Al-Farouk journal of sciences
Volume (2), Issue (3) (JUNE, 2026)
ISSN: 3135-2359

مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) ملحق العدد 3 يونيو 2026
ردمد: 3135-2359

تقييم مخاطر التلوث بالمواد العضوية في المياه الجوفية بمنطقة العجيلات

ناصر بشير شلفوح قسم المعالجة وتقنيات التحاليل بالمعهد العالي لتقنيات شؤون- العجيلات
محمود المبروك غردايه قسم البيئة بالمعهد العالي لتقنيات شؤون- العجيلات
محمود عمار القط قسم الحفر والموارد المائية بالمعهد العالي لتقنيات شؤون المياه – العجيلات
عبد الباسط سالم هويدي قسم البيئة والثلوث بالمعهد العالي لتقنيات شؤون- العجيلات
MHMOUD.ZOBER@GMAIL.COM

Assessment of Organic Pollution Risks in Groundwater of the Al-Ajilat Region, Libya

1-NASIR BASHEER SHALFOUH – MHMOUD MABROUK GHRDI – ABDULBASID SALEM ALHUAYDI – MAHMUD AMAR ALGEAT- Higher Institute of Water Affairs Technologies / Ajylat

تاريخ الاستلام: 2026/05/24 تاريخ المراجعة 06/16/ 2026 تاريخ القبول:2026/06/28- تاريخ النشر: 07/11/ 2026

Abstract

This study was conducted to assess the risks of organic pollution in groundwater wells located in the Al-Ajilat region, Libya. A total of ten groundwater samples were collected and analyzed. The results showed that some groundwater wells, namely A3, A4, A5, and A6, exhibited nitrate concentrations exceeding the maximum permissible limit of 45 ppm specified by the Libyan Drinking Water Standards (1992). This increase may be attributed to the proximity of these wells to unlined septic pits and, in general, to the geological characteristics of the aquifer.

Furthermore, wells A4, A5, A6, A7, A8, A9, and A10 recorded Biochemical Oxygen Demand (BOD) values exceeding the maximum permissible limit of 6 ppm. This is likely due to the hydraulic connection between these wells and a nearby deep septic well (BW), resulting in groundwater contamination and rendering the water unsuitable for drinking.

Regarding Chemical Oxygen Demand (COD), wells A4, A7, A8, A9, and A10 exceeded the maximum allowable limit of 10 ppm according to the Libyan Drinking Water Standards (1992). In addition, Escherichia coli (E. coli) counts of 109, 112, and 100 were recorded in wells A4, A6, and A9, respectively, indicating microbial contamination of the groundwater in these wells.

Keywords : Groundwater Quality; Organic Pollution; Nitrate; Biochemical Oxygen Demand (BOD).

الملخص

أجريت هذه الدراســـة في مياه أبار بمنطقة العجيلات لتقييم مخاطر تلوثها بالمواد العضـــوية تم أخذ 10 عينات من مياه الابار الجوفية أظهرت الدراســة أن بعض المياه الابار الجوفية تحتوي على خصــائص غير مثالية من حيث الجودة كما في الابار (A3, A4 , A5 , A6) والذي وصــل فيه تركيز النترات إلى تركيز يفوق الحد الأقصــى المســموح به حسب المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب 1992 وهو (45ppm) ، وذلك لقرب هذه الآبار من أبار سوداء غير مبطنة وعموما قد يكون ســبب ارتفاع النترات في المياه الجوفية راجع إلى طبيعة الصــخور المكونة للخزان الجوفي كما تجاوزت الآبار (A4 ، A5، A7,A6 , A8 , A10,A9) تركيزها في متطلب الأكسجين الحيوي (BOD) الحد الأقصى المسموح به وهو (6ppm) وسبب ذلك هو وقوع هذه الآبار في دائرة تأثير البئر الأسود العميق (BW) الذي هو على اتصـال هيدروليكي مباشر مع المياه الجوفية ما يجعل مياه هذه الآبار غير صـالحة للشرب، وهو دليل على تلوث المياه

الجوفية بمياه الآبار الســوداء أما فيما يتعلق بمتطلب الأكســجين الكيميائي (COD) فقد تجاوزت الابار (A4 ، A7, A9,A8 , A10)) الحد الأقصــى المســموح به حســب المواصــفات القباســية الليبية لمياه الشــرب 1992 وهو(10ppm) , و ســــجلت الابار (A4 , A6 , A9) قيمتها من بكتيريا E.COL (109 , 112 ,100) على التوالي ما يدل على تلوث مياه هذه الابار.

الكلمات المفتاحية:

المقدمــة

تعد المياه أساس الحياه ومصدر للأمن والاستقرار .وعلى الرغم من أن كميات المياه ثابته على سطح الكره الأرضية في أي لحظه من الزمن إلا أن معدل تغيرها من صوره لأخرى والتذبذب في هذا المعدل من مكان الى أخر أدى الى ظهور اختلاف في وفرة مصادر المياه من منطقه الى اخرى على سطح الارض.وبحكم موقع بلادنا ضمن الإقليم الجاف وشبه الجاف، فإن المياه الجوفية تعتبر المصدر الاساسي للمياه ، حيث تشكل حوالي 95% من الموارد المائية المستغلة. ومما زاد في مشكلة نقص الموارد المائية التزايد الســريع في عدد الســكان ، والذي أدى الى التوســـع الافقي في الزراعات المروية والأنشــطة الصــناعية في غياب الإدارة الســليمة للموارد المائية المتاحة ،كذلك تعرض الموارد المائية الى عدة صــور من التلوث ســاهم في تفاقم هذه المشــكلة، تتكون مياه الصــرف الصــحي من خليط مائي يحتوي على مواد كيميائية، صــناعية وطبيعية ذائبة وعالقة في الوســط المائي، بالإضــافة إلى العدد الكبير من الأحياء الدقيقة، ومكونات هذا الخليط من حيث الحجم والنوعية، تتغير من وقت إلى أخر على مدار الســنة واليوم بتغير طريقة اســتخدام المياه والعوامل الطبيعية والكيميائية، فمنذ اللحظات الأولى من تكوين مياه المجاري تبدأ التفاعلات الكيميائية بين الأحماض والقلويات والمركبات الكيميائية الأخرى، مكونة مواد جديدة تتفاعل فيما بينها أو مع المواد الأصــــلية لتنتج مواد أخرى وهكذا، كما تقوم بعض أنواع البكتيريا بأنشــــطة حياتية مستغلة المواد العضوية كغذاء لها للحصول على الطاقة، فتتكاثر وتفتت المواد العضوية بدرجات متفاوتة حيث يتكون منها في النهاية بعض الغازات مثل ثاني أكســيد الكربون والميثان وكبريتيد الهيدروجين والنشــادر، وبنســبة ضــئيلة ثاني أكســيد الكبريت وأكسيد النتروجين وفي وجود الأكسجين أو الهواء تنشط البكتيريا الهوائية وتقوم بأكسدة بعض المواد العضوية بطرق متعددة ومعقدة وبدرجة تتوقف على بعض العوامل مثل درجة الحرارة والأس الهيدروجيني وكمية الأكســـجين الذائب وتركيز المواد السامة والزمن.تعتبر المياه السطحية الملوثة احد اكبر واخطر مصادر تلوث المياه الجوفية وذلك إذا كانت هذه المياه الســطحية تغذي المياه الجوفية أو متصــلة بها هيدروليكي ، وتحدث أيضــا تغذية للمياه الجوفية بواســطة المياه الســطحية طبيعياً عن طريق الأنهار والوديان المتصلة بالمياه الجوفية اتصالا دائما أو مؤقتا .

1.1مشكلة الدراسة :

تتمثل مشكلة الدراسة في النقاط الاتية :

1 ـ الاعتماد علي المياه الجوفية وعدم التقنين في استهلاك هذه المياه .

2 ـ ازدياد الطلب علي المياه الجوفية واستعمالها دون إجراء أي تحاليل عليها .

3 ـ غياب محطات المعالجة داخل المدينة وافتقار المدينة الي شبكات الصرف الصحي.

2.1 أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراســة بالدرجة الأولى في معرفة مدي معرفة الخصــائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في المياه الجوفية بمنطقة الدراسـة ، ومن ثم مقارنتها بالمواصـفات والقياسـات العالمية لمياه الشـرب ، وبناء على ذلك يتم تصـنيف هذه المياه من حيث صـلاحيتها للشرب من عدمه ، أو من حيث صـلاحيتها للاستخدام اليومي، كما تعتبر هذه الدراسة مساهمة هامة

تحتاجها المكتبة الليبية في طريق اهتمام أفضل بالبيئة ، وتفسح المجال لقيام دراسات اخري تستفيد من معلومات وبيانات، ونتائج هذه الدراسة لتطوير أهداف جديدة تخدم الإنسان والبيئة والبحث العلمي على حد سواء .

3.1 أهداف الدراسة

يمكن تلخيص أهداف الدراسة في النقاط التالية :

1-تحديد تركيز الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في مياه الجوفية بمنطقة الدراسة.

2- تقييم مدي صلاحية مياه منطقة الدراسة للشرب من حيث تركيز الخصائص المدروسة ، وذلك بناء على النتائج المتحصل عليها ، ومطابقتها مع الموصفات القياسية لمياه الشرب .

4.1 منهجية الدراسة

اعتمد هذا البحث المنهج التحليلي ، والمقارنة وذلك باعتبار أن موضوع البحث يتضمن إجراء التحاليل الكيميائية والبيولوجية على العينات قيد الدراسة ، ومن تم مقارنة النتائج المتحصل عليها مع الموصفات القياسية لمياه الشرب .

2-1 المياه الجوفية :

تعتبر المياه الجوفية ركيزة أساسية للأمن المائي، وهي المياه الكامنة في طبقات الأرض التي يتم الحصول عليها عبر الآبار والقنوات، تكتسب هذه المياه أهمية قصوى في المنطقة العربية والشرق الأوسط لكونها تقع في نطاقات جافة تفتقر للأمطار والأنهار المستديمة, ونظرًا لأنها مورد طبيعي, فإن استغلالها يتطلب إدارة علمية حكيمة لضمان استدامتها، مع مراعاة التمييز العلمي بينها وبين الأشكال الأخرى للمياه .

2-1-1 الطبقات الحاملة للمياه الجوفية :

الطبقات الحاملة للمياه الجوفية (Aquifers) أو ما يسمى أحياناً بخزانات أو مكامن المياه الجوفية ، فهي صخور مسامية و منفذة لدرجة تسمح بمرور الماء فيها وخزنه ثم استخراجه مرة أخرى بكميات اقتصادية ، ويعتبر الرمل والحصى الموجود في رواسب الوديان كالسهول الساحلية والكثبان الرملية أكثر المواد الشائعة والتي تكون الطبقات الحاملة للمياه الجوفية . ويعتبر الحجر الرملي كذلك مادة جيدة لحمل المياه ويمكن للصخور الجيرية التي بها فجوات وكهوف ومجاري تحت السطح أن تكون خزانات مياه جوفية جيدة ، وكذلك الصخور الرسوبية التي بها فواصل وتشققات كثيرة والشيء نفسه ينطبق على الصخور النارية والمتحولة مثل صخور الجرانيت . أما الصخور البركانية مثل البازلت والألفا فيمكن أن تصبح خزانات مياه جوفية جيدة إذا كانت مسامية أو متشققة بدرجة كافية.

ولهذه الخزانات الجوفية لها مستوى الماء الجوفي (Waters Table) وليس هناك أي طبقات غير منفذة فوق هذا الخط أو المستوى ، فهو ليس خطاً مستقيما أو أفقيا بل يتبع شكل طبوغرافية سطح الأرض ، فهذا المستوى حراً يرتفع وينخفض طبقاً لظروف التغذية أو استغلال الخزان الجوفي ، ومن المعروف أن النطاق الذي يعلو هذا المستوى هو النطاق غير المشبع حيث أن ضغط المياه أقل من الضغط الجوي وبذلك فإن خزانات المياه الجوفية تكون غالباً شبه مفتوحة على الغلاف الجوي وتتأثر به ، أما الحد السفلي لهذه الخزانات فهو طبقة صماء أو شبه صماء ، وتعتبر مياه الأمطار هي المصدر المغذي الرئيسي لمياه هذه الخزانات والتي تتسرب خلال طبقات التربة التي تعلو هذه الخزانات عن طريق سريان الماء السطحي ، أما في المناطق الزراعية المروية والسهول يمكن لمياه الري الزائد عن احتياجات النباتات أن يكون لها دور في تغذية هذه الخزانات عن طريق التسرب والرشح العميق.

2- 2 تلوث المياه الجوفية :

تلوث المياه الجوفية يعني تدهور نوعية المياه نتيجة إدخال الملوثات إلى مصادر تلك المياه ، و يمكن أن يتسبب هذا التدهور في الحد من استغلالها و استخدامها كمصدر مائي . فالمياه الجوفية ليست عرضة للتلوث بدرجة كبيرة مقارنة

بالمياه السطحية ، و ذلك نتيجة لبعدها عن سطح الأرض ووجودها في مسامات الصخور المكونة للخزانات الجوفية ، إلا أنها معرضة للتلوث من مصادر عدة . فالتدهور في نوعية تلك المياه ووصول الملوثات لخزانات المياه الجوفية يكون مصدره الإنسان ونشاطاته المختلفة من الاستخدامات المنزلية و الصناعية أو عن طريق الجريان السطحي للمياه بعد هطول الأمطار ، و يتم تجميع هذه الفضلات فيما يعرف بالآبار السوداء ، حيث يتم بناء هذه الآبار بشكل عشوائي و بطرق إنشائية لا تستند على أسس علمية معتمدة مما يسبب تلوث المياه الجوفية,

4.2 تغلغل مياه الآبار السوداء في الأراضي السكنية

1. مواضع الآبار السوداء لا تستند على الاتجاهات القطبية المُتعلقة بعمليات تغلغل المُلوثات **Infiltration of Pollutants**نحو المُحيط.
2. عوامل تكدس الإنشاءات في التجمُعات السكانية بأنماط مُتداخلة وعشوائية تُدل على غياب خطط مُتابعة للنمو العمراني كقاعدة لتنفيذ مشاريع البُنية التحتية في المُجتمع.
3. مفهوم الاعتماد على ضغط المياه في الآبار السوداء المُغلقة يتسبب في توجيه المُلوثات نحو الإنشاءات المائية كمُمارسة خاطئة يلجأ إليها السكان لإطالة عمر البئر الأسود.
4. زيادة مساحة الأرض المشغولة بالآبار السوداء بمُعدلات تلويث مُتسارعة كنتيجة غير مُتحكم فيها وفي عواقبها.

أما على الصعيد المحلي، فلا زالت هذه المُمارسة الخاطئة مُستمرة بشكل عشوائي وبطُرق إنشائية لا تستند على أُسس علمية مُعتمدة, هذا الأمر الواقع أستدعى البحث في وسائل وقائية من خلال دراسات عملية تهدف إلى تجنيب المواطن من المخاطر الصحية والبيئية المُصاحبة للآبار السوداء, لذلك بدأ العمل من مدينة العجيلات كموقع دراسي تتوفر فيه شروط الاعتماد على الآبار السوداء في التخلص من مياه الصرف الصحي.

5-1 الدراسات السابقة

قام العديد من الباحثين بإجراء أبحاث ودراسات على هذه المياه وما تتعرض له من صور التلوث وعليه فقد تم الاطلاع على بعض الدراسات التي تطرقت إلى دراسة ظاهرة تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي بالإضافة لبعض الدراسات الأخرى ذات العلاقة بالموضوع والتي منها:

1. قام (محمد بلعيد 1980) بدراسة أوضحت وجود تركيزات عالية للنترات في المياه الجوفية للخزان الرباعي في منطقة سهل الجفارة ، حيث بينت الدراسة أن 6.94% من الآبار التي شملتها الدراسة احتوت مياهها على تركيزات من النترات تقل عن 10 مليجرام/لتر بينما 93.6% من الآبار كان تركيز النترات بها أكثر من 10 مليجرام/لتر، كذلك وجد أن 48.55% من الآبار التي ارتفعت فيها النترات عن 10 مليجرام/لتر وصل تركيز النترات فيها إلى 45 مليجرام/لتر وأن تركيز النترات يتزايد بهذه الآبار.كما أجريت دراسة في منطقة الزاوية من قبل (محمود الأسود ، 1974) حيث وجد أن تركيز النترات يتراوح ما بين 45 مليجرام/لتر إلى 60 مليجرام/لتر وثبت خلو الآبار من المجموعات القولونية مما يستبعد التلوث العضوي للآبار. وتم تحليل أكثر من ألف عينة مياه جوفية بمنطقة سهل الجفارة من قبل (Wallandr.B, 1979) وبينت نتائج الدراسة أن حوالي 10% من العينات كان تركيز النترات بها يزيد عن 150 مليجرام/لتر وأن 40% من العينات كان تركيز النترات بها أكثر من الحد المسموح به للاستعمال البشري وهو 45 مليجرام/لتر. وفي دراسة قام بها (Wozab. D, and Obah.A, 1977) أوضحت أن أهم أسباب زيادة الملوحة في مياه الطبقة العذبة للمياه الجوفية بالمنطقة الممتدة على الشاطئ من الزاوية حتى تاجوراء هو تداخل مياه البحر وتأثير الأسباخ والطبقات العميقة المالحة وصرف مياه المجاري إلى التربة دون معالجتها.

2. قام (نوري الشـيباني 2006) بدراسـة حول بركة مياه الصـرف بمنطقة انجيلة والتي يتم صـرفها من المجمع السـكني بهذه المنطقة، وتوصل إلى أن هذه البركة قد تسببت في تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الصـحي، حيث لاحظ ارتفاع تراكيز العديد من العناصـــر مثل التلوث الجرثومي، BOD، COD، NO3، P، K في المياه الجوفية، مما يدل على تلوث هذه المياه بمياه الصرف الصحي.

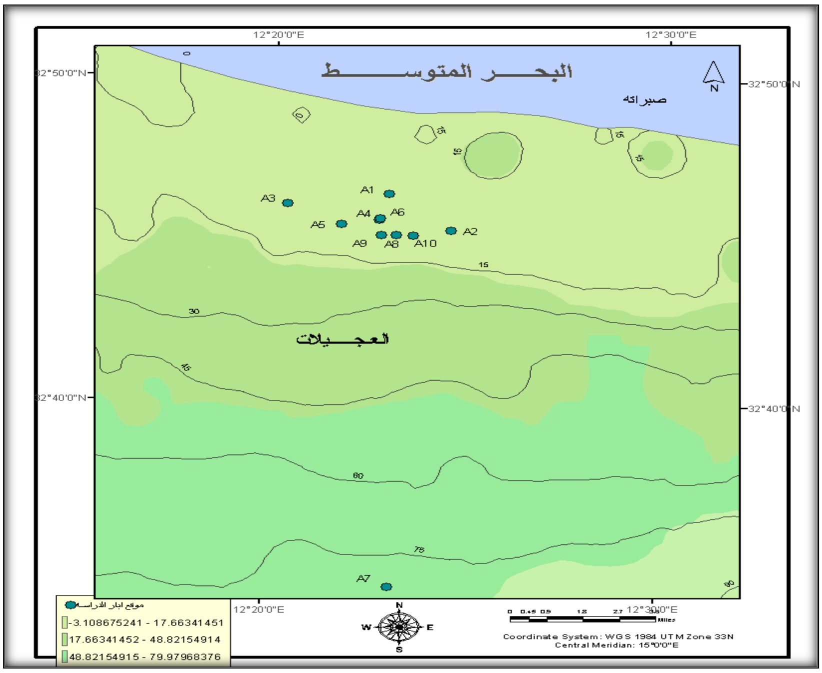
3. في العام **2005**م برزت ورقة بحثية تم نشـــرها في مؤتمر يهتم بمُعالجة مياه الصـــرف الصـــحي تحت العنوان "**تخريط جيوكيميائي لتغلغل مياه الآبار الســوداء في الأراضـــي الســكنية والعامة بمدينة تاجوراء**"كدراســة علمية مرت عليها مُدة طويلة وصلت إلى **20 عام** وحالة تلوث المياه الجوفية بمُكـــونات الصـــرف الصحي تستمر وتتحول الآن من الشُبهة إلى الأكيدة. في جزءٍ صـغير من مسـاحة حي في مدينة تاجوراء حيث تُحاصـر الآبار السـوداء المياه الجوفية وإنشـاءات مياه الشرب من جميع الاتجاهات. هذا الواقع أدى إلى أن كل مجموعة من **31 منزل سكني** في مساحـة العمل الدراسـي تطفـو فـوق بُحيرة من ميـاهصـرفصـحي مساحتها**553 متر مُربع** $(A_{BW} = 553\ m^2)$.

الإعدادات وطُرق العمل

4-1 منطقة الدراسة :-

تقع مدينة العجيلات في الجزء الشمالي الغربي من سهل الجفارة وتبعد مسافة 80 كم عن مدينة طرابلس تقريباً ، وحـــدودها الادارية يحدها شـمالاً / البحر المتوسـط ويبعد عنها مـسافة 6 كم تقـريباً ، جنوباً / جادو ، شرقاً مدينة صبراتة ، غرباً / مدينة زوارة كما هو موضـح في الخريطة بالشكل 4-1: الإحداثيات للتجمع هي خط عرض 46 32^{O} شمالاً ، خط طول 23 12^{O} شرقاً. ويسود المنطقة مناخ البحر الابيض المتوسط حيث يبلغ المتوسط السنوي لسقوط الامطار 170 مليمتر تقريباً ، والمتوســـط الســـنوي لدرجات الحرارة 19.5^{O} تقريباً ، وتعتمد الزراعة في هده المنطقة على الآبار الجوفية ومن الناحية الطوبوغرافية ، فإن هذه المنطقة عبارة عن أرض منبسـطة تقريباً ولا يزيد ارتفاعها عن 50 متر عن مسـتوى سـطح البحر في الجزء الجنوبي ، ويقل هذا الارتفاع كلما اتجهنا ناحية الشمال في اتجاه البحر ، وتميل ميلاً خفيفاً في هذا الاتجاه ويصل هذا الارتفاع الي 15 متر عند مركز المدينة

الشكل 4-1 يبين موقع مدينة العجيلات في ليبيا



4-2 الأعمال الحقلية والمعملية المنجزة

1-2-3**تحديد موقع الدراســــة** تقع منطقة الدراســــة في مدينة العجيلات حيث تم تحديد 10 آبار بالمنطقة وتم معاينتها واختبارها، ولقد تم تحديد مواقع هذه الآبار بواســـطة جهاز تحديد المواقع (Global positioning system GPS) ذو النوعية (Garimins GPS 12XL) وذلك بتحديد الإحداثيات x و y لكل بئر من هذه الآبار كما في الجدول 4-1
وجيولوجيا منطقة الدراســة على النحو التالي والتي تمتد إلى عمق 24 متر تتكون من رمل ناعم تليها طبقة من حجر رملي تمتد إلى عمق 30 متر

4-2-2 تحديد منسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة

تم تحديد منطقة الدراسة عن طريق تحديد ارتفاع الآبار عن مستوى سطح البحر كما هو موضح في جدول 4-1 والتي تم قياسه بواسطة جهاز GPS وكذلك تحديد منسوب المياه الجوفية من سطح الأرض لكل بئر في منطقة الدراسة مع استخدام الاحداثيات السينية والصادية لكل بئر

جدول 4-1 البيانات التي تم جمعها من الآبار الواقعة في منطقة الدراسة بواسطة جهاز GPS.

رقم البئر	خط العرض خط الطول	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/م	مستوى المياه منسوب سطح الارض/م	العمق الكلي للآبار/م	بعد أقرب بئر أسود/م
A1	N32.465 E 12.238	8	42	37	15
A2	N32.467 E12.235	11.3	23	38	13
A3	N32.464 E12.237	10	02	45	10
A4	N32.463 E12.232	9.1	22	40	15
A5	N32.466 E12.236	12.87	21	44	14
A6	N32.468 E12.231	9.7	20	43	12
A7	N32.572 E12.387	9	26	58	15
A8	N32.753 E12.386	13	28	68	10
A9	N32.752 E12.383	14	29	69	15
A10	N32.752 E12.394	10	25	53	18

4-2-3 تجميع العينات من منطقة الدراسة

تم أخذ عينات لكل بئر و تم تجميع العينات خلال الفترة بين شـــهر 5 مايو 2024 م ويونيو 2024، وهي على النحو التالي:- عينة في قنينة تسع لتر ونصف وذلك لاستخدامها في التحاليل الكيميائية لتحديد تركيز العناصر الكيميائية - عينة في قنينة تسع لتر لاستخدامها في تحديد متطلب الأكسجين الحيوي BOD - عينة في قنينة تسع لتر أضيف لها حمض الكبريتيك المركز (H2 SO4) لخفض pH وذلك بنسبة (1000:2) لكي تستخدم في إيجاد متطلب الأكسجين الكيميائي COD - عينة في قنينة تسع (200مل) لاستخدامها في تحديد تركيز النترات - عينة في قنينة معقمة تسع (200مل) مع استخدام التعقيم الحراري للمصدر عند أخذ العينة لاستخدامها في تحديد التلوث الميكروبي.وتم نقل هذه العينات إلى معامل مركز بحوث النفط في حافظة تحت درجة حرارة 4 درجه مئوية تقريبا حيث تم إجراء التحاليل اللازمة.

4-3 التحاليل المعملية المنجزة:

- قياس متطلب الأكسجين الحيوي (BOD)

تم في هذا الاختبار تقدير الأكسجين المستهلك حيوياً (BOD) من قبل الكائنات الحية الدقيقة خلال فترة زمنية لمدة خمسة أيام ، حيث تم قياس الأكسجين في العينات في اليوم الأول بواسطة جهاز ذو النوع (Ino Lab) ثم حفظت هذه العينات في مكان مظلم وتحت درجة حرارة محددة لمدة خمسة أيام ، ثم تم قياس الأكسجين مرة أخرى وبنفس الجهاز السابق .

قياس متطلب الأكسجين الكيميائي (COD)

لتعيين كمية (COD) تم إضافة 1 جرام من كبريتات الزئبق إلى 50 مل من العينة وإضافة 5 مل من حمض الكبريتيك المركز ببطء مع التحريك حتى إذابة كبريتات الزئبق ثم أضاف 25مل من ($K_2Cr_2O_7$) ثم تم تركيب مكثف على الدورق وإضافة 70مل من حمض الكبريتيك ومع التسخين لمدة ساعتين مع التحريك ، ثم خفف المحلول الناتج بمقدار ضعفين من الماء المقطر، وتمت معايرته بواسطة ثاني كرومات البوتاسيوم في وجود دليل الفريول.

4-2-4 المواصفات القياسية الليبية والدولية لمياه الشرب :

لقد عملت جهات عديدة محلية ودولية علي وضع معايير لمياه الشرب من حيث تركيز مختلف الشوائب فيه مما تجعل المياه صالحة للشرب ولا تسبب أي مرض للمستهلك ، وهذه المواصفات تسمي أحيانا بالمواصفات القياسية لمياه Drinking Water Standards وفيما يلي المواصفات الليبية (المحلية) لمياه الشرب والمواصفات التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (WHO) World Health Organization لمياه الشرب .

الجدول 4-2 يوضح المواصفات القياسية والدولية لمياه الشرب]

ت	الخصائص	الاختبار	الوحدة	التركيز المسموح به
1	الفيزيائية	اللون	TCU*	15
		الرائحة	TON*	NS
		العكارة	NTU*	5>
		الطعم	ـــــــ	ـــــــ
2	الكيميائية	الأملاح الذائبة الكلية(T.D.S)	mg\L	500 ـــ 1000
		PH	mg\L	6.5 ـــ 8.5
		العسر الكلي Caco3	mg\L	100 ـــ 500
		الكلوريد -CL	mg\L	200 ـــ 600

النتائج والمناقشة

سيتم عرض النتائج ومناقشة ما تم الحصول عليها من هذه التحاليل وهى على النحو الاتي:

1- متطلب الأكسجين الحيوي (BOD)

تأتي أهمية قياس BOD لأنه دليل على تلوث المياه الجوفية بالمواد العضوية التي قد يكون مصدرها الآبار السوداء ، ولرصد التغيرات في جودة المياه الناجمة عن الصرف الصحي وكذلك تساعد في كمية الأكسجين التي ستستهلكه من قبل الكائنات الحية خلال عمليات التحليل البيولوجي ومن خلال الجدول5-1 نلاحظ أن البئر A1 في منطقة السكة غير ملوثة, حيث كان منخفض التركيز لا يوجد في العينة الواقعة في البئر A1 ويرجع ذلك بأن الطين يلعب دور مهم في حماية المياه الجوفية من التلوث الناجم عن الآبار السوداء ، حيث يعتبر الطين ذو نفاذية منخفضة مما يعني أنه يقاوم مرور السوائل من خلاله، كما أن تلك المنطقة حديثة الإنشاء الذي قد يكون لها أسباب عدم تلوث المياه الجوفية في تلك المنطقة أما البئر A2 في منطقة الزرامقة كان التركيز 2.3مليجرام/لتر ، وهذا يرجع لقرب البئر A2 من مجمع لمياه الصرف الصحي ، كما أن البئر موجود في تربة طينية والمنطقة قديمة الإنشاء الأمر الذي جعل المياه الجوفية كان نسبة تلوثها بسيط وكان

تركيز BOD داخل المواصفات المسموح به، أما باقي الآبار نلاحظ وجود تراكيز مختلفة من (BOD) ، حيث كانت في الآبار (A3 ، A4 ، A5 ،A6، A7 ,A8 ,A9 ,A10) هي (5.2 ، 8.3 ، 7.5 ، 6.3 ,25.1 23.4, 23.3, 8.0) مليجرام/لتر على التوالي ، حيث فاقت في الآبار (A4 ، A5 ،A6، A7, A8 , A9,A10) الحد الأقصى المسموح به وهو (6ppm) حسب المواصفات الليبية لمواصفات مياه الشرب سنة 1992 ، وسبب ذلك هو وقوع هذه الآبار في دائرة تأثير البئر الأسود العميق (BW) الذي هو على اتصال هيدروليكي مباشر مع المياه الجوفية وبذلك نلاحظ ارتفاع متطلب الأكسجين الحيوي (BOD) في عدد من الآبار حيث فاق الحد الأقصى المسموح به في بعضها مما يجعل مياه هذه الآبار غير صالحة للشرب، وهو دليل على تلوث المياه الجوفية بمياه الآبار السوداء.

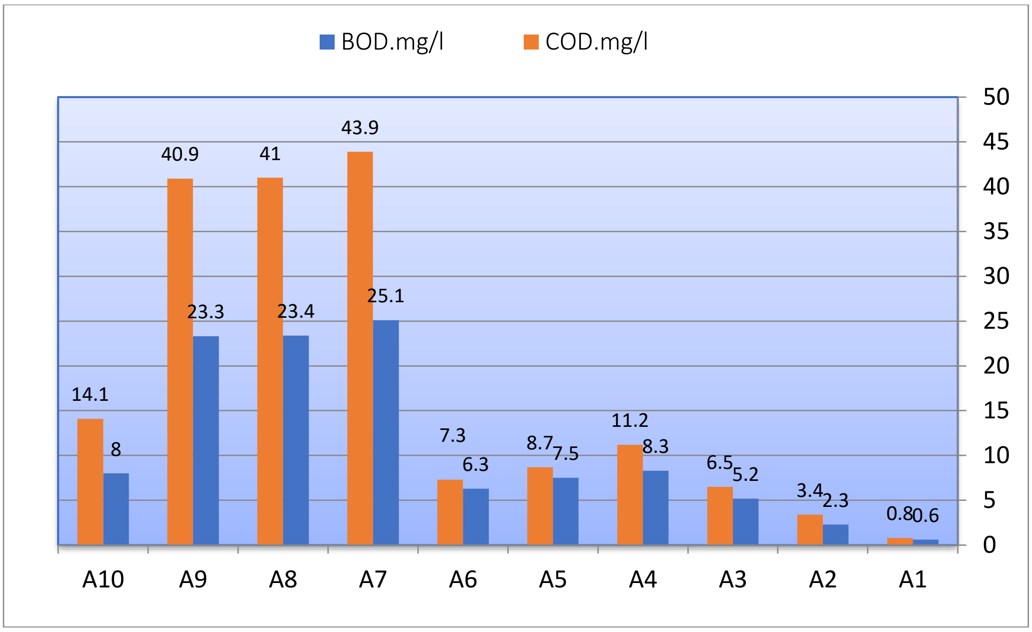
2-متطلب الأكسجين الكيميائي (COD)

يعتبر هو أيضا من المؤشرات المهمة التي تدل على تلوث المياه الجوفية بالمواد العضوية ، والتي قد تكون مصدرها الآبار السوداء ، فهو مؤشر رئيسياً في تحديد كمية المواد العضوية القابلة للأكسدة في الماء والتي تمثل مؤشراً على مستوى تلوث المياه الجوفية بالمواد العضوية ومن خلال الجدول5-1 يمكن ملاحظة أن البئر A1 الواقع في المنطقة غير ملوث ، أما البئرA2كان التركيز 3.4مليجرام/لتر ، أما باقي الآبار نلاحظ وجود تراكيز مختلفة من (COD)، حيث كانت في الآبار(A3 ، A4 ، A5 ، A6 A7, A8, A9 , A10)هي (6.5 ،7.3،8.7،11.2, 43.9, 41.0, 40.9, 14.1) مليجرام/لتر على التوالي ، حيث فاق في البئر (A4 ، A7, A8, A9 , A10) الحد الأقصى المسموح به حسب المواصفات القباسية الليبية لمياه الشرب 1992 وهو(10ppm) وهذا راجع إلى وقوع هذه البئر في دائرة تأثير البئر الأسود العميق(BW) ، أما الآبار (A3،A5،A6) فكان التراكيز مسموح بها حسب المواصفات القياسية الليبية ، ولكن وجود هذه القيم دليل على وجود تلوث في هذه الآبار بمياه الآبار السوداء.

جدول 5-1 نتائج تحليل متطلب الأكسجين الحيوي والكيمائي لمياه الآبار الواقعة في منطقة الدراسة

رقم البئر	COD.mg/l	BOD.mg/l
A1	0	0
A2	3.4	2.3
A3	6.5	5.2
A4	11.2	8.3
A5	8.7	7.5
A6	7.3	6.3
A7	43.9	25.1
A8	41.0	23.4
A9	40.9	23.3
A10	14.1	8.0

الشكل 5-1 يوضح نتائج التحاليل BOD ,COD لمياه الآبار الواقعة في منطقة الدراسة



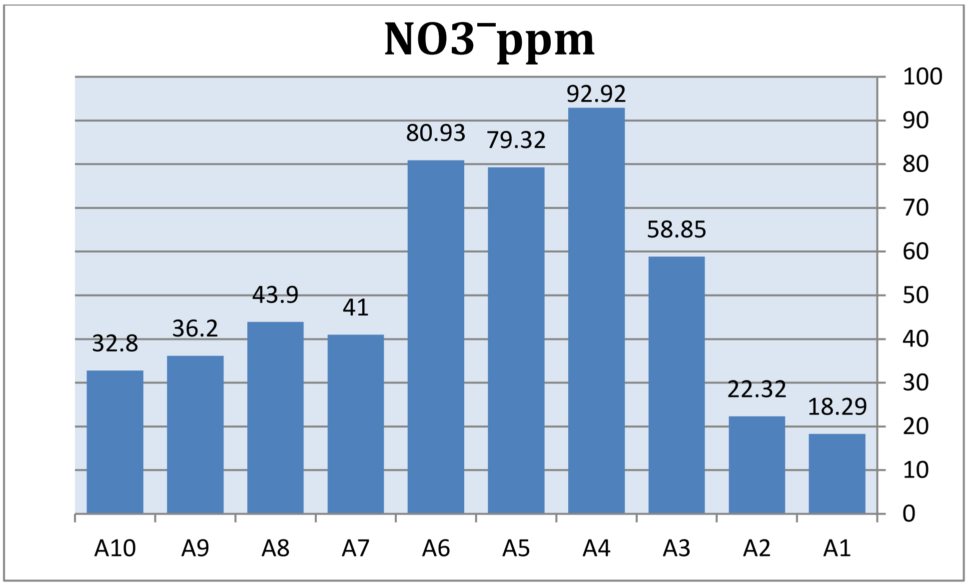
نلاحظ في الشكل 4-1 نتائج التحاليل لمتطلب الأكسجين الحيوي والكيمائي لمياه الآبار الواقعة في منطقة الدراسة بأن قيم متطلب الأكســـجين الكيمائي (COD) اكبر من متطلب الأكســـجين الحيوي (BOD), هذا من الطبيعي في التحليل المائي وهذه الفروقات تساعد في تقييم ومعرفة نوعية المياه وفهم تأثيراتها البيئية.

3- النترات $NO3^-$

نتيجة لارتفاع النترات في مياه الآبار السوداء فإنها تؤثر على تركيزها في المياه الجوفية في حالة وصول هذه المياه إليها ، وبذلك تكون مؤشــــرا على تلوث المياه الجوفية بمياه الآبار الســـــوداء ، ومن خلال الجدول5-2نلاحظ أن الآبار (A1, A10,A9،A8,A7,A2) ذات تركيز منخفض من النترات وهذا يدل على عدم تلوث المنطقة بالآبار الســوداء الموجودة بها تلك الآبار, أما البئر(A3, A4 , A5 , A6) والذي وصـل فيه تركيز النترات إلى تركيز يفوق الحد الأقصـى المسموح به حســب المواصــفات القياسـية الليبية لمياه الشــرب 1992 وهو (45ppm) ، وذلك لقرب هذه الآبار من أبار ســوداء غير مبطنة .وعموما قد يكون سبب ارتفاع النترات في المياه الجوفية راجع إلى طبيعة الصخور المكونة للخزان الجوفي.

جدول5-1نتائج تحليل NO3-PPM لمياه الآبار الواقعة في منطقة الدراسة

$NO3^-$ppm	رقم العينة
18.29	A1
22.32	A2
58.85	A3
92.92	A4
79.32	A5
80.93	A6
41.00	A7
43.9	A8
36.2	A9
32.8	A10



4- المواد الصلبة الذائبة الكلية (Total Dissolved Solids (TDS

يعتبر قياس TDS مؤشراً هاماً لتلوث المياه الجوفية بما في ذلك التلوث الناتج عن الآبارالسوداء. فهي تحتوي على مجموعة من المواد الكيميائية والمعادن والمواد العضوية , هذه المكونات تساهم في زيادة TDS, نلاحظه في الجدول 5-3 في كل الآبار تراكيزها يفوق الحد الأقصى المسموح به حسب المقايسة الليبية لمياه الشرب 1992 وهو(1000ppm) مما يدل على تلوث أبار المياه الجوفية بالآبار السوداء المجاورة له والشكل 4-2 يوضح تركيز TDS في العينات المدروسة.

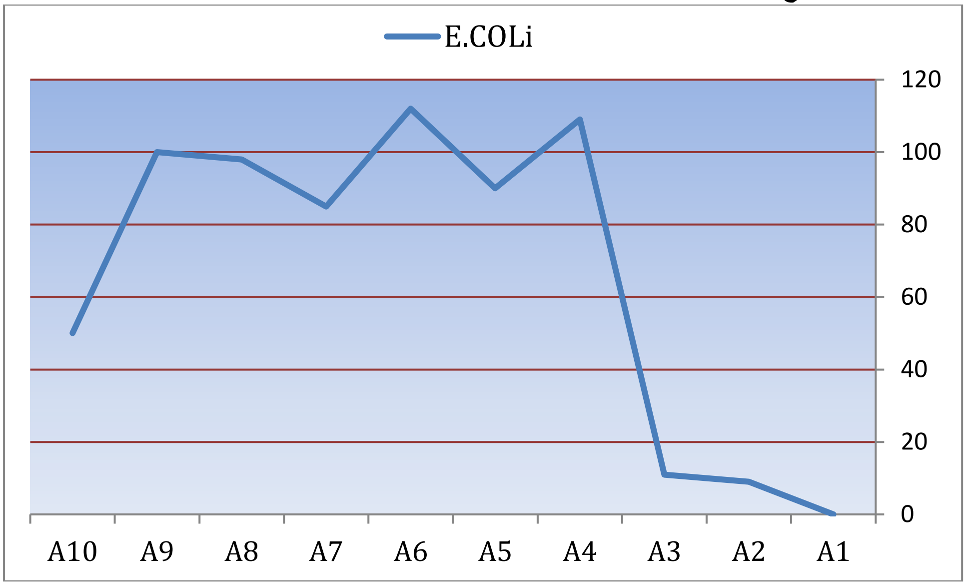
5- التلوث الميكرو بيولوجي E.COL

تعتبر بكتيريا E.COL من الملوثات الخطيرة التي يمكن أن تؤثر على جودة المياه الجوفية وبالتالي على صحة الإنسان, في الجدول 5-2 نلاحظ وجود بكتيريا E.COL في معظم الآبار الجوفية المدروسة حيث وصلت قيمتها من (9 , 11 , 109 , 90 , 112 ,85, 98,100, 50) مما يدل على تلوث المياه الجوفية .

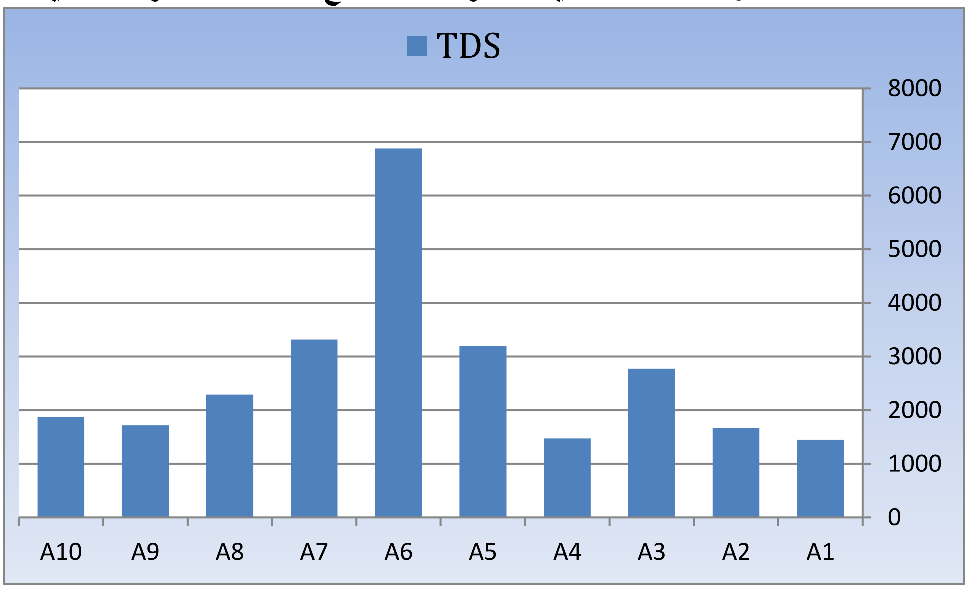
الجدول 5-3 التحليل الكيميائي لمياه الآبار الوقعة قيد الدراسة .

E.COLi	TDS	pH	رقم العينة
0	1448	7.04	A1
9	1662	7.1	A2
11	2771	6.99	A3
109	1475	7.11	A4
90	3200	7.5	A5
112	6880	7.3	A6
85	3315	7.62	A7
98	2291	7.63	A8
100	1715	7.58	A9
50	1875	7.67	A10

الشكل 3-5 يوضح وعدد E.COLi



الشكل 6 يوضح تركيز TDS



الاستنتاجات

توصلت هذه الدراسة إلى عدد من استنتاجات يمكن لها أن تساهم في وضع استراتيجيات الحد من ثلوث مياه الجوفية وتسليط الضوء لمعرفة تلوث المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

1- العينات التم تم تحليلها في هذه الدراسة ملوثة ببكتريا E.COLi. ووجودها بمياه الابار الجوفية يشكل تهديد بيئي وصحي.

2 – نسبة TDS, BOD, COD, $NO3^{-}$ مرتفعة وتجاوزت المواصفات القياسية وهذا دليل علي تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي المتمثلة في الابار السوداء بمنطقة الدراسة.

3- العلاقة طردية بين COD و BOD.

4- اعتماد السكان على ضغط مياه الصرف الصحي في الآبار السوداء المُقفلة مما يرغم المُلوثات على الاتجاه نحو باطن الأرض وآبار المياه المُجاورة ويُطيل في عمر البئر الأسود.

5- نتيجة افتقار المنطقة لخدمات الصرف الصحي أدى إلى استعمال السكان الآبار السوداء وفى بعض الأحيان أبار المياه القديمة كمصارف لمياه الصرف الصحي ، ونتيجة لعدم تبطين هذه البيارات بطبقات عازلة عند إنشائها ، أدى ذلك لوصول مياه الصرف الصحي إلى المياه الجوفية ناقلة معها العديد من الملوثات مما سبب تلوث المياه الجوفية.

6- عدم وجود رقابة كافية علي هذه الابار قلة المراكز البحثية يزيد من زيادة التلوث البيئي.

التوصيات

من خلال نتائج هذه الدراسة تبين أن الآبار السوداء كانت سبب تلوث المياه الجوفية في هذه المنطقة مما جعلها غير صالحة للشرب .وبناءً على النتائج التي تم الوصول اليها من خلال هذه الدراسة استدعت التوصيةبالآتي :

1-لابد من وضع تشريع مؤقت ينظم إنشاء آبار سوداء بما يشمل حجم البناء ونوع مادة البطانة الداخلية،على أن تتكفل الدولة بتكاليف إنشاء هذه الآبار في غياب البنية التحتية اللازمة

2- الاستمرار في إجراء البحوث على تلوث المياه الجوفية في هذه المنطقة ومراقبة التغيرات التي قد تحدث في المياه الجوفية ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة للتخفيف من أثار هذه المشكلة.

3- توصى الدراسة بضرورة إجراء الفحوصات الكيميائية والميكروبيولوجية المختلفة لمياه الآبار الجوفية أو المياه السطحية بشكل دوري ومنتظم حتى يمكن اكتشاف أي تغيرت سلبية أو ايجابية ، وبالتالي يمكن تفادى أي إخطار صحية أو بيئية قد تحدث .

4- التركيز علي اخذ العينات من ابار المياه الواقعة حول الابار السوداء العميقة لأنها اكثر عرضه لتلوث بمياه الصرف لوجود اتصال هيدروليكي مباشر بين هذه الآبار والآبار السوداء العميقة.

5- ضرورة إنشاء شبكات لمياه الصرف الصحي حتى لا يلجا السكان لإقامة غرف خاصة لتجميع مياه الصرف الصحي بها ، وبذلك تتسرب المياه المجمعة عبر مسامات التربة محدثة تلوث بالمياه الجوفية .

6- إجراء مثل هذه الدراسات على المناطق الأخرى التي تعاني من مشكلة انتشارالآبارالسوداء.

المراجع

1-المبروك، فرج والشاوش، فائزة، محطات المعالجة بين الواقع والتطلعات-محطة القوارشة بمدينة بنغازي كحالة دراسة أكاديمية الدراسات العليا، جنزور ،ليبيا2007.

2- حماد، سامي عبد الحميد الغمرى، أيمن محمد ، البيئة والتلوث، كلية الزراعة، جامعة المنصورة، المكتبة العصرية المنصورة للنشر والتوزيع2005.

3- محمود السلاوى . 1986. المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق .الطبعة الأولى. دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.

4- محمد خليل .2005. المياه الجوفية والآبار .الطبعة الثانية. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

5- اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في الجماهيرية .1999. دراسة الوضع المائي للجماهيرية العظمى والإستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية.

6- المخطط العام لمدينة العجيلات .2000. تقرير رقم ط ن-12. الصادر عن اللجنة الشعبية العامة للمرافق . مكتب مشاريع البلدية –فاديكوداريو. بولندا.

7- فتحية عامر الهادى الجدال, فاطمة أبوبكر أبو جليدة الذيب, حنان علي محمد الخويلدي, & نجاة مسعود كرور. (2026). تلوث المياه الجوفية بالهيدروكربونات النفطية الناتج عن أنشطة غسيل وتشحيم المركبات وتغيير الزيوت في مدينة العجيلات دراسة ميدانية. *Al-Farooq Journal of Sciences*, *2*(3), 1590-1594.

8. Abd ulhamid M. Dajan and Abd ulazziz M. Omran, “Geochemical Mapping of the Infiltration of Blackwell Waters in the Residential and Public Lands in Tajouraa City”, 1st National Conference on the Technologies of Wastewater Treatment, Environment General Authority and World Health Organization (WHO), 6–8 June 2005, Benghazi, Libya.
9. Waukesha County, “Homeowners and Home Buyers Guide to Wells and Private Sewage Systems – E46”, Department of Parks and Land Use, Environmental Health Division, Waukesha, WI, USA, November 2000.

10 . APHA, AWWA and WFF. (2005). Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater, 21st ed., Edited by Eaton, A. D.; L. S. Clesceri.; E. W. Rice. and A. E.Greenberg. American Water Work Association and Water Environment Federation, USA.
10 . A. M. Dajan, A. K. Al–Najjar, A. Anaiba, M. Maatooq, K. Al–Azzabey, and W. A. Al–Fleet, “Physicochemical Filtration of Sewage Water with a Fixed–Bed of Solid Libyan Olive Wastes”, The Science Conference 2004, Yemeni Scientific Research Foundation, 11–13 October 2004, Sana′a, Yemen
11. B. D. Burks and M.M. Minnis, “On Site Wastewater Treatment Systems”, Madison, WI: Hogarth House Ltd., USA, 1994
12- ASTM, 1995, American Society for testing and material Philadelphia. Volume .11
13- David Kith Todd, Groundwater hydrology , second edition, John Wiley& Sons, New York, 1980.
14- Espoito.D, Schmidt. K. D, 1985 Controlling groundwater pollution from sewage Effluent disposal in the Tucson area, August. 1985
15. - Brown . R, Groundwater studies, UNESCO, UN, Publisher, Niel, Bulgium, 1972.
16- Vogel, 1971, Quantitative organic analysis, 3rd Edition, Longman, Great Britain.
17- Almuntasir, S. Y., Elmuaget, H. M., ALtarabulsi, D. J., & Salah, A. B. (2026). The Impact of Environmental Awareness on Sustainable Water Conservation Behavior among Postgraduate Students: Field Study. *Al-Farooq Journal of Sciences*, *2*(4), 315-331.