دراسة جودة مياه الآبار السطحية بمدينة ترهونة ومدى ملائمتها للشرب

بلعيد علي بلعيد ساسي[1]، رمضان الدوكالي عبدالحميد العلاقي[2*]

[1,2] قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة الزيتونة، ترهونة، ليبيا

[*]ramdandokly555@gmail.com

تم الاستلام بتاريخ 08-11-2024، تم القبول بتاريخ 06-01-2025 ، تم النشر بتاريخ 31-03-2025

doi.org/10.5281/zenodo.15332943

المستخلص:

أجريت الدراسة بمدينة ترهونة والتي تقع جنوب شرق مدينة طرابلس بحوالي (100) كم، خلال ربيع 2023م وذلك بهدف دراسة نوعية المياه الجوفية لعينات من آبار سطحية بمدينة ترهونة ومدى ملائمتها للشرب، ولإنجاز هذه الدراسة تم تجميع (10) عينات من الآبار الجوفية موزعة بمنطقة الدراسة على أعماق من (50 – 60 متر)، أجريت عليها التحاليل المعملية اللازمة (التحاليل الكيميائية والميكروبيولوجية)، حيث اشتملت هذه التحاليل على تقدير كل من درجة التوصيل الكهربائي (EC) ودرجة التفاعل (PH) والعناصر الرئيسية والأملاح الكلية الذائبة وكلاً من (Na، K، Ca، Mg، CI، SO_4، HCO_3، CO_3، NO_3، F، E.Coli، Total Coliffrm، Total account)، ومن ثم تصنيف المياه حسب نظام ودليل منظمة الصحة العالمية (WHO) لتقييم صلاحية المياه للشرب والمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب 2015 م. أظهرت نتائج التحليل الكيميائي أن مياه الشرب بمنطقة الدراسة عند تقييم صلاحيتها للشرب حسب دليل منظمة الصحة العالمية (WHO)، والمواصفة القياسية الليبية إن متوسط قيم للتوصيل الكهربي (EC) (2,44 مليسيمنز/سم) أكبر من الحدود المسموح بها من (WHO) (1.5 مليسيمنز/سم)، كما تجاوزت قيم الصوديوم (Na) والماغنيسيوم (Mg)، (SO_4، HCO_3، CL) الحدود المسموح بها من قبل (WHO) وبذلك تكون المياه غير صالحة للشرب إذا ما قيست من هذه الناحية. أظهرت نتائج التحليل الميكروبيولوجي أن العينات بمنطقة الدراسة خالية من المجاميع البكتيرية (Total CoLiform, E .Coli)، وأعطت نتائج التحاليل لكل العينات قيم ل (Total account)، مما يدل على وجود مجاميع بكتيرية مما يتطلب اتخاذ الإجراءات الوقائية والتصحيحية ومعرفة مصدر هذه الجراثيم حيث أن وجودها دليل على احتمالية احتواء عينات المياه على الجراثيم الممرضة.

الكلمات المفتاحية: *جودة مياه الشرب، بكتيريا القولون، المواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب، WHO، ترهونة.*

المقدمة:

إن الماء العذب ضروري للحياة، حيث تحصل معظم المجتمعات في المناطق الجافة وشبه الجافة على المياه العذبة اللازمة للشرب من المياه الجوفية، وهي مياه معرضة بشكل كبير للتلوث من مخلفات المنازل، والمزارع، والمصانع وبالأخص عندما تكون الآبار ضحلة، وتزداد حدة مشاكل التلوث بالمدن لازدياد عدد السكان وما ينتج عنهم من مخلفات بشكل مستمر. فعلى مدى عقود، أدى الطلب المتزايد على المياه العذبة إلى نقص المياه في العديد من دول العالم. إن التقييم الموثوق لموارد المياه الجوفية، المطلوب لتلبية احتياجات السكان المتزايدين بسرعة في أفريقيا في ظل مناخ متغير، يفرض متطلبات غير عادية على مجال علم المياه الجوفية (Adelana, 2009). توفر المياه الجوفية أكثر من 70% من أنظمة إمدادات المياه في أفريقيا؛ وتدفع متطلبات التنمية الاقتصادية والحد من الفقر عجلة تنمية موارد المياه الجوفية في مختلف أنحاء أفريقيا (Adelana & MacDonald, 2008). لطالما

اعتُبرت المياه الجوفية مصدرًا موثوقًا به وقابلًا للتكيف بسهولة لإمدادات المياه الريفية، فقد ساهم هذا جزئيًا في الاعتماد الكبير على المياه الجوفية لتلبية احتياجات المياه الريفية، ففي أفريقيا، تعمل العديد من المدن التي كانت تعتمد بشكل كبير على خزانات المياه السطحية على زيادة إمداداتها من المياه أو التخطيط لزيادة هذه الإمدادات من خلال أنظمة تعتمد على المياه الجوفية بسبب الطلب المتزايد وتدهور نوعية المياه السطحية (Adelana, 2009).

تشكل المياه الجوفية أهمية كبيرة في توفير المياه للاستخدام المنزلي والصناعي في العديد من المتجمعات الحضرية، كما أصبحت الطبقة الجوفية بمثابة مستقبل للكثير من مياه الصرف الصحي والصناعي وكذلك النفايات الصلبة، وبالأخص في الدول النامية، فيترتب عن ذلك وجود مؤشرات كبيرة إلى تدهور قاعدة موارد المياه الجوفية بسبب الاستغلال المفرط وعدم كفاية أساليب مكافحة التلوث (Foster, 2001).

للتوسع الحضري المتسارع تأثير كبير على إعادة تغذية المياه الجوفية وتأثير ملحوظ على جودة المياه الجوفية، حيث تؤدي التغيرات الكبيرة المرتبطة بتوزيع الضغط الهيدروليكي داخل طبقات المياه الجوفية إلى انعكاس اتجاه تدفق المياه، ويمكن لهذا الانعكاس أن يؤدي إلى تدهور جودة المياه بسبب دخول مياه البحر أو تغلغل مياه مالحة أخرى أو تسرب مياه الصرف الصحي (Foster, 2001).

غالبًا ما تؤدي الكثافة السكانية والصناعية إلى مشاكل خطيرة تتعلق بكمية المياه الجوفية وجودتها. وتتوقع شعبة السكان التابعة للأمم المتحدة (UNPD، 2005) أن يزيد عدد سكان المناطق الحضرية في العالم من 3 مليارات في عام 2000 إلى ما يقرب من 8 مليارات في عام 2030، ومن المتوقع أن يحدث معظم هذا الارتفاع في البلدان النامية، حيث سينمو عدد السكان الحضريين بمعدل سنوي متوسط قدره 1.9% مقارنة بمعدل النمو السكاني العالمي البالغ 1%، لقد تجاوز معدل التحضر السريع في أفريقيا القدرات الإدارية والمالية لكافة مستويات الحكومات منذ ستينيات القرن العشرين. وهذه حقيقة بالغة الأهمية تشكل تحدياً كبيراً لإدارة الموارد المائية في أفريقيا. تتمتع المدن الأفريقية بتاريخ طويل في توفير المياه من المياه السطحية والجوفية. ومع ذلك، نظرًا لتدهور جودة وكمية المياه السطحية بسبب زيادة التحضر والتصنيع، والتكاليف المرتفعة لبناء السدود الجديدة، يُنظر إلى المياه الجوفية الحضرية على أنها مورد قيم بشكل متزايد. ومع ذلك، تكشف التحقيقات الأخيرة أن موارد المياه الجوفية الرئيسية إما ملوثة أو معرضة لخطر التلوث (Adelana et al., 2008).

تعمل المياه الجوفية على توفير التدفق الأساسي الذي يحافظ على جودة المياه الجيدة عن طريق تخفيف مياه الصرف الصحي وغيرها من النفايات، وكمصدر ممتاز لإمدادات المياه، حيث توفر أكثر من 75 في المائة من إمدادات مياه الشرب في بعض المناطق. ترتبط المياه الجوفية ارتباطًا وثيقًا بطبيعة المكان واستخدام الأراضي التي تقع تحتها، فيؤثر استخدام الأراضي على موارد المياه الجوفية من خلال التغيرات في إعادة تغذية المخزون الجوفي وتغير الطلب على المياه. إن مشاكل جودة المياه الجوفية الحادة شائعة فهي ناشئة عن الاستخدام غير المناسب للأراضي والتحكم فيها، وخاصة من خلال مصادر المواد الكيميائية الخطرة، فقد تم تصميم طرق استخدام الأراضي فقط لمعالجة قضايا جودة المياه الجوفية ولا تأخذ في الاعتبار إعادة تغذية مخزون تلك المياه، وكانت هذه الطرق غير فعالة إلى حد كبير في حماية المياه الجوفية من التلوث المنتشر، وعدم تكاملها مع نظام تخطيط استخدام الأراضي (Lerner & Harris, 2009). غالبًا ما يتم توجيه الأمطار الزائدة إلى المياه الجوفية من خلال مجاري الصرف، في حين تكون الأسطح المغطاة أكثر نفاذية مما تبدو عليه في كثير من الأحيان، وهذا يعني أنها تسمح

ببعض التسرب مع الحد من نمو النباتات والتبخر، كما يتم نقل كميات كبيرة من المياه إلى المناطق الحضرية وعبرها من خلال شبكات الأنابيب، والتي تتسرب دائمًا (Chisala and Lerner, 2008).

هناك عيبين رئيسيين هما عدم وجود أي شرط قانوني لمتابعة سياسة الحفاظ على مورد المياه، والافتقار إلى سيطرة التخطيط على غالبية التلوث المنتشر، بما في ذلك التلوث الناجم عن الزراعة. وقد أدى هذان العيبان إلى عدم فعالية السياسة إلى حد كبير، واستمر تلوث المياه الجوفية في التزايد بشكل كبير (UKWIR, 2004). بالإضافة إلى التدابير العامة التي يتم تنفيذها بالفعل في العديد من البلدان، والتي تستند إلى مبدأ الحيطة، ينبغي تطوير استراتيجيات إدارية جديدة فعالة من حيث التكلفة وقائمة على المعرفة (Klaassen & Aue, 2005). فالقيود المفروضة على إجمالي استخدام الأسمدة ليست صارمة ولم يكن لها تأثير على الحد من تسرب النترات، حيث أن التقليل من استخدام الأسمدة يمكن أن يعمل على تقليل تسرب النترات بشكل كبير (ADAS, 2007b; Silgram et al., 2005). ولكن في المناطق ذات المناخ الجاف والصالحة للزراعة المكثفة، فإن الممارسة الجيدة لن تقلل من تسرب النترات بما يكفي لخفض التركيزات إلى أقل من 50 مجم/ لتر (Hiscock et al., 2007). بالإضافة إلى النترات، تعد المواد الكيميائية الزراعية الأخرى من الملوثات الشائعة للمياه الجوفية اعتمادًا على حركتها وتفاعلها مع طبقة المياه الجوفية والتربة التي تعلوها (Holman et al., 2008). تنقل بعض المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب بسهولة وقد أبلغت وكالة البيئة عن وجودها في 20 في المائة من جميع نقاط الرصد، فإنها تشكل مشكلة لموارد مياه الشرب حيث تم تحديد معيار تركيز المبيدات الفردية عند مستوى منخفض للغاية يبلغ 0.1 جرام / لتر، كما أن نواتج تحللها تشكل تهديداً غير قابل للقياس، نظراً لقلة تحليلها. وبشكل عام، لا تشكل المبيدات الحشرية مشكلة عندما يتم استخدامها على نطاق واسع وفقاً للممارسات الجيدة (Lerner & Harris, 2009).

ونظراً لموقع ليبيا الجغرافي ومناخها الجاف فإن مصادر المياه محدودة وتعتمد بشكل أساسي على المياه الجوفية والتي قد تكون غير صالحة للشرب نظراً لملوحتها أو لكونها عرضة للتلوث الميكروبيولوجي نتيجة سوء تصريف المياه العادمة مما ينتج عنه تسرب الملوثات إلى مخزون الماء الجوفي الذي يستعمل لتغطية احتياجات التجمعات السكانية في مدينة ترهونة أو تعبأ في صهاريج تباع حتى للسكان خارج نطاق تجمعات سكنية في الأرياف، لسنوات قليلة مضت تعتبر هذه الآبار كأحد المصادر الرئيسية لمياه الشرب في المنطقة، ومع هذا لايزال العديد من المواطنين بالمناطق الريفية يستعمل المياه المنقولة عبر الصهاريج كمصدر لمياه الشرب، حيث تتسبب المياه الحاملة للميكروبات بمشاكل صحية أهمها أمراض الإسهال، وعادةً ما يتم الشرب من مياه الآبار دون أن يتم تعقيمها، لذلك فإن تنقية مياه الشرب قبل الاستعمال تعتبر من العمليات الضرورية لحماية المستهلك من أخطار الملوحة وما تحمله المياه من ميكروبات ممرضة. ونظراً لتزايد عدد السكان في المدينة وعدم ربط مياه الصرف الصحي للكثير من المنازل بمحطات التنقية، فإن الفرصة لوجود تلوث بالبكتيريا القولونية عبر تسربها لمياه الآبار الضحلة تعد كبيرة وتمثل تهديداً للسكان، مما يستدعي إجراء الدراسات والأبحاث لتفادي خطر التلوث.

تهدف هذه الدراسة إلي تقييم نوعية المياه الجوفية في الآبار الضحلة بمنطقة ترهونة المدينة ومدى ملائمتها للشرب من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية، والذي يمكن تحقيقه من خلال تحديد قيم التوصيل الكهربي، الأس الهيدروجيني، والمجموع الكلي للأملاح الذائبة، أيضاً تقدير تركيز الكاتيونات والأنيونات، كذلك الكشف عن تواجد بكتيريا القولون بمياه تلك الآبار.

الوصف العام لمنطقة الدراسة:

1- **الموقع والمساحة:** تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا جنوب شرق مدينة طرابلس وتبعد عنها بحوالي 100 كم، وهي تقع بين خطي طول 13635091، 13624183 وخطي عرض 32440520، 32426164 يحدها من الشمال منطقة بريش ومستشفى ترهونة العام وجنوباً مزرعة الفروسية، يحدها من الغرب مول الشقيقة وشرقاً المجمع الإداري.

2- **المناخ:** يتميز مناخ المنطقة بارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة صيفاً، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة 30م°، أما شتاءً فمتوسط درجة الحرارة 12م°، كما يبلغ متوسط هطول الأمطار في منطقة الدراسة حوالي 200مم/السنة.

3- مصادر المياه: يتم تزويد المنطقة بالمياه عن طريق عدد من الآبار العامة العميقة والتي تتغذى من خزان أبوشيبة وخزان العزيزية، في حين يعتمد العديد من السكان على الآبار الخاصة والتي غالباً لا يتعدى عمقها 70 متر والتي تتغذى من عديسات، أما الآبار التي تتجاوز أعماقها 80 متر فهي تتغذى من تكوين الخزان الرباعي، وجاري العمل على ايصال مياه النهر الصناعي لربطها بالشبكة العامة.

مواد وطرق البحث:

1- **جمع العينات:** تم جمع عدد 10 عينات من مياه الآبار السطحية الخاصة من منطقة ترهونة (المدينة) بشكل عشوائي وذلك في الفترة من شهر مايو لسنة 2023م.

2- **طريق أخذ العينات من الآبار:** تم أخذ عينات من الآبار بواسطة قناني بلاستيكية معقمة وذلك بعد تشغيل البئر بفترة كافية وغلق القارورة بإحكام، ومن ثم وضعت العينات في حافظة مبردة لتجنب نمو الميكروبات، ونقلت العينات مباشرة إلى مختبر منبع بن غشير وأجريت عليها الاختبارات مباشرة.

3- **التحليل الكيميائي لعينات المياه:** بعد ما تم تجميع عينات المياه ونقلها للمختبر أجريت عليها التحاليل والقياسات التالية:

3-1. التوصيل الكهربي (EC): تم قياسها بواسطة جهاز (conductivity meter, TWT Cond-3110).

3-2. درجة التفاعل (pH): تم قياسها بواسطة جهاز (pH Meter, JENWAY3510).

3-3. عنصر الكالسيوم (Ca): باستخدام جهاز (Flame photo meter).

3-4. عنصر المغنيسيوم (Mg): باستخدام جهاز (photo meter 7100).

3-5. عنصري الصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K): باستخدام جهاز (Flame photo meter) ومزود بمرشحات خاصة بعنصري الصوديوم والبوتاسيوم.

3-6. الكربونات (CO_3) والبيكربونات (HCO_3): تم قياسها بالطريقة الحجمية وذلك باستخدام جهاز (Flame photo meter7100).

3-7. الكبريتات (SO_4)، الكلوريد (Cl)، الفلوريد (F)، النترات (NO_3): تم قياسها باستخدام جهاز (Flame photo meter7100).

4- **التحليل الميكروبيولوجي لعينات المياه.**

بعد إجراء التحاليل السابقة تم تقييم نوعية مياه الشرب حسب دليل منظمة الصحة العالمية (WHO) لمياه الشرب، أيضاً المواصفة الليبية لمياه الشرب.

النتائج والمناقشة:

نوعية المياه الجوفية بمنطقة الدراسة:

تم إجراء التحاليل المعملية على عينات مياه من منطقة الدراسة والتي بلغت (10) عينات من آبار ضحلة عاملة بمدينة ترهونة والتي تراوحت أعماقها من (50– 60 م) متر، والخريطة (3 – 3) توضح توزيع هذه الآبار بمنطقة الدراسة، حيث اشتملت هذه التحاليل على تقدير درجة التوصيل الكهربائي (EC)، درجة التفاعل (PH)، العناصر الرئيسية (الصوديوم Na، الكالسيوم Ca، البوتاسيوم K، الماغنسيوم Mg، الكلوريد CI، الكبريتات SO_4، البيكربونات HCO_3، الكربونات CO_3، الفلوريد F، والنترات NO_3)، وكذلك التحليل الميكروبيولوجي.

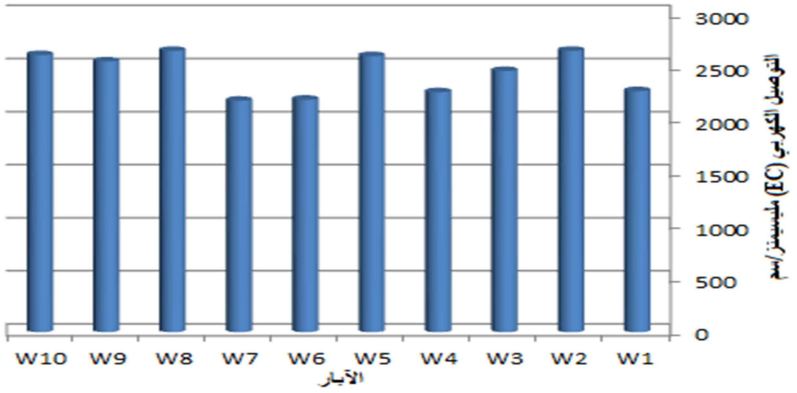
جدول (1) يبين مقارنة متوسط تحاليل عينات مياه الآبار في منطقة الدراسة بمواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) ودليل المواصفة الليبية لمياه الشرب.

الخاصية	المتوسط	الحد المسموح به
EC MS\ CM	2.44	1.5
PH	7.32	8.5
Ca mg \1	142.9	200
Mg mg\1	86.9	50
Na mg\1	249.9	200
K mg\1	11.16	20
CI mg\1	388.1	250
SO4 mg\1	284.5	250
HCO3 mg\	327.5	200
F mg\1	1.375	1.5
NO3 mg\1	31.2	45

التوصيل الكهربي (EC):

توضح النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (1) بأن قيم التوصيل الكهربي (EC) للآبار المدروسة تراوحت ما بين (2.18–2.65) مليسيمنز/سم عند درجة 25م ويعزى هذا التفاوت البسيط في قيم (EC) إلى اختلاف أعماق الآبار، والاختلافات المكانية.

يتضح من نتائج التحليل لعينات المياه في الجدول (1)، أن متوسط قيم التوصيل الكهربي لسنة 2023 يفوق الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر (1.5 مليسيمنز/سم)، لذا تصبح مياه آبار منطقة الدراسة غير صالحة للشرب.

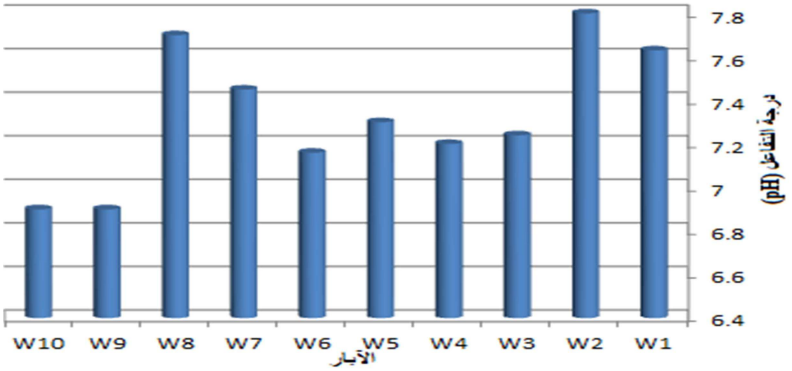


الشكل (1): يبين قيم التوصيل الكهربي (EC) بالمليسيمنز/ سم لعينات مياه الآبار بمنطقة الدراسة.

الأس الهيدروجيني (pH):

من خلال نتائج التحاليل لعينات المياه الموضحة في الشكل (2)، نجد أنه لا توجد اختلافات كبيرة في قيم (pH) لكل العينات، حيث كانت أعلى قيمة (7.8) في العينة من البئر (W2) وأقل قيمة (6.9) في العينة من البئرين (W9، W10).

يتضح من نتائج التحليل لعينات المياه في الجدول (1)، أن تركيز أيون الهيدروجين لسنة 2023 لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والبالغ (8.5)، وبذلك تصبح المياه صالحة للاستهلاك البشري من حيث تركيز أيون الهيدروجين.

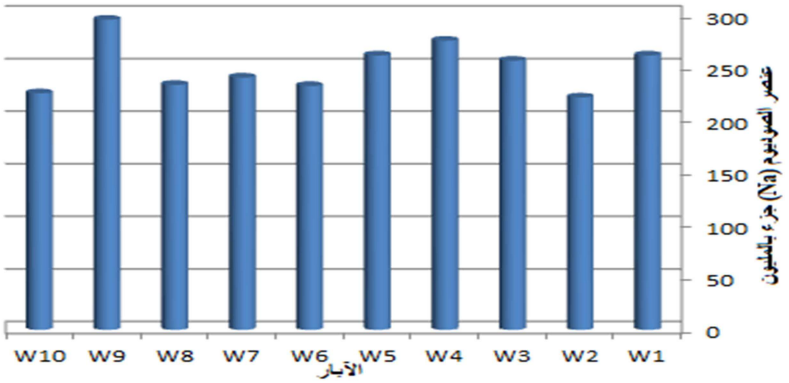


الشكل (2): يبين قيم درجة التفاعل (pH) لعينات مياه الآبار بمنطقة الدراسة.

الصوديوم (Na):

تبين النتائج الموضحة في الشكل (3) أن أعلى قيمة لأيون الصوديوم الذائب سجلت في البئر رقم (W9) حيث بلغت (295) مليجرام / لتر وأقل قيمة كانت (221) مليجرام / لتر في البئر رقم (W2).

يتضح من خلال النتائج التحليل لعينات المياه في الجدول (1)، أن تركيز أن تركيز الصوديوم 2023 تجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والذي يقدر (200) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح المياه غير صالحة للاستهلاك البشري من حيث ارتفاع تركيز أيون الصوديوم.

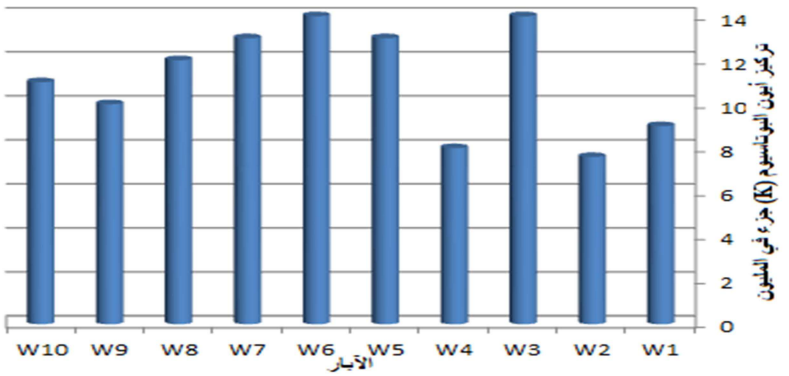


الشكل (3): يبين قيم أيون الصوديوم (Na) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

البوتاسيوم (K):

تشير النتائج الموضحة في الشكل (4) أن قيم أيون البوتاسيوم تراوحت ما بين (7.6-14) مليجرام/لتر في الآبار (W2، W3،W6) على التوالي.

يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه المبينة في الجدول (1) أن تركيز البوتاسيوم لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر (20) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح هذه المياه صالحة للاستهلاك البشري من حيث تركيز هذا العنصر.

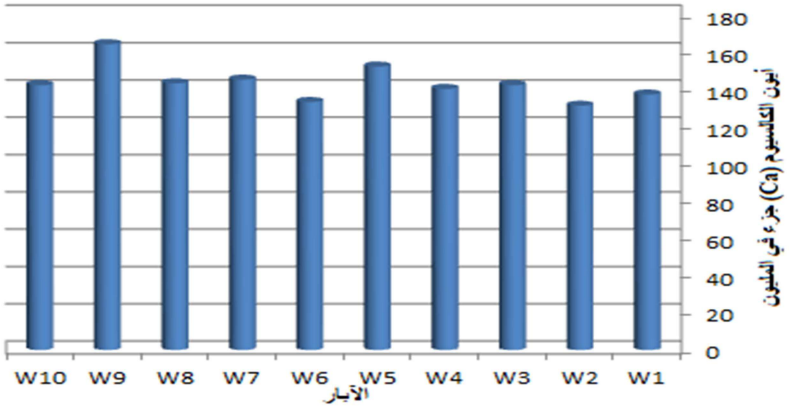


الشكل (4): يبين تركيز أيون البوتاسيوم (K) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الكالسيوم (Ca):

تشير النتائج الواردة في الشكل (5) أن قيم أيون الكالسيوم تراوحت بين (131-164) مليجرام/ لتر في البئرين (W9-W2) على التوالي.

يتضح من تحليل عينات المياه كما هو مبين في الجدول (1) أن تركيز أيون الكالسيوم في السنة 2023 لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والذي يقدر (200) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح المياه صالحة للاستهلاك البشري من حيث تركيز أيون الكالسيوم بمياه الآبار المستخدمة.

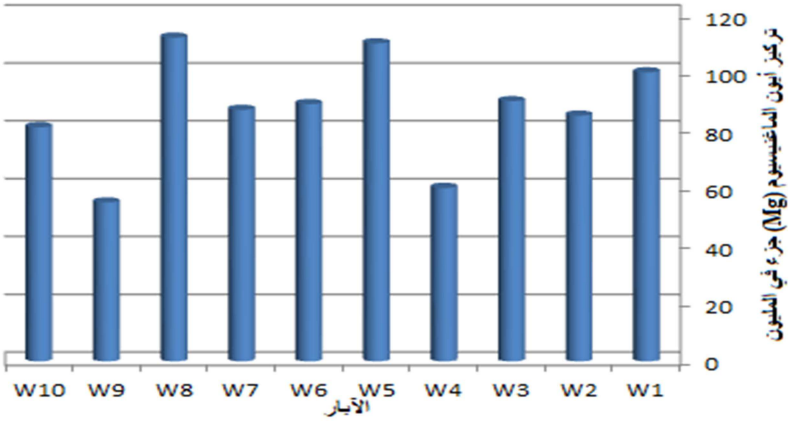


الشكل (5): يبين قيم أيون الكالسيوم (Ca) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الماغنسيوم (Mg):

توضح النتائج المدونة في، الشكل (6) أن قيم أيون الماغنسيوم تراوحت ما بين (55-112) مليجرام/ لتر لكل من البئرين (W8،W9) على التوالي.

يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه المبينة في الجدول (1) أن تركيز أيون الماغنيسيوم يفوق الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والذي يقدر (50) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح المياه غير صالحة للاستهلاك البشري من حيث ارتفاع تركيز أيون الماغنيسيوم.

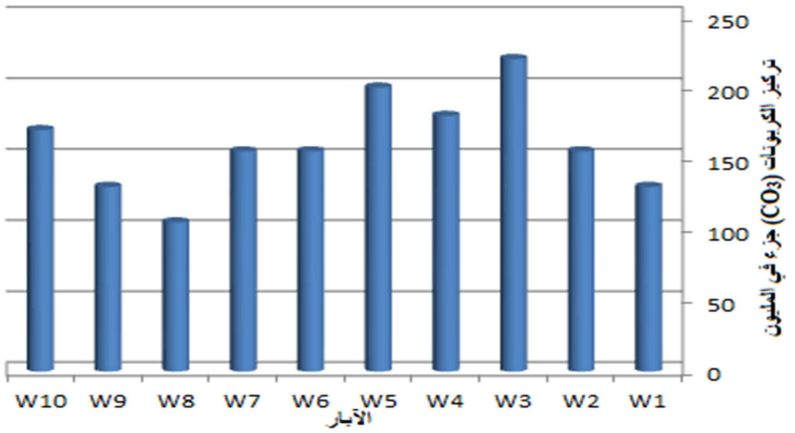


الشكل (6): يبين تركيز أيون الماغنسيوم (Mg) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الكربونات (CO_3):

توضح النتائج الواردة في الشكل (7) أن قيم أيون الكربونات تراوحت بين (105-220) ميلجرام/لتر لكل من البئرين (W9،W3) على التوالي.

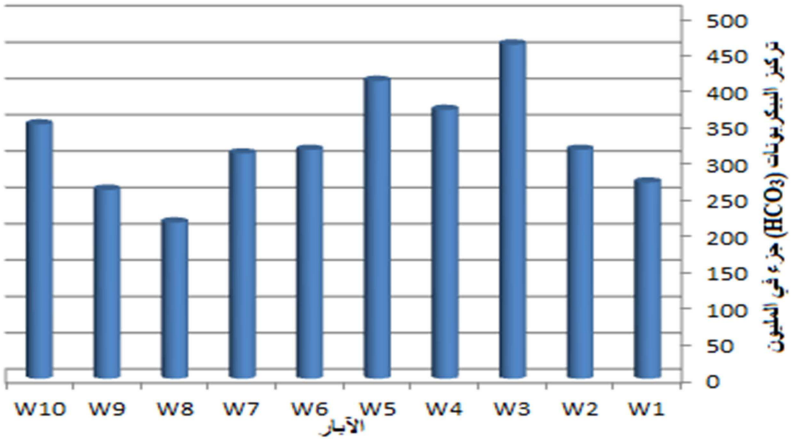
يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه في الجدول (1) أن تركيز الكربونات لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر(250) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح هذه المياه آمنة من حيث تركيز الكربونات.



الشكل (7): يبين تركيز الكربونات (CO_3) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

البيكربونات (HCO_3):

تشير النتائج المدونة في الشكل (7) أن قيم البيكربونات في عينات المياه تراوحت ما بين (215-460) مليجرام/لتر لكل من مياه البئرين (W8،W3) على التوالي. يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه في الجدول (1) أن تركيز البيكربونات يفوق الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر(200) مليجرام/لتر، لذا المياه غير صالحة للشرب لارتفاع تركيز البيكربونات بها.

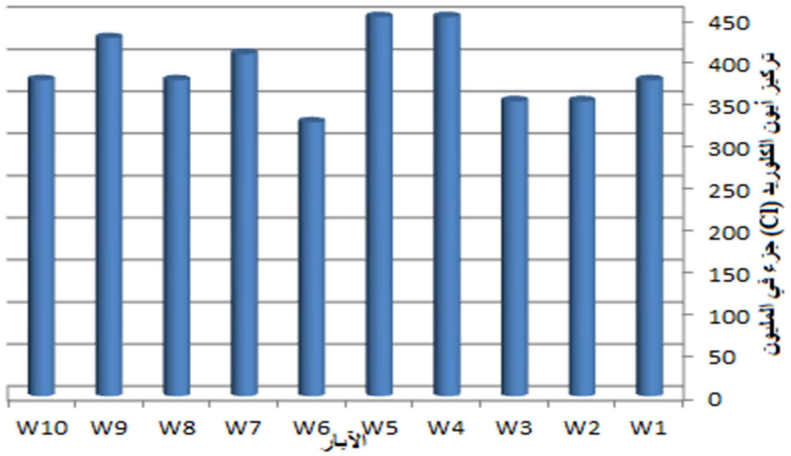


الشكل (7): يبين تركيز البيكربونات (HCO_3) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الكلوريد (CL):

تفيد النتائج المبينة في الشكل (8) أن قيم أيون الكلوريد تراوحت ما بين (325– 450) مليجرام/لتر في مياه الآبار (W5،W4،W6) على التوالي.

يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه الواردة في الجدول (1) أن تركيز الكلور تجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر (250) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح المياه غير صالحة للشرب بسبب ارتفاع تركيز أيون الكلور بها.

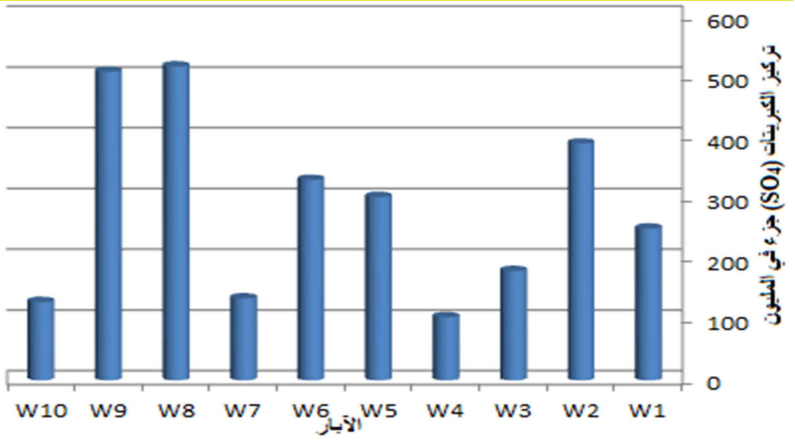


الشكل (8): يبين تركيز أيون الكلوريد (Cl) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الكبريتات (SO_4):

توضح النتائج الواردة في الشكل (9) أن قيم الكبريتات تراوحت ما بين (104–517) مليجرام/لتر لكل من مياه البئرين (W8,W4) على التوالي.

يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه الواردة في الجدول (1) أن تركيز الكبريتات تجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر(250) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح هذه المياه غير صالحة للاستهلاك البشري بسبب ارتفاع تركيز الكبريتات.

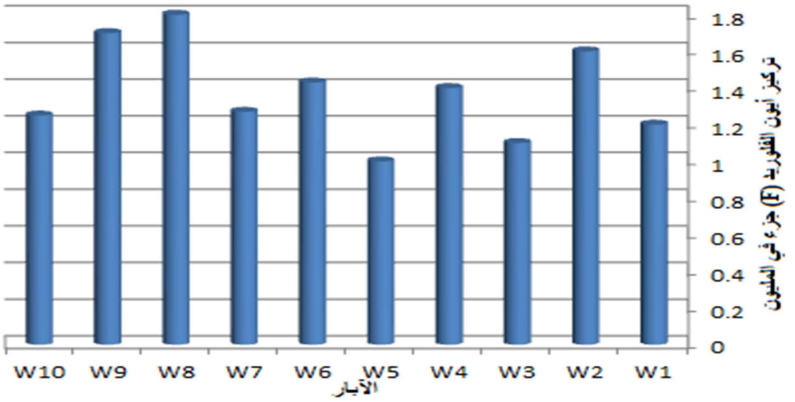


الشكل (9): يبين تركيز الكبريتات (SO_4) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الفلوريد (F):

توضح النتائج المدونة في الشكل (10) أن قيم الفلوريد بعينات مياه الشرب بمنطقة الدراسة تراوحت ما بين (1-1.8) مليجرام/لتر لكل من البئرين (W8,W5) على التوالي.

يتضح من خلال نتائج التحاليل لعينات المياه المبينة في الجدول (1) أن متوسط تركيز الفلوريد في مياه الآبار مجتمعة لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر(1.5) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح هذه المياه صالحة للشرب من حيث تركيز الفلوريد بها، عدا ثلاثة آبار فقد تجاوز فيها تركيز أيون الفلوريد الحد المسموح به والآبار هي (W2، W8، W9) فقد كان تركيز الأيون بها 1.6، 1.8، 1.7 مليجرام/لتر على التوالي.



الشكل (10): يبين تركيز أيون الفلوريد (F) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

النترات (NO3):

كما هو موضح بالشكل (11) تبين من نتائج التحليل الكيميائي بأن قيم النترات بعينات مياه الشرب بمنطقة الدراسة تراوحت قيمتها ما بين (25– 44) مليجرام/لتر لكل من البئرين (W6,W1) على التوالي.

يتضح من خلال نتائج التحليل لعينات المياه المبينة في الجدول (1) أن تركيز النترات لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية والمقدر(45) مليجرام/لتر، وبذلك تصبح هذه المياه آمنة من حيث تركيز النترات بها.

النترات توجد بشكل طبيعي بتركيزات معتدلة في العديد من البيئات. عادة ما تكون تركيزات النترات الأساسية في المياه الجوفية في المناطق المعتدلة أقل من 2 ملجم/ لتر (Foster et al., 1982). نظرًا لقدرة النترات العالية على الذوبان، فهي الشكل الأكثر قابلية للاستخدام من النيتروجين للنباتات. النترات هي ملوث شائع للمياه السطحية والجوفية يمكن أن يسبب مشاكل صحية للرضع والحيوانات، فضلاً عن زيادة نسبة المغذيات في المسطحات المائية (Fennesy & Cronk, 1997). وقد ارتبطت النترات بالأنشطة الزراعية بسبب استخدام الأسمدة. ومع ذلك، هناك مصادر أخرى للنترات مرتبطة بالتنمية الحضرية والتي يمكن أن تزيد من تركيزات النترات في المياه الجوفية (Wakida & Lerner, 2005). فقد وجد أن تركيزات النترات في بعض طبقات المياه الجوفية في المناطق الحضرية مماثلة أو حتى أعلى من تلك الموجودة في المناطق الزراعية المحيطة بها (Lerner et al., 1999).

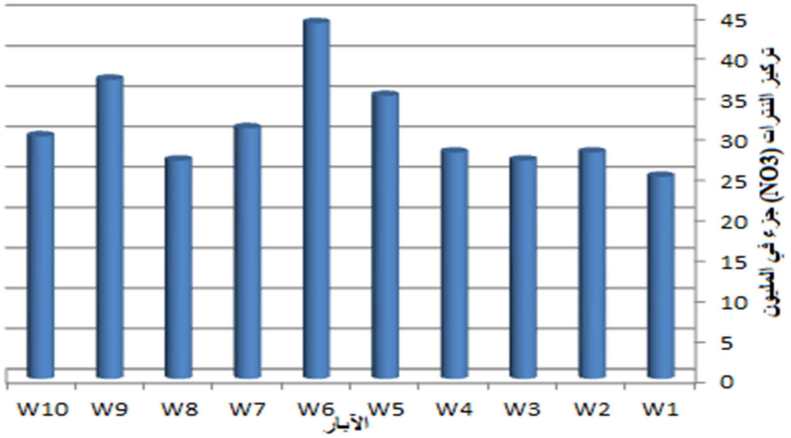
تعتبر النترات مؤشراً صحياً هاماً لجودة المياه لثلاثة أسباب (Cave & Kolsky, 1999):

– ترتبط المستويات المرتفعة منها بشكل مباشر بمتلازمة الميتهيموغلوبين في الدم، أو "متلازمة الطفل الأزرق"، وهي حالة حادة توجد بشكل متكرر بين الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 3 أشهر.

– هناك اقتراح من قبل عدد من الباحثين بأن النترات والنتريت هي مواد مسرطنة.

– يمكن استخدام النترات كمؤشر أولي للتلوث البرازي عندما لا تتوفر البيانات الميكروبيولوجية.

وتشير إرشادات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (WHO, 1993) إلى أن الحد الأقصى المسموح به من النيتروجين هو 10 ملجم/ لتر، أو 50 ملجم/ لتر من NO3. وتشير منظمة الصحة العالمية إلى أن "الأدلة الوبائية التي تثبت وجود ارتباط بين النترات الغذائية والسرطان غير كافية، وأن القيمة الإرشادية للنترات في مياه الشرب محددة فقط لمنع الإصابة بالميتهيموغلوبين في الدم، والتي تعتمد على تحويل النترات إلى نتريت.



الشكل (11): يبين تركيز النترات (NO3) بعينات مياه آبار منطقة الدراسة (جزء في المليون).

الكشف عن بكتريا القولون:

يوضح الجدول (2) النتائج المتحصل عليها بعد إجراء التحاليل الميكروبيولوجية التي أجريت على عينات مياه الآبار بمنطقة الدراسة، حيث لم يكن تواجد لأي من E.coli أو Total coliform بعينات المياه التي جمعت من تلك الآبار، في حين أظهرت النتائج تواجد Total count بجميع عينات المياه ولكن بشكل متفاوت، هذا يدل على أن هناك تواجد لمجاميع بكتيرية بمياه تلك الآبار المستخدمة، لذا قد يتطلب الأمر لاتخاذ بعض الإجراءات الوقائية ومعرفة المصدر التي أتت منه تلك المجاميع، والتي قد تكون مسببة للأمراض.

جدول (2): يبين نتائج التحاليل الميكروبيولوجية لعينات مياه آبار منطقة الدراسة.

The well	E. coli, cfu /100 ml	Total coliform, cfu /100 ml	Total count, cfu /1 ml
1	0	0	20
2	0	0	55
3	0	0	25
4	0	0	<10
5	0	0	20
6	0	0	33
7	0	0	<10
8	0	0	30
9	0	0	25
10	0	0	<10

حيث أن (cfu): وحدة تكوين المستعمرة

تبقى البكتيريا على قيد الحياة في المياه الجوفية أطول من البقاء على قيد الحياة في المياه السطحية بسبب غياب ضوء الشمس ولأن المنافسة على العناصر الغذائية المتاحة ليست كبيرة جدًا. تعيش البكتيريا لفترة أطول في درجات حرارة منخفضة. كما تؤثر الطبيعة الكيميائية للمياه الجوفية أيضًا على قدرات بقاء أي بكتيريا موجودة. عادةً ما تكون البكتيريا المعوية ليست محبة للظروف الحمضية، وبدرجات متفاوتة، فهي أيضًا غير محبة للمياه الجوفية المالحة. تنتقل البكتيريا لمسافة تصل إلى 3 أمتار في اتجاه تدفق المياه الجوفية، وهي تتضاءل مع المسافة وتكاد تكون غائبة في الفترة الأخيرة. هناك قاعدة عامة تتمثل في وجود مسافة 15 مترًا بين آبار مياه الصرف الصحي والبئر الجوفي. أقصى انتشار خطي هو المسافة التي تتدفق بها المياه الجوفية في حوالي عشرة أيام. وهذا يتناقض بشكل حاد مع الدراسات المختبرية والدراسات الميدانية الخاضعة للرقابة والتي تشير إلى أن البكتيريا المعوية يمكن أن تعيش لمدة 100 يوم أو أكثر (Lewis & Foster, 1980).

للأمراض البرازية والفموية طرق انتقال متعددة يمكن أن تؤدي إلى تفاعلات كبيرة بين تدخلات المياه والصرف الصحي. ونادرًا ما يتم تفسير هذه التفاعلات بشكل مرضٍ (Cairncross and Kochar, 1994).

تمثل أمراض الإسهال مشكلة صحية أكثر خطورة وانتشارًا من الميتهيموغلوبين في الدم. ويُستخدم مرض الإسهال كمثال لأنه المساهم الأكبر في العبء المرضي للأمراض البرازية الفموية (Lewin et al., 1999).

إن تحسين جودة المياه بحد ذاته له تأثير أقل بكثير على مرض الإسهال مقارنة بتحسين الصرف الصحي. وهناك سببان محتملان لهذا (Lewin et al., 1999):

- تحسين جودة المياه عند المصدر قد لا يضمن الحد من انتقال الأمراض المرتبطة بالمياه. وتشير عدد من الدراسات (Lindskog & Lindskog, 1988; Mertens et al., 1990; Verweij et al., 1991; Genthe et al., 1997) إلى تدهور كبير في جودة المياه بين المصدر ونقطة الاستخدام. إن تلوث مياه الشرب بعد جمعها قد يشكل خطراً أكبر للإصابة بالإسهال من أي تلوث للمياه عند المصدر، وبالتالي من المتوقع أن يكون للتحسينات في نوعية المياه وحدها تأثير ضئيل على الإسهال في الأحياء شديدة التلوث.

– إن جودة المياه أقل أهمية من كميتها وتحظى بقدر كبير من الاهتمام مقارنة بدور المياه في "غسل" مسببات الأمراض. ويرتبط توافر كميات أكبر من المياه بفوائد صحية للأطفال ويمكن أن يؤدي إلى زيادة استهلاك المياه المنزلية لأغراض النظافة (Cairncross, 1987; Aziz et al., 1990).

الخلاصة والتوصيات:

أشارت اختبارات جودة المياه إلى وجود لبعض العناصر والتي تجاوزت المستويات الآمنة، لذا فقد لا تكون صالحة للشرب دون معالجة مناسبة.

بالرغم من خلو كل العينات المدروسة من المجاميع البكتيرية (Total Coliform, E .Coli) تم ملاحظة تواجد أعداد حتى وإن كانت بسيطة من (Total account)، الأمر الذي يدل على وجود مجاميع بكتيرية قد تكون ممرضة. لذا تشمل التوصيات المقدمة للسكان: المراقبة المنتظمة لجودة المياه، واستخدام أساليب الترشيح أو التنقية المناسبة، والبقاء على اطلاع دائم بالتغيرات البيئية المحلية التي قد تؤثر على سلامة المياه، أيضاً اتخاذ الإجراءات الوقائية والتصحيحية ومعرفة مصدر المجاميع البكتيرية حيث أن وجودها دليل على احتمالية احتواء عينات المياه على الجراثيم الممرضة.

المراجع:

Adelana, S.M.A. (2009). Monitoring groundwater resources in Sub-Saharan Africa: issues and challenges. Groundwater and Climate in Africa (Proceedings of the Kampala Conference, June 2008), IAHS Publ. 334, 2009.

Adelana, S.M.A., Tamiru, A., Nkhuwa, D.C.W., Tindimugaya, C., & Oga, M.S. (2008). *Urban groundwater management and protection*. *Applied groundwater studies in Africa*.

Adelana, S. M. A. & MacDonald, A. M. (2008) Groundwater research issues in Africa. In: *Applied Groundwater Studies in Africa. IAH Selected Papers on Hydrogeology,* volume 13.

Aziz, K. A., Hoque, B. A., & Huttly, S. R. A. (1990). Water supply, sanitation and hygiene education: report of a health impact study in Mirzapur, Bangladesh.

WHO. (1993). Guidelines for drinking-water quality. Second Edition. Volume 1: Recommendations. Geneva, World Health Organization.

Lewis, W. J., & Foster, S. S. D. (1980). The risk of groundwater pollution by on-site sanitation in developing countries: a literature review, International Reference Centre for Wastes Disposal.

Cairncross, S., & Kochar, V. (1994). Studying hygiene behaviour: methods, issues and experiences. New Delhi, Sage Publications.

Lewin, S., Stephens, C., & Hunt, C. (1999). Water and sanitation interventions: The need for a more integrated approach?. *Waterlines*, *17*(4), 24-26.

Mertens, T. E., Fernando, M. A., Marshall, T. F., Kirkwood, B. R., Cairncross, S., & Radalowicz, A. (1990). Determinants of water quality, availability and use in Kurunegala, Sri Lanka. *Trop Med Parasitol*, *41*(1), 89-97.

Verweij, P. E., Van Egmond, M., Bac, D. J., Van der Schroeff, J. G., & Mouton, R. P. (1991). Hygiene, skin infections and types of water supply in Venda, South Africa. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, *85*(5), 681-684.

Genthe, B., Strauss, N., Seager, J., Vundule, C., Maforah, F., & Kfir, R. (1997). The effect of type of water supply on water quality in a developing community in South Africa. *Water Science and Technology*, *35*(11-12), 35-40.

Lindskog, R. U. M., & Lindskog, P. A. (1988). Bacteriological contamination of water in rural areas: an intervention study from Malawi. *Tropical Medicine & International Health*, *91*(1), 1-7.

Cairncross, S. (1987). The benefits of water supply. *Developing World Water II*. J. Pickford. London, Grosvenor Press.

Cairncross, S. & Cliff, J. L. (1987). "Water use and health in Mueda, Mozambique." Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 81: 51-54.

Cave, B., & Kolsky, P. (1999). Groundwater, latrines and health. London School of Hygiene & Tropical Medicine, UK. WEDC, Loughborough University, UK. *WELL study*, (163).

Wakidaa, F.T., & Lerner, D.N. (2005). Non-agricultural sources of groundwater nitrate: a review and case study. Water Research 39, 3–16.

Fennesy, M.S., Cronk, J.K., 1997. The effectiveness and restoration potential of riparian ecotones for the management of nonpoint source pollution, particularly nitrate. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 27, 285–317.

Foster, S.S.D., Cripps, A.C., Smith-Carington, A., 1982. Nitrate leaching to groundwater. Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B—Biol. Sci. 296, 477–489.

Lerner, D.N., Yang, Y., Barrett, M.H., Tellam, J.H., 1999. Loading of non-agricultural nitrogen in urban groundwater. In: Ellis, J.B. (Ed.), Impacts of urban growth on surface and groundwater quality, IAHS publ. No. 259. IAHS Press, p. 117–123.

Foster, S.S.D. (2001). The interdependence of groundwater and urbanization in rapidly developing cities. Urban Water 3, 185-192.

Lerner, D.N. Harris, B. (2009). The relationship between land use and groundwater resources and quality, Land Use Policy 26S, S265–S273.

Chisala, B.N., & Lerner, D.N. (2008). Sewage Risks to Urban Groundwater. Science Report SC030134. Environment Agency, Bristol, 36 pp, ISBN 978-1-84432-820-8.

UKWIR. (2004). Implication of Changing Groundwater Quality for Water Resources and the UK Water Industry – Phase 3: Financial and Water Resources Impact. UKWIR Report Ref No. 04/WR/09/8. ISBN 1 84057 343 0.

Klaassen, K., & Aue, C. (Eds.), 2005. Sustainable Groundwater Management: A Handbook of Best Practice to Reduce Agricultural Impacts on Groundwater Quality. Water Board of Oldenburg and East Frisia (OOWV), Germany.

ADAS. (2007b). Impact of proposed NVZ Action Programme measures NVZ Action Programme. ADAS report to Defra – supporting paper D5 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England.

Silgram, M., Williams, A., Waring, R., Neumann, I., Hughes, A., Mansour, A., & Besien, T. (2005). Effectiveness of the Nitrate Sensitive Areas Scheme in reducing groundwater concentrations in England. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology 38, 117–127.

Hiscock, K., Lovett, A., Saich, A., Dockerty, T., Johnson, P., Sandhu, C., Sünnenberg, G., Appleton, K., Harris, B., & Greaves, J. (2007). Modelling land-use scenarios to reduce groundwater nitrate pollution: the European Water4All project. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology 40, 417–434.

Holman, I.P., Whelan, M.J., Howden, N.J.K., Bellamy, P.H., Willby, N.J., Rivas-Casado, M., & McConvey, P. (20080. Phosphorus in groundwater—an overlooked contributor to eutrophication? Hydrological Processes 22 (26), 5121–5127.

Study of the quality of water in surface wells in the city of Tarhuna and its suitability for drinking

Balaid Ali Balaid Sassi[1], Ramadhan Aldoukali Alalaqi[*2]
[1,2] **Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Azzaytuna University, Tarhuna, Libya**
[*] **ramdandokly555@gmail.com**

Received 08-11-2024, Accepted 06-01-2025, Published 31-03-2025
doi.org/10.5281/zenodo.15332943

Abstract:

The study was conducted in the city of Tarhuna, which is located approximately (100) km southeast of the city of Tripoli, during the spring of 2023 with the aim of studying the quality of groundwater from samples of surface wells in the city of Tarhuna and its suitability for drinking. 10 samples were collected randomly from underground wells distributed in the study area at depths of (50 - 60 metres), and the necessary laboratory analyzes were conducted on them (chemical and microbiological analyses). These analyzes included estimating the degree of electrical conductivity (EC), the degree of reaction (PH), the main elements, total dissolved salts, and each of (Na, Ca, K, Mg, CI, SO4, HCO3, CO3, NO3, F, E.Coli, Total Coliffrm' Total account), The results of chemical analysis showed that the average values of electrical conductivity (EC) (2.44 mS/cm) are greater than the permissible limits of WHO (1.5 mS/cm), the values of sodium (Na) and magnesium (Mg), SO4), HCO3, and CL exceeded the limits allowed by WHO, making the water unfit for drinking. The results of the microbiological analysis showed that the water was free of bacterial aggregates (Total Coliform, E.Coli), and the analysis results for all samples gave values for (Total account), which indicates the presence of bacterial aggregates, which requires taking preventive and corrective measures and knowing the source of these germs, as their presence is evidence of the possibility that the water samples contain pathogenic germs.

Keywords: *drinking water quality, coliform bacteria, Libyan standard specification for drinking water, WHO, Tarhuna.*