

إدارة شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية حالة دراسية: شبكة توزيع

المياه لمدينة حلحول

الطالب / إبراهيم ولدعلي

الطالب / محمد أبوالب

المشرف: د. ماجد أبوشرخ

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعة بولتكنيك فلسطين

١ - خلفية عامة :

في حقيقة الأمر فإن معظم شبكات المياه في الدول النامية بما فيها فلسطين لا تصلها المياه بشكل منتظم ومتواصل وبالتالي فهي تعمل بشكل متقطع، ومع ذلك فلا يوجد اهتمام ملحوظ في طريقة تصميم وإدارة تلك الشبكات. وكما هو معلوم فإن تصميم شبكات المياه يتم على فرض أن المياه تجري في الشبكة بشكل متواصل وهو على أرض الواقع غير موجود في جميع شبكات المياه للمدن والقرى الفلسطينية، وبالتالي فإن عملية تشغيل شبكة مياه صممت أصلاً لتجري فيها المياه بشكل متواصل ولا تصلها المياه إلا في فترات محدودة قد ولد مشاكل عديدة في تزويد المناطق بالمياه وفي عدم العدالة في عملية التوزيع (Anand, et al., 2005).

لقد تم اقتراح برمجيات نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة لبناء معلومات عن الأنظمة والشبكات المستخدمة لتوفير الخدمات الحضرية أكثر يسراً ومفيدة، والخدمات الحضرية والتي يبدو أنها مناسبة بشكل خاص لنظم المعلومات الجغرافية تشتمل على شبكات توزيع المياه والغاز والكهرباء فضلاً عن شبكات تجميع مياه المجاري (Borrough, 1986; Douglas, 1995; Brebbia and Pascolo, 1998). في

هذه الدراسة سيتم تطوير نظام معلومات جغرافية لإدارة شبكات إمدادات المياه في المناطق الفلسطينية، مع أخذ مدينة ححول من مناطق محافظة الخليل كحالة دراسية لهذا المشروع. فالهدف من اقتراح إدارة أنظمة إمدادات المياه هو لتسهيل إدارة أعمال المياه عن طريق المساعدة في حفظ الأرقام المسجلة لكميات المياه المتسربة من الشبكة وتقديم معلومات عن جميع أجزاء شبكة المياه مثل المواسير والصمامات وغيرها، والمساعدة في اخذ القرارات المنظمة والصائبة فيما يتعلق بتطوير وتشغيل شبكات المياه.

إن تطوير نظام جغرافي لإدارة إمدادات المياه يمكن استخدامه كنظام معلومات لتشغيل وصيانة شبكة توزيع المياه. والميزة الرئيسية لهذا النظام هو أن إمكانية الاحتفاظ بالأرقام والسجلات المفصلة لتوزيع المياه، وتحديثها بسهولة. كما يمكن البحث عن سؤال محدد كالسؤال عن المواسير والصمامات، وصهاريج التخزين وغيرها على سبيل المثال. كما يمكن للموظفين الإداريين الوصول إلى استخدام النظام دون الحاجة إلى معرفة تعقيدات برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

٢ - بيان المشكلة :

تعاني مدن وقرى ومخيمات الضفة الغربية وقطاع غزة من نقص مزمن في كميات المياه المزودة والتي تمنع النمو الاقتصادي وتلحق أضرارا كبيرة بالبيئة وصحة الفلسطينيين. إن النقص الكبير في كميات المياه المزودة للفلسطينيين يعود بشكل أساسي إلى سياسة شركة المياه الإسرائيلية (ميكروت) والتي تحد من كمية المياه التي يتم ضخها إلى المجتمعات الفلسطينية من خزانات المياه الجوفية. والسبب الآخر هو النمو السريع للسكان، وعدم كفاية شبكات توزيع المياه، وارتفاع نسبة التسرب في شبكات مياه الشرب وزيادة النشاطات المتعلقة بالزراعة وما تحتاجه من كميات مياه كبيرة.

إن معدل استهلاك المياه للفرد الفلسطيني منخفض جدا، حيث يبلغ متوسط استهلاك المياه في المناطق الحضرية ٦٠ ليتر في اليوم للشخص الواحد، مع أن منظمة الصحة العالمية توصي بأن يكون معدل استهلاك الشخص الواحد من المياه في اليوم ١٠٠ ليتر للاستخدام المنزلي والحضري. بالإضافة إلى ذلك فهناك المئات من القرى الريفية في الضفة الغربية بدون شبكات مياه، حيث يعتمد السكان على

صهاريج المياه وعلى أبار الجمع للتزود بالمياه مما يجعل استهلاك الفرد في تلك المناطق يقل عن ٣٠ ليترًا للفرد الواحد في اليوم بسبب ارتفاع تكاليف الحصول على المياه عن طريق الصهرج. في الوقت نفسه فإن أرقام معدلات التسرب تشير أن معدل الفاقد من المياه يصل إلى حوالي ٥٠% وهي نسبة عالية جدا والتي تزيد من تفاقم مشكلة المياه في الضفة الغربية وقطاع غزة.

في ضوء النقص الحاد في كميات المياه، تقوم العديد من البلديات والمجالس المحلية في الضفة الغربية وقطاع غزة بتقسيم المدينة أو القرية إلى عدة مناطق ومن ثم توزيع المياه على أساس التناوب. كما أصبحت مشكلة الساعات القليلة التي يضخ فيها المياه وانخفاض نسبة ضغط المياه في المواسير جزءا من حياة الناس اليومية في الضفة الغربية. كما أصبحت تشكل تحدي كبير للبلديات والمجالس المحلية في الضفة الغربية وخصوصا في منطقة الخليل.

وفقا لوصف المشكلة السابقة وتأثيرها السلبي على حياة الفلسطينيين في كافة المناطق الفلسطينية، فهناك حاجة إلى إيجاد حلول يمكن من خلالها التغلب على المشاكل التي تعاني منها المدن والقرى الفلسطينية فيما يتعلق بشبكات المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع وبتوزيع المياه بين السكان بشكل يضمن العدالة في التوزيع. هذا ومن الممكن تقليل مشكلة شبكات المياه التي لا تصلها المياه بشكل متواصل إلى الحد الأدنى من خلال تطوير قاعدة بيانات لإدارة شبكة توزيع المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وهو ما تحاول هذه الدراسة عمله من خلال هذا المشروع.

إدارة الأصول هي عملية منهجية للمحافظة ورفع وتشغيل الأصول المادية (Anand, et al., 2005). في حالة شبكات توزيع المياه فالأصول المادية تشتمل على مكونات الشبكة مثل خطوط الأنابيب والخزانات والمضخات والصمامات وغير ذلك. إن مفتاح النجاح لإدارة أصول الشبكة هو تعزيز معرفة المهندسين والفنيين على مختلف الأصول وتفاصيلها، والتي تساعد في عملية صنع القرارات الصائبة والمنطقية، وتعمل في إطار يوفر مقياسا لأداء الشبكة والوصلات على المدى القصير والطويل مما يساعد في التخطيط الأمثل لتحسين أصول شبكات المياه بأقل تكلفة.

إن الاحتفاظ بالأرقام والسجلات المتعلقة بمكونات الشبكة هي مهمة كبيرة وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية هي من أفضل الأدوات لتنفيذ ذلك بنجاح. المهندسون والفنيون بحاجة إلى معلومات عن الجوانب المختلفة لشبكة المياه للاحتياجات الإدارية وأعمال الصيانة. الإدارة الفعالة للمنفعة يتطلب معلومات حديثة عن الموارد المادية المتاحة لمدير المنفعة لهذه الموارد وكيفية العمل معًا لتزويد المستهلكين بالفائدة المقررة. حادثة وفعالية إدارة مرافق شبكات المياه يتطلب استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والنماذج الهيدروليكية المحوسبة لأنظمة توزيع المياه وهو ما يحاول المشروع تحقيقه من خلال إدارة شبكات توزيع المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

٣. الهدف الرئيسي والأهداف التفصيلية

الهدف الرئيسي من هذا المشروع هو بحث السبل التي يمكن من خلالها استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية كأداة فعالة لمساعدة المهندسين في مجال تصميم وإدارة شبكات توزيع المياه التي لا تصلها المياه بشكل متواصل، وقد تم التركيز على مثل هذه الشبكات لأن جميع شبكات توزيع المياه في فلسطين هي من النوع التي تصلها المياه بشكل متقطع. يهدف هذا المشروع إلى تحقيق الأهداف التالية:

(١) يمكن استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية كأداة متكاملة في تجهيز البيانات المكانية الشاملة لتصميم وإدارة نظم توزيع المياه التي لا تجري فيها المياه بشكل متواصل. يسلط هذا المشروع الضوء على كيفية استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصميم وإدارة الأصول المادية لشبكات توزيع المياه.

(٢) تطوير نموذج معلومات جغرافي لإدارة شبكات إمدادات المياه في المناطق الحضرية الفلسطينية، والمساعدة في أكثر انتظاماً وتقدماً في القرارات من أجل تطوير وتشغيل شبكات المياه.

(٣) جمع المعلومات والبيانات الخاصة والكاملة لشبكة توزيع المياه لمدينة حلحول، ومن ثم وضع وصف رقمي للبيانات والمعلومات التي تم جمعها، وبعد ذلك

تطوير نموذج وترجمته باستخدام قاعدة بيانات نظام ArcGIS لمكونات الشبكة بالكامل.

٤) زيادة كمية المياه المزودة للسكان الفلسطينيين في منطقة المشروع من خلال الإدارة الجيدة لشبكة توزيع المياه القائمة.

٤. نظم المعلومات الجغرافية وشبكات المياه

كما ذكرنا سابقا فقد أصبح هناك زيادة كبيرة في استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل شبكات توزيع المياه. يشرح هذا الجزء من المشروع كيفية التعامل مع أنظمة توزيع المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية مع اخذ شبكة توزيع المياه لمدينة حلحول كحالة دراسية.

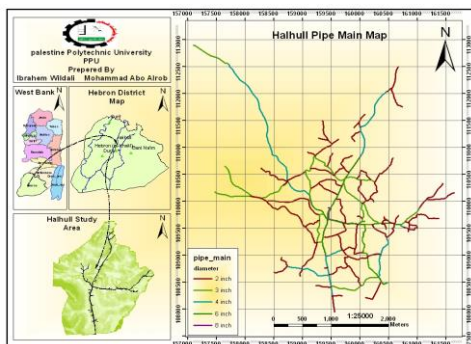
لقد تم استخدام Arc GIS 9.2 في عملية تحليل شبكة المياه وتوليد الشبكة الهندسية المطلوبة لتطوير قاعدة البيانات الجغرافية (Geo-database) ومحلل شبكة المرافق (Utility Network Analyst). لقد تم إتباع الخطوات التالية:-

(١) مثلث الشبكات غير النظامية (TIN) لمدينة حلحول تم إيجادها كما يظهر في الشكل رقم (١).

(٢) شبكة أنابيب المياه الرئيسية تم إنشاءها كما هو موضح في الشكل رقم (٢).

(٣) مصادر المياه والخزانات لمدينة حلحول تقع على النحو المبين في الشكل رقم (٣)

الشكل رقم (١) : مثلث الشبكات غير النظامية (TIN)



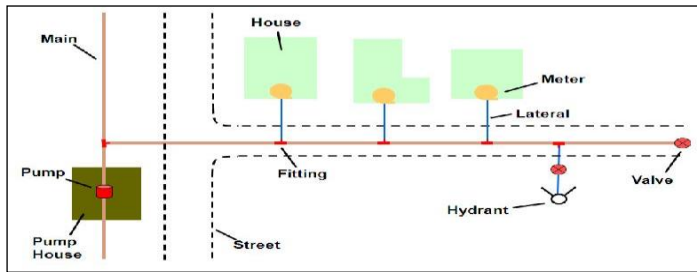
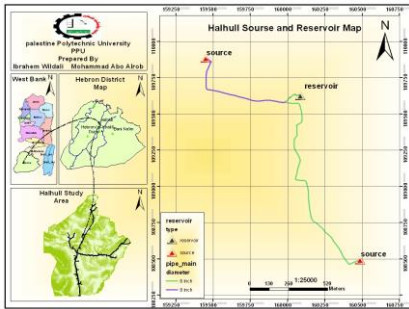
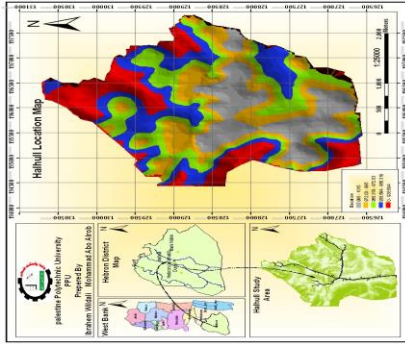
الشكل رقم (٢): شبكة أنابيب المياه الرئيسية

الشكل رقم (٣): مصادر المياه والخزانات لمدينة حلحول

٥ - تحليل الشبكات الهندسية:

تتكون الشبكات الهندسية من خصائص حواف الشبكة (Edge Network

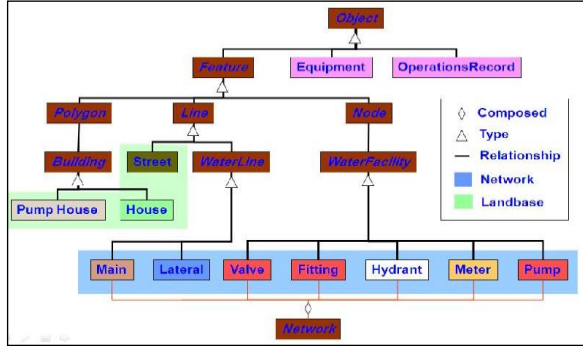
Features) ومن خصائص شبكة التقاطعات (Junction Network Features). ومن الأمثلة على خاصية الحافة خطوط المياه الرئيسية (Water Mains) بينما من أمثلة خاصية التقاطع الصمامات (Valves). يجب أن ترتبط الحواف بالحواف الأخرى من خلال التقاطعات. خواص الحواف على علاقة بعناصر الحواف للشبكة وخواص التقاطعات مرتبطة بعناصر التقاطعات للشبكة. يبين الشكل رقم (٤) نموذج مكونات شبكات المياه (Water Facility Object Model)، أما الشكل رقم (٥) فيعرض أنواع البيانات لشبكات المياه (Water Facility Data Types).



الشكل رقم (٤): نموذج مكونات شبكات المياه

في تطبيقات شبكات المياه، فإن معرفة اتجاه تدفق المياه على امتداد الخطوط أو الحواف أمر أساسي. يحدد تعيين اتجاه التدفق في الشبكة الهندسية اتجاه التدفق في كل خط من خطوط الشبكة، علماً بأن اتجاه التدفق يتم تحديده من خلال ربط خطوط الشبكة وتحديد مواقع مصادر ومصارف المياه على الشبكة بالإضافة إلى تحديد

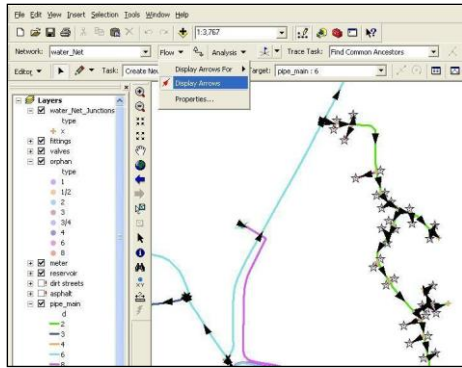
السمات الممكنة والغير ممكنة. لقد تم تحديد اتجاه التدفق في خطوط مياه شبكة مدينة لحلول على النحو المبين في الشكل رقم (٦).



الشكل رقم (٥): أنواع البيانات لشبكات المياه

٦. إدارة شبكات المياه :

يمكن استخدام شريط محلل شبكة المرافق (Utility Network Analyst) وشبكة توزيع المياه الموقعة على برنامج نظم المعلومات الجغرافية للقيام

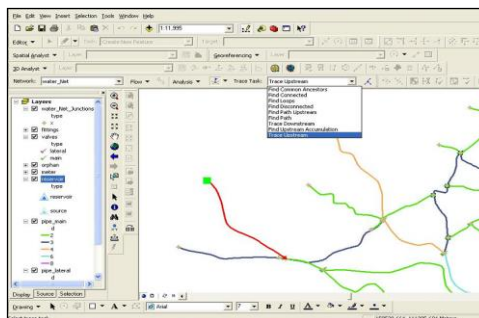


بعدد من المهام التي يمكن من خلالها تحليل شبكة المياه القائمة وإدارتها من خلال عدة أوامر متوفرة في البرنامج أو يمكن برمجتها على النحو التالي:-

(١) مهمة تتبع التيار (Trace)

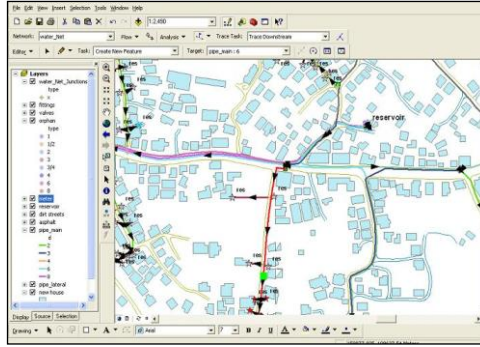
Downstream Task: للعثور على جميع عناصر الشبكة التي تقع أعلى من نقطة معينة على الشبكة كما هو مبين في الشكل رقم (٧).

الشكل رقم (٦): عرض اتجاه تدفق المياه في الأنابيب



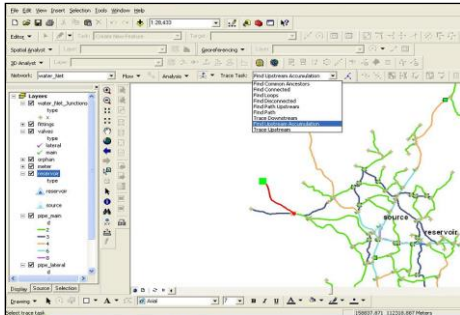
الشكل رقم (٦):

(٢) مهمة تتبع الرافد (*Trace Upstream Task*): لإيجاد مجموع تكاليف جميع عناصر الشبكة التي تقع أعلى من نقطة معينة على الشبكة كما هو معروض في الشكل رقم (٨).



الشكل رقم (٨): مهمة تتبع الرافد (*Trace Downstream Task*)

(٣) مهمة تراكم الرافد (*Upstream Accumulation Task*): لإيجاد مسار الرافد من نقطة على الشبكة إلى مصدر المياه كما هو واضح في الشكل رقم (٩).



(٤) مهمة مسار الرافد (*Path Upstream Task*): لإيجاد الميزات المشتركة التي تقع أعلى مجموعة من النقاط على الشبكة. الشكل رقم (٩).

(٥) مهمة الأسلاف المشتركة (*Common Ancestors Task*): لإيجاد جميع

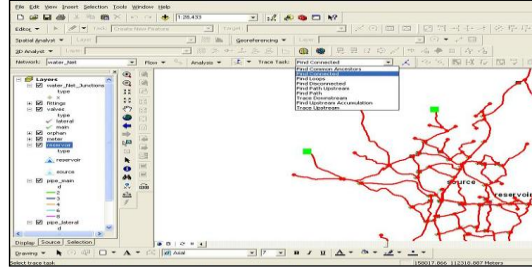
الميزات المرتبطة بنقطة معينة من خلال شبكة المياه.

٦) مهمة الربط (*Connected Task*): لإيجاد جميع الميزات الغير مرتبطة بنقطة معينة من خلال شبكة المياه كما هو موضح في الشكل (١٠).

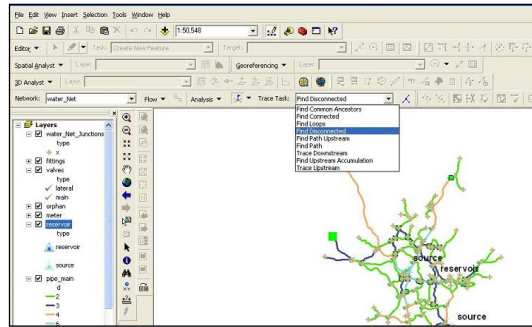
٧) مهمة غير متصل (*Disconnected Task*): لإيجاد المسار أو الطريق بين نقطتين على الشبكة (انظر الشكل رقم (١١)).

٨) مهمة المسار (*Path Task*): المسار بين نقطتين على الشبكة كما هو معروض في الشكل رقم (١٢)

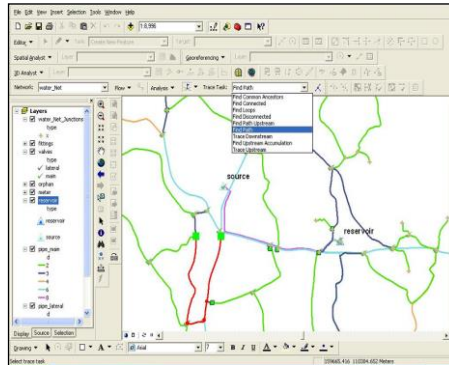
٩) مهمة الحلقات (*Loops Task*): تنتج الحلقات من المسارات المتعددة بين النقاط وهذه المهمة لتحديد الحلقات على الشبكة كما هو ظاهر في الشكل رقم (١٣).



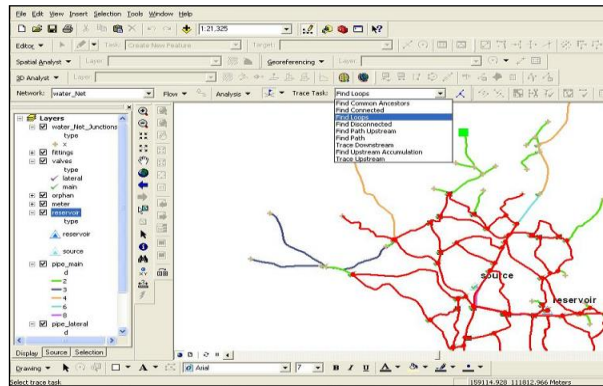
الشكل رقم (10): مهمة الربط (*Connected Task*)



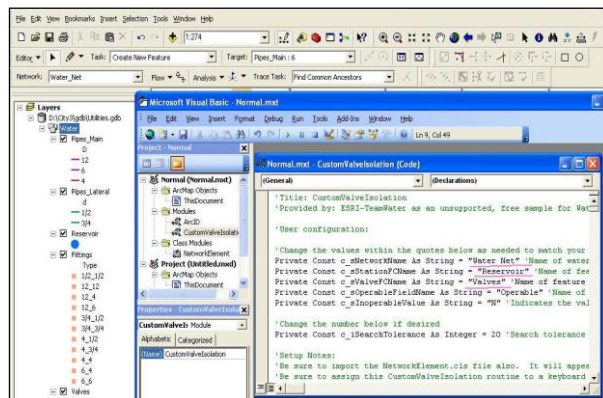
الشكل رقم (11): مهمة غير متصل (*Disconnected Task*)



الشكل رقم (12): مهمة المسار (Path Task)



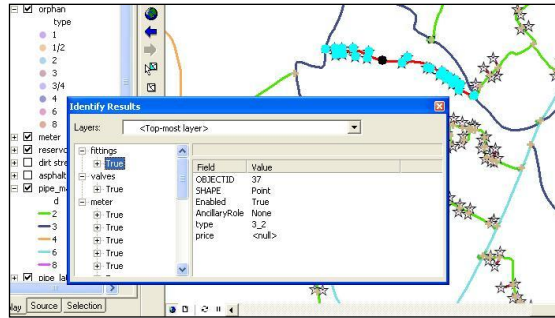
الشكل رقم (13): مهمة الحلقات (Loops Task)



الشكل رقم (١٤): بيان كودات لغة Visual Basic في برنامج GIS

لقد حاولنا من خلال هذه الدراسة استخدام لغة Visual Basic من اجل تشغيل وتطبيق عدد من الأوامر لإدارة شبكات توزيع المياه، حيث تم برمجة وتعريف عدد من الكودات بلغة Visual Basic على برنامج نظم المعلومات الجغرافية لإدارة الشبكة والاستعلام عن موجوداتها بشكل كامل (انظر الشكل رقم (١٤)) مما يسهل التحكم بها وضمان وصول المياه لكافة المواطنين بالتساوي. ومن الأمثلة على بعض الأوامر مهمة تتبع وتراكم الرافد والموضحة باستخدام لغة Visual Basic في الشكل رقم (١٥).

الشكل رقم (١٥): مهمة تتبع وتراكم الرافد باستخدام لغة Visual Basic



الشكل رقم (١٥): مهمة تتبع وتراكم الرافد باستخدام لغة Visual Basic

٧- الاستنتاجات والتوصيات :

في هذا المشروع كانت هناك محاولة لتطوير نموذج نظم معلومات جغرافي لإدارة موجودات شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع والمنتشرة بشكل كلي في المجتمعات الفلسطينية في الضفة الغربية وقطاع غزة، وقد تم تطبيق هذا النموذج على شبكة توزيع المياه لمدينة حلحول كحالة دراسية. أما بالنسبة لأهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلنا إليها فكانت على النحو التالي:-

(١) إن تطبيقات تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية للتصميم والإدارة الفعالة لشبكات توزيع المياه التي لا تصلها المياه بشكل منتظم أصبحت هذه الأيام تستخدم في

عدة مناطق وهو موضوع مهم جدا. إن الحكومات في الدول النامية يجب أن تبدأ بالانتفاع من الفوائد التي يقدمها برنامج نظم المعلومات الجغرافية في هذا المجال.

٢) معدل الزيادة الكبيرة في عدد السكان في الدول النامية بالاقتران مع النقص الحاد في كميات المياه اجبر المهندسين على إعادة التفكير في طرق أكثر فعالية لإدارة موجودات شبكات المياه ، وقد كان استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية من المفاتيح الناجحة التي ساعدت بشكل متكامل على حل هذه المشكلة.

٣) سوف يساعد المشروع المقترح البلديات والمجالس المحلية في فلسطين على إدارة وتشغيل شبكات المياه بفعالية عالية، وفي تطوير خطة طويلة المدى للتوقعات المالية لتطوير موجودات الشبكة وصيانتها كجزء من عملية تبني تحسينات متواصلة لإدارة موجودات شبكات المياه.

٤) حيث أن هذا النظام يعمل على توفير تغطية لحياة شبكات المياه بالكامل ابتداء بالتخطيط وحتى التبديل، ومفيد في نفس الوقت في التنبؤات والتوقعات المستقبلية للشبكات، فانه يمكن إجراء عملية التحليل لإدارة الموجودات حتى من ١٠ إلى ٤٠ سنة، كما يعطي الفرصة للمدير والمهندسين عمل التعديلات والتوسعات اللازمة بشكل يضمن كفاءة عالية في عملية الإدارة لشبكات المياه.

٥) إن استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إدارة موجودات شبكات توزيع المياه يعطي نتائج أكثر دقة في حالة ربطه ببرامج أخرى لها علاقة بتصميم وإدارة أنظمة توزيع المياه.

٨ - قائمة المراجع:

8. References

1. Anand, S. and Vairavamoorthy, K. (2005), "GIS in Design and Asset Management of Intermittent Water Distribution Systems", City and South Bank Universities, London, England.
2. Borrough, P. A. (1986),"Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment", Clarendon Press, Oxford, England.
3. Brebbia, C. A. and Pascolo, P. (1998)," GIS Technologies and Their Environmental Applications", Computational Mechanics Publication, Southampton, England.
4. Dikshit, A. K. (2002),"Managing Urban Water-Supply Using GIS", 28th Conference, Sustainable Environmental Sanitation and Water Services, Calcutta, India.
5. Douglos , W. J. (1995),"Environmental GIS Application to Industrials Facilities", Lewis Publishers, Chelsea, MI, England.
6. Halfawy, M. R. and Hunaidi, O. (2008)," GIS-Based Water Balance System for Integrated Sustainability Management of Water Distribution Assets", 60th Annual Western Canada Water and Wastewater Association Conference, Regina, SK., Canada.
7. Hatzopoulos, J. N.(2002),"Geographic Information Systems (GIS) in Water Management", Remote Sensing Laboratory and GIS (RSLUA), Department of Environmental Studies, University of the Aegean, Xenia Building, Mytilene, 81100, Greece.

8. Jacobs, P., Goulter, I. C. and Davidson, J. (1993), "Water Distribution GIS from fragmented and Incomplete Information", Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol. 73, pp. 372-486, USA.
9. Longley, P., Goodchild, M., Maguire, R., Rhind, D. (2001), "Geographic Information Systems and Science", Wiley, London, England.
10. Taylor, D. R. F. (1991), "GIS in Developing Nations", International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 5, 5-9 , USA.
11. U. S. Environmental Protection Agency (2005), "Water Distribution System Analysis: Field Studies, Modeling and Management, A Reference Guide for Utilities ", Cincinnati, Ohio, USA.

العشوائية تعني الجهل بما يجري في الطبيعة ، وإنما التسليم بوجود عدة (احتمالات) ، كجوهر كامن في العمليات العشوائية وحالات عدم التوازن .

المقترحات والتوصيات :

(١) وجوب إعادة النظر في فيزياء الظواهر الخطية بالرغم من كل النجاحات التي حققتها .

(٢) تغيير بعض المفاهيم وتحويلها وتجديد النظريات العامة التقليدية .

(٣) أهمية دراسة المنظومات المعقدة التجريبية .

ونوصي من الناحية النظرية التعامل بحذر مع المنظومات المعقدة التي تبدي سلوكاً شواشاً إذ أن أي تغيير طفيف في شروط البدء يؤدي إلى تغيرات كبيرة .

المراجع

١- للمجلد الأول من المحاضرات التي أُلقيت في المؤتمر الأول حول المنظومات المعقدة في جامعة نيومكسيكو ١٩٨٨ .

٢ - مجلة العلوم عام ١٩٩٣ - المجلد ٩ - العددان ١١ و ١٢ صفحة ١١ .

٣ - جوهر التنظيم الذاتي في المنظومات المضطربة للكاتب العراقي د. أسعد الخفاجي.

<http://albadeal.com/albadeal-2007-1/jane-1-1/2-2-2/alkafajey-1-1.htm>

٤- "مدخل إلى نظرية التعقيد والشواش" للكاتب معين رومية دار معابر دمشق.

http://maaber.50megs.com/issue_december03/epistemology_y_1.htm

٥- سورة الحجرات الآية ﴿٦﴾.

- ٦- الظواهر اللاخطية والشواش الأستاذ الدكتور: فوزي عوض - جامعة دمشق.
- ٧ - ننظر الفصل الأول- المقدمة التاريخية - الفقرة ٤ .
- ٨- "الفوضى وصناعة عالم جديد" تأليف: جامز جلييسك - مجلة عالم الفكر - المجلد العشرون - العدد الأول - ١٩٨٩ - صفحة ٢٧٥ .
- ٩- "الفوضى وصناعة عالم جديد" تأليف: جامز جلييسك - مجلة عالم الفكر - المجلد العشرون - العدد الأول - ١٩٨٩ .
- ١٠- "فيزياء الأعاصير والتنبؤ بها" مجلة عالم الذرة - العدد ١٠٥ - عام ٢٠٠٦ .
- ١١- كتاب الفيزياء العملية منشورات جامعة دمشق عام ١٩٩٣-١٩٩٤ صفحة ١٨٦ .
- ١٢- كتاب الاهتزازات والأمواج - د. معصراني و د. تريبدار - جامعة دمشق .

والله ولي التوفيق