تلوث المياه الجوفية بمياه البحر بمنطقة الزاوية

أحمد أبوالعيد قنفود [1]، غسان محمد أبوراس [2]

1- قسم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة طرابلس 2- مصفاة الزاوية للنفط .

المستخلص

لقد تم في هذه الدراسة التركيز على تلوث المياه الجوفية بمياه البحر ومدى انتشاره في الخزان الجوفي الأول بمنطقة الزاوية بناءً على التحاليل الكيميائية؛ حيث تم تحديد مقطعين عموديين على البحر: المقطع الأول في منطقة (جوددائم) يمتد حوالي 12 كم ويحتوي على 9 آبار، والمقطع الثاني في منطقة (الحرشة) يمتد حوالي 10 كم ويحتوي على 10 آبار. يتراوح أعماق الآبار تحت سطح الأرض من 26م إلى 105م، وتستعمل في الأغراض المنزلية والزراعية. لتوضيح التوزيع الأفقي لبعض البيانات المتعلقة بالبحث تم تحديد مقطعين أخريين بين المقطعين السابقين يحتوي كل منهما على 10آبار هما: مقطع صلاح الدين ومقطع أبوغلاشه. لتحديد شدة التلوث تم إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية على عينات من المياه الجوفية من تلك الآبار والتي شملت: درجة الحرارة، درجة التفاعل، الموصلية الكهربائية، الأملاح الكلية الذائبة، والأيونات الموجبة والسالبة. أيضا لقد تم تحديد بعض الخواص الهيدروجيولوجية ذات العلاقة بالخزان الجوفي مثل منسوب المياه الجوفية والتركيب الجيولوجي من خلال النتائج المتحصل عليها اتضح أن التلوث في المقطع الأول يمتد حوالي 5 كم من البحر بينما في المقطع الثاني يمتد حوالي 6 كم. وبالمقارنة مع النتائج السابقة نجد أن معدل التلوث زاد في المقطعين عما كان عليه في سنة 1995 م إلا أن التلوث في المقطع الثاني أكثر اتساعا.

الكلمات الدالة: الخزان الجوفي ، المياه الجوفية ، تلوث المياه الجوفية بمياه البحر.

المقدمة

تعتبر المياه الجوفية من أهم الموارد المائية وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث ندرة الموارد المائية السطحية. على الرغم من أن المياه الجوفية تكون أقل عرضة للتلوث من المياه السطحية وذلك لوجودها تحت سطح الأرض التي تحد من وصول كثيراً من المواد الملوثة إليها، إلا أنها عندما تتلوث يصعب معالجتها وتأخذ وقت طويل حتى تعود إلى وضعها الطبيعي وقد لا تعود وذلك حسب نوع الملوث. تعتبر نوعيه المياه الجوفية من المؤشرات الهامة في تحديد مدى ملائمة المياه للأغراض المختلفة والتي تتأثر بعدة عوامل مثل: التسرب من شبكات الصرف الصحي ومكبات القمامة والأسمدة المستخدمة في الأنشطة الزراعية وتداخل المياه من مصادر المياه المالحة التي على اتصال هيدروليكي مع مياه الخزان الجوي (السلاوي، 1986). لذلك الإدارة الجيدة والتخطيط السليم لهذا المورد يتطلب معرفة العوامل التي لها تأثير مباشر على الاستغلال الأمثل لتلك الموارد سواء من حيث النوعية أو الكمية. من المشكلات التي تواجه إدارة المياه الجوفية في المناطق الساحلية هي تدهور نوعية المياه نتيجة لتسرب مياه البحر إلى الخزانات الجوفية الساحلية والتي تكون على اتصال هيدروليكي مباشر مع مياه البحر. في العموم، تحت

للاتصال: أحمد أبوالعيد قنفود. قسم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة طرابلس - طرابلس - ليبيا.
هاتف: 218924726455+. البريد الالكتروني: Ganfoudab @ yahoo.com

استلمت بتاريخ: 2018/01/15 أجيزت بتاريخ: 2018/6/01

الظروف الطبيعية والمستقرة، المياه الجوفية في الخزانات الجوفية الساحلية تكون في حالة انسياب طبيعي نحو البحر مع إسفين لماء البحر عند قاع الخزان ناتج عن حركة المياه الجوفية واتزان الضغط ولكن نتيجة للضخ المفرط من الخزان ينخفض منسوب سطح المياه الجوفية أو منسوب السطح البيزومتري إلى مستوى سطح البحر أو أقل، ونتيجة لذلك الانخفاض يقل الضغط في الخزان مما ينتج عنه تداخل مياه البحر وتلوث المياه الموجودة به وهي الظاهرة المعروفة بغزو مياه البحر (Bear,1972)،إلى جانب الضخ المفرط، حدة التداخل تعتمد على عدة عوامل أخرى مثل الخواص الهيدروجيولوجية والبنائية للخزان، التغيرات في الانسياب الطبيعي نحو البحر، التغذية، تأثيرات المد والجزر، وغيرها (Kashef, 1990 and Volker, 1999).

هناك عدة طرق تستخدم لدراسة ظاهرة تداخل مياه البحر في الخزانات الجوفية منها النماذج المعملية التي تعتمد على محاكاة الظاهرة عمليا وتوجد منها عدة أنواع معظمها تستخدم لإثبات صحة النماذج الرياضية ودراسة الحالات غير المعقدة. وكذلك النماذج الرياضية التي تعتمد على تحليل المعادلات التي تحكم حركة انتقال الماء والأملاح الذائبة بين الماء العذب والماء المالح وعادة ما تستخدم الطرق العددية في حل المعادلات التفاضلية الناتجة (Bear, 2007). إلى جانب التحاليل الرياضية يمكن معرفة التلوث بماء البحر ومدى انتشاره عن طريق التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية في الخزانات الساحلية؛ حيث أن وجود بعض الأملاح الذائبة مثل الكلوريد والصوديوم والتي يكون في الغالب مصدرها مياه البحر تعطي مؤشرا على حدة التداخل ومدى انتشاره. أيضا يمكن تحديد التلوث بالطرق الكهربائية التي تعتمد على قياس الموصلية الكهربائية للماء والتي بدورها تعتمد على كمية ونوعية الأملاح المذابة إلا أن الطرق الكهربائية لا تعطي نتائج يمكن الاعتماد عليها وبذلك نادرا ما تستخدم في دراسة تداخل مياه البحر.

في منطقة الزاوية أدى الاستغلال المفرط للمياه إلى تدهور في نوعية المياه في بعض الآبار والذي قد يكون مؤشر على تلوث مياه الخزان الجوفي الأول بمياه البحر الأمر الذي قد يؤدي إلى تهديد الكثير من الزراعات في المنطقة (Navarro, 1975 , Floegel, 1979).

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى تلوث مياه الخزان الجوفي الأول بمنطقة الزاوية بمياه البحر وذلك من خلال معرفة مدى انتشار التداخل ومدى تغيره مع الزمن بناءً على التحاليل الكيميائية والمعاملات الأخرى ذات العلاقة. كما تهدف هذه الدراسة إلى تقديم بعض الحلول والمقترحات التي تحد من تلك المشكلة وذلك اعتمادا على النتائج المتحصل عليها.

المواد وطرائق البحث

١ - الأساس النظري:

المياه الجوفية عادة تحتوي على العديد من الأملاح الذائبة ويعتمد نوع وتركيز الأملاح على البيئة التي تتواجد فيها المياه الجوفية، إلا أن أكثر من 90% من هذه الأملاح تتمثل في عناصر: الكلوريد (Cl^-) الصوديوم (Na^+)، المغنيسيوم (Mg^{2+})، الكالسيوم (Ca^{2+})، البوتاسيوم (k^+)، الكربونات (CO_3^-)، البيكربونات (HCO_3^-)، والكبريتا ت (SO_4^{2-}). إذا زادت تركيزات هذه الأملاح عن الحد المسموح به وحدّ من استعمالات المياه في الأغراض المختلفة تصبح تلك المياه ملوثة، ويمكن تحديد مصدر التلوث وذلك حسب نوع الأملاح ذات التركيزات العالية (Todd, 2005). من الأملاح الذائبة في المياه الجوفية والتي غالبا ما يكون مصدرها مياه البحر؛ حيث تتواجد فيه بنسب عالية، هي الكلوريد والصوديوم والمغنسيوم. وبذلك فإن زيادة هذه العناصر وخاصة الكلوريد والصوديوم عن الحد المسموح يعطي مؤشراً لتداخل مياه البحر، أما العناصر الأخرى التي تتواجد في المياه الجوفية عادة ما تتواجد بتركيزات صغيرة في مياه البحر وبذلك زيادتها عن الحد المسموح به لا يُنسب إلى تداخل مياه البحر.

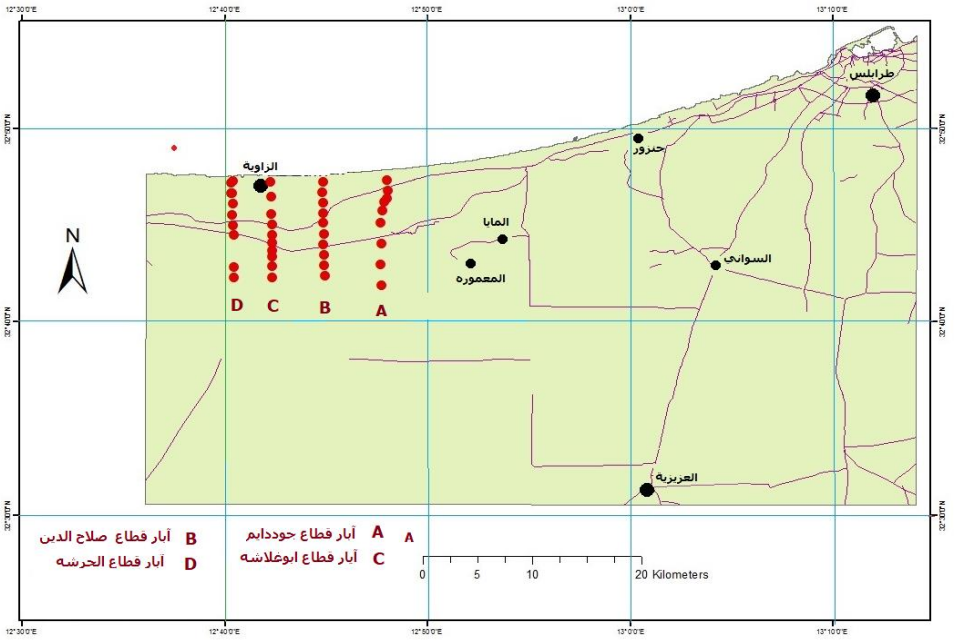
بناء على تركيز تلك الأملاح وضعت عدة مؤشرات توضح تلوث المياه الجوفية بمياه البحر. من تلك المؤشرات ، المؤشر الذي يعتمد على النسبة بين أيون الكلوريد إلى أيون الكربونات والبيكربونات؛ حيث أن ايون الكلوريد سائد في مياه البحر، ويتواجد بكميات صغيرة فقط في المياه الجوفية، وأن الكربونات والبيكربونات هي الأيونات السائدة في المياه الجوفية، وتتواجد بكميات قليلة في مياه البحر وتم تصنيف المياه وفق ذلك المؤشر إلى عدة أنواع (Todd, 1959). أيضا حسب تركيز أيونات و كاتيونات الأملاح الأساسية المتواجدة تم تصنيف المياه الجوفية إلى عدة أنواع وذلك وفق مثلث بايبر (Fetter, 2006).

مشكلة تداخل مياه البحر وطرق معالجتها أحد المشاكل التي شدت أنظار الباحثين في المجالات ذات العلاقة ونتيجة لذلك صدور العديد من البحوث والنشرات العلمية التي تحدد تلك الظاهرة وتقدم الحلول والمقترحات البناءة للحد منها. تعتبر الدراسة التي قام بها (Cederstrom and Bertiola, 1960) لمعرفة الوضع المائي بمنطقة طرابلس والتي شملت نتائج التحليل الكيميائي لعدد 113 عينة للمياه الجوفية أول مؤشر على تداخل مياه البحر في المنطقة حيث أوضحت الدراسة أن العينات تحتوي على نسبة عالية من الصوديم والكلوريد والتي اعتبرته مؤشرا لتلوث المياه الجوفية بمياه البحر في المناطق ذات الكثافة السكانية القريبة من البحر. في دراسة أخرى قام بها المكتب الاستشاري الوطني (1966) في نفس المنطقة، بينت التحاليل الكيميائية للمياه الجوفية أن الأملاح الكلية الذائبة في الآبار القريبة من البحر في حدود 1300 مجم/ لتر وهو ما يدل على بداية تلوثها. أجرى (Foegel, H.,1976) دراسة لتحديد نوعية المياه بمنطقة المطرد غرب مدينة الزاوية وقد بينت الدراسة زيادة في تركيز الأملاح المذابة في مياه الخزان الأول في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة نتيجة لتداخل مياه البحر. تقرير المركز الإقليمي للنظائر المشعة بالشرق الأوسط (1977) أوضح أن الانخفاض السنوي لمنسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة في حدود 11سم وأن الملوحة زادت بنسبة حوالي 6 % مقارنة عما كانت عليه في الدراسة السابقة. دراسة أخرى قامت بها الهيئة العامة للمياه بالتعاون مع كلية الهندسة بجامعة طرابلس (2002) شملت المنطقة الساحلية الممتدة من العجيلات حتى مصراته أوضحت أن التداخل في منطقة جودائم يمتد إلى حوالي 1.5 كم بينما في منطقة الحرشة حوالي 3 كم من البحر.

ب - منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة سنة (2006) بالمنطقة الساحلية بمنطقة الزاوية في المنطقة المحصورة بين خطي طول (″1.76 ′48 °12 - ″20 ′40 °12) شرقاً وخطي عرض (″19.2 ′47 °32 - ″54 ′41 °32) شمالاً. تمتاز منطقة الدراسة بالكثافة السكانية ويمارس فيها العديد من الأنشطة الزراعية التي تعتمد على المياه الجوفية؛ حيث أن معدل الأمطار في المنطقة متذبذب ولا يزيد عن 300 مم في السنة. تم اختيار عدد 39 بئراً موزعة على أربعة مقاطع هم مقطع جودائم و يحتوي على 9 آبار و يمتد حوالي 12 كم من البحر ويشار إليها بالرمز (J)، والمقطع الثاني في منطقة الحرشة يمتد حوالي 10 كم ويحتوي على 10 آبار و يشار إليها بالرمز (H). يتراوح أعماق الآبار تحت سطح الأرض من 26 م إلى 105 كم وتستعمل في الأغراض الزراعية والمنزلية. لتوضيح التوزيع المكاني لبعض البيانات تم تحديد مقطعين أخريين بين المقطعين السابقين، يحتوي كل منهما على 10 آبار هما: مقطع صلاح الدين والذي يقع إلى الغرب من مقطع جودائم بمسافة 6.5 كم تقريبا و مقطع أبوغلاشه الذي يقع إلى الغرب من مقطع جودائم بمسافة 6 كم وإلى الشرق من مقطع الحرشة بمسافة 4.5 كم ذلك كما هو مبين بالشكل (1). معظم الآبار الجوفية المستغلة في المنطقة تضخ من الخزان الجوفي الأول (خزان العصر الرباعي- الميوسيني) والذي يتكون من طبقات من الرمل والسلت والحجر الرملي الطيني مع تداخلات من الحجر الجيري وتستغل

على نطاق واسع لتغطية الاحتياجات المائية للأغراض المختلفة . يتراوح عمقه من 30 م إلى 160 م متر تحت سطح الأرض ومنسوب المياه من 10 م إلى 80 م متر تحت سطح الأرض. متوسط الإنتاجية للخزان 50 م^3 / ساعة ومعامل الإمرارية له في حدود 5 × 10^{-4} م^2 / ثانية، أما متوسط معامل التخزين والمسامية في حدود 0.08 و 20 % على التوالي(الهيئة العامة للمياه، **2006**).



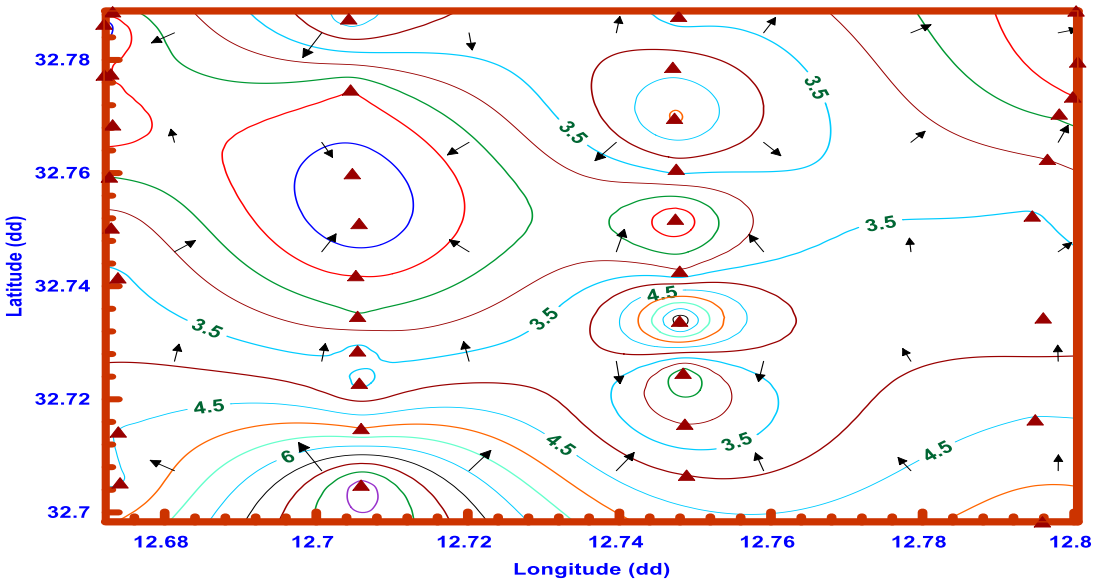
شكل 1. منطقة الدراسة وموقع الآبار.

ج- القياسات الحقلية و المعملية

لتحقيق الهدف من هذه الدراسة تم القيام ببعض الأعمال الحقلية والمعملية. الأعمال الحقلية تمثلت في تحديد موقع الآبار بواسطة جهاز تحديد المواقع (GPS) وتوقيعها على خريطة للمنطقة وذلك كما هو مبين بشكل (1) كذلك تم قياس منسوب المياه الجوفية في كل بئر وتحديد استعماله. الأعمال المعملية تمثلت في القيام ببعض التحاليل باستخدام الطرق المتبعة في التحاليل المعملية (ASTM,1992). تلك التحاليل شملت تحديد كل من درجة الحرارة، درجة التفاعل (pH)، الموصلية الكهربائية (EC)، الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، العسر الكلي ($CaCO_3$)، وتحديد تركيز كل من الكلوريد (Cl^-)، الصوديوم (Na^+)، المغنيسيوم (Mg^{2+})، الكالسيوم (Ca^{2+})، البوتاسيوم (k^+)، الكربونات (CO_3^-)، البيكربونات (HCO_3^-)، والكبريتات (SO_4^{2-}) للعينات المجمعة من الآبار و ثلاثة عينات من مياه البحر. لقد تم تجميع العينات خلال شهر مايو سنة 2006 م وإجراء التحاليل بمعمل مصفاة الزاوية.

النتائج والمناقشة

من قياسات المنسوب المائي تم رسم خطوط كنتورية توضح منسوب المياه الجوفية في المنطقة واتجاه حركتها، وذلك كما هو موضح بشكل (2). من الشكل يتضح أن الحركة تكون في اتجاه المنسوب الأقل وأن حركة المياه الجوفية في العام في اتجاه الشمال الغربي مع تأثر الحركة بالضخ من الآبار.



شكل (2) منسوب المياه الجوفية واتجاه حركتها.

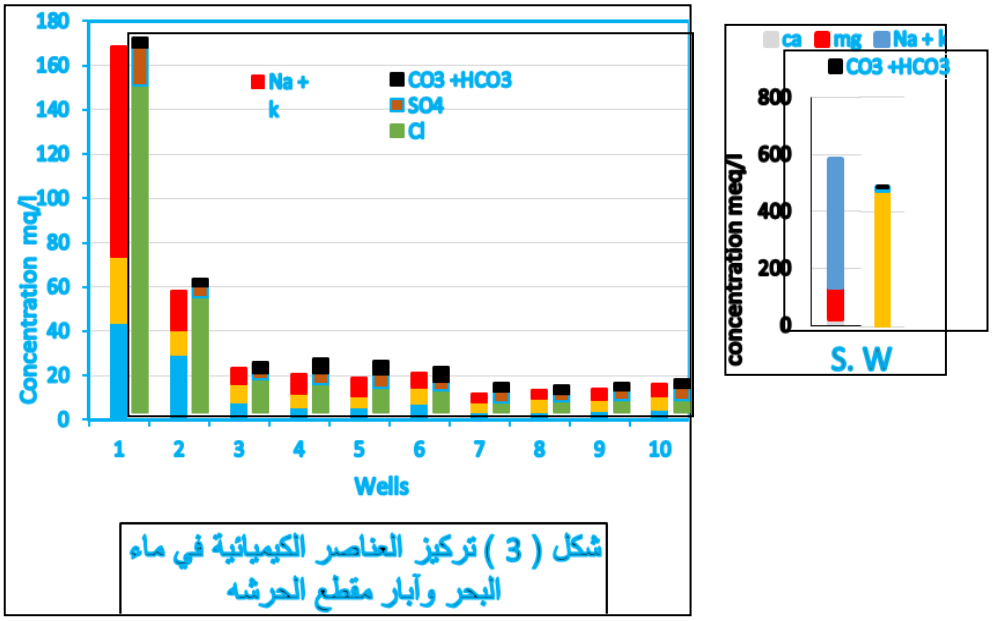
بالرجوع إلى شكل (3) الذي يوضح نتائج التحاليل الكيميائية يتضح أن هناك اختلافاً بسيطاً بين مجموع الكاتيونات ومجموع الأيونات وخاصة في عينات ماء البحر، وهذا الاختلاف يدل على أن هناك بعض العناصر لم يتم قياسها.

نتائج التحاليل بينت أن النسبة بين أيون الكلوريد إلى أيون الكربونات والبيكربونات تراوحت في مقطع الحرشة من (34.8) في البئر(H_1) إلى (1.6) في البئر(H_{10}). وفق المؤشر الذي يعتمد على تلك النسبة وجد أن المياه تتفاوت من مياه شديدة التلوث في البئر (H_1) و (H_2) ومعتدلة التلوث في البئر (H_3) ومياه قليلة التلوث في بقية الآبار. أما بالنسبة لمقطع جودائم فتراوحت تلك النسبة من (10.89) في البئر (J_2) إلى (0.9) في البئر (J_{10})، وتعتبر المياه الجوفية في البئرين الأول والثاني متلوثة بدرجة عالية و تتفاوت في بقية الآبار من مياه جوفية قليلة التلوث إلى مياه جوفية عادية.

من خلال نتائج التحاليل وجد أن قيم (EC) تزداد كلما اقتربنا من البحر في جميع المقاطع. في مقطع جودائم وجد أن (EC) قد تغيرت من (593.4µS/cm) في البئر (J_9) إلى (3583.4 µS/cm) في البئر (J_2) واللذين يحتويان على أقل وأكبر تركيز من الصوديوم والكلوريد. بالمثل في مقطع الحرشة تغيرت (EC) من (923.5µS/cm) في البئر (H_7) الذي يحتوي على أقل تركيز من الصوديوم والكلوريد إلى (4914.9µS/cm) في البئر (H_2) الذي يحتوي على تركيز أكبر منهما.

إلى جانب ذلك وجد أن قيم (EC) متأثرة بالسحب من الآبار، فالآبار ذات معدل الضخ العالي عادة تحتوي على قيم أعلى نسبيا مما يدل على أنها أكثر تلوث؛ وحيث أن (EC) هي مقياس غير مباشر لمجموع الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، فإن التغير في (TDS) يطابق التغير في (EC) في المقطعين. بالنظر إلى قيم (TDS) بمقطع جودائم وجد أنها تقع ضمن الحد المسموح به لمعظم الأغراض، وقد تغيرت من (2056 mg/l) في البئر (J_2) إلى (467 mg/l) في البئر (J_9) وباستثناء البئرين الأول والثاني، فإن قيم (TDS) تقع في الحد المسموح به لمعظم الأغراض.

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (23)، العددان (1-2) 2018: 17-29



شكل (3) تركيز العناصر الكيميائية في ماء البحر وآبار مقطع الحرشه

أما في مقطع الحرشة قيم (TDS) قد تغيرت من (5438 mg/l في البئر (H_1) إلى (650 mg/l في البئر(H_8) وأن الآبار الستة الأولى يفوق فيها (TDS) الحد المسموح به لمعظم الأغراض. يوضح شكل (4) التوزيع المكاني لقيم (TDS) بالمنطقة، خط الكنتور (1000ppm) يحدد التوزيع المكاني لصلاحية المياه وفق مؤشر (TDS) وبذلك يوضح امتداد منطقة التلوث.

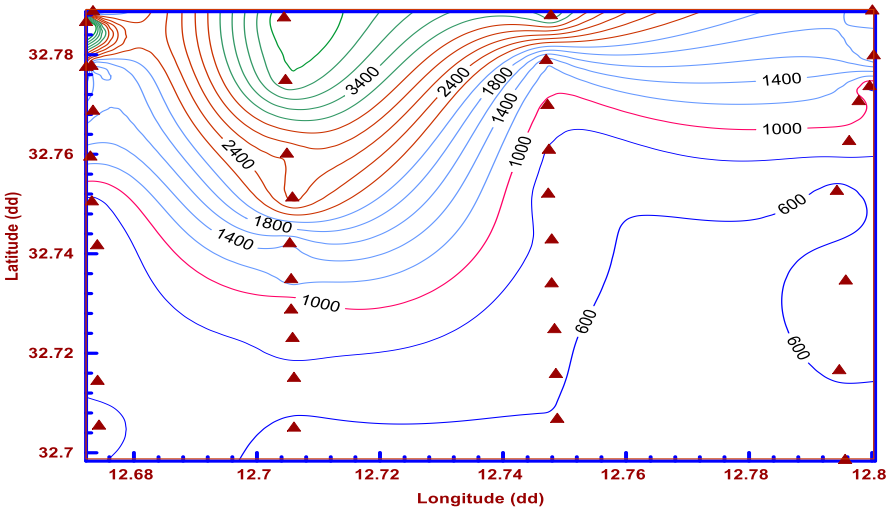
كما أشير سابقاً فإن من أهم عناصر (TDS) في دراسة تداخل مياه البحر هما عنصري الكلوريد والصوديوم. في منطقة الدراسة يعتبر البحر هو المصدر الأساسي للكلوريد في المياه الجوفية، وبذلك وجوده بتركيزات عالية يدل على تداخل مياه البحر في المنطقة. كذلك حسب التكوين الجيولوجي للخزان، فإن زيادة تركيز الصوديوم في المياه الجوفية يدل على تلوث مياه الخزان بمياه البحر. بالنسبة لمقطع جودائم نجد أن تركيز الكلوريد قد تغير من (1433.7 mg/l) في البئر (J_2) إلى (197.9 mg/l) في البئر (J_6) متناسق مع التغير في (EC) و(TDS) وأنه باستثناء البئر الأول والثاني فإن بقية الآبار أقل من الحد الأعلى المسموح به وهو (250mg/l) أما تركيز الصوديوم فإنه تغير من (380mg/l) في البئر (J_2) إلى (160mg/l) في البئر (J_9). أيضاً باستثناء البئر الأول والثاني فإن بقية الآبار تقع في الحد المسموح به وهو (200mg/l)، يوضح شكل (5) تغير الكلوريد والصوديوم في مقطع جودائم. من خلال ذلك الشكل يلاحظ تناقص النسبة كلما ابتعدنا عن البحر مع تأثير الضخ المفرط من بعض الآبار والذي سبب الزيادة في تركيز العنصرين في تلك الآبار.

بالنسبة لمقطع الحرشة نجد أن تركيز الكلوريد قد تغير من(3228.9mg/l) في البئر(H_1) إلى (159.9 mg/l) في البئر(H_7)، وإن الآبار الواقعة إلى الجنوب من البئر(H_7) تقع ضمن الحد المسموح به. أما تركيز الصوديوم فإنه تغير في البئرين المذكورين من (2175mg/l) إلى (85mg/l)، وأنه باستثناء البئر الأول والثاني فإن تركيز الصوديوم يقع ضمن الحد المسموح به. يوضح شكل (6) تغير الكلوريد والصوديوم في مقطع الحرشة. مقارنة بمقطع جودائم وجد أن التداخل في هذا المقطع أكثر حدة وخاصة في الآبار الأولى نتيجة لزيادة الضخ.

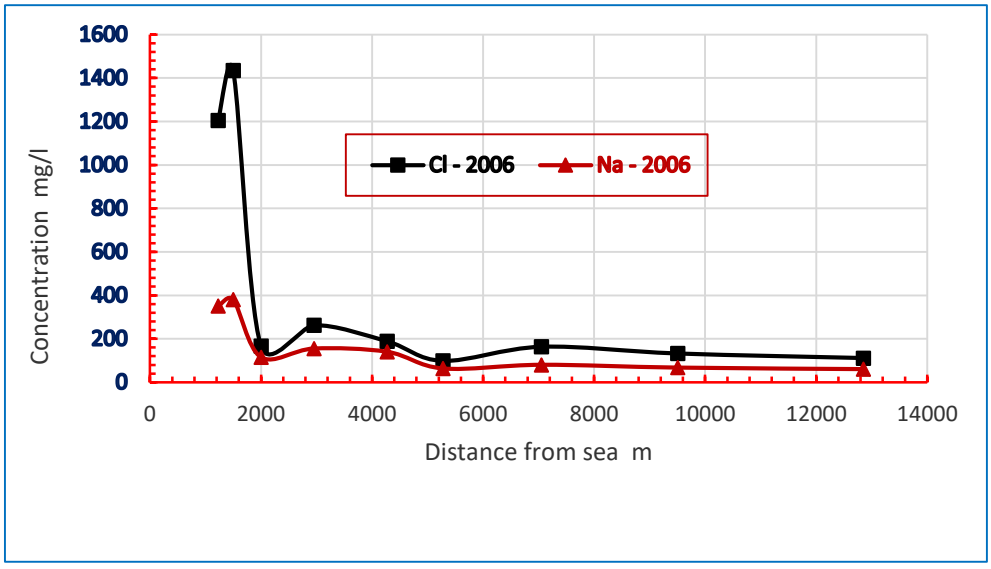
المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (23)، العددان (1-2) 2018: 17-29

أيضا لمعرفة مدى انتشار تلوث المنطقة بمياه البحر تم تحديد توزيع الكلوريد في منطقة الدراسة معبر عنه بوحدات مجم/لتر، وذلك كما هو موضح بشكل (7)، حيث خط الكنتور (200 ppm) يمثل امتداد منطقة التلوث وذلك حسب المواصفات مقارنة بشكل (4) الذي يوضح توزيع الأملاح الكلية الذائبة، نجد أنه هناك تشابه كبير في تحديد منطقة التلوث في الشكلين مما يدل على أن التلوث يرجع إلى تداخل ماء البحر.

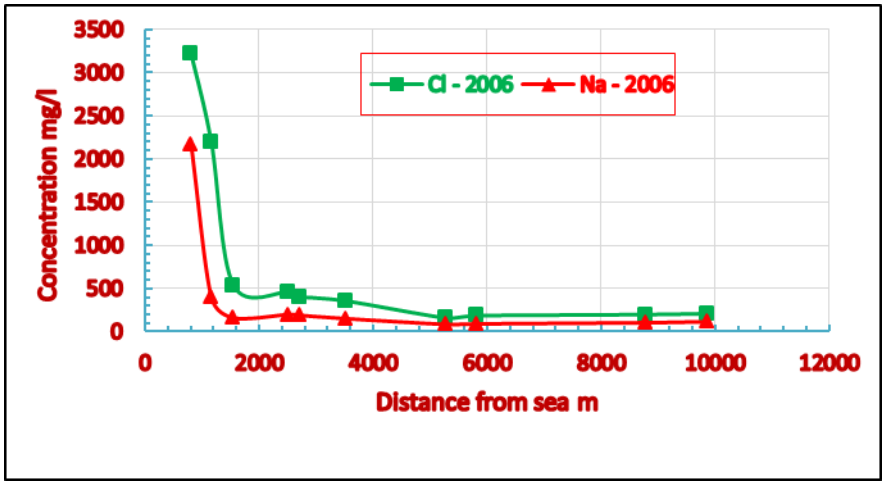
وبتحليل نوعية المياه على مثلث بايبر نجد تشابه كبير بين نوعية المياه في المقطعين. وفق ذلك التصنيف يتضح أن الآبار الشمالية القريبة من ساحل البحر تكون كلوريدية على مثلث الأيونات أما باقي الآبار تكون السيادة فيها لعناصر البيكربونات والكبريتات والكلوريدات باستثناء البئرين الآخرين؛ حيث يغلب عليهما الكبريتات والكلوريدات.



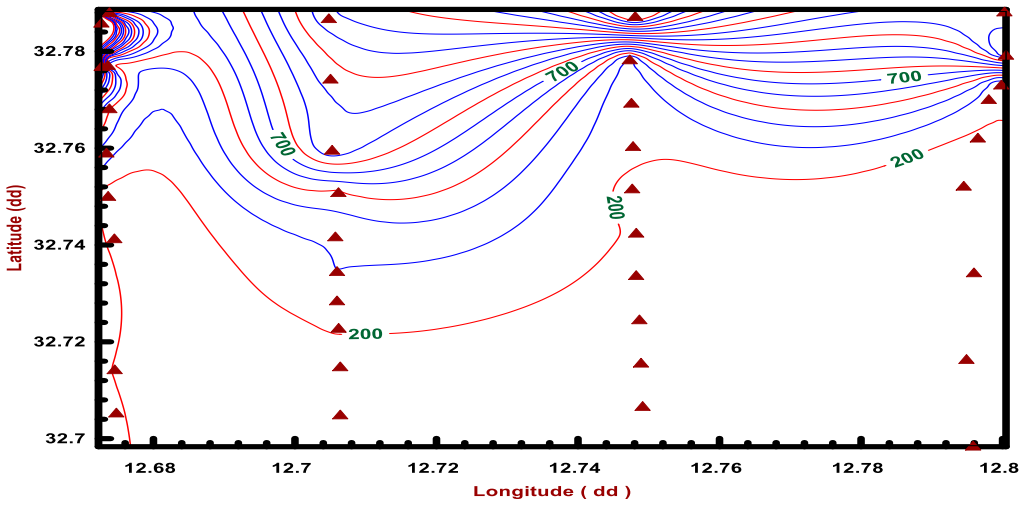
شكل 4. توزيع الأملاح الكلية الذائبة بمنطقة الدراسة.



شكل 5. التغير في تركيز الكلوريد والصوديوم على طول مقطع جودائم.



شكل 6. التغير في تركيز الكلوريد والصوديوم على طول قطاع الحرشه.



شكل 7. توزيع الكلوريد في منطقة الدراسة.

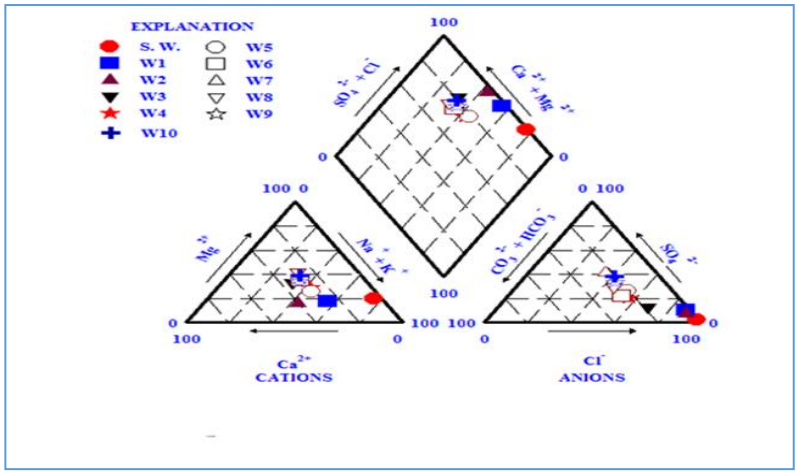
أما على مثلث الكاتيونات فإن أغلب الآبار تكون السيادة فيها لعناصر الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم باستثناء البئر الأول؛ حيث تكون المياه كلسيه صودية. شكل (8) يوضح تصنيف المياه بوحدات (meq/l) وفق مثلث بايبر لمقطع الحرشة الذي يمثل أكثر حدة للتلوث، لمعرفة مدى التغير في تلو ث المياه الجوفية في الخزان مع الزمن قورنت النتائج المتحصل عليها بنتائج دراسة أجرتها الهيئة العامة للمياه في المنطقة سنة 1995 م (الهيئة العامة للمياه ، 1995)، يوضح شكلي (10,9) تلك التغيرات في المقطعين، في مقطع جودائم يُلاحظ انخفاض تركيز الكلوريد والصوديوم في البئر الأول بسبب توقفه عن الضخ أما في بقية الآبار فالتركيز متقارب مع اختلاف بسيط بسبب التفاوت في الضخ. بالنسبة لمقطع الحرشة يلاحظ زيادة تركيز الكلوريد والصوديوم في كل الآبار و خاصة الآبار القريبة من البحر مما يدل على أن التلوث

أكثر انتشاراً وتعزو تلك الزيادة في التركيز إلى كثافة النشاط الزراعي في هذا القطاع مقارنة بقطاع جودائم.
أيضا من القياسات المعملية التي تم تحديدها في هذه الدراسة هي العسر الكلي على الرغم من أن ذلك التلوث غير منسوب لتداخل ماء البحر إلا أنه عادة ما يتم التطرق إليه عند دراسة تلوث المياه. من خلال النتائج التي تم التوصل إليها يتضح أن العسر الكلي معبرا عنه في صورة كربونات كالسيوم بوحدات (mgl) فوق الحد المسموح به في استعمال المياه للأغراض المختلفة لجميع الآبار المشتملة في تلك الدراسة.

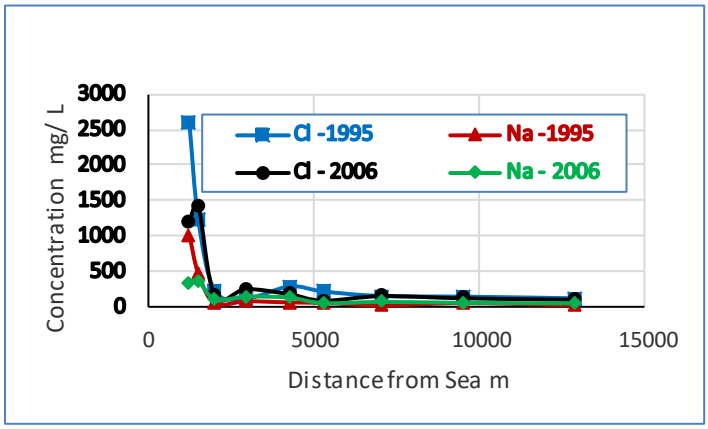
الخلاصة

من نتائج الدراسة يبدو أن الخزان الأول في منطقة الدراسة بدأ يتعرض لغزو مياه البحر وخاصة في مقطع الحرشة؛ حيث شمل التداخل كل الآبار في المقطع؛ إي: أن التداخل ممتد أكثر من 6 كم في هذا المقطع. أما في مقطع جودائم فإن التداخل أكثر حدة؛ حيث وصل التلوث إلى البئر(J_4) والذي يبعد حوالي 5 كم عن البحر. الاختلاف بين المقطعين يرجع إلى كثافة النشاط الزراعي في مقطع الحرشة. كذلك فإن هذا التلوث يزداد اتساعا مع الزمن نتيجة لزيادة معدل الضخ عن معدل التغذية للخزان. للتقليل من حدّة التلوث في المنطقة يجب التأكيد على النقاط التالية:

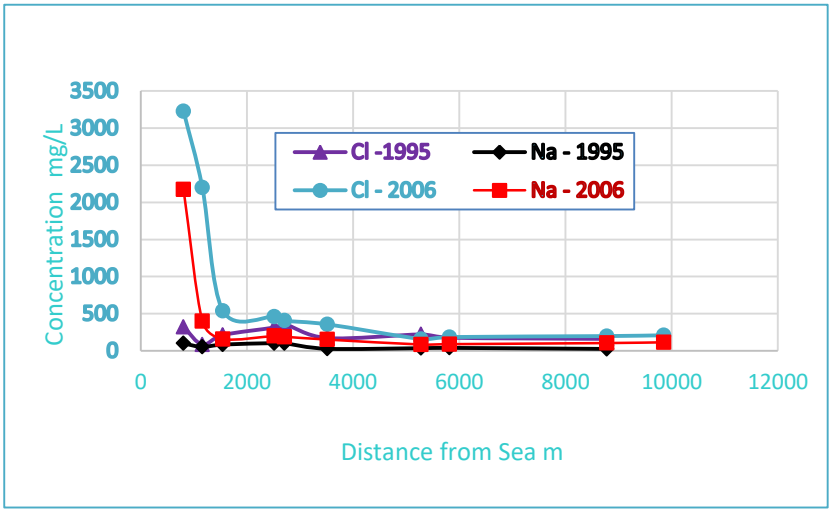
- الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة في تغذية الخزان الجوفي.
- البحث عن أنشطة بديلة للنشاط الزراعي وحث المواطنين على ممارستها.
- البحث عن مصادر أخرى للمياه بعد دراسة الجدوى الاقتصادية لها مثل استجلاب المياه من مناطق أخرى أو استخدام تقنيات تحلية مياه البحر.
- التركيز على المحاصيل الزراعية التي لا تتطلب احتياجات مائية عالية.
- الاستغلال الأمثل للحصاد المائي وخاصة في مجال الزراعة.
- الاختيار الصحيح لطرق الري والوقت المناسب للري.
- التركيز على الإدارة الجيدة للموارد المائية وذلك بتطبيق أسلوب البرمجة العلمية فيها.



شكل8. تصنيف نوعية المياه في مقطع الحرشة.



شكل 9. التغير في تركيز الكلوريد والصوديوم في قطاع جودائم خلال الفترة (1995-2006).



شكل 10. التغير في تركيز الكلوريد والصوديوم في قطاع الحرشة خلال الفترة (1995 - 2006).

المراجع

السلاوي، محمود سعيد. المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان 1986. ص 229 - 239.

الهيئة العامة للمياه، تداخل مياه البحر في الخزان الجوفي بمنطقة الزاوية، 1995.

الهيئة العامة للمياه، الوضع المائي في ليبيا، 2006.

الهيئة العامة للمياه وكلية الهندسة جامعة طرابلس دراسة تداخل مياه البحر بمنطقة شمال غرب ليبيا، الهيئة العامة للمياه، 2002 .

مركز الشرق الأوسط الإقليمي للنظائر المشعة للدول العربية " بحوث المياه الجوفية بمنطقة جوددائم (ليبيا) باستخدام النظائر المشعة خلال عامي 1972 ، 1971 ، ص15" .

ASTM, 1992. Annul Book of Standards, volume, II, IV.

Bear, J. 1972. Dynamics of Fluids in Porous Media, American Elsevier, N. York, pp. 557-559.

Bear, J. and Quanlin, Z. 2007. " Sea Water Intrusion in Coastal Aquifers" in J. Delleur (ed) "The Handbook of Groundwater Engineernig" second edition, CRC Press, pp 12-11 to 12 – 15.

Cederstrom, D. and Mario Bertiola. 1960. Water Resources 0f the Tripoli Libya U.S.G.S. joint services, May 1960.

Fetter, C. W. 2006. Applied Hydrogeology, Fourth Edition, Prentices hall, N. Jersey pp374- 376.

Floegel, Heinke. 1976. Report on the Groundwater Salinity in the Mutrad area, GWA.

Floegel, Heinke. 1979. Program of work for Seawater intrusion study along the coast of Gefara Plain GWA. Rep. No. 7.

Kashef, A. I. 1990. Groundwater Engineering, McGraw Hill, New York, pp 418 – 434.

Kraseman, G. P. and Floegel, H. 1980. Hydrogeology of the Jifarah, NW Libya. Geology of Libya, 2: (763-777).

Navarro, Anderson. 1975. Report on a mission to Libya, Study of Seawater Intrusion Problems, United Nations, Sep. 1975.

Todd, D. K. 1959. "Groundwater Hydrology" John Wiley & Sons, New York.

Todd, D. and Larry, W. 2005. Groundwater Hydrology, Third Edition, John Wiley pp 329 - 338.

Volker, R. 1999. Tidal effects on sea water intrusion in unconfined aquifers. Journal of hydrology Amsterdam, 216(1/2), pp. 17-31.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (23), No. (1-2), 2018: 17 - 29

Groundwater pollution with seawater in Zawia area

Ahmed A. Ganfoud[1], Ghasan M. Abouras[2]

1- Soil and Water Department - Faculty of Agriculture - University of Tripoli

2- Zawia oil refinery

ABSTRACT

This study is concentrated on the groundwater pollution with seawater and its extent in the upper coastal aquifer in the Zawia area based on chemical analysis. To conduct this study, two well sectors normal to the sea were chosen one at Joddaim area which extends 12 km and contains 9 wells and the other at Harsha area which extends 10 km and contains 10 wells. These wells are used for agricultural and domestic purposes and their depths range from 26 to 105 m below the ground surface. To show local distribution for some related information, another two well sectors were selected between the first two sectors one at Salah-Edden area and the other at Abo-Ghelasha area, each sector contains 10 wells. To determine the intensity pollution, some physical and chemical analyses were conducted on water samples collected from these wells. The analyses include water temperature, pH, EC, TDS, Ions, and cantons. Also, some other related hydrogeological properties for the aquifer were determined such as water table level and structural geology. The results of this study have shown that the pollution in the first sector extended around **5** km from the sea whereas in the second sector it extended 6 km. In comparison with the previous study, the pollution intensity and extent is increased compared with that in 1995, especially in second sector.

Key Words: Aquifer, Groundwater, Groundwater contamination with sea water.

Corresponding Author: Ahmed A. Ganfoud , Soil and Water Dep., Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Tripoli, Libya.
Phone. +218924726455. Email: Ganfoudab @ yahoo.com.

Received: 15/1/2018 Accepted: 01 / 6/ 2018