http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

Received	2026/05/30	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/06/21	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/06/23	تم نشر الورقة العلمية في

تقييم جودة المياه المستخدمة في بعض المساجد ومراكز تحفيظ القرآن بمنطقة تاجوراء

سميرة أحمد محمد صالح[1]، عبد الناصر عياد قنبور[2]، هند محمد الخمايسي[3]،
صبري عبد المجيد فكيرين[1]، محمود عبد المطلب بارة[1]، معتز عبد السلام محمد عبد الجليل[1]،
واصف فتحي العريفي الزايدي[1]

1- كلية الطاقات المتجددة تاجوراء – ليبيا
2- المركز الليبي لأبحاث التنمية المستدامة – ليبيا
3- المركز الليبي المتقدم للتحاليل الكيميائية – ليبيا

S5351182@gmail.com

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم جودة المياه الجوفية المستخدمة في 19 مسجدا ومركزا لتحفيظ القرآن ببلدية تاجوراء، من خلال إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والحيوية لـ38 عينة مياه حيث أظهرت النتائج تباينا ملحوظا في خصائص المياه فقد استقرت قيم الأس الهيدروجيني ضمن الحدود المسموح بها (6.89–7.76)، بينما سجلت المؤشرات الأخرى ارتفاعات تجاوزت المعايير المعتمدة حيث بلغت الموصلية الكهربائية أقصى قيمها عند 12540 ميكروسيمنز/سم، وتراوحت الأملاح الذائبة الكلية بين 478 و7800 ملجم/لتر. كما كشفت الدراسة عن مستويات حرجة من العسر الكلي بلغت ذروتها في مسجد موسى بن نصير بواقع 2362 ملجم/لتر وفيما يخص الأيونات، سجلت تراكيز عالية من الصوديوم والبوتاسيوم والبيكربونات والكالسيوم في عدة مواقع، مما يشير إلى تداخل مياه البحر وتأثير الأنشطة البشرية. وعلى الصعيد الإحيائي، أظهرت الاختبارات تلوثا بكتيريا في عدد من المواقع، حيث تبين أن حوالي26% من العينات ملوثة ببكتيريا الإشريكية القولونية، مما يجعل هذه المياه غير صالحة للشرب وفق معايير منظمة الصحة العالمية.

تقييم جودة المياه المستخدمة في بعض المساجد ومراكز تحفيظ القرآن بمنطقة تاجوراء

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

تخلص الدراسة إلى ضرورة التدخل الفوري لمعالجة مصادر التلوث وتوفير منظومات تعقيم لحماية طلاب المراكز.

الكلمات المفتاحية: جودة المياه الجوفية، بلدية تاجوراء، التلوث البكتيري، تداخل مياه البحر، الإشريكية القولونية.

Assessment of Water Quality Used in Some Mosques and Quran Memorization Centers in Tajoura

Mustafa M. Omar Basheer

Samira Ahmed Mohamed Saleh[1], Abdul Nasser Ayad Qanbour[2], Sabri Abdulmajid Fkerin[1], Hind Mohamed Al-Khamaisi[3], Mahmoud Abdel Motaleb Barah[1], Moataz Abdelsalam Mohamed Abdeljalil[1], Wasef Fathi Al-Arifi Al-Zaidi[1]

1- College of Renewable Energies – Tajoura - Libya
2- Libyan Center for Sustainable Development Research (LSD) - Libya.
3- Libyan Advanced Center for Chemical Analysis. - Libya
S5351182@gmail.com

Abstract

This study aimed to evaluate the quality of groundwater used in 19 mosques and Quranic centers within the municipality of Tajoura. A total of 38 water samples were collected and subjected to physical, chemical, and microbiological analyses.

The results revealed a significant variation in water characteristics. While pH values remained within the permissible range (6.89–7.76), other indicators showed record-high levels exceeding approved standards. Electrical Conductivity (EC) reached a peak of 12,540 µS/cm, and Total Dissolved Solids (TDS) ranged between 478 and 7,800 mg/L. Furthermore, the study identified critical levels of Total Hardness (TH), peaking at 2,362 mg/L in the Musa bin Nusayr Mosque.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

Regarding ionic concentrations, elevated levels of Sodium, Potassium, Bicarbonate, and Calcium were recorded in several locations, indicating seawater intrusion and the impact of human activities. Microbiological testing revealed bacterial contamination in multiple sites, with 26.31% of the samples testing positive for *Escherichia coli* (*E. coli*). This confirms direct fecal contamination, rendering the water unfit for human consumption according to World Health Organization (WHO) standards. The study concludes with an urgent recommendation for immediate intervention to address pollution sources and implement disinfection systems to protect worshippers and students.

Keywords: Groundwater Quality, Tajoura Municipality, Bacterial Contamination, Seawater Intrusion, Escherichia coli.

1. المقدمة

تُعد المياه الجوفية المورد الاستراتيجي الأهم للمياه العذبة عالميًا بنسبة تتجاوز 30.1%، وتزداد هذه الأهمية في البيئات الجافة كليبيا لتشكل 95% من إجمالي الإمدادات المائية. إلا أن هذا المورد يواجه تحديات جسيمة جراء الاستنزاف وحفر الآبار العشوائي، مما أدى لتدهور نوعي ناتج عن تداخل مياه البحر والأنشطة البشرية، وينطبق هذا الوضع على منطقة تاجوراء التي تعتمد كليًا على المياه الجوفية، مما يجعل إدارتها علميًا ضرورة ملحة [4،2،1]

ينقسم تدهور جودة المياه الجوفية إلى تغيرات طبيعية، وتلوث ناتج عن الأنشطة البشرية كتسرب مياه الصرف الصحي والمخلفات، والذي يؤدي بغياب الصرف السليم إلى التلوث بمسببات الأمراض البرازية [4،3،2] وبينما تُعد البكتيريا القولونية الكلية مؤشرًا عامًا على الكائنات الدقيقة الخطيرة. فإن وجود الإشريكية القولونية *E.coli* يُعد دليلًا على التلوث البرازي. ووفقًا للمواصفات القياسية الليبية، يجب ألا تتجاوز القولونية الكلية 3 مستعمرات/100 مل، مع الخلو التام من بكتيريا *E.coli* [6][5]

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

يترتب على استهلاك المياه الملوثة مخاطر صحية تتراوح بين النزلات المعوية الحادة والأمراض الوبائية كالكوليرا، وصولًا إلى الأمراض المزمنة وتلف الأعضاء جراء المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق. وتُعد فئات الأطفال، الحوامل، كبار السن، وضِعاف المناعة الأكثر عرضة لهذه المخاطر، علماً بأن وفيات تلوث المياه بلغت نحو 1.8 مليون شخص عالميًا عام 2015م [7][8]

وفي دراسة حديثة لآبار مدارس تاجوراء، وُجد تباين في الجودة وتلوث بكتيري يشكل خطرًا على الصحة العامة، لا سيما لطلاب التعليم الأساسي [1].

ورغم ثراء البحوث السابقة في رصد تداخل مياه البحر والتلوث البكتيري في الشريط الساحلي، إلا أن هناك نقصًا حادًا في الدراسات المتخصصة التي تستهدف المرافق الدينية والتعليمية (المساجد، ومراكز تحفيظ القرآن، والمدارس) كنقاط استهلاك حيوي تشهد تدفقًا بشريًا يوميًا مكثفًا للشرب والوضوء. إن غياب التحديث الدوري للبيانات في ظل التوسع العمراني يجعل من هذا البحث ضرورة علمية للتحقق من سلامة هذه المرافق؛ لذا تهدف هذه الدراسة إلى تحليل وتقييم الخواص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للمياه المستخدمة في مساجد ومراكز تحفيظ القرآن الكريم بمنطقة تاجوراء وبيان مدى جودتها.

2. مواد وطرق البحث:

2.1 موقع الدراسة:

تقع منطقة تاجوراء في شمال غرب ليبيا، في شرق طرابلس، وتطل على البحر المتوسط من الشمال، مما يجعلها منطقة ساحلية مميزة. يحدها غربًا العاصمة طرابلس، وشرقًا منطقة القره بوللي، وجنوبًا تمتد إلى المناطق الداخلية المحاذية لطرابلس الكبرى. تقع على خطي عرض 32.49° وشمالًا وخط طول 13.41° شرقًا.

حيث جمعت العينات بشكل عشوائي من عدة مساجد ذات توزيع جغرافي متباين ضمن نطاق بلدية تاجوراء، بداية من يوم 25 مايو 2025م إلى 28 يونيو 2025 م، وذلك

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والكشف عن جود تلوث ميكروبي باستخدام طريقة الاطباق الجاهزة Compact dry.

2.2 الأعمال الميدانية

تم جمع 38عينة مياه من 19 مسجدا ببلدية تاجوراء، مع تحديد إحداثيات المواقع بدقة باستخدام تقنية .Google Earth(الجدول1) اتُبعت البروتوكولات القياسية في سحب العينات وحفظها لضمان سلامة التحاليل الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية.

جدول (1) مواقع المساجد وبعدها عن شاطئ البحر

ر.م	المسجد	البعد عن البحر	المنطقة	الإحداثيات
1	بير التركي	5 km	بير التركي	E"07'13°32N"15'32°46
2	معاوية	3.9 km	النشيع	E"47'13°30 N"27'32°
3	النشيع	4.1 km	النشيع	E"09'13°30 N"28'32°4
4	عقبة بن نافع	3.8 km	النشيع	E"42'13°29 N"46'32°47
5	ابن الدرداء	5.6 km	النشيع	E"44'13°30 N"20'32°
6	زاوية الشيخ عمران	0.8 km	الحميدية	E"41'13°22 N"21'32°53
7	موسى بن نصير	0.54 km	الشط	E 32°53'30"N 13°22'25"
8	القواسم	1.03 km	الحميدية	E 32°53'15"N 13°22'54"
9	الطشاني	1.5 km	الحميدية	E"42'13°22 N"58'32°52
10	طارق بن زياد	6.8 km	العزيب	E"39'13°29 N"04'32°46
11	الرواجح	7.4 km	النشيع	E"42'13°30 N"00'32°47
12	السيل	2.5 km	النشيع	E"43'13°29 N"35'32°48
13	علي بن أبي طالب	3.8 km	النشيع	E"57'13°28 N"12'32°48
14	الجفينة	1.8 km	الجفينة	E"22'13°29 N"08'32°49
15	القمودي	2.3 km	القمودي	E 32°52'31"N 13°21'54"
16	القوز	1.1 km	الحومة	E 32°53'09"N 13°21'28"
17	الحومة	1.3 km	الحومة	E"50'13°20 N"02'32°5
18	باكير	2.7 km	بئر الأسطى ميلاد	E"14'13°20 N"17'32°52
19	مراد آغا	1.6 km	تاجوراء الوسط	E"24'13°20 N"53'32°52

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

2.3 التحاليل المختبرية

2.3.1 الكشف عن التلوث الميكروبيولوجي

استُخدمت تقنية الأطباق الجاهزة (Compact Dry) المعتمدة من منظمة Microval للكشف عن المؤشرات البكتيرية (العدد الكلي للبكتيريا TC، وبكتيريا E. coli)

تعتمد آلية الفحص التقنية على ركائز لونية في الأطباق تتفاعل مع إنزيمات البكتيريا لتظهر ألوانا مميزة الأزرق يمثلE. coli والبنفسجي للعدد الكلي.

تم تعقيم الأدوات واستخدام جهاز المرشح الغشائي (Membrane Filter) لترشيح 100 مل من العينة

لأطباق E. coli وحقن 1 مل مباشرة لأطباق TC.

وضعت الأطباق بوضعية مقلوبة في الحضانة عند 37°م لمدة 24–18ساعة، ثم جرى عد المستعمرات باستخدام جهاز العد المخصص.

2.3.2 التحاليل الفيزيائية والكيميائية

تم تقييم جودة المياه كيميائيا وفيزيائيا باستخدام التقنيات التالية:

استخدم جهاز HACH HQ40d Multi لقياس الأس الهيدروجينيpH والموصلية الكهربائية EC عند درجة حرارة مرجعية 25°م، مع معايرة الأقطاب بالماء المقطر بين القياسات.

قياس عنصري الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام جهازFlame Photometer

قياس تركيز النترات باستخدام جهاز سبيكتروفوتوميتر (HACH DR).

استُخدمت المحاليل القياسية والسحاحة لتقدير تراكيز الكالسيوم، الكلورايد، والبيكربونات، بناء على نقطة التكافؤ وتغير لون الكاشف.

أجري تحليل ارتباط بيرسون لقياس العلاقة بين TDS والمسافة من الساحل، (r = 0.05 ,p = 0.54) .أجرى التحليل باستخدام برنامج الإصدار (4.2.1 حزمة stats.).

تقييم جودة المياه المستخدمة في بعض المساجد ومراكز تحفيظ القرآن بمنطقة تاجوراء

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

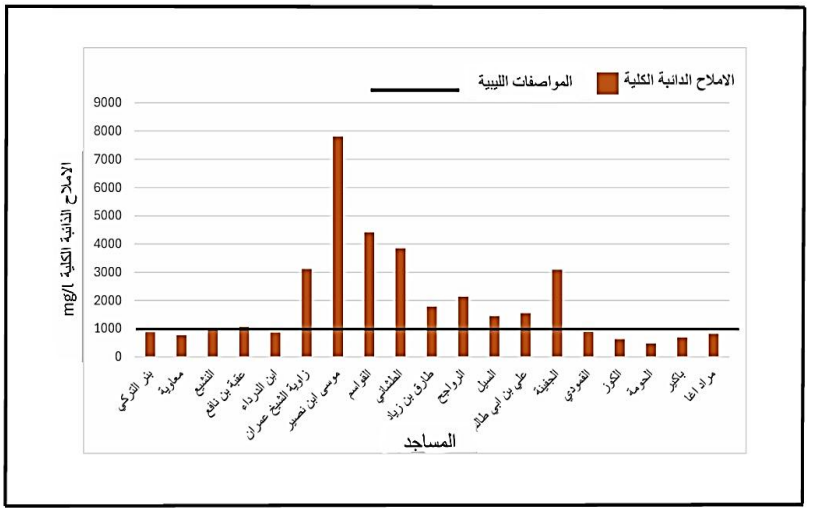
3. النتائج والمناقشة

3.1 التحاليل الفيزيائية

3.1.1 الأملاح الذائبة الكلية (TDS)

تعد المواد الصلبة الذائبة الكلية مؤشرا جوهريا لنقاوة المياه، وهي تشمل كافة المعادن والأملاح والمواد العضوية الذائبة.

أظهرت القياسات(الشكل1) تجاوز أغلب العينات للحد الأقصى المسموح به في المواصفات القياسية الليبية (1000 mg/L) سجلت في مسجد موسى بن نصير بواقع (7800 mg/L)، وهي قيمة مرتفعة جدا (مقارنة بالمواصفات القياسية الليبية) تعكس درجة تملح عالية. أقل قيمة سجلت في مسجد الحومة بواقع (478 mg/L)، مما يجعلها ضمن النطاق المثالي.



الشكل (1) يوضح تركيزات الأملاح الذائبة الكلية (TDS) لعينات منطقة الدراسة.

قد يرجع السبب إلى ذوبان المكونات المعدنية للصخور والتربة وتأثير التركيب الجيولوجي للطبقات الحاملة للمياه، أو إلى عوامل بشرية تتمثل في ترشح مياه الصرف الصحي غير

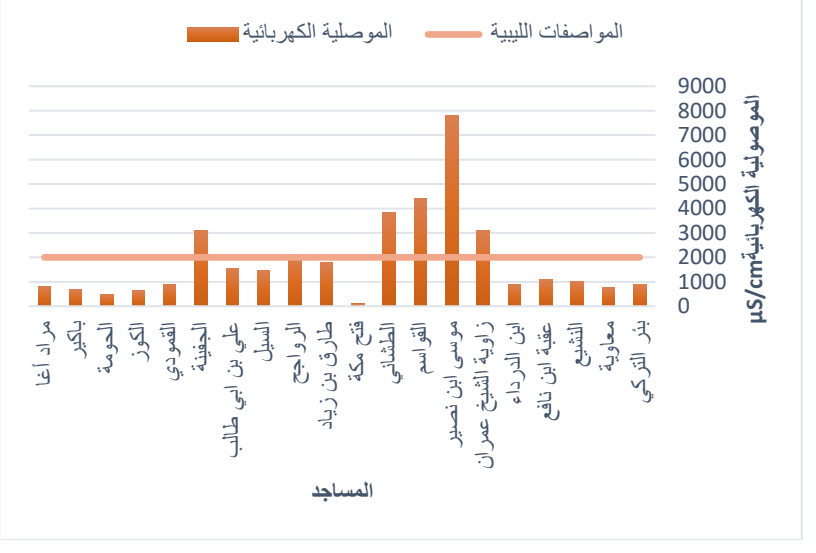
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

المعالجة، والجريان السطحي الزراعي المشبع بالأسمدة، بالإضافة إلى تأثير الأنشطة الصناعية في المنطقة. [5].

3.1.2 الموصلية الكهربائية (EC)

تُعد الموصلية الكهربائية مؤشرا مباشرا لمحتوى الأيونات الذائبة في الماء. أظهرت النتائج تبايناً حاداً في جودة مياه المساجد المدروسة (الشكل2) حيث سجلت خمسة مواقع ارتفاعا حاداً تجاوز الحد المسموح به محلياً(4000 µS/cm) ، تصدرها مسجد موسى بن نصير بقيمة قياسية بلغت (12540 µS/cm) يليه مساجد القواسم (6890 µS/cm)، الطشاني(6390 µS/cm)، مركز الشيخ عمران (4850 µS/cm)، والجفينة (4540 µS/cm)، بينما سجلت بقية المواقع قراءات ضمن الحدود الآمنة.

يشير الارتفاع المتطرف في قيم الموصلية (خاصة في عينة مسجد موسى بن نصير) إلى ارتفاع نسبة الأملاح، ويُعزى في الغالب إلى ظاهرة تداخل مياه البحر نتيجة الموقع الساحلي للمنطقة والسحب الهيدروليكي الجائر.[11]



الشكل (2) يوضح الموصلية الكهربائية (EC) لعينات منطقة الدراسة.

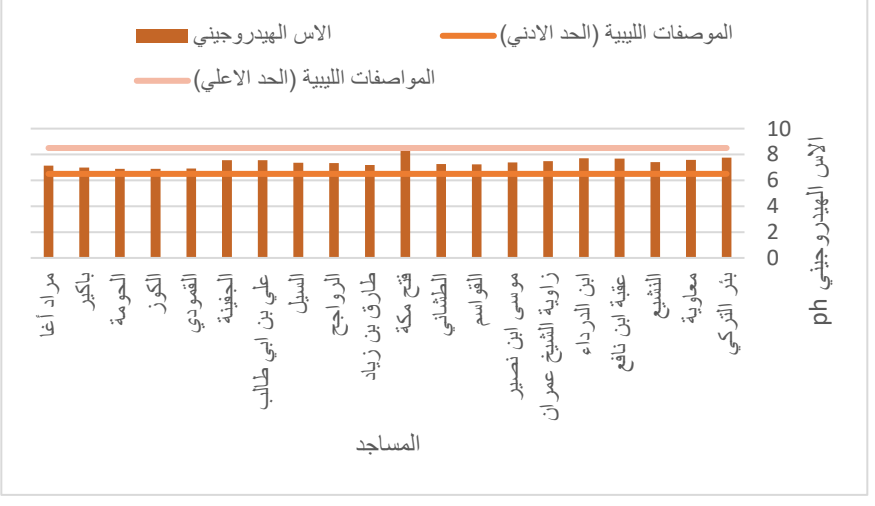
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

3.2 التحاليل الكيميائية

3.2.1 الأس الهيدروجيني(pH)

أظهرت نتائج تحليل عينات مياه آبار المساجد (الشكل) تقاربا ملحوظا في القيم (الشكل3) ويمكن تلخيصها كالآتي

حيث سجلت أعلى قيمة في بئر مسجد التركي وبلغت (7.76) بينماسجلت أقل قيمة في مسجدي الكوز والحومة وبلغت (6.89). بمقارنة هذه النتائج بالمواصفات القياسية الليبية (جدول)، يتضح أن جميع الآبار المدروسة تقع ضمن المدى المسموح به والذي يتراوح بين **(6.5– 8.5)**



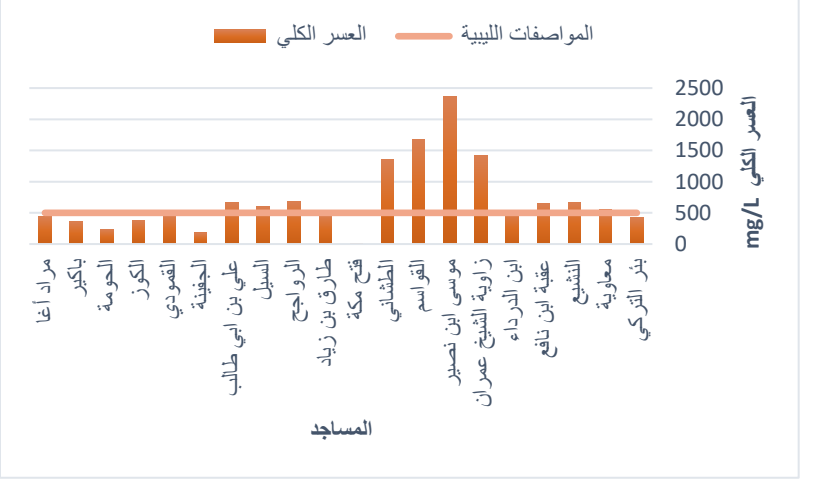
الشكل (3) يوضح قيمة الاس الهيدروجيني(pH) لعينات الدراسة.

3.2.2 العسر الكلي(TH)

أظهرت التحاليل المختبرية أن أغلب مياه المساجد المدروسة تقع ضمن فئة المياه "عسرة جدا(الشكل4) حيث سجلت تراكيز مرتفعة من أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم تجاوزت الحدود المسموح بها للاستهلاك البشري.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

سجلت القيم الأكثر ارتفاعا في مسجد ابن نصير بواقع (2362 mg/L)، يليه مسجد القواسم بقيمة (1681.5 mg/L)، ثم زاوية الشيخ عمران بمقدار (1421.29 mg/L) تسبب هذه المستويات العالية ترسبات كلسية صلبة في شبكات التوزيع وصنابير المياه بالمساجد، مما يقلل من كفاءتها وعمرها الافتراضي، كما تؤثر هذه القيم سلبا على الطعم وقد تزيد من المخاطر الصحية للفئات الحساسة، بالإضافة إلى زيادة استهلاك المنظفات في مرافق النظافة التابعة للمساجد.[12][13]



الشكل (4) يوضح العسر الكلي لعينات منطقة الدراسة.

3.2.3 الأيونات السالبة

النترات (NO_3^-)

تعد النترات من أهم المؤشرات الكيميائية على تلوث المياه الجوفية بمصادر عضوية أو كيميائية خارجية حيث كشفت

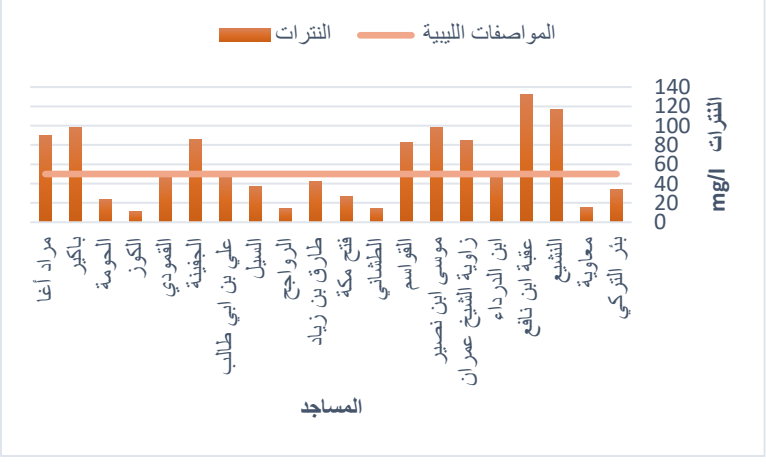
القياسات (الشكل5) أن40% من إجمالي العينات تجاوزت الحد الأقصى المسموح به محليا ودوليا (50 mg/L) سُجل أعلى تركيز في مسجد عقبة بن نافع بواقع 132)

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

(mg/L، وهي قيمة مرتفعة جدا تتجاوز الضعف، بينما سجل أدنى تركيز في مسجد القوز بواقع (10.9mg/L).

ويشكل تجاوز النترات للحدود الآمنة خطرا على الصحة العامة، ومن أبرز مخاطرها متلازمة الطفل الأزرق والناتجة عن ضعف قدرة الدم على نقل الأكسجين لدى الرضَّع، ويمكن أن تؤدي إلى تأثيرات مسرطنة، ومشاكل في الجهاز الهضمي، وضعف الاستجابة المناعية.

وقد يُعزى تزايد النترات في آبار المساجد المدروسة إلى ترشح مياه الصرف الصحي (خاصة في ظل غياب شبكة عامة متكاملة)، واستخدام الأسمدة النيتروجينية في الأنشطة الزراعية المحيطة، بالإضافة إلى اختلاط المياه الجوفية بالمياه السطحية الملوثة نتيجة ارتفاع منسوبها.[6][13].



الشكل (5) يوضح تركيزات النترات (NO_3^-) لعينات منطقة الدراسة.

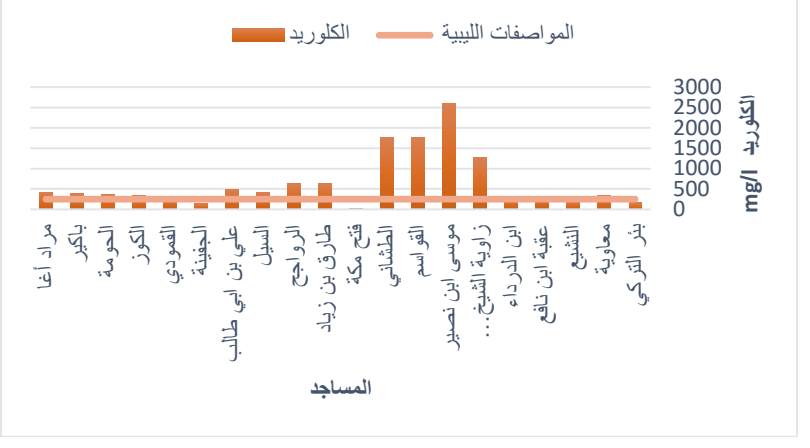
الكلوريدات (Cl^-)

أظهرت النتائج ارتفاعا في تركيز الكلوريدات (الشكل6)، حيث تجاوزت أغلب العينات الحد المسموح به محليا(250 mg/L) سجل أعلى تركيز في مسجد موسى بن نصير

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

بواقع (2600.73 mg/L)، وهو ما يؤكد فرضية تداخل مياه البحر في هذا الموقع، وأدنى تركيز سجل في مسجد الجفينة بواقع (140.52 mg/L).

يرجع سبب هذا الارتفاع إلى التكوينات الصخرية الحاوية للأملاح، وتداخل مياه البحر نتيجة الموقع الساحلي، أو إلى تسرب مياه الصرف الصحي، والاستهلاك المفرط للمياه، مما يرفع من تركيز الأيونات في الخزان الجوفي، ويرتبط الاستهلاك المستمر لهذه المستويات باضطرابات الجهاز الهضمي، وإجهاد الكلى، وتأثيرات سلبية على القلب والأوعية الدموية.[14]



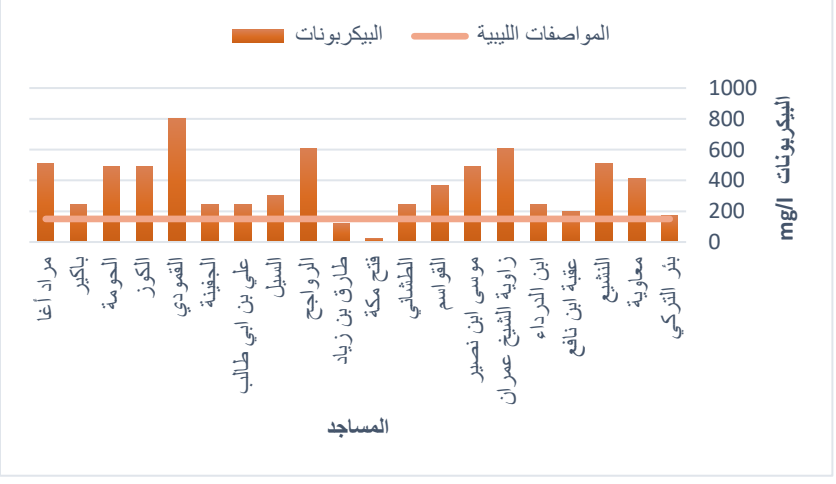
الشكل (6) يوضح تركيزات الكلوريد(Cl^-) لعينات منطقة الدراسة

البيكربونات (HCO_3)

كشفت النتائج (الشكل7) عن ارتفاع واسع النطاق في تركيزات البيكربونات، حيث تجاوزت 94.7% من العينات الحد المسموح به وفق المعايير المحلية، سجل أعلى تركيز في مسجد القمودي (805 mg/L) بينما سجل أدنى تركيز في مسجد طارق بن زياد (122 mg/L)، وقد يُعزى هذا الارتفاع بشكل رئيسي إلى تداخل مياه البحر التي تعد مصدرا غنيا بالأيونات التي ترفع من قلوية المياه الجوفية، كذلك العمليات الجيولوجية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

والتي تتمثل في ذوبان الصخور الكربونية وتفاعلها مع المياه الجوفية تحت تأثير الظروف الجغرافية للمنطقة. [5]



الشكل (7) يوضح تركيزات البيكربونات(HCO_3) لعينات منطقة الدراسة.

3.2.4 الأيونات الموجبة

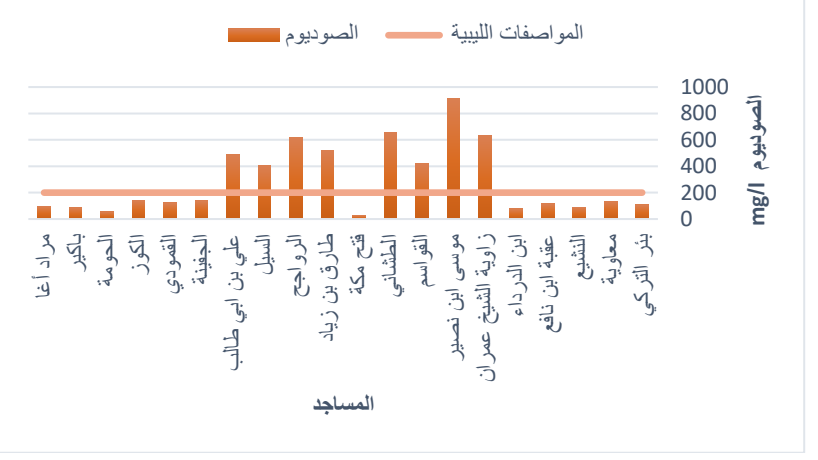
الصوديوم(Na^+)

أظهرت النتائج تفاوتا حادا في تراكيز الصوديوم، مما يعكس تدرجا في مستويات الملوحة بين آبار المساجد المدروسة (الشكل8) فسجلت تراكيز منخفضة حيث سجل مسجدا الحومة وابن الدرداء مستويات آمنة (57.2 mg/L)، مما يشير إلى مياه أقل تأثرا بالتداخل البحري، وسجلت تراكيز متوسطة (150 – 400 ملجم/لتر) شملت مساجد مثل القمودي والجفينة حيث لوحظت بداية مؤشرات تزايد الملوحة التي تتطلب رقابة دورية.

وسجلت تراكيز عالية جدا أكبر من400 ملجم/لترحيث ضمت القائمة مساجد القواسم، الطشاني، وزاوية الشيخ عمران، وصولا إلى الذروة في مسجد موسى بن نصير (915. mg/L)، وهي مستويات تجعل المياه غير صالحة للشرب أو الري.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

وقد يرتبط هذا الارتفاع القياسي في الصوديوم بظاهرة تداخل مياه البحر، ويتسق مع النتائج السابقة للموصلية الكهربائية والكلوريدات، مما يؤكد تدهور جودة الخزان الجوفي في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية أو القريبة من الساحل. [13][12]



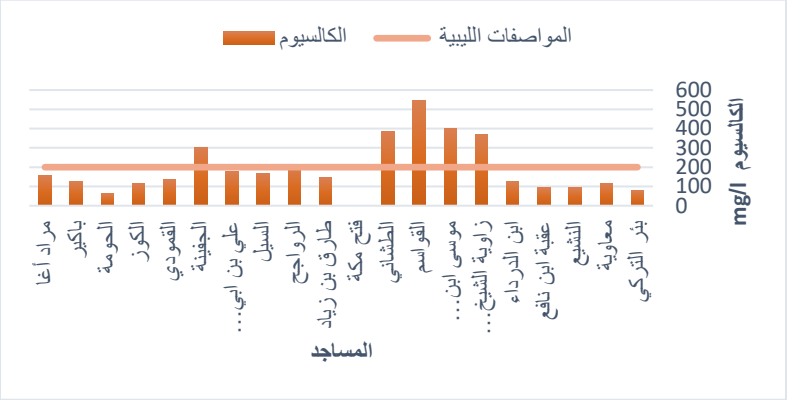
الشكل (8) يوضح تركيزات الصوديوم (Na^+) لعينات منطقة الدراسة.

الكالسيوم(Ca^{2+})

كشفت النتائج عن تباين واسع في تراكيز الكالسيوم بين آبار المساجد (الشكل 9)، مما يعكس اختلافا في الجودة الكيميائية والملاءمة للاستخدام فسُجل أعلى تركيز في مسجد القواسم بواقع (545.02 mg/L)، وهي قيمة مرتفعة تتجاوز الحدود المسموح بها 200) (mg/Lوسجل أدنى تركيز في مسجد الحومة بواقع (64.21 mg/L)، مما يجعله ضمن النطاق المثالي للاستخدام اليومي ويؤدي ارتفاع الكالسيوم إلى تراكم الرواسب الكلسية في الأنابيب والخزانات، مما يقلل من كفاءة شبكات المياه في المساجد كذلك يقلل الكالسيوم المرتفع من فاعلية المنظفات والصابون المستخدم في مرافق الوضوء والنظافة. ويُعزى التفاوت في التركيز إلى الاختلاف في التركيب الجيولوجي وطبقات التربة المحيطة بالخزان

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

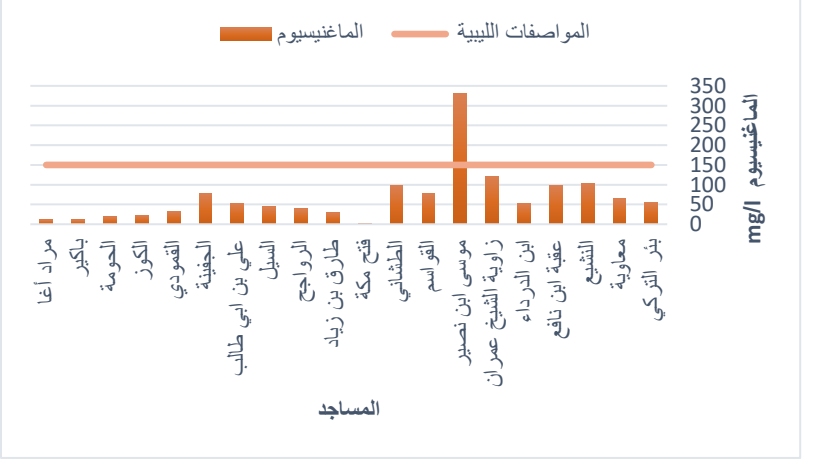
الجوفي، بالإضافة إلى تباين أعماق الآبار وتأثير الأنشطة البشرية الملوثة التي تساهم في زيادة ذوبان هذا العنصر في المياه. [8]



الشكل (9) يوضح تركيزات الكالسيوم (Ca^{2+}) لعينات منطقة الدراسة.

المغنسيوم(Mg^{2+})

أظهرت النتائج أن معظم العينات تقع ضمن الحدود الآمنة والمسموح بها (الشكل 10)، باستثناء مسجد موسى بن نصير الذي سجل قيمة مرتفعة بلغت (330.47 mg/L)، مما يساهم بشكل مباشر في رفع درجة العسر الكلي للمياه في هذا الموقع.



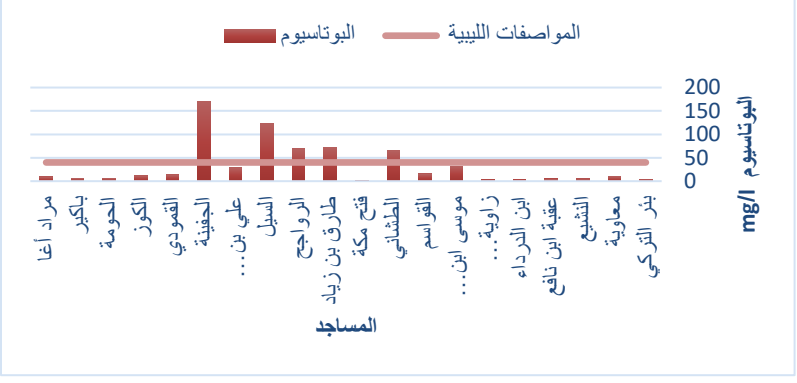
الشكل (10) يوضح تركيزات الماغنسيوم (Mg^{2+}) لعينات منطقة الدراسة.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

البوتاسيوم(K^+)

كشفت التحاليل عن تباين ملحوظ في مستويات البوتاسيوم، حيث سجلت عينة مسجد الجفينة قفزة نوعية تجاوزت أربعة

أضعاف الحد المسموح به (الجدول2) وكما هو موضح في (الشكل11) وقد يُعزى هذا الارتفاع والتفاوت في قيم البوتاسيوم إلى طبيعة مادة الأصل المكونة للتربة في المنطقة ومحتواها المعدني الطبيعي، بالإضافة إلى الخصائص الجيوكيميائية للطبقات الحاملة للمياه. [8]



الشكل (11) يوضح تركيزات البوتاسيوم (K^+) لعينات منطقة الدراسة.

جدول (2) يوضح المعايير القياسية الليبية

الخاصية	اقصى تركيز مسموح به	وحدة القياس
الاس الهيدروجيني	8.5-6.5	PH
الموصلية الكهربائية	2000	µS/cm
الكلوريد	250	mg/l
الاملاح الذائبة الكلية	1000	mg/l
الماغنيسيوم	150	mg/l
الكالسيوم	200	mg/l
البيكربونات	150	mg/l
الصوديوم	200	mg/l
النترات	50	mg/l
البوتاسيوم	40	mg/l

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

3.3 التحليل البكتيري

يُعد الكشف عن بكتيريا الإشريكية القولونية *Escherichia coli* المعيار الأدق لتحديد التلوث البرازي. وفقا لمنظمة الصحة العالمية والمواصفات الليبية (الشكل12) يجب أن تكون مياه الشرب خالية تماما من هذه البكتيريا.

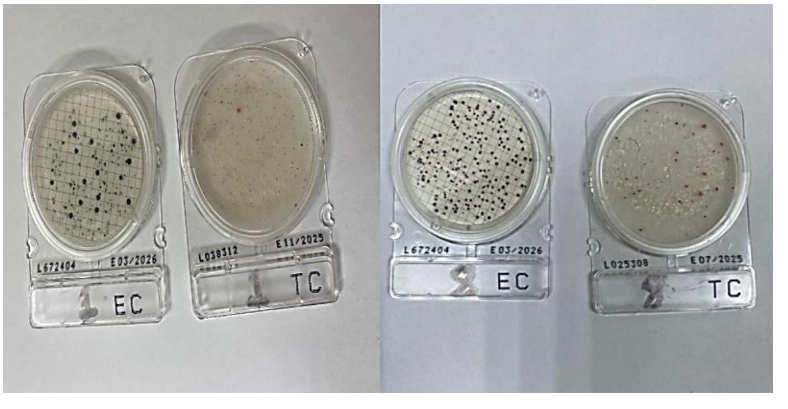
أولًا: مؤشرات التلوث البرازي

أظهرت النتائج تلوث5 من أصل 19 من المساجد المدروسة، مما يجعل مياهها غير صالحة للاستهلاك البشري

وهي بئر التركي (13 مستعمرة/100مل)، عقبة بن نافع (5 مستعمرات/100مل)، سجلت مساجد (معاوية، ابن الدرداء، الرواجح) تلوثاً يتراوح بين (1 إلى 2 مستعمرة/100مل).

ثانيًا: المجموعة القولونية والعدد الكلي

وتعكس هذه المؤشرات نظافة النظام المائي بشكل عام فسجل أعلى تلوث في مسجد عقبة بن نافع (520 مستعمرة/100مل)، يليه مساجد (موسى بن نصير، النشيع، ومعاوية)، مما يشير إلى تلوث بيئي عام وضعف في تدابير الحماية والتعقيم.



الشكل (12) يوضح الأطباق المستخدمة للتحليل البكتيري لبعض العينات

تقييم جودة المياه المستخدمة في بعض المساجد ومراكز تحفيظ القرآن بمنطقة تاجوراء

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

جدول (3) يوضح نتائج التحليل الميكروبي

المسجد	Total count	Total coliform	E.coli
بئر التركي	65cfu/100ml	24cfu/100ml	13cfu/100ml
معاوية	70cfu/100ml	150cfu/100ml	2cfu/100ml
النشيع	50cfu/100ml	273cfu/100ml	0cfu/100ml
عقبة ابن نافع	43cfu/100ml	520cfu/100ml	5cfu/100ml
ابن الدرداء	60cfu/100ml	80cfu/100ml	1cfu/100ml
زاوية الشيخ عمران	10cfu/100ml	58cfu/100ml	0cfu/100ml
موسى بن نصير	54cfu/100ml	280cfu/100ml	0cfu/100ml
القواسم	23cfu/100ml	168cfu/100ml	0cfu/100ml
الطشاني	0cfu/100ml	0cfu/100ml	0cfu/100ml
طارق بن زياد	5cfu/100ml	2cfu/100ml	0cfu/100ml
الرواجح	14cfu/100ml	24cfu/100ml	1cfu/100ml
السيل	7cfu/100ml	23cfu/100ml	0cfu/100ml
علي بن أبي طالب	98cfu/100ml	54cfu/100ml	0cfu/100ml
الجفينة	13cfu/100ml	11cfu/100ml	0cfu/100ml
القمودي	55cfu/100ml	27cfu/100ml	0cfu/100ml
القوز	140cfu/100ml	323cfu/100ml	0cfu/100ml
الحومة	16cfu/100ml	150cfu/100ml	0cfu/100ml
باكير	30cfu/100ml	247cfu/100ml	0cfu/100ml

تُظهر نتائج الدراسة أن توزع الأملاح الذائبة الكلية (TDS) في الـ 19 بئر لا يُعدّ عشوائيًا، بل يرتبط باتجاه واضح مع المسافة من الساحل. وقد أظهر تحليل ارتباط بيرسون دلالة إحصائية ($r \approx 0.54$، $p < 0.05$) لعلاقة إيجابية بين TDS والمسافة من الساحل، ما يُشير إلى زيادة تدريجية في التملّح نحو الداخل من الساحل. تتقاطع هذه النتائج مع دراسات في الشرق الليبي والمنطقة الساحلية المتوسطية، التي تُشير إلى أن التملّح يزداد مع تعمّق البئر عن الساحل بسبب تسرب المياه المالحة من الطبقات الساحلية نحو الداخل أو تفاعل المياه الجوفية العذبة مع المياه المالحة. [5]

كما تُظهر القيم العالية لـ TDS في البئر الداخلية (مثل القواسم 7800 mg/L، الطشاني 4410 mg/L، طارق بن زياد 3840 mg/L) واقعًا مائيًا خطيرًا، يُعكس تأثيرات مختلطة

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

بين العوامل الجيولوجية والطبوغرافية والأنشطة البشرية مثل الصرف الزراعي والحمولات المائية الزائدة. تظهر هذه النتائج أن المناطق الداخلية أكثر عرضة للتملّح مقارنة بالمناطق الساحلية القريبة.[14]

تُشير النتائج إلى أن الاستخدام المفرط للمياه الجوفية دون تدابير رقابية يُشكّل تهديدًا مستقلاً لجودة المياه.[3]

النتائج المسجلة في التحاليل الميكروبيولوجية، خاصة تلك التي بلغت 520 مستعمرة/100 مل من المجموعة القولونية الكلية في مسجد "عقبة بن نافع"، لا تشير فقط إلى خرق المعايير الصحية، بل تعكس وجود خلل هيكلي في المنظومات المائية [17][18].

ويمكن إرجاع أسباب هذا التلوث إلى جملة من العوامل المترابطة:

أولًا: التداخل الهيدرولوجي والبيئي

تعتبر ظاهرة تسرب مياه الصرف الصحي من الآبار السوداء غير المعزولة إلى الخزان الجوفي السبب الرئيسي للتلوث في المناطق الحضرية المدروسة [19][20]. كما أن الممارسة الشائعة المتمثلة في استخدام آبار مياه مهجورة أو غير مطابقة للمواصفات كقنوات لتصريف الفضلات تؤدي إلى حقن الملوثات البكتيرية مباشرة في الطبقات المائية، مما يؤثر على جودة المياه في الآبار المحيطة [17][22].

ثانيًا: القصور الإنشائي وضعف إدارة المنظومات

يرتبط التلوث الميكروبي المرتفع بغياب التدابير الوقائية الهندسية، حيث إن قرب آبار المياه من غرف تفتيش الصرف الصحي أو التصدعات في الشبكات الداخلية يُعد ثغرة تسمح بدخول الملوثات الخارجية [15][18]. علاوة على ذلك، يشير الارتفاع في أعداد المجموعة القولونية الكلية إلى تراكم الأغشية الحيوية (Biofilms) داخل الخزانات والأنابيب نتيجة غياب بروتوكولات الصيانة الدورية وأنظمة التعقيم الفعالة، مما يحول الشبكة الداخلية نفسها إلى مصدر للنمو البكتيري المستمر [20][21].

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

الخلاصة:

يؤكد وجود E. Coli في أكثر من ربع المساجد المدروسة ضرورة التدخل العاجل لتطهير الخزانات ومعالجة مصادر التلوث لحماية المصلين وطلاب مراكز التحفيظ من الأمراض المنقولة بالمياه.

التوصيات:

1- ضرورة التزام إدارات المساجد والمراكز التعليمية بجدولة صيانة وتنظيف دورية لخزانات المياه، مع توثيق ذلك ضمن سجلات تشغيلية.

2- إنشاء برنامج وطني لمراقبة جودة المياه في المؤسسات الدينية والتعليمية يشمل التحاليل الدورية، ورفع النتائج للجهات الصحية المختصة لاتخاذ الإجراءات اللازمة عند الحاجة.

3- تطوير دليل إرشادي يُوزع على القائمين على المساجد والمراكز التعليمية، يتضمن تعليمات واضحة لإدارة المياه، بدءًا من المصدر وصولًا إلى نقاط الاستهلاك، وتنفيذ برامج توعية دورية تستهدف الطلاب والعاملين بالمراكز، تتضمن إرشادات حول الاستخدام الآمن للمياه، والحفاظ على خزانات المياه نظيفة ومغلقة بإحكام

4- تعزيز التعاون بين وزارات الصحة، والبيئة، والشؤون الدينية، لضمان متابعة جودة المياه في المساجد ومراكز التحفيظ، والتدخل عند تسجيل أي تدهور في نوعية المياه.

5- يُوصى بتزويد المساجد ومراكز تحفيظ القرآن الكريم، خاصة التي تعاني من تلوث ميكروبي أو ارتفاع في تركيز الأملاح، بأنظمة فعّالة لمعالجة وتنقية المياه لضمان توفير مياه آمنة وصالحة للاستخدام.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

المراجع

[1] س. أ. م. صالح، ع. ع. قنبور، ح. ع. محمد، و م. ي. أحمد، "دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية في آبار المدارس ببلدية تاجوراء، "المجلة الدولية للعلوم والتقنية، المجلد 36، العدد 1، 2025.

[2] م. الأرقط، ب. العياني، و م. منصور، "دراسة ظاهرة تداخل مياه البحر في المياه الجوفية بمنطقة القره بوللي، "مجلة العلوم التطبيقية"، المجلد 33، العدد 2، الصفحات 171–184، 2020.

[3] ف. اليعقوبي و أ. خليفة، "تقييم نوعية المياه الجوفية باستخدام مؤشر جودة المياه بمنطقة سوق الثلاثاء – زليتن، "المجلة الجامعية، العدد 37، الصفحات 210–224، 2023.

[4] ع. مصباح، خ. العماري، و م. النويجي، "تأثير بعض بؤر التلوث على الخصائص الكيميائية والجرثومية للمياه الجوفية بمنطقة تاجوراء في ليبيا، "مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي، المجلد 4، العدد 2، الصفحات 129–140، 2019.

[5] B. Gautam and S. N. Dar, "A study on Escherichia coli contamination in drinking water sources to combat effectively in Bist Doab, Punjab, India," Journal of Water and Health, vol. 23, no. 2, pp. 155–167, 2025.

[6] S. T. Odonkor and T. Mahami, "Escherichia coli as a tool for disease risk assessment of drinking water sources," International Journal of Microbiology, vol. 2020, art. no. 2112850, pp. 1–2020.

[7] ب. الحاجي و م. ممدوح، "دراسة بتعداد الوفيات وأهم أسبابها، "مجلة لانسيت، المجلد 9، العدد 30، الصفحات A6-A21 ، إيطاليا، 2015.

[8] M. E. Nasr, "Relationship of the topography of the region and population growth to the rise in ground water levels on the surface in the city of Zliten, Libya," Applied Sciences, vol. 8, no. 1, 2024.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

[9] س. صالح، ص. فكيرين، إ. فريفير، ع. قنبور، و هـ. الخمايسي، "دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمنسوب المياه المرتفعة بمدينة زليتن،" في أعمال المؤتمر العلمي الدولي حول الموارد الطبيعية في ليبيا، الصفحات 345-367، 2024.

[10] ي. الصادي، ر. عطية، م. بن زقطة، و م. الجائر، "دراسة جودة مياه الري بالمشاريع الزراعية بمنطقة مصراتة، "مجلة جامعة صبراتة للعلوم الزراعية، المجلد 1، العدد 2، الصفحات 465-475، 2020.

[11] م. شلوف، أ. عبدالله، و ر. اجعيكة، "دراسة بعض الدلائل عن جودة مياه الشرب a. المعبأة في مدينة مصراته، "مجلة العلوم والتقنية، المجلد 4، العدد 1، 2018.

[12] م. بو فارس و ن. خليفة، "دراسة لتقييم الجودة الكيميائية لعلامات تجارية مختارة في تعبئة مياه الشرب المعبأة في تاجوراء، ليبيا، "المجلة الليبية للعلوم والتكنولوجيا، المجلد 6، العدد 2، 2024.

[13] م. شهوب، م. عبد الجليل، و ع. عكاشة، "تأثير مياه البحر على خصائص المياه الجوفية بمنطقة كعام شمال غرب ليبيا، "مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، المجلد 6، العدد 2، 2020.

[14] L. Lin, H. Yang, and X. Xu, "Effects of water pollution on human health and disease heterogeneity: A review," Frontiers in Environmental Science, vol. 10, art. no. 880246, pp. 1–16, Jun. 2022.

[15] المنظمة الليبية للبيئة وعلوم المياه، "تقييم جودة مياه الشرب المنقولة بواسطة الأنابيب من الناحية الميكروبيولوجية والكيميائية، "مجلة ليبيا لعلوم وتقنيات البيئة، المجلد 6، العدد 2، الصفحات 65-78، 2023.

[16] ح. م. حسين، "دراسة تقييم جودة المياه الجوفية والسطحية وأثرها على الصحة العامة،" مركز بحوث المياه، جامعة القادسية، دراسة بحثية، 2018.

[17] المركز الليبي للمناخ والبحوث، "تقرير ميداني: تلوث كيميائي وجرثومي في بعض مصادر المياه بمنطقة زليتن،" تقرير فني، 2024.

[18] منظمة الصحة العالمية، "المياه والصرف الصحي والنظافة في المؤسسات التعليمية (دليل إرشادي)،" إصدار مشترك بين يونسيف ومنظمة الصحة العالمية، دليل إرشادي، 2012.

[19] م. ع. الزوي وآخرون، "التلوث الميكروبي للمياه الجوفية وأثره على النظم البيئية في المناطق الحضرية، "مجلة جامعة الأسمرية للعلوم التطبيقية، المجلد 4، العدد 1، الصفحات 12-25، 2015.

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-st53

[20] الهيئة العامة للبيئة، "التحديات البيئية المتمثلة في تسرب مياه الصرف الصحي إلى المياه الجوفية في ليبيا،" تقرير الحالة البيئية السنوي، 2025.

[21] س. ف. عبد الله، "التقييم البكتيريولوجي لمياه الآبار في المناطق المكتظة: دراسة حالة في طرابلس، "مجلة العلو م والتقنية، المجلد 12، العدد 1، 2026.

[22] الشركة الألمانية لحلول المياه(Bioprotech) ، "المعايير الميكروبيولوجية لتحليل مياه الشرب والتحقق من التلوث البرازي،" وثيقة فنية، 2026.