

## المحاكات الحاسوبية لعملية تداخل أنماط الري بالرش الثابت وباستخدام بيانات مرشحة واحدة.

عبدالرزاق خضر عبدالواحد

المعهد التقني الحويجة، الجامعة التقنية الشمالية، كركوك، العراق.

[abd.kder@yahoo.com](mailto:abd.kder@yahoo.com)

### الملخص

تتضمن هذه الدراسة اعداد برنامج حاسوبي لمحاكات عمل تداخل المرشات باستخدام لغة فورتران حيث تم اعداد البرنامج بحيث يتم ادخال بيانات أعماق المياه لمرشه واحدة تعمل في الحقل وتحويل هذه البيانات الى أربعة مرشات تعمل سويًا في الحقل و محاكات لواقع عمل المرشات في الحقل وبأبعاد مختلفة لكل من المسافة بين المرشات (S) و المسافة بين انابيب الرش (L) وبترتيب رباعي وثلاثي للمرشات و إيجاد قيمة تناسق الارواء (CU) و كفاءة وكفاية الارواء (على اعتبار ان صافي عمق الري NDI هو معدل الأعماق المعطاه الى الحقل) لكل حالة من حالات الدراسة و إيجاد اكبر قيم ل (S×L) من الحقل و بقيمة (CU) لا تقل عن (80%). النتائج لقيم (CU) كالاتي 83.888 و 86.666 للتجربة الأولى للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي بينما التجربة الثانية كانت 85.06 و 80.95 للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي بينما التجربة الثالثة كانت 81.9 و 82.53 للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي وهي قيم جيدة و لأكبر مساحة مروية من الأرض وبالتالي اقل كلفة في تصميم شبكة الانابيب بينما كانت كفاءة الارواء مرتفعة و لكل القيم تجاوزت 90%. و من خلال بيانات تناسق و كفاءة إضافة المياه تم إيجاد المعادلة التي تربط بينهما وبمعامل ارتباط ( $R^2=1$ ) و هي  $Cu=2EFF\%-1$ .

**الكلمات الدالة:** تناسق الارواء، الري بالرش، محاكات.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2018.13.4.16>



## **Computer Simulation for the Process of Overlapping Solid Sets of Sprinkler Irrigation Using Single Sprinkler Data.**

Abdulrazaq khudhur Abdulwahd

Hawija Technical institute, Northern Technical University, Kirkuk, Iraq.

[abd.kder@yahoo.com](mailto:abd.kder@yahoo.com)

### **Abstract**

This study includes the preparation of a computer program for working the overlapping of sprinklers using the Fortran Programming where the program deal with one sprinkler data in the field and convert this data to four sprinklers working together in the field and simulated the reality of the work sprinklers in the field by different dimensions for both distance between sprinklers (S), the pipe lines (L) with the four sprinklers arrangement and finding the results of the Christensen value (CU), the efficiency and adequacy of the irrigation (considering that the net depth of irrigation NDI equals the average depth of water given to the field), for each cases. The largest values for (L × S) of the field depend on the value of (CU ) not less than (80%). The results of 83.888 and 86.666 for the first experiment by two shapes triangle and rectangle respectively, while the second experiment we got 85.06 and 80.95 in same way by shapes (triangle and rectangle) respectively, also the in third experiment the results appear 81.9 and 82.53 for the distribution of triangle and rectangle respectively, which are good values for the largest irrigated area of the filed, economically in the design of the pipe line. The irrigation efficiency is high for all values exceeded 90%. Through the data of CU and efficiency of the addition of water, the equation equal  $(CU\% = 2 * Efficiency \% - 1)$  with  $(R^2 = 1)$ .

**Keywords:** Christensen of irrigation, sprinkler irrigation, simulators.

**DOI:** <http://doi.org/10.32894/kujss.2018.13.4.16>

## 1. المقدمة:

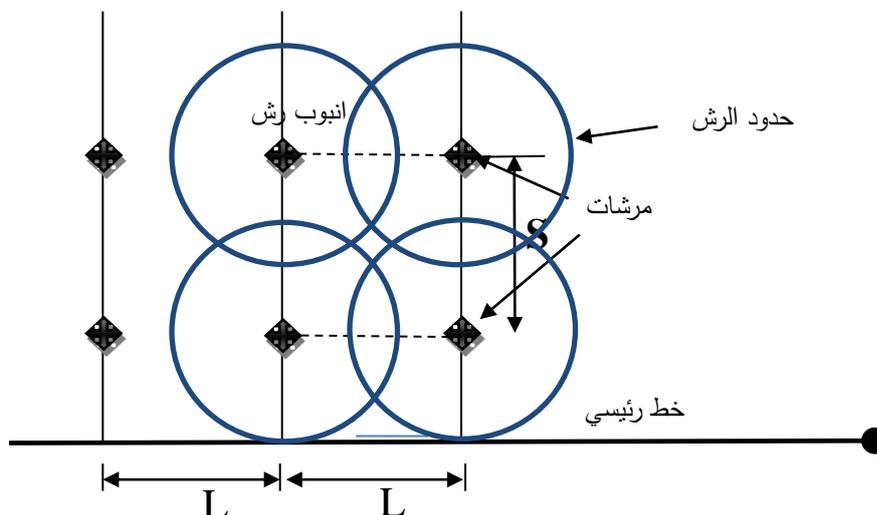
يعتبر الري بالرش من اهم طرق الري حيث ان الري بالرش يوفر 50 % من الاستهلاك المائي اذا ما قورن بالري السطحي، وان تناسق الارواء من اهم العوامل الأساسية في تحديد كفاءة و إدارة نظام الري بالرش [1]. هنالك كثير من الدراسات التي استخدمت المحاكات لعمل المرشات و إيجاد تناسق الارواء لنظام الري بالرش. حيث قام الباحثون (Yongchong Lia, Geng Baib, Haijun Yana) [1] بتطوير طريقة رياضية للتنبؤ بحركة قطرات الماء من المرشة و التبخر الحاصل لهذه القطرات وإيجاد الأعماق الواصلة الى التربة ولمرشة واحدة وتكون هذه الأعماق على شكل حلقات تحيط بمركز عمل المرشة و على ابعاد مختلفة واعداد برنامج لمحاكاة عملها واعتماد البيانات المتحصلة من المحاكاة في برنامج (SSIWD) المصمم بلغة فيجول بيسك و الذي يقوم بمحاكاة عمل التداخل بين المرشات وإيجاد تناسق وكفاءة الارواء المثلى وهذا البرنامج مشابه لعمل البرنامج المصمم في هذه الدراسة الا انه يحتاج الى بيانات دقيقة عن كافة الظروف المناخية و الهيدروليكية للمرشة المستخدمة ومنطقة الدراسة . قام الباحثون (F. A. Dwomoh1, 2, Y. Shouqi1, L.Hong1) [2] بعمل برنامج حاسوبي لمحاكاة التداخل بين المرشات وذلك بتحويل البيانات المقاسة قطريا الى مصفوفة متعددة على شكل شبكة رباعية و إعطاء قيمة صفرية للأعماق غير الموجودة عن طريق برنامج (Mat lab) وتم استخدام نظام الرسم ثلاثي الابعاد لتوضيح توزيع أعماق المياه عند اجراء التداخل للبيانات العملية والنظرية و تم استخدام ثلاث حالات لكل من توزيع المرشات بشكل مستطيل ومربع و مثلث فقط، بينما في البرنامج المصمم في هذا البحث يستخدم كافة حالات التداخل الممكن عملها في الحقل وللتوزيع الرباعي والثلاثي. الباحث (Mike. H) [3] قام بعمل محاكاة للتداخل بين المرشات باستخدام برنامج (SPACE) والذي يقوم بعمل تداخل على شكل مستطيل و مثلث و مربع ويكون توزيع المرشات بشكل عمود وسطر من المرشات لغرض حساب التداخل بينها ويوفر هذا البرنامج الكثير من الوقت و الكلفة الاقتصادية ويقوم بحساب تناسق الارواء ولمسافة بين المرشات تصل الى اكثر من 100 قدم بينما البرنامج المصمم في البحث لا يحدد بمسافة. قام الباحثان (G.P. ) (Merkley and R.G. Allen) [4] بتطوير نسخة جديدة من برنامج (Catch3D) والذي يقوم بعمل تقييم لنظام الري بالرش وذلك عن طريق ادخال بيانات أعماق الرش والتي تكون اما تكون على شكل دوائر حول المرشة او بشكل شبكي و بوحدات مختلفة أيضا و إيجاد التناسق والانتظامية و الكفاءة و عمل تداخل بين المرشات حسب الابعاد التي نقوم بإدخالها في البرنامج و ليس كافة الابعاد الممكن اجرائها للتداخل وهذا ما يميز البرنامج المصمم في هذا البحث استخدامه لكل الابعاد الممكنة

للتداخل بين المرشات . قام الباحثون (Frank A. Dwomoh<sup>1</sup>, Yuan Shouqi<sup>1</sup>, Li Hong) [5] بدراسة الخصائص الهيدروليكية للمرشات ومعدل استخدام المياه حيث تطلب ذلك عمل برنامج للتداخل بين المرشات باستخدام برنامج الـ (Mat lab) و باستخدام بيانات مرشة واحدة وذلك عن طريق عمل تداخل لأعماق المياه بصورة عمودية واقفية ولكافة الأجزاء المحيطة بالمرشة لحساب قيمة التناقص و الكفاءة بطريقة مشابهة للبرنامج المصمم في البحث.

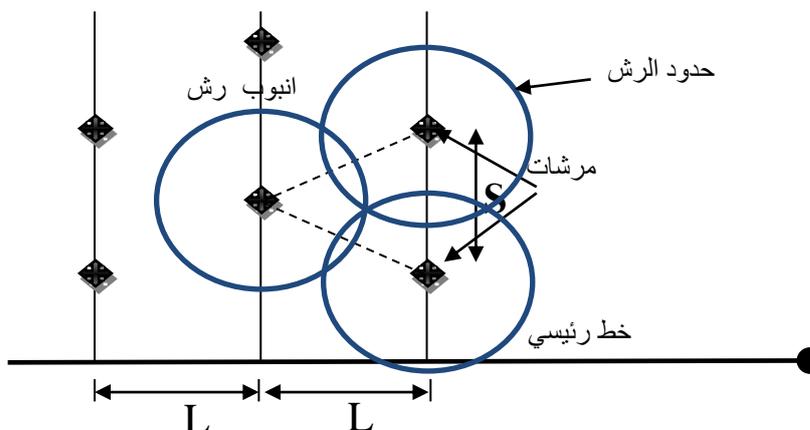
## 2. طريقة العمل:

ان توزيع الماء في نظام الري بالررش لا يكون متماثل في جميع الاتجاهات و يعتمد على مجموعة عوامل وهي نوع المرشه و المسافة بين المرشات و الضغط التشغيلي و اتجاه الرياح وتوزيع الضغط على الشبكة [6]. تم في هذا البحث اعتماد بيانات مرشة واحدة وهذه البيانات مقاسة حقليا أي ان قيم الأعماق حول المرشة والواصلة الى سطح التربة تكون متأثرة ضمنيا بنوع المرشة والضغط التشغيلي و اتجاه الرياح . تبقى المسافة بين المرشات والتي تمثل تداخل انماط الارواء في الري بالررش وهي من اهم الأمور الأساسية التي يجب الانتباه اليها في عملية تصميم المرشات وتوزيعها داخل الحقل لذا تم اعداد برنامج في هذا البحث لغرض دراسة تأثيرها وهناك نوعان من التداخل بين المرشات هما الثلاثي و الرباعي وكما مبين في **الشكل 1** و

2:



**شكل 1:** يمثل توزيع المرشات بشكل رباعي.



شكل 2: يمثل توزيع المرشات بشكل ثلاثي.

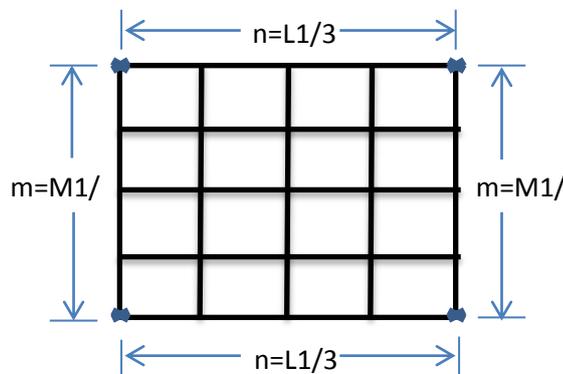
حيث ان ( $L$ ) هي المسافة بين انابيب الرش و ( $S$ ) هي المسافة بين المرشات.

تم في هذا البحث استخدام لغة فورتران 90 لغرض اعداد برنامج لمحاكات ترتيب المرشات في الحقل، حيث تم استخدام بيانات لمرشة واحدة من بيانات حقلية لثلاث تجارب من المصادر [7] و [8]. وباستخدام البرنامج المصمم تم عمل تداخل للمرشات بشكل رباعي وبشكل ثلاثي ويتضمن البرنامج الخطوات التالية :

1. ادخال المتغيرات الاساسية وهي كل من  $M1=S$  و  $L1=L$  والتي تمثل اقصى مسافات بين المرشات و انابيب الرش بالتعاقب.

2. ايجاد اكبر عدد من الخلايا بين مرشتين وتسمى  $m$  و اكبر خلايا بين انابيب الرش وتسمى  $n$  حيث ان خلايا التشبيك ام

ان تكون ( $3 \times 3$ ) او ( $2 \times 2$ ) وتم اعتماد ( $3 \times 3$ ) وكما في الشكل 3.



شكل 3: يبين المسافات بين المرشات و عدد الخلايا.

3. ادخال اعماق المياه حول المرشثة اعتمادا على قيم  $m$  و  $n$  وطريقة الادخال بشكل اعمدة و اعطاء قيمة صفر لكل خلية

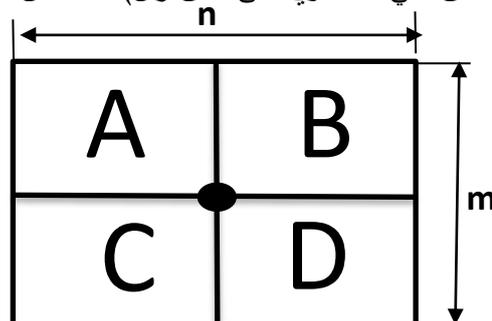
لايصل اليها توزيع مياه المرشثة وكما في الشكل التالي :

	0	2	6	5	4	0
	3	10	13	12	6	3
	5	11	16	13	8	4
	0	7	10	14	6	5
	0	3	4	6	4	0
	0	0	0	0	0	0

شكل 4: يبين توزيع أعماق الماء حول المرشثة للتجربة الاولى.

4. تم تحويل اعماق المرشثة الى اربعة مصفوفات بحيث تأخذ كل مصفوفة اعماق المياه لاحد اربعة ع التوزيع حول المرشثة

وبأبعاد  $(m \times n)$  وتعطى قيمة (صفر للأعماق التي لا تحتوي على عمق رش)، فاذا كان توزيع الماء حول المرشثة التالي:



شكل 5: يبين توزيع أعماق الماء حول المرشثة بطريقة ترميز الارباع حول المرش.

وذلك عن طريق عمل اربع مصفوفات بأبعاد  $(m \times n)$  وقيمة صفرية وكالاتي:  $A(i,j)$  و  $B(i,j)$  و  $C(i,j)$  و  $D(i,j)$  و

من ثم تأخذ هذه المصفوفات قيم جيدة من المصفوفة الرئيسية لبيانات أعماق المرشثة و باستخدام المعادلات التالية لكل

مصفوفة من المصفوفات:

$$A\left(\frac{m}{2} + i, \frac{n}{2} + j\right) = E(i, j) \quad (1)$$

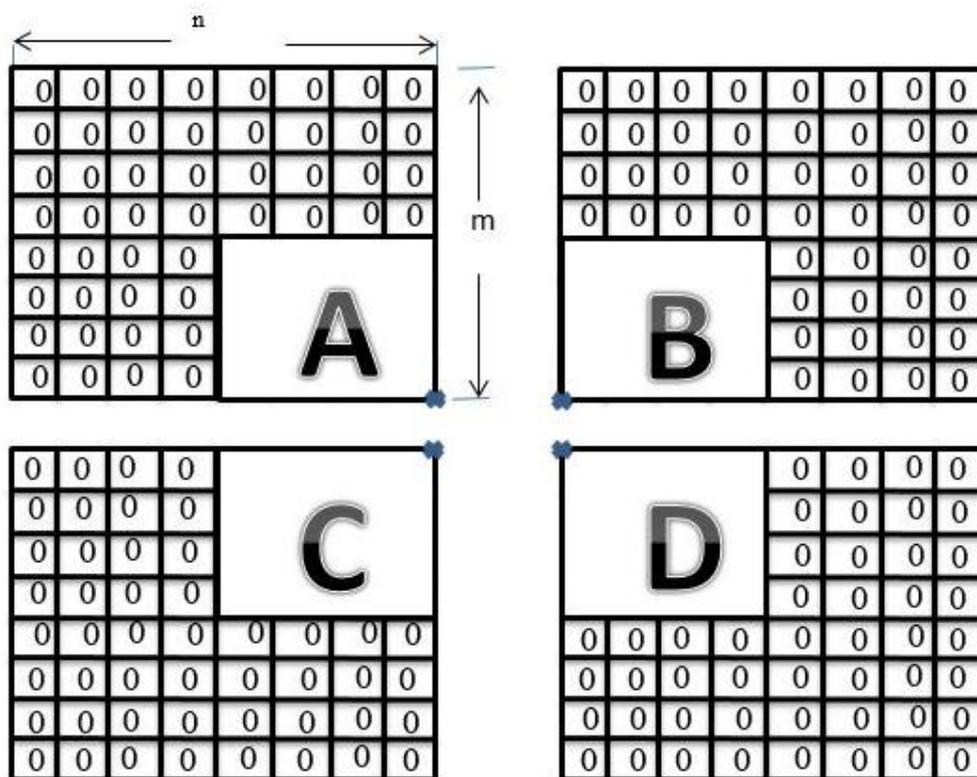
$$B\left(\frac{m}{2} + i, j\right) = E\left(i, \frac{n}{2} + j\right) \quad (2)$$

$$C\left(i, \frac{n}{2} + j\right) = E\left(\frac{m}{2} + i, j\right) \quad (3)$$

$$D(i, j) = E\left(\frac{n}{2} + i, \frac{n}{2} + j\right) \quad (4)$$

عداد للصفوف،  $i=1,2,3,\dots,m/2$ ؛ عداد للأعمدة،  $j=1,2,3,\dots,n/2$ ؛ تبين مصفوفة لأعماق المياه الحقلية للمرشة

واحدة.



شكل 6: يمثل تحويل الأعماق حول المرشة إلى أربعة أرباع مع تصغير الخلايا التي لم تستلم أعماق مياه.

5. اجراء تداخل لكل ربع من ارباع المصفوفة على حده و لكل قيمة من قيم التداخل لأعمدة المصفوفات فمثلا للربع (D) و

الربع (B) تكون متماثلة في حالة التداخل بين انابيب الرش (L) وقيمة (I) من الخلايا ونكون مصفوفتين جديدتين بأسم

(D1) و (B1) وتمت الإشارة الى احدهما في الاشكال واما بالنسبة للمصفوفتين (C) و (A) فنكون مصفوفتين هما

(C1) و (A1) وتمت الإشارة الى احدهما في الاشكال والمتباينات الهندسية والاشكال التالية توضح عملية التداخل:

حيث تم إيجاد التداخل للمصفوفات D و B بعمل دائرة في البرنامج وباستخدام المعادلات التالية:

$$\text{sum1}=\text{sum1}+B(i,kr) \quad (5)$$

$$\text{sum2}=\text{sum2}+D(i,j) \quad (6)$$

$$B1(i,j)=sum1 \quad (7)$$

$$D1(i,j)=sum2 \quad (8)$$

حيث ان  $kr=j, (j-(n-1)), \dots, n$  و  $j=1,2,3, \dots, n-1$  و  $i=1,2,3, \dots, m$  و  $k=0,1,2,3, \dots, m-1$  و  $l=0,1,2, \dots, n-1$   
 و  $sum1$  و  $sum2$  عبارة عن خزانات للجمع وتأخذ في البداية قيمة صفرية .

D(1,1)	D(1,2)	D(1,3)	D(1,n)

D

D(1,1) +D(1,n)	D(1,2)	D(1,3)

D 1

شكل 7: يمثل تداخل في أعمدة المصفوفات لكلا المصفوفتين (D) و (B).

اما بالنسبة للمصفوفات A و C فقد تم إيجاد التداخل بعمل دارة في البرنامج وباستخدام المعادلات التالية تبين عملية التداخل

$$sum3=sum3+A(i,ks) \quad (9)$$

$$sum4=sum4+C(i,ks) \quad (10)$$

$$A1(i,j)=sum3 \quad (11)$$

$$C1(i,j)=sum4 \quad (12)$$

حيث ان  $ks=j+l, (j+l+1), \dots, (l-n)$  و  $j=n-l, (j-l-1), \dots, 1$   
 البداية قيمة صفرية.

C(1,1)	C(1,2)	C(1,3)	C(1,n)

C

C(1,2)	C(1,3)	C(1,n) +C(1,1)

C 1

شكل 8: يمثل تداخل المصفوفات لكلا المصفوفتين (C) و (A).

6. اما بالنسبة للتداخل بين صفوف المرشحات فتم استخدام الرمز (K) والذي يمثل قيم الخلايا للتداخل بين المرشحات (S) وذلك بتحويل المصفوفات (C1) و (D1) الى (C2) و (D2) على التوالي و (A1) و (B1) الى (A2) و (B2) على التوالي وكالاتي:

تم عمل خزانات للجمع وتأخذ القيمة الصفرية في بداية عملية التداخل ومن ثم تأخذ المعادلات.

$$\text{sum12}=\text{sum12}+\text{D1}(\text{kr1},\text{j}) \quad (13)$$

$$\text{sum22}=\text{sum22}+\text{C1}(\text{kr1},\text{j}), \text{D2}(\text{i},\text{j})=\text{sum12} \quad (14)$$

$$\text{C2}(\text{i},\text{j})=\text{sum22} \quad (15)$$

حيث  $k=0,1,2,\dots,m-1$  و  $\text{kr1}=i,(i-(m-k)),\dots,m$  و  $i=1,2,\dots,m-k$  و  $j=1,2,\dots,n-1$

اما بالنسبة للمصفوفات (A2) و (B2) تم عمل خزانات للجمع وتأخذ القيمة الصفرية في بداية عملية التداخل ومن ثم

تأخذ المعادلات:

$$\text{sum32}=\text{sum32}+\text{A1}(\text{ks1},\text{j})(16)\text{sum42}=\text{sum42}+\text{B1}(\text{ks1},\text{j}) \quad (17)$$

$$\text{A2}(\text{i},\text{j})=\text{sum32} \quad (18)$$

$$\text{B2}(\text{i},\text{j})=\text{sum42} \quad (19)$$

حيث :  $\text{ks1}=(i+k),((i+k)+(k-m)),\dots,1$  و  $i=(m-k),(m-k-1),\dots,1$

D1(1,1)			
D1(2,1)			
D1(3,1)			
D1(4,1)			
D1(n,1)			

D1

C1(1,1)			
C1(2,1)			
C1(3,1)			
C1(4,1)			
C1(n,1)			

C1

D1(1,1) +D1(n,1)			
D1(2,1)			
D1(3,1)			
D1(4,1)			

D2

C1(1,1) +C1(n,1)			
C1(2,1)			
C1(3,1)			
C1(4,1)			

C2

شكل 9: يبين تداخل الصفوف للمصفوفات (D) و (C).

A1(2,1)			
A1(3,1)			
A1(4,1)			
A1(1,1) +A1(n,1)			

A2

B1(2,1)			
B1(3,1)			
B1(4,1)			
B1(1,1) +B1(n,1)			

B2

شكل 10: يبين تداخل الصفوف للمصفوفات (A) و (B).

7. ان مجموع المصفوفات  $D2+C2+B2+A2$  ينتج عنه تداخل توزيع المرشات بشكل رباعي اعتمادا على قيمة (l و k)

(حيث ان l عداد يبين عدد خلايا التداخل للصفوف و k عداد يبين عدد خلايا التداخل للأعمدة) مصفوفة رباعية تسمى

$$r(i,j)$$

وحسب المعادلة التالية :

$$r(i,j) = A(i,j) + B2(i,j) + C2(i,j) + D2(i,j) \quad (20)$$

حيث ان :  $i=1,2,\dots,n-1$  و  $j=1,2,\dots,m-k$

8. بعد اكمال حساب الاعماق الناتجة من تداخل المرشات وتكوين المصفوفة الثنائية الابعاد، نستخدم معادلة كرستسن

لحساب تناسق الارواء وذلك بإيجاد معدل الاعماق (opr) ومعدل مجموع القيم المطلقة للزيادة او النقصان عن قيمة

المعدل و باستخدام القانون التالي نحصل على قيمة معامل كرستسن للتداخل الرباعي (Cur) [7]. وإيجاد كفاية الارواء

عن طريق حساب عدد الخلايا التي اخذت عمق ري مساوي او اكثر من opr مقسومة على عدد الخلايا الكلية  $\times 100\%$  وتساوي (aduqcyr) [6].

$$CUr = \left(1 - \frac{\sum |x_i - opr|}{\sum x_i}\right) * 100 [7] \quad (21)$$

حيث ان :

Cur:تناسق الارواء حسب معادلة كرسنتسن للتوزيع الرباعي.

opr :معدل أعماق الماء الواصلة الى سطح التربة.

$X_i$ : أعماق المياه الواصلة لكل خلية من خلايا التشبيك.

9. اما بالنسبة للتداخل بين اعماق الرش عند توزيع المرشات على شكل مثلث وذلك عند ايجاد المصفوفات A2 و B2 و

C2 و D2)، نقوم بعمل التداخل وذلك بعمل زحف بموقع المرشات بمقدار  $(kt=1,2,3,4,\dots, m-1)$  للمصفوفات B2

و D2) وتكوين مصفوفتان جديدتان هما B3 و D3) وذلك عن طريق عمل زحف بخلايا الاسطر بقيمة kt وكما في

الشكل التالي:

D2(1,1)			
D2(2,1)			
D2(3,1)			
D2(n,1)			

D2

B2(1,1)			
B2(2,1)			
B2(3,1)			
B2(n,1)			

B2

D2(2,1)			
D2(3,1)			
D2(n,1)			
D2(1,1)			

D3 ,kt=1

B2(2,1)			
D2(3,1)			
D2(n,1)			
D2(1,1)			

B3 , kt=1

**شكل 11:**يمثل تداخل المصفوفات بالنسبة للتوزيع الثلاثي للمرشات.

10. ان مجموع المصفوفات  $D3+C2+B3+A2$  ينتج عنه تداخل توزيع المرشات بشكل مثلث اعتمادا على قيمة  $(l$  و  $k$  و

$kt$  ( خلايا التداخل ) مصفوفة تسمى  $(qt(i,j,kt))$ .

11. بعد اكمال حساب الاعماق الناتجة من تداخل المرشات وتكوين المصفوفة الثلاثية الابعاد، نستخدم معادلة كرسنتسن

لحساب تناسق الارواء وذلك بإيجاد معدل الاعماق  $(opt)$  ومعدل مجموع القيم المطلقة للزيادة او النقصان عن قيمة

المعدل و باستخدام معادلة (22) نحصل على قيمة معامل كرسنتسن للتداخل الثلاثي  $(Cut)$ . وإيجاد كفاية الارواء عن

طريق حساب عدد الخلايا التي اخذت عمق ري مساوي او اكثر من  $opt$  مقسومة على عدد الخلايا الكلية  $\times 100\%$

وتساوي  $(aduqcyt)$ .

$$CUt = \left(1 - \frac{\sum |x_i - opt|}{\sum x_i}\right) * 100 \quad [7] \quad (22)$$

$CUt$  : تناسق الارواء حسب معامل كرسنتسن للتوزيع الثلاثي للمرشات.

وتم إيجاد كفاءة الارواء عن طريق ايجاد معدل الأعماق ضمن المنطقة الجذرية مقسوما على معدل الأعماق الكلية ولكل حالة

من حالات التداخل [7].

12. ناخذ قيم  $(CU)$  في حالة قيمتها اكبر او يساوي(80%) [7] ولأكبر مساحة ممكنه  $(S \times L)$  و نسجل امثل قيمة لكل من

معامل كرسنتسن و الكفاية و الكفاءة و قيم  $S$  و  $L$  ولحالتى التدخل الثلاثي والرباعي.

### 3. البيانات الحقلية المستخدمة:

تم اخذ بيانات حقلية لثلاث تجارب لغرض استخدام هذه البيانات في البرنامج المصمم لإيجاد امثلية المسافات بين

المرشات الممكن استخدامها في الحقل وكانت بيانات التجربة الأولى من [7] وهي عبارة عن نتائج فحص تويح أعماق (ملم)

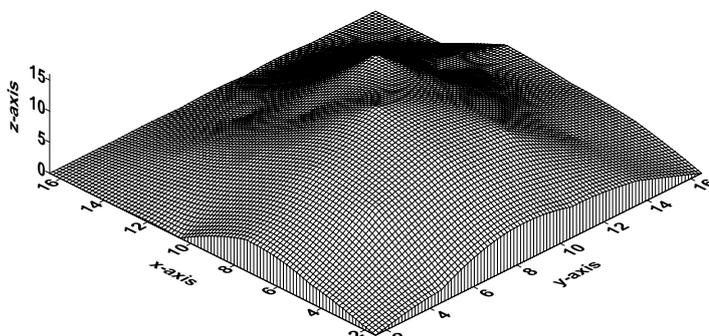
حول مرشة دوارة تصريفها  $0.63$  م<sup>3</sup>/ساعة وزمن التجربة (3) ساعه وكما مبين في الشكل 12. اما بالنسبة للتجربة الثانية

والثالثة فأخذت البيانات من أطروحة الماجستير لـ (F. K. Boakye Osei,2009) [8]. حيث كان توزيع أعماق (ملم) حول

المرشة الدوارة وبتصريف  $1.48$  م<sup>3</sup>/ساعة و  $1.51$  م<sup>3</sup>/ساعة و زمن التجريتين (2) ساعه [8] كما في الاشكال 13 و 14 على

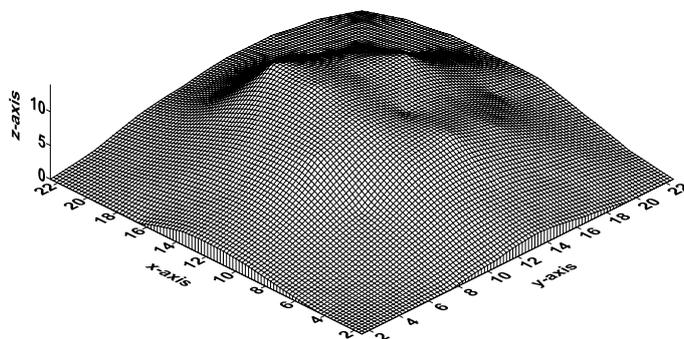
التوالي.

0.0	2.0	6.0	5.0	4.0	0.0
3.0	10.0	13.0	12.0	6.0	3.0
5.0	11.0	16.0	13.0	8.0	4.0
0.0	7.0	10.0	14.0	6.0	5.0
0.0	3.0	4.0	6.0	4.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



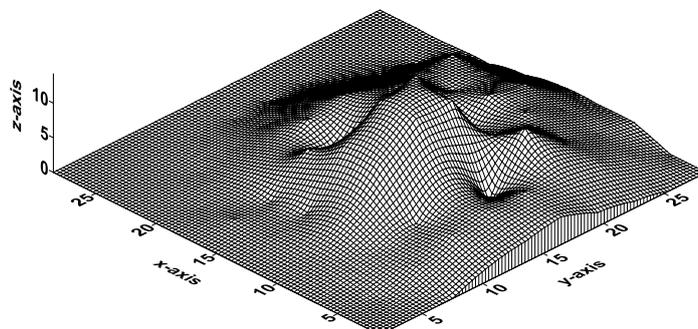
شكل 12: يبين توزيع أعماق الماء (ملم) حول المرشحة للتجربة (1) حول مرشحة دوارة تصريفها 0.63 م<sup>3</sup>/ساعة وزمن التجربة (3) ساعة.

0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0
0.0	1.0	3.0	5.0	5.0	4.0	3.0	1.0
1.0	3.0	5.0	9.0	10.0	8.0	5.0	3.0
2.0	5.0	10.0	12.0	10.0	9.0	6.0	5.0
2.0	5.0	10.0	14.0	12.0	12.0	8.0	5.0
0.0	4.0	8.0	14.0	12.0	10.0	5.0	5.0
0.0	2.0	5.0	7.0	7.0	5.0	4.0	4.0
0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	5.0	4.0	2.0



شكل 13: يبين توزيع أعماق الماء ( ملم ) حول المرشحة للتجربة (2) ويتصرف 1.48 م<sup>3</sup>/ساعة ولمدة (2) ساعة.

0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	4.0	2.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	2.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	2.0	0.0
0.0	1.0	2.0	3.0	6.0	1.0	9.0	5.0	3.0	2.0
0.0	1.0	4.0	9.0	13.0	13.0	5.0	6.0	4.0	2.0
0.0	1.0	2.0	9.0	13.0	14.0	1.0	6.0	5.0	2.0
0.0	1.0	1.0	6.0	1.0	8.0	8.0	4.0	4.0	1.0
0.0	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	5.0	4.0	4.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



شكل 14: يبين توزيع أعماق الماء (ملم) حول المرشحة للتجربة (3) وبتصريف 1.51م<sup>3</sup>/ساعة ولمدة (2) ساعة.

#### 4. التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج SPSS في إيجاد العلاقة الإحصائية بين المتغيرات ففي التوزيع الثلاثي (للمرشحات) تم استخدام (N=746) عينه والتي هي نتائج البرنامج المصمم و للتجارب الثلاثة المستخدمة لكل من كفاءة الارواء (Efficiency for triangle) و تناسق الارواء (CU for triangle) و كفاية الارواء (Adequacy for triangle) و المسافة بين المرشحات (S) والمسافة بين انابيب الرش (L) ومقدار الازاحة بين المرشحات (F) حيث ان الكفاءة و التناسق والكفاية هي نتيجة لتغير المسافة بين المرشحات و المسافة بين انابيب الرش و مقدار الازاحة بين المرشحات. حيث لوحظ ان قيمة المسافة بين انابيب الرش (L) و المسافة بين المرشحات في الحقل (S) لهما الأثر الأكبر في قيمة معامل التناسق والكفاءة الا ان قيمة المسافة بين انابيب الرش (L) لها تأثير اكبر بقليل من المسافة بين المرشحات حيث كانت قيمتهما ( -0.724 و -0.585) على التوالي وهذا يدل على انه كلما قلت المسافة بين انابيب الرش و المرشحات زادة قيمة الكفاءة والتناسق ولكن على حساب زيادة الكلفة التصميمية للنظام. بينما كانت قيمة الازاحة في مكان المرشحات لها اقل تأثيرا على الكفاءة و معامل التناسق وكانت بمقدار (-0.343) اما بالنسبة لكفاية الارواء فكان لقيمة المسافة بين انابيب الرش (L) الأثر الأكبر وقيمة (-0.339) أي كلما قلت المسافة بين انابيب الرش زادة قيمة كفاءة الارواء، و الجدول 1 يبين مدى معامل الارتباط لكل متغير مع المتغيرات الأخرى.

اما بالنسبة للتوزيع الرباعي للمرشات فقد استخدمت (N=200) عينة وهي نتائج القيم المتحصلة من البرنامج المصمم و لكل من المتغيرات وهي المسافة بين المرشات (L) والمسافة بين المرشات (S) ونتائج البرنامج لكل من كفاءة الارواء (Efficiency for rectangle) و تناسق الارواء (Cu for rectangle) و كفاية الارواء (Adequacy for rectangle) فكانت قيمة المسافة بين المرشات (S) هي الأكبر تأثيرا على قيمة معامل التناسق بقيمة بسيطة من المسافة بين انابيب الرش (L) والقيم على التوالي هي (-0.666 و -0.623) وكما في **الجدول 2**. وذلك يعني انه كلما قلت المسافة بين انابيب الرش و المرشات زادت قيمة الكفاءة والتناسق ولكن على حساب زيادة الكلفة التصميمية للنظام.

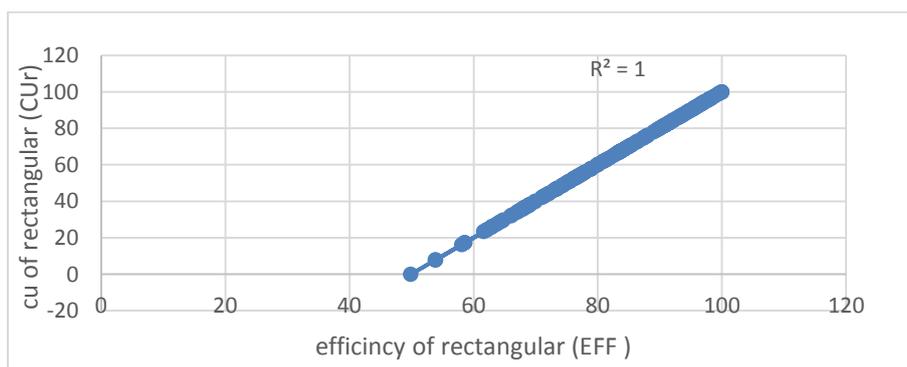
نلاحظ لكلا التوزيعين الثلاثي و الرباعي للمرشات ان معامل التناسق و كفاءة الارواء تتأثرا بنفس المستوى مع المتغيرات الأخرى حيث ان معامل الارتباط ( $R^2$ ) بينهما هو (1.00). وبالتالي نحصل على المعادلة التالية التي تربط بين التناسق و كفاءة الإضافة وللتوزيع الثلاثي و الرباعي:

$$Cu\% = 2 * Eff\% - 100 \quad (23)$$

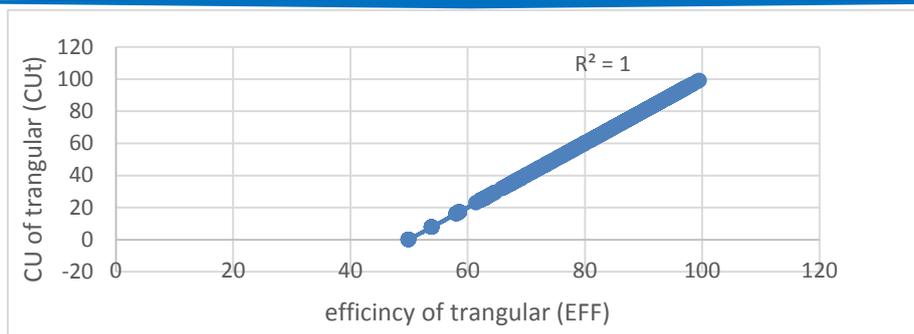
حيث ان Cu: تناسق الارواء.

Eff: كفاءة الإضافة

و **الاشكال 15 و 16** تبين العلاقة بين التناسق والكفاءة للتوزيع الرباعي و الثلاثي حيث كانت هذه العلاقة خطية.



**شكل 15:** يبين العلاقة بين التناسق و الكفاءة للتوزيع الرباعي.



شكل 16: يبين العلاقة بين التناسق و الكفاءة للتوزيع الثلاثي.

جدول 1: يمثل التحليل الاحصائي الخاص بالتوزيع الثلاثي للمرشات.

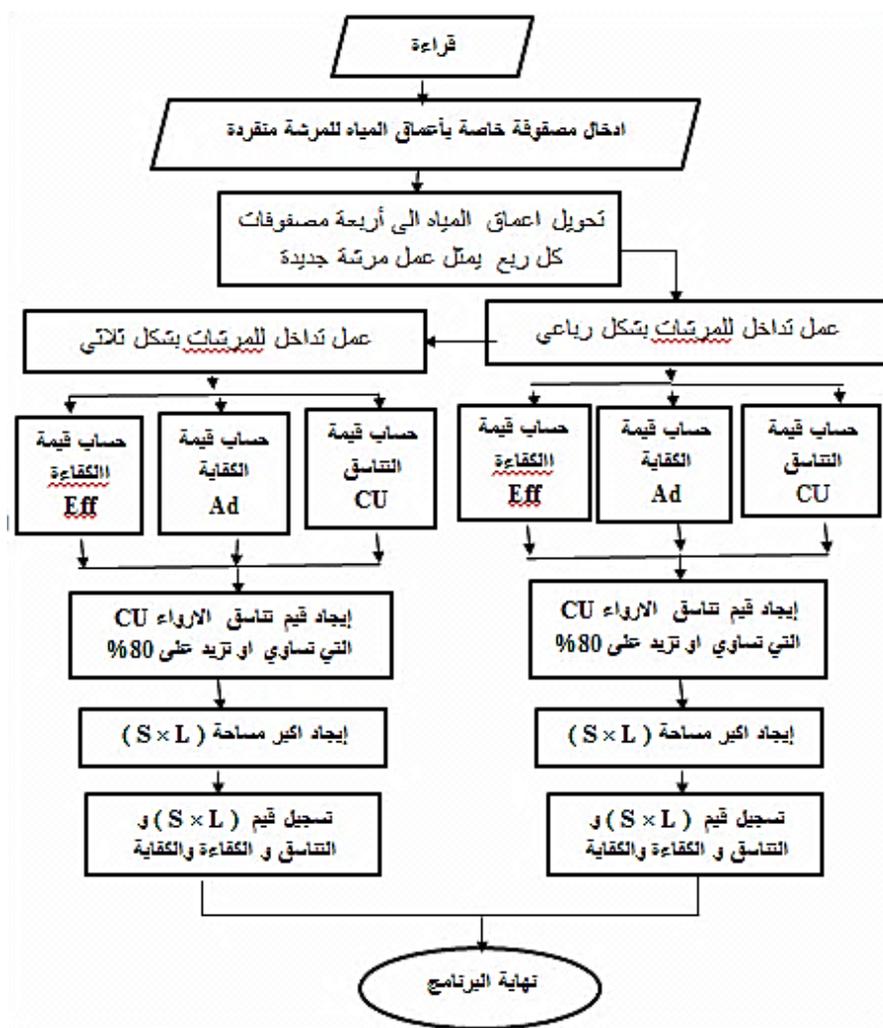
		CU for triangle	Adequacy for triangle	Efficiency for triangle	S	L	F
CU for triangle	Pearson Correlation	1	.400	1.000	-.585	-.724	-.343
	N		764	764	764	764	764
Adequacy for triangle	Pearson Correlation		1	.400	-.295	-.339	-.138
	N			764	764	764	764
Efficiency for triangle	Pearson Correlation			1	-.585	-.724	-.343
	N				764	764	764
S	Pearson Correlation				1	.110	.537
	N					764	764
L	Pearson Correlation					1	.059
	N						764
F	Pearson Correlation						1

N: عدد العينات، Pearson Correlation: العلاقة بين العناصر.

جدول 2: يمثل التحليل الاحصائي الخاص بالتوزيع الرباعي للمرشات.

		Cu for rectangle	Adequacy for rectangle	Efficiency for rectangle	S	L
Cu for rectangle	Pearson Correlation	1	.324	1.000	-.666	-.623
	N		200	200	200	200
Adequacy for rectangle	Pearson Correlation		1	.324	-.333	-.272
	N			200	200	200
Efficiency for rectangle	Pearson Correlation			1	-.666	-.623
	N				200	200
S	Pearson Correlation				1	.084
	N					200
L	Pearson Correlation					1

مخطط عمل البرنامج :



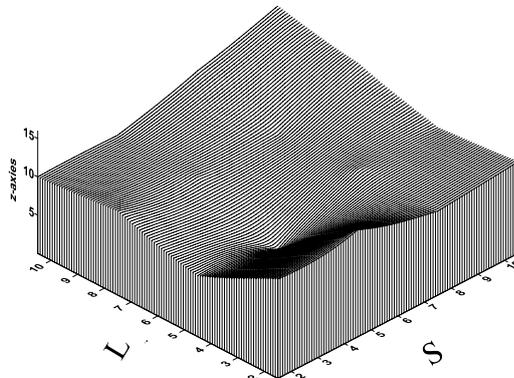
## 5. النتائج و المناقشة:

ان البرنامج الحاسوبي اعد بلغة فورتران وله القدرة على المحاكاة بالبيانات وتحويل البيانات الحقلية لمرشة واحدة الى وحدة تشبيكيه مكونه من أربعة مرشات او ثلاث مرشات تعمل سويا في الحقل وإيجاد اكبر مساحة مخدومة من قبل المرشات و بمعامل تناسق لا يقل عن 80 % وإيجاد أعماق المياه لأي مسافات تداخل بين المرشات. ان عمل البرنامج هو عمل امتليه للتشبيك بين المرشات وإعطاء افضل المسافات بين المرشات وانايبب الرش والتي يمكن ان تصمم بها شبكة الري بالرش من الناحية الاقتصادية و الإنتاجية .لوحظ ان قيم التناسق المتحصلة من البرنامج كانت 83.888 و 86.666 للتجربة الأولى للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي وهي قيم تجاوزت 80% وكانت قيم المسافة بين المرشات و انايبب الرش لحالت التوزيع الثلاثي (S×L) هي (12م×12م) و مسافة الزحف في موقع المرشات (F) هي (3م) اما بالنسبة للتوزيع الرباعي للتجربة الاولى فقد كانت المسافات بين المرشات وانايبب الرش (S×L) هي (9×12) وكما مبين في الاشكال 17 و 18 وبالتالي فأن المساحة المخدومة في التوزيع الثلاثي تكون اكبر وهذا يعني اقتصاديا افضل. بينما قيم التناسق للتجربة الثانية كانت 85.06 و 80.95 للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي وقيم المسافة بين المرشات وانايبب الرش متساوية ولكلا التوزيعين (S×L) هي (18م×15م) الا ان قيمة التناسق للتوزيع الثلاثي كانت اكبر و بالتالي فأن التوزيع الثلاثي يكون افضل اقتصاديا وكما مبين في الاشكال (19) و (20). بينما قيم التناسق للتجربة الثالثة كانت 81.9 و 82.53 للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي وقيم المسافة بين المرشات وانايبب الرش متساوية ولكلا التوزيعين (S×L) هي (9م×15م) وقيم التناسق متساوية تقريبا وكما مبين في الاشكال (21) و(22). كما لوحظ أيضا ان قيمة الكفاية ( Adequacy ) كانت ذات قيم قليلة ولكن بالرجوع الى القيم لأعماق المياه الواصلة للتربة بعد اجراء التشبيك بين المرشات تكون قريبة من قيمة المعدل ولكن اقل منها بقليل وبالتالي يحصل النبات على قيمة قريبة من المعدل والاشكال من ( 23 – 28 ) تبين أعماق المياه مع صافي عمق الري . اما بالنسبة لكفاءة الارواء (E%) كانت 91.944 و 93.333 للتجربة الأولى للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي بينما كانت كفاءة الارواء للتجربة الثانية 92.53 و 90.47 للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي بينما كفاءة الارواء للتجربة الثالثة كانت 90.95 و 91.26 للتوزيع المثلث والمستطيل على التوالي وهي قيم عالية ومتقاربة جدا لذا فأن العوامل التي تحدد اختيار المسافات بين المرشات وانايبب الرش هي اكبر مساحة ممكن تغطيتها من قبل المرشات في الحقل و تناسق الارواء.

تم رسم نتائج اعماق المياه وللنتائج النهائية لتوزيع أعماق المياه و للتجارب الثلاثة باستخدام البرنامج المساحي (Surfer)

حيث كان معدل إضافة أعماق المياه للتجارب كالاتي:

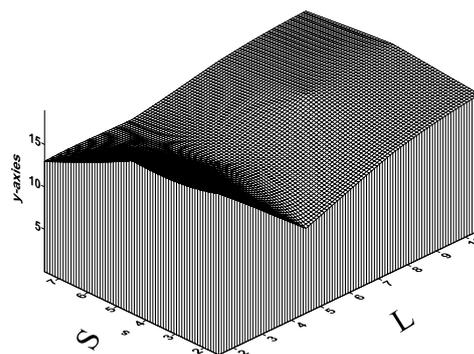
	L				
S	13	8	11	10	F
	14	6	10	10	
	11	11	10	13	
	12	11	14	16	



شكل 17: يبين أعماق المياه لأمتل توزيع ثلاثي للمرشات للتجربة (1) حيث قيم  $(S \times L = 12 \times 12)$  و قيمة الزحف في

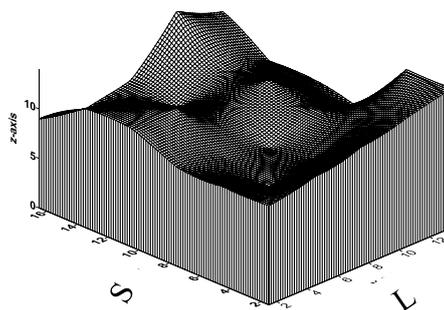
المرشات  $m (F=3)$ .

	L				
S	19	10	14	16	F
	18	13	16	17	
	13	13	15	16	



شكل 18: يبين أعماق المياه لأمتل توزيع رباعي للمرشات و للتجربة ( 1 ) وقيمة  $S \times L = 9 \times 12$ .

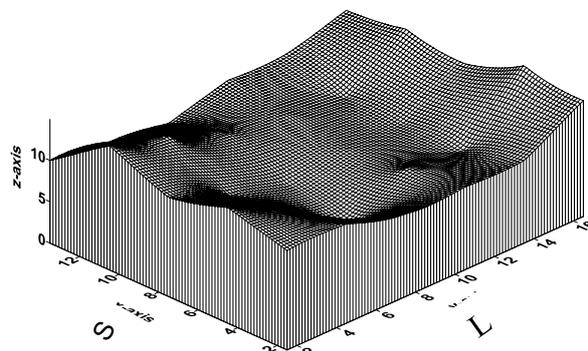
	L					
S	10	11	12	13	14	F
	10	8	9	11	14	
	10	9	8	10	8	
	12	12	10	11	9	
	12	11	8	10	9	
	9	8	9	14	12	



شكل 19: يبين اعماق المياه لأمتل توزيع ثلاثي للمرشات للتجربة (2) وقيم  $S \times L = 18 \times 15$  و قيمة الزحف في المرشات

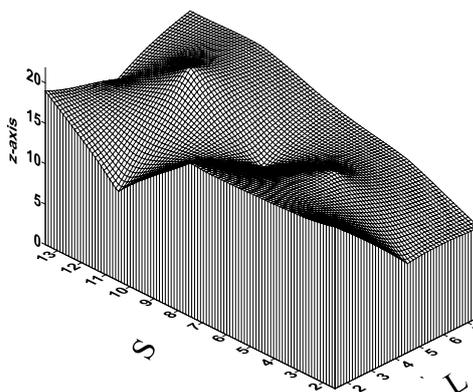
$m (F=9)$ .

	← L →					
S	12	12	10	10	10	14
	14	11	5	9	8	15
	12	9	7	8	8	12
	15	13	10	9	8	13
	10	9	8	10	10	12



شكل 20: يبين أعماق المياه لأمتل توزيع رباعي للمرشات للتجربة (2) و  $15 \times 18 = S \times L$ .

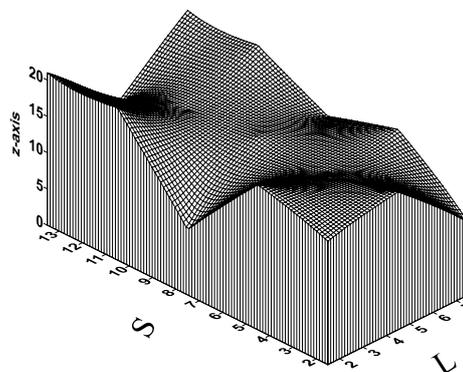
	← L →			
S	20	11	11	
	19	18	15	
	19	14	17	
	11	22	20	
	19	16	20	F



شكل 21: يبين أعماق المياه لأمتل توزيع ثلاثي للمرشات للتجربة (3) و قيم  $15 \times 9 = S \times L$  و قيمة الزحف في المرشات

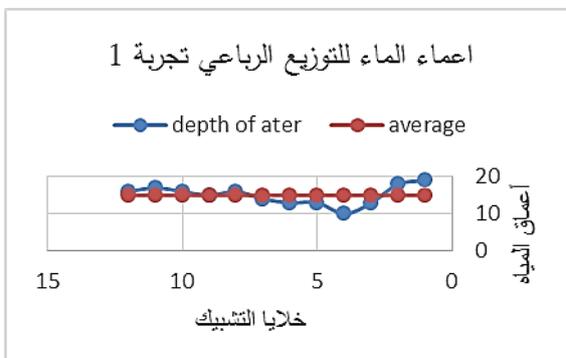
.m (F=3)

	← L →			
S	17	19	10	+
	20	17	18	
	9	17	15	
	21	16	20	
	21	12	20	+

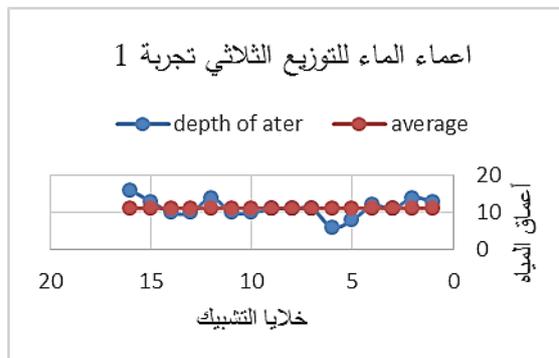


شكل 22: يبين أعماق المياه لأمتل توزيع رباعي للمرشات للتجربة (3) و  $15 \times 9 = S \times L$ .

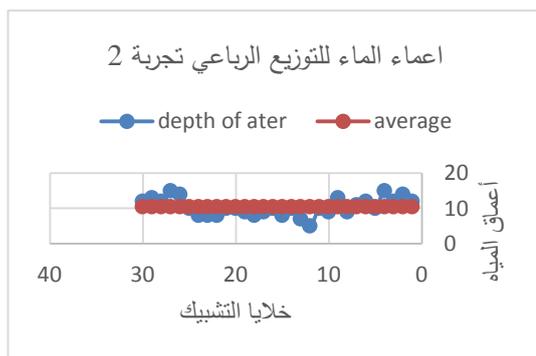
تبيين الاشكال 23 الى 28 معدل الأعماق المضافة الى الأعماق الفعلية للماء الواصل الى الحقل و الذي يحدد كفاية الحقل من المياه .



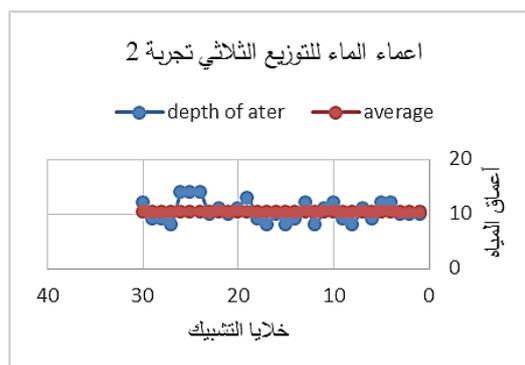
شكل 24: يبين التوزيع الرباعي الأمثل معمعدل أعماق الماء للمرشه (1)



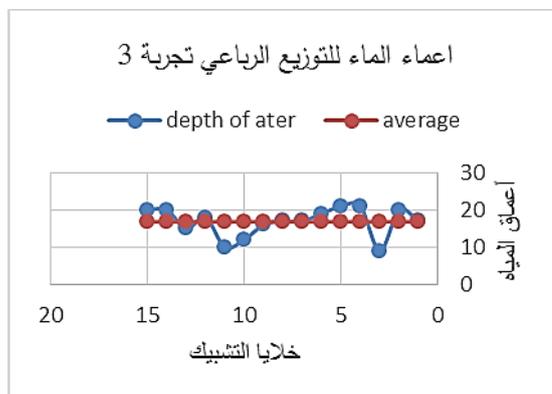
شكل 23: يبين التوزيع الثلاثي الأمثل معمعدل أعماق الماء للمرشه (1)



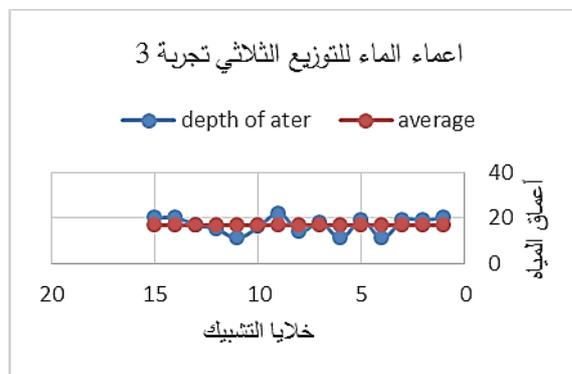
شكل 26: يبين التوزيع الرباعي الأمثل معمعدل أعماق الماء للمرشه (2)



شكل 25: يبين التوزيع الثلاثي الأمثل معمعدل أعماق الماء للمرشه (2)



شكل 28: يبين التوزيع الرباعي الأمثل معمعدل أعماق الماء للمرشه (3)



شكل 27: يبين التوزيع الثلاثي الأمثل معمعدل أعماق الماء للمرشه (3)

## 6. الاستنتاجات:

الدراسة بينت القدرة العالية للبرنامج المصمم في محاكات عمل المرشات وتوزيعها بشكل مثالي في الشبكة و البرنامج المنفذ يوفر الجهد والمال حيث يقوم بإيجاد امثل توزيع للمرشات في الحقل بالاعتماد على بيانات مرشة واحدة و لأي منظومة ري بالرش الثابت يمكن تحديد افضل المسافات بين المرشات وانابيب الرش وكذلك نوع التداخل ثلاثي ام رباعي وذلك بعمل تجربة عملية لمرشة واحدة فقط في المنطقة المراد عمل شبكة ري بالرش لها. من خلال نتائج الكفاءة والتناسق تم إيجاد العلاقة رياضية تربط بينهما وهي  $Cu\% = 2 * Eff\% - 100$  و كذلك بينت النتائج من البرنامج الكفاءة العالية و التناسق العالي حيث لم نقل الكفاءة عن 90% وتناسق الارواء لم يقل عن 80%.

## المصادر

- [1] Y. Li, G. Bai and H. Yan, "*Development and validation of a modified model to simulate the sprinkler water distribution*", Computers and Electronics in Agriculture , 111, 38 (2015).
- [2] F. A. Dwomoh, Y. Shouqi, and L. Hong, "*Computation model of sprinklers spacing and layout*", International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies, 7(1), 481 (2014).
- [3] Mike. Huck, "*Irrigation Design , Rocket Science , and the SPACE Program*", U.S. Golf Assoc. Green Section Record. 35(1), 1 (1997).
- [4] G. P. Merkley and R. G. Allen, "*Catch3D for Evaluating Sprinkler Catch-Can Data* ", Utah State Univ., Logan, UT. 20,(2003).
- [5] F. Dwomoh, F. A. Dwomoh, Y. Shouqi, and L. Hong, " *Computation Model Of Sprinkler Spacing And Layout*", International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies 7(1), 481 (2014).
- [6] Han Wenting, and Wu Pute, "*Evaluation model development for sprinkler irrigation uniformity based on catch-can dat*", African Journal of Biotechnology, 10(66), 14796 (2011).



[7] احمد حاجم , حقي إسماعيل، "هندسة نظم الري الحقلية"، دار الكتب للطباعة والنشر - موصل (1992).

[8] F. K. Boakye Osei, "*Evaluation of sprinkler irrigation system for improved maize seed production for farmers in Ghana*," MSc Thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Chana (2009).