مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (8)، العدد (1) (يونيو-2022)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

المشاكل البيئية والصحية المصاحبة لإنتاج النفط والغاز في مناطق الهلال النفطي وجنوب شرق ليبيا

صالح أمحمد أمهنى[1، *]، سالم عقيلة السكران[2] و علي منصور عطية[3]

[1] قسم الهندسة النفطية، كلية الهندسة، جامعة إجدابيا، إجدابيا، ليبيا.

[2] قسم الهندسة النفطية، كلية الهندسة والنفط، جامعة بنغازي، جالو، ليبيا.

[3] كلية العلوم الاقتصادية والسياسية، جامعة إجدابيا، إجدابيا، ليبيا.

[*] البريد الإلكتروني: salehemhanna@uoa.edu.ly

Environmental and Health Problems Associated with Oil and Gas Production in the Oil Crescent and Southeastern regions Libya.

Saleh Emhanna[1, *], Salem Elsakran[2], and Ali Attia[3]

[1] Petroleum Engineering Department, Faculty of Engineering, Ajdabiya University, Ajdabiya, Libya.

[2] Petroleum Engineering Department, Faculty of Engineering and Petroleum, University of Benghazi, Jalo, Libya.

[3] Faculty of Economic and Political Sciences, Ajdabiya University, Ajdabiya, Libya.

Received: 22 April 2022; Revised: 12 May 2022; Accepted: 23 June 2022.

الملخص

اهتمت الدراسة باستعراض وتحليل المشاكل البيئية والصحية المصاحبة لإنتاج النفط والغاز في مناطق الهلال النفطي والجنوب الشرقي في ليبيا، وذلك من خلال استخدام المنهج الوصفي التحليلي، حيث بينت نتائج الدراسة أن أهم مصادر التلوث كانت المياه المصاحبة، الغازات المنبعثة، بقايا سوائل الحفر والمخلفات الصلبة بالإضافة إلى التسريبات والاعتداءات على خزانات وخطوط نقل النفط والغاز. هذه الملوثات تعد من أخطر مهددات البيئة والصحة إن لم تراعِ ضوابط السلامة. إذ يحتوي البترول الخام على مواد سامة مثل الكبريت، الرصاص وغيرهما وهذه المواد تشكل خطراً كبيراً على البيئة بمناطق الإنتاج والتكرير والتوزيع، وكذلك عبر خطوط النقل المختلفة. والتي أدت إلى تلوث الهواء، المياه الجوفية، التربة، الشواطئ في مناطق الهلال النفطي والجنوب الشرقي، حيث أثر هذا التلوث بشكل كبير على حياة الناس وخاصة في مناطق الواحات. لذلك أوصت الدراسة بفرض إجراء تقييم الأثر البيئي بشكل مفصّل قبل البدء بأي نشاطات للعمليات النفطية واستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في المراقبة البيئية لحقول النفط مثل رصد الأنابيب المتسرّبة، والأحواض المفتوحة، واقتراح برنامج لمعالجة المشاكل البيئية للمجتمعات السكانية المتضررة.

الكلمات الدالة: التلوث، النفط والغاز، التأثيرات البيئية، المشاكل الصحية.

Abstract

The study focused on reviewing and analyzing the environmental and health problems associated with oil and gas production in the oil Crescent and southeastern regions of Libya, by using the descriptive analytical approach. The results of the study showed that the most important sources of pollution were associated with water, emitted gases, remnants of drilling fluids, and solid waste. In addition, leaks and attacks on oil and gas tanks and transmission lines were among the pollutants in the region. These pollutants are considered one of the most serious threats to the environment and health if safety regulations are not observed. Crude oil contains toxic substances such as sulfur, lead, and others these substances pose a great danger to the environment in the areas of production, refining,

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

and distribution, as well as through the various transmission lines. They lead to pollution of air, groundwater, soil, and beaches in the Oil Crescent regions and southeast. Pollution has a direct impact on people's lives, especially in Alwahat areas. Therefore, the study recommended the imposition of a detailed environmental impact assessment before starting any oil operations, and the use of GIS technology in the environmental monitoring of oil fields, such as monitoring leaking pipes, and associated with water pools. Finally, the implementation of an urgent program to address the environmental problems of the affected populations.

Keywords: *Pollution, Oil and gas, Environmental impacts, Health problems.*

1. المقدمة

لقد احتلت مشكلة التلوث النفطي أهمية كبيرة ذلك أن أثارها ظاهرة للعيان وخطورتها محسوسة ومشاكلها ملموسة. وتشكل صناعة النفط المصدر الرئيسي للدخل القومي في ليبيا حيث يعتمد الاقتصاد الليبي بشكل كبير على العائدات النفطية. وتمثل مناطق الهلال النفطي والجنوب الشرقي حوالي 80% من الناتج المحلي، وبدأت هذه العمليات سنة 1959 ولاتزال أعمال الحفر والإنتاج والنقل والتكرير قائمة على قدم وساق. ولكن هذا لا يعني أن نستهين بالأضرار الجانبية التي سببها استخدام النفط ويجب أن نحاول بكل الطرق للحد من أضرار مشتقات النفط ومن مخاطر استخراج النفط وطرق نقله المختلفة التي تضر بالتربة والبيئة والحيوانات والإنسان أيضاً. حيث إن أخطارها على البيئة والصحة لا تعد ولا تحصى خاصة الحقول وخطوط النقل والمصافي والموانئ النفطية. ولكن وجود الحقول وخطوط النقل والموانئ النفطية غير بعيد عن التجمعات السكانية أدت إلى مشاكل بيئية وصحية كبيرة. حيث تعتبر صناعة النفط بحق من الصناعات الرئيسة المسئولة عن التلوث البيئي. لذلك الصناعات النفطية باتت تؤرق الكثير من المهتمين والقائمين على الصحة البيئية وسلامتها وما يترتب عليها من مخاطر جمة وكيفية درئها والحد منها. لذا يتوجب مراعاة قضايا الصحة والسلامة المهنية والبيئة باعتبارها جزءًا لا يتجزأ من البرنامج الشامل لتقييم الأخطار. لذلك اهتمت الدراسة بوصف وتحليل المشاكل البيئية والصحية المصاحبة لإنتاج النفط والغاز في مناطق الهلال النفطي والجنوب الشرقي.

بشكل عام تتضمن عمليات إنتاج النفط والغاز جوانب متعددة بدءاً من الاستكشاف من خلال المسح السيزمي، والحفر الاستكشافي والحفر الإنتاجي، وأنشطة التطوير والإنتاج، وأنشطة النقل بما يشمل مد خطوط الأنابيب، والمرافق الأخرى بما في ذلك محطات الضخ، ومحطات القياس وتنظيم التدفق، ومحطات التنظيف بالكشط، ومحطات الضواغط، ومرافق التخزين، والعمليات التابعة والعمليات المساندة، وانتهاء بإكمال المشروع ووصوله إلى موانئ التكرير والتصدير. وعبر هذه المراحل المختلفة تبرز أهمية الدراسة في عرض العديد من القضايا البيئية والصحة والسلامة المهنية التي تتعلق بكيفية التعامل مع هذه القضايا ودرء المخاطر الناجمة عنها وكيفية معالجتها في إطار تطبيق القيم الإرشادية ومعايير الصحة والسلامة المهنية المنصوص عليها من قِبل الهيئات والمنظمات الدولية.

حيث تنتج كميات كبيرة من النفايات السامة وغير السامة أثناء مراحل استخراج النفط والغاز وتكريرهما ونقلهما. يمكن لبعض المنتجات الصناعية الثانوية، مثل المركبات العضوية المتطايرة ومركبات النيتروجين والكبريت، والنفط المتسرب أن تلوث الهواء والماء والتربة بمستويات ضارة حيويًا، عندما تُدار بشكل غير صحيح (Hugo & Mijanur, 2016).

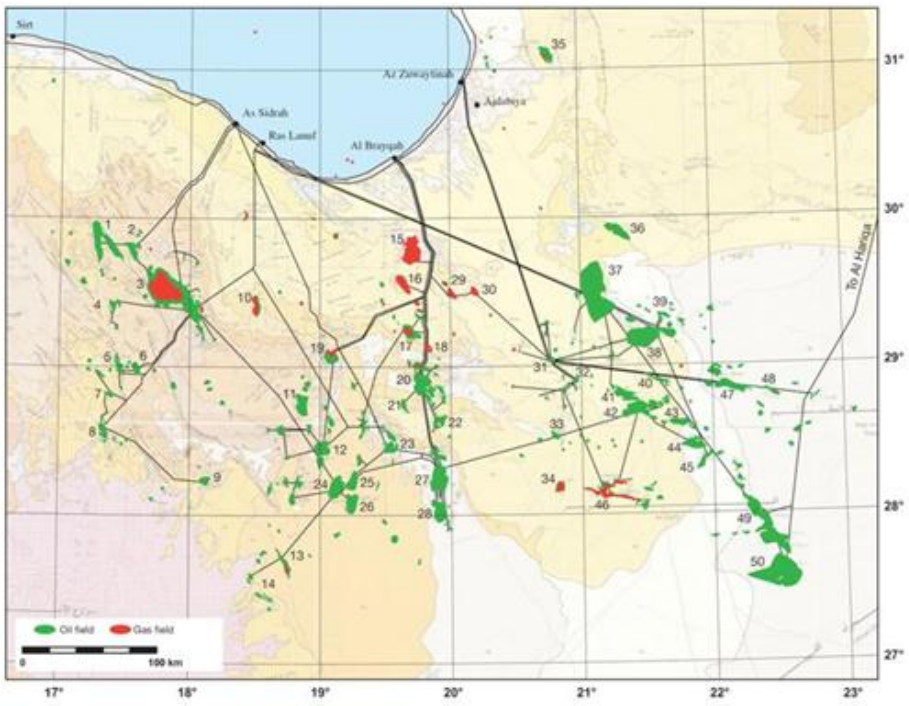
والجدير بالذكر بأن العمليات النفطية الواسعة والتطور الكبير في إنتاج النفط والغاز في منطقة الهلال النفطي والذي ابتداء من عام 1959م بأول اكتشاف نفطي بحقل زلطن بئر (C1-6) وبداية تصدير أول شحنة نفط من ميناء البريقة سنة 1961م (Hallet & Clack-Lowes, 2016) والتي تعززت كثيراً في السنوات اللاحقة من خلال العمليات النفطية في هذه المناطق

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

تسببت في مشاكل بيئية وصحية نتيجة تلوث الشواطئ، التربة، الهواء والمياه الجوفية. لذا تهدف الدراسة باستعراض وتحليل المشاكل البيئية والصحية المصاحبة لإنتاج النفط والغاز في مناطق الهلال النفطي والجنوب الشرقي في ليبيا من خلال تحديد أهم مصادر التلوث في المنطقة والآثار البيئية والصحية والتأثيرات السلبية لإنتاج النفط للوصول إلى الحلول المناسبة لخفض التأثيرات البيئية.

2. حدود الدراسة

يقع الهلال النفطي والجنوب الشرقي في الجزء الأوسط من ليبيا ويمتد الإقليم من أجدابيا شرقاً إلى سرت غرباً وجنوباً حتى الحدود الليبية الجنوبية ويمتد على البحر المتوسط أكثر من 400 كم. يغطي مساحة حوالي 764,319 كم^2 ويبلغ عدد سكان مناطق الهلال النفطي والجنوب الشرقي والتي تشمل مناطق: أجدابيا، البريقة، الكفرة، تازربو، ربيانة، جالو، أوجلة، أجخرة، مرادة، السدرة، الزويتينة، سلطان، البيضان انتلات، حوالي 200,000 نسمة حسب إحصاء سنة 2012م ويتمركز حوالي 70% من السكان في المنطقة الساحلية، وتوجد بالإقليم العديد من المدن الصناعية والحقول العاملة في مجال النفط (شكل 1).



1 Mabruq	14 Ayn an Naqah	27 Wahah	40 Nakhla
2 Bahi	15 Hutaybah	28 Dayfah	41 6J-59
3 Zahrah-Hufrah	16 Attahadi	29 Assumud	42 Jalu
4 Facha	17 Lahib-Dur Maradah	30 Sahel	43 Hamid
5 Ghani	18 As Surah	31 Intisar A	44 Masrab
6 Adh Dhi'b	19 Raqubah	32 Indisar D	45 Majid
7 Hakim	20 Nasser	33 Harash	46 Kalanshiyu
8 Zallah	21 Wadi	34 Chadar	47 Abu Attiffel
9 Sabah	22 Jabal	35 Antlat	48 UU-82
10 E-92	23 Tibisti	36 F-31	49 Messlah
11 Haram	24 Samah	37 Amal	50 Sarir
12 Bayda	25 Balat	38 Awjilah-Nafurah	
13 Barrut	26 Bilhizan	39 As Sarah	

شكل 1. أهم الحقول والموانئ في منطقة الهلال النفطي والجنوب الشرقي (Hallet and Clack-Lowes, 2016).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3. البيئة والتلوث

تعرف البيئة على أنها إجمالي الأشياء التي تحيط بنا وتؤثر على وجود الكائنات الحية على سطح الأرض متضمنة الماء والهواء والتربة والمعادن والمناخ والكائنات أنفسهم. وهي أنواع (خلف والحيالي، 2009):

بيئة مادية: الهواء والماء والأرض.

بيئة بيولوجية: وتشمل النباتات والحيوانات والإنسان.

بيئة اجتماعية: وهي مجموعة القوانين والأنظمة التي تحكم العلاقات الداخلية للأفراد إلى جانب المؤسسات والهيئات السياسية والاجتماعية.

بيئة صناعية: أي التي صنعها الإنسان من قرى ومزارع ومصانع وشبكات.

كما يعرف التلوث في البيئة وفق الموسوعة البريطانيّة Britannica بأنه إضافة أيّة مادة أو أي شكل من أشكال الطاقة إلى البيئة بمعدّل أسرع مما يمكن تفريقه أو تخفيفه أو تحلله أو إعادة تدويره أو تخزينه في شكل غير مؤذٍ يؤثر على صحة الإنسان. ويعرف التلوث البيئي أيضاً على أنه كل ما يؤثر في عناصر البيئة بمن فيها من نبات وحيوان وإنسان وكذلك ما يؤثر في تركيب العناصر الطبيعية غير الحية مثل الهواء والماء والتربة (مزاهرة والشوابكة، 2003).

1.3. الأوجه المتعددة للتلوّث النفطي وتأثيراته:

ليس للتلوّث شكل أو وجه واحد، إذ تصنّف المواد المستخدمة في عمليّة الاستخراج في جملة مقدمات عمليات التلويث، كما تعدّ الانبعاثات الغازيّة والمنسكبات النفطيّة وغيرها من أشكال التلوّث المتعددة الناتجة عن الأنشطة البترولية. وفيما يلي أبرز هذه الأوجه (حسين، 2010):

أ) الاستكشاف والاستخراج النفطي: حيث يؤثر الاستخراج النفطي على طبوغرافيّة وجيولوجيّة المنطقة والظروف الاجتماعيّة والطبيعيّة فيها، إذ غالباً ما تترك عمليّة الاستكشاف والاستخراج آثاراً بالغة، قد تؤدي إلى حدوث أضرار كبيرة عليها، أو قد تسبب تغيراً دائماً أو مؤقتاً فيها، كما قد تترك آثاراً واضحة على الموارد الطبيعيّة والمكونات البيئيّة على سطح الأرض وتحته. ويؤدي إلقاء نفايات الصناعة النفطيّة إلى حموضة المياه وتغيير طبيعتها الكيميائيّة، وبالتالي يؤدي إلى نفوق أنواع من الأسماك والكائنات البحريّة من جهة وإلى نشوء سلالات أخرى ضارة من جهة أخرى.

ب) المواد الكيميائية: تؤدي المواد الكيميائيّة المستخدمة في الاستخراج إلى إحداث أضرار بالغة الأثر في البيئة. وتكمن خطورة بعض المواد المستخدمة في حفر البئر النفطي كحامض النيتريك ومادة الفورمالديهايد وغيرهما، في أنها تطلَق مباشرة إلى البيئة أثناء عمليّة الحفر والاستخراج مما يؤدي إلى تضرر نوعية الهواء عموماً، وتضرر بيئة التجمعات السكانيّة المجاورة للحقول النفطيّة (خصوصاً في حال الآبار المحفورة في البر).

ج) الغازات المنبعثة: إذ أن وجود انبعاثات غازيّة ناتجة عن الغاز المصاحب للنفط الخام في وحدة فصل الغاز يلحق ضرراً كبيراً بالبيئة إضافة إلى إضراره بالاقتصاد القومي.

د) الآثار المتعلقة بموضوع إدارة المياه والتنمية المستدامة: إذ تحتاج عمليّة استخراج النفط في البر إلى استهلاك كمّيات كبيرة من المياه، بحيث يستهلك في بعض الآبار النفطيّة ما يعادل أربعة براميل أو أكثر من الماء لقاء كل برميل مستخرج من النفط، مما

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

يثير التساؤل حول العلاقة الجدليّة بين زيادة استخراج النفط الخام واستهلاك المياه.

هـ) الآثار المتعلقة بالانسكابات والبقع النفطيّة: وهي من المشاكل المهمة والأساسيّة المصاحبة لوجود النفط ولعمليات استخراجه، ومنها وجود كمّيات البرك النفطيّة الكبيرة والمحتوية على النفط الخام أو المياه ذات المحتوى النفطي العالي والمتسرّبة –إما بسبب أخطاء تشغيليّة أو تصميميّة أو بسبب التصاريف السائلة غير المعالجة للمياه– إلى التربة المجاورة أو المصادر المائيّة، مما يؤدي إلى حدوث تلوّث كبير يستهدف التربة أو المياه السطحيّة والجوفيّة ويؤثر على التنوّع الإحيائي والطيور.

و) الآثار المتعلقة بواحد من نشاطات النقل: هو ما يعرف "بالمزيج الملوث" وهو عبارة عن مزيج من المنتجات النفطيّة (بنزين، نفط أبيض، زيت الغاز)، يتكوّن من جرّاء الضخ التعاقبي للمنتجات النفطيّة بالأنابيب. في الأحوال العاديّة لا يمكن الاستفادة من المزيج الملوث مباشرة كوقود، كما لا يمكن إعادة تكريره لكون البنزين الموجود فيه يحتوي على مادة رابع أثيلات الرصاص التي تؤدي إلى تلف العامل المساعد المستعمل في العمليات التحويليّة.

ز) أثار التلوّث النفطي على التربة: يعتبر النفط من أخطر مصادر تلوّث التربة وتحويلها إلى تربة عقيمة غير صالحة للحياة النباتيّة والحيوانيّة ولجميع الكائنات الحيّة. فالنفط السائل يعمل كحاجز كتيم بين حبيبات التربة والهواء ويؤدي إلى تسمم وموت كافة محتويات التربة من كائنات حيّة وإلى تدهور ومن ثم موت النباتات والحيوانات والبيوض والقشريات مما يسبب خللاً تاماً في النظام البيئي (حسين، 2010).

4. مصادر التلوث النفطي في منطقة الدراسة

كانت أهم الملوثات المصاحبة لإنتاج النفط والغاز في منطقة الدراسة ودلائل وجودها كما يلي:

1.4. المياه المصاحبة (Produced Water)

وتعرف بالمياه المصاحبة أو المياه المنتجة، والتي تشتمل على الماء المنتج من الخزان، وماء محقون في التكوين، وأي مواد كيميائية مضافة أثناء عمليات الإنتاج والمعالجة. يشار أحيانًا إلى المياه المنتجة بالمحلول الملحي أو مياه التكوين (Hagstrom *et al*., 2016). يحتوي الماء المنتج على ملوثات تتطلب إزالتها قبل التخلص منها أو إعادة استخدامها بالشكل المناسب. وبمرور الوقت وتقدم عمر الحقول النفطية، تزداد كميات المياه المصاحبة حتى تصل نسبتها إلى 95 – 98% في نهاية عمر الحقل. وتكمن خطورة المياه المصاحبة في احتوائها على كمية كبيرة من الأملاح الذائبة والمركبات العضوية والعناصر الكيميائية الثقيلة مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والزرنيخ وبعض الغازات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، وغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، والهيدروكربونات المصاحبة (Breit *et al*., 2016). ويسبب تراكم الأملاح الذائبة بالمياه المصاحبة تلوث للمياه الجوفية وتؤدي لتغير خصائصها وينعكس سلباً على جودتها وصلاحيتها للشرب والزراعة. وتعتبر المياه المصاحبة ملوث رئيسي للمياه الجوفية بمناطق الواحات (شكل 2 و3). ويعزى ذلك للنسب الكبيرة للمياه المطروحة فوق السطح كما هو موضح بالجدول (1). كما أن عمليات طرحها تتم دون مراعاة للمناطق ذات مناسيب المياه القريبة من سطح الأرض ودون تبطين بالمواد الطبيعية أو الصناعية لأماكن الطرح إضافة للتراكيز العالية للملوثات (الشكل 4).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

شكل 2. أنبوب لصرف المياه المصاحبة بحقل بالطفل.

شكل 3. مجموعة أخرى لأحواض المياه المصاحبة بمناطق الواحات.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

شكل 4. صورة جوية لبحيرة المياه المصاحبة في حقل النافورة.

جدول 1. كميات المياه المصاحبة خلال سنة 2012 م وفق بيانات المؤسسة الوطنية للنفط

الحقل/الشركة	المياه المصاحبة المنتجة (مليون برميل/سنة)	المياه المحقونة (مليون برميل/سنة)	المياه الملقاة على السطح (مليون برميل/سنة)
جالو/شركة الواحة	156.77	0	156.77
النافورة/شركة الخليج	38.12	0	38.12
انتصار/شركة الزويتينة	29.86	0	29.86
آمال/شركة الهروج	15.13	4.66	10.48
أبوالطفل/شركة مليتة	16.05	15.25	0.79
حقول/شركة ونترسهال	13.47	13.47	0

2.4. الانبعاثات الغازية

تعتبر الانبعاثات الغازية ثاني مصادر التلوث حيث تتضمن بصورة رئيسة على غازات أكسيد النيتروجين، أكسيد الكبريت، ثاني أكسيد الكربون، المركبات العضوية المتطايرة والمبينة بالجدول (2). وتعتبر هذه الانبعاثات الأكثر سمية لسهولة انتشارها وتغطيتها مساحات كبيرة. هذه الانبعاثات قد تكون ناتجة عن عدة مصادر أهمها:

- احتراق الوقود أو الغاز المستعمل لتشغيل المحركات.
- حرق الغازات المصاحبة التي يتم استخراجها مع النفط الخام من خلال المشاعل (شكل 5).
- احتراق الغاز وزيت الوقود أو الديزل في التوربينات والغلايات والضواغط والمحركات الأخرى المستخدمة لأغراض توليد الطاقة والحرارة في المصافي.
- الغازات الناتجة من الحرائق المتعمدة للنفط.

ويبين الجدول (3) كميات النفط الخام المنتج والغاز المحروق خلال سنة 2012م وفق بيانات المؤسسة الوطنية للنفط.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 2: نسب بعض الغازات الناتجة من حرائق النفط الخام (شركة سرت، 2022).

المركبات المنبعثة من الحرائق النفطية	النسبة المئوية
غاز ثاني اكسيد الكربون	% 95
غاز أول اكسيد الكربون	% 1
أبخرة عضويه	% 3
غاز الميثان	% 0.3
سخام	% 0.4
جسيمات دقيقة عضوية	% 0.3

شكل 5. صور من حقل النافورة حيث يظهر حجم وكمية الغاز والنفط التي تحرق وتنتقل عوادمها لتلوث البيئة.

جدول 3. كميات النفط الخام المنتج والغاز المحروق خلال سنة 2012م وفق بيانات المؤسسة الوطنية للنفط

الحقل/الشركة	كمية الخام المنتج (برميل/سنة)	كمية الغاز المنتج (مليون قدم مكعب/اليوم)	كمية الغاز المحروق (مليون قدم مكعب/اليوم)
جالو/شركة الواحة	1,043,860	80.50	4.77
النافورة/شركة الخليج	572,680	22.00	18.20
انتصار/شركة الزويتينة	328,977	70.30	8.20
آمال/شركة الهروج	372,479	35.00	8.62
أبوالطفل/شركة مليتة	589,359	129.00	7.60
حقول/شركة ونترسهال	1,000,635	79.00	2.7

3.4. المواد المضافة وسوائل الحفر

يتم اضافة العديد من المواد الكيميائية خلال مرحلة الحفر حيث يتم اضافتها لسوائل الحفر (شكل 6)، وكذلك يتم اضافتها خلال صيانة الآبار وتحسين إنتاجية الآبار. ويتم اضافة مواد كيميائية في الأنابيب خلال نقل النفط ومن أهم الإضافات الكيميائية موانع

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

التآكل ومواد كسر المستحلب ومواد حفظ التوتر السطحي. كلها مواد سامة تعتمد خطورتها على نسبة تركيزها في الوسط البئي الملوث.

شكل 6. نفايات أحد الشركات الخدمية العاملة بمنطقة الواحات تم كبها بالقرب من مزارع جالو حيث يظهر تشبع التربة بالكيمياويات السامة

4.4. المواد الصلبة

غالبا ما تحتوي المخلفات من المواد الصلبة والتي تطرحها شركات النفط وشركات الخدمات النفطية على مواد كيميائية وبعضها سامة، حيث تسبب تلوث للوسط الذي تطرح بها. وتتنوع من مواد كيميائية وبقايا المنتجات البلاستيكية والمعدنية. شكل (6) يوضح بعض مخلفات الشركات السائلة والصلبة قرب أحد المزارع بمدينة جالو.

5.4. التسريبات والاعتداءات:

الحوادث المتعمدة والغير المتعمدة والتي ينتج عنها تسرب خام البترول من السفن أو خطوط أنابيب نقل الخام أو من خزانات النفط هي المصدر المباشر أو المرئي لتلوث البيئة بخام البترول. في هذه الحالات يكون التلوث نتيجة تسرب النفط والغاز إلى المسطحات المائية والتربة والهواء إما بطريقة لاإرادية (غير متعمدة) مثل التسريبات في خطوط نقل النفط والغاز نتيجة الإهمال في الصيانة الدورية لخطوط نقل النفط والغاز أو بطريقة متعمدة مثل التعديات على خطوط نقل الغاز والنفط أو حرق الخزانات وتدمير البنية التحتية وحرق الحقول.

ومن أشهر الحوادث التي حصلت في منطقة الهلال النفطي في العشر سنوات الأخيرة كانت:

- تدمير وحرق خزانات السدرة سنة 2014م ورأس لانوف سنة 2016م وما صاحبها من تسرب كميات كبيرة من النفط الخام وحرائق كبيرة (شكل 7 و 8) والتي وصل مداها إلى مسافة 400 كم.
- الاعتداء على خطوط نقل النفط والغاز التابعة لشركة سرت بحقل جنوب زلطن وحقل اللهيب في مارس 2022م، والتي ترتب عنها خسارة يومية تقدر ب 1,600 برميل من النفط الخام (شكل 9).
- تخريب وسرقة خط نقل الخام بين البئر D7 والبئر D8 بحقل الوادي النفطي التابع لشركة سرت في نوفمبر 2021م.
- التسريب في خطوط نقل النفط ما بين حقل الظهرة وميناء السدرة النفطي في أكتوبر 2021م والتابع لشركة الواحة (شكل 10).
- تسرب في أنابيب النفط في موقع 4 كم جنوب غرب العقيلة أكتوبر 2020م.

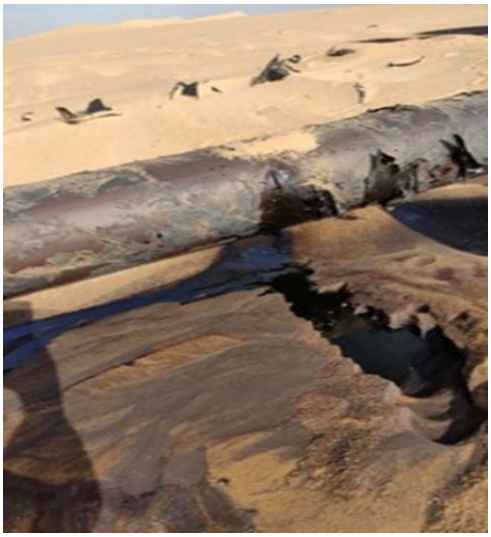
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

- الترسب النفطي بالبئر C245 بحقل زلطن الواقع جنوب غرب مدينة البريقة والتابع لشركة سرت للنفط أبريل 2015م.
- حادث تفجير خط التصدير الرئيسي السرير–طبرق سنة 2015م.

شكل 7. صور الدخان المتصاعد من حرق خزانات السدرة ورأس لانوف سنة 2016م (وكالة الطيران والفضاء الأميركية NASA).

شكل 8. الدخان يتصاعد من حريق خزانات ميناء السدرة.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 9. تسرب النفط نتيجة للاعتداءات على خطوط نقل النفط التابعة لشركة سرت (شركة سرت، 2022).

شكل 10. التسريب في خطوط نقل النفط ما بين حقل الظهرة وميناء السدرة النفطي (شركة الواحة، 2015).

5. التأثيرات البيئية والصحية للتلوث النفطي

1.5. تلوث الهواء

ينتج عن احتراق النفط مجموعة كبيرة من الغازات السامة والضارة بصحة الإنسان وبكافة أشكال الحياة والبيئة ونذكر منها أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين والمركبات الهيدروكربونية، واحتراق الأملاح ككلوريد الصوديوم وأملاح الكالسيوم والبوتاسيوم. ولقد حذر مختصون في علوم التلوث البيئي وصحة الإنسان من التأثيرات الناجمة من حرق آبار النفط وتأثير الغازات المتصاعدة التي وصفوها بأنها شديدة السمية على الجهاز التنفسي إضافة للتأثير على الكائنات الأخرى والتربة وغيرها وحدوث أضرار بيئية واقتصاديه (محمد وعبد النبي، 2017). وقد ينتج عن احتراق النفط تصاعد بعض من الأحماض الضارة، والتي ينتج عنها نزول بعض الأمطار الحمضية الضارة بالنباتات. الشكل (11) في منطقة البريقة تظهر تصاعد الدخان ووصوله إلى السحاب وهذه بالتأكيد تؤدي إلى تكون الأمطار الحمضية. والشكل (12) تظهر المدى التي

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

وصلت إليه الغازات نتيجة لحرق خزانات السدرة.

شكل 11. تصاعد الدخان ووصوله إلى السحاب في منطقة البريقة.

شكل 12. الدخان المتصاعد من حريق خزانات السدرة (وكالة الطيران والفضاء الأميركية NASA).

بالإضافة إلى المشاكل الصحية والبيئة المصاحبة لحرق الغاز إلا أن هناك مشاكل اقتصادية مصاحبة، حيث أظهرت الأرقام أن اشتعال أو حرق الغاز في الدول الرئيسة المصدرة للنفط يسهم كثيراً في التغير المناخي، وأنه في حين تم تخفيض أكثر من 30% من احتراق الغاز منذ عام 2005م، فإن قيمة ما يتم هدره اليوم لا يزال يصل إلى 50 مليار دولار سنويا. كما تشير التقديرات إلى أنه تم عالمياً تخفيض 172 مليار متر مكعب سنوياً من الغاز المشتعل منذ عام 2007م إلى 142 مليار متر مكعب في 2011م. كما أن كميات الغاز المحروق عالمياً، تعتبر عالية حيث تم إحراق حوالي 134 مليار متر مكعب في عام 2010م وهذه النسبة لا تمثل كميات هائلة من الموارد القيّم المهدرة فحسب، بل تُسهم أيضا بحوالي 360 مليون طن من انبعاثات غازات الدفيئة في الهواء على مستوى العالم (Nordell, 2003).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

2.5. تلوث المياه

تم الإبلاغ عن التأثيرات البيئية الناتجة عن التخلص من المياه المنتجة منذ منتصف القرن التاسع عشر عندما تم حفر أول آبار للنفط والغاز وتشغيلها. المخاوف البيئية الأكثر شيوعًا هي تدهور التربة والمياه الجوفية والمياه السطحية والنظم البيئية التي تدعمها. نظرًا لأن العديد من المياه المنتجة تحتوي على مستويات مرتفعة من الأيونات الذائبة (الأملاح) والهيدروكربونات والعناصر الثقيلة، فإن تصريف المياه المنتج غير المعالج قد يكون ضارًا بالبيئة المحيطة (Otton, 2006). تعتبر تلوث المياه الجوفية من أهم المشاكل البيئية المصاحبة لإنتاج النفط والغاز والتي تعاني منها مناطق الواحات. حيث تعاني مناطق الواحات القريبة جداً من الحقول من تلوث المياه الجوفية بالمياه المصاحبة (شكل 2 و3)، وقد أوضحت دراسات سابقة تلوث المياه الجوفية وتغير خصائصها الفيزيائية والكيميائية (Alamin *et al*., 2010; Elskran, 2018; and Saleh *et al*., 2021) حيث تقوم العديد من الشركات بطرح المياه المصاحبة للعمليات الإنتاجية للنفط في برك مجاورة للحقول النفطية بدلاً من إعادة تدويرها وهذه المياه تحتوي عادة على عدد كبير من الملوثات العضوية والغير عضوية والتي من الممكن أن تنتقل إلى المياه الجوفية بالإضافة إلى تلويث التربة وكذلك تنتشر الملوثات من خلال عدة حوادث مثل التسرب من الخزانات والأنابيب الناقلة للمنتجات النفطية وغيرها من المواد المستعملة أثناء العمليات الإنتاجية .

3.5. تلوث التربة

يعتبر النفط من أخطر مصادر تلوث التربة وتحويلها إلى تربة عقيمة غير صالحة للحياة النباتية والحيوانية ولجميع الكائنات الحية. هنالك عدد كبير من المركبات الضارة التي يحتويها النفط الخام والتي تؤدي جميعها إلى تلويث بيئة الأرض والمياه، والتي تكون على شكل ملوثات نفطية عضوية سامة أو ملوثات نفطية غير عضوية سامة، والتي تضم العديد من المركبات الخطرة مثل مركبات الفينول، مركبات السيانيد، مركبات الكبريتيد، أيونات المعادن السامة، المواد الذائبة والعالقة، والمواد الهيدروكربونية. وكافة تلك المواد السابقة تعمل على تدمير كافة أنواع الأتربة ومنها التربة الزراعية الخصبة وتحولها إلى تربة عقيمة لا نفع منها (شكل 3 و6 و9 و13). فالنفط السائل يعمل كحاجز كتيم بين حبيبات التربة والهواء ويؤدي إلى تسمم وموت كافة محتويات التربة من كائناتها الحية وإلى تدهور ومن ثم موت النباتات والحيوانات والحشرات مما يسبب خلالاً تاماً في النظام البيئي. كما للنفط تأثير سُمي مباشر على النباتات والأشجار المزروعة وبكافة أنواعها وأحجامها، كما يشكل النفط الملتصق بالمجموع الخضري عازلاً يمنع التبادل الغازي بين النباتات والهواء الجوي ويؤدي بالنهاية إلى موتها.

4.5. التلوث البحري

هناك العديد من مصادر تلوث البيئة البحرية بالنفط، فقد يحدث هذا التلوث عند استخراج النفط أو عند نقله بين القارات بناقلات النفط وما قد يحدث لها من حوادث، وكذلك ما يلقى من مخلفات نفطية تنقلها الأنهار أو ما يتسرب من المصافي ويأخذ طريقه إلى مياه البحار (إسلام، 2001). ويعتبر البحر الأبيض المتوسط أحد البحار الملوثة بالنفط والمشتقات النفطية المختلفة وتأثيراتها على صحة الإنسان والبيئة، نتيجة لكثرة حركة السفن ناقلات النفط ووجود عدة مصافي وموانئ نفطية على شواطئه. حسب دراسة غرايبة (2010) يصل كمية التسرب النفطي الخام في البحر الأبيض المتوسط حوالي 350 ألف طن/سنوياً، ولا تستطيع مياه البحر الأبيض المتوسط أن تتخلص من هذه الكميات المتسربة من النفط بسهولة لأن حركة المياه التي تخرج من

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

البحر عن طريق مضيق جبل طارق تخرج من الأعماق، ولذلك يبقى زيت النفط على سطح مياه البحر ملوثاً لمياه البحر.

شكل 13. تلوث التربة بالمخلفات النفطية جنوب شركة الزويتينة قرب إجدابيا.

بشـــكل عام فإن تلوث البحار بالنفط له الكثير من المخاطر على الكائنات الحية بشـــكل عام والكائنات التي تعيش في البيئة البحرية بشكل خاص، كما أن النفط يحتوي في مكوناته على العديد من المركبات الكيميائية السامة والتي تختلف في تركيبها وخواصها عن بعضها البعض. وقد أجريت هذه الدراسة على ساحل مدينة البريقة ومدينة رأس لانوف وأسفرت النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة عن وجود كميات كبيرة من المواد العضوية في الرسوبيات ووجود تلوث ملحوظ بالمشتقات النفطية والنفط الخام في المواقع المدروسة وفق ما أشار إليه حمودة وآخرون (2018). وأشارت نتائج دراسة محمود (2008) على ساحل منطقة البريقة إلى أن منطقة ميناء البريقة منطقة ملوثة نفطيًا لطبيعة الأنشـطة التي يكون النفط العنصـر الأسـاسـي في عملية التشـغيل، عمليات الشـحن والتفريغ وغسـيل الخزانات، وتعتبر مشـكلة التلوث بمياه الاتزان للناقلات البحرية من أهم المشـاكل التي تواجه موانئ التصدير في ليبيا، خاصة في موانئ الهلال النفطي الثلاثة: السدرة، رأس لانوف، البريقة.

5.5. تأثير التلوث على الصحة العامة

لا يخفى على أحد ما يسببه التعرض للنفط والغاز من مشاكل صحية والتي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على صحة المواطنين الذين يسكنون قرب الشركات والحقول والموانئ النفطية. ويرتبط تأثيرها على الصحة العامة بعدة عوامل منها:

- نوعية وكمية النفط أو الغاز الذي يتعرض له الشخص.
- طبيعة وتركيب الغاز (جاف أو رطب).
- القرب والبعد من المكان الملوث ومدة التعرض له.

الجدول (4) يوضح أهم الأمراض الناجمة عن التلوث النفطي وأسبابها.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 4. الأمراض الناتجة من التعرض للانبعاثات النفطية (الطيب، 2012).

ت	الإصابة	الأمراض الناتجة من الإصابة	المسببات
1	تسمم الغدد الهرمونية	السكر ، أمراض الغدد ، أمراض الجهاز التناسلي، السرطان	البيوتادين البنزين ايثيل البنزين أول أكسيد الكربون كبريتيد الهيدروجين ثاني أكسيد النيتروجين أول أكسيد النيتروجين ثاني أكسيد الكبريت ثالث أكسيد الكبريت الهكسين البروبين الهبتينات الأكتين الإيثين التولوين الزيلين
2	تسمم الكبد والبنكرياس والمرارة والجهاز الهضمي	الدوخة ، الغثيان ، فقدان الشهية ، التقيؤ او الشعور به ، الانقباضات غير الطبيعية والإسهال	
3	تسمم جهاز المناعة	ارتفاع حدوث حالات الإصابة بالإمراض المعدية والسرطان ، كما انه من الصعوبة بمكان تحديد العناصر الكيميائية المسممة لجهاز المناعة بدقة وذلك لقدرتها على إحداث عدد كبير ومتسع من المؤثرات المعقدة على نظام المناعة.	
4	تسمم الكلى والمسالك البولية	الكلوي الفشل و السرطان	
5	تسمم الجهاز العصبي	الشعور بالإرهاق ، وبالتوتر، متغيرات سلوكية أخرى ، كما تؤثر الانبعاثات على نظام الإحساس و حركة الأعضاء ، تحدث الخلل بميكانيكية نقل المعلومات من والى الدماغ عن طريق شبكة الأعصاب الخارجية	
6	إصابة الجهاز التنفسي	تؤثر بشكل سلبي على الجهاز التنفسي، ترسب السوائل بالرئتين، تسبب الربو، التهابات حادة ومزمنة بالغشاء المخاطي المبطن للشعب الهوائية ، انتفاخاً بالشعب يؤدي الى ثقل في التنفس لدى المصاب، الإصابة بالالتهابات، الإصابة بالسرطان.	
7	تسمم الجلد والحواس	التهاب الجلد وحساسيته ضد ضوء الشمس ، أمراض جلدية حادة ومزمنة	

وأشارت نتائج دراسة درمان (2013) حول التأثيرات البيئية والصحية الناتج عن المنشآت النفطية على منطقة جالو والتي شملت 500 فرد من 100 أسرة (5 أفراد من كل أسرة) موزعة على خمسة محلات بالمنطقة (حي البلاد، حي اللبة، حي راشدة، حي الشرف وحي غربي) وتبعد هذه الأحياء عن الحقول بمسافة تتراوح ما بين 9-19 كم، حيث أكدت النتائج على حدوث إصابات كثيرة نتيجة للتلوث النفطي وكانت أكثر الأمراض المنتشرة هي الأمراض الجلدية وأمراض الجهاز التنفسي وتم تسجيل اكبر عدد من الاصابات في حي الشرف وذلك بسبب قربه من الحقول النفطية، حيث لا يبعد سوى 9 كم عنها وفق الجدول (5).

جدول 5. حالات الأمراض التي تم حصرها في منطقة جالو (درمان، 2013).

المكان		نوع خالات الامراض التي تم حصرها					
(الحي)	بعدها عن الحقول (كم)	جلدية	الجهاز التنفسي	الكلى	العقم	الولادة و الاجهاض	القلب
البلاد	17	9	25	3	4	5	2
اللبة	16	16	12	7	1	7	7
راشدة	18	1	3	2	4	5	5
الشرف	9	27	42	2	3	5	3
غربي	19	5	3	3	3	3	4
الاجمالي		**58**	**85**	**17**	**16**	**25**	**21**

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

6. الاستنتاجات

يعتبر التلوث النفطي الذي تتعرض له منطقة الهلال النفطي جراء عمليات استخراج ونقل وتكرير النفط والغاز مشكلة بيئية يتوجب الوقوف على أثارها، ووضع الحلول الناجحة لها. حيث تختلف مصادر التلوث من مصادر غير متعمدة والمتمثلة في المياه المصاحبة وانبعاث الغازات ومخلفات الحفر والمخلفات الصلبة إلى المصادر المتعمدة والمتمثلة في حرق التسريبات والاعتداءات وتدمير الخزانات وخطوط نقل النفط والغاز. وتمثل المياه المصاحبة للنفط أكبر التحديات البيئية التي تواجه عمليات إنتاج النفط، فهذه المياه تحتوي على خليط معقد من المركبات غير العضوية والمركبات العضوية وبقايا الإضافات الكيماوية التي تضاف إلى عملية الإنتاج. كما يتم إنتاج كمية كبيرة من المياه المصاحبة خلال انتتاج النفط. وتقوم بعض الشركات بإعادة استخدامها وحقنها مرة أخرى، بينما تقوم شركات أخري بطرحها مباشرة إلى السطح مكونة بحيرات تسمى بحيرات المياه المصاحبة. كما أن التلوث النفطي أثر على المياه الجوفية والتربة والهواء في منطقتي الهلال النفطي والجنوب الشرقي خصوصاً مناطق الواحات، هذا التلوث أثر على الزراعة وخاصة أن هذه المناطق تشتهر بجودة تمورها. إضافة إلى أن التلوث أثر على الشواطئ في كل من الزويتينة والبريقة ورأس لانوف والسدرة نتيجة للتسريبات النفطية وتفريغ مياه الموازنة في البحر. هذا التلوث البحري يؤثر على الكائنات البحرية والتي تؤثر بدورها على صحة الإنسان. وإجمالاً فإن التلوث النفطي له تأثيرات صحية خطيرة وخاصة في مناطق الواحات لقربها من الحقول النفطية، ولكن لحد الآن لا توجد دراسة حقيقية عن المخاطر الصحية طويلة الأمد للمقيمين الذين يعيشون بالقرب من هذه المناطق. ومع ذلك، تم إجراء العديد من الدراسات الجيدة قصيرة المدى، وما تشير إليه نتائج هذه الدراسات هو أمر مقلق.

7. التوصيات

توصي الدراسة بضرورة الأخذ بما يلي:

- سد الفجوات المعرفية من خلال الشروع في دراسات شاملة حول الآثار البيئية والصحية لأنشطة صناعة استخراج النفط.
- فرض الحكومة إجراء تقييم الأثر البيئي بشكل مفصّل قبل بدء أي عمليات نفطية، وطلب تقييم تأثير بيئي منتظم خلال إتمام جميع الأنشطة النفطية وفرض شروط للرقابة الصارمة على الشركات النفطية، لتفعيل الرقابة البيئة والسلامة الصحية والبيئية، والحد من التلوث بكافة أنواعه في مناطق الامتياز.
- استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في المراقبة البيئية لحقول النفط مثل رصد الأنابيب المتسرّبة، والأحواض المفتوحة التي تستخدم لوضع الماء المنتج من الأنشطة النفطية.
- التنمية المستدامة ضرورة ملحة خاصة في المناطق المتضررة.
- تنفيذ برنامج عاجل لمعالجة المشاكل البيئية للمجتمعات السكانية المتضررة، وتنفيذ حلول عاجلة منها: إعادة تأهيل المناطق السكانية المتضررة من جراء التسرب النفطي. وإجراء المعالجة الطبيعية (البيولوجية) للتربة الزراعية التي تضررت بالنفط الخام. وتنفيذ برنامج صحي وطبي للمناطق المتضررة من التلوث النفطي. بالإضافة إلى تنفيذ حملة توعية بيئية وتثقيفية للمجتمعات المحلية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

إسلام، أحمد مدحت (2001). *التلوث الكيميائي وكيمياء التلوث*، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، القاهرة، مصر.

حمودة، محمد سالم؛ التاجوري، نورا نصيب، حمودة، فخر الدين أحمد؛ عكاشة، علي يوسف (2018). مستوى الهيدوكربون الكلي في تربة الشاطئ الممتد من منطقة رأس لأنوف إلى منطقة دريانة. *مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية*، 4(1): A11–18A.

خلف، أشراف لعبيدي؛ الحيالي، وليد ناجي (2009). *مداخلة بعنوان محاسبة التلوث البيئي*. الأكاديمية العربية في الدنمارك، بغداد، 8–9.

درمان، عمر المبروك (2013). دراسة مبدئية مدعمة بالصور والإحصائيات للأثر البيئي الناتج عن المنشآت النفطية حول منطقة المثلث النفطي جالو–اوجله –اجخرة. *تقرير خاص*.

الطيب، يوسف (2012). تأثير مجتمعات النفط والغاز على المناطق السكانية المجاورة – ليبيا. *المنتدى العربي لإدارة الموارد البشرية* يناير 2012. متوفر على الرابط: [– http://www.hrdiscussion.com/hr42020.html].

غراية، خليفة مصطفى (2010). التلوث البيئي: مفهومه وأشكاله وكيفية التقليل من خطورته. *مجلة الدراسات البيئية*، 3: 121–133.

محمد، عائشة أبوبكر؛ عبد النبي، مهدي هنداوي (2017). المخاطر الصحية والمهنية إزاء الانبعاثات عن إشعال الغاز الطبيعي في حقول النفط والغاز. *المؤتمر العلمي الثالث بعنوان السلامة والصحة المهنية وحماية البيئة*، جامعة النجم الساطع بالفترة 12–13 ديسمبر، البريقة، ليبيا.

محمود، عز الدين الصابر (2008). *التقييم البيئي للتلوث بالنفط في ميناء البريقة*. رسالة ماجستير، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، الاسكندرية، مصر.

مزاهرة، أيمن سليمان؛ الشوابكة، علي فالح (2003). *البيئة والمجتمع*. دار الشروق للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

Alamin S., Fewkes A., & Goodhew S. (2010). Investigating the sustainability of water management in Alwahat, Libya. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 129: 607-617.

Breit G., Klett T.R., Rice C.A., Ferderer D.A., & Kharaka Y. (1998). National compilation of information about water co-produced with oil and gas. In: *5th international petroleum environmental conference*, October, Albuquerque, NM, 20-23.

Elsakran S. (2018). Susceptibility of Alwahat Groundwater to Contamination by Produced Water Disposal. *Environmental Protection and Sustainable Development in the Oil Fields Regions*, 21st-23rd Jakhrah, Libya.

Emhanna S., Andalrhman G., Mukhtar W., & Mohamed A. (2021). Effect of Associated Produced Water with Crude Oil On Groundwater. *University Bulletin*, 3(23): 247-268.

Hagström E.L., Lyles C., Pattanayek M., DeShields B., & Berkman M.P. (2016). Produced water—emerging challenges, risks, and opportunities. *Environmental Claims Journal*, 28(2): 122-139.

Hallett D. & Clark-Lowes D. (2016). *Petroleum Geology of Libya*, 2nd Edition, Elsevier.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Hugo B. & Mijanur R. K. (2016). Effects of Crude Oil Pollution in the Tropical Rainforest Biodiversity of Ecuadorian Amazon Region. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 8(2): 249–254.

Nordell B. (2003). Thermal pollution causes global warming. *Global and Planetary Change*, 38(3-4): 305-312.

Otton J.K. (2006). *Environmental aspects of produced-water salt releases in onshore and coastal petroleum-producing areas of the conterminous US-a bibliography*. Reston, VA, USA: US Geological Survey.

ثالثاً: المواقع الإلكترونية

المسح الوطني للسكان (2012). *نتائج المسح الوطني للسكان لعام 2012*. متوفر على الرابط: [https://www.bsc.ly/#b19].

http://sirteoil.com.ly/home/index.php?cid=12&page=5

https://www.britannica.com/search?query=Pollution

https://earthobservatory.nasa.gov/images/85009/oil-fire-in-libya

https://noc.ly/index.php/ar/