[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]

[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]

# بررسی ضریب یکنواختی توزیع آب برای دو آبپاش مورد استفاده در طرح‌های آبیاری بارانی تحت شرایط مختلف هیدرولیکی و جوی

وحید رحمت‌آبادی*، مجید بهزاد، سعید برومند نسب و حسین سخایی‌راد[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۵)

## چکیده

**در آبیاری بارانی افزایش یکنواختی توزیع آب در صورتی امکان‌پذیر است که عوامل و پارامترهایی که موجب کاهش آن می‌شوند مانند سرعت باد، فاصله، آرایش و نوع آبپاش‌ها، شناسایی و تا حد ممکن کنترل شوند. در این تحقیق به‌منظور بررسی اثر سرعت باد، فشار، فواصل و آرایش آبپاش‌ها بر یکنواختی توزیع آب آزمایش‌هایی براساس استاندارد ISO ۷۷۴۹/۲ (۱۹۹۰) برای دو آبپاش،ADF۲۵î با سه نازل و Nelson مدل F۸۰APV با یک نازل که به‌ترتیب نمونه داخلی و خارجی هستند انجام شد. آزمایش‌ها به‌صورت آبپاش منفرد در محدوده فشارهای توصیه شده توسط کارخانه‌های سازنده آبپاش‌ها، در سرعت‌های باد موجود برای سه فاصله آبپاش روی لوله فرعی (۲۶،۲۲ و ۳۰ متر) انجام گردید. با توجه به‌نتایج به‌دست آمده آبپاش Nelson نسبت به تغییرات سرعت باد و فشارهای درنظر گرفته شده نوسانات کمتری از لحاظ ضریب یکنواختی نسبت به آبپاش ADF داشت. برای آبپاش ADF فشار ۴/۵ بار مناسب‌تر بود. فشارهای درنظر گرفته شده برای آبپاش Nelson تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که با کاهش نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش در فاصله‌های درنظر گرفته شده ضریب یکنواختی افزایش می‌یابد. برای آبپاش‌های مورد مطالعه در آرایش‌های مربعی و مستطیلی نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش در حدود ۰/۴ تا ۰/۵ پیشنهاد می‌شود.**

**واژه‌های کلیدی: آرایش آبپاش‌ها، سرعت باد، ضریب یکنواختی، فشار**

۱. گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: vahid9632@yahoo.com

[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]

[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]

**مقدمه**

بخش عمده آب در دسترس انسان در نقاط مختلف جهان در بخش کشاورزی و به‌منظور تولید غذای مورد نیاز به مصرف می‌رسد. از این‌رو، آب مصرفی بخش کشاورزی جایگاه ویژه‌ای در تخصیص کل منابع آب در هر منطقه یا کشور را دارا می‌باشد. صنعتی شدن کشاورزی در اکثر کشورهای جهان و روبرو شدن با مسئله کم آبی باعث شده است که بر مصرف آب کنترل بیشتری اعمال گردد. یعنی بتوان آب را به هر مقدار چه کم و چه زیاد و در هر زمان که مورد نظر زارع باشد، مورد استفاده قرار داد. انجام این کنترل‌ها در آبیاری‌های سطحی بسیار مشکل می‌باشد ولی در آبیاری تحت فشار (بارانی) که آب در یک سیستم مسدود مانند لوله انتقال و مصرف می‌شود این عمل با سهولت بیشتری انجام می‌گردد. آبیاری بارانی به‌روشی اطلاق می‌شود که در آن آب تحت فشار وارد شبکه‌ای از لوله‌های اصلی و فرعی شده و سپس از طریق آبپاش‌ها به‌صورت تقریباً یکنواخت روی محصولات به‌صورت قطرات باران پاشیده می‌شود. با توجه به‌نظر زارعین بسیاری از آنها از پایین بودن کیفیت تجهیزات، عدم وجود وسایل یدکی برای تعمیرات و راهبری، و یا مسائلی مانند عدم یکنواختی پخش آب گله‌مند هستند(۲). همچنین طرح‌هایی وجود دارد که سیستم پیاده شده منطبق با شرایط اقلیمی یا وضعیت فیزیکی و شیمیایی آب و خاک نمی‌باشد مسلماً چنین سیستم‌هایی از موفقیت برخوردار نخواهند بود (۲). این سیستم‌ها می‌بایست در توازن با نفوذپذیری خاک به گونه‌ای طراحی شوند که در سطح مزرعه رواناب ایجاد نگردد. ضمن آن‌که تلفات نفوذ عمقی زمانی به حداقل می‌رسد که آب به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع شود. افزایش یکنواختی توزیع آب در مزرعه در صورتی امکان‌پذیر است که عوامل و پارامترهایی که موجب کاهش آن می شوند شناسایی و تا حد ممکن کنترل شوند (۳). کلر به‌این نتیجه رسید که مهم‌ترین عامل اقلیمی مؤثر بر توزیع یکنواخت آب از آبپاش‌ها، باد است باد را دشمن آبیاری بارانی می‌دانند زیرا از یک طرف باعث کاهش یکنواختی توزیع آب یا افزایش تلفات نفوذ عمقی می‌گردد و از طرف دیگر، مهم‌ترین عاملی است که بر میزان تلفات تبخیر تأثیر می‌گذارد (۱۳). چادری نشان داد حداقل یکنواختی قابل قبول می‌تواند از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت باشد به‌همین دلیل ممکن است سیستم‌هایی با یکنواختی یکسان تحت شرایط متفاوت اقتصادی قابلیت کاربرد متفاوتی داشته باشند (۵).

تارجوئلو نتیجه گرفت آرایش مربعی آبپاش‌ها یکنواختی بیشتری نسبت به آرایش مستطیلی دارد (۱۶). باوی و همکاران به‌این نتیجه رسیدند که با افزایش سرعت باد تا ۷ متر در ثانیه کاهش ضریب یکنواختی در مقابل سرعت باد زیاد نیست ولی در سرعت‌های بیشتر از ۷ متر بر ثانیه ضریب یکنواختی شدیداً کاهش می‌یابد همچنین توصیه می‌شود با افزایش سرعت باد نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش کاهش یابد و از آرایش مربعی استفاده گردد (۱). پیر عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب را به شرح زیر دسته‌بندی کرد:

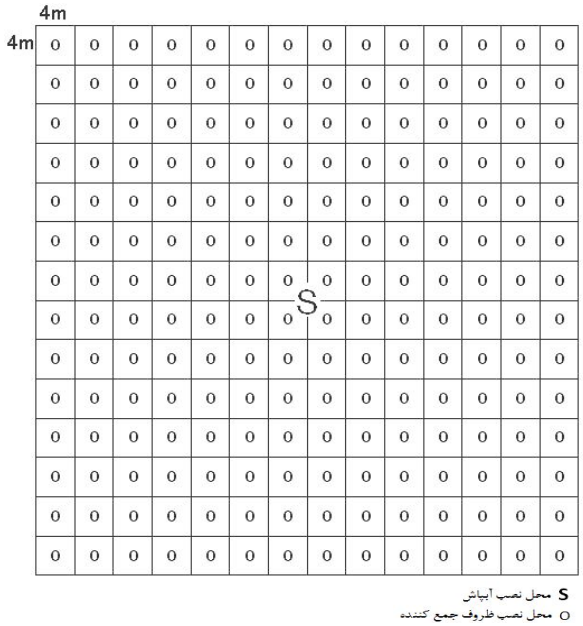
– عوامل مربوط به آبپاش‌ها نظیر اندازه نازل، فشار در نازل و نوع نازل

– عوامل مربوط به سیستم نظیر فواصل بین آبپاش‌ها، ارتفاع و پایداری رایزر و تغییرات فشار.

– عوامل مربوط به اقلیم نظیر شدت و جهت باد

– عوامل مربوط به مدیریت شامل مدت آبیاری، مستقیم بودن لوله‌های جانبی، عمود بودن رایزرها (۱۴).

برای بیان یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی از معیارهای متعددی از جمله ضریب یکنواختی کریستیانسن (۶)، ضریب یکنواختی بیل (۴)، ضریب پیشنهادی هارت و رینولدز (۹)، ضریب پیشنهادی کارملی (۱۲) و غیره استفاده می‌شود. همهٔ این معادلات بر توزیع آب در اطراف آبپاش استوار است (۸). و باد مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر بر ضریب یکنواختی آبیاری بارانی می‌باشد (۱۵و۱۷). دابوس با استفاده از روش‌های آماری نشان داد که ضریب یکنواختی کریستیانسن در مقایسه با سایر روش‌ها از اعتبار بیشتری برخوردار است (۷). هیرمان به‌این نتیجه رسید که شرکت‌های سازنده آبپاش‌ها معمولاً از




**شکل ۱. نمای کلی از استقرار ظروف جمع‌آوری آب و محل نصب آبپاش در آزمایش به‌روش آبپاش منفرد**

ضریب یکنواختی کریستیانسن برای ارزیابی تولیدات خود استفاده می‌کنند (۱۰). ضریب یکنواختی کریستیانسن از رابطه (۱) به‌دست می‌آید

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

در رابطه (۱) CU ضریب یکنواختی کریستیانسن بر حسب درصد، $X_i$ عمق یا حجم آب اندازه‌گیری شده در هر ظرف برحسب mm یا ml، $\overline{X}$ متوسط عمق یا حجم آب اندازه‌گیری شده در ظرف‌ها mm یا ml، $n$ تعداد کل ظرف‌های اندازه‌گیری شده در آزمایش می‌باشد.

در این تحقیق مقدار یکنواختی توزیع آب در شرایط مختلف از لحاظ فشار آب، آرایش، فواصل آبپاش‌ها و سرعت باد برای دو آبپاش ADF۲۵° و Nelson , F۸۰APV که به‌ترتیب نمونه داخلی و خارجی هستند اندازه‌گیری شد و تغییرات آن نسبت به پارامترهای مذکور بررسی گردید تا ضمن بررسی و مقایسه ضریب یکنواختی آبپاش‌های مذکور، به‌توان راهنمای مناسبی جهت طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری بارانی به‌خصوص سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در دست داشت.

## مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مربوطه براساس استاندارد ISO ۷۷۴۹/۲ (۱۹۹۰) (۱۱) به‌روش آبپاش منفرد در مزرعه آزمایشی واقع در دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز در فصل بهار سال ۱۳۸۸ انجام شد. آب مورد نیاز، از کانال ایستگاه پمپاژ دانشگاه که از رودخانه کارون آبگیری می‌کند وارد استخر ته‌نشینی شده و از آنجا به مزرعه پمپاژ گردید. با توجه به‌اطلاعات ارائه شده از سوی کارخانه‌های سازنده آبپاش‌ها، آزمایش‌ها برای هر آبپاش در ۴ فشار مختلف که در دامنه فشارهای پیشنهادی کارخانه سازنده می‌باشد انجام گرفت. برای آبپاش ADF۲۵° با سه نازل به قطرهای ۹، ۶/۵ و۳/۲ میلی‌متر، فشارهای ۳/۵، ۴، ۴/۵ و ۵ بار و برای آبپاش Nelsonمدل F۸۰ APV با یک نازل به قطر ۱۰/۳۲ میلی‌متر و زاویهٔ پاشش۲۴ درجه، فشارهای ۴، ۴/۵، ۵، و ۵/۵ بار در نظر گرفته شد. فشارهای پیشنهادی کارخانه سازنده برای آبپاش ADF ۳ تا ۵ بار و برای آبپاش Nelson ۳ تا ۶ بار می‌باشد. برای دو آبپاش در مجموع ۵۲ آزمایش انجام پذیرفت. زمان کار سیستم در هر آزمایش حداقل یک ساعت بود. با توجه به‌این‌که آرایش و فاصله آبپاش‌ها از عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب می‌باشد، در این تحقیق برای بررسی اثرات فاصله آبپاش‌ها در آرایش‌های مختلف بر یکنواختی توزیع آب، سه فاصله ۲۲، ۲۶ و ۳۰ متر انتخاب و سپس یکنواختی توزیع آب برای فواصل ۲۲×۲۲، ۲۶×۲۲، ۳۰×۲۲، ۲۶×۲۶، ۳۰×۲۶ و۳۰×۳۰ مترمربع در دو آرایش مربعی و مستطیلی از طریق شبیه‌سازی بین فواصل آبپاش‌ها محاسبه گردید. شکل ۱ نمای کلی از استقرار ظروف جمع‌آوری آب و محل آبپاش در آزمایش‌ها به‌روش آبپاش منفرد را نشان می‌دهد. بعد از آماده کردن زمین و پیاده کردن سیستم و شبکه‌بندی ظروف جمع کننده، برای جلوگیری از حرکت ظروف در اثر باد، ظرف‌ها



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]

**جدول ۱. ضریب یکنواختی آبپاش ADF در شرایط مختلف باد، فشار آب، آرایش و فواصل آبپاش‌ها**

| متوسط سرعت‌باد (km/hr) | فشار آب (bar) | آرایش و فواصل آبپاش‌ها (m) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مربعی | | | مستطیلی | | |
| | | ۲۲×۲۲ | ۲۶×۲۶ | ۳۰×۳۰ | ۲۲×۲۶ | ۲۲×۳۰ | ۲۶×۳۰ |
| ۲/۸ | ۳/۵ | ۸۲/۵ | ۸۰/۷ | ۷۵/۹ | ۸۱/۷ | ۷۸/۴ | ۷۷/۷ |
| ۳/۸ | ۴ | ۸۴/۶ | ۸۱/۶ | ۷۶ | ۸۳/۶ | ۷۹/۸ | ۷۸/۷ |
| ۲/۴ | ۴/۵ | ۸۸/۳ | ۸۴/۹ | ۷۷/۸ | ۸۶/۸ | ۸۱/۹ | ۸۱/۳ |
| ۳ | ۵ | ۸۷/۷ | ۸۴/۳ | ۷۸/۸ | ۸۶/۵ | ۸۳/۳ | ۸۱ |
| ۷/۶ | ۳/۵ | ۸۰/۶ | ۷۶/۱ | ۵۵ | ۷۷ | ۶۶/۷ | ۶۵/۱ |
| ۸/۵ | ۴ | ۸۱/۲ | ۷۸/۶ | ۶۳/۶ | ۷۹/۶ | ۷۰/۸ | ۷۰/۲ |
| ۱۰/۶ | ۴/۵ | ۸۴/۱ | ۸۲/۳ | ۷۵/۳ | ۸۳/۴ | ۸۰ | ۷۸/۷ |
| ۹/۷ | ۵ | ۸۴/۱ | ۷۸/۳ | ۶۹/۲ | ۸۱/۳ | ۷۵/۳ | ۷۳/۱ |
| ۱۶ | ۳/۵ | ۷۹/۲ | ۶۶/۸ | ۴۷/۱ | ۷۲ | ۶۱/۶ | ۵۶/۶ |
| ۱۵/۳ | ۴ | ۸۱/۱ | ۷۳/۵ | ۵۵/۷ | ۷۷/۴ | ۶۶/۴ | ۶۳/۳ |
| ۱۵/۸ | ۴/۵ | ۸۲/۵ | ۷۶/۴ | ۵۹/۴ | ۷۹/۵ | ۷۰ | ۶۷/۵ |

توسط میخ‌های چوبی و سیم فلزی مهار گردید. در این تحقیق از ظروف جمع کننده با قطر ۱۳/۹ سانتی‌متر و شبکه مربعی ۴×۴ مترمربع برای ظرف‌های جمع کننده استفاده شد. برای اندازه‌گیری حجم آب ظروف از استوانه‌های مدرج استفاده گردید. ارتفاع رایزر مورد آزمایش با توجه به‌استاندارد، ۱۶۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای عمود نگه داشتن رایزر از پایه‌های تنظیم شونده و تراز بنایی استفاده گردید.

از آن‌جا که آزمایش‌ها در فضای باز، در مزرعه انجام شد، در نتیجه عوامل اقلیمی شامل سرعت و جهت باد، دما و رطوبت هوا غیرقابل کنترل بود لذا در هر آزمایش مقادیر سرعت باد با استفاده از ایستگاه هواشناسی واقع در فاصله ۴۰۰ متری مزرعه آزمایشی، در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین تعیین گردید و در طول هر آزمایش میانگین سرعت باد درنظر گرفته شد. با توجه به‌استاندارد (۱۹۹۰) ISO ۷۷۴۹/۲ فشار متوسط همان فشار سر آبپاش تعریف می‌شود. این فشار باید در نقطه‌ای از پایه آبپاش اندازه‌گیری شود که حداقل به‌اندازه ۱۰ برابر قطر لوله از نقطه‌ای که در آن تغییر جهت یا تغییر مقطع در پایه آبپاش وجود دارد فاصله داشته باشد. در این مطالعه فشار آب با استفاده از فشارسنج تعبیه شده در بدنه رایزر طبق استاندارد اندازه‌گیری گردید. نظر به این‌که اکثر محققین تأیید کرده‌اند که ضریب یکنواختی کریستیانسن (رابطه ۱) کاربرد عمومی دارد. این ضریب معیار سنجش ضریب یکنواختی توزیع آب در این مطالعه انتخاب شد.

## نتایج و بحث

در جداول ۱ و ۲ به‌ترتیب متوسط ضرایب یکنواختی توزیع آب برای آبپاش‌های ADF و Nelson در سرعت باد، فشار و فواصل مورد نظر ارائه شده است. در ستون اول این جداول با توجه به‌دسته‌بندی محدوده‌های سرعت باد، (ملایم (کمتر از ۷)، متوسط (بین ۷تا ۱۴) و شدید (بیشتر از ۱۴ کیلومتر در ساعت)) متوسط سرعت بادهای موجود در هنگام آزمایش برای این محدوده‌ها در فشارهای مختلف ارائه شده است.

در جداول ۱ و۲ نتایج زیر ملاحظه می‌شود. برای هر دو آبپاش با افزایش سرعت باد تقریباً در همه فواصل ضریب



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]

**جدول ۲. ضریب یکنواختی آپاش Nelson در شرایط مختلف باد، فشار آب، آرایش و فواصل آپاش‌ها**

| متوسط سرعت باد (km/hr) | فشار آب (bar) | آرایش و فواصل آپاش‌ها (m) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مربعی | | | مستطیلی | |
| | | ۲۲×۲۲ | ۲۶×۲۶ | ۳۰×۳۰ | ۲۲×۲۶ | ۲۲×۳۰ | ۲۶×۳۰ |
| ۳/۲ | ۴ | ۸۶/۳ | ۸۳/۹ | ۷۹/۵ | ۸۴/۸ | ۸۳/۴ | ۸۱/۲ |
| ۵/۳ | ۴/۵ | ۸۶/۲ | ۸۴/۱ | ۸۱ | ۸۴/۸ | ۸۴ | ۸۲/۳ |
| ۲/۳ | ۵ | ۸۷/۲ | ۸۴/۱ | ۸۱/۱ | ۸۵/۷ | ۸۴/۳ | ۸۲/۶ |
| ۲/۳ | ۵/۵ | ۸۸/۷ | ۸۶/۷ | ۸۴/۶ | ۸۷/۶ | ۸۷/۱ | ۸۵/۵ |
| ۱۰/۹ | ۴ | ۸۲/۳ | ۸۰/۷ | ۷۶ | ۸۰/۶ | ۸۱/۶ | ۷۹/۳ |
| ۹ | ۵ | ۸۴ | ۸۱ | ۷۷/۶ | ۸۲/۶ | ۸۱/۹ | ۸۰/۱ |
| ۱۳ | ۵/۵ | ۸۶/۶ | ۸۳/۹ | ۷۳ | ۸۴/۵ | ۸۰/۷ | ۷۷/۸ |
| ۱۶/۳ | ۴/۵ | ۸۲ | ۷۹/۸ | ۶۹ | ۸۱/۳ | ۷۵/۳ | ۷۲/۹ |
| ۱۷/۸ | ۵/۵ | ۸۱/۶ | ۷۹/۳ | ۷۳/۱ | ۸۰/۳ | ۷۶/۴ | ۷۴/۶ |

یکنواختی توزیع آب کاهش یافته است که این کاهش در فواصل بزرگ‌تر مشهودتر بوده و با افزایش فواصل آپاش‌ها (افزایش نسبت فواصل آپاش‌ها به قطر پراکنش) در همه فشارها و سرعت‌های باد ضریب یکنواختی توزیع آب کاهش یافته است.

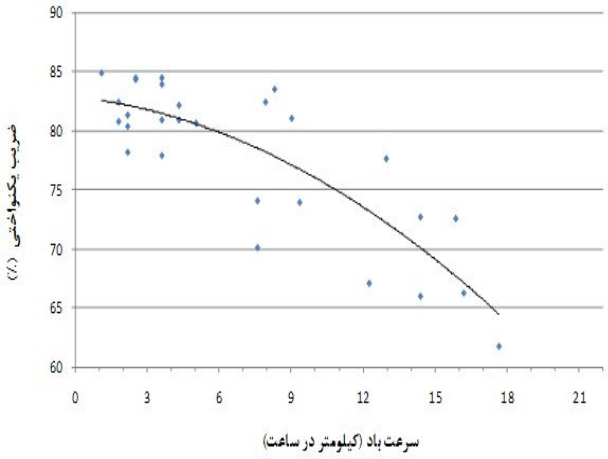
با توجه به‌بررسی اثر فشار آب بر ضریب یکنواختی آپاش ADF با استفاده از مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن، اختلاف بین فشار ۴/۵ بار با بقیه فشارها معنی‌دار است و بین ۴ و ۵ بار اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. فشار ۴/۵ بار مناسب‌تر از بقیه است و فشار کمتر از ۴ بار توصیه نمی‌شود. برای آپاش Nelson بین فشارهای اعمال شده، از لحاظ ضریب یکنواختی با توجه به‌مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

در شرایط مناسب جوی، هیدرولیکی، و مدیریتی (سرعت باد ملایم، تغییرات فشار کم و فواصل مناسب آپاش‌ها) یعنی درحالتی که بیشترین ضرایب یکنواختی برای هر آپاش به‌دست آمده است بین ضرایب یکنواختی به‌دست آمده برای دو آپاش تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد اما درحالتی که باد متوسط و شدید وجود دارد برای آپاش ADF کاهش چشمگیری در ضریب یکنواختی به‌خصوص در فواصل بزرگ‌تر آپاش‌ها نسبت به آپاش Nelson مشاهده می‌شود. ضرایب یکنواختی آپاش ADF در بهترین حالت ۸۸/۳ و در بدترین حالت آزمایش‌های انجام شده، ۴۷/۱ به‌دست آمده است که این مقادیر برای آپاش Nelson به‌ترتیب ۸۸/۷ و ۶۹ درصد می‌باشد. آنچه مشخص است آپاش Nelson نسبت به تغییرات سرعت‌های باد و همچنین فشار در نظر گرفته شده نوسانات کمتری از لحاظ ضریب یکنواختی نسبت به آپاش ADF دارد.

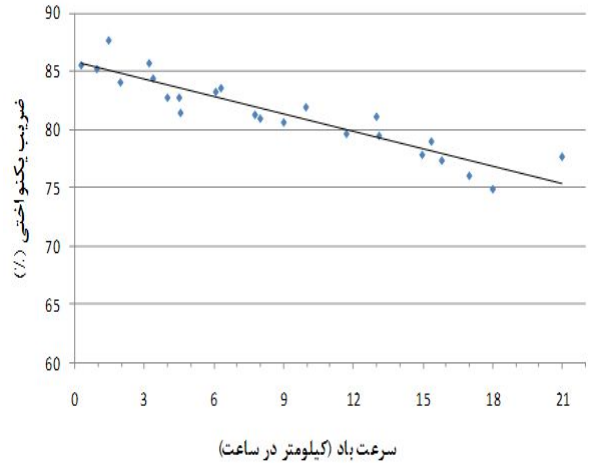
برای هر دو آپاش آرایش مربعی در مجموع دارای شرایط بهتری نسبت به آرایش مستطیلی آپاش‌ها می‌باشد زیرا آرایش مربعی ضمن پوشش دادن مساحت بیشتر در مجموع با آرایش مستطیلی ضریب یکنواختی تقریباً برابری دارد. دلیل این امر می‌تواند هم‌پوشانی بهتر آب آپاش‌ها در جهات مختلف در آرایش مربعی نسبت به آرایش مستطیلی باشد. که در طراحی



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]




**شکل ۲. رابطه بین سرعت باد و ضریب یکنواختی آبپاش ADF**




**شکل ۳. رابطه بین سرعت باد و ضریب یکنواختی آبپاش Nelson**

**جدول ۳. اثر فواصل آبپاش‌ها بر ضریب یکنواختی توزیع آب، آبپاش ADF**

| آرایش آبپاش‌ها | مربعی | | | مستطیلی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فاصله آبپاش‌ها (m) | ۲۲×۲۲ | ۲۶×۲۶ | ۳۰×۳۰ | ۲۲×۲۶ | ۲۲×۳۰ | ۲۶×۳۰ |
| ضریب یکنواختی ( ٪) | ۸۳/۳ | ۷۵/۵ | ۶۶/۷ | ۸۰/۸ | ۷۴ | ۷۲/۱ |
| متوسط فاصله نسبت به قطر پراکنش | ۰/۴۱×۰/۴۱ | ۰/۴۸×۰/۴۸ | ۰/۵۶×۰/۵۶ | ۰/۴۱×۰/۴۸ | ۰/۴۱×۰/۵۶ | ۰/۴۸×۰/۵۶ |

سیستم بارانی آرایش مربعی آبپاش‌ها توصیه می‌شود. البته با توجه به‌مسائل اقتصادی و مشخص بودن جهت غالب وزش باد منطقه و موقعیت طرح آبیاری بارانی، آرایش مستطیلی نیز با به‌کار بردن فواصل بهینه آبپاش‌ها می‌تواند مناسب باشد.

سرعت و جهت باد نقش بسزایی در یکنواختی توزیع آب در سیستم‌های آبیاری بارانی دارد وجود بادهای شدید در یک منطقه می‌تواند عامل محدود کننده در طرح‌ریزی سیستم بارانی بوده و یا حداقل زمان کار آن را محدود به شب که در آن سرعت باد کمتر است بنماید. رابطه بین سرعت باد و ضریب یکنواختی توزیع آب در اشکال۲ و ۳ به‌ترتیب برای آبپاش‌های ADF و Nelson نشان داده شده است ضریب یکنواختی در این شکل‌ها متوسط ضریب یکنواختی در آرایش و فواصل مختلف درنظر گرفته شده برای هر آزمایش است.

با توجه به‌شکل‌های ۲ و ۳ روابط (۲) و (۳) به‌ترتیب برای آبپاش‌های ADF و Nelson به‌دست آمد که رابطه بین سرعت باد و متوسط ضرایب یکنواختی را نشان می‌دهند.

$$CU = -۰/۰۴۶W^{۲} - ۰/۲۲W + ۸۲/۸۷ \quad [۲]$$

$$(R^{۲} = ۰/۷۰)$$

$$CU = -۰/۴۹۹W + ۸۵/۸۴ \quad (R^{۲} = ۰/۸۶) \quad [۳]$$

در روابط (۲)و (۳)، CU ضریب یکنواختی (٪) و w سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (km/hr) است.

در این تحقیق برای بررسی اثر فواصل آبپاش‌ها بر یکنواختی توزیع آب فاصله آبپاش‌ها، ۲۲، ۲۶ و ۳۰ متر متفاوت در نظر گرفته شد. ارتباط بین فواصل مختلف و ضریب یکنواختی توزیع آب در جداول ۳ و ۴ به‌ترتیب برای آبپاش‌های ADF و Nelson نشان داده شده است. ضرایب یکنواختی مندرج در جداول مذکور متوسط ضرایب یکنواختی تمام تیمارها برای فواصل مورد نظر می‌باشد با توجه به‌معادلات ۲ و ۳ چنانچه سرعت باد به اندازه‌ای شدید باشد که باعث کاهش بیش از حد ضریب یکنواختی گردد باید در مدیریت آبیاری این



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]

**جدول ۴. اثر فواصل آبپاش‌ها بر ضریب یکنواختی توزیع آب، آبپاش Nelson**

| آرایش آبپاش‌ها | مربعی | | | مستطیلی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فاصله آبپاش‌ها (m) | ۲۲×۲۲ | ۲۶×۲۶ | ۳۰×۳۰ | ۲۲×۲۶ | ۲۲×۳۰ | ۲۶×۳۰ |
| ضریب یکنواختی ( ٪) | ۸۵ | ۸۲/۶ | ۷۷/۲ | ۸۳/۶ | ۸۱/۶ | ۷۹/۶ |
| متوسط فاصله نسبت به قطر پراکنش | ۰/۴۲×۰/۴۲ | ۰/۵×۰/۵ | ۰/۵۸×۰/۵۸ | ۰/۵×۰/۴۲ | ۰/۵۸×۰/۴۲ | ۰/۵۸×۰/۵ |

مسئله را لحاظ کرد مثلاً اگر سرعت باد برای معادلهٔ ۲ بیش از ۱۴ کیلومتر در ساعت شود ضریب یکنواختی کمتر از ۷۰ درصد خواهد شد و با توجه به‌شرایط مزرعه می‌توان در مورد آبیاری در این شرایط تصمیم‌گیری کرد. همان‌طور که از معادلات ۲ و ۳ مشخص است شیب منحنی مربوط به آبپاش ADF بیشتر بوده یعنی سرعت باد هرچه شدیدتر باشد اثر بیشتری بر آبپاش ADF دارد.

با توجه به‌جداول ۳ و ۴ ضریب یکنواختی توزیع آب برای دو آبپاش در فواصل ۲۲×۲۲ متر مربع بیشترین مقدار و در فواصل ۳۰×۳۰ متر مربع کمترین مقدار می‌باشد آنچه مشخص است اثر فاصله آبپاش‌ها بر یکنواختی توزیع آب بیشتر از اثر آرایش آبپاش‌ها می‌باشد که باید در طراحی‌ها فاصله آبپاش‌ها با دقت بیشتری تعیین شود. علت اصلی افزایش یکنواختی با کاهش فواصل آبپاش‌ها می‌تواند تداخل بیشتر آب آبپاش‌ها در فواصل کوچک‌تر باشد نتایج حاصل نشان می‌دهد که با کاهش نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش، ضریب یکنواختی افزایش می‌یابد. برای آبپاش‌های مورد مطالعه نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش در حدود ۰/۴ تا ۰/۵ در آرایش‌های مربعی و مستطیلی پیشنهاد می‌شود. که در شرایط نامناسب محیطی مانند بادهای شدید فواصل کمتر آبپاش‌ها نتایج مناسب‌تری خواهد داشت زیرا طبق آنچه که قبلاً گفته شد با افزایش سرعت باد در فواصل بزرگ‌تر آبپاش‌ها ضریب یکنواختی کاهش بیشتری نسبت به فواصل کمتر دارد.

کریستیانسن (۱۹۴۲) پس از مطالعه حالت‌ها و شرایط مختلف، فواصلی را برای آبپاش‌ها پیشنهاد کرده است. وی برای آرایش مستطیلی و مربعی به‌ترتیب نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش، ۰/۶×۰/۴و ۰/۵ را پیشنهاد کرده است. کلر (۱۹۸۳) پس از مطالعاتی یک قاعده کلی برای مناطق با بادهای متوسط و آرایش‌های مربعی و مستطیلی به‌ترتیب نسبت فواصل آبپاش‌ها به قطر پراکنش ۰/۵ و ۰/۶۷×۰/۴را پیشنهاد کرده است. تارجوئلو نتیجه گرفت آرایش‌های مربعی نسبت به آرایش‌های مستطیلی آبپاش‌ها ضریب یکنواختی بالاتری دارند و با افزایش سرعت باد کاهش یکنواختی با معادله درجه دو مطابقت دارد (۱۶). هارت اثر کاهش یکنواختی در نتیجه افزایش سرعت باد را خطی ذکر کرد (۹). همان‌طور که مشخص است نتایج این تحقیق با نتایج اکثرکسانی که در این زمینه فعالیت کرده‌اند، مطابقت دارد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از قطب علمی مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز و همچنین شرکت مهندسین مشاور سامان‌آبراه که امکانات لازم را برای انجام این تحقیق فراهم نمودند تقدیر و تشکر می‌شود.



[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]

## منابع مورد استفاده


۱. باوی، ع. کشکولی ح. و برومند نسب س. ۱۳۸۷. تاثیر عوامل جوی و هیدرولیکی بر ضریب یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی در منطقه امیدیه. مجله پژوهش آب ایران ۲(۲): ۵۹-۵۳.

۲. علیزاده، امین. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری، جلد دوم، طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار. انتشارات دانشگاه امام رضا.

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

4. Beal, J. G. 1957. Sprinkler irrigation application efficiency. Australian Irrigation Development Association Report.
5. Chaudry F. H. 1978. Nonuniform sprinkler irrigation application efficiency. J. Irrigation and Drainage Division, ASCE, 2:165-178.
6. Christiansen, J. E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agric. Exp. Sta. Bull, 670. University of California, Berkeley.
7. Dabbous, B. 1962. A study of sprinkler uniformity evaluation methods. Master degree Thesis, Uthastate University at Logan.
8. De wrachien, D., and G. Lorenzini, G. 2006. Modeling jet flow and losses in sprinkler irrigation: Overview and perspective of a new approach. Biosys. Engin. 94(2): 297-309.
9. Hart, W. E. and W. N. Reynolds. 1965. Analytical design of sprinkler system. Trans. ASAE, 8(1): 83-89.
10. Heerman, D.F. 1983. Design and operation of farm irrigation system. ASAE. PP. 591-600.
11. ISO-7749/2. 1990. Part 2. Uniformity of distribution and test methods. Agricultural irrigation equipment-Rotating sprinklers.
12. Karmeli, D. 1978. Estimating sprinkler distribution pattern using linear regression. Transactions of the ASAE 21, 682-686.
13. Keller, J. 1983. USDA-SCS national engineering handbook section 15. Irrigation, Sprinkler Irrigation.
14. Pair, C. H. 1968. Water distribution under sprinkler irrigation. Trans. ASAE 11(5): 648-651.
15. Playan. E., R. Salvador, J. M. Faci, N. Zapata, A. Martinez-cob and I. Sanchez. 2005. Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals. Agric. Water Manage.76:139-159.
16. Tarjuelo, J. 1992. Working condition of sprinkler to optimize application of water. J. Irrigation and Drainage Engineering 118 (6): 895-913
17. Zapata, N., E. Playan , A. Martinez-Cob, I. Sanchez, J. M. Faci, and S. Lecina. 2007. From on farm solid-set sprinkler irrigation design to collective irrigation network design in windy areas. J. Agric. Water Manage. 87: 187-199.




[ Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-08-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.73.1.3 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.73.1 ]