التحليل الهيدروليكي لشبكة مياه الشرب في الفلوجة باستخدام برنامج EPANET

م.م ابتهال احمد مولود
جامعة الانبار / كلية الهندسة

تاريخ الاستلام : ٢٠١٠/٣/٢٢ **تاريخ القبول : ٢٠١٠/١٢/٨**

الخلاصة.

يتضمن البحث تحليل شبكة ماء الفلوجة التي يتم تغذيتها من محطة ماء الشرب القديمة في الفلوجة ، والتي تزود المواطنين في الإحياء السكنية (حي الجولان ، حي المعتصم ، حي الأندلس) بماء الشرب باستخدام برنامج (EPANET) في تحليل الشبكة هيدروليكيا ، حيث تبين وقبل بدء التحليل أن هناك عجر في كمية المياه المطلوبة تقدر بنسبة ٢٠% لا تقوم محطة تصفية الفلوجة بتجهيزها بسبب قدم المحطة وعدم أجراء أي توسيع فيها مقابل النمو السكاني للمدينة . بعد إدخال المعلومات اللازمة في التحليل والحصول على النتائج تم ملاحظة أن المناطق الثلاثة تصل إليها كميات الماء المطلوبة ، غير أن سرعة المياه في أنابيب الشبكة كانت منخفضة جدا ودون المعدلات المسموح بها(اقل من ١ م/ثا) ، أن هذا يعني أن تصميم الشبكة لم يراعى فيه الجانب الاقتصادي والصحي ، كما تم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع واقع الحال وتبين وجود شحه في الماء الواصل إلى المواطنين نتيجة التجاوزات والانقطاعات التي تحصل في الشبكة ، كذلك على الرغم من أن شحنة الضغط الواصلة إلى نقاط التجهيز تقع ضمن الحدود المسموح بها حيث تتراوح بين (٣٨-٤٨)م ألا أن كثرة استعمال مضخات المياه داخل المنازل تؤدي إلى انخفاض شحنة الضغط كلما ابتعدت المنطقة عن محطة ماء الشرب .

كلمات رئيسية: شبكة توزيع ماء الشرب، السرعة، شحنة الضغط، التحليل الهيدروليكي.

١- مقدمة.

١-١ موقع الدراسة.

تم دراسة المناطق القديمة في مدينة الفلوجة والتي ما تزال تأخذ مياهها من محطة ماء الفلوجة القديمة التي تقع على نهر الفرات على إحداثيات GPS (N : 33 21 16.44 , E : 43 45 33.12) ، تم أنشاء هذه المحطة في عام 1964 ، حيث كان تعداد السكان آنذاك (15000 نسمة) ، وبطاقة تصميمية تبلغ ٥٤٠ متر مكعب/ ساعة [١].وذلك لتخدم المناطق (حي الجولان (١) ، حي المعتصم (٧)، حي الأندلس(٨)) وكما هو مبين في الشكل رقم (١) ، لم يتم أي توسيع آو تغيير في تصميم

المحطة منذ تصميمها بالرغم من مرور أكثر من ٥٥ سنة على إنشاءها . وتعتبر شبكة توزيع مياه الفلوجة أول شبكة مياه للشرب في مدينة الفلوجة حيث اغلب أنابيبها هي أنابيب Ductile ، ألا انه قد تم تبديل اغلب أجزائها إلى أنابيب PVC بسبب قدم الشبكة وتأكل معظم أنابيبها القديمة كما أن النمو السكاني المتزايد والتوسع العمراني أدى إلى مد أنابيب جديدة لتخدم مناطق التوسع العمراني .

١-٢ التعداد السكاني للمنطقة.

بالنظر للظروف التي يمر بها العراق فان دائرة الإحصاء العامة لم تقم بعمل تعداد سكاني للمناطق العراقية لسنة 2007 كما هو مخطط له منذ عقود من السنين ، حيث إن العراق يجري تعداد سكاني للسكان كل 10 سنوات ، لذالك تم في هذا البحث تخمين نسبة الزيادة السكانية السنوية لمدينة الفلوجة باعتماد المعادلة الاتية :

نسبة النمو=(عدد السكان المستقبلي– عدد السكان السنة الحالية)÷عدد السكان في السنة الحالية

والنتائج مبينة في الجدول (١)

كما تم حساب العدد السكاني لمناطق الدراسة بالاعتماد على تعداد السكان لسنة 1997 باعتماد المعادلة آلاتية :

تعداد السكان(٢٠٠٩)=تعداد السكان(١٩٩٧)×(٤.٠%)×(عدد السنين)+تعداد السكان (١٩٩٧) [٢]

وبذلك يكون تعداد السكان المتوقع لسنة ٢٠٠٩ للمناطق الثلاثة مبين في الجدول (٢).

١-٣ الكثافة السكانية.

تعد الكثافة السكانية من أهم العناصر التي يتوقف عليها التصميم الهندسي لشبكات الإمداد بالمياه وشبكات الصرف الصحي. وتتغير الكثافة السكانية من مدينة لأخرى ومن حي إلى أخر حسب المستوى المعيشي وطبيعة المنطقة ونوعية الوحدات السكانية. لقد تم حساب الكثافة السكانية للمناطق الثلاثة اعتمادا على حاصل قسمة عدد سكان المنطقة على مساحة المنطقة وكما في الجدول(٣).

٢- تقدير معدل الاستهلاك المائي للسكان.

تستعمل المياه في جميع الإغراض اليومية وكذلك في الصناعة والتجارة ، ويمكن تقدير معدل الاستهلاك بالنسبة لسكان مدينة الفلوجة حيث غالبية السكان من ذوي الدخول المتوسطة كما مبين في الجدول (٤) .

تم اعتماد هذه القيمة(٤٥٠ لتر/يوم/شخص)واعتبارها قيمة مقبولة اعتمادا على مقارنتها مع قيمة الاستهلاك المائي لمدينة بغداد حسب دراسة[٢]' حيث كانت تمثل ٥٠٠ لتر/شخص/يوم بالنسبة لمركز مدينة بغداد، و٤٠٠ لتر/شخص/يوم بالنسبة لإطراف بغداد .

٢-١ الاستهلاك التقريبي للسكان .

يمكن تقدير الاستهلاك المائي لكل منطقة وذلك بضرب معدل الاستهلاك المائي للشخص في عدد السكان للمنطقة المطلوبة وكما مبين في الجدول (٣). أن المناطق الثلاثة التي تم دراسة عملية توزيع الماء فيها تمثل فقط الأجزاء من الأحياء التي تحوي شبكة الماء المجهزة من قبل محطة تصفية ماء الفلوجة القديمة غير انه في الواقع هناك شبكة توزيع في بعض أجزاء هذه المناطق تأخذ مياهها من محطة تصفية ماء الفلوجة الجديدة ، لذلك فان القيم في الجدول (٣) يتم تصحيحها وذلك بطرح عدد السكان الذين لا تخدمهم شبكة المياه القديمة وقد تم تقدير نسبة ما تخدمه محطة تصفية المياه الجديدة من قبل مديرية ماء الفلوجة بنسبة ٣٠% من منطقتي الجولان والمعتصم ، أما منطقة الأندلس فان جميع سكانها يأخذ المياه من المحطة القديمة .

أن أجمالي الطاقة التصميمية للمحطة : ٥٤٠ متر مكعب /ساعة =١٥٠لتر/ثانية ، هذا يعني أن هنا عجز مبدئي في الماء التي من المفروض أن تصل إلى المواطنين تقدر بالنسبة الآتية :

نسبة النقص في الماء =(١٨٦-١٥٠) ÷١٨٦ = ٠.٢٠ أي ٢٠%

لذا سنقوم بتوزيع هذه النسبة على المناطق الثلاثة، للحصول على نتيجة مساوية لما تجهزه المحطة من مياه لمواطنين، وحسب الجدول (٥)

٣- برنامج EPANET[٣].

يقوم البرنامج بعملية محاكاة السلوك الهيدروليكي لوجود المياه بداخل أنابيب شبكات المياه المضغوطة. يعمل البرنامج على تتبع تدفق المياه بداخل الأنابيب وإيجاد الضغط عند كل تقاطع، كما يتضمن البرنامج بيئة متكاملة لإضافة البيانات المطلوبة بشكل مباشر للشبكة المراد إعدادها بالإضافة إلى تعديلها بكل سهولة عبر خيارات متوفرة وأجراء المحاكة المطلوبة وإظهار النتائج على الشاشة مباشرة.

البرنامج يتضمن الأدوات الشاملة اللازمة للقيام بتحليل هيدروليكي لفترات ممتدة كما يقوم بحساب ضائعات الضغط الرئيسية بسبب الاحتكاك باستخدام ثلاث معادلات مختلفة وهي (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning formulas) ، بالإضافة إلى حساب الضائعات الثانوية بسبب الانحناءات والوصلات.

تم التعامل مع هذا البرنامج على ٣ مراحل

١- تمثيل شبكة المياه بالرسم على شاشة البرنامج باستخدام أدوات التمثيل السهلة بشريط الأدوات.

٢- إدخال بيانات الشبكة بكل سهولة لكل جزء منها.

٣- الحصول على النتائج الصادرة من البرنامج بشكل سلس وسهل وبسيط.

يحتوي برنامج (EPANET) على شاشة رسم جاهزة ومباشرة لرسم خطوط المياه بأي شكل كانت متقابلة أو متتالية وحتى الانحناءات وبالعدد المطلوب بلا حدود في العدد أو الأطـــوال.ويتعـــرف البرنامج على الأنابيب فيما إذا كانت متقابلة أو متتالية من طريقة رسمها ويتعامل معها مباشرة. فـــي بداية تشغيل البرنامج يجب رسم شبكة المياه المطلوبة وفي خلال الرسم لا يهم إدخال الأطوال وغيرها من المعلومات اللازمة لتعريف خصائص الشبكة للبرنامج بل يأتي هذا في الخطوة التالية المهم أن تقوم برسم الشبكة وتنظيم الأنابيب ومصدر المياه. ، ثم يتم إدخال البيانات ويتم ذلك بالطريقة التالية :

١- تحديد الوحدات التي ستستخدم بالبرنامج والخيارات المطروحة هي وحدات ما بين النظام العالمي (SI)أو النظام الأمريكي للقياس (US)ويتم الاختيار على أساس وحدة قياس التصرف بحيـــث تفعـــل أحدى المجموعتين مع تغيير وحدة قياس التصريف.

٢- رسم الشبكة وذلك باستخدام شريط الأدوات الموجود بأعلى شاشة الرسم وعادة يتم وضع أجـــزاء الشبكة حسب ترتيبها الصحيح بدون الاهتمام مبدئيا لصحة المسافة بينهم حيث يمكن تصحيح أي شيء بشاشة الرسم فيما بعد وضع أجزاء الشبكة عليها وفي أي وقت وبمنتهى السهولة ولوضع الأنابيب يتم أولا تحديد الوصلات (Nodes/junctions) ويتم بعدها توصيل الأنابيب بين الوصلات باستخدام خيار رسم الأنابيب.

٣- إجراء التحليل الهيدروليكي لمرحلة زمنية واحدة واستعراض النتائج وخاصة السرعات وإجـــراء التعديلات وإعادة التحليل حتى نصل إلى حل اقتصادي تكون السرعة فيه بين ١-٢.٥ م /ثا.

٤- الحسابات والنتائج .

٤-١ تحليل شبكة ماء الفلوجة.

أولا : تم احتساب الاستهلاك المائي (Demand) لكل تقاطع (Junction) كالأتي

- حساب مساحة المنطقة التي يتم تزويدها بالماء من قبل الـــ (Junction) من خارطة توزيع شبكة مياه الشرب المرسومة على برنامج أوتوكاد بمقياس رسم ١: ١٠٠ .

- تم حساب عدد السكان للمنطقة التي يتم تغذيتها بـــ(Junction)وذلك بضرب مساحة المنطقـــة فـــي الكثافة السكانية لكل منطقة.

- ثم حساب الاستهلاك المائي في كل منطقة من ضرب عدد السكان في معـــدل الاســـتهلاك المـــائي للشخص.

ثانيا : تم إدخال المعلومات اللازمة للتحليل كالأتي

- تم اختيار وحدات البرنامج LPS ، وكذلك اختيار معادلة هيزن - وليم لتحليل الشبكة هيدروليكيا .

- رسم مخطط شبكة التوزيع بعد إلغاء بعض الأنابيب التي تنقل المياه إلى الأفرع والتي أقطارها اقل من ١٥٠ملم ، ويعد هذا مقبولا ويعطي عامل أمان في التحليل[٤] ، وكما في شكل (٢) .

- تم ترقيم الشبكة لكل أنبوب (Link) وتقاطع(Node or Junction) .
- تم إدخال الاستهلاك المائي (Demand) ، ومنسوب (Elevation) كل تقاطع .
- تم إدخال طول(Length) وقطر(Diameter) ومعامل هيزن وليم[٥] (١٠٠لأنبوبductile و ١٥٠ لأنبوبPVC) لكل أنبوب.
- تم حساب الـــ (Head) للمحطة، حيث تتم عملية تزويد الشبكة بالماء بواسطة عملية الضخ المباشر و كالأتي :

ارتفاع ضخ الماء للمضخة = ٥٥ م ، كان (Head)مساويا إلى ١٠٠ م، بعد إضافة منسوب المحطة إلى ارتفاع ضخ الماء للمضخة ، والذي يمثل (Reservoirs) أي نقطة رقم ١ في الشكل (١) .

- تم إجراء عملية التحليل والحصول على النتائج المتمثلة بالسرعة Velocity وضائع الشحنة Head loss والتصريف Flow rate لكل أنبوب وكذلك الضغط Pressure عند كل تقاطع، والمبينة فـــي جدول (٦) والذي يشمل أيضا المعلومات التي تم إدخالها لإغراض التحليل والمذكورة أعلاه.

٤-٢ التصميم الامثل الاقتصادي البديل لشبكة ماء الفلوجة.

عند اعادة تحليل الشبكة بواسطة البرنامج لمراعاة الحالة الاقتصادية في تصميم الشـــبكة حيـــث اختيار اقطار اقل مما هي عليه لغرض زيادة السرعة في الانابيب مع مراعـــاة المحـــددات الاخـــرى كالضغط وخسائر الاحتكاك بالاضافة الى توفر اقطار الانابيب البديلة في الاسواق التجارية ، بالاضافة الى فرض توسيع المحطة باضافة مضخة ثالثة بتصريف قدره ٧٥لتر/ثانية ومن نفس نوع المضخات المستعملة في المحطة لتغطية العجز المبدئي والبالغ ٢٠% (مع العلم ان زيادة مضخة واحدة لم يؤدي الى زيادة السرع في حالة الشبكة الاصلية) ، والنتائج مبينة في جدول (٧) ، يتبين مـــن النتـــائج ان معظم الانابيب اصبحت السرع فيها اكثر من ١م/ثا ، ما عدا بعض الانابيب والتي سرعة الماء فيهـــا قريبة من ١م/ثا . بالاضافة الى المحافظة على الضغط في كل تقاطع ضمن الحدود المسموح بها جيث ان قيمة الضغط بين (١٥-٣٨) م .وعند حساب الجدوى الاقتصادية للحالتين والموضحة فـــي جـــدول (٨) ، حيث تم حساب سعر الانبوب و كلفة العمل للحالتين وجد ان الكلفة الاولية التي تم العمـــل بهـــا لمجموع اقطار الانابيب ولطول ٦متر هي ٢٦٦٩ دولار ، في حين ان التصميم البديل يمكن انجـــازه بكلفة ١٢٦٩ دولار لمجموع الاطوال المستخدمة لطول ٦ متر ، أي بفارق مالي مقداره ١٤٠٠ دولار ويعتبر هذا مبلغ مرتفع جدا اذا ما تم حسابه لطول الشبكة الكلي .

٥- الاستنتاجات .

من خلال البيانات التي تم الحصول عليها من البحث (جدول (٦)) يتبين ان الشبكة تقوم بتوزيـــع المياه وبالكميات المطلوبة الى الاحياء السكنية الثلاثة ، غير ان سرعة الماء داخل الانابيب منخفظـــة ودون المعدل المسموح به في التصميم الاقتصادي(١-٢)م/ثا[٤] ، ان هذه النتيجة تعد نتيجة متوقعـــة

وذلك بسبب قدم الشبكة والغاء اغلب الانابيب القديمة المصنوعة من Ductile ، واستبدالها بانابيب من PVC وبتصميم وتخطيط منفصل حيث ان مديرية ماء الفلوجة تقوم بمد الانابيب لكل منطقة وبفترات زمنية مختلفة ، دون ان تقوم بتحليل الشبكة بكل اجزاءها عند عملية تغيير الانابيب . ان السرعة البطيئة في الانابيب له تاثير صحي على نوعية الماء في الشبكة حيث يتيح بقاء الماء فترة طويلة داخل الانابيب للبكتريا بالنمو والتكاثر مما يؤدي الى تلوث المياه[٤] .

من خلال الزيارات الميدانية للمناطق الثلاثة ومطابقة واقع الحال بما تم الحصول عليه تم ملاحظة ان هناك اختلاف بين حالة التحليل والحالة الموجودة في الاحياء الثلاثة ، حيث معظم المناطق تعاني من شحة المياه الواصلة اليها وبالاخص حي الاندلس الذي يعتمد كليا على محطة ماء الفلوجة القديم ، يمكن اعطاء استنتاج لهذه الشحة من خلال دراسة واقع الحال للشبكة والمناطق والمحطة وكالاتي :

- وجود تجاوزات من قبل الاهالي على الشبكة للحصول على الماء لبعض الشوارع التي ليست ضمن مخطط توزيع المياه .
- استعمال مضخات المياه المنزلية من قبل جميع المواطنين مما يؤدي الى انخفاض ضغط الماء كلما ابتعدت المنطقة عن المحطة ، وبالتالي لا يصل الماء الى اخر نقطة كما هو مخطط له حيث نلاحظ من خلال النتائج التي تم الحصول عليها ان شحنة الضغط تقع بين ٣٨-٤٨ م وهي قيمة جيدة جدا حيث توصي القيمة بان تكون (١٥٠-٢٠٠)كيلو باسكال(أي ما يعادل (١٥-٢٠)م) للاستخدام العادي للمناطق التي فيها عمارات سكنية لا تتجاوز ٤ طوابق والغير مزودة بوحدات اطفاء[٥] كما في مدينة الفلوجة .
- التخسفات والتكسرات في الانابيب بسبب النشاط العمراني الذي تشهده المدينة مما يؤدي الى انقطاعات في ضخ المياه.
- عدم توعية المواطنين للمحافظة على الحصة المائية لكل مواطن حيث نلاحظ قيام اغلب المواطنين بتغيير موقع انبوب تجهيز الماء للدار(الأبي) وتثبيته اسفل الانبوب الرئيسي وليس من جانب او اعلى الانبوب المغذي كما هو مفروض .

٦- المصادر .

[١]- Faisal , Abd al Salam Mohammed , " Al Fallujah water assessment project " 2007. (IWAN GROUP) دراسة مقدمة من قبل

[٢]- جاسم ، موسى حبيب ٢٠٠٠ ،"نموذج الامثلية في توزيع الماء في دائرة ماء بغداد "، رسالة ماجستير –الجامعة التكنلوجية – قسم الموارد المائية .

[٣] – Lewis A. Rossman \ (2000)"EPANET 2 USERS MANUAL", Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, OH 45268

[٤]- ستيل ومكي /(١٩٨٢) " إسالة الماء ومنظومة المجاري " الطبعة الخامسة ، ترجمة الدكتور فاضل حسن احمد ، وزارة التعليم العالي / جامعة صلاح الدين .

[٥]- الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، " شبكات المياه والصرف الصحي " ، المملكة العربية السعودية ، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني .

[٦]- وزارة الشؤون الاجتماعية مديرية النفوس العامة إحصاء السكان لعام ١٩٤٧

وزارة الداخلية مديرية النفوس العامة ، المجموعة الإحصائية لتسجيل ١٩٥٧

وزارة الداخلية ، التعداد العام للعراق ١٩٦٥

وزارة التخطيط الجهاز المركزي للإحصاء/ التعداد العام للسكان لسنة ١٩٧٧_ ١٩٨٧_ ١٩٩٧.

[٧]- ياسين بديوي ، بسعاد ٢٠٠٩ " مركز الثقل السكاني لمدينة الفلوجة (١٩٤٧-٢٠٠٧)" بحث تخرج - جامعة الانبار -كلية التربية / قسم الجغرافية .

[٨]- مديرية ماء الفلوجة ، مخططات وخرائط لشبكات الماء في المدينة مرسومة على برنامجAuto CAD .

جدول(١) :عدد السكان ومعدلات النمو للسنوات (١٩٤٧-٢٠٠٧).

السنة	عدد السكان[٦]	نسبة النمو %	معدلات الزيادة
١٩٤٧	١٠٩٤٧	-	-
١٩٥٧	١٩٨٤٤	٨.١	٨٨٩٧
١٩٦٥	٣٦٣٣٠	٨.٣	١٦٤٨٦
١٩٧٧	٦٣٠٥٠	٧.٣٥	٢٦٧٢٠
١٩٨٧	١٠٩٧٣١	٧.٤	٤٦٦٨١
١٩٩٧	١٥٣٨٢٢	٤.٠	٤٤٠٩١

جدول(٢) : يبين تعداد السكان المتوقع لمناطق الدراسة لسنة ٢٠٠٩.

ت	اسم المنطقة	تعداد السكان ١٩٩٧نسمة[٦]	تعداد السكان المتوقع ٢٠٠٩ نسمة
١	الجولان	٢٠٣٠٩	٣٠٠٧٥
٢	المعتصم	٧٥٢٧	١١١٤٠
٣	الأندلس	٤٤١٢	٦٥٣٠
المجموع		٣٢٢٤٨	٤٧٧٤٥

جدول(٣) :الكثافة السكانية لمناطق الدراسة.

اسم المنطقة	عدد السكان	مساحة المنطقة بالهكتار[٧]	الكثافة السكانية (شخص/هكتار)	الكثافة السكانية (شخص/م٢)
الجولان	٣٠٠٧٥	١٨٨	١٦٠	٤-١٠×١٦٠
المعتصم	١١١٤٠	٤٢.٢	٢٦٤	٤-١٠×٢٦٤
الأندلس	٦٥٣٠	٥٤.٧	١٢٠	٤-١٠×١٢٠

جدول(٤) :تقدير معدل الاستهلاك المائي للسكان في الفلوجة [١] .

ت	الاستعمال **Description**	الاستهلاك الأقصى (لتر/شخص/يوم)	النسبة %	معدل الاستهلاك (لتر/شخص/يوم)
١	الاستعمال الخاص **Domestic uses**	300	٤٤	٢٠٠
٢	الاستعمال الصناعة **Industrial uses**	160	٢٤	٧٥
٣	الاستعمال التجاري **Commercial uses**	100	١٥	٧٥
٤	الخدمات العامة **Public uses**	60	٩	٥٠
٥	الإتلاف والفقدان **Lost and waste**	50	٨	٥٠
المجموع		670	%١٠٠	٤٥٠

جدول(٥) :الاستهلاك المائي التقريبي لمناطق الدراسة.

اسم المنطقة	عدد السكان المتوقع ٢٠٠٩	عدد السكان المتوقع (٢٠٠٩) المستفادين من المحطة القديمة	الاستهلاك التقريبي بـ (لتر/يوم)	الاستهلاك التقريبي بـ (لتر /ثانية)	الاستهلاك المجهز التقريبي بـ (لتر/ثا)
الجولان	٣٠٠٧٥	٢١٠٥٣	٩٤٧٣٨٥٠	١١٠	٨٩
المعتصم	١١١٤٠	٧٧٩٨	٣٥٠٩١٠٠	٤١	٣٣
الأندلس	٦٥٣٠	٦٥٣٠	٢٩٣٨٥٠٠	٣٥	٢٨
المجموع	٤٧٧٤٥	٣٥٣٨١	١٥٩٢١٤٥٠	١٨٦	١٥٠

جدول(٦) : يبين نتائج تحليل الشبكة من برنامج الحاسبة .

مدخلات البرنامج						مخرجات البرنامج			
الأنابيب			نقاط التقاطع			الانابيب			نقاط التقاطع
رقم الأنبوب	طول الأنبوب (متر)	قطر الأنبوب (ملم)	رقم التقاطع	طلب الاستهلاك المائي لتر/ثا	المنسوب متر	التصريف لتر/ثا	السرعة م/ثا	الضائعات م/كم	الضغط متر
٥	٣٣٣	١٥٠	٣	٥.٠٠	٤٩.١	٥.٠٠	٠.٢٨	٠.٥٦	٤٢.٩٩
٩	٦٦٥	٢٥٠	٤	٣.٠٠	٤٩.٠	٣٠.٠٠	٠.٦١	١.٢٩	٤٢.٦٩
٨	٤٣٩	٢٥٠	٥	٥.٠٠	٤٩.٣	٥٩.٠٠	١.٢٠	٤.٥١	٤٢.٢١
١٠	٦٤٧.٥	٢٥٠	٧	٥.٠٠	٤٨.٥	٣٠.٠٠	٠.٦١	١.٢٩	٤٣.٢٢
١٢	٣٧٠	٣٠٠	٨	٣٠.٠٠	٤٩.٢	٢٥.٤٤	٠.٣٦	١.٠٠	٤٠.٦٤
١١	٥١٣.٥	٢٥٠	٩	٢٩.٠٠	٤٩.٥	٥.٤٤	٠.١١	٠.٠٥	٣٩.٤٨
١٣	٥١٠.٦	٢٥٠	١٠	٣٠.٠٠	٤٩.٥	٢.٥٦-	٠.٠٥	٠.٠٠	٣٨.٣٦
١٤	٣٤٥.٥	٢٥٠	١١	٤.٠٠	٤٩.٠	٤.٠٠	٠.٠٨	٠.٠٣	٣٨.٠٣
١٥	٢٥	٢٥٠	١٢	٤.٠٠	٤٨.٦	١٦.٠٠	٠.٣٣	٠.٤٠	٤٣.١٢
١٦	٣٧٧	٢٥٠	١٣	٤.٠٠	٤٩.٠	٤.٠٠	٠.٠٨	٠.٠٣	٤٢.٦٩
١٧	٨٦٠.٥	٢٠٠	١٤	٤.٠٠	٤٨.٤	٨.٠٠	٠.٢٥	٠.٣٣	٤٣.٢٨
٣	٥٥١	٢٥٠	١٥	٤.٠٠	٤٩.٠	١٩.٥٦	٠.٤٠	٠.٥٨	٤٢.٧١
٤	٤١٣.٥	٢٥٠	١٦	٤.٠٠	٤٨.٠	١٠.٥٦	٠.٢٢	٠.١٨	٤٣.٧٠
٧	٥٤٠	٢٥٠	١٧	٨.٠٠	٤٨.٠	٥.٠٠	٠.١٠	٠.١٠	٤٣.٤٢
١	١١٢٢.٥	٤٠٠	٦	٤.٠٠	٤٨.٠	١٥٠.٠٠	١.١٩	٥.٤٥	٤٣.٧٧
٢	٥١٠	٣٠٠	٢	٦.٠٠	٤٩.٠	٥٠.٠٠	٠.٧١	٣.٥٢	٤٤.٨٨
٦	٣٧٨	٢٥٠	١	١٥٠.٠٠-	١٠٠.٠	٩٤.٠٠	١.٩١	١٠.٦٩	٠.٠٠ Reservoir

جدول(٧) : يبين نتائج التحليل الهيدروليكي للشبكة للتصميم البديل .

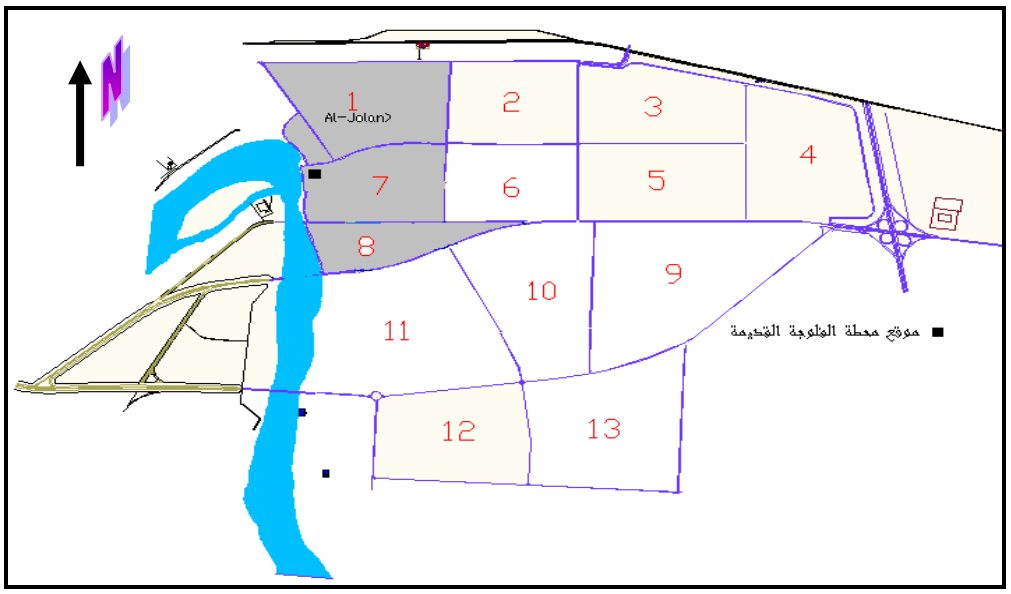
مدخلات البرنامج						مخرجات البرنامج			
الأنابيب			نقاط التقاطع			الانابيب			نقاط التقاطع
رقم الأنبوب	طول الأنبوب (متر)	قطر الأنبوب (ملم)	رقم التقاطع	طلب الاستهلاك المائي لتر/ثا	المنسوب متر	التصريف لتر/ثا	السرعة م/ثا	الضائعات م/كم	الضغط متر

٥	٣٣٣	١٠٠	٣	٧.٥٠	٤٩.١	٧.٥	٠.٩٥	٨.٥٨	٣٤.١٣
٩	٦٦٥	٢٠٠	٤	٤.٥٠	٤٩.٠	٤٥.٠٠	١.٤٣	٨.١٠	١٨.٧٦
٨	٤٣٩	٢٥٠	٥	٧.٥٠	٤٩.٣	٨٩.٥٠	١.٨٢	٩.٧٦	١٥.٦٠
١٠	٦٤٧.٥	٢٠٠	٧	٧.٥٠	٤٨.٥	٤٥.٠٠	١.٤٣	٨.١٠	١٤.٥٩
١٢	٣٧٠	٢٥٠	٨	٧.٥٠	٤٩.٢	٥٣.٢٢	١.٠٨	٣.٧٢	٢٩.١٦
١١	٥١٣.٥	١٥٠	٩	٤٥.٠٠	٤٩.٥	٢٣.٢٢	١.٣١	٩.٦٣	٢٣.٤٨
١٣	٥١٠.٦	١٠٠	١٠	٤٤.٥٠	٤٩.٥	١١.٢٢	١.٤٣	١٧.٩٢	٢٤.٥٨
١٤	٣٤٥.٥	١٠٠	١١	٤٥.٠٠	٤٩.٠	٦.٠٠	٠.٧٦	٥.٦٨	١٩.٨٤
١٥	٢٥	١٥٠	١٢	٦.٠٠	٤٨.٦	٢٤.٠٠	١.٣٦	١٠.٢٦	٣٣.٢٥
١٦	٣٧٧	١٠٠	١٣	٦.٠٠	٤٩.٠	٦.٠٠	٠.٧٦	٥.٦٨	٢٧.٩١
١٧	٨٦٠.٥	١٠٠	١٤	٦.٠٠	٤٨.٤	١٢.٠٠	١.٥٣	٢٠.٤٩	٢٦.٥٥
٣	٥٥١	١٠٠	١٥	٦.٠٠	٤٩.٠	١٤.٢٨	١.٨٢	٢٨.١٤	٣٢.٦٠
٤	٤١٣.٥	١٠٠	١٦	٦.٠٠	٤٨.٠	٠.٧٨	٠.١	٠.٠٨	٣١.٤٦
٧	٥٤٠	١٠٠	١٧	١٢.٠٠	٤٨.٠	٧.٥٠	٠.٩٥	٨.٥٨	١٥.٩٧
١	١١٢٢.٥	٤٠٠	٦	٦.٠٠	٤٨.٠	٢٢٥.٠٠	١.٧٩	١١.٥٥	١٩.٧٢
٢	٥١٠	٣٠٠	٢	٨.٠٠	٤٩.٠	٧٥.٠٠	١.٠٦	٧.٤٥	٣٨.٠٣
٦	٣٧٨	٢٥٠	١	٢٢٥.٠٠-	١٠٠.٠	١٤٢.٠٠	٢.٨٩	٢٢.٩٤	٠.٠٠ Reservoir

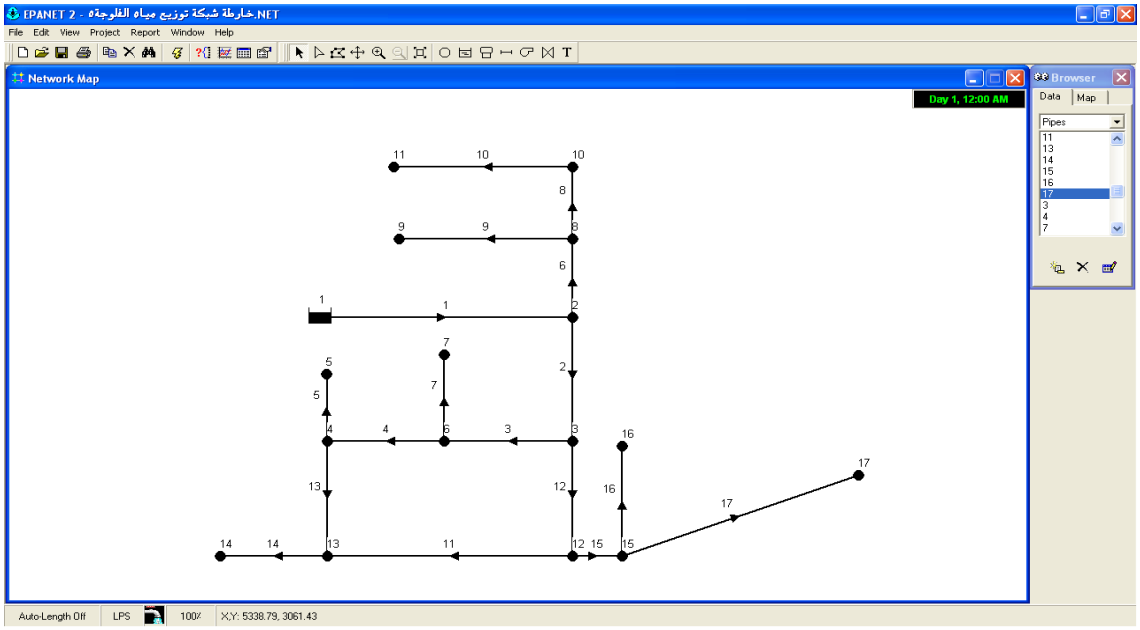
جدول(٨) : يمثل الجدوى الاقتصادية للتصميم البديل.

رقم الانبوب	القطر التصميمي	سعرالانبوب + كلفة العمل $	القطر البديل	سعرالانبوب+ كلفةالعمل $	فارق الكلفة $
١	٤٠٠	قديم	٤٠٠	قديم	٠
٢	٣٠٠	قديم	٣٠٠	قديم	٠
٣	٢٥٠	١٧٣	١٠٠	٤٣	١٣٠
٤	٢٥٠	١٧٣	١٠٠	٤٣	١٣٠
٥	١٥٠	٦٧	١٠٠	٤٣	٢٤
٦	٢٥٠	١٧٣	٢٥٠	١٧٣	٠
٧	٢٥٠	١٧٣	١٠٠	٤٣	١٣٠
٨	٢٥٠	١٧٣	٢٥٠	١٧٣	٠
٩	٢٥٠	١٧٣	٢٠٠	١٣٦	٣٧
١٠	٢٥٠	١٧٣	٢٠٠	١٣٦	٣٧

١١	٢٥٠	١٧٣	١٥٠	٦٧	١٠٦
١٢	٣٠٠	٤٠٠	٢٥٠	١٧٣	٢٢٧
١٣	٢٥٠	١٧٣	١٠٠	٤٣	١٣٠
١٤	٢٥٠	١٧٣	١٠٠	٤٣	١٣٠
١٥	٢٥٠	١٧٣	١٥٠	٦٧	١٠٦
١٦	٢٥٠	١٧٣	١٠٠	٤٣	١٣٠
١٧	٢٠٠	١٢٦	١٠٠	٤٣	٨٣
مجموع السعر لكل ٦م		٢٦٦٩		١٢٦٩	١٤٠٠



الشكل رقم (1) :منطقة الدراسة وموقع محطة تصفية ماء الفلوجة القديمة [٨].



شكل (٢) : يمثل مخطط شبكة ماء الفلوجة مرسومة على برنامج (EPANET) .

Hydraulic Analysis of Fallujah Water Network By Using a Program EPANET

IBTIHAL A. MOULOOD
ALANBAR UNIVERSITY / COLLEGE OF ENGINEERING

Abstract

This search includes analysis of Fallujah water network that are fed from the old drinking water treatment station in Fallujah , which provides citizens in residential areas (AL-Jolan District, AL- Mu'tasim district, AL-Andalus district) by drinking water by using a program (EPANET) in the hydraulic network analysis .It was found their are lack in the required amount of water which estimated by about 20% due to oldness of the station and the lack of expansion by estimation the population growth the city.

After input required the data in the analysis in got the results, it was noted that the three areas were getting the amount of required water, but the speed of water in the pipe network was very low and below the allowable limits (less than 1 m / s), this means that the design of the network has not takes into account the economic side and health status. The results were compared with the situated case and found a lack of water amount reaching the people as a result of trespasses and interruptions which occurring in the network, as well as the head pressure which reach the supply points fall within the permissible limits where ranging between (38-48 m) but the use of water pumps in homes lead to decrease the head pressure whenever the node far away from the drinking water station.

Keywords: network of drink water , velocity , Head pressure , Hydraulic analysis