المقارنة الفنية والاقتصادية لطرائق الري الرئيسة وفقاً لظروف المناخ والتربة في دير الزور

د. محمد مروان الخطيب*

الملخص

تتمثل أسس المقارنة بشكل رئيسي في مقارنة الضياعات الحقلية والمقنن المائي الصافي، فضلاً عن مقارنة أهم المؤشرات الاقتصادية وهي: رأس المال الموظف ورأس المال الاستثماري.

من خلال مقارنة الضياعات الحقلية والمقنن المائي الصافي يتبيّن أن طريقة الري بالتنقيط تتقدم على طريقة الري بالرش تليهما طريقة الري السطحي (الري بالأثلام)، أمَّا من ناحية مقارنة الكلفة التأسيسية ورأس المال الاستثماري فإن الري بالرش يتقدم على الري بالتنقيط يليهما الري السطحي (الري بالأثلام).

فإذا أخذنا بالحسبان التركيب المحصولي للمنطقة، إذْ تبلغ نسبة محصول القمح وفقاً للدورة الزراعية (56.24%) الذي يتعذر ريه بالتنقيط، فضلاً عن ضرورة تشكيل تيار مائي غاسل معاكس للتيار المائي الصاعد بالخاصة الشعرية نتيجة قرب المياه الجوفية المالحة، فإننا نجد طريقة الري بالرش هي الطريقة المثلى لهذه المنطقة.

الكلمات المفتاحية: مقارنة طرق الري، الري في دير الزور.

* الدائرة الفنية- المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي- وزارة الري.

مقدمة

أصبح من ضروريات التقدم الزراعي والتوسع الأفقي في استصلاح الأراضي لملاحقة الركب الحضاري والنمو السكاني المتزايد استخدام طرائق ري حديثة، تحفظ قطرة الماء وتصونها خاصة في المناطق التي تعاني من قلة مياه الري ومشكلات الملوحة، حيث يتم الري فيها بكمية من المياه تقترب من كمية الاستهلاك المائي للنبات، وذلك لتوافر إمكانيات التحكم في كميات المياه الإضافية عن الاحتياجات الفعلية للنبات، مما يقلل من تأثير عوامل الفقد التقليدية للمياه مثل التسرب خارج منطقة الجذور والجريان السطحي والبخر من سطح التربة.

1- المقارنة الفنية: تتمثل هذه المقارنة بمقارنة الضياعات الحقلية والمقنن المائي الصافي لطرائق الري الرئيسة، وهي:

1-1- الري السطحي: لتحديد التدفق التصميمي والاستثماري لشبكات الري، يجب معرفة نظام ري ليس فقط كل محصول زراعي داخل ضمن الدورة الزراعية على حدة، بل يجب معرفة نظام الري لمجموع التركيب المحصولي بكامله، أي يجب تحديد تغيرات تدفق مياه الري خلال الموسم الزراعي، لهذه الغاية يُستخدَمُ المقنن المائي. فالتدفق المقدم للحقل عند المأخذ المائي (أو Hydrant) المعبر عنه بالمقنن المائي لواحدة الحقل الصافي، لأنَّ المقنن المائي هنا هو التدفق عند المأخذ في واحدة الزمن لواحدة المساحة الحقلية (ليتر/ثانية/هكتار) [1]:

$$Q_{net} = q \times A .....m^3/s \qquad (1\text{-}1)$$

Q_{net}: التدفق لشبكة الري (م3/ثا).

q: المقنن المائي عند المأخذ المائي (م3/ثا/هكتار).

A: المساحة المراد ريها (هكتار).

$$q = \frac{S \times M_{net} \times 1000}{24 \times 3600 \times n} .....L/S/ha \qquad (1\text{-}2)$$

S: نسبة المساحة لكل محصول في الدورة الزراعية(%).

M_{net}: معدل السقاية الصافي، كمية المياه المعطاة للحقل للسقاية الواحدة (م3/هكتار).

n: عدد أيام السقاية (يوم).

وتحسب قيمة معدل السقاية وفقاً للعلاقة [3]:

$$M_{net} = W_{FC} - W_{CR} = 10 \times g \times h(w_{FC} - w_{CR}) \qquad (1\text{-}3)$$

W_{FC}: كمية الماء المحتفظة، المطابقة لحد السعة الحقلية في طبقة التربة المراد حسابها(ملم).

W_{CR}: كمية الماء الفعلية في طبقة التربة المراد حسابها (ملم).

g: الوزن الحجمي لطبقة التربة المراد حسابها (طن/م3).

h : سماكة طبقة التربة المراد حسابها (متر).

w_{FC}: رطوبة التربة المطابقة لحد السعة الحقلية بنسبة من وزن التربة (%).

w_{CR}: رطوبة التربة الفعلية بنسبة من وزن التربة (%).

الضياعات الحقلية لمياه الري في حالة الري السطحي تقسم إلى ضياعات بالتبخر من سطح التربة المروية ومن خطوط الري المكشوفة، وضياعات بالتسرب من خارج طبقة الجذور، فضلاً عن ضياعات ناتجة عن عدم الاستثمار الكامل لمياه الري في الحقل، وتذهب إلى خنادق التصريف في نهاية الحقل.

يتعلق الضياع بالتبخر بالظروف المناخية لمنطقة المشروع (الرطوبة، والحرارة، والرياح)، كما يتعلق بمدى تشرب التربة وبميل الأرض الطبيعية. وكذلك الأمر بالنسبة إلى الضياع خارج منطقة الجذور الذي يغذي عادة المياه الجوفية، حيث يتعلق بشكل أساسي بطبيعة التربة من ناحية نفاذيتها وإمكانيتها للاحتفاظ بالماء وبميل الأرض الطبيعية.

الجدول (1) ضياعات الري السطحي بالأثلام وفقاً للمعيار الروسي (СНИП 2.06.03-85)[9]

الميول	درجة نفاذية الترب	ضياعات مياه الري %			
		التبخر	التسرب	فائض الري	الإجمالي
0.05~0.02	عالية	1.5	23	5.9	30.4
	متوسطة	2.1	11.4	10.8	24.3
	ضعيفة	6.0	12.2	11.8	30.0
0.02~0.01	عالية	1.6	16.8	14.7	33.1
	متوسطة	2.7	6.5	19.8	29
	ضعيفة	4.0	6.2	22.9	33.1
0.01~0.005	عالية	1.1	11.5	15.0	27.6
	متوسطة	2.0	4.4	21.6	28
	ضعيفة	4.5	3.0	23.6	31.1
0.005~0.001	عالية	0.7	15.8	9.4	25.9
	متوسطة	1.7	11.0	10.5	23.2
	ضعيفة	5.9	8.8	12.4	27.1

ووفقاً للمعيار(Norme) الروسي المشار إليه أعلاه، وباستخدام طريقة الري السطحي بالأثلام، وباعتماد الضياعات المعتمدة في المعيار، وبأخذ التباعد بين الموزعات (أنابيب أو أقنية مكشوفة) مساوياً إلى (500) متر، فإننا نحصل على التدفق الحسابي للمآخذ المائية (Hydrant). ومن ثمَّ نحصل على عناصر الري السطحي بالأثلام، وذلك في حالة المقنن المائي للتركيب المحصولي المعتمد مساوياً (q = 0.61 L/S/ha) والتباعد بين الموزعات مساوياً (500) متر، دون الأخذ بالحسبان تأثير المياه الجوفية:

[مساحة وحدة الري= التباعد بين الموزعات X(500m) طول أثلام السقاية(50~150m)].

الجدول (2) معاملات الري السطحي بالأثلام وفقاً للمعيار الروسي لمنطقة دير الزور

درجة نفاذية التربة	المعاملات	الواحدة	ميول أثلام السقاية، %					
			0.05~ 0.03	0.02	0.01	0.005	0.003~ 0.002	<0.001
عالية (2~7)سم/سا	الطول	متر	50	80	110	180	200	150
	المساحة	هكتار	2.5	4	5.5	9	10	7.5
	الكفاءة	%	69.6	68.2	70.6	73.2	73.6	74.1
	q = 0.61 L/S/ha							
	Q_{net}	ل/ثا	1.53	2.44	3.36	5.49	6.10	4.58
	Q_{gr}	ل/ثا	2.19	3.58	4.75	7.5	8.29	6.17
	q = 0.73 L/S/ha							
	Q_{net}	ل/ثا	1.83	2.92	4.02	5.76	7.30	5.48
	Q_{gr}	ل/ثا	2.62	4.28	5.69	8.98	9.92	7.39
متوسطة (0.5~2)سم/سا	الطول	متر	110	135	160	260	300	250
	المساحة	هكتار	5.5	6.75	8.0	13.0	15.0	12.5
	الكفاءة	%	75.7	73.4	71.5	74.4	75.6	76.8
	q = 0.61 L/S/ha							
	Q_{net}	ل/ثا	3.36	4.12	4.88	7.93	9.15	7.63
	Q_{gr}	ل/ثا	4.43	5.61	6.83	10.66	12.10	9.93
	q = 0.73 L/S/ha							
	Q_{net}	ل/ثا	4.02	4.93	5.84	9.49	10.95	9.13
	Q_{gr}	ل/ثا	5.30	6.71	8.17	12.76	14.48	11.88
ضعيفة (0.5>) سم/سا	الطول	متر	15.	18.	21.	350	400	350
	المساحة	هكتار	7.5	9.0	10.5	17.5	20.0	17.5
	الكفاءة	%	70	68.5	67.9	70.9	71.9	72.9
	q = 0.61 L/S/ha							
	Q_{net}	ل/ثا	4.58	5.49	6.41	10.68	12.20	10.68
	Q_{gr}	ل/ثا	6.54	8.01	9.43	15.06	16.97	14.64
	q = 0.73 L/S/ha							
	Q_{net}	ل/ثا	5.48	6.57	7.67	12.38	14.60	12.78
	Q_{gr}	ل/ثا	7.82	9.59	11.29	18.02	20.31	17.52

إن التدفق الإجمالي المبيّن أعلاه يعبّر عن التدفق للأقنية الحقلية الذي يجب مقارنته بمجموع تدفقات الأثلام العامل في الوقت ذاته. حيث تُحدَّدُ تدفقات هذه الأثلام اعتماداً على الضياعات الدنيا أو كفاءة الري العظمى، فبشكل عام ونتيجة الري السطحي بالأثلام فإن الترطيب للتربة على طول هذه الأثلام لا يكون متجانساً، وذلك بسبب اختلاف زمن وصل الماء وكميته إلى كل نقطة.

في بداية خط الري تزيد رطوبة التربة دائماً على السعة الحقلية، أي إنَّنا في بداية كل ثلم لدينا ضياع بالتسرب من مياه الري خارج طبقة الجذور وباتجاه المياه الجوفية، فضلاً عن وجود فائض من مياه الري في نهاية الثلم، يذهب إلى خارج حدود الحقل المروي. القيمة الأعظمية لكفاءة الري السطحي بالأثلام تعني تطابق معاملات الري بالأثلام وهي: q و L و T. إذْ إن: q: التدفق في الثلم (ل/ثا). و L: طول الثلم (متر)، و T: زمن الري (ساعة)، من خلال معرفة ميل الثلم والتدفق المار به يمكن معرفة المقطع المائي للثلم وذلك بالعلاقتين[2]:

$$w = 0.062\frac{q^{0.6}}{i^{0.3}} \quad \text{من أجل } i \geq 0.01 \quad \text{و}$$

$$w = 0.039\frac{q^{0.6}}{i^{0.4}} \quad \text{من أجل } i \leq 0.01$$

إذْ إن: w:مساحة المقطع المائي في الثلم ($م^2$)، و q: التدفق في الثلم (م/ثا)، و i : الميل الطولي للثلم (%). أما عرض المقطع المائي فيكون من خلال العلاقة $B = 1.14\sqrt[3]{w}$.

أمَّا التدفق فيُحسَبُ من العلاقة[2]:

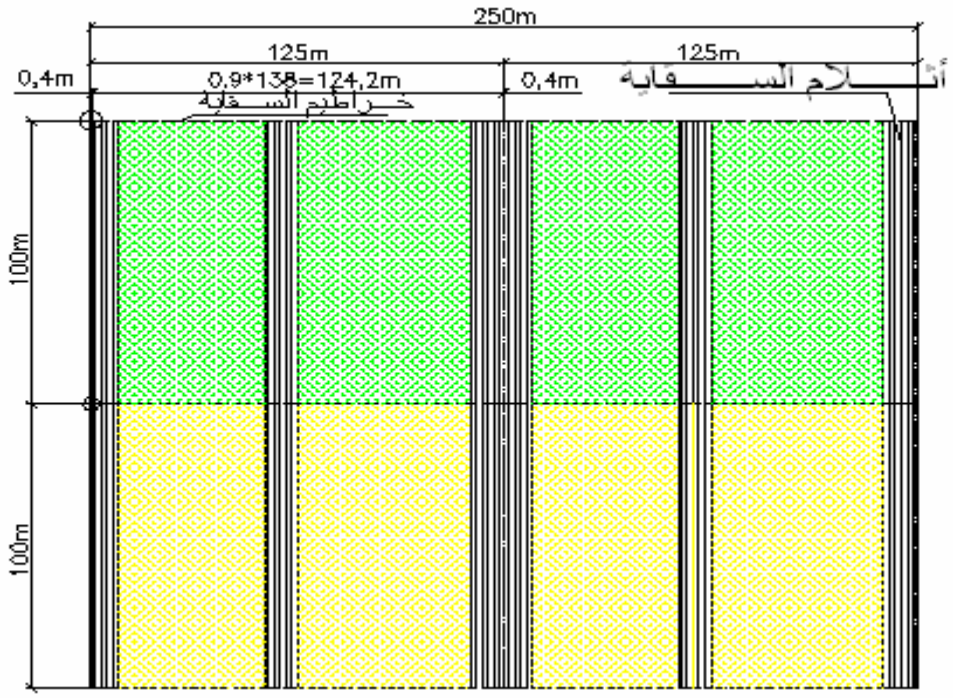
$$q = a\int_0^x K(t)dx + w \times x(t) \qquad (1\text{-}4)$$

إذْ إن: (a) هو العرض بين الأثلام، و(K) سرعة التشرب (م/ثا)، و (τ) الزمن اللازم لوصول الماء لنقطة الحساب،(الثانية). إذْ إنَّ سرعة التشرب تتعلق بالزمن، أي إنَّها تحدد من خلال العلاقة $K_t = K_1 t^{-a}$، إذْ إن (K_1) هي سرعة التشرب في نهاية الساعة الأولى أما (a) فهي عامل متغير بحسب نوع التربة، ويساوي (¾) بالنسبة إلى الترب السريعة التشرب، و(⅘) بالنسبة إلى الترب الضعيفة التشرب.

بناءً على التجارب العديدة في الترب المتوسطة سرعة التشرب وطول أثلام حتى (200) متر فإن تدفق الثلم ينصح باعتماده بحدود (0.25) ل/ثا، مع الأخذ بالتباعد بين الأثلام بحدود (a=0.9m)، ومن ثمَّ يكون المأخذ المائي الواحد يخدم (138= 0.9 / 125) أثلام، ومن ثمَّ فإن تدفق المأخذ المائي يجب أن يكون (q_{net} = 138 * 0.25 = 34.5 L/S)، وفي هذه الحالة يمكن أخذ كفاءة الري الحقلية (0.70)، ويكون التدفق الإجمالي للمأخذ المائي:

$$(q_{gr} = 34.5 / 0.70 = 49.3 \approx 50 \text{ L/S})$$

فإذا اعتمدنا الدورة الزراعية والتركيب المحصولي في مشروع (27) ألف هكتار في حوض الفرات الأدنى – دير الزور، حيث حجم الماء المقدم للهكتار الواحد المروي أو معدل السقاية الصافي [وفقاً لما حُسِبَ عند الري مدة (24) ساعة]، يبلغ (m_{net}=9769) $م^3$/هكتار، وباعتماد كفاءة الري الحقلية (0.70) يكون معدل السقاية الإجمالية (m_{gr}=9769/0.70=13956) $م^3$/هكتار.



الشكل (1) الري السطحي بالأثـــلام

إن دور المياه الجوفية في تأمين الرطوبة اللازمة للنبات يتعلق بعمق توضع المياه الجوفية وبسماكة طبقة الجذور وبالتكوين الليتولوجي لطبقة التهوية للتربة، وأيضاً بتواتر ترطيب المقطع الطولي للتربة عن طريق مياه الأمطـــار والري. ونظراً إلى عدم كفاية المعطيات الحقلية لحـــساب التغذية الشعرية للنبات من المياه الجوفية، فإنـــه يمكننـــا استخدام العلاقة التالية لحساب تغذية النبات مـــن الميـــاه الجوفية[15]:

$$V_{gr} = ET_{crop} \times K_{gr} \qquad (1\text{-}5)$$

V_{gr}: حجم المياه الجوفية المستخدمة للأرض المروية.

ET_{crop}: الاحتياج المائي الإجمالي للموسم الزراعي.

K_{gr}: معامل استخدام المياه الجوفية الذي يتعلق بعمـــق المياه الجوفية والتركيب الحبي للتربة وعمق المجمـــوع الجذري للنبات، مـــــع ملاحظة أنه في حالة كانت المياه الجوفية مالحة فإن قيمة K_{gr} يجب إنقاصها بنـــسبة (1.5 ~ 2) مرة[8].

الجدول (3) قيمة معامل استخدام المياه الجوفية K_{gr} [8]

عمق توضع المياه الجوفية العذبة، م	الترب الخفيفة التركيب الحبي				الترب الثقيلة التركيب الحبي			
	غير مزروعة	عمق المجموع الجذري، م			غير مزروعة	عمق المجموع الجذري، م		
		<0.6	<1	>1		<0.6	<1	>1
0.5	0.45	0.85	1.0	1.0	0.55	0.75	0.95	1.0
1.0	0.15	0.4	0.55	0.90	0.25	0.35	0.50	0.95
1.5	-	0.15	0.25	0.55	0.05	0.20	0.30	0.65
2.0	-	-	0.1	0.30	-	0.05	0.15	0.10
2.5	-	-	-	0.15	-	-	0.05	0.25
3.0	-	-	-	0.05	-	-	-	0.10

1-2- الري بالرش: في حالة الري بالرش فإن المقنن المائي ومعدل السقاية يجب أن يؤخذ فيهما بالحسبان فضلاً عن احتياجات النبات، والنوعية والشدة المطرية، وإمكانيات التشرب للتربة ونفاذيتها، وتضاريس وميول سطح التربة. إذْ إنَّ فعالية الـــري بالرش تتحقق فقط فـــي

حالة معدلات ســـقاية كافية، وتكون للترب السيليتية الثقيلة والغضارية أكبر من الترب الخفيفة التركيب الحبي. وفي الحالات جميعها فإن معدل السقاية يجب أن لا تزيد على المقدار المسموح به لمنع انجراف التربة الذي يُحدَّدُ من خلال العلاقة[2]:

$$m = \frac{p}{r^{B-1}\exp(gd)} \qquad (1\text{-}6)$$

P : معامل التشرب للتربة ويُحدَّدُ من خلال التجارب الحقلية.

r : الشدة المطرية للمرشات المستخدمة (ملم/دقيقة).

d : نصف قطر المرشات (ملم).

g & B : معاملات التشرب، وهي تؤخذ للتربة السيليتية بالقيم الآتية (B=1.5 , g=0.65).

إن تشرب التربة للماء عند الري بالرش يختلف كثيراً عن التشرب عند الري السطحي، ففي حالة الري بالرش دون ضاغط مائي تشكله سماكة اللسان المائي على سطح التربة، أي دون ضاغط هيدروستاتيكي، ومن ثمَّ فإن سرعة النفاذية التي تحدد عند الري السطحي لا تستخدم عند حسابات الري بالرش، إذْ تكون عادة أكبر بعدة مرات من الشدة المطرية المسموحة.

يؤثر المطر الاصطناعي للري بالرش في هيكلية التربة، فجزيئات التربة في الطبقة السطحية (4~1) سم وتحت تأثير ضربات حبيبات المطر الاصطناعي والعمليات الفيزيائية-الكيميائية المتمثلة بحركة الأملاح وماء التربة يمكن أن تتفتت، ودرجة تفتت هذه الحبيبات تتعلق بمستوى قساوتها وأيضاً الشدة المطرية وحجم حبيبات المطر، وخاصة طول مدة الري. وفي حال اعتماد قيمة الشدة المطرية أقل من سرعة التشرب الممكنة للتربة، ونوعية جيدة لمياه الري بالرش (قطر حبيبات المطر) فإننا نكون بذلك من الناحية العملية قد جنبنا تخريب هيكلية الطبقة السطحية للتربة.

إن الشدة المطرية العالية وبالتحديد نوعية غير جيدة من مياه الري بالرش فإنها قد تؤثر في النباتات الفتية، إذْ تؤدي حبيبات المطر الكبيرة إلى خنق الشتلات الفتية الصغيرة وتهشيم الأجزاء الناعمة منها، إذ تغطيها بطبقة صغيرة من حبيبات التربة الناعمة، ولذلك فمن أجل تجنب سلبيات هذه النوعيات من مياه المطر الاصطناعي يجب زيادة النسبة بين الضاغط وقطر فتحة المرش. وبشكل عام تحدد نوعية المطر الاصطناعي بالعلاقة[17]:

$$CI = K\frac{P^{1.3}}{B} \qquad (1\text{-}7)$$

CI: معامل يوصف نوعية المطر الاصطناعي.

K: معامل تحويل، ومن أجل منظومة القياس المترية يؤخذ بقيمة (0.032).

P : الضاغط عند فوهة المرش (كيلوباسكال).

B : قطر فتحة المرش (ملم).

وبعض المراجع العلمية[10] (مثل إدارة محاربة الحت والتعرية الأمريكية) اقترحت من خلال التجارب والدراسات المتوافرة لديها، علاقة بين الشدة المطرية والتركيب الحبي للتربة وميول سطح التربة، إذْ بيّنت بأنه في حالة الترب الغضارية ذات الميول أكبر من (0.08) فإنه لا ينصح بالري بالرش.

الجدول (4) العلاقة بين الشدة المطرية والتركيب الحبي وميول سطح التربة[10]

ميول سطح التربة	الشدة المطرية المسموحة (ملم/دقيقة)		
	الترب الرملية	الترب السيلتية	الترب الغضارية
0 ~ 0.02	0.83 ~ 0.32	0.21	0.08
0.02 ~ 0.05	0.83 ~ 0.32	0.21	0.08
0.05 ~ 0.08	0.62 ~ 0.21	0.17	0.07
0.08 ~ 0.12	0.41 ~ 0.17	0.12	-

وفي بعض المراجع للباحث Kastiakov A.N.[10] يرى أن استخدام الري بالرش ضعيف الشدة ليس فقط لا يخرب قوام التربة بل إنه يحسنها، ويستدل على ذلك من الهطول المطري، الذي يساعد في تشكل الطبقة الخصبة وزيادتها في التربة، فضلاً عن أن ذلك يمنع تشكل البقع المائية على سطح التربة، ويرفع كفاءة التحكم بالنظام المائي للتربة بزيادة عدد الريات بمعدلات سقاية قليلة، مما يحقق الهدف في توفير الظروف الملائمة لنمو النبات والإقلال من الضياع المائي بالتسرب خارج منطقة الجذور.

علماً بأن العوامل الأساسية التي تؤثر في الشدة المطرية هي تصريف جهاز الرش ونصف قطر دائرة الرش وقطر فوهة المرش (d) وضاغط مياه الري (H)، وقد تبيّن من خلال التجربة أنه حينما تكون العلاقة (H / d = 3500)[10] أو أكثر فإن الري بالرش يعطي غيمة مطرية بقطرات ذات قطر (1) ملم وأقل، وهذا الري يسمح بسقاية المحاصيل كلّها حتى الضعيفة منها كالزهور ومحاصيل البستنة، ومما يسمح بالمحافظة على الخواص الفيزيائية – المائية والفيزيائية الميكانيكية للطبقة السطحية الزراعية للتربة.

وفي حالة الري بالرش فإنه لا يمكن تجنب الضياعات من مياه الري بالتبخر من الغيمة المطرية التي تعتبر الضياع الأساسي والواجب إضافتها إلى قيمة معدل السقاية الصافية، وكذلك إمكانية عدم التوزيع المنتظم لمياه الري بالرش في الحقل المروي.

إن الضياع من الغيمة المطرية يتعلق بالظروف المناخية لمنطقة المشروع (الحرارة، الرطوبة، الرياح) وأيضاً نوعية الغيمة المطرية. وتوجد عدة طرائق لحساب الضياعات من الغيمة المطرية منها طريقة (J. Keller)[17].

$$R_e = \frac{CI-7}{10} * (R_e)_f + \frac{(17-CI)}{10}(R_e)_C \qquad (1\text{-}8)$$

ومنه يتم إيجاد العلاقة:

$$R_e = 0.976 + 0.005ET - 0.00017ET^2 + 0.0012WS - CI(0.00043ET + 0.00018WS + 0.000016(ET \times WS)) \qquad (1\text{-}9)$$

علماً بأن قيمة $CI = K\frac{P^{1.3}}{B}$ $(7 \geq \text{CI} \leq 17)$.

R_e: كمية مياه المطر الفعالة التي تصل إلى سطح التربة، بأجزاء من الواحد.

ET: النتح خلال الموسم الزراعي (ملم).

WS: سرعة الرياح خلال الموسم الزراعي (كم/ساعة).

CI: مؤشر يوصف نوعية الغيمة المطرية.

فإذا كانت لدينا قيمة (P=21 kpa) و(B=3.57mm) فإنه ووفقاً للمعادلة المذكورة أعلاه تكون قيمة (CI = 9.36)، وهي محققة للشرط $(7 \geq \text{CI} \leq 17)$.

أمَّا قيمة الضياع وفقاً للمعادلة أعلاه فتُحسَبُ استناداً إلى المعطيات المناخية المتوافرة عن منطقة مشروع ري (27) ألف هكتار في حوض الفرات الأدنى – دير الزور، وفقاً لقيم المتوسطات اليومية للسنوات الخمس (2000~2004)، وهي مع نتائج الحساب مبيّنة في الجدول رقم (5).

الجدول (5) الضياع في الغيمة المطرية وفقاً للمعطيات المناخية المتوافرة لمنطقة دير الزور

الشهر	WS, (m/s)	WS, (km/h)	ET الوسطي الشهري (mm)	ET الوسطي اليومي (mm)	Re	مقدار الضياع	%
1	3.06	11.02	42	1.35	0.97	0.03	3
2	4.1	14.76	62	2.21	0.97	5	3
3	3.38	12.17	112	3.61	0.96	0.04	4
4	3.28	11.81	170	5.67	0.96	0.04	4
5	3.56	12.82	247	7.97	0.95	0.05	5
6	3.76	13.54	323	10.77	0.94	0.06	6
7	3.62	13.03	368	11.87	0.93	0.07	7
8	2.84	10.22	318	10.26	0.95	0.05	5
9	2.66	9.58	214	7.13	0.96	0.04	4
10	1.86	6.7	127	4.10	0.97	0.03	3
11	2.36	8.5	65	2.17	0.97	0.03	3
12	2.3	8.28	40	1.29	0.97	0.03	3

ومن أجل عملية الحساب الأولية يمكن الأخذ بالمعاملات المستخرجة من خلال التجارب العديدة لكفاءة الري بالرش التي تم إيرادها في المرجع أعلاه وفقاً للحالات المختلفة.

الجدول (6) الكفاءة الحقلية للري بالرش تبعاً للظروف المناخية لمنطقة الدراسة[17]

طبيعة منظومة الري بالرش والظروف المناخية	الكفاءة
منظومة الري المتنقلة مع توزيع منتظم للمطر في ظروف مناخية باردة نسبياً أو طقس رطب	0.85
كفاءة نموذجية للمرشات المتنقلة لمختلف الظروف المناخية مع السرعات المختلفة للرياح والشدة المطرية المحققة لتوزيع منتظم لمياه الري	0.80
كفاءة نموذجية لمنظومة مرشات تحقق شدة مطرية متوسطة وتوزيعاً متوسط الانتظام لمياه الري لمختلف الظروف المناخية، وفي المناطق المتصحرة وفي حالة سرعة الرياح الشديدة	0.75
منظومة مرشات ذات شدة مطرية عالية في مناخ متصحر ورياح عالية السرعة	0.70

إلا أن العديد من الدراسات[13 و 14] التي أجريت عن موضوع فاقد مياه الري بالرش اتفقت معظمها على أنه من الصعب في الظروف الحقلية الفصل بين فاقد التبخر وفاقد انجراف القطرات المائية بتيارات الهواء، وكما أشارت الدراسات[5] التي حاولت تحليل المسألة نظرياً إلى أن فاقد الري بالرش المقيس حقلياً كانت أكبر بكثير من التوقعات النظرية بموجب المعادلات المستنبطة على أسس فيزيائية أو هيدروديناميكية، وذلك نظراً إلى وجود كثير من العوامل التي تؤثر في فاقد الري بالرش وأبرزها (سرعة الريح، ودرجة الحرارة، الرطوبة النسبية، وقطر فوهة المرش، والضاغط عند فوهة المرش، وارتفاع فوهة المرش عن سطح الأرض)، كما أجريت دراسات أخرى[2] حول تأثر درجة حرارة الماء والضغط الجوي وضغط بخار الماء والحرارة الكامنة للتبخر والجاذبية الأرضية، وقد خلصت هذه الدراسات التي أُجريتْ في القطر العراقي إلى العلاقتين التجريبيتين التاليتين لتقدير فاقد الري بالرش بحسب المعلومات المناخية المتوافرة:

$$SSL = 8.5W^{0.46} \times H^{0.76} \times RH^{-0.83} \times RZ^{0.15} \times N^{-0.65} \times T^{0.56} \quad (1\text{-}10)$$

SSL : فاقد الري بالرش، كنسبة مئوية من كمية المياه الخارجة من فوهة المرش.

W: سرعة الرياح على ارتفاع (2) متر فوق سطح الأرض (م/ثا).

H : ضاغط التشغيل عند فوهة المرش (متر).

RH :الرطوبة النسبية للهواء (%).

RZ :ارتفاع فوهة المرش أو ساق المرش عن سطح الأرض (متر).

N : قطر فوهة المرش (ملم).

T : درجة حرارة الهواء (درجة مئوية).

أمَّا العلاقة الثانية فهي من الشكل:

$$SSL = 82\left(q/\left(N^2\sqrt{H \times g}\right)\right)^{-0.63} \times \left(W/\sqrt{N \times g}\right)^{0.47} \times RH^{-0.74} \quad (1\text{-}11)$$

q : تدفق المرش ($م^3$/ثا).

g : التسارع الأرضي ($م/ثا^2$).

وبناءً على العلاقتين أعلاه، ووفقاً للمعطيات المناخية لمنطقة مشروع الري المبيّنة أعلاه فإننا نحصل على الفاقد من التبخر في أثناء الري بالرش كما يأتي:

$$SSL = 8.5(4)^{0.46} \times (23.1)^{0.76} \times (28)^{-0.83} \times (0.8)^{0.15} \times (3.18/1000)^{-0.65} \times (39.5)^{0.56} \quad (1\text{-}12)$$

$$SSL = 39.3\%$$

$$SSL = 82\left(0.001625/\left((0.00318)^2\sqrt{23.1 \times 9.81}\right)\right)^{-0.63} \times \left(4/\sqrt{0.00318 \times 9.81}\right)^{0.47} \times (28)^{-0.74} \quad (1\text{-}13)$$

$$SSL = 22.3\%$$

إن التباين الوارد أعلاه يوضح أهمية موقع العلاقات التجريبية ونتائجها المرتبطة بظروف التجربة، ونظراً إلى كون منطقة المشروع (مصدر معطيات الحساب) توافر فيها وخلال سنوات طويلة مركز لتجارب الري في مزرعة السابع من نيسان في وادي الفرات الأسفل لدراسة النواحي الفنية والاقتصادية لمختلف أنظمة الري بالرش ضمن إطار الاستثمار الواسع، ومن التقرير الفني[6] لعام 1991 يتبيّن أن كفاءة الري الحقلية للري بالرش (82.5%) ومعدل تجانس الري (80.3%)، وبذلك تتوافق القيمه الوسطية لكفاءة الري للمرشات المتنقلة مع ما ورد في الجدول (6) أعلاه، ولعدم توافر لدينا مراجع وبحوث علمية حديثة حالياً في منطقة المشروع، فقد اعتمدنا في حساباتنا التالية على كفاءة ري (80%)[6].

من أجل الحساب نأخذ التباعد بين أنابيب الري الرئيسية (500) متر، والتباعد بين المآخذ أو المآخذ المائية (200) متر، ومن ثمَّ تكون المساحة المخدمة من قبل كل مأخذ مائي مساوية إلى (A = 10 ha). إن التدفق اللازم عند كل مأخذ مائي من أجل الري على مدار اليوم الواحد عند الاحتياج الأعظمي (شهر آب) هو:

$$Q_h = A \times q = 10 \times \frac{0.61}{0.8} = 7.625 L/S \quad (1\text{-}14)$$

أمَّا في حالة الري مدة (20) ساعة:

$$Q_h = A \times q = 10 \times \frac{0.73}{0.8} = 9.125 L/S \quad (1\text{-}15)$$

اختيرت تجهيزات الري بالرش استناداً إلى الشدة المطرية المسموحة وسرعة الرياح والضاغط ضمن شبكة الري، فمن أجل سرعة الرياح (4) م/ثا، وشدة مطرية مسموحة (0.1) ملم/دقيقة فإن الضاغط عند فوهة المرش يجب أن لا يقل عن (24) متراً، ومن ثمَّ فإن الضياع في الشبكة الأنبوبية الحقلية المتنقلة يساوي قرابة (5) أمتار، والضياع في المأخذ المائي بحده الأعظمي وفقاً للنشرات الفنية المتوافرة عن هذه التجهيزات (0.75) متراً، ومن ثمَّ يكون مجموع الضياعات مساوياً قرابة (6) أمتار. ومن ثمَّ فإن الضاغط عند المأخذ المائي ذي التوضع الطبوغرافي الأسوأ يجب أن لا يقل عن (30) متراً.

باعتماد الشكل المستطيل لتوزع المرشات في الحقل للري بالقطاعات (الشكل 2)، حيث تتوزع المرشات على أنبوب ري بطول (100) متر بتباعد بين المرشات (a=14m) وتباعد بين خطوط المرشات (b = 11m). ومن ثمَّ نحدد التدفق اللازم توافره عند المأخذ المائي وفقاً للشدة المطرية وعدد المرشات وخطوط الري، لأنَّ عدد المرشات

تكون في هذه الحالة ($n = 100/14 \approx 7$). فإذا كانت المساحة المراد ريها من خط الرش الواحد ($A = a \times b = 11 \times 14 = 154 m^2$) مع شدة مطرية مساوية ($0.1 mm/\min$) ومن ثمَّ يكون حجم المياه اللازم لري هذه المساحة مساوياً: ($154 \times 0.0001 \times 1000 = 15.4 L$)، الذي أُعطِيَ للحقل خلال دقيقة واحدة، ومن ثمَّ فإن التدفق المقدم للحقل خلال ثانية هو:

$$Q_S = 15.4/60 = 0.26 L/S$$

إن هذا التدفق هو للمرش الواحد، أمَّا التدفق اللازم لخط الرش كاملاً والمؤلف من (7) مرشات فهو:

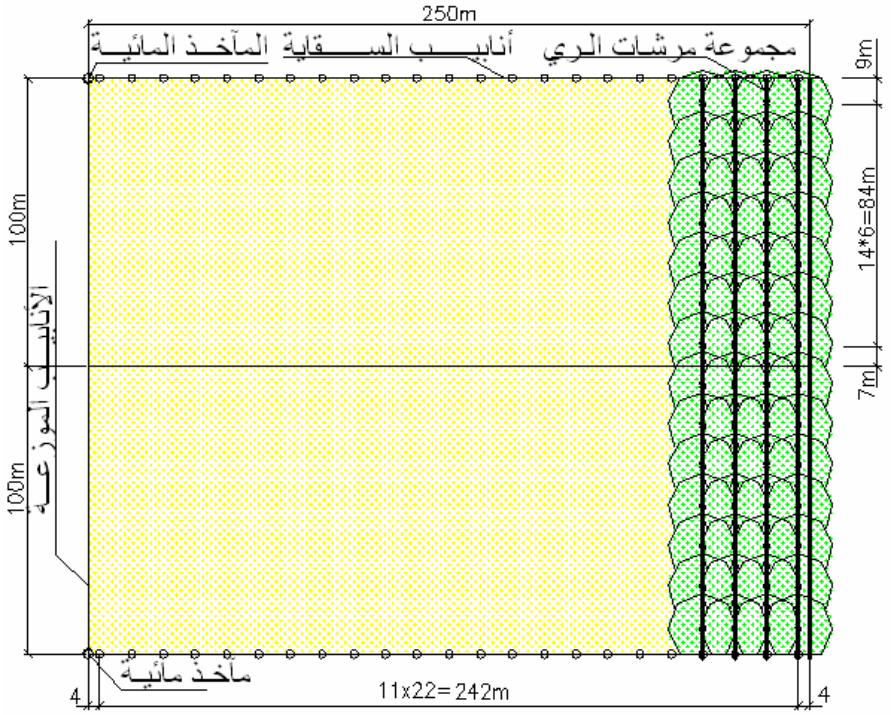
($Q_{L,net} = 0.26 \times 7 = 1.82 L/S$)، بالأخذ بالحسبان كفاءة الأنابيب المتنقلة (0.98) وفقاً للمعيار (Norme) الروسي[8] فيكون تدفق خط الرش الواحد الإجمالي مساوياً إلى:

($Q_{L,gr} = 1.82/0.98 = 1.86 L/S$)،

سيحمل على المأخذ الواحد عدد من خطوط الرش التي ستعمل في الوقت ذاته عددها ($4 \approx 7.625/1.86$) في حالة الري على مدار اليوم كاملاً، و ($5 \approx 9.125/1.86$) في حالة الري (20) ساعة فقط في اليوم الواحد.

إن حجم الماء المقدم للهكتار الواحد المروي أو معدل السقاية الصافي، وفقاً لما حُسِبَ للدورة الزراعية والتركيب المحصولي في مشروع (27) ألف هكتار في حوض الفرات الأدنى – دير الزور، عند الري مدة (24) ساعة يبلغ ($m_{net} = 9769 m^3/ha$)، وباعتماد كفاءة الري الحقلية عند الري بواسطة شبكة أنبوبية حقلية متنقلة (0.8)، يكون معدل السقاية الإجمالية

($m_{gr} = 9769/0.8 = 12211 m^3/ha$).



الشكل (2) الري بواسطة المرشات المتنقلة (اعتماد الشكل المستطيل لتوزيع المرشات)

3-1- الري بالتنقيط: إن إنشاء شبكة الري بالتنقيط تحتاج إلى رأسمال إنشائي كبير نسبياً ومن ثمَّ، من الناحية الاقتصادية، ينصح باستخدام هذه الطريقة لري المحاصيل الزراعية ذات العائدية العالية، وتصلح طريقة الري بالتنقيط لمعظم المحاصيل الزراعية، التي وجد أنها تتجاوب بدرجة كبيرة للري بالتنقيط، واستعمال هذه الطريقة في الري، يؤدي –بالتأكيد- إلى توفير كميات من مياه الري، تصل إلى (40%) مقارنة بالطرق التقليدية[4]. كما تصلح هذه الطريقة لجميع أنواع الأراضي، إلا أن حجم دائرة الترطيب في الأراضي الناعمة القوام يكون أكبر منه في الأراضي خشنة القوام، كما وأنه لا يعيق عمليات الخدمة في أثناء نمو النبات، وتصل كفاءة استعمال المياه فيها إلى أكثر من (90%)، وهذه النسبة يصعب الوصول إليها باستخدام الطرائق الأخرى، مع الأخذ بالحسبان أن هذه النسبة وضعت على أساس الماء المطلوب تعويضه في منطقة الجذور فقط، ولم توضع على أساس المساحة الكلية كما في طرائق الري الأخرى، فضلاً عن كونها تحتاج إلى ضغوط تشغيل أقل من تلك المستخدمة في الطرائق الأخرى؛ مما يوفر في الطاقة اللازمة لأعمال الري.

وقد يكون من عيوب هذه الطريقة التكاليف المبدئية المرتفعة للإنشاء والمتطلبات الضرورية من حيث نظافة المياه من الشوائب، فضلاً عن سوء كفاءة توزيع المياه عند إنشاء نظام ذي ضغط منخفض في المناطق ذات الانحدارات الشديدة، ومن المشكلات أيضاً تعرض أنابيب الري للتلف بسبب القوارض أو سير الحيوانات عليها، كما يجب تدريب الفلاح على استخدام تجهيزات الري بالتنقيط وطرائق صيانتها وكيفية استثمارها بالشكل الأفضل، لأن النقاطات تكون عرضة للانسداد بالأتربة خاصة عند توقف الري في نهاية النهار.

ويرى بعضهم[11] بأن مساوئ الري بالتنقيط الفعلية تظهر بعد (5~7) سنوات من الاستثمار، حيث تتمركز الجذور

ضمن حجم ليس كبيراً من التربة، مما قد يؤدي إلى موتها وكذلك استقرار الشجيرات المرتبطة بها، كما أن الري بالتنقيط يخرب قوام التربة، ويؤدي إلى تجمع الأملاح وتمركزها في محيط المنطقة المرطبة.

يُحسَبُ نظام الري في حالة الري بالتنقيط وفقاً للاحتياجات المائية للتركيب المحصولي المعتمد لمنطقة المشروع، والخواص الفيزيائية – المائية للتربة. ومعدل السقاية في هذه الحالة تحسب وفقاً للعلاقة[16]:

$$m_{net} = 100 \times g \times h \times A_{net} (W_{FC} - W_{PW}) \quad (1\text{-}16)$$

g: الوزن الحجمي للتربة (طن/م3).

h: سماكة طبقة التربة (متر).

A_{net}:المساحة المروية الصافية (م2).

W_{FC} & W_{PW}: الرطوبة في التربة قبل الري وبعد الري، بأجزاء من الواحد.

ولحساب المقنن المائي نحتاج إلى معرفة مدة الري التي يتم الحصول عليها من العلاقة[16]:

$$t = \frac{m_{net}}{E_f \times q_{dr} \times n} \quad (1\text{-}16)$$

t: مدة استمرار عملية الري (يوم).

E_f: كفاءة نظام الري بالتنقيط، (0.96 ~ 0.98).

q_{dr}: تدفق النقاطة الواحدة (ل/ثا).

n: عدد النقاطات في الهكتار الواحد.

ومنه يكون لدينا المقنن المائي للري بالتنقيط[16]:

$$q = \frac{m_{net}}{86.4 \times t} \quad (1\text{-}18)$$

المساحة المروية في الوقت ذاته من النقاطات يمكن حسابها من خلال الزمن بين السقايتين المتتاليتين: $A_{net} = A \times \Delta t_{\min}$ ، أمَّا المساحة المروية من قبل كل نقاطه فتحسب من العلاقة الآتية[16]:

$$A_{dr} = \frac{A_i}{a \times b} \times n_{dr} \quad (1\text{-}19)$$

n_{dr}: عدد النقاطات المتوضعة على النبتة الواحدة.

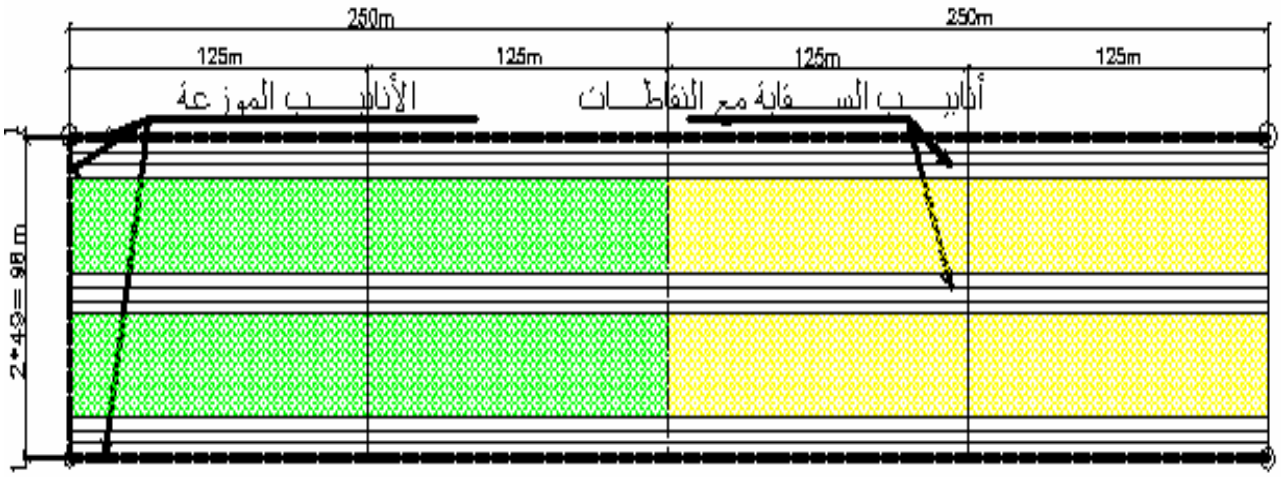
$a \times b$: المساحة المشغولة من قبل كل نبتة.

A_i: المساحة المروية من كل مأخذ مائي.

إذْ إنَّ جزءاً محدوداً من مساحة الحقل تبتل بالماء تحت الري بالتنقيط، وأن الماء يصل مباشرة إلى منطقة الجذور دون رش أو تغطية سطحية واسعة للحقل بالماء، لذلك فإنه عند الري بالتنقيط، ومن أجل الحسابات الأولية، يمكننا أن نعتمد بأن المساحة المروية فعلياً تساوي (70%) من المساحة الصافية، ومن ثمَّ فإن المقنن المائي سيكون مساوياً:

$$q = 0.73 \times 0.7 = 0.51 L/S \quad (1\text{-}20)$$

حجم الماء المقدم للهكتار الواحد المروي أو معدل السقاية الصافي، وفقاً لما حُسِبَ للدورة الزراعية والتركيب المحصولي في مشروع (27) ألف هكتار في حوض الفرات الأدنى، عند الري مدة (24) ساعة يبلغ ($m_{net} = 9769 m^3/ha$)، بواسطة شبكة الري بالتنقيط (0.95)، يكون معدل السقاية الإجمالية: $m_{gr} = (9769 \times 0.7)/0.95 = 7198 m^3/ha$.



الشكل (3) شبكة الري بالتنقيط

2- المقارنة الاقتصادية

إن المقارنة الاقتصادية بين طرائق الري الرئيسة هو البحث عن طريقة الري التي تمتلك الأفضلية من حيث المؤشرات الاقتصادية، ومن أهم هذه المؤشرات: رأس المال الموظف ورأس المال الاستثماري، وسنقوم هنا بدراسة توزيع المياه ضمن الحقل الواحد. وقد جرت الدراسة لطرائق الري الرئيسة، وهي:

2-1- الري السطحي: تدخل تكاليف أعمال التسوية في تكلفة إنشاء منظومة الري الحقلية، وتتضمن تكاليف الشبكة الحقلية الأنابيب البلاستيكية (P.V.C.) للري من المأخذ إلى الحقل، وكذلك تكاليف أعمال التسوية (التسوية الإنشائية والتسوية الاستثمارية الدورية) [11].

حجم أعمال التسوية يمكن أخذه وفقاً لتوجيهات اللجنة الفنية الاستشارية العليا بوزارة الري بين (300~700) م3/هكتار، وتكلفة التسوية للمتر المكعب هي بحدود (100) ل.س./م3، ومن ثمَّ التكلفة الوسطية لأعمال التسوية للهكتار الواحد (300 X 100=30000) ل.س./هكتار، وتكلفة الأنبوب البلاستيكي بطول (100) متر وقطر (100) ملم هي بحدود (1500) ل.س. ومن ثمَّ تكون التكلفة الحقلية التأسيسية للري السطحي (**31500**) ل.س./هكتار.

2-2- الري بالرش: استناداً إلى معطيات المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي[7] فإن قيمة تجهيزات شبكة الري للدونم الواحد من أجل تغطية (10%) ومساحة حقلية مروية (10 هكتار)، وباعتماد مجموعة احتياطية فإن تكلفة تجهيزات الري بالرش للهكتار الواحد تساوي:

(2600 X 10 X 2 = **52 000 L. S./ ha**).

2-3- الري بالتنقيط: استناداً إلى معطيات المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي[7] فإن قيمة تجهيزات شبكة الري للهكتار الواحد من أجل تباعد بين الخطوط (75) سم ومساحة حقلية مروية (10 هكتار)، فإن تكلفة تجهيزات الري بالتنقيط للهكتار الواحد مع أجور التركيب تساوي:

(12 600 X 10 = 1**26 000 L. S./ ha**).

2-4- النفقات الاستثمارية السنوية لطرائق الري: وهي الكلف التي سيقوم الفلاح – المستثمر الحقيقي – بإنفاقها عند القيام بأعمال الري. هذه النفقات تتكون من أجور عمال الري، وتكاليف صيانة وقطع تبديل لتجهيزات

الري، وما يلزمها لتبقى في جاهزية كاملة للعمل، وقيمة الطاقة الكهربائية اللازمة.

ونظراً إلى تباين مدرة استهلاك تجهيزات الري المختلفة، فقد اعتمد مقياس واحد للمقارنة وهو تجهيزات الرش المتنقلة التي تبلغ مدة استهلاكها (15) عاماً. تبلغ مدة استهلاك تجهيزات الري بالتنقيط قرابة (7) سنوات[12] (أنابيب الري بالتنقيط والنقاطات)، ومن ثمَّ فإنه خلال الـ(15) عاماً سيتم تغيير مجموعات الري بالتنقيط مرتين. من أجل تنفيذ أعمال الري السطحي بالأثلام فإنه لم تلحظ تكاليف الطاقة الكهربائية، إذْ تُلحَظُ عادة عند دراسة شبكات الري الناقلة والموزعة.

عند تحديد تكاليف عمال الري اعتُمِدَ المعيار الآتي: من أجل الري السطحي والري بالتنقيط فإنه لوحظ عامل واحد لخدمة كل (1) هكتار من الأراضي المروية، أمَّا من أجل الري بالرش فإن العامل الواحد يمكنه خدمة مساحة (2) هكتار مروي. أجرة عامل الري الواحد كراتب شهري على مدار العام مقدارها (5 000) ل.س./شهرياً، قيمة الطاقة الكهربائية اعتمدت (5) ل.س./كيلواط الساعي. ووفقاً للأسس المذكورة أعلاه أُنشِئَ ثلاثة جداول للتكاليف الاستثمارية لأعمال الري لطرائق الري الرئيسة.

الجدول (7) التكاليف الاستثمارية السنوية للري السطحي للهكتار الواحد

التسلسل	العمـــل	الوحدة	القيمة
1	التكلفة التأسيسية الحقلية للري السطحي	**ل.س.**	31 500
2	مدة الاستهلاك لخراطيم الري	**سنة**	3
3	التكلفة الإجمالية لخراطيم الري خلال (15) سنة: 5 * 1500	**ل.س.**	7 500
4	النفقات السنوية على جاهزية تجهيزات الري	**ل.س.**	1 410
5	التكلفة الإجمالية خلال (15) سنة على جاهزية تجهيزات الري	**ل.س.**	21 150
6	مجموع النفقات على شراء وجاهزية تجهيزات الري	**ل.س.**	28 650
7	أجور عمال الري السنوية: (12 * 5 000)	**ل.س.**	60 000
8	أجور عمال الري خلال (15) عاماً	**ل.س.**	900 000
9	حجم الماء المقدم للأرض سنوياً	**م^3/هـ**	**13 956**
10	**مجموع التكاليف الاستثمارية خلال مدة (15) عاماً**	**ل.س.**	**960 150**

من خلال هذه الجداول فإنه لاستثمار هكتار واحد من الأراضي المروية خلال (15) عاماً، يجب إنفاق (**960 150**) ل.س. عند الري السطحي بالأثلام، و(**606 550**) ل.س. عند الري بالرش باستخدام المرشات المتنقلة، و(**818 231**) ل.س. عند الري بالتنقيط.

ولكنه تجب الإشارة إلى أن هذه المقارنة الاقتصادية لم تلحظ تكاليف أعمال الري كلّها، بل لحظت فقط تكاليف الري الحقلي، أي إنَّها لم تلحظ تكاليف الاستجرار من المصدر المائي الذي يختلف من موقع إلى آخر، كما لم تلحظ الجر بالأقنية الرئيسية والشبكة الموزعة. ومن ثمَّ فهي مقارنة لتكاليف الري الحقلي في حال تساوت المعطيات الأخرى، مع ضرورة لحظ بأنه يوجد عامل مهم وهو كمية مياه الري التي لم تقدر هنا تكاليفها نظراً إلى أنه حتى تاريخه تؤخذ تكاليف الري للهكتار بقيمة واحدة

الجدول (8) التكاليف الاستثمارية السنوية للري بالرش بواسطة المرشات المتنقلة للهكتار الواحد

التسلسل	العمـــل	الوحدة	القيمة
1	التكلفة التأسيسية الحقلية للري بالرش باعتماد مجموعة احتياطية	ل.س.	52 000
2	مدة الاستهلاك	سنة	15
3	النسبة السنوية للحسميات	%	2
4	النفقات السنوية على جاهزية تجهيزات الري	ل.س.	730
5	التكلفة الإجمالية خلال (15) سنة على جاهزية تجهيزات الري	ل.س.	10 950
6	أجور عمال الري السنوية:2 /(12 * 000 5)	ل.س.	30 000
7	أجور عمال الري خلال (15) عاماً	ل.س.	450 000
8	حجم الماء المقدم للأرض سنوياً	**م^3/هـ**	**12 211**
9	استهلاك الطاقة الكهربائية (0.002725*12211*30/0.8)	Kv/ha	1 248
10	القيمة السنوية للطاقة الكهربائية	ل.س.	6 240
11	القيمة الإجمالية لاستهلاك الطاقة الكهربائية خلال (15) عاماً	ل.س.	93 600
12	**مجموع التكاليف بما فيها قيمة التجهيزات**	**ل.س.**	**606 550**

الجدول (9) التكاليف الاستثمارية السنوية للري بالتنقيط للهكتار الواحد

التسلسل	العمـــل	الوحدة	القيمة
1	تكاليف تجهيزات الري بالتنقيط الحقلية	ل.س.	126 000
2	مدة الاستهلاك	سنة	7
3	القيمة الإجمالية لتجهيزات الري خلال الـــ(15) عاماً	ل.س.	252 000
4	النفقات السنوية على جاهزية تجهيزات الري	ل.س.	4 071
5	التكلفة الإجمالية خلال (15) سنة على جاهزية تجهيزات الري	ل.س.	61 065
6	أجور عمال الري السنوية:2 /(12 * 000 5)	ل.س.	30 000
7	أجور عمال الري خلال (15) عاماً	ل.س.	450 000
8	حجم الماء المقدم للأرض سنوياً	**م^3/هـ**	**7 198**
9	استهلاك الطاقة الكهربائية (0.002725*7 198*30/0.8)	Kv/ha	736
10	القيمة السنوية للطاقة الكهربائية	ل.س.	3 678
11	القيمة الإجمالية لاستهلاك الطاقة الكهربائية خلال (15) عاماً	ل.س.	55 166
12	**مجموع التكاليف بما فيها قيمة التجهيزات خلال (15) عاماً**	**ل.س.**	**818 231**

مهما كان الاستجرار، وحين يتغير هذا المفهوم ويصبح التقييم وفقاً للكمية المستهلكة فعلياً، كما يمكن أن يتم الدفع على شرائح (بما يشابه تكاليف مياه الشرب) فإن التقييم يجب أن يأخذ ذلك بالحسبان، وهو ما يجب القيام به بأسرع وقت ممكن، لأنَّ سورية تعدُّ من المناطق ذات الندرة في الموارد المائية، ومن ثمَّ تغيير آلية المحاسبة على استهلاك مياه الري ستؤدي إلى عقلنه استهلاك هذه الثروة غير المتجددة وترشيدها، مع العلم بأن كلفة الطاقة الكهربائية هنا قد لحظت بشكل جزئي اختلاف استهلاك كمية مياه الري.

فضلاً عن أن ضغط العمل على عمال الري ومن ثمَّ تكاليف هذه العمالة قد أخذت بما يتفق مع مدة ذروة

الاحتياج المائي، مع العلم بأنه في غالب الأحيان فإن أعمال الري الحقلية يقوم بها أفراد عائلة الفلاح، ولا يُستَعانُ بالعمالة الخارجية إلا في الأوقات الحرجة. ومع ذلك فإن الأرقام المذكورة إنما تعبر بشكل حسابي عن إيجابيات كل طريقة من طرائق الري موضوع المقارنة وسلبياتها. علماً بأن عدد مجموعات وعمال الري بالرش قد نجدها قليلة نسبياً ومرهقة عند الاستثمار، ولكن ذلك سينسحب على العناصر المكونة لطرائق الري الثلاث التي لم نجد عند إعداد الجداول (7، 8، 9) في المراجع المتخصصة (11 و 12) غير الأرقام التي أوردناها توثيقاً لمكونات لعناصر الاستثمارية لأنواع الشبكات الثلاثة.

ومما يجدر ذكره هنا أن المقارنة قد جرت من خلال تكاليف أعمال الري فقط ولم تشمل هنا تكاليف أعمال الصرف الزراعي، أي في حال كانت منطقة المشروع بحاجة إلى صرف مياه الري الزائدة، إن كان منها السطحي أو ما يذهب خارج منطقة الجذور باتجاه المياه الجوفية، وهذه الحالة الأخيرة هي الغالبة في حالة الري السطحي. أو كانت شبكة صرف بالكثافة الملائمة لحالة الري بالرش على الأقل لتصريف مياه الري الغاسل، إلا أنني في البحث المقدم لم ندخل تكلفة شبكة الصرف في التكلفة (الجداول 7، 8، 9).

3- النتائج والتوصيات

- مما ذكر أعلاه يتبيّن أن الري بالتنقيط يحقق وفراً كبيراً بمياه الري على حساب الطريقتين الأخريين، وبالأخص على طريقة الري بالرش المنافس الأساسي لها، ولكننا يجب أن نلاحظ أن الري بالتنقيط يرطب فقط الجزء المزروع من المنطقة (نحو 70 %)، مما يؤدي إلى ضعف الأصل الجذري، ويحجّم المنطقة التي يستفاد منها بعملية التغذية، فضلاً عن عدم تأدية أي دور في التغيير المناخي نتيجة عملية الري لترطيب محيط النبات للتخفيف من عملية النتح، فضلاً عن أن الري الموضعي يؤدي إلى تمركز الأملاح حول محيط منطقة الترطيب.

- إن جدوى المقارنة الاقتصادية بين طرائق الري المختلفة هو البحث عن طريقة الري التي تمتلك الأفضلية من حيث المؤشرات الاقتصادية، ومن خلال الدراسة التي أُجريَتْ تبيّن أنه لاستثمار هكتار واحد من الأراضي المروية خلال (15) عاماً، فإن شبكة الري بالرش هي الأكثر اقتصادية.

- بالعودة إلى أساسيات اختيار طريقة الري المثلى للمنطقة يجب اعتماد الطريقة الملائمة لظروف تربة منطقة المشروع والمحاصيل الزراعية،..الخ. فإذا ركزنا على موضوعي التربة والمحاصيل الزراعية فسنجد أن تربة منطقة حوض الفرات الأدنى تحتاج إلى نسبة لا بأس بها من مياه الري لحاجة الري الغسيلي، فضلاً عن مقننات الري العادية، وذلك لتشكيل تيار مائي غاسل معاكس للتيار المائي الصاعد بالخاصة الشعرية نتيجة قرب المياه الجوفية من سطح الأرض التي وجدت مالحة، والظروف الجوية من ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة النسبية المتدنية، أمَّا من ناحية المحاصيل الزراعية فإن المحصول الأساسي والاستراتيجي القمح، والبالغة نسبته في التركيب المحصولي (56.24 %) وفقاً للدورة الزراعية المعتمدة من وزارة الزراعة للمنطقة التي عملياً يتعذر ريها بالتنقيط، في حين محاصيل الدورة الزراعية كلّها بما فيها القطن تروى بشكل جيد بطريقة الري بالرش، علماً بأنه عند ري محصول القطن بالرش الذي تبلغ نسبته في التركيب المحصولي (26.5%) يجب تجنب بلبلة التيلة بعد ظهورها التي يمكن احتراقها نتيجة الحرارة المرتفعة ويفضل حين ظهورها إمَّا استخدام تجهيزات ري بالرش أخرى (آليات الري بالرش ذات

المحاور المركزية، أو آليات جبهية الحركة مزودة برشاشات تيارية تُرَكَّبُ في أسفل نوازل تلسكوبية تصل قرب سطح التربة أسفل وجود التيلة)، أو العودة للري السطحي.

- إننا نرى أن الحقول التجريبية الإرشـــادية يمكـــن أن تكون ركيزة لنشر الوعي بفوائد الري الحديث من حيـــث الوفرة في مياه الري وزيادة الإنتاج المتوقعة مع تحـــسين مواصفات التربة، وهذه الحقول التي يمكن تنفيـــذها فـــي مواقع متعددة لا تحتاج إلاَّ إلى استثمار القليل من الحوافز المادية والمعنوية، التي سيجني الوطن سريعاً أرباحها.

المراجع :

1- برادعي د. عمار، 2008: الري والصرف، منشورات كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، 280 صفحة.

2- حاجم أحمد يوسف؛ أ. حقي إسماعيل ياسين، 1992: هندسة نظم الري الحقلي، جامعة الموصل، كلية الهندسة، 350 صفحة.

3- سليمان أمين؛ د. حسان جودي؛ د. ياسر حمدان، (1999-2000): الري والصرف لغير المختصين، منشورات كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة البعث، 313 صفحة.

4- سلامة معن، 2006- رفع كفاءة استخدام المياه في الزراعة. مشروع تيمبوس، منشورات كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة البعث، 318 صفحة.

5- عساف عماد الدين؛ د. عدنان النحاس، (2009-2010)- الري والصرف، منشورات كلية الهندسة المدنية، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة دمشق، 363 صفحة.

6- وزارة الري، (1991)- دراسة النواحي الفنية والاقتصادية لمختلف أنظمة الري بالرش ضمن إطار الاستثمار الواسع في مزرعة السابع من نيسان في وادي الفرات الأسفل، دمشق، 130 صفحة.

7- وزارة الري، (2008). توصيات باعتماد تكاليف تجهيزات الري الحديثة، المؤسسة العامة لاستصلاح الأراضي، الثورة.

8- Aidarov I.P., Golovanov A.I., Mamaev M.G.; Orositelyn Melioratsii, «Kolos» izdanie vtoroe, Moskva, 1982.

9- SNiP (stroitel'nye normy i pravila) 2.06.03-85. Meliorativnye sistemy i sooruzheniya.

10- CHichasov V. YA., Izyumov V.V., Nosenko V.F., SHtokalov D.A..Tehnika poliva sel'skohozyaistvennyh kul'tur. Moskva Kolos, 1970 g.

11- Water Resources Engineering, First Edition, Larry W. Mays, New York, 2002.

12- Botha P.W., Grove B. Meiring J. A., Cost-estimating procedures for drip-, micro- and furrow- irrigation systems., Water SA Vol. 31 No. 3 July 2005.

13- F.A.O.; handbook on pressurized irrigation techniques; Second Edition, Rome, 2007

14- F.A.O.; Land and Water Development Division; Irrigation Water Management: Irrigation Methods, Training manual No5, Provisional edition, Rome, 2001.

15- F.A.O.; Irrigation and Drainage Paper No.56 "Crop evapotranspiration"; 1998.

16- F.A.O.; Technical handbook on pressurized irrigation techniques, Rome, 2001.

17- Keller I., Bliesner R., Sprinkle and Trickle Irrigation, New York, 1990.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2010/11/2.