Sadaa Al-qalum Journal
مجلة صدى القلم
مجلة صدي القلم للعلوم الإنسانية والتطبيقية

تقييم جودة المياه الجوفية في مناطق عشوائية من مدينتي الزاوية وصرمان وتأثير المسافة الفاصلة بين الحفر الامتصاصية وبئر المياه على تلوثها البيولوجي

Assessing groundwater quality in random areas of Zawiya and Surman cities and the effect of the distance between absorption pits and water wells on their biological contamination

ربيعة الهادي الحاج
Rabia EL-Hadi EL-Hag
المعهد العالي للعلوم والتقنية الزاوية
قسم الهندسة الكيميائية
High Institute of Science and Technology- Az-Zawia
Chemical Engineering Department
https://orcid.org/0009-0008-4553-7983
rabiabelhaj@yahoo.com

استلام الورقة: 2026-05-18 **قبول الورقة: 2026-05-25** **نشر الورقة: 2026-06-02**

الملخص

تعد المياه الجوفية المصدر الوحيد في ليبيا للمياه العذبة، و هذا المصدر يعانى من شح التعويض، وفى ظل النمو السكاني الكبير وعدم وجود نظام صرف صحي جيد، ما دفع السكان إلى استعمال الحفر الامتصاصية المنزلية بكثرة ناهيك عن الملوثات الناتجة عن الصرف الصحي للأنشطة الزراعية والصناعية و مكبات النفايات، كل هذه الأسباب قادت إلى تلوث للمياه الجوفية خاصة في الآبار التي تقع على مسافات قريبة من حفر الامتصاص المنزلية ومكبات النفايات. استدعت الحاجة إلى دراسة هذه المشكلة من حيث مدى التلوث الحاصل وأهم الأسباب و أثاره على صحة الإنسان. الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو التحليل الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي لعينات عشوائية من مياه جوفية في مناطق مختلفة في مدينة الزاوية وصرمان ذات اكتضاض سكاني للوقوف على مدى تلوث هذه المناطق وتأثير المسافة بين حفرة الامتصاص المنزلية واقرب بئر مياه شرب منزلية على تلوثها البيولوجي، حيث جُمعت عدد 24 عينة عشوائية من أبار مياه شرب من مناطق تجمعات سكانية مختلفة من منطقة الدراسة بمسافات تراوحت بين 4 إلى 55 متر بين حفرة الامتصاص واقرب بئر مياه شرب. قورنت نتائج التحاليل بمواصفات منظمة الصحة العالمية (World Health Organization (WHO و المواصفات الليبية للمياه الغير معبأة رقم 82 لسنة 2025. أظهرت نتائج الدراسة تباينا كبير في جودة عينات المياه قيد الدراسة. من خلال النتائج وجد أن 3 عينات فقط من أصل 24 عينة كانت صالحة للاستعمال البشرى والحضري من حيث تركيز الأملاح الذائبة والعسرة وخلوها من التلوث البكتيري، وان العينات الغير صالحة للاستعمال البشرى نسبتها 87.5% . تبين أيضا من خلال الدراسة أن نسبة 50% من العينات ملوثة بيولوجيا وكانت كلها تقع على أبعاد قريبة من أبار سوداء. كل العينات التي تم جمعها من مناطق قريبة للبحر تعانى من تركيز عالي للأملاح.

الكلمات المفتاحية: حفرة امتصاص، مياه جوفية، تلوث، مسافة أمنة.

.

Abstract

The main goal of this study is to assess the suitability of groundwater in the study area for human use and to study the effect of the proximity of absorption pits on its biological contamination, and determine the effect of distance from the domestic cesspits household on drinking water well. 24 samples of drinking water have been collected from household drinking water wells with different distances from cesspits (4-55m) in Az-Zawia and Sorman cities. The physical, chemical and biological analysis were conducted to study the impact of groundwater by sewage leaks, the study results revealed a direct relationship between the distance from cesspit and the household drinking water and the pollution of ground water. From the results of study, there were just 3 samples good for human use, the rest with of 87.5% were not suitable for human use. There were 50% of samples polluted with TC and 37.5% of samples were polluted with E-coli. All samples which appear E-coli polluted were close of absorption pits. All samples which near of sea appear high salts concentration.

Key Words: Domestic Cesspits, Groundwater, pollution, Safe distance.

1- المقدمة

المياه الجوفية تعد أهم مصدر للمياه في العالم وخاصة في البلدان ذات المناخ الجاف وشبه الجاف مثل ليبيا، حيث إن هذا المصدر يمكن تزويدنا بمياه نظيفة و عذبة جاهزة للشرب و الإغراض الأخرى لأنه أنظف بكثير من المياه السطحية مثل مياه الأنهار والبحيرات و الإمطار.

في ليبيا يتم الاعتماد على المياه الجوفية بشكل كامل وبنسبة 98% لعدم توفر المصادر الأخرى (أبو لقمة، 1989)، والتي تمثل احتياطيا استراتيجيا للمياه العذبة حيث يتم استخدامها في جميع النشاطات الصناعية و الزراعية والاستعمال الحضري. هذه المياه تعد أكثر تحصينا من المياه السطحية ضد التلوث، ولكن هذا لا يعنى أنها في مأمن منه، خاصة بعد التزايد الكبير في الكثافة السكانية والارتفاع في مستوى المعيشة للفرد ناهيك عن الاستنزاف المفرط والغير مَرشَّد لهذا المخزون. تعتبر مدينة الزاوية من المدن التي شهدت نمو سكاني خلال العقود الأخيرة وصل إلى أكثر من خمسة إضعاف حسب (مصلحة الإحصاء والتعداد السكاني لمدينة الزاوية (1995). كذلك الأمر في المدن المشابهة والتي شهدت نمو سكاني متزايد، حيث أدت هذه الزيادة في الكثافة السكانية ومستوى المعيشة للطلب الكبير على المياه العذبة مما سبب ضغط على الخزان الجوفي الذي نتج عنه هبوط في منسوب المياه ما أدى إلى وجود منخفض ضغط نتج عنه تداخل مياه البحر. كما أدى التزايد الكبير في النمو السكاني إلى زيادة كبيرة في معدلات التلوث، الناتج عن نواتج الصرف الصحي للأنشطة البشرية والزراعية والصناعية المتمثلة في تسرب الملوثات العضوية والكيميائية و البيولوجية ما جعل هذه المياه غير صالحة للاستعمال البشرى في العديد من المناطق والمدن الليبية حسب منظمة الصحة العالمية(World Human Organization (WHO والمواصفات الليبية للمياه.

إن من أهم الملوثات التي تعانى منها مدينة الزاوية والمدن المجاورة ذات الاكتضاض السكاني هي الملوثات المتأتية من تسرب مياه الصرف الصحي الغير معالجة نتيجة لعدم وجود نظام صرف صحي لمعالجة هذه المياه قبل طرحها أو السماح لها بالتسرب في التربة. النظام المتبع عند اغلب السكان هو الحفر الامتصاصية والتي تفتقر لأبسط المقومات الصحية حيث يسمح لمياه الصرف

إن تتسرب مباشرة عبر التربة إلى الخزان الجوفي ومن الأمور التي تزيد الأمر سواء هو حفر هذه الحفر على بعد مسافات قريبة من أبار المياه المنزلية والتي يعتمد عليها اغلب سكان المدينة كمصدر للمياه ومن الأمور التي تجعل الأمر أكثر سوءا انه في بعض الأحيان يتم حفر الطبقة الطينية أو ما يعرف بالرصف لتفادى امتلاء هذه الحفر أو استخدام الآبار القديمة العاطلة كحفر تصريف وبالتالي يكون زمن وصول مياه الصرف الصحي أسرع بكثير. إن عدم الوعي التام بمثل هذه الأمور أدت إلى حدوث تلوث في العديد من المناطق داخل المدينة ومن هنا وجب التحليل والدراسة التامة لهذه المشكلة والوقوف على أهم المسببات والنتائج وطرق المعالجة، ومن هنا أتت الحاجة للدراسة جميع الأسباب التي تقود إلى تلوث هذه المياه والتي من بينها قرب حفرة الامتصاص من بئر المياه الجوفية لما له من اثأر وخيمة على صحة الإنسان والنبات والحيوان.

2- معايير جودة المياه:

صنفت منظمة الصحة العالمية جودة المياه اعتمادا على ثلاثة معايير: فيزيائية، كيميائية و بيولوجية وفق حدود لهذه المعايير. الجدول (1) يبين حدود المتغيرات التي تم دراستها في هذا البحث وفق المواصفات منظمة الصحة العالمية و أخر تحديث للمواصفات الليبية للمياه الغير معبأة رقم 83 لسنة 2025.

جدول (1): الحدود القصوى لمتغيرات الدراسة وفق منظمة الصحة العالمية والمواصفات الليبية للمياه الغير معبأة رقم 83 لسنة 2025.

المتغير	مواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO)	الموصفات الليبية للمياه الغير معبأة لسنة 2025
PH	8.5 - 6.5	8.5 - 6.5
الموصلية الكهربائية EC (micromhos/cm)	1500	1500
الأملاح الكلية الذائبة TDS(mg/L)	1000	1000
الكالسيوم Ca (mg/L)	200	200
المغنيسيوم Mg (mg/L)	50	150
العسر الكلى TH (mg/L)	300>	500
الكلوريد Cl^- (mg/L)	600	250
بكتريا الكوليفورم الكلية TC	خالية/ 100مل	خالية / 100مل
بكتيريا الاشريكية القولونية E-coli	خالية/ 100مل	خالية/ 100مل

3- الدراسات السابقة

لما للمياه الجوفية من أهمية كبيرة فقد قدمت العديد من الدراسات التي استهدفت تحليل خصائص المياه الجوفية في عدد كبير من المدن والمناطق الليبية خاصة المناطق ذات الكثافة السكانية الكبيرة والتي يعتمد سكانها على المياه الجوفية في توفير مياه الشرب ومن بين هذه المناطق مدينة الزاوية حيث أجريت العديد من الدراسات على مناطق مختلفة داخل المدينة وفى ضواحيها من

بينها الدراسة التي قام بها (المودى، 2022) والتي قام فيها بتحاليل فيزيائية وكيميائية لعينات مياه تم جمعها من منطقة الطويبية والماية وجوددائم الجنوبية بهدف معرفة مدى تلوث مياه هذه المناطق ومدى ملاءمتها وصلاحيتها للاستعمال البشرى وقد تبين من خلال الدراسة إن مياه هذه المناطق غير صالحة للشرب لارتفاع تركيز الأملاح وايونات المعادن بها عن الحد المسموح.

قام (شقلابوا و آخرون، 2024) بدراسة شملت مناطق جنوب الزاوية و ورشفانة والسيدة زينب والزاوية المركز و ديلة وقد وجدوا إن جميع العينات التي تمت دراستها كانت غير صالحة للشرب عدا العينات المأخوذة من منطقة ورشفانة.

أيضا في دراسات أخرى لمدن مشابهة ساحلية مثل مدينة صرمان وصبراته ومصراته وجدت إن المياه الجوفية في هذه المدن تعانى من نفس المشكلة والتي ترجع مسبباتها إلى عوامل مختلفة، دراسة لعينات أبار في مدينة صرمان قام بها (عبدالعزيز وآخرون، 2019) في بحثهم المعنون (تقييم جودة المياه الجوفية لإغراض الشرب باستخدام مؤشر جودة المياه في مدينة صرمان – ليبيا) وجدوا إن المياه الجوفية للمنطقة قيد الدراسة تراوحت بين الجيدة إلى الغير ملائمة للاستعمال البشرى. في دراسة أخرى قامت بها (أبو حجر وآخرون، 2024) والمعنونة ب (تقييم جودة المياه في عينات من أبار المياه الجوفية التابعة لمدينة مصراته – ليبيا) وجدت الباحثة وزملائها من خلال مؤشر جودة المياه إن مياه هذه الآبار تراوحت بين جيدة وغير جيدة للاستعمال البشرى لتجاوز العينات الحد المسموح به في تركيز الأملاح وتراوحت العينات بين الجيدة والغير مقبولة.

ركزت معظم هذه الدراسات على مياه الخط الساحلي للبلاد بينما ركزت بعض الدراسات الأخرى على خطورة قرب الآبار من البيارات التي تعد مركزا لمياه الصرف الصحي سواء كان صرف صحي منزلي أو زراعي أو صناعي من بين هذه الدراسات الدراسة التي قامت بها (المشرى، 2022) والمعنونة (تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على المياه الجوفية) والتي كانت لعينات أبار من منطقة زواغة في مدينة صبراته الواقعة في محيط محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالمنطقة حيث وجدت الباحثة من خلال النتائج المتحصل عليها إن جميع مياه الآبار المحيطة بمحطة المعالجة ذات تلوث كيميائي وجرثومي حتى مسافة 5كم من المحطة. في دراسة مشابهة (ابوركيبة و آخرون، 2024) المعنونة (دراسة مدى تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي المحيطة بالبيارة (اللاقون) من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية بمنطقة انجيله – جنزور) وجدت الباحثة إن مياه الآبار الواقعة في محيط البيارة حتى مسافة 4كيلومتر ملوثة كيميائيا وبكتيريا.

في دراسة (صالح وآخرون، 2026) التي تحمل عنوان (تقييم جودة المياه المستخدمة في بعض المساجد ومراكز تحفيظ القران بمنطقة تاجوراء 2026) و التي أظهرت بان مستويات تركيز الأملاح الذائبة والعسرة الكلية كانت عالية جدا في معظم العينات المدروسة بسبب تسرب مياه البحر للمياه الجوفية، وقد بينت النتائج أن 26% من العينات كانت ملوثة بكتيريا بسبب تسرب مياه الصرف الصحي.

4- أهداف البحث

من منطلق نتائج الدراسات السابقة جاءت الدراسة وركزت على الآبار التي تقع ضمن حدود أو على بعد مسافات قريبة من الحفر الامتصاصية، هدفت الدراسة إلى إجراء تحاليل فيزيائية وكيميائية وجرثومية على عينات من عدة مناطق ذات كثافة سكانية في مدينة الزاوية وصرمان للوقوف على مدى جودة مياه هذه المناطق بعد مقارنتها بالمواصفات الليبية للمياه رقم 82 لسنة 2025

وربط النتائج بالعلاقة بين المسافة الفاصلة بين حفرة الامتصاص وبئر المياه الجوفية و اقتراح الحلول المناسبة، ومن أهم أهداف الدراسة:

1- تقييم جودة مياه هذه الآبار ومدى صلاحيتها للاستعمال البشرى

2- الوقوف على أهم أسباب الملوثات في هذه المياه

3- اقتراح الحلول لهذه المشكلة

5- منطقة الدراسة ومنهجية البحث

5. 1 - منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة (مدينة الزاوية وصرمان) على الساحل الغربي لدولة ليبيا وتبعدان حوالي 45 كيلومتر عن العاصمة طرابلس، تتميز منطقة الدراسة بقربها من البحر و بنشاطها الزراعي وكثافتها السكانية العالية واعتماد اغلب سكانها على مياه الآبار كمصدر رئيسي للزراعة والشرب، وتم مراعاة عدة معايير عند اختيار العينات وهي إن تكون المناطق التي تم اخذ العينات منها منطقة ذات كثافة سكانية مرتفعة ونشاط زراعي وصناعي ملحوظ كما مبين بالشكل (1)

الشكل (1): المنطقة المأخوذ منها العينات قيد الدراسة.

تفتقر منطقة الدراسة إلى وجود نظام صرف صحي معالج و بانتشار الأحياء السكنية بشكل متقارب واعتماد السكان بشكل رئيسي على الحفر الامتصاصية الغير مبطنة لتصريف المخلفات الصحية، بالإضافة إلى وجود العديد من مكبات النفايات الغير معالجة بكثرة في المنطقة.

5. 2- منهجية البحث

تم تجميع عدد 24 عينة مياه من مناطق عشوائية في كلا من مدينة الزاوية و صرمان شملت (جوددائم الشمالية، جوددائم الجنوبية، الزاوية المركز، قمودة، اسبان، الزاوية جنوب الساحلي طريق بن عصمان، الزاوية جنوب الساحلي منطقة أولاد صقر، الحرشة و صرمان جنوب الساحلي) وقد تم مراعاة أن تكون العينات مأخوذة من أبار تقع في مناطق ذات اكتظاظ سكاني ويتم الاعتماد على مياه هذه الآبار في أغراض الشرب.

تم اخذ العينات بطريقة مثالية من البئر مباشرة بعد تشغيله وتم مراعاة إجراءات التعقيم والحفظ في قنينات زجاجية خاصة للاختبارات.

تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية للعينات قيد الدراسة داخل معامل المركز النوعي للتدريب على الصناعات النفطية – الزاوية، أما التحاليل البيولوجية تم إجرائها في مركز تحاليل المياه ببلدية الزاوية.

6- الاختبارات:

6. 1 – الرقم الهيدروجيني PH

تم قياس الرقم الهيدروجيني بواسطة جهاز PH Meter بعد معايرته بالمحاليل القياسية Buffer Solution لقياس مدى حموضة أو قلوية الماء، (المجال الطبيعي 6.5-8.5) حسب المواصفات الليبية والمواصفات العالمية.

6. 2- تحليل مجموع الأملاح الكلية الذائبة Total Dissolved Salts (TDS)، تركيز كلوريد الصوديوم Sodium Chloride (NaCl)، الموصلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC).

تم قياس مجموع الأملاح الذائبة وتركيز كلوريد الصوديوم وكذلك الموصلية الكهربائية للعينات باستخدام جهاز HI 2300 EC/TDS/NaCl Meter.

6. 3- تحليل نسبة الكالسيوم Calcium (Ca^{++}) والمغنيسيوم Magnesium (Mg^{++}).

استخدمت طريقة المعايرة ب EDTA لحساب تركيز ايون الكالسيوم و المغنيسيوم في العينات، وذلك باستخدام محلول EDTA قياسي و محلول NaOH ودليل موريكسيد لتقدير الكالسيوم و دليل ايركرومبلاك T لتقدير المغنيسيوم. ومن ثم حساب تركيز الكالسيوم و الماغنيسيوم بالملي غرام لكل لتر (2023).APHA et al.

6. 4- تحليل نسبة ايون الكلوريد Cl^-

استخدمت طريقة المعايرة بمحلول قياسي من نترات الفضة ودليل كرومات البوتاسيوم حسب طريقة مورMohr للكشف عن تركيز ايون الكلوريد في عينات المياه المدروسة (2023) .APHA et al.

6. 5- تحاليل بكتيريا الكوليفورم الكلية TC وبكتيريا الاشريكية القولونية EC

يستخدم الفحص البكتيري للمياه الجوفية للكشف عن وجود بكتيريا الكوليفورم الكلية و بكتيريا الاشريكية القولونية واللتان تعدان مؤشرا قويا على تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي، حيث يعد وجودهما دليلا قاطعا على أن المياه الجوفية غير صالحة للاستخدام البشرى. تم تقدير البكتيريا القولونية الكلية TC وبكتيريا الاشريكية القولونية EC باستخدام تقنية الترشيح الغشائي Membrane Filtration Method حيث رشح 100مل من كل عينة ماء باستخدام غشاء ترشيح بقطر مسام 0.45 ميكرومتر، ثم نقل الغشاء إلى وسط غذائي كروموجينى انتقائي للكشف عن بكتيريا القولونيات الكلية والاشريكية القولونية، وحضنت الأطباق وفق ظروف الحضانة الموصى بها.

7- النتائج والمناقشة:

يوضح الجدول (2) نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المتحصل عليها للعينات في هذه الدراسة.

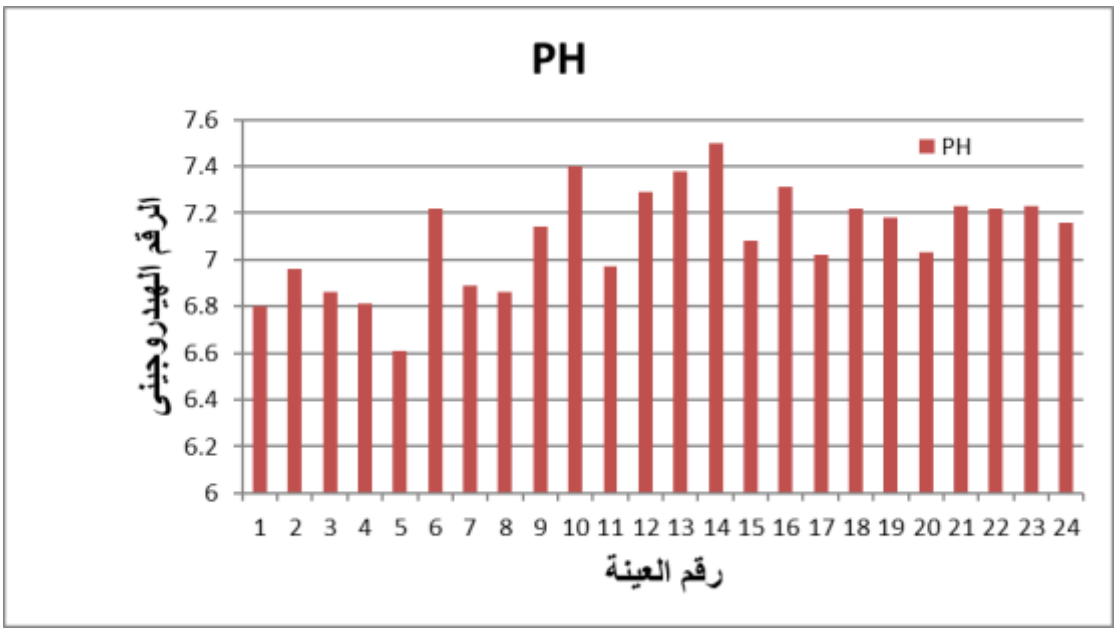
الجدول (1): نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لعينات المياه في هذه الدراسة.

ت	المنطقة	اقرب بئر سوداء (m)	عمق البئر (m)	PH	Cond (µs/cm)	TDS mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	TH Mg/L	Cl mg/L	NaCl mg/L	TC	EC
1	ج ج س	20	*	6.8	1610	965	80	85	549.8	362	3.1	-	-
2	ج ش س	12	40	6.96	9990	6040	684	816	5068	1957	19.5	+	+
3	=	17	30	6.86	3230	1940	220	260	1620	560	6.3	-	-
4	ج ج س	10	45	6.81	1894	1137	110	140	851	418	3.7	-	-
5	ج ش س	10	40	6.61	1707	1024	248	212	1492	759	3.3	+	+
6	قموده	10	55	7.22	3270	1970	228	272	1689	674	6.4	+	-
7	صرمان	10	40	6.89	6240	3710	610	390	3129	1475	12.2	-	-
8	ج ج س	15	55	6.86	2549	1530	300	150	1367	702	5.0	+	+
9	الحرشة	20	40	7.14	10120	6080	670	772	4852	1957	19.8	+	+
10	=	25	*	7.4	3810	2290	300	287	1931	588	7.5	-	-
11	=	50	44	6.97	2012	1205	194	242	1481	347	3.9	+	+
12	=	18	30	7.29	1176	704	190	110	927	311	2.3	-	-
13	ط بن ع	16	70	7.38	1159	695	184	236	1431	255	2.3	+	+
14	=	7	70	7.5	1449	871	188	262	1548	340	2.8	+	-
15	=	16	*	7.08	3090	1850	195	186	1253	440	6	+	+
16	=	7	*	7.31	2218	1331	180	237	1425	262	4.3	-	-
17	اسبان	4	*	7.02	4360	2600	380	290	2143	886	8.5	-	+
18	ط بن ع	8	*	7.22	1204	723	160	190	1182	255	2.4	+	+
19	الحرشة	*	*	7.18	3030	1820	200	210	1364	404	5.9	-	-
20	الحرشة	*	*	7.03	2674	1910	220	256	1182	347	5.2	+	-

21	ز ج س	20	*	7.23	931	559	120	102	719	170	1.8	-	-
22	=	8	*	7.22	559	335	82	72	501	156	1.1	-	-
23	الحرشة	*	*	7.23	2148	1291	200	230	1446	298	4.2	-	-
24	ز ج س	15	90	7.16	592	355	108	42	442	142	1.2	-	-

ج ج س= جوددائم جنوب الساحلي، ج ش س= جوددائم شمال الساحلي، ط بن ع= طريق بن عصمان، زج س= الزاوية جنوب الساحلي، * = لا يوجد، - = غير ملوث، + = ملوث.

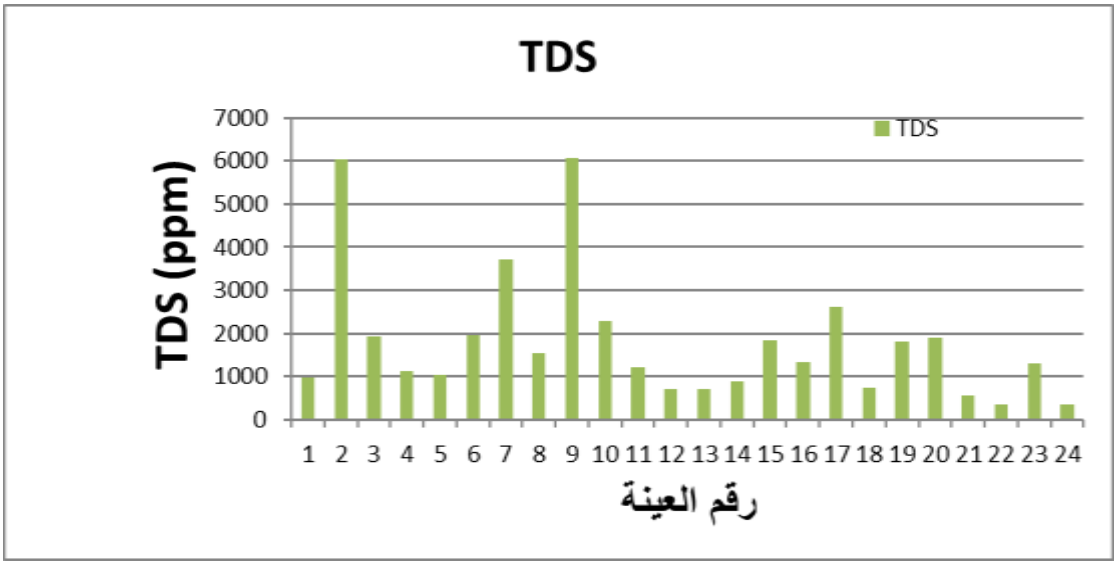
- **الرقم الهيدروجيني:** يمثل الرقم الهيدروجيني PH تركيز ايونات الهيدروجين في السوائل ويعد احد معالم جودة المياه. نتائج هذا المتغير المتحصل عليها كما مبينة بالجدول (2) نلاحظ إن هناك تفاوت طفيف في قيم PH للعينات قيد الدراسة كما موضح بالشكل (2) والتي تراوحت (6.61 – 7.5) وهي تقع ضمن النطاق المسموح به من قبل المواصفات الليبية للمياه رقم 82 لسنة 2025. بمقارنة النتائج المتحصل عليها لقيم PH مع دراسة (المودى، 2022) لمنطقة جوددائم الجنوبية، نلاحظ إن نتائجه تراوحت (6.2 – 7.6) وهي قريبة جدا من القيم المتحصل عليها في دراستنا. وعند مقارنتهم ب (شقلابو وآخرون 2024) نجد أن PH لمنطقة الزاوية المركز في دراستهم بنتائج دراستنا وجد اختلاف بسيط ولكنها جميعا كانت ضمن الحد المسموح به.



الشكل (2): قيم الرقم الهيدروجيني للعينات المدروسة.

- **مجموع الأملاح الذائبة TDS:** من خلال القيم في الجدول (2) لتركيز الأملاح الذائبة TDS نلاحظ إن اعلي قيم تم الحصول عليها في هذا البحث كانت للعينات (2-11) والعينات (15، 17، 19، 20 و 23) كما مبين بالشكل (3) كلها تجاوزت الحد المسموح حسب المواصفات الليبية رقم 82 لسنة 2025 (1000ملجم/لتر) والجدير بالذكر هنا إن كلا من العينتان 2، 9 أظهرتا قيم مرتفعة جدا

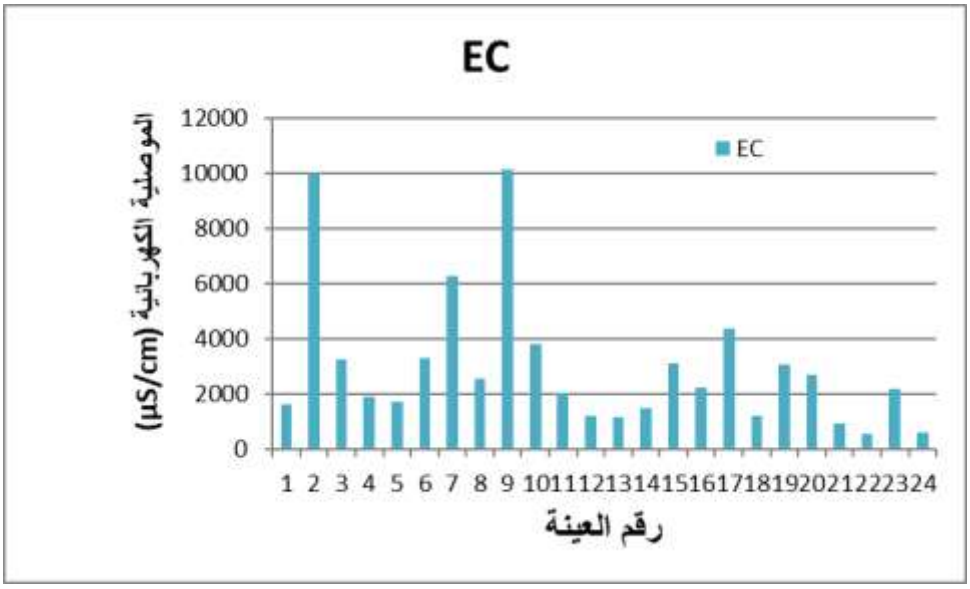
(اعلي من 6000 ملجم/لتر) هاتين العينتين تم جمعهما، العينة 2 من منطقة جوددائم شمال الساحلي على بعد 12 متر من اقرب بئر سوداء وكان عمق البئر 40 متر أما العينة 9 تم أخذها من منطقة الحرشة واقرب بئر سوداء على بعد 20 متر وعمق البئر 40 متر، تراوحت قيم الأملاح الكلية الذائبة في منطقة جوددائم بين (965-6040 ملجم /لتر) وهو نفس المدى من القيم التي تم الحصول عليه في دراسات سابقة لهذه المنطقة (735-5847 ملجم / لتر) و التي أجراها (خترش وآخرون، 2025) و يعود سبب ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة في هذه المنطقة إلى تداخل مياه البحر. أما العينة 7 التي تم أخذها من مدينة صرمان جنوب الساحلي فقد كانت فيها قيمة الأملاح الذائبة وصلت إلى 3710 ملجم/ لتر وكانت العينة ذات لون اصفر وطعم غير مستساغ، ربما يعزى ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة فيها ولونها الأصفر إلى ذوبان المكونات المعدنية لصخور المنطقة الموجود فيها هذا البئر و الذي يقع على بعد 10 متر من اقرب بئر سوداء وبعمق 40 متر، كذلك العينة 17 أظهرت قيم عالية من الأملاح المذابة هذه العينة أخذت من بئر يبعد مسافة 4 متر فقط من اقرب بئر سوداء من منطقة اسبان وهنا يمكن تفسير سبب ارتفاع تركيز الأملاح في هذه العينة إلى تسرب مياه الصرف الصحي. بالنسبة لباقي العينات كانت ضمن الحد المسموح به ومقارب لنتائج الدراسات السابقة للمنطقة (المودى، 2022) (شقلابو و آخرون، 2024).



الشكل (3): قيم الأملاح المذابة TDS للعينات قيد الدراسة.

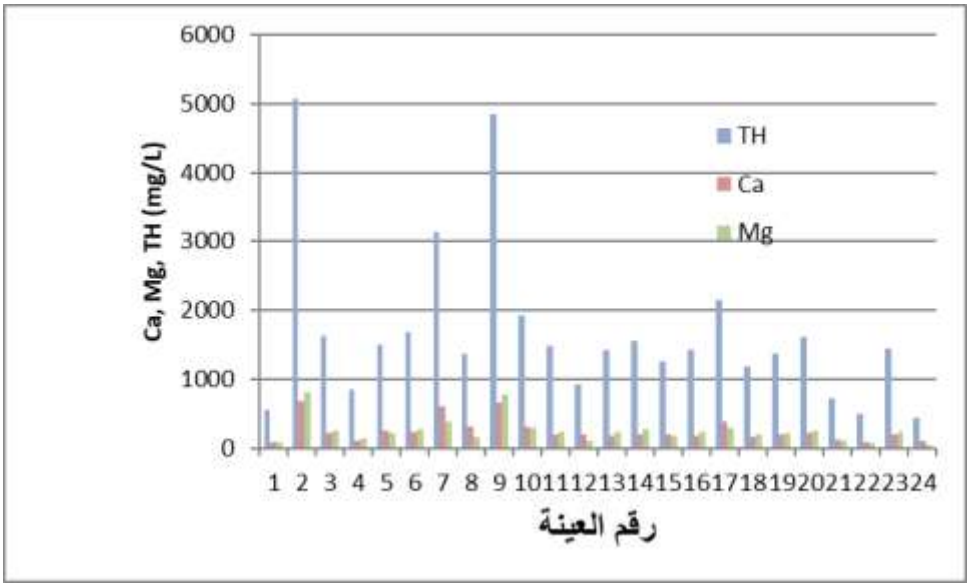
- **الموصلية الكهربائيةEC:** كما موضح بالجدول (2) تراوحت النتائج المتحصل عليها ما بين (559-10120) ميكروموز/سنتيمتر كما بالشكل (3). من خلال القيم نلاحظ أن العينات التي أظهرت قيم مرتفعة للموصلية هي نفس العينات التي أظهرت ارتفاعا في تركيز الأملاح الكلية الذائبة، وهو أمر طبيعي لان ايونات الأملاح هي المسئولة على التوصيل الكهربائي في الماء. وهنا يمكن إثبات التفسير لهذا الارتفاع بتسرب مياه البحر، كذلك وجود الحفر الامتصاصية بكثرة في مناطق الدراسة بالإضافة إلى ذوبان ايونات المعادن الموجودة في الطبقات الصخرية في المياه وقد يعود السبب إلى تسرب بعض الأسمدة الزراعية ايضا. أظهرت العينة التي تم أخذها

من مدينة صرمان موصلية عالية وصلت 6240 ميكروموز/سنتيمتر كذلك العينة رقم 17 أعطت موصلية عالية، يمكن القول أيضا إن اقل موصلية كانت قد أعطتها العينات 22 و 24 والتي أعطت أيضا اقل تركيز أملاح (559 – 931 ملجم /لتر) المأخوذة من منطقة الزاوية جنوب الساحلي (منطقة أولاد صقر).



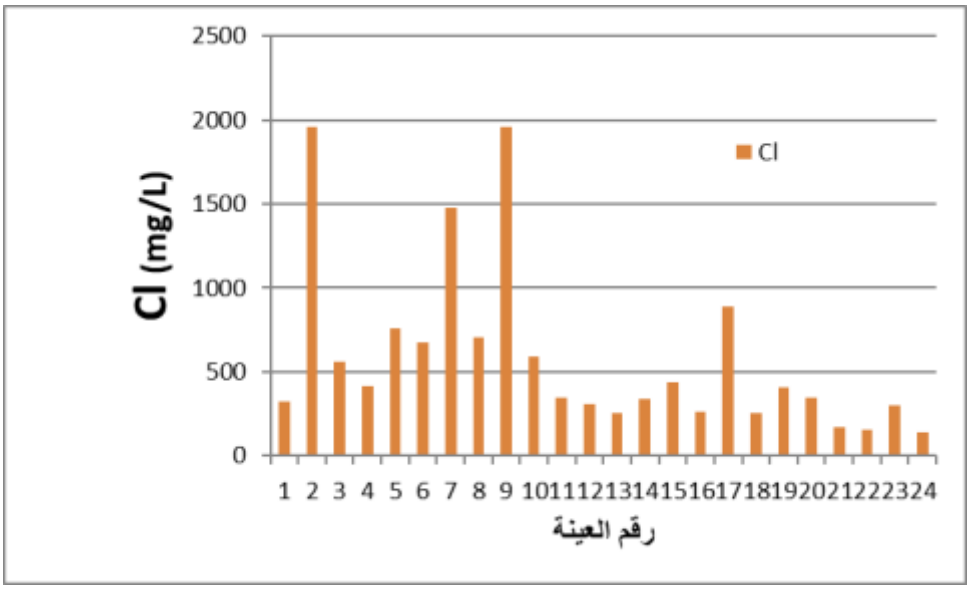
الشكل (4): قيم الموصلية الكهربائية للعينات قيد الدراسة.

- **تركيز ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والعسر الكلي:** من خلال القيم المتحصل عليها كما في الجدول (2)، والتي تشير إلى وجود قيم عالية لتركيز ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم لمعظم العينات المدروسة. كانت تراكيز ايون الكالسيوم أعلى من الحد المسموح به من قبل المواصفات الليبية في عدد 9 عينات من أصل 24 عينة كما مبين بالشكل (5)، أما تركيز ايون المغنيسيوم فقد تجاوز الحد المسموح به في جميع العينات عدا 6 عينات. أغلب العينات التي أظهرت ارتفاع في تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم كانت من المناطق الساحلية القريبة للبحر و يفسر سبب هذا الارتفاع نتيجة تداخل مياه البحر لهذه المناطق مثل جوددائم الشمالية و اسبان و الحرشة (خترش وآخرون، 2025). في المقابل أظهرت العينة رقم 7 المأخوذة من صرمان قيم عالية لكل من تركيز الكالسيوم و المغنيسيوم والعسرة الكلية بالرغم من أنها تبعد عن البحر، وكانت العينة ذات لون اصفر وطعم غير مستساغ وربما يعود سبب ارتفاع تركيز الأملاح فيها إلى ذوبان الأملاح من الصخور الجوفية أو بسبب تسرب مياه الصرف الصحي نتيجة قربها من العديد من الحفر الامتصاصية المحيطة بها. أظهرت العينات 2، 7، 9، 10 و17 قيم عسرة أعلى من الحد المسموح به بكثير كما بالشكل (5)، هذه العينات تعود لنفس المناطق التي أظهرت ارتفاعات في قيم الكالسيوم و المغنيسيوم وكما ذكرنا سابقا بان السبب يعود لقرب هذه العينات من البحر.



الشكل (5): تركيز ايونات الكالسيوم و المغنيسيوم والعسر الكلي.

- **تركيز ايون الكلوريد و كلوريد الصوديوم:** جميع العينات المدروسة أعطت قيم فوق الحد المسموح به لتركيز ايون الكلوريد وتركيز كلوريد الصوديوم كما مبين بالجدول (2) و بالشكل (6) خاصة العينات 2، 7، 9، 17 حيث وصلت تركيز ايون الكلوريد في هذه العينات إلى 1957 ملجم/ لتر ويمكن تفسير الارتفاع لنفس الأسباب السابق ذكرها. أما العينات 21، 22، 24 المأخوذة من منطقة الزاوية جنوب الساحلي فقد أظهرت قيم مقبولة لكل من تركيز الكلوريد و كلوريد الصوديوم. الجدير بالذكر أن قيم تركيز الكلوريد لعينات منطقة جوددائم الشمالية وعينات الحرشة كانت في توافق مع القيم المتحصل عليها لهذه المناطق في دراسة (خترش وآخرون، 2025).



الشكل (6): تركيز ايون الكلوريد في العينات قيد الدراسة.

- **نتائج الاختبارات البيولوجية:** إن من أهم الاختبارات المستخدمة في تقييم الجودة البيولوجية للمياه هي التحاليل البكتيرية والتي تعد من أهم مؤشرات جودة المياه ومدى صلاحيتها للاستخدام البشرى، من هذه التحاليل، بكتيريا الكوليفورم الكلية Total

Coliform, TC وبكتيريا الاشريكية القولونية Escherichia coli, EC حيث يعد وجود TC دليل قاطع على تلوث المياه بالملوثات البيئية و وجود EC دليل قاطعا على وجود تلوث برازي للمياه والذي يعد خطرا على الصحة البشرية لما يسببه من أمراض للإنسان.

تم تحليل بكتريا الكوليفورم الكلية و البكتيريا الاشريكية القولونية بطريقة الأوساط الكروموجينية حيث تم ترشيح عينات المياه بعد تعقيمها من خلال أغشية ومن ثم نقل الأغشية إلى أطباق تحضين لمدة 24 – 48 ساعة كما مبين بالشكل (7).

الشكل (7): العينات في أطباق التحضين.

أشارت نتائج التحاليل إلى أن 12 عينة من أصل 24 عينة بنسبة 50% من العينات ملوثة ببكتيريا الكوليفورم الكلية، و 9 عينات من أصل 24 عينة كانت ملوثة ببكتيريا الاشريكية القولونية بنسبة 37.5%. هذه العينات هي 5، 8، 9، 11، 13، 15، 16، 17، 18 والتي تقع على مسافات قريبة من أبار سوداء تتراوح بين 4-20 متر ماعدا العينة 11 التي تقع على بعد 50 متر من اقرب بئر سوداء والذي يمكن تفسيره بوجود بئر مهجور في المنطقة المجاورة لهذه العينة تم استخدامه كحفرة صرف صحي مما سبب في تسرب مياه الصرف مباشرة في الخزان الجوفي وظهرت في الآبار المحيطة بالمنطقة. تعد هذه النتائج دليلا قاطعا على تسرب مياه الصرف الصحي من الآبار السوداء القريبة إلى المياه الجوفية التي تتغذى منها الآبار المنزلية.

8- الخلاصة والتوصيات

خلصت هذه الدراسة إلى أن مشكلة تلوث المياه الجوفية في منطقة الدراسة وصلت إلى مراحل متقدمة جدا، حيث من خلال النتائج وجد أن 3 عينات فقط من أصل 24 عينة كانت ملائمة للاستعمال البشرى والحضري، اى أن نسبة 87.5% من العينات كانت غير ملائمة للاستعمال حسب المواصفات الليبية، وان نسبة 50% من العينات ملوثة تلوثا بكتيريا و نسبة 37.5% ملوثة تلوث برازي. في حين كانت باقي العينات تراوحت بين الغير مقبولة إلى السيئة. هذه النسب العالية للملوثات سواء كان تلوثا كيميائيا أو بكتيريا يجب الوقوف على أسبابه ومعالجتها لأنها تمثل خطرا حقيقيا من حيث المشاكل المتعلقة باستخدام هذه المياه في الاستعمال الحضري و الزراعي والصناعي أو المشاكل المتعلقة بالصحة العامة نتيجة استعمال هذه المياه.

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة وجب التوصية بالتالي:

1- يجب معالجة مياه المنطقة المدروسة قبل استخدامها لأنها تعد مياه غير صالحة للاستخدام البشرى بنسبة 87.5%.

2- يجب الترشيد باستخدام المياه الجوفية لان نتيجة الاستنزاف الغير مرشد أدى إلى تسرب لمياه البحر في المناطق القريبة من البحر مثل جوددائم الشمالية و قمودة وبعض مناطق الحرشة نتيجة الاستنزاف لمخزون المياه الجوفية.

3- التعامل بحزم بشان انتشار الحفر الامتصاصية الغير مبطنة و وضع قوانين صارمة من حيث تبطين هذه الحجر والمسافة بينها وبين البئر يجب ألا تقل عن 25متر ومنع استخدام الآبار القديمة كحجر امتصاصية بديلة.

4- الكشف الدوري وإجراء التحاليل الدورية لمراقبة جودة المياه في المناطق المدروسة وغيرها.

5- منع استخدام الآبار التي تم ثبوت تلوثها بكتيريا والبدء في عمليات المعالجة.

6- التوجه لحلول بديلة لتعويض الشح في مصادر المياه بإنشاء محطات تحليه خاصة في المناطق الساحلية.

7- توسيع الغطاء النباتي للمحافظة على رطوبة التربة.

9- المراجع

1- أبو لقمة، الهادي. (1989). "لنشرب من البحر". مجلة قاريونس العلمية، جامعة قاريونس. (2).

2- مصلحة الإحصاء والتعداد، نتائج للتعداد لسكان بلدية الزاوية، 1954-1995

3- المودى، فرج. (2022). "دراسة خصائص المياه الجوفية و معرفة اثأر التلوث و مدى صلاحيتها للاستعمال البشرى جنوب الطريق الساحلي شرقي مدينة الزاوية". مجلة كلية التربية، جامعة الزاوية. (21).

4- شقلابو، عبدالواحد، صهيب، زكريا، جليل، الكوني. (2024). "تقييم جودة المياه الجوفية لبعض المناطق في مدينة الزاوية حسب المواصفات الليبية والعالمية". المجلة الدولية للعلوم والتقنية. 1(34).

5- - عبدالعزيز، عبدالرزاق، العماري، خيري، صابر، علي. (2019). "تقييم جودة المياه الجوفية لأغراض الشرب باستخدام مؤشر جودة المياه في مدينة صرمان – ليبيا". المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة. 2(1).

6- أبو حجر، عائشة. و العصاوى، إبراهيم. (2024). "تقييم جودة المياه في عينات من آبار المياه الجوفية التابعة لمدينة مصراته – ليبيا". مجلة العلوم، جامعة مصراته، عدد خاص بالمؤتمر السنوي الثامن حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية.

7- المشري، خيرية. (2022)."تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة على المياه الجوفية". المجلة الدولية للعلوم والتقنية. (30).

8- ابوركيبة، راضية، الأزرق، أمال، بعيو، وفاء، ابوطبل، مروة، الشديد، حنان، ابوراوى، مدى، ابوشارب، إسراء. (2024). "دراسة مدى تلوث مياه الآبار بمياه الصرف في المزارع المحيطة بالبيارة (اللاقون) من الناحية الكيميائية و الميكروبيولوجية بمنطقة أنجيله – جنزور". 1(35).

9- صالح، سميرة، قنبور، عبدالناصر، الخمايسى، هند، فكيرين، صبري، بارة، محمود، عبدالجليل، معتز، الزائدى، واصف. (2026). "تقييم جودة المياه المستخدمة في بعض المساجد ومراكز تحفيظ القران بمنطقة تاجوراء". المجلة الدولية للعلوم والتقنية. 2(38).

10- خترش، مجيد، شكشم، ناجي، ابوصلوعه، على، ارحومة، طارق. (2025). "تأثير مياه البحر على المياه الجوفية بالمنطقة الساحلية جوددائم – صبراته". المجلة الدولية للعلوم والتقنية. 2(37).

11- APHA, "APHA. AWWA. W.P.C.F., Standarad Methods for Examination of Water and Waste Water, 14th Ed., (APHA), Washigton, c. c.," 1975 .

12- Omer, N. H. (2019). Water quality parameters. *Water quality-science, assessments and policy*, *18*, 1-34.