تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلى منطقة عقار

عبدالرزاق مصباح الصادق عبدالعزيز[١]، ناصر مولود عبدالسلام[٢]

١ قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا

٢ قسم العلوم والهندسة البيئية، كلية الهندسة، جامعة صبراته، ليبيا

الملخص

أجريت هذه الدراسة بمدينة صبراتة، بهدف إجراء تقييم الوضع المائي بالمنطقة الممتدة من ساحل البحر الأبيض المتوسط شمالا إلي منطقة عقار جنوبا، وذلك بأخذ قطاع طولي يقدر بحوالي ٢٠ كيلو متر وعرض ٢ كيلو متر أجريت مجموعة من التحاليل لآبار منطقة الدراسة وشملت هذه التحاليل قياس تركيز أيون الهيدروجين (pH)، ودرجة التوصيل الكهربائي (EC)، وتركيز الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، والأيونات الذائبة الموجبة (K^+, Mg^{+2}, Na^+, Ca^{+2}) والأيونات الذائبة السالبة (NO_3^-, SO_4^{-2}, Cl^-, HCO_3^-)، كما تم حساب نسبة إدمصاص الصوديوم (SAR) ونسبة إدمصاص الصوديوم المعدلة (adj - SAR) وكربونات الصوديوم المتبقية (RSC)، وكذلك تم الكشف عن بكتريا القولون Coliform bacteria، وبكتريا *Escherichia Coli*. لعدد ٣٩ بئر موزعة بشكل عشوائي وبأعماق مختلفة من أهم الاختبارات التي أجريت هي التحاليل الكيميائية والبيولوجية المبنية على الدراسة الحقلية والمعملية التي أجريت على العينات، وبعد الحصول على النتائج من التحاليل السابقة ومناقشتها وتمثلها بيانيا ومقارنة هذه النتائج مع المواصفة القياسية الليبية رقم (٨٢) لسنة ٢٠١٣، ومواصفة منظمة الصحة العالمية ١٩٩٥، من حيث المحتوى الكيميائي أو البيولوجي، وكذلك تصنيف مياه الري وفق تصنيف مختبر الملوحة الأمريكى لسنة ١٩٥٤، ونظام دليل منظمة الأغذية والزراعة الدولية لتقييم نوعية مياه الري ١٩٨٦ وجد أن جميع الآبار بمنطقة الدراسة غير صالحة للشرب ويعزى ذلك إما نتيجة لارتفاع الأملاح الذائبة أو غيرها من الأسباب، حيث كان مجموع الأملاح الذائبة أعلى من الحد المسموح به وفقا للمواصفة القياسية الليبية رقم (٨٢) لسنة ٢٠١٣ لمياه الشرب، وذلك لعدة أسباب تختلف من بئر لأخر سواءً كانت الأسباب نتيجة لتداخل مياه البحر أو التركيب الجيولوجي أو شدة السحب أو غيرها من الأسباب الأخرى. أما التلوث البيولوجي فقد أشارت النتائج لتلوث اغلب الآبار بيولوجياً بمياه الصرف الصحي أو الحفر غير السليم للبئر وعدم الاهتمام به، أما من حيث صلاحية المياه للري وجد أن جميع الآبار لا تصلح إلا لري بعض المحاصيل التي تتحمل درجة الملوحة العالية وذلك بسبب المحتوي العالي لمياه الآبار المدروسة من أيون الصوديوم، ودرجة الملوحة العالية.

الكلمات المفتاحية: صبراتة . عقار . الوضع المائي . ملوحة وقلوية مياه الآبار . بكتريا القولون . مياه الشرب والري.

المقدمة

تعتبر ليبيا من الدول التي تعاني من ندرة المياه حيث تقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة والتي فيها تزداد مشاكل ندرة الموارد المائية حدة، حيث ندرة الأمطار، وكذلك الظروف المناخية القاسية التي تساعد على زيادة معدلات فقد المياه بالبخر نتيجة لارتفاع درجات الحرارة خاصة في الصيف وانخفاض الرطوبة الجوية وارتفاع معدل شدة الإشعاع وطول فترة السطوع الشمسي، كل هذا يزيد من معدلات فقد المياه وندرتها. لذلك تعتمد ليبيا اعتمادا كبيراً على المياه الجوفية في توفير إحتياجاتها المائية حيث تشكل المياه الجوفية حوالي ٩٨ % من مواردها المائية، مما أدى إلى حدوث خلل في الميزان المائي لمعظم الخزانات الجوفية خاصة في سهل الجفارة حيث يتركز العدد الأكبر للسكان وممارسة النشاط الزراعي، إذ يتركز به حوالي ٥٨% من السكان وتقع به أهم المدن ويحتوي على حوالي ٥٠% من جملة الأراضي المروية في البلاد، ويقدر الإنتاج الزراعي بمنطقة سهل الجفارة بحوالي ٦٠% من الإنتاج الزراعي الكلي للبلاد (عبدالعزيز، ٢٠١٥) نتيجة لهذا الوضع بهذه المنطقة ظهرت بوادر تدهور الوضع المائي خاصة في المناطق الساحلية المتاخمة للبحر نتيجة تعرضها لإستنزاف المياه الجوفية بشكل كبير نتيجة التوسع الزراعي وزيادة عدد السكان واحتياجاتهم، ومدينة صبراتة ضمن المدن الساحلية بسهل الجفارة والتي زادت معدلات الاستهلاك للمياه الجوفية بها عن معدلات التغذية الآمنة للخزانات الجوفية والذي أدى إلى إنخفاض منسوب المياه الجوفية والتدهور النوعي لها، الأمر الذي يتطلب حالياً وبسرعة إعادة تقييم الوضع المائي لهذه المنطقة بهدف التنمية المستدامة وخاصة للقطاع الزراعي الاستثماري.

مشكلة الدراسة

مدينة صبراتة البالغ عدد سكانها حوالي ٦٥,٠٠٠ نسمة (عبدالعزيز، ٢٠١٧) تعتمد على المياه الجوفية كمصدر رئيسي للاحتياجات المائية بينما تساهم مياه الأمطار بنسبة محدودة في الإغراض الزراعية وتغذية الخزان الجوفي وبتزايد السكان وتطور نمط معيشتهم ازداد الطلب على المياه وبشكل ملحوظ وغير مقنن فاق معدلات التغذية الجوفية مما أدى إلى ارتفاع معدل ملوحة مياه الري وخاصة بالقرب من المناطق الساحلية. ومع زيادة معدل

الاستهلاك اليومي للمياه وعدم وجود بنية تحتية متكاملة برزت مشكلة بيئة جديدة وهى غياب الإدارة البيئية الجيدة لمياه الصرف الصحي، وكذلك زيادة النشاط الزراعي مما أدى إلى استنزاف كميات كبيرة من المياه، الأمر الذي يستوجب إجراء دراسة تقيم الوضع المائي بالمنطقة على أسس علمية مدروسة وتقنين استخدامه.

أهداف الدراسة

١- إجراء مسح شامل لبعض الموارد المائية في شكل قطاع طولي يمتد من الشمال إلى الجنوب بمنطقة الدراسة.

٢- إجراء تقييم لنوعية المياه بمنطقة الدراسة من خلال دارسة بعض الخصائص الكيميائية والبيولوجية لهذه المياه المتمثلة في الملوحة ودرجة التفاعل والكاتيونات والانيونات، والتلوث البيولوجي، ودراسة مدى ملائمتها للشرب والاستعمال الزراعي في المنطقة وذلك وفق المعايير المحلية لمياه الشرب والري.

موقع منطقة الدراسة

تقع مدينة صبراتة بالجزء الشمالي الغربي من ليبيا، إلى الغرب من مدينة طرابلس بحوالي 70 كم، يحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب سلسلة جبل نفوسة ومن الشرق مدينة صرمان ومن الغرب مدينة العجيلات، وهي تقع بين خطى طول (٢٤"٤٩' ١٢°-٢٧"٢٩'١٢°) وبين دائرتي عرض (٠٦"٤٤'٣٢°- ٥٩,١٣"٤٧'٣٢°) كما مبين في الشكل (١) وبسكان يبلغ تعدادهم حوالي ٦٥ ألف نسمة وتعتبر مهنة الزراعة من أكثر الأنشطة بهذه المدينة والتي تقع ضمن إقليم سهل الجفارة الذي يعد من أكبر وأهم السهول الساحلية بالأراضي الليبية، وهو يظهر على شكل مثلث رأسه في اتجاه الشرق بالقرب من مدينة الخمس وقاعدته عند الحدود الليبية التونسية، في حين يحده من ناحية الجنوب الحافة الشمالية لجبل نفوسة، وتضاريسه تتميز في كثير من أجزائه بوجود التكوينات الصخرية والتلال والكثبان الرملية والأسباخ وبالارتفاع التدريجي في منسوبه كلما اتجهنا جنوبا، كما يحدها من الشمال البحر المتوسط تأثيره محدود لا يتعدى الجهات الساحلية من حيث ارتفاع الرطوبة وكميات التساقط، إضافة إلي تأثير المنخفضات الجوية الناشئة فوق جزره التي لا تخضع لنظام معين وثابت من حيث توالدها ومساراتها القريبة أو البعيدة عن ساحل المنطقة والتي تؤثر بشكل مباشر على زيادة التذبذب في كميات الأمطار ومواعيد سقوطها، وتباينها وتوزيعها أيضا (مسعود، ٢٠١٠).

شكل (١) منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها

هيدرولوجيا منطقة الدراسة

تعتبر منطقة الدراسة جزء من سهل الجفارة والذي يمثل الجزء الشمالي الغربي من ليبيا قد أجريت العديد من الدراسات والأبحاث لتحديد مصادر ونوعية المياه الجوفية، وقد دلت هذه الدراسات (الهيئة العامة للمياه، ٢٠١٢) على أن الصخور التي تغطى المنطقة تضم بينها عددا من خزانات المياه الجوفية والتي من اهمها:-

- **الخزان الجوفي الأول:** يعرف بالخزان الرباعي أو الخزان الضحل، وأغلب تكويناته من أحجار رملية ضعيفة التماسك يتخللها رواسب من الصخور الجيرية والطين، حيث يتراوح سمك هذه الرواسب الحاملة للماء من بضعة أمتار إلى أكثر من ١٣٠ متر في مدينة صبراتة، وهذا الخزان ذو منسوب مائي حر يغطي مناطق وسط وشمال سهل الجفارة، ويستغل للأغراض الزراعية والاستهلاك البشري.
- **الخزان الجوفي الثاني:** تتألف تكويناته من صخور رملية يتراوح سمكها من ٣ – ١٠٠ م، وتتعرض مياه هذا الخزان لضغط إرتوازى وخاصة في الأجزاء الشمالية من السهل.
- **الخزان الجوفي الثالث:** تتألف تكويناته في الأجزاء الوسطى والجنوبية من السهل من الدولوميت ويصل عمق طبقاته المائية إلى أكثر من ١,٠٠٠ م بالقرب من طرابلس، أما الجزء الغربي من السهل فيتراوح عمقها بين ٣٠٠– ٥٠٠ م، وتتميز مياه هذه الطبقة برداءة نوعيتها، كما هو الحال في جنوب الزاوية وزوارة.

الموارد المائية بمنطقة الدراسة

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي والوحيد المتاح للاستغلال لتغطية كافة الاحتياجات من المياه للإغراض المنزلية والصناعية والزراعية، حيث تتواجد هذه المياه بخزانات جوفية تتراوح أعماقها من ٣٠ متر إلي أكثر من ١٧٠ متر في بعض المناطق، ونتيجة للاستغلال المفرط للمياه الجوفية بالمنطقة والذي تعدى بكثير معدل التغذية الطبيعية بدأ يسبب في حدوث خلل في الإتزان المائي للخزانات الجوفية السطحية نتج عنه هبوط حاد في مناسيب المياه وتدهور نوعيتها بسبب زحف مياه البحر نحو اليابسة لتعويض الفاقد في المياه العذبة، حيت يتراوح معدل الهبوط بحوض سهل الجفارة من بعض السنتمترات إلي حوالي ٥ أمتار سنويا (الباروني، ١٩٩٧) حيث لوحظ هذا الهبوط في المناطق الأكثر استغلالا في النشاط الزراعي وهي مناطق (قصر بن غشير، العزيزية، السواني، جنوب صبراتة)، كما لوحظ تغير سريع لملوحة المياه خلال السنوات الماضية. وتعتمد مدينة صبراتة على حفر الآبار لاستخراج المياه الجوفية وهي المورد الرئيسي الوحيد بالمدينة مما يجعلها مستقلة عن أي مورد مائي أخر، فعلى الرغم من وجود محطة لتحليه مياه البحر وأخرى لمعالجة مياه الصرف الصحي بالمركز الرئيسي للمدينة إلا إن هاتان المحطتان متوقفتان منذ فترة طويلة بسبب عدم استكمال مشاريع شبكات البنية التحتية للمدينة من جهة، وأيضا بسبب تأكل وتلف شبكات التوزيع، وشبكات الصرف الصحي القديمة من جهة أخرى، ناهيك عن عدم وصول مياه النهر الصناعي لهذه المدينة المستهدفة عبر منظومة غدامس زوارة الزاوية، ونظراً لندرة سقوط الأمطار خلال فترات قصيرة من السنة في فصل الشتاء.

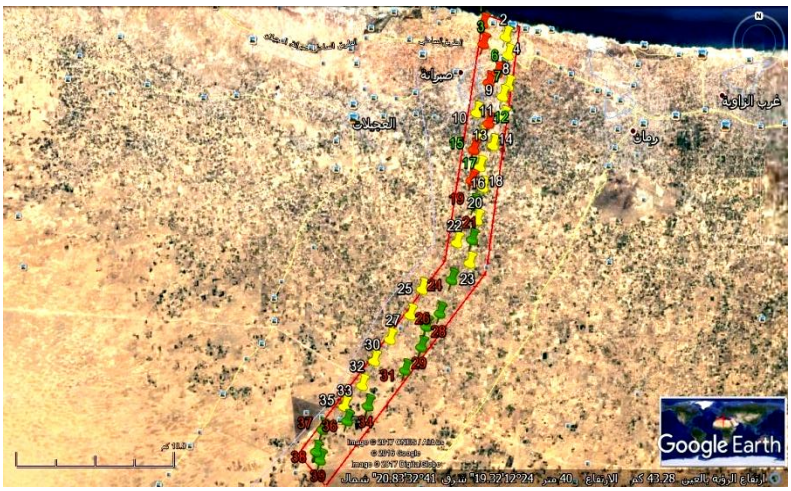
استعمالات المياه بمنطقة الدراسة

إن الاستعمالات المائية بالمنطقة مثلها مثل معظم المناطق المجاورة فمن أهم وأكثر استعمالات المياه هي الاستعمالات الزراعية وخصوصا في الفترة الحالية نظرا للاستغلال الجائر للأراضي وعدم وجود رقابة من الأجهزة المختصة، وكذلك الاستعمالات الحضرية الأخرى من شرب وطهي وغيرها من الأنشطة اليومية الأخرى، وأيضاً وجود العديد من المشاريع الصناعية بهذه المدينة الحيوية.

طريقة البحث

جمع العينات: أجريت هذه الدراسة في الفترة ما بين شهري سبتمبر ونوفمبر ٢٠١٩، حيث تم جمع 39 عينة من المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة والمحفورة على أعماق ومسافات مختلفة، حيث تم أخذ الطريق الرابط بين شمال مدينة صبراتة وجنوب المدينة كمسار لأخذ العينات من الآبار الخاصة ببعض المنازل والمزارع والمدارس، وبعض الجهات العامة، حيث إنه اتبعت طرق خاصة من أجل جمع العينات لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية تختلف عن تلك التي اتبعت لأخذ العينات لإجراء التحاليل البيولوجية كما سيتضح لاحقاً والشكل (٢) يوضح مواقع وأرقام الآبار.

طريقة العمل: تم إجراء التحاليل على عينات المياه الجوفية على النحو الآتي:.



شكل (٢) خريطة تبين منطقة الدراسة وتوزيع الآبار

التحاليل الكيميائية: قياس تركيز أيون الهيدروجين (pH)، درجة التوصيل الكهربائي (EC)، تركيز الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، الأيونات الذائبة الموجبة (الكاتيونات) (K^+, Mg^{+2}, Na^+, Ca^{+2})، الأيونات الذائبة السالبة (الانيونات) (NO_3^-, SO_4^{-2}, Cl^-, HCO_3^-) وذلك حسب الطرق القياسية المتبعة (عبدالعزيز وآخرون، ٢٠٠٩).

كما تم حساب كلاً من:

نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR): تم حساب (SAR) وفقا للمعادلة التالية بعد تحويل الوحدات المقاسة بها الأيونات إلي وحدات مللي مكافئ / لتر.

- العادية $SAR= Na^+/ ((Ca^{+2}+Mg^{+2})/2)^{1/2}$ ويعبر عن التركيز بالمليمكافئ / لتر.
- المعدلة Adjusted SAR= SAR (1 + (8.4 - pHc))

حيث pHc قيمة الأس الهيدروجيني النظرية لمياه الري وتستخرج من جداول خاصة (عبدالعزيز وآخرون، ٢٠٠٩)، وبالتالي يمكن حساب قيمة pHc من المعادلة التالية:

$$pHc=(PK2-PKc)+P(Ca+Mg)+P(AIK)$$

حيث P(Ca+Mg) هي اللوغارتم السالب للتركيز الجزئي لكل من (الكالسيوم والمغنسيوم)

P (AIK) هي التركيز المكافي لمعادلة قواعد (الكربونات والبيكربونات)

(PK2-PKc) هي اللوغارتمات السالبة لثابت الانحلال لحامض الكربونيك وثابت الاذابة لكربونات الكالسيوم على الترتيب، تم حساب القيم بالمللي مكافي/ لتر.

كربونات الصوديوم المتبقية (RSC): تم حسابها من خلال المعادلة التالية:.

$RSC=(CO_3^{-2}+HCO_3^-)-(Ca^{+2}+Mg^{+2})$ ويعبر عن التركيز بالمليمكافئ / لتر (عبدالعزيز وآخرون،٢٠٠٩).

معرفة أهم المؤشرات الدالة على تداخل مياه البحر:

١- نسبة الكلوريد على مجموع الكربونات والبيكربونات (SR): تعتبر هذه النسبة من أهم المؤشرات المستخدمة للدلالة على تداخل مياه البحر، حيث يتم التحقق من كشف التداخل باستخدام العديد من المؤشرات التي تتضمن مستوي (TDS) وتركيزات الكلورايد، ونسبة سيمبسون (SR)، المعروفة بنسبة الكلوريد على مجموع الكربونات والبيكربونات (خماج وآخرون،٢٠١٤)، وتحسب وفق المعادلة التالية:.

$$SR = \left(\frac{Cl^-}{HCO_3^- + CO_3^{2-}} \right)$$

٢- نسبة جونز (JR): يتم حساب هذه النسبة للتمييز بين نوعية المياه سواءً كانت مياه بحر أو غيرها من مصادر المياه. حيث تشير القيم المنخفضة منها على أن المياه المالحة أصلها مياه البحر بحيث تكون هذه النسبة أقل من ٠,٨٦ نسبة مولارية أما إذا كانت القيمة أعلى من (١) فهي تكون مياه عذبة، كما يمكن حساب (JR) باستخدام المعادلة التالية:.

$$JR = \left(\frac{Na^+}{Cl^-} \right)$$

حيث يتم التعبير عن التركيزات في الوحدات المتوالية (خماج، وآخرون، ٢٠١٤).

التحاليل البيولوجية: من أجل التأكد من صلاحية مياه الشرب لابد من عمل فحص ميكروبيولوجى دوري استناداً إلى نسبة وجود بكتريا القولون وبالتحديد بكتريا (Coliformgroup bacteria ,Escherichia Coli) باستخدام طريقة (Compact Dry EC for E. coli and coliform) حيث يؤخذ ١٠٠ مل من العينة في كيس معقم وبعد الرج يسحب منها ١,٠ مل وتوضع في الطبق (Compact Dry EC) وتوضع مباشرة في الحاضنة المحمولة عند درجة حرارة ٣٧ م˚ ثم تنقل إلى المختبر وتوضع في الحاضنة لمدة ٢٤ ساعة. وفي حالة كانت العينة ملوثة تتكون مستعمرات بكترية، بحيث تكون المستعمرة ذات اللون الأزرق بكتريا *E. coli*، واللون البنفسجي بكتريا coli forms (عبدالعزيز وآخرون،٢٠٠٩) ومن ثم توضع في العداد وتعد المستعمرات الموجودة في كل طبق.

مناقشة النتائج

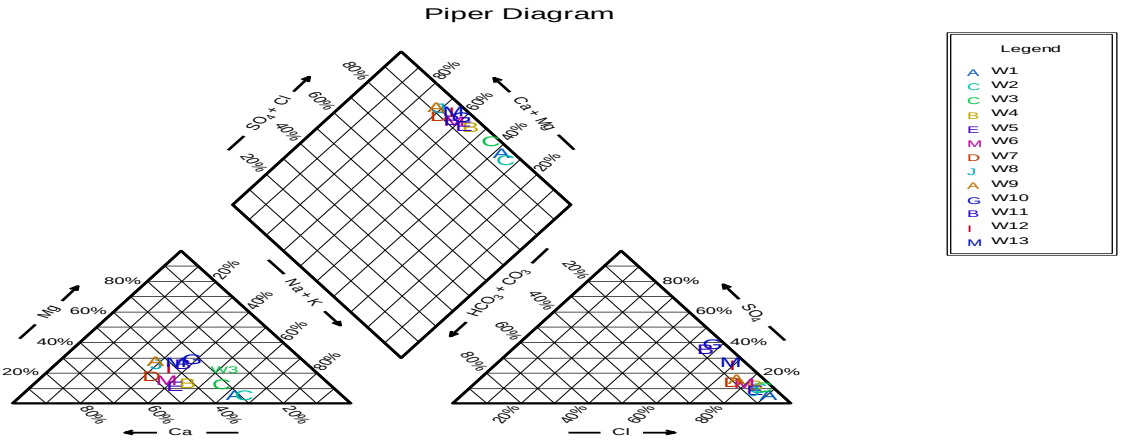
التحاليل الكيميائية: لقد تم إجراء بعض القياسات التي اشتملت على قياس تركيز أيون الهيدروجين، التوصيل الكهربي، وإجراء بعض التحاليل الكيميائية التي تضمنت حساب الأملاح الكلية الذائبة، وتقدير الصوديوم والبوتاسيوم، الكالسيوم والماغنسيوم، الكلوريد والبيكربونات، الكبريتات، النترات، وأعطت النتائج الموضحة بالجدول رقم (١).

الجدول (١) نتائج التحاليل الكيميائية لعينات مياه الآبار المدروسة

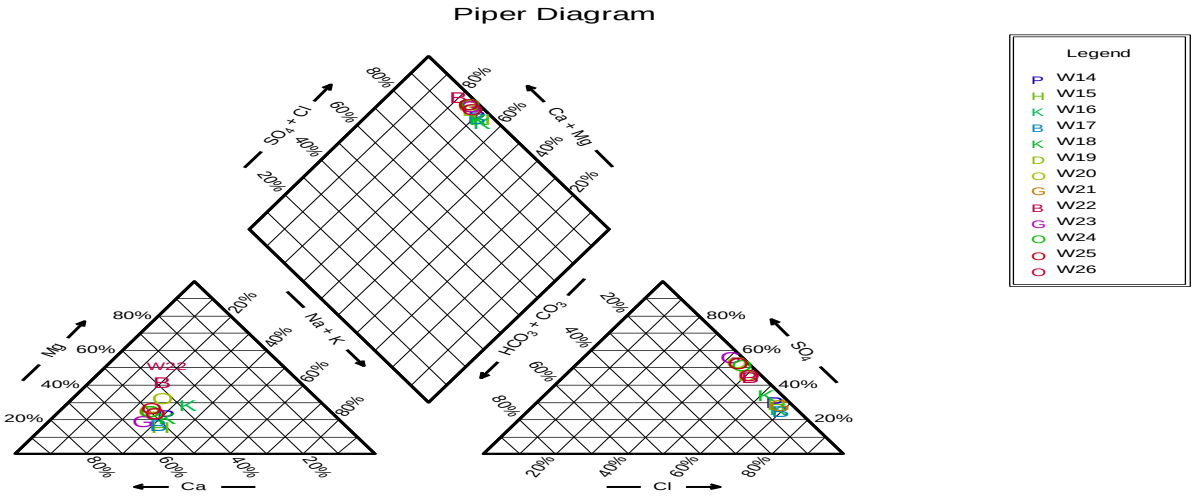
No.	pH	EC ds/m	TDS mg/l	Ca^{++} mg/l	Mg^{++} mg/l	Na^{+} mg/l	K^{+} mg/l	HCO^{-} mg/l	SO_4^{--} mg/l	CL^{-} mg/l	NO_3^{-} mg/l
W1	7.40	4.27	2735	281	39	673	18	63	148	1500	14
W2	7.01	7.64	4887	457	63	1251	32	180	436	2451	17
W3	7.00	10.22	6538	697	194	1455	29	93	626	3415	29
W4	7.15	4.71	3013	417	92	540	17	101	321	1500	26
W5	7.20	3.00	1918	297	49	324	12	96	155	970	17
W6	7.64	1.60	1026	160	34	148	8	66	115	480	14
W7	7.40	1.57	1002	164	40	120	13	90	121	440	15
W8	7.38	1.82	1167	176	68	143	9	59	88	611	13
W9	7.30	2.46	1576	232	97	175	14	106	219	710	22
W10	7.51	6.09	3898	409	238	575	28	86	1228	1300	33
W11	7.75	1.94	1242	144	68	176	9	71	344	400	30
W12	7.45	5.32	3402	458	174	488	19	57	717	1461	29
W13	7.49	3.13	2004	256	117	268	15	65	447	801	36
W14	7.45	3.25	2081	321	102	248	12	55	508	801	35
W15	7.73	3.73	2390	409	83	303	14	60	556	926	40
W16	7.41	2.71	1736	216	107	231	14	64	371	710	24
W17	7.53	2.87	1838	313	68	224	10	63	372	755	33
W18	7.40	2.91	1861	289	83	231	11	59	504	660	25
W19	7.30	4.33	2774	441	141	290	12	72	993	811	14
W20	7.35	5.75	3677	513	248	348	14	62	1548	930	15
W21	7.07	4.26	2729	465	146	270	10	72	649	1100	16
W22	7.15	4.27	2732	345	243	219	10	65	980	840	31
W23	7.20	4.73	3026	529	117	292	10	58	1308	690	23
W24	7.00	6.79	4345	711	225	418	12	66	1759	1141	13
W25	7.26	6.32	4045	641	224	380	13	66	1672	1021	28
W26	7.14	4.42	2829	457	141	291	12	68	1009	825	27
W27	7.19	6.79	4344	545	238	535	29	65	1954	950	29
W28	7.32	7.61	4870	649	369	470	15	77	1693	1580	17
W29	7.26	6.02	3851	673	194	335	14	63	1339	1200	33
W30	7.25	6.22	3982	625	214	363	11	60	1920	750	39
W31	7.51	5.55	3552	649	185	267	11	78	1370	972	21
W32	7.35	5.71	3657	705	190	195	9	52	1830	653	24
W33	7.20	5.46	3497	657	190	216	10	66	1511	833	15
W34	7.37	5.79	3706	673	267	179	10	63	1262	1230	22
W35	7.14	5.54	3546	705	132	308	12	52	1158	1161	17
W36	7.38	3.71	2374	401	117	247	10	48	669	850	33
W37	7.36	4.10	2626	401	119	366	13	47	466	1180	42
W38	7.26	4.91	3146	721	73	230	8	48	1077	956	32
W39	7.30	2.90	1856	369	49	215	9	51	297	841	26

توزيع النسب المتكافئة للكاتيونات والأنيونات بمياه آبار منطقة الدراسة:

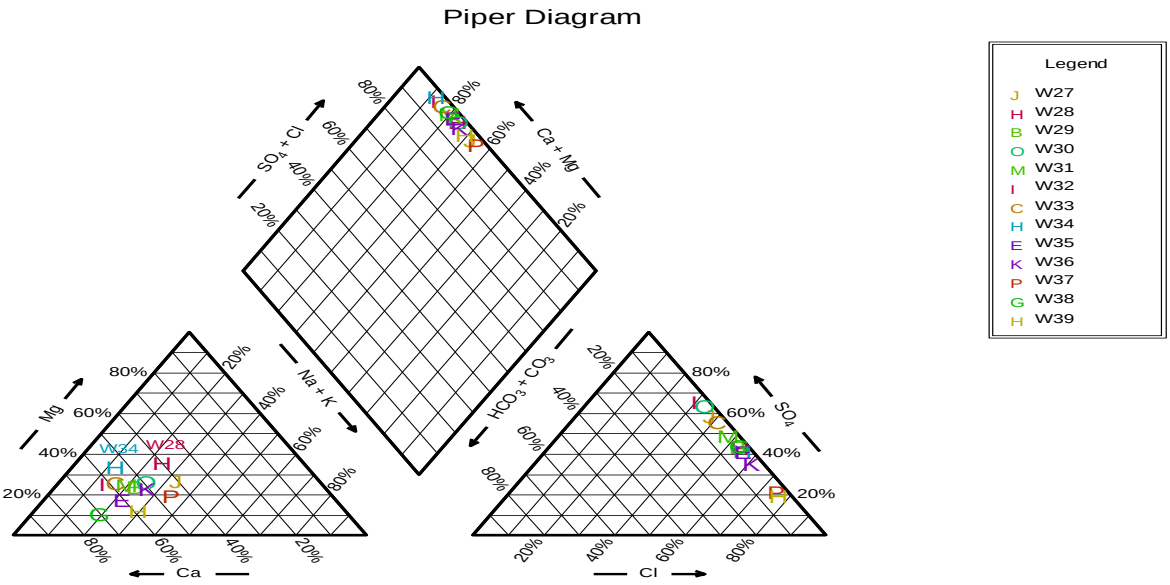
يتم استخدام محتوى المياه الجوفية من الأيونات الرئيسية في تصنيف المياه الجوفية على أساس مركبات العناصر الأساسية من الكاتيونات والأنيونات للأملاح الذائبة في المياه الجوفية، وقد تم تحديد النسب المتكافئة للكاتيونات والأنيونات بمياه آبار منطقة الدراسة باستخدام التمثيل البياني للتحاليل الكيميائية للأيونات الرئيسية الذائبة في المياه الجوفية باستخدام مخطط بايبر (Piper Diagram) من خلال استخدام برنامج (Aq•QA® Version 1.1.RockWare, Inc) وهو من أحد أهم طرق التمثيل البياني لتحديد نوعية المياه الجوفية عن طريق الأيونات الرئيسية وفي هذا المخطط يعبر عن تركيز كل كاتيون من (Na^+, K^+, Ca^{+2}, Mg^{+2}) في العينة بالمللي مكافئ / لتر (meq/l) بنسب مئوية من مجموع الكاتيونات ويسقط موضعها كنقطة على المثلث الأيمن، وبالمثل يعبر عن تركيز كل أنيون من (Cl^-, SO_4^{-2}, HCO^-_3, CO_3^{-2}) في العينة بالمللي مكافئ / لتر بنسب مئوية من مجموع الأنيونات ويسقط موضعها كنقطة على المثلث الأيسر، ثم يسقط امتداد هاتين النقطتين بموازاة الحواف العلوية للمعين المركزي كنقطة واحدة عن موضع تقاطعها في المعين (عمر، ٢٠١٤)، وبذلك تكون هذه النقطة تعبيراً عن التوزيع الأيوني الكلي للعينة. كما أنه يمكن تحديد نوعية المياه كيميائياً من موضع العينة من المعين العلوي، مثلا إذا كان الصوديوم والكلوريد هما الكاتيون والانيون السائدين فإن نوعية المياه هي ذات محتوى كلوريد صوديوم، وإذا كان الكالسيوم والكبريتات هما السائدين فإن نوعية المياه هي كبريتات كالسيوم. ولتمثيل النتائج المتحصل عليها في الجدول رقم (١) بشكل واضح على مثلث بايبر كان لابد من تقسيم العينات إلى ثلاث مجموعات كل مجموعة تمثل على مثلث لوحدها ومن خلال النتائج الممثلة علي مثلث بايبر ومن خلال الأشكال أرقام (٣،٤،٥) أتضح أن الأملاح السائدة هي في صورة كلوريد الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم، باستثناء بعض الآبار كالبئرين رقم (W22،W٢٨) كانت نوعية المياه فيهما على صورة كلوريد ماغنسيوم، وكذلك الآبار أرقام (W1،W2،W3) فقد كانت على هيئة كلوريد صوديوم، أما الآبار التي كانت الكبريتات سائدة بها على شكل كبريتات الكالسيوم فهي التي تحمل أرقام (W24،W25، W26،W27،W30،W32،W33)، ومن خلال ما سبق وجدنا أن الآبار من W1 – W١٣ وجد بها أيون الكلوريد هو الأيون السائد مع الكالسيوم ماعدا الآبار ذات الأرقام (W1،W2،W3) وهذا ناتج عن قربها من البحر، حيث أن الآبار مرتبة تصاعدياً من حيث بعدها عن البحر، أما ظهور الكبريتات في الآبار من W٢٤ – W٣٣ ماعدا بعض الآبار وارتباطها مع الكالسيوم هذا دليل على تأثير التكوين الجيولوجي للمنطقة على نوعية المياه، وأما البئران رقم (W22،W28) فمن المرجح أن يكون السبب هو تداخل مياه البحر.



الشكل (٣) يوضح نوع الايونات السائدة في مياه الآبار من (W1– W13)



الشكل (٤) يوضح نوع الايونات السائدة في مياه الآبار من (W14– W26)



الشكل (5) يوضح نوع الايونات السائدة في مياه الآبار من (W27– W39)

ولمعرفة نوعية المياه وتحديد إمكانية حدوث تداخل مع مياه البحر، لقد تم إعتماد عدة مؤشرات من أهمها:-

نسبة سيمبسون (SR): وهي ناتج قسمة تركيز الكلوريد علي مجموع تركيزات الكربونات والبيكربونات حيث أوضحت النتائج المتحصل عليها في الجدول رقم (٢) أن قيم SR تتراوح ما بين ٤–٣٦ حسب التقسيم الموضح في الجدول ٣ مما يعني أن معظم الآبار كانت متوسطة التلوث بأيون الكلوريد والبعض الآخر كان ملوث، ويعزى هذا الارتفاع في هذه القيم إلى وجود تركيزات عالية من أيون الكلوريد في معظم العينات إما بسبب قرب هذه الآبار من البحر أو لشدة السحب الذي نتج عنه عمق أكثر للآبار، وبالتالي زيادة فرص حدوث تداخل لمياه البحر، والشكل (٦) يربط قرب وبعد الآبار المدروسة من سطح البحر وقيمة الكلوريد على مجموع الكربونات والبيكربونات.

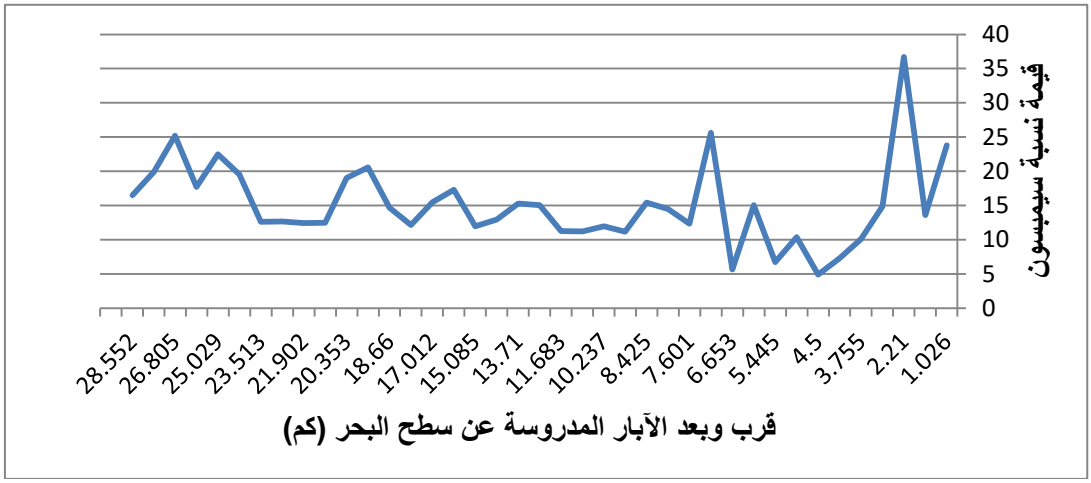
الجدول (٢) يوضح بعض النتائج المتعلقة بمياه الري ومؤشرات تداخل مياه البحر

No.	SAR	RSC meq/l	adj- SAR	Na/Cl	$Cl/(HCO_3^-+CO_3^-$
W1	10	-16	44	0.45	23.81
W2	15	-25	64	0.51	13.62
W3	13	-49	55	0.43	36.72
W4	6	-27	25	0.36	14.88
W5	5	-17	20	0.33	10.11
W6	3	-10	11	0.31	7.28
W7	2	-10	9	0.27	4.89
W8	2	-13	9	0.23	10.38
W9	2	-18	10	0.25	6.73
W10	6	-39	25	0.44	15.05
W11	3	-12	12	0.44	5.65
W12	5	-36	22	0.33	25.63
W13	3	-21	14	0.33	12.35
W14	3	-23	12	0.31	14.50
W15	4	-26	16	0.33	15.43
W16	3	-19	13	0.33	11.16
W17	3	-20	12	0.30	11.99
W18	3	-20	12	0.35	11.22
W19	3	-32	14	0.36	11.26
W20	3	-45	14	0.37	15.05
W21	3	-34	12	0.25	15.28
W22	2	-36	10	0.26	12.96
W23	3	-35	13	0.42	11.98
W24	4	-53	15	0.37	17.28
W25	3	-49	14	0.37	15.47
W26	3	-33	13	0.35	12.17
W27	5	-46	14	0.56	14.66
W28	4	-62	10	0.30	20.57
W29	3	-49	7	0.28	19.05
W30	3	-48	8	0.48	12.50
W31	2	-46	6	0.27	12.46
W32	2	-50	12	0.30	12.66
W33	2	-47	11	0.26	12.61
W34	1	-55	18	0.15	19.53
W35	3	-45	10	0.27	22.50
W36	3	-29	11	0.29	17.71
W37	4	-28	14	0.31	25.22
W38	2	-41	10	0.24	19.92
W39	3	-22	7	0.26	16.49

جدول (٣) يوضح نوعية المياه وفق نسبة أيون الكلوريد على مجموع الكربونات والبيكربونات

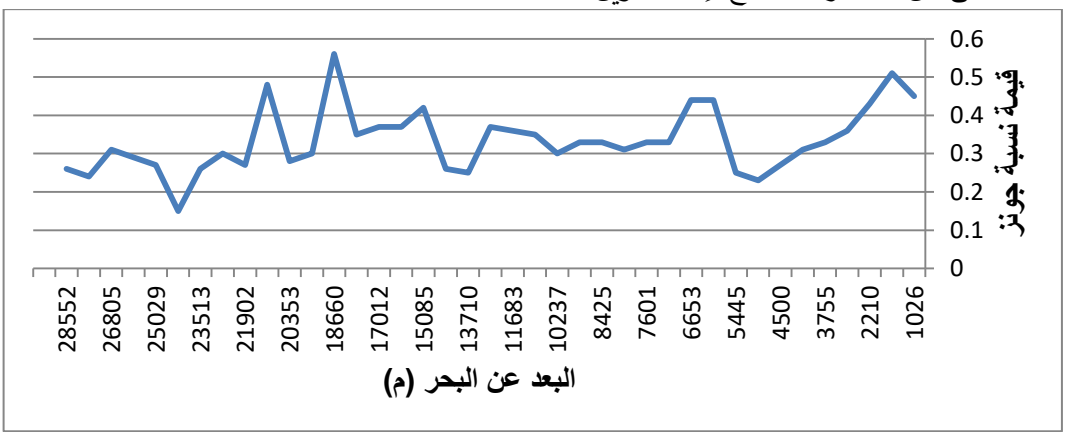
نوعية المياه الجوفية	مدى تحديد نوعية المياه
مياه جوفية عادية	(٠ - ١,٣)
مياه جوفية قليلة التلوث	(١,٣ - ٢,٨)
مياه جوفية متوسطة التلوث	(٢,٨ - ٦,٦)
مياه جوفية عالية التلوث	(٦,٦-١٥,٥)
مياه جوفية شديدة التلوث	(١٥,٥ - ٢٠٠)
مياه البحر	أكثر من ٢٠٠

المصدر: (أبوراس، ٢٠٠٧)



الشكل (٦) يمثل قرب وبعد الآبار المدروسة من البحر مع قيمة أيون الكلوريد على مجموع الكربونات والبيكربونات

نسبة جونز (JR) : تستخدم هذه النسبة للتميز بين تداخل مياه البحر وغيرها من مصادر المياه المالحة، وذلك من خلال معرفة قيمتها فإذا كانت القيمة أقل من (٠,٨٦) فإن هذا يدل على أن أصل الأملاح الموجودة في مياه الآبار المدروسة هي مياه بحر وإن كانت أكثر من ذلك دل على أن مصدر الأملاح إما التكوين الجيولوجي أوغيرها من المصادر الأخرى وبالرجوع للجدول رقم (٢) وجد أن القيم تتراوح مابين (٠,١٥ – ٠,٥٨) وهذا ما يدل على حدوث تداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية بمنطقة الدراسة، والشكل (٧) يوضح العلاقة مابين نسبة جونز وقرب وبعد الآبار المدروسة عن البحر.



الشكل (٧) يوضح قيمة نسبة جونز وقرب وبعد الآبار المدروسة عن شاطئ البحر

التحاليل البيولوجية: تظهر نتائج التحاليل البيولوجية المتحصل عليها بالجدول رقم (٤) أن معظم آبار المنطقة رصد فيها تلوث ميكروبيولوجي وفقا للحدود المسموح بها طبقاً للمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب كحد أقصى لعدد بكتريا coliform وهو ٣,٠ لكل ١٠٠مل. حيث اشتملت الاختبارات على نوعين من البكتريا فكانت أعداد بكتريا القولون Fecal Coliform group، (بكتريا الكوليفورم) تتراوح مابين (٠ – ٣٩٠٠) لكل ١٠٠مل، وبكتريا Escherichia Coli مابين (٠ – ١٢٥٦) لكل ١٠٠ مل، ومن النتائج تبين وجود تلوث ميكروبيولوجي في منطقة الدراسة نتيجة لعدم وجود شبكات صرف صحي بالمنطقة واعتماد

السكان على حفر بيارات لتصريف مياه الصرف الصحي لم تراعى فيه الجوانب الفنية عند إنشائها، وكذلك المخلفات الحيوانية حيث إن معظم الآبار المدروسة تقع في مناطق زراعية بالقرب من حظائر الحيوانات، ويتواجد هذا النوع من البكتريا في مخلفات الصرف الصحي الآدمية أو المخلفات الحيوانية خصوصا في الآبار الغير محمية وقليلة الارتفاع عن مستوى سطح الأرض وكذلك الغير عميقة، وبالرغم من وجود بعض الآبار التي تقع على أعماق كبيره إلا أنه سجل فيها تلوث بالبكتريا، ويرجع السبب في هذا إلى عدم تغطية مداخل الآبار بشكل جيد وعدم ارتفاعها عن سطح الأرض مما يسبب في وقوع بعض القوارض والحشرات وتسرب المخلفات الحيوانية إليها مباشرة والتي تحتوى على هذه الأنواع من البكتريا.

الجدول (٤) يوضح نتائج التحاليل البيولوجية لمياه الآبار المدروسة

No.	Coliform/100ml	E.Coli/100ml	No.	Coliform/100ml	E.Coli/100ml
W1	200	17	W21	0	0
W2	600	20	W22	0	0
W3	100	12	W23	200	56
W4	1800	100	W24	300	72
W5	1200	98	W25	400	81
W6	4000	65	W26	0 ml	0
W7	800	66	W27	400	55
W8	150	37	W28	1100	65
W9	300	100	W29	200	32
W10	20	12	W30	800	43
W11	400	23	W31	0	0
W12	0	0	W32	200	17
W13	3500	1256	W33	3000	200
W14	900	42	W34	300	27
W15	400	31	W35	1600	173
W16	400	26	W36	330	89
W17	600	34	W37	1100	101
W18	1500	80	W38	3900	214
W19	200	28	W39	200	79
W20	1200	100			

تقيم صلاحية استخدام المياه للري:

تأثير البيكربونات: كربونات الصوديوم المتبقية

Residual Sodium Carbonate (RSC)

عند تطبيق هذا المعيار على آبار منطقة الدراسة، وجد أن قيم RSC جميعها ذات قيم سالبة وهذا يعني أن تركيز Ca^{2+} وMg^{2+} أعلى من تركيز CO_3^{2+} و HCO_3^- أي أنه لا توجد بيكربونات متبقية في جميع عينات المياه المدروسة.

تصنيف المياه للري:

أولاً: تصنيف مياه الري لمختبر الملوحة الأمريكي:

بعد توقيع قيم التوصيل الكهربائي (EC) ونسبة إدمصاص الصوديوم (SAR) الموجودة على مخطط تصنيف مياه الري، اتضح أن عينات مياه الآبار (W6، W7، W8) تقع ضمن النوع (C3 – S1) (مياه عالية الملوحة – منخفضة في تركيز الصوديوم) عليه يجب استعمال هذا النوع من المياه فقط في الأراضي التي لا توجد بها مشكلة وجود طبقات أياً كان نوعها والتي في العادة تعوق حركة المياه

لكي تتم عمليات الغسيل بكفاءة، كما يجب تفادي زراعة المحاصيل الحساسة للملوحة، بينما وقعت معظم الآبار ضمن النوع (C4 – S1) (مياه عالية جداً في الملوحة – منخفضة في تركيز الصوديوم) ويستعمل هذا النوع من المياه في الترب ذات الصرف الجيد مثل الترب الخشنة ومتوسطة القوام والتي لا توجد بها طبقات صماء لضمان إتمام عملية الغسيل، كما يجب اختيار الأصناف المقاومة للملوحة، في حين وقع البئرين (W2، W3)، ضمن النوع (C4 – S2) (مياه عالية جداً في الملوحة – متوسطة في تركيز الصوديوم) لذا يجب استعمال هذا النوع من المياه في الترب ذات الصرف الجيد لأن ارتفاع نسبة الصوديوم ربما يؤدي إلى تقليل النفاذية في التربة، وإضافة المادة العضوية يساعد على حل المشكلة، كما يجب اختيار الأصناف المقاومة للملوحة.

ثانياً: نظام دليل منظمة الأغذية والزراعة الدولية لتقييم نوعية مياه الري بمنطقة الدراسة: عند تطبيق هذا المعيار من حيث سمية ايون الصوديوم (نسبة إدمصاص الصوديوم المعدلة) (adj - SAR) على مياه الآبار بمنطقة الدراسة وجد أن مياه الآبار رقم (W7,W8,W29, W30,W31,W39) أنه هناك احتمال ظهور زيادة في المشكلة عند استخدام مياهها في الري، بينما هناك احتمالاً كبيراً في ظهور مشكلة حادة نتيجة استعمال مياه بقية الآبار المدروسة عند استخدام مياها في الري.

الخلاصة من خلال دراسة نتائج التحاليل الكيميائية والبيولوجية والتحاليل الإحصائية المبنية على الدراسة الحقلية والمعملية التي أجريت على عينات آبار منطقة الدراسة أتضح أن جميع الآبار بمنطقة الدراسة غير صالحة للاستعمال كمياه للشرب بحسب المواصفة القياسية الليبية رقم (٨٢) لسنة ٢٠١٣ سواء من حيث المحتوى الكيميائي أو البيولوجي، حيث اتضح أن جميع آبار منطقة الدراسة أرتفع فيها تركيز الأملاح الذائبة الكلية عن الحد المسموح به في مياه الشرب، حيث تراوح بين ١,٠٠٢ – ٦,٥٣٨ ملجم/ لتر، وقد أظهرت نتائج التحليل الجرثومي أن ما نسبته أكثر من ٨٧ % من الآبار المدروسة ملوثة بالبكتريا القولونية Coliform bacteria، وكذلك ملوثة ببكتريا Escherichia Coli، أما بخصوص النتائج المتعلقة بالري وجد أن جميع مياه الآبار غير صالحة لري المحاصيل الزراعية.

مما سبق يمكن أن نستنتج أن الارتفاع في معدلات العناصر المشار إليها سلفاً، وعدم صلاحية مياه الآبار في منطقة الدراسة للشرب قد يرجع ذلك إلى عدة أسباب منها:.

- ازدياد معدلات السحب العالي الذي أدى إلى انخفاض منسوب الماء العذب مما أدى إلى وصول المياه المالحة إلى الآبار وقرب المنطقة من شاطئ البحر مما يزيد من احتمالية تعرضها لتداخل مياه البحر وهو ما لوحظ من ارتفاع شديد في معدل أيوني الصوديوم والكلورايد في عينات مياه الآبار المدروسة.
- التركيب الجيولوجي للمنطقة كان مؤثر في تحديد نوعية المياه حيث ازدادت تركيزات كلاً من أملاح الكالسيوم والكبريتات كلما اتجهنا جنوباً وهذا دليل على تأثير التكوين الجيولوجي الواضح.
- احتمالية التلوث بمياه الصرف الصحي بوصول بعض المخلفات للآبار مباشرة بناء على نتائج التحليل البيولوجي بالرغم من حفر هذه الآبار على أعماق كبيرة.

التوصيات

كخلاصة لهذه الدراسة تم التوصل إلى جملة من التوصيات والمقترحات، ونأمل أن تكون بمثابة حلول مستقبلية لأحد أهم مشاكل التلوث بمنطقة الدراسة، لما لها من مخاطر تهدد صحة الإنسان وسلامته الصحية والبيئية، وهي على النحو التالي:.

- الاستمرار في إجراء البحوث على تلوث المياه الجوفية بهذه المنطقة ومراقبة التغيرات التي قد تحدث للمياه الجوفية ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة للتخفيف من آثار المشكلة، من خلال الاهتمام بالتحاليل الكيميائية والجرثومية لعينات المياه التي يجب أن تجمع من الآبار المستغلة لأغراض الشرب والري دورياً، والعمل علي إيقاف تداخل مياه البحر بمنطقة الدراسة بتنظيم عملية حفر الآبار والتقليل من انتشارها العشوائي.

- إعداد الدراسات المتعلقة باكتشاف موارد مائية غير تقليدية جديدة لزيادة مصادر المياه بالمنطقة والاقتصاد في استخداماتها وترشيدها، والعمل على إيجاد وسائل ري حديثة تتماشى مع المنطقة والنشطات الزراعية المقامة بها، من خلال تطوير الدراسات والبرامج للاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة من خلال إعادة استخدامها في الأغراض الزراعية والصناعية وغيرها باعتبارها من المصادر الغير تقليدية المتجددة.

المراجع

أبوراس، محمد غسان. ٢٠٠٧. دراسة تداخل مياه البحر في الخزان الجوفي بمنطقة الزاوية باستخدام الطرق الكيميائية والرياضية، الأكاديمية الليبية، جنزور، ليبيا. (رسالة ماجستير غير منشورة).

أحمد إبراهيم خماج، وآخرون. ٢٠١٤. تداخل مياه البحر في مدينة طرابلس بليبيا. المؤتمر الدولي الأول للعلوم البيولوجية والكيميائية وعلوم البيئة. ذات العماد. طرابلس. ليبيا.

الباروني، سليمان صالح (١٩٩٧). تلوث المياه الجوفية بليبيا، مجلة الماء والحياة (١٩٩٧).

المواصفات القياسية الليبية رقم (٨٢) لمياه الشرب ٢٠١٣، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، تاجوراء، ليبيا.

التقرير الفني لبعض الآبار المحفورة بمدينة صبراتة. الهيئة العامة للمياه (٢٠١٢). (تقرير غير منشور).

عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح الصادق, أحمد إبراهيم خماج وصلاح عبدالمولى أبوخذير 2009. رصد نوعية المياه الجوفية بتاجوراء - ليبيا. 30 (4) 260- 280 مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي. الإسكندرية، مصر.

عبد العزيز، عبد الرزاق مصباح الصادق، ٢٠١٥ ، تأثير نقص المياه على التنمية الزراعية في ليبيا، مجلة العلوم الزراعية والبيولوجية، مجلد ٢ العدد ١.

عبد العزيز، عبد الرزاق مصباح الصادق، ٢٠١٧، دراسة الوضع المائي لبلديتي صبراتة وصرمان، تقرير فني معد عن الوضع المائي لمدينتي صبراتة وصرمان بليبيا سنة ٢٠١٧. (تقرير غير منشور).

عمر، فريدة أبوبكر. ٢٠١٤. دراسة تلوث المياه الجوفية بمنطقة صبراتة، جامعة الزاوية، ليبيا. (رسالة ماجستير غير منشورة).

مسعود، جميلة مسعود عبدالله. ٢٠١٠. تذبذبات الأمطار وعلاقتها بالبيئة الطبيعية في منطقة النقاط الخمس. جامعة الزاوية، ليبيا. (رسالة ماجستير غير منشورة).

FAO .1986. Irrigation and drainage paper .water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization of the united nation. ROME.

Guidelines for Drinking-Water Quality. 1995. Vol. 1. Recommendation General World. Health Organization (WHO).

U. S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. U.S. Dept. Agric. Handbook No. 60.

Evaluation of Water Status in the Area between Mediterranean Coast and Agar-Sabrata City, Libya

Abdulaziz[1], A.M and Abdussalam, N.M[2]

[1]Soil and Water Depart-Agriculture Faculty- Tripoli University

[2] Sciences and Environmental Engineering Depart - Faculty of Engineering - Sabrata University - Libya

ABSTRACT

This study was conducted to the area of Sabrata. The study is to assess the water situation in the area extending from the north sea coast to the southern region by taking a longitudinal sector estimated to be about 20 km long and 2 km wide. A number of wells in the studied area were surveyed in the total of 39 wells selected randomly in different depths. The most important analysis were the chemical and biological as well as statistical analysis, all are based on the field and laboratory data carried out on the samples compared with Libyan specification standard No. 82 of 2013. In terms of chemical or biological content, as well as the classification of irrigation water according to the classification of the US Salinity Laboratory 1954. The most important chemical analysis conducted Total Dissolved Salts (TDS), calcium ion (Ca++), magnesium ion (Mg++), sodium ion(Na++),(SAR),residual carbonate (RSC) and modified adjuvant sodium (adj-SAR) ratio, and the analysis of sodium chloride (K-), chloride ions, sulphate ions, bicarbonate ion and (NO-3), (Coliform bacteria), and bacteria (Escherichia coli). After obtaining the results from the previous analyzes and discussing and represent them graphically, whether in the form of maps or other forms of graphical access to logical and scientific analysis of those results found that all the wells of the study area is not suitable for drinking either the total dissolved salts or other reasons for example the total dissolved salts higher It is permissible for several reasons that differ from one well to another, whether the cause is sea water intrusion, geological structure, gravity or other causes. Biological pollution results indicated that most of the wells are biologically polluted due to the potential contamination of wastewater. The wells are suitable only for irrigation of some crops that tolerate high salinity due to the high content of sodium or high salinity.

Keywords: Sabrata, Agar, Water Situation, Salinity and Alkalinity of Well Water, Coliform bacteria, Drinking and Irrigation Water.