

الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه الخزان الضحل بمدينة زليتن - ليبيا

الهادي اشميله¹، أنور نجى²، محمد أبوزنداح³، أسامه شخطور⁴، حسام كحيل⁵قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، الجامعة الأسمرية^{1,2,3,4,5}قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة المرقب⁴Email: al.ashmila@asmarya.edu.ly

Acceptance data : 4. 5 .2024

Electronic publishing data: 1.7.2024

المستخلص: أجريت هذه الدراسة على طبقة المياه الضحلة بوسط مدينة زليتن الواقعة شمال غرب ليبيا، نتيجة لما تم ملاحظته في السنوات الأخيرة من ارتفاع لمنسوب المياه الجوفية بشكل مستمر، وذلك بعد أن تم ربط شبكة المياه بالمدينة بخط النهر الصناعي، خصوصاً أن هذه المدينة تعاني من عدم وجود شبكة صرف صحي إلا في جزء بسيط لا يكاد يذكر منها.

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على بعض الخصائص الكيميائية لمياه الخزان التي تمثلت في عناصر الصوديوم، المغنيسيوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، والنترات بالإضافة إلى مجموع الأملاح الكلية الذائبة، ومقارنة التحاليل الحديثة بالدراسات السابقة بالمنطقة. حيث تم جمع سبعة عشرة عينة من سبعة عشر بئراً إنتاجياً، بتاريخ يناير 2022م، تم إجراء التحاليل المطلوبة، وتم مقارنتها مع دراسة البكوش 2008م، كذلك مطابقتها ومقارنتها مع المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية، خلصت النتائج إلى وجود تغيرات كبيرة في تركيزات العناصر ومجموع الأملاح الكلية الذائبة، لوحظ انخفاض في تركيز Na^+ K^+ ، Mg^{++} ، NO_3^- بالإضافة إلى TDS، ولوحظ ارتفاع في تركيز Ca^{++} الذي يُعزى إلى صخور الحجر الجيري بالمنطقة.

ABSTRACT

This study was conducted on the shallow water aquifers in the center of the city of Zliten, located in northwestern Libya, as a result of what has been observed in recent years of a continuous rise in the groundwater level, after the city's water network was linked to the artificial river line, especially since this city suffers from a lack of A sewage network except in a small, negligible part of it.

This study aimed to identify some of the chemical properties of Al Hazan water, which were represented by the element's sodium, magnesium, potassium, calcium, and nitrates in addition to the total dissolved salts, and to compare recent analyzes with previous studies in the region. Where seventeen samples were collected from seventeen production wells, on January 2022 AD, the required analyzes were conducted, and they were compared with the Al-Bakoush study 2008 AD, as well as matching and comparing them with the Libyan standard specifications for drinking water and the specifications of the World Health Organization, the results concluded that there are significant changes in concentrations elements and total dissolved salts, a decrease was observed in the concentration of Na^+ K^+ ، Mg^{++} ، NO_3^- in addition to 'TDS', and a high concentration of Ca^{++} was observed, which is attributed to the limestone rucks of the area

1. المقدمة

وتعتبر المياه الجوفية أو مياه الآبار هي الأكثر استهلاكاً، والمصدر الأساسي لمدينة زليتن، لأنه كما تعلم أن الكثير من مدن ليبيا تعتمد على مياه النهر الصناعي باعتبار أنه يزود أجزاء كبيرة من مدن ليبيا، ويتم الاعتماد عليه في استغلال المياه للاستهلاك البشري، وكذلك الحال الآن في مدينة زليتن يتم الاعتماد على مياه الآبار بشكل أساسي التي تم رفدها ودعمها حالياً بمصدر مياه النهر الصناعي التي هي أكثر جودة بسبب انخفاض ملوحتها، إلى جانب المياه المحلاة التي هي متعطلّة منذ سنوات ولا تغطي الا الجزء اليسير الذي لا يكاد ذكره ويمكن اهماله.

ونظراً لانخفاض رفعة المنطقة التي يوجد بها شبكة صرف صحي بمدينة زليتن، فإن جل المياه المستخدمة للاستعمالات المنزلية يتم صرفها بباطن الأرض لتصل إلى الخزان السطحي (الضحل)، وهنا يجب أن تكون مياه الآبار خالية من الملوثات الكيميائية والبيولوجية وغيرها من الملوثات، بحيث تطرقنا في عنواننا المتواضع إلى الأملاح الموجودة في المياه الجوفية ومدى مطابقتها بالمواصفات الليبية للمياه الصالحة للشرب،

عرفت المياه بأنها أهم العناصر اللازمة لاستمرار الحياة على كوكب الأرض، فلا تتم أية عملية حيوية داخلية في أي كائن حي على وجه الأرض إلا في وجود نسبة من الماء، وان العمليات الصناعية الكبرى منها والصغرى تستلزم وجوده، ولا يمكنها الاستغناء عنه، والمشكلة تكمن في ازدياد عدد السكان في العالم وتضاعف معهم مقدار احتياجاتهم من المياه النظيفة الأمانة.

وبالرغم من تعدد مصادر المياه إلا أنه ينذر وجود المياه النظيفة في الطبيعة، وذلك نتيجة أن الماء مذيب جيد لأغلب المواد وذلك تحوي المياه الطبيعية في أغلب الأحوال على بعض الأملاح الذائبة فيها وتصل نسبة هذه الأملاح الذائبة في بعض الأحيان إلى 40000 جزء في المليون، كما في مياه البحار والمحيطات، وتقل هذه النسب في مياه الأنهار والبحيرات، التي تتغذي من مياه الأمطار، إلا أنها قد تحوي على بعض الشوائب الأخرى.

ملجم/لتر)، بينما محطة وقود تساوه - دلت النتائج أن البئر الواقع شمال محطة وقود تساوه على بعد 100 متر وعلى عمق 52 متر كان تركيزها (17 ملجم/لتر)، وبينما البئر الواقع جنوب محطة السببقات الواقع على بعد 250 متر وعمق 30 متر كان التركيز (5 ملجم/لتر). والبئر الواقع جنوب غرب محطة وقود السببقات الذي يبعد عن المحطة 500 متر وعمق 30 متر يحتوي على (29 ملجم/لتر) حيث تعتبر هذه التراكيز منخفضة أي قليلة التلوث، وتوصلت دراسة تحت عنوان تلوث المياه الجوفية يهدد ليبيا إلى أن تهالك الشبكات أدى إلى تلوث مياه الشرب بالمياه الآسنة في مناطق عدة [3] أو وضحت أن مختبرات الهيئة العامة للمياه أكدت في العديد من الدراسات بناء على عينات مياه الآبار المنزلية، ظهور جراثيم قولونية تتجاوز بكثير الحد المسموح به في مياه الشرب، كما أشار إلى أن تلك الدراسات تؤكد ارتفاع نسب الجراثيم القولونية يهدد بأمراض خطيرة، مثل التهابات المعدة والأمعاء والحمى التيفودية والكوليرا وعدة أمراض جلدية، كما أن الدراسة التي بعنوان ظاهرة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية بمنطقة شمال غرب حوض سهل الجفارة الجوفي بليبيا [4] توصلت ، إلى أن بعض الاختبارات والتحليل أجريت لعدد 40 عينة من المياه الجوفية من آبار تم تحديدها عشوائياً موزعة بمنطقة الدراسة لتعيين تركيز بعض العناصر التي قد تكون مؤشر على تداخل مياه البحر في المياه الجوفية ومن هذه العناصر الأملاح الذائبة الكلية وكذلك تركيز أيونات الصوديوم Na^+ ، والكلوريد Cl^- والكالسيوم Ca^{2+} والماغنسيوم Mg^{2+} والكبريتات SO_4^{2-} وبعض العناصر الأخرى، ومن خلال نتائج هذه الدراسة لوحظ وجود تركيز عالي لهذه العناصر في الآبار القريبة من ساحل البحر، وأوضحت أن الخزان الجوفي سيتعرض لتداخل مياه البحر إذا استمر الضخ بذلك المعدل وهو 18 مليون متر مكعب سنوياً، وبينت أن بعض الآبار السطحية والتي تحتوي على تركيز عالي من الأملاح كان مصدرها راجع إلى وجود الأسباح (السبخات) أو تداخل مياه البحر، وتوصلت دراسة تحت نفس العنوان [4] إلى وجود غزو لمياه البحر المالحة إلى المياه الجوفية في المنطقة الممتدة من الحدود التونسية غرباً وحتى مصراته شرقاً، بينت النتائج أن الآبار القريبة من البحر تنتج مياه ذات ملوحة عالية وصلت نسبة الأملاح في بعض عيناتها إلى 1800 جزء في المليون، وظهرت نتائج بعض العينات أيضاً ارتفاع ملحوظ في تركيز الأملاح الكلية الذائبة حيث وصل إلى 2571 جزء في المليون ، وكذلك وصل تركيز أيون الكلوريدات إلى 2193 جزء في المليون ووصل تركيز أيون الصوديوم إلى 400 جزء في المليون، وكذلك ارتفاع في تركيز بعض الأيونات الأخرى مثل الكالسيوم، الماغنسيوم، البوتاسيوم، وكان هذا الارتفاع في الآبار القريبة من البحر. ونتج عن دراسة مقارنة تركيزات بعض الملوثات في مياه الشرب المستجرة من نبع السن والمياه المعبأة - بسوريا [5]، أن جميع المصادر المائية تحتوي على الرصاص بتركيزات متفاوتة، أما معدني النيكل والكاميوم، فقد وجد في بعض مصادر مياه الشرب المستجرة من نبع السن بتركيزات منخفضة، وكانت تركيزاته في المصادر الأخرى دون حد الكشف، أما تحلية مياه الشرب المعدة، فبين أن المياه المعبأة من نبع الفيحة أقل تلوثاً بعناصر المعادن الثقيلة المدروسة، بينما المياه المعبأة من نبع السن تحتوي على نسب مرتفعة من كل من معدن الرصاص والنيكل، مقارنة ببقية المصادر المدروسة، بالمقابل نجد أن المياه المعبأة من نبع بقين هي أكثر تلوثاً بمعدن الكاديوم مقارنة ببقية المصادر، أما النترات والنترت في

وأن التحليل للأملاح الموجودة في المياه ومصادر ما يعطي تقديراً جيداً لجودة المياه وخصائصها والجدير بالملاحظة أن المياه الجوفية أغلبها تحتوي على نسبة عالية من الأملاح أو بالأحرى نسبة الأملاح أعلى من المياه الصالحة للشرب، ولا تصلح كل مياه عذبة بأن تكون صالحة للشرب أو للاستعمال البشري ولاكن يتطلب أن تكون هذه المياه على مستوى خاص من النقاوة .

وهنا في مدينة زيتن، تم اختيار هذا العنوان نظراً للاستخدام الكثير للمياه الجوفية بالمدينة حيث أنها تمثل أغلب الاستخدام بما يتجاوز 70% من مصادر المياه بمدينة زيتن، الأمر الذي يحتاج إلى التعرف على نوعية هذه المياه كيميائياً ومدى مطابقتها للمواصفات الليبية لمياه الشرب.

تتمثل مشكلة الدراسة بأن استخدام المياه الجوفية السطحية ينتشر بشكل كبير في مدينة زيتن وخاصة بالآبار التي تستغل من قبل المرافق البلدية ومساجد المدينة وغيرها، ونظراً لتسرب مياه الصرف الصحي إلى الخزان الضحل، واستعمال المبيدات الزراعية والمخصبات والتلوث بمياه الصرف الزراعية وأخيراً استخدام الأسمدة الكيماوية وخاصة الأسمدة النيتروجينية الفسفورية والبوتاسية كل ذلك وغيره يؤدي إلى زيادة تركيز أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والكبريتات والكلور والنترات، الأمر الذي يستوجب عمل بحوث لكي يتم فيها التعرف على تركيز هذه العناصر ومدى مطابقتها للمواصفات الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب.

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تركيز العناصر الأساسية بهذه المياه المتمثلة في العناصر التالية (الماغنسيوم - الكالسيوم - البوتاسيوم - الصوديوم - النيتريت) بالإضافة إلى مجموع الأملاح الكلية الذائبة، كذلك معرفة الأسباب التي أدت إلى وجود هذه التراكيز العالية من الأملاح في حال وجودها ومقارنة هذه المياه بالمواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب.

كانت هناك العديد من الدراسات التي تعرضت لمثل هذه الاشكاليات منها دراسة بعنوان دراسة تداخل مياه البحر إلى الخزان الأول بمدينة زيتن باستخدام مؤشر جونز [1]، هدفت الدراسة إلى التعرف على التعرف على مستويات زحف المياه المالحة إلى مياه الخزان الأول بمدينة زيتن، توصلت الدراسة إلى عدم وجود تداخل بوسط مدينة زيتن وهناك تداخل بشرق منطقة زيتن يزيد عن غربها، كما بينت دراسة أخرى بعنوان تلوث المياه الجوفية بالمشتقات النفطية الناجم عن تسرب في خزانات محطات الوقود بمنطقة فزان [2]، إلى أن محطة وقود تراغن لم يحدث تسريب من هذه المحطة إلى الآبار الواقعة حول المحطة في الاتجاه الغرب إلا أن هناك آثار للمركبات الهيدروكربونية في اتجاه الجنوب، محطة وقود مرزق لم يحدث أي تسرب نحو الآبار، محطة وقود السببقات كانت اتجاهات تسرب المركبات الهيدروكربونية بالنسبة للآبار المدروسة باتجاه جنوب شرق وباتجاه جنوب غرب المحطة حيث كان تركيز المركبات النفطية 29 ملجم/لتر، أما البئر الواقع في الاتجاه الغربي لم يحدث إليه تسرب، محطة وقود تساوه حدث التسريب في هذه المحطة في اتجاه الشمالي الذي كان تركيز المركبات النفطية فيه 17 ملجم/لتر، وفي منطقة محطة وقود مكنوسة يحتوي البئر المجاور لها على تركيز (25

الجوفية وآثارها بمنطقة الزاوية [13]، إلى أن التلوث الحاصل في المياه الجوفية هو بسبب النفايات الصناعية وذلك بسبب المنشآت الحرفية بالمنطقة عن طريق المواد السائلة الناتجة عنها ومنها مخلفات ونفايات (البلاط، الطوب الإسمنتي، ودباغة الجلود، والمواد الغذائية، وصناعة الأحذية، وغيرها)، والتي أتبع معها أسلوب الحرق أو الردم أو إلقائها في العراء. كما جاء بدراسة تحت عنوان الخواص الهيدروجيوكيميائية وتقييم جودة المياه الجوفية في منطقة خور أدين شمال شرق السودان [14]، بعد أخذ اثني عشرة عينة من المياه وتم تحليلها لأجل تحديد المعاملات الفيزيائية والكيميائية إلى وجود تفاوت في درجة جودة المياه معبرا عنها في شكل الملوحة الكلية تفاوتنا مكانيا وزمانيا خلال الفصل الرطب والفصل الجاف من السنة، وتراوحت عسرة المياه بين عسرة ويسرة جدا. وجاء في دراسة تحت عنوان تحديد تراكيز العناصر الثقيلة بأخذ مياه البحر لمحطة تحلية غرب طرابلس بنزور [15]، إلى أن جميع العينات من مياه التغذية لمحطة التحلية أظهرت نتائجها اختلافات شهرية في تراكيز العناصر الثقيلة، هذه الاختلافات تعمل على زيادة التآكل والترسيب لمكونات محطة تحلية المياه، ومن ناحية أخرى كانت تراكيز الحديد والنحاس والمنجنيز والزنك عالية جدا بالمقارنة مع المعدلات القياسية لمياه البحر.

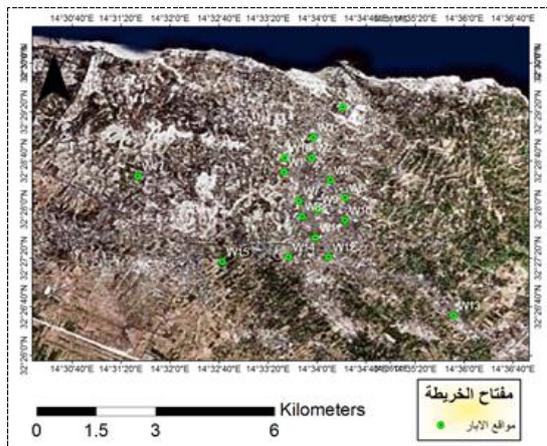
2. منطقة الدراسة

1.2 الموقع الفلكي

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (20° 32')، (30° 14') شمالا، وبين خطي طول، (30° 14')، (34° 14') شرقا، [16].

2.2 الموقع الجغرافي

تقع مدينة زليتن على الساحل الغربي من ليبيا، وتبعد إلى الشرق من الخمس بحوالي 35 كيلومتر وإلى الغرب من مصراتة بحوالي 50 كيلو متر، أما عن حدودها الإدارية يحدها شمالا البحر المتوسط ومن الجنوب منطقة بني وليد ومن الشرق منطقة مصراتة ومن الغرب الخمس وترهونة ومسلاتة، [16]



شكل رقم (1) يبين خارطة موقع الدراسة موضح عليها مواقع الآبار

العينات فقد كانت بتركيزات منخفضة في بعض العينات، ودون حد الكشف في معظمها، وبالنتيجة نجد أن تركيزات كل من المعادن الثقيلة والتزيت في مياه الشرب المستجرة أو المعبأة كانت منخفضة. وتوصلت دراسة بعنوان تتبّع التغيير في كمية الأملاح والعناصر الثقيلة لأربعة مصادر للمياه المعالجة في مدينة طرابلس [6]، إلى أن مياه المخلفات الصناعية حسب مواصفات بعض الدول العربية قد تجاوزت الحدود المسموح بها ماعدا النترات والكاديوم، وسجل ارتفاعا في درجة التوصيل الكهربائي والكلوريد والكبريتات وعنصري الرصاص والكروم، وانخفاض في درجة التفاعل طوال فترة الدراسة والتي بلغت أربعة أشهر فقط نظرا لعطل المحطة، وبحسب المواصفات القياسية لمنظمة الأغذية، فقد سجل تجاوز الحدود المسموح بها طوال فترة الدراسة سواء لمياه المحطة أو الخزانات في درجة التوصيل الكهربائي بدرجة كبيرة، ونسبية الصوديوم الممتص -وكربونات الصوديوم المتبقية - وقيم البيكربونات، والكلوريدات. أما درجة التفاعل والنترات والعناصر الثقيلة، فقد كانت داخل الحدود المسموح بها لمياه الري، سواء للمحطة والخزانات، أما الناحية الميكروبية فقد أثبتت تواجد مجموعة بكتيريا القولون المعوية وتواجد E-Coli وبكتيريا المكورات المعوية في المياه للمحطة أو الخزانات. توصلت الدراسة التي بعنوان الميكروبيولوجية والكيميائية لبعض مصادر مياه الشرب في منطقتي زويلة وتمسه بجنوب ليبيا [7]، أوضحت الدراسة أن كل العينات الميكروبيولوجية المختبرة مقبولة ومطابقة للمواصفات القياسية لمياه الشرب طبقاً لمنظمة الصحة العالمية، وأيضاً أوضحت الدراسة أن النتائج الكيميائية لجميع العينات أيضاً مقبولة ومطابقة للمواصفات القياسية لمياه الشرب تقريباً طبقاً لمنظمة الصحة العالمية فيما عدا تركيز أيون الحديدوز فقد كان أعلى من الحدود المسموح بها. كما توصلت دراسة بعنوان مدى تأثير مياه الصرف الصحي الغير المعالجة على المياه الجوفية في منطقة صبراتة كونها نتاج للتفاعل بين الإنسان والبيئة [8]، إلى أن هناك تأثيراً واضحاً للعوامل الطبيعية في نشر الملوثات رغم كونها نتاج النشاط البشري. وتوصلت الدراسة التي تحت عنوان تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على المياه الجوفية في منطقة انجيله [9]، إلى أن التوسع في استخدام الآبار السوداء أو البيارة ساهم بشكل كبير في تلوث المياه الجوفية، وأن حجم التلوث مرتبط بنوع التربة ومسامتيتها. و بدراسة تحت عنوان مياه الصرف الصحي وأخطارها على البيئة والاستفادة منها بمنطقة حوض البحر الأوسط [10]، في هذه الدراسة كشف الباحث عن مكونات الصرف الصحي والمشاكل والأخطار البيئية من جراء هذا الملوث وخاصة البيئة البحرية، حيث ذكر بأن حوض البحر المتوسط يعتبر مكبا لمخلفات الصرف الصحي كما تناول طرق معالجة هذا النوع من المياه الملوثة وكيفية الاستفادة منها بالشكل الصحيح الإيجابي على البيئة والإنسان. وتوصلت الدراسة التي تحت عنوان الصرف الصحي بمدينة الزاوية وأثره في البيئة [11]، إلى أن أثر النفايات السائلة والخاصة بمياه الصرف الصحي في البيئة أدت إلى انتشار الأمراض وتلوث المياه الجوفية، واقترحت الدراسة إلى ضرورة توجيه الاهتمام لخدمات الصرف الصحي وإنشاء محطات المعالجة. توصلت دراسة [12]، إلى أن المياه الجوفية قد تأثرت بفعل مياه الصرف الصحي، نظرا لطبيعة التربة الرملية التي تساعد على انتقال مياه الصرف الصحي بشكل مباشر إلى الخزان الجوفي السطحي. كما توصلت الدراسة التي بعنوان تلوث المياه

المركزية، بئر قاعة الأمل، بئر مستشفى المدينة، بئر مسجد احمادي، بئر منزل اللوكي، بئر الجوازات، بئر السوق الشعبي، بئر الشيخ الأسمرى، بئر المنتزه، بئر مسجد العبيدات، بئر محطة وقود .

البازة، بئر المنارة المدنية، بئر مسجد المهدي، بئر مسجد العاتي، بئر منارة البازة، بئر منزل كريبا.

بعد تحديد الآبار تم أخذ العينات المائية لإجراء التحاليل الكيميائية في مركز بحوث المياه التابع لمركز البحوث بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي بتاجوراء، وتمثلت التحاليل في كلا من مجموع الأملاح الكلية الذائبة (TDS)، والمغنيسيوم (Mg)، والكالسيوم (Ca)، والصوديوم (Na)، والبوتاسيوم (K)، والنيتريت (NO₃)، وأيضا الموصلية الكهربائية (Ec)، وكما ذكرنا أنه في الدراسة السابقة تم تحديد مستوى سطح الماء داخل الآبار بالنسبة لمستوى سطح الأرض، ومنسوب مستوى سطح الماء من مستوى سطح البحر، والإحداثيات الخاصة بموقع كل بئر.

ولقد تم جمع البيانات الخاصة بهذه الآبار كما بالجدول رقم (1) التالي:

3. طرق وأليات البحث

قُسمت الدراسة إلى دراسة حقلية (ميدانية) وأخرى معملية حيث تم إجراء التحاليل الكيميائية بمركز بحوث المياه بتاجوراء التابع لمركز البحوث بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي، خلال شهر يناير 2022م.

1.3 العمل الحقلية

تم تحديد سبعة عشر بئرا موزعة على وسط مدينة زيتن، وهي آبار سطحية منسوب الماء الأرضي فيها قريب من السطح، باعتبار أن أغلب التلوث ناجم عن المخلفات الصناعية أو التسرب من خزانات الوقود أو حتى من تهالك شبكة الصرف الصحي.

تم اختيار وسط المدينة باعتبار أنها ذات كثافة سكانية أكبر مقارنة بضواحي المدينة ولوجود دراسة سابقة، والسبب الثاني هو مقارنة تحاليل بعض الآبار بتحاليل سابقة تم التطرق إليها في الدراسات السابقة من الفصل الأول، وقد قام بهذه الدراسة البكوش [5]، للتعرف على التغير الحاصل طيلة ثلاثة عشرة سنة مضت على إجراء البحث [17]، وتمثلت عينة الدراسة السابقة والحالية في الآبار التالية: بئر فندق زيتن، بئر المدرسة

جدول رقم (1) يبين اسم كل بئر وإحداثياته وعمقه من سطح الأرض

رقم البئر	اسم البئر	العمق من سطح الأرض	X	Y	Z	منسوب الماء من مستوى سطح البحر
W1	فندق زيتن	6.40 م	14.33.33	32.28.31	6 م	-90 سم
W2	المدرسة المركزية	5.10 م	14.33.56	32.28.42	6 م	40 سم
W3	قاعة الأمل	3.10 م	14.33.57	32.28.59	8 م	4.40 م
W4	مستشفى المدينة	20 م	14.34.21	32.29.24	17 م	-3.5 م
W5	مسجد احمادي	7.80 م	14.34.11	32.28.24	9 م	70 سم
W6	منزل اللوكي	6.20 م	14.34.23	32.28.10	10 م	3.30 م
W7	الجوازات	4.60 م	14.33.45	32.28.07	17 م	11.9 م
W8	السوق الشعبي	6.10 م	14.33.48	32.27.54	11 م	4.40 م
W9	الشيخ الأسمرى	6.50 م	14.34.06	32.28.00	14 م	7 م
W10	المنتزه	7.20 م	14.34.23	32.27.51	10 م	2.30 م
W11	مسجد العبيدات	8.40 م	14.33.59	32.27.37	10 م	1.10 م
W12	مسجد العاتي	17.50 م	14.34.10	32.27.21	18 م	صفر
W13	محطة الوقود	20 م	14.35.52	32.26.33	21 م	-0.5 سم
W14	المنارة المدنية	14.30 م	14.33.37	32.27.21	20 م	4.20 م
W15	مسجد المهدي	12.25 م	14.32.43	32.27.17	11 م	-2 م
W16	منارة البازة	4.40 م	14.33.34	32.28.42	12 م	2.10 م
W17	منزل كريبا	5.50 م	14.31.34	32.28.27	5 م	-1 م

المصدر (البكوش، 2008)

مسجد العاتي، محطة الوقود، المنارة المدنية، مسجد المهدي، منارة البازة، منزل كريبيا، مع المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومنظمة الصحة العالمية.

4. النتائج:

من خلال تحليل عينات الدراسة تم التوصل إلى النتائج المدرجة بالجدول رقم (2) التالي:

2.3 العمل المكتبي

- تم مقارنة نتائج تحاليل الآبار سابقاً للمواقع المدرسة المركزية، مسجد احمادي، الشيخ الأسمرى، المنتزه، مسجد العبيدات، مع التحاليل الحديثة.

- وتم مقارنة تحاليل الآبار وهي فندق زيتن، قاعة الأمل، مستشفى المدينة، منزل اللوكي، الجوازات، السوق الشعبي،

جدول رقم (2) يوضح نتائج تحليل العينات الحديثة

رقم البئر	اسم البئر	TDS mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	Na mg/L	K mg/L	EC ms/cm	NO3 mg/L
W1	فندق زيتن	838	13	141.6	143	2.2	1.346	9.8
W2	المدرسة المركزية	1379	13	161	136.8	7.5	2.20	1.316
W3	قاعة الأمل	1887	10	520	240	10	2.95	0.837
W4	مستشفى المدينة	3460	10	700	560	9	5.31	1,240
W5	مسجد احمادي	2310	36	504	308	7	3.56	10.54
W6	منزل اللوكي	2700	7	820	840	23	4.17	3.550
W7	الجوازات	1243	28	169.6	192.7	12.6	1.97	17.72
W8	السوق الشعبي	1863	37	470.4	270	6	2.93	6.2
W9	الشيخ الأسمرى	1123	4	402	183	12	2.06	1.852
W10	المنتزه	1950	5	600	268	7	3.04	1.130
W11	مسجد العبيدات	1824	27	580	308	10	2.87	2.345
W12	مسجد العاتي	2340	75	460	360	5	3.64	1.329
W13	محطة الوقود	1864	24	240	11	0	2.93	0.735
W14	المنارة المدنية	1822	55	690	500	14	2.85	2.144
W15	مسجد المهدي	1217	4	480	280	4	1.901	11.21
W16	منارة البازة	2960	2	554	434	10	4.58	1.373
W17	منزل كريبيا	830	14	137.6	141.7	2.1	1.336	14.8

(مركز بحوث المياه التابع لمركز البحوث بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي بتاجوراء، شهر 1 / 2022) من عمل الباحث

والماغنيسيوم، والنيتريت، والصوديوم، ودرجة الموصلية الكهربائية، ومجموع الأملاح الكلية الذائبة، بحيث أنه في الخطوات التالية سوف نقارن هذه التحاليل مع المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب.

النتائج المبينة في الجدول رقم (2) توضح التحاليل المخبرية المتحصل عليها من قبل مركز بحوث المياه التابع لوزارة التعليم العالي بتاجوراء خلال شهر يناير 2022م، والتي من خلالها تبين تركيز كل من عنصر الكالسيوم، والبوتاسيوم،

1.4. مقارنة نتائج التحاليل القديمة للأبار مع نتائج التحاليل الحديثة:

من خلال نتائج التحاليل القديمة لبعض الآبار سيتم مقارنتها
بنتائج التحاليل الحديثة لنفس الآبار وهما مدرجتان كما
بالجدول رقم (3) التالي:

جدول رقم (3) يبين نتائج التحاليل القديمة والحديثة للأبار

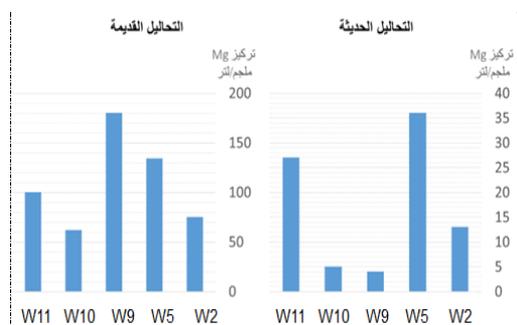
رقم البئر	اسم البئر	سنة التحليل	TDS mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	Na mg/L	K mg/L	NO3 mg/L
W2	المدرسة المركزية	2008	1557	75	99	200	25	77.5
		2021	1379	13	161	136.8	7.5	1.316
W5	مسجد احمادي	2008	3090	134	292	480	51	44
		2021	2310	36	504	308	7	10.54
W9	الشيخ الأسمرى	2008	6050	180	330	800	30	141
		2021	1123	4	402	183	12	1.852
W10	المنتزه	2008	1483	62	148	120	100	65.8
		2021	1950	5	600	268	7	1.130
W11	مسجد العبيدات	2008	3567	100	260	460	60	170
		2021	1824	27	580	308	10	2.345

من عمل الباحث

3.4. المغنيسيوم: Mg

يُلاحظ من مقارنة نتائج التحاليل أن تركيز Mg قد انخفض في
جميع الآبار فكان بالبئر رقم W2 75 ملجم/لتر انخفض إلى
36 ملجم/لتر، والبئر رقم W5 انخفض من 134 إلى 4
ملجم/لتر، كذلك بالبئر رقم W9 انخفض من 180 إلى 4
ملجم/لتر، والبئر رقم W10 انخفض من 62 إلى 5 ملجم/لتر،
والبئر رقم W11 انخفض من 100 إلى 27 ملجم/لتر، نخلص
إلى أن تركيز عنصر المغنيسيوم قد انخفض في كل عينات
الدراسة مما يفيد تحسن نوعية المياه بشكل عام وهذا قد يكون
راجع إلى نفس الأسباب التي ذكرت سابقاً.

وتم وضع نتائج التحاليل الحديثة والقديمة لعنصر المغنيسيوم
بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (3) التالي:

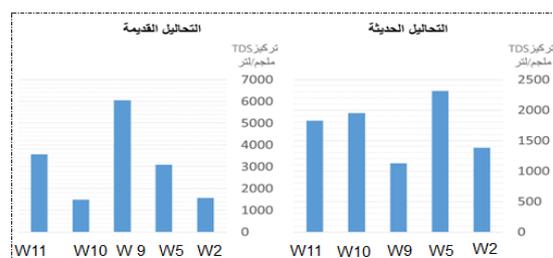


شكل رقم (3) يبين مخطط تركيز Mg بمنطقة الدراسة للمقارنة بين التحاليل الحديثة والقديمة.

2.4. الأملاح الكلية الذائبة: TDS

من خلال استعراض نتائج التحاليل السابقة كما بالجدولين (2)،
(3) نلاحظ أن TDS قد ارتفعت في البئر رقم (W10) فقط من
1483 إلى 1950 ملجم/لتر، وانخفضت ببقية الآبار فكانت
بالبئر رقم (W2) 1557 أصبحت 1379 ملجم/لتر، كذلك
بالبئر رقم W5 انخفضت من 3090 إلى 2310 ملجم/لتر،
كذلك بالبئر رقم W9 انخفضت من 6050 إلى 1123
ملجم/لتر، والبئر رقم W11 انخفضت من 3567 إلى 1824
ملجم/لتر، نخلص إلى أن الأملاح الكلية الذائبة قد انخفض
تركيزها في أغلب عينات الدراسة مما يفيد تحسن نوعية المياه
بشكل عام وهذا قد يكون راجع إلى تسرب مياه من شبكات مياه
الاستعمال المنزلي (مياه النهر) ومن شبكات مياه الصرف
الصحي وكذلك مياه الري إلى الخزان الضحل.

وتم وضع نتائج التحاليل الحديثة والقديمة للأملاح الكلية الذائبة
بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (2) التالي:

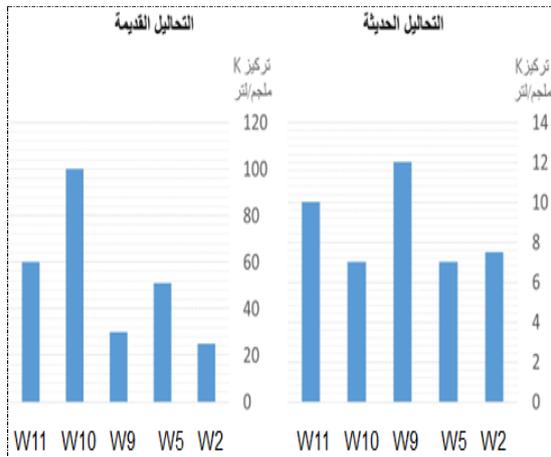


شكل رقم (2) يبين مخطط تركيز TDS بمنطقة الدراسة للمقارنة بين التحاليل الحديثة والقديمة

6.4. البوتاسيوم: K

يُلاحظ أن تركيز K قد انخفض في جميع الآبار فكان تركيزه بالبئر رقم W1 99 ملج/لتر ارتفع إلى 161 ملج/لتر، كذلك بالبئر رقم W3 ارتفع من 330 إلى 402 ملج/لتر والبئر رقم ص6 ارتفع من 148 إلى 600 ملج/لتر، والبئر رقم W7 ارتفع من 260 إلى 580 ملج/لتر، نخلص إلى أن تركيز عنصر الكالسيوم قد ارتفع كثيراً في كل عينات الدراسة مما يفيد تردي نوعية المياه بشكل عام وهذا قد يكون راجع إلى عمليات إذابة تربة الحجر الجيري القريبة من السطح.

وتم وضع نتائج التحاليل الحديثة والقديمة لعنصر البوتاسيوم بوحدة ملج/لتر في الشكل رقم (6) التالي:



شكل رقم (6) يبين مخطط تركيز K بمنطقة الدراسة للمقارنة بين التحاليل الحديثة والقديمة

7.4. النيتريت: NO₃

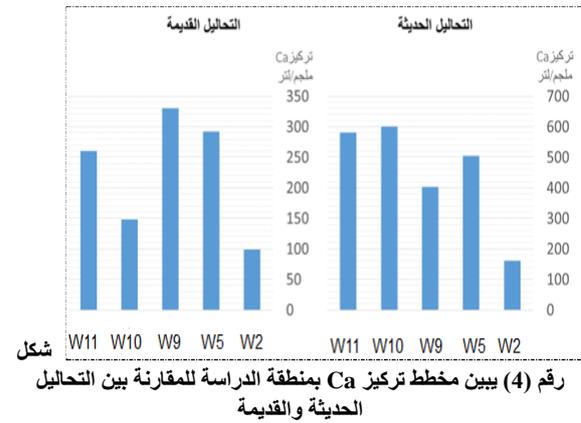
يُلاحظ أن تركيز NO₃ قد انخفض في جميع الآبار فكان في البئر رقم W2 77.5 انخفض إلى 1.316 ملج/لتر، والبئر رقم W5 انخفض من 44 إلى 10.54 ملج/لتر، والبئر رقم W9 انخفض من 141 إلى 1.852 ملج/لتر، والبئر رقم W10 انخفض من 65.8 إلى 1.130 ملج/لتر، كذلك بالبئر رقم W11 انخفض من 170 إلى 2.345 ملج/لتر، نخلص إلى أن تركيز عنصر النيتريت قد انخفض بشكل كبير في كل عينات الدراسة مما يفيد تحسن نوعية المياه بشكل عام وهذا قد يكون راجعاً إلى تسرب مياه النهر من شبكات المياه، كما أن مياه الصرف الصحي تهدر بأحجام هائلة تعمل على تخفيف تركيز النيتريت والتي مصدر أغلبها أيضاً مياه النهر التي يحدث لها فلترة بواسطة التربة قبل وصولها إلى مياه الخزان السطحي.

وتم وضع نتائج التحاليل الحديثة والقديمة لعنصر النيتريت بوحدة ملج/لتر في الشكل رقم (7) التالي:

4.4. الكالسيوم: Ca

يُلاحظ أن تركيز Ca قد ارتفع في جميع الآبار فكان بالبئر رقم W1 99 ملج/لتر ارتفع إلى 161 ملج/لتر، كذلك بالبئر رقم W3 ارتفع من 330 إلى 402 ملج/لتر، والبئر رقم ص6 ارتفع من 148 إلى 600 ملج/لتر، والبئر رقم W7 ارتفع من 260 إلى 580 ملج/لتر، نخلص إلى أن تركيز عنصر الكالسيوم قد ارتفع كثيراً في كل عينات الدراسة مما يفيد تردي نوعية المياه بشكل عام وهذا قد يكون راجع إلى عمليات إذابة تربة الحجر الجيري القريبة من السطح.

وتم وضع نتائج التحاليل الحديثة والقديمة لعنصر الكالسيوم بوحدة ملج/لتر في الشكل رقم (4) التالي:

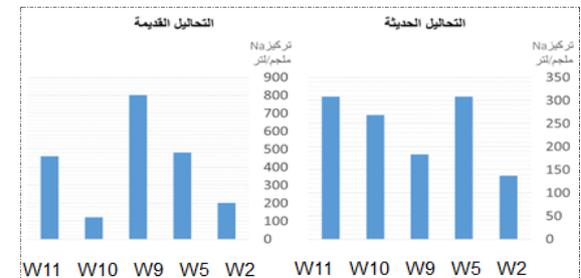


شكل رقم (4) يبين مخطط تركيز Ca بمنطقة الدراسة للمقارنة بين التحاليل الحديثة والقديمة

5.4. الصوديوم: Na

يُلاحظ أن تركيز Na قد ارتفع في البئر رقم W6 فقط من 120 ملج/لتر إلى 268 ملج/لتر، أما تركيزه قد انخفض ببقية الآبار فكان بالبئر رقم W1 200 انخفض إلى 166.8 ملج/لتر، كذلك بالبئر رقم W3 انخفض من 480 إلى 308 ملج/لتر، والبئر رقم W4 انخفض من 800 إلى 183 ملج/لتر، كذلك بالبئر رقم W7 انخفض من 460 إلى 308 ملج/لتر، نخلص إلى أن تركيز عنصر الصوديوم قد انخفض في أغلب عينات الدراسة مما يفيد تحسن نوعية المياه بشكل عام وهذا قد يكون راجع إلى تسرب مياه من شبكات المياه (مياه النهر الصناعي) ومن شبكات مياه الصرف الصحي وكذلك مياه الري إلى الخزان السطحي.

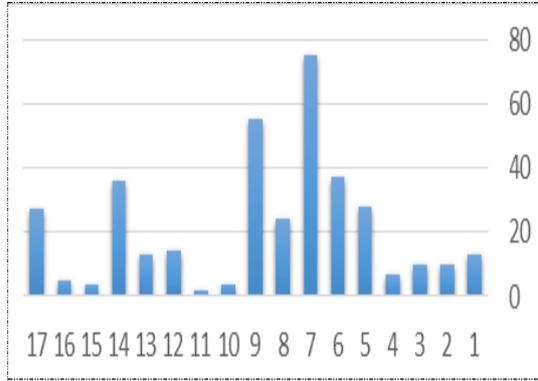
وتم وضع نتائج التحاليل الحديثة والقديمة لعنصر الصوديوم بوحدة ملج/لتر في الشكل رقم (5) التالي:



شكل رقم (5) يبين مخطط تركيز Na بمنطقة الدراسة للمقارنة بين التحاليل الحديثة والقديمة

المغنيسيوم: Mg

من خلال الجدول رقم (2) يُلاحظ أن النتائج المتحصل عليها من تحليل عنصر المغنيسيوم أن تركيزه ضمن الحدود المسموح بها لبعض عينات الدراسة وفقاً للمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية، حيث أن الحدود المسموح بها هي (30-150) ملجم/لتر، وكان المعدل ضمن الحدود المسموح بها في الآبار W5 36 ملجم/لتر، W12 75 ملجم/لتر، ورقم W14 55 ملجم/لتر، W8 37 ملجم/لتر. أما بقية الآبار فإن التركيز أنخفض عن 30 ملجم/لتر وبالتالي يُعد أقل من الحدود المسموح بها. وتم وضع نتائج تحليل عنصر المغنيسيوم بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (9) التالي:

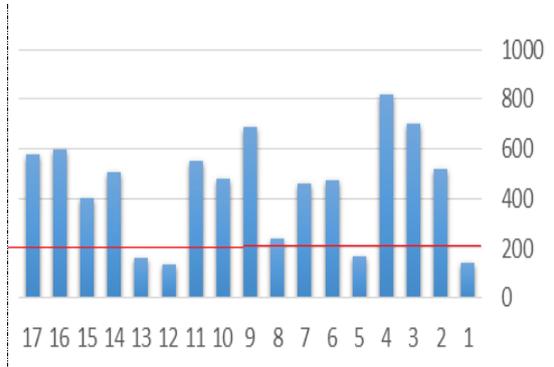


شكل رقم (9) يبين مخطط تركيز Mg ملجم/لتر بمنطقة الدراسة

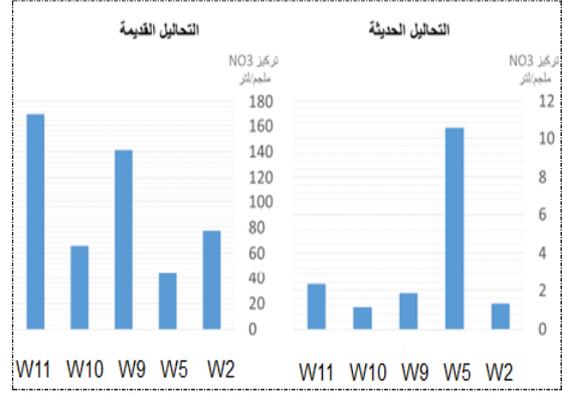
3.2.4 الكالسيوم: Ca

يُلاحظ أن تركيز عنصر الكالسيوم أعلى من الحدود المسموح بها لأغلب عينات الدراسة وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (100 - 200) ملجم/لتر، حيث كان المعدل ضمن الحدود المسموح بها في الآبار رقم W1، W2، W7، W17 (137.6، 169.7، 161، 141.6)، وأرتفع عن الحدود المسموح بها في بقية الآبار، وكان أعلى تركيز للكالسيوم 820 ملجم/لتر في البئر W6.

وتم وضع نتائج تحليل عنصر الكالسيوم بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (10) التالي:



شكل رقم (10) يبين مخطط تركيز Ca ملجم/لتر بمنطقة الدراسة



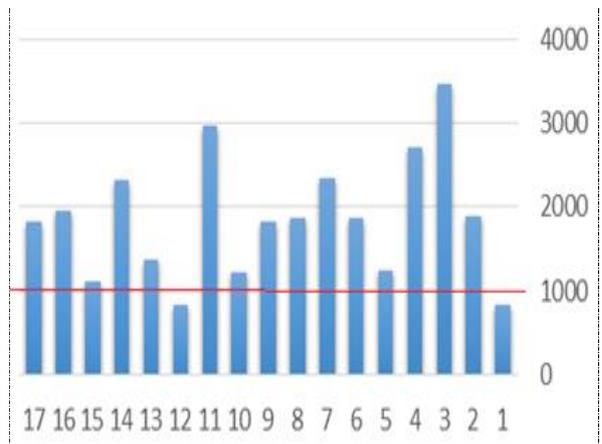
شكل رقم (7) يبين مخطط تركيز NO3 بمنطقة الدراسة للمقارنة بين التحاليل الحديثة والقديمة

2.4 مقارنة نتائج التحاليل الحديثة للآبار مع المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب:

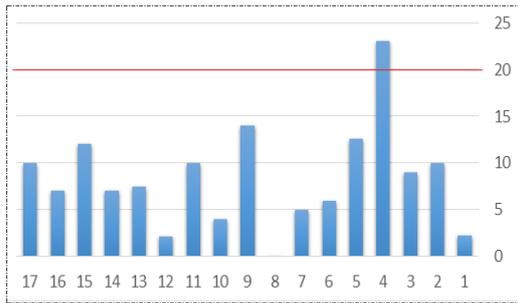
من خلال مقارنة نتائج التحاليل الحديثة كما بالجدول رقم (2) بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب و معايير منظمة الصحة العالمية.

1.2.4.4 الأملاح الكلية الذائبة: TDS

من خلال الجدول رقم (2) يُلاحظ أن النتائج المتحصل عليها لمجموع الأملاح الكلية الذائبة أنها أعلى من الحدود المسموح بها في أغلب عينات الدراسة وفقاً للمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (500-1000 ملجم/لتر)، فكان المعدل أعلى من الحدود المسموح بها في كل الآبار ما عدا البئرين W1، W17 كان تركيز الأملاح (830، 838) ملجم/لتر على التوالي، وكانت أعلى قيمة لتركيز TDS 3460 مما يشير إلى ارتفاع تركيز الصوديوم عن المواصفات القياسية الليبية والعالمية. وتم وضع نتائج تحليل الأملاح الكلية الذائبة بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (8) التالي:



شكل رقم (8) يبين مخطط تركيز TDS ملجم/لتر بمنطقة الدراسة

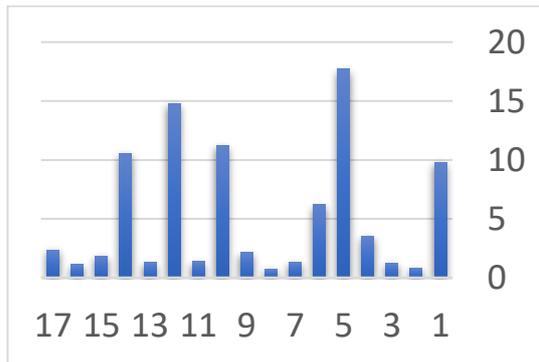


شكل رقم (12) يبين مخطط تركيز K ملجرام/لتر. بمنطقة الدراسة

6.2.4 النيتريت: NO3

يلاحظ أن تركيز عنصر النيتريت كان أقل من الحدود المسموح بها لكل عينات الدراسة وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (5-45 ملجم/لتر)، حيث كان أعلى تركيز في العينات في البئر W7، بتركيز 17.72 ملجم/لتر.

وتم وضع نتائج تحليل عنصر النيتريت بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (13) التالي:



شكل رقم (13) يبين مخطط تركيز NO3 بمنطقة الدراسة

3.4 الخلاصة:

1- يلاحظ أن تركيز عناصر النيتريت، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم، قد انخفضت في كل عينات الدراسة وهو وفق الحدود المسموح بها بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب.

2- يلاحظ أن تركيز الأملاح الكلية الذائبة قد انخفضت لأغلب عينات الدراسة خلال أربعة عشرة عاما عما كانت عليه إلا أنها لازالت أعلى من الحدود المسموح بها وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية.

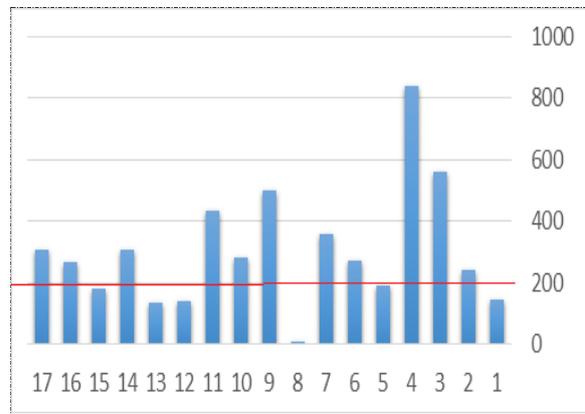
3- يلاحظ أن عنصر الصوديوم انخفض في أغلب عينات الدراسة عما كان عليه سابقا إلا أنه لازال أعلى من الحدود المسموح بها بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب لأغلب عينات الدراسة.

4- يلاحظ أن تركيز عنصر الكالسيوم قد ارتفع بكل عينات الدراسة وهو أعلى من الحدود المسموح بها بالمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب.

4.2.4 الصوديوم Na:

يلاحظ أن النتائج المتحصل عليها من تحليل عنصر الصوديوم أعلى من الحدود المسموح بها في أغلب عينات الدراسة وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (200 - 20 ملجم/لتر)، حيث كان المعدل وفق المعايير المسموح بها في الأبار W2، W1، W9، W7، W13، W17، وكان التركيز أقل من الحدود في البئر W13 بتركيز 11 ملجم/لتر. وكان أعلى تركيز للصوديوم في البئر W6 بتركيز 840 ملجم/لتر.

وتم وضع نتائج تحليل عنصر الصوديوم بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (11) التالي:



شكل رقم (11) يبين مخطط تركيز Na ملجرام/لتر بمنطقة الدراسة

نلاحظ من الشكل السابق أن البئر رقم (8) قد سجل أقل قراءة لتحليل عنصر الصوديوم، وقد كان البئر رقم (4) قد سجل أعلى قراءة

5.2.4 البوتاسيوم K:

يلاحظ أن النتائج المتحصل عليها من تحليل عنصر البوتاسيوم أقل من الحدود المسموح بها لأغلب عينات الدراسة وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومواصفات منظمة الصحة العالمية والحدود المسموح بها هي (20 - 10 ملجم/لتر)، حيث كان المعدل أقل من الحدود المسموح بها في الأبار رقم W1، W2، W4، W5، W8، W10، W12، W13، W15، W17، بتركيبة (2.2، 7.5، 9، 7، 6، 7، 5، 0، 4، 2.1) ملجم/لتر على التوالي، وكان أعلى من الحدود في البئر W6 بتركيز 23 ملجم/لتر.

وتم وضع نتائج تحليل عنصر البوتاسيوم بوحدة ملجم/لتر في الشكل رقم (12) التالي:

- 5- يلاحظ من النقاط السابقة أن هناك تحسن بنوعية المياه من الناحية الكيميائية بشكل عام وقد يعزى ذلك إلى تسرب مياه النهر في الأونة الأخيرة لتغذية الخزان السطحي، حيث أن المياه تجمعت من مياه الصرف الصحي بالإضافة إلى مياه ري الحدائق وبالإضافة إلى مياه الري بشكل عام جميعها ساهمت في تحسن نوعية المياه وذلك لأن نوعية مياه النهر تركز الأملاح فيها أقل من 1000 ملجم/لتر.
 - 6- يلاحظ تحسن في تركيز النترات وهذا يرجع رجوعه إلى حجم كميات مياه النهر الكبيرة التي تصرف إلى المياه السطحية الضحلة مما تعمل على تخفيف مياه الصرف الصحي، كذلك حجم المياه التي تهدر بسبب التسرب الحاصل في الشبكة.
- 4.4 التوصيات:**
- 1- عمل شبكة بيزومترية لمراقبة النوعية والخصائص الهيدروليكية لمتابعة المياه الجوفية ومعرفة ما يطرأ عليها مستقبلاً
 - 2- صيانة شبكة خطوط مياه الصرف الصحي لمنع تسرب أي تركيزات للعناصر إلى الخزان الجوفي.
 - 3- الترشيد بعدم حفر آبار المياه بالقرب من محطات الوقود والآبار السوداء.
 - 4- ترشيد وتوعية أصحاب المزارع للتقليل من استعمال الأسمدة والمبيدات الحشرية والتي بدورها تتسبب في تلوث الخزان الجوفي عند تسربها.
 - 5- وضع ميزانية خاصة لدعم المشاريع والأبحاث العلمية التي تسعى إلى ابتكار طرق وإجراءات تعمل على حماية الماء من الملوثات.
 - 6- عمل حملات توعية للمواطنين عن تلوث المياه الجوفية وخطورة هذا التلوث ويجب أن تكون هذه الحملة باستخدام الوسائل الإعلامية المختلفة.
- نظراً لمحدودية الموارد المائية وبناءً على النتائج التي تم الوصول إليها نرى أنه يجب الأخذ والعمل بالنقاط الآتية:

المراجع:

- [1] - ا. ر. اشميعة، م. ع. بن زقطة، ع. ا. ا. نوار، م. م. الجطلاوي، و م. ع. امعرف، دراسة تداخل مياه البحر إلى الخزان الجوفي الأول بمدينة زليتن، المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد 26 العدد 1، ص1-16، 2021.
- [2] - م. الشريف، وآخرون، تلوث المياه الجوفية بالمشتقات النفطية الناجم عن تسرب في خزانات محطات الوقود بمناطق فزان، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، مجلد (1)، العدد (1)، الجامعة الأسمرية، 2015.
- [3] - أ. الشايب، تلوث المياه الجوفية يهدد ليبيا بمنطقة طرابلس، موقع البحث الإلكتروني (https://www.alaraby.co.uk)، 2019.
- [4] - أ. الشكل، دراسة ظاهرة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية بالمنطقة شمال غرب حوض سهل الجفارة الجوفي - بلبيبا، المجلة الدولية للعلوم والتقنية، العدد 12، 2017.
- [5] - ف. سلمان، مقارنة تركيزات بعض الملوثات في مياه الشرب المستجرة من نبع السن والمياه المعبأة، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، العدد (2)، المجلد (37) 2015.
- [6] - ع. أرفيدة، تتبع التغيير في كمية الأملاح والعناصر الثقيلة لأربعة مصادر للمياه المعالجة في مدينة طرابلس، مجلة الهندسي، العددان (36-37)، جامعة الفاتح، 1995.
- [7] - ع. الزيداني، وآخرون، الميكرو بيولوجية والكيميائية لبعض مصادر مياه الشرب في منطقتي زويلة وتمسه بجنوب ليبيا، مجلة جامعة سيها، رقم الإبداع القانوني 2007/2009/1013.
- [8] - خ. المشري، تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على المياه الجوفية في منطقة صبراتة، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، 2015.
- [9] - ن. الشيباني، تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على المياه الجوفية في منطقة انجيلة، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، 9831.
- [10] - م. القبي، مياه الصرف الصحي وأخطارها على البيئة والإستفادة منها بمنطقة حوض البحر الأوسط، مجلة البيئة، العدد الخامس، 2001.
- [11] - ع. العزاوي، الصرف الصحي بمدينة الزاوية وأثره في البيئة، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، 2006.
- [12] - أ. أبو بكر، الآثار البيئية المترتبة على مياه الصرف الصحي بجنزور، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، 2007.
- [13] - ل. زايد، تلوث المياه الجوفية وآثارها بمنطقة الزاوية، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، 2013.
- [14] - ب. الجيلي، م. فضل، الخواص الهيدروجيوكيميائية وتقييم جودة المياه الجوفية في منطقة خور أدين شمال شرق السودان، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، العدد (1)، المجلد (1)، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية، 2006.
- [15] - ا. أبوقرين، ل. أبوقرين، تحديد تراكيز العناصر الثقيلة بمأخذ مياه البحر لمحطة التحلية، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، العدد (1)، المجلد (1)، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية، 2010.
- [16] - ش. بولسيفس، الموقع الجغرافي والفلكي بين خطي عرض وطول لمنطقة الدراسة، زليتن المخطط الشامل، إقليم طرابلس، 2000.
- [17] - م. البكوش، دراسة خصائص المياه السطحية بمدينة زليتن، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، 2008.