ضریب یکنواختی توزیع آب در سه نوع آبپاش تحت سرعت باد و ارتفاع مختلف پایه آبپاش در شهرستان اهواز

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ١٤، شماره ١، صفحات ١٩-٩
(بهار ١٣٩٧)

مهدی دغاغله[1]، داود خدادادی دهکردی[1]✉، الناز نوروزی اقدم[2]، اصلان اگدرنژاد[1]

١ گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران davood_kh70@yahoo.com ✉ **(مسؤول مکاتبات)**

٢ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

چکیده این پژوهش به منظور بررسی اثر سرعت باد و ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب در شهرستان اهواز انجام شد. آبپاش‌های مورد استفاده شامل ژاله٣، ژاله٥ و کمت به ترتیب با دبی ٢/١١، ٤ و ٣ مترمکعب بر ساعت و قطر پاشش ٣٠، ٤٠ و ٣٥ متر با ارتفاع‌های پایه آبپاش ١/٠، ١/٤، ١/٨ و ٢/٢ متر و تحت سرعت‌های باد ملایم تا متوسط و شدید بودند که در یک سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک مورد بررسی قرار گرفتند. در دامنه سرعت باد ملایم تا متوسط، با افزایش ارتفاع پایه آبپاش از ١٠٠ تا ١٤٠ سانتی‌متر، ضریب یکنواختی آب افزایش و از ارتفاع پایه آبپاش ١٤٠ تا ٢٢٠ سانتی‌متر، ضریب یکنواختی کاهش یافت. در سرعت باد شدید با افزایش ارتفاع پایه آبپاش از ١٠٠ تا ٢٢٠ سانتی‌متر، کاهش ضریب یکنواختی آب مشاهده شد. در آرایش ١٨ × ١٨ متر، ضریب یکنواختی توزیع آب برای آبپاش ژاله٥ بیشترین میزان و برای آبپاش ژاله٣ کمترین میزان مشاهده شد. در نهایت، ارتفاع پایه آبپاش ١٤٠ سانتی‌متر در سرعت باد ملایم و ارتفاع پایه آبپاش ١٠٠ سانتی‌متر در سرعت باد شدید به عنوان مناسب‌ترین ارتفاع پایه آبپاش طرح انتخاب گردیدند.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ١٣٩٥

تاریخ دریافت: ٩٦/٠٩/٠٢

تاریخ پذیرش: ٩٧/٠٢/٢٩

واژه‌های کلیدی

- ژاله٣
- ژاله٥
- قطر نازل
- کمت

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ. 2018.540871

مقدمه آبیاری بارانی یکی از روش‌های پیشرفته و توسعه‌یافته امروزی است که دارای مزایای زیادی می‌باشد. امروزه کمبود منابع آب از مهم‌ترین چالش‌های بشر است و با عنایت به مصرف بیش از ۹۰٪ منابع آب توسط بخش کشاورزی، اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی می‌تواند در افزایش راندمان آبیاری و مصرف بهینه منابع آب مؤثر باشد.[۱۲] یکنواختی آبیاری بارانی یک شاخص مهم فنی در طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی است و مقدار آن تأثیر مهمی بر کیفیت و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های آبیاری دارد. دانستن عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی اهمیت زیادی در افزایش بازده کاربرد آب به منظور ارایه راهکارهایی جهت توسعه و بهره‌برداری بهینه از منابع آب موجود دارد.[۱۸] یکنواختی کاربرد آب در مزرعه، بر وضعیت توزیع رطوبت خاک و مشخصه‌های رشد گیاهی تأثیرگذار بوده و توزیع یکنواخت آب علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، نهایتاً سبب افزایش کمی و کیفی محصول خواهد شد.[۹،۱۵]

در استان خوزستان برخی آبپاش‌ها بیشتر توسط کشاورزان مورد توجه قرار گرفته و استفاده می‌شوند و تا کنون پژوهش جامعی روی ضریب یکنواختی آن‌ها در شرایط آب و هوایی استان صورت نگرفته است. همچنین هر کشاورز از یک ارتفاع پایه آبپاش خاص، برای آبپاش‌های موجود در مزرعه خود استفاده می‌کند. ارتفاع پایه آبپاش نیز بر ضریب یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی مؤثر است.[۱۳] از مهم‌ترین معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی توزیع یکنواختی آب در آبیاری بارانی ضریب یکنواختی توزیع آب *کریستیانسن (۱۹٤۲)* می‌باشد.[۵] *دابوس (۱۹٦۲)* با روش‌های آماری نشان داد که ضریب یکنواختی کریستیانسن در مقایسه با سایر روش‌ها از اعتبار بیشتری برخوردار است.[٦] همچنین *هیرمان و سلمن (۱۹۸۳)* معتقدند که شرکت‌های سازنده آبپاش‌ها معمولاً از ضریب یکنواختی کریستیانسن برای ارزیابی آبپاش‌ها استفاده می‌کنند.[۱۰] ضریب یکنواختی کریستیانسن توسط معادله (۱) محاسبه می‌گردد:

معادله (۱)
$$CU = 100(1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}|y_i - \bar{y}|}{\sum_{i=1}^{N} y_i})$$

در این معادله، CU= ضریب یکنواختی کریستیانسن (٪)، y_i = پاشش اندازه‌گیری شده در هر نقطه از شبکه و یا هر قوطی (حجم یا عمق)، $\bar{y}$ = متوسط میزان پاشش روی تمام نقاط اندازه‌گیری شده و یا تمام قوطی‌ها (حجم یا عمق)، N= تعداد مشاهده‌ها است که در این جا منظور تعداد اندازه‌گیری‌ها و یا تعداد قوطی‌ها برای تعیین مقدار آب دریافت شده در نقاط مختلف مزرعه می‌باشد.[۱۳] *بیژن نظری و همکاران (۲۰۱۳)* نتیجه گرفتند که ضریب یکنواختی پخش آب آبپاش‌ها در مزرعه، اثر مستقیمی بر میزان عملکرد محصولات و نیز بهره‌وری آب آبیاری در مزرعه دارد.[۱٦] *فرزادمنش و همکاران (۲۰۱۱)* نتیجه گرفتند با افزایش ارتفاع پایه آبپاش از ۹۰ به ۱۵۰ سانتی‌متر، یکنواختی توزیع آب افزایش نامحسوسی خواهد داشت.[۹] *یونسی و همکاران (۲۰۱۵)* گزارش کردند که کاربرد تعداد زیاد آبپاش در لترال‌ها، باعث کاهش ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت می‌گردد.[۲۲] *یاکوبی و همکاران (۲۰۱۲)* گزارش کردند که سرعت باد و رطوبت نسبی مهمترین عوامل در تلفات تبخیر می‌باشند.[۲۱] *خدادادی دهکردی (۲۰۱٤)* نتیجه گرفت که ضریب یکنواختی پخش آب در سرعت باد کم، با افزایش ارتفاع پایه آبپاش، افزایش می‌یابد.[۱۳] *معاضد و همکاران (۲۰۱۰)* نتیجه گرفتند که ضریب یکنواختی پخش آب آبپاش‌ها با افزایش سرعت باد کاهش یافته و در شرایط وجود باد، با

کاهش فواصل آبپاش‌ها، افزایش می‌یابد.[١٤] *سالمرون و همکاران (٢٠١٢)* نتیجه گرفتند که آرایش مربعی ١٨ × ١٨ آبپاش‌ها علاوه بر افزایش ضریب یکنواختی پخش، باعث افزایش عملکرد ذرت می‌گردد.[١٩] *رحمت آبادی و همکاران (٢٠١٢)* نتیجه گرفتند که سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع محیط، مهمترین عوامل مؤثر بر تلفات تبخیر و باد بوده و فشار کارکرد سیستم کمترین تأثیر را بر تلفات تبخیر و باد دارد.[١٧]

هدف از این پژوهش، بررسی ضریب یکنواختی توزیع آب سه آبپاش پرکاربرد در استان خوزستان، تحت سرعت‌های مختلف باد و ارتفاع‌های مختلف پایه آبپاش و نیز معرفی مناسب‌ترین آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش بود.

مواد و روش‌ها این پژوهش در مرداد ماه سال ٩٥ در یک مزرعه تحقیقاتی در فاصله ٧ کیلومتری جاده تصفیه قند و شکر شهرستان اهواز واقع در ٢٨ درجه و ٥٩ دقیقه و ٨٧ ثانیه طول شرقی و ٣٤ درجه و ٣٠ دقیقه و ١٨ ثانیه عرض شمالی انجام شد. این مزرعه مجهز به سیستم آبیاری کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک بود که مساحتی حدود سه هکتار را تحت پوشش داشت. برخی از متغیرهای هواشناسی در زمان آزمایش در جدول ١ ارایه گردیده است. منبع آب مزرعه، رودخانه کارون بود. انجام آزمایش در این پژوهش بر اساس روش استقرار آبپاش منفرد انجام گرفت.[٤] این آزمایش از نظر آماری از نوع کرت‌های خرد شده شامل سه تیمار نوع آبپاش، چهار تیمار ارتفاع پایه آبپاش و دو تیمار شدت باد بود که جمعاً ٢٤ تیمار در سه تکرار انجام شد. آرایش آبپاش‌ها ١٨ × ١٨ متر در نظر گرفته شد و با توجه به فواصل ٣ × ٣ متر ظروف جمع‌آوری آب، در هر ربع دایره ٣٦ ظرف و در مجموع چهار ربع دایره به تعداد ١٤٤ ظرف کار گذاشته شد. تمامی آزمایش‌ها در مزرعه بدون پوشش گیاهی و در فشار کارکرد ٤ بار که حدوداً معادل ٤٠ متر آب می‌باشد، انجام گرفت و توسط یک فشارسنج نصب شده قبل از آبپاش‌ها کنترل گردید. آبپاش‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل آبپاش‌های ژاله ٣، ژاله ٥ و کمت[1] بودند (جدول ٢).

برای بررسی اثر ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی پخش آب، از چهار ارتفاع پایه آبپاش ١/٠، ١/٤، ١/٨ و ٢/٢ متری استفاده گردید. به منظور مطالعه اثر باد بر ضریب یکنواختی پخش آب آبپاش-ها، از دو محدوده سرعت باد کم تا متوسط (٤-٠ متر بر ثانیه) و سرعت باد شدید (٧-٤ متر بر ثانیه) استفاده شد و سرعت باد با استفاده از بادسنج سه فنجانی[2] که در ارتفاع ٢ متری از سطح زمین قرار داشت، سنجیده شد. در این پژوهش، قطعه زمین انتخاب شده از گیاهان سبز و خشک پاک گردید. سپس ظروف جمع‌آوری آب به قطر ١٠ سانتی‌متر و ارتفاع ١٥ سانتی‌متر به تعداد ١٤٤ عدد در چاله‌هایی به عمق ٥ سانتی‌متر قرار داده شدند، ضمناً از وزنه‌هایی در درون ظروف استفاده شد تا از حرکت آنها جلوگیری شود. حداقل

جدول ١) برخی شاخص‌های هواشناسی در مرداد ماه سال ٩٥

Table 1) Some of weather parameters in August, 2016

maximum temperature (°C)	minimum temperature (°C)	maximum humidity (%)	minimum humidity (%)
48.5	33.1	46.4	15.8

جدول ٢) مشخصات آبپاش‌های به کار رفته

Table 2) Applied sprinklers characteristics

Sprinkler type	nozzle diameter (mm)	discharge (m^3/h)	spraying diameter (m)
Zhaleh3	2.1	2.11	30
Zhaleh5	8.1	4.00	40
Komet	5.1	3.00	35

[1] Komet

[2] ScarletWind™ WR-3

زمان مدت زمان کار هر آبپاش در هر آزمایش ۱ ساعت لحاظ گردید.

برای تحلیل آماری داده‌ها از آزمون‌های طرح عاملی در نرم‌افزار SPSS ver. 21 استفاده شد. عوامل مورد بررسی شامل آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش و شدت باد عبارت بودند که در سه تکرار انجام گرفتند. هر آزمایش و تکرارهای آن در یک روز و از ساعت ۸ صبح آغاز شده و تا ظهر ادامه می‌یافت. بررسی سودمند بودن نتایج تحلیل عاملی روی داده‌ها، از آزمون بارتلت[1] استفاده شد.

نتایج آبپاش ژاله ۵ در ارتفاع‌های مختلف پایه آبپاش و سرعت‌های مختلف باد نسبت به سایر آبپاش‌ها دارای ضریب یکنواختی بیشتری بود و ارتفاع پایه آبپاش ۱٤۰ سانتی‌متر در سرعت باد ملایم تا متوسط و نیز ارتفاع پایه آبپاش ۱۰۰ سانتی‌متر در سرعت باد شدید، ضریب یکنواختی بیشتری را نشان دادند (جدول ۳). بین ضرایب یکنواختی توزیع آب ناشی از آبپاش‌های مختلف تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ٤).

ارتفاع پایه آبپاش و ضریب یکنواختی توزیع آب

ضریب یکنواختی توزیع آب از ارتفاع ۱۰۰ تا ۱٤۰ سانتی‌متری افزایش پیدا کرد که دلیل آن می‌تواند پراکنش یکنواخت توزیع آب در این ارتفاع باشد (جدول ۵). هر چند که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. سپس از ارتفاع ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متری ضریب یکنواختی کاهش یافت که این کاهش در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. علت این کاهش می‌تواند افزایش مدت زمان قرار گرفتن قطرات آب در معرض نور خورشید و جریان هوا باشد که منجر به پراکنش غیریکنواخت و کاهش میزان همپوشانی و کاهش ضریب یکنواختی پخش آب شد. در نتیجه ارتفاع پایه آبپاش ۱٤۰ سانتی‌متری بیشترین ضریب یکنواختی و ارتفاع پایه آبپاش ۲۲۰ سانتی‌متری کمترین ضریب یکنواختی توزیع آب را حاصل نمودند (جدول ۵). با استفاده از آزمون فیشر بین ضرایب یکنواختی توزیع آب در ارتفاعات مختلف پایه آبپاش اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تفاوت معنی‌دار بین ضرایب یکنواختی توزیع آب در ارتفاع‌های پایه آبپاش ۱۰۰ و ۲۲۰ سانتی‌متر، ۱٤۰ و ۱۸۰ سانتی‌متر و ۱٤۰ و ۲۲۰ سانتی‌متر مشاهده گردید (جدول ٦).

نوع آبپاش و ضریب یکنواختی توزیع‌آب

ضریب یکنواختی توزیع آب برای آبپاش ژاله۵ بیشترین و برای آبپاش ژاله۳ کمترین مقدار بدست آمد. کمتر بودن ضریب یکنواختی توزیع آب آبپاش ژاله۳ نسبت به آبپاش ژاله۵ به این دلیل است که آبپاش ژاله۳ دارای قطر نازل کوچکتری نسبت به آبپاش ژاله۵ بود، قطرات آب حالت پودری‌تری به خود گرفته و بیشتر تحت تأثیر باد و گرما قرار گرفتند و یکنواختی پخش آب کمتری را به بار آوردند. ضمناً هر چه قطر نازل کمتر گردد قطر دایره پاشش هم کمتر شده که عدم همپوشانی مناسب آبپاش‌ها و کاهش ضریب یکنواختی توزیع آب را به همراه دارد (جدول ۷). بین ضرایب یکنواختی پخش آب آبپاش‌های ژاله۳ و ژاله۵ و همچنین بین ضرایب یکنواختی توزیع آب آبپاش‌های ژاله۵ و کمت تفاوت معنی‌دار وجود داشت، اما بین ضرایب یکنواختی آبپاش‌های ژاله۳ و کمت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸)

سرعت باد و ضریب یکنواختی توزیع‌آب

در نتیجه افزایش سرعت باد، ضریب یکنواختی توزیع آب برای همه تیمارها کاهش یافت (جدول ۹). این نتیجه با نتایج

[1] Bartlett's test

جدول ٣) ضرایب یکنواختی توزیع آب آبپاش‌ها، ارتفاع مختلف پایه آبپاش و سرعت باد

Table 3) Uniformity coefficient of sprinklers, riser heights and wind speed

Wind speed (m/s)	sprinkler type	riser height (cm)			
		100	140	180	220
0-4	Zhaleh3	72.5	84.6	79.7	72.2
0-4	Zhaleh5	79.8	84.1	83.5	80.6
0-4	Komet	75	85.5	71.2	70.5
4-7	Zhaleh3	71.1	69.4	59.6	50.7
4-7	Zhaleh5	77.7	74	72.5	71.6
4-7	Komet	71.2	69.5	69	60.8

جدول ٤) اثر هر یک از متغیرها بر ضریب یکنواختی پخش آب

Table 4) The effect of each parameters on the uniformity coefficient

Parameters	df	sum of squares	squares mean	F value	P value
Constant value	1	385855	385855	583080	0.000**
Riser height	3	926.81	308.94	466.85	0.000**
Wind speed	1	1822.70	1822.70	2754.35	0.000**
Sprinkler type	2	865.74	432.87	654.13	0.000**
Riser height × Wind speed	3	392.66	130.89	197.79	0.000**
Riser height × Sprinkler type	6	290.38	48.40	73.13	0.000**
Wind speed × Sprinkler type	2	162.14	81.07	122.51	0.000**
Riser height × Wind speed × Sprinkler type	6	265.56	44.26	66.88	0.000**
Error	48	31.76	0.66	-	-
Total	72	390612.971	-	-	-

**معنی‌داری در سطح ٠/٠١ *معنی‌داری در سطح ٠/٠٥ R^2=0.99 *Significant at 5% probably level **significant at 1% probably level

پژوهش‌های *آزودو و همکاران (٢٠٠٠)*، *دلیما و همکاران (٢٠٠٢)* و *دشمی و همکاران (٢٠٠٣)* که از لحاظ شرایط اقلیمی و آرایش آبپاش‌ها تقریباً مشابه یکدیگر بوده‌اند، مطابقت دارد.[٢،٧،٨] در سرعت باد شدید ضریب یکنواختی ١٣٪ نسبت به سرعت باد کم تا متوسط کاهش یافت. *تارجوئلو (٢٠٠٠)* نشان داد که ضریب یکنواختی توزیع آب با افزایش سرعت باد کاهش می‌یابد و این کاهش معمولاً با یک معادله درجه دوم همخوانی دارد.[٢٠] *هارت (١٩٩٥)* تحت شرایط اقلیمی که تقریباً مشابه شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه در این پژوهش بود، گزارش کرد که تأثیر کاهش ضریب یکنواختی در نتیجه افزایش سرعت باد برای نازل ٣/١٦ میلی‌متری و فواصل ١٥ × ٩، ١٨ × ٩ و ١٨ × ١٢ متر خطی بوده

جدول ٥) تأثیر ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی

Table 5) The effect of riser height on the uniformity coefficient

Riser height (cm)	Uniformity coefficient (%)
100	74.6
140	75.5
180	72.6
220	67.7

است.[١١] نتایج این پژوهش برای آبپاش‌های مورد مطالعه نشان داد که تا سرعت باد ٧ متر بر ثانیه، رابطه ضریب یکنواختی و سرعت باد تقریباً خطی بوده است (شکل ١). آزمون تی تست (٦/٥٩= T-Test ; P-Value<٠/٠٠١) نشان داد که بین سرعت‌های مختلف باد بر میزان یکنواختی توزیع آب تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

ارتفاع پایه آبپاش و نوع آبپاش و ضریب یکنواختی توزیع آب

اثر متقابل نوع آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب معنی‌دار بود (جدول ٤).

جدول ٦) اختلاف بین ضرایب یکنواختی آب در ارتفاع‌های مختلف پایه آبپاش

Table 6) Difference between uniformity coefficients in the different riser heights

Height (cm)		Means difference	Standard error	Level of Significance	Confidence interval	
					Low level	High level
100	140	-3.42	2.50	0.18	-8.41	1.56
	180	1.98	2.50	0.43	-3.00	6.97
	220	6.49	2.50	0.01**	1.50	11.49
140	100	3.42	2.50	0.18	-1.56	8.41
	180	5.40	2.50	0.03*	0.41	10.40
	220	9.92	2.50	0.00**	4.92	14.91
180	100	-1.98	2.50	0.43	-6.97	3.00
	140	-5.40	2.50	0.03*	-10.4	-0.41
	220	4.51	2.50	0.08	-0.47	9.50
220	100	-6.49	2.50	0.01**	-11.49	-1.50
	140	-9.92	2.50	0.00**	-14.91	-4.92
	180	-4.51	2.50	0.08	-9.50	0.47

**معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ *معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

**significant at 1% probably level *Significant at 5% probably

با افزایش ارتفاع تا ۱٤۰ سانتی‌متر ضریب یکنواختی آبپاش‌ها افزایش یافت که دلیل آن می‌تواند ناشی از پراکنش یکنواخت پاشش آب در این ارتفاع باشد و از ارتفاع ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر ضریب یکنواختی توزیع آب آبپاش‌ها کاهش یافت که دلیل آن می‌تواند افزایش مدت زمان قرارگیری قطره‌های آب در معرض نور خورشید و جریان هوای گرم در ارتفاعات زیادتر پایه آبپاش باشد. در بین آبپاش‌های مورد آزمایش، آبپاش ژاله۵ بیشترین ضریب یکنواختی را داشت که به دلیل قطر نازل بزرگتر آن و در نتیجه دایره پاشش بزرگتر حاصل از آن و همپوشانی بهتر، بود. هر چند تا ارتفاع ۱٤۰ سانتی‌متر ضریب یکنواختی در همه آبپاش‌ها افزایش یافت اما در آبپاش ژاله۵ به دلیل بزرگتر بودن قطر نازل آن که منجر به ایجاد دایره پاشش بزرگتر و قطرات آب درشت‌تر نسبت به آبپاش ژاله۳ و آبپاش کمت شد، ضریب یکنواختی بیشتری رقم خورد و این عامل باعث شد که کاهش ضریب یکنواختی آن از ارتفاع ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر هم نسبت به بقیه آبپاش‌ها کمتر باشد. آبپاش ژاله۵ در ارتفاع ۱٤۰ سانتی‌متر بیشترین ضریب یکنواختی آب را داشت و تغییرات ضریب یکنواختی توزیع آب آن از سایر آبپاش‌ها کمتر بود (جدول ۱۰).

جدول ۷) تأثیر نوع آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب آبپاش

Table 7) The effect of sprinkler type on the uniformity coefficient

sprinkler type	Uniformity coefficient (%)
Zhaleh3	70
Zhaleh5	78
Komet	71.6

سرعت باد، ارتفاع پایه آبپاش و ضریب یکنواختی توزیع آب

اثر متقابل سرعت باد و ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب معنی‌دار بود (جدول ٤).

با افزایش سرعت باد در همه ارتفاع‌ها، ضریب یکنواختی توزیع آب کاهش یافت. با افزایش ارتفاع پایه آبپاش در سرعت باد ٤-۰ متر بر ثانیه از ارتفاع ۱۰۰ تا ۱٤۰ سانتی‌متر ضریب یکنواختی افزایش یافت و سپس از ارتفاع ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر ضریب یکنواختی کاهش یافت. دلیل افزایش ابتدایی ضریب یکنواختی از ۱۰۰ تا ۱٤۰ سانتی‌متر، افزایش شعاع دایره پاشش و هم‌پوشانی بهتر نسبت به ارتفاع‌های پایین‌تر بود و دلیل کاهش ضریب یکنواختی توزیع آب از ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر، افزایش مدت زمان قرار گرفتن قطرات آب در معرض تابش نـــور

جدول ۸) تفاوت بین ضرایب یکنواختی آب در آبپاش های مختلف

Table 8) Difference between uniformity coefficients in the different sprinklers

Sprinkler		Means difference	Standard error	Level of Significance	Confidence interval	
					Low level	High level
Zhaleh3	Zhaleh5	-8.02	2.16	0.000**	-12.35	-3.70
	Komet	-1.60	2.16	0.461	-5.93	2.71
Zhaleh5	Zhaleh3	8.02	2.16	0.000**	3.70	12.35
	Komet	6.41	2.16	0.004**	2.09	10.74
Komet	Zhaleh3	1.60	2.16	0.461	-2.71	5.93
	Zhaleh5	-6.41	2.16	0.004**	-10.74	-2.09

**significant at 1% probably level *Significant at 5% probably level **معناداری در سطح ۰/۰۱ *معناداری در سطح ۰/۰۵

جدول ۹) تأثیر سرعت باد بر ضریب یکنوختی توزیع آب

Table 9) The effect of wind speed on the uniformity coefficient

Wind speed (m/s)	Uniformity coefficient (%)	Reduction of uniformity coefficient (%)
0-2	83.0	-
2-4	78.3	5.7
4-7	68.1	13

جدول ۱۰) اثر متقابل ارتفاع پایه آبپاش و نوع آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب

Table 10) Reciprocal effect of riser height and sprinkler type on the uniformity coefficient

Sprinkler type	Riser height (cm)			
	100	140	180	220
Zhaleh3	71.8	77	69.7	61.5
Zhaleh5	78.7	79.1	78	76.1
Komet	73.1	77.5	70.1	65.6

جدول ۱۱) اثر متقابل سرعت باد و ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی آب

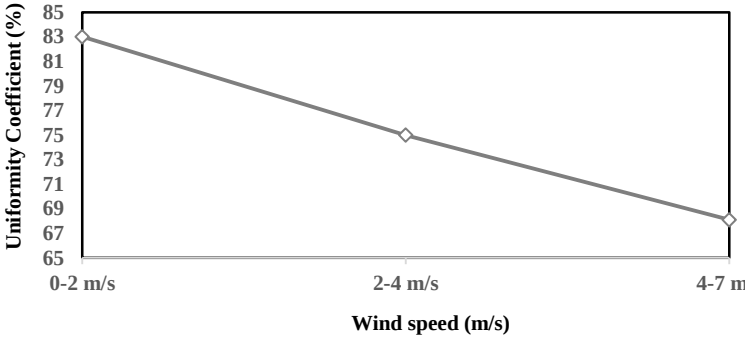
Table 11) Reciprocal effect of wind speed and riser height on the uniformity coefficient

Wind speed (m/s)	Riser height (cm)			
	100	140	180	220
0-4	75.7	84.7	78.1	74.4
4-7	73.3	71	67.1	61

جدول ۱۲) اثر متقابل سرعت باد و نوع آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب

Table 12) Reciprocal effect of wind speed and sprinkler type on the uniformity coefficient

Wind speed (m/s)	Sprinkler type		
	Zhaleh3	Zhaleh5	Komet
0-4	75.5	82	77.3
4-7	62.8	74	67.6

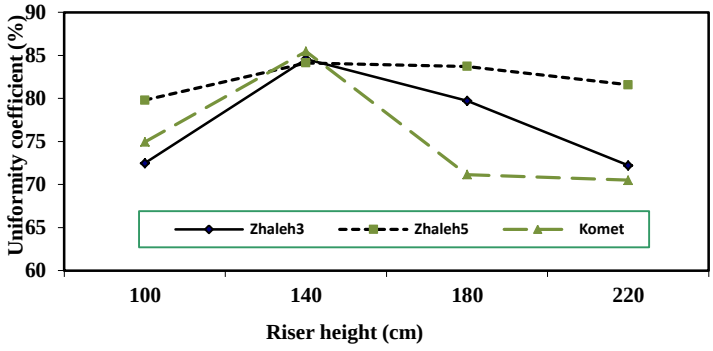


شکل ۱) تأثیر سرعت باد بر ضریب یکنواختی

Figure 1) The effect of wind speed on the uniformity coefficient

خورشید و جریان هوا بود که باعث شده بیشتر تحت تأثیر اثر منفی سرعت باد قرار بگیرند (جدول ۱۱) که نهایتاً پراکنش غیریکنواخت، کاهش میزان هم‌پوشانی و کاهش ضریب یکنواختی را به همراه داشت. این نتیجه با نتایج توسط *احمد و همکاران (۲۰۱۰)* مطابقت دارد.[۳]

با افزایش ارتفاع پایه آبپاش در سرعت باد ۷-٤ متر بر ثانیه ضریب یکنواختی به طورکلی کاهش پیدا کرد. زیرا در سرعت باد شدید، قطرات آب به شدت تحت تأثیر سرعت باد قرار گرفته، پراکنش بسیار غیریکنواخت شده و هم‌پوشانی کاهش می‌یابد و این کاهش با افزایش ارتفاع پایه آبپاش بیشتر می‌شود. این نتیجه



شکل ۲) اثر متقابل نوع آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش در سرعت باد ٤-۰ متر بر ثانیه بر ضریب یکنواختی توزیع آب

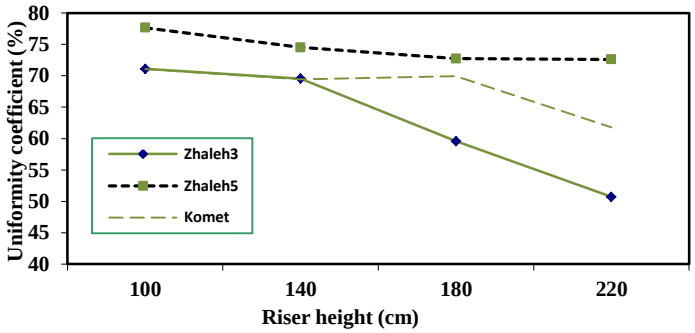
Figure 2) Reciprocal effect of sprinkler type and riser height in wind speed of 0-4 m/s on the uniformity coefficient

با نتایج به دست آمده توسط *الخفاف و همکاران (۱۹۸۸)* مطابقت دارد.[۱]

در سرعت باد متوسط اثر منفی سرعت باد از ۱۰۰ تا ۱٤۰ سانتی‌متر بر ضریب یکنواختی توزیع آب کمتر ولی از ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر با افزایش ارتفاع پایه آبپاش این اثر بیشتر شد. ولی در سرعت باد شدید با افزایش ارتفاع پایه آبپاش از ۱۰۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر اثر منفی سرعت باد بر یکنوختی توزیع آب به شدت ادامه یافته و افزایش داشت. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش، ارتفاع پایه آبپاش ۱۰۰ سانتی‌متر برای شرایط سرعت باد شدید و ارتفاع پایه آبپاش ۱٤۰ سانتی‌متر برای شرایط سرعت باد متوسط مطلوب ارزیابی شد.

سرعت باد و نوع آبپاش و ضریب یکنواختی توزیع آب

اثر متقابل نوع آبپاش و سرعت باد بر ضریب یکنواختی توزیع آب معنی‌دار بود (جدول ٤). با افزایش سرعت باد در همه آبپاش‌ها به طور جداگانه ضریب یکنواختی توزیع آب کاهش یافت (جدول ۱۲). در هر دو دامنه سرعت باد متوسط و شدید، بیشترین ضریب یکنواختی توزیع آب به ترتیب در آبپاش‌های ژاله۵، کمت و ژاله۳ مشاهده شد (جدول ۱۲). بنابراین با کاهش قطر نازل آبپاش‌ها، ضریب یکنواختی توزیع آب تحت تأثیر افزایش سرعت باد کاهش یافت. دلیل آن می‌تواند کاهش قطر



شکل ۳) اثر متقابل نوع آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش در سرعت باد ۷-٤ متر بر ثانیه بر ضریب یکنواختی توزیع آب

Figure 3) Reciprocal effect of sprinkler type and riser height in wind speed of 4-7 m/s on the uniformity coefficient

دایره پاشش و کاهش قطر قطرات آب ناشی از کاهش قطر نازل آبپاش‌ها باشد که کاهش هم‌پوشانی مناسب آبپاش‌ها را تحت حضور باد در منطقه رقم زد و در نهایت منجر به کاهش ضریب یکنواختی توزیع آب گشت. بنابراین توصیه می‌شود در صورت بادخیز بودن منطقه از آبپاش با نازل قطورتر استفاده گردد.

نوع آبپاش، سرعت باد و ارتفاع پایه آبپاش و ضریب یکنواختی توزیع آب

اثر متقابل نوع آبپاش، سرعت باد و ارتفاع پایه آبپاش بر ضریب یکنواختی توزیع آب معنی‌دار بود (جدول ٤). اثر متقابل نوع آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش در سرعت باد ٤-۰ متر بر ثانیه بر ضریب یکنواختی توزیع آب در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، آبپاش‌ها در سرعت باد ٤-۰ متر بر ثانیه و ارتفاع پایه آبپاش ۱٤۰ سانتی‌متر بیشترین ضریب یکنواختی توزیع آب را داشتند. بنابراین به نظر می‌رسد در این شرایط پراکنش، یکنواخت‌تر و هم‌پوشانی بهتر صورت پذیرفته و ضریب یکنواختی بیشتر شده است. همچنین آبپاش ژاله۵ نسبت به بقیه آبپاش‌ها تحت ارتفاع‌های مختلف پایه آبپاش، نوسان کمتری داشت. عدم افزایش معنی‌دار ضریب یکنواختی توزیع آب آبپاش ژاله۵ نسبت به بقیه آبپاش‌ها در ارتفاع ۱٤۰ سانتی‌متر و سرعت باد ٤-۰ متر بر ثانیه می‌تواند ناشی از خطای موجود در آزمایش باشد.

آبپاش‌های با ارتفاع پایه ۱۰۰ سانتی‌متری در سرعت باد ۷-٤ متر بر ثانیه بیشترین ضریب یکنواختی توزیع آب را داشتند (شکل ۳). در این شرایط آبپاش ژاله۵ بیشترین ضریب یکنواختی را داشت. دلیل آن می‌تواند قطور بودن نازل این نوع آبپاش و در نتیجه دایره پاشش بزرگتر و هم‌پوشانی بهتر این نوع آبپاش باشد که ضریب یکنواختی توزیع آب بالاتری را رقم زد. این نتیجه توسط *خدادادی دهکردی (۲۰۱٤)* تأیید شده است.[۱۳]

نتیجه‌گیری کلی با افزایش ارتفاع پایه آبپاش در سرعت باد متوسط از ارتفاع ۱۰۰ تا ۱٤۰ سانتی‌متر ضریب یکنواختی آب افزایش و سپس از ارتفاع ۱٤۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر کاهش یافت. در سرعت باد شدید با افزایش ارتفاع پایه آبپاش از ۱۰۰ تا ۲۲۰ سانتی‌متر، ضریب یکنواختی توزیع آب کاهش یافت. نوع آبپاش تأثیر به سزایی در ضریب یکنواختی توزیع آب داشت و در ژاله۵ بیشتر از سایرین بود و با افزایش سرعت باد ضریب یکنواختی توزیع آب کاهش و تا سرعت باد ۷ متر بر ثانیه، رابطه ضریب یکنواختی و سرعت باد تقریباً خطی ارزیابی گردید. در مجموع توان آبپاش ژاله۵ به عنوان مناسب‌ترین آبپاش و ارتفاع پایه آبپاش ۱٤۰ سانتی‌متر در سرعت باد ملایم تا متوسط و ارتفاع پایه آبپاش ۱۰۰ سانتی‌متر را در سرعت باد شدید را مناسب‌ترین ارتفاع‌های پایه آبپاش انتخاب می‌شود.

References

1. Al-Khafaf S, Al-Awad MC, Sharhan FA, Al-Asadi N (1988) Uniformity and water distortion as influenced by environmental and operative conditions. Journal of Agriculture and Water Resources Research, Soil and Water Resources 7(2): 257-266.
2. Azevedo HJ, Bernardo S, Ramos MM, Sediyama GC, Cecon PR (2000) Influence of climatic factors and operational conditions on uniformity of distribution of water in a spray irrigation system. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 4(2): 152-158.
3. Ahmed MAM, Awaad MA, El-Ansary MY, El-Haddad ZA (2010) Performance of rotating spray plate sprinklers. Misr Journal of Agricultural Engineering 27(2): 565-585.
4. Bavi A, Kashkuli HA, Boroomand-Nasab S (2008) Effect of climatic and hydraulic parameters on water uniformity coefficient at sprinkler irrigation in Omidiyeh region. Iranian Water Research Journal 2(2): 53-59. [in Persian with English abstract]
5. Christiansen JE (1942) Irrigation by Sprinkling. Agricultural Experiment Station: California.
6. Dabbous B (1962) A study of sprinkler uniformity evaluation methods. Master Thesis, Utah State University: Logan, United State.
7. De Lima JLMP, Torfs PJJF, Singh VP (2002) A mathematical model for evaluating the effect of wind on downward-spraying rainfall simulators. CATENA 46(4): 221–241.
8. Dechmi F, Playan E, Faci JM, Tejero M, Bercero A (2003) Analysis of an irrigation district in northeastern Spain. II. Irrigation evaluation, simulation and scheduling. Agricultural Water Management 61(2): 93–109.
9. Farzad Manesh S, Hezar Jaribi A, Zakerinia M, Dehghani AA (2011) Impact evaluation of riser height, layout and sprinkler spacing on water uniformity coefficient in sprinkler irrigation. Proceedings of the 5th National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management. Kerman, Iran. [in Persian]
10. Heermann DF, Solomon KH (1983) Design and operation of farm irrigation systems. Chapter 5, Efficiency and Uniformity. ASAE, 591-600.
11. Hart WE (1995) Data on distribution and water losses of small sprinkler in winds of 0- 20 miles per hour. Tech. Report project: FE 7-4 No. 663.5 Experiment station H.S.P. A Filed Engineering Department.
12. Khodamoradi J, Moradi S (2009) Technical evaluation of performed sprinkler irrigation system in Sar-Pol-Zahab city. Proceedings of the National Conference on Water Crisis Management. Marvdasht, Iran. [in Persian]
13. Khodadadi Dehkordi D (2014) Impact evaluation of different riser heights on uniformity coefficient in sprinkler irrigation under different wind speeds. Advances in Environmental Biology 8(21): 187-192.
14. Moazed H, Bavi A, Boroomand nasab S, Naseri A, Albaji M (2010) Effects of climatic and hydraulic parameters on water uniformity coefficient in solid set systems. Journal of Applied Science 10(16): 1792-1796.
15. Montazar A (2010) Predicting alfalfa hay production as related to water distribution functions. Irrigation and Drainage 59(2): 189-202.
16. Nazari B, Liaghat A, Parsinejad M (2013) Development and analysis of irrigation efficiency and water productivity indices relationships in sprinkler irrigation systems. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(3): 515-523.
17. Rahmatabadi V, Boroomand nasab S, Sakhaeerad H, Bavi A (2012) Evaporation and wind drift losses for two types of sprinklers with one and three nozzles in solid set systems in Ahwaz climate conditions. Iranian Journal of Irrigation and Drainage 2012(4): 265-272. [in Persian with English abstract]
18. Sheikhesmaeili O (2007) Analysis of the Uniformity to Optimize Design in Semi-Portable Sprinkling Irrigation System. Water and Soil Sciences 21(1): 129-139. [in Persian]
19. Salmeron M, Urrego YF, Isla R, Cavero J (2012) Effect of non-uniform sprinkler irrigation and plant density on simulated maize yield. Agricultural water management 113: 1-9.
20. Tarjuelo JM, Ortega JF, Montero J, De Juan JA (2000) Modeling evaporation and drift losses in irrigation with medium size impact sprinklers under semi-arid condition. Agricultural Water Management 43(3): 263-284.
21. Yacoubi S, Zayani K, Slatni A, Playan E (2012) Assessing sprinkler irrigation performance using field evaluation at the Medjerda lower valley of Tunisia. Engineering 4(10): 682-691.
22. Younesi A, Bahmani O, Sedghi H (2015) Technical evaluation of efficiency and uniformity coefficients for sprinkler irrigation systems in Hamedan, Iran. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 5(S1): 827-833.

Uniformity coefficient of water distribution in three sprinkler types under different wind speeds and riser heights in Ahvaz, Iran

Agroecology Journal

Vol. 14 No. 1 (9-19)
(spring 2018)

Mehdi Daghagheleh[1], Davoud Khodadadi Dehkordi[1]✉, Elnaz Norouzi Aghdam[2], Aslan Egdernezhad[1]

1 Department of Water Engineering and Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
✉ davood_kh70@yahoo.com **(corresponding author)**

2 Young Researchers and Elite Club, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

Received: 23 November 2017 **Accepted:** 19 May 2018

Abstract In this study, the effect of wind speed and riser height on the uniformity coefficient of water distribution in Ahvaz city was investigated. Sprinklers were including Zhaleh 3, Zhaleh 5, and Komet with discharges of 2.11, 4 and 3 m^3/h and spraying diameters of 30, 40 and 35 m, respectively and riser heights of 1.0, 1.4, 1.8, and 2.2 m under mild to moderate and severe wind speeds in a solid set system with portable sprinklers were investigated. In the mild to moderate wind speed range, increasing in riser height from 100 to 140 cm, the uniformity coefficient of water distribution increased and in riser height rage from 140 to 220 cm, the uniformity coefficient decreased. In the severe wind speed, increasing in riser height from 100 to 220 cm, the uniformity coefficient decreased. The uniformity coefficient of water distribution in the layout of 18 × 18 m for sprinkler Zhaleh 5 was in the highest and for sprinkler Zhaleh 3 was in the lowest value. Finally, the riser height of 140 cm in the mild wind speed range and the riser height of 100 cm in the severe wind speed range were selected as the best riser heights.

Keywords

- Komet
- Nozzle diameter
- Zhaleh 3
- Zhaleh 5

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ. 2018.540871