IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol.26 ،No. 1, June 2021, pp. 128-139
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

معادلات وضعية لتخمين معامل تناسق توزيع الماء في حالة تبادل مواقع أنابيب الرش

حقي إسماعيل ياسين h.alhamo@uomosul.edu.iq
زياد أيوب سليمان z.alsinjari@yahoo.com
احمد علي محمد العكيدي a.alogaidi@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ الاستلام: 13/10/2020 تاريخ القبول: 2/1/2021

الملخص

*من بين ممارسات التشغيل والادارة التي يمكن ان تزيد من تناسق توزيع المياه في نظم الري بالرش المنقولة هو تبادل مواقع انابيب الرش بازاحتها نصف الفاصلة بين انابيب الرش فيكون التبادل الاحادي وبازاحتها نصف الفاصلة بين المرشات فيكون التبادل المزدوج. تم اعتماد بيانات تمثل 66 نمط توزيع الماء لمرشة مفردة لرؤوس مرشات مختلفة النوع وباختيار العديد من الفواصل المناسبة بين المرشات تم اجراء التداخلات لكل نمط وبمساعدة برنامج الـ*Excel *وذلك لايجاد نمط للتوزيع الحقلي لمياه الرش خالية من البقع الجافة وحساب معامل التناسق ومعامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق المزدوج وتناسق التوزيع وتناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع المزدوج ومعاملات خاصة بالفواصل بين المرشات ثم باستخدام طريقة الانحدار اللاخطي على البرنامج الاحصائي (special program for Statistical System)، تم استنباط علاقات تجريبية لتخمين كل من معامل التناسق الاحادي والمزدوج وتناسق التوزيع المزدوج والاحادي وبمعاملات تحديد 0.783 و0.810 و0.720 و0.766 على التوالي. وتم تحديد معاملات الفواصل التي تؤدي الى اقصى القيم لمعاملات التناسق الاحادي والمزدوج وتناسق التوزيع المزدوج والاحادي طبقا للمعادلات المستنبطة. اضافة الى اختبار دقة الدوال السابقة والمستخدمة في تخمين معامل التناسق الاحادي والمزدوج بمعاملات تحديد 0.608 و0.539 على التوالي وفي تخمين تناسق التوزيع المزدوج والاحادي بمعاملات تحديد 0.584 و0.491 على التوالي حيث بين الاختبار دقتها المتدنية.*

الكلمات الدالة:
معامل التناسق؛ أنبوب الرش؛ معادلات تجريبية

https://rengj.mosuljournals.com
Email: alrafidain_engjournal@umosul.edu.iq

==========

1. المقدمة

من بين ممارسات التشغيل والادارة التي يمكن ان تزيد من تناسق توزيع المياه في نظم الري بالرش المنقولة هو تبادل مواقع انابيب الرش حيث التبادل الاحادي Single alternate set ينتج بإزاحتها بمقدار نصف الفاصلة بين أنابيب الرش وذلك بين رية واخرى اي ان نمط التوزيع الحقلي في هذه الحالة ناتج من ريتين متعاقبتين. والتبادل المزدوج Double alternate set ينتج اضافة الى تبادل في مواقع انابيب الرش هنالك تبادل في مواقع المرشات من خلال ازاحة مواقع المرشات بقدار نصف فاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش اي ان نمط التوزيع الحقلي في هذه الحالة ناتج من أربع ريات متعاقبة. ان معامل التناسق للتبادل الاحادي UCS (Uniformity Coefficient of Single alternate set) لحقل ذو فاصلة بين انابيب الرش مقدارها L وفاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش مقدارها S وهذا يطابق معامل التناسق UC (Uniformity Coefficient) لحقل ذو فواصل مقدارها [S*0.5L]، وان معامل التناسق للتبادل المزدوج UCD (Uniformity Coefficient of Double alternate set) للفواصل [S*L] يطابق معامل التناسق UC لحقل ذو فواصل مقدارها [0.5S*0.5L] أي ان [1]:

$$UCS_{[S*L]} = UC_{[S*0.5L]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$UCD_{[S*L]} = UC_{[0.5S*0.5L]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

وقد اقترحت المعادلات الآتية لتخمين معامل تناسق توزيع الماء للتبادل الاحادي [1، 2، 3، 4، 5] والمزدوج [1، 2] وذلك:

$$UCS=UC^{0.5} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$$UCD=UCS^{0.5} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

و المعادلة الآتية لتخمين تناسق التوزيع للتبادل الأحادي DUS (Distribution Uniformity of Single alternate set) [3، 4]:

$$DUS=DU^{0.5} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

حيث ان DU (Distribution Uniformity) هو تناسق التوزيع في حالة عدم وجود تبادل في مواقع انابيب الرش.

ان معامل التناسق وكذلك تناسق توزيع الماء يعتبر من المعايير المهمة جدا في إدارة وتصميم منظومات الري بالرش. ولذلك قام العديد من الباحثين بدراسة تأثير هذه المعايير على إنتاجية المحصول [6]، كما قام [7] بدراسة تأثير المسافات بين علب تجميع المياه على قيم معامل التناسق. وقام [8] بدراسة تأثير معامل التناسق على كل من كفاءة توزيع واضافة الماء لنظم الري بالرش ولظروف مختلفة. وقام [9] بنمذجة معامل التناسق لانظمة

الرش المتحركة خطياً لضغوط مختلفة للمرشات. وعليه فان الهدف من البحث الحالي هو ايجاد علاقات تجريبية لتخمين كل من معامل التناسق الاحادي والمزدوج وتناسق التوزيع الاحادي والمزدوج اضافة الى تقييم الدوال المستخدمة لهذا الغرض.

2. مواد وطرق البحث

1.2. البيانات والمعادلات المستخدمة

تم اعتماد بيانات تمثل 66 نمط توزيع الماء لمرشة مفردة من الباحثين [10،11،12] لرؤوس مرشات مختلفة النوع. وباختيار العديد من الفواصل المناسبة بين المرشات، تم اجراء التداخلات لكل نمط وبمساعدة برنامج الـــ Excel وذلك لإيجاد 564 نمط للتوزيع الحقلي لمياه الرش خالية من البقع الجافة للفواصل [S*L]. ثم حساب معامل تناسق كرستنسن UC من المعادلة الآتية:

$$UC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}|X_i - \bar{X}|}{\sum_{i=1}^{N} X_i} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

حيث ان UC معامل التناسق (كسر عشري) وX_i أعماق الماء، و$\bar{X}$ معدلها، وN عدد مواقع أعماق الماء. ثم ايجاد 564 نمط للتوزيع الحقلي لمياه الرش للفواصل [S*0.5L] وحساب معامل تناسق للتبادل الاحادي UCS. وايجاد 564 نمط للتوزيع الحقلي لمياه الرش للفواصل [0.5S*0.5L] وحساب معامل تناسق للتبادل المزدوج UCD. وقد تم حساب تناسق التوزيع DU من المعادلة الآتية:

$$DU = \frac{\bar{X}_{LQ}}{\bar{X}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

حيث $\bar{X}_{LQ}$ معدل الربع الأدنى لأعماق الماء، لـــ 442 من انماط التوزيع الحقلي الخاصة بالفواصل [S*L]. وحساب تناسق التوزيع للتبادل الاحادي DUS وذلك لـــ 442 من انماط التوزيع الحقلي الخاصة بالفواصل [S*0.5L]. وحساب تناسق التوزيع للتبادل المزدوج DUD (Single alternate set Distribution Uniformity of) وذلك لـــ 270 من انماط التوزيع الحقلي الخاصة بالفواصل [0.5S*0.5L].

2.2. استنباط المعادلات الوضعية

لتخمين معاملات التناسق الاحادي والمزدوج وتناسق التوزيع الاحادي والمزدوج تم ايجاد المعاملات SS وSR واللذان يعتمدان على الفاصلة بين انابيب الرش L والفاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش S وذلك:

$$SR=S/L \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8a)$$

$$SS=L^{0.5}/S^{1.5} =1/ (SR^{0.5}S) \quad \dots\dots\dots\dots\dots (8b)$$

وباستخدام طريقة الانحدار اللاخطي في البرنامج الاحصائي SPSS واعتماد القيم المستحصلة من حسابات معاملات التناسق تم اقتراح معادلات لتخمين معامل التناسق الأحادي والمزدوج وتناسق التوزيع الأحادي والمزدوج.

يعرض الجدول (1) في الملحق (أ) قيم معامل التناسق ومعامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق المزدوج اضافة الى معاملات تعتمد على الفواصل بين المرشات. ويعرض الجدول (2) في الملحق (ب) قيم تناسق التوزيع وتناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع المزدوج اضافة الى معاملات تعتمد على الفواصل بين المرشات. اعتمادا على 564 قيمة لكل من معامل التناسق ومعامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق المزدوج والمعاملات SS وSR تم ايجاد المعادلات بالصيغة الآتية:

$$UCS= (11.11\ UC – 33.25\ UC^2 + 35.74\ UC^3 – 13.9\ UC^4 + 0.33SR^{0.5}) (–24.5\ SS^{0.5} + 86.15\ SS – 124.23\ SS^{1.5} + 63.12\ SS^2 – 0.08\ SR^5 + 2.68) + 0.99UC \dots\dots [R^2=0.783] \dots\dots (9)$$

$$UCD= (40.49\ UCS – 143.93\ UCS^2 + 167.20\ UCS^3 – 63.91\ UCS^4 + 0.129SR^{0.15}) (–110.26\ SS^{0.5} + 390.81\ SS – 581.43SS^{1.5} + 308.61\ SS^2 – 1.46SR^{0.5} + 12.19) + UCS^{0.5} \dots [R^2=0.810] \dots (10)$$

وبواقع 442 قيمة لكل من تناسق التوزيع وتناسق التوزيع الاحادي والمعاملات SS وSR تم ايجاد المعادلة بالصيغة الآتية:

$$DUS = (7.56\ DU – 27.22DU^2 + 32.3DU^3 –12.93\ DU^4 + 0.25SR^{0.5}) (–27.12SS^{0.5}+ 73.88\ SS – 67.1SS^{1.5}+ 9.84SS^2 – 3.19SR^5\ SS + 3.33) + 1.01DU^{0.5} \dots\dots [R^2=0.72] \dots\dots (11)$$

وبواقع 270 قيمة لكل من تناسق التوزيع وتناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع المزدوج والمعاملات SS وSR تم ايجاد المعادلة بالصيغة الآتية:

$$DUD = (– 4.35DUS + 11.56DUS^2 – 10.5\ DUS^3 + 3.4\ DUS^4 + 0.96SR^{0.5} – 0.7DUS^{0.5}\ SR) (18.17SS^{0.5} – 48.19SS + 41.58SS^{1.5} + 0.49SR^5 – 0.49 + 0.504DUS^{-4}) \dots\dots [R^2=0.766] \dots\dots (12)$$

ويوضح الشكلان (1 و2) المقارنة بين القيم المحسوبة من نمط التوزيع الحقلي والمخمنة من المعادلات 9-12 وذلك لكل من معامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق المزدوج وتناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع الثنائي مع ذكر قيم معامل التحديد R^2. أ من الشكل (1) تضمن المقارنة بين قيم معامل التناسق الاحادي المحسوبة من أنماط التوزيع الحقلي UCSa ومعامل التناسق الاحادي المخمنة من المعادلة (9) UCSp وذلك بالاعتماد على معامل التناسق UC. و ب من الشكل (1) تضمن المقارنة بين قيم معامل التناسق المزدوج المحسوبة من أنماط التوزيع الحقلي UCDa ومعامل التناسق المزدوج المخمنة من المعادلة (10) UCDp وذلك بالاعتماد على معامل التناسق الاحادي المحسوب من أنماط التوزيع الحقلي. و جـ من الشكل (1) تضمن المقارنة بين قيم معامل التناسق المزدوج المحسوبة من أنماط التوزيع الحقلي UCDa ومعامل التناسق المزدوج المخمنة من المعادلتين (9) و (10) UCDpp وذلك بالاعتماد على معامل التناسق UC. كذلك أ من الشكل (2) تضمن المقارنة بين قيم تناسق التوزيع الاحادي المحسوبة من أنماط التوزيع الحقلي DUSa وتناسق التوزيع الاحادي المخمنة من المعادلة (11) DUSp وذلك بالاعتماد على تناسق التوزيع DU. و ب من الشكل (2) تضمن المقارنة بين قيم تناسق التوزيع المزدوج المحسوبة من أنماط التوزيع الحقلي DUDa و تناسق التوزيع المزدوج المخمنة من المعادلة (12) DUDp وذلك بالاعتماد على تناسق التوزيع الاحادي المحسوب من أنماط التوزيع الحقلي. و جـ من الشكل(2) تضمن المقارنة بين قيم تناسق التوزيع المزدوج المحسوبة من أنماط التوزيع الحقلي DUDa وتناسق التوزيع

المزدوج المخمنة من المعادلتين (11) و (12) DUDpp وذلك بالاعتماد على تناسق التوزيع DU.

3. النتائج والمناقشة

ولغرض تقييم المعادلات السابقة يمكن اجراء توافق اجباري لكل من المعادلة 3 والمعادلة 4 مع البيانات التي تم حسابها لمعاملات التناسق وهذا ينتج عنه معامل التحديد 0.608 و0.539 على التوالي اي ان دقة وصحة هذه المعادلات منخفضة وهذا يتطابق مع [13]، كما تم اجراء توافق اجباري عند تطبيق المعادلتين 3 و4 معاً اعتماداً على معامل التناسق اي بصيغة $UCD=UC^{0.25}$ ونتج معامل التحديد 0.527.

وفي نفس الوقت يتبين اهمية المعادلات 9 و10 ذات معامل تحديد أكبر بكثير نسبياً مقارنة مع المعادلات 3 و4 سواء عند تطبيق كل من المعادلة 9 لايجاد معامل التناسق الاحادي اعتمادا على معامل التناسق والمعادلة 10 لايجاد معامل التناسق المزدوج اعتمادا على معامل التناسق الاحادي او في حالة تطبيق المعادلتين لايجاد معامل التناسق المزدوج اعتماداً على معامل التناسق فقط. وعند اجراء توافق اجباري لكل من المعادلة 5 وصيغة مناظرة للمعادلة 4 ولكن لتناسق التوزيع المزدوج اي بصيغة $DUD=DUS^{0.5}$ مع البيانات التي تم حسابها لتناسق التوزيع فان معامل التحديد 0.584 و0.491 على التوالي اي ان دقة وصحة هذه المعادلات منخفضة، كما تم اجراء توافق اجباري عند تطبيق الصيغة $DUD=DU^{0.25}$ لايجاد تناسق التوزيع المزدوج اعتماداً على تناسق التوزيع فقط فان معامل التحديد 0.645. ويعكس هذا اهمية المعادلات 11 و12 وحتى في حالة تطبيق المعادلتين لايجاد معامل التناسق المزدوج اعتماداً على معامل التناسق فقط.

اما فيما يخص الفواصل المناسبة فان التعبير عن معامل التناسق او تناسق التوزيع بدالة حالة معقدة لاختلاف المرشات واداؤها والعديد من العوامل التي تؤثر في نمط توزيع وذلك لفاصل معينة. وكمحاولة لتحديد الفواصل المناسبة طبقاً للمعادلات المخمنة يعرض الشكل (3) العلاقة بين معامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق طبقاً للمعادلة 9 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS، والذي يتبين منه ان اعلى قيم يمكن الحصول عليها لمعامل التناسق الاحادي وذلك لقيمة معينة لمعامل التناسق عند قيم المعامل SR من 0.4-0.8 وعند قيم المعامل SS من 0.2-0.3. كما يعرض الشكل (4) العلاقة بين معامل التناسق المزدوج ومعامل التناسق الاحادي طبقاً للمعادلة 10 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS، والذي يتبين منه ان اعلى قيم يمكن الحصول عليها لمعامل التناسق المزدوج وذلك لقيمة معينة لمعامل التناسق الاحادي عند قيم المعامل SR من 0.8-1.0 وعند قيم المعامل SS بحدود 0.1 و0.4. ويعرض الشكل (5) العلاقة بين تناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع طبقاً للمعادلة 11 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS، والذي يتبين منه ان اعلى قيم يمكن الحصول عليها لتناسق التوزيع الاحادي وذلك لقيمة معينة لتناسق التوزيع عند قيم المعامل SR من 0.2-0.6 وعند قيم المعامل SS من 0.2-0.3. كذلك يعرض الشكل (6) العلاقة بين تناسق التوزيع المزدوج وتناسق التوزيع الاحادي طبقاً للمعادلة 12 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS، والذي يتبين منه ان اعلى قيم يمكن الحصول عليها لتناسق التوزيع المزدوج وذلك لقيمة معينة لتناسق التوزيع الاحادي عند قيم المعامل SR من 0.6-1.0 وعند قيم المعامل SS بحدود 0.4-0.5.

4. الاستنتاجات

ضمن مدى ومحددات الدراسة ممكن استنتاج الاتي:

- تم استنباط علاقات تجريبية لتخمين كل من معامل التناسق الاحادي والمزدوج وبمعاملات تحديد 0.783 و0.810 على التوالي وتناسق التوزيع الاحادي والمزدوج وبمعاملات تحديد 0.720 و0.766.
- تم تقييم الدوال السابقة والمستخدمة في تخمين معامل التناسق الاحادي والمزدوج فكانت معاملات التحديد 0.608 و0.539 على التوالي ولتناسق التوزيع الاحادي والمزدوج كانت معاملات التحديد 0.584 و0.491 على التوالي حيث دقتهم.
- من مقارنة دقة العلاقات التجريبية المستنبطة مع الدوال السابقة ان هنالك زيادة في معامل التحديد للعلاقات التجريبية المستنبطة عن الدوال السابقة مقداره 29% و50% و23% و56% في تخمين كل من معامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق المزدوج وتناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع المزدوج على التوالي.
- تم تحديد معاملات الفواصل التي تؤدي الى اقصى القيم لمعاملات التناسق الاحادي والمزدوج وتناسق التوزيع المزدوج والاحادي طبقا للمعادلات المستنبطة.

5. المصادر

[1]. A.Y Hachum, H.I.Yasin, "On-farm Irrigation Systems Engineering", Dar Al Kuttb for Printing and Publishing, Mosul University, Mosul,Iraq 1992.

[2]. Ames (WR) Company. "Irrigation Division, and Allan Walter McCulloch". Ames Irrigation Handbook for Irrigation Engineers, 1967.

[3]. J.Keller, and R.D.Bliesner, "Sprinkle and Trickle Irrigation", AVI Book, Van Nostrand Reinhold, New York1990.

[4]. G. P.Merkley and R.G. Allen. Sprinkler and trickle irrigation lectures. /..cd3wd.com/CD3WD_40/OCW/IRRIG_SPR_TRICK/ecfile200501048603507665, 2004.

[5]. J. H.Glenn , R.G. Evans, M. E. Jensen, D.L. Martin, R. L. Elliott., "Design and Operation of Farm Irrigation Systems". Amer Society of Agricultural, 2007.

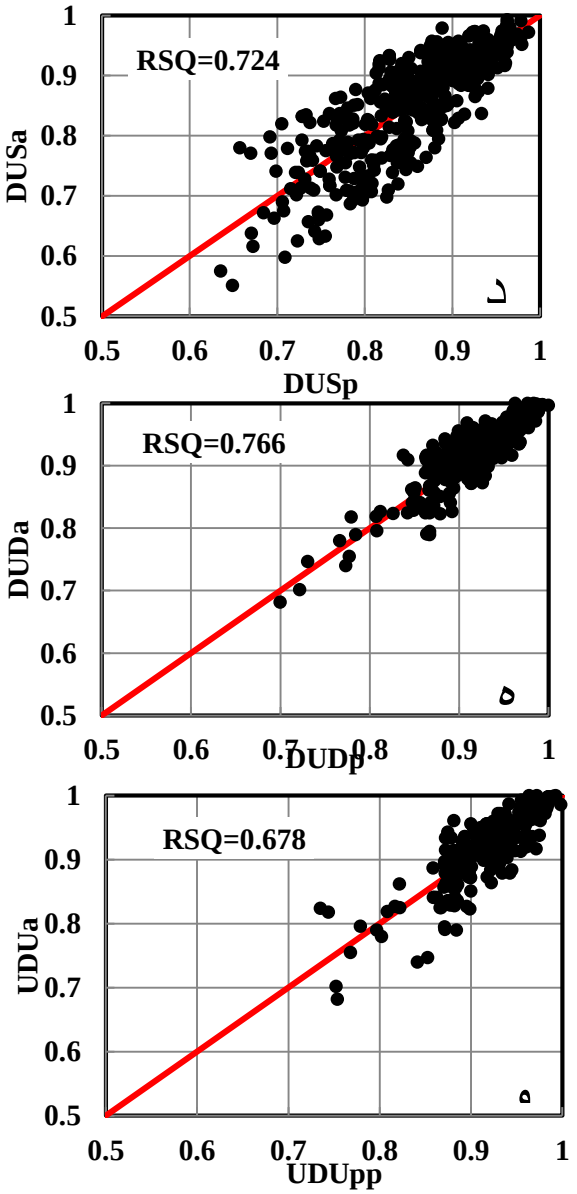
[6] M.A.El-Wahed, A.E.Sabagh, H.Saneoka, A.Abdelkhalek, and C.Barutçular, "Sprinkler irrigation uniformity and crop water productivity of barley in arid region". Emirates Journal of Food and Agriculture, pp.770-775,2015.

[7] L.Zhang, G.P.Merkley, P.Wu, and D.Zhu, "Effect of Catch-Can Spacing on Calculation of Sprinkler Irrigation Application Uniformity". *CLEAN–Soil, Air, Water*, *46*(7), p.1800130, 2018.

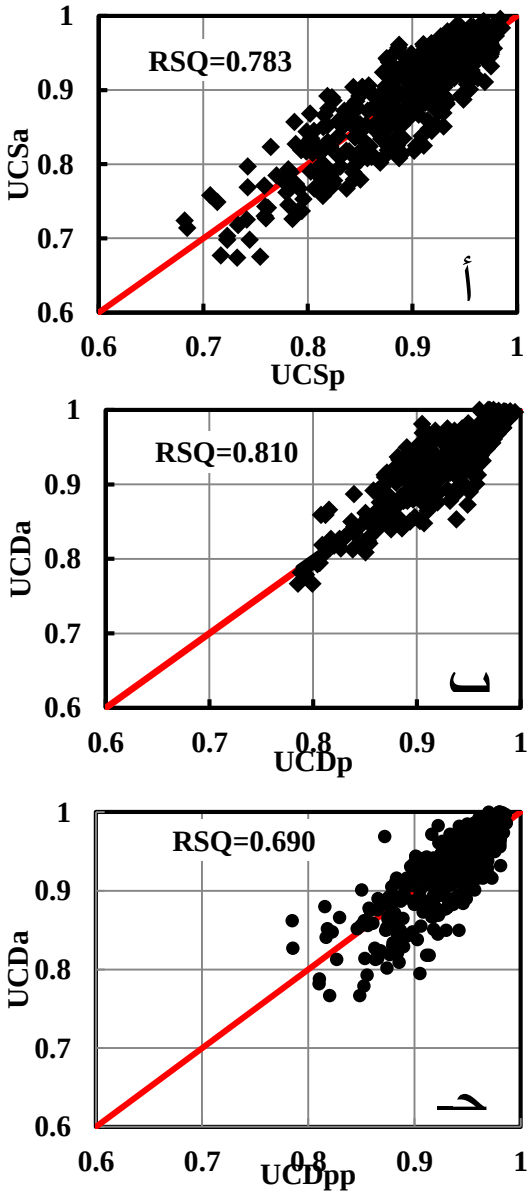
[8] E.D.Araújo, D.L.Santos, F.C.Alvino, L.B.Ferreira, and F.F.D.Cunha, "Predictive Models of Water Application and Distribution Efficiency in Conventional Sprinkling". Engenharia Agrícola, 40(1), pp.24-33, 2020, 2020.

[9] J.Liu, X.Zhu, S.Yuan, and A.Fordjour, "Modeling the application depth and water distribution uniformity of a linearly moved irrigation system". Water, 11(4), p.827,2019.

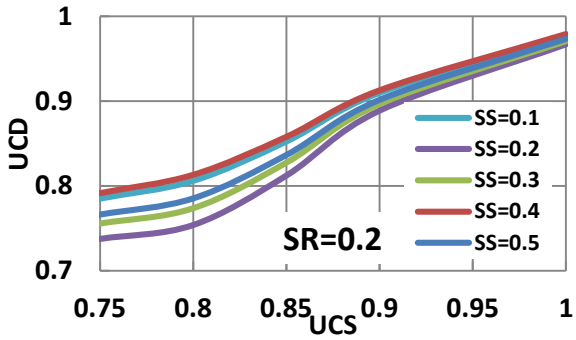
And Drain. Div., ASCE, V.101, nIR4, P251-264. (E,F), 1975.
[13]. H.I.Yasin, and N. M. Jajjo, "Uniformity Improvement by Alternate Setting Under Stationary Sprinkler System", Engineering and Technology Journal, Special Issue Proceeding of the Second Iraqi Conference on Engineering, Vol.1, 1988.
[10]. A.Y.Hachum, and H.I.Yasin, "Effect of Riser Height and Pressure on Uniformity of Sprinkler Irrigation". Engineering and Technology Journal, Special Issue, 1988.
[11]. A AL-Sinjary, Z., & A AL-Talib, A. "Effect of Magnetizing Water on Uniformity of Sprinkle Irrigation". AL-Rafdain Engineering Journal (AREJ), 17(1), 68-79, 2009.
[12]. I.Seginer, and M. Kostrinsky, "Wind, Sprinkler Patterns, and System Design" J. Irrig,

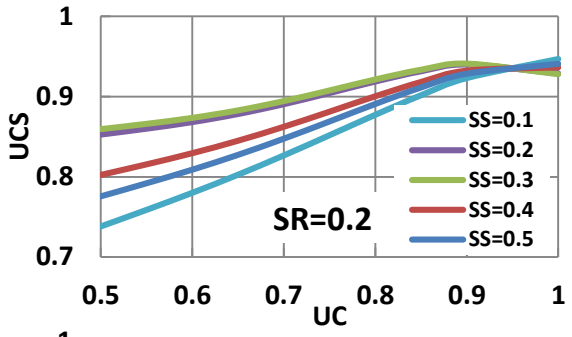


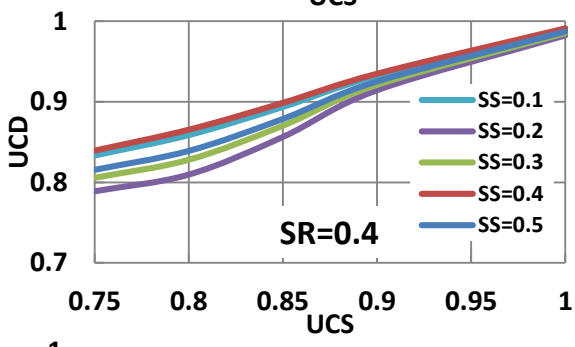
الشكل (2): المقارنة بين القيم المحسوبة من نمط التوزيع الحقلي والمخمنة من المعادلات 11-12 وذلك لكل من تناسق التوزيع الاحادى تناسق التوزيع المزدوج.

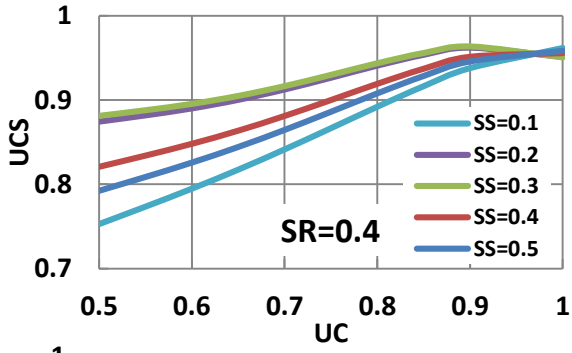


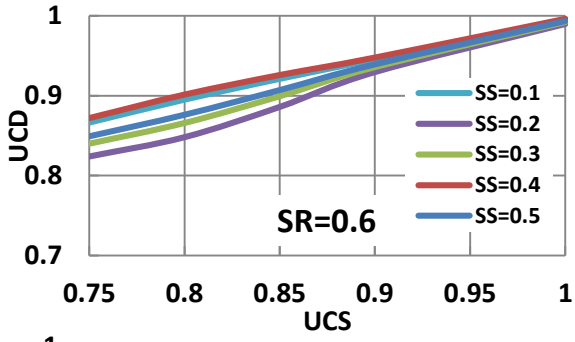
الشكل (1): المقارنة بين القيم المحسوبة من نمط التوزيع الحقلي والمخمنة من المعادلات 9-10 وذلك لكل من معامل التناسق الاحادى ومعامل التناسق المزدوج.

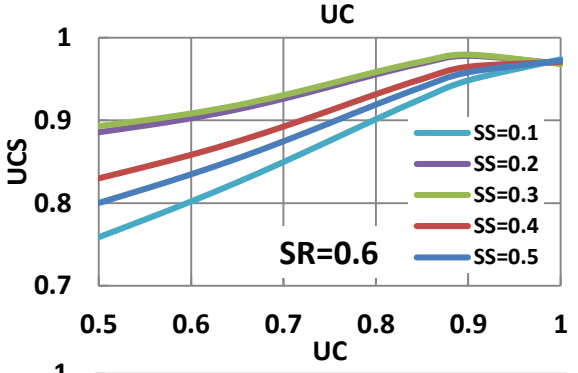


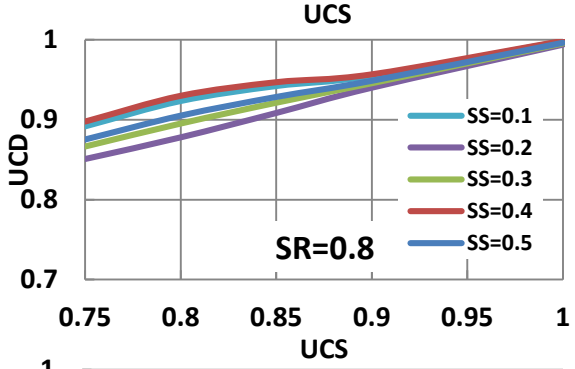


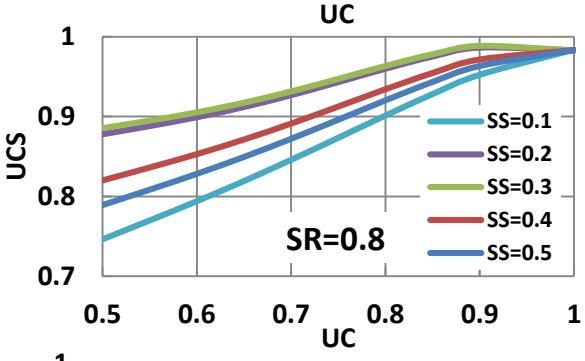


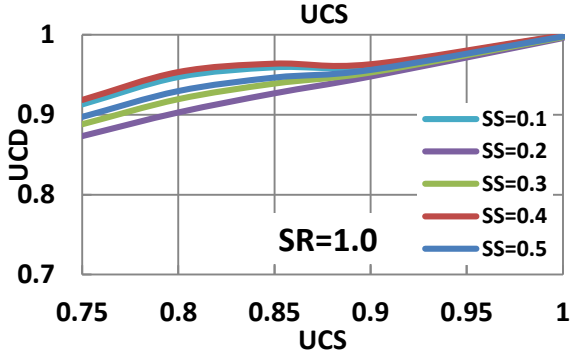


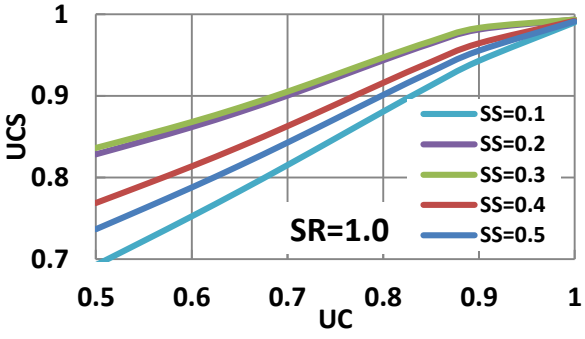






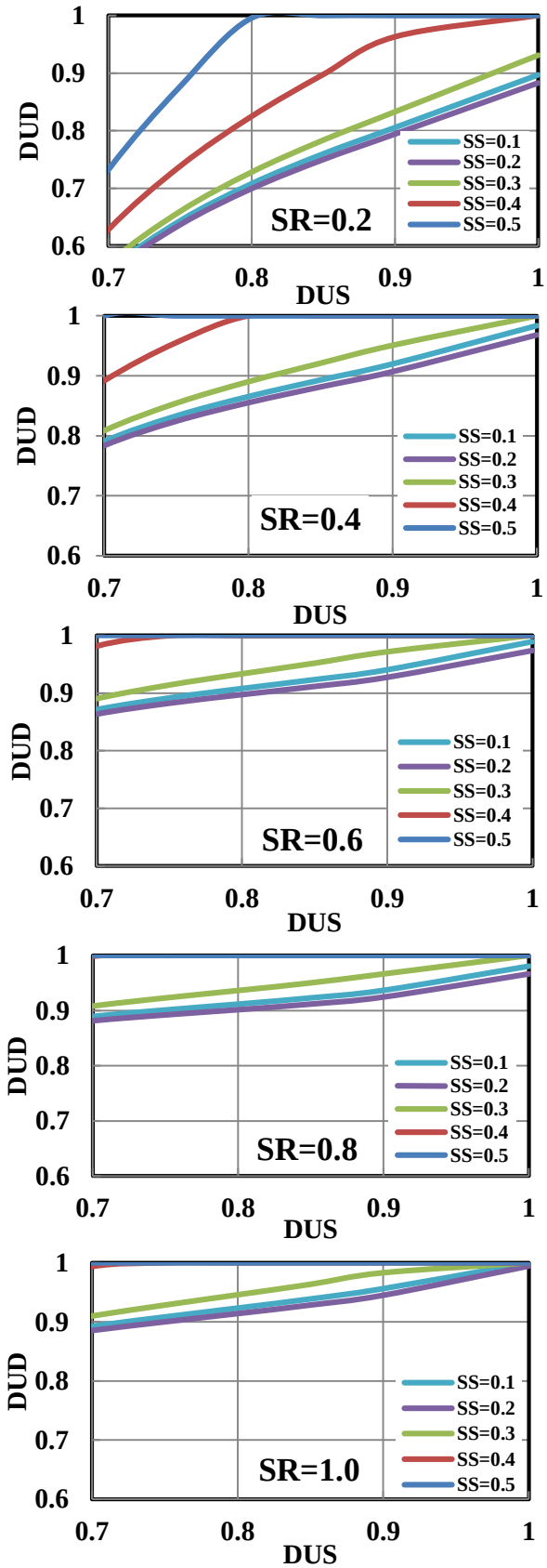




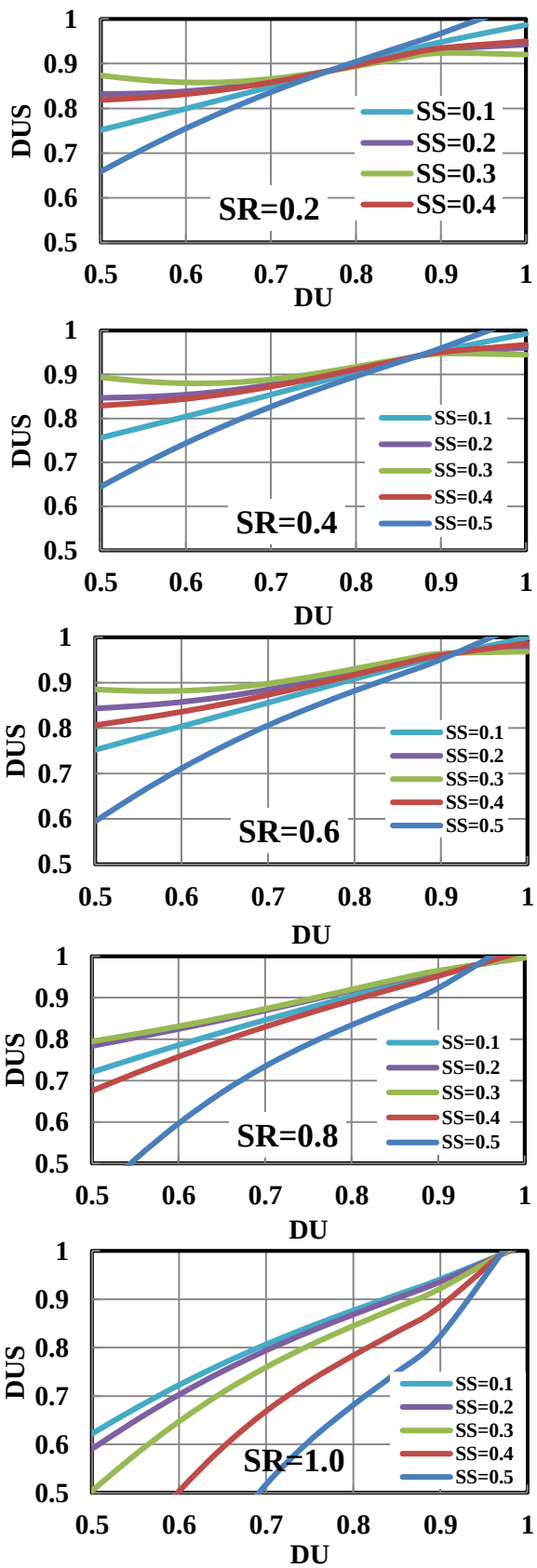


الشكل (3): العلاقة بين معامل التناسق الاحادي ومعامل التناسق طبقاً للمعادلة 9 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS.

الشكل (4): العلاقة بين معامل التناسق المزدوج ومعامل التناسق الاحادي طبقاً للمعادلة 10 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS.



الشكل (6): العلاقة بين تناسق التوزيع المزدوج وتناسق التوزيع الاحادي طبقاً للمعادلة 12 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS.



الشكل (5): العلاقة بين تناسق التوزيع الاحادي وتناسق التوزيع طبقاً للمعادلة 11 وذلك لقيم مختلفة للمعاملات SR وSS.

الملحق أ

الجدول (1): نتائج حسابات المعاملات وUC وUCS وUCD من التوزيع الحقلي لمياه الرش

SS	SR	UCD	UCS	UC	SS	SR	UCD	UCS	UC	SS	SR	UCD	UCS	UC
0.33	0.3	0.98	0.93	0.91	0.29	0.3	0.98	0.98	0.78	0.24	0.5	1	0.98	0.96
0.33	0.3	0.96	0.95	0.84	0.29	0.3	0.98	0.97	0.85	0.24	0.5	0.98	0.96	0.93
0.33	0.3	0.83	0.83	0.67	0.29	0.3	0.95	0.95	0.76	0.24	0.5	1	0.99	0.95
0.33	0.3	0.91	0.89	0.64	0.29	0.3	0.99	0.98	0.89	0.24	0.5	1	0.99	0.98
0.33	0.3	0.97	0.95	0.93	0.29	0.3	0.99	0.96	0.79	0.24	0.5	0.97	0.97	0.94
0.33	0.3	0.93	0.91	0.85	0.29	0.3	0.98	0.95	0.87	0.24	0.5	0.97	0.95	0.94
0.33	0.3	0.96	0.95	0.87	0.29	0.3	0.96	0.96	0.77	0.24	0.5	0.96	0.96	0.95
0.33	0.3	0.97	0.96	0.93	0.29	0.3	0.94	0.91	0.65	0.24	0.5	0.97	0.97	0.95
0.33	0.3	0.95	0.94	0.83	0.29	0.3	0.91	0.91	0.72	0.24	0.5	0.98	0.98	0.95
0.33	0.3	0.96	0.95	0.87	0.29	0.3	0.93	0.93	0.72	0.24	0.5	0.97	0.96	0.96
0.33	0.3	0.95	0.93	0.92	0.29	0.3	0.97	0.96	0.72	0.24	0.5	0.99	0.96	0.93
0.33	0.3	0.96	0.94	0.84	0.29	0.3	0.93	0.92	0.67	0.24	0.5	0.98	0.97	0.95
0.33	0.3	0.96	0.96	0.84	0.29	0.3	0.97	0.97	0.8	0.24	0.5	0.98	0.96	0.83
0.33	0.3	0.97	0.96	0.95	0.29	0.3	0.98	0.97	0.76	0.24	0.5	0.99	0.97	0.89
0.33	0.3	0.95	0.94	0.85	0.29	0.3	0.98	0.97	0.77	0.24	0.5	0.98	0.98	0.95
0.33	0.3	0.98	0.95	0.9	0.29	0.3	0.98	0.95	0.83	0.24	0.5	0.93	0.93	0.91
0.33	0.3	0.96	0.95	0.92	0.29	0.3	0.95	0.94	0.69	0.24	0.5	0.98	0.96	0.95
0.33	0.3	0.95	0.95	0.88	0.29	0.3	0.98	0.98	0.85	0.24	0.5	0.99	0.99	0.96
0.33	0.3	0.93	0.93	0.88	0.29	0.3	0.91	0.91	0.78	0.24	0.5	0.98	0.98	0.94
0.33	0.3	0.96	0.94	0.86	0.29	0.3	0.98	0.97	0.76	0.24	0.5	0.97	0.97	0.95
0.33	0.3	0.97	0.97	0.85	0.29	0.3	0.93	0.91	0.69	0.24	0.5	0.99	0.95	0.93
0.33	0.3	0.93	0.92	0.91	0.29	0.3	0.96	0.96	0.81	0.24	0.5	0.99	0.96	0.94
0.33	0.3	0.99	0.97	0.94	0.29	0.3	0.98	0.96	0.8	0.24	0.5	1	0.99	0.96
0.33	0.3	0.96	0.95	0.9	0.29	0.3	0.99	0.98	0.81	0.24	0.5	0.99	0.97	0.96
0.33	0.3	0.96	0.96	0.81	0.29	0.3	0.94	0.94	0.72	0.24	0.5	0.97	0.97	0.94
0.33	0.3	0.96	0.96	0.92	0.29	0.3	0.99	0.98	0.87	0.24	0.5	0.99	0.95	0.95
0.33	0.3	0.95	0.95	0.93	0.29	0.3	0.98	0.95	0.85	0.24	0.5	0.98	0.98	0.95
0.33	0.3	0.96	0.96	0.9	0.29	0.3	0.96	0.96	0.79	0.24	0.5	0.97	0.97	0.95
0.33	0.3	0.98	0.98	0.88	0.29	0.3	0.93	0.92	0.78	0.24	0.5	0.97	0.97	0.93
0.33	0.3	0.95	0.95	0.85	0.29	0.3	0.95	0.94	0.84	0.24	0.5	1	0.97	0.94
0.33	0.3	0.95	0.93	0.92	0.29	0.3	0.88	0.88	0.68	0.24	0.5	1	0.99	0.97
0.37	0.2	0.98	0.98	0.92	0.29	0.3	0.97	0.97	0.83	0.24	0.5	0.97	0.96	0.92
0.37	0.2	0.94	0.92	0.78	0.29	0.3	0.98	0.98	0.86	0.24	0.5	0.99	0.97	0.97
0.37	0.2	0.78	0.78	0.63	0.29	0.3	0.99	0.99	0.91	0.24	0.5	0.96	0.95	0.95
0.37	0.2	0.78	0.77	0.45	0.29	0.3	0.96	0.95	0.79	0.24	0.5	0.98	0.98	0.96
0.37	0.2	0.83	0.82	0.66	0.29	0.3	0.98	0.97	0.84	0.24	0.5	0.98	0.98	0.96
0.37	0.2	0.89	0.88	0.86	0.33	0.3	0.97	0.96	0.84	0.24	0.5	0.98	0.98	0.95
0.37	0.2	0.85	0.85	0.84	0.33	0.3	0.98	0.98	0.95	0.24	0.5	0.99	0.99	0.96
0.37	0.2	0.92	0.91	0.8	0.33	0.3	0.95	0.94	0.89	0.24	0.5	1	0.99	0.98
0.37	0.2	0.82	0.82	0.79	0.33	0.3	0.96	0.94	0.9	0.24	0.5	1	0.97	0.95
0.37	0.2	0.8	0.8	0.69	0.33	0.3	0.95	0.95	0.93	0.24	0.5	1	0.96	0.93
0.37	0.2	0.89	0.87	0.7	0.33	0.3	0.96	0.95	0.83	0.29	0.5	0.99	0.99	0.88
0.37	0.2	0.89	0.89	0.87	0.33	0.3	0.95	0.95	0.94	0.29	0.5	0.94	0.94	0.77
0.37	0.2	0.92	0.92	0.82	0.33	0.3	0.97	0.96	0.91	0.29	0.3	0.95	0.95	0.81
0.37	0.2	0.84	0.84	0.74	0.33	0.3	0.95	0.95	0.85	0.29	0.3	0.94	0.92	0.7
0.37	0.2	0.97	0.97	0.93	0.33	0.3	0.95	0.93	0.88	0.29	0.3	0.96	0.96	0.84
0.04	1	0.94	0.92	0.75	0.04	1	0.93	0.87	0.63	0.04	1	0.88	0.84	0.56
0.2	0.4	0.94	0.92	0.6	0.13	1	0.8	0.68	0.55	0.37	0.2	0.87	0.87	0.8
0.2	0.4	0.9	0.89	0.54	0.13	1	0.89	0.86	0.71	0.37	0.2	0.97	0.97	0.93
0.2	0.4	0.83	0.83	0.48	0.13	1	0.92	0.85	0.78	0.37	0.2	0.85	0.85	0.69
0.2	0.4	0.92	0.92	0.91	0.13	1	0.92	0.87	0.77	0.37	0.2	0.89	0.89	0.83
0.2	0.4	0.94	0.93	0.87	0.13	1	0.98	0.83	0.81	0.37	0.2	0.89	0.88	0.84
0.2	0.4	0.94	0.93	0.78	0.13	1	0.98	0.85	0.84	0.37	0.2	0.96	0.95	0.91
0.2	0.4	0.89	0.89	0.67	0.15	0.7	0.97	0.91	0.9	0.37	0.2	0.95	0.93	0.83
0.2	0.4	0.88	0.88	0.64	0.15	0.7	0.98	0.96	0.91	0.37	0.2	0.83	0.83	0.71
0.2	0.4	0.98	0.95	0.68	0.15	0.7	0.98	0.98	0.87	0.37	0.2	0.81	0.81	0.67
0.2	0.4	0.94	0.92	0.6	0.15	0.7	0.96	0.96	0.81	0.37	0.2	0.95	0.95	0.92
0.2	0.4	0.9	0.89	0.54	0.15	0.7	0.97	0.96	0.79	0.37	0.2	0.86	0.86	0.7
0.22	0.3	0.97	0.9	0.47	0.15	0.7	0.97	0.96	0.96	0.37	0.2	0.93	0.93	0.83
0.22	0.3	0.97	0.96	0.84	0.15	0.7	0.98	0.95	0.92	0.37	0.2	0.97	0.97	0.92
0.22	0.3	0.93	0.92	0.71	0.15	0.7	0.99	0.98	0.89	0.37	0.2	0.91	0.9	0.88
0.22	0.3	0.89	0.89	0.62	0.15	0.7	0.99	0.99	0.82	0.37	0.2	0.92	0.91	0.79
0.22	0.3	0.82	0.82	0.49	0.15	0.7	0.99	0.97	0.8	0.41	0.2	0.89	0.88	0.74
0.22	0.3	0.85	0.93	0.48	0.15	0.7	0.99	0.95	0.93	0.41	0.2	0.85	0.85	0.59
0.23	0.3	0.92	0.92	0.66	0.15	0.7	0.98	0.96	0.91	0.41	0.2	0.89	0.89	0.72
0.23	0.3	0.91	0.9	0.55	0.15	0.7	0.98	0.98	0.87	0.41	0.2	0.79	0.79	0.56
0.23	0.3	0.88	0.87	0.46	0.15	0.7	0.96	0.96	0.81	0.41	0.2	0.88	0.87	0.58

SS	SR	UCD	UCS	UC	SS	SR	UCD	UCS	UC	SS	SR	UCD	UCS	UC
0.08	1	0.95	0.93	0.9	0.15	0.7	0.97	0.96	0.79	0.41	0.2	0.77	0.77	0.6
0.08	1	0.97	0.97	0.91	0.15	0.7	0.97	0.93	0.8	0.41	0.2	0.86	0.85	0.7
0.08	1	0.97	0.96	0.87	0.15	0.7	0.93	0.87	0.77	0.41	0.2	0.81	0.81	0.62
0.08	1	0.96	0.9	0.77	0.15	0.7	0.95	0.91	0.85	0.41	0.2	0.88	0.87	0.7
0.08	1	0.97	0.82	0.71	0.15	0.7	0.88	0.85	0.67	0.41	0.2	0.85	0.84	0.74
0.08	1	0.96	0.96	0.92	0.15	0.7	0.95	0.83	0.74	0.44	0.1	0.83	0.83	0.54
0.08	1	0.98	0.96	0.9	0.15	0.7	0.98	0.85	0.75	0.44	0.1	0.86	0.86	0.54
0.08	1	0.99	0.94	0.88	0.18	0.5	0.92	0.9	0.85	0.13	1	1	0.92	0.9
0.08	1	0.99	0.95	0.81	0.18	0.5	0.96	0.95	0.81	0.13	1	1	0.96	0.95
0.08	1	0.99	0.95	0.91	0.18	0.5	0.96	0.96	0.76	0.13	1	1	0.99	0.96
0.08	1	0.97	0.97	0.91	0.18	0.5	0.92	0.92	0.69	0.13	1	0.99	0.98	0.92
0.08	1	0.97	0.96	0.87	0.18	0.5	0.94	0.89	0.69	0.13	1	1	0.98	0.89
0.08	1	0.96	0.9	0.77	0.18	0.5	0.96	0.95	0.89	0.13	1	1	0.96	0.95
0.08	1	0.97	0.82	0.71	0.18	0.5	0.98	0.94	0.91	0.13	1	0.99	0.95	0.94
0.08	1	0.87	0.8	0.61	0.18	0.5	0.98	0.98	0.88	0.13	1	0.99	0.98	0.98
0.08	1	0.91	0.83	0.7	0.18	0.5	0.98	0.97	0.78	0.13	1	1	1	0.97
0.08	1	0.96	0.82	0.77	0.18	0.5	0.98	0.96	0.76	0.13	1	1	0.97	0.96
0.08	1	0.93	0.74	0.68	0.18	0.5	0.95	0.95	0.89	0.13	1	1	0.95	0.95
0.08	1	0.92	0.78	0.72	0.18	0.5	0.96	0.95	0.81	0.13	1	1	0.96	0.95
0.08	1	0.74	0.72	0.51	0.18	0.5	0.96	0.96	0.76	0.13	1	1	0.99	0.96
0.08	1	0.75	0.7	0.57	0.18	0.5	0.92	0.92	0.69	0.13	1	0.99	0.98	0.92
0.08	1	0.82	0.7	0.57	0.18	0.5	0.94	0.89	0.69	0.13	1	1	0.98	0.89
0.08	1	0.92	0.82	0.64	0.18	0.5	0.97	0.94	0.86	0.13	1	0.9	0.83	0.78
0.08	1	0.94	0.78	0.66	0.18	0.5	0.95	0.89	0.83	0.13	1	0.99	0.96	0.94
0.08	1	0.97	0.94	0.9	0.18	0.5	0.93	0.91	0.84	0.13	1	0.96	0.89	0.89
0.08	1	0.99	0.97	0.89	0.2	0.4	0.97	0.91	0.66	0.13	1	0.99	0.93	0.91
0.05	0.8	0.85	0.82	0.7	0.04	1	0.93	0.87	0.64	0.04	1	0.85	0.85	0.7
0.06	0.75	0.94	0.77	0.66	0.14	0.33	0.79	0.78	0.62	0.06	1	0.96	0.76	0.65
0.06	0.75	0.96	0.94	0.81	0.14	0.33	0.81	0.81	0.61	0.06	1	0.95	0.89	0.85
0.06	0.75	0.93	0.78	0.67	0.14	0.33	0.87	0.87	0.69	0.07	0.8	0.92	0.85	0.85
0.06	0.75	0.9	0.75	0.61	0.14	0.33	0.85	0.85	0.59	0.07	0.8	0.93	0.91	0.84
0.06	0.75	0.95	0.81	0.73	0.14	0.33	0.89	0.88	0.71	0.07	0.8	0.93	0.92	0.76
0.06	0.75	0.92	0.81	0.68	0.06	1	0.97	0.92	0.85	0.07	0.8	0.89	0.82	0.62
0.06	0.75	0.95	0.89	0.81	0.06	1	0.89	0.72	0.55	0.07	0.8	0.95	0.89	0.68
0.06	0.75	0.97	0.94	0.87	0.06	1	0.88	0.75	0.52	0.08	0.67	0.96	0.85	0.75
0.06	0.75	0.92	0.82	0.69	0.06	1	0.91	0.75	0.63	0.08	0.57	0.92	0.84	0.62
0.06	0.75	0.93	0.86	0.74	0.06	1	0.91	0.74	0.6	0.05	1	0.89	0.87	0.79
0.06	0.75	0.96	0.91	0.82	0.06	1	0.97	0.79	0.73	0.05	1	0.93	0.87	0.81
0.06	0.75	0.93	0.79	0.58	0.06	1	0.96	0.86	0.79	0.05	0.83	0.92	0.87	0.76
0.06	0.75	0.96	0.89	0.83	0.06	1	0.94	0.82	0.67	0.05	0.83	0.92	0.85	0.7
0.06	0.75	0.92	0.85	0.68	0.06	1	0.97	0.92	0.88	0.13	0.4	0.93	0.9	0.79
0.03	1	0.92	0.88	0.73	0.06	1	0.93	0.85	0.67	0.13	0.4	0.87	0.85	0.65
0.07	0.6	0.91	0.84	0.71	0.06	1	0.85	0.77	0.6	0.13	0.4	0.89	0.89	0.83
0.07	0.6	0.84	0.77	0.6	0.06	1	0.86	0.67	0.55	0.13	0.4	0.92	0.91	0.81
0.07	0.6	0.95	0.91	0.84	0.06	1	0.86	0.76	0.51	0.13	0.4	0.84	0.83	0.72
0.07	0.6	0.86	0.78	0.67	0.06	1	0.91	0.73	0.6	0.13	0.4	0.97	0.93	0.85
0.07	0.6	0.88	0.8	0.71	0.06	1	0.91	0.73	0.57	0.13	0.4	0.87	0.84	0.76
0.07	0.6	0.94	0.88	0.8	0.06	1	0.97	0.77	0.7	0.13	0.4	0.95	0.93	0.84
0.07	0.6	0.92	0.8	0.65	0.06	1	0.97	0.83	0.75	0.13	0.4	0.88	0.88	0.83
0.07	0.6	0.96	0.91	0.87	0.06	1	0.92	0.77	0.63	0.13	0.4	0.85	0.84	0.64
0.07	0.6	0.93	0.87	0.77	0.06	1	0.96	0.88	0.85	0.13	0.4	0.89	0.88	0.79
0.07	0.6	0.96	0.93	0.86	0.06	1	0.93	0.74	0.6	0.13	0.4	0.9	0.89	0.84
0.07	0.6	0.91	0.79	0.63	0.06	1	0.89	0.77	0.57	0.13	0.4	0.91	0.84	0.75
0.07	0.6	0.81	0.73	0.59	0.06	1	0.94	0.81	0.75	0.13	0.4	0.97	0.95	0.87
0.07	0.6	0.96	0.86	0.8	0.06	1	0.88	0.79	0.63	0.13	0.4	0.93	0.93	0.83
0.08	0.5	0.85	0.82	0.65	0.06	1	0.93	0.82	0.66	0.13	0.4	0.86	0.85	0.66
0.08	0.5	0.88	0.85	0.72	0.06	1	0.96	0.89	0.82	0.13	0.4	0.95	0.94	0.85
0.08	0.5	0.87	0.85	0.66	0.06	1	0.97	0.94	0.9	0.13	0.4	0.83	0.82	0.66
0.04	1	0.89	0.83	0.59	0.06	1	0.94	0.84	0.71	0.13	0.4	0.81	0.8	0.61
0.04	1	0.93	0.87	0.65	0.06	1	0.89	0.7	0.57	0.13	0.4	0.82	0.82	0.62
0.04	1	0.94	0.89	0.66	0.06	1	0.85	0.71	0.47	0.13	0.4	0.88	0.88	0.81
0.04	1	0.95	0.92	0.75	0.06	1	0.92	0.73	0.6	0.13	0.4	0.85	0.85	0.82
0.04	1	0.94	0.91	0.68	0.06	1	0.86	0.68	0.52	0.13	0.4	0.91	0.89	0.76
0.04	1	0.87	0.85	0.72	0.06	1	0.95	0.76	0.69	0.13	0.4	0.82	0.81	0.75
0.04	1	0.93	0.92	0.76	0.06	1	0.95	0.82	0.7	0.13	0.4	0.97	0.93	0.82
0.04	1	0.87	0.86	0.71	0.06	1	0.94	0.79	0.62	0.13	0.4	0.98	0.94	0.9
0.04	1	0.93	0.81	0.74	0.06	1	0.98	0.87	0.82	0.13	0.4	0.92	0.85	0.73
0.04	1	0.88	0.85	0.66	0.06	0.75	0.9	0.74	0.61	0.14	0.33	0.88	0.87	0.73
0.04	1	0.94	0.9	0.65	0.06	0.75	0.95	0.86	0.77	0.14	0.33	0.87	0.8	0.53
0.04	1	0.89	0.85	0.69	0.06	0.75	0.95	0.81	0.73	0.14	0.33	0.77	0.77	0.6
0.04	1	0.95	0.92	0.81	0.06	0.75	0.95	0.91	0.83	0.14	0.33	0.85	0.85	0.68

SS	SR	UCD	UCS	UC	SS	SR	UCD	UCS	UC	SS	SR	UCD	UCS	UC
0.04	1	0.96	0.94	0.72	0.06	0.75	0.93	0.85	0.71	0.14	0.33	0.86	0.86	0.61
0.04	1	0.88	0.85	0.71	0.06	0.75	0.93	0.86	0.68	0.14	0.33	0.91	0.91	0.71
0.05	0.8	0.93	0.91	0.71	0.05	0.8	0.88	0.85	0.73	0.05	0.8	0.89	0.86	0.69
0.12	0.5	0.89	0.88	0.6	0.1	0.75	0.9	0.76	0.64	0.08	1	0.97	0.95	0.84
0.12	0.5	0.96	0.93	0.83	0.1	0.75	0.92	0.83	0.61	0.08	1	0.95	0.94	0.92
0.12	0.5	0.93	0.88	0.86	0.1	0.75	0.93	0.77	0.59	0.08	1	0.96	0.94	0.89
0.12	0.5	0.89	0.78	0.58	0.1	0.67	0.91	0.88	0.74	0.08	1	0.97	0.95	0.94
0.12	0.5	0.95	0.9	0.78	0.1	0.67	0.97	0.88	0.72	0.08	1	0.98	0.98	0.95
0.12	0.5	0.91	0.81	0.73	0.1	0.67	0.91	0.87	0.67	0.08	1	0.96	0.95	0.94
0.12	0.5	0.98	0.89	0.83	0.1	0.67	0.96	0.91	0.79	0.08	1	0.99	0.94	0.94
0.12	0.5	0.94	0.84	0.8	0.1	0.67	0.96	0.94	0.79	0.08	1	0.96	0.93	0.87
0.12	0.5	0.94	0.92	0.81	0.1	0.67	0.98	0.96	0.81	0.08	1	0.95	0.95	0.86
0.12	0.5	0.95	0.89	0.83	0.1	0.67	0.98	0.96	0.87	0.08	1	0.98	0.96	0.94
0.12	0.5	0.95	0.94	0.81	0.1	0.67	0.95	0.93	0.85	0.08	1	0.98	0.93	0.91
0.12	0.5	0.95	0.95	0.92	0.1	0.67	0.95	0.94	0.78	0.08	1	0.98	0.97	0.89
0.12	0.5	0.96	0.94	0.88	0.1	0.67	0.97	0.92	0.81	0.08	1	0.99	0.98	0.95
0.12	0.5	0.95	0.94	0.83	0.1	0.67	0.99	0.97	0.91	0.08	1	0.99	0.97	0.96
0.12	0.5	0.93	0.87	0.83	0.1	0.67	0.94	0.93	0.76	0.08	1	0.97	0.97	0.94
0.12	0.5	0.95	0.92	0.75	0.1	0.67	0.95	0.92	0.78	0.08	1	0.96	0.94	0.88
0.12	0.5	0.96	0.88	0.83	0.1	0.67	0.92	0.87	0.69	0.08	1	0.97	0.94	0.89
0.12	0.5	0.94	0.93	0.79	0.1	0.67	0.96	0.93	0.82	0.08	1	0.97	0.96	0.82
0.12	0.5	0.95	0.94	0.86	0.1	0.67	0.98	0.94	0.78	0.08	1	0.95	0.93	0.91
0.12	0.5	0.93	0.85	0.85	0.1	0.67	0.97	0.96	0.85	0.08	1	0.98	0.95	0.89
0.12	0.5	0.94	0.93	0.82	0.1	0.67	0.95	0.94	0.75	0.08	1	0.97	0.95	0.93
0.12	0.5	0.96	0.94	0.81	0.1	0.67	0.98	0.94	0.88	0.08	1	0.97	0.96	0.93
0.12	0.5	0.97	0.9	0.82	0.1	0.67	0.96	0.92	0.77	0.08	1	0.97	0.96	0.94
0.12	0.5	0.95	0.86	0.82	0.1	0.67	0.98	0.97	0.86	0.08	1	0.99	0.96	0.95
0.12	0.5	0.96	0.94	0.8	0.1	0.67	0.88	0.86	0.66	0.08	1	0.96	0.94	0.87
0.12	0.5	0.96	0.91	0.83	0.1	0.67	0.97	0.95	0.81	0.08	1	0.98	0.95	0.9
0.12	0.5	0.95	0.89	0.86	0.1	0.67	0.94	0.93	0.84	0.08	1	0.93	0.93	0.81
0.12	0.5	0.96	0.95	0.9	0.1	0.67	0.96	0.93	0.78	0.08	1	0.96	0.93	0.92
0.12	0.5	0.98	0.96	0.86	0.1	0.67	0.92	0.9	0.77	0.08	1	0.99	0.96	0.88
0.12	0.5	0.95	0.94	0.85	0.1	0.67	0.93	0.9	0.7	0.08	1	0.98	0.96	0.93
0.12	0.5	0.96	0.89	0.81	0.1	0.67	0.96	0.89	0.69	0.08	1	0.97	0.96	0.94
0.12	0.5	0.94	0.82	0.74	0.1	0.67	0.92	0.86	0.65	0.08	1	0.95	0.95	0.85
0.12	0.5	0.95	0.91	0.78	0.1	0.67	0.97	0.94	0.79	0.08	1	0.96	0.96	0.93
0.12	0.5	0.95	0.89	0.84	0.1	0.67	0.97	0.94	0.75	0.08	1	0.99	0.94	0.94
0.12	0.5	0.95	0.93	0.84	0.1	0.67	0.97	0.96	0.77	0.08	1	0.98	0.97	0.93
0.12	0.5	0.93	0.93	0.87	0.1	0.67	0.95	0.94	0.83	0.08	1	0.96	0.88	0.88
0.12	0.5	0.94	0.94	0.86	0.1	0.67	0.98	0.94	0.85	0.08	1	0.97	0.81	0.78
0.12	0.5	0.97	0.95	0.83	0.1	0.67	0.99	0.95	0.87	0.1	0.75	0.92	0.91	0.83
0.12	0.5	0.92	0.87	0.85	0.1	0.67	0.95	0.88	0.8	0.1	0.75	0.96	0.95	0.8
0.13	0.43	0.92	0.88	0.65	0.1	0.67	0.91	0.79	0.64	0.1	0.75	0.92	0.89	0.65
0.13	0.43	0.9	0.87	0.53	0.11	0.6	0.92	0.92	0.87	0.1	0.75	0.96	0.96	0.85
0.06	1	0.9	0.89	0.82	0.11	0.6	0.93	0.93	0.85	0.1	0.75	0.97	0.95	0.89
0.06	1	0.95	0.89	0.86	0.11	0.6	0.94	0.92	0.76	0.1	0.75	0.98	0.94	0.86
0.06	1	0.94	0.94	0.9	0.11	0.6	0.89	0.89	0.63	0.1	0.75	0.97	0.94	0.76
0.06	1	0.98	0.96	0.85	0.12	0.5	0.96	0.92	0.83	0.1	0.75	0.95	0.93	0.87
0.06	1	0.97	0.83	0.71	0.12	0.5	0.92	0.9	0.7	0.1	0.75	0.96	0.95	0.8
0.05	0.8	0.95	0.93	0.73	0.05	0.8	0.93	0.9	0.77	0.05	0.8	0.93	0.91	0.71

الملحق ب

الجدول (2): نتائج حسابات المعاملات وDU وDUS وDUD من التوزيع الحقلي لمياه الرش

DU	DUS	DUD	SR	SS	DU	DUS	DUD	SR	SS	DU	DUS	DUD	SR	SS
0.94	0.98	1	1	0.13	0.91	0.92	0.92	0.25	0.33	0.76	0.9	0.93	0.5	0.12
0.88	0.97	0.99	1	0.13	0.87	0.92	0.95	0.25	0.33	0.75	0.8	0.91	0.5	0.12
0.87	0.97	1	1	0.13	0.82	0.93	0.93	0.25	0.33	0.57	0.69	0.92	0.5	0.12
0.7	0.71	0.86	1	0.13	0.85	0.89	0.89	0.25	0.33	0.39	0.6	0.75	0.5	0.12
0.77	0.78	0.94	1	0.13	0.87	0.91	0.95	0.25	0.33	0.46	0.71	0.86	0.5	0.12
0.91	0.92	0.98	1	0.13	0.79	0.92	0.92	0.25	0.33	0.67	0.85	0.93	0.5	0.12
0.86	0.9	0.98	1	0.13	0.55	0.86	0.86	0.25	0.33	0.58	0.79	0.83	0.5	0.12
0.41	0.44	0.79	1	0.13	0.87	0.93	0.94	0.25	0.33	0.73	0.84	0.96	0.5	0.12
0.75	0.76	0.97	1	0.13	0.77	0.83	0.91	0.25	0.33	0.66	0.78	0.91	0.5	0.12
0.76	0.82	0.97	1	0.13	0.85	0.94	0.95	0.25	0.33	0.71	0.87	0.92	0.5	0.12
0.83	0.87	0.92	0.5	0.18	0.9	0.95	0.96	0.25	0.33	0.74	0.81	0.91	0.5	0.12
0.74	0.94	0.94	0.5	0.18	0.8	0.9	0.9	0.25	0.33	0.72	0.88	0.91	0.5	0.12
0.68	0.94	0.94	0.5	0.18	0.81	0.92	0.92	0.25	0.33	0.88	0.91	0.92	0.5	0.12
0.53	0.88	0.88	0.5	0.18	0.87	0.9	0.9	0.25	0.33	0.79	0.9	0.92	0.5	0.12

DU	DUS	DUD	SR	SS	DU	DUS	DUD	SR	SS	DU	DUS	DUD	SR	SS
0.55	0.87	0.87	0.5	0.18	0.8	0.91	0.95	0.25	0.33	0.68	0.89	0.93	0.5	0.12
0.84	0.96	0.96	0.5	0.18	0.83	0.95	0.95	0.25	0.33	0.76	0.83	0.89	0.5	0.12
0.86	0.94	0.95	0.5	0.18	0.92	0.94	0.95	0.25	0.33	0.62	0.86	0.94	0.5	0.12
0.83	0.97	0.96	0.5	0.18	0.75	0.87	0.9	0.25	0.33	0.74	0.84	0.95	0.5	0.12
0.71	0.96	0.96	0.5	0.18	0.88	0.94	0.97	0.25	0.33	0.71	0.89	0.9	0.5	0.12
0.69	0.95	0.95	0.5	0.18	0.89	0.95	0.96	0.25	0.33	0.79	0.91	0.92	0.5	0.12
0.86	0.9	0.95	0.5	0.18	0.84	0.9	0.9	0.25	0.33	0.8	0.83	0.9	0.5	0.12
0.74	0.94	0.94	0.5	0.18	0.83	0.88	0.88	0.25	0.33	0.75	0.88	0.91	0.5	0.12
0.68	0.94	0.94	0.5	0.18	0.8	0.92	0.94	0.25	0.33	0.66	0.88	0.95	0.5	0.12
0.53	0.88	0.88	0.5	0.18	0.82	0.95	0.95	0.25	0.33	0.76	0.85	0.95	0.5	0.12
0.55	0.87	0.87	0.5	0.18	0.87	0.88	0.88	0.25	0.33	0.7	0.79	0.91	0.5	0.12
0.59	0.77	0.92	0.5	0.18	0.9	0.95	0.99	0.25	0.33	0.69	0.89	0.92	0.5	0.12
0.77	0.91	0.96	0.5	0.18	0.84	0.91	0.96	0.25	0.33	0.73	0.87	0.92	0.5	0.12
0.76	0.82	0.91	0.5	0.18	0.77	0.92	0.92	0.25	0.33	0.75	0.84	0.94	0.5	0.12
0.77	0.86	0.91	0.5	0.18	0.89	0.92	0.92	0.25	0.33	0.87	0.93	0.96	0.5	0.12
0.55	0.78	0.85	0.5	0.18	0.9	0.94	0.95	0.25	0.33	0.75	0.93	0.97	0.5	0.12
0.65	0.75	0.92	0.5	0.18	0.9	0.93	0.93	0.25	0.33	0.78	0.91	0.91	0.5	0.12
0.68	0.76	0.93	0.5	0.18	0.86	0.97	0.97	0.25	0.33	0.71	0.83	0.94	0.5	0.12
0.75	0.95	0.96	0.333	0.22	0.82	0.91	0.94	0.25	0.33	0.59	0.79	0.87	0.5	0.12
0.55	0.88	0.89	0.333	0.22	0.88	0.9	0.92	0.25	0.33	0.65	0.86	0.94	0.5	0.12
0.43	0.84	0.84	0.333	0.22	0.87	0.92	1	1	0.13	0.74	0.83	0.95	0.5	0.12
0.25	0.74	0.74	0.333	0.22	0.94	0.96	1	1	0.13	0.76	0.88	0.9	0.5	0.12
0.85	0.92	0.96	1	0.08	0.94	0.98	1	1	0.13	0.82	0.88	0.88	0.5	0.12
0.84	0.95	0.99	1	0.08	0.88	0.97	0.99	1	0.13	0.79	0.91	0.92	0.5	0.12
0.78	0.92	0.96	1	0.08	0.87	0.97	1	1	0.13	0.69	0.91	0.95	0.5	0.12
0.87	0.89	0.92	1	0.08	0.96	0.96	1	1	0.13	0.81	0.84	0.88	0.5	0.12
0.81	0.92	0.95	1	0.08	0.94	0.95	0.99	1	0.13	0.79	0.93	0.94	0.25	0.33
0.88	0.92	0.96	1	0.08	0.97	0.97	0.99	1	0.13	0.93	0.96	0.96	0.25	0.33
0.91	0.96	0.96	1	0.08	0.96	0.99	1	1	0.13	0.79	0.91	0.92	0.25	0.33
0.9	0.92	0.92	1	0.08	0.95	0.97	1	1	0.13	0.86	0.92	0.95	0.25	0.33
0.89	0.92	0.98	1	0.08	0.9	0.95	1	1	0.13	0.86	0.91	0.91	0.25	0.33
0.83	0.89	0.97	1	0.08	0.94	0.96	1	1	0.13	0.81	0.91	0.91	0.25	0.33
0.41	0.63	0.83	0.75	0.06	0.82	0.92	0.94	1	0.06	0.79	0.93	0.96	1	0.08
0.59	0.74	0.88	0.75	0.06	0.8	0.93	0.97	1	0.06	0.89	0.93	0.98	1	0.08
0.46	0.67	0.87	0.75	0.06	0.6	0.77	0.96	1	0.06	0.87	0.89	0.96	1	0.08
0.67	0.81	0.92	0.75	0.06	0.73	0.86	0.9	1	0.06	0.84	0.96	0.98	1	0.08
0.53	0.79	0.88	0.75	0.06	0.57	0.72	0.94	1	0.06	0.93	0.97	0.97	1	0.08
0.39	0.77	0.83	1	0.04	0.77	0.85	0.91	0.8	0.07	0.93	0.96	0.98	1	0.08
0.52	0.79	0.88	1	0.04	0.65	0.89	0.91	0.8	0.07	0.91	0.96	0.96	1	0.08
0.53	0.79	0.88	1	0.04	0.45	0.74	0.86	0.8	0.07	0.79	0.91	0.95	1	0.08
0.63	0.88	0.91	1	0.04	0.36	0.64	0.83	0.8	0.07	0.83	0.9	0.97	1	0.08
0.51	0.85	0.94	1	0.04	0.47	0.84	0.91	0.8	0.07	0.79	0.93	0.95	1	0.08
0.55	0.87	0.89	1	0.04	0.68	0.77	0.95	0.667	0.08	0.86	0.9	0.94	1	0.08
0.61	0.78	0.83	1	0.04	0.53	0.84	0.88	0.667	0.08	0.83	0.94	0.96	1	0.08
0.63	0.84	0.88	1	0.04	0.51	0.82	0.83	0.333	0.14	0.88	0.93	0.97	1	0.08
0.51	0.88	0.91	1	0.04	0.29	0.74	0.82	0.333	0.14	0.88	0.94	0.94	1	0.08
0.64	0.79	0.84	1	0.04	0.31	0.69	0.7	0.333	0.14	0.91	0.94	0.94	1	0.08
0.56	0.76	0.9	1	0.04	0.43	0.73	0.78	0.333	0.14	0.91	0.94	0.99	1	0.08
0.46	0.77	0.8	1	0.04	0.36	0.77	0.8	0.333	0.14	0.84	0.89	0.91	1	0.08
0.5	0.82	0.89	1	0.04	0.51	0.83	0.86	0.333	0.14	0.85	0.93	0.97	1	0.08
0.51	0.77	0.84	1	0.04	0.31	0.68	0.68	0.333	0.14	0.79	0.85	0.93	1	0.08
0.69	0.89	0.93	1	0.04	0.33	0.74	0.76	0.333	0.14	0.86	0.89	0.95	1	0.08
0.57	0.9	0.93	1	0.04	0.45	0.77	0.82	0.333	0.14	0.84	0.94	0.98	1	0.08
0.57	0.8	0.91	1	0.04	0.28	0.8	0.82	0.333	0.14	0.89	0.95	0.97	1	0.08
0.63	0.77	0.79	1	0.04	0.49	0.78	0.83	0.333	0.14	0.91	0.94	0.97	1	0.08
0.32	0.77	0.84	1	0.04	0.32	0.77	0.84	0.75	0.06	0.83	0.91	0.94	1	0.08
0.47	0.78	0.89	1	0.04	0.45	0.64	0.84	0.75	0.06	0.88	0.94	0.94	1	0.08
0.59	0.86	0.91	1	0.04	0.53	0.69	0.91	0.75	0.06	0.88	0.92	0.99	1	0.08
0.6	0.77	0.83	1	0.04	0.65	0.79	0.92	0.75	0.06	0.9	0.95	0.98	1	0.08
0.47	0.79	0.88	1	0.04	0.54	0.73	0.92	0.75	0.06	0.8	0.81	0.95	1	0.08
0.52	0.85	0.88	1	0.04	0.69	0.87	0.93	0.75	0.06	0.71	0.71	0.93	1	0.08
0.52	0.87	0.9	0.8	0.05	0.56	0.77	0.89	0.75	0.06	0.85	0.84	0.91	0.75	0.1
0.65	0.84	0.9	0.8	0.05	0.47	0.78	0.89	0.75	0.06	0.74	0.91	0.93	0.75	0.1
0.54	0.91	0.93	0.8	0.05	0.55	0.75	0.9	0.75	0.06	0.66	0.93	0.94	0.75	0.1
0.51	0.79	0.83	0.8	0.05	0.52	0.78	0.89	0.75	0.06	0.49	0.83	0.9	0.75	0.1
0.63	0.75	0.91	0.8	0.05	0.43	0.66	0.91	0.75	0.06	0.77	0.95	0.95	0.75	0.1
0.52	0.75	0.79	0.8	0.05	0.66	0.88	0.95	0.75	0.06	0.84	0.92	0.95	0.75	0.1
0.51	0.86	0.89	0.8	0.05	0.52	0.71	0.9	0.75	0.06	0.77	0.9	0.97	0.75	0.1
0.54	0.89	0.92	0.8	0.05	0.47	0.67	0.86	0.75	0.06	0.66	0.9	0.96	0.75	0.1
0.55	0.8	0.86	0.8	0.05	0.56	0.72	0.91	0.75	0.06	0.84	0.87	0.94	0.75	0.1
0.92	0.98		0.5	0.24	0.54	0.69	0.92	0.75	0.06	0.74	0.91	0.93	0.75	0.1

DU	DUS	DUD	SR	SS	DU	DUS	DUD	SR	SS	DU	DUS	DUD	SR	SS
0.89	0.97		0.5	0.24	0.55	0.71	0.89	0.75	0.06	0.66	0.93	0.94	0.75	0.1
0.93	0.98		0.5	0.24	0.7	0.85	0.92	0.75	0.06	0.49	0.83	0.88	0.75	0.1
0.96	0.99		0.5	0.24	0.77	0.9	0.96	0.75	0.06	0.53	0.63	0.89	0.75	0.1
0.91	0.96		0.5	0.24	0.55	0.71	0.89	0.75	0.06	0.52	0.67	0.82	0.75	0.1
0.92	0.92		0.5	0.24	0.61	0.8	0.9	0.75	0.06	0.46	0.78	0.89	0.75	0.1
0.91	0.95		0.5	0.24	0.76	0.86	0.94	0.75	0.06	0.44	0.66	0.91	0.75	0.1
0.91	0.96		0.5	0.24	0.46	0.63	0.87	0.75	0.06	0.7	0.87	0.87	1	0.06
0.92	0.96		0.5	0.24	0.41	0.71	0.89	0.75	0.06	0.57	0.72	0.94	1	0.06

DU	DUS	SR	SS	DU	DUS	SR	SS	DU	DUS	SR	SS	DU	DUS	SR	SS
0.59	0.76	0.4	0.13	0.65	0.91	0.67	0.1	0.95	0.95	0.67	0.15	0.92	0.92	0.5	0.24
0.81	0.93	0.4	0.13	0.74	0.84	0.67	0.1	0.88	0.94	0.67	0.15	0.91	0.95	0.5	0.24
0.72	0.9	0.4	0.13	0.54	0.86	0.67	0.1	0.84	0.97	0.67	0.15	0.92	0.97	0.5	0.24
0.26	0.55	0.4	0.13	0.76	0.88	0.67	0.1	0.74	0.98	0.67	0.15	0.75	0.95	0.5	0.24
0.42	0.76	0.4	0.13	0.63	0.93	0.67	0.1	0.72	0.96	0.67	0.15	0.86	0.93	0.5	0.24
0.76	0.91	0.4	0.13	0.8	0.94	0.67	0.1	0.87	0.94	0.67	0.15	0.93	0.97	0.5	0.24
0.41	0.71	0.4	0.13	0.67	0.9	0.67	0.1	0.86	0.94	0.67	0.15	0.83	0.93	0.5	0.24
0.31	0.67	0.4	0.13	0.78	0.92	0.67	0.1	0.83	0.97	0.67	0.15	0.94	0.95	0.5	0.24
0.37	0.71	0.4	0.13	0.66	0.89	0.67	0.1	0.69	0.94	0.67	0.15	0.95	0.98	0.5	0.24
0.65	0.81	0.4	0.13	0.77	0.96	0.67	0.1	0.72	0.95	0.67	0.15	0.9	0.97	0.5	0.24
0.67	0.74	0.4	0.13	0.56	0.73	0.67	0.1	0.55	0.71	0.67	0.15	0.92	0.97	0.5	0.24
0.61	0.83	0.4	0.13	0.75	0.92	0.67	0.1	0.69	0.87	0.67	0.15	0.9	0.94	0.5	0.24
0.56	0.7	0.4	0.13	0.71	0.87	0.67	0.1	0.7	0.89	0.67	0.15	0.91	0.94	0.5	0.24
0.75	0.9	0.4	0.13	0.67	0.91	0.67	0.1	0.65	0.8	0.67	0.15	0.95	0.99	0.5	0.24
0.84	0.91	0.4	0.13	0.71	0.85	0.67	0.1	0.75	0.87	0.67	0.15	0.94	0.97	0.5	0.24
0.57	0.73	0.4	0.13	0.55	0.86	0.67	0.1	0.63	0.72	0.67	0.15	0.87	0.95	0.5	0.24
0.29	0.62	0.4	0.13	0.64	0.85	0.67	0.1	0.58	0.76	0.67	0.15	0.94	0.94	0.5	0.24
0.44	0.73	0.5	0.08	0.48	0.82	0.67	0.1	0.66	0.76	0.67	0.15	0.95	0.96	0.5	0.24
0.47	0.78	0.5	0.08	0.72	0.91	0.67	0.1	0.72	0.78	0.67	0.15	0.9	0.97	0.5	0.24
0.51	0.83	0.5	0.08	0.63	0.92	0.67	0.1	0.5	0.88	0.4	0.2	0.88	0.94	0.5	0.24
0.5	0.79	0.5	0.08	0.69	0.93	0.67	0.1	0.41	0.89	0.4	0.2	0.92	0.94	0.5	0.24
0.44	0.76	0.5	0.08	0.76	0.91	0.67	0.1	0.33	0.86	0.4	0.2	0.95	0.99	0.5	0.24
				0.62	0.88	0.67	0.1	0.2	0.74	0.4	0.2	0.88	0.91	0.5	0.24
				0.73	0.9	0.67	0.1	0.87	0.88	0.4	0.2	0.95	0.96	0.5	0.24
				0.82	0.94	0.67	0.1	0.85	0.91	0.4	0.2	0.91	0.96	0.5	0.24
				0.74	0.81	0.67	0.1	0.75	0.91	0.4	0.2	0.92	0.98	0.5	0.24
				0.56	0.71	0.67	0.1	0.53	0.86	0.4	0.2	0.92	0.96	0.5	0.24
				0.32	0.58	0.67	0.1	0.49	0.83	0.4	0.2	0.94	0.98	0.5	0.24
				0.5	0.66	0.67	0.1	0.51	0.91	0.4	0.2	0.93	0.97	0.5	0.24
				0.74	0.91	0.5	0.12	0.41	0.89	0.4	0.2	0.97	0.98	0.5	0.24
				0.54	0.85	0.5	0.12	0.33	0.86	0.4	0.2	0.91	0.96	0.5	0.24
				0.43	0.79	0.5	0.12	0.2	0.74	0.4	0.2	0.9	0.95	0.5	0.24
				0.66	0.85	0.83	0.05	0.41	0.88	0.29	0.23	0.51	0.83	0.167	0.41
				0.49	0.81	0.83	0.05	0.28	0.85	0.29	0.23	0.28	0.82	0.167	0.41
				0.65	0.85	0.4	0.13	0.18	0.83	0.29	0.23	0.5	0.83	0.167	0.41
				0.41	0.77	0.4	0.13	0.61	0.82	0.67	0.1	0.24	0.7	0.167	0.41
				0.71	0.85	0.4	0.13	0.66	0.84	0.67	0.1	0.31	0.82	0.167	0.41
				0.68	0.86	0.4	0.13	0.52	0.84	0.67	0.1	0.31	0.7	0.167	0.41
				0.49	0.75	0.4	0.13	0.74	0.86	0.67	0.1	0.46	0.78	0.167	0.41
				0.81	0.92	0.4	0.13	0.65	0.93	0.67	0.1	0.35	0.76	0.167	0.41
				0.59	0.72	0.4	0.13	0.74	0.94	0.67	0.1	0.48	0.82	0.167	0.41
				0.56	0.73	0.4	0.13	0.64	0.89	0.67	0.1	0.5	0.73	0.167	0.41
				0.79	0.89	0.4	0.13	0.77	0.92	0.67	0.1	0.84	0.91	0.667	0.15
				0.69	0.79	0.4	0.13	0.75	0.89	0.67	0.1	0.86	0.94	0.667	0.15
				0.41	0.77	0.4	0.13	0.68	0.92	0.67	0.1	0.83	0.97	0.667	0.15
				0.63	0.81	0.4	0.13	0.72	0.88	0.67	0.1	0.69	0.94	0.667	0.15
				0.72	0.83	0.4	0.13	0.83	0.94	0.67	0.1	0.72	0.95	0.667	0.15

Empirical Equations for Estimation of Water Distribution Uniformity Coefficient in Case of the Alternate Setting of Sprinkler Laterals

Haqqi I. Yasin h.alhamo@uomosul.edu.iq
Zeyad Ayoob Sulaiman z.alsinjari@yahoo.com
Ahmed A. M. Al-Ogaidi a.alogaidi@uomosul.edu.iq

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

Abstract

Among the operating and management practices that can increase the uniformity of water distribution in the portable sprinkler irrigation systems is the alternate setting of sprinkler laterals. Shifting the laterals by half the distance between laterals results in a single alternate set and shifting the laterals by half the distance between the sprinklers results in double alternate set. Data representing 66 patterns of water distribution for a single sprinkler of different types of sprinkler heads were used. By choosing many suitable sprinklers spacing and using Microsoft Excel to implement the field distribution that free of dry spots, the following coefficients were computed: uniformity coefficient, uniformity coefficient of single and double alternate set, distribution uniformity, distribution uniformity of single and double alternate set and coefficients related to sprinklers spacing. Then, using the nonlinear regression analysis provided in SPSS, empirical relationships were derived to estimate both the single and double uniformity coefficients and the single and double distribution uniformity with determination coefficients of 0.783, 0.810, 0.720, and 0.766, respectively. The spacing coefficients that lead to the maximum values of the different uniformity coefficients were determined based on inferred equations. In addition, the functions proposed in previous studies used in estimating the single and double uniformity coefficients with determination coefficients of 0.608 and 0.539, respectively as well as the single and double distribution uniformity coefficients with determination coefficients of 0.584 and 0.491, respectively showed low accuracy as compared with the ones proposed in the current study.

Keywords

Uniformity cofficient, Sprinkler lateral, Empirical equations