

بررسی توابع توزیع یکنواختی در سیستم‌های آبیاری بارانی دشت دهگلان

گوران یمین مشرفی^۱، عیسی معروف پور^۲، هوشنگ قمرنیا^۳ و ارسلان فاریابی^۴

Email: goranmoshrefi@yahoo.com

۱ و ۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه کردستان

Email: arsalan.faryabi@yahoo.com

Email: isamarofpoor@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه کردستان

Email: yahoo.com

hgamarnia@

۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه رازی

چکیده:

در این پژوهش جهت دستیابی به بهترین توزیع برای پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع، ۲۰ مزرعه از مزارع دشت دهگلان (۱۰ سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و ۱۰ سیستم لوله چرخدار) به صورت تصادفی انتخاب گردیدند. سپس ضرایب یکنواختی و یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده به کمک معیار متوسط خطای نسبی پیش‌بینی با ضرایب یکنواختی و یکنواختی توزیع محاسبه شده از روش‌های توزیع نرمال، توزیع یکنواخت و توزیع بتا مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاصل حاکی از آن است که در ۱۰ مزرعه لوله چرخدار در فاصله‌های استقرار ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ متر و در کل داده‌های ۵ حالت مذکور و همچنین در ۱۰ مزرعه با سیستم کلاسیک ثابت، توزیع نرمال بیشترین دقت را در پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع دارا می‌باشد. در تمامی حالات مذکور هر سه توزیع یاد شده از دقت بیشتری در پیش‌بینی ضریب یکنواختی نسبت به یکنواختی توزیع برخوردار می‌باشند، همچنین در سیستم لوله چرخدار با کاهش فاصله میان دو استقرار متناوب بر دقت هر سه توزیع افزوده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع، توزیع نرمال، توزیع یکنواخت، توزیع بتا، کردستان.

Abstract:

Several studies confirm the negative effects of distribution non- uniformity of water on crop productivity and deep percolation losses. That means some parts of the farm get water more than their needs; on the other hand because of non- uniformity other parts of the farm suffer from low irrigation and stresses. In this research for obtaining the best fit function for prediction of Uniformity Coefficient and Distribution Uniformity, 20 pressure conduit irrigated farms of Dehgolan plain (10 classic sprinkler systems and 10 wheel move systems) was randomly selected. Then the measured Uniformity Coefficient and Distribution Uniformity was compared with Uniformity Coefficient and Distribution Uniformity that was calculated with normal distribution, uniform distribution and beta distribution methods by using the mean relative error method. The results show that in 10 wheel move farms in settlement spacing of 9, 12, 15, 18 and 21 meter and at all 5 settlement and in 10 farms with classic sprinkler systems, normal distribution has the best fit line in prediction of Uniformity Coefficient and Distribution Uniformity. In all of 3 cases 3 distribution functions has the most accuracy in prediction of Uniformity Coefficient and Distribution Uniformity and also the accuracy raised in wheel move system with decreasing the space between two frequent settlement.

Key words: Uniformity Coefficient, Distribution Uniformity, normal distribution, uniform distribution, beta distribution, Kurdistan.

مقدمه

مطالعات زیادی اثر منفی غیر یکنواختی توزیع آب بر میزان محصول و تلفات نفوذ عمقی را تصدیق کرده است [۶]. از این رو اغلب از یکنواختی توزیع آب، برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی استفاده می‌شود [۱۱]. برای بیان کمی یکنواختی توزیع نیاز به یک رابطه ریاضی می‌باشد. تاکنون معادلات متفاوتی جهت برآورد یکنواختی توزیع آب در سیستم‌های آبیاری بارانی توسط محققین مختلف ارائه شده است [۷]. دابوس به وسیله روش‌های آماری نشان داد که ضریب یکنواختی کریستیانسن در مقایسه با سایر روش‌ها از اعتبار بیشتری برخوردار است [۵]. کروز واژه‌های یکنواختی را استاندارد کرد و دو نمایه ضریب یکنواختی کریستیانسن و یکنواختی توزیع را ارائه نمود [۱۰].

منتظر تحقیقی با هدف ارزیابی دو مدل توزیع آب در برآورد میزان عملکرد و بهره‌وری آب یونجه انجام داد. بدین منظور مدل‌های توزیع نرمال و یکنواخت آب را مورد مطالعه قرار داد. وی گزارش کرد که مدل توزیع نرمال نسبت به توزیع یکنواخت از دقت بیشتری برخوردار است. یافته‌های تحقیق بیان‌گر آن است که دقت هر دو مدل در برآورد عملکرد واقعی محصول، با افزایش مقدار ضریب یکنواختی توزیع آب افزایش می‌یابد [۳].

عابدیان گزارش کرد مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن (UC) اندازه‌گیری شده با مقادیر ضریب یکنواختی محاسبه شده با چهار روش مختلف آماری مقایسه شده که به ترتیب اهمیت با روش‌های توزیع بتا، خطی، توزیع نرمال و توزیع یکنواخت همبستگی دارد. مقادیر توزیع یکنواختی (DU) اندازه‌گیری شده نیز با مقادیر توزیع یکنواختی محاسبه شده با سه روش مختلف آماری مقایسه شده که به ترتیب اهمیت با روش‌های توزیع نرمال، توزیع بتا و توزیع یکنواخت همبستگی دارد [۲].

پس از گذشت ۱۵ سال از اجرای اولین طرح آبیاری در استان کردستان، به نظر می‌رسد تاکنون تحقیقات جدی پیرامون وضعیت آبیاری تحت فشار در دشت دهگلان صورت نگرفته است. با عنایت به این مطلب تحقیق اخیر جهت دست یافتن به بهترین توزیع جهت پیش‌بینی ضرایب یکنواختی و یکنواختی توزیع در سیستم‌های آبیاری بارانی دشت دهگلان انجام گرفت. در این راستا ۱۰ سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک و ۱۰ سیستم لوله چرخدار بر حسب تصادف از میان مزارع این دشت انتخاب شد. و پس از هماهنگی‌های لازم مبادرت به آزمایشات صحرائی گردید که شرح کامل مراحل آن در بخش مواد و روش‌ها آورده شده است.

جدول ۱. علائم مورد نیاز

متغیر نرمال شده	\bar{X}	ضریب یکنواختی کریستیانسن	CU
میانگین مقدار آب اندازه‌گیری شده	\bar{Z}	عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری	D_i
واریانس نرمال شده	σ_X^2	متوسط عمق‌های آب جمع شده در قوطی‌ها	\bar{D}
ضرایب ثابت توزیع بتا	a, b	تعداد مشاهدات	n
واریانس مقادیر اندازه‌گیری شده	σ_Z^2	یکنواختی توزیع	DU
شیب بهترین خط برازش داده شده	λ	متوسط عمق آب در چارک پایین	D_q
مقدار λ_m در مقادیر مشاهده شده	X_{oi}	ضریب تغییرات	CV
مقدار λ_m در مقادیر محاسبه شده	X_{pi}	انحراف معیار مشاهدات	σ
متوسط مقادیر مشاهده شده	\bar{X}_o	کمترین مقدار آب در قوطی‌های نمونه‌گیری	Z_u
		بیشترین مقدار آب در قوطی‌های نمونه‌گیری	Z_l

اندازه‌گیری ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع:

در این تحقیق جهت اندازه‌گیری یکنواختی از ضریب یکنواختی کریستیانسن و یکنواختی توزیع آب در ربع پایین استفاده شد. که روابط آنها به شکل زیر می‌باشد [۱۰]:

$$CU = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})}{n \times \bar{D}} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$DU = \frac{D_q}{D} \times 100 \quad (2)$$

در این تحقیق جهت محاسبه ضریب یکنواختی و توزیع یکنواختی از سه روش توزیع نرمال، توزیع یکنواخت و توزیع بتا استفاده گردید که توزیع‌های مذکور به صورت کامل در ادامه مطلب ذکر شده‌اند:

توابع توزیع آماری در آبیاری بارانی

توزیع نرمال:

نتایج توزیع نرمال به ترتیب برای ضریب یکنواختی توسط هارت و رینولدز و توزیع یکنواختی توسط هارت و هارمن بیان شد [۹] و به نقل از [۴]. رابطه بین UC و DU با CV به صورت خطی است:

$$CU = (1 - 0.789 \times CV) \times 100 \quad (3)$$

$$DU = (1 - 1.270 \times CV) \times 100 \quad (4)$$

$$CV = \frac{\sigma}{D} \quad (5)$$

توزیع یکنواخت:

در توزیع یکنواخت رابطه بین میانگین مقدار آب نفوذ یافته در مزرعه و مقدار آب در نقاط مختلف مزرعه به صورت زیر است [۱۲]:

$$\bar{Z} = \frac{Z_u + Z_l}{2} \quad (6)$$

با فرضیات فوق رابطه بین ضریب تغییرات (CV) و مقادیر مشاهده شده به صورت زیر است:

$$CV = \frac{1}{2\sqrt{3}} \times \frac{Z_u - Z_l}{\bar{Z}} \quad (7)$$

رابطه بین UC و DU با ضریب تغییرات (CV) در این توزیع به شرح زیر است:

$$CU = (1 - 0.866 \times CV) \times 100 \quad (8)$$

$$DU = (1 - 1.300 \times CV) \times 100 \quad (9)$$

توزیع بتا:

الیوت و همکاران توزیع بتا را بر داده‌های همپوشانی آبیاری بارانی برازش دادند. در این توزیع ابتدا یک متغیر نرمال شده (بدون بعد) به صورت زیر تعریف می‌شود [۸]:

$$\bar{X} = \frac{\bar{Z} - Z_l}{Z_u - Z_l} \quad (10)$$

بین متغیر نرمال شده (بدون بعد) و عوامل ثابت توزیع بتا معادله‌های زیر برقرار است:

$$\bar{X} = \frac{a}{a+b} \quad (11)$$

$$\sigma_X^2 = \frac{ab}{(a+b)^2(a+b+1)} \quad (12)$$

با حل دو معادله فوق مقادیر ثابت توزیع بتا به دست می‌آید:

$$a = \frac{\bar{X}(\bar{X} - \sigma_X^2 - X^2)}{\sigma_X^2} \quad (13)$$

$$b = \frac{(1 - \bar{X})(\bar{X} - \sigma_X^2 - \bar{X}^2)}{\sigma_X^2} \quad (14)$$

از طرف دیگر رابطه واریانس مقادیر اندازه‌گیری شده با واریانس نرمال شده به صورت زیر است:

$$\sigma_X^2 = \frac{\sigma_Z^2}{(Z_u - Z_l)^2} \quad (15)$$

$$\sigma_X = \frac{CV \times \bar{Z}}{(Z_u - Z_l)} \quad (16)$$

که در نهایت راحت‌ترین معادله UC و DU در توزیع بتا به صورت زیر می‌باشد:

$$CU = (1 - f(a,b) \times CV) \times 100 \quad (17)$$

$$DU = (1 - g(a,b) \times CV) \times 100 \quad (18)$$

که مقادیر $f(a,b)$ و $g(a,b)$ در جدول (۲) ارائه شده است:

جدول ۲. ضرایب مورد نیاز در توزیع بتا

a	b	f(a,b)	g(a,b)
0.5	0.5	0.900	1.27
	1.0	0.861	1.30
	2.0	0.784	1.31
	5.0	0.725	1.35
	10.0	0.716	1.39
	20.0	0.701	1.39
	1.0	1.0	0.866
2.0		0.838	1.41
5.0		0.793	1.50
10.0		0.768	1.51
20.0		0.753	1.50
2.0	2.0	0.839	1.30
	5.0	0.815	1.49
	10.0	0.796	1.54
	20.0	0.782	1.55
5.0	5.0	0.816	1.29
	10.0	0.808	1.48
	20.0	0.800	1.56

مواد و روش‌ها

اولین قدم در تعیین و اندازه‌گیری نحوه پخش آب در مزرعه انتخاب محل مورد آزمایش می‌باشد:

۱- انتخاب لوله جانبی مورد آزمایش: در مورد سیستم‌های لوله چرخدار مورد مطالعه از دستگاه‌های در حال کار، اگر فقط یک دستگاه در حال کار بود، همان دستگاه و اگر چند دستگاه در حال کار بود، دستگاهی که فشار متوسط داشت، مورد آزمایش قرار می‌گرفت و در مورد سیستم‌های کلاسیک که چند لوله جانبی به صورت هم زمان در حال کار بودند، سعی گردید از لوله‌های جانبی که در قسمت وسط مزرعه قرار داشتند، انتخاب شود زیرا فشار در اول لوله‌های جانبی به فشار متوسط در طول لوله اصلی نسبت به فشار اول خط لوله‌های جانبی که در ابتدا و انتهای مزرعه قرار داشتند، نزدیک‌تر به متوسط کل بود.

۲- انتخاب مکان مورد آزمایش بر روی لوله جانبی: در اراضی مسطح، فشار متوسط در ۴۰ درصد لوله از ابتدای آن اتفاق می‌افتد. البته لازم به ذکر است که گاهی اوقات افت‌های جزئی، هدر رفتن آب در محل اتصال و توپوگرافی زمین باعث تغییر محل فشار متوسط در طول لوله جانبی می‌شود.

بعد از انتخاب محل آزمایش قوطی‌های آزمایش بین دو آبپاش قرار می‌گرفت. قرارگیری قوطی‌ها در شبکه اندازه‌گیری توسط یک متر نواری ۳۰ متری و چند عدد میخ بلند و کمک‌گیری از سه نفر انجام گرفت. اولین مرحله پیدا کردن دو امتداد عمود بر بال آبیاری در دو طرف دو آبپاش مورد ارزیابی بود. با استفاده از یک متر نواری و به کارگیری قانون فیثاغورس برای به وجود آوردن زاویه قائمه، خطوط عمود بر بال آبیاری تعیین گردید. سپس خطوط موازی عمود بر بال آبیاری به قسمت‌های سه متری تقسیم شد. بدین نحو دو سر خطوط موازی بال آبیاری مشخص شد و قوطی‌ها در مسیر خط موازی بال آبیاری به فاصله ۳ متر از هم چیده شدند. لازم به ذکر است که قوطی‌های شبکه اندازه‌گیری در دو طرف بال آبیاری به فاصله ۱/۵ متر از لوله‌های جانبی قرار می‌گرفتند و سایر قوطی‌ها به فاصله سه متر از آنها واقع می‌شدند [۱].

نحوه مقایسه داده‌های اندازه‌گیری شده و داده‌های پیش‌بینی شده

در این قسمت برای مقایسه مقادیر مشاهده شده یکنواختی، X_0 و مقادیر پیش‌بینی شده یکنواختی توسط توابع توزیع، X_p جهت برآزش داده‌ها از معادله رگرسیونی زیر استفاده شد.

$$X_p = \lambda \times X_0 \quad (19)$$

شاخص‌های ضریب R^2 و انحراف معیار (δ) تعیین‌کننده، مناسب بودن برآزش فوق به داده‌ها می‌باشد. در این معادله ۱ λ نشان‌دهنده پیش‌بینی بیشتر از مقدار واقعی است.

در ادامه به طور مختصر به شرح هر یک از شاخص‌های آماری و نحوه ارتباط آن با داده‌های مورد استفاده در این قسمت پرداخته شده است.

- درصد متوسط خطای پیش‌بینی E_r

$$E_r = |1 - \lambda| \times 100 \quad (20)$$

شاخص E_r نشان‌دهنده روند کلی مقدار خطا در اکثر داده‌های به کار رفته در معادله رگرسیونی می‌باشد. لیکن بایستی در نظر داشت که این شاخص زمانی می‌تواند گویای مقدار واقعی خطا باشد که مقادیر ضرایب R^2 و δ حاصل از معادله برآزش یافته و داده‌های پیش‌بینی ضعیف نباشد.

- ضریب کرائی C_e

این ضریب معمولاً برای تعیین میزان همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده است و طبق رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$C_e = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{oi} - X_{pi})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{oi} - \bar{X}_o)^2} \quad (21)$$

معمولاً مقدار λ (شیب بهترین خط برازش) هنگامی به یک نزدیک است که ضرایب R^2 و C_e از مقادیر بالایی برخوردار باشند.

- درصد متوسط خطای نسبی پیش‌بینی E_a

به منظور ارزیابی کلی از قابلیت کاربرد مدل‌های انتخاب شده برای شرایط مزرعه‌ای موجود، از این معیار آماری استفاده می‌شود تا بدین وسیله یک دیدگاه کلی از عملکرد تمامی مدل‌ها در مزارع آزمایشی به دست آمده و مقایسه و نتیجه‌گیری نهایی در مورد قابلیت‌های این مدل‌ها از صراحت و دقت بیشتری برخوردار باشد. این پارامتر به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E_a = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_{oi} - X_{pi}|}{X_{oi}} \quad (22)$$

نتایج

۱- سیستم لوله چرخدار

مقادیر ضرایب یکنواختی و یکنواختی توزیع با ۳ روش توزیع نرمال، توزیع یکنواخت و توزیع بتا به تفکیک فاصله میان دو استقرار متناوب سیستم لوله چرخدار در فاصله‌های ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ متر با استفاده از روابط ارائه شده در قسمت مقدمه محاسبه شدند سپس داده‌های محاسبه شده در هر استقرار با داده‌های اندازه‌گیری شده همان استقرار مقایسه شدند تا مشخص گردد در هریک از استقرارهای مذکور کدام یک از ۳ روش نامبرده بهترین همخوانی را با ضریب یکنواختی اندازه‌گیری شده در همان استقرار دارد. همین روند برای کل داده‌های ۵ استقرار مذکور به کار گرفته شد تا مشخص شود کدام روش بیشترین همخوانی را با داده‌های اندازه‌گیری شده در کل داده‌ها در دشت دهگلان دارا است.

برای مقایسه نتایج حاصل از روش‌های مختلف آماری در محاسبه ضریب یکنواختی UC و یکنواختی توزیع DU با نتایج اندازه‌گیری شده UC و DU، از روش مذکور در بخش مواد و روش‌ها استفاده شده است. این تحلیل برای فواصل استقرار ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ متر جداگانه و یکبار هم برای تمام داده‌های هر پنج استقرار انجام گردید. شاخص‌های آماری مورد نیاز به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است.

جدول ۳. مقادیر شاخص‌های آماری بین یکنواختی اندازه‌گیری شده با ضریب یکنواختی محاسبه شده با توابع مختلف آماری

فواصل استقرار	شاخص آماری	توزیع نرمال	توزیع یکنواخت	توزیع بتا
۲۱ متر	R^2	۰/۹۸۹	۰/۹۲۴	۰/۹۹۰
	E_a	۱/۷۴	۶/۳۰	۲/۰۳
۱۸ متر	R^2	۰/۹۶۱	۰/۹۱۰	۰/۹۵۵
	E_a	۱/۵۵	۴/۹۵	۱/۸۰
۱۵ متر	R^2	۰/۹۵۷	۰/۸۵۳	۰/۹۶۱
	E_a	۰/۹۲	۳/۷۸	۱/۴۵
۱۲ متر	R^2	۰/۹۷۴	۰/۸۷۹	۰/۹۷۹
	E_a	۰/۶۸	۲/۶۸	۱/۴۸
۹ متر	R^2	۰/۹۸۰	۰/۹۲۷	۰/۹۹۱
	E_a	۰/۵۰	۰/۸۷	۰/۷۳
کل داده‌ها	R^2	۰/۹۸۴	۰/۹۳	۰/۹۸۵
	E_a	۱/۰۸	۳/۷۲	۱/۵۰

جدول ۴. مقادیر شاخص‌های آماری بین یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده با یکنواختی توزیع محاسبه شده با توابع مختلف آماری

فواصل استقرار	شاخص آماری	توزیع نرمال	توزیع یکنواخت	توزیع بتا
۲۱ متر	R^2	۰/۹۶۱	۰/۹۱۵	۰/۹۴۶
	E_a	۵/۹۵	۱۳/۳۳	۹/۱۸
۱۸ متر	R^2	۰/۹۱۶	۰/۸۶۸	۰/۹۰۵
	E_a	۴/۸۹	۹/۷۵	۶/۴۹
۱۵ متر	R^2	۰/۷۴۵	۰/۶۴۳	۰/۷۴۲
	E_a	۴/۳۷	۷/۳۰	۵/۲۳
۱۲ متر	R^2	۰/۹۴۴	۰/۸۵۱	۰/۹۱۵
	E_a	۱/۸۱	۴/۰۵	۲/۶۸
۹ متر	R^2	۰/۹۲۱	۰/۸۹۴	۰/۹۱۴
	E_a	۱/۷۴	۱/۸۵	۲/۱۱
کل داده‌ها	R^2	۰/۹۵۱	۰/۹۰۱	۰/۹۳۹
	E_a	۳/۷۵	۷/۲۶	۵/۱۴

۲- سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک

روند مقایسه ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده و محاسبه شده در سیستم‌های کلاسیک نیز مشابه با سیستم‌های لوله چرخدار می‌باشد که در جداول ۵ و ۶ آورده شده است.

جدول ۵. مقادیر شاخص‌های آماری برای ضریب یکنواختی در سیستم کلاسیک ثابت

شاخص آماری	توزیع نرمال	توزیع یکنواخت	توزیع بتا
R^2	۰/۹۸۶	۰/۸۸۰	۰/۹۸۴
E_a	۱/۴۸	۱۱/۸۴	۱/۷۸

جدول ۶. مقادیر شاخص‌های آماری برای یکنواختی توزیع در سیستم کلاسیک ثابت

شاخص آماری	توزیع نرمال	توزیع یکنواخت	توزیع بتا
R^2	۰/۸۵۱	۰/۷۷۹	۰/۸۱۵
E_a	۷/۳۴	۲۶/۳۸	۱۳/۰۸

بحث

از جدول (۳) بر می‌آید که توزیع نرمال در تمامی استقرارها از دقت بیشتری نسبت به توزیع یکنواخت و توزیع بتا در پیش‌بینی ضریب یکنواختی برخوردار است، پس از توزیع نرمال، توزیع بتا دقت بیشتری را از خود نشان می‌دهد. این روند در کل داده‌ها برقرار می‌باشد.

از جدول (۴) نیز چنین استنباط می‌شود که توزیع نرمال در تمامی استقرارها از دقت بیشتری در پیش‌بینی یکنواختی توزیع برخوردار می‌باشد که این امر برای کل داده‌ها نیز صادق می‌باشد. در تمامی حالات مذکور پس از توزیع نرمال، توزیع بتا از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد که تنها مورد استثنا، استقرار ۹ متری است که توزیع یکنواخت دقت بیشتری از خود نشان می‌دهد.

به عنوان یک نتیجه کلی می‌توان گفت که ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع محاسبه شده با توزیع نرمال در آبیاری بارانی لوله چرخدار در دشت دهگلان، بهترین همخوانی را با مقادیر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده دارد.

همان گونه که در جدول (۳) و (۴) مشاهده می‌شود، درصد متوسط خطای پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع برای روش‌های توزیع نرمال، توزیع یکنواخت و توزیع بتا با کاهش فاصله میان دو استقرار متناوب کاهش می‌یابد (به استثنای ضرایب یکنواختی پیش‌بینی شده توسط توزیع بتا در استقرار ۱۲ متری که متوسط خطای پیش‌بینی نسبت به استقرار ۱۵ متری ۰/۰۳ درصد افزایش یافته است) یا به بیان ساده‌تر با کاهش فاصله میان دو استقرار متناوب توزیع‌های فوق همخوانی بیشتری با داده‌های اندازه‌گیری شده پیدا می‌کنند.

همچنین همان گونه که در جداول (۳) و (۴) ملاحظه می‌گردد هر سه توزیع نرمال، یکنواخت و بتا در پیش‌بینی ضریب یکنواختی نسبت به یکنواختی توزیع عملکرد بهتری داشته‌اند.

همان گونه که از جداول (۵) و (۶) مشهود است توزیع نرمال از دقت بیشتری نسبت به دو توزیع دیگر در پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در سیستم کلاسیک ثابت در دشت دهگلان برخوردار است. پس از توزیع نرمال، توزیع بتا دقت بیشتری نسبت به توزیع یکنواخت در پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع دارد.

در سیستم‌های کلاسیک نیز، هر سه توزیع یادشده ضریب یکنواختی را با دقت بیشتری نسبت به یکنواختی توزیع پیش‌بینی می‌کنند، مطلب اخیر در جداول (۵) و (۶) مشخص می‌باشد.

عابدیان (۱۳۷۶) نیز گزارش کرد که در ۴ مزرعه مجهز به سیستم لوله چرخدار از اراضی استان خراسان، توزیع بتا و توزیع نرمال به ترتیب مناسب‌ترین توزیع‌ها جهت پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع می‌باشند. تفاوت نتایج این دو تحقیق می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی متفاوت و یا شرایط کاربری متفاوت دستگاه‌ها (دبی و فشار) و یا اثر متقابل این دو عامل باشد.

لازم به ذکر است که به علت جلوگیری از افزایش حجم مطالب، از ذکر مقادیر λ ، δ ، E_r و C_e در جداول ۳ تا ۶ خودداری گردید. به همین علت نیز مقادیر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع اندازه‌گیری شده و محاسبه شده توسط روش‌های آماری مختلف ارائه نشدند و تنها به ذکر جدول مقایسه آنها کفایت گردید.

نتیجه‌گیری

به عنوان یک نتیجه کلی، توزیع نرمال در سیستم‌های بارانی لوله چرخدار و کلاسیک ثابت دشت دهگلان از دقت بیشتری در پیش‌بینی ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع نسبت به دو توزیع یکنواخت و بتا برخوردار می‌باشد. هر سه توزیع یاد شده در پیش‌بینی ضریب یکنواختی از دقت بیشتری نسبت به یکنواختی توزیع برخوردار هستند.

مراجع

- [۱] برادران هزاوه، ف. ۱۳۸۴. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در شهرستان اراک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- [۲] عابدیان، ی. ۱۳۷۶. ارزیابی دستگاه آبیاری بارانی لوله‌های چرخدار در مزارع چغندرقد استان خراسان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- [۳] مننظر، ع. ۱۳۸۶. ارزیابی مدل‌های توزیع آب سیستم بارانی در برآورد عملکرد و بهره‌وری آب یونجه. مجموعه مقالات اولین سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار: ۳۴۵-۳۵۳.
- [4] Abo- Ghoobar, H. M., The effect of riser height and nozzle size on evaporation and drift losses under arid conditions. Agricultural science, vol. 6, pp. 191-202, 1994.
- [5] Dabbous, B. A study of sprinkler uniformity evaluation methods. M. S. Thesis, Utah state university, Logan, 1962.
- [6] Dechmi, F., Playan, E., Cavero, J., Faci, and Martinez, A. Wind effect on solid set sprinkler irrigation depth and yield of maize (*Zea mays*). Irrigation Science, vol. 22, pp. 67-77, 2003.
- [7]. Dechmi, F., Playan, E., Faci, M., Tejero, M., Bercero, A. Analysis of an irrigation district in northeastern Spain. Agricultural water management, vol. 61, pp. 93-109, 2003.
- [8] Elliott, R. L., Hart, W. E., Loftis, J. C., Nelson, J. D. Comparison of sprinkler uniformity models. Irrigation and Drainage Division, vol. 106, pp. 321- 330, 1980.
- [9] Hart, W. E. Reynolds, W. N. Analytical Design of sprinkler systems, Transactions of the ASAE, vol. 8, pp. 83-85, 89, 1965.
- [10] Kruse, E. G., Chmn, M. Describing irrigation efficiency and uniformity. Irrigation and Drainage Division, vol. 104, pp. 35- 41, 1978.
- [11]. Li, Jiusheng and Rao, M. Sprinkler water distribution as affected by winter wheat canopy. Irrigation science, vol. 20, pp. 29-35, 2000.
- [12] Warrick, A. W. Interrelationships of irrigation uniformity terms. Irrigation and Drainage Division, vol. 109, pp. 317- 332, 1983.