تطوير معادلات تخمين فواقد رذاذ نظم الري بالرش الثابتة في العراق

نوال محمد ججو ــ أستاذ مساعد
قسم هندسة الموارد المائية / كلية الهندسة / جامعة الموصل

الخلاصة

اجريت محليا في العراق العديد من الدراسات الميدانية حول موضوع فواقد رذاذ الري بالرش كان أولها عام 1980 وآخرها عام 2008 وقدمت العديد من المعادلات لتخمين هذه الفواقد إلا ان معظم هذه الدراسات اعتمدت مديات ضيقة او صغيرة للعديد من المتغيرات والعوامل التي تضمنتها المعادلات المقترحة مما يشكل خطورة في تعميم مثل هذه المعادلات حيث قد ينجم من تطبيقها اخطاء جسيمة في حقل العمل. ثم أن هناك مشكلة احتمالية عدم توفر قيم أو بيانات لبعض العوامل أو المتغيرات الداخلة في هذه المعادلات مما يتعذر في مثل هذه الحالة تطبيق المعادلة، لذا قدم البحث الحالي حزمة من المعادلات التخمينية المطورة (14 معادلة) بحيث يمكن تخمين فواقد رذاذ الري بالرش في حالة توفر متغير واحد أو أكثر من المتغيرات الرئيسة: درجة الحرارة، سرعة الريح، الرطوبة النسبية، قطر مبثق المرشة، وشحنة الضغط التشغيلي. وقد تم اعتماد كافة البيانات المتوفرة سابقا" حول الموضوع وما توفر عنه في السنوات الأخيرة مما يجعل هذه المعادلات أكثر دقة وشمولية.

كلمات دالة: الري بالرش، فواقد رذاذ الرش، الري بالرش في العراق، تخمين فواقد رذاذ الري بالرش.

Improved Equations for Estimating Spray Losses of Fixed Sprinkler Irrigation Systems in Iraq

Nawal M. Jajoo - Assistant Professor

Water Resources Engineering Dept., Engineering College, Mosul University

Abstract

Many local field studies on sprinkler spray losses in Iraq have been conducted, the first was in 1980 and the latest is in 2008. Many equations to estimate these losses have been proposed. But, most of these studies depended on narrow ranges in the values of the parameters and variables involved. Therefore, there may be great risk in applying these equations in the design and management of sprinkler irrigation systems. Add to that, the problem of unavailability of data for some of the variables involved which makes the use of these equations impossible. Thus, this study presented a group of 14 prediction equations for the sprinkler spray losses, so that it becomes possible to estimate these losses if one or more of the following main variables is available: air temperature, wind speed, relative humidity, nozzle size, and operating pressure head. The derivation of the proposed equations depends on all available local field data, thus making these equations more accurate and general.

Key words: Sprinkler irrigation, sprinkler spray losses, sprinkler irrigation in Iraq.

أستلم في 2008/6/16 **قبل في 2008/10/9**

المقدمة

تعد مسألة الفواقد المائية العالية نسبيا" من رذاذ الري بالرش من أكبر المشاكل والصعوبات التي تواجه تطور وتوسع استخدام الري بالرش في المناطق الجافة كالعراق. فكلما زادت نسبة هذه الفواقد قلت كفاءة الارواء وبنفس النسبة تقريبا (Keller and Bliesner, 1990). ويعد فهم العوامل التي تؤثر في فواقد رذاذ الرش (التبخر + الأنجراف بالرياح) في الري بالرش ذو اهمية بالغة في تطوير استراتيجيات و تقانات ترشيد استهلاك المياه ورفع كفاءة استخدامها. ولقد اهتم الباحثون بهذا الموضوع خصوصا" في المناطق الجافة شحيحة المياه وذلك بسبب النسبة العالية لفواقد رذاذ الري بالرش فيها. تشمل الفواقد المائية من رذاذ الري بالرش مركبتين أساسيتين، الاولى التبخر من القطرات المائية اثناء طيرانها او حركتها في الهواء والثانية القطرات المائية الناعمة جدا والتي تجرفها تيارات الهواء وتحملها بعيدا الى خارج الحقل. وعليه بات من الضروري تخمين هذه الفواقد لاغراض تصميم وتقييم وتطوير نظم الري بالرش بوجه عام. وقد اجريت عدة دراسات حول موضوع فواقد رذاذ الرش اتفقت معظمها على ان من الصعب في الحقل الفصل بين فواقد التبخر وفواقد انجراف القطرات بتيارات الهواء. ومن ابرز العوامل التي تؤثر في فواقد رذاذ الري بالرش سرعة الريح ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية، وقطر فوهة المبثق، والضغط التشغيلي عند مبثق المرشات. وقد شمل عدد من هذه الدراسات عوامل اخرى مثل درجة حرارة الماء، الضغط الجوي، وضغط بخار الماء، والحرارة الكامنة للتبخر، والتعجيل الارضي. ولقد قدم العديد من الباحثين نماذج محاكاة رياضياتية وكذلك احصائية لتخمين فواقد رذاذ الرش بدلالة العوامل المناخية وخصائص المرشات فضلا" عن العوامل التشغيلية لمنظومة الري بالرش (ججو، 1993 و Ortega et al., 2000 و Lorenzini, 2002 و Lorenzini and De Wrachien, 2005 و Al-Jumaily and Abdul-Kader, 2008). ولعل من أهم فوائد هذه البحوث هو في تخمين كفاءة الأرواء لأغراض تصميم وإدارة منظومة الري فضلا" عن تحديد وقت الأرواء بدلالة الظروف التشغيلية والبيئية وذلك لتقليل فواقد التبخر والأنجراف بالرياح الى اقل حد ممكن.

اجريت محليا (في العراق) ست دراسات ميدانية حول هذا الموضوع كان اولها دراسة (Ahmed, 1980) في مندلي تلتها دراسة (Abed, 1985) في الموصل بعدها دراسة (Hachum and Jajjo, 1986) في الموصل ثم تلتها دراسة (Dawood and Hamad, 1987) في بغداد ثم دراسة (ججو، 1993) وأخيرا" دراسة (Al-Jumaily and Abdul-Kader, 2008) في بغداد. قدمت كل دراسة من هذه الدراسات طريقة او معادلة لتخمين فواقد رذاذ الرش وادعت كل دراسة ايضا بان المعادلة المستنبطة او المقترحة فيها مقبولة او صالحة للتطبيق في المجالات العملية المتعلقة بتصميم وتشغيل وتطوير نظم الري بالرش. الا ان هذا لايمكن ان يكون صحيحا لان معظم هذه الدراسات اعتمدت مديات ضيقة او صغيرة للعديد من المتغيرات والعوامل التي تضمنتها المعادلات المقترحة. اضف الى ذلك الخطورة في تعميم مثل هذه المعادلات حيث قد ينجم من تطبيقها او اعتمادها اخطاء جسيمة في حقل العمل. ثم أن هناك مشكلة احتمالية عدم توفر قيم أو بيانات لبعض العوامل أو المتغيرات الداخلة في هذه المعادلات مما يتعذر في مثل هذه الحالة تطبيق المعادلة لذا استهدف البحث الحالي ما يلي:

- تطوير حزمة من المعادلات التخمينية لفواقد رذاذ الري بالرش بحيث يمكن تخمين الفواقد في حالة توفر متغير واحد أو أكثر من المتغيرات الرئيسة: درجة الحرارة، سرعة الريح، الرطوبة النسبية، قطر مبثق المرشة، وشحنة الضغط التشغيلي.
- اعتماد كافة البيانات المتوفرة سابقا" حول الموضوع وما توفر عنه في السنوات الأخيرة مما يجعل من هذه المعادلات أكثر دقة وشمولية.

استنباط المعادلات

إتضح من مراجعة البحوث السابقة حول الموضوع بأن الصيغة العامة التالية هي الأكثر قبولا" ودقة لمعادلة تخمين فواقد رذاذ الري بالرش:

$$SSL = C\prod_{i=1}^{i=n} X_i^{\lambda_i} \qquad (1)$$

حيث أن :

SSL = فواقد رذاذ الري بالرش (%)

C = ثابت أو معامل المعادلة

X = متغير أو عامل يؤثر في الفواقد ويشمل المتغيرات المناخية، خصائص المرشة، وعوامل التشغيل

λ = أس المتغير X ويعكس تأثير ومدى تأثير ذلك المتغير في SSL

i = عداد

n = عدد المتغيرات في المعادلة.

إن البيانات المحلية المتوفرة من التجارب الحقلية لفواقد رذاذ الري بالرش للمنظومات الثابتة (أي المنظومات التي تكون فيها المرشات ثابتة في موقعها أثناء الرش) في العراق تحتوي على العديد من المتغيرات المناخية والفنية والتشغيلية. فقسم من التجارب قيس فيها تصريف المرشة بينما لم يتم قياس ذلك في تجارب بحوث أخرى. كذلك قيس في بعض التجارب العجز في ضغط بخار الماء (vapor pressure deficit) بينما قيس في تجارب أخرى الرطوبة النسبية ولم يقاس العجز في ضغط بخار الماء. وحيث أن هناك علاقات تربط العجز في ضغط بخار الماء و الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء وكذلك علاقات تربط تصريف المرشة مع شحنة الضغط وقطر فوهة المرشة فقد تم استخدام هاتيين العلاقتيين لتوحيد المتغيرات بين كافة التجارب الحقلية بالنسبة للمتغيرات الموجودة في تجربة ولكنها غير موجودة في تجربة أخرى. وقد بلغ عدد فحوصات كافة التجارب المتوفرة محليا" على فواقد رذاذ الرش بحدود المائة فحص (Ahmed, 1980 و Abed, 1985 و Yasin, 1985 و Dawood and Hamad, 1987).

بأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة (1)، نحصل على معادلة خطية بالصيغة التالية:

$$Z = a + \sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i w_i \qquad (2)$$

والتي فيها:

$\log(SSL)$ = Z

$\log(X_i)$ = w_i

log C = ثابت = a

وبهذا يمكن استخدام طريقة مجموع المربعات الصغرى (Least square method) في توفيق المنحنيات لأيجاد أفضل قيم لـــ a و λ_i ولكل حالة حسب عدد المتغيرات. وقد تم استنباط 14 معادلة تربط ضائعات رذاذ الري بالرش مع مختلف عوامل المناخ (الحرارة، الريح، الرطوبة) وعوامل تشغيل المنظومة (الضغط، قطر المبثق). وبهذا يمكن تخمين ضائعات الري بالرش باعتماد أي عدد من هذه المتغيرات تبعا" لما هو متوفر من بيانات في الموقع. وقد تم اعتماد المعيار الأحصائي RMSD (الجذر التربيعي لمعدل مربع الأنحرافات) Root Mean Square Deviation كمعامل للدقة يحسب بموجب المعادلة التالية:

$$RMSD = \{[\sum_{i=1}^{i=n}(SSL_{predicted} - SSL_{measured})^2]/n\}^{1/2} \qquad (3)$$

وقد تم الإستعانة بالبرنامج الحاسوبي MATLAB 7.0 في التحليل واستنباط المعادلات.

النتائج والمناقشة

يعرض الجدول 1 تفاصيل المعادلات الأربعة عشر التي تم الحصول عليها مع المعيار الأحصـــائي RMSD لكل معادلة. يتضح من الجدول المذكور أن قيمة المعيار RMSD تقل نزولا" في الجدول، أي أن دقة معادلـــة تخمـــين الفواقد تزداد كلما زاد عدد المتغيرات الداخلة في المعادلة. أما في حالة المعادلات التي تحوي متغيـــرا" واحـــدا" فـــإن المتغير الأكثر تأثيرا" في فواقد رذاذ الرش هو الذي تعطي معادلته أقل قيمة للمعيار RMSD. وتعد المعادلة الأخيـــرة في الجدول 1 هي الأكثر دقة والمعبرة عن كل ما متوفر للدراسة الحالية من بيانات عن فواقد رذاذ الري بـــالرش فـــي العراق للنظم الثابتة. وبصورة عامة يمكن القول بإن هذه المعادلة تعطي تقديرات للنسبة المئويـــة لفواقـــد رذاذ الـــرش تختلف بحدود ±4.5% عن قيم الفواقد المقاسة. وللمزيد من الأيضاح، يبين الشكل 1 نسبة فواقد رذاذ الرش المحســـوبة بموجب المعادلة الأخيرة في الجدول 1 مع نسبة فواقد رذاذ الرش المقاسة في التجارب. نلاحظ تقارب النقـــاط حـــول خط المساواة(1 : 1) مما يدلل بأن المعادلة ذات دقة جيدة ومقبولة من الناحية العملية.

الجدول رقم (1): خلاصة بالمعادلات المستنبطة مع قيم المعيار الأحصائي RMSD.

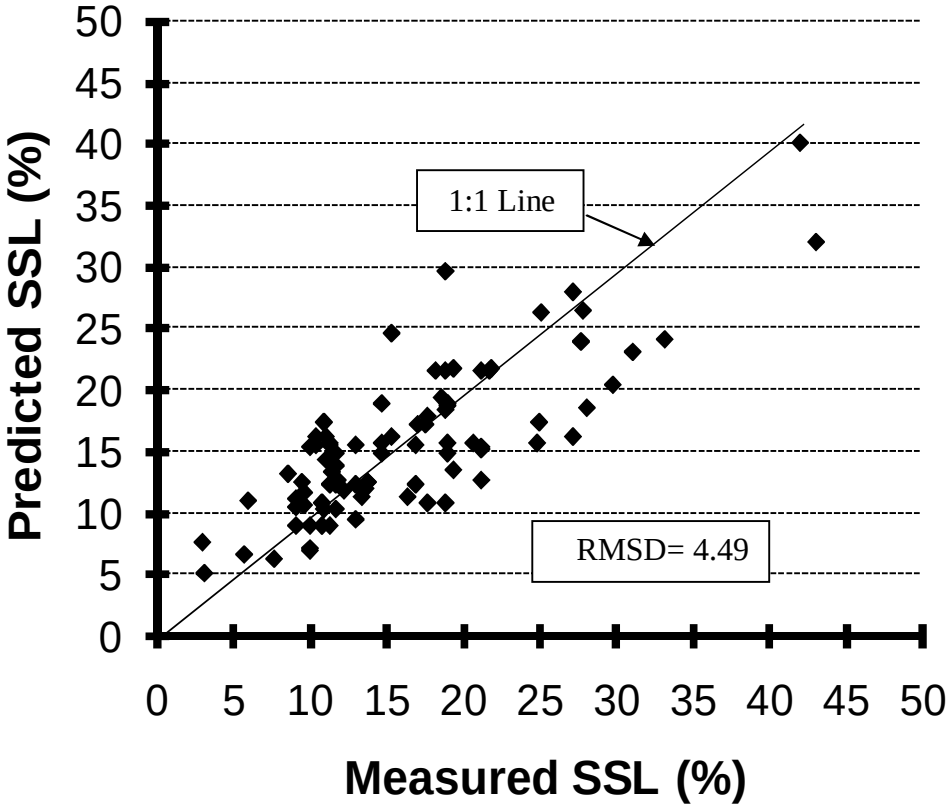
رقم المعادلة	المعادلة	RMSD
1	$SSL = 2.9247\ T^{0.4912}$	7.32
2	$SSL = 10.63W^{0.3434}$	6.84
3	$SSL = 413.59\ RH^{-0.9421}$	6.38
4	$SSL = 3.035\ T^{0.3827}\ W^{0.3082}$	6.66
5	$SSL = 172.31\ T^{0.1730}\ RH^{-0.8589}$	6.37
6	$SSL = 180.65\ W^{0.2313}\ RH^{-0.7762}$	6.05
7	$SSL = 86.09\ T^{0.149}\ W^{0.2276}\ RH^{-0.7071}$	6.05
8	$SSL = 0.1439\ T^{1.3025}\ PH^{0.4991}\ NOZ^{-0.6939}$	6.12
9	$SSL = 2.2175\ W^{0.3804}\ PH^{0.4491}\ NOZ^{0.068}$	6.75
10	$SSL = 156.471\ RH^{-1.1222}\ PH^{0.5134}\ NOZ^{-0.5032}$	5.53
11	$SSL = 4.9511\ T^{0.9127}\ RH^{-0.7919}\ PH^{0.5606}\ NOZ^{-0.5032}$	5.04
12	$SSL = 0.1246\ T^{1.1506}\ W^{0.2962}\ PH^{0.5439}\ NOZ^{-0.5867}$	5.14
13	$SSL = 56.34\ W^{0.2527}\ RH^{-0.9465}\ PH^{0.5423}\ NOZ^{0.024}$	5.37
14	$SSL = 2.3891\ T^{0.8454}\ W^{0.2934}\ RH^{-0.7271}\ PH^{0.6498}\ NOZ^{-0.4526}$	4.49

SSL = النسبة المئوية لفواقد رذاذ الرش؛ **T** = درجة حرارة الهواء (C^o)؛ **RH** =الرطوبة النسبية للهواء (%)؛
W = سرعة الريح (م/ ثا)؛ **PH** = شحنة الضغط التشغيلي للمرشه (م)؛ **NOZ** = قطر فوهة مبثق المرشة (ملم).

بالرغم من جودة المعادلة 14 في الجدول 1، إلا إنه يتعذر استخدامها في حالة عدم توفر معلومات أو بيانات عن أحد المتغيرات فيها مثل الرطوبة النسبية. في هذه الحالة نلجأ الى استخدام المعادلة رقم 12، وهذه هي الفكرة الأساسية والدافع للقيام بهذه الدراسة. يلاحظ من الجدول 1 ان المعادلات التي ضمت متغيرا" واحدا" اعتمدت المتغيرات المناخية فقط. فالمعادلات 1 و2 و3 في الجدول 1 اعتمدت، كل على حده، المتغيرات المناخية درجة الحرارة وسرعة الريح والرطوبة النسبيه على التوالي. ولكن لم يتم اعتماد شحنة الضغط أو قطر مبثق المرشة في معادلات ذات متغير واحد.

خاتمة

قدم البحث حزمة من 14 معادلة لتخمين فواقد رذاذ الري بالرش في العراق. يتم اختيار المعادلة المناسبة للإستخدام وذلك حسب توافر المعلومات المناخية والفنية والتشغيلية في الموقع أو الحقل بحيث يمكن تخمين فواقد رذاذ الري بالرش في حالة توفر متغير واحد أو أكثر من المتغيرات الأساسية المؤثرة في عملية فواقد رذاذ الري بالرش.



الشكل رقم (1): فواقد رذاذ الري بالرش المخمنة بموجب المعادلة (14) في الجدول (1) مع الفواقد المقاسة.

المصادر

1. Abed, Muzahim M. , Sprikler Spray Losses Under Various Local Conditions in Northern Iraq. M. Sc. Thesis. College of Engineering, Mosul University, 1985, 85 p.
2. Ahmed, Wigdan I. , An Evaluation of Sprinkler Irrigation System in Iraq. M. Sc. Thesis, College of Engineering, University of Baghdad, 1980, 124 p.
3. Al-Jumaily, K., Abdul-Kader, Shetha. 2008. Spray Losses in Sprinkler Irrigation Systems in Iraq. The Twelfth International Technology Conference, IWTC12, Alexandria, Egypt. Mar 27-30, 2008. Egyptian Water Technology Association, Alexandria, Egypt. pp 717 – 727.
4. Dawood Sabah A.and safa N. Hamad. Predicting Spray Loss from Fixed-Grid Sprinkler Irrigation System. J. Agric. Water Resource Research. Scientific Research Council, Vol. 6,No. 1, 1987, pp 75-88.
5. Hachum A. Y., and Nawal M Jajjo, Sprinkler Spray Losses in Iraq. Fourth Scientific Conference, Scientific Research Council , Baghdad, Vol. 1 Part , 1986, PP 579- 584.
6. Keller, J. and R.D. Bliesner. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold Publishing. New York. PP 652.
7. Lorenzini, G., 2002. Air Temperature Effect on Spray Evaporation in Sprinkler Irrigation. Irrigation and Drainage 51(4): 301 – 309.
8. Lorenzini, G., De Wrachien, D., 2005. Performance Assessment of Sprinkler Irrigation Systems: A New Indicator for Spray Evaporation Losses. Irrigation and Drainage 54: 295 – 305.

9. Ortega, J.F., Tarjuelo, J.M., Montero, J., de Juan, J.A. 2000. Discharge Efficiency in Sprinkling Irrigation: Analysis of the Evaporation and Drift Losses in Semi-arid Areas. Agricultural Engineering International, the CIGR Ejournal, Vol. II.
10. Yasin, H, I. ,Effect of Riser Height and Pressure on Uniformity of Water Distribution Under Sprikler Systems. M. Sc. Thesis College of Engineering ,Mosul University, 1985, 113, P.
11. ججو، نوال محمد. 1993 . تقييم طرق تخمين فواقد رذاذ الري بالرش. مجلة هندسة الرافــدين، المجلــد 1 ، العدد 1 ، الصفحات 43 – 49. جامعة الموصل- كلية الهندسة.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل