

تأثير انحدار سطح التربة على تناسق توزيع الماء لأنظمة الرش الثابتة

حقي إسماعيل ياسين
haqqiismail56@gmail.com

طارق جاسم احمد
tariqjasim8891@gmail.com

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ القبول: 24/7/2021

تاريخ الاستلام: 8/6/2021

الملخص

تضمن البحث دراسة تأثير انحدار سطح التربة على تناسق توزيع ماء الرش، وشمل البحث اجراء 30 فصصاً لإيجاد نمط توزيع الماء على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الابتلال مركزه المرشحه لستة أنواع من رؤوس المرشات ولانحدارات مختلفة لسطح التربة تم تأمينها من خلال انحراف محور قصبه المرشحة عن الشاقول. وتم ايجاد 420 نمط للتوزيع الحقلي لمياه الرش لتشمل خمسة انحدارات لسطح التربة ولسبعة فواصل مختلفة وللتريبيين الرباعي والثلاثي للمرشات.

بين البحث ان كل من معامل التناسق UC و معامل تناسق التوزيع DU يقل مع ازدياد انحدار سطح التربة حيث يمثل هذا 87.5% و 89% على التوالي من حالات تغير معامل التناسق. وان معدل النسب المئوية لأقصى نقصان في UC و DU نتيجة زيادة الانحدار من 0% الى 20% لجميع رؤوس المرشات بلغ 3.17% و 6% على التوالي. و ان شكل نمط توزيع ماء الرش لايتغير مع تغير انحدار سطح التربة وانما معدل عمق الماء يقل ويزداد مدى الرش بنقصان الانحدار السالب، وان معدل عمق الماء يزداد و يقل مدى الرش بزيادة الانحدار الموجب. وقدم البحث معادلتين لمعامل التناسق UC (او معامل تناسق التوزيع DU) لتوزيع مياه الرش على سطح تربة مائلة كدالة للانحدار و معامل التناسق (او معامل تناسق التوزيع) على سطح تربة مستوية بمعاملات تحديده 0.98 و 0.977 على التوالي.

الكلمات الدالة: انظمة الرش الشبكية، معامل التناسق، انحدار سطح الارض، فواصل المرشات، ترتيب المرشات.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
<https://rengj.mosuljournals.com>

والتباين في شحنة الضغط، وعوامل مناخية: سرعة واتجاه الريح والتبخر من قطرة الماء، وعوامل إدارية: انحراف قصبه الرش عن الشاقول وزمن تشغيل أنبوب الرش [5]. وفيما يتعلق بتأثير تناسق توزيع الماء بانحراف قصبه الرش عن الشاقول اي غير متعامدة مع سطح الارض او انحدار سطح الارض الذي بدوره يؤدي الى جعل قصبه الرش الشاقولية غير متعامدة مع سطح الارض، ان تأثير انحدار الارض على نمط توزيع الماء يكمن في زيادة مدى الرش على الارض باتجاه الميل المنخفض وانخفاض معدل العمق وبتناقص ذلك مع ارتفاع الارض او باتجاه الميل الموجب وزيادة معدل العمق [7،6]، وانه لا توجد فروقات معنوية لتأثير انحدار سطح الارض على تناسق توزيع الماء [8،9]، وان زيادة انحراف قصبه الرش حتى زاوية 20 درجة عن الشاقول اعطت تأثير سلبي على قيم تناسق توزيع الماء [4،10]، وعموماً يفضل ان تكون قصبه الرش متعامدة مع سطح الارض [12،11]، فالاراضي ذات الانحدارات المعتدلة تكون أكثر ملائمة لتحسن تناسق توزيع رطوبة التربة فيها من غيرها [13]، فان التناسق ممكن ان يتحسن عندما تكون قصبه الرش مائلة قليلاً عن الشاقول [2] او بزواوية في المنتصف بين اتجاه انحدار الارض والشاقول [14] ويمكن ان يتحسن تناسق توزيع الماء في شبكات الري بالرش للاراضي ذات الانحدار باستخدام اسلوب الضغط النبضي [15].

الهدف من البحث هو دراسة تأثير انحدار سطح التربة على نمط توزيع ماء الرش وعلى درجة تناسق الارواء (معامل التناسق

1. المقدمة

نظرا للظروف العامة لشحة المياه فان كل عامل يؤدي الى زيادة كفاءة استخدام المياه يصب في معالجة شحتها وإن لتناسق الارواء دور كبير في التأثير على كفاءة الارواء والانتاجية لذا فهناك ضرورة لدراسة كل عامل من شأنه ان يؤثر على تناسق توزيع المياه لنتمكن من زيادة التناسق [1]، ان زيادة تناسق توزيع المياه هو الهدف الأساسي لأنظمة الري عامة ونظام الري بالرش بشكل خاص وان كفاءة نظام الري ترتبط بتناسق توزيع المياه ارتباطاً وثيقاً وتتأثر باي تغير له وتعتبر زيادة تناسق الارواء امر مهم ويجابي على قيمة كفاءة استخدام المياه وانتاجية المحصول [2]. ويكون اعلى مستوى للتناسق بإعطاء كل نقطة بالحقل نفس العمق من المياه حيث يعتبر تناسق توزيع المياه مقياس للتغير في عمق المياه المضافة لمساحة معينة وهو مقياس للمقارنة بين أنظمة الري المتنوعة، ان تحديد أداء أنظمة الري يتم من خلال استخدام معايير الري الحقلي ومن أبرز هذه المعايير معامل تناسق كريستنس UC ومعامل تناسق التوزيع DU. يعتبر معامل التناسق UC كريستنس منخفض عندما يقل عن 75% [3] ومعامل تناسق التوزيع DU عندما يقل عن 60% [4]. هنالك العديد من العوامل التي تؤثر على تناسق توزيع ماء الرش وتشمل عوامل رأس المرشحة: نوع المرشحة وحجم وضغط وزاوية المبتق، وعوامل منظومة التوزيع: الفواصل بين المرشات على امتداد أنبوب الرش وبين انابيب الرش وارتفاع قصبه الرش

لسطح التربة بعد معرفة أقصى مدى يصل اليه الماء عند ذلك الانحدار لسطح التربة.

2.2. نمط توزيع ماء الرش على امتداد الشعاع

من الفحوصات المختبرية لكل مرش تم ايجاد نمط توزيع ماء الرش على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة ابتلال مركزها المرشمة وذلك لخمس حالات لانحدار سطح الارض، ان نمط التوزيع يتضمن أعماق الماء على امتداد الشعاع حيث عمق للماء (d) يقع على بعد (r) عن رأس المرشمة وذلك عند انحدار معين لسطح الارض (S_s)، وقد تم توظيف هذه البيانات والتي هي بواقع (195-220) قيمة لكل من عمق الماء (d) و البعد (r) و انحدار سطح الارض (S_s) وذلك لكل نوع من رؤوس المرشات وباستخدام تطبيق المنحني المناسب curve fitting للماتلاب تم

الجدول (1): خلاصة الفحوصات المختبرية لنمط توزيع الماء على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الابتلال مركزها المرشمة وذلك لرؤوس المرشات المختلفة.

اسم رأس المرشمة	زاوية انحراف المكافئ للانحدار (درجة)	الانحدار سطح (%)	تسلسل الفحص
Atak ملم (2.8*2.5) معدل شحنة الضغط م(20.39)	+12	-21.25	1
	+6	-10.5	2
	0	0	3
	-6	10.5	4
	-12	21.25	5
Gardena ملم (3.65) معدل شحنة الضغط م(30.59)	+12	-21.25	6
	+6	-10.5	7
	0	0	8
	-6	10.5	9
	-12	21.25	10
Weather Tec 10-16 ملم (3.96) معدل شحنة الضغط م(30.59)	+12	-21.25	11
	+6	-10.5	12
	0	0	13
	-6	10.5	14
	-12	21.25	15
Neptune Plastic ملم (2.95) معدل شحنة الضغط م(20.39)	+12	-21.25	16
	+6	-10.5	17
	0	0	18
	-6	10.5	19
	-12	21.25	20
Rain Bird 20A ملم (4) معدل شحنة الضغط م(24.47)	+12	-21.25	21
	+6	-10.5	22
	0	0	23
	-6	10.5	24
	-12	21.25	25
Maxi Bird ملم (3) معدل شحنة الضغط م(20.39)	+12	-21.25	26
	+6	-10.5	27
	0	0	28
	-6	10.5	29
	-12	21.25	30

التعبير عن عمق الماء (d) ملم كدالة لانحدار سطح الارض (S_s)% والبعد عن مركز المرشمة (r) م وبالصيغة الآتية:

UC ومعامل تناسق التوزيع (DU) في حالة وجود انحدار رئيسي لسطح التربة وعدم وجود انحدار في الاتجاه الاخر العمودي عليه.

2. مواد وطرق البحث

1.1. الفحوصات المختبرية

تم اجراء فحوصات لإيجاد نمط توزيع الماء لمرشمة مفردة على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الابتلال مركزه المرشمة بوضع علب التجميع على امتداد الشعاع وكما موضح في الشكل (1). شملت هذه الفحوصات لسته أنواع من رؤوس المرشات ولانحدارات مختلفة لسطح التربة (21.25%، 10.5%، 0%، -10.5%، -21.25%) يتم تأمينها من خلال انحراف المحور لقضية المرش عن الشاقول بزوايا (12، -6، -12، 0، 6) درجة على التوالي.



الشكل (1): مواقع علب جمع الماء على امتداد أشعة تمثل أنصاف أقطار دائرة الابتلال التي مركزها المرشمة



الشكل(2): منظومة الفحص وتشمل الخزان الرئيسي والاسطواني وتوزيع علب التجميع

ويوضح الشكل (2) تفاصيل منظومة الفحص والتي تشمل خزان رئيسي كبير لتجهيز الماء بواسطة مضخة مناسبة تؤمن شحنة الضغط المطلوبة عند رأس المرشمة وانايبب لتوصيل الماء الى المرشمة المثبتة داخل خزان اسطواني مغلف ببرادة الخشب من الداخل لامتناس زخم الماء اثناء دوران المرشمة داخل الخزان مع عمل فتحة مناسبة مستطيلة الشكل بأحد جوانب الخزان يتم السماح لماء الرش بالخروج من الخزان من خلالها باتجاه قطاع مناسب يحوي داخلة شعاع مثبت عليه علب جمع الماء. والجدول (1) يوضح خلاصة الفحوصات المختبرية لنمط توزيع الماء على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الابتلال مركزها المرشمة وذلك لرؤوس المرشات المختلفة. حيث يتم الاستفادة من هذه البيانات لإيجاد نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع لأي انحدار

0.4										
4.4	4.1	3.5	2.4	0.4						
5.7	5.6	5.5	5.1	4.1	2.4					
5.4	5.5	5.6	5.7	5.6	4.9	3.2				
4.6	4.7	4.9	5.3	5.6	5.7	5.1	3.2			
4.1	4.2	4.3	4.6	5.1	5.5	5.7	4.9	2.4		
4.6	4.4	4.2	4.2	4.5	5.1	5.6	5.6	4.1	0.4	
6.4	5.7	4.9	4.3	4.2	4.6	5.3	5.7	5.1	2.4	
9.5	8.2	6.4	4.9	4.2	4.3	4.9	5.6	5.5	3.5	
14.0	11.4	8.2	5.7	4.4	4.2	4.7	5.5	5.6	4.1	
19.0	14.0	9.5	6.4	4.6	4.1	4.6	5.4	5.7	4.4	0.4
19.0	14.0	9.5	6.4	4.6	4.1	4.6	5.4	5.7	4.4	0.4
14.0	11.4	8.2	5.7	4.4	4.2	4.7	5.5	5.6	4.1	
9.5	8.2	6.4	4.9	4.2	4.3	4.9	5.6	5.5	3.5	
6.4	5.7	4.9	4.3	4.2	4.6	5.3	5.7	5.1	2.4	
4.6	4.4	4.2	4.2	4.5	5.1	5.6	5.6	4.1	0.4	
4.1	4.2	4.3	4.6	5.1	5.5	5.7	4.9	2.4		
4.6	4.7	4.9	5.3	5.6	5.7	5.1	3.2			
5.4	5.5	5.6	5.7	5.6	4.9	3.2				
5.7	5.6	5.5	5.1	4.1	2.4					
4.4	4.1	3.5	2.4	0.4						
0.4										

نمط توزيع المياه لرأس المرشحة المفردة

41.1	37.3	32.3	31.4	31.4	32.3	37.3	41.1
37.3	34.1	26.5	23.7	23.7	26.5	34.1	37.3
32.3	26.5	20.4	18.7	18.7	20.4	26.5	32.3
31.4	23.7	18.7	17.0	17.0	18.7	23.7	31.4
31.4	23.7	18.7	17.0	17.0	18.7	23.7	31.4
32.3	26.5	20.4	18.7	18.7	20.4	26.5	32.3
37.3	34.1	26.5	23.7	23.7	26.5	34.1	37.3
41.1	37.3	32.3	31.4	31.4	32.3	37.3	41.1

نمط التوزيع الحقلية بالترتيب الرباعي للمرشات
 $\bar{R} = 28.3, \bar{X} = 6.372, \overline{Rlq} = 18.71,$
 $UC=77.45\%, DU=66.2\%$

50.5	38.7	30.2	25.7	22.7	20.7	22.3	22.0
41.3	34.3	26.5	22.6	19.8	20.4	26.2	28.3
28.3	26.2	20.4	19.8	22.6	26.5	34.3	41.3
22.0	22.3	20.7	22.7	25.7	30.2	38.7	50.5
22.0	22.3	20.7	22.7	25.7	30.2	38.7	50.5
28.3	26.2	20.4	19.8	22.6	26.5	34.3	41.3
41.3	34.3	26.5	22.6	19.8	20.4	26.2	28.3
50.5	38.7	30.2	25.7	22.7	20.7	22.3	22.0

نمط التوزيع الحقلية بالترتيب الثلاثي للمرشات
 $\bar{R} = 28.3, \bar{X} = 6.718, \overline{Rlq} = 20.73,$
 $UC=76.2\%, DU=73.4\%$

الشكل (4): نمط توزيع المياه لرأس المرشحة المفردة ونمط التوزيع الحقلية بالترتيب الرباعي والثلاثي للمرشات بفاصلة $m \times m$ للمرشحة نوع GARDENA أرض مستوية وحسابات معامل التناسق.

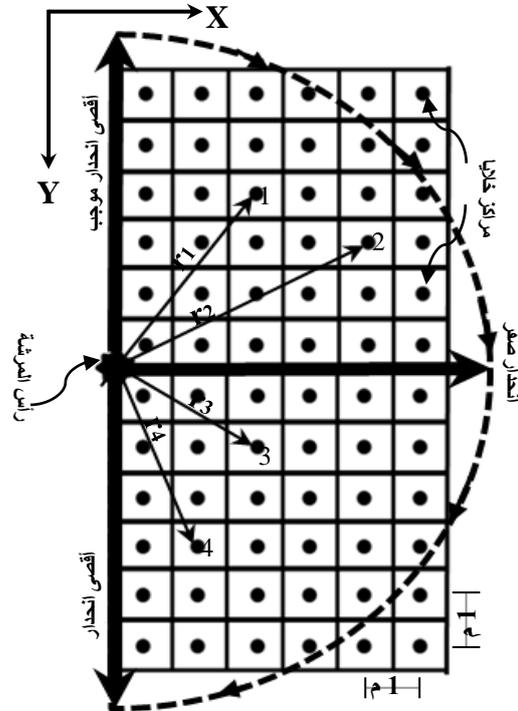
لايجاد نمط التوزيع الحقلية لمياه الرش تم اختيار الفواصل المناسبة بين المرشات (S,L) وبحدود لا تتجاوز 50%-60% من قطر دائرة الابتلال المغطاة من مرشحة مفردة طبقاً لـ [1]. حيث S الفاصلة بين المرشات على امتداد أنبوب الرش و L الفاصلة بين انابيب الرش على امتداد الانبوب المغذي لانابيب الرش، ان انابيب الرش تمتد بالاتجاه التي يكون فيها انحدار الارض صفر اي تكون موازية لخضوط الكفاف. وباعتماد

$$d=a+b.S_s+c.r+e.S_s^2+f.S_s.r+g.r^2+h.S_s^3+i.S_s^2.r+j.S_s.r^2+k.r^3+l.S_s^3.r+m.S_s^2.r^2+n.S_s.r^3+o.r^4+p.S_s^3.r^2+q.S_s^2.r^3+t.S_s.r^4+u.r^5+v.S_s.r^5+w.r^6+x.S_s.r^6+y.r^7..... (1)$$

حيث $a,b,c,e,f,g,h,l,j,k,l,m,n,o,p,q,t,u,v,w,x,y$ ثابتة تختلف قيمها طبقاً لنوع رأس المرشحة . وقد تراوحت قيم معامل تحديد R^2 للمعادلة 1 (0.956-0.989)، ومن خلال تطبيق المعادلة 1 يمكن ايجاد نمط توزيع ماء الرش على امتداد الشعاع لاي من المرشات المستخدمة في الدراسة وعند اي انحدار لسطح الارض.

3.2. نمط توزيع الماء لمرشحة مفردة

نمط توزيع الماء لمرشحة مفردة تعمل على ارض ذات انحدار معين باتجاه Y وذات انحدار مقداره صفر اي مستوي باتجاه X يكون التوزيع متناسق في الجهتين اليمنى واليسرى للمرش ومبتاين في الجهتين العليا والسفلى للمرش، وتتغير انحدارات الارض المتمثلة باتجاهات الاشعة المنبثقة من رأس المرشحة وباعتماد فواصل بين مراكز خلايا التشبيك $m \times m$ وكما موضح في الشكل (3)، حيث يتم حساب بعد مركز اي خلية r وانحدار الارض باتجاه الشعاع المنبثق من رأس المرشحة الى مركز الخلية المعنية S_s . وعندما تكون قصبه المرش عمودية على المستوي الافقي، وبلاستعانة بالمعادلة 1 يتم ايجاد عمق الماء عند مركز هذه الخلية، وهكذا يتم ايجاد اعماق الماء في جميع مراكز الخلايا التي تغطيها دائرة ابتلال المرش وتمثل هذه الاعماق نمط توزيع الماء لمرشحة مفردة. وتوضح الاشكال (4-8) نمط توزيع الماء لمرشحة مفردة نوع GARDENA وذلك في حالات انحدار الارض 0% و 5% و 10% و 15% و 20%. وتضمنت الدراسة ستة انواع لرؤوس المرشات فبذلك تم ايجاد 30 نمط لتوزيع الماء لمرشحة مفردة.



الشكل (3): تغير انحدارات الارض المتمثلة باتجاهات الاشعة المنبثقة من رأس المرشحة على ارض منحدره.

4.2. نمط التوزيع الحقلية لمياه الرش

نوع Gardena.

5.2. درجة تناسق توزيع مياه الرش
تم التعبير عن درجة تناسق توزيع ماء الرش في الانماط الحقلية باستخدام معامل التناسق لكريستينسن CU ومعامل تناسق التوزيع DU والذان يتم حسابهما كالآتي [3]:

$$UC\% = \left(1 - \frac{\bar{X}}{R}\right) 100 \dots\dots\dots(2)$$

0.7												
5.5	5.2	4.4	3.1	0.7								
6.7	6.7	6.5	6.1	5.1	3.0							
6.2	6.3	6.4	6.6	6.5	5.8	3.9	0.2					
5.2	5.3	5.5	5.9	6.3	6.5	5.9	3.9					
5.1	4.9	4.9	5.0	5.5	6.1	6.3	5.6	2.9				
6.5	5.9	5.1	4.7	4.8	5.4	6.0	6.1	4.7	0.8			
9.9	8.4	6.4	5.0	4.5	4.8	5.5	6.0	5.5	2.8			
15.0	11.8	8.3	5.8	4.5	4.4	5.0	5.8	5.7	3.9			
20.2	14.3	9.6	6.4	4.6	4.2	4.7	5.5	5.7	4.3	0.1		
18.1	13.7	9.5	6.3	4.6	4.1	4.5	5.3	5.6	4.5	0.6		
13.1	10.9	8.1	5.7	4.3	3.9	4.4	5.1	5.4	4.3	0.5		
9.1	8.0	6.3	4.8	4.0	3.9	4.4	5.1	5.2	3.9			
6.3	5.7	4.8	4.1	3.7	3.9	4.5	5.1	4.9	3.2			
4.5	4.2	3.9	3.6	3.7	4.1	4.7	5.0	4.4	2.0			
3.6	3.5	3.5	3.6	3.9	4.4	4.8	4.7	3.4				
3.5	3.5	3.6	3.9	4.2	4.6	4.6	3.9	1.6				
3.8	3.9	4.0	4.3	4.5	4.5	3.9	2.1					
4.2	4.3	4.3	4.4	4.2	3.5	1.9						
4.1	4.1	3.9	3.5	2.6	1.0							
2.6	2.4	1.8	0.7									

نمط توزيع الماء لرأس المرشثة المفردة

42.8	36.1	33.1	31.2	29.8	31.1	34.1	39.9
36.3	28.8	25.0	23.6	24.6	29.8	33.8	35.5
26.8	20.9	19.1	18.5	19.7	24.0	29.6	31.5
23.5	18.4	17.0	16.8	18.3	21.7	29.2	30.6
23.5	18.4	17.0	16.8	18.3	21.7	29.2	30.6
26.8	20.9	19.1	18.5	19.7	24.0	29.6	31.5
36.3	28.8	25.0	23.6	24.6	29.8	33.8	35.5
42.8	36.1	33.1	31.2	29.8	31.1	34.1	39.9

نمط التوزيع الحقلية بالترتيب الرباعي للمرشات
 $\bar{R} = 27.5, \bar{X} = 5.9, Rlq = 18.58,$
 $UC=78\%, DU=67.5\%$

44.0	34.6	28.9	24.6	21.3	20.5	20.5	21.9
36.3	28.9	24.5	20.7	20.0	23.8	26.8	27.0
26.7	20.8	19.5	21.4	24.3	30.1	36.7	40.1
22.4	19.9	21.2	23.4	26.9	32.3	42.8	48.6
22.4	19.9	21.2	23.4	26.9	32.3	42.8	48.6
26.8	20.8	19.5	21.4	24.3	30.1	36.7	40.1
36.3	28.9	24.5	20.7	20.0	23.8	26.8	27.0
44.0	34.6	28.9	24.6	21.3	20.5	20.5	21.9

نمط التوزيع الحقلية بالترتيب الثلاثي للمرشات
 $\bar{R} = 27.5, \bar{X} = 6.27, Rlq =$
 $20.38, UC=77.2\%, DU=74\%$

الشكل (6): نمط توزيع الماء لرأس المرشثة المفردة ونمط التوزيع الحقلية بالترتيب الرباعي و الثلاثي للمرشات بفاصلة 8*م المرشثة نوع GARDENA أرض ذات انحدار 10 % وحسابات معامل التناسق.

الفواصل (6*م) و (8*م) و (6*م 12) و (8*م 12) و (8*م 16) و (12*م 12) و (12*م 16) (على اعتبار مقدار الازاحة يساوي نصف الفاصله القصيرة لحالة الترتيب الثلاثي)، وبلاستعانة ببرنامج Excel تم ايجاد 420 نمط للتوزيع الحقلية لمياه الرش لتشمل جميع انماط توزيع الماء لمرشثة مفردة والفاصل بين المرشات وترتيبها وتعرض الاشكال (4-8) نماذج لانماط التوزيع الحقلية لمياه الرش وبفاصلة 8*م 8 م بين المرشات ولحالاتي الترتيب الرباعي والثلاثي وذلك لرأس المرشثة

3.3	2.8	1.8	0.0									
5.9	5.8	5.4	4.6	3.0	0.4							
6.2	6.2	6.2	6.1	5.6	4.3	1.8						
5.3	5.5	5.7	6.0	6.2	5.9	4.7	2.0					
4.6	4.7	4.9	5.2	5.7	6.1	5.9	4.6	1.2				
4.7	4.6	4.5	4.6	5.0	5.6	6.0	5.6	3.7				
6.4	5.8	4.9	4.4	4.5	5.0	5.7	5.9	4.9	1.7			
9.7	8.3	6.4	4.9	4.3	4.5	5.2	5.8	5.5	3.2			
14.5	11.6	8.2	5.7	4.4	4.3	4.9	5.6	5.7	4.0			
19.6	14.2	9.6	6.4	4.6	4.2	4.6	5.4	5.7	4.4	0.2		
18.5	13.9	9.5	6.4	4.6	4.1	4.5	5.3	5.6	4.4	0.5		
13.6	11.2	8.1	5.7	4.3	4.0	4.5	5.3	5.5	4.2	0.2		
9.4	8.1	6.3	4.8	4.1	4.1	4.7	5.3	5.4	3.8			
6.3	5.7	4.8	4.1	3.9	4.2	4.9	5.4	5.0	2.8			
4.5	4.3	4.0	3.8	4.0	4.5	5.1	5.3	4.4	1.3			
3.8	3.8	3.8	4.0	4.4	4.9	5.3	4.9	3.1				
3.9	4.0	4.2	4.5	4.9	5.2	5.0	3.7	0.7				
4.5	4.6	4.8	5.0	5.1	4.8	3.8	1.3					
5.0	5.0	5.0	4.9	4.4	3.3	1.0						
4.5	4.4	4.0	3.3	2.0								
2.1	1.7	0.9										

نمط توزيع المياه لرأس المرشثة المفردة

42.5	37.4	32.8	31.5	30.9	32.5	36.3	40.6
37.4	32.3	25.7	23.8	24.0	28.8	34.5	36.9
29.3	23.7	19.7	18.5	19.1	22.2	28.0	32.9
28.6	19.7	17.7	16.8	17.6	19.8	27.6	31.9
28.6	19.7	17.7	16.8	17.6	19.8	27.6	31.9
29.3	23.7	19.7	18.5	19.1	22.2	28.0	32.9
37.4	32.3	25.7	23.8	24.0	28.8	34.5	36.9
42.5	37.4	32.8	31.5	30.9	32.5	36.3	40.6

نمط التوزيع الحقلية بالترتيب الرباعي للمرشات
 $\bar{R} = 28.2, \bar{X} = 6.2, Rlq = 18.59,$
 $UC=78\%, DU=66\%$

48.4	35.3	29.5	25.1	22.1	21.4	22.0	22.1
38.6	31.7	25.5	21.6	19.7	22.7	27.0	28.1
28.1	24.3	19.9	20.6	23.5	28.3	35.6	41.7
22.7	21.8	21.0	23.1	26.3	31.0	41.9	50.5
22.7	21.8	21.0	23.1	26.3	31.0	41.9	50.5
28.1	24.3	19.9	20.6	23.5	28.3	35.6	41.7
38.6	31.7	25.5	21.6	19.7	22.7	27.0	28.1
48.4	35.3	29.5	25.1	22.1	21.4	22.0	22.1

نمط التوزيع الحقلية بالترتيب الثلاثي للمرشات
 $\bar{R} = 28.2, \bar{X} = 6.4, Rlq = 21,$
 $UC=77\%, DU=74.6\%$

الشكل (5): نمط توزيع الماء لرأس المرشثة المفردة ونمط التوزيع الحقلية بالترتيب الرباعي و الثلاثي للمرشات بفاصلة 8*م المرشثة نوع GARDENA أرض ذات انحدار 5 % وحسابات معامل التناسق.

م*8 م بين المرشحات وحالتي الترتيب الرباعي والثلاثي وذلك لرأس المرشحة نوع Gardena.

$$DU\% = \frac{\bar{R}lq}{\bar{R}} * 100 \dots\dots\dots(3)$$

حيث: UC= معامل تناسب كريستينسن، \bar{R} = معدل الأعماق الواصلة الى مراكز مربعات التشبيك (ملم)، \bar{X} = معدل انحرافات الأعماق عن معدل الاعماق \bar{R} (ملم)، DU= معامل تناسب التوزيع، $\bar{R}lq$ = معدل الربع الادنى للاعماق (ملم). وتعرض الاشكال (4-8) نماذج لنتائج حساب معامل التناسق CU ومعامل تناسق التوزيع DU لانماط التوزيع الحقلّي لمياه الرش وبفاصلة 8

3. النتائج والمناقشة

1.3. تأثير انحدار الارض على نمط توزيع ماء الرش يعرض الشكلان (9 و 10) نمط توزيع المياه على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الرش لانحدارات مختلفة لسطح الأرض (20% و 10% و 0% و -10% و -20%) ولرؤوس المرشحات

1.3	0.5										
6.6	6.3	5.5	4.0	1.5							
7.8	7.7	7.5	7.1	6.1	4.0	0.2					
7.1	7.1	7.2	7.3	7.2	6.6	4.8	1.0				
6.4	6.3	6.2	6.4	6.7	6.9	6.5	4.7	0.5			
7.3	6.7	5.9	5.5	5.7	6.3	6.7	6.1	3.8			
10.5	8.8	6.7	5.4	5.0	5.4	6.1	6.4	5.3	1.7		
15.8	12.2	8.4	5.8	4.7	4.7	5.4	6.1	5.8	3.5		
21.4	14.7	9.7	6.4	4.6	4.3	4.8	5.6	5.8	4.3		
17.5	13.4	9.4	6.3	4.6	4.0	4.4	5.2	5.5	4.5	0.8	
12.1	10.3	7.9	5.7	4.3	3.8	4.1	4.8	5.2	4.4	1.1	
8.1	7.4	6.1	4.8	3.9	3.6	3.9	4.6	4.9	4.1	0.8	
5.7	5.3	4.7	4.0	3.5	3.4	3.8	4.4	4.6	3.5		
4.3	4.1	3.7	3.4	3.2	3.4	3.8	4.2	4.1	2.6		
3.5	3.4	3.2	3.1	3.2	3.5	3.8	4.0	3.4	1.2		
3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.6	3.8	3.5	2.2			
3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.4	2.4	0.0			
3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.1	2.2	0.2				
3.5	3.5	3.4	3.1	2.6	1.6						
2.7	2.5	2.1	1.4	0.1							

نمط توزيع الماء لرأس المرشحة المفردة

4.0	3.5	2.3	0.3								
6.9	6.8	6.3	5.5	3.8	0.8						
7.0	7.0	7.1	7.0	6.5	5.2	2.4					
6.0	6.1	6.3	6.6	6.8	6.7	5.5	2.7				
5.6	5.5	5.4	5.6	6.1	6.5	6.5	5.3	1.9			
6.8	6.2	5.4	5.0	5.2	5.8	6.4	6.2	4.3			
10.1	8.5	6.5	5.2	4.7	5.1	5.8	6.2	5.4	2.3		
15.4	12.0	8.3	5.8	4.6	4.5	5.2	5.9	5.8	3.7		
20.8	14.5	9.6	6.4	4.6	4.2	4.7	5.5	5.7	4.3		
17.7	13.6	9.4	6.3	4.6	4.0	4.4	5.2	5.6	4.5	0.7	
12.6	10.6	8.0	5.7	4.3	3.8	4.2	5.0	5.3	4.4	0.8	
8.7	7.7	6.3	4.8	3.9	3.7	4.1	4.8	5.1	4.0	0.3	
6.1	5.6	4.8	4.0	3.6	3.6	4.1	4.7	4.8	3.4		
4.4	4.2	3.8	3.5	3.4	3.7	4.2	4.6	4.3	2.4		
3.5	3.4	3.3	3.3	3.5	3.8	4.3	4.4	3.5	0.7		
3.2	3.2	3.2	3.4	3.7	4.0	4.2	3.8	2.0			
3.3	3.4	3.5	3.7	3.9	4.0	3.7	2.4				
3.6	3.7	3.7	3.8	3.7	3.3	2.2					
3.6	3.6	3.5	3.2	2.6	1.4						
2.6	2.4	2.0	1.2								

نمط توزيع الماء لرأس المرشحة المفردة

39.7	36.6	33.0	29.8	26.3	28.4	33.4	38.5
30.9	28.0	25.0	23.8	25.5	29.8	30.1	34.3
20.8	19.8	18.8	19.3	21.3	26.4	29.2	26.3
17.9	17.0	16.7	17.8	20.5	24.6	28.8	23.3
17.9	17.0	16.7	17.8	20.5	24.6	28.8	23.3
20.8	19.8	18.8	19.3	21.3	26.4	29.2	26.3
30.9	28.0	25.0	23.8	25.5	29.8	30.1	34.3
39.8	36.6	33.0	29.8	26.3	28.4	33.4	38.5

نمط التوزيع الحقلّي بالترتيب الرباعي للمرشحات

$\bar{R} = 26.3, \bar{X} = 5.15, \bar{R}lq = 18.48,$
 $UC=80.4\%, DU=70.27\%$

39.7	34.2	28.5	23.8	19.0	19.4	21.3	21.2
30.6	27.8	23.3	20.4	20.9	24.9	24.1	26.2
21.1	20.0	20.5	22.6	25.8	31.2	35.2	34.4
18.0	19.4	21.2	23.8	27.7	33.6	41.0	40.6
18.0	19.4	21.2	23.8	27.7	33.6	41.0	40.6
21.1	20.0	20.5	22.6	25.8	31.2	35.2	34.4
30.6	27.8	23.3	20.4	20.9	24.9	24.1	26.2
39.7	34.2	28.5	23.8	19.0	19.4	21.3	21.2

نمط التوزيع الحقلّي بالترتيب الثلاثي للمرشحات

$\bar{R} = 26.3, \bar{X} = 5.5, \bar{R}lq = 19.72,$
 $UC=78.9\%, DU=74.5\%$

الشكل (8): نمط توزيع الماء لرأس المرشحة المفردة ونمط التوزيع الحقلّي بالترتيب الرباعي والثلاثي للمرشحات بفاصلة م*8 م للمرشحة نوع GARDENA أرض ذات انحدار 20% وحسابات معامل التناسق.

41.9	36.1	33.1	30.6	28.3	30.0	33.5	39.0
34.1	28.3	25.0	23.3	25.1	30.0	32.3	35.1
23.6	20.1	18.8	18.7	20.4	25.3	29.8	28.3
18.8	17.5	16.6	17.2	19.3	23.3	29.4	27.6
18.8	17.5	16.6	17.2	19.3	23.3	29.4	27.6
23.7	20.1	18.8	18.7	20.4	25.3	29.8	27.6
34.1	28.3	25.0	23.3	25.1	30.0	32.3	35.1
41.9	36.1	33.1	30.6	28.3	30.0	33.5	39.0

نمط التوزيع الحقلّي بالترتيب الرباعي للمرشحات

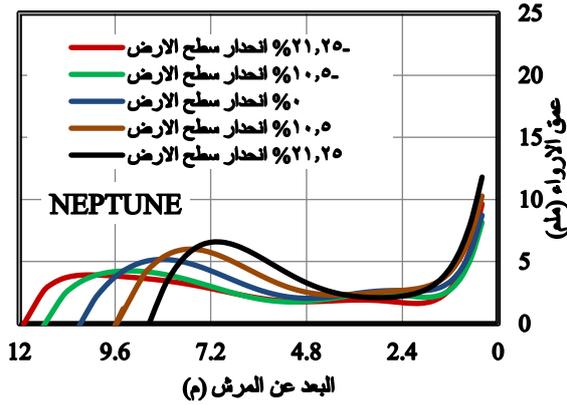
$\bar{R} = 26.9, \bar{X} = 5.6, \bar{R}lq = 18.37,$

40.0	34.2	28.5	24.2	20.3	20.1	20.6	21.5
33.4	28.1	23.8	20.0	20.4	24.4	25.7	26.8
24.4	20.3	20.0	22.0	25.1	30.8	36.4	36.6
20.7	19.4	21.2	23.6	27.3	33.2	42.2	45.2
20.7	19.4	21.2	23.6	27.3	33.2	42.2	45.2
24.4	20.3	20.0	22.0	25.1	30.8	36.4	35.9
33.3	28.1	23.8	20.0	20.4	24.4	25.7	26.8
40.0	34.2	28.5	24.2	20.3	20.1	20.6	21.5

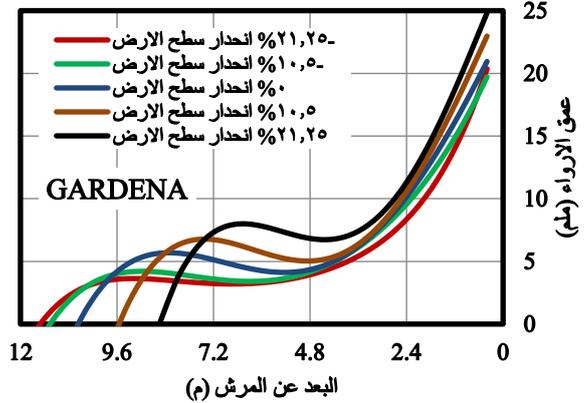
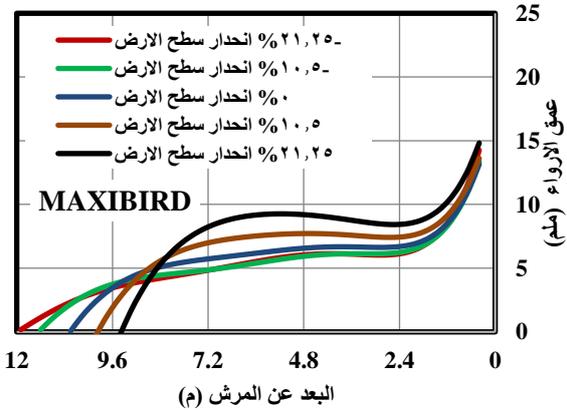
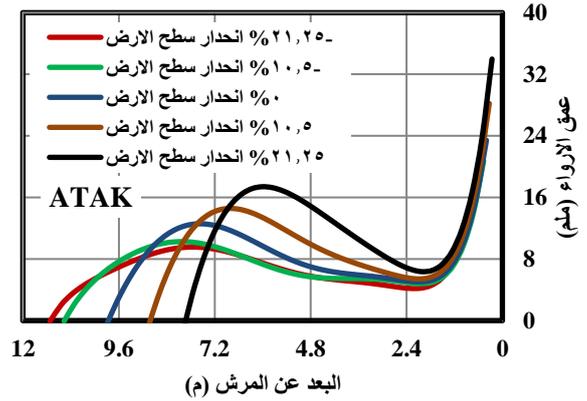
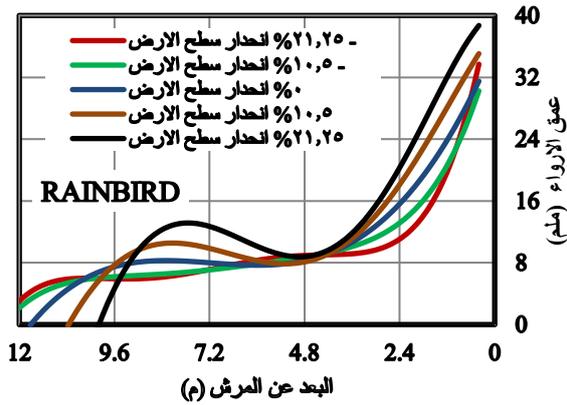
نمط التوزيع الحقلّي بالترتيب الثلاثي للمرشحات

$\bar{R} = 26.9, \bar{X} = 5.8, \bar{R}lq = 20.14,$
 $UC=78\%, DU=74.9\%$

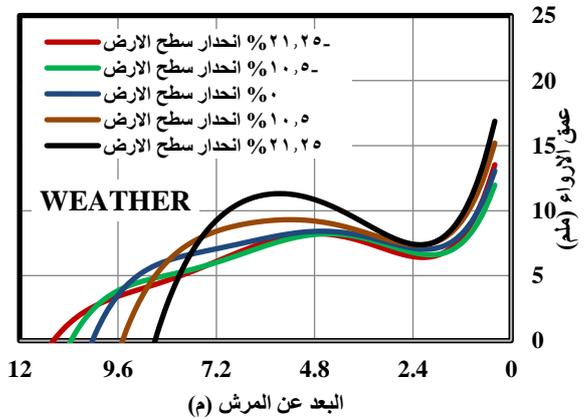
الشكل (7): نمط توزيع الماء لرأس المرشحة المفردة ونمط التوزيع الحقلّي بالترتيب الرباعي والثلاثي للمرشحات بفاصلة م*8 م للمرشحة نوع GARDENA أرض ذات انحدار 15% وحسابات معامل التناسق.



المستخدمة في الدراسة (Atak, Gardena, Weather, Neptune Rain Bird, Maxi Bird) عامة ولجميع رؤوس المرشات المغطاة بالدراسة فان شكل النمط لا يتغير وإنما معدل عمق الماء يقل ويزداد مدى الرش وذلك بازدياد انخفاض منسوب الأرض او كلما قل الانحدار السالب، والعكس صحيح فان معدل عمق الماء يزداد و يقل مدى الرش وذلك بازدياد ارتفاع منسوب الأرض او كلما زاد الانحدار الموجب. لكل من رؤوس المرشات ان حجم الماء الخارج من المرشة يكون ثابت لذا كلما قل مدى الرش يجب ان يكون معدل الاعماق اكبر والعكس صحيح. ان مدى الرش يزداد كلما زاد ارتفاع المرش عن الأرض [16] وكلما زادت زاوية ميثق المرش [7] لذا يزداد المدى باتجاه انخفاض منسوب الأرض ويقل باتجاه ارتفاع منسوب الأرض.



الشكل (10): نمط توزيع المياه على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الرش لانحدارات مختلفة لسطح الأرض ولمرشات مختلفة.



الشكل (9): نمط توزيع المياه على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة الرش لانحدارات مختلفة لسطح الأرض ولمرشات مختلفة.

2.3. تأثير انحدار الأرض على معامل التناسق UC
توضح الجداول (2-7) قيم معامل التناسق CU للفواصل (6 م* 6 م) و (8 م* 8 م) و (6 م* 12 م) و (8 م* 12 م) و (8 م* 16 م) و (12 م* 12 م) و (12 م* 16 م) و لحالات الترتيب الرباعي والثلاثي بين المرشات عند انحدارات سطح الأرض 0% و 5% و 10% و 15% و 20% وعلى التوالي لرؤوس المرشات المستخدمة في الدراسة Atak و Gardena و Weather و Maxi Bird و Rain Bird و Neptune حيث يمثل هذا 94% من حالات تغيير معامل التناسق عند انحدارات مختلفة لسطح الأرض. وفي هذه الجداول يتباين النقصان في معامل التناسق مع زيادة انحدار سطح الأرض طبقاً

الجدول (4): معامل التناسق لرأس المرششة نوع Weather
10-16 Tec لفواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي
ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

معامل تناسق الارواء لانحدارات مختلفة لسطح الأرض					ترتيب المرششات	الفواصل (S*L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
94.8	95.5	95.7	96.0	96.5	رباعي	6*6
93.6	94.7	95.6	96.5	96.8	ثلاثي	
92.2	93.3	94.2	94.9	95.0	رباعي	8*8
90.8	91.7	91.5	917	92.1	ثلاثي	
83.9	84.8	84.8	85.0	85.2	رباعي	6*12
83.8	84.7	85.3	85.3	85.2	ثلاثي	
82.1	83.0	83.4	83.9	84.1	رباعي	8*12
82.6	83.6	84.2	84.5	84.6	ثلاثي	
83.5	85.6	87.5	89.1	89.6	رباعي	8*16
83.3	85.7	87.8	89.5	90.1	ثلاثي	
79.4	80.7	81.7	82.5	83.2	رباعي	12*12
75.1	75.7	76.1	76.3	76.4	ثلاثي	
73.5	75.2	76.2	77.1	77.9	رباعي	12*16
75.1	75.9	76.3	76.9	76.8	ثلاثي	

الجدول (5): معامل التناسق لرأس المرششة نوع Neptune
Plastic لفواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

معامل تناسق الارواء لانحدارات مختلفة لسطح الأرض					ترتيب المرششات	الفواصل (S*L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
92.0	92.3	92.8	93.7	93.5	رباعي	6*6
88.6	89.2	89.7	90.8	90.1	ثلاثي	
76.0	76.3	76.2	76.9	76.6	رباعي	8*8
77.9	76.8	76.2	77.0	76.2	ثلاثي	
72.6	74.0	74.8	75.1	75.1	رباعي	6*12
73.9	75.0	75.7	76.6	75.8	ثلاثي	
67.2	68.7	68.9	69.2	69.7	رباعي	8*12
65.8	66.5	66.9	68.2	67.3	ثلاثي	
66.1	66.1	65.7	67.2	66.3	رباعي	8*16
65.9	65.9	65.4	66.1	65.5	ثلاثي	
65.0	66.6	66.9	67.7	67.5	رباعي	12*12
64.8	64.6	65.0	66.5	65.1	ثلاثي	
64.0	64.1	64.4	64.6	64.5	رباعي	12*16
59.7	60.0	60.4	60.1	60.7	ثلاثي	

ذات انحدارات مختلفة UC(Ss) كدالة للانحدار Ss ومعامل التناسق لتوزيع مياه الرش على أرض مستوية UC(0) فيواقع 420 قيمة لكل من UC(Ss) و Ss و UC(0) وبالإستعانة ببرنامج الماتلاب تطبيق المنحني المناسب كانت المعادلة بمعامل تحديد مقداره (R²=0.9828) كالآتي:

$$UC(Ss) = UC(0) + 0.377Ss - 5.972 \cdot 10^{-3} Ss \cdot UC(0) \dots\dots\dots(4)$$

الجدول (2): معامل التناسق لرأس المرششة نوع Atak لفواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

معامل تناسق الارواء لانحدارات مختلفة لسطح الأرض					ترتيب المرششات	الفواصل (S*L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
89.9	90.5	91.6	91.3	91.4	رباعي	6*6
88.4	89.6	91.4	91.7	92.4	ثلاثي	
88.0	88.7	90.2	90.4	91.0	رباعي	8*8
81.9	81.3	81.4	81.6	81.7	ثلاثي	
71.0	72.6	73.4	73.3	73.5	رباعي	6*12
70.5	71.8	72.1	72.6	72.0	ثلاثي	
65.8	67.2	67.7	67.5	67.6	رباعي	8*12
66.8	68.6	69.1	69.5	69.9	ثلاثي	
76.5	77.1	78.3	78.5	78.8	رباعي	8*16
75.4	75.5	76.6	76.8	77.0	ثلاثي	
67.0	68.3	68.6	68.6	68.3	رباعي	12*12
59.3	59.2	58.5	58.7	57.8	ثلاثي	
62.4	60.7	60.6	59.6	59.8	رباعي	12*16
63.8	62.1	61.5	61.1	61.1	ثلاثي	

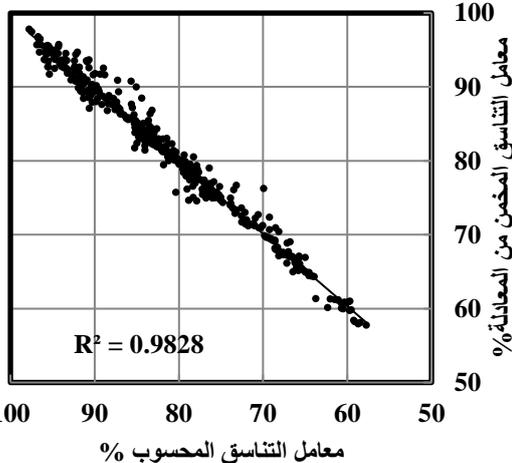
الجدول (3): معامل التناسق لرأس المرششة نوع Gardena لفواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

معامل تناسق الارواء لانحدارات مختلفة لسطح الأرض					ترتيب المرششات	الفواصل (S*L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
91.9	92.9	93.3	94.0	93.7	رباعي	6*6
90.2	91.9	93.3	95.0	95.5	ثلاثي	
80.4	79.1	78.4	78.1	77.5	رباعي	8*8
78.9	78.4	77.2	77.2	76.2	ثلاثي	
84.4	87.2	89.9	91.5	91.9	رباعي	6*12
85.7	89.4	91.9	94.0	94.6	ثلاثي	
76.4	78.7	79.9	80.7	81.2	رباعي	8*12
73.9	75.3	76.0	77.3	76.6	ثلاثي	
68.2	69.3	70.3	71.0	71.5	رباعي	8*16
68.6	70.1	71.1	72.3	72.1	ثلاثي	
78.5	79.0	79.6	80.2	80.9	رباعي	12*12
78.3	81.2	82.0	83.2	82.9	ثلاثي	
70.0	73.2	75.9	77.9	78.1	رباعي	12*16
69.3	70.6	72.2	73.2	73.7	ثلاثي	

لاختلاف رؤوس المرششات والفواصل بين المرششات وترتيبها ولتوضيح ذلك يعرض الجدول (8) النسبة المئوية لأقصى نقصان في معامل التناسق UC % نتيجة زيادة انحدار الأرض من 0% إلى أقصى قيمة 20%. ويتبين من الجدول أعلى نسبة مئوية لأقصى نقصان في معامل التناسق UC % نتيجة زيادة انحدار الأرض من 0% إلى 10.36% عند رأس المرشش نوع Gardena و ان اعلى معدل لهذه النسب هي 4.72% عند رأس المرششة Rain Bird وبشكل عام فان معدل النسب المئوية لأقصى نقصان في معامل التناسق UC % نتيجة زيادة انحدار الأرض من 0% إلى 20% لجميع رؤوس المرششات والفواصل بين المرششات وترتيبها 3.17%، وان معدل هذه النسب لترتيب الرباعي للمرششات 3.33% وللترتيب الثلاثي 2.95%. باستخدام قيم معامل التناسق المعروضة في الجداول (2-7) تم استنباط معادلة لمعامل التناسق لتوزيع مياه الرش على أراضي

الجدول(8): النسبة المنوية لأقصى نقصان في معامل التناسق UC% نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى 20%.
2.95/3.33/3.17

ترتيب المرشات	Atak	Gardena	Weather	Neptune	Rain Bird	Maxi Bir
رباعي	1.65	1.9	1.75	1.65	6.76	0.25
ثلاثي	4.33	5.57	3.25	1.67	7.27	1.16
رباعي	3.26	-3.82	2.97	0.7	-0.31	0.57
ثلاثي	0.37	-3.48	1.37	-2.29	0.01	0.05
رباعي	3.48	8.15	1.55	3.28	7.82	4.66
ثلاثي	2.03	9.38	1.66	2.49	6.99	4.72
رباعي	2.79	5.84	2.32	3.56	4.74	5.05
ثلاثي	4.34	3.52	2.38	2.17	4.23	4.78
رباعي	2.89	4.57	6.8	0.84	4.49	5.24
ثلاثي	2.05	4.83	7.58	0.16	3.96	5.51
رباعي	1.9	2.98	4.54	3.58	3.53	4.37
ثلاثي	-2.59	5.58	1.63	0.77	9.13	3.02
رباعي	0.3	10.36	5.57	0.86	3.89	2.37
ثلاثي	0.06	5.96	2.15	1.64	3.56	0.8
رباعي معدل	2.32	4.28	3.64	2.07	4.42	3.22
ثلاثي معدل	1.51	4.48	2.86	0.94	5.02	2.86
المعدل	1.92	4.38	3.25	1.51	4.72	3.04



الشكل (11): مقارنة بين معامل التناسق UC المحسوب والمضمن

الجدول (6): معامل التناسق لرأس المرشة نوع Rain Bird 20A لفواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

الفواصل (S* L) م*م	ترتيب المرشات	معامل تناسق الارواء لانحدارات مختلفة لسطح الأرض				
		20%	15%	10%	5%	0%
6*6	رباعي	90.9	92.3	94.3	96.7	97.5
	ثلاثي	90.7	92.1	94.3	96.8	97.8
8*8	رباعي	84.1	84.1	84.1	84.2	83.9
	ثلاثي	85.3	85.0	84.7	84.3	84.3
6*12	رباعي	89.0	91.0	93.5	95.7	96.5
	ثلاثي	88.8	90.7	92.4	94.4	95.5
8*12	رباعي	82.9	84.6	86.1	87.0	87.1
	ثلاثي	81.3	82.5	84.1	84.8	84.9
8*16	رباعي	77.9	79.3	80.6	81.5	81.6
	ثلاثي	77.8	79.0	80.2	80.9	81.1
12*12	رباعي	79.6	80.9	82.0	82.7	82.5
	ثلاثي	85.1	87.3	90.0	92.4	93.6
12*16	رباعي	80.4	81.6	82.7	83.4	83.7
	ثلاثي	77.7	78.7	79.7	80.3	80.5

الجدول (7): معامل التناسق لرأس المرشة نوع Maxi Bird لفواصل مختلفة وللترتيبين الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

الفواصل (S* L) م*م	ترتيب المرشات	معامل تناسق الارواء لانحدارات مختلفة لسطح الأرض				
		20%	15%	10%	5%	0%
6*6	رباعي	95.4	95.5	95.9	96.0	95.6
	ثلاثي	95.6	96.0	96.6	96.9	96.7
8*8	رباعي	91.4	91.5	91.6	91.8	91.9
	ثلاثي	90.7	90.3	90.6	90.8	90.4
6*12	رباعي	83.2	84.9	86.1	86.9	87.3
	ثلاثي	83.5	85.2	86.6	87.6	87.7
8*12	رباعي	81.5	83.0	84.5	85.3	85.8
	ثلاثي	80.9	82.4	83.9	84.8	84.9
8*16	رباعي	82.7	84.3	86.3	87.1	87.2
	ثلاثي	83.6	85.4	87.3	88.4	88.5
12*12	رباعي	81.9	83.7	84.6	85.2	85.7
	ثلاثي	78.2	79.2	80.0	80.5	80.6
12*16	رباعي	80.5	81.0	81.9	82.4	82.4
	ثلاثي	78.8	79.2	79.5	79.6	79.4

والشكل (11) يوضح المقارنة بين معامل التناسق UC المحسوب من المعادلة 2 والمضمن من المعادلة 4.

3.3. تأثير انحدار الارض على معامل تناسق التوزيع DU

الجدول (11): معامل تناسق التوزيع DU لرأس المرشحة نوع Weather Tec 10-16 لفواصل مختلفة ولترتيب الرباعي والثلاثي وحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

لأنحدارات مختلفة معامل تناسق التوزيع لسطح الأرض					ترتيب المرشحات	الفواصل (S* L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
92.7	94.3	94.4	95.4	95.1	رباعي	6*6
91.1	92.9	93.8	95.6	96.1	ثلاثي	
86.7	88.5	90.7	92.6	94.0	رباعي	8*8
86.5	87.8	88.1	89.6	90.8	ثلاثي	
77.7	79.6	79.2	80.0	80.2	رباعي	6*12
77.1	79.2	78.9	79.3	80.2	ثلاثي	
74.9	75.4	75.3	75.3	75.7	رباعي	8*12
75.8	76.6	76.0	76.3	76.6	ثلاثي	
72.5	75.4	78.7	82.6	85.2	رباعي	8*16
71.1	75.5	78.7	83.0	85.0	ثلاثي	
65.7	67.1	66.6	67.3	68.1	رباعي	12*12
59.0	59.2	59.6	59.4	59.3	ثلاثي	
61.5	64.4	66.2	68.7	69.8	رباعي	12*16
62.8	64.5	66.7	68.4	69.3	ثلاثي	

الجدول (9): معامل تناسق التوزيع DU لرأس المرشحة نوع Atak لفواصل مختلفة ولترتيب الرباعي والثلاثي وحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

لأنحدارات مختلفة معامل تناسق التوزيع لسطح الأرض					ترتيب المرشحات	الفواصل (S* L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
83.9	85.4	86.6	87.3	87.2	رباعي	6*6
84.3	86.5	87.7	89.8	89.2	ثلاثي	
80.9	83.7	86.1	89.0	90.3	رباعي	8*8
76.1	75.5	76.2	75.4	77.2	ثلاثي	
64.7	65.7	66.2	67.4	66.5	رباعي	6*12
64.7	65.7	67.9	67.4	68.6	ثلاثي	
*	50.8	50.4	51.9	51.1	رباعي	8*12
51.9	51.9	54.4	52.8	54.9	ثلاثي	
66.9	67.3	68.4	67.7	68.6	رباعي	8*16
65.0	66.6	65.8	67.1	66.3	ثلاثي	
*	*	*	*	*	رباعي	12*12
*	*	*	*	*	ثلاثي	
*	*	*	*	*	رباعي	12*16
*	*	*	*	*	ثلاثي	

الجدول (12): معامل تناسق التوزيع DU لرأس المرشحة نوع Neptune Plastic لفواصل مختلفة ولترتيب الرباعي والثلاثي وحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

لأنحدارات مختلفة معامل تناسق التوزيع لسطح الأرض					ترتيب المرشحات	الفواصل (S* L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
89.9	90.5	91.6	92.2	92.6	رباعي	6*6
81.5	81.6	82.9	86.5	85.0	ثلاثي	
62.4	62.5	62.5	62.9	63.2	رباعي	8*8
73.6	72.2	71.4	73.3	71.5	ثلاثي	
57.3	60.0	61.3	63.6	62.3	رباعي	6*12
55.8	59.5	60.9	61.7	62.4	ثلاثي	
*	*	*	*	*	رباعي	8*12
*	*	*	*	*	ثلاثي	
50.7	50.7	51.3	51.6	52.2	رباعي	8*16
50.7	50.7	51.3	51.6	52.2	ثلاثي	
55.7	57.7	58.3	60.4	59.4	رباعي	12*12
*	*	*	*	*	ثلاثي	
*	*	*	*	*	رباعي	12*16
*	*	*	*	*	ثلاثي	

الجدول (10): معامل تناسق التوزيع DU لرأس المرشحة نوع Gardena لفواصل مختلفة ولترتيب الرباعي والثلاثي وحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

لأنحدارات مختلفة معامل تناسق التوزيع لسطح الأرض					ترتيب المرشحات	الفواصل (S* L) م*م
20%	15%	10%	5%	0%		
88.7	89.7	90.6	92.4	93.7	رباعي	6*6
84.7	86.7	89.1	92.8	93.7	ثلاثي	
70.3	68.4	67.5	66.0	66.2	رباعي	8*8
75.0	74.9	74.0	74.6	73.4	ثلاثي	
73.1	78.5	81.6	86.3	88.4	رباعي	6*12
74.3	79.5	84.5	89.2	90.9	ثلاثي	
61.3	63.3	64.3	65.0	64.8	رباعي	8*12
63.5	65.7	65.9	67.3	66.5	ثلاثي	
55.3	60.2	62.4	64.8	65.5	رباعي	8*16
55.3	59.2	62.1	64.3	65.8	ثلاثي	
69.5	72.4	72.9	72.9	73.6	رباعي	12*12
65.6	69.2	72.0	74.6	74.2	ثلاثي	
54.0	57.2	59.2	60.2	60.6	رباعي	12*16
52.9	52.6	53.9	53.6	54.8	ثلاثي	

في معامل تناسق التوزيع DU نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى 20% هي 18.25% عند رأس المرشح نوع Gardena وان اعلى معدل لهذه النسب هي 8.7% عند رأس المرشحة Gardena وبشكل عام فان معدل النسب المئوية لأقصى نقصان في معامل تناسق التوزيع DU نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى 20% لجميع رؤوس المرشحات والفواصل بين المرشحات وترتيبها 5.54%، وان معدل هذه النسب لترتيب الرباعي للمرشحات تطابق الترتيب الثلاثي. عامة النسب في حالة معامل تناسق التوزيع DU هي اكبر مما عليه في معامل التناسق UC وذلك لانخفاض قيم معامل تناسق التوزيع DU مقارنة مع قيم معامل التناسق UC.

باستخدام قيم معامل تناسق التوزيع المعروضة في الجدول (9-14) تم استنباط معادلة لمعامل تناسق التوزيع لمياه الرش على أراضي ذات انحدارات مختلفة (DU(Ss)) كدالة للانحدار S_s ومعامل تناسق التوزيع لمياه الرش على أرض مستوية (DU(0)) فيواقع 375 قيمة لكل من S_s و DU(Ss) و (DU(0)) وبالاستعانة ببرنامج الماتلاب تطبيق المنحني المناسب كانت المعادلة بمعامل تحديد مقداره (R²=0.977) كالآتي:

*: قيم معامل تناسق التوزيع اقل من 50 لذا تم استبعادها.

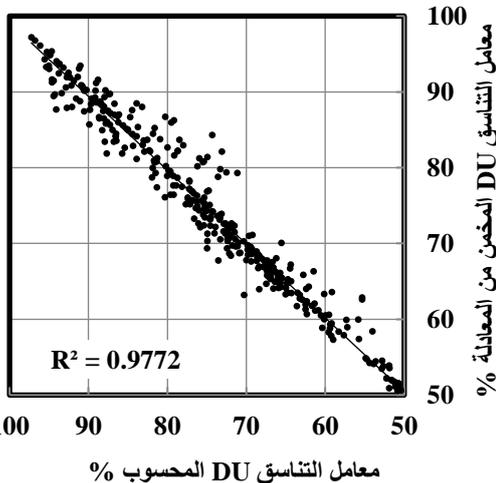
توضح الجداول (9-14) قيم معامل التناسق DU للفواصل (6*6 م) و (8*8 م) و (6*12 م) و (8*12 م) و (8*16 م) و (12*12 م) و (12*16 م) ولحالات الترتيب الرباعي والثلاثي بين المرشحات عند انحدارات سطح الأرض 0% و 5% و 10% و 15% و 20% وعلى التوالي لرؤوس المرشحات المستخدمة في الدراسة Atak و Gardena و Weather و Neptune و Rain Bird و Maxi Bird. عامة

يتميز من هذه الجداول ان معامل تناسق التوزيع DU يقل مع ازدياد انحدار سطح الارض حيث يمثل هذا 94% من حالات تغير معامل التناسق عند انحدارات مختلفة لسطح الارض. وفي هذه الجداول يتباين النقصان في معامل تناسق التوزيع DU مع زيادة انحدار سطح الارض طبقاً لاختلاف رؤوس المرشحات والفواصل بين المرشحات وترتيبها ولتوضيح ذلك يعرض الجدول (15) النسبة المئوية لأقصى نقصان في معامل تناسق التوزيع DU نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى أقصى قيمة 20%. ويتميز من الجدول أعلى نسبة مئوية لأقصى نقصان

من ملاحظة الجداول (7-2) والخاصة بمعامل التناسق UC والجداول (14-9) والخاصة بمعامل تناسق التوزيع DU عند

الجدول (15): النسبة المئوية لأقصى نقصان في معامل التناسق DU% نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى أقصى قيمة 20%.

Maxi Bird	Rain Bird	Neptune	Weather	Gardena	Atak	ترتيب المرشات
0.79	9.09	2.88	2.48	5.34	3.78	رباعي
3.35	10.14	4.13	5.26	9.6	5.48	ثلاثي
2.66	0.39	1.39	7.85	0.25	10.33	رباعي
0.42	1.18	0.19	4.66	-2.21	2.42	ثلاثي
9.17	15.05	8.01	3.17	17.26	2.7	رباعي
8.75	14.37	10.51	3.84	18.25	5.62	ثلاثي
7.51	7.07	-	0.95	5.39	3.26	رباعي
6.97	4.05	-	1.04	4.56	5.51	ثلاثي
12.85	2.57	2.88	14.81	15.51	2.49	رباعي
14.37	2.12	2.88	16.35	15.91	1.9	ثلاثي
5.76	2.59	6.1	3.46	5.61	-	رباعي
1.98	14.4	-	0.44	11.67	-	ثلاثي
4.74	6.9	-	11.95	10.79	-	رباعي
5.12	4.97	-	9.37	3.9	-	ثلاثي
6.21	6.24	4.25	6.38	8.59	4.13	رباعي معدل
5.85	7.32	4.427	5.85	8.81	4.18	ثلاثي معدل
6.03	6.78	4.33	6.12	8.7	4.16	المعدل



الشكل (12): مقارنة بين معامل التناسق DU المحسوب والمخمن تغير انحدار الارض ولرؤوس المرشات المستخدمة في هذه الدراسة، لا يمكن تعميم استنتاج واضح يخص التداخل بين تأثير انحدار الارض والترتيب الرباعي والثلاثي للمرشات. ولتوضيح تأثير ترتيب المرشات في حالة تجاهل انحدار الارض فالجدول (16) يعرض المفاضلة بين الترتيب الرباعي والثلاثي للمرشات لقيم معامل التناسق UC في الجداول (7-2) وقيم معامل تناسق التوزيع DU في الجداول (14-9). يتبين من الجدول ان الترتيب الرباعي افضل لجميع رؤوس المرشات عند اعتماد معامل

$$DU(Ss) = DU(0) + 0.34.Ss - 7.358 \cdot 10^{-3} . Ss . DU(0)$$

الجدول (13): معامل تناسق التوزيع DU لرأس المرشة نوع Rain Bird 20A لفواصل مختلفة ولترتيب الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

الفواصل (S* L) م*م	ترتيب المرشات	لانحدارات DU معامل تناسق التوزيع مختلفة لسطح الأرض				
		20%	15%	10%	5%	0%
6*6	رباعي	88.0	89.1	91.2	94.9	96.8
	ثلاثي	87.4	88.8	91.0	94.7	97.2
8*8	رباعي	72.0	72.5	72.4	72.6	72.3
	ثلاثي	80.3	81.3	81.9	81.9	81.3
6*12	رباعي	79.2	83.2	87.3	91.8	93.2
	ثلاثي	80.3	83.9	87.9	91.4	93.7
8*12	رباعي	73.1	74.7	76.2	78.2	78.7
	ثلاثي	72.4	73.9	74.6	75.0	75.4
8*16	رباعي	68.5	69.4	69.8	69.7	70.3
	ثلاثي	70.0	70.9	71.1	71.4	71.5
12*12	رباعي	70.8	71.8	72.2	72.4	72.7
	ثلاثي	74.9	78.0	81.8	86.2	87.5
12*16	رباعي	71.9	73.3	75.2	77.4	77.2
	ثلاثي	66.0	67.2	68.7	69.3	69.5

الجدول (14): معامل تناسق التوزيع DU لرأس المرشة نوع Maxi Bird لفواصل مختلفة ولترتيب الرباعي والثلاثي ولحالات مختلفة لانحدارات سطح الأرض.

الفواصل (S* L) م*م	ترتيب المرشات	لانحدارات DU معامل تناسق التوزيع مختلفة لسطح الأرض				
		20%	15%	10%	5%	0%
6*6	رباعي	94.1	94.4	94.6	95.0	94.9
	ثلاثي	92.1	93.4	94.6	95.0	95.3
8*8	رباعي	85.7	86.8	87.0	88.0	88.1
	ثلاثي	87.7	88.0	88.3	88.6	88.1
6*12	رباعي	74.8	77.2	79.9	81.7	82.3
	ثلاثي	75.0	77.2	79.6	81.4	82.2
8*12	رباعي	69.7	72.1	73.4	74.4	75.3
	ثلاثي	71.5	73.4	75.4	76.8	76.9
8*16	رباعي	73.6	76.2	79.1	83.1	84.4
	ثلاثي	73.3	75.9	80.0	83.9	85.6
12*12	رباعي	72.5	74.5	76.4	77.4	77.0
	ثلاثي	65.9	66.4	66.9	67.4	67.3
12*16	رباعي	68.6	69.8	71.0	72.0	72.0
	ثلاثي	65.8	66.6	67.7	68.5	69.4

(5).....

والشكل (12) يوضح المقارنة بين معامل تناسق التوزيع DU المحسوب من المعادلة 3 والمخمن من المعادلة 5.

4.3 تأثير ترتيب المرشات على درجة تناسق توزيع ماء الرش:

3. استنباط معادلة لمعامل التناسق لتوزيع مياه الرش على أراضي ذات انحدارات مختلفة UC(SS) كدالة للانحدار S_s ومعامل التناسق لتوزيع مياه الرش على أرض مستوية UC(0).

4. ان معامل تناسق التوزيع DU يقل مع ازدياد انحدار سطح الارض حيث يمثل هذا 89% ايضاً من حالات تغير معامل التناسق عند انحدارات مختلفة لسطح الارض، وان معدل النسب المئوية لأقصى نقصان في معامل تناسق التوزيع DU % نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى 20% هو 6%.

5. استنباط معادلة لمعامل تناسق التوزيع لمياه الرش على أراضي ذات انحدارات مختلفة UC(SS) كدالة للانحدار S_s ومعامل تناسق التوزيع لمياه الرش على أرض مستوية DU(0).

6. ان الترتيب الرباعي افضل لجميع رؤوس المرشات عند اعتماد معامل التناسق UC للتعبير عن درجة تناسق توزيع الماء، وان الترتيبين الرباعي والثلاثي يتناصفان لرؤوس المرشات في الافضلية عند اعتماد معامل تناسق التوزيع DU للتعبير عن درجة تناسق توزيع الماء

5. المصادر

- [1] Y. Hachum and H.I. Yasin, "on-farm Irrigation Systems Engineering", Dar Al Kuttb for Printing and Publishing, Mosul University, Mosul, Iraq, 1992.
- [2] W. M. Redditt, "Factors affecting sprinkler uniformity." Sprinkler Irrigation Engineering Manual. Hawaiian Sugar Planters Association, Honolulu, Hawaii, 1965.
- [3] J. Keller and R.D. Bliesner. *Sprinkler and Trickle Irrigation*. Van Nostrand Reinhold: New York; 652, pp.89, 1990.
- [4] S. M. Nderitu and D. J. Hills, "Sprinkler uniformity as affected by riser characteristics", *Applied Engineering in Agriculture*, vol.9, Issue:6, pp. 515-521,1993.
- [5] C. H. Pair, "Water distribution under sprinkler irrigation", *Transaction of the ASAE*, vol.11, Issue:5, pp. 648-651, 1968.
- [6] L. Zhang, B. Fu, X. Hui and N. Reng, "Simplified method for estimating throw radius of rotating sprinklers on sloping land", *Irrigation Science*, Vol. 36, Issue: 6, pp. 329-337, 2018.
- [7] E. A. Younis and H. I. Yasin, "Effect of Nozzle Angel and Cyclic Pressure Head Variation on Water Distribution Uniformity for Stationary Sprinkler Systems", *Al-Rafidain Engineering*

التناسق UC للتعبير عن درجة تناسق توزيع الماء، وان الترتيبين الرباعي والثلاثي يتناصفان لرؤوس المرشات في الافضلية عند اعتماد معامل تناسق التوزيع DU للتعبير عن درجة تناسق توزيع الماء، ويبرز امامنا تساؤل ايهما افضل في التعبير عن درجة التناسق.

4. الاستنتاج

قدم البحث ضمن الظروف والمحددات المحيطة به مجموعة من

الجدول (16): المقارنة بين الترتيب الرباعي والثلاثي للمرشات لقيم معامل التناسق UC في الجداول (7-2) وقيم معامل تناسق التوزيع DU في الجداول (9-14).

معامل تناسق التوزيع DU			معامل التناسق UC			نوع رأس المرشة
*الترتيب الرباعي مطابق للترتيب الثلاثي %	الترتيب الثلاثي افضل من الترتيب الرباعي %	الترتيب الرباعي افضل من الترتيب الثلاثي %	*الترتيب الرباعي مطابق للترتيب الثلاثي %	الترتيب الثلاثي افضل من الترتيب الرباعي %	الترتيب الرباعي افضل من الترتيب الثلاثي %	
28	37.5	33.3	25.7	22.9	51.4	Atak
28.6	42.8	28.6	31.4	31.4	37.2	Gardena
62.9	5.7	31.4	62.8	2.9	34.3	Weather
40	25	35	37.1	8.6	54.3	Neptune
31.3	45.8	22.9	48.6	17.1	34.3	Rain Bird
42.9	25.7	31.4	54.3	11.4	34.3	Maxi Bird
38	30.4	30.4	43.3	15.7	41.0	جميع المرشات

الاستنتاجات يمكن تلخيصها كما يلي:

1. ان شكل نمط توزيع ماء الرش لا يتغير مع تغير انحدار الارض وانما معدل عمق الماء يقل ويزداد مدى الرش كلما قل الانحدار السالب، وان معدل عمق الماء يزداد و يقل مدى الرش كلما زاد الانحدار الموجب.

2. ان معامل التناسق UC يقل مع ازدياد انحدار سطح الارض حيث يمثل هذا 87.5% من حالات تغير معامل التناسق عند انحدارات مختلفة لسطح الارض. وان معدل النسب المئوية لأقصى نقصان في معامل التناسق UC % نتيجة زيادة انحدار الارض من 0% الى 20% هي 3.17%.

- distribution and application uniformity for sprinkler irrigation on sloping land: adjustment of riser orientation." *Water Supply*, 2020.
- [13] A. Montazar and M. Moridnejad, "Influence of wind and bed slope on water and soil moisture distribution in solid-set sprinkler systems", *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, Vol.57, Issue:2, pp.175-185,2008.
- [14] A. Blandon and R. Johnson, "Irrigation efficiencies for various slopes with changing riser angles", *ASAE Paper No. 88-107*. St. Joseph, MI: ASAE, 1988.
- [15] L. Zhang, B. Fu, N. Ren and Y. Huang, "Effect of Pulsating Pressure on Water Distribution and Application Uniformity for Sprinkler Irrigation on Sloping Land", *Water*, Vol.11, Issue:5, pp.913.2019.
- [16] A. Y. Hachum and H. I. Yasin, "Effect of Riser Height and Pressure on Uniformity of Sprinkler Irrigation", *Engineering and Technology Journal*, Special Issu, 1988.
- Journal (AREJ)*, Vol.25, Issue:2, pp.93-104, 2020.
- [8] E. A. Taha, "A Study of Some Factors Affecting the Coefficient of Water Distribution Consistency Under a Fixed Sprinkler Irrigation System", *Al-Rafidain Agricultural Journal*, Vol.36, Issue:3,2008.
- [9] L. Zhang, G. P. Merkle and P. Kasem, "Assessing whole-field sprinkler irrigation application uniformity." *Irrigation science*, Vol.31, Issue:2, pp. 87-105,2013.
- [10] M. H. Ramadan, "Effect of sprinkler riser characteristics on application uniformity," *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, Vol.34, Issue:6, pp7399-7408,2009.
- [11] A. A. Soares, L. S. Willardson and J. Keller, "Surface-slope effects on sprinkler uniformity", *Journal of irrigation and drainage engineering*, Vol.117, Issue:6, pp.870-880,1991.
- [12] X. Hui, H. Yan, L. Zhang and J. Chen, "A simplified method to improve water

Effect of Soil Surface Slope on Water Distribution Uniformity for Stationary Sprinkler Systems

Tariq Jasim Ahmed
tariqjasim8891@gmail.com

Haqqi Ismail Yasin
haqqiismail56@gmail.com

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

ABSTRACT:

The research included studying the effect of the slope of soil surface on water distribution uniformity of stationary sprinkler systems. 30 tests were conducted to obtain the pattern of water distribution along the radius of the wetting circle, where the sprinkler at the center, using 6 different sprinklers heads. In addition, different slopes of the surface were considered to study the wetting pattern, obtained by calculating the vertical deflection from the sprinkler head riser. 420 patterns of field water distribution were found for five slopes of the ground surface at seven different spacing, using rectangular and triangular arrangement of six sprinkler heads.

It has been concluded that both of the uniformity coefficient CU and the distribution coefficient DU decrease with the increase of the soil surface slope, (87.5% and 89% of the cases respectively). In addition, The mean percentages of maximum decrease in UC and DU due to the gradient increase from 0% to 20% for all sprinkler heads was 3.17% and 6%, respectively. and the pattern of the water distribution does not change with the change of the soil surface slope, but rather the depth of water decreases and the range of the spraying increases as the negative slope decreases, and vice versa, the rate of water depth increases and the range of spraying decreases as the positive slope increases. Two equations were concluded to calculate the uniformity coefficient CU (or the distribution coefficient DU) for the distribution of water spray over lands with different slopes as a function of the slope and the uniformity coefficient CU (or the distribution coefficient DU) for the distribution of the water spray on flat surfaces with coefficients of determination of 0.98 and 0.977, respectively.

Key words:

Stationary sprinkler systems, uniformity coefficient, terrain slope, sprinkler spacing, sprinkler arrangement.