

دور قطاع الطاقة في التنمية المستدامة ومواجهة تحديات المناخ

منى كامل تركي * 

أستاذ القانون الدولي العام الزائر، جامعة الحسن الأول، بسطات – المغرب

monatourky237@gmail.com

ملخص

هدفت الدراسة إلى تحليل الإطار القانوني لقطاع النفط والغاز والطاقة في ظل التغيرات المناخية، مع التركيز على التحديات القانونية، والسياسات التنظيمية، والاستراتيجيات الحكومية والخاصة لمواجهة هذه التحديات، وتحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية. وتناولت الدراسة التجارب المقارنة لكل من الإمارات، وقطر، ومصر؛ من حيث التشريعات البيئية، واستراتيجيات الاستثمار، ومدى نجاحها في تحقيق الأهداف المناخية الدولية.

اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي للاتفاقيات الدولية والتشريعات الوطنية ذات الصلة، والمنهج المقارن لمقارنة السياسات المختلفة المتبعة في الدول الثلاث. من خلال هذا التحليل، توصلت الدراسة إلى أن هناك تفاوتاً في مستوى التزام الدول الثلاث بالمعايير البيئية الدولية؛ حيث حققت الإمارات خطوات متقدمة في الهيدروجين الأخضر والطاقة الشمسية؛ بينما ركزت قطر على احتجاز الكربون والطاقة الشمسية، واعتمدت مصر على مزيج من التمويل الدولي والطاقة المتجددة، كالرياح والطاقة الشمسية.

خلصت الدراسة إلى أن تحقيق صافي الانبعاثات الصفريّة يتطلب تعاوناً بين الحكومات والقطاع الخاص، مع الحاجة إلى تعزيز السياسات التنظيمية، وتشجيع الاستثمار في تقنيات احتجاز الكربون، وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. وأوصت بضرورة تطوير أطر قانونية أكثر صرامة، وبتحفيز الاستثمار في الطاقة النظيفة، وتعزيز التعاون الإقليمي بين الدول الثلاث؛ لتحقيق التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، التنمية المستدامة، تغيير المناخ، صافي الانبعاثات الصفريّة، احتجاز الكربون، الهيدروجين الأخضر

* باحث أكاديمي، عضو جمعية محاضري القانون البيئي في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ASSELMU، عضو جمعية القانون الدولي (ILA)، عضو الجمعية الدولية لاستدامة التنمية (ISDS).

للاقتباس: تركي، منى كامل. «دور قطاع الطاقة في التنمية المستدامة ومواجهة تحديات المناخ». المجلة الدولية للقانون، المجلد الخامس

عشر، عدد خاص حول قانون النفط والغاز والطاقة والتنمية المستدامة، 2026. <https://doi.org/10.29117/irl.2026.0347>

© 2026، تركي، الجهة المرخص لها: دار نشر جامعة قطر. تم نشر هذه المقالة البحثية وفقاً لشرط Creative Commons Attribution-Non-

Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). تسمح هذه الرخصة بالاستخدام غير التجاري، وينبغي نسبة العمل إلى صاحبه، مع

بيان أي تعديلات عليه. كما تتيح حرية نسخ، وتوزيع، ونقل العمل بأي شكل من الأشكال، أو بأية وسيلة، ومزجه وتحويله والبناء عليه، طالما

يُنسب العمل الأصلي إلى المؤلف. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

The Role of the Energy Sector in Sustainable Development and in Addressing Climate Challenges

Mona Kamel Tourky 

Visiting Professor of Public International Law at Hassan First University in Settat–Morocco

monatourky237@gmail.com

Abstract

The study aimed to analyze the legal framework governing the oil, gas, and energy sector in the context of climate change, with a focus on legal challenges, regulatory policies, and governmental as well as private strategies to address these challenges and achieve a balance between economic development and environmental sustainability. The research also examined the comparative experiences of the United Arab Emirates, Qatar, and Egypt in terms of environmental legislation, investment strategies, and the extent of their success in meeting international climate objectives.

The study adopted the analytical method to examine relevant international agreements and national legislation, in addition to the comparative method to assess the different policies implemented in the three countries. Through this analysis, the research found significant variation in the level of compliance of these countries with international environmental standards. The UAE has made notable progress in green hydrogen and solar energy, Qatar has focused on carbon capture and solar power, while Egypt has relied on a combination of international financing and renewable energy such as wind and solar power.

The study concluded that achieving net-zero emissions requires cooperation between governments and the private sector, alongside the need to strengthen regulatory policies, encourage investment in carbon capture technologies, and increase reliance on renewable energy sources. It further recommended the development of stricter legal frameworks, promotion of investment in clean energy, and enhancement of regional cooperation among the three countries to achieve sustainable development.

Keywords: Renewable energy; Sustainable development; Climate change; Net-zero emissions; Carbon capture; Green hydrogen

Cite this article as: Tourky, M.K. “The Role of the Energy Sector in Sustainable Development and in Addressing Climate Challenges,” *International Review of Law*, Vol. 15, Special Issue on Oil, Gas, Energy Law and Sustainable Development, 2026. <https://doi.org/10.29117/irl.2026.0347>

© 2026, Tourky, M.K., licensee, IRL & QU Press. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0), which permits non-commercial use of the material, appropriate credit, and indication if changes in the material were made. You can copy and redistribute the material in any medium or format as well as remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

مقدمة

يشهد قطاع النفط والغاز والطاقة تحديات كبيرة في ظل التغيرات المناخية والتوجه العالمي نحو تحقيق أهداف صافي الانبعاثات الصفريّة بحلول عام 2050¹؛ إذ من المتوقع أن يتطلب تحويل نظام الطاقة لتلبية طلباتها تعاونًا بين جميع القطاعات والدول². وتُعد صناعة النفط والغاز عنصرًا محوريًا في عملية التحول الطاقوي، وقد يتطلب تقليل الانبعاثات الناتجة عنها تحسين كفاءة الطاقة، وتقليل الاشتعال، وإدارة انبعاثات الميثان، واستخدام مصادر طاقة منخفضة الكربون أو متجددة³. وقد تساعد العديد من الشركات في دعم مستهلكيها لتقليل الانبعاثات، عبر التوسع في استخدام الغاز الطبيعي، وتحسين كفاءة المحركات، وتطوير تقنيات النقل منخفضة الكربون، مثل المركبات الكهربائية، والوقود الحيوي، والهيدروجين⁴؛ إذ يُنظر إلى الهيدروجين منخفض الكربون بوصفه أحد أهم الحلول المستدامة لخفض انبعاثات الصناعات الثقيلة وقطاع النقل⁵.

ووفقًا لتقارير اللجنة الاقتصادية التابعة للأمم المتحدة، شهد عامي 2017 و2018 تدفق نحو 30 مليار دولار إلى الدول النامية لدعم خطط التكيف المناخي؛ مما يبرز الحاجة إلى تعزيز استثمارات التمويل الأخضر لضمان تحقيق معدلات نمو اقتصادي مستدامة⁶، وبذلك يُعتبر التحول نحو الاقتصاد الأخضر، من خلال توجيه الاستثمارات نحو القطاعات المستدامة، أحد الحلول الفعالة للحفاظ على معدلات نمو اقتصادي مستقرة، وتحسين كفاءة القطاعات الإنتاجية، وتقليل التأثيرات البيئية السلبية، فقد صاحب نمو تعهدات الانبعاثات الصفريّة الصافية انتشار المعايير بمستويات متفاوتة من القوة لتطويرها من قبل الكيانات غير الحكومية، مثل الشركات والمستثمرين والمدن والمناطق، وسرعة تنفيذها، على الرغم من وجود العديد من الاتفاقيات الدولية كاتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيير المناخ (UNFCCC)، واتفاق باريس 2015، وكذلك التشريعات المحلية للدول، والتزامات الشركات النفطية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، إضافة إلى دور الحكومات في وضع أطر تنظيمية تُشجع على تقليل الانبعاثات؛ إذ تؤدي دورًا مهمًا في وضع أطر قانونية تدعم سياسات تقليل الانبعاثات وتحقيق الاستدامة البيئية إلى جانب عرض الحلول التكنولوجية والقانونية المتاحة لتحقيق أهداف صافي الانبعاثات الصفريّة.

- 1 الأمم المتحدة، «الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغيير المناخ 1992 (UNFCCC)»، الأمم المتحدة، نيويورك، اعتمدت في 9 مايو 1992.
- 2 اتفاق باريس، «معاهدة دولية ملزمة قانونًا بشأن تغيير المناخ»، اعتمدت من قبل 196 طرفًا في مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP21) في باريس بتاريخ 12 ديسمبر 2015، دخلت حيز التنفيذ في 4 نوفمبر 2016.
- 3 وزارة الطاقة والبنية التحتية، «استراتيجية الإمارات للطاقة 2050»، الموقع الرسمي للوزارة، 2024، <https://www.moei.gov.ae/ar/about-ministry/energy-strategies-to-achieve-net-zero> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.
- 4 «محطة محولات بنبان للطاقة الشمسية، مشروع مجمع بنبان للطاقة الشمسية في مصر، الموقع الرسمي لرئاسة الجمهورية، سبتمبر 2014، <https://www.presidency.eg> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.
- 5 المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء [كهرماء قطر للطاقة]، «محطة الخرسة للطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء بتقنية الخلايا الكهروضوئية في قطر»، الدوحة، 2020، <https://www.qatarenergy.qa/en/Pages/vHome.aspx> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.
- 6 الأمم المتحدة، «تدفقات التمويل المناخي للدول النامية» تقرير اللجنة الاقتصادية التابعة للأمم المتحدة، <https://www.uneca.org> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.

أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة في تسليط الضوء على الإطار القانوني الدولي الذي يحكم قطاع النفط والغاز والطاقة، بالإضافة إلى ما يلي:

1. توضيح التحديات القانونية والاقتصادية التي تواجه الحكومات والشركات في تطبيق سياسات الاستدامة، وتقديم تحليل مقارنة لاستراتيجيات الطاقة والاستدامة في الإمارات وقطر ومصر.
2. تُظهر الدراسات العلمية ضرورة الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة من أجل تجنب أسوأ آثار تغير المناخ والحفاظ على كوكب صالح للعيش، حيث تستعرض الحلول التكنولوجية والقانونية المتاحة لتحقيق أهداف صافي الانبعاثات الصفرية.
3. يعد الانتقال إلى عالم خالٍ من الانبعاثات الكربونية أحد أعظم التحديات التي واجهتها البشرية، مما يتطلب ما لا يقل عن التحول الكامل في كيفية الإنتاج والاستهلاك.

إشكالية الدراسة وتساؤلاتها

صاحب نمو تعهدات الانبعاثات الصفرية الصافية انتشار المعايير بمستويات متفاوتة من القوة من قبل الكيانات غير الحكومية؛ مما خلق التحديات القانونية والسياسات التنظيمية التي تواجه الحكومات والشركات في تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية؛ مما يطرح التساؤل الرئيسي:

هل استطاعت الحكومات وضع أطر تنظيمية تُشجع على تقليل الانبعاثات بما يحقق التنمية المستدامة ومواجهة تحديات المناخ في كل من الإمارات وقطر ومصر؟

كما تسعى الدراسة للإجابة عن التساؤلات الفرعية التالية:

1. ما الإطار القانوني لقطاع النفط والغاز والطاقة في ضوء التغيرات المناخية؟
2. كيف يمكن للحكومات والشركات مواجهة التحديات القانونية والسياسات التنظيمية من أجل تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية؟
3. ما الحلول العملية التي يمكن تبنيها للحد من التأثيرات البيئية لهذا القطاع، بما في ذلك تمويل المناخ، وتقنيات احتجاز الكربون؟

أهداف الدراسة

تكمن أهداف الدراسة في توضيح دور الحكومات في وضع أطر تنظيمية تُشجع على تقليل الانبعاثات، بما يحقق التنمية المستدامة، ومواجهة تحديات المناخ في كل من مصر وقطر والإمارات، بالإضافة إلى الأهداف الفرعية التالية:

1. تحليل الإطار القانوني لقطاع النفط والغاز والطاقة في ضوء التغيرات المناخية.

2. التركيز على التحديات القانونية والسياسات التنظيمية التي تواجه الحكومات والشركات في تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية.

3. توضيح الحلول العملية التي يمكن تبنيها للحد من التأثيرات البيئية لهذا القطاع، بما في ذلك تمويل المناخ، وتقنيات احتجاز الكربون، والحلول القائمة على الطبيعة، والطاقة البديلة مثل الهيدروجين والوقود الحيوي.

منهجية الدراسة

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، والمنهج المقارن، وذلك على النحو الآتي:

1. المنهج الوصفي التحليلي: في وصف وتحليل الإطار القانوني لقطاع النفط والغاز والطاقة، في ضوء التغيرات المناخية من خلال شرح ما ورد في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) واتفاق باريس 2015. وكذلك التشريعات الوطنية والتزامات الشركات النفطية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ومتطلبات الإفصاح عن الانبعاثات الكربونية في التقارير المالية للشركات، ودور الحكومات في وضع أطر تنظيمية تُشجع على تقليل الانبعاثات.

2. المنهج المقارن: في مقارنة التشريعات والتزامات الشركات النفطية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ومتطلبات الإفصاح عن الانبعاثات الكربونية في التقارير المالية للشركات، وتوضيح دور الحكومات في وضع أطر تنظيمية تُشجع على تقليل الانبعاثات في قطاع الطاقة، والحلول المستقبلية لتحقيق توازن بين إنتاج الطاقة والاستدامة البيئية والتجارب التي مرت بها مصر وقطر والإمارات.

خطة الدراسة

سنعالج هذا الموضوع في مبحثين:

المبحث الأول: الإطار القانوني لقطاع النفط والغاز والطاقة في سياق التغير المناخي.

المبحث الثاني: التحديات التي تواجه الدول المنتجة للنفط والغاز في تطبيق السياسات البيئية.

المبحث الأول: الإطار القانوني لقطاع النفط والغاز والطاقة في سياق التغير المناخي

يُعد تغير المناخ من أبرز التحديات العالمية، لما له من تأثير مباشر على الصحة، والاستقرار الاجتماعي، والاقتصاد العالمي⁷، كما يمثل تهديدًا للأسواق المالية والنظم الاقتصادية، مما يستدعي حلولاً مالية مبتكرة للتكيف مع مخاطره. وقد أثرت ضالة كمية الغازات في الغلاف الجوي على المناخ لقدرتها على امتصاص الإشعاع، وأظهرت القياسات ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية بنحو 0.85 درجة مئوية بين عامي 1880 و 2012⁸.

7 البنك الدولي، «المخاطر المناخية وتأثيرها على الاقتصاد»، مجموعة البنك الدولي، نيويورك، 2022، <https://www.worldbank.org> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.

8 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC، «ملخص لصانعي السياسات عام 2013»، مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_arabic تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 9.

وَيُعدّ الوقود الأحفوري محركاً رئيساً للنمو الاقتصادي؛ لكنه مرتبط بزيادة انبعاثات الغازات الدفيئة، مما يسهم في تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري⁹، وبذلك ظهر مفهوم «تمويل المناخ» كمجال يهدف لإيجاد حلول اقتصادية مستدامة للتحديات البيئية¹⁰، لتوقع مساهمته في إدارة المخاطر المناخية وتوجيه الاستثمارات نحو الطاقة المتجددة، بما يحقق التوازن بين التنمية وحماية البيئة¹¹، ونوضح ذلك كما يلي:

المطلب الأول: انعكاسات التغيرات المناخية على تطور اتفاقيات المناخ والتدفقات المالية

أدى تصاعد التغيرات المناخية إلى دفع المجتمع الدولي نحو تطوير اتفاقيات مناخية أكثر شمولاً وربطها بآليات تمويل واضحة، كان من أبرزها التمويل الأخضر كأداة لتعزيز التزامات الدول تجاه خفض الانبعاثات والتكيف مع آثار التغير المناخي. ذلك بوصفه جزءاً من التمويل المستدام؛ حيث لم يعد يقتصر على دعم المشروعات البيئية بشكل عام، بل أصبح أداة محورية في تنفيذ اتفاقيات المناخ مثل اتفاق باريس، من خلال توجيه التدفقات المالية نحو استثمارات تدعم الاقتصاد منخفض الكربون، وتقلل المخاطر المناخية طويلة الأجل¹² وتشير التقديرات إلى أن الدول النامية تحتاج إلى ما بين 30 إلى 50 مليار دولار سنوياً للتكيف مع آثار التغير المناخي، مما يستدعي تعزيز التعاون الدولي وتطوير أدوات تمويل مرنة ومبتكرة تسهم في تحقيق أهداف تلك الاتفاقيات¹³، ونوضح ذلك كما يلي:

الفرع الأول: تطور اتفاقيات المناخ: من بروتوكول كيوتو إلى اتفاق باريس

بدأت المفاوضات الدولية بشأن تغير المناخ عام 1988 خلال مؤتمر تورنتو، الذي دعا إلى ميثاق عالمي لحماية الغلاف الجوي¹⁴. ثم شهد عام 1992 توقيع اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) خلال قمة الأرض في ريو دي جانيرو، ثم اعتمد بروتوكول كيوتو خلال مؤتمر الأطراف (COP3)، الذي فرض التزامات على الدول المتقدمة لخفض الانبعاثات¹⁵، وفي عام 2015 مثل مؤتمر باريس (COP21) نقطة تحول بتبني اتفاق باريس، الذي يهدف إلى حصر ارتفاع درجات الحرارة العالمية بأقل من درجتين مئويتين، والسعي إلى عدم

9 مكتب العمل الدولي، «التنمية المستدامة والعمل اللائق والوظائف الخضراء»، التقرير الخامس، البند الخامس، جنيف، 2013، ص 18-24.

10 Navroz K. Dubash, "India in a Warming World Integrating Climate Change and Development" Published in India by Oxford University Press, ISBN-10 (eBook): 0-19-909839-52019, pp. 209-221.

11 منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، «تمويل المناخ والتنمية المستدامة»، <https://www.oecd.org> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 9.

12 منى ربيع عبد الفتاح السيد، «أثر التغيرات المناخية على النمو الاقتصادي في جمهورية مصر العربية: دراسة قياسية»، المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، مج 4، ع 2 (يوليو 2023)، ص 129-130.

13 صندوق النقد العربي، «تقرير تغير المناخ والاستقرار المالي في الدول العربية: تقديرات التمويل اللازم لمواجهة تغير المناخ في إفريقيا»، 2021، <https://www.imf.org> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 9.

14 مؤتمر تورنتو حول تغير المناخ، «المؤتمر العالمي حول تغير المناخ الجوي تقرير المناخ عام 1988»، تورنتو، أونتاريو، 1988، 27-30 يونيو 1988 <https://www.wmo.int> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 9.

15 الأمم المتحدة، «بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أبرم في ديسمبر 1997 الخطوط العريضة لمستوى الانبعاثات المستهدف»، اعتمد في كيوتو، دخل حيز التنفيذ في 16 فبراير 2005، منشورات الأمم المتحدة، 2005، ص 2-22.

تجاوز 1.5 درجة¹⁶. ألزم الاتفاق الدول بتقديم المساهمات المحددة وطنياً (NDCs) وتمت مصادقة معظم الدول. وفي 2018، اعتمد مؤتمر الأطراف (COP24) «حزمة كاتوفيتشي»، التي حددت قواعد تنفيذ الاتفاق، فيما يتعلق بإطار الشفافية والإبلاغ عن الانبعاثات والتمويل ونقل التكنولوجيا¹⁷. بينما ركز مؤتمر الأطراف (COP25) عام 2019 على تفعيل المادة 6 من اتفاق باريس بشأن آليات التعاون المناخي، دون التوصل إلى اتفاق حاسم، مما أدى إلى تأجيل القرارات إلى مؤتمر الأطراف (COP25)¹⁸، وتزايد الاهتمام العالمي بتقنيات خفض الانبعاثات وتحقيق الحياد الكربوني¹⁹، من خلال مصادر الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح، وتقنيات احتجاز الكربون الحيوية كالطحالب الدقيقة²⁰. ومع ازدياد الانبعاثات، خاصة من الصين والولايات المتحدة، سعت دول عديدة لاستبدال الوقود الأحفوري بمصادر متجددة؛ بهدف تقليل الاحتباس الحراري، وتحقيق أهداف اتفاق باريس بحصر الارتفاع في درجات الحرارة دون درجتين مئويتين بحلول 2050²¹. ووفقاً لوكالة الطاقة الدولية، يمكن للعالم الوصول إلى 1721 غيغاوات من الطاقة عن طريق تركيب الألواح الكهروضوئية²²، وقد ترتفع إمكانية الوصول بحلول عام 2050، وتشير التقارير إلى أن صناعات الورق تعمل بعمليات كثيفة لاستهلاك للطاقة. ومن خلال القضاء على الوقود الأحفوري، يمكن الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي عن طريق خفض درجة الحرارة بمقدار درجتين مئويتين²³، وقد وضعت الدول الرائدة في إنتاج اللب والورق مثل فنلندا والسويد، سياسات وأهدافاً لتصبح خالية من الكربون بحلول عامي 2035 و2045 على التوالي²⁴. وقد أجريت العديد من الدراسات لحجز ثاني أكسيد الكربون، إما عن طريق العمليات الفيزيائية مثل الفحم الحيوي وتخزين المحيطات والتخزين الجيولوجي، أو العمليات الكيميائية مثل الكربنة المعدنية أو الغسيل الكيميائي، أو العملية البيولوجية مثل إعادة التحريج والكائنات الحية الدقيقة والطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS). ويعد احتجاز الكربون المباشر من الهواء وتخزينه نهجاً مهماً لإزالة ثاني أكسيد الكربون، الذي يقترن بالوحدات

16 المادة 2 من اتفاق باريس 2015، مرجع سابق.

17 الأمم المتحدة، «مؤتمر الأطراف الرابع والعشرون (COP24)» حزمة كاتوفيتشي 2018، عقد المؤتمر في كاتوفيتشي، بولندا في الفترة من 2-14 ديسمبر 2018، <https://unfccc.int> تاريخ الزيارة: 2025/2/10.

18 الأمم المتحدة، «مؤتمر الأطراف الخامس والعشرون (COP25)»، نتائج المفاوضات بشأن المادة 6 من اتفاق باريس 2019، <https://unfccc.int> تاريخ الزيارة: 2025/2/10.

19 Chung, I. K., Beardall, J., Mehta, S., Sahoo, D., & Stojkovic, S., "Using marine macroalgae for carbon sequestration: a critical appraisal." *Journal of Applied Phycology*. (eBook) 2011, pp. 49-51.

20 Duarte, C. M., Wu, J., Xiao, X., Bruhn, A., & Krause-Jensen, D., "Can Seaweed Farming Play a Role in Climate Change Mitigation and Adaptation?" *Frontiers in Marine Science* (eBook) 2017, p. 109.

21 أحمد سلطان، «أمن الطاقة العالمي: دور بريكس في رسم خريطة الطريق»، المركز المصري للفكر والدراسات الاستراتيجية، 02/11/2024، <https://ecss.com.eg/49014> تاريخ الزيارة: 2025/2/10.

22 وكالة الطاقة الدولية (IEA)، «تحليل الانبعاثات الكربونية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا»، 2022، ص 39-44.

23 Tripathi S, Kairamkonda M, Gupta P, Poluri KM (2023) Dissecting the molecular mechanisms of producing biofuel and value-added products by cadmium tolerant microalgae as sustainable biorefinery approach. *Chem Eng J* 454:140068. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140068>

24 وكالة الطاقة الدولية للكربون، «التقرير السنوي: توقعات الطاقة العالمية»، 2023، <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> تاريخ الزيارة: 2025/2/11.

التقليدية لتقليل البصمة الكربونية²⁵.

الفرع الثاني: تغيّر المناخ في المنطقة العربية

تعاني المنطقة العربية من تأثيرات حادة لتغيّر المناخ، مما أدى إلى تحديات اجتماعية واقتصادية وبيئية كبيرة؛ حيث تختلف قدرة الدول العربية على التكيف مع تداعيات التغيّر المناخي؛ إذ تواجه ارتفاعاً في درجات الحرارة، وندرة شديدة في المياه، وانخفاضاً في معدل هطل الأمطار السنوي؛ مما أدى إلى تحول معظم المنطقة إلى مناطق قاحلة أو شبه قاحلة. إن تكرار الظواهر المناخية مثل الفيضانات والجفاف وموجات الحر²⁶ يفرض تحدياً كبيراً على التنمية المستدامة²⁷، ويظهر ذلك في المناطق الحضرية والريفية؛ حيث يعيش أكثر من 50٪ من السكان في المدن؛ بينما يقطن 67٪ من الفقراء في المناطق الريفية التي تشكل 48٪ من إجمالي السكان²⁸؛ مما يحد من قدرة الحكومات على معالجة آثار تغيّر المناخ²⁹. ونوضح ذلك كما يلي:

أولاً: التغيّر المناخي وتأثيره على الأمن المائي والطاقة والغذاء

تفرض تداعيات تغيّر المناخ ضغوطاً كبيرة على الحكومات العربية لتحقيق الأمن المائي، والطاقي، والغذائي للأجيال الحالية والمستقبلية³⁰. وتتفاقم التحديات التنموية التي تفرضها الصراعات المستمرة مع عدم الاستقرار السياسي، مما يزيد الأعباء على الحكومات في توفير الاحتياجات الأساسية³¹؛ حيث تستضيف الدول العربية أكثر من 53٪ من إجمالي اللاجئين، ويبلغ عدد النازحين في المنطقة العربية 37٪، وهذه النسب تضاعف التحديات البيئية والاجتماعية³². ويتوقع أن ترتفع درجات الحرارة في المنطقة العربية إلى 50 درجة مئوية بحلول نهاية القرن

25 Reiter, P., "Climate Change and Mosquito-borne Disease" Environmental Health Perspectives, 109(1), 2001, pp. 141–61. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1240549>

26 زينب مجدي، «تغير المناخ في الدول العربية الآثار والسياسات»، المجلة الدولية للسياسات العامة والبيئة في مصر (IJPE)، مج 2، ع 4 (2023)، ص 92-124.

27 ساجد أحمد عبد الركاابي، «التنمية المستدامة ومواجهة تلوث البيئة وتغير المناخ»، المركز الديمقراطي العربي، برلين، ألمانيا، أبريل 2020، ص 165.

28 الأمم المتحدة، «الآثار الاقتصادية والاجتماعية لتغير المناخ في العالم العربي»، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، 2022، ص 75، <https://www.unescwa.org/ar/publications> / الآثار -الاقتصادية-والاجتماعية-لتغير-المناخ-في-العالم-العربي تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 18.

29 أمل الدبابسة، «أثر تغير المناخ على المناطق الحضرية في المنطقة العربية واستراتيجيات التكيف المحتملة»، مؤسسة هاينريش بول، بيروت، 21 نوفمبر 2012، <https://lb.boell.org/ar/2012/22/11/thr-tgyr-lmnkh-l-lmntq-lhdry-fy-lmntq-lrby-wstrtyjyt-ltkyf-lmhtml> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 11.

30 البنك الدولي، «المناخ والتنمية في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا: نظرة عامة وملخص فني، التكيف مع مناخ متغير في البلدان العربية»، تقرير عام 2021، www.worldbank.org تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 18.

31 الأمم المتحدة، «تأثير تغير المناخ على الفئات الضعيفة في الدول النامية تقرير 2020» تقارير المناخ، منشورات الأمم المتحدة، <https://www.un.org> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 18.

32 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «التغير المناخي والنزوح القسري في الشرق الأوسط 2023»، مطبعة جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، 2022، ص 1099-3056.

الحالي، مما يهدد صحة السكان وسبل عيشهم في المناطق الحضرية والريفية³³. وعلى الرغم من أن المنطقة العربية مسؤولة عن 5٪ فقط من انبعاثات الغازات الدفيئة على مستوى العالم، فإن بصمتها الكربونية في زيادة مستمرة³⁴. لذلك يعد تكيفها مع تغيّر المناخ أولوية قصوى، وهو ما أكّده المنتدى العربي للتنمية المستدامة عام 2019³⁵.

ثانيًا: آثار تغيّر المناخ

تُظهر آثار تغيّر المناخ من خلال تزايد موجات الحر والجفاف وتراجع الأمطار³⁶، ويؤثر ذلك سلبًا على الزراعة والصحة العامة بسبب انتشار الأمراض المدارية³⁷. فقد ارتفع متوسط درجة الحرارة العالمية بنحو درجة مئوية واحدة خلال 120 عامًا الماضية، ما يفوق بعشر مرات التغيرات الطبيعية التي حدثت بعد العصر الجليدي؛ حيث إن هذه الزيادة تشكل تحديًا كبيرًا للنظم البيئية في قدرتها على التكيف. إذ يرتبط ارتفاع درجة الحرارة بزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة 40٪، وهي زيادة غير مسبوقة مقارنة بالمعدلات السابقة.

المطلب الثاني: تقنيات احتجاز وتخزين الكربون (CCUS) والطاقة الحيوية

تؤثر كمية الغازات في الغلاف الجوي للأرض على مناخ الأرض بسبب قدرتها على امتصاص الإشعاع المنبعث من سطح الأرض كما يلي:

الفرع الأول: تأثير الغازات على مناخ الأرض

يتم حساب متوسط درجة الحرارة العالمية بناءً على آلاف موازين الحرارة على الأرض والقياسات التي تجرّها السفن فوق المحيط، وتظهر القياسات ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية لمدة 120 عامًا بنحو 0.85 درجة مئوية خلال الفترة 1880-2012³⁸. ويرجع الارتفاع إلى زيادة ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات المسببة للانحباس الحراري في الغلاف الجوي³⁹، من خلال تشغيل نماذج المناخ بواسطة أجهزة الحاسوب القادرة على حساب أرقام

33 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، «التوقعات المناخية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا»، الولايات المتحدة الأمريكية، 2021، ص 12.

34 وكالة الطاقة الدولية، «تحليل الانبعاثات الكربونية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا»، مرجع سابق ص 26.

35 الأمم المتحدة: المجلس الاقتصادي والاجتماعي، تقرير المنتدى العربي للتنمية المستدامة لعام 2019، «تمكين الناس وضمان الشمول والمساواة في المنطقة العربية»، بيت الأمم المتحدة، بيروت، 9-11 أبريل 2019، https://www.unescwa.org/sites/default/files/inline-files/arab_forum-sustainable-development-2019-final-report-ar_0.pdf تاريخ الزيارة: 2025/2/18

36 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «تغير المناخ»، تقرير تجميعي، مساهمة فرق العمل الأولى والثانية والثالثة في تقرير التقييم السادس، جنيف، سويسرا، 2023، ص 60-82.

37 الأمراض المدارية (Tropical diseases) هي مجموعة متنوعة من الأمراض المعدية وغير المعدية التي تنتشر بشكل أساسي في المناطق المدارية وشبه المدارية، تسبب عواقب صحية واجتماعية واقتصادية مدمرة، انظر: منظمة الصحة العالمية، <https://www.who.int/ar/news-room/questions-and-answers/item/neglected-tropical-diseases> تاريخ الزيارة: 2025/5/25.

38 وكالة الطاقة الدولية، «تقرير سوق الغاز الربع الثاني من عام 2025 صناعة الغاز»، نيويورك، منشورات الأمم المتحدة، أبريل 2025، [executive-summary/2025-https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q2](https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q2-executive-summary/2025) تاريخ الزيارة: 2025/2/17.

39 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، «المؤتمر العالمي للأرصاد الجوية، الدورة 19» 22 مايو-2 يونيو 2023، جنيف، وثيقة رقم INF/19-Cg 18، 2.7 لسنة 2023، ص 12-15.

المناخ باستخدام قوانين الفيزياء. وبناء عليه، فإن الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية التي تنبأت بها هذه النماذج تتفق مع الملاحظات التي أجريت بواسطة موازين الحرارة، مما يثبت صحة استخدامها لفهم آثار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على مسار متوسط درجة الحرارة العالمية.

وقد زادت كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض بنسبة 40٪ خلال 150 عامًا الماضية، بسبب حرق الوقود الأحفوري من الفحم والنفط والغاز الطبيعي، وإزالة الغابات، والتغيرات الأخرى في استخدام الأراضي. وهذه الزيادة لها تأثيرات مباشرة وغير مباشرة على تغير المناخ، فالتأثيرات غير مباشرة تسمى التغذية الراجعة الإيجابية، وتتمثل في تسريع الاحترار؛ بينما تتمثل التأثيرات السلبية في إبطاء الاحترار، وتؤدي الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية الناجمة عن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة بخار الماء، مما يسبب احتجاز مزيد من الإشعاع الحراري المنبعث من الأرض. وهناك عامل آخر يسبب ردود فعل إيجابية يتمثل في ذوبان الجليد في المنطقة القطبية، وفي جبال الهيمالايا بسبب ارتفاع متوسط درجات الحرارة؛ حيث يعكس الجليد معظم إشعاع الشمس، في حين يمتص الماء معظم إشعاع الشمس، مما يؤدي إلى تضخيم ظاهرة الاحتباس الحراري⁴⁰. كانت مستويات ثاني أكسيد الكربون خلال العصور الجليدية، تتراوح بين 180 و280 جزءًا في المليون، وهو أقل بكثير من مستوياتها الحالية التي تجاوزت 400 جزء في المليون في القرن 21. وقد أثبت ذلك عبر تحليل عينات الجليد من القطبين وجبال الهيمالايا. وعلى الرغم من وجود أسباب طبيعية كتغيرات النشاط الشمسي والثوران البركاني، فإن تأثير البشر على المناخ حاليًا يفوق العوامل الطبيعية⁴¹. ونوضح فيما يلي:

أولاً: تقنيات احتجاز وتخزين الكربون (CCUS)

تؤدي تقنية احتجاز وتخزين الكربون دورًا حيويًا في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ودعم مسارات الانتقال إلى الحياد الكربوني⁴²، عبر محاور تشمل تقليل الانبعاثات من البنية التحتية الحالية، ودعم القطاعات الصناعية الثقيلة، وإنتاج الهيدروجين النظيف، وإزالة الكربون من الغلاف الجوي⁴³، ويُتوقع احتجاز 9.5 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون وتخزينها بحلول 2070، مع استخدام 0.9 غيغا طن إضافية⁴⁴؛ حيث يأتي 40٪ من قطاع الطاقة، و25٪ من الصناعات الثقيلة، و30٪ من تحويل الوقود⁴⁵.

40 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «ملخص لصانعي السياسات في تغير المناخ 2021»، كامبريدج، المملكة المتحدة، 2021، ص 12-21.

41 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «ملخص لصانعي السياسات 2013»، مرجع سابق.

42 المجلس العالمي للطاقة، «العشرينات الصاخبة: عقد من التحول؟ التحديات البيئية والاقتصادية لتقنيات احتجاز وتخزين الكربون CCUS مراقب قضايا الطاقة العالمية لمحة سريعة»، مجلس الطاقة العالمي، 2022، ص 8-16، 2023، ص 41.

43 وكالة الطاقة الدولية، «توقعات الطاقة العالمية 2019»، <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>، تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 17.

44 وكالة الطاقة الدولية، «دور احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه في تحقيق صافي الانبعاثات الصفري»، منشورات 2023، ص 9-12.

45 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، تقرير خاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ - ملخص فني»، 2011، ص 112-166.

وُتسهم تقنية التقاط الهواء المباشر (DAC) في عملية تفصل ثاني أكسيد الكربون عن الهواء⁴⁶، مما يساعد على تقليل انبعاثاته المتركمة في الغلاف الجوي، وتخزينه بأمان وبشكل دائم في أعماق الأرض⁴⁷، أو تحويله إلى منتجات مفيدة بنسبة 7٪، في حين يعاد استخدام 8٪ فقط من ثاني أكسيد الكربون المحتجز في قطاعي النقل والصناعة.

ثانيًا: الطاقة الحيوية لاحتجاز الكربون وتخزينه (BECCS)

تُعد تقنية الطاقة الحيوية لاحتجاز الكربون وتخزينه من أبرز تقنيات الانبعاثات السلبية؛ إذ تعتمد على استخدام الكتلة الحيوية كوقود لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن الاحتراق وتخزينه، مما يسهم في تقليل انبعاثات الكربون من الغلاف الجوي⁴⁸. وقد تواجه تحديات منها الحاجة إلى مساحات زراعية واسعة⁴⁹، وارتفاع التكاليف التشغيلية⁵⁰، وتأثيرها المحتمل على الأمن الغذائي بسبب التنافس على الأراضي الزراعية⁵¹. وكانت أبرز المشاريع محطة دراكس في المملكة المتحدة، التي تستخدم الكتلة الحيوية لتوليد الطاقة واحتجاز ثاني أكسيد الكربون لتقليل الانبعاثات وتحقيق الحياد الكربوني⁵²، والمشروع السويدي 2030⁵³.

ثالثًا: دور احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه في تحقيق الانبعاثات الصفرية الصافية

تؤدي تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه دورًا محوريًا في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وتحقيق الانبعاثات الصفرية الصافية في قطاع الطاقة، وتسهم في تقليل انبعاثات المرافق الحالية، وتعالج صعوبة تقليل انبعاثات القطاعات الثقيلة كالأسمنت والصلب، وإنتاج الهيدروجين النظيف، وإزالة الكربون من الغلاف الجوي⁵⁴. ووفقًا لتقرير التنمية المستدامة لوكالة الطاقة الدولية، سيكون لتقنيات احتجاز الكربون دور كبير بحلول عام 2070، في تحقيق أهداف التنمية المستدامة واتفاق باريس⁵⁵؛ حيث يُحتجز 9.5 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون، 40٪ منها من قطاع الطاقة، و25٪ من الصناعة الثقيلة، و30٪ من تحويل الوقود كما يسهم في

46 Tribathi, Chaudhary. "Carbon Capture and Storage: Technology and Policy," an analytical study, Oxford Institute for Energy Studies, 2018, <https://www.oxfordenergy.org/publications/carbon-capture-and-storage-technology-and-policy>.

47 أحمد السويدي، «آفاق تقنيات الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه BECCS في الدول الإسكندنافية»، مركز الأبحاث السويدي للطاقة النظيفة، الإمارات العربية المتحدة، 2022، ص 37.

48 الأمم المتحدة، «تقرير حول دور الطاقة الحيوية في الحد من تغير المناخ»، منشورات الأمم المتحدة، 2021، ص 60.

49 منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، «تأثير تقنيات الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه BECCS على الموارد الزراعية والأمن الغذائي»، المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة، 2021، ص 45.

50 الأمم المتحدة، «تقرير حول تكاليف التنمية المستدامة وأثرها على الاقتصاد الأخضر BECCS»، منشورات الأمم المتحدة، 2022، ص 58.

51 مارسيل روبين، «التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية لتقنيات الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه BECCS»، جامعة أكسفورد، المملكة المتحدة، 2023، ص 19.

52 وكالة الطاقة المتجددة البريطانية، نموذج لاستخدام تقنيات الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه BECCS، محطة دراكس، المملكة المتحدة، 2023، ص 23.

53 السويدي، ص 38.

54 وكالة الطاقة الدولية، «دور احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه في تحقيق صافي الانبعاثات الصفرية»، 2020، <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 27.

55 المرجع نفسه.

تقنيات الالتقاط المباشر من الهواء بنسبة 7٪، ويُعاد استخدام 8٪ من ثاني أكسيد الكربون المحتجز في وقود النقل والصناعات الكيميائية⁵⁶.

الفرع الثاني: الطاقة البديلة والحلول المستدامة: بين التشريعات المقارنة

سعت استراتيجيات التطوير في الإمارات وقطر ومصر إلى تنويع مصادر الطاقة من خلال توسيع مشاريع الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والهيدروجين الأخضر؛ بهدف تحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050⁵⁷. ففي الإمارات، تُعد محطة الظفرة للطاقة الشمسية واحدة من أكبر المشاريع عالميًا بقدرة 2 غيغاواط؛ حيث توفر الطاقة لنحو 160 ألف منزل مع تقليل 2.4 مليون طن من الانبعاثات الكربونية سنويًا⁵⁸. كما بدأت الإمارات في تطوير الهيدروجين الأخضر عبر مشاريع رائدة، مثل مشروع الهيدروجين الأخضر في مجمع محمد بن راشد للطاقة الشمسية، بهدف تعزيز مكانتها كمُصدر عالمي للهيدروجين الأخضر⁵⁹. أما قطر، فقد ركزت على تقنيات احتجاز الكربون وتطوير الطاقة الشمسية؛ إذ أنشئت محطة الخرسة للطاقة الشمسية، التي توفر 800 ميغاواط من الكهرباء⁶⁰. في حين تستثمر مصر في مجمع بنبان للطاقة الشمسية، الذي يُعد من أكبر مشاريع الطاقة الشمسية في العالم، بسعة 1.8 غيغاواط⁶¹.

ويمثل الوقود الحيوي ووقود الطيران المستدام أحد البدائل الرئيسة للوقود الأحفوري في قطاع الطيران؛ حيث تبنت الإمارات وقطر ومصر سياسات تدعم إنتاجه واستخدامه، وفقًا لاتفاقية المنظمة الدولية للطيران المدني (ICAO) للحد من الانبعاثات⁶². ففي قطر، يعمل معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة على تطوير مشاريع الوقود الحيوي؛ بينما قامت الإمارات باستخدام وقود طيران مستدام بنسبة 50٪ في رحلاتها التجريبية، استجابةً لمعايير الاستدامة العالمية وتسعى مصر إلى إنشاء مشروعات لتحويل المخلفات إلى وقود حيوي، لدعم قطاع الطيران، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري⁶³.

يُعد تحسين كفاءة الطاقة في قطاع النفط والغاز من أهم الخطوات نحو الاستدامة البيئية؛ حيث تعتمد الإمارات على تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لرفع كفاءة عمليات التنقيب والتكرير، مما أدى إلى تقليل

56 المرجع نفسه.

57 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «التقرير الخاص حول الطاقة المتجددة»، منشورات الأمم المتحدة، 2023، ص 55.

58 وكالة الطاقة الدولية، «تحليل مشاريع الطاقة الشمسية»، منشورات الأمم المتحدة، 2022، ص 43.

59 هيئة كهرباء ومياه دبي DEWA، «مشروع الهيدروجين الأخضر في الإمارات»، منشورات هيئة كهرباء ومياه دبي، دبي، 2023، ص 28.

60 «محطة الخرسة للطاقة الشمسية ستنتج 8 أضعاف التزامات الدولة تجاه موندريال قطر 2022»، جريدة الشرق، 19 يناير 2021، <https://al-sharq.com/article/19/2020/01/2025/2> تاريخ الزيارة: 16/2/2025.

61 البنك الدولي، «تحليل الجدوى الاقتصادية لمجمع بنبان للطاقة الشمسية» التقرير السنوي لمؤسسة التمويل الدولية، 2024، ص 39.

62 منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، «معايير الوقود الحيوي في قطاع الطيران - تقرير منظمة الطيران المدني الدولي البيئي 2016»، مونتريال، كندا، 2022، ص 24.

63 هانىء محمود النراشي، «تحويل المخلفات إلى وقود حيوي»، المركز المصري لأبحاث الطاقة الشمسية المحدودة للطاقة، القاهرة، 2022، ص 36.

استهلاك الطاقة بنسبة 15٪ في بعض الحقول النفطية⁶⁴. أما قطر، فقد أطلقت مبادرات لخفض استهلاك الطاقة في منشآت الغاز الطبيعي المسال؛ بينما تعتمد مصر على تعزيز استخدام التكنولوجيا الرقمية لتحسين كفاءة المصافي النفطية وتقليل الفاقد من الطاقة⁶⁵. ويُعد حرق الغاز الطبيعي من أكبر التحديات البيئية؛ حيث تُنتج الصناعة النفطية عالمياً أكثر من 150 مليار متر مكعب من الغاز المحترق سنوياً⁶⁶. تسعى الإمارات وقطر ومصر للحد من هذه المشكلة من خلال الانضمام إلى شراكة البنك الدولي لوقف حرق الغاز بحلول 2030⁶⁷. فعملت الإمارات على إعادة استخدام 90٪ من الغاز المصاحب في عمليات إعادة الحقن لاستخراج النفط؛ بينما طورت قطر مرافق متقدمة لاستعادة الغاز المحترق في منشآت الغاز الطبيعي المسال⁶⁸. أما مصر، فقد بدأت في مشروع الغاز الحيوي، الذي يهدف إلى تحويل الغاز المحترق إلى مصدر طاقة نظيفة⁶⁹.

وتُعتبر الحلول القائمة على الطبيعة (NBS) أدوات فعالة لامتصاص الكربون ولتحقيق التنمية المستدامة، وتشمل إعادة التشجير، واستعادة الأراضي الرطبة، وتعزيز امتصاص الكربون في المحيطات. ففي الإمارات جرى تنفيذ مشاريع إعادة التشجير لتعويض انبعاثات قطاع النفط؛ حيث تم زراعة 100 مليون شجرة مانجروف، التي تساهم في احتجاز 43 مليون طن من الكربون سنوياً. بينما عملت قطر على توسيع مشاريع استصلاح الأراضي الصحراوية لتقليل التآكل وتحسين جودة التربة، في حين اعتمدت مصر على مشروعات تحسين الأراضي الزراعية واستصلاح البحيرات لدعم الاقتصاد الأخضر⁷⁰.

المبحث الثاني: التحديات التي تواجه الدول المنتجة للنفط والغاز في تطبيق السياسات البيئية

يشكل تغير المناخ تحدياً يهدد النمو الاقتصادي؛ إذ تؤدي الصدمات المناخية إلى عرقلة النشاط الاقتصادي وزيادة الفقر، مما يستدعي جهوداً للتخفيف والتكيف⁷¹؛ حيث تواجه الدول المنتجة للنفط تحديات أبرزها الاعتماد

64 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Developing Energy Efficiency Improvement Technologies*, Paris, France, 2021, p. 41.

65 وزارة البترول والثروة المعدنية المصرية، «تنفيذ برنامج متكامل للتحويل الرقمي في أوجه الصناعة البترولية»، الموقع الرسمي للوزارة، المطبوعات المصرية، المركز الإعلامي، 28 يونيو 2023، ص 2، https://www.petroileum.gov.eg/ar-eg/media-center/news/news-pages/Pages/mop_28062023_01.aspx تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 16.

66 خالد بن خليفة آل ثاني، «وضع خارطة طريق لتحقيق النجاح المستدام في 2022-2026»، مجلة الرائد، ع 161، الربع الأول (2022)، ص 6.

67 البنك الدولي، «مبادرة وقف حرق الغاز، القضاء على الحرق الروتيني للغاز بحلول عام 2030 (ZRF) 2022»، <https://www-worldbank.org.translate.google/en/programs/zero-routine-flaring-by-2030/about> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 19.

68 Anakha Unnikrishnan, Disha Awasthy, Asma Fayaz, "Solving Problems of Climate Change through Energy Conservation," *International Journal of Environment and Climate Change*, 4 March 2025, pp. 76-86 DOI: 10.9734/ijecc/2025/v15i34755

69 خالد السيد حسن، «التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة: مشروع الغاز الحيوي في مصر نموذجاً»، مكتبة جزيرة الورد، القاهرة، 2021، ص 65.

70 البنك الدولي، «تحليل مشاريع تحسين الأراضي في مصر، موجز نتائج عمل مجموعة البنك الدولي»، 2022، ص 39.

71 Arnell, N. W., et al., "Global and regional impacts of climate change at different levels of global warming," *Climatic Change*, 155(3), 2019, pp. 377-391.

على الإيرادات النفطية، مما يحد من تبني سياسات بيئية فعالة دون التأثير على استقرارها الاقتصادي؛ حيث تعوقها القيود المالية والسياسية، مثل تقلب أسعار النفط، وضعف تنويع الدخل، وتطبيق السياسات المناخية المستدامة. وعلى الرغم من توسع الدول في المشاركة بالمبادرات الدولية لدعم الاقتصاد الأخضر، يظل التأثير محدودًا بلا خطط تنفيذية واضحة وآليات تمويل مرنة تراعي خصوصية هذه الاقتصادات. لذلك فإن النجاح يتطلب مواءمة السياسات البيئية مع الأهداف التنموية المحلية، وتعزيز التعاون الإقليمي لدعم الابتكار البيئي والتحول المنهجي نحو اقتصاد منخفض الكربون⁷². ونوضح ذلك كما يلي:

المطلب الأول: تمويل المناخ والتحديات التي تواجه الدول المنتجة للنفط والغاز

تُعد اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ الإطار العالمي الأساسي لمفاوضات تغير المناخ؛ حيث تمثل آلية دولية لمعالجة الآثار البيئية والاقتصادية الناجمة عن الاحتباس الحراري. ويمثل اعتماد اتفاق باريس عام 2015 نقطة تحول مهمة في هذه المفاوضات؛ إذ ساهم في وضع التزامات وطنية ملزمة للدول الأعضاء، إضافة إلى تعزيز مسؤولية الدول المتقدمة في توفير التمويل اللازم للدول النامية لمساعدتها على التكيف مع التغيرات المناخية وتقليل الانبعاثات الكربونية⁷³، كما يلي:

الفرع الأول: انعكاسات التغييرات المناخية على أساليب تمويل البيئة الاقتصادية

أدت التغييرات المناخية إلى إحداث تغيرات مهمة في البيئة الاقتصادية، وكانت لها انعكاسات سلبية على مجمل أوضاع الاقتصاد، مثل خسائر الإنتاج، وتراجع الناتج المحلي، وتهديد الاستقرار المالي، وتأثيرها على مجمل القطاعات الاقتصادية. وبدأت الدول بتباعد أساليب تمويلية جديدة لمواجهة هذه التطورات، ومنها:

أولاً: تمويل المناخ وتوزيع التدفقات المالية في الدول العربية

يواجه تمويل المناخ في الدول العربية تحديات بسبب ارتفاع تكاليف التكيف وضعف التمويل المحلي؛ حيث لا يكفي التمويل الدولي، ويُعد دعم القطاع الخاص محدودًا، على الرغم من زيادة الحاجة لمواجهة آثار التغير المناخي⁷⁴. ففي عام 2016 بلغ العجز المالي 9.9٪ من الناتج المحلي⁷⁵. وقد تلقت الدول العربية 4.6 مليارات دولار من التمويلات الثنائية، ذهبت 94٪ منها إلى خمس دول فقط، مما يبرز خللاً في التوزيع⁷⁶، في حين خصصت خمسة

72 Agliardi, E., & Xepapadeas, A., "Introduction: Special Issue on the Economics of Climate Change and Sustainability." *Environmental and Resource Economics*, 72(1), 2019, pp. 1-4. <https://doi.org/10.1007/s10640-018-0303-3>

73 الأمم المتحدة، «الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ»، مرجع سابق.

74 صندوق النقد الدولي، «تمويل المناخ في الدول النامية، التحديات والفرص 2023»، الموقع الرسمي، <https://www.imf.org/ar/Publications/WEO> تاريخ الزيارة: 2025/2/14.

75 البنك الدولي، «التحديات المالية في مواجهة تغير المناخ بالدول العربية»، 2020، ص 12-17، <https://www.worldbank.org> تاريخ الزيارة: 2025/2/14.

76 البنك الدولي، «لمحة سريعة عن التمويل المناخي في السنة المالية 2024»، <https://www.worldbank.org/ar/news/press-climate-finance-fiscal-year-2024-snapshot/19/09/release/2024> تاريخ الزيارة: 2025/2/14.

صناديق دولية بقيمة 1.6 مليار دولار فقط من أصل 55.7 مليار دولار، مما يعكس صعوبة الوصول إلى هذه الموارد.

ثانيًا: الفجوات التمويلية للعمل المناخي في الدول العربية

على الرغم من أن اتفاق باريس يدعو إلى تحقيق توازن بين التكيف والتخفيف، ومراعاة الاستراتيجيات التي تقودها البلدان، وأولوية واحتياجات الأطراف من البلدان النامية، فإن الدول العربية تواجه فجوات تمويلية كبيرة على المستويين العالمي والإقليمي، وعبر القنوات الثنائية والمتعددة الأطراف؛ حيث تشير البيانات إلى أن التمويل المخصص للتخفيف يتجاوز التمويل المخصص للتكيف بنسبة 5 إلى 1٪. على الرغم من السعي لتحقيق التوازن بينهما وتتجاوز قروض المنح بنسبة 5 إلى 1٪. مما يشكل تحديًا للدول العربية، خاصة الدول الأقل نموًا، التي تلقت 2٪ فقط من هذه التدفقات ومن حيث توزيع التمويل، يخصص 14٪ فقط لمشاريع المياه والصرف الصحي، مقارنة بنحو 76٪ لمشاريع الطاقة والنقل والبنية التحتية على المستوى العالمي، تقدم الدول المتقدمة دعمًا ثانيًا يفوق الدعم المقدم عبر الآليات المالية المتعددة الأطراف بنسبة 20 إلى 1٪. مما يخلق خطرًا يتمثل في أن التمويل يعتمد على أولويات الدول المانحة، التي قد لا تتوافق تمامًا مع الأولويات الوطنية للدول المستفيدة⁷⁷. لذلك، يجب زيادة الموارد المالية لتلبية الاحتياجات الملحة للدول النامية في مواجهة تحديات تغير المناخ⁷⁸.

وتسعى الدول العربية إلى الوصول إلى تدفقات التمويل المناخي الدولية العامة، وتقوم بتجريب واعتماد آليات تمويل مبتكرة محليًا وعالميًا لتعبئة موارد إضافية لدعم الإجراءات المناخية المحددة وطنيًا وتشمل تخفيف المخاطر للمستثمرين، مثل التأمين ضد المخاطر السياسية أو ضمانات الاستثمار، والسندات الخضراء والصكوك الخضراء المتوافقة مع الشريعة الإسلامية، إضافة إلى خدمات النظم الإيكولوجية، والتمويل القائم على النتائج، ومقايضات الديون بالمناخ، وقد لا يتوافق نوع التمويل المقدم للدول العربية مع أولوياتها الوطنية، مما يشكل تباينًا بين العرض والطلب على تمويل المناخ؛ حيث تشير البيانات المتاحة إلى أن إجمالي تدفقات تمويل المناخ الدولية لا يزال غير كافٍ لتلبية احتياجات المنطقة العربية وغالبًا سيظل التمويل غير كافٍ على الرغم من استمرار مفاوضات زيادة التمويل في اتفاق باريس إلى أكثر من 100 مليار دولار سنويًا، إذ لم يتم وضع التفاصيل لآلية الشفافية عن صيغ تمويل المناخ، أو حل الأسئلة الأساسية حول كيفية تعريف تمويل المناخ⁷⁹.

الفرع الثاني: دور التمويل المناخي في دعم التحول التنموي ومساندة الفئات الأكثر فقرًا

يُعد تمويل الإجراءات المناخية الداعمة للتحول عنصرًا أساسيًا في تحقيق التنمية المستدامة ومساندة الفئات الأكثر تضررًا من تغير المناخ، خاصة الفقراء الذين يتأثرون بشكل أكبر بتبعاته ومع ذلك، تواجه الدول تحديات

77 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، «تقييم التمويل المناخي وتأثيره»، 2022، مطبعة جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، 2022، صفحات متعددة <https://www.ipcc.ch>

78 اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، «تمويل العمل المناخي في المنطقة العربية»، https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/climate_finance_in_the_arab_region_technical_report.pdf

79 وكالة الطاقة الدولية، «التحليل المالي لمشاريع الطاقة المتجددة»، منشورات 2022، ص 21-25.

مالية تعوق توفير الموارد اللازمة لهذه الجهود كما يلي:

أولاً: تمويل مجموعة البنك الدولي

قدمت مجموعة البنك الدولي تمويلًا قياسيًا بلغ 31.7 مليار دولار في السنة المالية 2022 لمساعدة الدول على مواجهة تغيّر المناخ، بزيادة 19٪ عن عام 2021 الذي بلغ 26.6 مليار دولار⁸⁰؛ حيث لا تزال مجموعة البنك الدولي أكبر ممول متعدد الأطراف لأنشطة العمل المناخي في الدول النامية، إذ شكل تمويل العمل المناخي 36٪ من إجمالي تمويل المجموعة، متجاوزًا الهدف المحدد في خطة عملها بشأن تغيّر المناخ للسنوات 2021-2025، الذي كان 35٪⁸¹. وخصصت نحو 12.9 مليار دولار من إجمالي التمويل لاستثمارات التكيف وتعزيز القدرة على تحمل تغيّر المناخ. وفي عام 2022، قدمت مؤسسة التمويل الدولية تمويلًا مناخيًا بلغ 4.4 مليارات دولار، وجمعت مبلغًا إضافيًا قدره 3.3 مليارات دولار من مصادر تمويل أخرى. كما قدمت الوكالة الدولية لضمان الاستثمار 1.1 مليار دولار دعمًا للتمويل المناخي، ومساعدة الدول على دمج الأهداف المناخية والتنمية، وتحديد الأولويات للإجراءات الأكثر تأثيرًا في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتعزيز التكيف مع تغيّر المناخ؛ فالتنمية المناخي للبنك الدولي يعتمد على منهجية موحدة مع بنوك التنمية متعددة الأطراف؛ إذ تُحتسب نسبة التمويل المرتبطة مباشرة بالعمل المناخي في جميع المشروعات⁸².

ثانيًا: مخاطر المناخ وأسواق الأصول

تؤثر مخاطر المناخ، سواء المادية كالكوارث الطبيعية أو الانتقالية كالتغيرات التنظيمية، بشكل مباشر على أسواق الأصول⁸³؛ حيث تفقد العقارات الساحلية قيمتها بفعل ارتفاع البحار؛ بينما تتضرر شركات الوقود الأحفوري من السياسات البيئية، في حين تستفيد شركات الطاقة المتجددة من نفس السياسات وتتفاوت استجابة الأصول لهذه المخاطر بحسب طبيعتها ومدى تعرضها لها، مما يخلق تحديًا في تقييم قيمتها السوقية ويزيد من صعوبة التقييم محدودية البيانات التاريخية حول كيفية تسعير الأسواق لهذه المخاطر، مما يجعل فهم العلاقة بين تغيّر المناخ وأسواق الأصول في طور التكوين⁸⁴.

ثالثًا: تدفقات التمويل العام الدولي للمناخ من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية

تشير تقارير اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيّر المناخ إلى أن تدفقات التمويل الدولي للمناخ تعاني من عدم المساواة

80 البنك الدولي، «تمويل المناخ في السنة المالية 2022»، نيويورك، 07/09/2022، <https://www.worldbank.org/ar/news/press-release/2022>

7-billion-in-climate-finance-in-fiscal-year-world-bank-group-delivers-record-31-2025/2/26 تاريخ الزيارة: 2025/2/26

81 اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، «التقدم المحرز في تمويل المناخ»، منشورات الأمم المتحدة، 2023، <https://www.unescwa.org/ar/publications>

2025/2/26 تاريخ الزيارة: 2025/2/26

82 المرجع نفسه.

83 البنك الدولي، «تقرير حول تأثيرات المناخ على الأسواق المالية»، <https://www.worldbank.org> تاريخ الزيارة: 2025/2/23

84 نواف أبو شمالة، «عرض تقرير التنمية العربية وتغير المناخ والتنمية المستدامة في الدول العربية»، مجلة التنمية والسياسات الاقتصادية، المعهد العربي للتخطيط، مج 26، ع 1 (2024)، ص 43-70، <https://www.arab-api.org/Files/Publications/PDF/845.pdf> 2812024_845

عبر القطاعات؛ حيث تمثل القروض غالبية تمويل التخفيف؛ بينما يتمتع تمويل التكيف عادةً بامتيازات أعلى، مما يجعل آلية التوزيع غير متكافئة بين الدول المستفيدة ويخلق فجوة تمويلية في الدول النامية⁸⁵. وتُمنح الغالبية العظمى من التمويل لمشاريع الطاقة المتجددة، على الرغم من حاجة بعض الدول إلى دعم التكيف مع التغيرات المناخية⁸⁶. فعلى سبيل المثال، حصل المغرب عام 2016 على 97٪ من إجمالي تمويله المناخي لمشاريع التخفيف، في حين لم تتجاوز حصة التكيف 2٪، على الرغم من معاناته من الجفاف وندرة المياه⁸⁷. وبالمقارنة، حصلت دول مثل السودان واليمن على تمويل محدود للتكيف على الرغم من هشاشتها المناخية، مما يعكس خللاً في معايير توزيع التمويل. كما تؤثر الفرضيات الاقتصادية والمناخية على معدلات الخصم، وتحدد مدى استعداد المستثمرين للمخاطرة في دعم هذه المشاريع⁸⁸.

المطلب الثاني: الحلول المستقبلية لتحقيق توازن بين إنتاج الطاقة والاستدامة البيئية

تؤدي التكنولوجيا إلى تقليل الآثار البيئية السلبية الناجمة عن عمليات الحفر وإنتاج النفط. يُستخدم النفط الخام في تصنيع المنتجات البترولية المختلفة التي تُستخدم في تزويد الطائرات، والسيارات، والشاحنات بالوقود، وكذلك في تدفئة المنازل وتصنيع المنتجات الصناعية مثل الأدوية والبلاستيك. وأهمية هذه المنتجات في الحياة اليومية، فإن عمليات استكشاف النفط وإنتاجه ونقله قد تترك آثاراً بيئية ضارة. وساهمت التطورات التكنولوجية في تقليلها من خلال تطبيق أنظمة استكشاف وحفر متقدمة تحافظ على التوازن البيئي وتقلل من الانبعاثات الضارة⁸⁹.

وتؤثر عمليات استكشاف النفط وحفره بشكل مباشر على النظم البيئية البرية والبحرية. فالتقنيات الزلزالية المستخدمة تحت قاع المحيط قد تلحق الضرر بالأسماك والثدييات البحرية. إضافة إلى ذلك، يتطلب حفر بئر نفطية على اليابسة إزالة الغطاء النباتي من المنطقة المحيطة، مما قد يؤدي إلى اضطرابات بيئية. ومع ذلك، فقد ساهمت التكنولوجيا الحديثة في تقليل هذه التأثيرات؛ حيث تتيح أنظمة الأقمار الاصطناعية، وأجهزة الاستشعار عن بعد، والتصوير الزلزالي ثلاثي ورباعي الأبعاد اكتشاف احتياطات النفط بدقة أكبر، مع تقليل الحاجة إلى حفر عدد كبير من الآبار الاستكشافية. كما أن استخدام تقنيات الحفر الأفقي والاتجاهي يُمكن من استخراج النفط من مساحات واسعة بأقل عدد من الآبار، مما يحد من التأثير البيئي للحفر⁹⁰.

يُستخدم التكسير الهيدروليكي لاستخراج النفط من التكوينات الصخرية الضيقة مثل الصخر الزيتي، ما أدى إلى زيادة الإنتاج النفطي بشكل كبير، خاصة في الولايات المتحدة. ومع ذلك، فإن هذه التقنية تتطلب كميات كبيرة

85 اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ، مرجع سابق.

86 البنك الدولي، «تقرير حول تأثيرات المناخ على الأسواق المالية»، مرجع سابق.

87 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، مرجع سابق، ص 34.

88 المرجع نفسه.

89 Kadafa, Adati Ayuba. *Environmental Impact of Oil Exploration and Production, and Exploitation in the Niger Delta of Nigeria*. 2020, p. 45. Available at: <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/nwagbo1/docs/kadafa.pdf>.

90 Ibid.

من المياه وتستخدم مواد كيميائية قد تكون ضارة. وقد يؤدي ذلك إلى استنزاف الموارد المائية المحلية وتلوث المياه الجوفية في حالة سوء إدارة العمليات. كما أن التخلص من مياه الصرف الناتجة عن التكسير الهيدروليكي يُشكل تحديًا بيئيًا؛ حيث قد تحتوي هذه المياه على ملوثات تتطلب معالجة متقدمة قبل التخلص منها أو إعادة استخدامها؛ حيث يتم التخلص من مياه الصرف، بحقنها في آبار عميقة، مما يسبب حدوث زلازل ناتجة عن النشاط البشري⁹¹. وتتطلب مواجهة الانسكابات النفطية حلولاً مبتكرة لتحقيق التوازن بين أمن الطاقة وحماية البيئة، مثل اعتماد ناقلات ذات هيكل مزدوج وتقنيات استشعار مبكر. فقد ساهمت معايير المنظمة البحرية الدولية وقانون تلوث النفط لعام 1990 في تقليل التسربات النفطية وتعزيز الاستدامة البيئية⁹²؛ فقد اعتمدت الولايات المتحدة تقنيات رقابة صارمة وبرامج تحويل المنصات البحرية إلى شعاب مرجانية لتحقيق الاستدامة البيئية⁹³. ونوضح تجارب بعض الدول لتحقيق الاستدامة بقطاع الطاقة كما يلي:

أولاً: تجربة قطر في تحقيق الاستدامة في قطاع الطاقة

تُعد قطر نموذجاً رائداً في التصدي للتحديات البيئية المرتبطة بإنتاج النفط والغاز؛ حيث أدرجت هذه القضايا في رؤيتها الوطنية 2030 التي تهدف إلى تحقيق توازن دقيق بين متطلبات النمو الاقتصادي وضمان الاستدامة البيئية على المدى البعيد. وعملت على تنفيذ استراتيجيات متعددة، من بينها تقليل انبعاثات الكربون الناتجة عن الأنشطة الصناعية، إلى جانب الاستثمار في التقنيات النظيفة التي تساهم في الحد من التلوث البيئي، وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة، وأبرزها محطة الخرصة للطاقة الشمسية، التي تُعد خطوة مهمة نحو تنوع مصادر الطاقة. كما ركزت على توسيع نطاق استخدام تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه بهدف التقليل من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الصناعات الهيدروكربونية⁹⁴. وعلى الرغم من هذه الجهود الطموحة، تواجه قطر تحديات مستمرة تتمثل في إيجاد توازن فعلي بين الاستمرار في إنتاج النفط والغاز وتقليل البصمة الكربونية، إضافة إلى الاعتماد الحالي على الغاز الطبيعي كمصدر أساسي للطاقة⁹⁵، مما يتطلب تطوير بنية تحتية متقدمة تتيح استخدام الهيدروجين الأخضر مصدراً بديلاً ونظيفاً في المستقبل. وتؤكد رؤية قطر الوطنية 2030 أهمية تحقيق تنمية اقتصادية تتماشى مع متطلبات حماية البيئة والمحافظة على عناصرها الأساسية، بما يشمل الهواء والأرض والمياه والتنوع البيولوجي،

91 Williams, M., "Hydraulic Fracturing and Water Management Challenges," *Energy Policy Journal*, vol. 34, no. 2, 2021, pp. 67-70.

92 International Maritime Organization, *MARPOL Convention: Oil Spill Prevention Standards*, London: IMO Publications, 1992, p. 89.

93 U.S. Bureau of Ocean Energy Management, *Deepwater Horizon Incident and Regulatory Changes*, Washington, D.C.: Government Printing Office, 2011, p. 57. See also National Oceanic and Atmospheric Administration "Rigs to Reefs Program: Ecological Benefits and Implementation Strategies" NOAA Reports, 2020, p. 112.

94 ميرة فريد ومروة بن الأحرس وألين هواري، «التحول نحو صافي انبعاثات صفرية في قطر: سياسة تعتمد على الهيدروجين وتطوير تقنيات احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون»، مجلة سياسة الطاقة، مج 170 (نوفمبر 2022)، ص 78.

95 Bani baqash, A., Hunaiti, Z. & Abbod, M., An Analytical Feasibility Study for Solar Panel Installation in Qatar Based on Generated to Consumed Electrical Energy Indicator. *Energies*, 2022, p. 15. 10.3390/en15249270

وذلك لضمان استدامة الموارد للأجيال القادمة⁹⁶.

وتسعى قطر إلى تعزيز الحوكمة البيئية في قطاع الطاقة من خلال إطلاق مشاريع ومبادرات تهدف إلى تحسين كفاءة الطاقة وتقليل الانبعاثات الكربونية. ومن أبرزها مشروع «المدن الذكية»، الذي يستهدف رفع كفاءة استخدام الطاقة في المناطق الحضرية والحد من انبعاثات الكربون، مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة⁹⁷. وتتمتع قطر بعضوية في تحالف الدول المصدرة للغاز؛ حيث تدعم الأبحاث العلمية والتعاون الدولي في مجال الاستخدام النظيف للغاز الطبيعي، بما يساهم في تقليل الآثار البيئية الناجمة عن استخدامه⁹⁸.

وتستثمر قطر في مجالات الوقود الحيوي ووقود الطيران المستدام (SAF)، من خلال شراكات استراتيجية مع الخطوط الجوية القطرية لتبني واستخدام هذا النوع من الوقود في الرحلات الجوية المستقبلية، مما يعكس التزام الدولة بتقليل البصمة الكربونية في قطاع الطيران. وتعمل على تطوير تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه؛ حيث أطلقت مشاريع متقدمة في منشآت معالجة الغاز الطبيعي، مما يساهم في تقليل الانبعاثات الضارة. وتسعى إلى تصدير هذه التكنولوجيا إلى دول أخرى لدعم مكانتها في سوق الطاقة النظيفة عالمياً⁹⁹. وفي إطار تعزيز التعاون الدولي في مجال الطاقة المتجددة، تستثمر قطر في مشاريع مشتركة للطاقة الشمسية والرياح بالتعاون مع شركات عالمية، وذلك في سبيل تحقيق استراتيجيتها طويلة المدى لتحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول 2050¹⁰⁰.

وتُعد محطة الخرسة أحد المشاريع المهمة في قطر؛ حيث تم تنفيذ المشروع في الدوحة بقدرة إنتاجية تبلغ 800 ميغاواط وبتكلفة استثمارية تقدر بنحو 467 مليون دولار. بدأ التشغيل الرسمي للمشروع في 2022، ليكون أول مشروع للطاقة الشمسية في قطر. يهدف المشروع إلى توفير 10٪ من إجمالي استهلاك الكهرباء في قطر، كما يساهم في خفض 26 مليون طن من انبعاثات الكربون طوال دورة حياته. ويُعتبر جزءاً من رؤية قطر الوطنية 2030 التي تسعى إلى تحقيق توازن بين التنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية. وجرى تطوير المشروع بالشراكة مع شركة قطر للطاقة التي تخضع لقوانين وزارة البيئة والتغير المناخي القطرية، إضافة إلى تقديم المشروع دعماً حكومياً لتوفير تمويلات منخفضة الفائدة لمشاريع الطاقة المتجددة¹⁰¹. ويعكس مشروع الخرسة التزام قطر بالتحول إلى الطاقة النظيفة عبر شراكة بين القطاعين العام والخاص، مما يقلل العبء المالي على الحكومة، ويدعم استراتيجية البلاد في دمج الطاقة الشمسية مع الهيدروجين الأخضر مستقبلاً¹⁰². كما يعزز المشروع الاقتصاد الوطني من خلال تقليل

96 وزارة البيئة والتغير المناخي، «الاستراتيجية الوطنية للاستدامة البيئية»، منشورات الوزارة، الدوحة، 2021، ص 541-549.

97 وزارة البيئة والتغير المناخي، «استراتيجية قطر الوطنية للبيئة والتغير المناخي تقرير التنمية المستدامة في قطر»، منشورات الوزارة، الدوحة، 2022، ص 12-13.

98 خالد بن خليفة آل ثاني، «الركائز الاستراتيجية لقطر غاز»، مجلة الرائد، ع 163، الربع الأول (2023)، ص 9-10.

99 الأمم المتحدة، «تقرير الطاقة المتجددة في الخليج»، منشورات الأمم المتحدة، نيويورك، 2021، ص 34.

100 Frédéric Babonneau, Maroua Benlahrech, Alain Haurie, Transition to zero-net emissions for Qatar: A policy based on Hydrogen and CO2 capture & storage development-A Study on Solar Energy in Qatar, Hamad Bin Khalifa University, 2020, p. 78.

101 وزارة البيئة والتغير المناخي، «التقرير السنوي للطاقة المتجددة»، 2022، منشورات الوزارة، الدوحة، ص 112.

102 Basha, J.S., Jafary, T., other's "Potential of Utilization of Renewable Energy Technologies in Gulf Countries," Sustainability 2021, 13(18), 10261. <https://doi.org/10.3390/su131810261>

الاعتماد المحلي على الغاز وزيادة صادرات الغاز المسال؛ لكنه يتطلب توسعات مستقبلية لمواكبة الطلب المتزايد¹⁰³.

ثانيًا: تجربة الإمارات في تحقيق الاستدامة في قطاع النفط والغاز والطاقة

تعد الإمارات من الدول الرائدة عالميًا في مجال الاستدامة البيئية والطاقة النظيفة؛ حيث وضعت استراتيجية وطنية تهدف إلى تحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050. تمتلك الإمارات بنية تحتية متطورة في قطاع النفط والغاز، ومع ذلك فهي تبني سياسات متقدمة لتعزيز مصادر الطاقة المتجددة، وتطوير تقنيات احتجاز وتخزين الكربون، إضافة إلى التوسع في استخدام الهيدروجين الأخضر¹⁰⁴.

وقد أطلقت الإمارات المبادرة الاستراتيجية لتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050، لتكون بذلك أول دولة في الشرق الأوسط تعلن عن خطة وطنية طموحة في هذا المجال، مع التزامها باستثمار 600 مليار درهم إماراتي في مشاريع الطاقة النظيفة والمتجددة¹⁰⁵. وهدفت استراتيجية الإمارات للطاقة 2050 إلى خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري، وزيادة استخدام الطاقة المتجددة، وتحقيق كفاءة استهلاك الطاقة بنسبة 40٪¹⁰⁶. وتشارك الإمارات في الجهود العالمية للحد من انبعاثات الميثان؛ حيث انضمت إلى التعهد العالمي بشأن الميثان الذي يهدف إلى تقليل انبعاثاته بنسبة 30٪ بحلول عام 2030، كما نفذت مشاريع احتجاز وتخزين الكربون في قطاع النفط والغاز، إلى جانب تطوير تقنيات الهيدروجين الأخضر والأزرق، وهو ما يعزز ريادتها في إنتاج وتصدير الهيدروجين النظيف عالميًا¹⁰⁷. وعملت الإمارات على تطوير أكبر مشروع للطاقة الشمسية في العالم، وهو «مجمع محمد بن راشد للطاقة الشمسية»، الذي يستهدف تحقيق قدرة إنتاجية تصل إلى 5000 ميغاواط بحلول عام 2030. كما تستثمر في مشاريع طاقة الرياح البحرية والبرية، مما يعزز من مكانتها كقوة إقليمية في مجال الطاقة المستدامة¹⁰⁸.

بدأ مشروع مجمع آل مكتوم للطاقة الشمسية في 2013، مع خطط للتوسع حتى 2030؛ بهدف تقليل انبعاثات الكربون بمقدار 6.5 ملايين طن سنويًا بحلول 2030، مما يعزز استراتيجية الدولة للطاقة التي تهدف إلى توفير 75٪ من إجمالي الكهرباء من مصادر نظيفة بحلول 2050. كما يساهم المشروع في تحقيق هدف الدولة في الحياد الكربوني بحلول 2050، مما يجعلها أول دولة خليجية تبني هذا الهدف، بدعم التشريعات والسياسات فيها، وأبرزها هيئة كهرباء ومياه دبي، إضافة إلى السياسات التي تشجع على الاستثمار الأجنبي المباشر في قطاع الطاقة

103 محمد راشد حسن السليطي، «الاستثمار في الطاقة الشمسية في قطر»، مدونة مجلة قطر للطاقة، 2021، ص 134.

104 وزارة الطاقة والبنية التحتية، «تقرير الاستدامة الإماراتي»، دولة الإمارات العربية المتحدة، التقرير الدوري، 2022، ص 54، <https://www.moccae.gov.ae> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 20.

105 وزارة البيئة والتغير المناخي، «خطة الحياد الكربوني الإمارات 2050»، منشورات الوزارة، 2023، ص 91، <https://www.moei.gov.ae/ar/about-ministry/energy-strategies-to-achieve-net-zero> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 20.

106 حسن حجازي وآخرون، «التحويلات الطاقية، وتعزيز وعي الطاقة المتجددة من خلال المسابقات الطلابية»، دراسة حالة، جامعة الإمارات العربية المتحدة، 2021، ص 62، https://www.uaeu.ac.ae/ar/research/energy_transitions_2021 تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 15.

107 حسن، ص 13.

108 هيئة كهرباء ومياه دبي، «مشروع مجمع محمد بن راشد للطاقة الشمسية»، مطبوعات التقرير السنوي 2023، ص 110.

المتجددة، بما في ذلك الإعفاءات الضريبية للمستثمرين في هذا القطاع¹⁰⁹.

وقد اعتمدت الإمارات على استثمار ضخم في مشاريع الطاقة المتجددة، مما يتيح لها تحقيق أهداف طموحة مثل تزويد 75٪ من الطاقة من مصادر نظيفة بحلول 2050. كما قامت الحكومة الإماراتية بتطوير تشريعات واضحة توفر حوافز مالية وإعفاءات ضريبية لتشجيع الاستثمارات الأجنبية في الطاقة النظيفة، وجرى دمج المشروع في الاستراتيجية الوطنية للطاقة لضمان نجاح التنفيذ¹¹⁰. بالتالي، أصبح مشروع مجمع محمد بن راشد للطاقة الشمسية جزءاً من رؤية الإمارات 2050، ويسهم في تعزيز الاقتصاد الوطني وتحقيق التنوع الاقتصادي، وتقليل الاعتماد على النفط والغاز. كما ساهم في خلق العديد من فرص العمل.

ويختلف تأثير المشروع في الإمارات عن نظيره في قطر نظراً إلى حجمه الكبير، والاستثمارات الواسعة التي شهدتها الإمارات التي جذبت استثمارات أجنبية ضخمة؛ بينما اعتمدت قطر على شراكات بين القطاعين العام والخاص. قد يواجه مشروع «مجمع محمد بن راشد» بعض التحديات المرتبطة بسرعة التنفيذ، مما يتطلب بنية تحتية ضخمة، وتوفير دعم إضافي لتخزين الطاقة المتجددة. وعند المقارنة بين مشروع «مجمع محمد بن راشد» في الإمارات ومحطة الخرسة في قطر، نجد أن المشروع الإماراتي يُعد الأكبر عالمياً بطاقة إنتاجية مستهدفة تبلغ 5000 ميغاواط، مما يعزز من أثره الإيجابي على الاقتصاد الوطني، ويساهم في خلق فرص عمل جديدة¹¹¹. أما محطة الخرسة، فتبلغ قدرتها الإنتاجية 800 ميغاواط، بتكلفة استثمارية تصل إلى 467 مليون دولار، وتسهم بشكل أساسي في تقليل استهلاك الغاز الطبيعي وتخفيف الانبعاثات الكربونية.

ثالثاً: تجربة مصر في مشروع مجمع بنبان للطاقة الشمسية

اعتمدت مصر نموذجاً استثمارياً مرناً لمشاريع الطاقة المتجددة، مثل «مجمع بنبان» الذي يُعد من أكبر مشاريع الطاقة الشمسية عالمياً بقدرة 1650 ميغاواط وتكلفة 4 مليارات دولار¹¹². دعمت الحكومة المصرية المشروع بتشريعات مثل قانون الكهرباء 2015، وبرنامج تعريف التغذية، إلى جانب تأسيس هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مما جذب استثمارات كبرى من شركات دولية عبر شراكات وقروض دولية¹¹³. وقد تمكنت مصر من جذب استثمارات من شركات عالمية، مثل "Siemens"، و"Vestas"، و"Total Energies"؛ حيث تم تمويل هذه المشاريع من خلال شراكات دولية وقروض من البنك الدولي وبنك الاستثمار الأوروبي.

109 هيئة كهرباء ومياه دبي، «انسجاماً مع الاستراتيجيات والخطط الحكومية: هيئة كهرباء ومياه دبي تحدث خططها الاستراتيجية لتتضمن تحقيق الحياد الكربوني بحلول 2050»، مطبوعات الهيئة، 2023، ص 45.

110 وزارة الطاقة والبنية التحتية، «استراتيجية الطاقة 2050»، مرجع سابق ص 67.

111 وكالة الطاقة الدولية، «دور القطاع الخاص في مشاريع الطاقة المتجددة»، منشورات الأمم المتحدة، 2022، ص 5-6.

112 وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، «مشروع بنبان للطاقة الشمسية»، جمهورية مصر العربية، 2019، ص 122.

113 أحمد قنديل، «العرب والطريق نحو عالم تحول الطاقة»، مجلة آفاق عربية وإقليمية، ع 9 (2021)، ص 214-218.

رابعاً: التحديات التي تواجه الدول المنتجة للنفط والغاز في تطبيق السياسات البيئية

تواجه الإمارات وقطر ومصر تحديات اقتصادية وسياسية وتقنية في سعيها لتطبيق السياسات البيئية في قطاع النفط والغاز. تتمثل التحديات الاقتصادية والسياسية في ارتفاع تكاليف الاستثمار في مشاريع الطاقة النظيفة، والمنافسة المتزايدة مع مصادر الطاقة المتجددة التي قد تؤثر على عائدات النفط¹¹⁴. وتواجه الدول المنتجة للنفط ضغوطاً سياسية من الدول المستهلكة التي تدعو إلى خفض الإنتاج وتعزيز استخدام الطاقة النظيفة¹¹⁵. أما من الناحية التقنية، فتتطلب مشاريع احتجاز وتخزين الكربون تطوير تقنيات أكثر كفاءة، مما يمثل تحدياً في ظل الحاجة إلى التوافق مع معايير الطاقة المتجددة من دون التأثير سلباً على إنتاج النفط، كما تبرز الحاجة إلى بنية تحتية متقدمة لدعم استخدام الهيدروجين والوقود المستدام، مما يتطلب استثمارات ضخمة وتطويراً مستمراً للتكنولوجيا¹¹⁶.

وتؤدي المنظمات الدولية دوراً مهماً في دعم سياسات الطاقة المستدامة، مثل توصيات وكالة الطاقة الدولية لخفض الانبعاثات¹¹⁷، وضغوط الاستدامة على «أوبك»، ودعم البنك الدولي وصندوق النقد لمشاريع الطاقة النظيفة¹¹⁸. وتتصدر الإمارات وقطر مشاريع الطاقة الشمسية¹¹⁹، على الرغم من وجود تحديات، مثل تقليل الاعتماد على الغاز، وتطوير تحلية المياه بالطاقة المتجددة، وتخفيض الاستثمار الأخضر. ففي قطر يتم التركيز على التحول نحو توليد الكهرباء بالغاز المصاحب، وتطوير مشروعات لاحتجاز الكربون في صناعة البتروكيماويات، مع التوسع في الطاقة الشمسية، وتعزيز الشراكات مع الشركات العالمية¹²⁰.

خاتمة

تُبرز الدراسة أهمية التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، من خلال تعزيز الطاقة المتجددة، وتطوير معايير الانبعاثات، وتبني حلول مبتكرة كوقود الطيران المستدام والحلول الطبيعية، وتؤكد دور الدول المنتجة للنفط، مثل قطر والإمارات ومصر في قيادة التحول الطاقوي نحو استدامة شاملة. وتوصلت إلى النتائج والتوصيات التالية:

أولاً: النتائج

– التأثيرات المحتملة لتغير المناخ على النشاط الاقتصادي المستقبلي لا تزال تتطلب مزيداً من البحث والتقييم؛

114 وزارة الطاقة والبنية التحتية، «تقرير الطاقة المتجددة»، دولة الإمارات العربية المتحدة، 2022، ص 73.

115 الأمم المتحدة، «تقرير حول سياسات المناخ»، منشورات الأمم المتحدة، 2022، ص 90.

116 المرجع نفسه.

117 منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، «تقرير عام 2022 حول تحول الطاقة» فرنسا، <https://www.oecd.org> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 22.

118 حسن، ص 17.

119 وزارة البيئة والتغير المناخي، «سياسات الطاقة المستدامة في الإمارات»، منشورات الوزارة 2023، ص 108، 124، <https://www.moccae.gov.ae> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 19.

120 صندوق النقد الدولي، «العوائد الاقتصادية لمشاريع الطاقة المتجددة في مصر»، منشورات الأمم المتحدة، 2023، ص 31-49؛ وزارة الطاقة، «السياسات والبرامج الوطنية للطاقة المتجددة»، منشورات الوزارة، الدوحة-قطر، <https://attaqa.net/category/energy-research/annual-reports> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 19.

- لا سيما ما يتعلق بتسعير المخاطر المناخية، واستراتيجيات التحوط، ومدى إدراك المستثمرين لهذه المخاطر وتأثيرها على قراراتهم الاستثمارية.
- يمكن أن يخفف تغير المناخ الناتج المحلي الإجمالي العالمي بما يصل إلى 30٪ بحلول عام 2050؛ إذا لم يتم اتخاذ تدابير فعالة للتكيف مع آثاره.
- تواجه الدول تحديات بيئية متزايدة نتيجة تغير المناخ، مثل ارتفاع درجات الحرارة، وتحمض المحيطات، وارتفاع مستوى سطح البحر. وتتطلب هذه الظواهر اعتماد تقنيات خفض الانبعاثات والحياد الكربوني، مثل الطاقة المتجددة واحتجاز الكربون. ومع ذلك، تصطدم هذه الجهود بعقبات تعوق تنفيذ السياسات المناخية بفعالية في العديد من الدول.
- يمثل تغير المناخ تهديدًا مباشرًا للتنمية الاقتصادية والصحة العامة؛ حيث يسبب تراجع الناتج الزراعي، وزيادة الأمراض المدارية، وتدهور الموارد الطبيعية. تؤكد منظمة الصحة العالمية أن تلوث الهواء وتغير المناخ سيؤديان إلى ملايين الوفيات بحلول عام 2050 نتيجة أمراض القلب والرئة وسوء التغذية والحرارة المرتفعة.
- تسعى بعض الدول، كالإمارات وقطر، إلى قيادة التحول الطاقى عبر مشاريع الطاقة الشمسية والهيدروجين الأخضر، إضافة إلى تقنيات احتجاز الكربون. ما يعكس تفاوتًا في المسارات؛ ولكنها تتكامل لتحقيق الحياد الكربوني. وقد برزت أهمية التعاون الإقليمي في تسريع التحول المستدام، ونقل التكنولوجيا، وتنسيق الاستثمارات الخضراء.
- تُعد تقنيات احتجاز وتخزين الكربون (CCUS) والطاقة الحيوية لاحتجاز الكربون وتخزينه (BECCS) من الأدوات الحيوية لتحقيق أهداف الانبعاثات الصفرية؛ حيث تتيح خفض الكربون الناتج عن الوقود الأحفوري واستغلال الكتلة الحيوية كوقود مستدام. ومع ذلك، فإن تطبيق هذه التقنيات على نطاق واسع يتطلب أطرًا تنظيمية محفزة، واستثمارات ضخمة تتناسب مع المخاطر البيئية والمالية المصاحبة لها.
- يعاني الاقتصاد العالمي من ضغوط متعددة تشمل الأزمات المالية والبطالة والتضخم، وقد أضيفت التغيرات المناخية إلى هذه التحديات بصفتها خطرًا متصاعدًا، وقد تستدعي هذه الأزمات المتشابكة تكامل الجهود الاقتصادية والتشريعية لمعالجة الفجوات في الحوكمة المناخية، وضمان عدالة توزيع الموارد وفعالية تنفيذ حلول الاستدامة البيئية.

ثانيًا: التوصيات

- ينبغي العمل على تحديث التشريعات البيئية في الدول المنتجة للنفط مثل قطر والإمارات، إلى جانب الدول ذات الأهمية الجغرافية والاستراتيجية في التحول البيئي مثل مصر، من خلال تعديل القوانين البيئية القائمة وتشديد الرقابة، عبر إصدار قوانين جديدة تدعم التحول نحو الطاقة النظيفة، لإلزام الشركات بتبني

تقنيات منخفضة الكربون، بما يتماشى مع الاتفاقيات المناخية الدولية، إضافة إلى استخدام الأدوات المالية في التشريعات البيئية، مثل نظام الحوافز البيئية، والضرائب الخضراء، والتشريعات الضريبية التحفيزية، بما يسهم في تعزيز الامتثال البيئي وتحفيز الاستثمار في المشاريع المستدامة.

- ضرورة توحيد الجهود بين الإمارات وقطر في إطار شراكة استراتيجية تشمل الربط الكهربائي، ونقل التكنولوجيا، والبحث المشترك في الهيدروجين الأخضر وتخزين الطاقة، وتبادل الخبرات الفنية؛ مما يسهم في تسريع التحول الطاقوي وتقليل الانبعاثات، ودعم الأمن الطاقوي في المنطقة على أسس اقتصادية وبيئية مستدامة.

- تعزيز الاستدامة البيئية لجميع القطاعات الاقتصادية، مع إمكانية فرض حوافز أو مسؤوليات متباينة تبعاً لحجم بصمتها البيئية. وتحفيز شركات النفط وسائر القطاعات الصناعية والخدمية على تبني مبادئ الحوكمة البيئية والاجتماعية من خلال أدوات مالية تشمل الإعفاءات الضريبية، وتسهيل الوصول إلى التمويل الأخضر، وتطبيق أنظمة تشجيعية تتناسب والأداء البيئي لكل قطاع، كما ينبغي تعزيز الرقابة الحكومية لضمان التزام تلك الجهات بالمعايير البيئية؛ مما يسهم في بناء اقتصاد أكثر مرونة واستدامة بيئية واجتماعية.

- ضرورة تلخيص وتقييم التحديات القانونية والتشريعية التي تعوق تنفيذ الحلول المستدامة في قطاع الطاقة، من خلال مقترحات عملية لتحسين الأطر التنظيمية، تشمل تفعيل دور الأجهزة الرقابية، وتبسيط الإجراءات البيئية، وسن قوانين تشجع الابتكار الأخضر؛ لضمان مواءمة السياسات مع أهداف الاستدامة المناخية.

- تفعيل دور القانون الدولي البيئي؛ من خلال تعزيز الالتزام بالاتفاقيات المناخية، مثل اتفاق باريس، واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية، إضافة إلى تطوير آليات قانونية لمحاسبة الدول والشركات غير الممتثلة، ودعم الدول النامية تقنياً ومالياً لضمان عدالة التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون عالمياً.

المراجع

أولاً: العربية

1. الكتب:

حسن، خالد السيد. التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة: مشروع الغاز الحيوي في مصر نموذجاً. مكتبة جزيرة الورد، القاهرة، 2021.

2. المقالات:

أبو شمالة، نواف. «عرض تقرير التنمية العربية تغير المناخ والتنمية المستدامة في الدول العربية». مجلة التنمية والسياسات الاقتصادية، مج 26، ع 1 (2024).

آل ثاني، خالد بن خليفة. «وضع خارطة طريق لتحقيق النجاح المستدام في 2022-2026». مجلة الرائد، ع 161، الربع الأول (2022).

____. «الركائز الاستراتيجية لقطر غاز». مجلة الرائد، ع 163، الربع الأول (2023).

حجازي، حسن وآخرون. «التحويلات الطاقية، تعزيز وعي الطاقة المتجددة من خلال المسابقات الطلابية»، دراسة حالة. جامعة الإمارات العربية المتحدة، 2021.

صحيفة القيادة والريادة لوسيل «محطة الخرسة للطاقة المتجددة تغطي ثمانية أضعاف احتياجات موندريال الدوحة 2022». الدوحة، عدد 28 / 2 / 2021.

الركابي، ساجد احمد عبل. «التنمية المستدامة ومواجهة تلوث البيئة وتغير المناخ». المركز الديمقراطي العربي، برلين، أبريل 2020.

السليطي، محمد راشد حسن. «الاستثمار في الطاقة الشمسية في قطر». مدونة مجلة قطر للطاقة، 2021.

السويدي، أحمد. «آفاق تقنيات الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه BECCS في الدول الإسكندنافية». مركز الأبحاث السويدي للطاقة النظيفة، الإمارات العربية المتحدة، 2022.

السيد، منى ربيع عبد الفتاح. «أثر التغيرات المناخية على النمو الاقتصادي في جمهورية مصر العربية، دراسة قياسية». المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، مج 4، ع 2 (يوليو 2023).

فريد، ميرة، بن الأحرش، مروة، هواري، ألين. «التحول نحو صافي انبعاثات صفيرية في قطر: سياسة تعتمد على الهيدروجين وتطوير تقنيات احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون». مجلة سياسة الطاقة، مج 170 (نوفمبر 2022).

فيصل، جميل، رضا، محمد حسيب. «علاوات المخاطر المناخية». مجلة الاقتصاد البيئي والتنمية المستدامة، مج 17، ع 3 (2020).

قنديل، أحمد. «العرب والطريق نحو عالم تحول الطاقة». مجلة آفاق عربية وإقليمية، ع 9، 2021.

مجدى، زينب. «تغيّر المناخ في الدول العربية الآثار والسياسات». المجلة الدولية للسياسات العامة والبيئة في مصر (IJPPE)، مج 2، ع 4 (أكتوبر 2023).

النقراشي، هانى محمود. «تحويل المخلفات إلى وقود حيوي». المركز المصري لأبحاث الطاقة الشمسية المحدودة للطاقة، القاهرة، 2022.

3. التقارير:

الأمم المتحدة، «سياسات المناخ»، منشورات الأمم المتحدة، 2022.

____. المجلس الاقتصادي والاجتماعي، تقرير المنتدى العربي للتنمية المستدامة لعام 2019، ت «مكين الناس وضمان الشمول والمساواة في المنطقة العربية»، بيت الأمم المتحدة، بيروت، 9-11 أبريل 2019.

____. «الطاقة المتجددة في الخليج»، منشورات الأمم المتحدة، 2021.

____. «الآثار الاقتصادية والاجتماعية لتغيّر المناخ في العالم العربي»، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، 2022.

____. «تكاليف التنمية المستدامة وأثرها على الاقتصاد الأخضر BECCS»، منشورات الأمم المتحدة، 2022.

____. «دور الطاقة الحيوية في الحد من تغيّر المناخ»، منشورات الأمم المتحدة، 2021.

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، «تمويل العمل المناخي في المنطقة العربية»، 27 ديسمبر 2019.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، «التوقعات المناخية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا»، منشورات الأمم المتحدة، 2021.

____. «فجوة المناخ»، 2021.

البنك الدولي، «المؤشرات العالمية الرئيسية للبنك الدولي للإنشاء والتعمير خلال السنوات المالية 2020-2024»، التقرير السنوي لعام 2024، «تأثير تغيّر المناخ على قيمة العقارات مجموعة البنك الدولي»، نيويورك، 2024.

____. «تحليل الجدوى الاقتصادية لمجمع بنبان للطاقة الشمسية»، التقرير السنوي لمؤسسة التمويل الدولية، 2024.

- ____. «تحليل توزيع التمويل المناخي»، نيويورك، 2022.
- ____. «دعم مصر لمشاريع الطاقة المتجددة»، تقرير التمويل، نيويورك، 2021.
- ____. «التحديات المالية في مواجهة تغير المناخ بالدول العربية»، نيويورك، 2020.
- صندوق النقد الدولي، «العوائد الاقتصادية لمشاريع الطاقة المتجددة في مصر»، منشورات الأمم المتحدة، 2023.
- صندوق النقد العربي، «تقرير تغير المناخ والاستقرار المالي في الدول العربية: تقديرات التمويل اللازم لمواجهة تغير المناخ في إفريقيا»، 2021.
- المجلس العالمي للطاقة، «العشرينات الصاخبة: عقد من التحول؟ التحديات البيئية والاقتصادية لتقنيات احتجاز وتخزين الكربون CCUS»، مجلس الطاقة العالمي، 2022-2023.
- مكتب العمل الدولي، «التنمية المستدامة والعمل اللائق والوظائف الخضراء»، التقرير الخامس، البند الخامس من جدول الأعمال، جنيف، 2013.
- منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، «تأثير تقنيات الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه BECCS»، المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة، الأمم المتحدة، 2021.
- منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، «معايير الوقود الحيوي في قطاع الطيران - تقرير منظمة الطيران المدني الدولي البيئي 2016»، مونتريال، كندا، 2022.
- منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، «تمويل المناخ والتنمية المستدامة».
- ____. «تقرير عام 2022 حول تحول الطاقة»، فرنسا، 2022.
- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، «المؤتمر العالمي للأرصاد الجوية، الدورة التاسعة عشرة»، 22 مايو-2 يونيو 2023، جنيف، وثيقة رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ رقم Cg-19/INF. 2.7، 18 لسنة 2023.
- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، «ملخص لصانعي السياسات في تغير المناخ 2021، الأساس العلمي الفيزيائي. مساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ»، كامبريدج، المملكة المتحدة، 2021.
- ____. «التغير المناخي والنزوح القسري في الشرق الأوسط 2023، تغير المناخ، التأثيرات والتكيف وقابلية التأثر، مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ»، مطبعة جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، 2022.
- ____. «الطاقة المتجددة»، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، منشورات الأمم المتحدة، 2023.

- ____. «مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ»، تقرير خاص ملخص فني، 2011.
- ____. «تغير المناخ» تقرير تجميعي، مساهمة فرق العمل الأولى والثانية والثالثة في تقرير التقييم السادس، جنيف، سويسرا، 2023.
- ____. ملخص لصانعي السياسات في تغير المناخ 2021، كامبريدج، المملكة المتحدة، 2021.
- ____. «التقرير الخاص حول الطاقة المتجددة»، منشورات الأمم المتحدة، 2023.
- ____. «تقييم التمويل المناخي وتأثيره»، 2022، مطبعة جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، 2022، هيئة كهرباء ومياه دبي، «انسجامًا مع الاستراتيجيات والخطط الحكومية هيئة كهرباء ومياه دبي تحدث خطتها الاستراتيجية لتتضمن تحقيق الحياد الكربوني بحلول 2050»، مطبوعات هيئة كهرباء ومياه دبي، 2023.
- وزارة الاستثمار والتعاون الدولي، «فرص الاستثمار في الطاقة المتجددة»، مصر، 2020.
- وزارة البيئة والتغير المناخي، «الاستراتيجية الوطنية للاستدامة البيئية» توافق العناصر الرئيسية للتنمية المستدامة مع رؤية قطر الوطنية 2030، الباب الثامن التنمية المستدامة، منشورات الوزارة، الدوحة، 2021.
- وزارة البيئة والتغير المناخي، «خطة الحياد الكربوني، الإمارات 2050»، منشورات الوزارة، 2023.
- ____. «سياسات الطاقة المستدامة في الإمارات»، الإمارات، 2023.
- وزارة الطاقة والبنية التحتية، «الطاقة المتجددة»، دولة الإمارات العربية المتحدة، 2017، 2022، 2024.
- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، «مشروع بنبان للطاقة الشمسية»، مصر، 2019.
4. القوانين والأحكام:
- اتفاق باريس، «معاهدة دولية ملزمة قانونًا بشأن تغير المناخ»، اعتمدت من قبل 196 طرفًا في مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP21) باريس بتاريخ 12 ديسمبر 2015.
- الأمم المتحدة، «الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغير المناخ 1992 UNFCCC». الأمم المتحدة، نيويورك، اعتمدت في 9 مايو 1992، دخلت حيز التنفيذ في 21 مارس 1994.
- ____. «بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أبرم في ديسمبر 1997، الخطوط العريضة لمستوى الانبعاثات المستهدف»، اعتمد في 11 ديسمبر 1997، دخل حيز التنفيذ في 16 فبراير 2005، نيويورك، منشورات الأمم المتحدة، 2005.
5. المواقع الإلكترونية:
- مؤتمر الأطراف الرابع والعشرون (COP24)، «حزمة كاتوفيتشي 2018» عقد المؤتمر في بولندا في الفترة 2-14 ديسمبر 2018، <https://unfccc.int> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 10.

مؤتمر الأطراف الخامس والعشرون (COP25)، «نتائج المفاوضات بشأن المادة 6 من اتفاق باريس 2019»،
<https://unfccc.int> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 10.

«التحديات المالية في تمويل العمل المناخي»، نيويورك، 2022، www.un.org تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 23.

«التقدم المحرز في تمويل المناخ»، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، منشورات الأمم المتحدة،
نيويورك، 2023، www.unescwa.org تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 26.

«تأثير تغير المناخ على الفئات الضعيفة في الدول النامية»، تقارير المناخ، 2020، www.un.org تاريخ الزيارة:
2025 / 2 / 18.

«تدفقات التمويل المناخي للدول النامية»، اللجنة الاقتصادية لإفريقيا، www.uneca.org تاريخ الزيارة:
2025 / 2 / 8.

«تمويل العمل المناخي في المنطقة العربية»، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، 2023، www.unescwa.org تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 16.

وكالة الطاقة الدولية للكربون، «التقرير السنوي: توقعات الطاقة العالمية»، <https://www.iea.org/reports/world-en-ergy-outlook-2023> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 22.

رئاسة جمهورية مصر العربية، «محطة محولات بنبان للطاقة الشمسية مشروع مجمع بنبان للطاقة الشمسية في مصر»،
الموقع الرسمي للرئاسة، سبتمبر 2014، <https://www.presidency.eg> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.

مؤتمر تورنتو حول تغير المناخ، «المؤتمر العالمي حول تغير الغلاف الجوي تقرير المناخ عام 1988»، كندا في تورنتو،
أونتاريو، 1988، في الفترة 27-30 يونيو 1988، <https://www.wmo.int> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 9.

وزارة البترول والثروة المعدنية المصرية، «تنفيذ برنامج متكامل للتحويل الرقمي في أوجه الصناعة البترولية، رقمنة
المصافي النفطية»، الموقع الرسمي للوزارة، 28 يونيو 2023، https://www.petroleum.gov.eg/ar-eg/me-dia-center/news/news-pages/Pages/mop_28062023_01.aspx تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 16.

الدبابسة، أمل. «أثر تغير المناخ على المناطق الحضرية في المنطقة العربية واستراتيجيات التكيف المحتملة»، مؤسسة
هاينريش بول، 21 نوفمبر 2012، <https://tn.boell.org/ar/2014/05/27/thr-tgyr-lmnkh-l-lmntq-lhdry-fy-lm-ntq-lrby-wstrtyjyt-ltkyf-lmhtml> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 11.

سلطان، أحمد. «أمن الطاقة العالمي دور بريكس في رسم خريطة الطريق»، المركز المصري للفكر والدراسات
الاستراتيجية، 02 / 11 / 2024، <https://ecss.com.eg/49014> تاريخ الزيارة: 2025 / 2 / 8.

References:

- Abū shmālḥ, Nawwāf. «‘arḍ taqrīr al-tanmiyah al-‘Arabīyah Taghayyur al-munākh wa-al-tanmiyah al-mustadāmah fī al-Duwal al-‘Arabīyah» (in Arabic). *Majallat al-tanmiyah wa-al-siyāsāt al-iqtisādīyah*, al-Ma‘had al-‘Arabī lil-Takhṭīṭ, vol. 26, no. 43 (2024).
- Agliardi, E., & Xepapadeas, A. “Introduction: Special Issue on the Economics of Climate Change and Sustainability.” *Environmental and Resource Economics*, vol. 72, no. 1 (2019).
- Āl Thānī, Khālīd ibn Khalīfah. “alrkā’z al-Istirātījīyah lqtrghāz” (in Arabic) *Majallat al-Rā’id*, Qaṭar ghāz lil-tashghīl al-Maḥdūdah, issue 163, 1st quarter (2023).
- Āl Thānī, Khālīd ibn Khalīfah. «waḍ‘ khārītāt tarīq li-taḥqīq al-Najāḥ al-mustadām fī 2022-2026» (in Arabic) *Majallat al-Rā’id*, Qaṭar ghāz lil-tashghīl al-Maḥdūdah, al-Dawḥah, issue 161, 1st quarter (2022).
- al-Bank al-dawī wa-majmū‘ah al-tamwīl al-Dawliyah. (in Arabic) *Ta’thīr Taghayyur al-munākh ‘alā qayyimah al-‘aqārāt, al-Mu’ashshirāt al-‘Ālamīyah 2020–2024* (2024); *Da’m Mashārī’ al-ṭāqah al-mutajaddidah fī Miṣr, bnbān, wa-tawzī’ al-tamwīl al-munākhī* (2020–2024); *al-taḥaddiyāt al-mālīyah al-muanākhīyah fī al-Duwal al-‘Arabīyah* (2020).
- Al-Dawḥah lwsyl. “Maḥaṭṭat alkhrs’h lil-Ṭāqah al-mutajaddidah tgḥty thamāniyat aḍ‘āf iḥtiyājāt mwndyāl al-Dawḥah 2022” (in Arabic). *Ṣaḥīfat al-Qiyādah wa-al-riyādah lwsyl*, 28/2/2021.
- Al-Hay’ah al-ḥukūmiyah al-Dawliyah al-ma’nīyah bi-taghayyur al-munākh. (in Arabic) (IPCC) *taqrīr al-Taḡyīm al-sādis: al-Asās al-‘Ilmī, al-takayyuf, wa-al-tamwīl al-munākhī* (2021–2023); *al-taqrīr al-khāṣṣ ḥawla al-ṭāqah al-mutajaddidah, maṣādir al-ṭāqah al-mutajaddidah wāltkhfyf min Āthār Taghayyur al-munākh* (2011, 2023).
- al-Jihāt al-ḥukūmiyah al-‘Arabīyah. (in Arabic) *istirātījīyah al-ṭāqah 2050 wa-al-taqārīr al-Waṭanīyah ḥawla al-ṭāqah al-mutajaddidah wālāstdāmḥ – al-Imārāt* (2017–2023); *Mashrū’ bnbān lil-Ṭāqah al-shamsīyah – Egypt* (2019); *Taqārīr Wizārat al-bī’ah wa-al-taghayyur al-munākhī ḥawla alāstdāmḥ, al-ṭāqah al-mutajaddidah, wa-ru’yah Qaṭar 2030 – Qatar* (2021–2022).
- Al-Nuqrāshī, Hānī’ Maḥmūd. “taḥwīl al-mukhallafāt ilā wqwd ḥayawī” (in Arabic). *almrkzālmṣry li-Abḥāth al-ṭāqah al-shamsīyah al-Maḥdūdah lil-Ṭāqah*, Cairo, 2022.
- Al-Rikābī, Sājīd aḥmyd ‘bl, “al-tanmiyah al-mustadāmah wa-muwājahat talawwuth al-bī’ah wa-taghayyur al-munākh”, (in Arabic) *al-Markaz al-dīmuqrāṭī al-‘Arabī*, 1st ed., Berlin, Abril 2020.
- Al-Sayyid, Munā Rabī’ ‘Abd al-Fattāḥ. “Athar al-taghayyurāt al-muanākhīyah ‘alā al-numūw al-iqtisādī fī Miṣr, dirāsah qiyāsīyah” (in Arabic). *al-Majallah al-‘Ilmīyah lil-Dirāsāt wa-al-Buḥūth al-mālīyah wa-al-tijārīyah*, vol. 4, no. 2 (July 2023).
- Al-Sulayṭī, Muḥammad Rāshid Ḥasan. “al-istithmār fī al-ṭāqah al-shamsīyah fī Qaṭar”, (in Arabic)

- Mudawwanat Majallat Qaṭar lil-Ṭāqah*, 2021.
- Al-Suwaydī, Aḥmad, “Āfāq Tiqniyāt al-ṭāqah al-ḥayawīyah ma‘a ihtijāz al-karbūn wtkhzyh BECCS fī al-Duwal al’skndnāfyh,” (in Arabic) *Markaz al-Abḥāth al-Suwaydī lil-Ṭāqah al-nazīfah*, al-Imārāt al-‘Arabīyah al-Muttaḥidah, 2022.
- al-Umam al-Muttaḥidah. “al-ittifāqīyah al-iṭārīyah lil-Umam al-Muttaḥidah bi-sha’n Taghayyur al-munākh (UNFCCC) 1992”, (in Arabic). al-Umam al-Muttaḥidah, New York, tamma i’timādahā fī 9 May 1992, dkhlt ḥayyiz al-tanfīdh fī 21 March 1994.
- al-Umam al-Muttaḥidah wa-al-munazzamāt al-tābi‘ah la-hā (in Arabic). *Taqārīr Siyāsāt al-munākh, al-ṭāqah al-mutajaddidah, wa-takālīf al-tanmiyah al-mustadāmah* (2021–2022); *al-Āthār al-iqtisādīyah wa-al-Ijtimā‘īyah liḡhyr al-munākh fī al-‘ālam al-‘Arabī – al’skwā* (2022); *Dawr al-ṭāqah al-ḥayawīyah fī al-ḥadd min Taghayyur al-munākh, wa-taqrīr BECCS* (2021–2022); *Taqrīr al-tawaqu‘āt al-muanākhīyah wa-taqrīr Fajwat al-munākh –; al-Muntadā al-‘Arabī lil-Tanmiyah al-mustadāmah* (2019); “Burūtūkūl Kiyūtū al-mulḥaq bātfāqy al-Umam al-Muttaḥidah al-iṭārīyah bi-sha’n Taghayyur al-munākh, December 1997; al-khuṭūt al-‘arīdah lmstwā alānb‘āthāt al-Mustahdaf” I’tamadat bi-tārīkh 11 December 1997, Dakhala ḥayyiz al-tanfīdh fī 16 February 2005. Manshūrāt al-Umam al-Muttaḥidah, Niyūyūrḳ, USA, 2005.
- Anakha Unnikrishnan, Disha Awasthy, Asma Fayaz “Solving Problems of Climate Change through Energy Conservation.” *International Journal of Environment and Climate Change*, 4/3/2025.
- Bani baqash, A.; Hunaiti, Z.; Abbod, M. “An Analytical Feasibility Study for Solar Panel Installation in Qatar Based on Generated to Consume Electrical Energy Indicator.” *Energies*, 2022.
- Basha, J.S. et al. “Potential of Utilization of Renewable Energy Technologies in Gulf Countries.” *Sustainability*, 2021.
- Brown, P. “Advancements in Oil Drilling Technologies” *Oxford University Press*, 2019.
- Chung, I. K., Beardall, J., Mehta, S., Sahoo, D., & Stojkovic, S. “Using marine macroalgae for carbon sequestration: a critical appraisal”. *Journal of Applied Phycology*. (eBook) 2011.
- Duarte, C. M., Wu, J., Xiao, X., Bruhn, A. & Krause-Jensen, D. “Can Seaweed Farming Play a Role in Climate Change Mitigation and Adaptation?” *Frontiers in Marine Science* (eBook) 2017.
- Farīd, Mīrah, ibn alāḥrsh, Marwah, Hawwārī, alyn “al-taḥawwul Naḥwa Šāfi anb‘āthāt sfryh fī Qaṭar : Siyāsāt ta‘tamidu ‘alā alhydwrjyn wa-taṭwīr Tiqniyāt ihtijāz wa-takhzīn Thānī aksyd al-karbūn” (in Arabic) dirāsah ‘an al-ṭāqah al-shamsīyah fī Qaṭar, Tammat fī Jāmi‘at Ḥamad ibn Khalīfah 2020, *Majallat Siyāsāt al-ṭāqah*, vol. 170 (Nov. 2022).
- Fayṣal, Jamīl, Riḍā, Muḥammad Ḥasīb. “lāwāt al-makhāṭir al-muanākhīyah” (in Arabic). *Majallat al-iqtisād al-bī‘ī wa-al-tanmiyah al-mustadāmah*, vol. 17, no. 3 (2020).
- Frédéric Babonneau, Maroua Benlahrech, Alain Haurie “Transition to zero-net emissions for Qatar: A

- policy based on Hydrogen and CO2 capture & storage development. A Study on Solar Energy in Qatar, Hamad Bin Khalifa University, 2020.
- Hasan, Khālīd al-Sayyid “al-taghayyurāt al-muanākhīyah wa-al-ahdāf al-‘Ālamīyah lil-Tanmiyah al-mustadāmah Mashrū‘ al-ghāz al-ḥayawī fī Miṣr namūdḥajan” (in Arabic). 1st ed., Maktabat Jazīrat al-Ward, Cairo, 2021.
- Hay’āt wa-mu’assasāt dawliyah ukhrā (in Arabic). *al-Majlis al-‘Ālamī lil-Ṭāqah – Tiqniyāt ihtijāz al-karbūn (2022 – 2023)*; *Munazzamat al-Aghdhiyah wa-al-zirā‘ah (FAO) – BECCS (2021)*; *Munazzamat al-ṭayarān al-madanī al-dawlī – ma‘āyir alwqwd al-ḥayawī (2022)*; *al-Munazzamah al-‘Ālamīyah lil-Arṣād al-jawwīyah – Mu’tamar al-arṣād al-jawwīyah (2023)*; *mktb al-‘ml aldwly – al-tanmiyah al-mustadāmah wa-al-‘amal al-lā‘iq (2013)*.
- Hijāzī, Ḥasan, ‘Āṣī, ‘Alī Ḥasan, Muḥammad, Nūrah Muḥammad, Rabī‘, Rimāl “althwylāt al-ṭāqīyah, ta‘zīz wa‘y al-ṭāqah al-mutajaddidah min khilāl al-musābaqāt al-ṭullābīyah” (in Arabic). *dirāsah ḥālat*, Jāmi‘at al-Imārāt al-‘Arabīyah al-Muttaḥidah, 2021.
- International Maritime Organization “MARPOL Convention: Oil Spill Prevention Standards” London: IMO Publications, 1992.
- Ittifāq Bārīs. «Mu‘āhadat dawliyah mlzmh qānwnan bi-sha’n Taghayyur al-munākh» (in Arabic). tamma i’timādahā min qabla 196 ṭrfan fī Mu’tamar al-Umam al-Muttaḥidah Itghyr al-munākh (COP21) fī Bārīs bi-tārīkh 12 Dīsimbir 2015. dkhlt ḥayyiz al-tanfīdh fī 4 Nūfimbir 2016.
- Kadafa, Adati Ayuba. Smith, J. & Johnson, R., “Environmental Impact of Oil Exploration and Production,” and Exploitation in the Niger Delta of Nigeria. 2020, p. 45. Available at: <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/nwagbo1/docs/kadafa.pdf> Cambridge University Press, 2020.
- Majdī, Zaynab. “Taghayyur al-munākh fī al-Duwal al-‘Arabīyah al-Āthār wa-al-siyāsāt” (in Arabic) *al-Majallah al-Dawliyah lil-Siyāsāt al-‘Āmmah wa-al-bī‘ah fī Miṣr (IJPPE)*, vol. 2, no 4 (October 2023).
- Mashārī‘ wa-namādhij mutamayyizah (in Arabic). *Maḥaṭṭat drāks – namūdḥaj BECCS fī al-Mamlakah al-Muttaḥidah – Wakālat al-ṭāqah al-mutajaddidah al-Barīṭānīyah (2023)*; *Mashrū‘ Jabal al-zayt lṭāqh al-riyāh – Bank al-istithmār al-Ūrūbbī (2021)*; *al-khuṭūṭ al-jawwīyah al-Qaṭarīyah – Siyāsāt alāstdāmh al-bī‘īyah (2023)*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration “Rigs to Reefs Program: Ecological Benefits and Implementation Strategies” *NOAA Reports*, 2020.
- Navroz K. Dubash “India in a Warming World Integrating Climate Change and Development” Published in India by *Oxford University PresseBook*. 2019
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Developing Energy Efficiency

- Improvement Technologies, Paris, France, 2021.
- Qandīl, Aḥmad. “al-‘Arab wa-al-ṭarīq Naḥwa ‘Ālam taḥawwul al-ṭāqah” (in Arabic). *Majallat Afāq ‘Arabīyah wa-iqlīmīyah*, Markaz al-Ahrām lil-Dirāsāt al-siyāsīyah wa-al-Istirātījīyah, Cairo, Issue 9 (2021).
- Rūbīn, Mārsīl. “al-Ta’thīrāt al-ijtimā’īyah wa-al-iqtisādīyah li-taqniyāt al-ṭāqah al-ḥayawīyah ma’a ihtijāz al-karbūn wtkhzyh BECCS” (in Arabic). Jāmi‘at Uksfūrd, al-Mamlakah al-Muttaḥidah, 2023.
- Reiter, P., “Climate Change and Mosquito-borne Disease’ Environmental Health Perspectives, 109(1), 2001, pp. 141–61. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1240549>
- Şundūq al-naqd al-dawlī wa-al-‘Arabī (in Arabic). *al-‘awā’id al-iqtisādīyah li-mashārī’ al-ṭāqah al-mutajaddidah fī Mişr – IMF* (2023); *taqrīr Taghayyur al-munākh wa-al-istiqrār al-mālī fī al-Duwal al-‘Arabīyah – AMF* (2021).
- Tripathi S, Kairamkonda M, Gupta P, Poluri KM (2023) Dissecting the molecular mechanisms of producing biofuel and value-added products by cadmium tolerant microalgae as sustainable biorefinery approach. *Chem Eng J* 454:140068. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140068>
- U.S. Bureau of Ocean Energy Management “Deepwater Horizon Incident and Regulatory Changes.” *Washington, D.C.: Government Printing Office, 2011.*
- Wakālat al-ṭāqah al-Dawlīyah (IEA) (in Arabic). *taḥlīl alānb’āthāt alkrbwnyh fī al-Duwal al-‘Arabīyah wa-minṭaqat al-Sharq al-Awsaṭ wa-Shamāl Afrīqiyā* (2022); *Dawr CCUS fī taḥqīq Ṣāfī alānb’āthāt al-ṣīfrīyah* (2023); *Dawr al-qīṭā’ al-khāṣṣ, wa-al-taḥlīl al-mālī li-mashārī’ al-ṭāqah al-mutajaddidah, wa-al-Ṭāqah al-shamsīyah* (2022).
- Williams, M. “Hydraulic Fracturing and Water Management Challenges” *Energy Policy Journal*, vol. 34, no. 2, 2021.