التصميم الاقتصادي الأمثل لشبكة أنابيب الري الرئيسة للمشاريع الأروائية

الدكتور أنمار عبدالعزيز مجيد الطالب / أستاذ مساعد **روئ فائز محمود كداوي**/ ماجستير

جامعة الموصل – كلية الهندسة – قسم الموارد المائية

الخلاصة

تحتاج شبكات أنابيب الري إلى الطاقة لضخ الماء فيها وان هذه الحاجة إلى الطاقة وكلفتها في تزايد مستمر تبعا لازدياد التوسع القائم حاليا في الدول العربية عامة ودول الخليج العربي خاصة باعتماد نظم الري الحديثة في المشاريع الزراعية الأروائية. تصمم معظم أنابيب الضخ في هذه المنظومات على أسس هيدروليكية فقط دون الالتفات إلى تكاليف الطاقة اللازمة للضخ مما ينجم عنه هدر كبير في الطاقة والأموال اللازمة لتشغيل المشاريع. وفي بعض الأحيان يتم التصميم على أسس اقتصادية دون أخذ النواحي الهيدروليكية بنظر الاعتبار مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة أداء المنظومة أو تلف أنابيب الشبكة وبالتالي ارتفاع تكاليف الصيانة.

يقدم البحث الحالي أنموذجا رياضياتيا أمثل لتصميم شبكة الأنابيب الرئيسة للري بالرش باستخدام أحد أساليب البرمجة الخطية وبفرض عدم معرفة مقدار الشحنة الديناميكية الكلية في بداية الشبكة (عند محطة الضخ) مع الأخذ بنظر الاعتبار مختلف ظروف الحقل مثل التغير في مناسيب الأرض داخل المشروع والعوارض المحتملة فضلا عن متطلبات التشغيل مثل التصاريف و شحنة الضغط المطلوب توفرها عند كل منفذ حقلي في الشبكة.

وقد بينت الدراسة أن استخدام هذا الأنموذج في التصميم أدى إلى توفير في الكلفة الكلية للشبكة بنسبة 9.32% مقارنة بالتصميم المعد في حالة معرفة الشحنة الديناميكية الكلية في بداية الشبكة لأحد القطاعات في مشروع إروائي كبير قرب مدينة الموصل ولكنه لم ينفذ لحد الآن .

الكلمات المفتاحية: التصميم الاقتصادي الأمثل،شبكة أنابيب الري.

OPTIMAL ECONOMICAL DESIGN OF MAIN IRRIGATION PIPE NETWORK FOR IRRIGATION PROJECTS

Dr. Anmar A.M. Al-Talib/ Ass. Prof. **Ruaa Faiz M. Gadawi** / M. Sc

University of Mosul – College of Engineering - Water resource Department

Abstract

Energy is required for pumping water in the irrigation pipe distribution networks. The need for this energy and its cost are continuously increasing due to the on-going expansion of the Arab countries in general and the Gulf countries in particular in using modern irrigation systems in their agricultural irrigation projects. Most pumped pipe-networks designed on hydraulic basis only without paying attention to the cost of power, thus huge loss in energy and capital needed for projects operation occur Sometimes. The design is based on economical basis without taking hydraulic aspects into consideration which results in low performance efficiency of the system or damage to the pipe network and consequently high maintenance costs.

The paper presents computerized mathematical model for optimal design of main pipe distribution networks of sprinkler irrigation system using linear programming. The pressure head at the inlet of the pipe distribution network is assumed unknown, thus the objective is to minimize the sum of the initial cost of the pipe network and the cost of energy for pumping.

The constraints included the minimum and maximum pressure head at all points along the pipes of the network in addition to the flow rates requirements within the network and at the inlet of each farm .

The study revealed that using the proposed model in the design assuming unknown inlet pressure head to system has resulted in 9.32% saving in the total cost of the network compared to the existing design which is based on known inlet pressure head for a selected irrigation sector inside a large planned irrigation project near Mosul city, northern Iraq.

Key words: Optimal Economical Design, Irrigation Pipe Network.

أستلم: **11 11 2008** قبل: **27 4 2010**

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

المقدمة

غالبا ما تكون هنالك عدة بدائل ممكنة عند تصميم أي مشروع إروائي إلا إن البديل الأكثر اقتصادية هو المفضل في الاختيار النهائي من بين هذه البدائل. تصمم معظم شبكات الأنابيب الرئيسة للري بالرش على أساس معرفة قيمة الشحنة الديناميكية الكلية (Total Dynamic Head TDH) اللازمة للضخ في بداية الشبكة (عند محطة الضخ).

يتطلب عند القيام بتصميم شبكات الأنابيب الرئيسة للري بالرش معرفة موقع ومنسوب أنبوب الرش وأقل ضغط تصميمي عند كل منفذ مع مخطط للشبكة موضح فيه طول كل مقطع والتصريف المار فيه، كما يتطلب معرفة نوعية الأنبوب المستخدم في التصميم و حدود سرعة الجريان المسموح بها داخله وأقصى شحنة ضغط مسموح بها في الشبكة [6].

قدم[7] طريقة لتصميم منظومات توزيع المياه باستخدام تقنيات البرمجة غير الخطية (Nonlinear programming techniques) مع نماذج محاكاة توزيع المياه (Water distribution simulation models)، وقد أعطت هذه الطريقة أفضل تصميم للمنظومة مع التقليل من الكلفة الكلية لها وبموجب مجموعة من المحددات منها محددات (أقطار الأنابيب و أحجام المضخات و وضع صمامات السيطرة وتقليل الضغط و أحجام ومناسيب الخزانات). وجد[8] طريقة لتطوير تصميم شبكات أنابيب مياه الري تعتمد على أسلوب البرمجة الديناميكية في تحديد أفضل إستراتيجية لاستخدام صمامات تخفيف الضغط (Pressure reducing valves PRVs) من أجل التقليل من الضغط الفائض في بعض أجزاء شبكة الأنابيب المتجهة نحو أراضي منخفضة، تمكن الطريقة من استخدام أنابيب بسمك أقل وبذلك يتم التقليل من كلفة الأنابيب. كما إن تحديد أفضل المواقع لهذه الصمامات أدى إلى التوفير في كلفة الشبكة، وقد تضمنت دالة الهدف مقدار التوفير في كلفة الأنابيب مطروحاً منها كلفة نصب الصمامات.

وقدم[5] طريقة مكونة من ثلاثة نماذج رياضياتية لتصميم شبكة أنابيب توزيع مياه الري. يقوم الأنموذج الأول بتخطيط شبكة الري بتفرعاتها المختلفة أما الأنموذج الثاني فيقوم بحساب التصريف لكل جزء من أجزاء الشبكة والأنموذج الثالث يحسب حجم الأنابيب والمضخات باستخدام طريقة البرمجة الخطية الثنائية المختلطة (Mixed binary linear programming method). وقد أوضحت النتائج فائدة هذه الطريقة في مساعدة المهندسين والمصممين في اتخاذ القرارات الصائبة المتعلقة بالمشاريع. كما استخدم[4] طريقة البرمجة غير الخطية المختلطة (Mixed integer nonlinear programming method) لغرض الحصول على أفضل تصميم لشبكة أنابيب مياه الإسالة التي ازدادت مؤخراً تكاليف صيانتها نتيجة لتعرضها للتلف المستمر. وقد تم في هذه الطريقة اختيار القطر المناسب للأنبوب من بين الأقطار التجارية المتوفرة مع بقاء أطوال الأنابيب ثابتة إذ تضمن الأنموذج الرياضياتي المحددات الهيدروليكية ودالة الهدف تمثل كلفة الأنابيب فقط التي تكون أقل ما يمكن. واستخدم[9] طريقة البرمجة الصحيحة الضبابية التفاعلية (The interactive fuzzy integer programming method) في تصميم شبكات أنابيب الري للحصول على أقل كلفة. تعتمد هذه الطريقة على تحديد متطلبات الضغط عند المرشات إذ تفترض الطريقة كون التصريف ثابتاً لجميع المرشات وباستخدام هذه الطريقة تم تحقيق أرباح اقتصادية عن طريق التقليل من كلفة الطاقة إذ تمكن المصممون من تأمين الضغوط التشغيلية المطلوبة عند المرشات الحرجة ومن ثمة التقليل من الكلفة الكلية للشبكة.

يحاول البحث الحالي تقديم تصميم اقتصادي أمثل لشبكة الأنابيب الرئيسة لأحد القطاعات في مشروع ري الجزيرة الشرقي المصمم سابقا من قبل شركة دجلة العامة لدراسة وتصاميم مشاريع الري باستخدام اسلوب البرمجة الخطية [3] بحيث يضمن تحقيق الشروط الهيدروليكية للشبكة من ناحية تأمين الضغط التشغيلي المطلوب عند كل منفذ حقلي في الشبكة وحدود سرع الجريان المسموح بها .

الأنموذج الرياضياتي

يتكون الأنموذج الرياضياتي في مسائل البرمجة الخطية عموما من دالة هدف (Objective function) وتعرف بأنها الدالة التي تحدد الكميات أو المتغيرات المرغوب تعظيم أو تصغير قيمها ومحددات (Constraints) تعرف بأنها مجموعة من العلاقات التي تحتوي على عدد من المتغيرات والمؤشرات المعبرة عن الإمكانات والمستلزمات المتاحة لتحقيق دالة الهدف [1].

تم اعتماد عدد من الفرضيات في صياغة دالة الهدف والمحددات الخاصة بالأنموذج الرياضياتي وهي:

1 التخطيط لشبكة الأنابيب معلوم.
2 يوجد مصدر واحد لتجهيز الشبكة بالماء.
3 التصريف عند نقاط الطلب (الفتحات) في الشبكة معلوم.
4 أدنى وأقصى شحنة ضغط مطلوبة عند جميع الفتحات في الشبكة معلومة.
5 الشحنة الديناميكية الكلية للضخ (TDH) غير معلومة في بداية الشبكة.

تم استخدام البرنامج الجاهز ماتلاب (MATLAB 6.5) في حل الأنموذج الرياضياتي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

صياغة دالة الهدف

تم صياغة دالة الهدف في هذا الأنموذج التي شملت مجموع كلفة الأنابيب وكلفة الطاقة اللازمة للضخ. وقد أخذت الشكل الآتي:

إذ إن:

$$\mathrm{M}in.Z = PRC \quad X_1 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m_{(i)}} X_{(i,j)} C_{(j)} \ldots\ldots\ldots (1)$$

Z= دالة الهدف (كلفة سنوية بالدينار

PRC= الكلفة السنوية للطاقة اللازمة للضخ لوحدة الشحنة (أي شحنة الضخ= 1 متر) (بالدينار).

X_1 = متغير يمثل الشحنة الديناميكية الكلية المطلوب توفيرها في بداية الشبكة (متر)

$X_{(i,j)}$ =طول الجزء بقطر(j) من المقطع(i) لكل 100 متر.

$C_{(j)}$= الكلفة السنوية المكافئة لتكاليف تجهيز ونصب 100 مترطول من الأنبوب بقطر $D_{(j)}$ إذ إن D هو قطر الأنبوب وإن j تتغير من 1 إلى m إذ إن m هو عدد الأقطار المسموحة للأنابيب.

ويمكن الحصول على قيم $C_{(j)}$ في المعادلة (1) بضرب الكلفة الأولية لتجهيز ونصب وحدة الطول من الأنبوب ذي القطر $D_{(j)}$ بمعامل استرجاع رأس المال (Capital recovery factor) الذي يعتمد على عمر استخدام الأنبوب والفائدة أو نسبة الربح السنوية.

ويمكن حساب الكلفة السنوية للطاقة اللازمة للضخ من المعادلة الآتية:

$$PRC = \frac{Q_p * 1\ meter}{367 \quad E_p} * YH \quad * UPC \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

إذ إن:

Q_p= تصريف المضخة ($م^3$/ساعة).

E_p= الكفاءة الإجمالية لوحدة الضخ (المضخة والمحرك).

YH= عددساعات تشغيل محطة الضخ في السنة (ساعة).

UPC= سعر وحدة الطاقة المستهلكة (دينار/ كيلو واط – ساعة، بالنسبة للطاقة الكهربائية).وهو متغير حيث يمكن استخدام أي بديل لسعر الطاقة يمكن توفره.

صياغة المحددات

تم صياغة المحددات بموجب ما هو متاح من بيانات حول طبيعة أرض المشروع وظروف التشغيل فيه، وقد كانت على النحو الآتي:

1 محددات تضمن وقوع قيم شحنة الضغط الفعلية بين أكبر وأقل قيمة لشحنة الضغط التصميمية وتكون على الشكل الآتي:

$$X_1 + WSL - \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m_{(i)}} HL_{(i,j)} X_{(i,j)}\right] - GL_{(k)} \le HMAX_{(k)} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$X_1 + WSL - \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m_{(i)}} HL_{(i,j)} X_{(i,j)}\right] - GL_{(k)} \ge HMIN_{(k)} \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$for \ldots i = 1,2,3,\ldots\ldots\ldots, N$$

إذ إن:

WSL= أدنى منسوب للماء في المصدر (م).

$HL_{(r,j)}$= الشحنة الضائعة بالاحتكاك في الأنبوب ذي القطر $D_{(j)}$ (م).

(k)= تسلسل فتحة مقذ الماء.

$GL_{(k)}$= منسوب الأرض عند مقذ الماء لأنبوب الرش المعني (م).

$HMAX_{(k)}$ $HMIN_{(k)}$ = أقصى وأدنى شحنة ضغط تصميمية (م).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ويمكن إيجاد قيم $HL_{(r,j)}$ باستخدام معادلة هيزن ويليامز Hazen-Williams التي تعد من أكثر المعادلات استخداماً من قبل المهندسين وان هذه المعادلة مستنبطة للجريان الانتقالي transitional flow.وقد وجد مؤخراً بأنها تعطي تقديرات واطئة لضائعات الطاقة بالأحتكاك عندما يقترب رقم رينولد من مدى قيم الجريان الطباقي laminar flow [2] .

$$HL = 1.14\times10^{9}(Q \;/\; C)^{1.852} * L/D^{4.87} \ldots\ldots\ldots(5)$$

التي فيها:

HL= الشحنة الضائعة بالاحتكاك في الأنبوب (م).

Q= تصريف الأنبوب (م^3/ساعة).

L=طول الأنبوب (م).

D=قطر الأنبوب (ملم).

C= معامل الخشونة ويعتمد على نوع مادة الأنبوب.

2 محددات تضمن أن المجموع الكلي لطول كل جزء من الأنبوب بقطر مناسب يساوي طول المقطع ولجميع مقاطع الأنبوب ، وتأخذ الصيغة الآتية:

$$\sum_{j=1}^{m(i)} X_{(i,j)} = L_{(i)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$For \quad i = 1,2,3,\ldots\ldots, N$$

إذ إن:

$L_{(i)}$=طول المقطع (i).

N= عدد المقاطع أو الأجزاء من الأنابيب المكونة للشبكة.

3 محددات تضمن أن جميع أطوال الأنابيب موجبة أو صفر ولجميع قيم i,j.

$$X_{(i,j)} \geq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

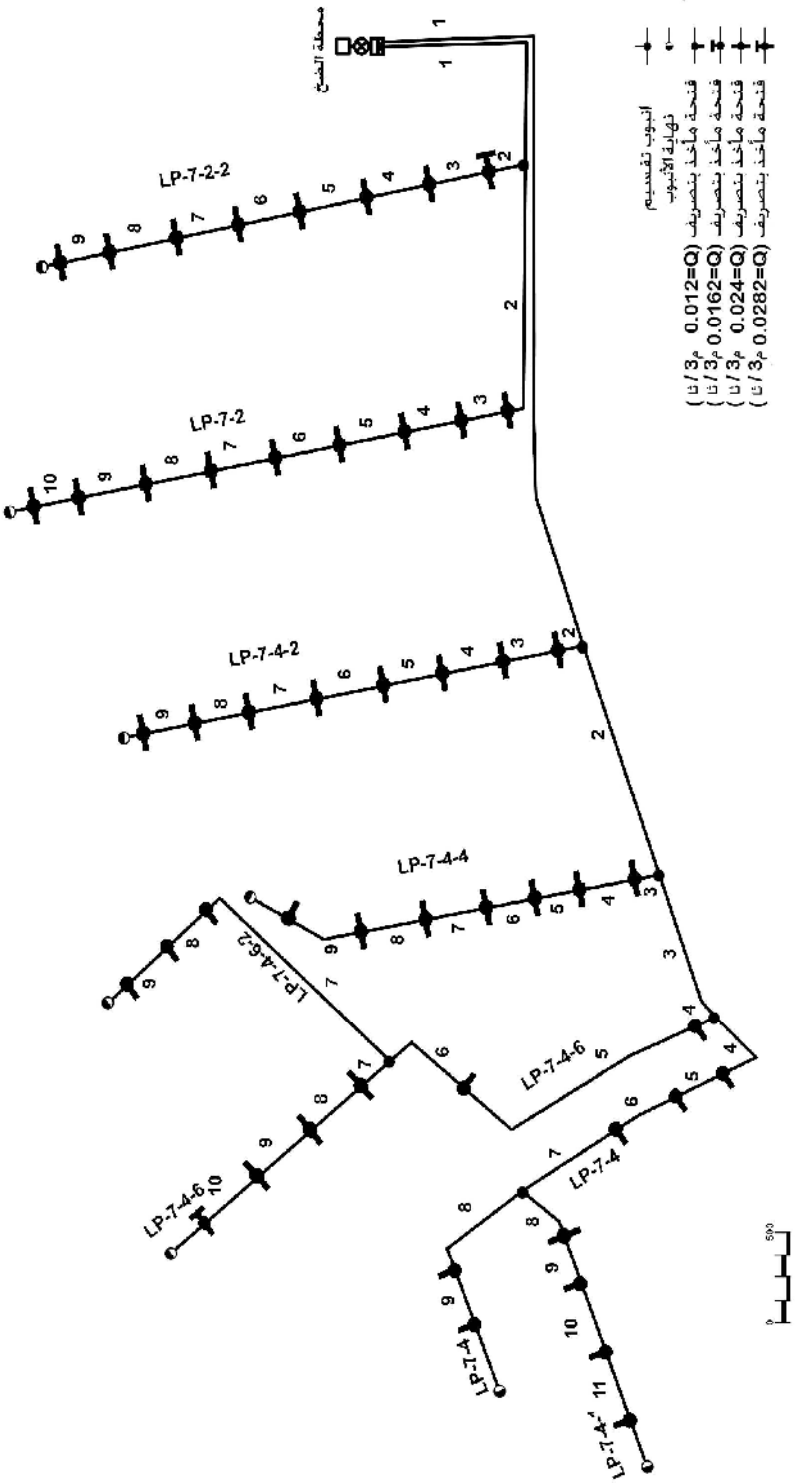
النتائج والمناقشة

تم تطبيق الأنموذج المقترح في هذه الدراسة على إحدى قطاعات (Sectors) مشروع إروائي (لم ينفذ بعد) قرب الموصل. شكل(1) يوضح مخطط شبكة الأنابيب الرئيسة للقطاع قيد الدراسة. يجهز القطاع 87 وحدة ري بالماء تبلغ مساحة كل وحدة 15 هكتار تقريبا ويبين الجدول(1) التفاصيل والبيانات الخاصة بالأنابيب. وقد تم اعتماد قيمة 0.1023 إلى معامل استرجاع رأس المال (Capital recovery factor). كما تم اعتماد حدود سرعة الجريان المسموح بها داخل الأنابيب النقالة (0.5- 2.0)م\ثا. أما بالنسبة لمحطة الضخ فقد تم اعتماد البيانات الآتية الخاصة بالمعادلة(2)

(Q_P=3804م^3/ساعة، YH=3700ساعة، E_p=77%، PRC=249000 دينار/1م). كما تم اعتماد(40 متر) لأدنى قيمة لشحنة الضغط و(75متر) لأقصى قيمة لشحنة الضغط المطلوبة عند كل نقطة طلب في الشبكة. وعليه فقد أصبح مجموع المتغيرات في المسألة 276 متغير وعدد المحددات 168. من ملاحظة النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة. وجد بأن كلفة طاقة الضخ حاليا قليلة جدا مقارنة بكلفة الأنابيب لذا فان البرنامج الحاسوبي يتجه إلى زيادة قيمة الشحنة الديناميكية الكلية(TDH) للضخ لغرض التقليل من كلفة الأنابيب إذ إن بزيادة طاقة الضخ تقل أحجام (أقطار) الأنابيب ومن ثمة تقل الكلفة الكلية للشبكة. جدول(2) يبين نتائج التصميم الأمثل لشبكة أنابيب الري الرئيسة.

كما وجد عند مقارنة نتائج هذه الطريقة مع نتائج تصميم آخر معد لنفس القطاع وبمعرفة قيمة الشحنة الديناميكية الكلية(TDH) للضخ في بداية الشبكة(تم تصميم القطاع بقيمة TDH =48 م وكانت قيمة Z=257830000 دينار) أن هنالك توفير في الكلفة الكلية للشبكة بنسبة 9.32%مع الإيفاء بجميع المتطلبات الهيدروليكية في التصميم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (1) يوضح مخطط شبكة الأنابيب الرئيسة لقطاع قيد الدراسة

www.manaraa.com

www.manaraa.com

نوع الأنبوب: بلاستك نوع UPVC (Un- plasticized Polyvinyl Chloride).

عمر الاستخدام: 40 سنة.

قيمة معامل المشونة(C): 150.

الجدول(1): كلفة أعمال الحفر والنصب للأنابيب (دينار عراقي) ولكل 100 م طول. (الأسعار لشهر نيسان 2007).

القطر الداخلي للأنبوب (ملم)	القطر الخارجي للأنبوب (ملم)	كلفة الأنبوب	كلفة حفر الخندق	كلفة فرشة القعر	كلفة الردم لغاية مركز الأنبوب	كلفة الردم بمواد مختارة	كلفة الردم بمواد الحفر نفسها	الكلفة الكلية
125	145	1734900	529350	81750	14085	87660	57225	2504970
150	170	2000000	553650	85500	16695	93645	59850	2809340
175	195	2189000	600150	89250	19395	99711	62475	3059981
200	220	2300000	637050	93000	22140	105840	65100	3223130
225	245	2528100	674850	96750	24930	112005	67725	3504360
250	270	2700000	713550	100500	27810	118260	70350	3730470
300	320	2916400	793800	108000	33750	130950	75600	4058500
350	370	5148400	877800	115500	39915	143865	80850	6406330
400	420	6000000	965550	123000	46305	157050	8610	7378005
450	470	7622000	1057050	130500	52965	170415	91350	9124280
500	520	10000000	1152300	138000	59850	184050	96600	11630800
600	630	17000000	1688175	246000	104175	270270	129150	19437770
700	730	22000000	1925175	266000	124290	303840	139650	24758955
750	780	22751500	2019300	276000	134685	320940	144900	25677325
800	830	25000000	2177175	286000	145350	338400	150150	28097075
850	880	28635000	2308800	296000	156195	355995	155400	31907390
900	930	30000000	2444175	306000	167310	373860	160650	33451995
1000	1030	45000000	2726175	326000	190260	410310	171150	48823895

الجدول(2): نتائج التصميم الأمثل لشبكة أنابيب الري الرئيسة

الأنبوب الرئيسLP-7-2

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مقذف (م)
2	777.60	1200.00	400	1.72	47.8	6.12	299.3
3	691.20	200.00	350	2.00	47.83	1.57	297.7
4	604.80	270.00	350	1.75	48.97	1.66	294.9
5	518.40	300.00	350	1.50	51.69	1.38	290.8
6	432.00	310.00	300	1.70	50.53	2.16	289.8
7	345.60	310.00	250	1.96	47.86	3.47	289.0
8	259.20	300.00	225	1.81	44.06	3.30	289.5
9	172.80	330.00	200	1.53	44.62	3.04	285.9
10	86.40	17.36	150	1.36	40.00	7.58	285.8
		182.64	125	1.96			

المسار LP-7-2-2

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مقذف (م)
1	1483.92	1200.00	600	1.46	54.22	2.81	299.0
2	706.32	160.00	400	1.56	54.54	0.68	298.0
3	604.80	280.00	350	1.75	55.22	1.72	295.6
4	518.40	300.00	350	1.50	55.04	1.38	294.4
5	432.00	310.00	300	1.70	53.88	2.16	293.4
6	345.60	300.00	250	1.96	50.12	3.36	293.8
7	259.20	310.00	225	1.81	48.61	3.41	291.9
8	172.80	310.00	175	2.00	45.54	5.47	289.5
9	86.40	240.00	125	1.96	40.61	6.03	288.4

الأنبوب الرئيسLP-7-4

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مقذف (م)
1	2319.84	3540.00	700	1.67	49.57	8.96	297.5
2	1628.64	1040.00	600	1.60	48.37	2.90	295.8
3	1067.04	680.00	450	1.86	45.96	3.51	294.7
4	432.00	450.00	300	1.70	43.32	3.14	294.2
5	388.80	260.00	300	1.53	42.73	1.49	293.3
6	345.60	300.00	300	1.36	43.35	1.38	291.3
7	302.40	510.00	300	1.19	45.41	1.84	287.4
8	86.40	207.5	150	1.36	40.00	10.21	282.6
		322.5	125	1.96			
9	43.20	250.00	125	0.98	40.00	1.70	280.9

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المسار LP-7-4-1

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مفذ (م)
8	216.00	3.44	225	1.51	41.86	3.65	287.3
		256.56	200	1.91			
9	129.60	240.00	200	1.15	43.26	1.30	284.6
10	86.40	310.00	150	1.36	40.00	3.06	284.8
11	43.20	310.00	125	0.98	41.34	2.16	281.3

المسار LP-7-4-2

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مفذ (م)
2	691.20	130.00	350	2.00	49.45	1.02	296.6
3	604.80	260.00	350	1.75	50.15	1.60	294.3
4	518.40	290.00	350	1.50	49.91	1.34	293.2
5	432.00	270.00	300	1.70	50.03	1.88	291.2
6	345.60	320.00	250	1.96	48.64	3.59	289.0
7	259.20	310.00	225	1.81	46.83	3.41	287.4
8	172.80	146.31	200	1.53	44.80	3.53	285.9
		123.69	175	2.00			
9	86.40	240.00	125	1.96	40.00	6.00	284.7

المسار LP-7-4-4

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مفذ (م)
3	561.60	120.00	350	1.62	48.53	0.64	295.0
4	475.20	260.00	300	1.87	48.07	2.16	293.3
5	388.80	210.00	300	1.53	46.17	1.20	294.0
6	302.40	230.00	250	1.71	45.86	2.01	292.3
7	216.00	290.00	200	1.91	44.13	4.03	290.0
8	129.60	310.00	175	1.50	43.32	3.21	287.6
9	43.20	400.00	125	0.98	42.13	2.79	286.0

المسار LP-7-4-6

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مفذ (م)
4	635.04	100.00	350	1.83	45.49	0.67	294.5
5	591.84	1250.00	350	1.71	44.42	7.37	288.2
6	533.52	450.00	350	1.54	43.03	2.19	287.4
7	360.72	180.00	300	1.42	43.43	0.90	286.1
8	274.32	300.00	225	1.92	41.97	3.66	283.9
9	187.92	310.00	200	1.66	40.54	3.33	282.0
10	101.52	252.74	175	1.17	40.00	2.54	280.0
		67.26	150	1.60			

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المسار LP-7-4-6-2

رقم الأنبوب	تصريف الأنبوب ($م^3$/ساعة)	طول الأنبوب (م)	قطر الأنبوب (ملم)	سرعة الجريان (م/ثا)	شحنة الضغط (م)	فواقد الاحتكاك (م)	منسوب الأرض عند كل مقذ (م)
7	172.80	1150.00	225	1.21	40.00	5.93	284.5
8	86.40	217.04	175	1.00	40.00	1.30	283.2
		22.96	150	1.36			
9	43.20	260.00	125	0.98	40.69	1.81	280.7

ملخص لأطوال أنابيب القطاع قيد الدراسة.

قطر الأنبوب (ملم)	طول الأنبوب (م)
125	1764.00
150	472.33
175	619.03
200	1798.29
225	1201.30
250	1547.02
300	4082.52
350	2880.00
400	1619.80
450	335.71
500	1880.00
600	946.67
750	3841.33
800	992.00

الطول الكلي للأنابيب=23980م

الكلفة السنوية للأنابيب = 218770000 ديناراً

الكلفة السنوية للطاقة= 15020000 ديناراً

قيمة دالة الهدف Z= 233790000 ديناراً

أفضل TDH= 60.31م

الاستنتاجات والتوصيات

من النتائج التي تم الحصول عليها نستنتج ما يأتي:

أن استخدام طريقة البرمجة الخطية في تصميم أنابيب مياه الري في حالة عدم معرفة قيمة الشحنة الديناميكية الكلية للضخ (TDH) عند بداية الشبكة أدى إلى التقليل من الكلفة الكلية للشبكة وبنسبة 9.32% .

بسبب انخفاض كلفة الطاقة اللازمة للضخ مقارنة مع كلفة الأنابيب، بالإمكان رفع قيمة الشحنة الديناميكية الكلية للضخ (TDH) وحسب مواصفات الأنابيب والضغط الذي تتحمله للحصول على كلفة اقل للأنابيب وبالتالي التقليل من الكلفة الكلية للشبكة.

يمكن باستخدام طريقة البرمجة الخطية الحصول على التصميم الأمثل لشبكة الأنابيب الرئيسة وبموجب الأقطار المتوفرة من الأنابيب تجاريا.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يوصي هذا البحث بدراسة تأثير أستخدام المضخات الثانوية للمساحات المرتفعة من أرض المشروع على دالة الهدف، حيث أن ذلك يجنبنا رفع قيمة الشحنة الديناميكية الكلية للضخ (TDH) في بداية الشبكة مما ينعكس سلبا على قيمة شحنة الضغط في المناطق ذات المناسيب الواطئة في المشروع .

المصادر

1 احمد، خالد ياسين، (2000). بحوث العمليات (أسس ومبادئ). بغداد، العراق.

2 حاجم, أحمد يوسف و ياسين، حقي أسماعيل،(1992). هندسة نظم الري الحقلي. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

3 كداوي، رؤى فائز،(2008).تقويم وتطوير التصميم لشبكة الأنابيب لقطاعين في مشروع ري الجزيرة الشرقي. رسالة ماجستير،كلية الهندسة،جامعة الموصل ،71صفحة.

4- Bragalli, C., Ambrosio, C., Lee, J., Lodi, A. and Toth, P., 2006. "An MINLP Solution Method for a Water Network Problem". IBM T.J. Watson Research Center, NY, USA.

5- Gonçalves, G. and Van Pato, M. 2000." A Three-Phase Procedure for Designing an Irrigation System's Water Distribution Network". Annals of Operations Research 94 : 163-179.

6- Labye, B., Olson, M.A., Galand, A. and Tsiourtis, M. "Design and Optimization of Irrigation Distribution Networks". 1988. Irrigation and Drainage Paper No.44, FAO , Rome , Italy.

7- Lansey, K.E. and Mays, L.W. 1989. "Optimization Model for Water Distribution System Design". Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 115 (10) : 1401-1418.

8- Perez, R., Martinez, F. and Vela, A. 1993." Improved Design of Branched Networks by using Pressure-Reducing Valves". Journal of Hydraulic Engineering, 119 (2) : 164.

9- Spiliotis, M. and Tsakiris, G. 2007. "Minimum Cost Irrigation Network Design using Interactive Fuzzy Integer Programming". Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 133 (3) : 242-248.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com