظ نمودن توامان ضریب یکنواختی و هزینه‌های سیستم آبیاری بارانی، مقادیر فواصل استقرار بهینه آبپاش‌ها را ارائه نمود. معاضد و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر پارامترهای هیدرولیکی را بر روی ضریب یکنواختی پخش آب در سیستم آبیاری بارانی ثابت را بررسی نمودند. آن‌ها به منظور مطالعه تاثیر شرایط مختلف باد و فشار کارکرد، یکنواختی پخش حاصل از چند آبپاش را با فواصل و آرایش‌های مختلف در سه محدوده سرعت باد متفاوت (۵-۰)، (۷-۵) و بیشتر از هفت متر بر ثانیه و در فواصل و آرایش سه گانه بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که یکنواختی توزیع با افزایش سرعت باد کاهش می‌یابد، ولی این کاهش ضریب یکنواختی تا سرعت باد هفت متر بر ثانیه معنی‌دار نیست، به‌طوری‌که با افزایش سرعت باد از صفر تا هفت متر بر ثانیه، ضریب یکنواختی حداکثر تا ۲۰ درصد کاهش یافت. در این آزمایش بیشترین ضریب یکنواختی برای آرایش مربعی با فاصله ۱۵×۱۵ متر و کمترین آن برای فاصله ۲۱×۲۱ متر حاصل شد. لذا، توصیه شد که در سرعت‌های بیش از هفت متر بر ثانیه برای دستیابی به یکنواختی مطلوب، فواصل آبپاش‌ها کمتر و در حد امکان آرایش مربعی برای استقرار آبپاش‌ها لحاظ شود. شیخ‌اسماعیلی و همکاران (۲۰۱٦) آزمایش‌های میدانی را برای سامانه آبیاری نیمه متحرک با آبپاش‌هایی با نازل بزرگ به منظور ارزیابی تاثیر پارامترهای جانمایی شبکه، فشار کارکرد و شرایط آب و هوایی بر یکنواختی پخش آب مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشانگر تاثیر معنی‌دار سرعت باد بر کاهش یکنواختی پخش و افزایش تلفات بادبردگی بود. همچنین، اختلاف یکنواختی پخش بین آرایش‌های مربعی و مستطیلی در شرایط باد مشابه معنی‌دار نگردید. بدین معنی که لزوم انجام آزمایش‌های میدانی برای شرایط مختلف آرایش و جانمایی شبکه در شرایط مختلف اقلیمی وجود دارد. با توجه به نتایج بررسی‌های پژوهشگران و مطابق موارد یاد شده لزوم بررسی یکنواختی پخش آبپاش‌های مختلف به‌دلیل متغیر بودن شرایط اقلیمی مناطق مختلف امری ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیق حاضر، به منظور بهبود روند طراحی سیستم های آبیاری بارانی و حصول یکنواختی مطلوب تاثیر باد بر روی یکنواختی و الگوی پخش چند آبپاش رایج در سیستم آبیاری بارانی، طی آزمایش‌های صحرائی مورد بررسی قرار گرفت و آرایش و فواصل مناسب برای شرایط مختلف باد تعیین شده همچنین، آنالیز حساسیت ضریب یکنواختی نسبت به پارامترهای مساحت تحت پوشش آبپاش، سرعت باد، آرایش آبپاش و نوع آبپاش، به منظور ارزیابی کمی و کیفی تاثیرپذیری ضریب یکنواختی از پارامترهای یاد شده صورت پذیرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش در اراضی آبیاری تحت‌فشار در مجاورت ایستگاه پمپاژ شماره سه واقع در ایستگاه تحقیقاتی کرکج وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در کیلومتر ۱۲ جاده تبریز- باسمنج با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و یک دقیقه و طول جغرافیایی ٤٦ درجه و سه دقیقه و ارتفاع ۱۵۵۷ متر از سطح دریا انجام شد. تمامی مراحل انجام آزمایش اعم از شبکه‌بندی ظروف، شکل و اندازه ظروف، نحوه قرارگیری ظروف بر روی زمین، مدت زمان انجام آزمایش، نحوه ثبت داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

هواشناسی نظیر سرعت و جهت باد بر اساس دستورالعمل استانداردهای معتبر ایزو[2](۱۹۹۰) و جامعه مهندسین کشاورزی آمریکا[3] (۲۰۰۷) به روش استقرار آبپاش منفرد صورت گرفت. شبکه جمع‌آوری ظروف آب به‌صورت یک شبکه ۳۰×۳۰ با فواصل ۱×۱ متر بود (شکل۱). قطر ظروف ۱۲/۵و ارتفاع آن ۲۰ سانتی‌متر بود. تمامی موارد یادشده بر اساس استانداردهای فوق اعمال شد. برای اندازه‌گیری سرعت و جهت باد در ارتفاع دو متری، رطوبت نسبی و دمای هوا از یک ایستگاه هواشناسی دیجیتال در فاصله حدودا ۲۰ متری از شبکه ظروف جمع‌آوری آب نصب و محل آن به گونه‌ای انتخاب شد که موانع فیزیکی در اطراف آن وجود نداشته باشد.

برای انجام آزمایش‌ها از سه نوع آبپاش با برندهای VYR35، IRILINE-30 و RAINBIRD–40 B به ترتیب با اندازه قطر نازل استاندارد ۲/٤ ×٤/٤، ۳/۲ ×٤/۸ و ۲/٤ ×٤/٤ میلی متر و فشار کارکرد ۳۰ متر و طول رایزر یک متر (به پیشنهاد کارخانه) سازنده استفاده شد. طبق نظر کلر و بلیسنر(۹)، سه محدوده سرعت باد (۲–۰)، (٤–۲) و بیش از چهار متر بر ثانیه برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شد. آزمایش‌ها در سه تکرار برای هر آبپاش در سرعت‌های باد یاد شده انجام شد (مجموعا ۲۷ آزمایش). به منظور تعیین آرایش و فواصل بهینه برای هر آبپاش، سه نوع آرایش مربعی، مستطیلی و مثلثی به ترتیب با فواصل ۹×۹، ۱۲×۱۲، ۱۵×۱۵، ۱۸×۱۸ برای آرایش مربعی، ۱۲×۹، ۱۵×۹، ۱۵×۱۲، ۱۸×۱۲، ۱۸×۱۵ برای آرایش مستطیلی و ۱۲×۹، ۱۵×۹، ۱۵×۱۲، ۱۸×۱۲، ۱۸×۱۵ برای آرایش مثلثی در نظر گرفته شد.

شکل۱- نمای کلی شبکه ظروف جمع آوری آب

[2]- ISO 7749,2(1990)
[3]-ASAE,S398.1 (2007)

در نهایت، پس از انجام آزمایش‌ها و ایجاد همپوشانی از طریق شبیه سازی الگوی توزیع آبپاش منفرد، ضرایب یکنواختی برای کلیه آرایش ها و فواصل آبپاش ها با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد. تعیین تلفات تبخیر و بادبردگی با بکارگیری رابطه (۲) انجام شد. (عرفانیان و همکاران، ۱۳۸۷).

$$WDEL = \frac{(Q_s.t)-(1\times\sum_{i=1}^{n} Z_i)}{Q_s.t} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن:

WDEL: تلفات تبخیر و بادبردگی (درصد)، Q_s: دبی آبپاش (متر مکعب بر ثانیه)، t:مدت زمان آزمایش (ثانیه)، Z_i: عمق آب جمع شده در قوطی iام(متر) و عدد یک بیانگر مساحت تحت پوشش هر قوطی (مترمربع) جهت تبدیل عمق به حجم است.

نتایج و بحث

جدول (۲) ضرایب یکنواختی آبپاش‌ها را به‌صورت منفرد، نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر سرعت باد و ضرایب یکنواختی مشخص است که با افزایش سرعت باد، ضریب یکنواختی آبپاش‌ها کاهش می‌یابد. بررسی روند کاهش ضریب یکنواختی با افزایش سرعت باد در هر یک از آبپاش‌ها حاکی از آن است که میزان کاهش ضریب یکنواختی به هنگام افزایش سرعت باد از محدوده دو تا چهار متر بر ثانیه تا حد بیش از چهار متر بر ثانیه، بیشتر از میزان کاهش ضریب یکنواختی به هنگام افزایش سرعت باد از ۲–۰ تا ٤–۲ متر بر ثانیه است. بنابراین می‌توان مطرح نمود تاثیر سرعت‌های بالای وزش باد بر روی میزان کاهش ضریب یکنواختی بسیار چشمگیرتر است.

توجه به مقادیر تلفات تبخیر و بادبردگی در هر یک از آبپاش‌ها مبین این است که با افزایش سرعت باد، میزان تلفات تبخیر و بادبردگی افزایش می‌یابد. مقایسه میزان تلفات آبپاش‌های مختلف با یکدیگر حاکی از آن است که در محدوده سرعت باد یکسان، تلفات تبخیر و بادبردگی آبپاشIRILINE کمتر از دو آبپاش دیگر است.

www.SID.ir

Archive of SID

طبق نظر کلر و بلیسنر، قطر متوسط قطرات آب با قطر نازل آبپاش نسبت مستقیم دارد (کلر و بلیسنر، ۱۹۹۰). بنابراین وقوع این امر به‌دلیل بزرگتر بودن قطر نازل این آبپاش نسبت به دو آبپاش دیگر و به تبع آن درشت‌تر بودن اندازه قطرات، دور از انتظار نیست.

تاثیر باد بر روی پروفیل بارش آبپاش ها

اشکال (۲) تا (٤) نمودارهای پروفیل بارش آبپاش‌ها را نشان می‌دهد. بررسی روند تغییرات این نمودارها مبین این امر است که در سرعت‌های باد کم، شعاع پاشش آب در دوطرف آبپاش تقریبا برابر بوده و با افزایش سرعت باد، شعاع پاشش آبپاش در راستای وزش باد افزایش یافته به‌طوری‌که در سرعت‌های بیش از چهار متر بر ثانیه آب پخش شده از شبکه جمع‌آوری آب نیز فراتر می‌رود. با افزایش سرعت باد، نقطه پیک منحنی بارش آبپاش‌ها در راستای وزش باد انتقال یافته و نیز از میزان آن کاسته شده است. جمع‌شدگی دامنه پخش آب در هر سه آبپاش در جهت مخالف وزش باد کاملا مشهود است. دلیل این امر زیاد بودن عمق آب پخش شده در این ناحیه به‌دلیل بادبردگی قطرات آب از سمت دامنه در معرض وزش باد قرار گرفته، به سمت دامنه مخالف است.

جدول۲- مقادیر ضرایب یکنواختی آبپاش ها

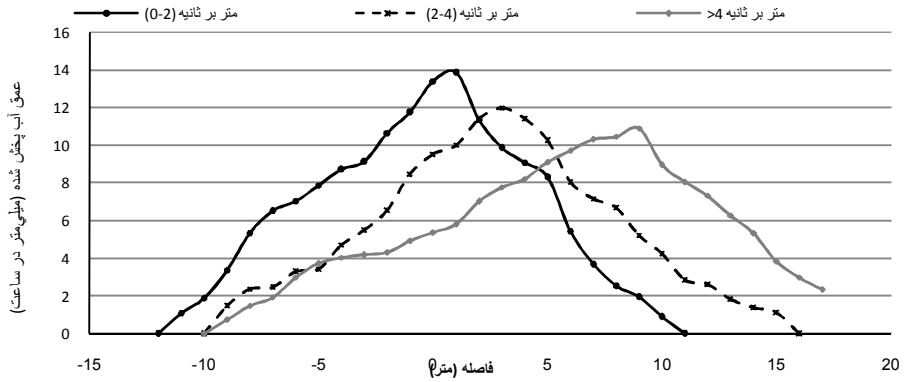
نوع آبپاش	دبی (لیتر بر ثانیه)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	میانگین ضریب یکنواختی (CU)	حجم آب پخش شده (متر مکعب)	حجم آب رسیده به زمین (متر مکعب)	تلفات تبخیر و بادبردگی (درصد)
VYR 35	۰/۵۵	۰-۲	۷۱/۴	۲/۱۵	۱/۹۴	۹/۸
		۲-۴	۶۸/۳	۲/۱۵	۱/۷۳	۱۹/۵
		>۴	۶۱/۲	۲/۱۵	۱/۵۶	۲۷/۴
IRILINE 30	۰/۶۵	۰-۲	۷۴/۱	۲/۳۴	۲/۱۹	۶/۴
		۲-۴	۷۱/۳	۲/۳۴	۲/۱۴	۸/۵
		>۴	۶۳/۵	۲/۳۴	۱/۸۲	۲۲/۲
RAINBIRD 40B	۰/۵	۰-۲	۷۰/۱	۱/۹۸	۱/۷۵	۱۱/۶
		۲-۴	۶۶/۷	۱/۹۸	۱/۵۷	۲۰/۷
		>۴	۵۸/۴	۱/۹۸	۱/۳۶	۳۱/۳

جدول۳- مقادیر ضریب یکنواختی آبپاش‌ها برای آرایش مربعی

نوع آبپاش	سرعت باد (متر بر ثانیه)	ضریب یکنواختی (درصد) آرایش مربعی			
		۹×۹	۱۲×۱۲	۱۵×۱۵	۱۸×۱۸
VYR	۰-۲	۹۱/۸	۸۹/۲	۸۳/۸	۷۶/۴
	۲-۴	۸۷/۱	۸۳/۳	۷۸/۷	۶۸/۹
	>۴	۸۰/۶	۷۷/۸	۷۴/۳	۶۴/۳
IRILINE	۰-۲	۹۲/۲	۹۰/۲	۸۶/۲	۷۷/۳
	۲-۴	۸۸/۹	۸۶/۳	۸۲/۴	۷۱/۱
	>۴	۸۲/۳	۷۹/۴	۷۵/۲	۶۶/۷
RAINBIRD	۰-۲	۹۰/۳	۸۸/۵	۸۲/۵	۷۵/۳
	۲-۴	۸۵/۲	۸۲/۷	۷۶/۹	۶۷/۳
	>۴	۷۸/۴	۷۶/۱	۷۳/۴	۶۳/۱

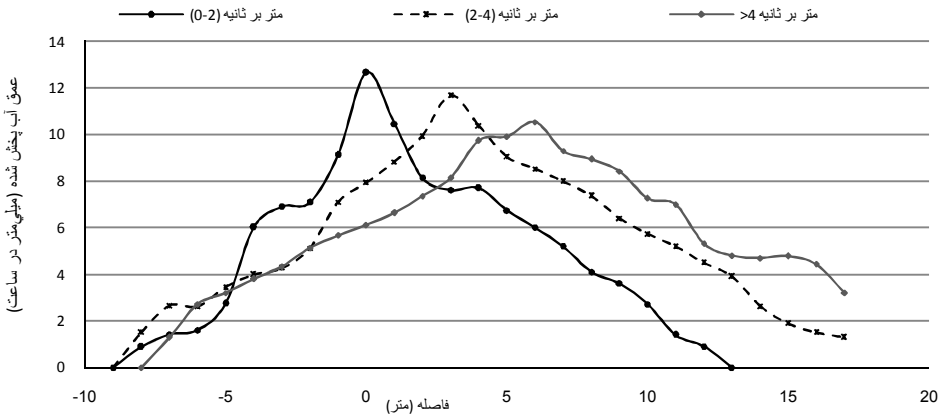
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- پروفیل بارش آبپاش VYR در جهت باد غالب

شکل۳- پروفیل بارش آبپاش IRILINE در جهت باد غالب



شکل۴- پروفیل بارش آبپاش RAINBIRD در جهت باد غالب

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر فواصل آبپاش‌ها بر ضریب یکنواختی توزیع آب

جداول (۳) و (٤) ارتباط بین فواصل مختلف و ضریب یکنواختی توزیع آب آبپاش‌ها برای آرایش‌های سه-گانه را نشان می‌دهد. ضرایب مندرج در جدول فوق متوسط ضرایب یکنواختی حاصل از سرعت‌های باد برای فواصل مورد نظر است. بیشترین ضریب یکنواختی مربوط به آبپاش IR برای آرایش مربعی در فاصله ۹×۹ برای سرعت های باد کمتر از دو متر بر ثانیه به میزان ۹۲/۲ درصد و کمترین مقدار آن مربوط به آبپاش RAINBIRD برای آرایش مستطیلی در فاصله ۱۸×۱۵ برای سرعت‌های باد بیش از چهار متر بر ثانیه به میزان ٦۳/۲ درصد است. مقادیر جداول نشانگر کاهش ضریب یکنواختی با افزایش فواصل قرارگیری آبپاش‌ها، به‌دلیل کاهش سطح همپوشانی الگوی توزیع آب است. با توجه به اینکه حداقل میزان یکنواختی پخش قابل قبول برای یک سامانه آبیاری بارانی ۷۸ درصد می‌باشد، (کلر و بلیسنر، ۱۹۹۰). لذا با توجه به مقادیر جداول (۳) تا (۵) می‌توان اذعان نمود که در سرعت‌های باد بیش از چهار متر بر ثانیه، به منظور حصول یکنواختی مطلوب باید از آبپاش‌هایی با قطر پاشش بزرگتر یا از فواصل کمتر استفاده نمود.

جدول ۴- مقادیر ضریب یکنواختی آبپاش‌ها برای آرایش های مستطیلی و مثلثی

نوع آبپاش	سرعت باد (متر بر ثانیه)	ضریب یکنواختی (درصد)								
		آرایش مستطیلی				آرایش مثلثی				
		۹×۱۲	۹×۱۵	۱۲×۱۵	۱۲×۱۸	۱۵×۱۸	۹×۱۲	۹×۱۵	۱۲×۱۵	۱۲×۱۸	۱۵×۱۸
VYR	۰-۲	۸۶/۸	۸۵/۹	۸۳/۷	۸۲/۳	۷۷/۸	۸۹/۹	۸۷/۴	۸۵/۱	۸۳/۲	۷۹/۳
	۲-۴	۸۱/۸	۸۰/۶	۷۷/۴	۷۵/۶	۷۰/۸	۸۲/۷	۸۰/۶	۷۹/۲	۷۶/۵	۷۱/۸
	>۴	۷۴/۶	۷۲/۱	۷۰/۵	۶۹	۶۴/۸	۷۶/۷	۷۴/۴	۷۲/۶	۷۱/۴	۶۷/۷
IRILINE	۰-۲	۸۸/۳	۸۷/۶	۸۵/۳	۸۳/۴	۷۹/۲	۹۰/۲	۸۸/۴	۸۷/۳	۸۵/۵	۸۱/۴
	۲-۴	۸۳/۲	۸۲/۵	۸۰/۴	۷۷/۹	۷۳/۳	۸۵/۵	۸۴/۳	۸۲/۲	۸۰/۱	۷۵/۷
	>۴	۷۷/۳	۷۵	۷۳/۱	۷۲/۱	۶۸/۱	۸۰/۵	۷۸	۷۵/۴	۷۴/۴	۷۱
RAINBIRD	۰-۲	۸۵/۶	۸۴/۷	۸۲/۲	۸۰/۹	۷۶/۵	۸۷/۳	۸۶/۱	۸۳/۶	۸۱/۵	۷۸/۵
	۲-۴	۸۰/۱	۷۸/۶	۷۷/۳	۷۴/۹	۷۰/۲	۸۲/۲	۸۰/۱	۷۸	۷۵/۱	۷۰/۵
	>۴	۷۳/۱	۷۰/۴	۶۸/۷	۶۷/۴	۶۳/۲	۷۵/۴	۷۳/۸	۷۱/۳	۶۹/۵	۶۵/۹

جدول ۵- مقادیر کاهش ضریب یکنواختی به‌ازای افزایش مساحت تحت پوشش و سرعت باد

نوع آبپاش	آرایش	افزایش مساحت تحت پوشش آبپاش (درصد)	متوسط کاهش ضریب یکنواختی (درصد)
VYR	مربعی	۵۹/۳۴	۵/۵۴
	مستطیلی	۲۵/۸۲	۲/۴۸
	مثلثی	۲۵/۸۲	۲/۵۴
IRILINE	مربعی	۵۹/۳۴	۵/۳۶
	مستطیلی	۲۵/۸۲	۲/۳۵
	مثلثی	۲۵/۸۲	۲/۵
RAINBIRD	مربعی	۵۹/۳۴	۵/۴
	مستطیلی	۲۵/۸۲	۲/۴۱
	مثلثی	۲۵/۸۲	۲/۵۶

آنالیز حساسیت ضریب یکنواختی نسبت به افزایش مساحت تحت پوشش در آرایش های مختلف

به‌طور کلی، افزایش فواصل آبپاش‌ها باعث کاهش ضریب یکنواختی توزیع آب حاصل می‌شود. به منظور بررسی کیفی این روند در آبپاش‌ها و آرایش‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف، مقادیر کاهش ضرایب یکنواختی به ازای افزایش مساحت تحت پوشش هر آبپاش برای هریک از محدوده های سرعت باد محاسبه و در جدول (٥) درج شده است. نتایج حاکی از آن است که آبپاش IRILINE با متوسط کاهش ٣/٤ درصدی، حساسیت کمتری نسبت به افزایش مساحت تحت‌پوشش داشته و آبپاش‌های RAINBIRD و VYR با متوسط کاهش ٣/٤٥ و ٣/٥٢ در رده‌های بعدی قرار دارند. از نظر آرایش نیز به‌ترتیب آرایش‌های مربعی، مستطیلی و مثلثی دارای حساسیت کمتری نسبت به افزایش مساحت تحت‌پوشش است.

آنالیز حساسیت ضریب یکنواختی در آبپاش‌ها و آرایش‌ها نسبت به افزایش سرعت باد

همچنین، جدول (٦) مقادیر کاهش ضریب یکنواختی به‌ازای افزایش سرعت باد را برای هر آبپاش در آرایش‌های مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که آبپاش IRILINE نسبت به دو آبپاش دیگر حساسیت کمتری نسبت به افزایش میزان سرعت باد داشته و آبپاش‌های VYR و RAINBIRD نیز در رده‌های بعدی قرار دارند. از نظر آرایش نیز به‌ترتیب آرایش‌های مربعی، مثلثی و مستطیلی دارای حساسیت کمتری نسبت به افزایش میزان سرعت باد می‌باشند.

جدول۶- مقادیر کاهش ضریب یکنواختی به‌ازای افزایش مساحت تحت پوشش و سرعت باد

نوع آبپاش	آرایش	افزایش سرعت باد (درصد)	متوسط کاهش ضریب یکنواختی (درصد)
VYR	مربعی	٨٧	٥/٥٢٥
	مستطیلی	٨٧	٦/٥٥
	مثلثی	٨٧	٦/٢١
IRILINE	مربعی	١١٧/٨	٥/٢٨
	مستطیلی	١١٧/٨	٥/٨٢
	مثلثی	١١٧/٨	٥/٣٥
RAINBIRD	مربعی	٩٠/١٥	٥/٧٨
	مستطیلی	٩٠/١٥	٦/٧
	مثلثی	٩٠/١٥	٦/١

جدول۷- فواصل آبپاش‌ها نسبت به سرعت باد

آبپاش	سرعت باد (متر بر ثانیه)	آرایش آبپاش‌ها	فواصل آبپاش‌ها (متر)	S_L/Dw	Sm/Dw
VYR	٠-٢	مستطیلی	١٢×١٨	٠/٤	٠/٦
	٢-٤	مربعی	١٥×١٥	٠/٥	٠/٥
	>٤	مربعی	١٢×١٢	٠/٤	٠/٤
IRILINE	٠-٢	مستطیلی	١٥×١٨	٠/٥	٠/٥٥
	٢-٤	مثلثی	١٢×١٨	٠/٤	٠/٥٥
	>٤	مربعی	١٢×١٢	٠/٤	٠/٤
RAINBIRD	٠-٢	مستطیلی	١٢×١٨	٠/٤	٠/٦
	٢-٤	مثلثی	١٢×١٥	٠/٤	٠/٥
	>٤	مربعی	٩×٩	٠/٣	٠/٣

انتخاب فواصل آبپاش‌ها نسبت به سرعت باد

با در نظر گرفتن ضریب یکنواختی ٧٨ درصد به عنوان معیار طراحی فواصل آبپاش‌ها در شرایط مختلف وزش باد، می‌توان جدول (٧) را برای نحوه استقرار آبپاش‌ها توصیه نمود. (فرای و گری، ١٩٧١) و موسسه فن‌آوری کشاورزی کالیفرنیا، برای محدوده سرعت باد (٢-٠) متر بر ثانیه، حداکثر نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پاشش در جهت لترال‌ها را به ترتیب ٠/٤ و ٠/٥ و در

www.SID.ir

Archive of SID

جهت لوله اصلی ۰/٦٥ پیشنهاد نمودند که با مقادیر مندرج در جدول (۷) تطابق خوبی نشان می‌دهد. برای محدوده (٤-۲) متر بر ثانیه مقادیر جداول با نتایج وزارت کشاورزی آمریکا (اکبری و همکاران، ۱۳۷٤) و موسسه فن‌آوری کشاورزی کالیفرنیا همخوانی قابل قبول دارد. مقادیر پیشنهادی این بررسی برای محدوده باد بیش از چهار متر بر ثانیه، برای نسبت فواصل آبپاش‌ها با مقادیر فوکایدز (۲۰۰۰) و موسسه فن‌آوری کشاورزی کالیفرنیا مطابقت دارد.

نتیجه گیری

تاکنون مطالعه‌ای در خصوص کمی سازی مقادیر حساسیت ضریب یکنواختی نسبت به افزایش میزان سرعت باد و فواصل آبپاش‌ها صورت نپذیرفته است. در این بررسی، با استفاده از داده‌های میدانی، ضرایب یکنواختی برای فواصل و آرایش‌های مختلف بدست آمد. نتایج حاصل نشان داد که میزان تاثیر افزایش سرعت باد و مساحت تحت پوشش آبپاش در تغییرات ضریب یکنواختی آبپاش IRRILINE کمترین مقدار را دارد. همچنین، آرایش مربعی با متوسط کاهش ۵/۳ و ۵/۵ درصدی به‌ترتیب به‌ازای افزایش ۵۹/٤ و ۹۸/۳ درصدی مساحت تحت پوشش و سرعت باد، کمترین حساسیت را دارد. از سوی دیگر تاثیر مساحت تحت‌پوشش آبپاش در تغییرات ضریب یکنواختی بیشتر از تاثیر سرعت باد است که به نظر می‌رسد به‌دلیل مستتر بودن اثر سرعت باد در فواصل آبپاش‌ها و به تبع آن مساحت تحت پوشش هر آبپاش است. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان اذعان نمود که آبپاش یاد شده و آرایش مربعی علاوه بر دارا بودن بیشترین ضریب یکنواختی برای سرعت باد معین، دارای تاثیرپذیری کمتری نسبت به افزایش مهم‌ترین پارامتر محیطی تاثیرگذار بر سیستم آبیاری بارانی یعنی باد را دارند. همچنین، پیشنهاد می‌شود که در سرعت‌های باد بالا حتی الامکان آبیاری صورت نگیرد و در صورت لزوم از آرایش مربعی با فواصلی برابر ٤۰ درصد قطر پاشش استفاده شود. همچنین، برای مناطقی با سرعت‌های باد کمتر از دو متر بر ثانیه استفاده از آرایش مستطیلی به دلیل کاهش میزان هزینه سرمایه‌گذاری اولیه سیستم را می‌توان توصیه نمود.

فهرست منابع

۱. اکبری، م.، رحیم‌زادگان، ر. و مصطفی‌زاده، ب. ۱۳۷٤. اثرات باد و خصوصیات هیدرولیکی بر راندمان توزیع در سیستم آبیاری بارانی. نشریه شماره ۱۳. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.

۲. بزانه، م. ۱۳۹۰. تعیین آرایش و فواصل بهینه آبپاش‌های ضربه‌ای در سیستم آبیاری بارانی تحت شرایط مختلف باد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز. ۱۰۹ ص.

۳. عرفانیان، م.، علیزاده، الف.، موسوی بایگی، م.، انصاری، ح. و باغانی، ج. ۱۳۸۷. مطالعه پتانسیل اثرات تبخیر و بادبردگی بر کارآیی سیستم‌های آبیاری بارانی در دشت‌های کشاورزی استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی. علوم و صنایع کشاورزی ویژه آب و خاک، جلد ۲۲. شماره ۱. ۱۷۲-۱٦۱.

4. Anonymous, 1985. (Reaffirmed: 2007, (ASAE Standard S398.1.). Procedure of sprinkler testing and performance reporting. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE). St. Joseph. MI 49085-9659. USA.
5. Anonymous, 1990. Agricultural irrigation equipment, Rotating Sprinkler. Part 2. Uniformity of distribution and test methods. ISO Standard 7749/2. ISO, Geneva, Switzerland.

www.SID.ir

Archive of SID

6. Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agricultural experiment station. Bulletin 670.University of California, Berkeley, USA.
7. Dechemi, F., Playan, E. and Faci, J.M. 2010. Simulation of sprinkler irrigation water uniformity impact on corn yield. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 8(2): 143-151.
8. Fry, A.W. and Gray, A.S. 1971. Sprinkler irrigation handbook. Rainbird sprinkler Manufacturing Corporation. Glendora, California.
9. Keller, J. and Bliesner, R.D. 1990. Sprinkler and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
10. Maroufpoor, E., Faryabi, A., Ghamarnia, H. and Moshrefi, Gh. 2010. Evaluation of uniformity coefficients for sprinkler Irrigation systems under different field conditions in Kurdistan Province. *Soil and Water Resources*, 5(4): 139-145.
11. Moazed, H., Bavi, A., Boroomandnasab, S., Naseri, A. and Albaji, M. 2010. Effects of climatic and hydraulic parameters on water uniformity coefficient in solid set systems. *Journal of Applied Science*, 10(16):1792-1798.
12. Li, J. 1998. Modeling crop yield as affected by uniformity of sprinkler irrigation system.
13. *Agricultural Water Management*, 38:135-146.
14. Phocaides, A. 2000. Technical handbook on pressurized irrigation techniques. Food and Agricultural Organization of the united nation. New York, USA.
15. Sheikhesmaeili, O., Montero, J. and Laserna, S. 2016. Analysis of water application with semi-portable big size sprinkler irrigation systems in semi-arid areas. *Agricultural Water Management*, 163:275-264.
16. Tarjuelo, J.M., Montero, J., Carrien, P.A., Honrubia, F.T. and Calvo, M.A. 1999. Irrigation uniformity with medium size sprinklers part II: influence of wind and other factors on water distribution. *Transactions of ASAE*, 42(3): 677-689.
17. Zangh, L., Merkley, G. P. and Pinthong, K. 2013. Assessing whole-field sprinkler irrigation application uniformity. *Irrigation Science*, 31(2): 87-105.

www.SID.ir