مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (2) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (2) 2007

تحديد ضغط التشغيل للمرشات وتقييم أدائها

الدكتور أمين سليمان *
الدكتور مازن سلوم**

(تاريخ الإيداع 13 / 3 / 2007. قُبِل للنشر في 2007/5/22)

□ الملخّص □

يعتبر الري بالرش من الطرق الحديثة التي بدأت تنتشر بشكل واسع في الآونة الأخيرة في معظم المناطق. والمرش هو أكثر مكونات شبكة الري بالرش أهميةً، لأن كفاءة شبكة الري بالرش وفعاليتها تتوقف بدرجة كبيرة على مستوى أدائه. ونظراً للانتشار الكبير للحيازات الصغيرة ولعدم توفر المواصفات الفنية لأغلب المرشات الموجودة في السوق المحلية، وعلى الأخص المصنعة محلياً، فقد تم في هذا البحث تحديد المواصفات الفنية لخمسة أنواع من المرشات قصيرة المدى الأوسع استخداماً، ثلاثة منها بفوهتين والآخرين بفوهة واحدة. وتم تحديد جودة هذه المرشات حسب معامل التدفق للفوهة الرئيسة. كما تم تحديد ضغط التشغيل المناسب ونصف القطر المقابل له في حالة السكون ومن دون دوران المرش. وكذلك تم إيجاد العلاقة التي تعطي نسبة التوفير المتوقع في الاستطاعة اللازمة للمحرك في حال تشغيل المرشات بالضغط المناسب بدلاً من الضغط الأعظم مما يوفر في الاستطاعة اللازمة للمحرك بشكلٍ محسوس. ولقد وصلت هذه النسبة في بعض المرشات إلى 55% مما يشير إلى أن الطاقة المستهلكة قد تتضاعف إذا تم تشغيل المرش بضغط تشغيل أعظمي.

الكلمات المفتاحية: المرشات، نصف قطر الرش، ضغط تشغيل المرش، تدفق المرش.

* أستاذ في قسم هندسة الري والصرف – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث – حمص – سورية.
** مدرس في قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (2) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (2) 2007

Defining Operating Pressure of Sprinklers and Evaluating Their Performance

Dr. Amin Suliman *
Dr. Mazen Saloom**

(Received 13 / 3 / 2007. Accepted 22/5/2007)

□ ABSTRACT □

The agriculture sprinklers are considered an important component of any sprinkler irrigation systems. The efficiency of sprinkler irrigation depends on the quality of used sprinklers. In this research, the evaluation of some available local sprinklers has been done in order to determine their technical specifications. The appropriate operating pressure of the studied sprinklers has been determined. Five types of small rotary widely used sprinklers have been chosen, three of which have two nozzles and the others have one nozzle. Discharge from each nozzle and the radius of the sprinkling in case of closed hall without rotation have been also determined. It was found that using appropriate operating pressure of sprinkler decreases the power of pump for about 55%.

Key Words: Sprinklers, Sprinkler Discharge, Radius of Sprinkling, Sprinkler Operating Pressure.

* **Professor, Department of Irrigation and Drainage, Civil Engineering Faculty, Al-Baath University, Homs, Syria.**
** **Assistant Professor, Department of Water Engineering, Civil Engineering Faculty, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

1- مقدمة:

تزايدت الدعوات في الآونة الأخيرة لاستخدام تقنيات الري الحديثة مثل الري بالرش والري بالتنقيط. وجاءت هذه الدعوات مشفوعةً بكفاءة الري المرتفعة لهذه الطرق، وما ينتج عنها من توفير في المياه، وبالتالي إمكانية التوسع الأفقي بالمساحات المروية. ولكن هناك صعوبات جدية حدّت من انتشار هذه الطرق على الرغم من فوائدها الكثيرة، كتكاليف تأسيس أنظمة الري الحديثة المرتفعة، إضافة إلى الكلفة المرتفعة للطاقة الكهربائية أو النفط اللازم وما تشكله من عبءٍ مالي كبيرٍ على المزارعين. ونظراً لضرورة التوسع بالمساحات الزراعية المروية لمواجهة الحاجة المتنامية للمواد الغذائية نتيجة للزيادة السكانية السنوية العالية نسبياً لا بد من الاعتماد على وسائل الري الحديثة في عملية التوسع في المساحات المروية ورفع كفاءة استعمال الماء. وهكذا لا بد من العمل على نشر طرق الري الحديثة رغم كلفتها المادية المرتفعة مع التوجه الجاد للتصنيع المحلي لتجهيزات الري ومستلزماتها (الأنابيب بأنواعها، المرشات، الأجهزة الملحقة بشبكات الري بالرش والتنقيط) بقصد تخفيض التكاليف وتوفير التجهيزات الضرورية. ونتطرق في هذا البحث للمرشات الزراعية التي تعتبر أكثر المكونات أهمية في نظام الري بالرش، لأن فعالية النظام بالكامل وكفاءته تتوقف على درجة أدائها. وبما أن وظيفة المرشات تكمن في تأمين نثر قطرات الماء بشكل منتظم على المساحة المخصصة للري فإن اختيار المرش المناسب هو الخطوة الأولى والأهم في تصميم شبكة الري بالرش. وتتحقق الكفاءة المرتفعة في طريقة الري بالرش بالتشغيل الأمثل للمرشات. ويتطلب ذلك معرفة المواصفات الفنية والاستثمارية للمرشات بحيث تعمل بشكل أمثل. وبما أن الشركات المحلية المصنعة للمرشات لا تعطي أية مواصفات عنها مما يؤدي إلى أخطاء في تصميم شبكات الري بالرش واستثمارها فإنه لمن الضروري دراسة المرشات المتوفرة في السوق المحلية، ووضع المواصفات الفنية اللازمة لعملها، وتقييم أدائها.

توجد عدة تصنيفات للمرشات:

أ- تصنيف المرشات حسب تركيبها وطريقة عملها [2,1,3]:

- المرشات ذات الرأس الدوار: وتشمل المرشات ذات سرعة الدوران البطيئة والمرشات ذات سرعة الدوران الكبيرة والمرشات التي تعمل بشكل متقطع.
- المرشات ذات الرأس الثابت.
- المرشات الأنبوبية: وتشمل الأنابيب الهزازة والأنابيب الثابتة والمثقبة بتوزيع معين يؤمن التوزيع الجيد للمياه.

ب – تصنيف المرشات حسب قطر فوهة الرش (في حالة المرشات متعددة الفوهات يؤخذ بعين الاعتبار فوهة الرش الرئيسة)[5,7]:

- مرشات ذات فوهة صغيرة حيث يكون قطر فوهة الرش الرئيسة بين 3mm و 7mm.
- مرشات ذات فوهة متوسطة ويكون قطر فوهة الرش بين 8mm و 16mm.
- مرشات ذات فوهة رش كبيرة ويكون قطر فوهة الرش بين 17mm و 50mm.

ج – تصنيف المرشات حسب ضغط التشغيل[5,1,6]، حيث تصنف المرشات حسب ضغط التشغيل إلى:

- مرشات ذات ضغط تشغيل منخفض حيث يكون ضغط التشغيل للمرش أقل من 0.25MPa.
- مرشات ذات ضغط متوسط ويكون ضغط التشغيل فيها بين 0.25MPa و 0.50MPa.

– مرشات ذات ضغط مرتفع ويكون ضغط التشغيل فيها أكبر من 0.50MPa.

د – تصنيف المرشات حسب نصف قطر الرش[2,4]:

– مرشات قصيرة المدى ويكون نصف قطر الرش فيها R>20m.

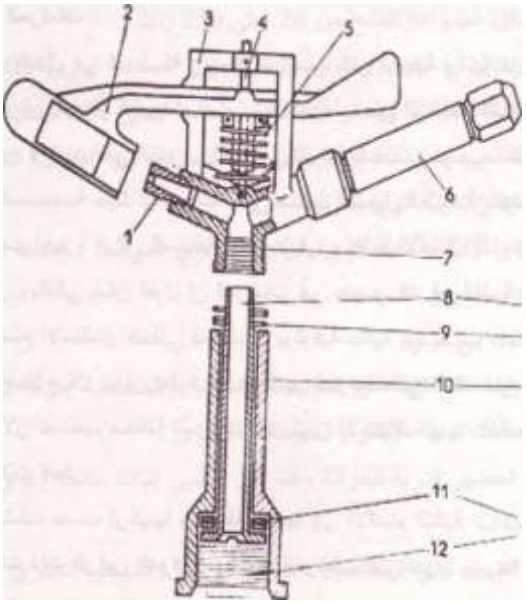
– مرشات متوسطة المدى ويكون نصف قطر الرش فيها بين 20m و 40m وتقسم بدورها إلى مرشات متوسطة قصيرة المدى ويكون نصف قطر الرش فيها بين 20m و 30m ومرشات متوسطة بعيدة المدى يكون نصف قطر الرش فيها بين 30m و 40m.

– مرشات بعيدة المدى ويكون نصف قطر الرش فيها R>40m.

هـ – تصنيف المرشات حسب كثافة الرش حيث تقسم المرشات إلى[7,8]:

- مرشات ذات كثافة رش صغيرة وتكون كثافة الرش فيها $i<6mm/hr$.
- مرشات ذات كثافة رش متوسطة وتكون كثافة الرش فيها $16mm/hr< i <6mm/hr$.
- مرشات ذات كثافة رش كبيرة وتكون كثافة الرش فيها أكبر من 16mm/hr .

وتعد المرشات ذات الرأس الدوار الأكثر استخداماً خاصةً التي تدور ببطء بسبب المواصفات التي تتميز بها (أنصاف أقطار كبيرة وكثافة رش منخفضة قدر الإمكان). ويجب أن يكون التركيب الإنشائي للمرشات ذات الرأس الدوار قوياً ومتيناً بحيث تتحمل ضغوط تشغيل عالية إضافةً إلى الاستخدام المستمر في الحقل، والشكل (1) يبين مكونات المرش ذي الرأس الدوار [5].



الشكل (1) مخطط نموذجي يبين مكونات المرش ذا الرأس الدوار: 1– الفوهة الثانوية، 2– مطرقة، 3– حامل المطرقة مع المصدم، 4– محور دوران المطرقة، 5– نابض محرك المطرقة، 6– أنبوب الرش مع الفوهة الرئيسة، 7– رأس المرش، 8– أنبوب داخل جذع المرش، 9– نابض مع حلقة لمنع تسرب الماء، 10– جذع المرش، 11 – حلقة مطاطية لمنع التسرب، 12– وصلة المرش (مؤنثة).

2- هدف البحث وأهميته:

إن الهدف من البحث هو:

- تحديد ضغط التشغيل المناسب لعدد من المرشات المتوفرة في السوق المحلية والشائعة الاستخدام من قبل المزارعين.

وإن ذلك يساعد على استثمار المرشات بشكل صحيح ، حيث إن ضغط التشغيل هو القيمة التي تعتمد في التصميم ويتم ضبطها والتحكم بها من قبل المستثمر.

- تحديد نسبة التوفير في الطاقة، حيث إن الطاقة المستخدمة في نظام الري بالرش تتعلق بالضاغط المطبق، وأن استخدام ضغط التشغيل الذي يعطي نصف قطر رش أعظمي يؤدي إلى هدر في استخدام الطاقة.

- تقييم عمل المرشات وتصنيفها، وهذا يعطي للمنتج والمصمم والمستثمر للمرشات تصوراً واضحاً عن نوعية المرشات المستخدمة في الدراسة.

3- طريقة البحث:

لتنفيذ الخطة الموضوعة للبحث تم إجراء التجارب الآتية:

* قياس التصريف من المرشات المدروسة وذلك بقياس حجم الماء المتدفق من فوهات المرش كلٍ على حده من أجل ضغوط مختلفة بوساطة وعاء مدرج، وكذلك الزمن المقابل لهذا الحجم بوساطة ميقاتية.

* قياس نصف قطر الرش من أجل ضغوط مختلفة للماء في فوهة المرش مع تثبيت لرأس المرش ومنعه من الدوران، ضمن صالة مغلقة (مخبر الهيدروليك في كلية الهندسة المدنية في جامعة البعث). وبذلك تم استبعاد تأثير الرياح والظروف المناخية الأخرى على نصف قطر الرش، من أجل الوصول إلى حالة قياسية قابلة للمقارنة.

3-1 مواصفات المرشات المستخدمة في الدراسة:

في هذا البحث تم اختيار خمسة أنواع من المرشات الأكثر استخداماً من قبل المزارعين، وهي من النوع ذي الرأس الدوار وذات الفوهة الصغيرة: ثلاثة منها بفوهتين فقط ومرشان بفوهة واحدة. ثلاثة منها مصنعة محلياً واثنان مستوردان. ونحدد في الجدول (1) مواصفات المرشات المستخدمة وفقاً لمعطيات نتائج القياس المباشر.

3-2 دراسة تغير التصريف مع الضاغط:

يتم تثبيت المرش، المراد اختباره، على حامل المرش. والمرش مزود بمنظم ومقياس للضغط وإكسسوارات لازمة للوصل مثبتة جميعاً على قاعدة معدنية صنعت خصيصاً لهذا الغرض. وتم قياس التدفق الموافق للضغط من أجل قيم متزايدة بخطوة تساوي 0.40bar. ويتم قياس التدفق الخارج من كل فوهة $[Q\,(l/esc)]$ تبعاً للضغط بقياس الزمن $[t\,(\sec)]$ اللازم لتجميع حجم من الماء $[V\,(l)]$ وفقاً للعلاقة الآتية:

$$Q = \frac{V}{t} \qquad (1)$$

ويبين الجدول (2) نتائج القياسات إضافةً لنتائج حساب معامل التصريف للفوهة الرئيسة، الذي على أساسه يتم تقييم المرشات. وتم حساب معامل التدفق بقسمة التصريف الفعلي المقاس على التصريف النظري الذي يحدد بالعلاقة[5,9,7]:

$$q = f\sqrt{2gH} \qquad (2)$$

حيث:

q : قيمة التدفق النظري للماء من المرش $m^3/\sec$.

H : ضغط الماء في فوهة المرش mH_2O.

f : مساحة مقطع فوهة المرش m^2.

g : تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي $9.81\ m/\sec^2$.

الجدول(1) المواصفات الفنية للمرشات المستخدمة

مواصفة المرش	أسم المرش التجاري				
	الخيرات	تاج الملك	أندليان	RAIN BIRD	IPIERRE
قطر الفوهة الرئيسة (mm)	3.51	3.41	4.08	3.54	4.55
قطر الفوهة الثانوية (mm)	2.59	2.02	2.65	–	–
زاوية الرش من الفوهة الرئيسة مع الأفق(درجة)	25	25	21	23	30
زاوية الرش من الفوهة الثانوية مع الأفق (درجة)	15	20	27	–	–
طول أنبوب الرش(mm)	33.40	31.44	37.32	33.19	19.70
وزن المرش (gr)	325.79	309.80	494.00	444.87	283.79
قطر وصلة المرش (inch)	1.0 مذكر	1.0 مذكر	1.0 مذكر	1.0 مذكر	0.75 مؤنث
إمكانية التحكم بسرعة الدوران	غير ممكن	ممكن	غير ممكن	ممكن	غير ممكن

مادة الصنع	معدن	معدن	معدن	معدن	بلاستيك
علامات مميزة	الخيرات للري FARM-RC	تاج الملك SYRIA	أندليان صناعة سورية	RAIN BIRD	IPIERRE garden

الجدول (2) تحديد التصريف ومعامل التدفق للفوهة الرئيسة للمرشات المدروسة

المرش	الضاغط ($m\ H_2O$)	التصريف المقاس *(l/s)*	التصريف النظري *(l/s)*	معامل التدفق	معامل التدفق الوسطي
الخيرات	24	0.173	0.210	0.824	0.818
	28	0.184	0.227	0.812	
	32	0.198	0.242	0.817	
	36	0.209	0.257	0.813	
	40	0.220	0.271	0.812	
	44	0.232	0.284	0.816	
تاج الملك	24	0.155	0.198	0.782	0.755
	28	0.166	0.214	0.776	
	32	0.169	0.229	0.739	
	36	0.180	0.243	0.742	
	40	0.190	0.256	0.743	
	44	0.200	0.268	0.745	
أندليان	32	0.312	0.327	0.950	0.888
	36	0.327	0.347	0.939	
	40	0.315	0.366	0.858	
	44	0.330	0.384	0.857	
	48	0.347	0.401	0.863	
	52	0.360	0.417	0.860	
RAIN BIRD	32	0.240	0.246	0.973	0.980
	34	0.248	0.254	0.976	
	36	0.256	0.261	0.979	
	38	0.265	0.269	0.986	
	40	0.271	0.276	0.983	
	42	0.279	0.282	0.988	
	44	0.283	0.289	0.979	
IPIERRE	32	0.372	0.408	0.911	0.906

GARDEN	34	0.381	0.421	0.905	
	36	0.397	0.432	0.916	
	38	0.396	0.444	0.890	
	40	0.410	0.455	0.898	
	42	0.428	0.467	0.914	
	44	0.436	0.477	0.910	

ويبين الجدول (3) نتائج قياس التصريف من الفوهة الثانوية المقابل للضغوط المختلفة المطبقة، وحساب معامل التدفق لهذه الفوهة.

الجدول (3) تحديد التصريف ومعامل التدفق للفوهة الثانوية للمرشات المدروسة

المرش	الضاغط (m H_2O)	التصريف المقاس *(l/s)*	التصريف النظري *(l/s)*	معامل التدفق	معامل التدفق الوسطي
الخيرات	24	0.092	0.114	0.804	0.762
	28	0.096	0.123	0.777	
	32	0.101	0.132	0.765	
	36	0.105	0.140	0.750	
	40	0.110	0.148	0.745	
	44	0.113	0.155	0.730	
تاج الملك	24	0.057	0.069	0.821	0.803
	28	0.061	0.075	0.813	
	32	0.065	0.080	0.811	
	36	0.068	0.085	0.780	
	40	0.071	0.090	0.792	
	44	0.075	0.094	0.798	
أندليان	32	0.117	0.138	0.848	0.869
	36	0.127	0.148	0.858	
	40	0.136	0.155	0.877	
	44	0.143	0.162	0.883	
	48	0.147	0.169	0.870	
	52	0.155	0.176	0.881	

و يستخدم لحساب التصريف من المرشات ذات الفوهتين العلاقة الآتية[9]:

$$q = 1000(\mu_1 f_1 + \mu_2 f_2)\sqrt{2gH} \qquad (3)$$

حيث:

q : تدفق الماء من المرش $(l/\sec)$.

H : ضغط الماء في فوهة المرش (mH_2O).

f_1, f_2 : مساحتا مقطعي فوهة المرش الثانوية والرئيسة على الترتيب (m^2).

g : تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي $(9.81\ m/\sec^2)$.

μ_1, μ_2 : معاملا التدفق للفوهة الثانوية والرئيسة على الترتيب.

وبذلك تكون علاقات التدفق للمرشات المدروسة ذات الفوهتين كما هو مبين في الجدول (4)

الجدول (4) علاقة التدفق مع الضاغط من المرشات المدروسة

أسم المرش التجاري	علاقة التدفق	
مرش الخيرات	$q = 0.0119\sqrt{2gH}$	$(l/\sec)$
مرش تاج الملك	$q = 0.0095\sqrt{2gH}$	$(l/\sec)$
مرش أندليان	$q = 0.0164\sqrt{2gH}$	$(l/\sec)$
مرش RAIN BIRD	$q = 0.0096\sqrt{2g.H}$	$(l/\sec)$
مرش IPIERRE garden	$q = 0.0148\sqrt{2g.H}$	$(l/\sec)$

ويكون تقييم جودة المرشات حسب معامل التدفق لفوهة الرش الرئيسة [8] كما في الجدول (5)

الجدول (5) تقييم جودة المرشات حسب عامل التدفق لفوهة الرش الرئيسة

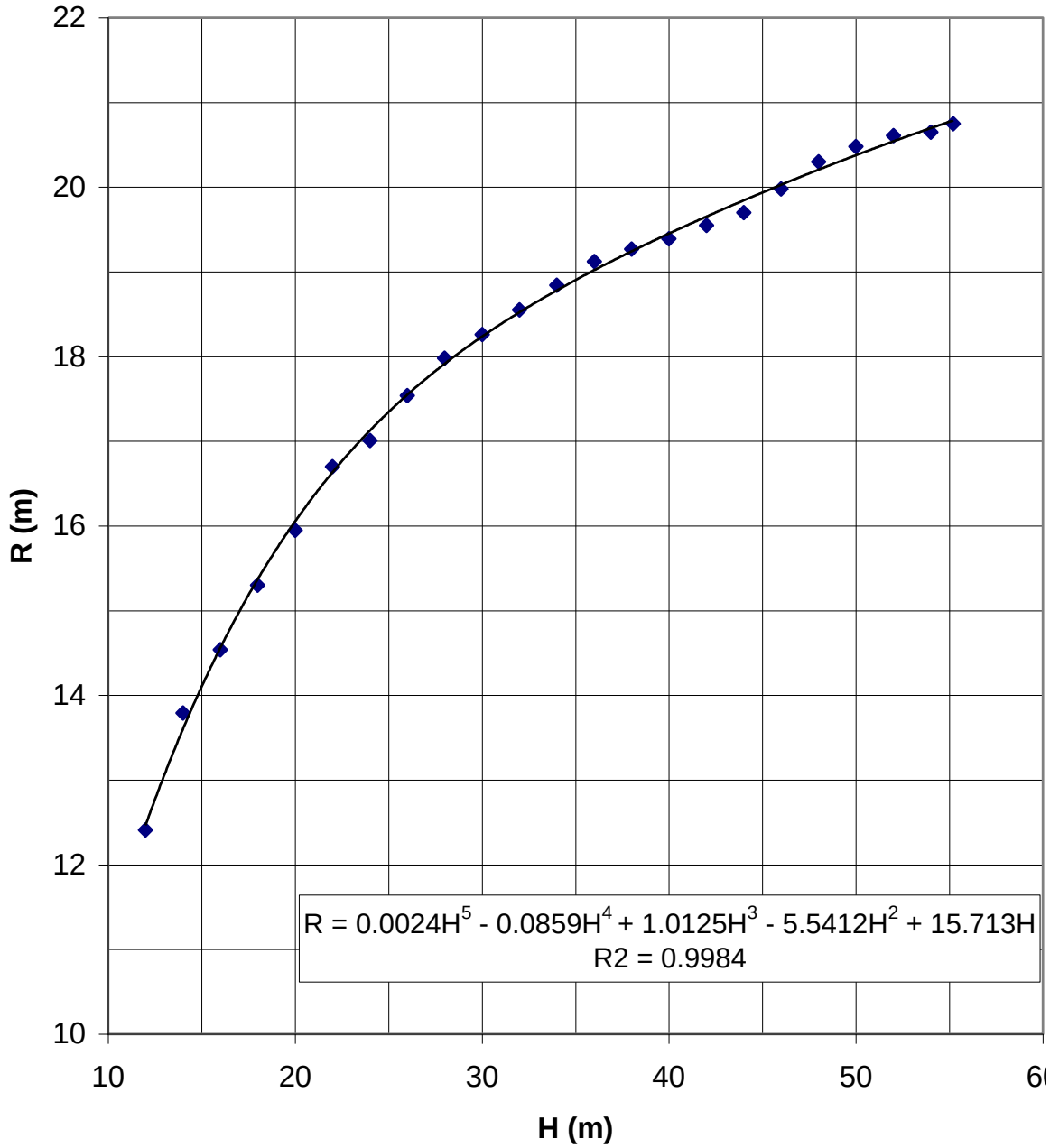
أسم المرش	معامل التدفق للفوهة الرئيسة	تقييم المرش حسب [8]
الخيرات	0.818	ضعيف لأن معامل تدفقه أصغر من 0.93
تاج الملك	0.755	ضعيف لأن معامل تدفقه أصغر بكثير من 0.93
أندليان	0.888	ضعيف لأن معامل تدفقه أصغر من 0.93
RAIN BIRD	0.980	جيد جداً لأن معامل تدفقه أكبر من 0.97
IPIERRE	0.906	ضعيف لأن معامل تدفقه أصغر من 0.93

3-3 تحديد ضغط التشغيل المناسب للمرشات المدروسة:

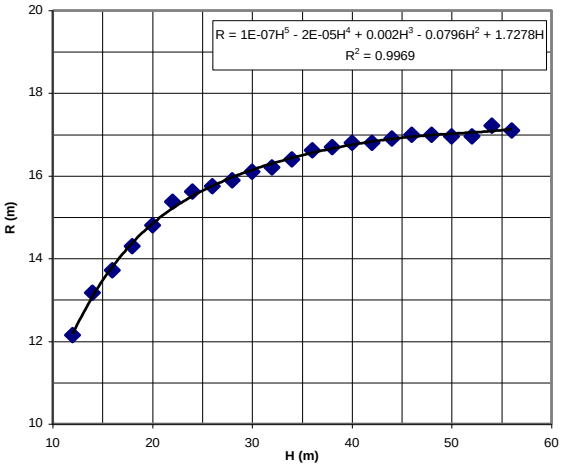
إن تصميم شبكات الرش واستثمارها يستدعي معرفة الضغط المناسب في فوهة المرش. والضغط المناسب هو الضغط الذي يؤمن نصف قطر رش أكبر ما يمكن بأقل ما يمكن من استهلاك الطاقة. كما يجب أن يؤمن بعثرة السيالة المائية وتوزيعها بشكل جيد على المساحة المخصصة. وتبين الدراسات التجريبية السابقة أن نصف قطر الرش يزداد بازدياد الضغط حتى يصل إلى قيمة حدية، وبعدها يتناقص نتيجة لانخفاض الطاقة الحركية لقطرات الماء، حيث أن زيادة الضغط تؤدي إلى بعثرة السيالة المائية إلى قطرات صغيرة [3]. إن تحديد قيمة الحد العلوي لمجال ضغط التشغيل المناسب للمرشات الدوارة يتم من المنحنيات المحددة بين نصف قطر الرش والضاغط.

لقد أشارت بعض الدراسات التجريبية إلى أن زيادة نصف قطر الرش، من 95 إلى 100% من نصف القطر الأعظم للرش، تتطلب زيادة في الضغط 45% – 35 [8,9]. وهكذا تقترح هذه الدراسات تحديد الحد العلوي للضغط المناسب بالضغط الذي يعطي نسبة ثابتة من نصف قطر الرش الأعظم (95%). بينما يحدد الحد الأدنى لمجال الضغط المناسب بالضغط الذي يؤمن بعثرة السيالة المائية بشكلٍ لا تؤدي فيه قطرات الماء إلى تخريب التربة أو النباتات المزروعة وهذا مجال بحث مستقل.

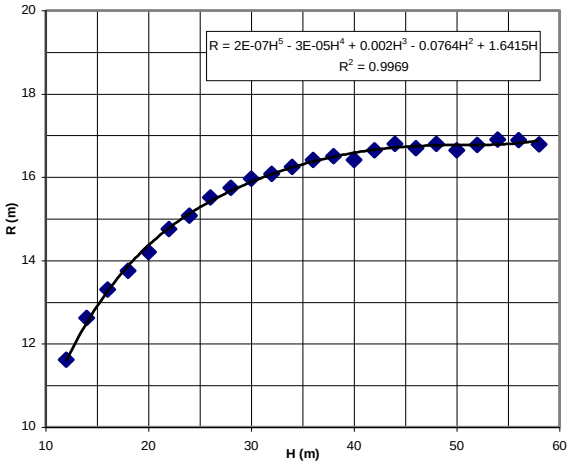
انطلاقاً مما سبق تم إجراء اختبارات تجريبية، باستخدام خمسة أنواع من المرشات المتوفرة محلياً، لدراسة تبعية نصف قطر الرش $[R(m)]$ لضغط التشغيل $[H(m)]$. وبنتيجة هذه الاختبارات تم التوصل إلى المنحنيات الخاصة بها والمبينة في الأشكال (2)، (3)، (4)، (5) و(6).



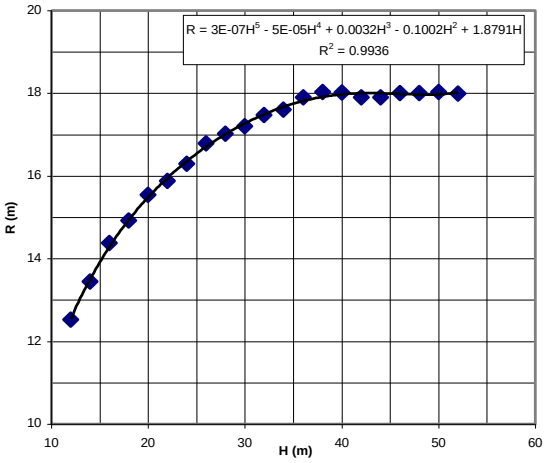
الشكل (٢) العلاقة بين الضاغط ونصف قطر الرش
(IPIERRE garden مرش)



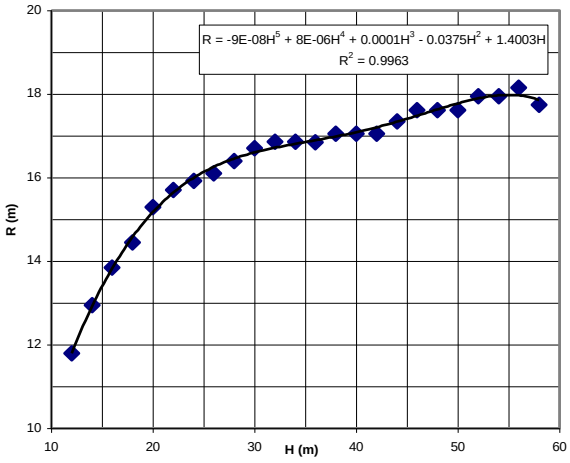
الشكل (٣) العلاقة بين الضاغط ونصف قطر الرش
(مرش الخيرات)



الشكل (٤) العلاقة بين الضاغط ونصف قطر الرش
(مرش تاج الملك)



الشكل (٥) العلاقة بين الضاغط ونصف قطر الرش
(مرش أندليان)



الشكل (٦) العلاقة بين الضاغط ونصف قطر الرش
(مرش RAIN BIRD)

لتحديد الحد العلوي لضاغط التشغيل المناسب للمرشات نتبع الخطوات الآتية:

1- تحديد قيمة الضاغط الأعظم $H_{\max}$ المقابل لنصف قطر الرش الأعظم $R_{\max}$.

2- حساب نصف قطر الرش الملائم ويعطى بالعلاقة التالية:

$$R_{sut} = 0.95 R_{\max} \qquad (4)$$

3- تحديد الضاغط المناسب H_{sut} المقابل لقيمة R_{sut} .

4- حساب نسبة تخفيض ضاغط التشغيل المطلوب للمرشات من ضاغط التشغيل الأعظم إلى ضاغط التشغيل المناسب كما يلي:

$$\beta = 100\left(\frac{H_{\max} - H_{sut}}{H_{\max}}\right) \qquad (5)$$

نلاحظ من دراسة المنحنيات الواردة في الأشكال (2،3، 4، 5، 6):

– عدم إمكانية تحديد قيمة نصف قطر الرش الأعظم للمرش IPIERRE. وهذا يعني أن المرش يعمل على ضغوط تشغيل أكبر من الضغط الأعظم للمضخة المستخدمة في التجارب. وبالتالي لم يحدد ضغط التشغيل المناسب لهذا المرش.

– أن ضغط التشغيل المناسب للمرشات يتراوح بين 3.0-3.9 bar (انظر الجدول (6)). وهذا يعني أن المرشات المدروسة تصنف ضمن المرشات ذات الضغط المتوسط.

– أن نصف قطر الرش المناسب للمرشات يتراوح بين 16.0-17.1m(انظر الجدول (6)). وبالتالي تصنف المرشات المدروسة ضمن مجموعة المرشات قصيرة المدى.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن قيم الضاغط ونصف قطر الرش الأعظم والمناسب للمرشات المدروسة، المبينة في الجدول (6)، مأخوذة من الأشكال (2، 3، 4، 5، 6) أما مقدار نسبة التخفيض في الضاغط، إذا ما استخدم الحد العلوي لضغط التشغيل المناسب بدلاً من ضغط التشغيل الأعظم، (انظر الجدول (6)) فيحسب اعتماداً على العلاقة (5) باستخدام القيم المستخلصة من الأشكال نفسها المذكورة أعلاه.

الجدول (6) تحديد ضغط التشغيل الأمثل للمرشات

$(\beta)\%$	$H_{sut}\ (m)$	$R_{sut}\ (m)$	$H_{\max}\ (m)$	$R_{\max}\ (m)$	اسم المرش التجاري
42.8	32.0	16.3	56.0	17.15	الخيرات
44.4	30.0	16.0	54.0	16.80	تاج الملك
41.7	28.0	17.1	48.0	18.0	أندليان
27.8	39.0	17.1	54.0	18.0	RAIN BIRD

3-4- تحديد نسبة التوفير في الطاقة:

تعدّ نظم الري بالرش نظماً عالية الكلفة نسبياً وذلك بسبب الكلفة المرتفعة لمكوناتها (المضخة، والأنابيب، والمرشات). يضاف إلى ذلك كلفة الطاقة اللازمة لتشغيل الشبكة، سواءً كان مصدرها كهربائياً أو وقوداً إحفورياً.

إن كلفة الطاقة اللازمة لتشغيل المضخة في شبكة الري بالرش، التي يجب أن تؤمن التصريف والضاغط اللازم لها من أكثر الأمور التي تهم المزارع. وتحسب الاستطاعة اللازمة للمضخة التي تتعلق بالتدفق والضاغط ومردود المضخة ومردود محركها بالعلاقة الآتية[7,9,5]:

$$N_w = \frac{\gamma Q H_{mp}}{102\eta_p.\eta_s} \qquad (6)$$

حيث:

- N_w – الاستطاعة اللازمة لعمل المضخة (kw)،
- $Q = nq$ – تدفق المضخة، ويساوي إلى جداء عدد المرشات العاملة في آن واحد (n) في تدفق المرش الواحد (q) $(m^3/\sec)$،
- H_{mp} – ضاغط المضخة (m)

η_p – مردود المضخة

η_s – مردود المحرك.

ولقد قمنا بتحديد كلٍ من ضغط التشغيل المناسب، والتدفق المقابل لنصف قطر الرش المناسب للمرشات المدروسة، وكذلك ضغط التشغيل الأعظم، والتدفق المقابل لنصف قطر الرش الأعظم. وعند حساب الاستطاعة اللازمة للمضخة في كلتا الحالتين، من أجل نفس الشبكة يمكن إيجاد نسبة التوفير في الاستطاعة اللازمة بإتباع الخطوات الآتية:

1-حساب استطاعة المضخة من أجل مرشات تعمل بضاغط تشغيل أعظم $H_{\max}$:

$$(7)\ N_{w,\max} = \frac{\gamma.n.q_{\max}.H_{mp}}{102.\eta_p.\eta_s}$$

2-حساب استطاعة المضخة من أجل مرشات تعمل بضاغط تشغيل مناسب H_{sut}:

$$(8)\ N_{W.sut} = \frac{\gamma.n.q_{sut}.(H_{mp} - \Delta H)}{102.\eta_p.\eta_s}$$

حيث:

$$(9)\ \Delta H = H_{\max} - H_{sut}$$

3– حساب نسبة التوفير في الاستطاعة اللازمة للمضخة (S):

$$(10)\ S = \frac{N_{w,\max} - N_{w,sut}}{N_{w,\max}} = 1 - [\frac{q_{sut}}{q_{\max}} - \frac{q_{sut} \cdot \Delta H}{q_{\max} \cdot H_{mp}}]$$

وبتطبيق الخطوات السابقة على المرشات المدروسة، بفرض أن ضاغط المضخة يساوي 60m من أجل مرشات تعمل بضغط تشغيل أعظم، نجد قيم نسبة التوفير في الاستطاعة كما هي مبينة في الجدول(7).

الجدول (7): نسبة التوفير في الطاقة اللازمة لعمل المضخة بالنسبة للمرشات المدروسة.

اسم المرش	$H_{\max}$ (m)	H_{sut} (m)	ΔH (m)	$q_{\max}$ *(l/sec)*	q_{sut} *(l/sec)*	S
الخيرات	56	32	24	0.394	0.298	0.546
تاج الملك	54	31	23	0.309	0.234	0.533
أندليان	48	28	20	0.500	0.382	0.491
RAIN BIRD	54	39	15	0.312	0.266	0.361

نلاحظ من الجدول (7) أن نسبة التوفير في الاستطاعة المحسوبة للمرشات المدروسة تتراوح بين 36% و55%. وهذه النسبة كبيرة وتشير بوضوح إلى إمكانية تخفيض كلفة استثمار شبكات الري بالرش إذا ما تم تشغيل المرشات بضغط تشغيل مناسب. ويلقى هذا الأمر استحساناً كبيراً لدى المزارعين نظراً للتوفير في كلفة الوقود اللازم.

4– الاستنتاجات:

استناداً إلى التجارب والقياسات التي تم أخذها وتحليلها في هذا البحث، نشير إلى أهم النتائج التي تم التوصل إليها:

1- إن المرشات المتوفرة في السوق المحلية، خاصةً محلية الصنع، غير مزودة بأيّة مواصفات فنية تمكن المصمم والمستثمر على حدٍ سواء من استخدامها بالشكل المناسب. ولا بد، قبل استخدام هذه المرشات، من تصنيفها وتقييم أدائها وتحديد ظروف عملها من قبل جهات علمية مختصة.

2- اعتماداً على قيم معامل التدفق للفوهة الرئيسة للمرشات المدروسة تم تقييمها كما يلي: الخيرات- ضعيف، تاج الملك- ضعيف، أندليان- ضعيف، RAIN BIRD – جيد جداً، IPIERRE – ضعيف.

3- تختلف قيم ضغط التشغيل المناسب للمرشات المدروسة عن القيم العظمى بشكلٍ محسوس تتراوح نسبته بين 0.27 و 0.43. مما يقود إلى توفير كبير في الطاقة المستهلكة.

4- إن نسبة التوفير في الاستطاعة المحسوبة للمرشات المدروسة بفرض أن ضاغط المضخة يساوي 60m هي: 55% لمرش الخيرات ، و 53% لمرش تاج الملك، و 49% لمرش أندليان، و36% لمرش RAIN BIRD .

المراجع:

1- الرفاعي، محمود فيصل. *الدليل العملي للري والصرف الجزء الثاني الري بالرش*، مطابع الأصيل، 1982، 222.

2- الكنج، أسعد. *الري*، مديرية الكتب والمطبوعات جامعة تشرين، 1982، 189.

3- العامود، أحمد إبراهيم؛ الفتياني، فاروق عبدالله. *الري بالرش الأجهزة والتطبيق* (مترجم عن ملفن كاى) دار المعارف مصر، 1991، 176.

4- حسين، عبد الرزاق؛ أسعد، واصف. *الري والصرف*، مديرية الكتب والمطبوعات جامعة دمشق، 1986، 259.

5- سليمان، أمين؛ الجودي، حسان؛ حمدان، ياسر. *الري والصرف لغير المختصين*، مديرية الكتب والمطبوعات جامعة البعث، 2000، 313.

6- عبدالله، إيهاب؛ سلامه، معن. *الري (1)*، مديرية الكتب والمطبوعات جامعة البعث، 1998، 312.

7- قازان، محمد نزار. *الري(1)* مديرية الكتب والمطبوعات جامعة حلب، 1989، 299.

8- DRUPKA, S.- *Deszczownie Deszczowanie*. Wyd. II, PWRiL, Warszawa, 1980.

9- PROCHAL, P.- *Podastawy Melioracje Rolnych*, t.1 PWRiL Warszawa, 1986, 619.