جامعة الموصل
كلية الهندسة

نموذج رياضياتي لمحاكاة توزيع المرشات على أنبوب الري بالرش المحوري

مؤمن فائز شريف صالح

رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الهندسة / جامعة الموصل وهي
جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في
هندسة السدود و الموارد المائية / ري وبزل

بإشراف

أ.د. أحمد يوسف حاچم

1438 هـ 2017 م

الملخص

أجريت هذه الدراسة لاستنباط نموذج حاسوبي يحاكي الكيفية التي يتم بها توزيع مياه الري بالرش من رؤوس المرشات لنظام الري بالرش المحوري ومن ثم استخدام هذا البرنامج في تحديد المواقع المثلى لرؤوس المرشات على امتداد أنبوب الرش بالشكل الذي يحقق أعلى درجة تناسق إرواء آخذين بنظر الاعتبار أنواع أنماط الرش لرؤوس مرشات منفردة تم تحديد فحص أنماطها تحت ظروف الحقل الفعلية (أنماط رش غير متناظرة بسبب تأثير الرياح).

تضمن البحث استخدام نمطين من رؤوس المرشات المنفردة، الاول بسرعة رياح 4.03 م/ثا والنمط الثاني بسرعة رياح 1.36 م/ثا، وكانت ارتفاع قصبة المرشة 300 سم في النمطين ،وبفرض طول أنبوب الرش المثبت عليه المرشات 150 م، ووزعت المرشات على طول الانبوب بثلاث حالات من التوزيع، الاولى باستخدام مبدأ تساوي مساحات الحلقات والتوزيع الثاني اعتمد على مبدأ تساوي مساحات الحلقات لكن بطريقة معينة من نهاية أنبوب الرش والتوزيع الثالث بالأعتماد على مبدأ الفواصل الثلاثة ،وبعدد مرشات 13,19 مرشة ،كذلك تضمن البحث دراسة التداخل بين التشبيك الثابت على الارض والتشبيك المتحرك (نمط المرشة) اثناء عملية الارواء وقياس العمق الكلي الملتقط من خلايا التشبيك الثابت وبالتالي قياس معدل العمق المتجمع في التشبيك الثابت وتناسق الارواء في الحقل وبفرض أربعة محاور للتشبيك الثابت على الارض المحور (الشمالي الشرقي) والمحور (الجنوب الشرقي) والمحور (الجنوبي الغربي) والمحور (الشمالي الغربي).

حيث أوضحت الدراسة ما يأتي:-

1. عند توزيع المرشات بعدد 13 مرشة بطريقة التوزيع العقلاني (مبدأ تساوي مساحات الحلقات) على نمط المرشة المنفردة ذات الرياح العالية 4.03 م/ثا وبنفس فواصل المرشات التي استخدمت في نمط المرشة المنفردة ذات الرياح الواطئة نسبيا 1.36 م/ثا كانت النتائج هي التالية: معامل التناسق على التشبيك الثابت 66.4% ومعدل معامل التناسق على المحاور المائلة 69.1% في حالة اعتماد بيانات العلب التي تجمع فيها ماء، اما في حالة اهمال الاعماق التي تقل عن ربع

المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء فان قيمة معامل التناسق على التشبيك الثابت 81.8% ومعدل تناسق الارواء على المحاور الاربعة 82.8%، وفي حالة اهمال الاعماق التي تقل عن نصف المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء كان تناسق الارواء على التشبيك الثابت 88.4% ومعدل معامل التناسق على المحاور المائلة 88.6%، علما ان هناك فرق كبير نسبيا في تناسق الارواء بين المحاور المائلة خاصة (بين المحور الشمالي الشرقي وبقية المحاور الاربعة) وضمن حالة اعتماد بيانات العلب التي تجمع فيها ماء وحالة اهمال الاعماق التي تقل عن ربع المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء، اما في حالة اهمال الاعماق التي تقل عن نصف المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء فان تناسق الارواء بين المحاور الاربعة متقارب اكثر من الحالتين اعلاه.

2. في حالة توزيع المرشات بعدد 19 مرشة بطول انبوب رش 150 م وبالتوزيع العقلاني وبفرض فاصلة بين المرش الاخير على بعد 150 م من المركز والمرش قبل الاخير ،والتقدم بتوزيع المرشات نحو المركز وباستخدام نمط المرش المنفرد ذات الرياح الواطئة 1.36 م/ثا فكانت النتائج هي التالية:

تناسق الارواء على التشبيك الثابت 60.5% ومعدل تناسق الارواء على المحاور المقترحة 64.3% في حالة اعتماد بيانات العلب التي تجمع فيها ماء، وفي حالة اهمال الاعماق التي تقل عن ربع المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء فكان هناك تحسن في تناسق الارواء على التشبيك الثابت 80.1% ومعدل تناسق الارواء على المحاور المائلة 78.5%، اما في حالة اهمال الاعماق التي تقل عن نصف المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء قيمة تناسق الارواء على التشبيك الثابت تساوي 87.1% ومعدل التناسق على المحاور المائلة الاربعة (المقترحة) 87.1%.

3. الفرق بتناسق الارواء بين المحاور الاربعة يزداد عند سرعة الرياح العالية وخاصة بحالة اعتماد بيانات الاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء وحالة اهمال الاعماق التي تقل عن ربع المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء، اما في حالة اهمال الاعماق التي تقل عن نصف.

المعدل العام للاعماق في العلب التي تجمع فيها ماء يكون الفرق بين تناسق الارواء اقل مما هو عليه في الحالتين اعلاه.

4. تناسق الارواء تحت ظروف الرياح العالية يكون اكبر (بقليـــل) مما هو عليه في الرياح الواطئة تحت نفس الظروف (ضغط 32م وتصريف 0.952 لتر بالثانية تقريبـا).
5. في نمط المرش المنفرد ذات الرياح العالية 4.03 م/ثا كان مقدار معدل الضغط 32 م ومعدل تصريف المرش المنفرد 0.952 لتر/ثا، اما في نمط المرش المنفرد ذات الرياح الواطئة 1.36 م/ثا فمعدل الضغط 31.75 م ومعدل التصريف 0.9485 لتر/ثا. في ظل هذه الظروف تناسق الارواء كان اكبر بقليل في نمط المرش الاول (الرياح عالية)، علما انه استخدم نفس الفواصل وبتوزيع عقلاني في نمطي المرش المنفرد.
6. الزيادة في عدد المرشات يحسن تناسق الارواء ضمن العمق المطلوب ايصاله للحقل لكن هذه الزيادة ما تلبث ان تبدأ بالتاثير على معامل التناسق وتؤدي الى تناقصه.
7. يؤثر توزيع المرشات على الاعماق الواصلة الى خلايا التشبيك الثابت (على الارض) ،لنمط المرشة ذات الرياح الواطئة 1.36 م/ثا استخدم فيه توزعين للمرشات تحت نفس الظروف (عدد المرشات ،طول الانبوب) واستنتج انه في حال توزيع المرشات بالاعتماد على مبدأ تساوي مساحات الحلقات فان اكبر عمق استلم من قبل خلايا التشبيك الثابت 16.4 ملم، بينما ازداد هذا العمق الى 19 ملم في حالة توزيع المرشات بطريقة الفواصل الثلاثة.

Abstract

This study was carried out to develop a computerized model that simulates how the spray irrigation water is distributed from sprinkler heads of a center pivot sprinkler irrigation system, and then using the developed program to determine the optimal positions of the sprinkler heads along the pipe in a way that achieves the highest degree of uniformity of irrigation. Different types of single sprinkler head spray patterns under different operating conditions were used in the study.

The research included using two patterns of single sprinklers heads: the first under wind speed 4.03 m/s and the second pattern at wind speed 1.36 m/s. The height of the sprinkler heads was 300 cm in the two patterns. The position of the sprinkler heads along the pipe was determined by three methods: the first method is based on the principle of equal ring areas, the second was based on the principle of equal loops but in a certain way from the end of the spray pipe, whereas the third distribution depended on the principle of the three joints with number of sprinklers of (13 and19). The research also included the study of the overlapping between the fixed grid on the ground and the moving grid of the sprinkler pattern on the rotating pipe during the process of irrigation and measuring the total depth of water accumulated at each fixed grid cells and then computing the uniformity of irrigation. The uniformity is calculated using all data cells on the ground and for data along selected radial arrays in the field such as the (north-east) axis, (south-east) axis, (south-west) axis and (north-west)axis.

The study revealed the followings:

1. In the distribution of sprinkler heads with 13 sprinklers in the rational distribution method (the principle of equal rings) in the model of single sprinkler with high winds 4.03 m / s and the same sprinklers separators

used in the model of single sprinkler with relatively low wind 1.36 m/s, the results were the following: the coefficient of uniformity on the fixed grid was 66.4% and the mean value of uniformity coefficient on inclined axes was 69.1% in the case of using all data with accumulated water depth in the cell greater than zero. For the case of neglecting the data with depths less than one fourth of the overall average of all depths of water falling on the field, the uniformity coefficient value of fixed grid was 81.8% and the average of irrigation uniformity on the four axis was 82.8%, and in the case of neglecting the depths that are less than one half of the overall average of depths in cans where water fell, the uniformity coefficient value of fixed grid was 88.4% and the average of uniformity coefficient on the slanted axes was 88.6%. However, there is a relatively large difference in the uniformity of irrigation between the inclined axis especially (between the north-east axis and the rest of the four axes) and the case of using the data of cans that water fell in and the case of neglecting the depths less than a quarter of the overall rate of depths in cans in which the water fell. However, in the case of neglecting the depths less than half of the general average of the depths in the cans in which water fell, the uniformity of irrigation between the four axis was more closer than the above two cases.

2. In the case of distributing the sprinklers with a number of 19 sprinkler heads 150 m length of a sprinkler pipe, and rational distribution supposing a separation between the final sprinkler, 150 meters from the center, and the one before the last. And by going on distributing the sprinklers towards the center and using the low-wind 1.36 m/s, single spray pattern, the results were the followings:

The uniformity of irrigation on the fixed grid was 60.5% and the rate of uniformity of irrigation on the proposed axes was 64.3% in the case of

adopting the data of the cans in which the water fell. In the case of neglecting the depths less than a quarter of the general average depth of the cans in which water fell, there was an improvement in the uniformity of irrigation on the fixed grid 80.1% and the average of uniformity of irrigation on the slanted axes was 78.5%. While in the case of neglecting the depths of less than half of the general average of the depths of the cans in which water fell, the uniformity of irrigation on the fixed grid equals 87.1% and the average uniformity on the four proposed slanted axles was 87.1%.

3. The difference in the uniformity of irrigation between the four axes increases at high wind speed, especially in the case of adopting the depths data in cans in which water fell and the case of neglecting the depths which are less than a quarter of the overall average of the depths in cans in which water fell. However, in the case of neglecting the depths less than one half of the over-all average of the depth of the cans in which the water fell, the difference between the uniformity of irrigation becomes lower than in the above two cases.

4. The uniformity of irrigation under high wind conditions is slightly greater than that in the low winds under the same conditions (pressure 32 m and discharge 0.952 liters per second).

5. In single sprinkler pattern at high winds 4.03 m/s, the average pressure was 32 m and the average discharge of single sprinkler was 0.952 l /s, while in the single sprinkler pattern with low winds 1.36 m/s, the average pressure was 31.75 m and average discharge was 0.9485 l/s. Under these conditions, the irrigation uniformity was slightly higher than in the first sprinkler type (high winds), using the same intervals and rational distribution in the two sprinkler patterns.

6. The increase in number of sprinkler heads improves the uniformity of irrigation within the depth required to be delivered to the field, but this increase begins soon to affect the coefficient of uniformity and lead to decreasing it.

7. The distribution of sprinkler heads affects on the depths delivered to fixed grid cells (on the ground), the low wind-pattern sprinkler 1.36 m/s, two distributions of sprinklers were used under the same conditions (number of sprinklers, pipe length). It was concluded that distributing sprinkler heads based on the principle of the equalization of rings areas, the largest depth received by fixed grid cells was 16.4 mm, while this depth increased to 19 mm in the case of distributing sprinklers using the concept of three pre-selected spacing.

University of Mosul
College of Engineering

A Mathematical Model to Simulate Sprinkler Heads Distribution along Center pivot Sprinkler Irrigation Pipe

Moamin Faeez Shareef Salih

M.Sc. Thesis
Dams and Water Resources Engineering/ Irrigation

Supervised by

Prof. Dr. Ahmed Y. Hachum

2017 A.D. **1438 A.H.**