مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (1) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (1) 2015

التصميم الاقتصادي الأمثل لأقطار الأنابيب المستخدمة في أنظمة الري بالرش المضغوطة باستخدام(6.0) Visual Basic

سلاف عمار*

(تاريخ الإيداع 1 / 10 / 2014. قبل للنشر في 16 / 2 / 2015)

□ ملخّص □

إن المشكلة الرئيسة التي تواجه المصمم هي اختيار مخطط تصميم النظام، والذي يعتمد على عدة عوامل:

أحد هذه العوامل هو تحديد الضياعات الاحتكاكية الإجمالية للأنابيب، والتي تؤثر بشكل رئيسي ليس فقط على الأنابيب، ولكن على المضخة أيضا".

العامل الثاني هو تحديد التكلفة الكلية لخطوط الأنابيب التي تؤثر بشكل رئيسي على التكلفة الإجمالية للنظام.

إن الغاية من هذه الدراسة هو الحصول على قيمة القطر الاقتصادي للأنبوب بأقل تكلفة، والحفاظ على الضغط في كل نقط شبكة الأنابيب، لتعطي انسيابية مناسبة لكل الرشاشات. وقد كتبت النتائج بشكل تفصيلي بحيث وجدنا المعيار التالي:

عندما يكون التدفق نفسه في أنابيب عدة مع الاختلاف في أطوال هذه الأنابيب ستكون قيمة قطر الأنبوب وقيم التكاليف هي نفسها لهذه الأنابيب. مع العلم أن قيمة الضياعات ستكون أكبر للأنبوب الأطول.

الكلمات المفتاحية: الري بالرش، معادلة سكوبي للأنابيب الإسمنتية، ضياعات الاحتكاك، القطر الاقتصادي للأنابيب.

* قائم بالأعمال معاون– قسم المكننة الزراعية – كلية الهندسة التقنية – جامعة تشرين– طرطوس– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (1) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (1) 2015

The Perfect Economical Design of Pipes` Diameters, which used in Pressurised Sprinkler Irrigation Systems by using Visual Basic (6.0)

Sulaf Ammar*

(Received 1 / 10 / 2014. Accepted 16 / 2 /2015)

□ ABSTRACT □

The main problem facing the designer is the choice of optimum system layout, which depends on several factors. One of these factors is the assessment of total friction losses of the pipes, which mainly affects not only the pipe but also the pump.

The second factor is assessment of capital cost of pipelines, which mainly affects the total cost of the system.

The aim of this study is getting less cost of pipes and keeping the pressure in all points of pipes net to give suitable flow to all sprinklers. The results have been written analytically and we have found the following standard:

When the flow is the same in several pipes and the difference is the length of these pipes, the value of pipe's diameter and the values of costs will be the same for these pipes. Nevertheless, the value of head loss will be biggest for the longest pipe.

Keywords: Sprinkler irrigation, Scobey's concrete pipe formula, friction losses, economical diameter of pipes.

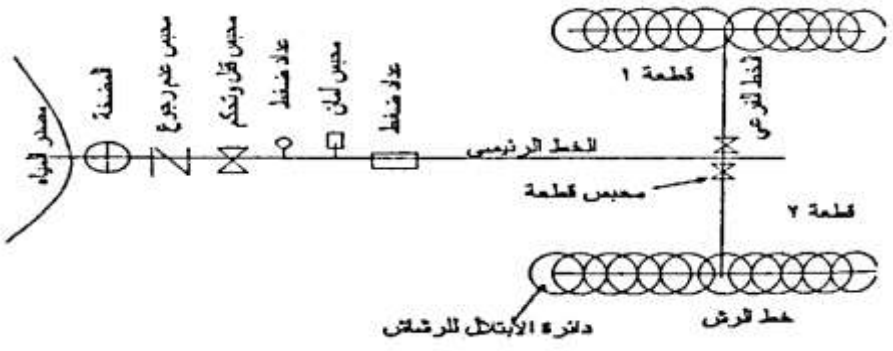
*Assistant Work -Department of Agricultural Mechanization-Faculty of Technical Engineering-Tishreen University-Tartous-Syria.

مقدمة:

تقع سورية في المناطق الجافة وشبه الجافة ذات الموارد المائية المحدودة، وتتأثر بمناخ البحر الأبيض المتوسط. ولا تتعدى الزراعة المروية فيها 40% من مجمل مساحة الأراضي القابلة للزراعة بسبب قلة الموارد المائية من جهة، واستخدام طرق الري التقليدية التي تؤدي لزيادة الضياعات المائية، وانخفاض كفاءتها من جهة ثانية، حيث قد يصل الفاقد المائي لأكثر من 50% من كميات مياه الري المستخدمة[عباس والضرير،1992]. والموارد المائية الرئيسية في سورية ذات منشأ تقليدي بالدرجة الأولى، حيث تبلغ الواردات المائية من الأمطار 45مليار متر مكعب في المتوسط سنوياً، أما المصادر المائية السطحية والجوفية فتؤمن نحو 10 مليار متر مكعب، بدون إيرادات نهري دجلة والفرات [خدام، 2000].ولا تزال الطرق التقليدية للري السطحي بالغمر باستعمال أحواض أو خطوط لتوزيع المياه شائعة الاستخدام في كثير من البلدان، ومنها الجمهورية العربية السورية، ومع ذلك ففي السنوات الأخيرة في سورية تم تشجيع الفلاحين على استبدال طريقة الري السطحي بالغمر بطرق حديثة كالري بالرش والري بالتنقيط [حسن وجراد،2011] .

في الري بالرش يتم توزيع المياه تحت ضغط معين خلال شبكة من الأنابيب لتصل إلى المرشات، ثم يتم رش المياه في الهواء على شكل قطرات تشبه بذلك المطر الطبيعي، وبذلك يقل هدر المياه بالتبخر، وكذلك تحمي الأراضي من الملوحة التي يسببها الري السطحي بالغمر، وتكون احتياجات الأيدي العاملة أقل[زين العابدين،2009]. لكن بالمقابل تعد طريقة الري بالرش أكثر استهلاكاً للطاقة، وأعلى تكلفة من حيث الأجهزة وملحقاتها والصيانة المستمرة. وتمتاز طريقة الري بالرش بملائمتها للتربة التي تحوي نسب مرتفعة من الرمل والتضاريس المتعرجة [اسماعيل،2009 آ وب] .

وعند تخطيط شبكة الأنابيب الرئيسية والفرعية يجب الانتباه إلى ضياع الحمولة، لأنها لا تؤثر على اختيار المضخة فحسب، بل تؤثر على اختيار طول الأنبوب. إذ أن ازدياد طول الأنبوب بقطر صغير يؤدي إلى ازدياد ضياع الحمولة الإجمالي إلى الحد الذي يصبح معه اختيار قطر كبير أكثر اقتصاديةً[اسماعيل،2002] . وكذلك فإن ضياع الحمولة في الأنابيب يجب ألا يتجاوز كقاعدة عامة 20% من الحمولة الديناميكية الإجمالية (الضغط الإجمالي) التي يجب أن تتغلب عليها المضخة لتعطي التدفق المطلوب[سفر والضرير،1998] . ويبين الشكل (1) المكونات الأساسية لشبكة ري بالرش حيث يتم إمداد نظام الري بالمياه تحت الضغط اللازم لتوزيع المياه وتشغيل الرشاش بواسطة المضخات [إسماعيل،2009].



الشكل (1) مكونات شبكة ري بالرش

أهمية البحث وأهدافه:

عند تدفق المياه داخل الأنبوب يحدث انخفاض تدريجي للضغط بسبب الاحتكاك. ومن الناحية الهيدروليكية يمكن أن يكون السطح شديد الخشونة بالرغم من نعومة ملمسه، وتعمل هذه الخشونة على إبطاء سرعة تدفق المياه بنفس الطريقة التي يسبب بها الاحتكاك تهدئة لحركة جسم فوق سطح خشن، ومع تقادم الأنبوب تزداد عادة خشونة جدرانه. وعند زيادة التصرف تزداد سرعة التدفق مما يسبب ارتفاعا" كبيرا" لقيمة الاحتكاك، وينتج عن ذلك فاقد أكبر في الضغط.

وللتغلب على ذلك يمكن زيادة قطر الأنبوب المستعمل وهذا يعني سعة أكبر للتصرف وسرعات أقل للتدفق [اسماعيل،2009] و[كاي،1991].

ويهدف البحث بشكل أساسي إلى دراسة وتصميم القطر الاقتصادي المثالي لأقطار الأنابيب المستخدمة في شبكات الري بالرش المضغوطة بنوعيها الرئيسية والفرعية، بحيث تحقق أقل تكلفة مع إيصال الضغط المناسب إلى كافة نقاط الشبكة لإعطاء التدفق المناسب لكافة الرشاشات، وذلك باستخدام برنامج مناسب Visual Basic (6.0).

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث في كلية الهندسة التقنية خلال العام 2014، وبدأ البحث بالدراسة النظرية التي تشمل العلاقات الأساسية التالية:

1-علاقة الاحتكاك في الأنابيب.

2-قانون تكلفة الأنبوب.

3-قانون التكلفة الزائدة لأسعار الأنابيب عند زيادة التدفق.

4-قانون القطر الاقتصادي لأنابيب شبكة الري بالرش (الحاوية على مضخات) وذات تفرعات جانبية.

1 – علاقة الاحتكاك في الأنابيب:

هناك العديد من القوانين التي تعطينا علاقة الاحتكاك في الأنابيب، ويستطيع أي دارس لعلم الهيدروليك والري اختيار القوانين الرياضية المناسبة التي تعبر بوضوح عن الحالة المدروسة، بالنسبة للبحث اخترنا Scobey's equationالتي تستخدم للأنابيب الإسمنتية والألمنيوم وخاصة في الري بالرش [إسماعيل، 2009].

$$H = \frac{4.1*10^6 * K_S * L * q^{1.9}}{D^{4.9}} \quad \text{.....(1)}$$

حيث:

H : الفاقد في الضغط (ضياعات الاحتكاك) بالمتر.

K_S : معامل سكوبي للاحتكاك قيمته: من أجل الأنابيب الإسمنتية $K_S = 0.37$ولأنابيب الألمنيوم $K_S = 0.34$.

L : طول الأنبوب بالمتر.

q : التدفق داخل الأنبوب لتر/ثانية.

D : قطر الأنبوب بالميلي متر.

ونلاحظ أن المعادلة لا تتطلب إيجاد رقم رينولدز أو تحديد نوع السريان، ومن هنا تأتي سهولة تطبيق هذه المعادلة.

2- قانون تكلفة الأنبوب:

إن قانون تكلفة الأنبوب قانون تجريبي يختلف باختلاف الظروف الزمانية والمكانية. وإن هذا القانون يضم تكلفة تصنيع الأنبوب، ونقله إلى مكان العمل، وحفر الخندق لوضع الأنبوب فيه، ودفن الأنبوب في الخنادق، ومن ثم ردمها، إضافة إلى تكاليف أخرى مثل عمليات التركيب والتنظيف...الخ [Hassanli,1996 ؛ Mandry,1967]. وإن تكاليف الأنبوب تتغير بحسب نوع الأنبوب ومكان تركيبه وأيضاً بعمره الزمني. وإن أي تغير في العوامل المتغيرة السابقة الذكر (كلفة النقل، الحفر، الردم ...) سوف يؤثر بشكل واضح على تكلفة الأنبوب. وبشكل تقليدي فإن تكلفة الأنبوب C سوف تعطى بالعلاقة التالية:

$$C = y * \frac{D^x}{(304)^x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

[Mandry,1967] حيث:

C : تكلفة الأنبوب بالليرة السورية (مع أجور تركيبه).

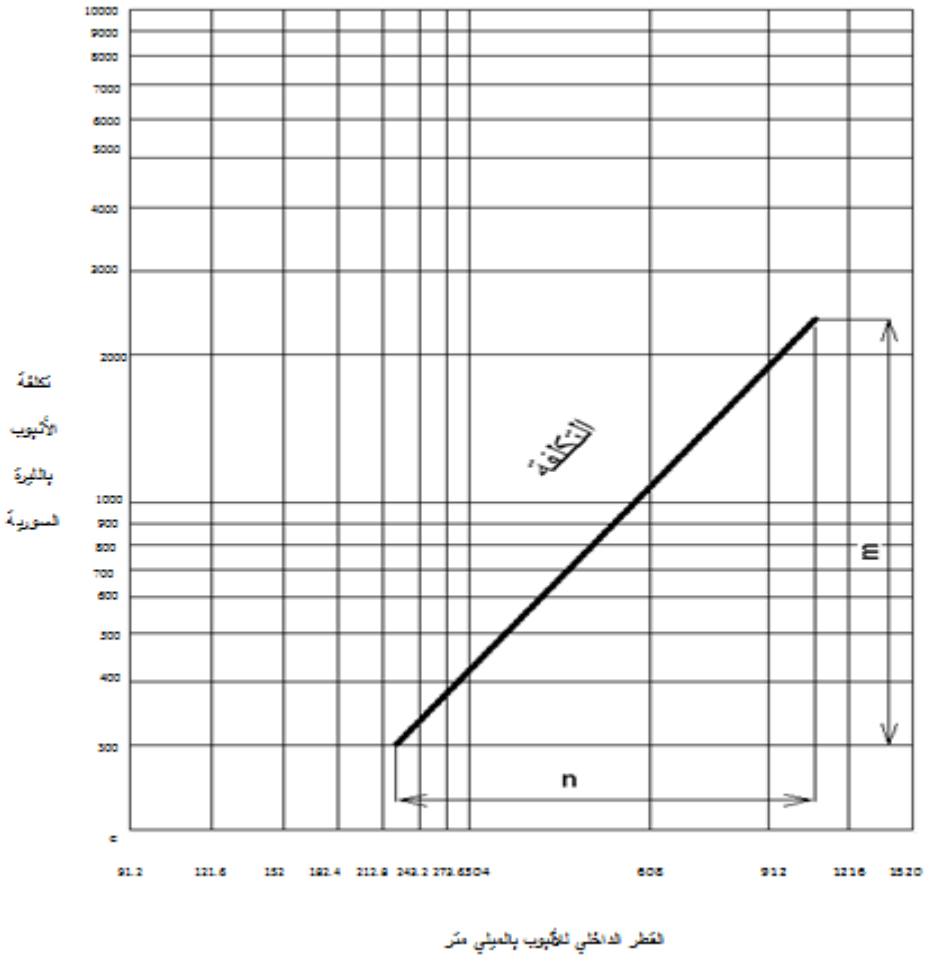
D : القطر الداخلي للأنبوب بالميلي متر.

y : نقطة تقاطع منحني التكلفة مع محور قطر الأنبوب (محور السينات).

x : ميل منحني التكلفة m/n (الشكل 2).

إن علاقة تكلفة الأنبوب هي علاقة خط مستقيم في جملة إحداثيات لوغاريتمية كما هو مبين في الشكل (2). وإن كيفية تحديد التكلفة الاقتصادية المثلى للأنابيب المستخدمة في شبكات الري بالرش يعتمد على اختيار ما يسمى بالقطر الاقتصادي، أي القطر الذي يحقق كل المتطلبات بأقل سعر ممكن [Mandry,1967].

ويبين الشكل(2) العلاقة بين تكلفة الأنبوب (مع أجور تركيبه) والقطر الداخلي للأنبوب، ونلاحظ من الشكل أن هذه العلاقة خطية رسمت في جملة إحداثيات لوغاريتمية، وهذا بدوره يبين أنه مع زيادة قطر الأنبوب ستزداد التكلفة تدريجيا"، لذا يتوجب علينا عند اختيار القطر الاقتصادي أن نحقق كافة المتطلبات بأقل التكاليف [Mandry, 1967].



الشكل (2) العلاقة بين القطر الداخلي للأنبوب بالميلي متر وتكلفته بالليرة السورية

3-التكلفة الزائدة لأسعار الأنابيب عند زيادة التدفق:

إن نظام توزيع الماء ذو التكلفة الصغرى سوف يقوم فقط بنقل الماء ليفي بمتطلبات الري لمدة 24 ساعة ما عدا الوقت اللازم لعملية تبديل الريات. وإن أنظمة الري ذات أقطار أنابيب أكبر تسمح للمزارعين بتقليل زمن الري، غير أن هذه الأقطار الكبيرة سوف تزيد من تكلفة الأنابيب. والسؤال ما الذي ينجم عن استخدام أقطار أكبر للأنابيب لتسريع زمن الرية الواحدة؟

من Scobey's equation: $$H = \frac{4.1*10^6 * K_S * L * q^{1.9}}{D^{4.9}}$$

ليكن لدينا أنبوب طوله L صمم بقطر D_1 وقيمة التدفق الذي سيمر فيه q_1 وبالتالي ستكون قيمة ضياع الاحتكاك فيه: $$H = \frac{4.1*10^6 * K_S * L * q_1^{1.9}}{D_1^{4.9}}$$

نفس الأنبوب السابق صمم بقطر D_2 (بسبب زيادة التدفق) حيث $D_2 \rangle D_1$ وقيمة التدفق الذي سيمر فيه q_2 حيث $q_2 \rangle q_1$ ستكون قيمة ضياع الاحتكاك فيه: $$H = \frac{4.1*10^6 * K_S * L * q_2^{1.9}}{D_2^{4.9}}$$

وباعتبار أن قيمة H نفسها لمعرفة ما الذي ينتج عن استعمال أقطار أكبر لتسريع زمن الرية الواحدة هذا يعني أن:

$$\frac{q_1^{1.9}}{D_1^{4.9}} = \frac{q_2^{1.9}}{D_2^{4.9}} \quad \text{.....(a)} \quad \text{ومنه:}$$

$$D_2 = \frac{q_2^{0.39}}{q_1^{0.39}} D_1 \quad \text{.....(b)}$$

ومن العلاقة(2) نجد أن:

$$C_1 = \frac{y}{(304)^x} * D_1^{\,x} \quad C_2 = \frac{y}{(304)^x} * D_2^{\,x} \quad \text{.....(c)} \quad \text{.....}$$

$$D_1 = 304 * \left(\frac{C_1}{y}\right)^{1/x} \quad ، \quad D_2 = 304 * \left(\frac{C_2}{y}\right)^{1/x} \quad \text{.....(d)}$$

بالتعويض بالمعادلة (b) نجد:(e)..... $304 * \left(\frac{C_2}{y}\right)^{1/x} = \frac{q_2^{0.39}}{q_1^{0.39}} * 304 * \left(\frac{C_1}{y}\right)^{1/x}$

ومنه: (3)..... $C_2 = \frac{q_2^{0.39x}}{q_1^{0.39x}} C_1$ حيث أن:

C_1 تكلفة الأنبوب في حال التدفق الأصغر q_1 و C_2 تكلفة الأنبوب في حال التدفق الأكبر q_2 .

من العلاقة (3)نلاحظ أن $C_2 \rangle C_1$ وبالتالي نستنتج أن:زيادة التدفق ← زيادة قطر الأنبوب ← زيادة التكلفة.

4- القطر الاقتصادي لأنابيب شبكة الري بالرش المضغوطة (الحاوية على مضخات) وذات تفرعات جانبية:

إن تكلفة هذه الشبكات يمكن تقسيمها إلى عدة تكاليف كما يلي[Dandy؛Hassanly,1996]:

1- تكلفة محطة الضخ، متضمنة تكلفة المضخة والمحرك ولوحة التحكم الكهربائية.

2- تكلفة أنابيب شبكة الري بالرش وهي تتضمن كافة الأنابيب الرئيسية والجانبية الواقعة ما بين بداية الشبكة (محطة الضخ) ونهايتها (خزان يروي قطعة أرض أخرى أو محطة ضخ أخرى، أي أننا نستخدم دارة مفتوحة).

3- التكلفة السنوية للطاقة الكهربائية (تكاليف التشغيل).

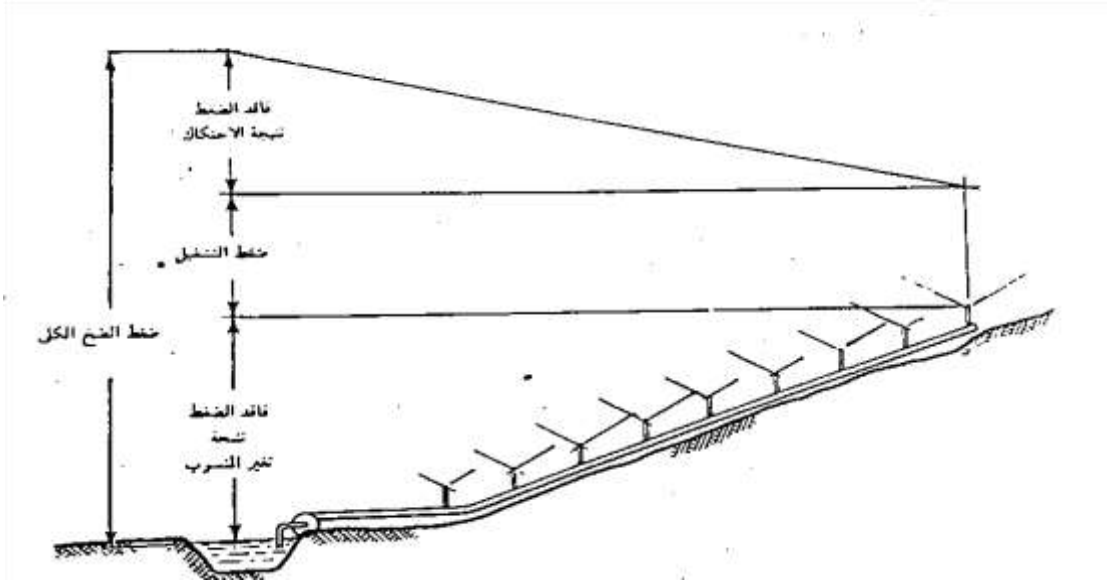
4- التكلفة السنوية للصيانة والإصلاح بالإضافة إلى تكاليف أخرى.

ويبين الشكل (3) مقطعا" لشبكة أنابيب ري بالرش التي تعمل بالضغط [كاي، 1991]، كما نجد من هذا الشكل أن المضخة مركبة في أخفض نقطة من هذه الأرض. وإن وظيفة المضخة هي رفع الماء إلى أعلى نقطة من هذه الأرض إضافة إلى ضخ الماء بضغط معين ضمن شبكة الأنابيب، إذاً تكون القدرة المطلوبة من المضخة نوعاً ما عالية. ويجب أن يشمل الضغط المطلوب توفيره لنظام الري بالرش بواسطة الضخ:

- الضغط المطلوب للرشاش.
- فواقد الضغط في أنابيب الشبكة وأنابيب الرشاشات.

التغير في مناسيب الأرض.

ومن الأخطاء الشائعة في نظام الري بالرش استعمال أنابيب ذات أقطار أصغر مما يجب لمجرد رخص ثمنها عن الأنابيب ذات الأقطار الأكبر ولا يوجه اهتمام كافٍ لتقدير الفاقد الكبير الذي يحدث في الضغط[كاي،1992] .



الشكل (3) مقطعا" لشبكة أنابيب ري بالرش التي تعمل بالضغط

إن الطاقة المطلوبة لضخ الماء من أدنى نقطة (مركز المضخة) إلى أعلى نقطة (نهاية الشبكة) هي طاقة ثابتة. بينما طاقة ضخ الماء في الأنابيب هي طاقة متغيرة نتيجة لتغير الطاقة الضائعة في الاحتكاك تبعاً لتغير التدفق أو قطر الأنبوب (تبعاً لتغير رقم رينولدز) $\mathrm{Re} = \frac{4*q}{\mu*\pi*D}$ [Akintola؛ Giwa,2009] .

حيث: μ هي اللزوجة الحركية للماء عند درجة حرارة $20°$ واحدتها (نيوتن. ثانية/متر مربع) وقيمتها $\mu = 1.1*10^{-3}$.

غير أن هذا التغير في طاقة الضخ يشكل جزءاً بسيطاً من الطاقة الكلية لمحطة الضخ. لذا يتم تصميم محطة الضخ مع حساب وجود تغيرات طفيفة في طاقة الضخ وعلى أساسه يتم اختيار المضخة بحيث تستوعب التغيرات الطفيفة، بمعنى آخر فإن تكلفة محطة الضخ ثابتة.

أيضاً إن التكاليف السنوية للصيانة مع التكاليف الأخرى أيضاً تعتبر ثابتة على الرغم من وجود تغير طفيف في طاقة الضخ.وبما أن هاتين التكلفتين ثابتتين بالقيمة فإنه يتم تجاهلهما عند تحديد القطر الاقتصادي للشبكة.

إذاً لتحديد القطر الاقتصادي لشبكة أنابيب الري بالرش فإن تكلفتين فقط يحددان هذا القطر، وهما: تكلفة الأنابيب C مع أجور تركيبها، وتكلفة الضخ السنوية C_p في هذه الأنابيب.

ويتم تصميم القطر الاقتصادي بحيث يستطيع التغلب على فترة الذروة في أثناء فترة الري وهذه الذروة تكون عادة من عشرة أيام إلى أسبوعين في الموسم الزراعي الواحد [Mandry,1967].

$$C_p = 4.13*10^{10}*q^{2.84}*D^{-4.84}*C_e*T*\mu^{0.16}*\gamma^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

[Akintola؛Giwa,2009] حيث:

C_p: تكلفة الضخ السنوية في الأنبوب (ليرة سورية).

q : التدفق المنساب داخل الأنبوب (لتر/ثانية).

D : القطر الداخلي للأنبوب (ميلي متر).

C_e: تكلفة الطاقة الكهربائية (ليرة السورية لكل كيلو واط ساعي).

T : عدد ساعات التشغيل سنويا"(ساعة/سنويا").

μ : اللزوجة الحركية للماء (نيوتن. ثانية/متر مربع).

γ : $\gamma = \frac{1}{\rho}$ حيث ρ كثافة الماء، $\gamma = 1.136363 * 10^{-3}$ واحدتها (متر مكعب/كغ).

لكن التكلفة الكلية للأنبوب تحسب من العلاقة (5) الآتية:

$$C_T = C_p + C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

نعوض العلاقتين (2) و(4) في العلاقة (5) فتصبح:

$$C_T = 4.13 * 10^{10} * q^{2.84} * D^{-4.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2 + \frac{y}{(304)^x} D^x$$

بأخذ المشتق الجزئي للتكلفة الكلية في العلاقة السابقة مع D نحصل على:

$$\frac{\partial C_T}{\partial D} = 4.13 * 10^{10} * q^{2.84} * (-4.84) * D^{-5.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2 + \frac{xy}{(304)^x} D^{x-1}$$

أي:

$$\frac{\partial C_T}{\partial D} = \frac{-4.84 * 4.13 * 10^{10} * q^{2.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2}{D^{5.84}} + \frac{xy}{(304)^x} D^{x-1}$$

وبجعل $\frac{\partial C_T}{\partial D} = 0$ من أجل التكلفة الكلية الصغرى للأنبوب تصبح المعادلة السابقة بالشكل التالي:

$$\frac{-4.84 * 4.13 * 10^{10} * q^{2.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2}{D^{5.84}} + \frac{xy}{(304)^x} D^{x-1} = 0$$

ومنه: $\frac{19.99 * 10^{10} * q^{2.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2}{D^{5.84}} = \frac{xy}{(304)^x} D^{x-1}$

وبالتالي: $19.99 * 10^{10} * q^{2.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2 = D^{5.84} * \frac{xy}{(304)^x} D^{x-1}$

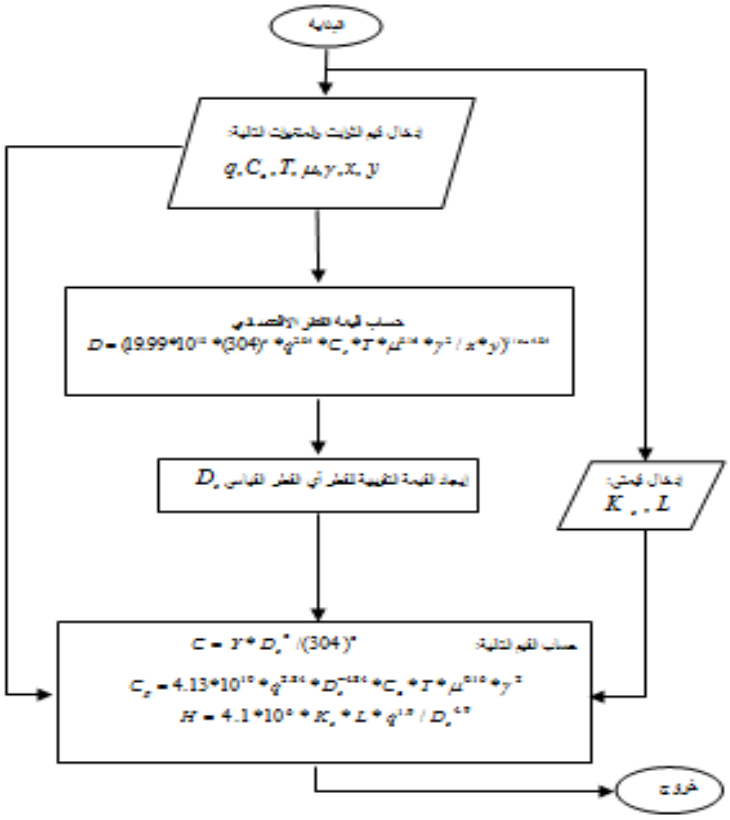
$$D^{x+4.84} = \frac{19.99 * 10^{10} * (304)^x * q^{2.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2}{xy}$$

ومنه تكون قيمة القطر الاقتصادي للأنبوب هي:

$$D = \left(\frac{19.99 * 10^{10} * (304)^x * q^{2.84} * C_e * T * \mu^{0.16} * \gamma^2}{xy} \right)^{\frac{1}{x+4.84}} \quad \ldots\ldots(6)$$

5- البرنامج الحاسوبي المستخدم لحساب الأقطار الاقتصادية للأنابيب المستخدمة في شبكات الري بالرش المضغوطة:

يبين المخطط التالي كيفية إدخال المعطيات للبرنامج المصمم (Visual Basic 6.0):



الشكل (4) مخطط إدخال المعطيات للبرنامج المصمم باستخدام لغة البرمجة Visual Basic (6.0)

تفاصيل شيفرات أزرار الأوامر في البرنامج:

```
Dim q As Single, Ce As Single
Dim T As Single, Meu As Single
Dim Lambda As Single, X As Single
Dim Y As Single, Ks As Single
Dim L As Single, D As Single
Dim Ds As Single, H As Single
Dim Cp As Single, C As Single
Private Sub CmdDiameter_Click()
Lable12 = "يرجى إدخال القيم المطلوبة أولا"
If Text1 = "" Then Text2 = ""
If Text3 = "" Then Text4 = ""
If Text5 = "" Then Text6 = ""
If Text7 = "" Then
Else
q = Val(Text1.Text)
Ce = Val(Text2.Text)
T = Val(Text3.Text)
Meu = Val(Text4.Text)
Lambda = Val(Text5.Text)
X = Val(Text6.Text)
Y = Val(Text7.Text)
S = 304 ^ X
Z = (1 / (X + 4.84))
D = ((19.99 * 10 ^ 10 * S * q ^ 2.84 * Ce * T * Meu ^ 0.16 * Lambda ^ 2) / (X * Y)) ^ Z
Text11.Text = D
Lable12 = ""
End If
```

الشكل (5) يبين شيفرة زر الأمر (Dالقطر) في البرنامج

```
Private Sub CmdPipeCost_Click()
Lable12 = "يرجى إدخال القيم المطلوبة أولا"
If Text7 = "" Then Text6 = ""
If Text12 = "" Then
Else
Ds = Val(Text12.Text)
S = 304 ^ X
C = (Y * (Ds ^ X) / S)
Text10.Text = C
Lable12 = ""
End If
End Sub
```

الشكل (6) يبين شيفرة زر الأمر (C تكلفة الأنبوب) في البرنامج

```
Private Sub CmdPumpingCost_Click()
Lable12 = "يرجى إدخال القيم المطلوبة أولا"
If Text1 = "" Then Text2 = ""
If Text3 = "" Then Text4 = ""
If Text5 = "" Then
Text12 = ""
Else
Ds = Val(Text12.Text)
Cp = ((4.13 * 10 ^ 10 * q ^ 2.84 * Ce * T * Meu ^ 0.16 * Lambda ^ 2) / (Ds ^ 4.84))
Text14.Text = Cp
Lable12 = ""
End If
End Sub
```

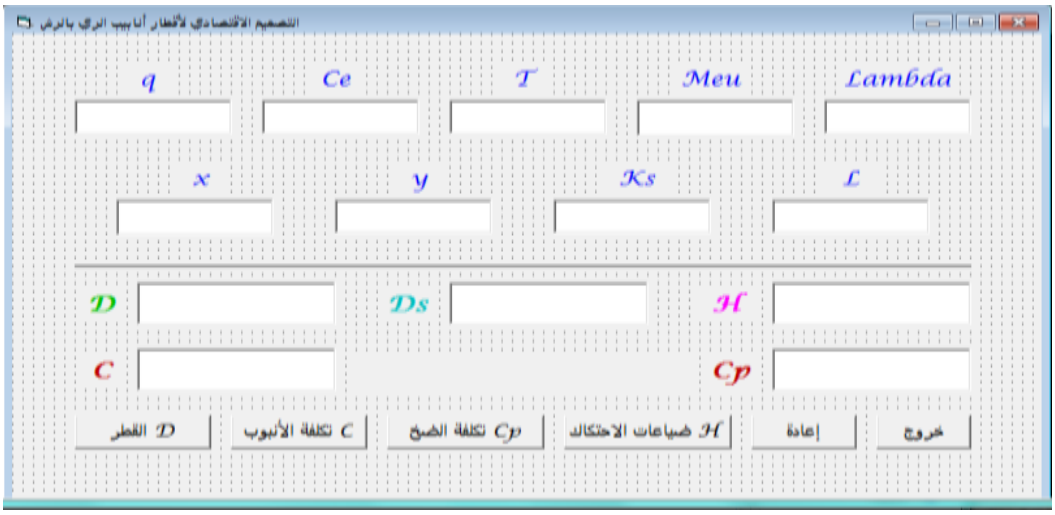
الشكل (7) يبين شيفرة زر الأمر(Cp تكلفة الضخ) في البرنامج

```
Private Sub CmdReset_Click()
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
Text7.Text = ""
Text8.Text = ""
Text9.Text = ""
Text10.Text = ""
Text11.Text = ""
Text12.Text = ""
Text13.Text = ""
Text14.Text = ""
Lable12 = ""
End Sub
Private Sub CmdExit_Click()
End
End Sub
```

الشكل (8) يبين شيفرة زر الأمر(Hضياعات الاحتكاك) في البرنامج

```
Private Sub CmdPipeCost_Click()
Lable12 = "يرجى إدخال القيم المطلوبة أولا"
If Text7 = "" Then Text6 = ""
If Text12 = "" Then
Else
Ds = Val(Text12.Text)
S = 304 ^ X
C = (Y * (Ds ^ X) / S)
Text10.Text = C
Lable12 = ""
End If
End Sub
```

الشكل (9) يبين شيفرات زري الأمرين (إعادة) و (خروج) في البرنامج



الشكل (10) يبين شكل واجهة البرنامج المصمم

النتائج والمناقشة:

بعد إدخال البيانات في برنامج(Visual Basic(6.0 نعطي الأمر (القطر)،فيقوم البرنامج بحساب قيمة القطر المثالي المناسب D ، وبتغيير قيمة التدفق q لكل أنبوب ينتج لدينا القطر الاقتصادي لهذا الأنبوب. لكن هذا القطر غير قياسي لذلك نحوله يدوياً إلى القطر القياسي المناسب للتصنيع(Ds(standard بعدها نطلب الأوامر(تكلفة الأنبوب) و(تكلفة الضخ)، للحصول على قيمة تكلفة الأنبوب وقيمة تكلفة الضخ السنوي فيه. وبتغيير قيمة الطول L لكل أنبوب ستحسب قيمة ضياعات الاحتكاك Hلكل منها عند طلب الأمر (ضياعات الاحتكاك). وبذلك نستطيع تحديد القطر الأمثل لكل أنبوب من الشبكة، وعلى أساس هذا القطر نحسب التكاليف والفاقد في الضغط H .

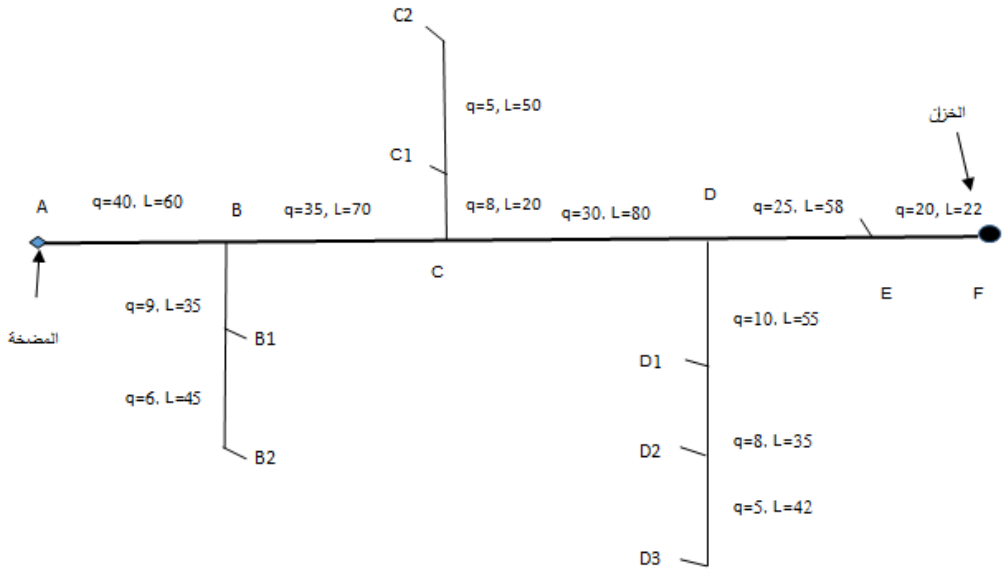
مثال تطبيقي1:ليكن لدينا شبكة أنابيب مضغوطة تعمل بنظام الري بالرش الشكل (11). والمطلوب:

تصميم القطر الاقتصادي لكل جزء من أجزاء الأنبوب الرئيسي والأنابيب الفرعية لهذه الشبكة، وحساب التكاليف وضياعات الاحتكاك فيها. حيث أن الأنبوب الرئيسي لهذه الشبكة يتألف من عدة أنابيب متدرجة الأقطار (متناقصة الأقطار)، والأرض غير مستوية وبميل صاعد، وفرق الارتفاع الجغرافي بين أول الحقل وآخره بحدود (66.6) متراً.

ولدينا المعطيات التالية:تكلفة الطاقة $C_e = 4$ل.س، وعدد ساعات التشغيل السنوية $T = 8000$ساعة، $\gamma = 0.001136$متر مكعب /كغ، واللزوجة الحركية للماء $\mu = 0.0011$ نيوتن. ثانية/متر مربع.ومن الشكل (2) نجد أن: $x = 2.4$حيث: $m = 2100$ ل.س، $n = 872.48$مم ، $x = \frac{m}{n}$ مم، $y = 164.16$ مم.

إن قيم المتغيرات y, x سوف تعتبر ثابتة لأجل زمرة محددة من أقطار الأنابيب، ولمجال ضغوط محدد، ولمعدن محدد، ومجال من الأقطار المتقاربة (إما كبيرة أو صغيرة)[Mandry,1967].

معامل الخشونة لسكوبي $K_S = 0.37$ للأنابيب الإسمنتية.أما قيم التدفق q وأطوال الأنابيب L فتؤخذ من الشكل (11).



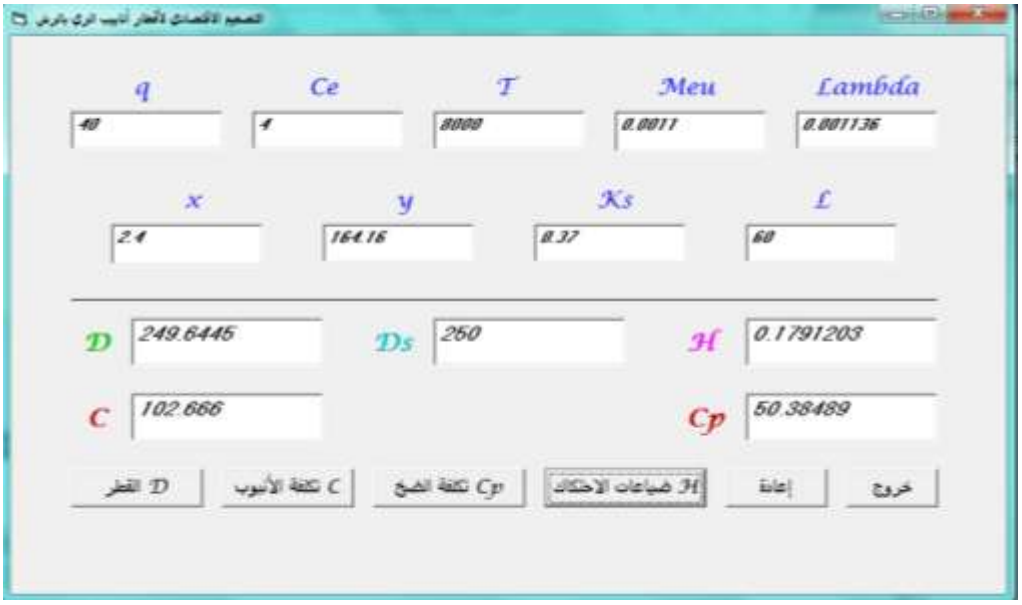
الشكل (11) مخطط لشبكة ري بالرش باستخدام مضخة

سنستخدم العلاقة (6) لتحديد القطر الاقتصادي للأنبوب الرئيسي من محطة الضخ (بداية الشبكة) في النقطة A إلى الخزان F (نهاية الشبكة)، بالإضافة لأقطار الأنابيب الفرعية، والعلاقة(2) لتحديد تكلفة الأنبوب، والعلاقة (4) ستحدد تكلفة الضخ السنوية في الأنبوب. أما قيم ضياعات الاحتكاك في الأنبوب فستحددها العلاقة(1).التدفق بين النقطتين A وB يكون (40) (لتر في الثانية)، وهو أيضاً التدفق الكلي Q للمضخة.ونقطة التحكم E تحدد سطح الماء الطبيعي في الخزان في النقطة F.

نلاحظ في المخطط وجود فروع جانبية للخط الرئيسي عند النقاط B وC وD،وهذه الفروع الجانبية متعامدة مع الخط الرئيسي، وهي تعمل بالطريقة المضغوطة أيضاً.

وبعد فتح البرنامج ستظهر واجهة إدخال البيانات، وبإدخال قيم المثال السابق في برنامج(6.0) Visual Basicسيتم الحصول على قيم أقطار أجزاء الأنبوب الرئيسي والتكاليف وقيم ضياعات الاحتكاك في كل جزء منها (الجدول 1). وكذلك يتم الحصول على قيم أقطار أجزاء الأنابيب الفرعية والتكاليف وقيم ضياعات الاحتكاك في كل جزء منها (الجدول 2).

و(الشكل 12) يبين البيانات الخاصة بالأنبوب $A-B$المدخلة في خانات البرنامج والحسابات التي تم الحصول عليها.وبنفس الطريقة تطبق على بقية أجزاء الأنبوب الرئيسي والأنابيب الفرعية.



الشكل (12) واجهة البرنامج وفيها البيانات والحسابات الخاصة بالأنبوب $A-B$

الجدول (1) قيمة القطر الاقتصادي لكل جزء من أجزاء الأنبوب الرئيسي والتكاليف وضياعات الاحتكاك في كل جزء

الأنبوب الرئيسي	q L/S	L (m)	D (mm)	Ds (mm)	H (m)	C ليرة سورية	Cp ليرة سورية
$A-B$	40	60	249.6445	250	0.1791	102.67	50.38
$B-C$	35	70	236.9047	237	0.2106	90.32	44.65
$C-D$	30	80	223.0041	223	0.2421	78.04	38.7
$D-E$	25	58	207.6121	208	0.1746	66.03	32.3
$E-F$	20	22	190.2122	190	0.0675	53.13	26.56

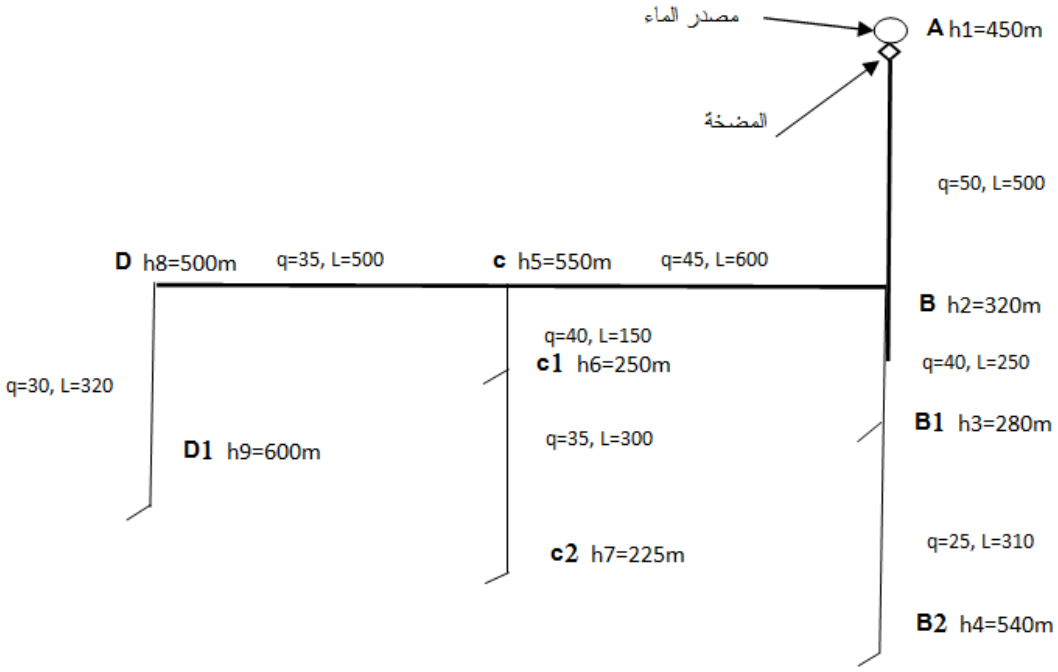
الجدول (2) قيمة القطر الاقتصادي لكل جزء من أجزاء الأنابيب الفرعية والتكاليف وضياعات الاحتكاك في كل جزء

الأنبوب الفرعي	q L/S	L (m)	D (mm)	Ds (mm)	H (m)	C ليرة سورية	Cp ليرة سورية
$B-B1$	9	35	139.0611	139	0.1089	25.1	12.48
$B1-B2$	6	45	118.6127	119	0.1388	17.29	8.37
$C-C1$	8	20	132.7823	133	0.0618	22.57	11.06
$C1-C2$	5	50	110.4259	110	0.1604	14.31	7.3
$D-D1$	10	55	144.9288	145	0.1701	27.77	13.72
D1–D2	8	35	132.7823	133	0.1082	22.57	11.06
D2–D3	5	42	110.4259	110	0.1347	14.31	7.3

بالنظر إلى الجدولين (1) و(2) نجد:

- كلما ازداد التدفق في الأنبوب ازداد قطره، وازدادت بالتالي تكلفته C. وهذا يطابق ما ورد في فقرة التكلفة الزائدة لأسعار الأنابيب عند زيادة التدفق.
- تزداد ضياعات الاحتكاك H مباشرة مع زيادة التدفق وزيادة طول الأنبوب.
- إن C و C_p هي التكاليف الاقتصادية الأنسب والأوفر للأنابيب والضخ السنوي فيها.
- عند المقارنة بين الأنبوبين $C1 - C2$ و D2–D3 نلاحظ أنه بالرغم من أن التدفق نفسه في كلا الأنبوبين وأن الاختلاف بينهما هو طول الأنبوب إلا أن قيمة كل من قطر الأنبوب والتكاليف هي نفسها(هذه التكاليف متعلقة بالقطر فقط وليس طول الأنبوب) لكن قيمة ضياعات الاحتكاك كانت أكبر للأنبوب $C1 - C2$ لأنه أطول.

مثال تطبيقي2: يبين الشكل (13) شبكة أنابيب مضغوطة تعمل بنظام الري بالرش في أرض غير مستوية. ونقاط هذه الشبكة متفاوتة الارتفاعات عن سطح البحر، حيث أن (h دليل ارتفاع النقطة عن سطح البحر).



الشكل (13) مخطط لشبكة ري بالرش مضغوطة نقاطها ذات ارتفاعات مختلفة

صمم الأنبوب الرئيسي يمتد من النقطة A حيث مصدر الماء والمضخة (تدفق المضخة 50 لتر/ثانية)، إلى النقطة D مارا" بالنقطتين B و C، وصممت الأنابيب الفرعية تتفرع عن الأنبوب الرئيسي في النقاط B و C و D.

والمطلوب حساب القطر الاقتصادي الأمثل للأنبوب الرئيسي، والأنابيب الفرعية، وقيم التكاليف الخاصة بهذه الأقطار، وقيم ضياعات الاحتكاك.

ولدينا المعطيات التالية:تكلفة الطاقة $C_e = 6$ ل.س، وعدد ساعات التشغيل السنوية $T = 7500$ ساعة، $\gamma = 0.001136$ متر مكعب /كغ، واللزوجة الحركية للماء $\mu = 0.0011$ نيوتن. ثانية/متر مربع.

ومن الشكل (2)كما وجدنا في المثال السابق:

$x = 2.4$ حيث $m = 2100$ ل.س، $n = 872.48$ مم، $x = \frac{m}{n}$ ، $y = 164.16$ مم.

ومعامل الخشونة لسكوبي $K_S = 0.37$ للأنابيب الإسمنتية.

بعد فتح البرنامج نقوم بإدخال المعطيات السابقة، بالإضافة لقيمة التدفق والطول لكل أنبوب في خانات البرنامج ليعطي قيمة القطر الاقتصادي، ونحوله إلى قيمة تقريبية مناسبة للتصنيع، وبعدها يمكننا حساب التكاليف، وضياعات الاحتكاك. وسيتم الحصول على قيم أقطار أجزاء الأنبوب الرئيسي والتكاليف وقيم ضياعات الاحتكاك في كل جزء منها (الجدول 3). وكذلك يتم الحصول على قيم أقطار أجزاء الأنابيب الفرعية والتكاليف وقيم ضياعات الاحتكاك في كل جزء منها (الجدول 4).

الجدول (3) قيمة القطر الاقتصادي لكل جزء من أجزاء الأنبوب الرئيسي والتكاليف وضياعات الاحتكاك في كل جزء

الأنبوب الرئيسي	q L/S	L (m)	D (mm)	Ds (mm)	H (m)	C ليرة سورية	Cp ليرة سورية
$A-B$	50	500	285.6189	286	1.1798	141.79	69.63
$B-C$	45	600	274.0551	274	1.4298	127.93	63.53
$C-D$	35	500	248.3272	248	1.2047	100.71	50.41

الجدول (4) قيمة القطر الاقتصادي لكل جزء من أجزاء الأنابيب الفرعية والتكاليف وضياعات الاحتكاك في كل جزء

الأنبوب الفرعي	q L/S	L (m)	D (mm)	Ds (mm)	H (m)	C ليرة سورية	Cp ليرة سورية
$B-B1$	40	250	261.6812	262	0.5931	114.89	56.47
$B1-B2$	25	310	217.6223	218	0.7413	73.90	36.19
$C-C1$	40	150	261.6812	262	0.3559	114.89	56.47
$C1-C2$	35	300	248.3272	248	0.7228	100.71	50.41
$D-D1$	30	320	233.7563	234	0.7647	87.60	43.11

بالنظر إلى الجدولين السابقين (3)و(4) ، نجد نفس ملاحظات التابعة للجدولين (1)و(2) للمثال التطبيقي(1).

وعلى الرغم من أن نقاط شبكة الري في المثال التطبيقي (2)متفاوتة الارتفاعات عن سطح البحر مقارنة بالمثال التطبيقي (1)، إلا أن استخدام شبكة ري بالرش مضغوطة (باستخدام مضخة)، سيسمح بإيصال الماء إلى كافة نقاط الشبكة.أما في نظام الري بالرش باستخدام نظام الجاذبية الأرضية (دون مضخة)، في هذه الحالة تفاوت ارتفاعات نقاط الشبكة عن سطح البحر سيؤثر على توزيع الماء في الشبكة.

نلاحظ من المثالين السابقين أنه عند استخدام شبكة ري بالرش مضغوطة ذات أنابيب مصنوعة من الإسمنت أو الألمنيوم، وذات أقطار كبيرة، فإن مجموعة واحدة من الأنابيب ذات أقطار متناقصة بالتتابع سوف تحقق لنا التكلفة الاقتصادية الصغرى للأنابيب. أي لم نصمم الأنبوب الرئيسي بقطر واحد، لأن التدفق فيه يتناقص تدريجيا"، وبالتالي لتقليل التكلفة الناتجة عن زيادة قطر الأنبوب صمم الأنبوب الرئيسي كسلسلة واحدة من الأنابيب ذات أقطار متناقصة تدريجيا". كذلك الأمر بالنسبة للأنابيب الفرعية كلا" منها على حدا يشكل سلسلة من الأنابيب ذات الأقطار المتناقصة تدريجيا".

الاستنتاجات والتوصيات:

إن تكاليف مشاريع الري بالرش باهظة الثمن، وهي تتألف بشكل عام من تكلفة محطة الضخ مع تكاليف تشغيلها وصيانتها وهي تكاليف ثابتة إضافة إلى تكاليف الأنبوب الرئيسي الكبير الحجم والمصنوع من الإسمنت أو الأسبستوس أو المعدن.

لتقليل تكاليف مشروع الري بالرش المشترك نبدأ بتقليل التكاليف الكلية للأنابيب حيث يجب التركيز على تصميم الأنبوب الرئيسي الباهظ التكاليف. بما أن الأنبوب الرئيسي يحتوي على تفريعات جانبية، لذا لا بد من تصغير قطر الأنبوب الرئيسي، من أجل تقليل التكلفة. غير أن هذا التغير في القطر لا بد أن يتم على أساس هندسي، بحيث أنه يمكننا من الحصول على التدفق المطلوب دون أن تصل قيمة ضياعات الاحتكاك (الفاقد في الضغط) إلى حد غير مقبول.وهذا ما يسمى بالتصميم الاقتصادي لقطر الأنبوب، أي الحصول على القطر المناسب، بأقل التكاليف الممكنة مع مراعاة قيمة الفاقد في الضغط على طول الأنبوب.

وقد وجدنا أن التصميم الاقتصادي للقطر يطبق على الأنبوب الرئيسي والأنابيب الفرعية التي تكون مؤلفة من عدد من الأنابيب المتناقصة الأقطار تدريجيا".

المراجع:

<u>المراجع العربية:</u>

1- اسماعيل، سمير. *"تصميم وإدارة نظم الري الحقلي"*. كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية، مكتبة منشأة المعارف، مصر، 2002، 645ص.

2- اسماعيل، سمير. *"نظم الري المتطور"*. كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية، مكتبة بستان المعرفة، مصر، 2009آ، 136ص.

3-اسماعيل، سمير. *"تخطيط وتصميم نظم الري"*. كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية، مكتبة بستان المعرفة، مصر، 2009ب، 472ص.

4-حسن، عبد الحميد؛ جراد، سمير. *"آلات الري"*، منشورات جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا2010.

5- خدام، منذر. *"الأمن المائي السوري (الواقع وآفاق المستقبل)"*. مجلة جامعة تشرين للدراسات وبحوث العلمية،22 (10)، 2000، 225-240.

6-زين العابدين، طارق. *"هندسة الري والصرف"*. كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية، مكتبة منشأة المعارف، مصر، 2009، 372ص.

7-سفر، طلعت؛ الضرير، عبد الناصر. *"الري الزراعي"*، منشورات جامعة حلب، حلب، سوريا1998.

8-عباس، جميل؛ الضرير، عبد الناصر. *"الري والصرف"*، منشورات جامعة حلب، حلب، سوريا1992.

9-كاي، ملفين. *" الري بالرش _الأجهزة والتطبيق"*، ترجمة أحمد ابراهيم العامود وفاروق عبد الله الفتياني. منشورات دار المعارف، القاهرة، مصر 1991.

المراجع الأجنبية:

1-AKINTOLA,T.A.; GIWA,S.O.*Optimum pipe size selection for turbulent flow*.Leonardo Journal of SciencesISSN, 1583-0233.Issue 14, January-June2009, p.112-123.

2- DANDY, G. C.; HASSANLI, A. M.*Optimum design and operation of multiple subunit drip irrigation systems*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, Vol.122, N°.5, 1996, p.265-272.

3- MANDRY, J. E. *Design of pipe distribution systems for sprinkler projects*. Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE, Vol.93, N°.IR, 1967, p. 243-257.