

استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة العجز المائي الجوفي وتحديد أماكن التلوث بمياه البحر في ساحل شمال غرب ليبيا

يوسف محمد الغزيلي

كلية الآداب، جامعة غريان، غريان، ليبيا، بريد إلكتروني elgzeli@yahoo.com.au

الملخص

ليبيا من الدول التي تفقر للمياه، وتعتمد اعتمادا كبيرا على المياه الجوفية في سد احتياجاتها المائية من زراعة وصناعة وشرب. أعدت هذه الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع عدد 845 بئر جوفي بمنطقة سهل الجفارة وجبل نفوسة وأدرحت كل المعلومات الهيدروجيولوجية والهيدروكيميائية في برنامج مابينفو (Mapinfo)، ثم استخدم برنامج سيرفر 8 (Surfer8) لليم توقع هذه الآبار على الخريطة العامة للمنطقة، ثم أدخلت في نموذج بواسطة برنامج فيفلو الرقمي (Feflow) بعد أن حسبت التغذية المتاحة من مياه الأمطار المتساقطة عن منطقة الدراسة وكمية السحب من المياه الجوفية، وأدرجت كل الطبقات المكونة لقطاع التربة بسهل الجفارة وجبل نفوسة بخواصها المطلوبة من التوصيل الهيدروليكي في الإتجاهات (K_x, K_y, K_z) ، وسمك الطبقات، وأوضحت الدراسة أن هناك تغذية من البحر لتعويض العجز في التغذية بحوالي (3-6) متر²/يوم في غرب الساحل بمنطقة الدراسة وحوالي (10.5-12) متر²/يوم خلال المنطقة الواقعة حول طرابلس وحوالي (0-5) متر²/يوم خلال الساحل الشرقي من منطقة الدراسة.

كلمات مفتاحية: تداخل مياه البحر، شمال غرب ليبيا، Mapinfo، Feflow.

1. المقدمة

تعد المياه مورداً محدوداً، وأصبحت سلعة نادرة في أجزاء كثيرة من العالم، وهي منافسة بين الزراعة والصناعة والاستهلاك المنزلي وتعتبر إمدادات المياه المحدودة عاملاً مقيداً للتنمية الاقتصادية في العديد من البلدان، بما في ذلك ليبيا. وعلى الرغم من نقص المياه الحاد بالفعل، فإن سوء استخدام المياه لا يزال واسع الانتشار في بلدان شمال إفريقيا المتاخمة للبحر الأبيض المتوسط، وتعد الزراعة جزءاً مهماً من الاقتصاد وتستخدم كمية كبيرة من المياه في شمال غرب ليبيا (سهل الجفارة)، حيث يمثل الاستخدام الزراعي حوالي 85% من إجمالي الطلب على المياه، كما إن كمية كبيرة منها تستخدم بشكل سيء. يعتبر قطاع الزراعة هو القطاع الذي يمكن فيه توفير أكبر كمية من المياه من خلال ممارسات أفضل

[1]، يوجد عجز مائي في منطقة الدراسة بين الطلب على المياه وموارد المياه ("إمدادات المياه")، حيث يبلغ إجمالي إمدادات المياه 389 مليون متر³ / سنة ، والمتمثلة في 200 مليون متر³ / سنة من المياه الجوفية، و 52 مليون متر³ / سنة من المياه السطحية، و 27.5 مليون متر³ / سنة من المياه المعالجة. كذلك 109.5 مليون متر³ / سنة من النهر الصناعي في الوقت الحالي (سالم ، 1998). من المتوقع أن يزيد الفرق بين هذين الجزئين من توازن المياه بشكل كبير في المستقبل. حتى بعد الانتهاء من المرحلة الثانية لمشروع النهر الصناعي، مع إمدادات المياه من المنطقة الجنوبية من ليبيا إلى سهل الجفارة، و (الجدول 1) يبين العجز المائي خلال الفترة القادمة حتى سنة 2050. تهدف هذه الدراسة إلى دراسة الظروف الحالية لاستخراج المياه الجوفية فيما يتعلق بالتغيير الناتج عن الآثار البشرية. تم تنفيذ البرنامج FEFLOW الرقمي [2] ، وتمت دراسة المتغيرات من الآثار البشرية وإمكانات تطوير المياه الجوفية في المستقبل في سهل الجفارة.

جدول 1: توازن المياه بعد الانتهاء من المرحلة الثانية لمشروع النهر الصناعي

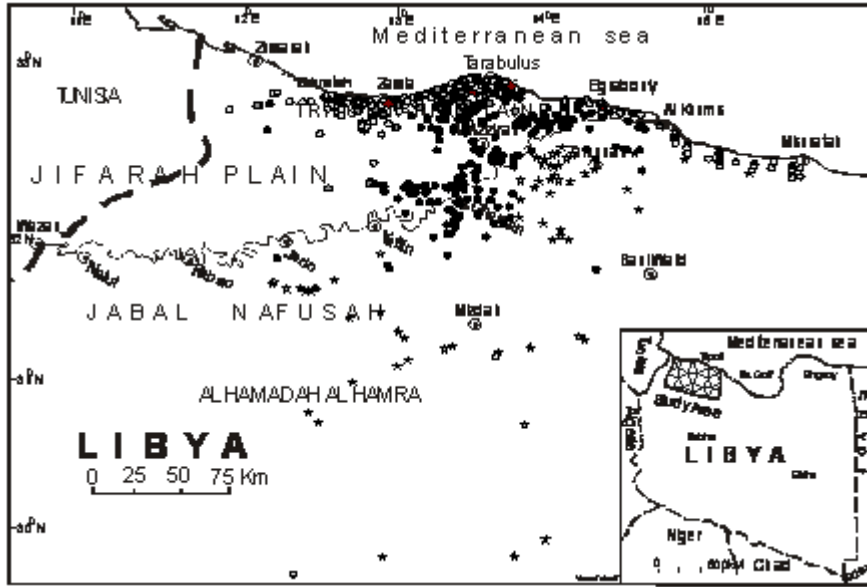
2050	2040	2030	2020	2015	الموازنة المائية (مليون متر مكعب/سنة)
1192	1192	1192	1192	1192	إمدادات المياه
2965	2617	2281	1956	1797	الطلب
1773-	1425-	1089-	764-	605-	العجز

2. المواد وطرق البحث

في الوقت نفسه مع دراسة مفصلة للتقارير السابقة ووجد المنشورات من البيانات الهيدروجيولوجية المتاحة من ابار جوفية تم تنفيذها. تم إنشاء قاعدتي بيانات داخل GIS MapInfo خلال المرحلة الأولية من معالجة البيانات، تضمنت قاعدة البيانات الأولى الخصائص الهيدروجيولوجية لحوالي 845 بئر تم حفرها في الأعوام 1970 - 2006 [3]. تتألف المجموعة فقط من الآبار التي كان يمكن توقعها على خريطة المنطقة وفقًا لإحداثياتها الجغرافية بواسطة (Surfer8(GIS)) . تحتوي قاعدة البيانات على الخصائص الاتية: عمق البئر، وخصائص طبقة المياه الجوفية المستغلة، وقطاع فتحة البئر، وبيانات عن مستوى الماء الجوفي الثابت والمتحرك، وغرض استغلال البئر .

تضمنت قاعدة البيانات الثانية، الخصائص الهيدروكيميائية لحوالي 562 بئر، والتي اقتصر على محتوى الكاتيونات والأنيونات الأساسية عن الفترة من عام 1975 إلى عام 2006 وكانت مرتبطة بشكل حصري تقريباً بالمنطقة الساحلية. غطت التحليلات الفترة المذكورة عند الانتهاء من الحفر وتمثلت في الغالب عينة واحدة فقط، في حين أن التحليلات المتكررة كانت تتبعية في سنوات لاحقة [3].

كانت الآبار موزعة على منطقة الدراسة باعماق مختلفة حوالي نصف الآبار بعمق 100 متر تقريبًا أو أقل. ، وأكثر من 200 بئر باعماق أكثر من 250 م. وتجاوز عمق خمسة آبار 1 000 متر (الشكل 1 والجدول 2 يبينان ذلك).



شكل 1: موقع الدراسة وتوزيع الآبار الجوفية بها

استنادا الى البيانات المتاحة تم استخدام النموذج الرقمي (FEFLOW numerical modelling) لحل المشكة موضوع الدراسة حيث اختلفت الخواص الهيدروجيولوجية باختلاف الطبقات المكونة لقطاع الآبار المحفورة في مختلف منطقة الدراسة، قسمت المنطقة الي 7 مناطق صغيرة (subdomain) حسب التكوين الجيولوجي يمكن اعتبارها متجانسة هيدروليكيًا، أدخلت كل الطبقات الموجودة بما في ذلك جنوب سهل الجفارة والمتمثلة في مرتفعات جبل نفوسة فكانت في مجملها 26 طبقة امتدت على كامل المساحة المدروسة ووقعت خصائصها الهيدرولوجية في الاتجاهات الثلاثة (k_x, k_y, k_z) وسمك كل طبقة، كما تم حساب كمية المياه المستخرجة وذلك وفقا لبيانات استخراج المياه في السنوات الماضية [4]. وزعت هذه الكمية في كل مساحة المنطقة المدروسة حسب كثافة الاستهلاك كما ادرجت كمية التغذية من مياه الامطار ومياه الجريان السطحي.

جدول 2: توزيع الآبار حسب الاعماق وفترات الحفر

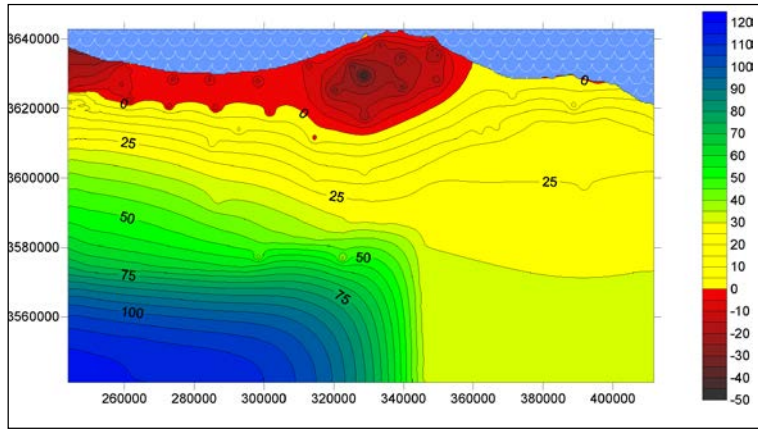
العمق (متر)	عدد الآبار
1-100	386
100-150	110
150-500	294
500-1000	50
1000-1200	5
المجموع	845

الفترة الزمنية	عدد الآبار
<1980	223
1980-1989	207
1990-1999	368
2000-2006	47
المجموع	845

3. النتائج والمناقشة

3.1 الآثار المترتبة على الاستغلال المفرط للمياه الجوفية تحت الظروف الحالية

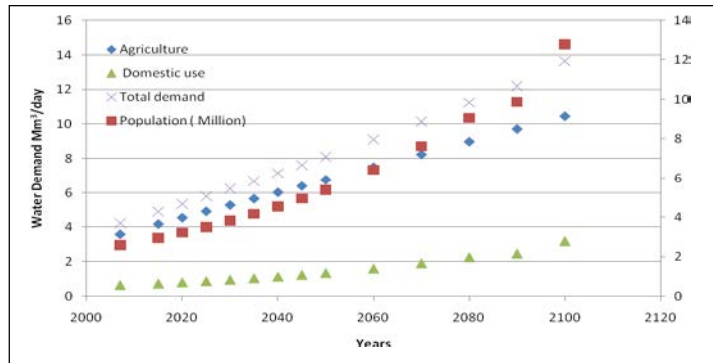
تظهر مستويات المياه الجوفية الناتجة مخاريط انخفاض الضغط الهيدروليكي كبيرة حول طرابلس وغرب العزيزية، كنموذج للحالة المستقرة ، فإنه يدل على مستويات مختلفة من الضغط البيزومتري بعد تحقيق التوازن. ثم تمت معايرة النموذج لتتناسب مع مستويات الضغط الحالية في المنطقة. حيث بلغ إجمالي استخراج المياه في هذا النموذج حوالي نصف القيمة المقدرة مسبقاً. وكذلك توزيع كميات استخراج المياه الجوفية مختلفة. إذا كان من المفترض أن تكون الحالة الحالية في سهل جفارة مستقرة ومتوازنة ، فإن النتيجة تشير إلى أن هناك كمية من مياه الري كمية من مياه البلدية المتسربة تعاد الي الخزان الجوفي في شكل تغذية عليه يجب أن يكون حوالي نصف الكمية الإجمالية للمياه المستخرجة تعاد الي الخزان الجوفي هذا في الحالة المستقرة. أوضحت الدراسة في النموذج بالحالة الواقعية (state current model) وعدم افتراض حالة الاستقرار، إن استخراج المياه الجوفية الفعلي يخلق مخروط غير منتظم من مخروط الانخفاض الهيدروليكي اوالبيزومتري على طول الساحل وهو الأعمق حول طرابلس والشكل (2) يوضح ذلك. إن ضخ المياه يجبر مياه البحر (specific discharge of sea-water) على التسلسل إلى طبقات المياه الجوفية. حيث أوضحت الدراسة أن هناك تغذية من البحر لتعويض العجز في التغذية بحوالي (3-6) متر²/يوم في غرب الساحل بمنطقة الدراسة وحوالي (10.5-12) متر²/يوم خلال المنطقة الواقعة حول طرابلس وحوالي (0-5) متر²/يوم خلال الساحل الشرقي من منطقة الدراسة.



شكل 2: التغيرات في الضغط الهيدروليكي (م) ومواقع تسرب مياه البحر الي الخزانات الجوفية

2.3 التقديرات المستقبلية للعجز المائي

بناءً على التعداد السكاني الذي أجري عام 2006، بلغ عدد سكان سهل الجفارة 2927143 نسمة ، بمعدل نمو 1.8 [5]. كان عدد السكان في منطقة الدراسة التي شملها النموذج حوالي 2.546 مليون. يُظهر الشكل (3) تقدير الطلب المستقبلي على المياه الجوفية في سهل الجفارة، ويبين أنه بسبب الزيادة المفترضة في الطلب على السكان والمياه في جميع الفروع الاقتصادية أيضًا سيزداد العجز.



شكل 3: التقديرات المستقبلية للامدادات المائية والطلب على المياه

4. الاستنتاجات والتوصيات

بناءً على البيانات المتاحة، تم تطبيق النموذج (FEFLOW numerical modellin) المناسب للظروف الهيدروجيولوجية في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا في سهل الجفارة والمناطق المحيطة بها. بعد توقع كل الخصائص الهيدروجيولوجية الأزمة للنموذج حسب جيولوجية المنطقة المدروسة وقد مكن ذلك من

نمذجة حالة المياه الجوفية على نطاق إقليمي ومقارنة الوضع الطبيعي الماضي بالتغيرات التي حدثت من استغلال السكان في العقود الماضية أوضحت الدراسة النتائج الرئيسية التالية:

- في ظل الظروف الطبيعية ، تتدفق المياه الجوفية شمالاً من أقصى الجنوب من منطقة الدراسة إلى منطقة التصريف الإقليمية التي يمثلها البحر الأبيض المتوسط. كما تتدفق جزءاً من المياه الجوفية نحو الشرق.
 - تشير التقديرات إلى أنه بالإضافة إلى المياه المعاد شحنها والمتسربة من منظومة النهر الصناعي أو التي تسربت بعد عملية الري ومياه الري التي استخرجت من سهل الجفارة نفسه بمعدل عدة أمتار مكعبة في الثانية ($م^3 / ث$).
 - يمكن تقدير إجمالي كمية المياه التي يتم تصريفها في ظروف المياه الجوفية الطبيعية على طول ساحل البحر المتوسط بما يصل إلى 14.8 متر³ / ثانية.
 - هناك بعض الاختلافات الهامة في أقسام معينة. يحدث أعلى تصريف محدد (12-13 متر² / يوم) على طول الساحل شرق طرابلس، بينما يحدث أدنى مستوى حول طرابلس (5-6 متر² / يوم). يبلغ التصريف المحدد حوالي 10 م² / يوم على طول الجزء الغربي من الساحل.
 - في ظل ظروف السحب المفرط للمياه الجوفية، تم تغيير تدفق المياه الجوفية الإقليمي بشكل كبير. في المناطق ذات الضخ الزائد، حيث لا تتدفق المياه الجوفية فقط من مناطق التغذية (الطبيعية) السابقة ولكن أيضاً من ساحل البحر بسبب الانخفاض في الضغط البيزومتري والتي تقدر (3-6) متر² / يوم في غرب الساحل بمنطقة الدراسة وحوالي (10.5-12) متر² / يوم خلال المنطقة الواقعة حول طرابلس وحوالي (0-5) متر² / يوم خلال الساحل الشرقي من منطقة الدراسة.
 - في المناطق المروية والصناعية والحضرية يحدث تلوث صناعي أيضاً نتيجة للتغذية بالمياه المتسربة والحاملة لبعض الأسمدة والمبيدات والملوثات المختلفة، هذا قد يؤدي إلى تدهور نوعية المياه الجوفية.
- توصي الدراسة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي للاستخدام الصناعي والزراعي، وإدخال العمليات التكنولوجية الحديثة على نطاق واسع لتحلية مياه البحر للاستخدام المنزلي والزراعي، في منطقة جبل نفوسة ينبغي التوسع في بناء المزيد من السدود والخزانات لحصاد المزيد من مياه الجريان السطحي من الأمطار الغزيرة لاستخدامها في مختلف الأغراض.

5. المراجع

- [1] MOTT Mac Donald. General Plain for the Utilization of the Great Manmade river Waters Phase2 – Final Water Management Plain ,March .1994
- [2] Diersch H.J.G.: FEFLOW 5.2 Finite Element Subsurface Flow and Transport Simulation System. Reference Manual. WASY Ltd., Berlin 2005.
- [3] The Great Man–Made River Water Utilization Authority. The great Man–Made River General Authority (second phase), Eljamahireiah Press, Tripoli, Libya, 1996.
- [4] El Baruni S.S. Sahara and Sahel Observatory, Libya –Tunisian Jiffarah Aquifers System Study, 2004, Unpublic. study.
- [5] NATIONAL INFORMATION AUTHORITY OF LIBYA, (2002): General census of population in Libya, <http://www.nidaly.org/index.htm> 13.09.2002.