

## اثر عوامل گیاهی و هیدرولیکی بر ضریب یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی کلاسیک ثابت

عادل باوی<sup>۱</sup>، سعید برومندنسب<sup>۲</sup>، عبدعلی ناصری<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز (Abavi1@yahoo.com)

۲. استاد گروه آبیاری، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. دانشیار گروه آبیاری، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۳

### چکیده

اندازه‌گیری ضریب یکنواختی عموماً با انجام آزمایشات صحرایی در زمین‌های بدون پوشش گیاهی صورت می‌پذیرد، حال آنکه پوشش گیاهی تأثیر معنی‌داری بر یکنواختی پخش آب در خلال آبیاری دارد. در تحقیق حاضر، به منظور بررسی تأثیر تراکم پوشش گیاهی گندم بر ضریب یکنواختی توزیع آب، پس از آنالیز داده‌های آماری توسط نرم افزار SPSS14، یک رابطه منطقی بین ضرایب یکنواختی در سه تراکم مختلف (۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و آرایش‌های مختلف آبیاری ژاله ۳ (مربعی، مثلثی و مستطیلی) و همچنین ارتفاع‌های مختلف گیاه (۴۵، ۳۰ و ۶۰ سانتیمتر) ارائه گردید. نتایج حاصل از اجرای این طرح نشان داد که مقدار ضریب یکنواختی در آرایش مثلثی ( $cu=90/86$ ) برابر با  $3/4$  درصد از ضریب یکنواختی در آرایش مستطیلی ( $cu=87/87$ ) بیشتر بوده و آرایش مربعی ( $cu=58/91$ )، برابر با  $4/22$  درصد از آرایش مستطیلی بیشتر است. لذا کمترین ضریب یکنواختی مربوط به آرایش مستطیلی می‌باشد. همچنین، مشخص گردید که با افزایش ارتفاع گیاه گندم ضریب یکنواختی افزایش می‌یابد و این افزایش به صورت غیر خطی می‌باشد و در ارتفاعات بیشتر گیاه گندم (از ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متر) درصد افزایش ضریب یکنواختی بیشتر می‌شود. در کلیه آزمایشات انجام گرفته هنگامی که آب جمع شده در ظروف اندازه‌گیری با هم مقایسه گردید مشاهده شد که در صد ضریب یکنواختی با افزایش تراکم پوشش گیاهی افزایش می‌یابد، به طوری که ضریب یکنواختی توزیع آب در تراکم ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار ( $cu=90/01$ )،  $3/11$  درصد از تراکم ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار ( $cu=87/29$ ) بیشتر بوده و ضریب یکنواختی در تراکم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار ( $cu=93/01$ ) به مقدار  $6/55$  درصد از تراکم ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر است. همچنین، از مقایسه‌ی تأثیر سه عامل آرایش آبیاری، ارتفاع گیاه و تراکم پوشش گیاهی در واحد سطح بر ضریب یکنواختی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عامل آرایش آبیاری تأثیر بیشتری نسبت به دو عامل دیگر بر ضریب یکنواختی داشته و میزان تراکم پوشش گیاهی در واحد سطح در مرحله دوم تأثیر گذاری بوده و کمترین تأثیر مربوط به عامل ارتفاع گیاه می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: ضریب یکنواختی، آبیاری بارانی، عوامل گیاهی و هیدرولیکی، توزیع آب در آبیاری.

### مقدمه

این زمینه نداشتن اطلاعات کافی در خصوص عملکرد و کاربرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار نسبت به سیستم‌های آبیاری سطحی است. افزایش کارایی مصرف آب و اهمیت بهره‌برداری حداکثر از

عدم استفاده صحیح از منابع آبی کشور و پائین بودن راندمان آبیاری، از مهم‌ترین مسائل و مشکلات مربوط به بخش آب است. یکی از مسائل مهم در

است، هر چند که اندازه‌گیری ضریب یکنواختی پخش آب بدون وجود گیاه بر روی زمین بیان‌گر یکنواختی پخش آب بر روی زمین در سیستم آبیاری بارانی است ولی لزوماً بیان‌کننده شرایطی که در آن گیاه بر روی زمین است نمی‌باشد. تقریباً در هیچ یک از مطالعات انجام شده تاثیر پوشش گیاهی بر یکنواختی پخش آب در آبیاری بارانی بررسی نگردیده است که این عامل یکی از دلایل منحصر به فرد بودن این مطالعه است.

#### مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه در آبیاری مزارع بیشتر از آبپاش‌های فشار متوسط (۴-۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) استفاده می‌شود و به منظور مطالعه اثرات فشار در محدوده فشار توصیه شده، با در نظر گرفتن هم‌پوشانی مناسب آبپاش‌ها و با استفاده از جداول ارائه شده توسط کارخانه سازنده آبپاش‌ها، فشار ۴۲ متر انتخاب گردید که توسط فشار سنج عقربه‌ای که تغییرات فشار را تا ۹ اتمسفر نشان می‌داد با دقت ۰/۱ اتمسفر در پایه آبپاش تنظیم گردید. با توجه به اینکه آرایش و فواصل آبپاش‌ها از فاکتورهای مؤثر بر یکنواختی توزیع آب می‌باشند، برای بررسی اثرات فواصل آبپاش‌ها در آرایش‌های مختلف بر یکنواختی توزیع آب، در این مطالعه دو فاصله ۱۸ و ۲۱ متر به عنوان فاصله آبپاش‌ها بر روی لوله فرعی انتخاب و سپس یکنواختی توزیع آب برای فواصل ۱۸×۱۸، ۱۸×۲۱ و ۲۱×۲۱ متر در سه آرایش مستطیلی، مربعی و مثلثی از طریق شبیه سازی محاسبه گردید.

منابع آب کشاورزی سبب توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار شده و آن را به عنوان یکی از مهم‌ترین گزینه‌ها در انتخاب روش آبیاری مطرح نموده است. اجرای سیستم آبیاری بارانی اغلب توسط ضریب یکنواختی ارزیابی می‌شود، که خود از آب جمع شده در قوطی‌های اندازه‌گیری منظم و یا تغییر در محتوای رطوبتی خاک حاصل شده است. ضریب یکنواختی کریستیانسن به طور گسترده به منظور مشخص کردن یکنواختی سیستم‌های آبیاری بارانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲]، استانداردهای دیگری نیز به منظور تعیین ضریب یکنواختی بسط داده شده است [۱]. هرچند که اندازه‌گیری ضریب یکنواختی بدون وجود گیاه بر روی زمین بیانگر یکنواختی سیستم آبیاری بارانی می‌باشد ولی لزوماً بیان‌کننده شرایطی که در آن گیاه بر روی زمین است نمی‌باشد. مطالعات بسیاری در گذشته در زمینه اندازه‌گیری ضریب یکنواختی انجام شده است [۴، ۶، ۳] ولی تقریباً بر روی تاثیر گیاهان بر یکنواختی پخش آب در آبیاری بارانی کمتر مطالعه‌ای صورت گرفته است [۷]. مانتووانی و همکاران<sup>۱</sup> [۷]، ماتئو و همکاران<sup>۲</sup> [۸]، لی<sup>۳</sup> [۵]، تاثیر یکنواختی آبیاری بارانی بر روی محصول گیاه را مورد بررسی قرار داده‌اند. تاثیر پوشش گیاهی بر یکنواختی آبیاری بارانی توسط ایستگاه آزمایشی گیاه‌شناسی فرهنگستان علوم کشاورزی پکن چین صورت گرفته است.

#### هدف از تحقیق

هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر یکنواختی پخش آب در آبیاری بارانی می‌باشد. معمولاً بررسی یکنواختی پخش آب در مزرعه، قبل از رشد و توسعه پوشش گیاهی بوده

1. Mantovane EC, et al  
2. Mateos L, et al  
3. Li J

می‌یابد. نتایج حاصل از آزمایشات صورت گرفته در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود آرایش مربعی در کلیه حالات دارای بالاترین ضریب یکنواختی بوده و آرایش مستطیلی دارای کمترین مقدار ضریب یکنواختی می‌باشد. همچنین، مشاهده می‌شود هر چه ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد ضریب یکنواختی نیز افزایش پیدا می‌کند. تارچوولو<sup>۱</sup> [۹] پس از مطالعاتی نتیجه گرفت که آرایش‌های مربعی نسبت به آرایش‌های مستطیلی دارای ضریب یکنواختی بالاتری می‌باشد. نتایج این بررسی با نتایج اکثر محققین مطابقت داشته و نتایج تارچوولو [۲] را تأیید می‌نماید.

۲- بررسی تغییرات ضریب یکنواختی توزیع آب در آرایش‌های مختلف  
همان‌گونه که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود آرایش مربعی دارای بالاترین درصد ضریب

جهت انجام آزمایش، دو منطقه در زیر دو آبپاش هر کدام به وسعت  $42 \times 42$  m در نظر گرفته شد (پلات). ظروف جمع‌آوری آب با شبکه‌بندی  $3 \times 3$  m<sup>2</sup> در زمین کار گذاشته شد (زیر پلات). بررسی یکنواختی پخش آب به وسیله شبیه‌سازی یک آبپاش از طریق رابطه کریستیانسن تحت سه آرایش مستطیلی مربعی و مثلثی انجام گردید.

### نتایج و بحث

۱- اثر آرایش آبپاش‌ها و ارتفاع گیاه در سه تراکم ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بر ضریب یکنواختی توزیع آب

جهت بررسی تأثیر آرایش آبپاش‌ها و ارتفاع گیاه بر ضریب یکنواختی توزیع آب در آزمایشات صحرائی میانگین ضرایب یکنواختی در ارتفاعات مختلف گیاه (۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتیمتر) توسط ظروف

جدول (۱): اثر آرایش آبپاش‌ها در تراکم‌های متفاوت بر ضریب یکنواختی توزیع آب

ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	مربعی			مثلثی			مستطیلی		
	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰
۳۵	۸۷/۷	۸۸/۵۱	۹۲/۸۷	۸۷/۲۳	۸۷/۱۲	۹۱/۶	۸۴/۷	۸۵/۶	۸۸/۷۱
۴۵	۸۸/۱	۹۲/۴	۹۵/۱۶	۸۷/۶۴	۹۱/۹	۹۴/۷۴	۸۵/۴۷	۸۷/۸	۹۰
۶۰	۸۹/۱	۹۴/۳۱	۹۶/۱	۸۸/۷۵	۹۳/۳۷	۹۵/۴۳	۸۷	۸۹/۱	۹۲/۵۲

یکنواختی توزیع آب و آرایش مستطیلی دارای پائین‌ترین مقدار ضریب یکنواختی می‌باشد. گرچه از آرایش مستطیلی می‌باشد ولی به علت مشکلات در مدیریت و بهره‌برداری (جابجا کردن لوله‌ها در سیستم‌ها نیمه متحرک) از آن در سیستم‌های نیمه

جمع‌آوری آب محاسبه گردید و با شبیه‌سازی در آرایش‌های مربعی، مثلثی و مستطیلی مورد بررسی قرار گرفت.

پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها مشاهده گردید با افزایش ارتفاع گیاه و توسعه پوشش گیاهی در هر سه آرایش (مربعی، مثلثی و مستطیلی) و سه تراکم (۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) ضرایب یکنواختی افزایش

1. Tarjuelo, J

با افزایش ارتفاع گیاه ضرایب یکنواختی افزایش می‌یابد. همانگونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود هنگامی که ارتفاع گیاه به اندازه ۵۰ درصد نسبت به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر افزایش داشته (از ۳۹ به ۴۵ سانتی‌متر) مقدار ضریب یکنواختی ۲/۳ درصد افزایش می‌یابد در صورتی که وقتی ارتفاع گیاه دو برابر شود (از ۳۰ به ۶۰ سانتی‌متر) مقدار ضریب یکنواختی ۳/۶۸ درصد افزایش می‌یابد.

#### ۴- بررسی تغییرات ضریب یکنواختی توزیع آب در تراکم‌های مختلف پوشش گیاهی

در کلیه آزمایشات انجام شده هنگامی که آب جمع شده در ظروف اندازه‌گیری آب مورد بررسی قرار گرفت، مشاهده گردید که میزان ضریب یکنواختی توزیع آب با افزایش تراکم پوشش گیاهی در واحد سطح زیاد می‌شود. همانگونه که در جدول (۴) مشاهده می‌شود هنگامی که تراکم پوشش گیاهی به مقدار ۱۲/۵ درصد افزایش می‌یابد. (از ۱۶۰ به ۱۸۰ kg/ha) درصد ضریب یکنواختی با شیب بیشتری افزایش یافته و ضریب یکنواختی در واحد سطح ۳/۱۱ درصد افزایش می‌یابد و این افزایش شیب زمانی که مقدار تراکم پوشش گیاهی ۲۵ درصد زیادتر می‌شود بسیار مشهودتر است. با توجه به جداول فوق و همچنین از مقایسه تأثیر سه عامل آرایش آبپاش‌ها، ارتفاع گیاه و

متحرک استفاده نمی‌شود ولی در سیستم‌های ثابت براحتی می‌توان از این آرایش استفاده کرد. همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، وقتی آرایش از حالت مستطیلی به مثلثی تغییر می‌کند، ضریب یکنواختی ۳/۴ درصد افزایش داشته در صورتی که وقتی آرایش از حالت مستطیلی به مربعی تغییر می‌کند ۴/۲۲ درصد افزایش داشته است. دلیل این امر را می‌توان این‌گونه بیان کرد که در آرایش مربعی تداخل آب آبپاش‌ها در جهات مختلف نسبتاً یکسان است، در صورتی که در آرایش‌های مستطیلی تداخل در جهات طولی و عرضی متفاوت خواهد بود که موجب کاهش ضریب یکنواختی می‌گردد.

#### ۳- بررسی تغییرات ضریب یکنواختی توزیع آب در ارتفاع گیاه

انجام آزمایشات در مراحل مختلف رشد گیاه و ارتفاع‌های مختلف آن، امکان پذیر گشت. در هنگام انجام اولین آزمایش ارتفاع گیاه در حدود ۳۰ cm بود و در آخرین آزمایش ارتفاع‌های گیاه در حدود ۶۰ cm رسید. جهت بررسی تأثیر ارتفاع گیاه بر ضریب یکنواختی، میانگین ضرایب یکنواختی در ارتفاع‌های ۳۰، ۴۵، ۶۰ سانتیمتر توسط ظروف جمع‌آوری محاسبه گردید و پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها مشاهده گردید

جدول (۲) تغییرات ضریب یکنواختی در آرایش‌های مختلف

آرایش آبپاش‌ها	ضرایب یکنواختی (درصد)	درصد افزایش ضریب یکنواختی نسبت به آرایش مستطیلی
مستطیلی	۸۷/۸۷	-
مثلثی	۹۰/۸۶	۳/۴
مربعی	۹۱/۵۸	۴/۲۲

جدول (۳): تغییرات ارتفاع گیاه بر ضریب یکنواختی

ارتفاع گیاه (cm)	ضریب یکنواختی	درصد افزایش ارتفاع نسبت به ۳۰ (cm)	درصد افزایش ضریب یکنواختی نسبت به ارتفاع ۳۰ (cm)
۳۰	۸۸/۲۲	-	-
۴۵	۹۰/۳۵	۵۰	۲/۳
۶۰	۹۱/۷۴	۱۰۰	۳/۶۸

الف- ضرایب یکنواختی در آرایش‌های مثلثی و مربعی به ترتیب ۳/۴ و ۴/۲ در صد بیشتر از ضریب یکنواختی در آرایش مستطیلی می‌باشد،

تراکم پوشش گیاهی در واحد سطح به ضریب یکنواختی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عامل آرایش آبپاش‌ها تأثیر بیشتری نسبت به دو

جدول (۴): تغییرات ضریب یکنواختی در تراکم‌های مختلف پوشش گیاهی

تراکم (kg/ha)	ضریب یکنواختی (درصد)	درصد افزایش تراکم نسبت به ۱۶۰ (kg/ha)	درصد افزایش ضریب یکنواختی تراکم نسبت به ۱۶۰ (kg/ha)
۱۶۰	۸۷/۲۹	-	-
۱۸۰	۹۰/۰۱	۱۲/۵	۳/۱۱
۲۰۰	۹۳/۰۱	۲۵	۶/۵۵

ب- با افزایش ارتفاع گیاه گندم و درصد پوشش گیاهی، ضریب یکنواختی افزایش می‌یابد،  
ج- عامل آرایش آبپاش‌ها تأثیر بیشتری نسبت به دو عامل دیگر یعنی تراکم پوشش گیاهی و ارتفاع گیاه بر ضریب یکنواختی دارد.

عامل دیگر بر ضریب یکنواختی داشته و میزان تراکم پوشش گیاهی در واحد سطح در مرحله دوم تأثیرگذاری بوده و کمترین تأثیر مربوط به عامل ارتفاع گیاه می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

منابع

1. Chinese National Standard (1985) GBJ85-85: Technical Standard for Sprinkler Irrigation Engineering (in Chinese). Beijing, China.
2. Elliott RE, Nelson JD, Loftis JC, Hart WE (1980) Comparison of sprinkler uniformity models. J Irrig Drain Div ASCE 106:321-330
3. Fischer GR, Wallender WW(1988) Collector size and test duration effects on sprinkler water distribution measurement. Trans ASAE 31: 538-542
4. Kohl RA (1972) Sprinkler precipitation gage errors. Trans ASAE 15:264-265, 271
5. Li J (1998) Modeling crop yield as affected by uniformity of sprinkler irrigation system. Agric Water Manage 38: 135-146.
6. Livingston P, Loftis JC, Duke HR (1985) A wind tunnel study of sprinkler catch-can performance. Trans ASAE 28: 1961-1965
7. Mantovane EC, Villalobos FJ, Orgaz F, Fereres E (1995) Modeling the effects of sprinkler irrigation uniformity on crop yield. Agric Water Manage 27: 243-257.
8. Mateos L, Mantovane EC, Villalobos FJ (1997) Cotton response to non-uniformity of conventional sprinkler irrigation . Irrig Sci 17: 47-52.
9. Tarjuelo, J. 1992. "Working condition of sprinkler to optimize application of water". Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 118(6), PP 895-913.