

## تأثير زاوية المبتق وشحنة الضغط الدوري على تناسق توزيع الماء لأنظمة الري بالرش الثابتة

حقي إسماعيل ياسين  
haqqiismail56@gmail.com

إسراء علي يونس  
esraa.ali.alhassan900@gmail.com

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ القبول: 22/8/2020

تاريخ الاستلام: 8/6/2020

### الخلاصة:

تضمن البحث الحالي دراسة تأثير كل من زاوية مبتق المرش وتغير شحنة الضغط التشغيلي وبشكل دوري على تناسق توزيع ماء الرش لعدة فواصل بين المرشات ولحالاتي الترتيب الثلاثي والرباعي للمرشات وذلك لرؤوس مرشات مختلفة. شمل البحث اجراء 40 قحصاً لقياس نمط توزيع الماء لمرشة مفردة تحت ظروف تشغيلية مناخية متماثلة وذلك باعتماد نمط توزيع الماء على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة ابتلال مركزها المرشة، ولزوايا مختلفة لمبتق المرش (  $5+\theta$ ،  $3.5+\theta$ ،  $\theta$ ،  $\theta-3.5$ ،  $\theta-5$  ) و لحالاتي التشغيل ببشحنة الضغط الثابتة و المتغيرة بشكل دوري ولرؤوس مرشات مختلفة. و تم ايجاد 320 نمط للتوزيع الحقلي ومعامل التناسق لأربعة فواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي لرؤوس المرشات ولانماط توزيع الماء المقاسة .  
بين البحث ان 70% من قيم معامل التناسق بالتوزيع الرباعي اكبر او تساوي قيمته بالتوزيع الثلاثي. وان زيادة زاوية المبتق ادت الى زيادة في معامل التناسق مقدارها 1.4% لكل درجة زيادة في زاوية المبتق ويمكن ان تصل الى 2.4% لكل درجة لفاصلة وترتيب ومرش معين. كما بين الفرق بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً طفيفة لكنها انعكست في قيم معامل التناسق حيث وصل اقصى فرق الى 10%، وعمامة الافضل في قيم معامل التناسق يستوجب تحديد كل من زاوية المبتق والفاصلة بين المرشات وترتيب المرشات فضلاً عن حالة الضغط الثابت او المتغير دورياً.

### الكلمات الدالة:

انظمة الرش الشبكية، معامل التناسق، زاوية مبتق المرش، تغير شحنة الضغط، ترتيب المرشات.

<https://rengj.mosuljournals.com>

Email: [alrafidain\\_engjournal1@uomosul.edu.iq](mailto:alrafidain_engjournal1@uomosul.edu.iq)

### 1. مقدمة

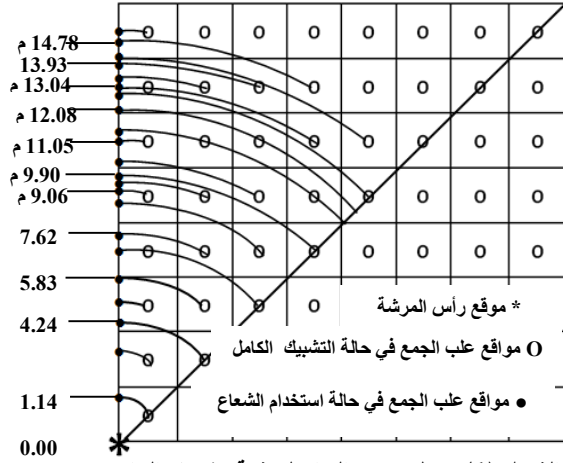
سرعة واتجاه وقد بينت الدراسات والبحوث السابقة أن معامل تناسق الارواء يزداد بزيادة شحنة الضغط [1,2,3,4,5,6] ويزداد بزيادة ارتفاع قصبه المرشة [1,3] وأن تأثير شحنة الضغط في معامل تناسق الإرواء أكبر من تأثير ارتفاع قصبه المرشة ، كما بين أن المساحة المروية من المرشة تزداد بزيادة ارتفاع قصبه المرش وزيادة شحنة الضغط، كما أن ارتفاع قصبه المرشة لا يؤثر في شكل نمط توزيع الماء الخارج من المرش [1,6]. من العوامل الرئيسية المسؤولة عن انخفاض تناسق توزيع الماء هي شحنة الضغط المنخفض [7,8] وان ارتفاع قصبه المرش يؤثر بشكل كبير على اداء النظام [7].

إن كفاءة اي نظام ري مرتبط بتناسق توزيع الماء وتناثر بأي تغير يحدث له ، إن معامل تناسق توزيع الماء هو مقياس يتم من خلاله تقييم اداء منظومة الري والتي عن طريقها يمكن توضيح نسبة استغلال تلك المياه بالشكل الأمثل، وبشكل عام عوامل عديدة تؤثر على تناسق توزيع الماء لمنظومة الري بالرش الثابتة منها: نوع وشكل رأس المرشه وزاوية المبتق مع الأفق وحجم المبتق وشحنة الضغط عند المبتق وعدد المباتق و الفواصل بين المرشات على إمتداد أنبوب الرش وبين أنابيب الرش وارتفاع قصبه المرشة والتباين في شحنة الضغط و زاوية ميل قصبه المرشة وزمن تشغيل أنبوب الرش اضافة الى تأثير الرياح

المرشات وحالتي الترتيب الثلاثي والرباعي للمرشات وذلك لرؤوس مرشات مختلفة.

## 2. الفحوصات المختبرية

لغرض دراسة تأثير زاوية المبتق وتغيير شحنة الضغط



الشكل (1) نمط توزيع الماء لمرشة مفردة الناتج من فحص على امتداد الشعاع.

دوريا على تناسق توزيع الماء لأنظمة الرش الثابتة يستوجب الحصول على بيانات تمثل نمط توزيع الماء لمرشة مفردة ولعدة رؤوس مرشات مختلفة وتعمل تحت حالات شحنات ضغط ثابتة وشحنات ضغط متغيرة بشكل دوري وذلك باستخدام زوايا مختلفة لمبتق رأس المرشة. وللحصول على هذه البيانات تم إجراء فحوصات تحت ظروف تشغيلية مناخية متماثلة وذلك باعتماد نمط توزيع الماء على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة ابتلال مركزها المرشة [21]، حيث يتم قياس معدلات الأرواء عند مسافات محددة لتكافيء علب تجميع في مراكز تشبيك بابعاد 2م\*2م للحصول على نمط توزيع الماء المرشة مفردة وكما موضح في الشكل (1). تم تجهيز الماء من خزان كبير الى مضخة ذات قدرة مناسبة وعبر انبوب تجهيز الى المرشة الدوارة الموجودة ضمن خزان اسطواني ذو فتحة مستطيلة بمقدار يسمح بخروج الماء دون التأثير على شعاع العلب الذي يجمع المياه ويكون مبطن بمادة نشارة الخشب و تكون المرشة مستقرة على حامل حديدي مرتبط بجوانب الخزان الاسطواني للمحافظة على استقامة قسبة المرشة مع الخزان الاسطواني حيث يتم تقليل زاوية مبتق المرش او زيادتها من خلال حرف الخزان الاسطواني الى الامام او الخلف عن الشاقول مع حركة دقيقة للخزان الى الامام او الخلف والى الاعلى او

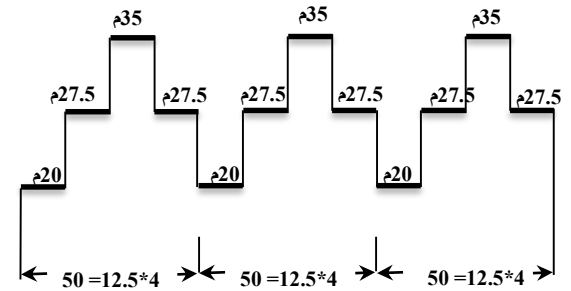
كما بينت ان تناسق توزيع الماء يكون أفضل كلما قلت الفواصل بين المرشات [10،9،6،1]. ان تأثير ضغط الرش والمسافة بين المرشات على تناسق الأرواء للأرواء المائلة أكبر من تأثيره في حالة الارض المنبسطة [11]. وأن الترتيب الثلاثي لرؤوس المرشات لا يحسن من معامل تناسق الأرواء مقارنة مع الترتيب الرباعي لهم عندما يكون نمط توزيع المياه حول المرش متناظر، أما إذا كان نمط التوزيع حول المرش غير متناظر فإن الترتيب الثلاثي قد يزيد معامل تناسق الأرواء خصوصاً إذا كانت الفواصل كبيرة [12]، ويفضل ان تكون الفواصل بين المرشات أكبر او تساوي 50% من قطر الأبتلال للترتيب الثلاثي [13]. وكذلك بينت الدراسات والبحوث ان تناسق توزيع الماء يقل مع زيادة سرعة الرياح [9،7،6]، وان لا تأثير لاتجاه الرياح في حالة الفواصل المربعة ويفضل ان تكون الفاصلة الكبيرة موازية لاتجاه الرياح السائدة [14،6]، وإن تناسق توزيع مياه الرش يتحسن عند تغيير سرعة واتجاه الرياح. وأن تغير اتجاه الرياح أكثر تأثيراً في تناسق التوزيع في حالة الرياح شديدة السرعة. وأن التحسن في تناسق التوزيع لعدة ريات متعاقبة يكون أكثر وضوحاً في حالتي الرياح معتدلة وشديدة السرعة [15]. كما بينت ان مدى الرش يزداد بازدياد كل من شحنة الضغط وقطر مبتق المرش [16] حيث يحدث تركيز أكبر للماء بالقرب من رأس المرشة وينخفض متوسط قطر قطرات الماء وتحسن معامل تناسق الأرواء [17]، وأن المباتق ذات الفوهات الدائرية تعطي قطر ابتلال أكبر من الفوهات غير الدائرية ولكن الفوهات غير الدائرية تعطي نمط توزيع أفضل خاصة عند شحنات الضغط الواطئة. وأن قيم معامل تناسق الأرواء للفوهات غير الدائرية أفضل من الدائرية ولكافة شحنات الضغط؛ إذ أعطت الفوهات الدائرية قيمة غير مقبولة في الضغوط الواطئة. وأن استخدام الفوهات المثلثة أو المستطيلة يكون عند شحنات الضغط الواطئة لإعطاء معامل تناسق إرواء جيد [18]. وبينت الدراسات ما هو عليه في الضغط النبضي وذلك في حالة انحدار الأرض 15% وان قيمة معامل كريستن لتوزيع الماء أيضاً ان نمط توزيع الماء يختلف للضغط الثابت عن لمرشة واحدة للضغط النبضي كان أعلى بحوالي 10% منه في حالة الضغط الثابت [19] وان تناسق الأرواء لكل من الترتيب الرباعي والترتيب الثلاثي افضل في حالة انبوب الرش يضم نوع واحد من رؤوس المرشات ويختلف عن رؤوس المرشات التي يتضمنها انبوب الرش المجاورله مما عليه من حين يتضمن انبوب الرش نوعين من رؤوس المرشات متعاقبة ويختلف التعاقب في كل انبوبي رش متجاورين [20]. ويهدف البحث الحالي الى دراسة تأثير كل من زاوية مبتق المرش وتغير شحنة الضغط التشغيلي وبشكل دوري على تناسق توزيع ماء الرش لعدة فواصل بين

ايجاد 320 نمط للتوزيع الحقلي لأربعة فواصل مختلفة ولعشرة انماط توزيع الماء لمرشة مفردة لكل مرش من المرشات الاربعة المستخدمة في البحث وللترتيبين الرباعي والثلاثي لرؤوس المرشات.



الشكل (3): الخزان الاسطواني وعلب تجميع الماء على امتداد نصف قطر الابتلال ومنظومة تجهيز الماء.

الاسفل للمحافظة على موقع ميثق المرش وارتفاعه عن مستوى علب جمع الماء عند جميع الفحوصات، يتم اعادة المياه الزائدة من انبوب التجهيز عبر ثلاثة انابيب قصيرة تؤدي بالمياه الى انبوب الترجيع الذي ينتهي بخزان التجهيز كل انبوب من الانابيب القصيرة يحتوي على صمامين احدهما كروي والآخر ببوابة الغاية منهم للتحكم بكمية المياه المطلوبة وشحنة الضغط عند المرشة اضافة الى سهولة وسرعة التنقل بين شحنات الضغط المتغيرة بشكل دوري دون التأثير على عمل وانسيابية منظومة التجهيز، ويتضمن الفحص شحنات ضغط متغيرة بثلاث دورات في كل دورة تم تغيير شحنة الضغط من 20 م ثم الى 27.5 م ثم الى 35 م ثم الى 27.5 م ولكل شحنة تم التشغيل لزمان مقدارة 12.5 دقيقة وكما موضحة بالشكل (2)، كما تتضمن المنظومة مضخة صغيرة لاعادة المياه المتجمعة في الخزان الاسطواني عبر انبوب لدائني مرن الى خزان التجهيز. والشكل (3) يوضح الخزان الاسطواني وعلب تجميع الماء على امتداد



الشكل (2) : المخطط التشغيلي للفحص بثلاث دورات

نصف قطر الابتلال اضافة الى منظومة تجهيز الماء. كما يوضح الجدول (1) خلاصة الفحوصات المختبرية.

### 3. تحليل النتائج

البيانات الناتجة من الفحوصات المختبرية تمثل وكما مبين في الشكل (1) ، ربع مساحة الترطيب التي تغطيها مرشة مفردة وفي حالة انعدام الرياح فهناك تناظر بين الارباع الاربعة المحيطة بالمرشة وبالتالي فان الناتج يمثل نمط توزيع الماء لمرشة مفردة في حالة انعدام الرياح. يتم اختيار فواصل مرشات مناسبة بحدود 50%-60% من قطر الابتلال فاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش (S) وفاصلة بين انابيب الرش (L) وبالاعتماد على نمط توزيع الماء لمرشة مفردة واجراء التداخل المطلوب طبقاً للفواصل بين المرشات تم ايجاد ومساعدة برنامج أكسل (Excel) نمط التوزيع الحقلي والذي يمثل نمط التوزيع بين اربع رؤوس مرشات متجاورة في حالة تشغيل منظومة الرش كاملة. فقد تم

الجدول (1): خلاصة الفحوصات المختبرية

تسلسل الفحص	نوع رأس المرشحة	حالة الضغط	زاوية ميثق المرش
1	Rain bird قطر الميثق 4.4 ملم زاوية ميثق المرشحة $20^\circ = \theta$ معدل شحنة الضغط=27.5م قطر الأبتلال=23.6م التصريف=1.27م <sup>3</sup> /سا	ثابت	$5^\circ + \theta$
2			$3.5^\circ + \theta$
3			$\theta$
4			$3.5^\circ - \theta$
5			$5^\circ - \theta$
6		متغير بشكل دوري	$5^\circ + \theta$
7			$3.5^\circ + \theta$
8			$\theta$
9			$3.5^\circ - \theta$
10			$5^\circ - \theta$
11	Weather tec 10-16 قطر الميثق 3.96 ملم زاوية ميثق المرشحة $25^\circ = \theta$ معدل شحنة الضغط=27.5م قطر الأبتلال=20.7م التصريف=0.52م <sup>3</sup> /سا	ثابت	$5^\circ + \theta$
12			$3.5^\circ + \theta$
13			$\theta$
14			$3.5^\circ - \theta$
15			$5^\circ - \theta$
16		متغير بشكل دوري	$5^\circ + \theta$
17			$3.5^\circ + \theta$
18			$\theta$
19			$3.5^\circ - \theta$
20			$5^\circ - \theta$
21	Neptune Plastic قطر الميثق 2.95 ملم زاوية ميثق المرشحة $20^\circ = \theta$ معدل شحنة الضغط=27.5م قطر الأبتلال=22.8م التصريف=0.42م <sup>3</sup> /سا	ثابت	$5^\circ + \theta$
22			$3.5^\circ + \theta$
23			$\theta$
24			$3.5^\circ - \theta$
25			$5^\circ - \theta$
26		متغير بشكل دوري	$5^\circ + \theta$
27			$3.5^\circ + \theta$
28			$\theta$
29			$3.5^\circ - \theta$
30			$5^\circ - \theta$
31	GESU brass قطر الميثق 4 ملم زاوية ميثق المرشحة $24^\circ = \theta$ معدل شحنة الضغط=27.5م قطر الأبتلال=23.0م التصريف=0.73م <sup>3</sup> /سا	ثابت	$5^\circ + \theta$
32			$3.5^\circ + \theta$
33			$\theta$
34			$3.5^\circ - \theta$
35			$5^\circ - \theta$
36		متغير بشكل دوري	$5^\circ + \theta$
37			$3.5^\circ + \theta$
38			$\theta$
39			$3.5^\circ - \theta$
40			$5^\circ - \theta$

ثم تم ايجاد معامل التناسق لكل نمط توزيع حقلي باستخدام المعادلة الآتية:

$$[UCC\% = (1 - \Sigma |R_i - \bar{R}| / \Sigma R_i) * 100\% \dots\dots\dots (1)]$$

حيث

$UCC$  = معامل تناسق كرسئينسن.

$R_i$  = عمق الماء الواصل إلى الأرض خلية التشبيك  $i$  (ملم).

$\bar{R}$  = معدل أعماق الماء الواصلة إلى الأرض.

وتعرض الجداول (2) و(3) و(4) و(5) معامل تناسق توزيع الماء لفواصل مختلفة بين المرشحات هي:  $(8*16)$ ،  $(12*12)$ ،  $(12*16)$  وبالترتيب الرباعي والثلاثي للمرشحات وعند زوايا مختلفة لميثق المرش  $(\theta + 5^\circ, \theta + 3.5^\circ, \theta, \theta - 3.5^\circ, \theta - 5^\circ)$  و لحالي شحنة الضغط الثابتة و المتغيرة بشكل دوري والمتكاففتان في معدل تصريف المرشحة خلال الفحص وذلك لرووس المرشحات نوع (Rain bird، Neptune Plastic، Weather tec 10-16، GESU) وعلى التوالي.

#### 4. مناقشة النتائج

**تأثير ترتيب المرشحات:** من مقارنة قيم معامل التناسق في الجداول (2) و(3) و(4) و(5) في حالي الترتيب الثلاثي والرباعي للمرشحات يتبين ان 70% في حالة رأس المرش (Rain bird) و 75% في حالة رأس المرش (Neptune plastic) و 62.5% في حالة رأس المرش (Weather tec 10-) و 78% في حالة رأس المرش (GESU) قيم معامل التناسق بالترتيب الرباعي اكبر او تساوي قيم معامل التناسق بالترتيب الثلاثي وكمعدل لجميع المرشحات بحدود 70% تكون قيم معامل التناسق بالترتيب الرباعي اكبر او تساوي قيم معامل التناسق بالترتيب الثلاثي، وهذا يتوافق مع الدراسات السابقة في [12] عندما يكون نمط توزيع المياه حول المرش متناظر.

**تأثير زاوية ميثق المرش:** تعرض الاشكال (4) و(5) و(6) و(7) مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الأبتلال للمرشحة لقيم مختلفة لزاوية الميثق  $5^\circ + \theta$ ،  $\theta$ ،  $5^\circ - \theta$  وذلك عند ضغط تشغيل ثابت وضغط تشغيل متغير بشكل دوري ولرووس المرشحات الأربعة (Neptune Plastic) و (Rain bird) و (Weather tec 10-) و (GESU) على التوالي. حيث تم رسم الاشكال من حجم الماء المقاس في علب الجمع على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الأبتلال التي مركزها المرشحة هذه الاحجام

الجدول (3): معامل تناسق توزيع الماء لفواصل مختلفة وبالترتيب الرباعي والثلاثي للمرشات ولزوايا مختلفة لمبثق المرش و لحالتي شحنة الضغط الثابتة و المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص وذلك لرأس المرش Rain bird .

مقدار الزيادة %	معامل تناسق الارواء ولزوايا مختلفة لمبثق المرش					فواصل وترتيب المرشات (م*م) (AS*L)
	5+°	3.5+°	°	3.5-°	5-°	
شحنة الضغط الثابتة خلال الفحص						
14.6	92.5	90.1	89.0	81.9	80.7	8*12 □
16.3	92.2	86.6	83.9	79.3	81.2	8*12 △
17.1	90.6	86.9	83.7	77.4	78.9	8*16 □
17.1	90.6	87.5	84.0	77.4	79.2	8*16 △
7.5	89.8	86.3	85.1	83.5	88.3	12*12 □
13.8	94.8	92.1	89.3	83.3	83.9	12*12 △
13.6	89.4	89.5	88.1	81.9	78.8	12*16 □
14.3	87.0	86.7	83.6	78.7	76.1	12*16 △
شحنة الضغط المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص						
15.6	92.5	90.7	88.9	82.7	80.0	8*12 □
11.7	90.4	86.6	85.6	82.1	80.9	8*12 △
14.5	90.6	87.6	83.5	81.4	79.1	8*16 □
16	90.8	87.8	83.7	82.2	78.3	8*16 △
4.3	89.0	86.5	86.3	85.3	88.3	12*12 □
16.2	94.0	91.7	91.6	80.9	78.2	12*12 △
16.8	90.3	89.5	88.2	82.6	77.3	12*16 □
15.8	88.5	87.1	84.5	79.2	76.4	12*16 △

• مقدار الزيادة=100\*(الأكبر- الأصغر)/الأصغر

معدل الاعماق التي تمثل النمط مع زيادة في المساحة المبثلة التي تغطيها المرشة ولذا كان هنالك زيادة في معامل التناسق نتيجة زيادة زاوية المبتثق وهذا ضمن حدود تغير زاوية المبتثق في هذه الدراسة. ان مقدار الزيادة في معامل تناسق الارواء نتيجة تغير الزوايا المختلفة لمبثق المرش ( 5+°، 3.5+°، °، °-3.5، °-5 ) اي لاقصى تغير في زاوية المبتثق

الجدول (2): معامل تناسق توزيع الماء لفواصل مختلفة وبالترتيب الرباعي والثلاثي للمرشات ولزوايا مختلفة لمبثق المرش و لحالتي شحنة الضغط الثابتة و المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص وذلك لرأس المرش Neptune Plastic .

مقدار الزيادة %	معامل تناسق الارواء ولزوايا مختلفة لمبثق المرش					فواصل وترتيب المرشات (م*م) (AS*L)
	5+°	3.5+°	°	3.5-°	5-°	
شحنة الضغط الثابتة خلال الفحص						
10.7	84.8	83.3	80.6	76.6	77.4	8*12 □
7.9	81.5	79.6	76.6	75.5	77.9	8*12 △
8.9	84.5	84.2	78.8	77.6	79.9	8*16 □
9.5	85.0	84.6	79.4	77.6	79.9	8*16 △
6.6	47.9	77.3	74.8	74.5	77.4	12*12 □
15.8	80.1	78.9	74.3	69.2	70.7	12*12 △
17.3	82.9	81.7	76.5	70.7	72.3	12*16 □
19.6	80.5	79.8	74.0	67.3	68.9	12*16 △
شحنة الضغط المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص						
15.1	85.2	83.8	79.3	78.0	74.0	8*12 □
10.5	82.8	80.9	74.9	77.4	75.5	8*12 △
11.9	84.2	84.8	75.8	78.0	78.9	8*16 □
11.2	84.6	85.2	76.6	78.0	78.6	8*16 △
9.8	79.5	78.5	72.4	76.5	75.2	12*12 □
19.5	80.8	77.9	71.9	71.1	67.6	12*12 △
21.1	82.7	79.5	73.9	72.3	68.3	12*16 □
23.3	79.8	77.1	71.3	67.2	64.7	12*16 △

• مقدار الزيادة=100\*(الأكبر- الأصغر)/الأصغر

الى معدل ارواء معبر عنه بالملم ا سا يتبين من هذه الاشكال بشكل عام من مقارنة نمط توزيع الماء الناتج من فحوصات لرووس مرشات مختلفة النوع ولكل نوع ذات زوايا مباتق مختلفة 5+°، °، °-5 سواء في حالة استخدام ضغط تشغيلي ثابت او متغير بشكل دوري، ان مع زيادة زاوية مبتثق المرش فان شكل نمط توزيع ماء الرش يزحف بعيداً عن المرش بحيث يقل

الجدول (5): معامل تناسق توزيع الماء لفواصل مختلفة وبالترتيب الرباعي والثلاثي والمرشات ولزوايا مختلفة لمبثق المرش و لحالتي شحنة الضغط الثابتة و المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص وذلك لرأس المرش GESU .

مقدار*الزيادة %	معامل تناسق الارواء ولزوايا مختلفة لمبثق المرش					فواصل وترتيب المرشات (م*م*L)
	°5+θ	°3.5+θ	θ	°3.5-θ	°5-θ	
شحنة الضغط الثابتة خلال الفحص						
12.2	93	92.9	88.8	82.9	84.9	8*12 □
6.1	88.8	90.1	84.9	86.6	86.5	8*12 △
5.8	82.5	81.4	83.6	79.7	79.0	8*16 □
8.2	82.5	81.4	84.4	78	79.0	8*16 △
15.6	88.6	90.9	86.4	91.7	79.3	12*12 □
20.8	88.3	89.6	90.5	85.2	76.1	12*12 △
17.8	83.5	82.3	86.1	75.5	73.1	12*16 □
12.3	81.0	81.8	82.1	75.9	73.1	12*16 △
شحنة الضغط المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص						
9.7	92.9	92.9	88.1	85.2	84.7	8*12 □
6.1	87.9	91.0	87.3	87.4	85.8	8*12 △
10.3	83.5	82.7	82.2	75.7	78.2	8*16 □
11.0	84.0	82.7	83.4	75.7	78.2	8*16 △
13.8	89.9	91.5	90.6	85.5	80.4	12*12 □
18.8	89.0	89.2	89.2	79.4	75.1	12*12 △
17.6	83.5	82.4	85	72.3	72.5	12*16 □
12.2	81.1	80.5	80.8	72.3	72.5	12*16 △

• مقدار الزيادة=100\*(الأكبر- الاصغر)/الاصغر

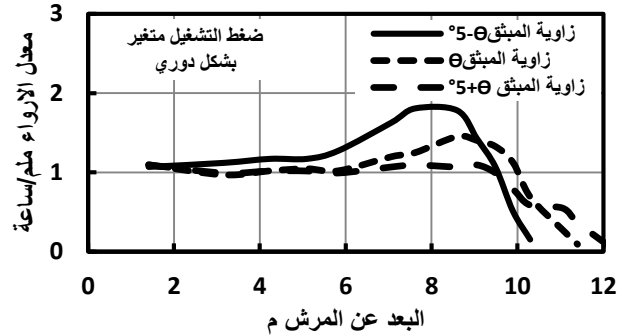
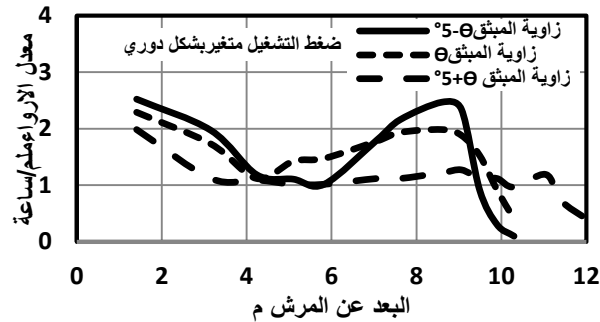
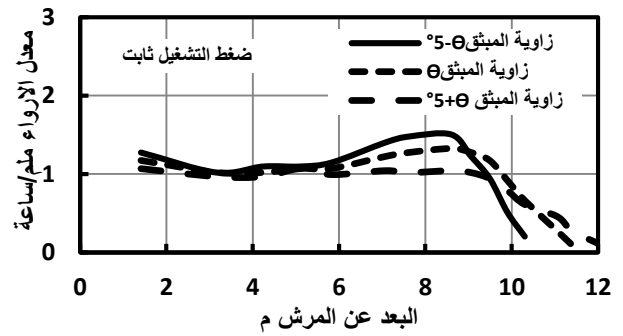
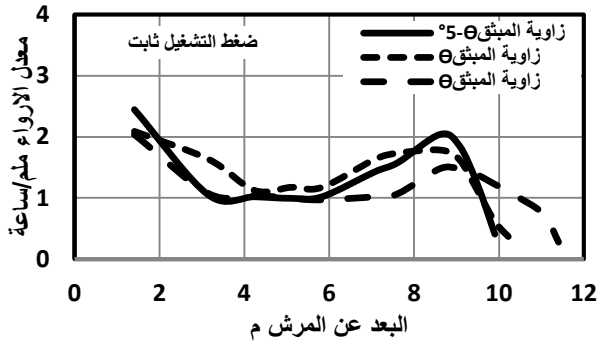
الثابت والمتغير دورياً وعلى التوالي. كما بلغت أقصى زيادة لرأس المرش (Rain bird) 17.1% عند الفاصلة 8\*16 للترتيبين الثلاثي والرباعي و16.8% عند 12\*16 الفاصلة والترتيب الرباعي وذلك لحالتي التشغيل بالضغط الثابت والمتغير دورياً وعلى التوالي، وبلغت معدل الزيادة 14.3% و 13.9% وذلك لحالتي التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً

الجدول (4): معامل تناسق توزيع الماء لفواصل مختلفة وبالترتيب الرباعي والثلاثي والمرشات ولزوايا مختلفة لمبثق المرش و لحالتي شحنة الضغط الثابتة و المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص وذلك لرأس المرش weather tec 10-16 .

مقدار*الزيادة %	معامل تناسق الارواء ولزوايا مختلفة لمبثق المرش					فواصل وترتيب المرشات (م*م*L)
	°5+θ	°3.5+θ	θ	°3.5-θ	°5-θ	
شحنة الضغط الثابتة خلال الفحص						
17.4	84.7	81.3	77.1	73.3	71.6	8*12 □
8.3	79.6	80.9	78.5	74.0	73.9	8*12 △
12.9	73.8	76.9	74.9	78.8	69.1	8*16 □
15.4	75.6	76.9	74.5	75.2	66.2	8*16 △
8.4	77.3	80.1	82.9	76.9	76.7	12*12 □
20.3	83.2	76.5	78.1	68.7	71.4	12*12 △
15.1	80.5	77.2	74.4	70.7	71.7	12*16 □
17.9	77.0	71.9	70.8	69.1	65.3	12*16 △
شحنة الضغط المتغيرة بشكل دوري خلال الفحص						
23.5	88.7	82.3	78.0	73.8	71.8	8*12 □
17.5	86.8	82.5	77.7	76.9	73.9	8*12 △
12.8	81.2	80.8	74.6	76.5	72.0	8*16 □
21.1	81.6	80.8	74.6	73.5	67.4	8*16 △
4.1	82.9	83.1	81.4	79.6	80.1	12*12 □
24.7	90.4	79.6	76.5	72.5	74.5	12*12 △
19.5	85.8	79.7	74.7	73.8	71.8	12*16 □
24.4	82.6	75.3	70.7	70.1	66.4	12*16 △

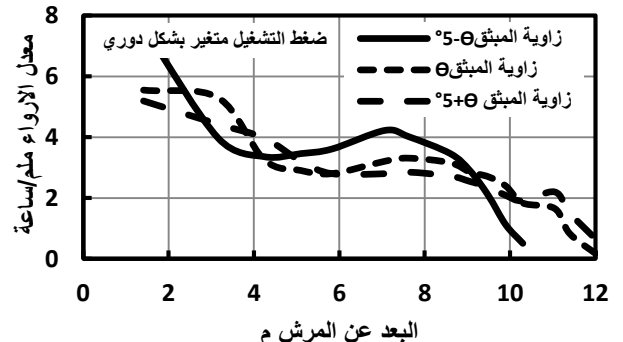
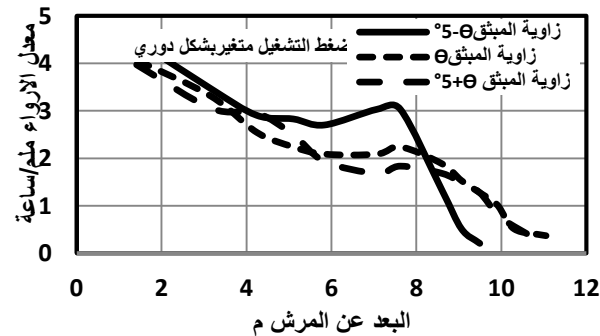
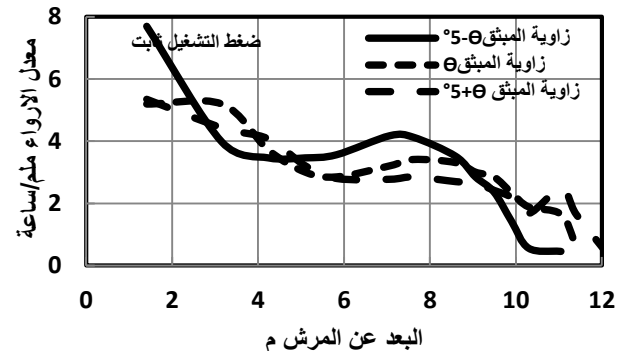
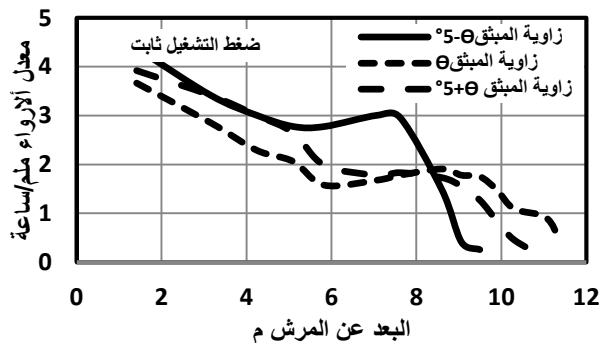
• مقدار الزيادة=100\*(الأكبر- الاصغر)/الاصغر

مقداره 10 درجات تم ادراجها في الجداول (2) و(3) و(4) و(5) حيث بلغت أقصى زيادة لرأس المرش ( Neptune ) 19.6% عند الفاصلة 12\*16 للترتيب الثلاثي و23.3% ايضاً عند نفس الفاصلة والترتيب وذلك لحالتي التشغيل بالضغط الثابت والمتغير دورياً وعلى التوالي وبلغت معدل الزيادة 12.0% و 15.3% وذلك لحالتي التشغيل بالضغط



الشكل (6): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الإبتلال للمرشة لقيم مختلفة لزواية المبتق  $5+\theta$  ،  $\theta$  ،  $5-\theta$  وذلك عند ضغط تشغيل ثابت و ضغط تشغيل متغير بشكل دوري لرأس المرش weather tec 10-16

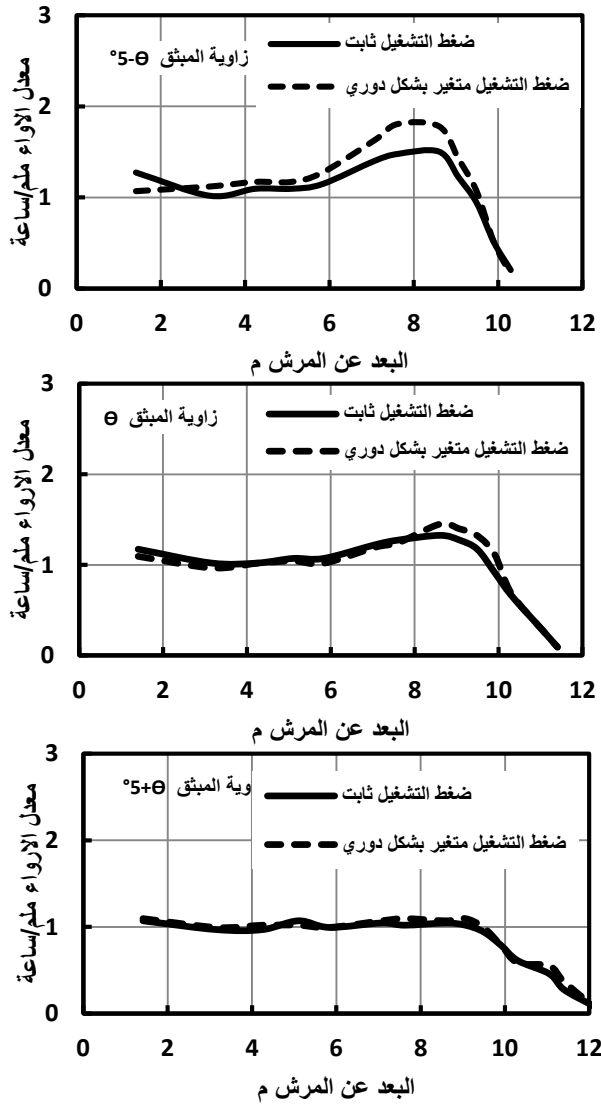
الشكل (4): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الإبتلال للمرشة لقيم مختلفة لزواية المبتق  $5+\theta$  ،  $\theta$  ،  $5-\theta$  وذلك عند ضغط تشغيل ثابت و ضغط تشغيل متغير بشكل دوري لرأس المرش Neptune plastic



الشكل (7): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الإبتلال للمرشة لقيم مختلفة لزواية المبتق  $5+\theta$  ،  $\theta$  ،  $5-\theta$  وذلك عند ضغط تشغيل ثابت و ضغط تشغيل متغير بشكل دوري لرأس المرش GESU

الشكل (5): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الإبتلال للمرشة لقيم مختلفة لزواية المبتق  $5+\theta$  ،  $\theta$  ،  $5-\theta$  وذلك عند ضغط تشغيل ثابت و ضغط تشغيل متغير بشكل دوري لرأس المرش Rain bird

هذه الفروقات والتي تبدو طفيفة بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً لكنها انعكست في قيم معامل التناسق في الجداول (2) و(3) و(4) و(5) حين المقارنة بينها، والجدول (6) يبين خلاصة المقارنة حيث يتبين منه انه لا يوجد حالة عامة يمكن اعتمادها في المرش ( Neptune Plastic) وبشكل عام كان الافضل هو التشغيل بالضغط الثابت وكانت اقصى زيادة في نسبة معامل التناسق 6.5% عند الفاصلة 12\*16 بالترتيب الثلاثي، في حين عند المرش (Rain bird) والمرش (weather tec 10-16) الافضل هو التشغيل بالضغط



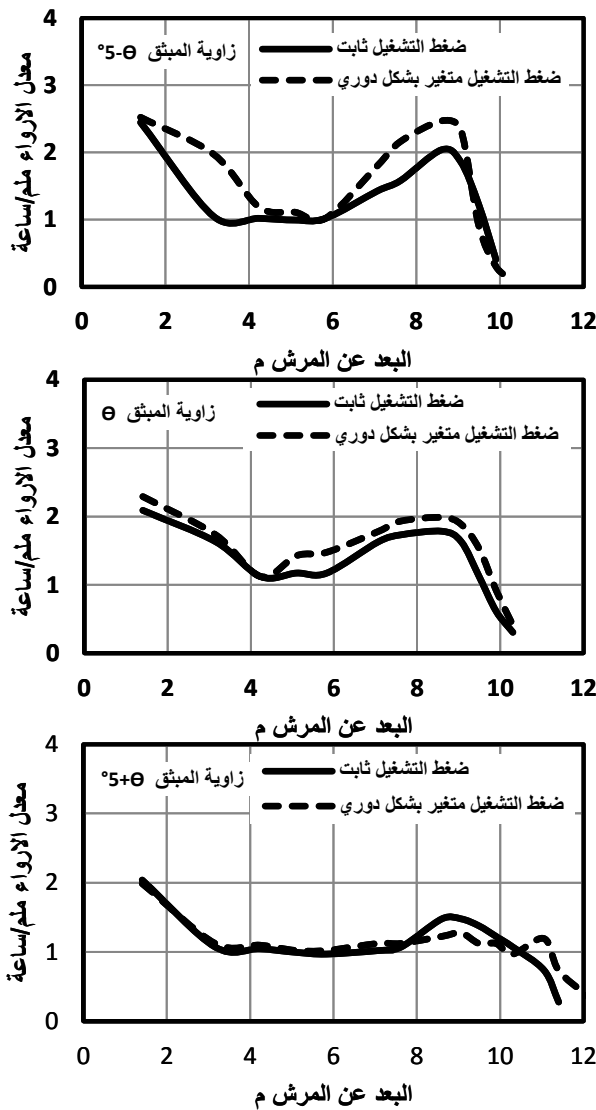
الشكل (8): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الإبتلال للمرشة عند ضغط تشغيل ثابت وضغط تشغيل متغير بشكل دوري لحالات مختلفة لزاوية المبتق وذلك لرأس المرش Neptune plastic .

على التوالي وبلغت اقصى زيادة لرأس المرش ( weather tec ) عند الفاصلة 12\*12 للترتيب الثلاثي 20.3% و 24.7% عند نفس الفاصلة والترتيب وذلك لحالتي التشغيل بالضغط الثابت والمتغير دورياً وعلى التوالي، معدل الزيادة 14.5% و 18.5% وذلك لحالتي التشغيل بالضغط الثابت والمتغير دورياً وعلى التوالي. وبلغت اقصى زيادة لرأس المرش (GESU) عند الفاصلة 12\*12 للترتيب الثلاثي 18.8% عند نفس الفاصلة والترتيب وذلك لحالتي التشغيل بالضغط الثابت والمتغير دورياً وعلى التوالي. مما تقدم كمعدل لرووس المرشات الاربعة يتبين ان زيادة زاوية المبتق ادت الى زيادة في معامل التناسق مقدارها 1.4% لكل درجة زيادة في زاوية المبتق وقد تصل الى 2.4% لكل درجة لفاصلة وترتيب ومرش معين، اذا لم يكن هنالك تأثير سلبي للرياح يزداد بازدياد زاوية مبتق المرش ولايوجد تأثير سلبي لفواقد رذاذ الرش نتيجة منطقة ذات جو حار جاف فيمكن الاستفادة بشكل كبير من زيادة زاوية مبتق المرش.

**تأثير شحنة الضغط التشغيلي ثابتة او متغيرة دورياً:** تعرض الاشكال (8) و(9) و(10) و(11) مقارنة بين نمط توزيع الماء لمرشة مفردة على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة إبتلالها عند ضغط تشغيل ثابت وضغط تشغيل متغير بشكل دوري لحالات زوايا مباتق مختلفة  $5-\theta$ ° ،  $\theta$ ° ،  $5+\theta$ ° وذلك لرووس المرشات الأربعة ( Neptune Plastic ) و ( Rain bird ) و ( weather tec 10-16 ) و ( GESU ) على التوالي . يتبين من الشكل(8) والخاص بالمرش Neptune Plastic ان هنالك فرق محسوس بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً في حالة زاوية المبتق  $5-\theta$ ° ثم يقل هذا الفرق في حالة زاوية المبتق  $\theta$ ° ويكاد ينعدم في حالة زاوية المبتق  $5+\theta$ °، ويتبين في الشكل(9) والخاص بالمرش Rain bird ان الفرق بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً قليل جداً في جميع حالات زوايا المبتق  $5-\theta$ ° ،  $\theta$ ° ،  $5+\theta$ °، ويتبين في الشكل(10) والخاص بالمرش weather tec 10-16 ان الفرق بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً واضح في حالة زاوية المبتق  $5-\theta$ ° ثم يزداد تناسقاً في حالة زاوية المبتق  $\theta$ ° ، ثم ينحصر بعيداً عن المرش في حالة زاوية المبتق  $5+\theta$ ° . ويتبين في الشكل(11) والخاص بالمرش GESU ان الفرق بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الثابت والضغط المتغير دورياً يكاد ينعدم في حالة زاوية المبتق  $5-\theta$ ° و زاوية المبتق  $5+\theta$ ° بينما في حالة زاوية المبتق  $\theta$ ° يصبح واضح ومحسوس. ان ما ذكر عن

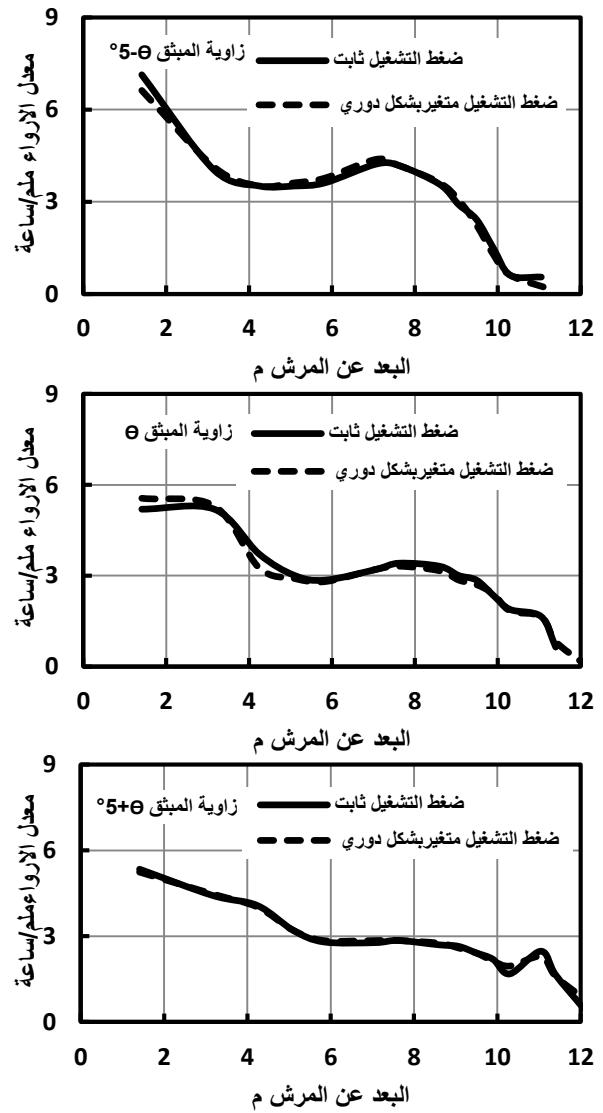


توزيع الماء هو شحنة الضغط التشغيلي عند مبيتق المرشة وللحصول على التدرج في حجم القطرات والتشتت المطلوبين يتم تحديد حدود شحنة الضغط التشغيلي من قبل الشركة المصنعة لرأس المرشة المعني والتي عادة يكون لتغير شحنة الضغط ضمن هذه الحدود تأثير طفيف على نمط الابتلال ، وهذا يختلف طبقاً لنوع المرش، فاذا كان لتغير شحنة الضغط على نمط الابتلال تأثير محسوس فان تناسق توزيع الماء سوف يتأثر، وبما ان معامل تناسق توزيع الماء يزداد بزيادة شحنة الضغط نتيجة نمط توزيع الماء الافضل في تدرج حجم القطرات وتشتتها اضافة الى زيادة في المساحة المبتلة التي تغطيها المرشة، لذا تناسق توزيع



الشكل (10): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابتلال للمرشة عند ضغط تشغيل ثابت وضغط تشغيل متغير بشكل دوري لحالات مختلفة لزاوية المبيتق وذلك لرأس المرش 10-16 weather tec.

المتغير دورياً وكانت اقصى زيادة في نسبة معامل التناسق 6.4% عند الفاصلة 8\*16 بالترتيب الثلاثي و10% عند الفاصلة 8\*16 بالترتيب الرباعي للمرشي على التوالي اما المرش (GESU) فهناك تقارب بين حالتي التشغيل بالضغط الثابت او المتغير دورياً وكانت اقصى زيادة في نسبة معامل التناسق 5% عند الفاصلة 12\*12 بالترتيب الرباعي وذلك عند التشغيل بالضغط الثابت مما هو عليه في الضغط المتغير. وبشكل مطلق لاعتماد الافضل في قيم معامل التناسق يستوجب تحديد كل من زاوية المبيتق والفاصلة والترتيب للمرشات فضلاً عن حالة الضغط الثابت او المتغير. ان من اكثر العوامل التي تؤثر على نمط



الشكل (9): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابتلال للمرشة عند ضغط تشغيل ثابت وضغط تشغيل متغير بشكل دوري لحالات مختلفة لزاوية المبيتق وذلك لرأس المرش Rain bird.

1. ان 70% من قيم معامل التناسق بالترتيب الرباعي اكبر او تساوي قيمه بالترتيب الثلاثي.
2. ان زيادة زاوية ميثق المرش ادت الى زيادة في معامل التناسق مقدارها 1.4% لكل درجة زيادة في زاوية الميثق ويمكن ان تصل الى 2.4% لكل درجة لفاصلة وترتيب ومرش معين.
3. الفرق بين نمطي توزيع الماء في حالة التشغيل بالضغط الجدول (6): خلاصة المقارنة بين تأثير الضغط الثابت وتغير الضغط الدوري على معامل تناسق الارواء

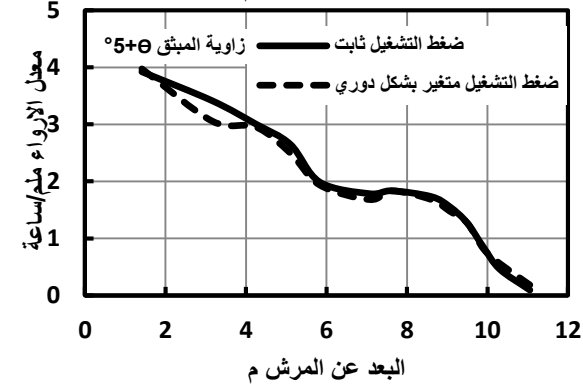
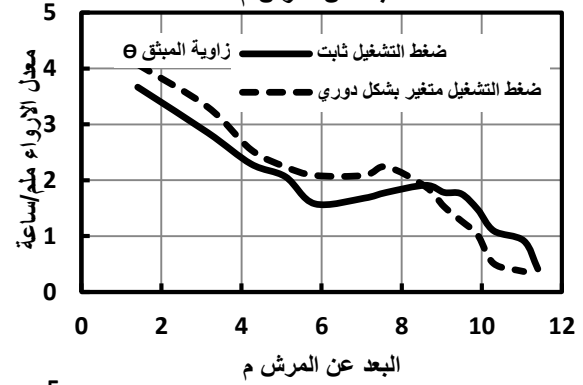
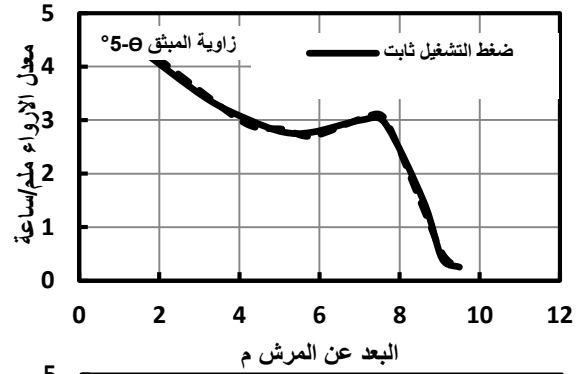
نوع رأس المرشة				مقارنة معامل تناسق الضغط الثابت و معامل التناسق للضغط المتغير دورياً
GESU brass	Weather tec 10-16	Rain bird	Neptun Plastic	
52.5	30	70	37.5	*معامل تناسق الضغط الثابت يساوي معامل التناسق للضغط المتغير دورياً %
27.5	10	10	40	معامل تناسق الضغط الثابت أكبر من معامل التناسق للضغط المتغير دورياً %
20	60	20	22.5	معامل تناسق الضغط الثابت أصغر من معامل التناسق للضغط المتغير دورياً %

\*تم اعتماد التساوي في حالة الفرق واحد او اقل.

الثابت والضغط المتغير دورياً طفيفة لكنها انعكست في قيم معامل التناسق حيث وصل اقصى فرق الى 10%، ان المقارنة بين الزيادة في تناسق توزيع الماء بزيادة شحنة الضغط الأعلى من معدل الشحنة التشغيلية والنقصان في تناسق توزيع الماء بنقصان شحنة الضغط الأدنى من معدل الشحنة التشغيلية هو الذي يحدد التأثير الايجابي او السلبي على تناسق الارواء عند التشغيل بشحنة ضغط متغير بشكل دوري مما عليه عند التشغيل بشحنة ضغط ثابت، وعمامة الافضل في قيم معامل التناسق يستوجب تحديد كل من زاوية الميثق والفاصلة بين المرشات وترتيب المرشات فضلا عن حالة الضغط الثابت او المتغير.

#### 6. المصادر:

1. Hachum, A.Y. and H.I. Yasin, 1988. Effect of Riser Height and Pressure on Uniformity of Sprinkler Irrigation. Engineering and Technology Journal, Special Issue
2. Yacoubi, S. (2012). Assessing Sprinkler Irrigation Performance Using Field Evaluations at the Medjerda Lower Valley of Tunisia. Engineering, 04(10), 682-691.



الشكل (11): مقارنة بين نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابتلال للمرشة عند ضغط تشغيل ثابت و ضغط تشغيل متغير بشكل دوري لحالات مختلفة لزاوية الميثق وذلك لرأس المرش GESU.

الماء يزداد بزيادة شحنة الضغط الأعلى من معدل الشحنة التشغيلية ويقل عند نقصان شحنة الضغط عن معدل الشحنة التشغيلية والمقارنة بين الزيادة والنقصان في تناسق الارواء هو الذي يحدد التأثير الايجابي او السلبي على تناسق الارواء عند التشغيل بشحنة ضغط متغير بشكل دوري مما عليه عند التشغيل بشحنة ضغط ثابت.

#### 5. الاستنتاج:

ضمن مدى ومحددات الدراسة ممكن استنتاج الاتي:

- Uniformity of Water Distribution, Journal of Agriculture and Water Resources Research, V(7).
13. Hegazi, M., Amer, K. H., & Moghazy, H. M. (2007). Sprinkler Irrigation System Layout Based on water distribution pattern. Irrigation and Drainage Misr Journal of Agricultural 24(April), 360–377.
  14. Jajjo, N. M. "water distribution under stationary sprinkler irrigation system", M.Sc. Thesis submitted to the college of Engineering, University of Mosul-Iraq (1981).
  15. Yasin, H.I., 1994, Effect of Wind on Application Uniformity For Stationary Sprinkler Systems, Al-Rafidain Engineering Journal, v(2).
  16. Zhu, X., Fordjour, A., Yuan, S., Dwomoh, F., & Ye, D. (2018). Evaluation of Hydraulic Performance Characteristics of a Newly Designed Dynamic Fluidic Sprinkler. *Water*, 10(10), 1301.
  17. Koch, James. "Low pressure sprinkler distribution." BS research report. South Dakota State University, Brookings, 2003.
  18. El-Berry, A. M., Ramadan, M. Hany., El-Adl A, Mohsen. & Mahmoud, M. Hashem. "Effect of nozzle shape and pressure on water distribution ", Irrigation and Drainage, Misr J. Ag. Eng (2009)., 26(1): 224- 250.
  19. Zhang, L., Fu, B., Ren, N., & Huang, Y. (2019). Effect of Pulsating Pressure on Water Distribution and Application Uniformity for Sprinkler Irrigation on Sloping Land. *Water*, 11(5), 913
  20. Yasin, H.I., Y.M. Hassan, A.A. Altalib, 1998, Study of Irrigation Uniformity For Sprinkler System Operation With Two Types of Sprinkler Heads, Scientific Journal. of Tikrit University, 5(3).
  21. Sadeghi, S. H., Gheysari, M., & Kavyani, M. (2012). Optimal allocation of allowable head loss to solid-set irrigation system with movable sprinkler subunits. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 16(59 (B)), 31-44.
  3. Abdulwahd, A. (2018). Computer Simulation for the Process of Overlapping Solid Sets of Sprinkler Irrigation Using Single Sprinkler Data. Kirkuk University Journal-Scientific Studies, 13(4):215–237.
  4. Dehkordi, D. K., Mohsenifar, K., Fardipour, S., & Khodabakhshi, H. "Evaluation of uniformity coefficient of four useful sprinklers in Khuzestan province under different conditions." International Journal of Agriculture and Biosciences 5.1 (2016): 8-14.
  5. Ibrahim, A.T and H. I. Yasin, 2019, Effect of pressure head variation on water distribution uniformity for portable grid sprinkler systems, Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ) Vol. 24, No 2, December 2019, pp. 25-38
  6. Hachum, A.Y and H.I. Yasin, 1992, "On-farm Irrigation Systems Engineering", Dar Al Kuttb for Printing and Publishing, Mosul University, Mosul, Iraq.
  7. Mohamed, A. E., Mohamed, A., Hamed, N., Ali, A. M., & Abdalhi, M. A. M. (2019). Effect of Weather Conditions , Operating Pressure and Riser Height on the Performance of Sprinkler Irrigation System. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science 12(1), 1–9.
  8. Hills, David J., Yuping Gu, and Wesley W. Wallender. "Sprinkler uniformity for oscillating low water pressure." Transactions of the ASAE 30.3 (1987): 729-0734.
  9. Abshiro, F. K., & Singh, P. (2018). Performance Evaluation of Infield Sprinkler Irrigation System under Existing Condition in Beles Sugar Development Project, Ethiopia. Irrigation & Drainage Systems Engineering, 07(02).
  10. Moazed, H., Bavi, A., Boroomand-Nasab, S., Naseri, A., & Albaji, M. "Effects of climatic and hydraulic parameters on water uniformity coefficient in solid set systems." Journal of Applied Sciences (Faisalabad) 10.16 (2010): 1792-1796.
  11. Zhang, L., Hui, X., & Chen, J. (2018). Effects of terrain slope on water distribution and application uniformity for sprinkler irrigation. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11(3), 120-125.
  12. Yasin, H.I., N.M. Jajjo, and Y.M. Hassan, 1988, Effect of Sprinkler Heads Arrangement on

## Effect of Nozzle Angel & Cyclic Pressure Head Variation on Water Distribution Uniformity for Stationary Sprinkler Systems

**Esraa Ali Younis**  
esraa.ali.alhassan900@gmail.com

**Haqqi Ismail Yasin**  
haqqiismail56@gmail.com

Dams and Water Resources Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

### **ABSTRACT:**

*The present research included studying the effect of the sprinkler nozzle angle and cyclic variation of the operating pressure head on the uniformity of water distribution for many sprinkler heads spacing with rectangular and triangular sprinkler heads arrangement for different sprinkler heads. The research conducted 40 tests to measure a single sprinkler water distribution pattern under similar climatic operating conditions by adopting the water distribution pattern along a beam that represents the radius of the wetting circle which its center is a sprinkler head for different sprinkler nozzle angles ( $\theta + 5^\circ$ ,  $\theta + 3.5^\circ$ ,  $\theta$ ,  $\theta - 3.5^\circ$ ,  $\theta - 5^\circ$ ) and the constant-cyclic operating pressure head conditions for different sprinkler heads. 320 patterns were found for field water distribution pattern and uniformity coefficient for four different spacing with a rectangular and triangular sprinkler heads arrangement for the sprinkler heads and the measured water distribution patterns.*

*The research revealed that 70% of the uniformity coefficients in the rectangular arrangement are greater or equal to its value in a triangular arrangement. The increase in the nozzle angle results in increasing the uniformity coefficient of 1.4% for each degree, an increase in the nozzle angle, and can reach 2.4% for each degree for a specific spacing, arrangement, and sprinkler head. Also, the difference between the two water distribution patterns in the case of operating with constant pressure head and variable pressure head is slight, but it shows in the values of the uniformity coefficient, where the maximum difference reaches 10%, and in general, the best in the values of the uniformity coefficient requires determining the nozzle angle, the spacing and the arrangement of sprinkler head as well as the case of operating pressure head constant or variable.*

### **Key words:**

*grid sprinkler system, uniformity coefficient, sprinkle nozzle angle, Pressure head variation, sprinkler arrangement*