

إيجاد كفاءة الخزن ومعامل العجز للتوزيع الخطي لأعماق الارتشاح

حقي إسماعيل ياسين

قسم هندسة الموارد المائية، جامعة الموصل، الموصل، نينوى، العراق

الخلاصة

تم استخدام تعاريف معاملات تقييم أداء منظومات الري كفاءة وكفاية وتناسق الإرواء إضافة إلى كفاءة الخزن ومعامل العجز و فواقد الغمر العميق وبعتماد التوزيع الخطي لأعماق الارتشاح وللحالات التي يتقاطع فيها خط توزيع الأعماق مع عمق المطلوب ضمن المنطقة الجذرية، تم إيجاد مجموعة معادلات للتعبير عن كل من كفاءة الخزن ومعامل العجز كدالة لكل من كفاية الإرواء وتناسق الإرواء ودالة لكل من كفاية الإرواء وكفاءة الإرواء ودالة لكل من كفاية الإرواء و فواقد الغمر العميق. حيث ذلك يؤدي إلى سهولة استخدام وتوظيف هذه المعاملات سواء في تقييم منظومات الري أو متابعة أعماق الارتشاح داخل المنطقة الجذرية لمحصول معين خلال موسم النمو لإيجاد دالة الإنتاجية.

الكلمات الدالة: توزيع أعماق الارتشاح، كفاءة الخزن، معامل العجز، التوزيع الخطي.

Determining the Storage Efficiency and Deficit Coefficient for Linear Distribution of Infiltration Depths

Abstract

This study used the definitions of irrigation systems evaluation parameters: application efficiency; application adequacy and application uniformity, in addition to the storage efficiency, the deficit coefficient and deep percolation losses. It was adopted the linear distribution of the infiltration depths for cases that intersects the line of the distribution infiltration depths with the depth required in the root zone. It was determined a several equations for the expression of each of the storage efficiency and deficit coefficient first: as a function of both the application adequacy and application uniformity second: as function of both the application adequacy and application efficiency third: as function of both the application adequacy and deep percolation losses. These equations lead to ease of use and recruitment of these transactions, both in the evaluation of irrigation systems or follow-up infiltration depths within the root zone leaching of a particular crop during the growing season to find a function of productivity.

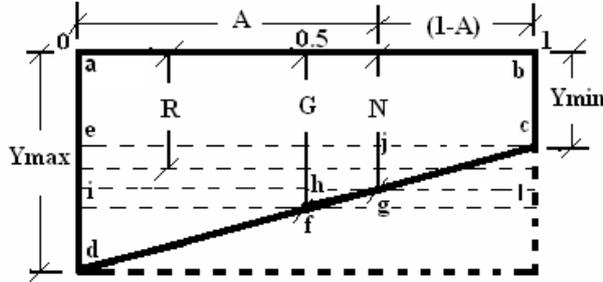
Keywords: Infiltration depths distribution, Storage efficiency, Deficit coefficient, Linear distribution.

المقدمة

الإرواء (Adequacy Application) وهي نسبة المساحة التي تستلم عمق إرواء يساوي أو أكبر من صافي عمق الري (ماء الإرواء المطلوب في المنطقة الجذرية) إلى المساحة الكلية، وتناسق الإرواء (Application Uniformity) وهو ما يعبر عن انتظام توزيع مياه الري، وكفاءة الخزن (Storage Efficiency) هي نسبة كمية المياه المخزونة إلى المطلوبة في المنطقة الجذرية، ومعامل العجز (Deficit Coefficient) هو نسبة كمية العجز في ماء الإرواء إلى ماء الإرواء

هنالك العديد من المعاملات التي تستخدم لتوصيف خصائص أداء منظومة الري، إضافة إلى ما يتعلق بمتابعة أعماق الارتشاح داخل المنطقة الجذرية لمحصول معين خلال موسم النمو والنتيجة من إضافة ماء الإرواء والفقء بالاستهلاك المائي والغمر العميق. من هذه المعاملات كفاءة الإرواء (Application Efficiency) والتي تمثل نسبة مياه الري التي تخزن ضمن المنطقة الجذرية إلى كمية المياه المعطاة من فتحات منظومة الري، وكفاية

كفاءة الإرواء، ES كفاءة الخزن، DC معامل العجز، P فواقد الغمر العميق. وطبقاً للتعريف أعلاه فإن كفاءة الإرواء $[E=a_1/(a_1+a_2)]$ ، وكفاءة الخزن $[ES=a_1/(a_1+a_3)]$ ، ومعامل العجز $[DC=a_3/(a_1+a_3)]$ ، وفواقد الغمر العميق $[P=a_2/(a_1+a_2)]$.



الشكل (1): التوزيع الخطي Linear Distribution

ويمكن التعبير عن معامل التناسق لأعماق الارتشاح في حالة التوزيع الخطي بالصيغة الآتية (حاجم وياسين) [4]، [5] (Karmeli):

$$UC = 1 - 0.25(Y_{max} - Y_{min}) / G \quad (1)$$

حيث Y_{max} و Y_{min} هما العمق الأقصى والأدنى لأعماق الارتشاح بالتوزيع الخطي، كما يمكن التعبير عن كفاءة الخزن بالآتي:

$$ES = R / N \quad (2)$$

حيث N العمق المطلوب ضمن المنطقة الجذرية (صافي عمق الري) وأن R هو معدل العمق المفيد ضمن المنطقة الجذرية والذي يمكن التعبير عنه بالآتي:

$$R = N * A + (N + Y_{min})(1 - A) / 2 \quad (3)$$

وبالتعويض عن قيمة R من المعادلة 3 في المعادلة 2 ينتج الآتي:

$$ES = \frac{N * A + (N + Y_{min})(1 - A) / 2}{N} \quad (4)$$

ومن تشابه المثلثات gcj و fgh و dce والمعادلة 1 فإن:

$$\frac{N - Y_{min}}{1 - A} = \frac{G - N}{A - 0.5} = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{1} = 4G(1 - UC) \quad (5)$$

المطلوبة في المنطقة الجذرية، والغمر العميق (Deep Percolation) هي نسبة ماء الإرواء المتغلغلة أسفل المنطقة الجذرية إلى كمية المياه المعطاة. تم التعبير عن كل من النسبة المئوية للعجز وفواقد الغمر العميق في التوزيع الخطي كدالة لكل من معامل التناسق (Variation Coefficient) ومعدل عمق الإرواء وعمق ماء الإرواء المطلوب في المنطقة الجذرية (Amer & Amer) [1]. كما تم التعبير عن معامل العجز كدالة لكل من معامل تناسق كرسنتسن و عمق الإرواء وعمق ماء الإرواء المطلوب في المنطقة الجذرية باعتماد التوزيع الطبيعي لأعماق الارتشاح الناتجة من منظومة ري بالرش (Mantovani et al.) [2]. وقدم (ياسين) [3] معيار إضافي لتقييم أداء منظومات الري يمثل معامل تناسق للعمق المفيد في مياه الري المخزون ضمن المنطقة الجذرية كدالة لكل من كفاية الإرواء ومعامل التناسق لأعماق الارتشاح وذلك في حالتي التوزيع الخطي و التوزيع الطبيعي لأعماق الارتشاح. يهدف البحث إلى إيجاد مجموعة علاقات تعبر عن كل من كفاءة الخزن ومعامل العجز للتوزيع الخطي كدالة لكل من كفاية الإرواء وتناسق الإرواء ودالة لكل من كفاية الإرواء وكفاءة الإرواء ودالة لكل من كفاية الإرواء وفواقد الغمر العميق، حيث ذلك يؤدي إلى سهولة استخدام وتوظيف هذه المعاملات سواء في تقييم منظومات الري أو متابعة أعماق الارتشاح داخل المنطقة الجذرية لمحصول معين خلال موسم النمو لإيجاد دالة الإنتاجية.

التوزيع الخطي لأعماق الارتشاح

بيّنت الدراسات حول توزيع أعماق الارتشاح أو الإرواء ضمن المساحة المرواة أن توزيع أعماق الارتشاح مع المساحة هما التوزيع الخطي (Linear Distribution) والتوزيع الطبيعي (Normal Distribution)، وعند التعبير عن المساحة بدلالة طول مضمار الري في الري السطحي وفي حالة الترب المتجانسة وانحدار الري ثابت فإن توزيع أعماق الارتشاح على امتداد مضمار الري أقرب إلى التوزيع الخطي منه إلى التوزيع الطبيعي (حاجم وياسين) [4]. في الشكل (1) حيث يمثل المحور العلوي للشكل نسبة المساحة أو طول مضمار الري المستلم للعمق المعني أو أكثر والمحور العمودي لأعماق الارتشاح. المساحة abcd تمثل ماء الإرواء، والمساحة abcgi تمثل الماء المخزون ضمن المنطقة الجذرية (a_1)، والمساحة gid تمثل المياه الضائعة كغمر عميق خارج المنطقة الجذرية (a_2) بافتراض عدم وجود ضائعات أخرى، والمساحة glc تمثل العجز في ماء الإرواء (a_3).

A كفاية الإرواء، G معدل عمق ماء الإرواء، N صافي عمق الري، UC معامل تناسق توزيع مياه الري، E

ومن المعادلة 5 ينتج:

$$E = 1 - P \quad \dots\dots\dots(15)$$

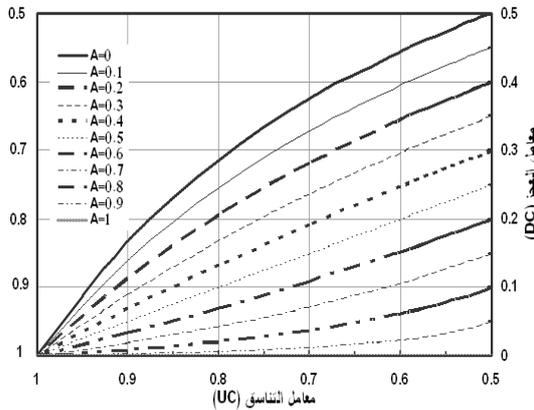
وبالتعويض عن قيمة E من المعادلة 15 في كل من المعادلتين 11 و 14 ينتج الأتي:

$$ES = \frac{A^2(1-P)}{A^2 - 2P(A-0.5)} \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$DC = \frac{P(1-A)^2}{A^2 - 2P(A-0.5)} \quad \dots\dots\dots(17)$$

النتائج و المناقشة

في هذا البحث تم استخدام تعاريف معاملات تقييم أداء منظومات الري وبعتماد التوزيع الخطي للحالات التي يتقاطع فيها خط توزيع الأعماق مع عمق المطلوب ضمن المنطقة الجذرية أي مع صافي عمق الري. فقد تم إيجاد كل من كفاءة الخزن ومعامل العجز كدالة لكل من كفاية الإرواء وتناسق الإرواء المعبر عنهما بالمعادلتين 9 و 13، ويوضح الشكل (2) تغير كل من معامل العجز وكفاءة الخزن مع معامل تناسق الإرواء لقيم مختلفة لكفاية الإرواء طبقاً للمعادلتين 9 و 13.



الشكل (2) تغير كل من معامل العجز وكفاءة الخزن مع معامل تناسق الإرواء لقيم مختلفة لكفاية الإرواء

وتم إيجاد كل من كفاءة الخزن ومعامل العجز كدالة لكل من كفاية الإرواء وكفاءة الإرواء والمعبر عنهما بالمعادلتين 11 و 14، وإيجاد كل من كفاءة الخزن ومعامل العجز كدالة لكل من كفاية الإرواء و فواقد الغمر العميق والمعبر عنهما بالمعادلتين 16 و 17، ويوضح الشكل (2) تغير كل من معامل العجز وكفاءة الخزن مع كل من كفاءة الإرواء والغمر العميق لقيم مختلفة لكفاية

$$Y_{\min} = N - 4G(1-UC)(1-A) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$N = G - 4G(1-UC)(A-0.5) \quad \dots\dots\dots(7)$$

وبالتعويض عن قيمة Y_{\min} من المعادلة 6 في المعادلة 4 ينتج:

$$ES = \frac{N - 2G(1-UC)(1-A)^2}{N} \quad \dots\dots\dots(8)$$

وبالتعويض عن قيمة N من المعادلة 7 في المعادلة 8 ينتج:

$$ES = \frac{1 - 2A^2(1-UC)}{1 - 4(1-UC)(A-0.5)} \quad \dots\dots\dots(9)$$

وكما معروف فإن العلاقة بين كل من كفاءة وكفاية ومعامل تناسق الإرواء يمكن إيجاده بسهولة من تشابه المثلثات في حالة التوزيع الخطي لأعماق الارتشاح وبالصيغة الآتية:

$$E = \left\{ 1 - 2A^2(1-UC) \right\} \quad \dots\dots\dots(10)$$

ومن المعادلتين 9 و 10 فان:

$$ES = \frac{A^2 E}{(1-A)^2 + E(2A-1)} \quad \dots\dots\dots(11)$$

ويمكن التعبير عن معامل العجز أو النقص (deficit coefficient) بالآتي:

$$DC = 1 - ES \quad \dots\dots\dots(12)$$

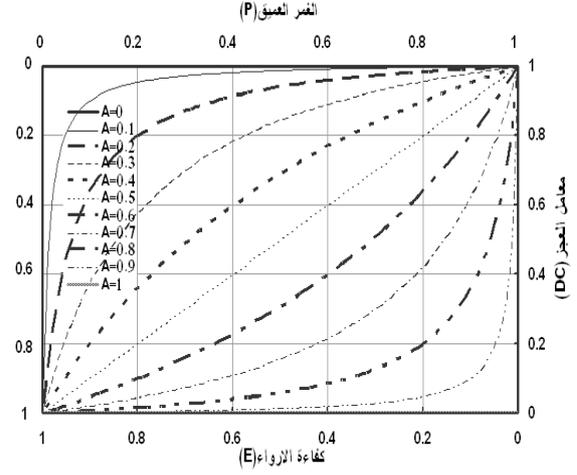
وبالتعويض عن قيمة ES من المعادلة 9 في المعادلة 12 ينتج:

$$DC = \frac{2(1-UC)(1-A)^2}{1 - 4(1-UC)(A-0.5)} \quad \dots\dots\dots(13)$$

وبالتعويض عن قيمة ES من المعادلة 11 في المعادلة 12 ينتج:

$$DC = \frac{(1-E)(1-A)^2}{(1-A)^2 + E(2A-1)} \quad \dots\dots\dots(14)$$

الإرواء طبقاً للمعادلات 11 و14 و16 و17. إن باعتماد المعادلات أعلاه أو الشكلان (2) و(3) يمكن التعامل مع المعايير المعتمدة في تحديد أداء منظومة الري.



الشكل (3) تغير كل من معامل العجز وكفاءة الخزن مع كل من كفاءة الإرواء والغمر العميق لقيم مختلفة لكفاية الإرواء

المصادر

- 1- Amer, A.M. and Kamal H. Amer, "Surface Irrigation Management in Relation to Water Infiltration and Distribution in Soils", Soil & Water Resources 5(3):75-87, 2010.
- 2- Mantovani, E. C., Gregório G. Faccioli, Brauliro G. Leal, Luis C. Costa, Antônio A. Soares¹ & Paulo S. L. Freitas, "Determining the Deficit Coefficient as a Function of Irrigation Depth and Distribution Uniformity", Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 14 (3): 253-260, 2010.
- 3- ياسين، حقي إسماعيل ، "تناسق توزيع الماء في المنطقة الجذرية"، مجلة هندسة الرافدين، المجلد (19)، العدد(5)، جامعة الموصل، 2011.
- 4- حاجم، أحمد يوسف و ياسين، حقي إسماعيل، "هندسة نظم الري الحقلية"، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 1992.
- 5- Karmeli D. "Estimating Sprinkler Distribution Patterns Using Linear Regression", Transactions of the ASAE 21 (4): 682-686, 1978.