Comprehensive Journal of Science
Volume (9), Issue (36), (Sept 2025)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد(9) ملحق العدد (36) (سبتمبر 2025)
ردمد: 3014-6266

تقييم جودة المياه الجوفية لأغراض الشرب من بئر حي المجاهد هون – ليبيا

محمود محمد عبدالمولى

محاضر بقسم الجغرافيا كلية الآداب – جامعة الجفرة – ليبيا

Assessment of Groundwater Quality for Drinking Purposes from Al-Mujahid District Well, Hun – Libya

Dr. Mahmoud Mohammed Abdlmoula

Lecturer, Department of Geography Faculty of Arts – Al-Jufra University – Libya

Mahmoud.abdlmoula@ju.edu.ly

تاريخ الاستلام:2025/8/23 –تاريخ المراجعة: 2025/9/24– تاريخ القبول: 2025/10/4– تاريخ للنشر : 2025 /10/10

الملخص:

أُجريت دراسة لتقييم جودة مياه الشرب من بئر حي المجاهد في هون– ليبيا، باستخدام مؤشر جودة المياه .(WQI) تم تحليل عينة من البئر الذي يبلغ عمقه 491 مترًا ويستمد مياهه من خزان الإيوسين (حجر جيري طباشيري ومارل). شمل التحليل مؤشرات كيميائية وفيزيائية وميكروبيولوجية. أظهرت النتائج تجاوز تراكيز الأملاح الذائبة الكلية(TDS) ، الكالسيوم(+Ca2) ، المغنيسيوم (+Mg2)، والكلوريد(-Cl1) ، الصوديوم (+Na) للحدود المسموح بها في المعايير الليبية (2015:82) (المركز الوطني للمواصفات. 2015). كما أظهر التحليل الميكروبيولوجي وجود تلوث بكتيري، حيث بلغت قيمة العدد الكلي 100/8 مل وميكروب E.Ico 3/100مل، وهي قيم تتجاوز المعيار الليبي الذي يجب أن يكون صفرًا. تشير القيمة المرتفعة لمؤشر جودة المياه (WQI) إلى أن جودة المياه سيئة وغير صالحة للشرب دون معالجة. يعزى التلوث البكتيري إلى القرب النسبي للبئر من خزان صرف صحي (460 مترًا جنوبًا)، بينما تعزى التركيزات العالية للأملاح والعسر إلى طبيعة التكوينات الجيولوجية للخزان .(Todd & Mays, 2005) تُوصي الدراسة بضرورة المعالجة المزدوجة (الكيميائية والميكروبية) للمياه قبل الاستهلاك وتطبيق إجراءات حماية فورية للبئر.

الكلمات المفتاحية: جودة المياه، مياه الشرب، البئر، التلوث الكيميائي، التلوث الميكروبيولوجي، المعايير الليبية، حي المجاهد، هون، ليبيا.

Abstract

A study was conducted to assess the drinking water quality of the Al-Mujahed District well in Hun, Libya, using the Water Quality Index (WQI). A water sample was analyzed from the well, which has a depth of 491 meters and draws its water from the Eocene aquifer (chalky limestone and marl). The analysis included chemical, physical, and microbiological indicators.

The results showed that the concentrations of Total Dissolved Solids (TDS), Calcium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Chloride (Cl^{-1}), and Sodium (Na^{+}) significantly exceeded the limits set by the Libyan Standards (2015:82) (National Center for Standards, 2015). The microbiological analysis also revealed bacterial contamination, with the Total Bacterial Count reaching 8/100 mL and E. coli at 3/100 mL, values that violate the Libyan standard of zero.
The high value of the Water Quality Index (WQI) indicates that the water quality is very poor and unsuitable for drinking without treatment. The bacterial contamination is attributed to the relative proximity of the well to a septic tank (460 meters to the south), while the high concentrations of salts and hardness are attributed to the geological nature of the aquifer formations (Todd & Mays, 2005). The study recommends the necessity of dual treatment (chemical and microbial) for the water before consumption and the immediate application of protective measures for the well.
Keywords: Water Quality, Drinking Water, Well, Chemical Contamination, Microbiological Contamination, Libyan Standards, Al-Mujahed District, Hun, Libya.

1. المقدمة:

تُعدّ المياه أحد أهم الموارد الطبيعية التي يعتمد عليها الإنسان في حياته اليومية وفي مختلف الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية. وتُشكل نوعية مياه الشرب عاملًا حاسمًا في صحة الإنسان واستدامة البيئة، إذ إن تلوثها بالعناصر الكيميائية أو الميكروبية قد يؤدي إلى مشاكل صحية خطيرة، مثل الأمراض المنقولة بالمياه، والتسممات المزمنة الناتجة عن تراكم العناصر الثقيلة(WHO, 2022) .
وفي ليبيا يعتمد عدد كبير من السكان في المناطق الداخلية – ومنها مدينة هون الواقعة ضمن منطقة الجفرة – على الآبار الجوفية كمصدر رئيسي لتوفير مياه الشرب والاستخدام المنزلي. غير أن الاستغلال المفرط للمياه الجوفية، إلى جانب التغيرات البيئية ونقص أنظمة المعالجة، قد يؤدي إلى تدهور نوعيتها وارتفاع تركيز بعض الملوثات الكيميائية مثل الأملاح الكلية الذائبة، والنترات، والكلوريدات، والعسر الكلي.(Abdussalam, 2020)

تُعتبر منطقة حي المجاهد – هون من المناطق التي تعتمد كلياً على بئر محلي لتغطية احتياجاتها من مياه الشرب، الأمر الذي يبرز الحاجة إلى تقييم جودة هذه المياه للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية الليبية والعالمية .(LSS, 2008; WHO, 2017) إذ تمثل نتائج هذا التقييم أداة علمية لدعم اتخاذ القرار المحلي بشأن إدارة الموارد المائية وضمان استدامتها الصحية والبيئية.

2. مشكلة الدراسة:

على الرغم من أهمية بئر حي المجاهد كمصدر لمياه الشرب في هون، هناك مخاوف بشأن جودة مياهه. تكمن المشكلة في عدم توفر تقييم شامل وموضوعي لجودة هذه المياه وفقًا للمعايير الوطنية، وتحديد ما إذا كانت صالحة للاستهلاك الآدمي أم لا، خاصةً في ضوء المعلومات الأولية التي تشير إلى قرب البئر من مصدر محتمل للتلوث (خزان صرف صحي) وعمقه وطبيعة الخزان الجيولوجي. وظهور بعض الامراض في منطقة الدراسة مثل التهابات الجلد وحساسية العيون والاصابة بأمراض معوية، لذلك فإن عدم معرفة جودة المياه الحقيقية يشكل خطرًا محتملاً على صحة مستهلكيها.

3. أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

1. تحليل وتقييم المعايير الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية لعينة مياه من بئر حي المجاهد مقارنةً بالمعايير الليبية لجودة مياه الشرب (2015:82).
2. حساب قيمة مؤشر جودة المياه (WQI) للبئر باستخدام البيانات التحليلية المتاحة.
3. تصنيف جودة المياه وتحديد مدى صلاحيتها للشرب.
4. تقديم توصيات لمعالجة المياه وتحسين إدارتها لضمان سلامة المستهلك، واستدامة المياه المحلية في حال وجود مؤشرات خطر.

4. أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في:

- حماية الصحة العامة: من خلال تحديد الملوثات وتجاوزات المعايير، مما يتيح اتخاذ إجراءات تصحيحية عاجلة للحد من المخاطر الصحية المرتبطة باستهلاك مياه غير صالحة.
- دعم صانعي القرار: بتوفير بيانات علمية موثوقة ومؤشر واضح (WQI) يمكن استخدامه لقرارات إدارة الموارد المائية والتخطيط لمشاريع المعالجة.
- إضافة للمعلومات الجيولوجية الهيدرولوجية: من خلال ربط جودة المياه (خاصة الأملاح والعسر) بالخصائص الجيولوجية لخزان الإيوسين في المنطقة.
- تطبيق أداة WQI: تعزيز استخدام مؤشر جودة المياه كأداة موحدة وفعالة لتقييم موارد المياه في ليبيا.

5. منهجية الدراسة:

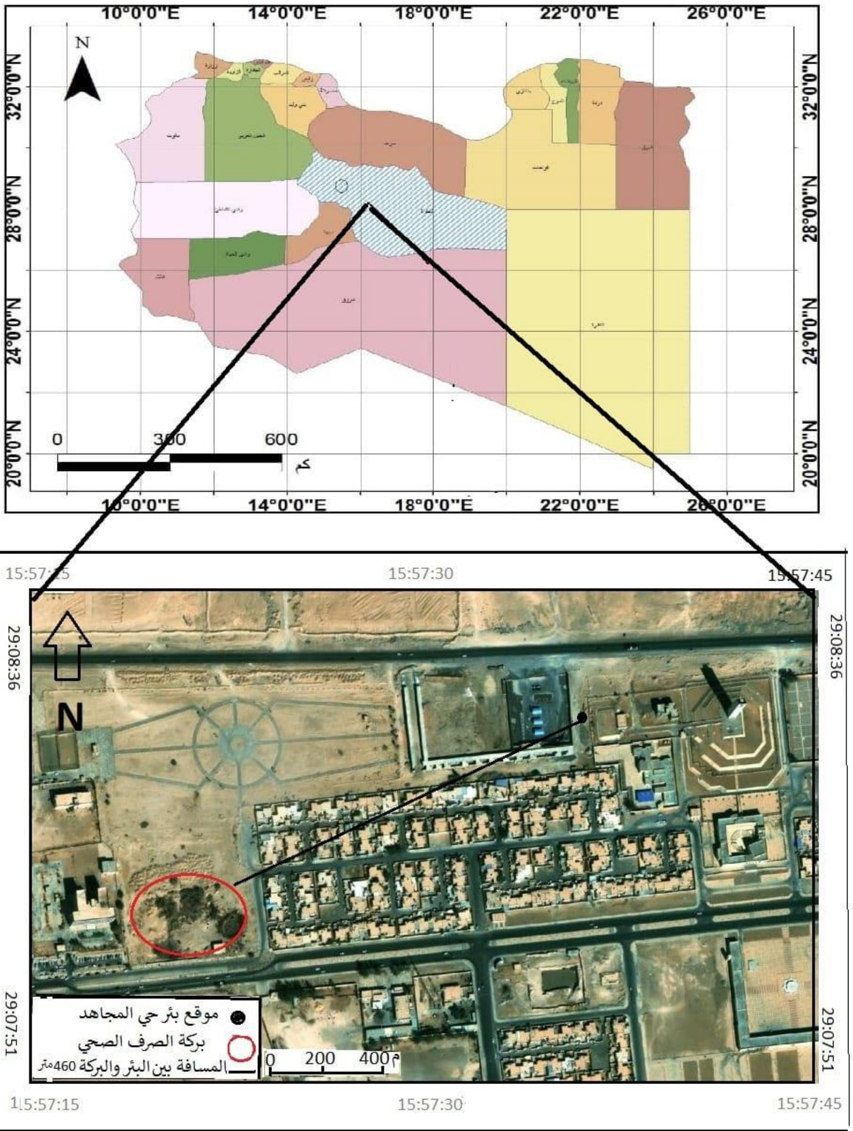
اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي من خلال الخطوات التالية:

- جمع العينات المائية من بئر حي المجاهد في فصل الصيف 2024.
- تحليل الخصائص والكيميائية والبيولوجية باستخدام طرق قياسية معتمدة من.(APHA, 2017)
- حساب مؤشر جودة المياه (WQI) لتقييم الصلاحية العامة للشرب.
- مقارنة النتائج مع الحدود المسموح بها حسب المواصفات الليبية وعينة البئر.
- تحليل البيانات إحصائياً باستخدام برامج التحليل المناسبة مثل Excel لتحديد الاتجاهات ومستويات الانحراف.

5.1. موقع الدراسة وجمع العينة

- **الموقع:** بئر حي المجاهد، هون، ليبيا.
- **الإحداثيات الجغرافية:** خط طول ″35′57°15 شرقًا، ودائرة عرض ″22′08°29 شمالاً. الخريطة رقم(1)
- **خصائص البئر:** العمق 491 مترًا، الخزان السطحي خزان الإيوسين (حجر جيري طباشيري ومارل).
- **مصدر تلوث محتمل:** خزان صرف صحي يبعد 460 مترًا جنوبًا.
- **تاريخ أخذ العينة:** 11/8/2024.
- **جمع العينات:** جمعت عينات الدراسة بواسطة فريق مكون من مركز الرقابة على الاغدية بالجفرة وصحة المجتمع حيث تم استخدام قنينات زجاجية للتحليل البيولوجي سعتها 250 مل، وأخرى بلاستيكية للتحليل الكيميائي سعتها 5000 مل معقمة ومجهزة بغطاء محكم الغلق كنب على كل قنينة اسم البئر وتاريخ التجميع ورقم العينة، واثناء اخد العينات كانت المضخة الخاصة بسحب المياه من البئر مفتوحة من اليوم السابق لتفادي أي تلوث قد يكون راكد في الانابيب، وبعد اخد العينات وملء القنينات واغلاقها بإحكام نقلت بعد التجميع إلى المعمل لإجراء التحاليل الكيميائية والبيولوجية مع مراعاة أن تحفظ العينات في حوافظ خاصة وفقا للطرق العلمية المتبعة

الخريطة رقم(1) توضح موقع البئر وخزان الصرف الصحي والمسافة بينهما



المصدر: الخريطة من اعداد الباحث استنادا لصورة Google Earth pro باستخدام برنامج Arc map GIS 10:8

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة على ارتفاع 259م فوق سطح البحر، ضمن إقليم منخفض الجفرة، ويحد المنخفض بصفة عامة من الشمال بلدية سرت والتي تبعد بمسافة 200كلم، ويحدها شرقا جبل ودان ، أما من الناحية الغربية الحواف الشرقية للحمادة الحمراء، ومن الناحية الجنوبية جبال السوداء سوكنة، ويبلغ هطول الامطار السنوي في هون حوالي 10ملم حيث يختلف هطول الامطار من عام لآخر وقد يكون هناك تفاوتات كبيرة في الكميات التي تهطل في كل موسم، ويتركز هطول الامطار في فصل الشتاء، وقد بلغت كمية الامطار 3.2ملم في موسم واحد، وهد يؤكد أن هطول الامطار منخفض للغاية، وتقع هون في مناخ الإقليم الصحراوي والتي يتسم بالحرارة والجفاف الشديدين. حيث تتجاوز درجات الحرارة العظمى 40ْ .

وتعد التكوينات الصخرية في منطقة هون قديمة وهي من تكوينات جيرية يصل سمكها 100 – 150 م وتحتوي هده التكوينات على شقوق وفوالق (ماتلي، 2000.ص3)، كما توضح الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة التي جرى تخريطها جيولوجيا من قبل جيولوجي مركز البحوث الصناعية انتشار الصخور الرسوبية التي يتراوح عمرها ما بين الطباشيري العلوي والعصر الثالث، وتوجد عدة فجوات في العمود الطبقي، ويصل أقصرها في الباليوسين – والايوسين وأكبرها بين الايوسين – والاليجوسين، ويصل مجموع سمك الطبقات الرسوبية المتكشفة في اللوحة الى حوالي 500 م (يوشع،2000).

5.2. التحاليل المختبرية:

تم إجراء التحاليل الكيميائية والميكروبيولوجية في مختبرات جامعة وادي الشاطئ، كلية البيئة والموارد الطبيعية. وفقا للطرق القياسية المعتمدة عالميا (APHA, 2017)، وقد تم استخدام اللائحة الفنية القياسية رقم (82) لعام 2015 كمرجع لتحديد الحدود المسموحة للمواصفات الليبية (المركز الوطني للمواصفات، 2015). ويوضح جدول رقم (1) معاملات جودة المياه، وحدات القياس، وطرق التحليل المخبري المتبعة.

جدول (1) معاملات جودة المياه، وحدات القياس، وطرق التحليل المخبري المتبعة

المعامل	الوحدة	طريقة التحليل
التحاليل الكيميائية		
الرقم الهيدروجيني(pH)	–	مقياس(pH (pH meter
الأملاح الذائبة الكلية(TDS)	mg/L (ppm)	مقياس التوصيل/الحساب
الصوديوم(Na^+)	mg/L (ppm)	جهاز طيف الانبعاث (Flame Photometer) أو طرق قياسية
البوتاسيوم(K^+)	mg/L (ppm)	جهاز طيف الانبعاث (Flame Photometer) أو طرق قياسية
الكالسيوم(Ca^{2+})	mg/L (ppm)	المعايرة باستخدام EDTA (Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid)
المغنيسيوم(Mg^{2+})	mg/L (ppm)	الحساب بناءً على العسر الكلي/المعايرة
الكلوريد(Cl^{-1})	mg/L (ppm)	المعايرة باستخدام نترات الفضة($AgNO_3$)
الكبريتات(SO_4^{2-})	mg/L (ppm)	القياس الطيفي (Turbidimetry) أو طرق قياسية
البيكربونات(HCO_3^{-1})	mg/L (ppm)	المعايرة
النترات(NO_3^-)	mg/L (ppm)	القياس الطيفي أو طرق قياسية
العسر الكلي	mg/L $CaCO_3$	المعايرة باستخدامEDTA
التوصيل الكهربائي(EC)	$\mu S/cm$	مقياس التوصيل الكهربائي(Conductivity Meter)
التحاليل الميكروبيولوجية		
العدد الكلي للبكتيريا	CFU/100 ml	طريقة ترشيح الأغشية أو الأنابيب المتعددة
بكتيريا) E. coli ميكروب E.lco)	CFU/100 ml	طريقة ترشيح الأغشية أو الأنابيب المتعددة

5.3. حساب مؤشر جودة المياه (WQI)

يُحسب مؤشر جودة المياه وفقًا للخطوات المنهجية المتبعة في دراسات التقييم (Tiwari & Mishra,2019) التالية:

أ. **تحديد وزن الأهمية (wi) لكل معامل:** يتم تخصيص وزن لكل معلمة بناءً على أهميتها النسبية لتصنيف جودة المياه وصحة الإنسان. في هذه الدراسة، تم استخدام التوزيع المعتاد للأوزان (كما هو موضح في جدول النتائج).

ب. **حساب وزن الأهمية النسبي (Wi):**

$Wi=\sum wiwi$

ج. **حساب تقدير الجودة الفرعي (qi) لكل معامل:** يتم حساب التقدير الفرعي بقسمة تركيز كل معلمة (Ci) على الحد المسموح به (Si) وفقًا للمعايير الليبية (2015:82)، وضرب الناتج في 100.

$qi=(SiCi)\times 100$

ملاحظة: يتم استثناء الرقم الهيدروجيني (pH) من هذه المعادلة ويُعالج بمعادلة خاصة.

د. **حساب حاصل ضرب الأهمية (SIi):**

$SIi=Wi\times qi$

هـ. **حساب مؤشر جودة المياه (WQI):**

$WQI=\sum SIi$

تصنيف WQI:

يحدد الجدول (2) العلاقة بين قيمة مؤشر جودة المياه(WQI) ، وتصنيف جودة المياه المقابل لها، وما إذا كانت المياه صالحة للشرب أم غير صالحة للشرب

جدول (2) تصنيف مدى مؤشر جودة المياه

قيمةWQI	تصنيف جودة المياه	حالة المياه
≤50	ممتازة	صالحة للشرب
100-51	جيدة	غير صالحة للشرب
101-200	ضعيفة	غير صالحة للشرب
201-300	سيئة جدا	غير صالحة للشرب
>300	غير صالة للشرب بشكل خطير	غير صالحة للشرب

6. النتائج والمناقشة:

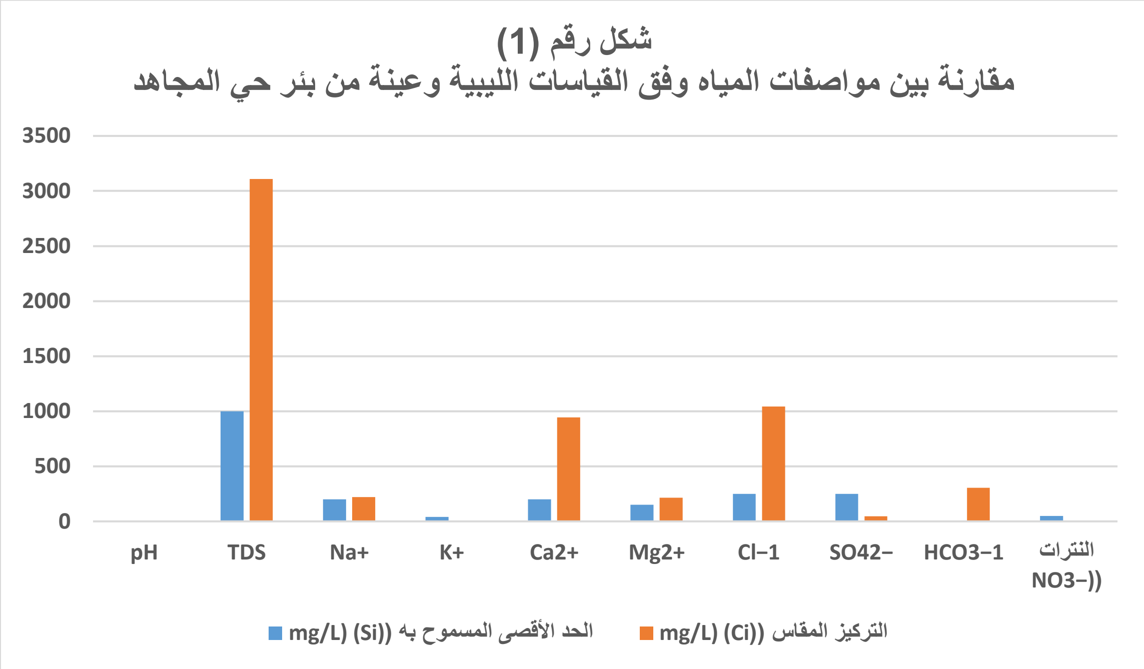
6.1. النتائج التحليلية ومقارنتها بالمعايير

يلخص الجدول التالي رقم (3) نتائج التحليل الكيميائي والفيزيائي والميكروبيولوجي ومقارنتها بالمعايير الليبية (2015:82):

جدول رقم (3) نتائج التحليل الكيميائي والفيزيائي والميكروبيولوجي ومقارنتها بالمعايير الليبية

المعامل	الحد الأقصى المسموح به (mg/L) (S_i)	التركيز المقاس (mg/L) (C_i)	التجاوز (نعم/لا)	الوزن المخصص (w_i)	W_i	q_i	SI_i
pH	6.5 – 8.5	6.45	نعم (منخفض)	4	0.1212	100.00	12.12
TDS	1000	3110	نعم	5	0.1515	311.00	47.12
Na^+	200	221	نعم	4	0.1212	110.50	13.31
K^+	40	2.8	لا	3	0.0909	7.00	0.64
Ca^{2+}	200	944.3	نعم	5	0.1515	472.15	71.51
Mg^{2+}	150	216	نعم	4	0.1212	144.00	17.45
Cl^{-1}	250	1044	نعم	5	0.1515	417.60	63.27
SO_4^{2-}	250	45	لا	4	0.1212	18.00	2.18
HCO_3^{-1}	–	305	–	–	–	–	–
النترات (NO_3^-)	50	3.6	لا	5	0.1515	7.20	1.09
العسر الكلي	–	2180.44	–	–	–	–	–
التوصيل الكهربائي	–	4800 $\mu S/cm$	–	–	–	–	–
العدد الكلي	0/100 مل	8/100مل	نعم	–	–	–	–
E.coli	0/100 مل	3/100مل	نعم	–	–	–	–
المجموع				33	1.00		228.70

ويوضح الشكل رقم (1) مقارنة بين المواصفات القياسية الليبية للمياه وبين عينات المياه من بئر حي المجاهد.



6.2. مؤشر جودة المياه (WQI)

$WQI = \sum SIi = 228.70$

وفقًا لجدول رقم (2) تصنيف WQI، فإن القيمة 228.70 تضع جودة مياه البئر في فئة "سيئة جدًا" (المدى 201 – 300)، وبالتالي تعتبر غير صالحة للشرب دون معالجة.

6.3. مناقشة النتائج:

تكشف نتائج هذه الدراسة عن وضع مقلق لجودة مياه بئر حي المجاهد

أ. الجانب الكيميائي والفيزيائي:

- **الأملاح الذائبة الكلية (TDS) والتوصيل الكهربائي (EC):** تجاوز تركيز TDS (3110 mg/L) الحد المسموح به (1000 mg/L) بشكل كبير. يتوافق هذا مع قيمة التوصيل الكهربائي المرتفعة جدًا ($4800 \mu S/cm$). يشير هذا إلى مياه ذات ملوحة عالية جدًا، مما يؤثر سلبًا على الطعم وقد يكون له آثار صحية عند الاستهلاك طويل الأمد (مثل مشاكل في الكلى لبعض الفئات).
- **الأيونات الرئيسية ($Ca2+, Mg2+, Cl-1, Na+$):** سجلت هذه الأيونات تجاوزات كبيرة:
- **الكالسيوم ($Ca2+$) والكلوريد ($Cl-1$) والملوحة:** كانت أعلى التجاوزات في هذه المعايير، مما ساهم بشكل كبير في ارتفاع قيمة WQI (لاحظ قيم SIi المرتفعة لـ $Ca2+$ و $Cl-1$). هذه التركيزات العالية من الكالسيوم والمغنيسيوم هي السبب المباشر لارتفاع العسر الكلي (2180.44 mg/L $CaCO3$)، مما يجعل المياه عسرة للغاية وغير مناسبة للاستخدامات الصناعية والمنزلية (مثل الاستحمام والغسيل).
- **مصدر التلوث الكيميائي:** غالبًا ما ترجع التركيزات العالية لهذه الأيونات في الآبار العميقة إلى الخصائص الجيولوجية للخزان (خزان الإيوسين). وجود الحجر الجيري الطباشيري والمارل في تكوين الخزان يؤدي إلى ذوبان معادن الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه الجوفية نتيجة التفاعل بين المياه وحمض الكربونيك (الناشئ عن ذوبان ثاني أكسيد الكربون) مع هذه الصخور.
- **الرقم الهيدروجيني (pH):** كانت القيمة (6.45) أقل بقليل من الحد الأدنى (6.5)، مما يشير إلى مياه حمضية قليلاً. قد يزيد هذا من تآكل الأنابيب المعدنية، على الرغم من أن قيمة التجاوز قليلة.

- **النترات ($NO3^-$):** التركيز منخفض جدًا (3.6 mg/L)، مما يشير إلى عدم وجود تلوث نيتروجيني كبير أو حديث من مصادر سطحية أو صرف صحي فيما يتعلق بالنترات.

ب. الجانب الميكروبيولوجي:

- **التلوث البكتيري:** إن وجود بكتيريا العدد الكلي (100/8 مل) وخصوصًا *E.coli* (100/3 مل) يمثل تلوثًا برازيًا خطيرًا. المعيار الليبي لأي مياه شرب هو صفر (100/0 مل) لهذه الميكروبات (المنظمة العالمية للصحة، 2017).
- **مصدر التلوث الميكروبي:** يعزى هذا التلوث بشكل شبه مؤكد إلى القرب النسبي للبئر من خزان الصرف الصحي (460 مترًا). على الرغم من عمق البئر (491م)، فإن وجود مسارات هيدرولوجية سريعة أو تصدعات في التكوينات الجيولوجية المحيطة بالبئر (كالتصدعات في المارل والحجر الجيري) يشير هذا الى بتسرب مياه الصرف الصحي غير المعالج إلى الخزان الجوفي ومن تم الى البئر.

7.1. الاستنتاجات:

1. **جودة المياه غير مقبولة:** مؤشر جودة المياه (WQI) للبئر بلغ 228.70، مصنفًا جودة المياه على أنها "سيئة جدًا" وغير صالحة للشرب دون معالجة.
2. **تجاوزات كيميائية واسعة:** سجلت تراكيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS)، الكالسيوم (Ca^{2+})، المغنيسيوم (Mg^{2+})، الكلوريد (Cl^{-1})، والصوديوم (Na^{+}) تجاوزات كبيرة للمعايير الليبية، مما يؤدي إلى ملوحة وعسر مرتفعين للغاية يرجعان أساسًا إلى طبيعة خزان الإيوسين الجيولوجي.
3. **تلوث ميكروبي خطير:** أظهرت النتائج وجود بكتيريا *E.coli* (100/3 مل) والعدد الكلي (100/8 مل)، مما يؤكد وجود تلوث برازي يشكل خطرًا صحيًا وشيكًا على المستهلكين.
4. **تأثير موقع البئر:** من المرجح أن يكون التلوث الميكروبي ناتجًا عن تسرب من خزان الصرف الصحي القريب (460 مترًا).
5. **استهلاك هذه المياه** أدى إلى الإصابة بأمراض معدية معوية خطيرة خاصة بين الأطفال وكبار السن الى جانب التهابات الجلد والعين.

7.2. الخلاصة والتوصيات:

الخلاصة:

بناء على التحاليل التي أجريت، فإن مياه بئر حي المجاهد في هون غير صالحة للشرب المباشر حيث التلوث الكيميائي الشديد والتلوث الميكروبيولوجي. أظهرت القيم المتجاوزة للمعايير في عدة محاور رئيسية تجعل من استخدام هذه المياه خطراً على الصحة العامة.

1. **وقف الاستهلاك المباشر:** يجب إصدار تحذير فوري للسكان بوقف استهلاك مياه البئر دون معالجة.
2. **المعالجة المزدوجة الفورية:**

- المعالجة الكيميائية: يجب تركيب محطة معالجة للمياه باستخدام تقنية التناضح العكسي (Reverse Osmosis – RO) لإزالة التركيزات العالية من الأملاح الذائبة والأيونات التي تسبب الملوحة والعسر.
- المعالجة الميكروبية: يجب تطبيق التطهير (الكلورة) بشكل دوري ومراقبة الجرعة لقتل البكتيريا الممرضة، كإجراء مؤقت وعاجل، على أن يتم دمجه مع نظام التناضح العكسي.

3. حماية البئر ومصدر التلوث:

- التحقيق في آليات تسرب المياه من خزان الصرف الصحي إلى البئر على الرغم من العمق.
- دراسة نقل أو معالجة أو عزل خزان الصرف الصحي البعيد عن البئر لكسر مسار التلوث الميكروبي.

4. المراقبة الدورية: يجب إجراء تحليل ومسح هيدرولوجي شامل شهري للمياه (كيميائي وميكروبي) لمراقبة فعالية إجراءات المعالجة وتتبع التغيرات في جودة المياه الجوفية.

5. تنفيد حملات توعوية للمجتمع المحلي حول مخاطر استخدام المياه الموثة واهمية معالجتها قبل الاستخدام.
6. دراسات مستقبلية: دراسة مدى تأثير الاستنزاف المائي على زيادة ملوحة المياه الجوفية في المنطقة.

أولا المراجع العربية:

- المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية .(2015) .اللائحة الفنية القياسية الليبية رقم (82): مياه الشرب – المتطلبات وطرق الفحص .طرابلس، ليبيا.
- ماتلي، مريم الصادق، وآخرون .(2000) .الموارد المائية في منطقة الجفرة .بحث مقدم لندوة (الموارد الطبيعية والبشرية بلدية الجفرة).
- يوشع، بشير، وإبراهيم عبيد .(2000) .الجبس في منطقة هون والإمكانات الصناعية المحتملة .بحث مقدم لندوة (الموارد الطبيعية والبشرية بلدية الجفرة).

ثانيا المراجع الأجنبية:

- Abdussalam, M., & El-Ghuel, M. (2020). Groundwater quality assessment for drinking and irrigation purposes in the Jufrah region, Libya. Journal of Environmental Science and Engineering, 9(2), 45–56.
- American Public Health Association (APHA). (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & O'Connor, M. F. (1970). A Water Quality Index—Crossing the Communication Gap. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, *42*(9), 1629–1639.
- Libyan Standards Specification (LSS). (2008). *Libyan Standard Specification for Potable Drinking Water* (No. 675/2008). National Centre for Standardisation and Metrology (NCSM), Tripoli, Libya.
- Tiwari, A. K., & Mishra, A. K. (2019). Evaluation of Groundwater Quality for Drinking and Irrigation Purposes using Water Quality Index in parts of Ganga River Basin, India. *Groundwater for Sustainable Development*, *9*, 100234.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. World Health Organization.
- World Health Organization (WHO). (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. World Health Organization.