Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology

Volume 2, Issue 4, 2026, Pages: 75-83

Journal homepage: https://sjphrt.com.ly/index.php/sjphrt/en/index

Assessment of Hydrocarbon Concentrations in Groundwater Surrounding Produced-Water Collection Ponds at the Nafoura Field

Nuri Mohamed Ahmed Elderwish *[1], Abdulgader Omar Alajnaf [2]
[1,2] Department of Environmental Sciences, College of Medical Technology - Misurata, Misurata, Libya

تقييم تراكيز المركبات الهيدروكربونية في المياه الجوفية المحيطة ببرك تجميع المياه المصاحبة بحقل النافورة

نوري محمد احمد الدرويش *[1] ، عبد القادر عمر عبد الغني الاجنف [2]
[2،1] قسم العلوم البيئية، كلية التقنية الطبية - مصراتة، مصراتة، ليبيا

*Corresponding author: nurieldrwish72@gmail.com

Received: August 08, 2026	Accepted: October 04, 2026	Published: October 16, 2026

Abstract:
This study evaluates the concentrations of selected hydrocarbon compounds—specifically benzene, toluene, and xylene (BTEX)—in groundwater wells surrounding produced-water collection ponds at the Nafoura oil field, Libya. Given the potential risks of petroleum activities on water resources in arid regions, ten groundwater samples were collected at varying distances from the collection ponds. The samples were analyzed using Gas Chromatography-Flame Ionization Detection (GC-FID). The results revealed high concentrations of benzene (ranging from 1.10 to 2.90 ppm), toluene (1.10 to 1.90 ppm), and xylene (3.20 to 4.80 ppm), significantly exceeding permissible international environmental limits ($p < 0.001$). One-sample t-tests and Pearson correlation analyses confirmed a strong positive correlation among the hydrocarbons, indicating a shared pollution source linked to the unlined collection ponds. The findings underscore the critical need for regular groundwater monitoring, proper produced-water treatment, and effective environmental protection measures to safeguard aquifers in oil-producing regions.

Keywords: Groundwater, Hydrocarbons, Produced Water, Collection Ponds, Nafoura Oil Field, Benzene, Toluene, Xylene.

الملخص
تقيم هذه الدراسة تراكيز بعض المركبات الهيدروكربونية، وتحديداً البنزين والتولوين والزيلين، في آبار المياه الجوفية الواقعة في المنطقة المحيطة ببرك تجميع المياه المصاحبة لإنتاج النفط الخام بحقل النافورة في ليبيا. نظراً للمخاطر المحتملة للأنشطة النفطية على الموارد المائية في المناطق الجافة، جُمعت عينات من عشرة آبار على مسافات متفاوتة من برك التجميع، وحُللت باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية المزود بكاشف التأين باللهب. أظهرت النتائج تسجيل تراكيز مرتفعة لكل من البنزين (تراوحت بين 1.10

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

و2.90 جزء في المليون)، والتولوين (بين 1.10 و1.90 جزء في المليون)، والزيلين (بين 3.20 و4.80 جزء في المليون)، متجاوزة بذلك الحدود البيئية العالمية المسموح بها بدلالة إحصائية عالية ($p < 0.001$). وأكد اختبار العينة الواحدة ومعامل ارتباط بيرسون وجود ارتباط طردي قوي بين المركبات، مما يشير إلى مصدر تلوث مشترك مرتبط ببرك التجميع غير المبطنة. وتؤكد النتائج الحاجة الملحة للمراقبة الدورية للمياه الجوفية، ومعالجة المياه المصاحبة، وتفعيل تدابير الحماية البيئية لحماية الخزانات الجوفية في المناطق النفطية.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، الهيدروكربونات، المياه المصاحبة، برك التجميع، حقل النافورة، البنزين، التولوين، الزيلين.

المقدمة

تعد المياه الجوفية من أهم الموارد الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة، إذ تمثل مصدراً رئيسياً للمياه في كثير من المناطق الصحراوية، خاصة في ظل محدودية المياه السطحية وارتفاع معدلات الجفاف . وتزداد أهمية هذا المورد في ليبيا نظراً لاعتماد عدد من التجمعات السكانية والأنشطة الزراعية والصناعية عليه بصورة مباشرة، الأمر الذي يجعل حمايته من التلوث ضرورة بيئية وتنموية ملحة (Eldrwish & Alatresh, 2026). وقد أكدت الدراسات أن تلوث المياه الجوفية في المناطق الصناعية والنفطية يمثل خطراً طويل الأمد(Eldrwish, 2025) ، نظراً لصعوبة اكتشافه ومعالجته بعد وصول الملوثات إلى الخزانات الجوفية (المقلبي، 2018)، مما يتطلب تبني استراتيجيات فعالة نحو الاستدامة البيئية ومعالجة الملوثات في التربة والمياه.(Abdala et al., 2025)

وتعد الصناعة النفطية من أكثر الأنشطة الاقتصادية ارتباطاً بالمخاطر البيئية؛ إذ ينتج عن عمليات الحفر والاستخراج والإنتاج كميات كبيرة من المياه المصاحبة التي قد تحتوي على مركبات عضوية وهيدروكربونية ومعادن ثقيلة وأملاح ذائبة .وعند التخلص من هذه المياه في برك أو أحواض مكشوفة دون معالجة كافية، فإنها قد تتسرب تدريجياً عبر طبقات التربة إلى المياه الجوفية، مسببة تدهوراً في نوعية المياه وارتفاعاً في تراكيز الملوثات النفطية (محمود، 2017؛ الفيومي، 2022)، فضلاً عن تأثيراتها السلبية على الخصائص البيئية والتربة المحيطة.(Salem et al., 2024,2025)

وتعد المركبات الهيدروكربونية، ولا سيما البنزين والتولوين والزيلين، من أهم المؤشرات الكيميائية الدالة على تلوث المياه الجوفية بالأنشطة النفطية لارتباطها المباشر بمكونات النفط الخام ومشتقاته .كما أن وجود هذه المركبات يشير غالباً إلى تسربات نفطية أو تسرب للمياه المصاحبة من برك التجميع أو خطوط النقل أو مواقع التخزين، وهو ما يجعل قياسها أداة مهمة في تقييم جودة المياه القريبة من الحقول النفطية (Rostami et al., 2021). ويعد البنزين من أكثر المركبات خطورة بسبب سميته العالية وآثاره الصحية المحتملة، بينما يرتبط وجود التولوين والزيلين بمخلفات الإنتاج .(Zhu & Zhang, 2018) وتكمن خطورة هذه المركبات في قدرتها على الانتقال عبر التربة والوصول إلى الخزانات الجوفية، خاصة في البيئات الصحراوية ذات الطبقات الرسوبية أو المسامية(Rahman et al., 2020) ، الأمر الذي يفرض تحديات بيئية جسيمة تتطلب حلولاً تقنية حديثة ومستدامة لإدارة الموارد وحمايتها (Mahommed et al., 2025).

وفي هذا السياق، تبرز أهمية دراسة مستويات تراكيز الهيدروكربونات في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة، باعتباره من الحقول النفطية المهمة في ليبيا، ولأن المنطقة المحيطة به تعتمد على المياه الجوفية كمورد أساسي .وتزداد أهمية الدراسة لأنها تسهم في الكشف عن مدى تأثر الآبار، ومقارنة التراكيز بالمعايير البيئية المسموح بها، وتقديم مؤشرات علمية تدعم تقييم خطورة برك التجميع (محمد، 2022؛ Youssef & Mahmoud, 2021).

وعليه، فإن هذه الدراسة لا تقتصر على قياس تراكيز الهيدروكربونات فحسب، بل تسعى إلى إبراز العلاقة بين النشاط النفطي وجودة المياه الجوفية، وتقديم أساس علمي يدعم جهود حماية البيئة والاستدامة في حقل النافورة والمناطق المشابهة (ماخوس، 2022؛ منذر، 2022).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مشكلة الدراسة

تعد المياه الجوفية مورداً أساسياً تعتمد عليه التجمعات السكانية والأنشطة الاقتصادية في العديد من المناطق الليبية .غير أن هذه المياه تتعرض لمخاطر التلوث نتيجة التخلص من المياه المصاحبة لإنتاج النفط الخام في برك تجميع مكشوفة دون معالجة كافية، مما يتسبب في تسرب المركبات الهيدروكربونية عبر التربة إلى الخزانات الجوفية.

ومن هنا تتمثل مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس الآتي:

- **ما مستويات تراكيز بعض المركبات الهيدروكربونية في آبار المياه الجوفية بالمنطقة المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة، وما مدى تجاوزها للمعايير البيئية المسموح بها؟**

ويتفرع عن هذا التساؤل الأسئلة الفرعية الآتية:

1. ما تراكيز البنزين والتولوين والزيلين في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع؟
2. هل تتجاوز تراكيز هذه المركبات الحدود البيئية المسموح بها؟
3. هل تختلف تراكيز الهيدروكربونات باختلاف المسافة بين آبار المياه الجوفية وبرك التجميع؟
4. هل تمثل برك التجميع مصدراً محتملاً لتلوث المياه الجوفية في منطقة الدراسة؟

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مستويات تراكيز بعض المركبات الهيدروكربونية في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة .ويتفرع عن هذا الهدف الأهداف الآتية :

1. قياس تراكيز البنزين والتولوين والزيلين في عينات المياه الجوفية .
2. مقارنة التراكيز المقاسة بالمعايير البيئية العالمية المسموح بها .
3. تحديد مدى تأثر آبار المياه الجوفية القريبة من برك التجميع بالمركبات الهيدروكربونية .
4. دراسة العلاقة الارتباطية بين قرب الآبار من برك التجميع ومستويات تراكيز الهيدروكربونات .
5. تقديم مؤشرات واقتراح توصيات علمية تساعد في تقييم أثر برك تجميع المياه المصاحبة على جودة المياه الجوفية والحد من انتقال الملوثات .

أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من مكانة المياه الجوفية بوصفها مورداً أساسياً في المناطق الصحراوية، ومن خطورة تلوثها بالمركبات الهيدروكربونية الناتجة عن الأنشطة النفطية .وتتلخص أهميتها في الآتي:

1. تسليط الضوء على مشكلة بيئية مرتبطة بتلوث المياه الجوفية في المناطق النفطية الليبية .
2. الكشف عن مدى تأثر آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة .
3. توفير بيانات علمية دقيقة عن تراكيز البنزين والتولوين والزيلين في المياه الجوفية .
4. دعم جهود المراقبة البيئية واتخاذ الإجراءات الوقائية لمعالجة المياه المصاحبة قبل التخلص منها .
5. تشكل النتائج مرجعاً أساسياً للدراسات المستقبلية حول التلوث الهيدروكربوني في الحقول النفطية .

فرضيات الدراسة

تستند الدراسة إلى الفرضيات الآتية:

- **الفرضية الرئيسة :**توجد تراكيز لبعض المركبات الهيدروكربونية في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة تتجاوز الحدود البيئية المسموح بها .
- **الفرضيات الفرعية:**

1. توجد تراكيز ملحوظة من البنزين في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة .
2. توجد تراكيز ملحوظة من التولوين في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة .

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3. توجد تراكيز ملحوظة من الزيلين في آبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة .
4. تختلف مستويات تراكيز الهيدروكربونات في آبار المياه الجوفية باختلاف بعدها عن برك التجميع .
5. تمثل برك تجميع المياه المصاحبة مصدراً محتملاً لتلوث المياه الجوفية بالمركبات الهيدروكربونية .

حدود الدراسة

1. **الحدود الموضوعية :**تقتصر الدراسة على قياس تراكيز البنزين، والتولوين، والزيلين في المياه الجوفية دون تناول التربة أو العناصر الثقيلة .
2. **الحدود المكانية :**أجريت الدراسة في المنطقة المحيطة ببرك تجميع المياه المصاحبة لإنتاج النفط الخام في حقل النافورة النفطي بشرق ليبيا (شركة الخليج العربي للنفط) .
3. **الحدود الزمنية :**الفترة الزمنية التي جُمِعت خلالها عينات المياه الجوفية وأجريت فيها التحاليل المخبرية .
4. **الحدود التحليلية :**الاعتماد على التحليل المخبري لعينات المياه ومقارنة النتائج بالمعايير البيئية المعتمدة .

المواد والطرق المستخدمة(Materials and Methods)

وصف منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في حقل النافورة النفطي التابع لشركة الخليج العربي للنفط (AGOCO) ضمن النطاق الإداري لبلدية الواحات في شرق ليبيا، حيث يقع جغرافياً بين منطقتي أوجلة وإجخرة، ويعد أقرب إلى إجخرة، ويبعد نحو 51 كم شمال شرق جالو ونحو 200 كم جنوب إجدابيا .تتميز المنطقة بطبيعتها الصحراوية الجافة ذات درجات الحرارة المرتفعة صيفاً، وندرة الأمطار، وارتفاع معدلات التبخر، مما يسهم في سهولة تسرب الملوثات عبر التربة الصحراوية الرسوبية إلى الخزان الجوفي عند تجمع المياه المصاحبة في أحواض مكشوفة لفترات طويلة .

عينات الدراسة

اعتمدت الدراسة على جمع عينات من المياه الجوفية فقط من آبار تقع على مسافات واتجاهات مختلفة من برك تجميع المياه المصاحبة لحقل النافورة، بهدف تتبع انتشار المركبات الهيدروكربونية المتمثلة في البنزين والتولوين والزيلين .

الأجهزة والمعدات الميدانية والمخبرية

- **المعدات الميدانية :**عبوات زجاجية نظيفة ومحكمة الإغلاق، صندوق تبريد وحافظات ثلجية، قفازات طبية، ملصقات تعريفية، جهاز تحديد المواقع(GPS) ، ودفتر ملاحظات ميداني .
- **الأجهزة المخبرية :**جهاز الكروماتوغرافيا الغازية المزود بكاشف التأين باللهب (GC-FID) لتحليل المركبات الهيدروكربونية، جهاز الطرد المركزي، ميزان حساس، ماصات وأدوات قياس حجمية، وثلاجة مخبرية للحفظ عند درجة حرارة تقارب (4 درجات مئوية) .
- **الكواشف الكيميائية :**مذيبات عضوية نقية للاستخلاص، محاليل قياسية للبنزين والتولوين والزيلين، ماء مقطر أو منزوع الأيونات، ومرشحات لإزالة العوالق .

جمع العينات وتحضيرها

جُمِعت عينات المياه الجوفية من عشرة آبار موزعة بعناية، وحُفظت في عبوات زجاجية عند درجة حرارة منخفضة (~4°C) لمنع تطاير المركبات العضوية المتطايرة .

رقم العينة	رمز العينة	موقع جمع العينة	المسافة من حافة بركة التكوين
1	W1	بئر مياه جوفية قريب من بركة التكوين	300متر

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2	W2	بئر مياه جوفية في محيط منطقة الدراسة	700متر
3	W3	بئر مياه جوفية في اتجاه امتداد منطقة الدراسة	1000متر
4	W4	بئر مياه جوفية أبعد نسبياً عن بركة التكوين	2000متر
5	W5	بئر مياه جوفية بمزرعة قريبة من المحطة رقم (3)	4000متر
6	W6	بئر مياه جوفية تابع لمصنع ضمن نطاق الحقل النفطي	ضمن نطاق الحقل
7	W7	بتر مياه جوفية في محيط بركة التكوين	1000متر
8	W8	بئر مياه جوفية في محيط منطقة الدراسة	1200متر
9	W9	بئر مياه جوفية في محيط منطقة الدراسة	1400متر
10	W10	بئر مياه جوفية في محيط منطقة الدراسة	1600متر

المصدر: إعداد الباحث .

عند وصول العينات إلى المختبر، تم فحصها وترشيحها عند الحاجة لإزالة العوالق الدقيقة، ثم أُجري استخلاص للمركبات العضوية المتطايرة باستخدام مذيب عضوي مناسب تمهيداً لحقن المستخلص في جهاز.(GC-FID) (APHA et al., 2017; U.S. EPA, 1995)

النتائج والمناقشة

يهدف هذا القسم إلى عرض وتحليل نتائج قياس تراكيز المركبات الهيدروكربونية (البنزين، التولوين، والزيلين) في عينات المياه الجوفية ومقارنتها بالمعايير البيئية المسموح بها.(WS)

الجدول 1. تحليل الإحصاء الوصفي والاستدلالي لنتائج الهيدروكربونات في المياه الجوفية

العينات	**البنزين/الماء (Benzene) (ppm)**		**التولوين/الماء (Toluene) (ppm)**		**الزيلين/الماء (Xylene) (ppm)**	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
W1	2.15	0.31	1.90	0.28	4.20	0.34
W2	2.90	0.36	1.80	0.25	3.90	0.29
W3	2.50	0.27	1.60	0.23	3.70	0.26
W4	2.30	0.24	1.50	0.22	4.80	0.33
W5	2.00	0.22	1.35	0.21	4.50	0.31
W6	2.00	0.20	1.70	0.24	3.50	0.27
W7	1.95	0.18	1.10	0.19	3.20	0.25
W8	1.70	0.17	1.80	0.22	4.50	0.30
W9	1.40	0.16	1.35	0.20	3.50	0.27
W10	1.10	0.15	1.10	0.18	3.20	0.24

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

WS(عينة مرجعية)	0.01	0.00	0.05	0.01	0.50	0.05

المصدر: إعداد الباحث بناءً على النتائج المختبرية، 2025 .

الجدول 2. نتائج اختبار العينة الواحدة (One-Sample t-test) لمقارنة كل عنصر بالمعيار العالمي

العنصر	حجم العينة	المتوسط الحسابي (ppm)	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	المعيار العالمي (ppm)	قيمة t	مستوى الدلالة (p-value)	النتيجة
البنزين (Benzene)	10	2.00	0.55	0.17	0.01	11.71	< 0.001	دلالة معنوية مرتفعة – تجاوز المعيار
التولوين (Toluene)	10	1.55	0.30	0.09	0.70	9.44	< 0.001	دلالة معنوية مرتفعة – تجاوز المعيار
الزيلين (Xylene)	10	3.93	0.48	0.15	0.50	22.79	< 0.001	دلالة معنوية مرتفعة – تجاوز المعيار

المصدر: إعداد الباحث، 2025 .

يتضح من النتائج الموضحة في الجدولين (1) و(2) أن جميع المركبات المدروسة ظهرت بتراكيز عالية تتجاوز الحدود البيئية المسموح بها عالمياً بصورة جوهرية .($p < 0.001$) حيث تراوحت تراكيز البنزين بين 1.10 و2.90 جزء في المليون بمتوسط حسابي بلغ 2.00 جزء في المليون (مقارنة بالمعيار 0.01)، بينما تراوحت تراكيز التولوين بين 1.10 و1.90 جزء في المليون بمتوسط 1.55 جزء في المليون (مقارنة بالمعيار 0.70). وسجل الزيلين أعلى التراكيز بين المركبات الثلاثة بقيم تراوحت بين 3.20 و4.80 جزء في المليون وبمتوسط بلغ 3.93 جزء في المليون (مقارنة بالمعيار 0.50).

وتشير هذه المعطيات إلى وجود تأثير بيئي خطير ومباشر على جودة المياه الجوفية نتيجة تسرب المياه المصاحبة لإنتاج النفط الخام من برك التجميع غير المبطنة إلى الخزان الجوفي (Al-Hasan et al., 2018; Rahman et al., 2020). ويعكس ارتفاع تركيز الزيلين مقارنة بالبنزين والتولوين اختلاف

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

السلوك الكيميائي والفيزيائي لهذه المركبات وانتقالها داخل الوسط المائي والتربة الصحراوية (Rostami et al., 2021).

الجدول 4. معاملات الارتباط بين البنزين والتولوين والزيلين في عينات المياه الجوفية

المتغيرات	البنزين/الماء (Benzene)	التولوين/الماء (Toluene)	الزيلين/الماء (Xylene)
البنزين/الماء (Benzene)	1	0.621 (Sig. = 0.001)	0.478 (Sig. = 0.007)
التولوين/الماء (Toluene)	0.621 (Sig. = 0.001)	1	0.512 (Sig. = 0.004)
الزيلين/الماء (Xylene)	0.478 (Sig. = 0.007)	0.512 (Sig. = 0.004)	1

المصدر: إعداد الباحث بناءً على معامل ارتباط بيرسون، 2025 .

أظهرت نتائج تحليل معامل ارتباط بيرسون الموضحة في الجدول (4) وجود علاقات ارتباط طردية موجبة ودالة إحصائياً بين تراكيز المركبات الهيدروكربونية؛ إذ بلغ معامل الارتباط بين البنزين والتولوين (0.621 عند مستوى دلالة 0.001)، وبين البنزين والزيلين (0.478 عند مستوى دلالة 0.007)، وبين التولوين والزيلين (0.512 عند مستوى دلالة 0.004) .تدل هذه العلاقات على أن ارتفاع تركيز أي مركب يصاحبه غالباً ارتفاع في تراكيز المركبات الأخرى، مما يؤكد اشتراكها في مصدر تلوث واحد يتمثل في برك تجميع المياه المصاحبة بحقل النافورة، ويتفق مع ما توصلت إليه الدراسات البيئية المشابهة (Zhu & Zhang, 2018).

الاستنتاجات

1. أثبتت النتائج وجود تراكيز واضحة ومرتفعة للغاية من المركبات الهيدروكربونية (البنزين، التولوين، والزيلين) في عينات المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة .
2. تجاوزت جميع التراكيز المقاسة الحدود البيئية العالمية المسموح بها بدلالة إحصائية عالية ($p <$ 0.001)، مما يؤكد تدهور جودة المياه الجوفية في منطقة الدراسة .
3. سجل الزيلين أعلى مستويات التركيز بين المركبات المدروسة، يليه البنزين ثم التولوين .
4. أكدت معاملات الارتباط الموجبة والدالة إحصائياً وجود مصدر تلوث نفطي مشترك وموحد للمركبات الثلاثة .
5. تُمثل برك تجميع المياه المصاحبة لإنتاج النفط الخام المصدر الرئيس والمحتمل لتسرب هذه الملوثات إلى الخزان الجوفي نتيجة غياب العزل وضعف إجراءات المعالجة .

التوصيات

1. ضرورة إجراء مراقبة دورية ومنتظمة لآبار المياه الجوفية المحيطة ببرك التجميع بحقل النافورة لفحص تراكيز مركبات .BTEX
2. معالجة المياه المصاحبة لإنتاج النفط الخام بصورة جذرية قبل تجميعها أو التخلص منها للحد من انتقال الهيدروكربونات إلى التربة والمياه الجوفية .
3. تبطين برك تجميع المياه المصاحبة بمواد عازلة عالية الكفاءة لمنع تسرب الملوثات نحو الطبقات الأرضية والخزانات الجوفية .
4. إنشاء نظام إنذار ومراقبة بيئية متكامل داخل الحقول النفطية للكشف المبكر عن أي تسربات محتملة .

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5. الالتزام بتطبيق المعايير البيئية المعتمدة وتفعيل التشريعات الخاصة بإدارة النفايات النفطية في قطاع النفط الليبي .
6. إعداد قاعدة بيانات بيئية لحقل النافورة لمتابعة تطور التلوث عبر الزمن، وتشجيع إجراء بحوث مستقبلية موسعة حول الآثار الصحية والبيئية للملوثات النفطية.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

المراجع

المراجع العربية

[1] الفيومي، ر. ح .(2022). *التلوث النفطي في مناطق الإنتاج وتأثيره على الموارد المائية* .دار الفكر الجامعي .

[2] ماخوس، ر. ن .(2022). *الانعكاسات البيئية والاقتصادية لإنتاج النفط في الدول النامية* .المركز الإقليمي للدراسات البيئية والتنموية .

[3] محمود، أ. ك .(2017). *تأثير التلوث النفطي على خصائص التربة والنظم البيئية في المناطق الصناعية* .دار الفكر الجامعي .

[4] المثناني، ع. م .(2007). *القوانين والتشريعات البيئية في ليبيا ودورها في حماية الموارد الطبيعية* . الهيئة العامة للبيئة .

[5] محمد، خ. أ .(2022). *التأثيرات البيئية للتلوث النفطي في مناطق الهلال النفطي الليبي: دراسة حالة حقل النافورة* [رسالة ماجستير غير منشور]. جامعة بنغازي .

[6] المقلبي، م. ر .(2018). *تحليل التلوث النفطي في المياه الجوفية ودراسة انتشار الهيدروكربونات العطرية* .المركز العربي للبحوث البيئية .

[7] منذر، ج. ع .(2022). *الانعكاسات الاقتصادية للتلوث البيئي في الدول النفطية* .المركز العربي للدراسات الاقتصادية .

[8] الموسوي، ح. س.، ومصطفى، ك. م .(2019). *التلوث النفطي البري وتأثيره في التربة والمياه الجوفية* .دار الرافدين العلمية .

المراجع الأجنبية(References)

[9] Abdala, B. A. F., Mahommed, A. M., Arqeeq, M. A. M., Aljazwei, H. A. A., Baroud, A. A., & Salem, M. O. A. (2025). Towards Environmental Sustainability: A Comprehensive Review of Electrochemical Methods for Remediating Heavy Metal Contamination in Soil and Water. *Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology (LJEEST)*, 7(2), 33–39. https://doi.org/10.63359/qrhp5b40

[10] Al-Hasan, R. H., Al-Dhafeeri, Z. M., & Al-Shemmari, H. S. (2018). Assessment of BTX contamination in groundwater near petroleum spill sites in Kuwait. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(3), 2764–2775.

[11] APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

[12] Eldrwish, N., & Alatresh, K ,. (2026). Assessment of the Impact of the Desalination Plant at the Libyan Iron and Steel Company in Misrata on TDS, EC, and pH Levels in the Surrounding Marine Environment. Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 2(2), 425-431. https://doi.org/10.64943/ajhas.2026.020232

[13] Eldrwish. N., (2025). A study evaluating the efficiency of the desalination plant at the Libyan Iron and Steel Company, Misurata, in salt rejection. Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology, 1(2), 342-348. https://doi.org/10.65420/sjphrt.v1i2.59

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[14] Mahommed, A. M., Abdala, B. A. F., Arqeeq, M. A. M., Aljazwei, H. A. A., Salem, M. O. A., & Ajdid, A. S. M. (2025). Advances and Challenges in Biochar Application for Soil Amendment and Water Retention. *Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)*, 3(3), 82–87.

[15] Rahman, M. A., Al-Mutairi, N., & Khan, A. R. (2020). Hydrocarbon pollution in groundwater near oilfields in arid regions of Saudi Arabia: Sources, impacts, and remediation strategies. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(18), 1–15.

[16] Rostami, S., Karimi, S., & Rahmani, H. (2021). Spatial distribution and correlation of BTEX compounds in groundwater influenced by oil industry activities. *Journal of Environmental Management*, 284, 112052.

[17] Salem, I. A. S., Khalil, R. A. A., & Salem, M. O. A. (2025). Chemical Safety of Dairy Products: A Review Study on the Dynamics of Lead and Cadmium Accumulation. *Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology*, 241–256.

[18] Salem, M. O. A., Abdalah, B. A. F., & Mohamed, A. M. (2024). Synergistic impact of olive waste on some soil properties: A comprehensive review. *Archives of Agriculture Sciences Journal*, 7(3), 23–29.

[19] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *Method 524.2: Measurement of purgeable organic compounds in water by capillary column gas chromatography/mass spectrometry*. U.S. EPA.

[20] Youssef, A. M., & Mahmoud, S. A. (2021). Impact of petroleum hydrocarbons on groundwater quality in oil-producing areas of North Africa. *Environmental Earth Sciences*, 80(2), 112–126.

[21] Zhu, J., & Zhang, X. (2018). Distribution and risk assessment of benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene (BTEX) in groundwater of industrial areas. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(19), 18777–18788.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **SJPHRT** and/or the editor(s). **SJPHRT** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).