منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول
أوابك

النفط والتعاون العربي

المجلد الحادي والخمسون 2024 - العدد 189

البحث الفائز «مناصفة» على جائزة أوابك للبحث العلمي لعام 2022

- إزالة الكربون والإقتصاد الدائري للكربون في مجال النفط والغاز، الآثار المترتبة على دول الأوابك

د. لمياء أحمد علاء الدين أبو شهبة، هبة بشر نصر،
يحيى محمد اسماعيل نصار، ايناس ابراهيم زهران

دراسة حول

- دور القارة الأفريقية كمحور ناشئ للصناعة البترولية

م. تركي حسن حمش

تقارير

- تقرير حول ندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة

ماجد عامر

النفط والتعاون العربي

مجلة فصلية محكمة تصدر عن الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

الاشتراك السنوي : 4 أعداد (ويشمل أجور البريد)

البلـــدان العـربيـــة
للأفراد : 8 د. ك أو 25 دولاراً أمريكياً
للمؤسسات : 12 د.ك أو 45 دولاراً أمريكياً

البلدان الأخرى
للأفراد : 30 دولاراً أمريكياً
للمؤسسات : 50 دولاراً أمريكياً

الاشتراكات باسم : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

جميـع حقـوق الطبـع محفوظـة ويجوز الاقتبـاس مع ذكر اسم المجلة.

النفط والتعاون العربي

رئيس التحرير

م. جمال عيسى اللوغاني
الأمين العام لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)

مدير التحرير

السيد/عبد الفتاح دندي
مدير الإدارة الإقتصادية والمشرف على إدارة الاعلام والمكتبة
منظمة أوابك

هيئة التحرير

م.عماد مكي
مدير إدارة الشؤون الفنية
منظمة أوابك

د. داوود باهزاد
مدير إدارة العلوم والتكنولوجيا
معهد الكويت للأبحاث العلمية

د. بلقاسم العباس
كبير المستشارين
المعهد العربي للتخطيط

قواعد النشر في المجلة

تعريف بالمجلة واهدافها

النفط والتعاون العربي مجلة فصلية محكمة تعنى بشؤون النفط والغاز والطاقة حيث تستقطب نخبة من المتخصصين العرب والأجانب لنشر أبحاثهم وتعزيز التعاون العلمي في المجالات التي تغطيها المجلة، كما تقوم على تشجيع الباحثين على إنجاز بحوثهم المبتكرة والإسهام في نشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية.

الأبحاث

كافة الأبحاث التي تتعلق بالنفط والغاز والطاقة والتي تهدف إلى الحصول على إضافات جديدة في حقل الفكر الإقتصادي العربي.

مراجعة الأبحاث والكتب

تقوم المجلة بنشر المقالات التي تقدم مراجعة تحليلية لكتب أو دراسات تم نشرها حول صناعة النفط والغاز والطاقة عموماً، بحيث تكون هذه المقالات مرجعاً للباحثين حول أحدث وأهم الإصدارات المتعلقة بالصناعة البترولية.

التقارير

تتناول التقارير وقائع مؤتمر أو ندوة حضرها الكاتب، شريطة أن تكون مواضيعها ذات صلة بالنفط والغاز والطاقة، كما يشترط استئذان الجهة التي أوفدته للمؤتمر أو المؤسسات المشرفة عليه لكي تسمح له بنشرها في مجلتنا. وأن لا تزيد عدد صفحات التقرير عن 10 صفحات مع كافة الأشكال والخرائط والجداول إن وجدت.

شروط البحث

- نشر الأبحاث العلمية الأصيلة التي تلتزم بمنهجية البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها دولياً ومكتوبة باللغة العربية.
- أن لا يتجاوز البحث العلمي المنشور على 40 صفحة، (متن البحث، الجداول والاشكال) بدون قائمة المراجع، ويرسل إلكترونيا كاملاً إلى المجلة على شكل word document.
- ترسل الأشكال، الخرائط والصور في ملف اضافي على شكل JPEG.
- استخدام خط Times New Roman في الكتابة وبحجم 12، وأن تكون المسافة بين الأسطر 1.5. وأن تكون تنسيق الهوامش الكلمات بطريقة Justified.
- أن يتم الإشارة الى مصادر المعلومات بطريقة علمية واضحة.

- عند اقتباس أي معلومات من أي مصدر (إذا كانت المعلومات رقميه أو رؤية معينة أو تحليل ما) يجب أن لا يتم الاقتباس الحرفي وإنما يتم أخذ أساس الفكرة وإعادة صياغتها بأسلوب الباحث نفسه، والإشارة إلى مصدر الإقتباس. أما في حالات الإقتباس الحرفي فتضع المادة المقتبسة بين علامتي الإقتباس (”...“).
- يفضل أن تذكر المدن ومراكز الأبحاث والشركات والجامعات الاجنبية الواردة في سياق البحث باللغة الانجليزية ولا تكتب باللغة العربية.
- إرفاق نسخة من السيرة العلمية للباحث مع البحث المرسل.
- تعبر جميع الأفكار المنشورة في المجلة عن آراء كاتبيها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر جهة الإصدار ويخضع ترتيب الأبحاث المنشورة وفقاً للاعتبارات الفنية.
- البحوث المرفوضة يبلغ أصحابها من دون ابداء الأسباب.

ترسل المقالات والمراجعات باسم رئيس التحرير، مجلة النفط والتعاون العربي، أوابك،
ص. ب: 20501 الصفاة- الرمز البريدي: 13066 دولة الكويت
الهاتف: 24959000 -00965 أو 24959779-00965
الفاكس: 24959755 - 00965
البريد الالكتروني oapec@oapecorg.org
موقع الأوابك على الانترنت www.oapecorg.org

المحتويات

البحث الفائز «مناصفة» على جائزة أوابك للبحث العلمي لعام 2022

إزالة الكربون والإقتصاد الدائري للكربون في مجال النفط والغاز، الآثار المترتبة على دول الأوابك

د. لمياء أحمد علاء الدين أبو شهبة - هبة بشر نصر، يحيى محمد اسماعيل نصار - ايناس ابراهيم زهران ——— 7

دراسة حول

دور القارة الأفريقية كمحور ناشئ للصناعة البترولية

م. تركي حسن حمش ——— 89

التقارير

تقرير حول ندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة

ماجد عامر ——— 179

مجلة عربية تهتم بنشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية

المقالات المنشورة في هذه المجلة تعكس آراء مؤلفيها ولا تعبر بالضرورة عن رأي منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول - أوابك

البحث الفائز «مناصفة» على جائزة أوابك للبحث العلمي لعام 2022

إزالة الكربون والإقتصاد الدائري للكربون في مجال النفط والغاز، الآثار المترتبة على دول الأوابك

د. لمياء أحمد علاء الدين أبو شهبة *

هبة بشر نصر **

يحيى محمد اسماعيل نصار ***

ايناس ابراهيم زهران ****

* مدير عام بالشركة المصرية القابضة للغازات الطبيعية «ايجاس» – جمهورية مصر العربية

** مدير إدارة بالشركة المصرية القابضة للغازات الطبيعية «ايجاس» – جمهورية مصر العربية

*** مدير عام بالشركة المصرية القابضة للغازات الطبيعية «ايجاس» – جمهورية مصر العربية

**** مدير عام مساعد بالشركة المصرية القابضة للغازات الطبيعية «ايجاس» – جمهورية مصر العربية

ملخص

مع الحاجة الملحة للتخفيف من ظاهرة الإحتباس الحراري، أصبحت إزالة الكربون ضرورة عالمية، حيث تكافح المنظمات والحكومات لوضع استراتيجيات لتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050.

يتناول هذا البحث دراسة تفصيلية لمبادئ إزالة الكربون، مع التركيز على مسارات الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة في قطاع النفط والغاز. علاوة على ذلك، يدرس البحث الاقتصاد الدائري للكربون كمفهوم مكمل لإزالة الكربون، مع التأكيد على إمكاناته في تعزيز الممارسات المستدامة وإدارة الموارد بشكل فعال.

لتقييم مسارات إزالة الكربون المختلفة، يستخدم البحث منهجية علمية لتقييم هذه المسارات وفقًا لعدة عوامل كما أنه يجري فحصًا تحليليًا لقطاع النفط والغاز في دول منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك). استنادًا إلى نتائج الدراسة التحليلية، تم تصنيف دول الأوابك وفقًا لإمكانياتها في مجال إزالة الكربون، واقترح خارطة طريق مخصصة لإزالة الكربون لكل مجموعة من دول الأوابك وفقاً للتصنيف.

ختامًا، يُشدد التقرير على أهمية تبني مبادئ إزالة الكربون واقتصاد الكربون الدائري في قطاع النفط والغاز لمكافحة تغير المناخ بفعالية، ويقدم رؤى وتوصيات إسترشادية لدول الأوابك في وضع خارطة الطريق نحو الانتقال الي طاقة مستدامة منخفضة الكربون، مما يساهم في الجهود العالمية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتحقيق مستقبل أكثر استدامة.

مقدمة

خلال العقود القليلة الماضية، اكتسبت مفاهيم "إزالة الكربون" و"اقتصاد الكربون الدائري" أهمية كبيرة وأصبحت محورًا رئيسيًا لمختلف الجهات والحكومات العاملة في مجال صناعة النفط والغاز. يتم التعامل مع هذين المفهومين بأهمية قصوى حيث تسعى المنظمات إلى وضع استراتيجيات وخرائط طريق وخطط عمل لمعالجة الحاجة الملحة للتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري العالمية.

وقد شهدت المبادرات البيئية نقطة تحول محورية في عام 2015 مع توقيع اتفاقية باريس، والتي تهدف إلى الحد من الاحتباس الحراري العالمي وخفض معدلات إرتفاع درجة الحرارة إلى أقل من 2 درجة مئوية (°C) فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية والسعي إلى الحد من ارتفاعها إلى أقل من 1.5 درجة مئوية. هذا ويعد تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050 إحدى الاستراتيجيات الرئيسية للحد من إرتفاع درجات الحرارة العالمية وهو الأمر الذي يتطلب الحد بشكل كبير من انبعاثات الغازات الدفيئة عالميا بماً في ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون(CO2) .

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) الغاز الدفيء الرئيسي الذي ينتج عن الأنشطة البشرية ويساهم بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري حيث يتم إطلاقه في الغلاف الجوي بعدة طرق بما في ذلك احتراق الوقود الأحفوري مثل حرق الفحم والنفط والغاز الطبيعي وربما أيضا بعض مصادر الطاقة المتجددة مثل Biomass. كما يتم إطلاقه أيضا نتيجة حرائق الغابات والتخلص من المحاصيل الزراعية، أثناء إزالة الأراضي الزراعية أو التوسع العمراني. كما تنتج بعض العمليات الصناعية مثل إنتاج الأسمنت والصلب كميات من ثاني أكسيد الكربون كمنتج ثانوي، بالإضافة الي عمليات استخراج الموارد المعدنية وموارد الطاقة غير المتجددة مثل استخراج الفحم والنفط والغاز.

واستجابة لأهداف اتفاقية باريس، تحملت العديد من الحكومات وقادة الأعمال مسؤولية وضع أهداف والتزامات لخفض انبعاثات الكربون وأصبحت إزالة الكربون الآن ضرورة عالمية قصوى وأولوية للحكومات والشركات والمجتمات بشكل عام. وقد أعلن عدد كبير من الشركات العالمية العاملة بمجالات متنوعة مثل الطاقة والنقل والمنتجات الاستهلاكية عن التزامها بتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050.

وبرغم الإلتزامات المعلنة، أفاد المنتدى الإقتصادي العالمي عن وجود حياد عن الأهداف التي حددت في عام 2015، مما يؤدي إلى زيادة متوقعة في درجات الحرارة العالمية تبلغ 2.1 درجة مئوية وربما تصل إلى ارتفاع مقلق يبلغ 3.9 درجة مئوية. لذا يستدعي الأمر زيادة الوعي لدى الشركات والحكومات على حد سواء، وتحمل المسئولية نحو الوصول إلى الحياد الكربونى بأنظمة الطاقة . وقد ظهرت تقنيات إزالة الكربون كحل قابل للتطبيق لمكافحة التهديد الوشيك لتغير المناخ وتحقيق الاستقرار المناخي.

يعتبر إزالة الكربون مصطلح شامل يغطي مجموعة واسعة من الإجراءات التي تتخذها مختلف الجهات، سواء كانت قطاعات الأعمال أو الحكومات أو المنظمات بهدف أساسي وهوالحد من بصمتها الكربونية وتخفيف تأثير انبعاثات الغازات الدفيئة على المناخ وخاصة ثاني أكسيد الكربون (CO2) والميثان(CH4) . وتتطلب الإزالة التامة للكربون تحولًا كبيرًا في كيفية إنتاج واستهلاك الطاقة، بما في ذلك تحول جذري نحو مصادر الطاقة المتجددة ومنخفضة الكربون.

وللوصول عملياً إلى نقطة الحياد الكربونى، فالأمر يستلزم تحول تدريجي من استخدام الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة النظيفة مع التركيز بشكل خاص على مصادر توليد الكهرباء حيث يتطلب الوصول إلى هذا الحياد موازنة أية انبعاثات فعلية للغازات الدفيئة من خلال إزالة كمية مكافئة من الإنبعاثات من الغلاف الجوي. ولتحويل هذا المفهوم إلى حقيقة ملموسة، يتطلب الأمر جهود سريعة وجادة لإزالة الكربون على نطاق واسع.

تتمحور تقنيات إزالة الكربون حول جانبين رئيسيين يهدف كلاهما إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، الجانب الأول يركز على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري، حيث يتم تحقيق ذلك من خلال عدة استراتيجيات بما في ذلك استخدام مصادر الطاقة المتجددة الخالية من الكربون مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية وطاقة الحرارة الأرضية والتي تشكل الآن حوالي ثلث إجمالي قدرة توليد الطاقة الكهربائية في العالم. أيضا يعد تحويل مختلف القطاعات إلى إستخدام الطاقة الكهربائية كلما أمكن أمرًا ضروريًا لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. وعلى الرغم من تأثيرتحسين كفاءة الطاقة على خفض الطلب الكلي، فمن المتوقع أن يؤدي زيادة التحول لاستخدام الطاقة الكهربائية إلى ارتفاع الطلب على الطاقة الكهربائية إلى أكثر من ضعف الطلب الحالي بحلول عام 2050.

الجانب الثاني يركز على إزالة انبعاثات الكربون من الغلاف الجوي ويتطلب هذا الجانب استخدام استراتيجيات لاستخراج ثاني أكسيد الكربون من الهواء وتخزينه بشكل آمن، بما في ذلك ألتقاط الكربون وتخزينه(CCS) . تتضمن هذه التقنيات الإلتقاط المباشر لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي ونقله إلى مواقع تخزين آمنة، وأيضا زراعة الأشجار والغابات لامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

ولتحقيق هدف إزالة الكربون، لا بد من تحول شامل لجميع قطاعات الاقتصاد والممارسات اليومية وهو الأمر الذي يتطلب تغييرات جذرية في طريقة توليد واستهلاك الطاقة، طريقة نقل وتوصيل السلع والخدمات، وأيضاً طريقة إدارة الأراضي للتخفيف من البصمة الكربونية.

تعتبر قطاعات مثل توليد الطاقة والصناعة والنقل والمباني والزراعة وإستصلاح الأراضي، هي أبرز القطاعات المتسببة في ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان، وبالتالي ظاهرة الاحتباس الحراري. وعليه، فيتعين على هذه القطاعات أن تُخضع نفسها لتحولات عميقة من أجل تسهيل عملية إزالة الكربون الشاملة (Coloumbia Climate School, Aprill 2022) .

وبينما يحظى مفهوم إزالة الكربون باهتمام متزايد لمعالجة آثار تغير المناخ، برز مؤخراً مفهوم "الاقتصاد الدائري للكربون" كاستراتيجية تكميلية مهمة في قطاع النفط والغاز حيث يركز هذا المفهوم الجديد على الإستفادة القصوى من انبعاثات الكربون بدلاً من القضاء عليها تماماً، من خلال إعادة استخدامها وتدويرها وإبقاؤها داخل النظام الاقتصادي بشكل دائري. ولم يظهر مفهوم الاقتصاد الدائري فجأة في قطاع النفط والغاز، بل له جذور تمتد إلى حقبة الستينيات من القرن الماضي حيث بدأ في تلك الفترة تبلور مفهوم "الاقتصاد الدائري" بشكل عام، والذي يحمل فكرة جوهرية وهي أن بقاء البشرية يعتمد على إدارة حكيمة لدورتي الإنتاج والإستهلاك.

لم يعد مفهوم الاقتصاد الدائري مجرد فكرة قديمة، بل تطور مع مرور السنين ليشمل أهداف الإستدامة البيئية والإقتصادية الأمر الذي يعني التحول من سلاسل الإمداد التقليدية "الخطية"، التي تعتمد على استخراج الموارد واستخدامها والتخلص منها، إلى سلاسل إمداد "دائرية" أكثر استدامة. في هذه السلاسل الدائرية، يُعاد استخدام وتدوير المواد بقدر الإمكان، وتُصمم المنتجات بالشكل الذي يتيح إمكانية إعادة استخدام أجزائها فيما بعد وهذا النهج لا يقلل فقط من الاعتماد على الموارد الضرورية لمواصلة النمو الاقتصادي، بل يحقق أيضا فوائد بيئية عديدة. وفي عام 2020، أكد مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة (WBSCD) على أهمية التحول إلى الإقتصاد الدائري مشيرًا إلى ضرورة الفصل بين النمو الاقتصادي والاستهلاك المفرط للموارد المحدودة.

يبرز مفهوم "الاقتصاد الدائري" بقوة في وسط معركة مكافحة تغير المناخ، لإغلاق حلقات النظام الاقتصادي، وخفض الانبعاثات وحماية البيئة بعكس النموذج التقليدي "الخطي" الذي يعتمد على استنزاف الموارد وإنتاج النفايات. لذا يدعو الإقتصاد الدائري إلى إبقاء المواد والمنتجات داخل حلقة الاستخدام لأطول فترة ممكنة مما يقتدي إعادة استخدامها وتدويرها بذكاء لتقليل الاعتماد على الموارد الجديدة وخفض الهدر إلى أدنى حد.

تتلخص فلسفة الإقتصاد الدائري في مبادئ أساسية تعرف بقاعدة(4Rs) وهي تخفيض، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، والإزالة (Reduce, Reuse, Recycle, and Remove). وبذلك، يقدم الاقتصاد الدائري حلاً شاملاً للحد من النفايات وتوفير الموارد ويتجاوز القصور القائم نموذج "الإزالة الجزئية للكربون " الذي يركز فقط على الحد من انبعاثات الكربون دون معالجة مشكلة استنزاف الموارد والهدر.

لا شك أن قضية إزالة الكربون ومكافحة الاحتباس الحراري تحظى باهتمام عالمي متزايد، لكن يظل هناك بعض القلق المشروع خاصة في البلدان النامية، حول تعارض قضية إزالة الكربون مع أهداف النمو الاقتصادي. هنا يبرز مفهوم "الاقتصاد الدائري للكربون" كحل فعال يربط هذين العالمين على نحو متناغم، فالاقتصاد الدائري، يقوم على فكرة إغلاق حلقات النظام الاقتصادي وإعادة استخدام وتدوير المواد بشكل واسع وهذا لا يؤدي فقط إلى خفض انبعاثات الكربون، بل يفتح أيضًا آفاقًا جديدة للنمو الاقتصادي المستدام.

وبينما يدفعنا التغير المناخي والتحول العالمي نحو طاقة أكثر إستدامة إلى إعادة النظر في صناعة النفط والغاز التقليدية، فان هذا التقرير البحثي يلقي الضوء على مفهومين مهمين في هذا الصدد: إزالة الكربون والإقتصاد الدائري للكربون، ويسلط الضوء أيضا على تأثيرهما على دول منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك).

يهدف التقرير إلي دراسة تطور مفهومي إزالة الكربون والاقتصاد الدائري للكربون في سياق صناعة النفط والغاز وتقييم مجهودات دول الأوابك تجاه إزالة الكربون واقتراح مسارات مختلفة لتحقيق إزالة الكربون في هذه الدول باستخدام منهجية علمية حيث تناول البحث دراسة تحليلية للواقع الحالي فى مجال إزالة الكربون في دول الأوابك شاملة البيانات والخطط المعلنة من قبل دول الأوابك في هذا المجال مثل تحليل مستويات الانبعاثات الحالية، البنية التحتية القائمة، مبادرات البحث والتطوير، تبني التقنيات الجديدة علاوة على دراسة كافة المحاور المتعلقة بصناعة النفط والغاز بتلك الدول ومن ثم تصنيف الدول الأعضاء بمنظمة الأوابك إلى مجموعات بحيث يتم اقتراح خارطة طريق مخصصة لإزالة الكربون لكل مجموعة، مع مراعاة أفضل الحلول الاقتصادية والبيئية وبما يتناسب مع سياسات الطاقة والاستدامة التي تنتهجها كل دولة.

ويعرض التقرير مسارات مختلفة يمكن لدول منظمة الأوابك اعتمادها لإزالة الكربون في قطاع النفط والغاز والتى تشمل العديد من الاستراتيجيات والإجراءات مثل تحسين كفاءة الطاقة، وزيادة الإعتماد على الطاقة المتجددة، والاستثمار في تقنيات إلتقاط الكربون واستخدامه وتخزينه (CCUS)، وتنويع مصادر الطاقة للحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري.

وتهدف المرحلة الأخيرة من البحث إلى اقتراح خرائط طريق شاملة لإزالة الكربون لكل مجموعة دول من دول الأوابك وفقاً للتصنيف بحيث تقدم هذه المقترحات حلولاً إسترشادية للمضى قدماً نحو خفض الانبعاثات الكربونية في قطاع النفط والغاز.

وتتلخص توصيات البحث لكل مجموعة من دول الأوابك فيما يلي:

1. المجموعة الأولى (المملكة العربية السعودية): تنفيذ مسارات مختلفة لإزالة الكربون بالتوازي.
2. المجموعة الثانية (العراق، مصر، الجزائر، الإمارات العربية المتحدة): إعطاء الأولوية للحلول المجدية اقتصاديًا، مثل تحسين كفاءة استخدام الطاقة، والحد من حرق غازات الشعلة، والتحول للطاقة الكهربائية والتي يتم توليدها باستخدام مصادر طاقة متجددة.
3. المجموعة الثالثة (قطر والكويت): يمكنها التركيز على تعزيز كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الأولية، والتحول للطاقة الكهربائية المولدة من طاقات متجددة.
4. المجموعة الرابعة (البحرين وليبيا وسوريا وتونس): يجب أن تراقب وتستفيد من تجارب الدول الأخرى وأوجه التعاون الدولي حال الحاجة إلى تنفيذ مشروعات خفض الكربون مستقبلاً.

ويؤكد التقرير على أهمية أن تتناسب استراتيجيات إزالة الكربون اوالخطط التنفيذية المرتبطة بها على الظروف والإمكانيات والتحديات بكل دولة.

الملخص التنفيذي

احتلت مفاهيم "إزالة الكربون" و"الاقتصاد الدائري للكربون" مكانة بارزة في السنوات الأخيرة على الساحة العالمية في خضم سعي المجتمع الدولي لمكافحة تغير المناخ والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة لاسيما ثاني أكسيد الكربون (CO2) والميثان (CH4).

يستهل هذا البحث بالتركيز على الأهمية الملحة لإزالة الكربون مدفوعًا بأهداف "اتفاقية باريس" للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري، ويؤكد القسم الأول على ضرورة خفض انبعاثات الغازات الدفيئة الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري، إلى جانب إزالة الكربون من الغلاف الجوي. هذا وللتمكن من الوصول إلى الحياد الكربوني بحلول عام 2050، فالأمر يتطلب تحولات شاملة وجذرية في جميع قطاعات الاقتصاد بالتوازي مع "إزالة الكربون". وقد اكتسب مفهوم "الاقتصاد الدائري للكربون" زخمًا متزايدًا في قطاع النفط والغاز والذي يركز على إغلاق حلقات الإنتاج والاستهلاك، وبالتالي الحد من الهدر والتسربات إلى أدنى المستويات حيث من خلال تبني النهج الدائري، تستطيع المنظمات فصل النمو الاقتصادي عن استهلاك الموارد وتعزيز التنمية المستدامة.

يطرح هذا البحث تحقيقاً وتحليلاً شاملاً لمختلف مسارات إزالة الكربون بصناعة النفط والغاز ويهدف بالأساس إلى فهم شامل ودقيق للمسارات المختلفة المتاحة لإزالة الكربون داخل هذا القطاع، ولا يكتفي البحث بسرد هذه المسارات فقط، بل يُجري ايضا تقييمًا مُفصّلا لكل مسار مع توضيح المزايا والتحديات المرتبطة بكل من تلك المسارات.

وتناول البحث أيضاً إلقاء الضوء على انبعاثات الغازات الدفيئة عالمياً من قطاع النفط والغاز الجهود الدولية المبذولة لتحقيق إزالة الكربون مع التركيز بشكل خاص على الدول الأعضاء بمنظمة الأوابك (منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول)، حيث قام بدراسة مجهوداتها ومبادراتها في مجال خفض انبعاثات الغازات الدفيئة.

ولتقييم المسارات المختلفة لإزالة الكربون في قطاع النفط والغاز بشكل علمي، استخدم البحث منهجية علمية تسهم فى اتخاذ القرار بشأن اختيار انسب المسارات التي تساعد على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، لا سيما ثاني أكسيد الكربون والميثان . تنقسم مسارات إزالة الكربون وفقاً لهذه المنهجية إلى فئات تتوافق مع المحاور الأربعة للإقتصاد الدائري للكربون وهي: التخفيض، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، والإزالة.

أجرى هذا البحث تحليلاً شاملاً لمختلف المؤشرات المتعلقة بقطاع النفط والغاز في دول الأوابك (منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول) مثل احتياطيات النفط والغاز، الإنتاج، الاستهلاك، الانبعاثات، وتوليد الطاقة باستخدام المصادر المتجددة. يهدف هذا التحليل إلى تقسيم دول الأوابك الي مجموعات بناءً على التشابه بين خصائصها المتعلقة بقطاع النفط والغاز، مما يعني أن الدول التي تشترك في أنماط مماثلة فيما يتعلق بالمؤشرات التى تم دراستها ستُصنف معًا في نفس المجموعة.

ويقدم البحث بعض التوصيات الإسترشادية لدول الأوابك فى مجال خفض الكربون بقطاع النفط والغاز، ويقترح خططًا مخصصة لكل مجموعة منها بما يتناسب مع إمكانياتها كما يلي:

1. **المجموعة الأولى** (المملكة العربية السعودية): تتميز هذه المجموعة بانبعاثات عالية وبنية تحتية متقدمة ويُوصى بتنفيذ عدة مسارات لإزالة الكربون على التوازى. كما يعتبر االاعتماد على "منحنى التكلفة الحدية لإزالة الكربون " MACC ضروري لتخصيص الموارد بشكل مثالي والحصول على نتائج مستدامة. وترتيب الأولويات وفقاً للجدوى الإقتصادية.
2. **المجموعة الثانية** (العراق ومصر والجزائر والإمارات): تتميز هذه المجموعة بانبعاثات متوسطة ويُوصى بالتركيز على الحلول الإقتصادية مثل تحسين كفاءة الطاقة والحد من حرق غازات الشعلة واستخدام الكهرباء المولدة من مصادر متجددة بدلاً من الوقود الأحفورى.
3. **المجموعة الثالثة** (قطر والكويت): تتميز هذه المجموعة بانبعاثات متوسطة وتتركز بشكل أساسى فى أنشطة الإنتاج، ويُوصى بتحسين كفاءة الطاقة في عمليات انتاج الغاز واستخدام الكهرباء من مصادر متجددة.
4. **المجموعة الرابعة** (البحرين وليبيا وسوريا وتونس): تتميز هذه المجموعة بأقل انبعاثات وبالتالي يُوصى بالإستفادة من تجارب الدول الأخرى وسبل التعاون الدولي للتحضير لجهود إزالة الكربون المستقبلية إذا تطلب الأمر.

ويؤكد التقرير على ضرورة وضع استراتيجيات إزالة الكربون مخصصة لكل دولة بناءً على ظروفها ومواردها وتحدياتها كما يُعد تقييم كل دولة على حدى أمراً أساسياً لتحديد أكثر المسارات فاعلية، مع الأخذ في الاعتبار البنية التحتية الحالية والموارد المالية والقدرات التقنية.

وختاما، يوفر هذا التقرير العلمي رؤى قيمة وتوصيات إسترشادية لمنظمة الأوابك في سبيلها نحو إزالة الكربون بقطاع النفط والغاز. وبانتهاج المسارات المناسبة بما يمكن لهذه الدول من المساهمة بشكل كبير في جهود الحد من تغير المناخ على الصعيد العالمي وتعزيز التحول نحو طاقة مستدامة ومنخفضة الكربون في قطاع النفط والغاز.

الفصل الأول

إزالة الكربون والإقتصاد الدائري للكربون

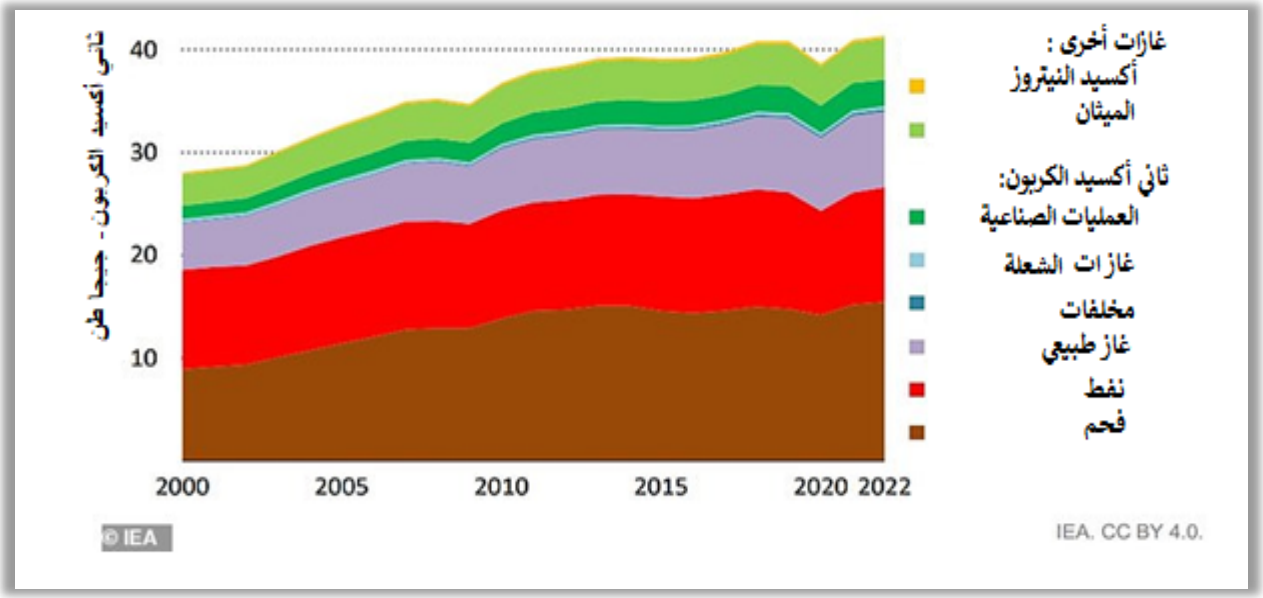
1.1. التحول نحو إزالة الكربون واقتصاد الكربون الدائري

برز مفهومى إزالة الكربون والإقتصاد الدائري للكربون كمفهومين رئيسيان لمواجهة التحدي الكبير الذي يفرضه تغير المناخ ويرتبط هذان النهجان ارتباطًا وثيقًا ويتشاركان الهدف ذاته وهو تخفيف الآثار السلبية لظاهرة الإحتباس الحراري الناتج عن الزيادة المفرطة في انبعاثات الغازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون والميثان. وتُعد العمليات المكثفة في القطاعات الإقتصادية مثل النفط والغاز، توليد الطاقة، الصناعات المختلفة، والمواصلات، المصادر الرئيسية لهذه الانبعاثات الضارة. وإدراكًا لمساهمة هذه القطاعات في إنتاج الغازات الدفيئة، ظهرت مفاهيم إزالة الكربون والاقتصاد الدائري للكربون لتقدم حلول مستدامة وتقلل من التأثير السلبي لهذه العمليات على البيئة.

أصدرت وكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency IEA) تقريراً شاملاً بعنوان "انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 2022" والذي يقدم تحليلاً مفصلاً لانبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة في العام الماضي. ولا يقتصر هذا التقرير على ثاني أكسيد الكربون فقط، بل يشمل أيضاً انبعاثات أكسيد النيتروز والميثان.

وباستخدام أحدث الإحصاءات وبيانات استهلاك الطاقة، المؤشرات الاقتصادية، ومعلومات الطقس، يقدم التقرير نظرة عامة شاملة على الانبعاثات عبر مختلف القطاعات. كما هو موضح في الشكل (1-1). كما يشمل التقرير جميع البيانات المتعلقة بالانبعاثات الناتجة عن جميع استخدامات الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة، وتوليد الكهرباء، وحرق النفايات غير المتجددة، والانبعاثات من العمليات الصناعية مثل إنتاج الأسمنت والحديد والصلب.

الشكل (1-1): الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة 2022.

انبعاثات الغازات الدفيئة من عمليات النفط والغاز نحو الوصول إلى الحياد الكربوني

وفقًا لوكالة الطاقة الدولية، وكما هو موضح في الشكل (2-1)، بلغ إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة من عمليات النفط والغاز نحو 5.1 مليار طن مكافئ لثاني أكسيد الكربون في عام 2022. وبالنظر إلى إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية المرتبطة بالطاقة، والتي وصلت إلى حوالي 40 مليار طن مكافئ لثاني أكسيد الكربون في نفس العام، فقد ساهمت صناعة النفط والغاز بشكل مباشر بنحو 15% من هذه الانبعاثات. وبالأخص، كانت عمليات النفط مسؤولة عن 3.5 مليار طن مكافئ لثاني أكسيد الكربون، بينما كانت عمليات الغاز الطبيعي مسؤولة عن 1.6 مليار طن مكافئ لثاني أكسيد الكربون.

تسلط هذه الأرقام الضوء على التأثير الكبير لقطاع النفط والغاز على إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة، وتؤكد على الحاجة إلى جهود محددة لإزالة الكربون داخل الصناعة لمواجهة تغير المناخ بشكل فعال.

شكل (2-1): حصة انبعاثات عمليات النفط والغاز من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة عالمياً

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة 2022.

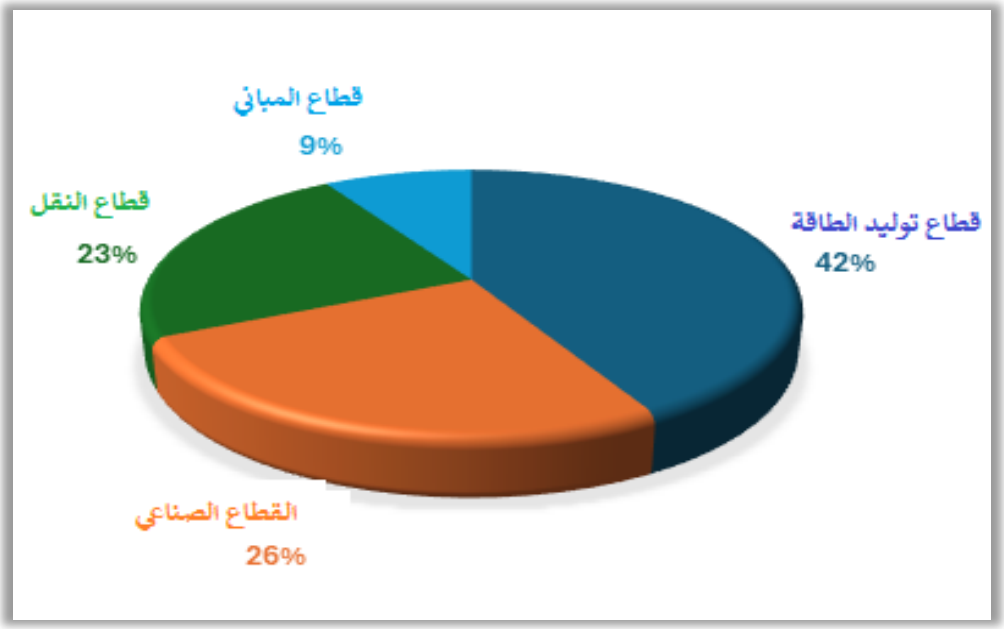
تنبعث الغازات الدفيئة من عدة مصادر في سلسلة توريد النفط والغاز حيث تتطلب عملية استخراج النفط والغاز من باطن الأرض طاقة كبيرة لتشغيل منصات الحفر والمضخات والمعدات الضرورية، بالإضافة إلى توفير الحرارة اللازمة لهذه العملية. كما يخضع معظم النفط قبل الاستخدام لعملية التكرير والتي تحتاج إلى كميات هائلة من الطاقة، خاصة لإنتاج الهيدروجين المستخدم في تحسين ومعالجة النفط الخام. كما يمر الغاز الطبيعي أيضًا بمراحل معالجة لفصل المشتقات وإزالة الشوائب مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت، ويتم أيضا نقل النفط الخام ومشتقاته والغاز الطبيعي لمسافات طويلة عبر خطوط الأنابيب والسفن والتي تساهم بشكل كبير في انبعاثات الغازات الدفيئة. يبرز تنوع مصادر الانبعاثات الحاجة إلى استراتيجيات شاملة لإزالة الكربون في صناعة النفط والغاز لتخفيف تأثيرها على البيئة والتي يجب أن تركز على ترشيد استهلاك الطاقة في جميع مراحل هذه الصناعة مع استخدام مصادر طاقة متجددة واستبدال التقنيات عالية الانبعاثات بأخرى أكثر إستدامة.

تشكل نسبة الـ 85%، المتبقية من انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة عالمياً، مجموعة متنوعة من المصادر (شكل1-3)، أهمها:

1. **قطاع توليد الكهرباء:** يستحوذ هذا القطاع علي حصة كبيرة من إجمالى الانبعاثات بسبب إنتاج الكهرباء باستخدام الوقود الأحفوري.
2. **العمليات الصناعية:** تشمل أنشطة مثل تصنيع الأسمنت والحديد والصلب، والتي تُجرى عادةً على نطاق واسع وتساهم بشكل كبير في زيادة الانبعاثات.
3. **قطاع النقل:** يشمل النقل الدولي والانبعاثات الناتجة عن وسائل النقل المختلفة.
4. **المباني السكنية والتجارية:** تستهلك هذه المباني الطاقة بالأخص أثناء عمليات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، مما يؤدي إلى إنتاج الانبعاثات.

تمثل هذه القطاعات مجتمعة الغالبية العظمى من انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة عالمياً، مما يجعلها بؤرة تركيز حاسمة لجهود إزالة الكربون المستهدفة لمكافحة تغير المناخ بشكل فعال.

الشكل (1-3): حصة كل قطاع في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عالمياً



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة 2022.

ويهدف هذا البحث إلى إجراء فحص شامل لمختلف مسارات إزالة الكربون، مع التركيز بشكل خاص على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة (GHG) في عمليات النفط والغاز. فمن خلال تحليل هذه المسارات، يهدف البحث إلى وضع استراتيجيات فعالة لدول الأوابك لتخفيف التأثير البيئي لهذه االصناعة بما يسهم فى التحول نحو مستقبل منخفض الكربون.

2.1. إزالة الكربون والاقتصاد الدائري للكربون

كما تم الذكرسابقًا في مقدمة هذا البحث، من الضروري إدراك أن مفهومي إزالة الكربون والاقتصاد الدائري للكربون غير منفصلين عن بعضهما البعض، بل هما مترابطان ويعزز أحدهما الآخر في تحقيق أهداف الاستدامة حيث يركز الاقتصاد الدائري للكربون على كفاءة إستخدام الموارد والحد من المخلفات، الأمر الذي يعد حيويًا في دفع جهود إزالة الكربون إلى الأمام.

ومن خلال تبني الممارسات الدائرية، مثل إعادة تدوير واستخدام موارد الكربون، يمكن للمؤسسات أن تساهم بشكل فعال في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة والاقتراب من تحقيق أهدافها الخاصة بإزالة الكربون. ويعد فهم هذه العلاقة التكاملية بين المفهومين أمر بالغ الأهمية في صياغة استراتيجيات فعالة لمستقبل مستدام ومنخفض الكربون.

يُعد الاقتصاد الدائري للكربون (CCE) نظامًا حلقيًا مغلقًا يرتكز على مبادئ التخفيّض، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، الإزالة (4Rs) حيث يمكن الاعتمادعلي تلك المبادئ للتعامل الفعّال مع انبعاثات الكربون:

اولاً: خفض أو ترشيد استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون المرتبطة بها من خلال تحسين كفاءة إمداد الطاقة واستهلاكها واستخدام مصادر طاقة محايدة الكربون مثل مصادر الطاقة المتجددة (الشمس، الرياح، إلخ) والطاقة النووية لخفض إنبعاث كميات إضافية من الكربون إلى الغلاف الجوي مع الأخذ بعين الاعتبار انبعاثات الكربون المحتملة أثناء تصنيعها وبنائها.

ثانياً: إعادة الاستخدام والاستفادة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) دون تفاعلات كيميائية، مثل استخدامه في عمليات تعزيز استخراج النفط، لمنع انبعاثه إلى الغلاف الجوي.

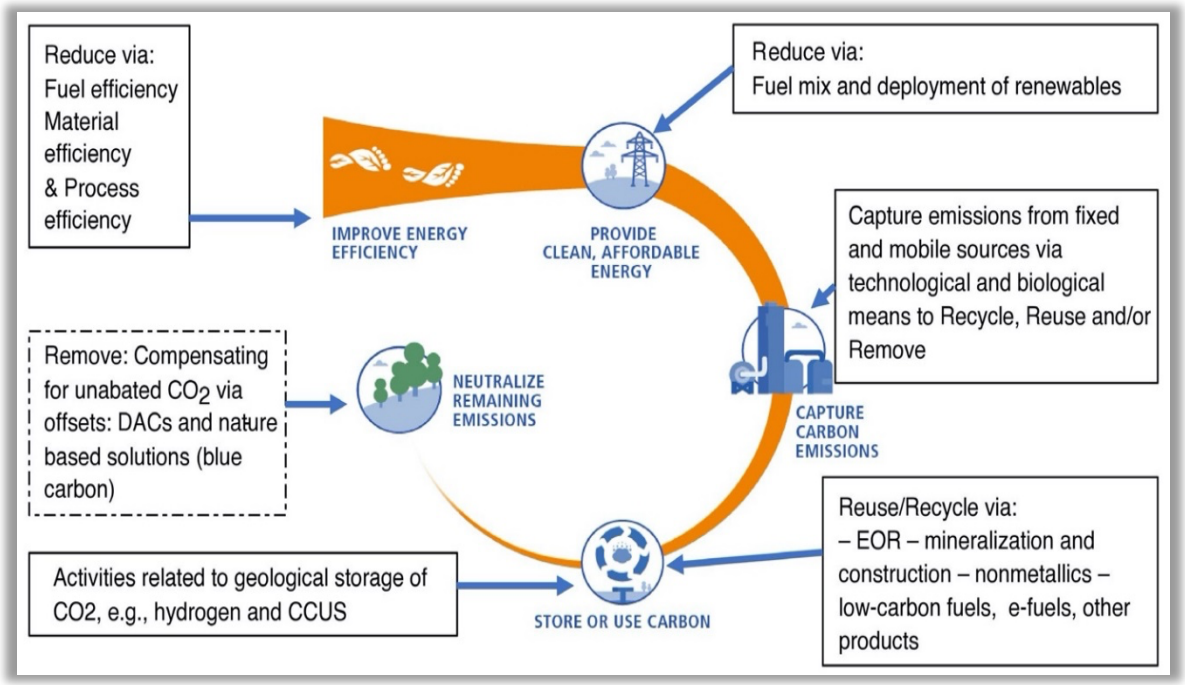
ثالثاً: إعادة التدوير والتحويل من خلال التفاعلات الكيميائية مثل تحويل الكربون إلى مواد ذات فائدة اقتصاديًا، هذا وتعد دورة الكربون الطبيعية خير مثال علي إعادة التدوير، حيث تمتص النباتات والتربة والمحيطات ثاني أكسيد الكربون وتخرجه لاحقًا بعد تحويله كميائياً إلى مركبات أخرى. ويضمن إعادة تدوير الكربون الفعّال انبعاثات كربونية صفرية من أنظمة الطاقة الحيوية، حيث تعوض نمو الكتلة الحيوية استهلاك المواد الخام الحيوية مثل الأخشاب والوقود الحيوي من المحاصيل الزراعية والطحالب.

رابعاً وأخيراً: إزالة وتخزين الكربون، حيث يتم التقاط الكربون مباشرةً من الهواء وتخزينه بشكل دائم، ويمكن تحويل الكربون الملتقط إلى مواد خام قابلة لإعادة الاستخدام أو تخزينه باستخدام أساليب كيميائية أو جيولوجية.

يوضح الشكل (1-4) المبادئ الأربعة للاقتصاد الدائري للكربون، حيث يقدّم نهجًا شاملاً للتعامل مع انبعاثات الكربون وتعزيز مستقبل مستدام.

البحث الفائز
بجائزة اوابك

شكل (1-4): الاقتصاد الدائري للكربون



المصدر: (Babiker, 2022 ، ويستند إلى OGCI 2018) .

3.1. التحديات المتعلقة بإزالة الكربون

كشفت دراسة مؤسسة بروكينز "Brookings Institution" أنه وفقاً للتقنيات الحالية والتطورات المستمرة الجارية، فانه يمكن من الناحية الفنية والاقتصادية تحقيق الحياد الكربونى بحلول عام 2050. ومع ذلك، يتطلب تحقيق هذا الهدف الطموح تغييرات جذرية وإطارات سياسية قوية وتعاونًا دوليًا.

وعلى الرغم من أن إزالة الكربون تقدم بالفعل ربحية إقتصادية على المدى الطويل، إلا إنها تتطلب استثمارات أولية كبيرة، حيث تبلغ التكلفة التقديرية لإزالة الكربون من قطاعات حيوية مثل توليد الطاقة والنقل والمباني 275 تريليون دولار بين عامي2021 و2050، حيث تتمثل غالبية هذه النفقات فى الأصول المادية مثل البنية التحتية والآلات والمعدات.

تعد الاستثمارات الكبيرة التي ضُخّت بالفعل في شبكات الكهرباء الحالية والبنية التحتية للوقود الأحفوري التحدي الرئيسي نحو الانتقال إلى مستقبل منخفض الكربون حيث يعتمد النجاح في عمليات إزالة الكربون بشكل كبير على تقنيات ناشئة مثل الوقود الحيوي، وتقنية التقاط وإستخدام وتخزين الكربون، والهيدروجين الأخضر، والتي تعتبر تقنيات مازالت مكلفة يصعب تطبيقها بالكامل على نطاق اوسع.

ولتسريع التحول نحو مستقبل منخفض الكربون، فإنه لا غنى عن إنتهاج سياسات فعالة وإجراءات محددة مثل وضع معايير أداء صارمة لخفض انبعاثات الكربون من الصناعات والقطاعات المختلفة مع تحديد أهداف واضحة ومحددة، وتوفير حوافز للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مثل الإعفاءات الضريبية والمنح للشركات التي تتبنى تقنيات منخفضة الكربون. وفي حين أن فرض ضريبة عالمية على الكربون يعتبرمحفزًا قويًا لجهود خفض الكربون، إلا ان ذلك قد يؤدي إلى ارتفاع تكلفة الطاقة على المستهلكين.

وقد شدّد تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) على ضرورة التحرك الفوري والعاجل لمواجهة أزمة المناخ، محذراً من صعوبة تكيّف البشر مع آثارها المدمّرة. وللتغلب على المقاومة تجاه العمل المناخي، بات من الضروري رفع الوعي العام حول خطورة تأثيرات تغير المناخ وأهمية إزالة الكربون.

ويُمكن تنفيذ إجراءات محددة لمواجهة التحديات تتضمن رفع الوعي العام، ونشر المعلومات حول تغير المناخ وآثاره من خلال حملات التوعية والبرامج التعليمية لتعزيز الإحساس بالمسؤولية المشتركة تجاه حماية البيئة، وتحفيز التحول نحو الطاقة المتجددة، ودعم المبادرات التي تدعو إلى الاعتماد على المصادر المتجددة مثل الشمس والرياح من خلال سياسات داعمة وحوافز مالية بالإضافة الى تخفيف أعباء الفقراء وتطبيق إعانات واستثمارات موجهة لتعويض زيادة أسعار الطاقة لا سيما في المجتمعات الأقل دخلاً.

البحث الفائز بجائزة اوابك

4.1. الأهداف العالمية تجاه إزالة الكربون

تختلف إسهامات الدول حول العالم في البصمة الكربونية العالمية بشكل كبير، حيث تتميز الدول ذات معدلات انبعاثات مرتفعة مثل الصين والولايات المتحدة والهند ببصمات كربونية عالية بسبب كثافة سكانها ومستويات الأنشطة الصناعية بها.

ووفقًا لتقرير BP Statistical Review لعام 2023، تتصدر الصين قائمة أكبر الدول المُصدرة للكربون، إذ بلغت انبعاثاتها 11.876.9 جيجا طن مكافئ لثاني أكسيد الكربون في عام 2022 وهو ما يمثل أكثر من 30.2% من انبعاثات العالم الإجمالية تليها الولايات المتحدة حيث ساهمت بـ 5297.7 جيجا طن أي ما يعادل حوالي 13.5% من انبعاثات العالم في ذلك العام. وتحتل الهند المركز الثالث، حيث ساهمت بـ 2.865 جيجا طن مكافئ لثاني أكسيد الكربون، لتشكل 7.3% من إجمالي الإنبعاثات عالمياً.

شكلت هذه الدول الثلاث معًا أكثر من 50% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ في العالم. وتشمل قائمة أكبر 10 دولة مُصدرة للكربون لعام 2022 أيضًا كل من روسيا، واليابان، وإيران، والمملكة العربية السعودية، وإندونيسيا، وألمانيا، وكوريا الجنوبية.

تجدر الإشارة إلى أن تلك المستويات معرضة للتغيير حيث تضع الدول استراتيجيات ومبادرات متنوعة بهدف خفض بصماتها الكربونية.

جدول (1-1): انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون من الطاقة، وانبعاثات العمليات، والميثان، وغازات الشعلة.

مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون	2017	2018	2019	2020	2021	2022	معدل النمو السنوي 2022	الحصة % 2022
اجمالي العالم	37970.3	38859	38999.5	37056.5	39015.9	39315.5	0.80%	100.00%
الصين	10482.7	10876.1	11258.1	11499.7	11969.3	11876.9	-0.80%	30.20%
الولايات المتحدة	5373.4	5577.7	5473	4908.7	5210.3	5297.7	1.70%	13.50%
الهند	2493.6	2613.2	2645.4	2450.3	2700.5	2865.2	6.10%	7.30%
روسيا	2054.5	2138.6	2141.3	2014.2	2175.2	2024	-6.90%	5.10%
اليابان	1214.4	1192.7	1150.7	1061.1	1095.9	1093.3	-0.20%	2.80%
إيران	823.5	848.2	841	864.5	888.4	904.8	1.80%	2.30%
اندونيسيا	617.1	663.9	712.4	651.5	657.3	839.6	27.70%	2.10%
السعودية	734.5	719.1	680.3	659.3	675.8	724	7.10%	1.80%
ألمانيا	779	750.8	697.8	623.2	660.9	652.4	-1.30%	1.70%
كوريا الجنوبية	671.7	687.3	663.7	614.4	630.3	618.2	-1.90%	1.60%

المصدر: مقتبس من BP Statistical Review, 2023

❖ الصين

تتصدر الصين قائمة أكبر دول العالم انبعاثًا للكربون، حيث تشهد انبعاثاتها نمواً سريعًا في السنوات الأخيرة نتيجة الطفرة الاقتصادية الكبيرة. وتشكّل قطاعات النقل وتوليد الطاقة والصناعة المصادر الرئيسية للانبعاثات في الصين، حيث تمثل ما يقارب 60% من إجمالي انبعاثاتها. ولا يزال الفحم أكبر مساهم في هذه الانبعاثات، إذ يوفر حوالي 70% من الكهرباء في البلاد.

حاولت الصين اتخاذ بعض الجهود لمعالجة مشكلة انبعاثاتها، مثل الاستثمار في الطاقة المتجددة ووضع أهداف لخفض استهلاك الفحم. ورغم تلك الجهود فإنه من المتوقع إستمرار إرتفاع انبعاثاتها خلال السنوات القادمة. وعلى الرغم من إعلان الصين إلتزامها بالوصول إلى الحياد الكربوني بحلول عام 2060، إلا أن خططها لتحقيق ذلك تفتقر إلى الشفافية الكافية وتثير الشكوك حول جديتها.

هذا وقد وضعت الصين هدفًا لخفض انبعاثاتها بعد الوصول إلى ذروتها بحلول عام 2030 وقدمّت وثيقة مفصلة من 140 صفحة تشرح استراتيجياتها، لكن تفاصيل خطط التنفيذ تفتقر إلى الشفافية التامة، كما توجد مخاوف حول الجدوى الإقتصادية والفنية لإمكانية تحقيق الأهداف المحددة في تلك الوثيقة.

(https://net0.com/blog/top-five-carbon-emitters-by-country)

❖ الولايات المتحدة الامريكية

تنتج الولايات المتحدة انبعاثات كربونية كبيرة بشكل رئيسي من قطاعات النقل، والصناعة، وتوليد الطاقة، والبِتروكيماويات، ورغم وجود استراتيجيات وجهود مبذولة لخفض هذه الانبعاثات، إلا أنه لا يزال هناك الكثير من الإجراءات التي يتعين إتخاذها لتحقيق الأهداف المنشودة.

وقد بذلت الولايات المتحدة جهودًا في خفض انبعاثاتها، لكنها لم تُحقق بعد الأهداف المرجوة بالكامل حيث على عكس معظم الدول المتقدمة، لم تلتزم الولايات المتحدة حتى الآن بتطبيق غرامات على الإنبعاثات الكربونية سواء من خلال فرض ضريبة الكربون أو تطبيق نظام تجارة الانبعاثات.

هذا وقد شهد عام 2021 ارتفاعًا في أسعار الغاز الطبيعي مما أجبر أغلب الدول على الحد من الاعتماد عليه جزئيًا، في حين زادت الولايات المتحدة من استهلاكها للغاز الطبيعي في ذلك العام.

(PricewaterhouseCoopers, 2021 and https://net0.com/blog/top-five-carbon-emitters-by-country)

❖ الهند

تحتل الهند المرتبة الثالثة عالميًا من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وقد شهدت ارتفاعًا كبيرًا في انبعاثاتها بسبب تطور الأنشطة الإقتصادية وزيادة إستهلاك الوقود وخاصة الفحم. ويتم استخدام الفحم في توليد الكهرباء بالهند بشكل أساسي نتيجة لتكلفته التنافسية مقارنة باستيراد الغاز الطبيعي. بالإضافة إلى قطاع الطاقة، كما تساهم إدارة النفايات والزراعة وإزالة الغابات أيضًا في انبعاثات الهند ويُعدُّ تزايد عدد السكان والنمو الاقتصادي السريع السببان الرئيسيان وراء ارتفاع الانبعاثات.

وقد تعهدت الهند بحلول عام 2030 أن يتم خفض كثافة انبعاثاتها، وهي كمية الانبعاثات لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي، بنسبة تتراوح بين 33% و35% مقارنة بمستويات عام 2005. ومع ذلك، قد لا يكون هذا الهدف كافيًا لتحقيق أهداف اتفاقية باريس.

وبرغم الإجراءات التي اتخذتها الهند للحد من انبعاثاتها، فلا تزال هناك حاجة إلى إجراءات أكثر طموحًا لتحقيق خفضاً أكثر من الانبعاثات بما يتوافق مع الأهداف العالمية المتمثلة في الحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض لأقل من 2 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية.

(https://net0.com/blog/top-five-carbon-emitters-by-country)

❖ روسيا

تحتل روسيا المرتبة الرابعة عالميًا من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ويأتي قطاع الطاقة كأكبر مساهم في ذلك، كما تساهم قطاعات الصناعة والنقل والزراعة أيضًا في إجمالي انبعاثات البلاد.

وقد حددت روسيا هدفًا لخفض انبعاثاتها بنسبة 25-30% مقارنة بمستويات عام 1990 بحلول عام 2030. ومع ذلك، فإن هذا الهدف يُعتبر غير كافٍ لتحقيق أهداف اتفاقية باريس.

ويعتمد اقتصاد روسيا بشكل كبير على صادرات النفط والغاز كمصدر للدخل الوطني، حيث شكلت هذه الصادرات نحو 45% من ميزانية الدولة الفيدرالية في عام 2021.

وتستهدف روسيا تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2060 ومع ذلك، فإن تحقيق هذا الهدف يتطلب إجراءات أكثر جرأة لخفض الانبعاثات بشكل كبير والانتقال السريع نحو اقتصاد منخفض الكربون.

(https://net0.com/blog/top-five-carbon-emitters-by-country)

❖ اليابان

تشكل انبعاثات قطاع الطاقة معظم انبعاثات دولة اليابان حيث يُستخدم الفحم والغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء ولا شك أن كارثة فوكوشيما أدت إلى زيادة الاعتماد على الوقود الأحفوري. وتخطط اليابان حاليا لإعادة تشغيل مفاعلات الطاقة النووية كجزء من استراتيجيتها لخفض الانبعاثات وتقليل الاعتماد على الوقود المستورد رغم وجود مخاوف قائمة بشأن التأثيرات البيئية والاقتصادية للطاقة النووية.

لتفادي المخاطر النووية، يرى البعض أن مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح البحرية والطاقة الشمسية قد تكون حلًا أفضل على المدى الطويل حيث تساهم تلك المصادر في تحقيق مستقبل أكثر استدامة. لذا فمن الضروري أن تضع الدول بعين الاعتبار زيادة الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة وإتخاذ إجراءات سريعة لتحسين كفاءة الطاقة بهدف ضمان الانتقال السريع نحو اقتصاد منخفض الكربون. كما يجب إعطاء الأولوية لمصادر الطاقة المتجددة الآمنة والمستدامة على المدى الطويل أخذين في الإعتبار المخاطر البيئية والاقتصادية المحتملة للخيارات المختلفة لتحقيق التوازن بين تأمين طاقة كافية وموثوقة وبين حماية البيئة والاستدامة الاقتصادية.

(https://net0.com/blog/top-five-carbon-emitters-by-country)

❖ المانيا

تأسس المجلس الألماني للبناء المستدام (DNGB)في عام 2007، وهو أحد أسرع المنظمات نموًا ذات التأثير المدني والاجتماعي في ألمانيا. ويعمل المجلس على تشجيع المباني المستدامة وتعزيز الإجراءات التي تحافظ على الحياد المناخ.

ورغم أن الوقود الأحفوري لا يزال يشكل جزءًا كبيرًا من مزيج الطاقة في ألمانيا حيث يمثل 78% مقارنة بمعدل 81% لمجموعة العشرين، إلا انه يلاحظ وجود زيادة دائمة في استخدام الطاقة المتجددة في البلاد وأصبح تركيب الألواح الشمسية في المباني ممارسة قياسية، مما يعزز زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

وبالرغم من إلتزام ألمانيا ببذل جهود كبيرة نحو الانتقال الي طاقة أنظف، إلا ان الحرب الروسية الأوكرانية أدت إلى مزيد من الإسراع في تنفيذ خطط انتقال الطاقة القائمة والتصديق على عدد من الإجراءات التنظيمية لتعزيز إنتاج المزيد من الكهرباء المتجددة من الرياح والطاقة الشمسية، وفرض تدابير أكثر صرامة لكفاءة الطاقة، وتخطيط مرن للشبكة وبحث وتطوير بدائل غير تقليدية للوقود المستدام.

وتركز ألمانيا على زيادة الطاقة المتجددة وتنفيذ الممارسات المستدامة مما يتماشى مع التزامها بالتحول نحو اقتصاد أكثر استدامة وانخفاضًا في الكربون(https://net0.com/blog/net-zero-countries) .

❖ كوريا الجنوبية

تشبه كوريا الجنوبية اليابان في إلغائها أو تأجيل خططها طويلة الأمد للطاقة النووية بعد كارثة فوكوشيما. بالإضافة إلى ذلك، وباعتبارها ليست دولة منتجة للنفط والغاز، تعتمد كوريا الجنوبية بشكل أساسي على الإستيراد لتلبية الطلب المرتفع على الطاقة حيث أصبحت نتيجة لذلك أحد أكبر مستوردي الطاقة في العالم، حيث تستورد كميات كبيرة من الوقود الأحفوري مثل الغاز الطبيعي المسال والفحم والنفط الخام والمنتجات النفطية المكررة. وعلى الرغم من الاعتماد بشكل أساسي على الفحم والغاز الطبيعي، فقد شهدت كوريا الجنوبية انخفاضًا تدريجيًا في إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون منذ بداية التسعينيات. هذا ومع إنخفاض تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر، فقد أصبح ذلك خيارًا جاذباً لكوريا الجنوبية في سعيها لتحقيق انتقال كامل إلى الطاقة المتجددة بحلول عام 2050. لذا يبرز هذا التحول التزام كوريا الجنوبية بخفض انبعاثات الكربون وتعزيز الاستدامة في قطاع الطاقة وعزمها على تحقيق مستقبل طاقة نظيف ومستدام.

. (Country Analysis Brief, South Korea, 2018)

5.1. الانبعاثات الكربونية بقطاع النفط والغاز في دول منظمة الأوابك

أدركت دول منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) أهمية قضية تغير المناخ وتأثيرها على المشهد العالمي للطاقة. ونتيجة لذلك، تعهدت العديد من الدول الأعضاء بخفض بصمتها الكربونية والتحول نحو مصادر طاقة أنظف، ولكن تختلف تعهدات هذه الدول في نطاقها وطموحها، حيث تعتمد على الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية وتوليفة الطاقة بكل دولة. ويقدم هذا الجزء من البحث نظرة عامة على انبعاثات النفط والغاز بين دول الأوابك إلى جانب خططها ومبادراتها نحو إزالة الكربون.

تواجه الدول الأعضاء في منظمة أوابك، بصفتها أطرافاً رئيسية في قطاع الطاقة عالمياً تحديات وفرصاً فريدة في تخفيف انبعاثات الغازات الدفيئة والانتقال نحو مستقبل مستدام ومنخفض الكربون. لذلك يوضح هذا البحث معدل انبعاثات هذه الدول كما هو موضح في الجدول (1-2)، إلى جانب الالتزامات المناخية التي أعلنتها كل دولة بموجب اتفاقيات دولية مثل اتفاقية باريس ومساهماتها الوطنية المحددة (National Determined Contributions NDCs) لمكافحة تغير المناخ. وسوف يؤدى فهم الجهود والاستراتيجيات التي تتخذها الدول الأعضاء في منظمة أوابك في إزالة الكربون إلى رؤى قيمة حول مسيرة المنطقة نحو التنمية المستدامة.

الجدول (1-2): انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون من الطاقة والانبعاثات العملية والميثان وغازات الشعلة في دول الأوابك

مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون	2018	2019	2020	2021	2022
العراق	307.7	315.3	281.2	291.1	314.5
الكويت	126.2	116.2	108.4	113.1	120.5
قطر	143.3	148.8	130.4	138.4	134.6
السعودية	719.1	680.3	659.3	675.8	724
الامارات العربية	296	301.6	281.2	307.7	327.8
الجزائر	239.5	243.2	229.2	247.4	246
مصر	266.5	258.2	249.7	268	284.3

المصدر: BP Statistical Review, 2023

❖ المملكة العربية السعودية

لقد اتخذت المملكة العربية السعودية بالفعل خطوات مهمة لمعالجة انبعاثات الغازات الدفيئة من خلال مبادرات مثل الاقتصاد الدائري للكربون الذي يهدف الى إدارة وخفض الانبعاثات باستخدام تقنيات وأساليب مختلفة.

علاوة على ذلك، أطلقت المملكة العربية السعودية مبادرة "السعودية الخضراء" ومبادرة "الشرق الأوسط الأخضر". تهدف هذه المبادرات إلى تحقيق الحياد الكربونى بحلول عام 2060 وتتضمن استثمارات كبيرة تبلغ حوالي 187 مليار دولار.

.(https://climateactiontracker.org/countries/saudi-arabia/#:~:text=The%20government%20has%20announced%20it,MtCO2e%20by%202030)

البحث الفائز بجائزة اوابك

الجدول (1-3) سياسات المملكة العربية السعودية تجاه معالجة انبعاثات الغازات الدفيئة، التقييم البيئي الدولي 2022

	السنة	الوضع
مدينة الملك سلمان للطاقة(سبارك)	2021	سارية المفعول
سدير للطاقة الشمسية	2021	سارية المفعول
مبادرة السعودية الخضراء	2021	سارية المفعول
استثمارات الطاقة المتجددة – مبادرة السعودية الخضراء	2021	سارية المفعول
الحد الأدنى لمعايير أداء الطاقة للمحركات الكهربائية- المملكة العربية السعودية	2018	سارية المفعول
نيوم	2017	تم الاعلان
نظام تجارة المنتجات البترولية – مرسوم ملكي رقم M / 18	2017	سارية المفعول
إنشاء نظام الهيدروكربون – مرسوم ملكي رقم M / 37	2017	سارية المفعول
مكيفات الهواء ذات السعة الكبيرة – متطلبات الأداء وطرق الاختبار :SASO 2874/2016	2016	سارية المفعول
المعيار السعودي لاقتصاد الوقود (CAFE)	2016	سارية المفعول
برنامج الطاقة المتجددة-السعودية(NREP)	2016	تم الاعلان
المعايير الدنيا لأداء العمليات ووضع العلامات الخاصة بمكيفات الهواء – SASO 2663:2014	2014	سارية المفعول
مكيفات الهواء الانبوبية والمضخات الحرارية: اختبار وتقييم الأداء :SASO 2682:2013	2013	سارية المفعول
خطة التنمية التاسعة	2010	تم الانتهاء
مرسوم ملكي بتاريخ 17 أبريل 2010 بشأن مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة (KARARE)	2010	سارية المفعول
مكيفات الهواء والمضخات الحرارية بدون مجاري:اختبار وتقييم الأداء SASO 2861/2007	2007	سارية المفعول
امدادات الغاز ونظام التسعير – مرسوم ملكي رقم36 / M .	2003	سارية المفعول
السياسة الوطنية للتكنولوجيا والعلوم	2002	سارية المفعول
قانون البيئة رقم 193 لسنة 2001	2001	سارية المفعول
اللوائح والقواعد البيئية العامة للتنفيذ	2001	سارية المفعول

❖ مصر

أحرزت مصر تقدمًا ملحوظاً في إصلاح قطاع الطاقة لتعزيز الاستدامة وخفض انبعاثات الكربون حيث بدأت مسيرتها مبكرًا بالمصادقة على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في عام 1994 لتكون من الدول الرائدة في الاستجابة لتهديدات تغير المناخ على أساس مبدأ المسؤوليات المشتركة مع مراعاة القدرات الوطنية المتباينة لكل دولة.

وفي نوفمبر 2015، قدمت مصر مساهماتها الوطنية المحددة (INDCs) تماشيًا مع الأهداف العالمية التي حددتها إتفاقية باريس الصادرة عن UNFCCC. وبعد التوقيع الرسمي على اتفاقية باريس في 22 أبريل 2016 والمصادقة عليها في 29 يونيو 2017، تحولت مساهمة مصر المستهدفة إلى المساهمة الوطنية المحددة رسمياً (NDC). وتوضح نسخة المساهمة الوطنية المحدثة في سبتمبر 2021 التزام مصر باتفاقية باريس للفترة من 2015 إلى 2030. ويتوافق هذا التحديث مع سياسات مصر التنموية والمناخية، بما في ذلك استراتيجية التنمية المستدامة ورؤية مصر 2030 واستراتيجية التنمية منخفضة الانبعاثات طويلة الأجل 2050(LT-LEDS) ، واستراتيجية تغير المناخ الوطنية 2050(NCCS) واستراتيجية الحد الوطني من مخاطر الكوارث 2030 واستراتيجية التكيف الوطني مع تغير المناخ.

تضع مصر رؤية 2030 نصب أعينها لتحقيق نمو مستدام وتنافسية اقتصادية مع تحقيق تكامل وتشارك اجتماعي وحماية للبيئة. وتشكل جهود مكافحة تغيرالمناخ ركيزة أساسية في سبيل الوصول إلى مستقبلٍ مشرقٍ للأجيال القادمة وخلق مجتمع يسوده الازدهار والتكافل. وقد خصصت مصر موارد محلية ضخمة سواء من القطاع العام أو القطاع الخاص لدعم هذه الرؤية.

ولتسريع وتيرة التقدم، تركز مصر على عدد من الإجراءات الأساسية مثل إتاحة البيانات، التمويل، التحول الرقمي، الابتكار التكنولوجي، التشريعات الداعمة، القيم الثقافية، وإدارة النمو السكاني.

كما يمثل التعاون الدولي عنصرًا حاسمًا لبناء مستقبلٍ أخضر منخفض الكربون في مصر، فقد حظيت مصر بدعم العديد من الشركاء الدوليين في مسيرة تحقيق تلك الرؤية. ولا تقتصر جهود مصر على معالجة تغير المناخ فحسب، بل تتبنى أيضًا نهجًا متكاملًا في التعامل مع فقدان التنوع البيولوجي وتدهور الأراضي والأنظمة الإيكولوجية ومكافحة التصحر. وتشارك مصر بنشاط في الاتفاقيات الدولية الرئيسية المعنية بالبيئة، بما في ذلك اتفاقيات ريو الثلاث (UNFCCC, CBD, and UNCCD) وتدرك الترابط الوثيق بينهما، خاصة فيما يتعلق بالتكيف والصمود.

وقد أبرزت مصر التزامها بالاستدامة من خلال رؤية 2030 والتي تتضمن خططًا للتوسع في استخدام الطاقة النظيفة، كما عزز استضافة مصر لمؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخي (COP27) مكانتها كدولة رائدة في مجال العمل المناخي. بالإضافة إلى ذلك، أنشأت مصر شركة متخصصة لإدارة وإصدار شهادات الكربون والمنتجات البيئية، لتؤكد على جديتها في حماية البيئة. علاوةً على ذلك فإن مبادرة سوق الكربون الأفريقي تبرز التزام مصر بتعزيز تجارة الكربون داخل القارة.

❖ الامارات العربية المتحدة

رغم اعتمادها الكبير على الغاز الطبيعي والنفط في إنتاج الطاقة، اتخذت الإمارات العربية المتحدة خطوات مهمة نحو تنويع مصادر الطاقة لديها والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة. ففي عام 2014 بدأت الإمارات العربية المتحدة بالاستفادة من إمكانيات الطاقة الشمسية لديها لتوليد الكهرباء من خلال الخلايا الكهروضوئية بالإضافة إلى مصادر الطاقة التقليدية القائمة على الوقود الأحفوري. هذا وقد أسفرت مشاريع الطاقة الشمسية عن زيادة ملحوظة في حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة بالدولة.

علاوة على ذلك، نفذت الإمارات العربية المتحدة حوالي 14 مشروعًا بهدف خفض انبعاثات الغازات الدفيئة من خلال آلية المشروعات النظيفة، الأمر الذي أدى إلى خفض الانبعاثات بمقدار سنوي يقدر بحوالي مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون

لم تقتصر جهود الإمارات العربية المتحدة على استغلال الطاقة الشمسية وتنويع مصادر الطاقة فحسب، بل أطلقت أيضًا برامج مختلفة لتحسين كفاءة الطاقة بالإضافة إلي إطلاق خارطة طريق تهدف إلى تحقيق الريادة في مجالات الهيدروجين الأخضر والأمونيا الزرقاء والي تم الإعلان عنها عام 2021 خلال قمة المناخ COP26 .

وتلعب شركة أبو ظبي للطاقة "مصدر" دورًا مهمًا في إظهار إمكانية تحقيق التوازن بين الوقود الأحفوري التقليدي والطاقة المتجددة حيث تعمل "مصدر" على تطوير وترويج مشاريع الطاقة المتجددة والتقنيات النظيفة في المنطقة.

كما أكدت الإمارات العربية المتحدة التزامها القوي بمكافحة تغير المناخ وتصميمها على إتخاذ إجراءات حاسمة نحو الاستدامة البيئية وتخفيف انبعاثات الغازات الدفيئة من خلال تأسيس المعهد العالي لالتقاط وتخزين واستخدام ثاني أكسيد الكربون عام 2022، بالإضافة إلي إطلاق مبادرة لتداول عقود الكربون وإنشاء بورصة إلكترونية لتداول وحدات الكربون.

(OAPEC Member Countries' Model Role in Striking A Balance Between Energy Supply And Climate Change, 2023)

❖ الجزائر

رغم شهرتها كمنتج ومصدر رئيسي للنفط والغاز برزت الجزائر أيضًا في مجال الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة. ففي عام 2015 قامت دولة الجزائر بتحديث "خطة تطوير الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة"، والتي تهدف إلى التركيز على التوسع في تنفيذ مشروعات ضخمة للطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية بإستخدام الخلايا الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية. ولم تكتف دولة الجزائر بتشجيع الاستثمار في هذه المجالات فحسب، بل طبقت أيضًا حوافز متنوعة تشمل: الإعفاءات الضريبية والجمركية للاستيراد المعدات والأجهزة المتعلقة بالطاقة المتجددة، وتحديد أسعار تفضيلية للكهرباء المنتجة من مصادر متجددة، وإتاحة قروض ميسّرة لتسهيل تمويل مشاريع الطاقة المتجددة للمستثمرين.

❖ قطر

وضعت دولة قطر هدفًا وطنيًا طموحًا لخفض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 25% بحلول عام 2030 لتشكل بذلك أولوية قصوى في رؤية قطر الوطنية 2030. وتركز هذه الرؤية الشاملة على مشروعات اجتماعية وبيئية مستدامة والتنوع الاقتصادي، وتطوير مزيج متنوع من مصادر الطاقة.

وتلتزم دولة قطر التزامًا قويًا بمكافحة تغير المناخ، ففي أكتوبر 2021 أنشأت قطر وزارة مخصصة للبيئة وتغير المناخ كما أعادت تسمية شركتها النفطية الوطنية إلى "قطر للطاقة". وللتوجه نحو مصادر طاقة أنظف أنشأت قطر أول محطة للطاقة الشمسية وبدأت الأستثمار في مصادر الطاقة المتجددة لتنويع مزيجها للطاقة. (International Trade Administration, 2022)

ضمن جهودها في مجال مكافحة تغيير المناخ والاستدامة، تتعاون "قطر للطاقة" بشكل وثيق مع وزارة البيئة وتغير المناخ لتنفيذ الاستراتيجية الوطنية للبيئة والمناخ في قطر. وإدراكًا لأهمية الانتقال إلى مصادر طاقة أكثر استدامة، تقوم "قطر للطاقة" بإدراج الغاز الطبيعي المسال (LNG) في عملياتها، مع اعتباره أنظف الوقود الأحفوري.

وفي أغسطس 2021، أعلنت "قطر للطاقة" التزامها بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 25% بحلول عام 2030، وخصصت 170 مليون دولار لمبادرات تستهدف خفض غازات الشعلة والميثان كما وضعت الشركة خطة استدامة شاملة لتعزيز الممارسات الصديقة للبيئة وكفاءة الطاقة في منشآت الغاز الطبيعي المسال الحالية وتلك التي يجري تطويرها، بما في ذلك مشروع توسعة حقل الشمال للغاز الطبيعي المسال.

تسعى قطر إلى تحقيق الاستدامة البيئية والتنموية من خلال تحديد قطاعات حيوية تتمتع بإمكانيات سوقية قوية لتلعب دورًا رئيسيًا في هذا المسار. وتشمل هذه القطاعات قطاع توليد الطاقة، قطاع العمليات الصناعية، قطاع البنية التحتية، قطاع النقل، قطاع الزراعة، وقطاع الصحة والسلامة.

ضمن هذه القطاعات الرئيسية، حددت قطر قطاعات فرعية مهمة لدعم الممارسات المستدامة، ومنها معدات كشف التسرب وخدمات الإصلاح، معدات مراقبة الميثان/غازات الشعلة، التوليد المشترك للطاقة، إزالة الكربون، حلول كفاءة الطاقة، الطاقة المتجددة، التدوير وإعادة الاستخدام، حلول مكافحة التلوث، التقاط وتخزين ثاني أكسيد الكربون، البحث والتطوير في مجال إدرة المخلفات وتحويلها إلي طاقة، أساليب السلامة والصيانة، حلول التسرب النفطي وتنقية التربة، الحلول الذكية بإستخدام الذكاء الاصطناعي ، وأخيرا تقنيات التحكم في انبعاثات المركبات البرية والبحرية للحد من التلوث الناجم عن وسائل النقل.

من خلال التركيز على هذه المجالات الفرعية ودمج الممارسات المستدامة، تهدف قطر إلى الوفاء بالتزامها بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة وتعزيز الحفاظ على البيئة وخلق اقتصاد مرن ومستدام للأجيال القادمة.

(International Trade Administration, 2022)

البحث الفائز بجائزة اوابك

6.1. مسارات إزالة الكربون

يتناول هذا القسم عرض مفصل للمسارات المختلفة لإزالة الكربون مع الأخذ بعين الاعتبار مدى توافقها مع مبادئ اقتصاد الكربون الدائر (CCE) . يرتكز مفهوم إقتصاد الكربون الدائرى على مبدأ "الإستخدام الأمثل" والذي يتمحور حول ٤ أركان أساسية :خفض الأنبعاثات، وإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، وإزالة الكربون. خلال الأجزاء القادمة سيتم إستعراض تحليل مفصل لكل مسارٍ مع توضيح الوصف الشامل لآلية تنفيذه، بالإضافة إلى إبراز مزايا وعيوب كل مسار. وسيوفر هذا التحليل المتكامل رؤية شاملة لإمكانيات وتأثيرات كل مسار على مسيرة الاستدامة والحد من التغيرات المناخية.

كما سيتم إستعراض مدى توافق هذه المسارات مع إطار إقتصاد الكربون الدائرىCCE، وبناءً على هذا التحليل سيتم تقديم مفهوم شامل لكيفية مساهمة مسارات إزالة الكربون المختلفة في تحقيق الاستدامة والحد من تغير المناخ، كما سيتم الأعتماد على منهجية علمية مناسبة فى القسم التالي من هذا التقرير لاختيار المسارات الأكثر ملائمة وبالتالي تعزيز تبني مسارات إزالة الكربون الأفضل بيئيًا والقابلة للتطبيق إقتصاديًا.

الشكل (5-1) مسارات إزالة الكربون في ضوء إطار CCE

خفض الإنبعاثات	إعادة الإستخدام	إعادة التدوير	إزالة الكربون
•تحسين كفاءة الطاقة •خفض غازات الشعلة •الحد من إنبعاثات غاز الميثان •إنتاج الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة • زيادة الإعتماد على الطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المتجددة •الهيدروجين •الوقود الحيوي	• تقنيات إلتقاط الكربون، إستخدامه وتخزينه CCUS • تقنيات تحسين إنتاجية حقول الزيت	• الإستفادة من غاز ثانى أكسيد الكربون (الوقود المخلق)	• تقنيات إلتقاط الكربون وتخزينه CCS

1.6.1. طرق خفض الأنبعاثات

1.1.6.1. تحسين كفاءة الطاقة

في مسيرة التحول نحو الطاقة النظيفة، تعتبركفاءة الطاقة أحد المسارات الهامة حيث يُطلق عليها "الوقود الأول" لمسارات التحول نحو الطاقة النظيفة. كما تعتبر كفاءة الطاقة المحرك الرئيسي الثانى (حيث يسبقها الإعتماد على إنتاج الطاقة المتجددة) لتحقيق سيناريو "صافي الإنبعاثات الصفرى " (Tracking Clean Energy Progress, 2023). وبشكل عام، تتطلب كفاءة الطاقة استخدام أقل كمية ممكنة من الطاقة لتحقيق النتيجة المطلوبة وبالتالي، فإنها تعني تخفيضاً مستمرًا للهدر في الطاقة، مما يدعم مباشرةً خفض انبعاثات الغازات الدفيئة.

وبينما تدعم تقنيات إنتاج الطاقة المتجددة والإعتماد عليها ضمن مزيج الطاقة خفض إنبعاثات الغازات الدفيئة، إلا أن تحسين كفاءة الطاقة لا يزال يعتبر أكثر فعالية من حيث التكلفة - وغالبًا ما يكون الطريقة الأسرع – للحد من استهلاك الوقود الأحفوري (Environmental and Energy Study Institute). وتزداد أهمية تقنيات تحسين كفاءة الطاقة فى البلدان التي لا تزال تمتلك إمكانات أكبر لتحسين الكفاءة من خلال تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة في مختلف القطاعات التي تستهلك الطاقة، بما في ذلك المباني وقطاعات النقل والصناعة وتوليد الطاقة.

ووفقًا لسيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرى" الصادر عن وكالة الطاقة الدولية سيبلغ متوسط إستهلاك الأجهزة المستخدمة في عام 2030 حوالى 75% من الطاقة التي تستهلكها حاليًا وبينما قد يبدو هذا الأمر صعبًا، فهو لازال أمر من الممكن تحقيقه بالفعل حتى لو افترضنا عدم وجود تطورات كبيرة جديدة في التقنيات الحالية حيث يمكن تحقيقه بشكل رئيسي من خلال استبدال الأجهزة القديمة بأجهزة جديدة توفر أقصى قدر من الكفاءة. على سبيل المثال، يؤدي استبدال جميع أنظمة الإضاءة بإضاءة LED عالية الكفاءة إلى تحقيق وفورات كبيرة.

وبينما يبدو هذا المسار واضحًا ومباشرًا نسبيًا في التنفيذ، إلا أنه لا يزال غير مُطبق بالكامل حتى في أكثر الدول المتقدمة في العالم. على سبيل المثال، تشكل مصابيح LED حوالي نصف إجمالي المصابيح المُركبة في أوروبا (Tracking Clean Energy Progress, 2023).

لتحقيق سيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرى" بحلول عام 2050، من المتوقع أن تستهلك المباني الجديدة التي سيتم بناؤها في عام 2030 نصف الطاقة التي تستهلكها المباني الحالية للتدفئة والتبريد. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تصميمات تشجع على التهوية الطبيعية وإضاءة النهار المُحسنة، عزل محسن يقلل من انتقال الحرارة بين الداخل والخارج، أنظمة تكييف وتدفئة عالية الكفاءة تستخدم طاقة أقل لتوفير نفس مستوى الراحة بالإضافة الي غلايات محسنة لتسخين المياه وتدفئة المباني بكفاءة أكبر.

أما بالنسبة لقطاع النفط والغاز، لا يزال هناك العديد من الفرص لتحسين كفاءة الطاقة حيث يهيمن هذا القطاع على استهلاك الطاقة العالمي بحصة تبلغ حوالي 60% (BP 2022) وتشمل إجراءات تحسين كفاءة الطاقة في هذا القطاع تخفيض غازات الشعلة والحد من إنبعاثات غاز الميثان وتوجيهها للاستخدامات المفيدة ، إستبدال المعدات القديمة منخفضة الكفاءة باستخدام معدات حديثة أكثر كفاءة ، تحسين عمليات التكرير من خلال تطوير وتطبيق تقنيات تكرير أكثر كفاءة واستعادة الحرارة المهدرة المُنتجة في عمليات مختلفة لتجنب إهدارها بالإضافة الي نقل منتجات البترول بكفاءة وتحسين أنظمة النقل لخفض استهلاك الوقود وأخيرا الاستخدام الفعال

للطاقة في المنشآت والمكاتب وتشجيع الممارسات التي تقلل استهلاك الطاقة في جميع مواقع ومنشآت ومكاتب النفط والغاز.

مزايا وفرص تطبيق مسارات تحسين كفاءة الطاقة:

- إمكانية كبيرة لتحقيق مستويات مرتفعة من تحسين كفاءة الطاقة خاصة في الدول المنتجة للنفط والغاز والدول النامية.
- فاعلية عالية من حيث التكلفة، حيث يمكن تحقيقها في معظم الحالات مع عوائد اقتصادية مجدية.
- الطريقة الأسرع والأكثر فاعلية لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

التحديات:

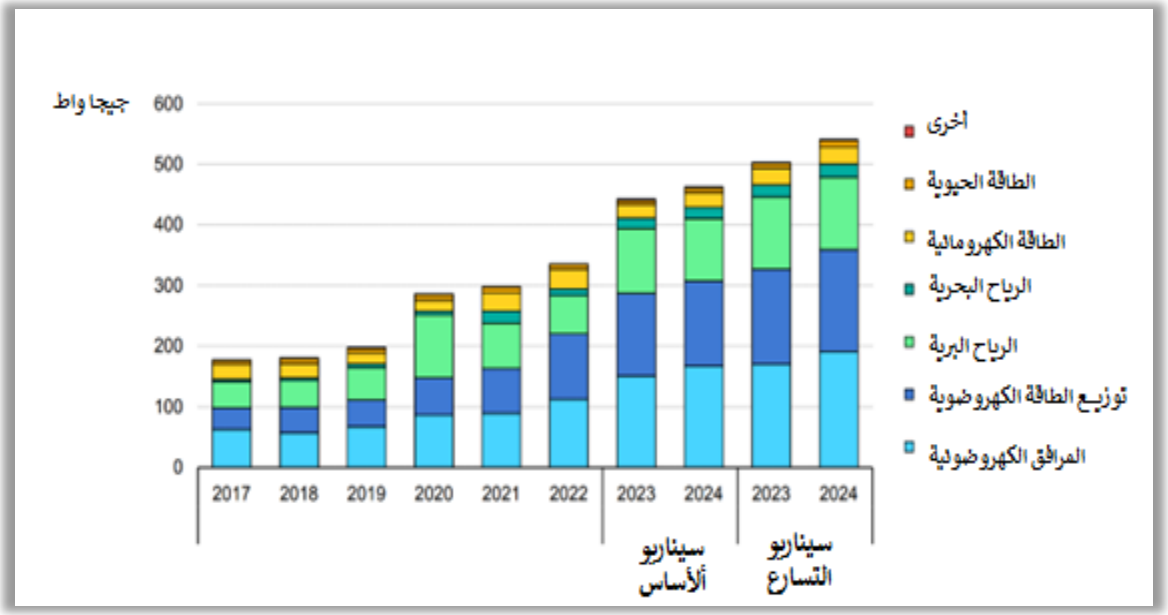
- تتطلب زيادة تحسين كفاءة الطاقة في معظم الدول المتقدمة استثمارات كبيرة.

2.1.6.1 إنتاج الطاقة من مصادرالطاقة المتجددة

يعتبر تعظيم الاعتماد على إنتاج الطاقة المتجددة ركيزة أساسية لتحقيق سيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرية" ومع ذلك عند الوصول إلى نسبة معينة من الطاقة المولدة والمنقولة في شبكات نقل الكهرباء مقارنة بالمصادر الأخرى يزداد صعوبة نقل المزيد من الطاقة المتجددة بسبب التقلبات الكبيرة الموسمية في إنتاجها.

وفى هذا الصدد تجدر الإشارة إلى أن معظم الدول لم تصل بعد إلى هذه النقطة الحرجة ومن المتوقع أن يزيد إجمالي القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة على مستوى العالم بنحو 440 جيجاوات في عام 2023 (الشكل 1-6). وتمثل هذه الزيادة الكبيرة الأخيرة في القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة أكبر تحسن تحقق حتى الآن في هذا المجال والتي يعزى سببها إلى ارتفاع أسعار الكهرباء والطاقة.

الشكل (1-6): القدرة الإضافية للكهرباء المتجددة



المصدر: Renewable Energy Market Update Outlook for 2023 and 2024, IEA

تشكل الطاقة الشمسية الكهروضوئية أكثر من 60% من إجمالي الزيادة المتوقعة للطاقة المتجددة على مستوى العالم، ويعود ذلك إلى إمكانية بناء محطات الطاقة الشمسية بصورة سريعة لسد النقص في إمدادات الطاقة التقليدية وتلبية الطلب المتزايد على الطاقة المتجددة. ومن المتوقع أيضًا أن يستمر تطور بناء المحطات ذات السعات الصغيرة للطاقة الشمسية الكهروضوئية خلال عام 2024. ومع ذلك، لا يزال هناك حاجة إلى ضخ المزيد من الإستثمارات فى المشاريع الإستراتيجية خاصة ذات السعات المرتفعة لتوليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتلبية أهداف الطاقة المتجددة المرجوة في المستقبل.

ومن المتوقع أن يؤدي الوضع الحالي في أوروبا إلى زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة مستقبلاً، وذلك بشكل رئيسي للتغلب على نقص الغاز الحالي نتيجة لخفض روسيا كميات الغاز المصدرة إلى أوروبا. ويسعى الاتحاد الأوروبي إلى تقليل اعتماده على الغاز الروسي بشكل كبير. وقد أدى ارتفاع أسعار الكهرباء والدعم التنظيمي المتزايد في أسواق الاتحاد الأوروبي الرئيسية إلى زيادة سريعة ومتواترة في مشروعات توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية التي أصبحت أكثر ذات جدوى وعائد إقتصادى مرتفع.

وفي الفترة بين عامي 2021 و2023، من المتوقع أن يتم توليد 230 تيراوات ساعة من الطاقة المتجددة، مما سيؤدي إلى انخفاض كبير في الانبعاثات مقارنة بتوليد نفس كمية الطاقة باستخدام الوقود الأحفوري.

ومن المتوقع أن يؤدي الانخفاض المتوقع في تكلفة توليد الكهرباء من الموارد المتجددة في عام 2024 إلى جعل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية خيارات التكلفة الأقل لتوليد الكهرباء الجديدة في معظم البلدان.

وفي عام 2024 من المتوقع إضافة حوالي 1000 جيجاوات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وستكون هذه القدرة الإضافية مهمة لدرجة أنه إذا تم إنشاؤها وإضافتها فإنها ستحقق أهداف سيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرية" لوكالة الطاقة الدولية فيما يتعلق بإضافة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في عام 2024. ومع ذلك، تواجه الطاقة الإضافية من الرياح بعض القيود للوصول إلى أهداف سيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرية" لوكالة الطاقة الدولية (IEA Renewable Energy Market Update Outlook for 2023 and 2024).

مزايا وفرص مسارات إنتاج الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة:

- تعتبر تكنولوجيات مطبقة على نطاق واسع وذات عائد إقتصادى محقق وتمثل خيار التكلفة الأقل لتوليد الكهرباء الجديدة في معظم البلدان.
- انخفاض كبير في أسعار إنتاج الكهرباء من الموارد المتجددة خلال الفترة الماضية ومن المتوقع انخفاضها أكثر في الفترة المقبلة.
- ارتفاع أسعار الطاقة عالميًا، وخاصة أسعار الكهرباء، يدعم الاستثمارات الجديدة في الطاقة المتجددة.
- المتطلبات الاستراتيجية للدول للحد من الاعتماد على واردات الطاقة هي محرك رئيسي للاستثمار الإضافي في الطاقة المتجددة.

تحديات إنتاج الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة:

- تذبذب أسعار السلع الأساسية (الكهرباء)
- ارتفاع أسعار الفائدة.

البحث الفائز بجائزة اوابك

- تباطؤ الاقتصاد العالمي.
- قيود سلسلة التوريد العالمية.
- قيود الحصول على التراخيص اللازمة لإنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة.

يتطلب التذبذب الشديد المعدلات الإنتاج من المصادر المتجددة آليات تخزين أو دعم احتياطي، وذلك لتلافى أية صعوبات قد تظهر أثناء نقل الطاقات الكهربائية المولدة من مصادر الطاقة المتجددة.

3.1.6.1 زيادة الأعتماد على الطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المتجددة

زيادة الأعتماد على الطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المتجددة هو عملية استبدال الاستخدام المباشر للوقود الأحفوري في مختلف التطبيقات باستخدام الكهرباء ويُعتبر هذا الأمر عملية واضحة ومباشرة في العديد من التطبيقات، بينما يتطلب في تطبيقات أخرى تطورات تكنولوجية أكثر تعقيداً.

فعلى سبيل المثال، يمكن حالياً استبدال محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة على نطاق واسع في مجال النقل بمحركات تعمل بالكهرباء مثل تلك المتوفرة في المركبات الكهربائية. ومع ذلك، لم يكن هذا الاستبدال ممكنًا قبل 20 عامًا بسبب العديد من القيود الاقتصادية والتكنولوجية، خاصة تلك المتعلقة بحجم ووزن البطاريات اللازم لتحقيق مدى مقبول لتخزين الطاقة.

وعلى الرغم من تحقيق تطورات كبيرة في هذا الصدد، لا تزال هناك بعض المزايا لسيارات محركات الاحتراق الداخلي مقارنة بالمركبات الكهربائية، حتى بناءً على التقنيات المتقدمة الحالية وتعود هذه المزايا بشكل أساسي إلى فترة شحن البطاريات المطلوبة بالإضافة إلى المسافة لكل شحنة، وكذلك متانة البطاريات التي تمثل عاملاً رئيسيًا في تكلفة السيارة الكهربائية.

(https://www.iea.org/energy-system/electricity/electrification)

بغض النظر عن مدى واقعية تنفيذ الأهداف الطموحة لخفض الكربون، فإن التوقعات المتعلقة باستهلاك الكهرباء الإضافية في سيناريو "عدم اتخاذ أي إجراء" تشير إلى زيادة كبيرة متوقعة في استهلاك الكهرباء كنسبة مئوية ضمن مزيج الطاقة العالمي. ووفقًا لتوقعات الطاقة العالمية لشركة McKinsey لعام 2022، من المتوقع أيضًا تحقيق هذه الزيادة قريبًا حيث يتوقع أن يتضاعف الطلب على الأقل بحلول عام 2050 والدافع الرئيسي لهذا الطلب الكبير هو الحاجة الملحة لاستبدال استهلاك الوقود الأحفوري وستكون هناك حاجة إلى المزيد من التحول نحو الكهرباء لدعم مسارات خفض الكربون الأخرى بما في ذلك أنظمة الرياح والطاقة الشمسية لتوفير الطاقة الخضراء، والمضخات الحرارية لخفض انبعاثات الكربون من التدفئة وتسخين المياه في المباني، وأنظمة تخزين طاقة البطاريات للاستجابة لشبكة كهرباء متقطعة بشكل متزايد، والمحللات الكهربائية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، والبنية التحتية لشحن المركبات الكهربائية لدعم التحول الجذري في قطاع النقل.

يعتبر التحول نحو الاعتماد على الكهرباء أحد الجوانب الرئيسية لدعم المزيد من خفض الكربون والتحول نحو طاقة أنظف. ومؤخرًا وبسبب زيادة إنتاج الطاقة المتجددة، يعد المكسب الرئيسي الناتج عن التحول نحو الاعتماد على الكهرباء هو انخفاض الانبعاثات الناتجة عن التحول نحو المركبات الكهربائية واستخدام المضخات الحرارية في المباني.

أصبحت المركبات الكهربائية مؤخرًا ذات تنافسية من حيث التكلفة في العديد من المناطق في العالم خاصة عند النظر في تكاليف التشغيل الأقل لهذه المركبات. بالإضافة إلى ذلك، فمن المتوقع أن يؤدي تحسن الاقتصاديات إلى زيادة تخفيض تكلفة الإنتاج الأولية للسيارات الكهربائية والبطاريات المرتبطة بها ونتيجة لارتفاع أسعار الغاز الطبيعي مؤخرًا، تم أيضًا تقديم المضخات الحرارية التي تعمل بالكهرباء كبديل تنافسي للتدفئة المنزلية.

وبشكل عام من المتوقع أن تؤدي الزيادات في أسعار النفط والغاز إلى تسريع وتيرة التحول نحو الأعتماد على الكهرباء وخلق فرص مهمة عبر سلسلة القيمة.

فرص ومزايا وتحديات زيادة الأعتماد على الكهرباء

الفرص والمزايا

- **تعظيم استخدام مصادر الطاقة النظيفة:** يوفر التحول نحو زيادة الاعتماد على الكهرباء إمكانية الاستفادة بشكل أكبر من مصادر الطاقة النظيفة، خاصة عند توليدها باستخدام مزيج متزايد من الطاقة المتجددة.
- **تحسين جودة البيئة:** لا ينتج عن استخدام الكهرباء انبعاثات مما يؤدي إلى بيئة أكثر صحة وملائمة للمعيشة.
- **سهولة القياس والتحكم:** يسهل قياس استهلاك الكهرباء وتسعيره وإدارته مقارنة بالوقود الأحفوري، بفضل التقنيات الرقمية المتاحة.

التحديات:

- تحول توليد الكهرباء إلى مصادر منخفضة الكربون: لتحقيق الفوائد الكاملة لخفض الانبعاثات من التحول نحو الكهرباء كما هو متصور في سيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرية"، يحتاج توليد الكهرباء إلى التحول إلى مصادر منخفضة الكربون مثل الطاقة المتجددة. كما ستحتاج شبكات الكهرباء إلى توسيع قدرتها ومرونتها لاستيعاب الطلب المتزايد على الكهرباء.
- هناك بعض التطبيقات يصعب تحويلها إلى العمل بالكهرباء بسبب التحديات التقنية والاقتصادية.
- عدم كفاءة الكهرباء في بعض استخدامات التدفئة: في معظم تطبيقات التدفئة، قد لا تكون الكهرباء الخيار الأكثر كفاءة (إلا إذا كان معظمها يُنتج من مصادر متجددة).
- الضغط على شبكات الكهرباء: سيؤدي انتشار التحول نحو الكهرباء إلى زيادة الطلب عليها مما يتطلب تركيبات إضافية لشبكات ذات كفاءة عالية وخيارات تخزين متقدمة للكهرباء لاستيعاب التذبذبات الكبيرة والموسمية لمصادر الطاقة المتجددة.

4.1.6.1. خفض غازات الشعلة

يحدث حرق الغاز المصاحب من خلال حرق الغازات بالشعلة عادةً في مواقع إنتاج النفط والغاز عندما تكون البنية التحتية غير كافية لضغط الغاز ونقله ومعالجته وفصله أو إعادة حقنه في المكمن ويحدث إحراق كبير للغاز المصاحب أثناء إنتاج النفط الخام عندما يكون استرجاع الغاز واستخدامه غير مجدٍ بسبب القيود الفنية والتشغيلية. وبالتالي، فإن هذا النوع من الحرق بالشعلة، المعروف بالحرق الروتيني، يمثل غالبية الغازات المحروقة ويعتمد بشكل أساسي على عمليات النفط والغاز.

من ناحية أخرى، يشير "الحرق غير الروتيني" أو "الحرق لأسباب السلامة " إلى الحرق المتعمد للغاز لأغراض السلامة من أجل منع الحوادث التي يمكن أن تعرض مرافق والأرواح للخطر.

ومن الضروري بشكل خاص العمل على الحد من كميات الحرق الروتيني لأن حرق الغاز المصاحب يؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من غازات الدفيئة الضارة، بما في ذلك الميثان بسبب الاحتراق غير الكامل، والكربون الأسود وأكاسيد النيتروز. ومع ذلك، يعتبر إطلاق الغاز إلى الغلاف الجوي أكثر ضرراً بالبيئة من حرقه.

(https://www.iea.org/energy-system/fossil-fuels/gas-flaring)

على الصعيد العالمي، يتم حرق حوالي 140 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي سنويًا، ففي عام 2022 أدى حجم الغاز المحروق إلى انبعاثات غازات دفيئة تعادل حوالي 500 مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون وهو ما يمثل تهديدًا حقيقيًا على صحة الإنسان. علاوة على ذلك، فإن 70% من الغازات المحروقة ناتجة عن عمليات مستمرة ويهدف العالم إلى القضاء على جميع عمليات حرق الغاز غير الطارئة بحلول عام 2030 مما سيؤدي إلى انخفاض بنسبة 95% في حجم الغاز المحروق وتجنب كميات كبيرة من الانبعاثات.

وفقًا لبيانات الأقمار الصناعية الخاصة برصد حرق الغاز بالشعلة لعام 2020، احتلت كل من روسيا والعراق وإيران والولايات المتحدة والجزائر وفنزويلا ونيجيريا قائمة الدول السبعة الأولى التي تشهد أعلى نشاط لحرق الغاز لمدة تسع سنوات متتالية منذ إطلاق القمر الصناعي الأول في عام 2012. تنتج هذه الدول مجتمعة 40% من إنتاج النفط السنوي العالمي ومع ذلك فهي مسؤولة عن حوالي 65% من إجمالي عمليات حرق الغاز بالشعلة في العالم. ويسلط هذا الاتجاه المستمر الضوء على التحديات المستمرة التي تواجه هذه الدول، فعلى الرغم من أن كل دولة لديها مجموعة فريدة من الصعوبات على سبيل المثال تمتلك الولايات المتحدة العديد من مواقع الحرق الفردية التي يصعب ربطها بالسوق بينما تشهد بعض حقول النفط في المناطق النائية بشرق سيبيريا في الاتحاد الروسي مستويات عالية من الحرق بسبب نقص البنية التحتية اللازمة لالتقاط ونقل الغاز المصاحب.

(https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/04/28/seven-countries-account-for-two-thirds-of-global-gas-flaring)

في حين يحدث حرق الغاز المصاحب في بعض الدول العربية في مناطق صحراوية نائية بعيدة عن التجمعات السكنية (مع ملاحظة أن هذا لا ينطبق على جميع الدول العربية المنتجة للمحروقات)، إلا أنه من المهم التأكيد على أن الإستمرار بحرق غازات الشعلة بشكل متزايد قد ينتج عنه آثار تتجاوز البشر وتؤثر على النظام البيئي بأكمله.

كما يشكل غياب البنية التحتية الخاصة بالغاز عقبة كبيرة أمام الحد من حرق الغاز بالشعلة والقضاء عليه في نهاية المطاف، ويرتبط هذا الحاجز ارتباطًا وثيقًا بالتحديات التنظيمية والإقتصادية والمالية والسياسية المذكورة سابقًا. ومن بين الدول العربية يواجه العراق، الدولة ذات معدلات مرتفعة من غازات الشعلة في المنطقة، نقصًا كبيرًا في البنية التحتية للغاز قد تتجاوز كمية الغاز المصاحب المنتج بكثير قدرة منشآت معالجة ونقل الغاز الحالية في العراق، ومن الضروري إعادة تأهيل البنية التحتية القديمة أو التالفة وتطوير منشآت جديدة وهو الأمر الذى قد يصعب تحقيقه خاصة مع استمرار نمو إنتاج النفط الخام العراقي بينما يختلف الأمر بالنسبة للدول التي تعد من كبار منتجي الهيدروكربونات وتملك موارد مالية كبيرة إلى جانب شركة وطنية قوية للنفط والغاز حيث تكون أكثر قدرة على معالجة هذه العقبات (ESCWA, 2019).

كما يدعم ارتفاع أسعار الغاز الطبيعي الجدوى الاقتصادية لمشاريع الحد من حرق الغازات بالشعلة بشكل مباشر حيث ان حرق الغازات بالشعلة يعنى من الناحية الإقتصادية نوعًا من إهدار الطاقة والمال، بالإضافة إلى آثاره الضارة على البيئة وصحة الإنسان بينما ستجعل أسعار الغاز المرتفعة نقل هذه الغازات المهدرة إلى الأسواق أكثر جدوى اقتصاديًا، بطريقة مباشرة وفورية.

واستنادًا إلى التقنيات الحالية المثبتة لدى منتجي النفط والغاز الدوليين فهنالك العديد من البدائل المختلفة التي يمكن تطبيقها على الفور لخفض كمية الغاز المحروق كما من المتوقع أن يسفر تطوير تقنيات جديدة أيضًا إلى تحقيق المزيد من خفض الغازات المحروقة بالشعلة التي يصعب تجنبها.فعلى سبيل المثال فإن تطبيق الاستخدام المباشر لغازات الشعلة في الموقع أو تحويل هذه الغازات إلى منتجات مفيدة أو طاقة كهربائية يعتبر من أهم التكنولوجيات المتعارف عليها والتي يمكن تطبيقها بنجاح كما يمكن إيضا الإعتماد على التكنولوجيات الأخرى مثل إعادة حقن الغاز وتخزينه لإستخدامه مستقبلا أو تطبيق التكنولوجيات الخاصة بتحسين إنتاجية حقول الزيت وذلك للحد من أعمال الحرق الروتينية.

بالإضافة إلى ذلك، إذا لم يكن هناك إحتياج لإستخدام تلك الغازات بمواقع الإنتاج في الموقع، يمكن استخدام منشآت CNG المحمولة أو منشآت mini-LNG لنقل الغاز إلى أقرب سوق كما يمكن أن يؤدي التقدم في تطور تكنولوجيات تحويل الغاز إلى الميثانول أو تحويل الغاز إلى سائل GTL على نطاق صغير إلى تحويله إلى بديل قابل للتطبيق مستقبلاً.

ومن أجل تحقيق الهدف الذي تم الإعلان عنه للقضاء على حرق غازات الشعلة الروتيني بحلول عام 2030، يتطلب الأمر اتخاذ عدة إجراءات مشتركة بين صانعي السياسات والكيانات الخاصة كما يتطلب التعاون بين مختلف الجهات الفاعلة. ومن ضمن أعمال التعاون المقترحة على مستوى الدول: تطوير خرائط طريق للحد من حرق غازات الشعلة، عمل الجهات التنظيمية بشكل تدريجي على حظر حرق غاز الشعلة الروتيني وتسريبه، قياس كميات الغاز المحروق بالشعلة والإبلاغ عنها بشفافية وذلك لإدارة سيناريوهات خفض كميات الغاز المحروق الحالية والمستقبلية بشكل فعال.

فرص خفض غازات الشعلة:

- **تكنولوجيات مثبتة تقنياً:** تتوفر تكنولوجيات معروفة وفعالة لاستخدام غازات الشعلة.
- **استغلال موارد مهدرة:** يوفر خفض حرق الغاز إمكانية الاستفادة المباشرة من موارد طاقة كانت تهدر سابقًا.
- **جدوى اقتصادية متزايدة:** مع ارتفاع أسعار الغاز الحالية والمتوقعة، يصبح خفض غازات الشعلة أكثر جدوى اقتصاديًا.

تحديات خفض غازات الشعلة:

- **التعاونً الإقليمي:** يتطلب خفض حرق الغاز تعاونًا وثيقًا بين مختلف الجهات الفاعلة في السوق بما في ذلك الحكومات والشركات والمجتمع المدني.
- **التدخل التنظيمي:** يلزم وجود إطار تنظيمي قوي يدعم خفض حرق الغاز، على سبيل المثال وضع معايير صارمة للانبعاثات وتوفير حوافز للحد من الحرق.

تجدر الإشارة إلى أن هذه التحديات يمكن التغلب عليها من خلال مجموعة من الحلول التي تشمل تطوير مشاريع مشتركة بين دول المنطقة، والاستفادة من التمويل الدولي، وتطوير تقنيات أكثر فعالية من حيث التكلفة لتخفيض غازات الشعلة.

5.1.6.1. الحد من إنبعاثات غاز الميثان

تمثل انبعاثات غاز الميثان الناجمة عن عمليات (إنتاج، ومعالجة، ونقل) الوقود الأحفوري أكثر من ثلث إجمالي انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن الأنشطة البشرية. وبالتالي، يعتبر معالجة انبعاثات غاز الميثان أمراً بالغ الأهمية لقطاع الطاقة في التخفيف من آثار تغير المناخ. في عام 2021، ارتفعت انبعاثات غاز الميثان العالمية الناجمة عن عمليات الوقود الأحفوري بنسبة 5% تقريبًا لتتجاوز 120 مليون طن، ويعزى ذلك بشكل أساسي إلى الارتفاع الذي شهده إنتاج الوقود الأحفوري. ومع ذلك، فإنه من المتوقع أن تنخفض انبعاثات غاز الميثان من عمليات الوقود الأحفوري بنسبة 75% تقريبًا بين عامي 2020 و2030 وفقًا لسيناريو "صافي الأنبعاثات الصفرية" بحلول عام 2050.

يملك صانعو السياسات مجموعة من الأدوات الفعالة لمكافحة انبعاثات غاز الميثان والتي أثبتت نجاحها في سياقات مختلفة وتشمل هذه الأدوات: برامج اكتشاف ومنع أية تسريبات لغاز الميثان، معايير تكنولوجية وتنظيمية للحد من الانبعاثات وقيود على عمليات الحرق غير الطارئة.

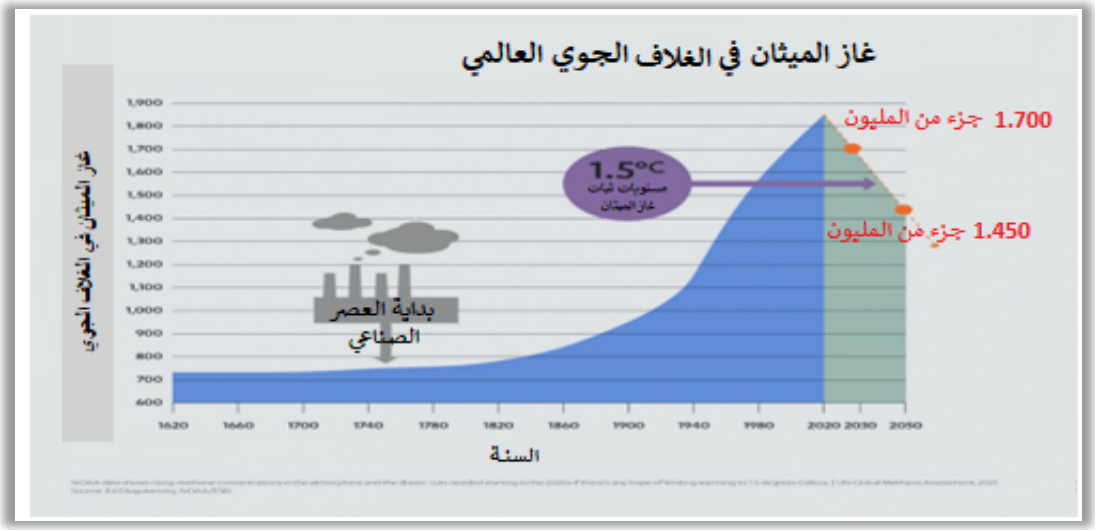
(https://www.iea.org/fuels-and-technologies/methane-abatement)

يهدف برنامج "الحد من مخاطر انبعاثات الميثان" إلى التركيز على تطوير حلول وتكنولوجيات وممارسات فعالة ودقيقة وبأسعار معقولة للتعرف على انبعاثات الميثان من مصادر مختلفة وقياسها ومراقبتها والحد منها. وتشمل مبادرات البحث والتطوير في مجال الحد من انبعاثات غاز الميثان مجالات متعددة مثل:

- **مواد مبتكرة لبناء خطوط الأنابيب**: تطوير مواد بناء جديدة للأنابيب تكون أكثر مقاومة للتسرب وتقلل من انبعاثات غاز الميثان.
- **مستشعرات المراقبة**: تطوير أجهزة استشعار دقيقة تعمل بكفاءة لمراقبة انبعاثات غاز الميثان في الوقت الفعلي وتحديد مواقع التسريبات.
- **أنظمة إدارة البيانات**: إنشاء أنظمة متقدمة لإدارة بيانات انبعاثات غاز الميثان وتحليلها وتوفير معلومات دقيقة لصانعي القرار.
- **تحسين كفاءة محطات الضغط**: تطوير تقنيات جديدة لتحسين كفاءة محطات ضخ الغاز، مما يقلل من انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن عمليات الضخ.
- **تحديد وتقدير انبعاثات غاز الميثان**: التركيز على تطوير تقنيات متقدمة للكشف عن انبعاثات الميثان وتحديد مواقعها وقياس كمياتها بدقة عالية.

من خلال التركيز على هذه المجالات البحثية، يهدف برنامج "الحد من مخاطر انبعاثات الميثان" إلى توفير مجموعة من الحلول التقنية والممارسات الفعالة التي تساهم في الحد من انبعاثات غاز الميثان من مختلف المصادر، مما يساهم في حماية البيئة ومكافحة تغير المناخ.
(https://www.energy.gov/fecm/methane-mitigation-technologies)

الشكل (1-7) الانبعاثات العالمية لغاز الميثان



يعتبر إزالة غاز الميثان من الغلاف الجوي مهمة تقنية صعبة للغاية وذلك بسبب تركيزه المنخفض جدًا مقارنة بثاني أكسيد الكربون، فغاز الميثان أقل انتشارًا في الغلاف الجوي بحوالي 200 مرة من غاز ثاني أكسيد الكربون مما يجعل عملية نزعه وإزالته أكثر تعقيدًا حيث تتطلب عملية نزع الميثان معالجة كميات كبيرة من الهواء وهو ما قد يتطلب كمية مأهولة من الطاقة. علاوة على ذلك، فإن غاز الميثان يتطلب ظروف أكثر صعوبة من غاز ثاني أكسيد الكربون عندما يتعلق الأمر بتحويله إلى حالة صلبة أو سائلة.

وعلى الرغم من خطورة انبعاثات غاز الميثان وتأثيرها الكبير على المناخ، إلا أنها غالبًا ما تكون غير مرئية مما يؤدي إلى قلة الوعي بآثارها السلبية وحتى عند إدراك الناس لخطورتها، فقد يفتقدون إلى الدافع أو الخبرة

اللازمة لتطبيق التقنيات التي يمكن أن تقلل من هذه الانبعاثات. وينطبق هذا الأمر بشكل خاص على الشركات الصغيرة التي قد لا تملك الخبرة أو الموارد الضرورية لمعالجة المشكلة بشكل فعال.

علاوة على ذلك، حتى عندما تفهم الشركات حجم وانواع انبعاثاتها وتحدد فرصاً مجدية اقتصاديًا لتخفيفها، لا يؤدي ذلك دائمًا إلى اتخاذ إجراءات ملموسة. لذا فإن توفر العوائد الاقتصادية الإيجابية وحدها لا يكفي لدفع عملية التغيير، حيث تواجه الشركات قيودًا على مستوى الموارد البشرية ورأس المال ولا يمكنها متابعة جميع المشاريع المربحة المحتملة. وبدون توجيهات واضحة أو حوافز سياسية لإعطاء الأولوية لإدارة الميثان فغالبًا ما تخسر هذه الممارسات والاستثمارات المنافسة الداخلية على الموارد.

باختصار، إن عدم مرئية انبعاثات غاز الميثان، إلى جانب محدودية الوعي والتحفيز والموارد، قد يعيق من اتخاذ إجراءات فعالة للتخفيف من هذه الانبعاثات. وبدون توجيهات واضحة أو حوافز سياسية، قد تواجه الشركات العديد من التحديات لتحديد أولوية إدارة الميثان على الرغم من توافر الفرص مجدية اقتصاديًا فى كثير من الأحيان. كما تشكل الحواجز الهيكلية في صناعة النفط والغاز تحديات جوهرية أخرى لعمل المشغلين وغيرهم من المشاركين في قطاعات التوريد، العمليات، والتطوير.

هذا بالإضافة إلى أن البنود المدرجة الخاصة بالغاز في عقود الخدمات الفنية أو اتفاقيات تقاسم الإنتاج المبرمة بين الشركات وسلطات الدولة تمنح في كثير من الأحيان الدول حقوق ملكية على الغاز المنتج إلى جانب النفط، أو تتضمن بنودًا لتسليم وبيع الغاز بدون توفير أية حوافز كافية للمشغلين لتطوير الإشراف على منشآت إنتاج ومعالجة الغازوإتخاذ الإجراءات للحد من إنبعاثات غاز الميثان (Haugland, T. 2019) .

6.1.6.1 الهيدروجين

من المتوقع أن يلعب الهيدروجين دورًا مهمًا في الفترة المقبلة نحو انتقال الطاقة سواء تم استهلاكه كوقود تقليدي في المحركات أو استخدمه في خلايا الوقود حيث إن الهيدروجين ينتج منتجًا جانبيًا واحدًا فقط وهو الماء دون انبعاثات كربونية. ونظرًا لأن الهيدروجين لا يوجد عادة بشكل حر في الطبيعة، فلا يمكن اعتباره مصدرًا رئيسيًا للطاقة بل هو ناقل للطاقة. وبسبب عدم كفاءة تخزين الكهرباء، يعتبر الهيدروجين ناقلًا مناسبًا للطاقة يمكن استخدامه لاستبدال الوقود الأحفوري في التطبيقات التي تتطلب كثافة طاقة عالية وبالتالي يصعب التحول الي استخدام الكهرباء. كما تجدر الإشارة إلى أنه وفقًا لطريقة الإنتاج ومقدار الانبعاثات الناتجة عن عملية الإنتاج، تم تحديد رمز ملون للهيدروجين يشمل الألوان: الأخضر، الأزرق، الرمادي، البني أو الأسود، الفيروزي، والوردي.

❖ **الهيدروجين الأخضر**

من بين العديد من تكنولوجيات إنتاج الهيدروجين المتاحة، تعتبر تكنولوجيات إنتاج الهيدروجين الأخضر التكنولوجيات الأكثر صداقة للبيئة، وبالتالي فهى طريقة الإنتاج الواعدة للمستقبل. يتم إنتاج الهيدروجين الأخضر من التحليل الكهربائي للمياه باستخدام الطاقة المتجددة وتستخدم عملية التحليل الكهربائي الطاقة الكهربائية لتحليل الماء إلى هيدروجين وأكسجين باستخدام الكهرباء المولدة من مصادرمتجددة، وبالتالى يتم إنتاج الهيدروجين الأخضر بانبعاثات كربونية منخفضة للغاية أو معدومة.

❖ **الهيدروجين الرمادي**

يعد الهيدروجين الرمادي حاليًا هو النوع الأكثر شيوعًا لإنتاج الهيدروجين، حيث لا يزال أرخص أنواع الهيدروجين الذي يتم إنتاجه والحصول عليه من الغاز الطبيعي عن طريق إصلاح الميثان بالبخار (SMR) حيث يتفاعل الميثان مع البخار لإنتاج الهيدروجين، كمية من ثاني أكسيد الكربون، والكثير من أول أكسيد الكربون والذي سيتم تحويله بعد ذلك إلى ثاني أكسيد الكربون في تفاعل جانبي.

❖ **الهيدروجين الأصفر**

نوع خاص من الهيدروجين الأخضر حيث يتم أستخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة للتحليل الكهربائي للماء.

❖ **الهيدروجين الأسود او البنى**

يستخدم إنتاج الهيدروجين الأسود أو البني الفحم، إما الفحم الأسود لإنتاج الهيدروجين الأسود أو الفحم المشتعل (البني) لإنتاج الهيدروجين البني وتعتبر عملية إنتاج الهيدروجين بتغييز الفحم الطريقة الأكثر ضررًا للبيئة.

❖ **الهيدروجين الفيروزي**

يُمكن الحصول على الهيدروجين الفيروزي من خلال عملية "التحليل الحراري للغاز الطبيعي" والتي تعني تسخين الغاز الطبيعي في غياب الأكسجين والماء لإنتاج الهيدروجين وكربون صلب وتُستمد الحرارة المستخدمة في هذه العملية من الكهرباء بدلًا من احتراق الوقود الأحفوري.

تتميز هذه التقنية بانها صديقة للبيئة حيث لا يتم انبعاث أي كربون في الهواء، بل يُستخدم الكربون الصلب في تطبيقات متنوعة مثل تحسين التربة أو تصنيع منتجات معينة ومع ذلك، فإن الهيدروجين الفيروزي لا يزال تقنية حديثة تحتاج إلى مزيد من التطوير قبل الوصول إلى مرحلة التسويق التجاري.

❖ **الهيدروجين الأزرق**

عندما يتم التقاط واستخدام أو تخزين انبعاثات الكربون الناتجة عن إنتاج الهيدروجين الرمادي والبني والأسود، فإن الهيدروجين الناتج يُسمى بالهيدروجين الأزرق ويعتبر الهيدروجين الأزرق أقل ضررًا بالبيئة مقارنة بنظرائه الرمادي والبني والأسود وذلك لأنه يتم التقاط ومعالجة جزء كبير من انبعاثات الكربون الناتجة عن عملية الإنتاج. ولكن تعد تقنيات التقاط وتخزين الكربون المستخدمة في إنتاج الهيدروجين الأزرق مكلفة مما يزيد من سعره النهائي مقارنة بالأنواع الأخرى.

❖ **الهيدروجين الوردي**

يأتي الهيدروجين الوردي، المشار إليه أحيانًا بالهيدروجين الأحمر أو الأرجواني، بحل جديد لإنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة النووية كمصدر للطاقة لعملية التحليل الكهربائي. وعلى الرغم من أن تلك التكنولوجيا لا ينتج عنها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، إلا أنه لا يمكن تصنيفه كهيدروجين أخضر، وذلك لأن الطاقة النووية مصدر غير متجدد ولها تأثيرات سلبية على البيئة.

وتعتمد هذه التقنية على ارتفاع درجة الحرارة الناتجة عن المفاعل النووي المبرد بالغاز لتشغيل جهاز التحليل الكهربائي وإنتاج الهيدروجين الوردي. كما يمكن استخدام هذه الحرارة لإنتاج أنواع أخرى من الهيدروجين، مثل الهيدروجين الرمادي من خلال عملية إعادة تكوين البخار والغاز الطبيعي (SMR). وعادةً ما تكون تكلفة إنتاج الهيدروجين في محطات الطاقة النووية أقل مقارنة بطرق الإنتاج الأخرى مما يتيح لمحطات الطاقة النووية إنتاج كميات كبيرة من الهيدروجين.

الفرص والمزايا:

- **وقود عالي الكثافة**: يمتلك الهيدروجين كثافة طاقة أعلى مقارنة بالوقود الأحفوري، مما يجعله مناسبًا لتطبيقات النقل الثقيل أو الأنشطة التي تتطلب كميات كبيرة من الطاقة.
- **انبعاثات صفرية**: لا ينتج الهيدروجين الأخضر أي انبعاثات كربونية عند استخدامه كوقود، مما يساهم في الحد من الاحتباس الحراري وحماية البيئة.
- **مصادر متجددة**: يُنتج الهيدروجين الأخضر باستخدام الكهرباء من مصادر متجددة مثل الطاقة الشمسية أو الرياح، مما يجعله مصدرًا نظيفًا ومستدامًا للطاقة.
- **بديل للوقود الأحفوري**: يمكن استخدام الهيدروجين الأخضر لاستبدال الوقود الأحفوري في العديد من التطبيقات التي يصعب تحويلها للعمل بالكهرباء بدلا من مصادر الطاقة الأخرى، مثل النقل الجوي والبحري والصناعات الثقيلة.

التحديات:

- **تكلفة الإنتاج**: لا تزال عملية إنتاج الهيدروجين الأخضر مكلفة مقارنة بالوقود الأحفوري، ويرجع ذلك جزئيًا إلى تكلفة تكنولوجيات التحليل الكهربائي والمعدات ذات الصلة.
- **التخزين والنقل**: يحتاج الهيدروجين إلى ضغط عالٍ أو تبريد عميق للتخزين والنقل لمسافات طويلة مما يمثل تحديًا لوجيستيًا وتكلفة إضافية.
- **البنية التحتية**: تتطلب عملية الاستفادة من الهيدروجين الأخضر تطوير بنية تحتية جديدة لتخزينه ونقله وإعادة تعبئته، وهو ما يتطلب استثمارات كبيرة.

7.1.6.1 الوقود الحيوي

يُعد الوقود الحيوي أي وقود يُستخرج من مصادر متجددة مثل الكتلة الحيوية بما في ذلك النباتات والطحالب ومخلفات الحيوانات. وعلى عكس الوقود الأحفوري مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي، يُعتبر الوقود الحيوي مصدراً مستداماً للطاقة حيث يمكن تجديد المادة الخام المستخدمة في إنتاجه بسهولة وغالبًا ما يتم الترويج له كبديل اقتصادي وصديق للبيئة للوقود التقليدي خاصةً بسبب مخاوف ارتفاع تكلفة البترول ومساهمة الوقود الأحفوري في الاحتباس الحراري.

وقد حظيت أنواع الوقود الحيوية السائلة مثل الإيثانول والديزل الحيوي باهتمام كبير بسبب توافقها مع البنية التحتية للنقل الحالية. ويعتبر الإيثانول، الذي يتم إنتاجه من خلال تخمير النشا أو السكر، الوقود الحيوي السائل

الأكثر إنتاجًا على مستوى العالم حيث تشمل الدول الرائدة في إنتاج الإيثانول البرازيل والولايات المتحدة. ففي الولايات المتحدة، يُستخلص الوقود الحيوي الإيثانول بشكل أساسي من حبوب الذرة ويُمزج عادةً بالبنزين لإنشاء "gasohol" يحتوي على 10% إيثانول.(https://www.britannica.com/technology/biofuel)

كما يأتى الديزل الحيوى فى المرتبة الثانية كأحد أكثر أنواع الوقود الحيوي شيوعًا والذي يُستخرج غالبًا من نباتات زيتية مثل فول الصويا أو أشجار النخيل، بالإضافة إلى مصادر ثانوية مثل دهون الطهي المستعملة من المطاعم.

يعتبرالوقود الحيوي خيار نظيف ومستدام للطاقة، فقد لعب الوقود الحيوي دورًا مهمًا في دعم أمن الطاقة خلال الأزمات الأخيرة خاصة مع ارتفاع أسعار النفط بسبب الحرب في أوكرانيا. ووفقًا لوكالة الطاقة الدولية، فقد ساعد استخدام الوقود الحيوي في عام 2022 على خفض استهلاك النفط العالمي في قطاع النقل بمقدار 2 مليون برميل مكافئ نفطي يوميًا أي ما يقارب 4% من إجمالي الطلب. وقد شهدت كل من الأرجنتين والهند وإندونيسيا زيادة كبيرة في استخدام الوقود الحيوي خلال هذه الفترة.

وبالرغم من فوائد الوقود الحيوي لتعزيز أمن الطاقة، إلا أنه يواجه بعض التحديات ومن ضمنها أرتفاع أسعاره التى ارتفعت بوتيرة أسرع من البنزين والديزل التقليدي في العديد من الدول. ولمواجهة ذلك، قررت دول مثل البرازيل والسويد وفنلندا تأجيل زيادة نسبة مزج الوقود الحيوي بالوقود التقليدي المخططة في عام 2022.

وتتوقع وكالة الطاقة الدولية أن تنخفض أسعار الوقود الحيوي في عامي 2023 و2024 لكنها ستظل أعلى بكثير من مستويات ما قبل الحرب في أوكرانيا. وقد انخفضت الأسعار بالفعل في الأسواق الرئيسية مقارنة بالذروة التي شهدتها في عام 2022 ففي الأشهر الأربعة الأولى من عام 2023، انخفضت أسعار الإيثانول بنسبة 7% إلى 16% مقارنة بمعدل عام 2022، بينما انخفضت أسعار الديزل الحيوي بنسبة 15% إلى 28% في مختلف الأسواق.

ومع ذلك، على الرغم من انخفاض الأسعار عن ذروة عام 2022، يُتوقع أن تبقى أسعار المواد الخام الرئيسية للوقود الحيوي مثل الذرة والسكر والزيوت النباتية أعلى من مستويات ما قبل الحرب ونتيجة لذلك، ستظل أسعار الوقود الحيوي مرتفعة طوال عام 2024 (IEA, 2023) .

كما يتوقع أن يزداد الطلب على الوقود الحيوي بنسبة 11% بحلول عام 2024 مدفوعًا بالسياسات القائمة التي تهدف إلى تحقيق أهداف أمن الطاقة ويُتوقع أن تسارع إندونيسيا والبرازيل فقط بطرح الوقود الحيوي بحلول عام 2024. أما في الاقتصاديات المتقدمة، فمن غير المرجح أن يكون للسياسات الجديدة تأثير فوري على الإنتاج حتى بعد عام 2024. ويعود ذلك إلى عوامل مثل ارتفاع الأسعار والمخاوف بشأن توفر المواد الخام والقيود التقنية، والتي تحد من إمكانية النمو الإضافي في المستقبل القريب.

اما بالنسبة لإنتاج الوقود الحيوي بالمنطقة العربية، يمكن تقسيم المنطقة العربية إلى ثلاث مجموعات:

1. الدول التي لا تملك الموارد الكافية، خاصة الأراضي والمياه لإنتاج الوقود الحيوي، مثل الصومال واليمن وليبيا ولبنان وفلسطين وتونس وجيبوتي، والكويت، والبحرين، وقطر.
2. الدول المنتجة أو التي تخطط لإنتاج الوقود الحيوي، وهي: مصر والسودان والأردن وسلطنة عمان والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة.

3. الدول التي لا تنتج الوقود الحيوي حاليًا، ولكن لديها القدرة على إنتاجه، وهي: الجزائر، وموريتانيا، والمغرب، والعراق.

تتضمن تحديات إنتاج الوقود الحيوي عدة عوامل مثل التأثير البيئي والاجتماعي الاقتصادي للزيادة في إنتاج المحاصيل وتصنيع الوقود الحيوي، وصراعات استخدام الأراضي التي تنشأ عن زيادة إنتاج المحاصيل، التأثير على الأمن الغذائي، وأيضا الحاجة إلى دعم حكومي صغار المزارعين حتى يتمكنوا من المشاركة والاستفادة من زيادة إنتاج الوقود الحيوي.

تعتبر المراعي موردًا مهمًا في معظم الدول العربية نظرًا لأدوارها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وقد تمارس ضغطًا على ما يسمى بالأراضي "الهامشية" (Majdalawi M., Al-Karablieh E., AlAssaf A., Habbab S., 2011).

فرص ومزايا الوقود الحيوي:

- مصدر متجدد للطاقة.
- وقود عالي الكثافة مقارنة بالبدائل المتجددة الأخرى.
- انبعاثات أقل وشوائب أقل مقارنة بالوقود الأحفوري.
- يعزز إدارة النفايات الفعالة.

تحديات الوقود الحيوي:

- ارتفاع تكلفة الإنتاج
- قد يؤدي إلى إزالة الغابات.
- قد يؤثر توسيع إنتاج الوقود الحيوي سلبًا على الموارد الزراعية (الأرض والمياه والأسمدة وما إلى ذلك) التي يمكن تخصيصها لإنتاج الغذاء.

2.6.1. مسارات إعادة التدوير

1.2.6.1. الميثان المخلق

من بين آليات إزالة الكربون المختلفة، تعتبر تقنيات إلتقاط الكربون، إستخدامه وتخزينه (CCUS) الآلية الوحيدة القادرة على التعامل مع انبعاثات التطبيقات الصعبة للتحويل بالعمل بالكهرباء، والتي يصعب عادة تخفيض انبعاثاتها وذلك على الرغم من عدم تمتعه بالتنافسية الاقتصادية العالية. ويتضمن CCUS آليتين: الأولى هي إلتقاط ثاني أكسيد الكربون (CCS) وتخزينه تحت الأرض، والذي يتم على الأغلب في الآبار الناضبة، والأخرى هي استخدام ثاني أكسيد الكربون المحتجز في مجموعة من التطبيقات المفيدة. إلا أن الكميات الهائلة من ثاني أكسيد الكربون متاحة إما للتخزين أو الاستخدام. والسؤال الذي يطرح نفسه هو: ما نوع التطبيقات التي يمكن استخدامها للتعامل مع كل هذه الكميات؟

يُعد الميثان المخلق إجابة واقعية على هذا السؤال حيث يمكن استخدام ثاني أكسيد الكربون المحتجز لإنتاج الميثان المخلق عند التفاعل مع الهيدروجين الأخضر ويمكن استخدام الطاقة المتجددة لإنتاج الهيدروجين

الأخضر. وبالنظر إلى نقص البنية التحتية حتى الآن للتعامل مع الهيدروجين (تخزينه ونقله واستخدامه تجاريًا)، يمكن استخدام الهيدروجين للتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون المحتجز لإنتاج الميثان المخلق.

وعلى عكس الهيدروجين، يمكن استخدام الميثان المخلق على الفور حيث يمكن التعامل معه تمامًا مثل الغاز الطبيعي حيث يمثل الميثان المكون الرئيسي للغاز الطبيعي ويشكل عادةً ما بين 85 إلى أكثر من 95% من الغاز الطبيعي المستهلك تجاريًا للتطبيقات النهائية للمستخدمين. علاوة على ذلك، فإن اختلاط الميثان المخلق مع الغاز الطبيعي سيؤدي إلى تركيبة أفضل للمزيج لمعظم التطبيقات. وبالتالي، يمكن استخدام شبكات الغاز الطبيعي ومرافق الضغط المتاحة على نطاق واسع لاستيعاب الميثان المخلق دون الحاجة إلى أي تعديلات تقريبًا، كما يمكن استخدام بنية تحتية للغاز الطبيعي المسال (LNG) لنقل الميثان المخلق دون أي تحديات تقنية.(Julian W., 2018; UNCE, 2019)

ومع ذلك، لا تزال هناك بعض التحديات المتعلقة بالإنتاج واسع النطاق للميثان المخلق حيث ترتبط هذه التحديات بشكل أساسي بتكلفة الإنتاج المرتفعة والحاجة إلى بنية تحتية واسعة النطاق لالتقاط الكربون ونقل ثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى الحاجة أيضًا إلى كميات هائلة من الطاقة المتجددة.

(Vega Puga, E.; Moumin, G.; Neumann, N.C.; Roeb, M.; Ardone, A.; Sattler, C., 2022)

تكنولوجيا إنتاج الميثان المخلق"Synthetic Methane"

لا توجد تحديات فنية صارمة أمام عملية إنتاج الميثان المخلق حيث يتم إنتاج الهيدروجين الأخضر بتحليل كهربائي للماء باستخدام الكهرباء المتجددة، ثم يتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون لإنتاج الميثان (CH_4) حيث تبدو العملية بسيطة من الناحية الفنية، لكنها تعاني من فقد كبير للطاقة في كل مرحلة حيث يفقد ما يقارب 40% من الطاقة خلال التحليل الكهربائى (Julian W., 2018). كما تجدر الإشارة إلى أنه حالياً لا توجد بنية تحتية تسمح بإلتقاط ونقل كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون اللازمة لعملية انتاج الميثان من الهيدروجين.

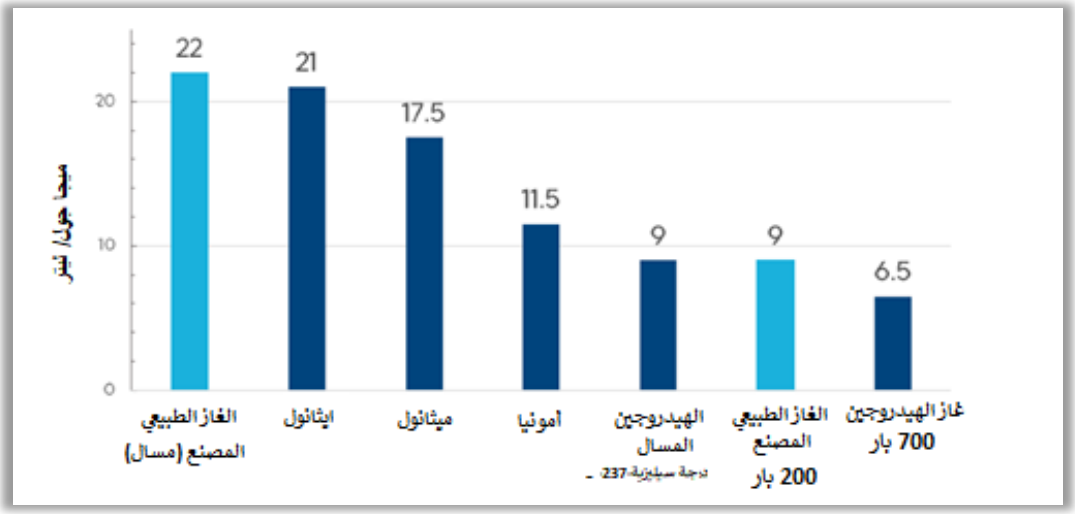
ويجب استخدام الميثان المخلق فقط في التطبيقات التي يصعب تحويلها للعمل بالكهرباء مباشرةً خاصةً عندما يكون هناك فائض غير مستخدم من الكهرباء المتجددة إذ سيكون الاستخدام المباشر للكهرباء الأخضر أكثر كفاءة دائماً.

كما تكمن ميزة الميثان المخلق الرئيسية في توافقه مع الخصائص الفيزيائية والكيميائية للغاز الطبيعي تقريباً مما يعني إمكانية استبدال الغاز الطبيعي بالميثان المخلق بشكل فوري في جميع التطبيقات تقريباً والاستفادة من شبكات الغاز الطبيعي الواسعة النطاق لنقله واستخدامه بكفاءة عالية.

وبينما تواجه معظم قطاعات استهلاك الطاقة صعوبات في التحول إلى وقود أكثر صداقة للبيئة، يمكن لمستهلكي الميثان المخلق تنفيذ هذا التحول بسلاسة ودون تعديلات كبيرة. على سبيل المثال، لا يمكن استخدام الأمونيا الخضراء أو الزرقاء في محركات الديزل، ولا يزال الهيدروجين غير مناسب للاستخدام في توربينات الغاز وغيرها من تطبيقات احتراق الغاز.

ويوضح الشكل (1-8) كثافات الطاقة المختلفة لبدائل الوقود الأخضر في ظل ظروف مختلفة. ويمتلك الميثان المخلق كثافة طاقة حجمية عالية سواءً عند ضغطه أو تسييله، مما يجعله متفوقًا على خيارات الوقود الأخضر الأخرى مثل الهيدروجين الذي يعاني من تحديات فنية واقتصادية تتعلق بتسييله عند درجة حرارة -237 درجة مئوية أو ضغطه عند 700 بار.

الشكل (1-8): كثافات الطاقة المختلفة لبدائل الوقود الأخضر



المصدر: (Olli P. 2022).

فرص ومزايا الميثان المخلق:

- **تقنية مجرّبة ومثبتة**: إنتاج الميثان المخلق هو عملية تقنية مثبتة ومجربة.
- **بنية تحتية قائمة**: يمكن تخزين ونقل الميثان المخلق باستخدام البنية التحتية الحالية للغاز الطبيعي دون الحاجة إلى تغييرات كبيرة.
- **استبدال سهل**: يُمكن استبدال الغاز الطبيعي بالميثان المخلق في جميع تطبيقاته تقريباً، دون الحاجة لتعديلات تُذكر على الأجهزة والمعدات.
- **كثافة طاقة عالية**: يتمتع الميثان المخلق بكثافة طاقة حرارية أعلى مقارنةً بالعديد من الوقود البديل، مما يجعله أكثر كفاءة في الاستخدام.
- **تطبيقات صعبة التحول للاعتماد على الكهرباء**: يُعد الميثان المخلق خياراً مناسباً لتطبيقات يصعب تحويلها للكهرباء، مثل النقل البحري أو تطبيقات الصناعات الثقيلة.

تحديات الميثان المخلق :

- **تكلفة إنتاج عالية**: يعتبر إنتاج الميثان الخلق مكلفاً نسبياً مقارنةً بالوقود الأحفوري أو بعض البدائل الأخرى.
- **حاجة إلى طاقة متجددة**: يتطلب إنتاج الميثان المخلق كميات كبيرة من الطاقة المتجددة لتشغيل عملية التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين.
- **بنية تحتية لثاني أكسيد الكربون**: تحتاج عملية إنتاج الميثان المخلق إلى بنية تحتية واسعة النطاق لألتقاط ونقل ثاني أكسيد الكربون.
- **كفاءة أقل من الكهرباء**: رغم أنه وقود متجدد، فإن كفاءة استخدام الميثان الصناعي من ناحية الطاقة أقل مقارنةً بالاستخدام المباشر للكهرباء المتجددة.

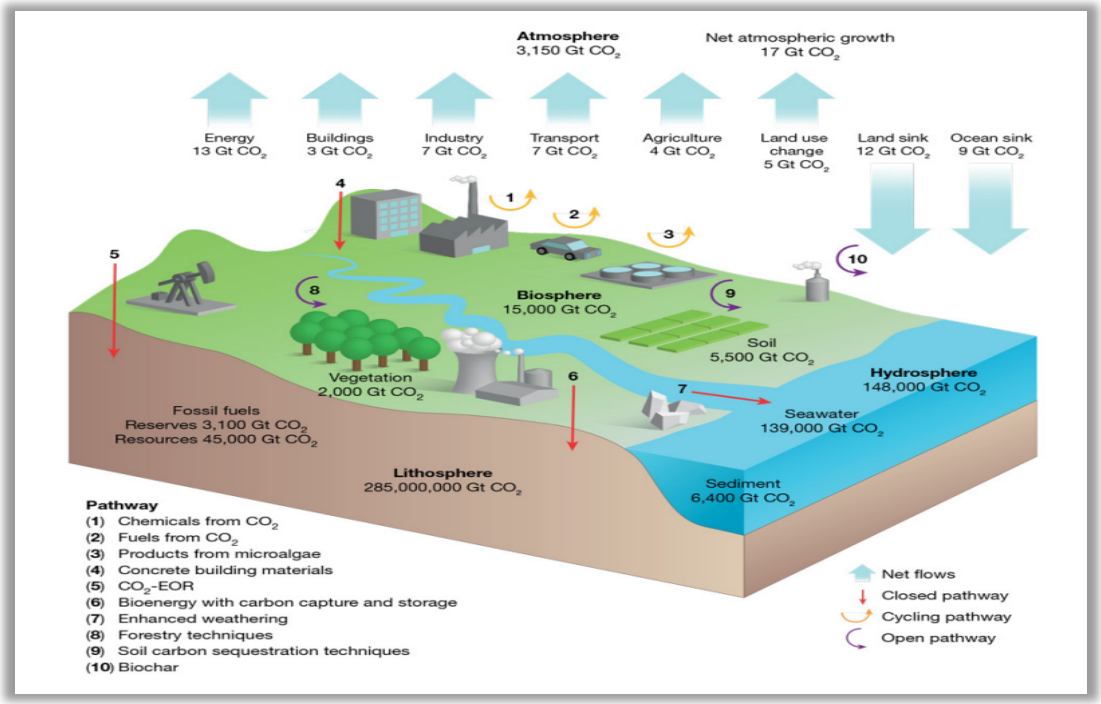
3.6.1. مسارات الإزالة وإعادة الاستخدام: التقاط الكربون وتخزينه (CCS) والتقاط واستخدام الكربون وتخزينه (CCUS)

يوفر دمج تقنيات التقاط واستخدام الكربون وتخزينه (CCUS) مع إطار الإقتصاد الدائري فرصًا كبيرة لإدارة مستدامة للموارد حيث يهدف الاقتصاد الدائري إلى الحد من النفايات وتعظيم كفاءة استخدام الموارد من خلال تقليل وإعادة استخدام وتدوير واستعادة المواد. وتلعب تقنيات CCUS دورًا حاسمًا في هذا النموذج من خلال التقاط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون واستخدامها كمادة خام لإنتاج مواد كيميائية أو وقود أو مواد بناء قيمة فيما يعزز هذا التكامل نظامًا مغلقًا يتم فيه إعادة توجيه النفايات مما يقلل الاعتماد على المواد الخام ويقلل من التأثير البيئي.

وفي ضوء المخاوف المناخية الحالية والاهتمام المتزايد بمبادئ الاقتصاد الدائري، اكتسب مفهوم التقاط الكربون اهتمامًا متجددًا. وكما هو موضح في الشكل أدناه، هناك عشرة مسارات مميزة لاستخدام ثاني أكسيد الكربون، يتم تصنيف كل منها بناءً على حركة الكربون داخل مجالات الأرض المختلفة والوجهة النهائية لها.

(https://energypost.eu/10-carbon-capture-methods-compared-costs-scalability-permanence-cleanness/)

الشكل (1-9): مسارات استغلال ثاني أكسيد الكربون



هذا وتجدر الإشارة إلى أنه لتحقيق هدف الحياد الكربوني بحلول عام 2050، لن يكف الاعتماد على بدائل الوقود النظيفة فقط، بل يلزم توسيع نطاق أنشطة التقاط واستخدام وتخزين الكربون (CCUS) حيث ان بعض الانبعاثات يصعب تخفيضها إما لأسباب تقنية أو اقتصادية، ولألتقاط هذه الانبعاثات الدور الأبرز لـ CCUS في المسيرة نحو تحقيق الحيلد الكربونى. فبينما تساعد التقنيات الخضراء الأخرى في التحكم في كمية

الانبعاثات أو حتى خفضها تمامًا، فإن CCUS هي التقنية الوحيدة التي تساهم في إزالة ثاني أكسيد الكربون لتحقيق التوازن مع الانبعاثات التي لا يمكن تجنبها بأي طريقة أخرى. ومع ذلك، فإن الحوافز المالية القوية ضرورية للغاية لاستدامة هذه التقنية وتطورها.

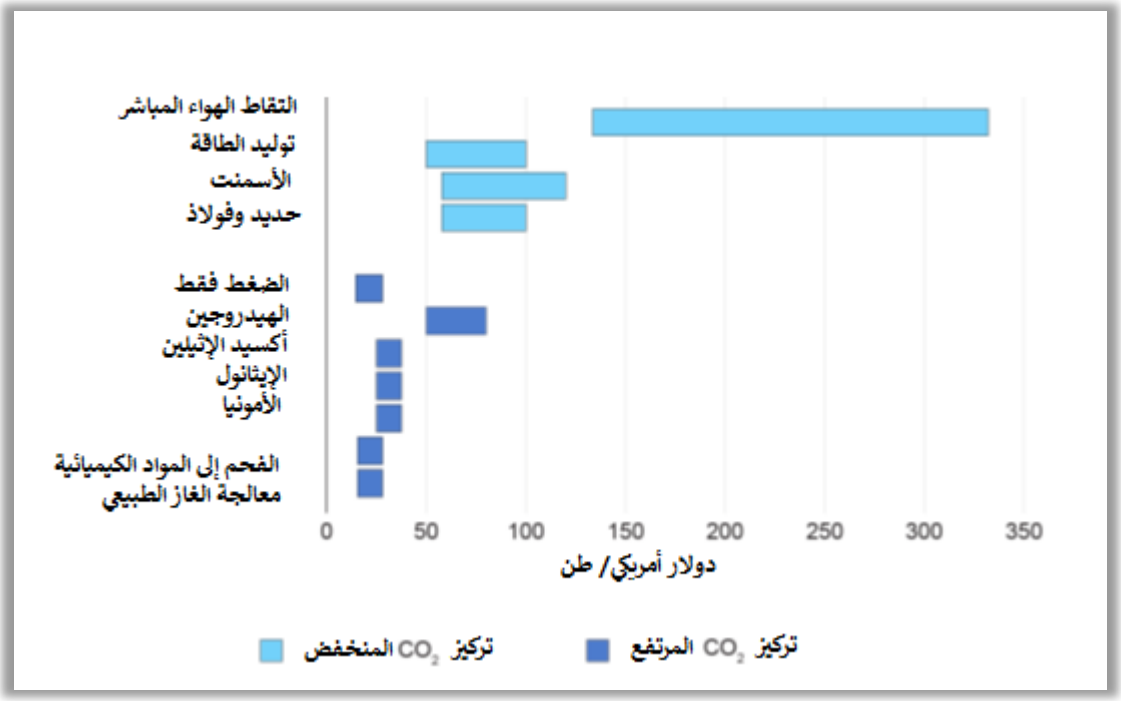
ووفقًا لوكالة الطاقة الدولية، فإن حوالي 20% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية تأتي من الصناعات الثقيلة، ففي معظم الحالات يعتبر CCUS إما الحل الوحيد أو أكثر الحلول فعالية من حيث التكلفة لخفض الانبعاثات في مثل هذه الصناعات مثل صناعة الأسمنت والحديد والصلب والمواد الكيميائية. كما أنها تعد جانبًا مهمًا في إنتاج الوقود الاصطناعي والهيدروجين الأزرق منخفض الكربون.

استفادت معظم مشاريعCCUS ، حتى الآن، فقط من بيع ثاني أكسيد الكربون المخزن لشركات النفط لتحسين استخلاص النفط .(EOR) ومع ذلك، فإن استخدام ثاني أكسيد الكربون كمادة خام لإنتاج الوقود الاصطناعي والمواد الكيميائية ومواد البناء سيخلق مصادر دخل جديدة لثاني أكسيد الكربون المخزن في المستقبل القريب.

ومن المرجح أن يكون التطبيق الرئيسي لالتقاط ثاني أكسيد الكربون في الصناعات التى ينتج عنها مستويات مرتفعه من إنبعاثات غاز ثانى اكسيد الكربون مثل: محطات توليد الكهرباء الحرارية، ومصانع إنتاج ومعالجة الوقود، وغيرها من المنشآت الصناعية ذات الأستهلاك المرتفع من الوقود خاصةً مصانع إنتاج الحديد والصلب والأسمنت والمواد الكيميائية السائلة. ويوجد حاليًا ثلاث تقنيات رئيسية مثبتة تجاريًا لالتقاط ثاني أكسيد الكربون، وهي تقنية ما بعد الاحتراق، تقنية ما قبل الاحتراق، واحتراق الوقود الأوكسيجينى. وبصفة عامة، يعتمد اختيار التقنية بشكل أساسي على العوامل التالية: نوع الصناعة التى ينتج عنها انبعاثات ثانى أكسيد الكربون، مستويات غاز ثانى أكسيد الكربون المنبعثة، درجة الحرارة والضغط التشغيلي، معدل إنبعاث غازات ثانى أكسيد الكربون، الطريقة التي سيتم بها دمج تقنية الالتقاط مع المنشأة الأصلية، بالإضافة إلى الاعتبارات الخاصة بالتكلفة.

يوضح الشكل (1-10) التباين الكبير في تكلفة التقاط ثاني أكسيد الكربون طبقاً لنوع الصناعة/القطاع المتسبب فى إنبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون ومدى تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون ضمن الأنبعاثات المختلفة الناجمة من عمليات التصنيع المختلفة. ومن الواضح أن تكلفة التقاط غاز ثاني أكسيد الكربون أقل بكثير بالنسبة للمصادر ذات التركيز العالي مثل إنتاج الهيدروجين وتحويل الفحم إلى مواد كيميائية ومعالجة الغاز الطبيعي مقارنةً بمصادر تركيز ثاني أكسيد الكربون المنخفضة مثل توليد الكهرباء من مصادر الوقود الأحفوري وإنتاج الصلب والأسمنت، وبالتأكيد التقاط ثاني أكسيد الكربون من الهواء مباشرة.

الشكل (1-10): التكلفة المعدلة لالتقاط ثاني أكسيد الكربون حسب القطاع ونسبة تركيزه



المصدر: وكالة الطاقة الدولية 2020.

تقنية ما بعد الاحتراق

تقنية التقاط ثاني أكسيد الكربون بعد الاحتراق هي إحدى الطرق المستخدمة للحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري وتعتمد على عمليتين رئيسيتين:

- **العملية الأولى:** عمليات تعتمد على المذيبات حيث تستخدم مذيبات كيميائية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون من غازات الشعلة الناتجة عن الاحتراق ثم يتم فصل ثاني أكسيد الكربون عن المذيبات وإعادة استخدام المذيبات في دورة مستمرة.
- **العملية الثانية:** تقنيات الامتزاز حيث تستخدم مواد صلبة تمتص ثاني أكسيد الكربون بشكل انتقائي، ثم يتم تجديد هذه المواد لإعادة استخدامها في دورة الامتزاز.

ويمكن تطبيق هذه التقنية على البنية التحتية القائمة لمحطات توليد الكهرباء من الوقود الأحفوري والعديد من العمليات الصناعية دون الحاجة إلى تعديلات كبيرة مما يجعلها خيارًا جاذباً لخفض الانبعاثات بصورة عاجلة. ويمكن أيضاً استخدام هذه التقنية مع مجموعة متنوعة من مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بينما تتطلب عمليات فصل ثاني أكسيد الكربون عن المذيبات أو تجديد مواد الامتزاز كمية كبيرة من الطاقة مما يزيد من تكلفة العملية ويقلل من كفاءتها البيئية. كما تتطلب هذه التقنية تركيب معدات إضافية لمحطات الطاقة والمنشآت الصناعية، مما يزيد من التكلفة الإجمالية.

تقنية التقاط ثاني أكسيد الكربون قبل الاحتراق

تتميز تقنية التقاط ثاني أكسيد الكربون قبل الاحتراق بإزالة غاز الاحتباس الحراري قبل عملية حرق الوقود الأحفوري مما يجعلها أكثر كفاءة من تقنية ما بعد الاحتراق. وتُستخدم هذه التقنية في مجالات رئيسية مثل محطات توليد الكهرباء ذات الدورة المركبة للغاز المتكامل (IGCC) ومرافق إنتاج الهيدروجين حيث يتم تحويل الوقود الأحفوري مثل الفحم أو الغاز الطبيعي إلى غاز مخلق (syngas) باستخدام عملية التغييز ويتكون هذا الغاز بشكل أساسي من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون، بينما يخضع الغاز المخلق لتفاعل كيميائي يحول أول أكسيد الكربون والماء إلى هيدروجين وثاني أكسيد الكربون ثم يتم التقاط ثاني أكسيد الكربون المركز (15-50%) من الخليط ونقله وتخزينه بشكل آمن تحت الأرض. وبعد ذلك يُستخدم الوقود الناتج الغني بالهيدروجين في عملية الاحتراق لتوليد الكهرباء مع انبعاثات أقل بكثير من ثاني أكسيد الكربون.

تتيح هذه التقنية التقاط نسبة أكبر من ثاني أكسيد الكربون مقارنةً بتقنية التقاط ثاني أكسيد الكربون بعد الاحتراق وأيضا تقلل بشكل كبير من انبعاثات غاز الاحتباس الحراري مما يساهم في حماية البيئة ومكافحة تغير المناخ كما يسهل تخزينه أو استخدامه في تطبيقات أخرى بسبب تركيزه المرتفع، ولكن تتطلب معدات ومعالجات إضافية مما يزيد من تكلفة إنشاء المحطات أوتعديلها لذا قد لا تكون مناسبة لجميع أنواع الوقود والمنشآت، وتفضل عادةً للمحطات الجديدة أو التعديلات الكبيرة.

(https://www.energy.gov/fecm/pre-combustion-carbon-capture-research)

احتراق الوقود الأوكسجيني:

يتضمن احتراق الوقود الأكسجيني حرق الوقود الأحفوري في بيئة غنية بالأكسجين النقي تقريبًا، مما يؤدي إلى ظهور غازات شعلة تتكون أساسًا من غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ويؤدي تجفيف غازات الشعلة إلى إنتاج انبعاثات ذات تركيز مرتفع من غاز ثاني أكسيد الكربون يتجاوز عادة 90% ويمكن التقاطه بسهولة ثم تخزينه أو استخدامه. ومع ذلك، فهو يتطلب كميات كبيرة من الأكسجين النقي والذي عادة ما يكون كثيف الاستهلاك للطاقة لإنتاجه باستخدام فصل الهواء بدرجة حرارة منخفضة. كما يقدم أيضًا تحديات تقنية تتعلق بالتعامل مع التركيزات العالية لثاني أكسيد الكربون وإدارة بخار الماء.

(https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1572)

التكاليف والإمكانات الاقتصادية

سوف يتوقف الاعتماد على تقنيات التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بشكل كبير على مدى صرامة اللوائح المستقبلية للتحكم في انبعاثات الغازات الدفيئة والتكاليف المتوقعة لأنظمة التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. فعلى الرغم من أن بعض مكونات التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه منتشرة بالفعل في الأسواق المتقدمة لبعض التطبيقات الصناعية، إلا أن التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لازال لم يتم استخدامه بعد في محطات توليد الكهرباء بشكل واسع النطاق (IPCC, 2005).

كما إن تكنولوجيات التقاط الكربون وتخزينه (CCS) على الرغم من كونها ضرورية لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون، إلا أنها تنطوي على آثار سلبية من حيث ارتفاع التكلفة بالإضافة إلى ذلك، هناك المزيد من المخاوف

الناشئة فيما يتعلق بسلامة تخزين كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في مكان واحد حيث قد تؤدي التسربات المحتملة أية كوارث الطبيعية مثل الزلازل أو الحوادث التي يسببها الإنسان إلى تلوث البيئة.

الفرص والمزايا:

- تمكن من إزالة الانبعاثات التي يصعب الحد منها.
- شرط أساسي للتوسع في إنتاج الهيدروجين الأزرق والوقود المخلق.
- يمكن أن تساهم بشكل كبير في خفض معدلات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير.

التحديات:

- تقنيات ذات تكلفة إقتصادية مرتفعة.
- هناك حاجة إلى مزيد من التطوير لالتقاط ثاني أكسيد الكربون ونقله وتخزينه على نطاق واسع.
- يتطلب تنفيذه حوافز مالية قوية.
- هناك بعض المخاوف المتعلقة بالسلامة المتعلقة بتخزين كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون.

الفصل الثاني
منهج البحث العلمي

1.2 وصف منهج البحث العلمي

في إطار السعي المتنامى للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان، وبعد ماتم إستعراضه في الأجزاء السابقة من هذا البحث وبالأخص مسارات التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة ضمن سلسلة قيمة صناعة النفط والغاز، سيتم خلال الأجزاء القادمة من البحث إجراء تحليل نوعي للمسارات المختلفة من خلال منهجية علمية تم إختيارها بهدف إعداد مقارنات بين المسارات المختلفة أخذاً فى الاعتبار عدة جوانب لتقييم كل مسار بهدف توجيه الدول الأعضاء في أوابك إلى اتخاذ الخيارات الاستراتيجية المثلى والتى تتناسب مع كل دولة بما يساهم فى تعزيز الممارسات المستدامة وتساهم في الجهود العالمية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في صناعة النفط والغاز.

وبعد دراسة متأنية للمنهجيات العلمية المتعددة لإعداد المقارنات النوعية تم اختيار منهجية "مصفوفة القرار" لإجراء التحليل النوعى المطلوب بين البدائل المختلفة حيث تقوم المصفوفة بتقييم مجموعة من الخيارات مقابل مجموعة من المعايير لمقارنة الحلول المحتملة بصريًا. يتم تعيين قيمة لكل خلية في المصفوفة عن طريق ترجيح كل متغير بناءً على الأهمية النسبية حيث يتيح ذلك تحديد العوامل الأكثر أهمية ثم تحديد القرار الأنسب.

يبين الشكل التالي توضيحًا مبسطاً لأداة "مصفوفة القرار".

الشكل (2-1): مثال على مصفوفة القرار

	الخيار 1	الخيار 2	الخيار 3
العامل 1	○	◕	○
العامل 2	●	◑	●
العامل 3	◔	◔	●
العامل 4	◕	◔	◕

وفيما يلي شرح وافى لمنهجية تحليل مسارات الحد من الانبعاثات الكربونية في صناعة النفط والغاز للدول الأعضاء في أوابك والذي تم من خلال إنشاء مصفوفة القرار، وذلك على النحو التالي:

- تم إدراج مسارات التحوّل المختلفة في صفوف وتصنيفها وفقًا لمدى صلتها بمبادئ الإقتصاد الدائري للكربون (خفض الأنبعاثات، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، إزالة الكربون).
- تم سرد العوامل التي تم اعتبارها لتقييم كل مسار في أعمدة وتصنيفها إلى فئتين رئيسيتين.
- تم استخدام أدوات بصرية مختلفة لتقييم كل عامل لكل مسار.

سوف يتم إستعراض تحليل مفصل في الأقسام القادمة لتقييم العوامل المرتبطة بكل مسار باستخدام مصفوفة القرار حيث يهدف هذا النهج إلى تحديد المسار الأكثر فعالية وقابلية للتطبيق للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على امتداد سلسلة قيمة صناعة النفط والغاز مع تبني مبادئ الاقتصاد الدائري للكربون.

بعد إجراء التحليل الشامل لمسارات التحوّل، تم إعداد دراسة مفصلة ومقارنة للدول الأعضاء في أوابك مع المقاييس والإعتبارات العالمية. وقد اشتمل التقييم على عدة جوانب مهمة بما في ذلك:

- **احتياطيات النفط والغاز:** تم إستعراض معدلات احتياطيات النفط والغاز المتاحة في كل دولة من الدول الأعضاء في أوابك.
- **انتاج واستهلاك النفط والغاز:** تم تحليل معدلات الإنتاج والاستهلاك للنفط والغاز داخل كل دولة من الدول الأعضاء في أوابك.
- **توليد الكهرباء من مصادرالطاقة المتجددة:** تم تقييم معدلات توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة في كل دولة من الدول الأعضاء في أوابك.
- **انبعاثات لثاني أكسيد الكربون:** تم إستعراض إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بصناعة النفط والغاز في كل دولة من الدول الأعضاء في أوابك.

يهدف هذا التحليل إلى قياس مدى إمكانية كل دولة من الدول الأعضاء في أوابك أو مجموعة دول في تبني مسارات التحوّل المختلفة. ولتسهيل هذا التقييم، تم تجميع الدول التي لديها مستويات انبعاثات متشابه في مجموعات ومن ثم يتم اقتراح مسارات تحوّل المناسبة لكل دولة أو مجموعة بناءً على نتائج التحليل.

فمن خلال إجراء هذه الدراسة الشاملة تم تقديم توصيات ورؤى وتوجيهات قيمة للدول الأعضاء في أوابك في جهودها لتحديد وتنفيذ استراتيجيات التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة بصورة أكثر ملائمة حيث يأخذ هذا النهج في الاعتبار ظروف كل دولة محددة، ومستويات الانبعاثات، والموارد المتاحة.

الفصل الثالث
تحليل ومناقشة البحث

1.3 التحليل النوعي لمصفوفة القرار لمسارات إزالة الكربون

طبقاً لما تم الإشارة إليه في القسم السابق، تم إتخاذ "مصفوفة القرار" كأداة علمية لتقييم مسارات التحوّل المختلفة نحو الحد من الأنبعاثات الكربونية في صناعة النفط والغاز مع التركيز بشكل أساسى على خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لا سيما ثاني أكسيد الكربون والميثان.

يوضح الجدول (3-1) أدناه ملخصًا موجزًا لمسارات التحوّل نحو الانبعاثات الكربونية المنخفضة التي تمت مناقشتها في الفصل الثاني، مصنفة تحت العناصر الأربعة للاقتصاد الدائري للكربون:

أ. خفض الأنبعاثات:

- التحول إلى الاعتماد على الكهرباء.
- خفض غازات الشعلة والحد من إنبعاثات غاز الميثان.
- إنتاج الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة.
- تحسين كفاءة الطاقة.
- إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون.
- الوقود الحيوي.

ب. إعادة الاستخدام:

- التقاط والاستخدام والتخزين للكربون"CCUS" .

ج. إعادة التدوير:

- استخدام ثاني أكسيد الكربون في الصناعات مثل اليوريا، الميثانول، ...الخ.
- الوقود المخلق مثل الميثان الصناعي.

د. إزالة الكربون:

- التقاط والتخزين للكربون"CCS" .

بالإضافة إلى ذلك، تم تصنيف العوامل التي تم اعتبارها لتقييم كل مسار إلى مجموعتين:

أ. المتطلبات الأساسية لاعتماد مسار التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة:

- السعات المتوفرة وإمكانية توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة.
- توفر حقول النفط والغاز الناضبة الصالحة لتخزين ثاني أكسيد الكربون.
- التوسع فى عمليات وأنشطة النفط والغاز الحالية.
- البنية التحتية للنفط والغاز بما في ذلك شبكات الأنابيب.
- الأطر السياسية والتنظيمية القائمة.

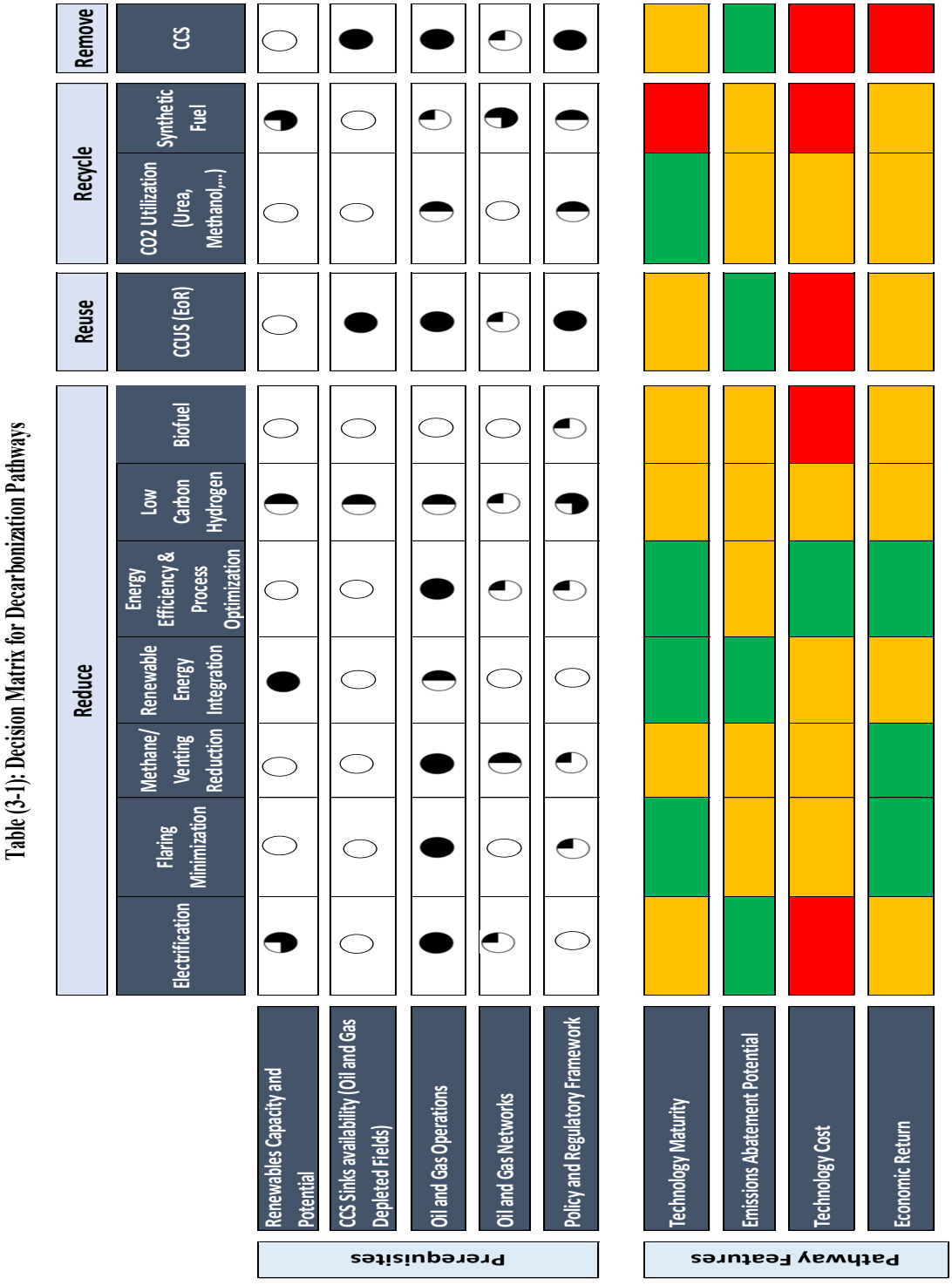
وقد تم استخدام تمثيل مرئي رمزي لتقييم مدى تأثير أو أهمية كل عامل على المسارات المختلفة.

ب. خصائص المسار:

- مستوى تطور التكنولوجيا المطبقة.
- إمكانية تخفيض الانبعاثات الناتجة عن تطبيق المسار.
- تكلفة التكنولوجيا المطبقة.
- المكاسب الاقتصادية المحتملة أو العائد من تطبيق المسار.

تم استخدام نظام ترميز الألوان للإشارة إلى حالة كل ميزة، حيث يشير اللون الأخضر إلى الخيار الأكثر تفضيلاً، ويشير اللون الأصفر إلى الحالة المعتدلة، ويمثل اللون الأحمر الخيار الأقل تفضيلاً. وبدمج معايير التقييم المذكورة، تم إجراء التحليل النوعى لمسارات التحوّل المختلفة كما هو موضح في الجدول أدناه.

Table (3-1): Decision Matrix for Decarbonization Pathways



بناءً على التحليل النوعي الذي تم إعداده ودراسته في الجدول أعلاه، يمكن استنتاج عدة نتائج رئيسية فيما يتعلق بالمتطلبات الأساسية لكل من مسارات التحوّل نحو الانبعاثات كربونية منخفضة:

- تتطلب غالبية مسارات التحوّل توافرعمليات إستكشاف، إنتاج ومعالجة نفطية وغازية قائمة كمصدر للانبعاثات باستثناء الوقود الحيوي.
- يعتمد نجاح تنفيذ مسارات مثل إنتاج الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة والوقود المخلق وإنتاج الهيدروجين الأخضر بشكل كبير على السعات المتوفره وإمكانية توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة.
- يرتبط توفر حقول النفط والغاز الناضبة بشكل خاص بالمسارات التي تشمل التقاط والتخزين للكربون (CCS)، والتقاط والاستخدام والتخزين للكربون (CCUS) والهيدروجين الأزرق.
- يمكن لشبكات خطوط أنابيب النفط والغاز أن تلعب دورًا مهماً في نقل الهيدروجين منخفض الكربون والميثان الصناعي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن الاستفادة من هذه الشبكات لتقليل الانبعاثات في عمليات النقل، على سبيل المثال، من خلال الإعتماد على الكهرباء لتشغيل الضواغط أو تقليل التسرب في خطوط أنابيب الغاز.
- تتطلب مسارات جديدة مثل الهيدروجين منخفض الكربون ونظامي CCS/CCUS أطرًا سياسية وتنظيمية حاسمة لتسهيل الأعتماد عليهل.

وبدراسة وتحليل خصائص التكنولوجيا المطبقة في كل مسار من مسارات التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة، يمكن تلخيص الاختلافات الملحوظة بين هذه المسارات على النحو التالي:

تطور التكنولوجيا:

نظرًا لأن تنفيذ مسارات التحوّل نحو الأنبعاثات الكربونية المنخفضة لا يزال حديثًا على المستوى العالمي، لم تصل جميع التقنيات المستخدمة إلى مرحلة التطور المطلوبة باستثناء التكنولوجيات الخاصة بخفض غازات الشعلة، توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المتجددة، وتطبيق مسارات تحسن كفاءة الطاقة.

عوامل التكلفة:

تتطلب غالبية مسارات التحوّل نحو الانبعاثات الكربونية المنخفضة استثمارات مرتفعة وجهود تطوير كبيرة مثل: مسارات التحول للاعتماد على الكهرباء، ونظامي CCS/CCUS، والوقود الحيوي، والوقود الصناعي.

من ناحية أخرى، أثبتت بعض المسارات الأخرى جاذبية اقتصادية أكبر حيث من المحتمل أن يتم تحقيق عوائد إقتصادية أو توفيراً في التكاليف. وتشمل الأمثلة تقنيات تخفيض غازات الشعلة والحد من انبعاثات غاز الميثان بالإضافة إلى تطبيق إجراءات كفاءة تحسين الطاقة بالعمليات.

تؤكد هذه الاختلافات في تطور التكنولوجيا والاعتبارات الإقتصادية على تعقيد جهود التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة والحاجة إلى تقييم دقيق لملاءمة وقابلية الإستمرار الإقتصادي لكل مسار. ومع اكتساب التحول العالمي نحو الممارسات المستدامة زخمًا، أصبح من الضروري إعطاء الأولوية لاعتماد التقنيات المتطورة والمسارات التي تتمتع بمزايا إقتصادية لتحقيق خفض ملحوظ في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في صناعة النفط والغاز.

وتؤكد هذه النتائج على الترابط بين مسارات التحوّل المختلفة ذات المتطلبات الأساسية المحددة وأهمية النظر في عوامل متعددة في عملية صنع القرار. ومن خلال فهم الترابط بين المسارات ومتطلباتها، يمكن صياغة استراتيجيات فعالة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتقدم نحو مستقبل مستدام ومنخفض الكربون في صناعة النفط والغاز.

3.2. منحنى التكلفة الحدية لمسارات إزالة الكربون Marginal Abatement Cost Curve "MACC"

بعد الدراسة التحليلية لكافة الجوانب والمتطلبات الفنية لمسارات المختلفة لخفض الانبعاثات الكربونية فى مجال النفط والغاز، تم دراسة تلك المسارات من منظور آخر وهو منحنى التكلفة الحدية لهذه المسارات والذي يعد أداة توضيحية فى صورة شكل بيانى تلخص المسارات المختلفة لخفض الانبعاثات والتكلفة المرتبطة بكل من تلك المسارات بكافة مراحل سلسلة القيمة لصناعة النفط والغاز.

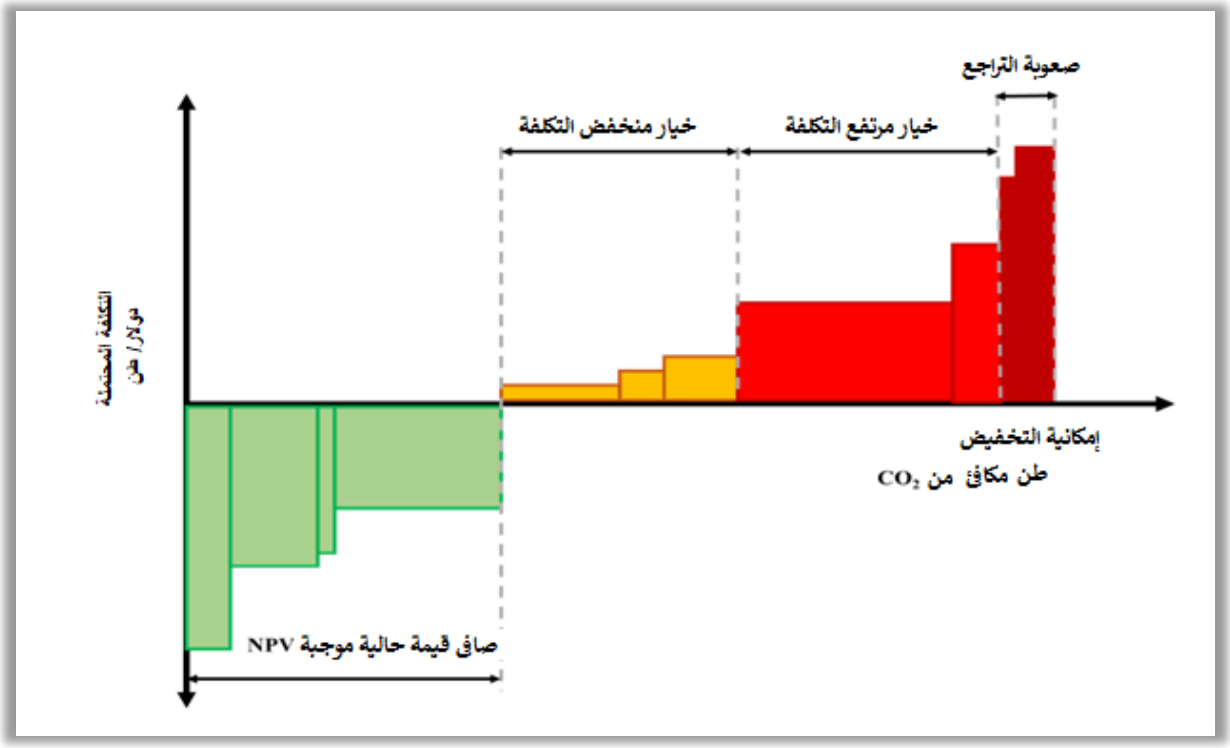
يتم تصميم منحنى التكلفة الحدية MACC لتقدير التكلفة المحتملة لتنفيذ المشروعات المرتبطة بالمسارات المختلفة لإزلة الكربون والتي يتم رسمها على المحور الرأسى، وعادة ما يتم التعبير عنها بالعملة لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. أما على المحور الأفقي، فيتم تحديد الكمية التقديرية للإنبعاثات الممكن تخفيضها من خلال تنفيذ كل مسار ويتم التعبير عنها بوحدة طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون.

يتم ترتيب أعمدة منحنى MACC بشكل تصاعدي لطرق خفض الكربون بداية من الطرق منخفضة التكلفة إلى الطرق ذات التكلفة الأعلى، ويوضح ارتفاع أعمدة منحنى MACC التكاليف أو الوفورات الممكن تحقيقها من الطرق المجدية إقتصادياً (ذات صافي قيمة حالية موجبة Positive NPV)، بينما يشير عرض الأعمدة إلى كمية الانبعاثات التي يمكن تخفيضها من خلال تبني هذه الطرق .

وقد يأخذ منحنى MACC أشكالاً مختلفة اعتمادًا على عدة عوامل مثل النطاق المحدد للدراسة، والإطار الزمنى لها بالإضافة إلى القطاعات أو المشروعات المتضمنة فى الدراسة، والمنهجية المستخدمة فى رسم المنحنى.

يوضح الشكل التالي مثالًا توضيحياً على منحنىMACC والذى يعد أداة تحليلية هامة تمكن صناع القرار من تقييم المسارات المختلفة لخفض الانبعاثات من حيث التكلفة وكمية الانبعاثات الممكن تخفيضها وهو الأمر الذي يسهم فى اتخاذ القرارات وصياغة استراتيجيات فعالة للحد من الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري بما يتوافق مع أهداف وظروف كل مؤسسة.

الشكل (3-1): مثال منحنى التكلفة الحدية لمسارات إزالة الكربون MACC



وبتطبيق منحنى MACC بهذا البحث على مسارات خفض الكربون فى المراحل المختلفة بسلسلة القيمة فى صناعة النفط والغاز، اتضح أن بعض مسارات التحوّل تندرج عادةً تحت فئة المسارات ذات صافي قيمة حالية موجبة Positive NPV مثل مشروعات تحسين كفاءة الطاقة والتي على الرغم من أنها تتطلب استثمارات أولية، إلا أن هذه الطرق يمكن أن تحقق وفورات كبيرة في الطاقة، مما يؤدي إلى استرداد التكاليف، بل وحتى تحقيق أرباح.

وقد تم تصنيف مسارات أخرى كخيارات منخفضة التكلفة تتطلب بعض الاستثمارات، لكن إمكانية تخفيض الانبعاثات جراء تنفيذها عادةً ما تبرر هذه التكاليف. على سبيل المثال، يمكن لعمليات استبدال أو إصلاح المعدات أن تقلل الانبعاثات بشكل فعال دون تكبد نفقات باهظة.

وعلى العكس من ذلك، تبين أن بعض التقنيات الحديثة، مثل التقاط، استخدام، وتخزين الكربون (CCS/CCUS) تتطلب تكاليف عالية وتحتاج إلى استثمارات ضخمة ومع ذلك، فإن إمكانية تخفيض الانبعاثات نتيجة تطبيقها عادة ما تكون عالية، مما يجعلها ضمن الخيارات المفضلة لخفض الانبعاثات بشكل كبير. بينما في المقابل، تبين أن بعض الطرق باهظة التكلفة للغاية وأن كمية الانبعاثات الممكن تخفيضها باستخدامها لا تبرر تلك التكلفة مما يثير تساؤلات حول جدواها العملية والإقتصادية.

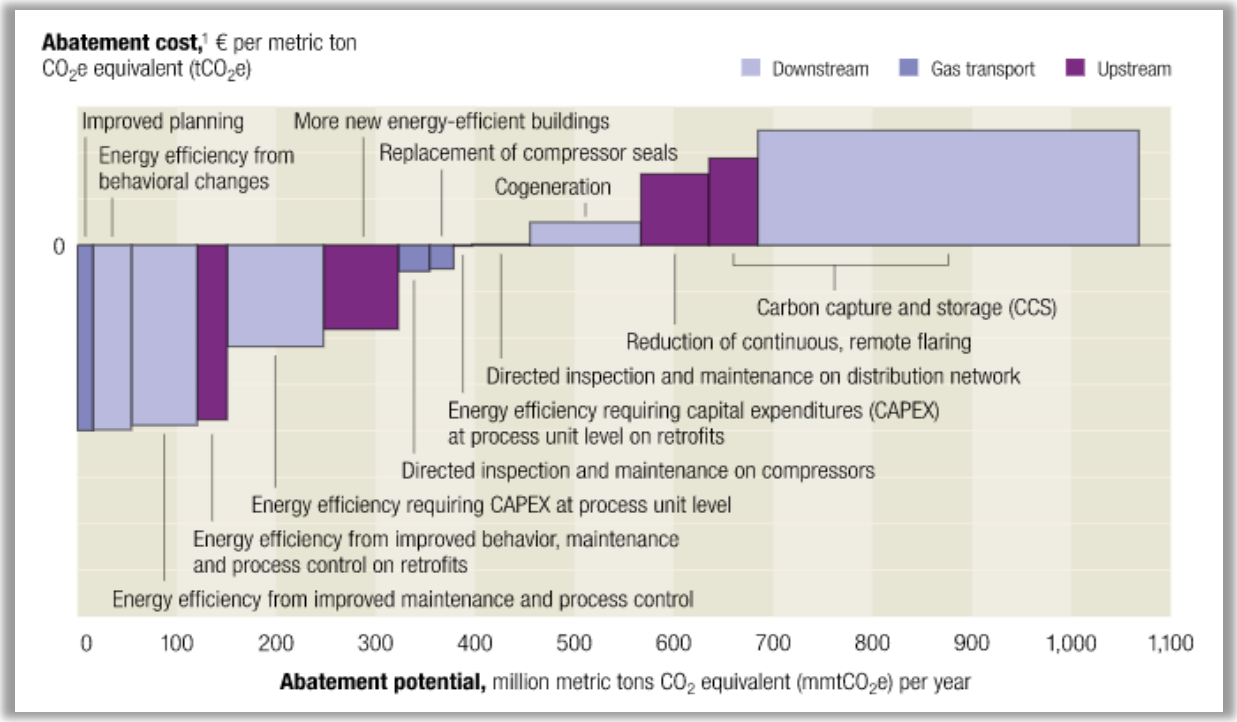
وبناءً على ما سبق، وحتى تتمكن كل دولة من وضع خارطة طريق للتحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة واختيار المسارات الأكثر ملاءمة وفقاً لخصائص وظروف كل دولة، فإنه يجب على كل دولة دراسة وإعداد منحنى MACC الخاص بها على النحو الذي يتناسب معها مما يساهم فى عملية اتخاذ القرار بشأن تبنى

المسارات المختلفة بحيث يتم إعطاء الأولوية لتنفيذ الحلول ذات صافي القيمة الحالية الموجبة Positive NPV أو المجدية اقتصاديًا يليها تنفيذ البدائل منخفضة التكلفة. كما يجب دراسة الحلول عالية التكلفة بعناية، مع مراعاة مستويات الانبعاثات في كل دولة وتقييم مدى الجدوى من تنفيذها مقابل كمية الانبعاثات الممكن تخفيضها.

يوضح الشكل التالي مثالًا توضيحيًا لمنحنى MACC فى مجال صناعة النفط والغاز مع الإشارة إلى أن مكونات هذا منحنى MACC تختلف بشكل كبير من دراسة حالة إلى أخرى اعتمادًا على الخصائص والظروف المختلفة المرتبطة بصناعة النفط والغاز في كل دولة.

ومن خلال الإستنتاجات المستمدة من دراسة المسارات المختلفة لخفض الانبعاثات الكربونية باستخدام منحنى الـMACC ، يمكن اتخاذ القرار بشأن توجيه الجهود والإستثمارات بشكل فعال مع تحقيق التوازن بين الجدوى الاقتصادية وكميات الانبعاثات المخفضة مما يساهم في تحقيق الإستدامة فى نهاية المطاف.

الشكل (3-2): مثال على MACC في صناعة الغاز



(https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/co2-abatement-exploring-options-for-oil-and-natural-gas-companies

ويعد التحليل السابق والمعد على مستوى إستراتيجى كأداة توجيهية لهذا البحث بهدف اقتراح مسارات خفض الانبعاثات الكربونية تتوافق مع الظروف المحددة لكل دولة أو مجموعة من الدول الأعضاء في منظمة أوابك. وتقدم الإستنتاجات المستمدة من هذا التحليل توجيهًا في صياغة خرائط طريق محددة للتحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة، والتي سيتم التطرق إليها في الأقسام التالية من هذا البحث.

فمن خلال الاستفادة من الفهم الشامل لمسارات التحوّل المختلفة نحو انبعاثات كربونية منخفضة والعوامل المرتبطة بها، يهدف هذا البحث إلى تحديد واختيار أكثر المسارات المناسبة للتبني من قبل كل دولة أو مجموعة من الدول الأعضاء في منظمة أوابك، و يمكن أن تكون الاستنتاجات المستخلصة من التحليل مساهمة في وضع خرائط طريق فعالة للتحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة تلبي الاحتياجات والأهداف المختلفة لكل من الدول الأعضاء في منظمة أوابك لخفض الانبعاثات الكربونية في صناعة النفط والغاز والمساهمة بشكل كبير في تحقيق أهداف الاستدامة العالمية.

وقبل الوصول إلى هذه الاستنتاجات، تم إجراء تحليل شامل ومفصل للدول الأعضاء في منظمة أوابك والذي يتعمق في مختلف الجوانب الخاصة بصناعة النفط والغاز في الدول الأعضاء في منظمة أوابك (احتياطيات النفط والغاز، الإنتاج والاستهلاك، وتوليد الطاقة من المصادر المتجددة بالإضافة إلى الانبعاثات الكربونية الناتجة عن صناعة النفط والغاز)، ويتناول الفصل التالي هذا التحليل التفصيلي بهدف تحديد أكثر مسارات التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة ملاءمةً لأهداف المحددة لكل دولة أو مجموعة من الدول الأعضاء في منظمة أوابك.

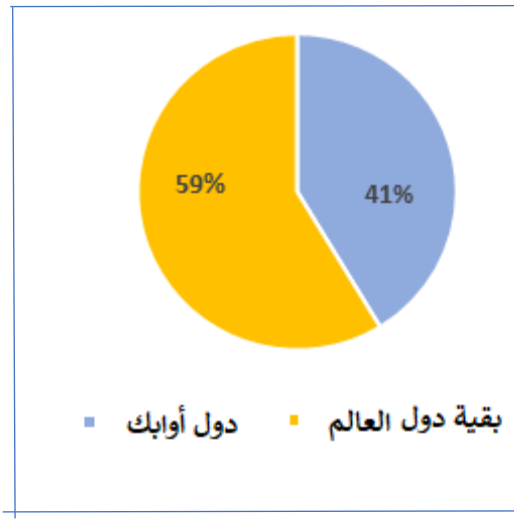
3.3. دراسة تحليلية لدول الأوابك

تضمنت منهجية هذا البحث فحصاً تحليلياً شاملاً للمؤشرات المختلفة بقطاع النفط والغاز بالدول الأعضاء فى منظمة أوابك. وقد اشتمل ذلك تحليل البيانات والمؤشرات الرئيسية والمتعلقة بالاحتياطيات النفطية والغازية، الإنتاج والاستهلاك، مستوي الانبعاثات، والطاقة الكهربائية المولدة من مصادر الطاقة المتجددة وذلك بهدف تصنيف الدول إلى مجموعات ذات السمات المماثلة لاقتراح توصيات مناسبة لكل مجموعة من الدول الأعضاء في منظمة أوابك فيما يتعلق بمسارات خفض الكربون المناسبة وبما يتماشى مع السياسات القائمة والجهود المبذولة لخفض الانبعاثات الكربونية، كما سيتم التطرق بالتفصيل في الأجزاء التالية من البحث. ويهدف البحث إلى تقديم بعض التوصيات الإسترشادية للدول الأعضاء في منظمة أوابك بشأن الاستراتيجيات الممكن تبنيها لخفض الانبعاثات الكربونية بصناعة النفط والغاز بما يتناسب مع خصائص وظروف كل دولة بهدف المساهمة في تحقيق الإستدامة.

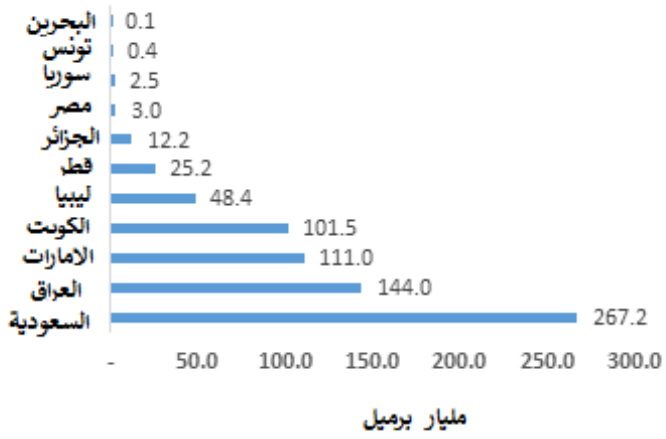
1.3.3. الاحتياطيات المؤكدة للنفط والغاز الطبيعى

بنهاية عام 2020، بلغ إجمالى الاحتياطي النفطي المؤكد للدول الأعضاء في منظمة أوابك (باستثناء البحرين) ما يقارب 41% من إجمالي الاحتياطي النفطي العالمي، أي ما يعادل حوالي 715 مليار برميل من إجمالي 1732 مليار برميل كما هو موضح في الشكل (3-3). ومن بين الدول الأعضاء بمنظمة أوابك، تمتلك المملكة العربية السعودية الحصة الأكبر من الاحتياطي النفطي، يليها العراق، والإمارات العربية، والكويت حيث تعد تلك الدول الأربعة الأعلى في الاحتياطيات النفطية ضمن الدول الأعضاء بالمنظمة، كما هو مبين في الشكل (3-4).

الشكل (3-3): حصة الاحتياطيات النفطية المؤكدة، 2020

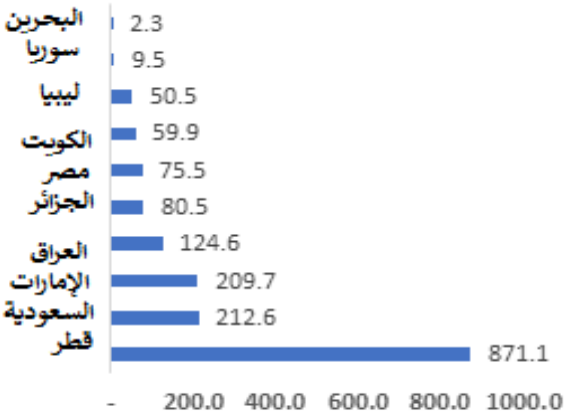


الشكل (3-4): الاحتياطيات النفطية المؤكدة في دول أوابك، 2020

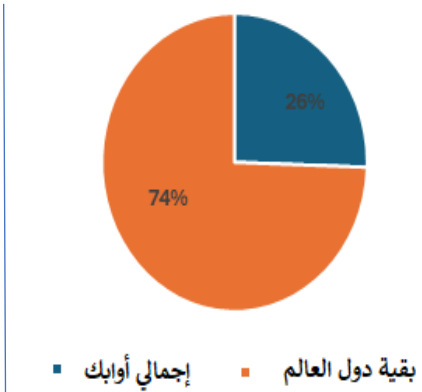


ومن بين الدول الأعضاء في منظمة أوابك، تمتلك قطر أعلى احتياطي من الغاز الطبيعي، تليها المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة كما هو مبين في الشكل (3-6). ومع نهاية عام 2020، استحوذت هذه الدول الثلاث مجتمعة على ما يقرب من 76% من إجمالي احتياطيات الغاز لدى دول أوابك (باستثناء تونس)، والتي تمثل مجتمعة حوالي 26% من احتياطيات الغاز العالمية، كما هو مبين في الشكل (3-5).

الشكل (3-6): احتياطيات الغاز المؤكدة في دول أوابك، 2020



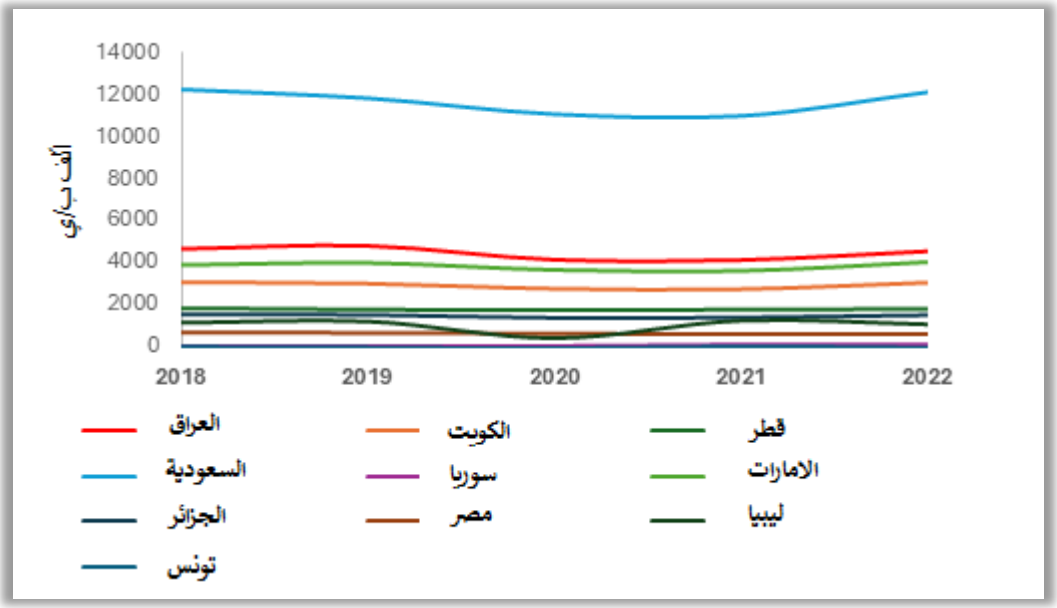
الشكل (3-5): حصة احتياطيات الغاز المؤكدة لعام 2020



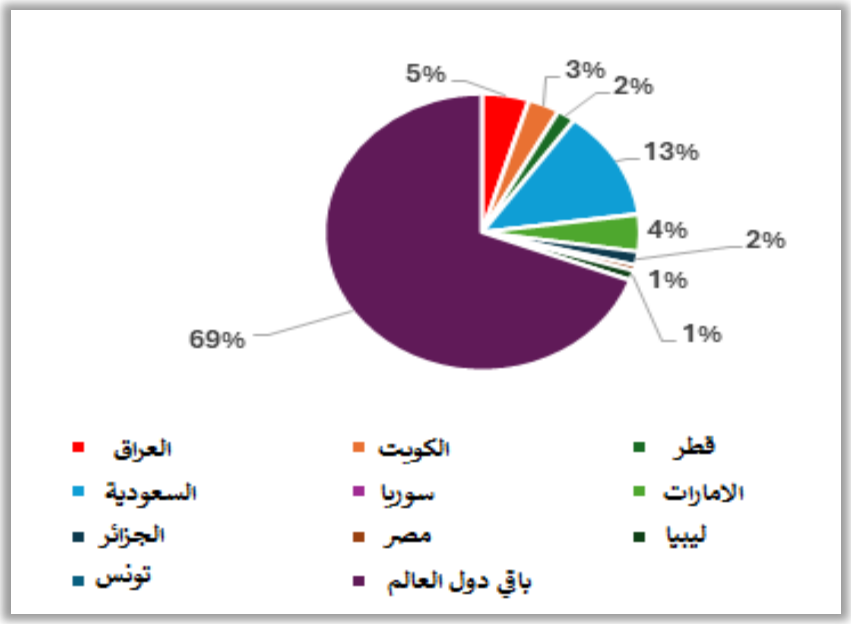
2.3.3 إنتاج النفط والغاز

ظل إنتاج النفط في الدول الأعضاء في منظمة أوابك مستقراً نسبياً خلال الفترة من عام 2018 إلى عام 2022 حيث شهد انخفاضا طفيفا في عام 2020 بسبب تأثير جائحة كوفيد-19 كما هو مبين في الشكل (3-7). ومن بين الدول الأعضاء في منظمة أوابك، برزت المملكة العربية السعودية كأكبر منتج للنفط حيث استحوذت على ما يقرب من 42% من إجمالي الإنتاج داخل دول المنظمة في عام 2022. علاوة على ذلك، شكل إنتاج المملكة العربية السعودية من النفط حوالي 13% من إنتاج النفط العالمي في نفس العام. وتأتى العراق والإمارات العربية المتحدة والكويت بعد السعودية مع مستويات قريبة نسبياً من إنتاج النفط على مدى السنوات الخمس الماضية. وقد ساهمت الدول الأعضاء في منظمة أوابك مجتمعة (باستثناء البحرين) بحوالي 31% من إنتاج النفط العالمي في عام 2022 كما هو موضح في الشكل (3-8).

الشكل (3-7): إنتاج النفط في دول منظمة أوابك (2018-2022)



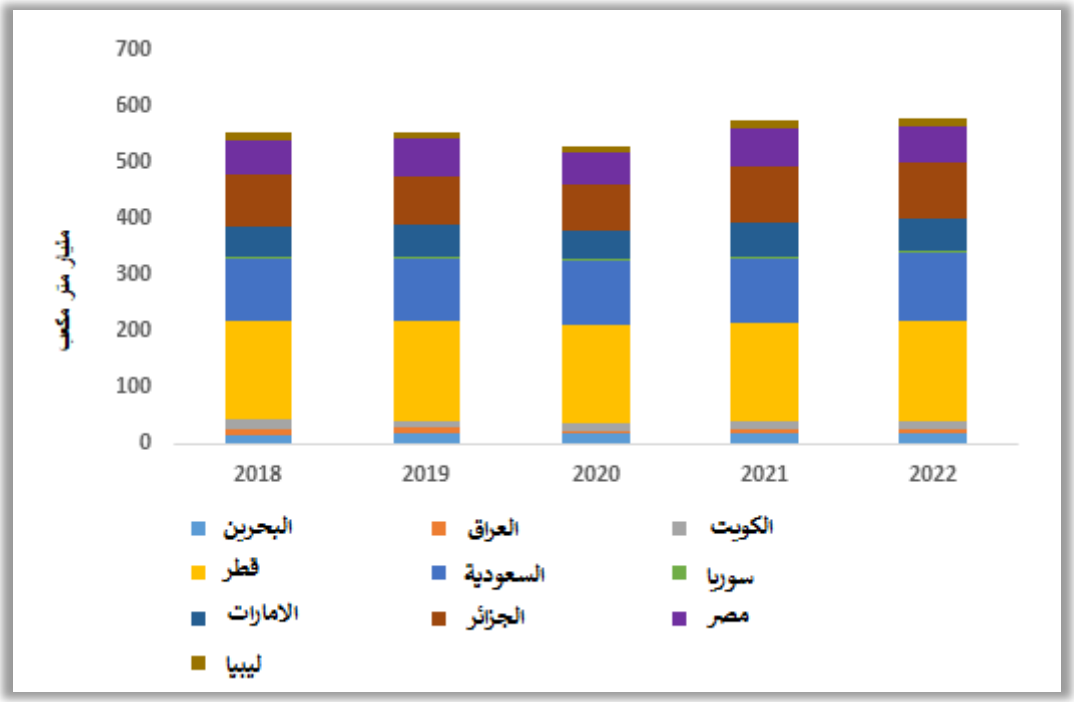
الشكل (3-8): حصص دول أوابك من الانتاج العالمي من النفط، 2022



اتخذ إنتاج الغاز في الدول الأعضاء في منظمة أوابك نفس نمط تطور إنتاج النفط على مدى السنوات الخمس الماضية، كما هو موضح في الشكل (3-9)، وقد استمرت دولة قطر كأكبر دولة منتجة للغاز الطبيعى تليها السعودية والجزائر ومصر. وعلى الرغم من مساهمة دول أوابك بحصة كبيرة فى الإنتاج العالمى للنفط إلا أن

حصتها في إنتاج الغاز أقل بكثير حيث تبلغ حوالي 14% من إجمالي إنتاج الغاز العالمي خلال عام 2022 حيث سيطرت الولايات المتحدة وروسيا على الحصة الأكبر والتى بلغت حوالي 42% من الإنتاج العالمي.

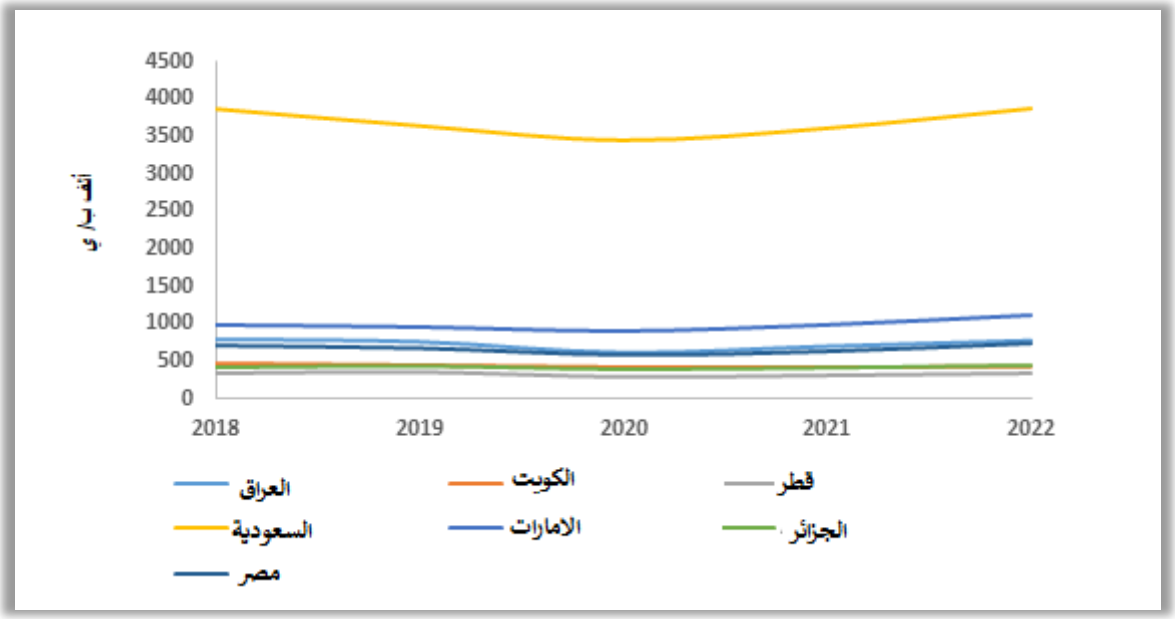
الشكل (3-9): إنتاج الغاز في دول منظمة الأوابك (2018-2022)



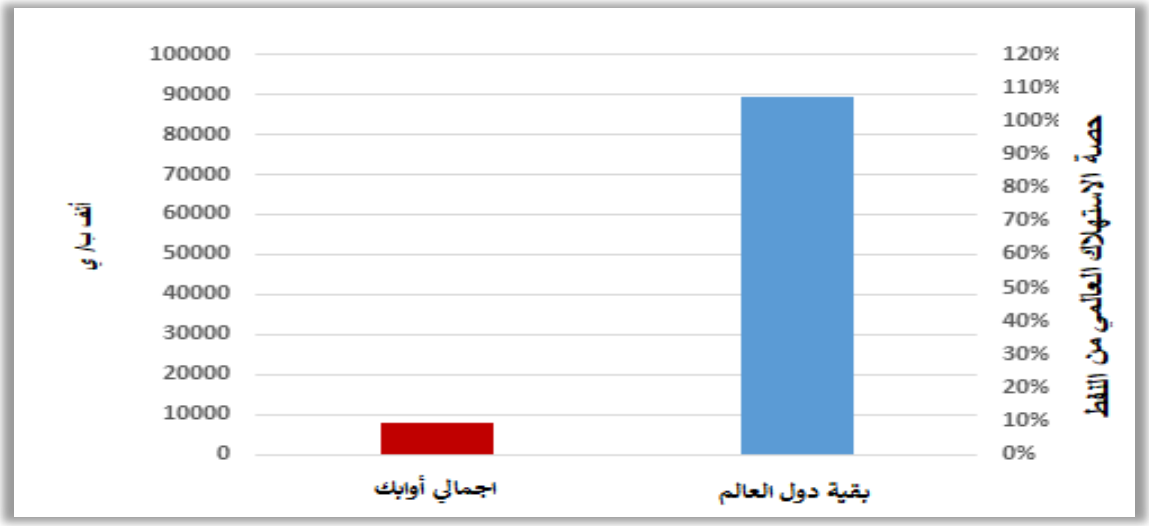
3.3.3 استهلاك النفط والغاز

يوضح الشكل (3-10) نمط استهلاك النفط بين أكبر الدول المستهلكة ضمن الدول الأعضاء في منظمة أوابك للفترة من 2018 إلى 2022.حيث برزت السعودية باعتبارها أكبر مستهلك، تليها الإمارات العربية والعراق ومصر. وقد شكل إجمالي استهلاك النفط لأكبر الدول المستهلكة من الدول الأعضاء في منظمة أوابك حوالي 8% من استهلاك النفط العالمي في عام 2022 كما هو موضح في الشكل (3-11).

الشكل (3-10): استهلاك النفط في دول منظمة أوابك (2018-2022)

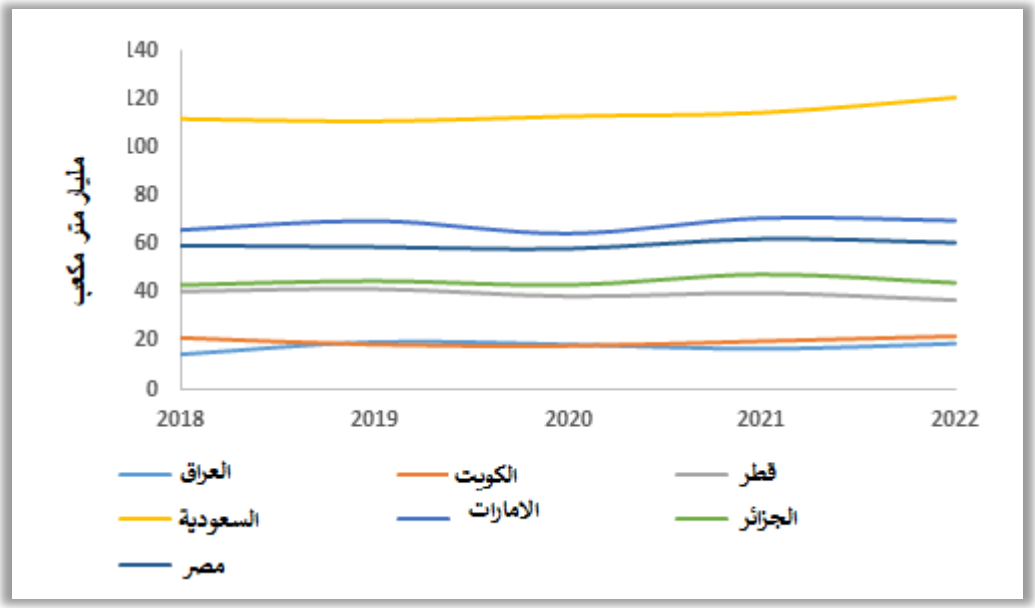


الشكل (3-11) حصة دول أوابك من الاستهلاك العالمي للنفط، 2022

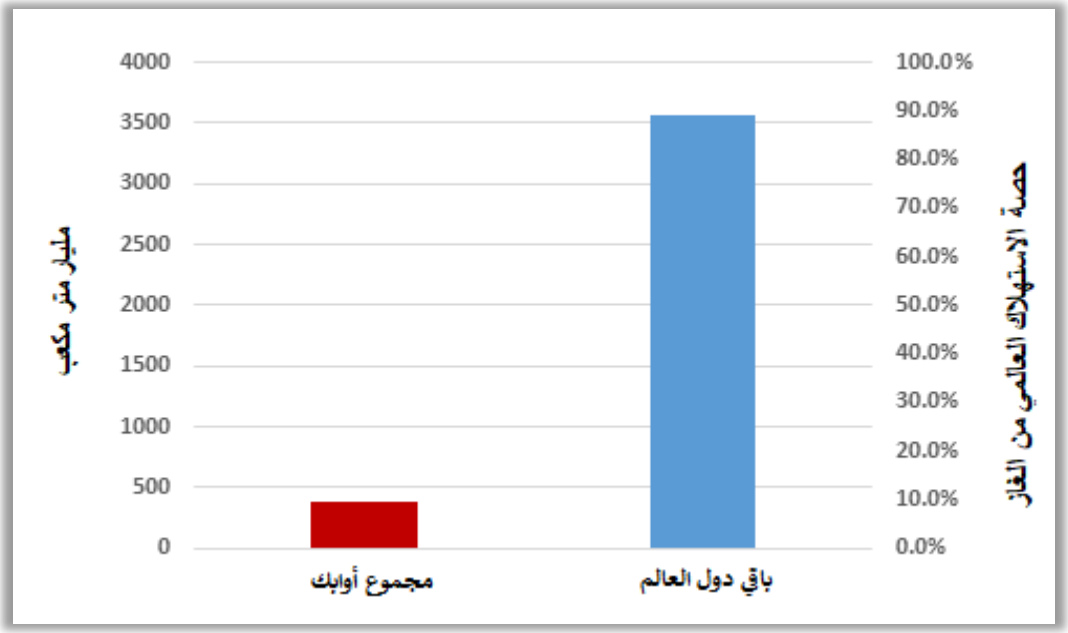


فيما يتعلق باستهلاك الغاز، تتصدر السعودية الدول الأعضاء في منظمة أوابك باعتبارها أكبر مستهلك للغاز، حيث تستهلك كميات مماثلة لإنتاجها المحلي يليها الإمارات العربية ثم مصر والجزائر. ويوضح الشكل (3-12) معدلات استهلاك الغاز بين أكبر المستهلكين للغاز ضمن الدول الأعضاء في منظمة أوابك خلال الفترة (2018 - 2022)، كما يوضح الشكل (3-13) معدلات استهلاك الغاز في الدول الأعضاء في منظمة أوابك خلال عام 2022 مقارنة ببقية دول العالم.

الشكل (3-12): استهلاك الغاز في دول منظمة الأوابك (2018-2022)



الشكل (3-13): حصة دول أوابك من الاستهلاك العالمي من الغاز، 2022



4.3.3. الانبعاثات من قطاع النفط والغاز

وفقًا للبيانات الإحصائية لشركة BP لعام 2023، تم تقدير المعدلات العالمية للانبعاثات (كثاني أكسيد الكربون مكافئ) من قطاع النفط والغاز اعتماداً على أربعة مكونات رئيسية، وهي:

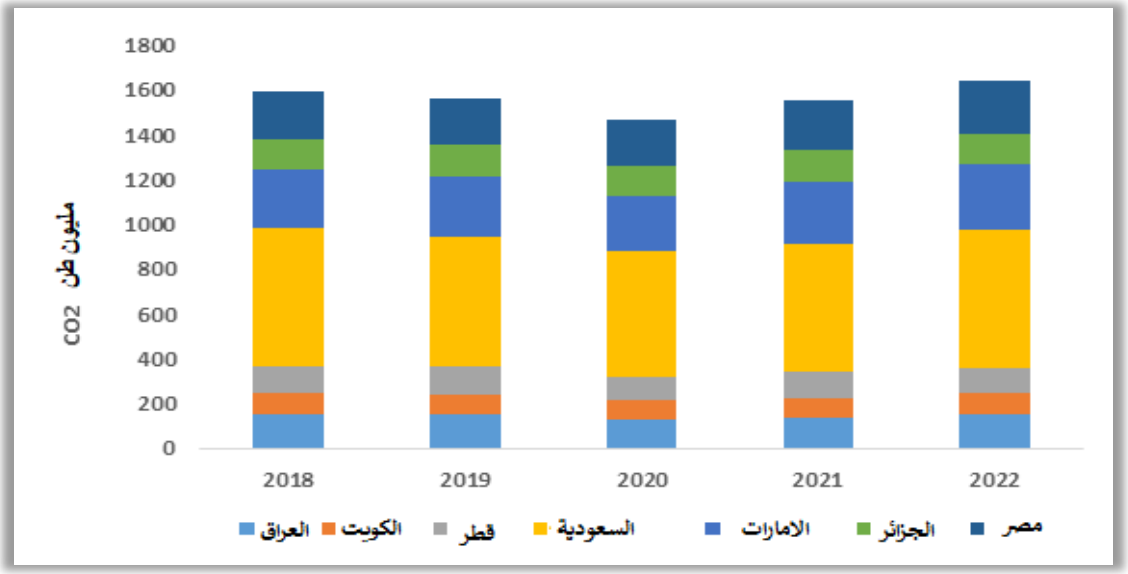
- **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استهلاك الطاقة**: تشمل الانبعاثات الناتجة عن احتراق النفط والغاز والفحم لتوليد الطاقة والتى يتم احتسابها باستخدام معامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة عمليات احتراق الوقود الواردة فى IPCC's Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006).
- **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من غازات الشعلة Flaring:** يتم تقديرها باستخدام بيانات VIIRS Night Fire (VNF) التي تصدرها Earth Observation Group في معهد Payne للسياسة العامة، بكلية التعدين في كولورادو وتشمل هذه البيانات غازات الحرق الناتجة عن كافة العمليات بأنشطة النفط والغاز.
- **انبعاثات الميثان** (معبرًا عنها بمكافئ ثاني أكسيد الكربون) والمرتبطة بإنتاج ونقل وتوزيع الوقود الأحفوري.
- **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من العمليات الصناعية**.

وفى هذا البحث، تم إجراء دراسة تحليلية مختصرة على مدار السنوات الخمس الماضية لتقدير كمية الانبعاثات بالدول الأعضاء في منظمة أوابك بالمقارنة بالمعدلات العالمية كما سيتم توضيحه بالأجزاء اللاحقة من البحث.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري

على مدى السنوات الخمس الماضية، بلغ متوسط مساهمة الدول الأعضاء في منظمة أوابك في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية الناتجة عن عمليات احتراق الوقود الأحفوري حوالي 5% فقط من إجمالي الانبعاثات العالمية . وخلال عام 2022، بلغ إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استهلاك الطاقة بين الدول الأعضاء في منظمة أوابك (باستثناء البحرين وليبيا وسوريا وتونس) نحو 1641.2مليون طن من أصل 34374 مليون طن عالميًا من نفس النشاط . ويوضح الشكل (3-14) أن السعودية باعتبارها واحدة من أكبر منتجي ومستهلكي النفط والغاز، لديها أعلى حصة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون جراء استهلاك الطاقة، تليها الإمارات العربية ومصر والعراق.

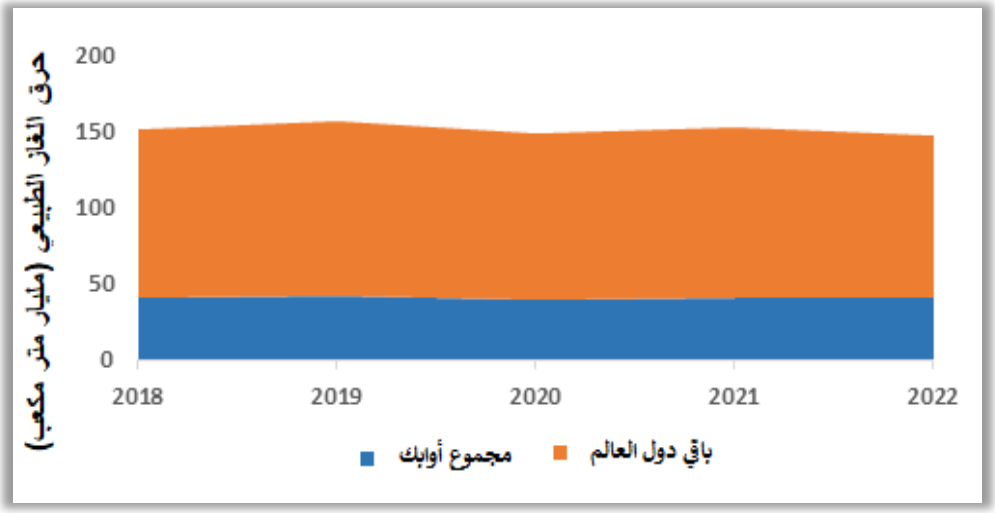
الشكل (3-14) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن أنشطة الاحتراق (2018-2022)



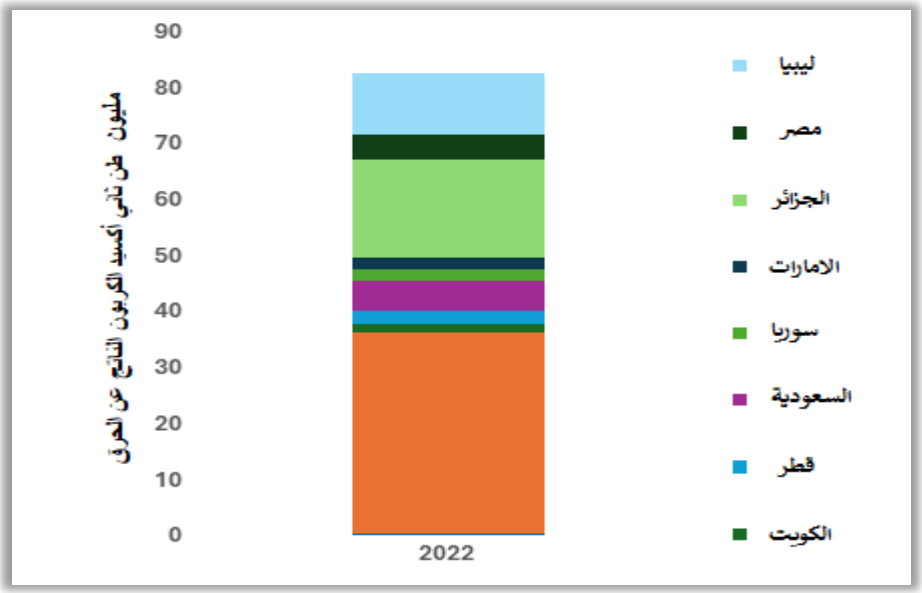
ثاني أكسيد الكربون الناتج عن غازات الحرق (الشعلة)

على عكس الحصة المنخفضة نسبياً بالدول الأعضاء في منظمة أوابك في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري، فإن حصتها من الانبعاثات الناتجة من غازات الحرق أعلى بشكل ملحوظ. .فعلى مدى السنوات الخمس الماضية، بلغت نسبة كميات غازات الحرق بقطاع النفط والغاز فى الدول الأعضاء في منظمة أوابك (باستثناء تونس) حوالي 27% من الإجمالى العالمى لغازات الحرق كما هو موضح في الشكل (3-15). وفى عام 2022، بلغت كمية الانبعاثات الناتجة من غازات الحرق حوالي 82 مليون طن ثاني أكسيد الكربون مكافئ كما هو مبين في الشكل (3-16) حيث تمثل العراق والجزائر وليبيا أعلى حصة في معدلات غازات الحرق وبالتالى فى الانبعاثات المصاحبة لذلك. ولكن من حيث القيم المطلقة لكمية الانبعاثات، فإن الانبعاثات الناتجة من غازات الحرق لا تذكر مقارنة بالانبعاثات المرتبطة باحتراق الوقود الأحفوري فى استهلاك الطاقة.

الشكل (3-15): كميات غاز الحرق (2018-2022)



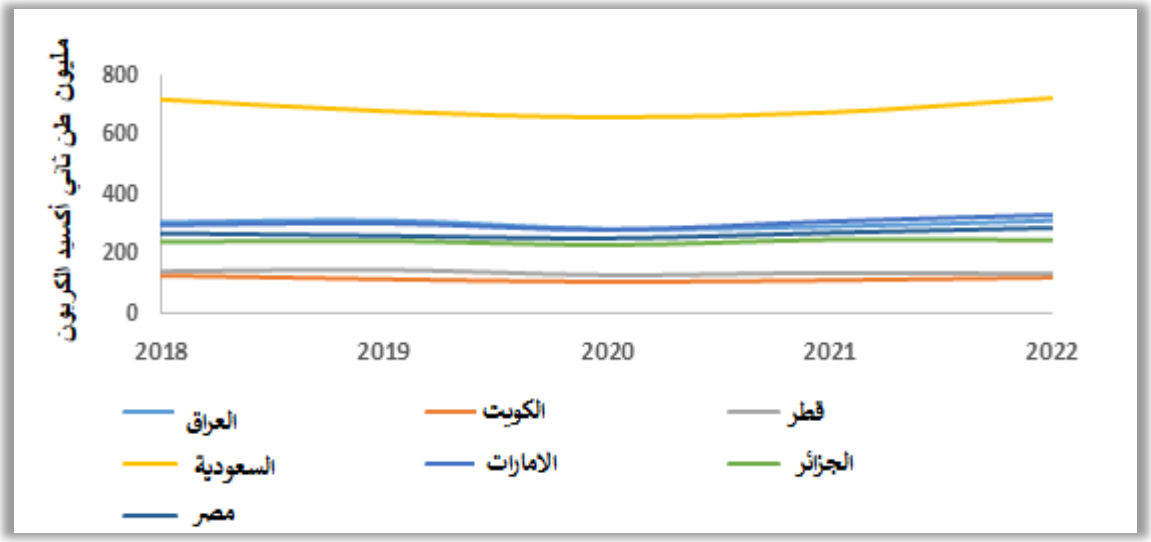
الشكل (3-16): ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الغاز في دول منظمة أوابك، 2022



إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئة

وعند النظر في إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئة الناتجة عن كافة العوامل السابق ذكرها فإن نسبة مساهمة الدول الأعضاء في منظمة أوابك من الانبعاثات العالمية تمثل حوالي 5% فقط من المعدلات العالمية. ومن بين الدول الأعضاء في منظمة أوابك، تتصدر السعودية والعراق والإمارات العربية ومصر بأعلى مستوى من حيث كمية الانبعاثات كما هو مبين في الشكل (3-17).

الشكل (3-17): إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دول منظمة الأوابك (2018-2022)



5.3.3. توليد الطاقة المتجددة

فيما يتعلق معدلات إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة، لا تزال تلك المعدلات بدول الأوابك منخفضة بالمقارنة بالمستويات العالمية حيث بلغ إجمالي الطاقة المولدة في دول منظمة الأوابك عام 2022 من المصادر المتجددة حوالي 20 تيراواط ساعة من أصل 4204 تيراواط ساعة مولدة عالميا من تلك المصادر. ويوضح الجدول (2-3) إنتاج الطاقة المتجددة حسب المصدر بنهاية عام 2022.

الجدول (2-3) إنتاج الطاقة المتجددة حسب المصدر 2022

تيرا وات ساعة	طاقة الرياح	طاقة شمسية	طاقات متجددة أخرى	الاجمالي
العراق		0.4		0.4
الكويت		0.2		0.2
قطر		0.4	0.1	0.5
السعودية		0.8		0.8
الامارات العربية		7		7
الجزائر		0.7		0.7
مصر	5.1	5		10.2
اجمالي أوابك	**5.1**	**14.5**	**0.1**	**19.8**
بقية دول العالم	**2099.7**	**1308.1**	**776.8**	**4184.5**
اجمالي العالم	**2104.8**	**1322.6**	**776.9**	**4204.3**

4.3. تصنيف مجموعات دول الأوابك

بناءً على التحليل السابق، تم تصنيف الدول الأعضاء في منظمة أوابك إلى مجموعات بحيث تتشارك كل مجموعة فى المحاور المختلفة المرتبطة بصناعة النفط والغاز وذلك اعتماداً على البيانات الفعلية لعام 2022 كمرجع.

1- **احتياطيات النفط**:

تم تصنيف الدول ذات احتياطيات نفطية مؤكدة تتجاوز 100 مليار برميل كدول ذات إمكانات عالية لاحتياطيات النفط. وتشمل تلك الفئة المملكة العربية السعودية والكويت والعراق والإمارات العربية المتحدة. أما الدول التى تمتلك احتياطيات نفطية تتراوح بين 10 و100 مليار برميل وهي دول قطر والجزائر وليبيا، فقد تم تصنيفها كدول ذات احتياطيات متوسطة بينما تم اعتبار الدول ذات احتياطيات أقل من 10 مليار برميل دول منخفضة الاحتياطيات وهي البحرين، وسوريا، ومصر، وتونس.

2- **احتياطيات الغاز**:

تم تصنيف الدول ذات احتياطيات غاز مؤكدة تتجاوز 200 تريليون قدم مكعب وهي قطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة كدول ذات احتياطيات غاز عالية بينما تم تصنيف الدول ذات احتياطيات غاز تتراوح بين 50 و200 تريليون قدم مكعب (العراق والكويت والجزائر ومصر وليبيا) كدول ذات إمكانات متوسطة لاحتياطيات الغاز. أما الدول التى تمتلك احتياطيات غاز مؤكدة تقل عن 50 تريليون قدم مكعب فقد تم اعتبارها دول ذات احتياطيات غاز منخفضة وهي البحرين وسوريا وتونس.

3- **إنتاج النفط**:

تم تصنيف المملكة العربية السعودية، باعتبارها الدولة الوحيدة بين الدول الأعضاء بالأوابك كأكبر منتجى النفط حيث يزيد إنتاجها اليومي عن 10000 ألف برميل بينما تم اعتبار الدول التى تتراوح معدلات إنتاج النفط اليومية بها بين 3000 و10000 ألف برميل كدول متوسطة الإنتاج وهي دول العراق والكويت والإمارات العربية المتحدة. أما باقى دول الأوابك فقد تم تصنيفها كدول منخفضة الإنتاج حيث تبلغ معدلات إنتاجها أقل من 3000 ألف برميل من النفط يومياً.

4- **إنتاج الغاز**:

على غرار احتياطيات الغاز، تم تصنيف المملكة العربية السعودية وقطر كدول مرتفعة الإنتاج من الغاز حيث يزيد إنتاجها السنوى عن 100 مليار متر مكعب. أما ا لإمارات العربية المتحدة والجزائر ومصر والتى تتراوح معدلات إنتاجهم من الغاز بين 50 و100 مليار متر مكعب سنوياً فقد تم تصنيفهم كدول متوسطة الإنتاج، بينما تم اعتبار باقى دول الأوابك كدول منخفضة الإنتاج حيث يقل إنتاجهم السنوى من الغاز عن 50 مليار متر مكعب.

5- **استهلاك النفط**:

تم اعتبار الدول التى يتجاوز استهلاكها اليومي للنفط 3000 ألف برميل كدول مرتفعة استهلاك، وتعد المملكة العربية السعودية الدولة الوحيدة التى تندرج ضمن هذا التصنيف. أما الدول التى تتراوح معدلات استهلاكها اليومية من النفط بين 500 و3000 ألف برميل فقد تم تصنيفها كدول متوسطة الاستهلاك وهي العراق والإمارات العربية المتحدة ومصر فى حين تم اعتبار باقى دول الأوابك والتى يقل استهلاكها اليومي عن 500 ألف برميل منخفضة الإستهلاك.

6- **استهلاك الغاز**:

على غرار إنتاج الغاز، تم تصنيف المملكة العربية السعودية كأكبر مستهلك للغاز بمعدلات استهلاك سنوية أعلى من 100 مليار متر مكعب بينما تم تصنيف قطر والإمارات العربية المتحدة والجزائر ومصر كدول ذات استهلاك متوسط بمعدلات سنوية تتراوح بين 30 و100 مليار متر مكعب. أما بقية دول الأوابك فقد تم اعتبارها كدول ذات استهلاك منخفض للغاز، بمستويات استهلاك سنوية تقل عن 30 مليار متر مكعب.

7- **توليد الطاقة المتجددة**:

تم تصنيف الدول الأعضاء في منظمة أوابك من حيث إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة إلى فئتين، الفئة الأولى تشمل الدول التى يزيد إنتاجها عن 5 تيراوات ساعة سنويًا وهي مصر والإمارات العربية المتحدة فقط بينما تم اعتبار بقية دول الأوابك الأخرى ضمن فئة الإنتاج المنخفض من الطاقة المتجددة.

8- **مستوى الانبعاثات**

تم تصنيف الدول الأعضاء في منظمة أوابك التى يتجاوز معدلات الانبعاثات بها 500 مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون كدول مرتفعة الانبعاثات حيث تقع المملكة العربية السعودية فقط فى تلك الفئة. أما الدول التى يتراوح مستوى الإنبعاثات بها بين 200 و500 مليون طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون فقد تم اعتبارها كدول ذات انبعاثات متوسطة وهي دول العراق ومصر والجزائر والإمارات العربية المتحدة فى حين تم اعتبار البحرين والكويت وقطر وليبيا وتونس منخفضى الإنبعاثات حيث يقل مستوى انبعاثات بهم عن 200 مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون.

يوضح الجدول (3-3) ملخص لنتائج التصنيف وفقاً للعوامل المختلفة والإفتراضات السابق ذكرها فيما يتعلق بصناعة النفط والغاز بدول الأوابك بحيث يتم الإعتماد على نتائج هذا التصنيف فى اقتراح المسارات المناسبة لخفض الكربون لكل مجموعة أو فئة من دول الأوابك بما يتناسب مع الاحتياجات والخصائص المحددة لكل مجموعة.

الجدول (3-3): تصنيف دول منظمة الأوابك

	احتياطيات النفط	احتياطات الغاز	انتاج النفط	انتاج الغاز	استهلاك النفط	استهلاك الغاز	انبعاثات CO2	توليد طاقات متجددة
البحرين	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض
العراق	مرتفع	متوسط	متوسط	منخفض	متوسط	منخفض	متوسط	منخفض
الكويت	مرتفع	متوسط	متوسط	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض
قطر	متوسط	مرتفع	منخفض	مرتفع	منخفض	متوسط	منخفض	منخفض
السعودية	مرتفع	مرتفع	مرتفع	مرتفع	مرتفع	مرتفع	مرتفع	منخفض
سورية	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض
الامارات العربية	مرتفع	مرتفع	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	مرتفع
الجزائر	متوسط	متوسط	منخفض	متوسط	منخفض	متوسط	متوسط	منخفض
مصر	منخفض	متوسط	منخفض	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	مرتفع
ليبيا	متوسط	متوسط	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض
تونس	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض

بعد دراسة كافة الخصائص والجوانب بقطاع النفط والغاز لدول الأوابك، تم تصنيف الدول وفقاً لما تتشاركه من خصائص بشكل عام إلى أربع مجموعات مختلفة:

المجموعة الأولى	المملكة العربية السعودية
المجموعة الثانية	العراق، الإمارات العربية، مصر، والجزائر
المجموعة الثالثة	قطر والكويت
المجموعة الرابعة	البحرين، تونس، ليبيا، وسوريا

البحث الفائز
بجائزة اوابك

الفصل الرابع
الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات والتوصيات

بناءً على الدراسة التحليلية التى تم إجراؤها بالأجزاء السابقة من البحث حول المسارات المختلفة لخفض الإنبعاثات الكربونية بقطاع النفط والغاز وذلك بالمحاور الأربعة للإقتصاد الدائرى للكربون وأخذاً فى الاعتبار الخصائص والمتطلبات الأساسية لكل من تلك المسارات، تم تطبيق الإستنتاجات المستنبطة من هذه الدراسة على دول الأوابك بهدف اقتراح التوصيات المناسبة لكل مجموعة من تلك الدول وفقاً للتصنيف الذى تم بالجزء السابق من البحث بشأن مسارات خفض الكربون التى يجب اتباعها بقطاع النفط والغاز وفقاً لما يتناسب مع خصائص قطاع النفط والغاز بكل دولة مع الأخذ في الاعتبار أي سياسات أو التزامات قائمة بشأن إجراءات خفض الكربون في تلك الدول. وقد تم استنتاج ما يلي:

1. **المجموعة الاولي: المملكة العربية السعودية**

تحتل المملكة العربية السعودية أعلى مرتبة بين جميع دول الأوابك في معظم الجوانب المدروسة لقطاع النفط والغاز من إحتياطيات، إنتاج واستهلاك بالتبعية أعلى مستوى من انبعاثات القطاع من بين دول الأوابك، وبالتالي يمكنها المضي قدمًا نحو تنفيذ معظم مسارات خفض الانبعاثات الكربونية على التوازى.

بالإضافة إلى الإجراءات المعلنة بالمملكة نحو خفض الانبعاثات الكربونية ووضعها حيز التنفيذ بالفعل، تمتلك البلاد القدرة على توسيع جهودها في هذا المجال في قطاع النفط والغاز من خلال اتباع مسارات مختلفة لخفض الانبعاثات. ولتقييم الجدوى الاقتصادية للمشروعات الممكن تنفيذها وتحديد أولوياتها بشكل ممنهج وفعال، سيكون من الملائم للمملكة العربية السعودية إعداد منحنى MACC خاص بها بقطاع النفط والغاز بحيث يسهم ذلك فى عملية اتخاذ القرار وإعداد خطة تنفيذية تكون الأولوية بها للمشروعات المجدية إقتصادياً بما يدعم استراتيجيات التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة والعمل على تحقيق الاستدامة في صناعة النفط والغاز.

2. **المجموعة الثانية: العراق ومصر والجزائر والإمارات العربية المتحدة**

تشترك دول العراق ومصر والجزائر والإمارات العربية المتحدة في خصائص قطاع النفط والغاز وتتمتع تلك الدول من دول الأوابك بمعدلات متوسطة من الإنبعاثات مقارنة بالمملكة العربية السعودية وفقاً للتصنيف بالجزء السابق من البحث حيث تتمتع صناعة الغاز بأهمية أكبر نسبيًا في هذه الدول باستثناء العراق حيث يعد قطاع النفط أكثر أهمية. وبالتالى يمكن اتباع نهج استراتيجي لإعطاء الأولوية لمشروعات التحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة في قطاع الغاز لهذه الدول بينما يتم توجيه الجهود في الوقت ذاته نحو تحوّل قطاع النفط في العراق ومع الأخذ في الاعتبار مستوى الانبعاثات المتوسط في الدول المذكورة.

ومن هذا المنطلق، تأتى أهمية اتباع نهج استراتيجي عند اختيار مسارات خفض الكربون بحيث يتم.إعطاء الأولوية للمسارات التى تساهم ليس فقط في خفض الانبعاثات ولكنها تحقق جدوى اقتصادية (المشروعات التى تحقق صافى قيمة حالية موجبة Positive NPV) وفقاً لمنحنى التكلفة الحدية MACC . يشمل ذلك مشروعات تحسين كفاءة الطاقة والحد من غازات الشعلة وكذلك تحويل عمليات قطاع النفط والغاز لاستخدام الطاقة من المصادر المتجددة بدلاً من الوقود الأحفورى حيث يسهم تطبيق تلك المسارات فى خفض الانبعاثات بشكل

ملحوظ علاوة على جدواها الإقتصادية غلى النحو الذي يمكن تلك الدول من تحقيق أهدافها نحو خفض الانبعاثات بصورة رشيدة.

على الجانب الآخر، يتم إعطاء المسارات عالية التكلفة مثل CCS/CCUS إلتقاط الكربون، استخدامه وتخزينه أولوية أقل على المدى القصير مع إمكانية تنفيذ مشروعات تجريبية لتقييم فاعلية تلك المشروعات واتخاذ القرارات بشأن قابلية تنفيذها على نطاق أوسع مستقبلاً بعد دراسة المزايا والتحديات المرتبطة بها .

علاوة على ذلك، يمكن أن يلعب التكامل دورًا هاماً في تعزيز الجدوى الاقتصادية لمسارات التحوّل عالية التكلفة. فمن خلال تبني نهج شمولي وبحث فرص التكامل بين المبادرات المختلفة لخفض الانبعاثات يمكن للدول تحسين استغلال الموارد وخفض التكاليف الكلية للمشروعات كما يشجع ذلك على تبادل المعرفة إيجاد حلول مبتكرة تحد من التحديات البيئية والاقتصادية.

3. المجموعة الثالثة: قطر والكويت

يركز كل من قطر والكويت بشكل ملحوظ على أنشطة البحث والإستكشاف والإنتاج في صناعة النفط والغاز حيث يعملان بشكل أساسي كمنتجين رئيسيين ومصدرين. ونتيجة لذلك، فإن مستويات انبعاثاتهما منخفضة نسبيًا مقارنة بالدول الأخرى التي لديها استهلاك أعلى وبالتالي انبعاثات أعلى. ومع ذلك وللمساهمة الفعالة في جهود الحد من انبعاثات الكربون في قطاع النفط والغاز، يمكن لكلتا الدولتين اتباع نهج استراتيجي بحلول مجدية إقتصاديًا تستهدف خفض الانبعاثات من خلال التركيز على أنشطة إنتاج النفط والغاز. ومن ضمن تلك الحلول مشروعات تحسين كفاءة الطاقة في العمليات المرتبطة بإنتاج النفط والغاز الخاصة بهما حيث يمكن أن يؤدي تطبيق تقنيات وممارسات كفاءة الطاقة إلى خفض نسبة كبيرة من الانبعاثات مع تحسين استغلال الموارد. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر الحد من غازات الحريق مساراً هاماً بالإضافة إلى تحويل عمليات النفط والغاز للاعتماد على الكهرباء المولدة من المصادر المتجددة بدلاً من الاعتماد على الطاقة الكهربائية المولدة من الوقود الأحفوري.

كما يمكن دراسة المزيد من الخيارات التى تساهم فى الحد من الانبعاثات المرتبطة بأنشطة التصدير باعتبار تلك الدول دول مصدرة للنفط والغاز. على سبيل المثال، يمكن لقطرباعتبارها من أكبر مصدرى الغاز الطبيعي المسال إعطاء الأولوية لإنتاج "الغاز الطبيعي المسال الأخضر" امتثالاً للمتطلبات البيئية لبعض الدول المستوردة حيثيمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام تقنيات حديثة لعمليات الإسالة والتى تتميز بقلة الإنبعاثات الناتجة منها.

4. المجموعة الرابعة: البحرين وليبيا وسوريا وتونس

تتميز البحرين وليبيا وسوريا وتونس بمستوى انبعاثات منخفض نتيجة لنشاطهم المحدود في قطاع النفط والغاز، وبالتالى لا يجب على تلك الدول اتخاذ إجراءات فورية بشأن تنفيذ مشروعات لخفض الانبعاثات بقطاع النفط والغاز نظراً لتأثيرها الضئيل على إجمالي الانبعاثات في قطاع النفط والغاز بين دول الأوابك. ولكن يتعين على تلك الدول متابعة مبادرات واستراتيجيات اخفض الإنبعاثات التي تنفذها دول الأوابك الأخرى ذات الأنشطة الأوسع نطاقاً في قطاع النفط والغاز ودراسة تجارب ونتائج المسارات المختلفة التي تتبناها تلك الدول بما

يمكنها من اكتساب الخبرات التى قد يتم الاستفادة منها مستقبلاً حال حدوث أية تطورات فى هذا المجال. كما يمكن لهذه الدول أيضًا الاستفادة من التعاون الدولي ومنصات تبادل المعرفة للتعرف على التقنيات والخبرات المتطورة في مجال خفض الإنبعاثات الكربونية.

وتلخيصاً لما سبق، تقدم الاستنتاجات والتوصيات المستخلصة من الدراسة التحليلية التى تم إجراؤها فى هذا البحث حلولاً إسترشادية لدول الأوابك فيما يتعلق بمختلف مسارات خفض الانبعاثات الكربونية التي يمكن أن تتخذها الدول لتطبيقها بقطاع النفط والغاز، ولكن يتعين لكل دولة إجراء تقييم مفصل بشكل منفرد للوقوف على إمكانياتها ووضع الاستراتيجيات وخرائط الطريق المناسبة لها. وبينما يوفر التحليل إطارًا عامًا وتصنيفاً للدول بناءً على الخصائص الرئيسية بها، تظل من الأهمية إدراك أن كل دولة ضمن المجموعات المصنفة بالبحث تمتلك سمات وموارد وتحديات منفصلة. وبالتالي، فلا يوجد خيار وحيد لكل الدول بكل مجموعة، ولكن على كل دولة تبنى السياسات والإستراتيجيات الخاصة بها بعد إجرائها للتقييم التفصيلى للخيارات المتاحة لها.

هذا وتلعب عوامل عديدة مثل البنية التحتية القائمة، التطورات التكنولوجية، الموارد المالية، والتعاون الدولي دورًا هاماً في إعداد استراتيجيات خفض الانبعاثات لكل دولة مع ضرورة متابعة التطورات العالمية فى هذا المجال حتى يمكن مواكبة تلك التطورات بشكل فعال.

في الختام، يمكن اعتبار التوصيات المقدمة في هذا البحث نقطة بداية لدول الأوابك في سعيها للتحوّل نحو انبعاثات كربونية منخفضة بحيث تعزز دورها ضمن الجهود العالمية نحو التحول الطاقة وتحقيق الإستدامة.

الملخص

يسلط هذا البحث الضوء على الأهمية المتزايدة للتحوّل الطاقى م خلال نخفض الانبعاثات الكربونية والاقتصاد الدائري للكربون بهدف مكافحة التغير المناخي العالمي، بما يتماشى مع أهداف اتفاقية باريس لعام 2015 بشأن الوصول للحياد الكربوني بحلول عام 2050 وهو الأمر الذي يتطلب تغيرات ملحوظة عبر كافة قطاعات الاقتصاد. ويلقى مفهوم اقتصاد الكربون الدائري زخمًا متزايدًا في قطاع النفط والغازوالذى يهدفإلى المساهمة فى تحقيق التنمية المستدامة والرخاء الاقتصادي.

كما يجري البحث تحليلاً شاملًا حول المسارات المختلفة لخفض الانبعاثات الكربونية فى قطاع النفط والغازمع دراسة خصائص، المزايا، والتحديات المرتبطة بكل منها مع استخدام منهجية علمية كأداة شاملة لتقييم تلك المسارات بالمحاور الأربعة للاقتصاد الدائري للكربون.

وتشير نتائج البحث إلى أهمية إعطاء الأولوية للمسارات التى تساهم فى خفض كميات ملحوظة من الانبعاثات بجانب جدواها إقتصادياً بما يسهم فى تحقيق الإستدامة فى صناعة النفط والغاز. كما تم إجراء تحليل شامل لعدة جوانب فى قطاع النفط والغاز بدول الأوابك، بما في ذلك الاحتياطيات والإنتاج والاستهلاك والانبعاثات بهدف تصنيف الدول إلى مجموعات بناءً على الخصائص المشتركة ومن ثم اقتراح التوصيات الملائمة لكل مجموعة.

وتلخيصاً لتلك التوصيات، يجب على الدول ذات المعدلات المرتفعة من الانبعاثات فى قطاع النفط والغاز البدء فى تنفيذ عدة مسارات على التوازى بعد إعداد منحنيات التكلفة الحدية لخفض الانبعاثات بهدف تحديد أولويات التنفيذ بينما يجب على الدول ذات الانبعاثات المتوسطة إعطاء الأولوية للحلول المجدية إقتصادياً مثل مشروعات تحسين كفاءة الطاقة، الحد من غازات الشعلة والاعتماد على الطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المتجددة فى عمليات صناعة النفط والغاز بدلاً من الاعتماد على الوقود الأحفورى فى توليد الطاقة.

أما بالنسبة للدول ذات الانبعاثات المحدودة بقطاع النفط والغاز فلا داعي للبدء حالياً فى تنفيذ مشروعات خفض الانبعاثات وإنما يتعين عليها الاستفادة من تجارب الدول الأخرى حال الحاجة إلى تنفيذ تلك المشروعات مستقبلاً.

وتؤكد توصيات البحث على أهمية تكييف استراتيجيات خفض الانبعاثات الكربونية مع ظروف وسياسات كل دولة ومواردها. وفي الختام، يقدم هذا البحث توصيات إسترشادية لدول الأوابك قد تساهم في سعيها نحو خفض الانبعاثات الكربونية منخفضة على النحو الذي يمكنها من المساهمة بشكل كبير في الجهود العالمية للحد من التغير المناخى وتحقيق الإستدامة.

قائمة المراجع

1. Adlen, E. (2019) 10 Carbon Capture methods compared: costs, scalability, permanence, cleanness, Energy Post. Available at: https://energypost.eu/10-carbon-capture-methods-compared-costs-scalability-permanence-cleanness / (Accessed: July 10, 2023).
2. BP Statistical Review 2023.
3. Cho, R. (2022) What is decarbonization, and how do we make it happen?, State of the Planet. Columbia Climate School. Available at: https://news.climate.columbia.edu/2022/04/22/what-is-decarbonization-and-how-do-we-make-it-happen/ (Accessed: July 15, 2023).
4. CO_2 Emissions in 2022 (2023) IEA. Available at: https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022 (Accessed: July 22, 2023).
5. Country Analysis Brief: South Korea (2018) Ieee.es. Available at: https://www.ieee.es/en/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Internacional/2018/EIA_south_korea_20jul2018.pdf (Accessed: July 15, 2023).
6. de Oliveira Bredariol, T. and McGlade, C. (no date) Gas flaring, IEA. Available at: https://www.iea.org/energy-system/fossil-fuels/gas-flaring (Accessed: July 25, 2023).
7. Egypt's first updated nationally determined contributions (no date) Unfccc.int. Available at: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-07/Egypt%20Updated%20NDC.pdf.pdf (Accessed: July 30, 2023).
8. Energy efficiency (no date) IEA. Available at: https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand/energy-efficiency (Accessed: July 22, 2023).

البحث الفائز بجائزة اوابك

9. Environmental and Energy Study Institute (EESI) (no date) Energy efficiency, Eesi.org. Available at: https://www.eesi.org/topics/energy-efficiency/description (Accessed: July 22, 2023).
10. Fominova, S. (2022) Top 5 carbon emitters by country, Net0.com. Available at: https://net0.com/blog/top-five-carbon-emitters-by-country (Accessed: July 19, 2023).
11. ESCWA (2019) Reducing Gas Flaring in Arab Countries- A Sustainable Development Necessity Available at: https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/reducing-gas-flaring-arab-countries-english.pdf (Accessed: July 20, 2023).
12. Houghton, J. T. et al. (1996) Climate change 1995: The science of climate change, Second assessment report of the intergovernmental panel on climate change IPCC. Available at: https://digitallibrary.un.org/record/223181?ln=en (Accessed at July 10, 2023)
13. https://www.britannica.com/technology/biofuel
14. Huismans, M. and Voswinkel, F. (no date) Electrification, IEA. Available at: https://www.iea.org/energy-system/electricity/electrification (Accessed: July 30, 2023).
15. Hudson, O. and Thomson, L. (2022) The advantages and disadvantages of carbon capture, Azocleantech.com. Available at: https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1572 (Accessed: July 11, 2023).
16. IEA, (2020) CCUS in Clean Energy Transitions, Special Report on Carbon Capture Utilization and Storage IEA. Available at: https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions (Accessed: July 11, 2023)

17. Kokal, S. (2022) Circular carbon economy—A pathway to reduce our carbon footprint, TWA. Available at: https://jpt.spe.org/twa/circular-carbon-economy-a-pathway-to-reduce-our-carbon-footprint (Accessed: July 30, 2023).
18. Majdalawi, M. & Al-Karablieh, E. & Alassaf, A. & Habbab, S. (2011). Economic and socioeconomics impact of biofuel production in the Arab Region. African journal of agricultural research. 6. Available at: https://www.researchgate.net/publication/259028916_Economic_and_socioeconomics_impact_of_biofuel_production_in_the_Arab_Region/link/02e7e529c824c34955000000/download
19. Methane abatement (no date) IEA. Available at: https://www.iea.org/fuels-and-technologies/methane-abatement (Accessed: July14, 2023).
20. Methane mitigation technologies (no date) Energy.gov. Available at: https://www.energy.gov/fecm/methane-mitigation-technologies (Accessed: July 1, 2023).
21. Metz, B. (2005) Carbon Dioxide Capture and Storage*, Intergovernmental Panel on Climate Change* IPCC Available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf (Accessed: July 5, 2023).
22. Pre-combustion carbon capture research (no date) Energy.gov. Available at: https://www.energy.gov/fecm/pre-combustion-carbon-capture-research (Accessed: July 11, 2023)
23. PricewaterhouseCoopers (2021) Carbon taxes and international trade What are the key issues, PwC. Available at: https://www.pwc.com/us/en/services/tax/library/carbon-taxes-and-international-trade-what-are-the-key-issues.html (Accessed: July 15, 2023).

البحث الفائز
بجائزة اوابك

24. Renewable Energy Market Update - June 2023 IEA. Available at: https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-june-2023 (Accessed: July 30, 2023).
25. UNECE (2019) Best Practice Guidance for Effective Methane Management in the Oil and Gas Sector. Available at: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/CMM/CMM_CE/BPG_Methane_final_draft_190912.pdf
26. UNECE (2019) 'How natural gas can support the uptake of renewable energy' UNECE.Available at: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/CSE/PATHWAYS/publ/NG_RE.pdf
27. Vega Puga, E. et al. (2022) "Holistic view on synthetic Natural Gas production: A technical, economic and environmental analysis," Energies, 15(5), p. 1608. doi: 10.3390/en15051608.
28. Wettengel, J. (2018) Power-to-gas: Fix for all problems or simply too expensive?, Clean Energy Wire. Available at: https://www.cleanenergywire.org/factsheets/power-gas-fix-all-problems-or-simply-too-expensive (Accessed: July 4, 2023).
29. Vol. 49 No. (5). May 2023. OAPEC Member Countries' Model Role In Striking A. Balance Between Energy Supply And Climate Change.
30. Whitepaper on synthetic natural gas (2022) Stargate Hydrogen. Available at: https://stargatehydrogen.com/news/whitepaper-on-synthetic-natural-gas / (Accessed: July 2, 2023).
31. World Bank Group (2022) Seven countries account for two-thirds of global gas flaring, World Bank Group. Available at: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/04/28/seven-countries-account-for-two-thirds-of-global-gas-flaring (Accessed: July 29, 2023).

دراسة حول

دور القارة الأفريقية كمحور ناشئ للصناعة البترولية

م. تركي حسن حمش *

* خبير أول بترول / استكشاف وانتاج - إدارة الشؤون الفنية ، منظمة أوابك - الكويت

ملخص تنفيذي

تتزايد مكانة القارة الأفريقية على خريطة الطاقة العالمية باستمرار، ويمكن لها في ضوء تنامي الطلب أن تشكل مصدراً هاماً من مصادر أمن الطاقة في العالم، خاصة في ظل تراجع الإنتاج الأوروبي من النفط والغاز، والعقوبات التي فرضت على النفط والغاز الروسي.

وعندما يتعلق الأمر بتصدير الطاقة على المدى القصير، فإن أهمية دول آسيا وأوروبا تختلف بالنسبة لأفريقيا حسب المصادر الطاقية وأماكن الإنتاج ومدى الطلب. فدول آسيا تعتبر السوق الرئيسية لواردات النفط والغاز الطبيعي من الدول الواقعة في منطقة الخليج العربي على الأغلب، مثل الإمارات العربية المتحدة والسعودية والكويت والعراق وقطر، بينما تعتبر دول أوروبا سوق واردات رئيسية للغاز الطبيعي من الجزائر مثلاً (وروسيا حتى وقت قريب). لذلك وعلى الرغم من المنظور الأوروبي العام باتجاه التحول الطاقي والحد من استخدام الوقود الأحفوري، فإن أوروبا ستكون على الأغلب المستورد الأساسي المحتمل لأي طاقات إنتاجية جديدة في القارة الأفريقية، حيث من المتوقع أن تصل صادرات الغاز الأفريقي المسال إلى 140 مليون طن عام 2050.

ورغم تراجع معدل إنتاج النفط الأفريقي منذ عام 2008، واستمرار نمو الطلب الداخلي، لكن العديد من الدول الأفريقية لديها القدرة على ضخ المزيد من الإنتاج إلى أسواق الطاقة، في حال تغلبها على التحديات المتعلقة بتطوير البنية التحتية، والتكنولوجيا، والاستقرار الجيوسياسي، وضخ ما يكفي من الاستثمارات لتطوير المشاريع البترولية الحالية والمستقبلية، ووضع الاكتشافات الجديدة على الإنتاج. وبالرغم من حقيقة أن نيجيريا والكونغو وأنغولا هي المستقطب الأساسي للاستثمارات، فقد ظهرت كل من أوغندا وجنوب أفريقيا والسنغال وساحل العاج وموزمبيق وناميبيا، ضمن الدول التي باتت بدورها محوراً لجذب التمويل. تضمنت الدراسة ثلاثة فصول

الفصل الأول:

قدم لمحة عامة عن القارة الأفريقية من الناحية الجغرافية، والثروات الطبيعية الموجودة فيها، ثم نظر في الطلب المستقبلي على الطاقة عموماً وخاصة على المدى القصير المرتبط بالتغيرات الجيوسياسية، مسترشداً بمزيج الطاقة العالمي، فبحث في التغيرات السعرية المتعلقة بالأزمة

الروسية الأوكرانية، ليوضح بعدها الطلب الأفريقي المستقبلي على الطاقة.

ثم انتقل إلى أهم تحديات إنتاج الطاقة واستهلاكها في أفريقيا، في ضوء افتقار نسبة كبيرة من السكان إلى إمدادات موثوقة من الكهرباء ووقود طهي رخيص الثمن، وعدم كفاية القدرات المركبة من مختلف مصادر الطاقة على توليد الطاقة الكافية وتناول احتياطيات وإنتاج النفط والغاز فيها. كما نظر الفصل الأول كذلك إلى موضوع استهلاك الطاقة مبيناً أن حصة الفرد من الطاقة في القارة الأفريقية مثلت أقل من 20% من متوسط استهلاك الفرد من الطاقة في العالم في عام 2021، وأن حوالي 47% من الطاقة المستهلكة في أفريقيا كان عملياً من الوقود الحيوي، المتمثل بشكل رئيسي في الحطب والمخلفات الحيوانية.

نظر الفصل الأول أيضاً إلى احتياطيات النفط والغاز، حيث مثلت الاحتياطيات المؤكدة من النفط في أفريقيا حتى عام 2022 نحو 9.5% من احتياطيات النفط التقليدي في العالم، يوجد نصفها تقريباً في الدول العربية الواقعة في القارة الأفريقية. كما مثلت احتياطيات الغاز الأفريقي 7% من احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم، ويوجد جزء كبير منها في الجزائر وليبيا ومصر. ثم تناول هذا الفصل إنتاج النفط مبيناً أن معدلات إنتاجه في أفريقيا تشهد تراجعاً مستمراً منذ عام 2008 لأسباب فنية وجيوسياسية. أما الغاز المسوق فينمو إنتاجه بشكل مستمر، ومثلت ت كميات الغاز المسوق في أفريقيا عام 2021 حوالي 6.8% من كميات الغاز المسوق في العالم.

الفصل الثاني

تطرق الفصل الثاني إلى موضوع الاستكشاف في القارة الأفريقية، حيث قدم لمحة جيولوجية عامة عن القارة تضمنت تاريخ التطور الجيولوجي، وأهم الأحواض الرسوبية، في مختلف مناطق القارة الأفريقية بشكل مجمل. ثم نظر في عدد فرق المسح الزلزالي الذي تراجع منذ عام 2009، استعرض تغير عدد الحفارات الذي يعتبر مؤشراً على نشاط عمليات الاستكشاف والتطوير، وبين أن عدد الحفارات العاملة في أفريقيا كان متزايداً حتى عام 2014 ليتراجع بعدها بشكل ملحوظ وهو ما يتوافق مع تراجع عدد فرق المسح الزلزالي خلال نفس الفترة. وبين هذا الفصل أن ن أفريقيا كانت واحدة من

مناطق الاستكشاف الأقل نشاطاً بين عامي 2014 و2018، باستثناء الحدود البحرية بين السنغال وموريتانيا، وعمليات التنقيب المستمرة في مصر.

ولاستكمال الصورة العامة لعمليات الاستكشاف في أفريقيا، قدم الفصل الثاني لمحة عن تاريخ الاستكشاف في الدول العربية الواقعة في القارة الأفريقية، مبيناً الإمكانيات البترولية الحالية في كل منها، ثم تناول أهم الاكتشافات الجديدة في دول جنوب الصحراء الكبرى مع التركيز على بعض التفاصيل في السنغال وموريتانيا اللتان حظيتا في السنوات الأخيرة باكتشافات عملاقة من النفط والغاز يتوقع أن توضع على الإنتاج خلال العام الحالي 2023. وانتقل هذا الفصل بعد ذلك لاستعراض أهم المشاريع التي ارتبطت بالاكتشافات الهيدروكربونية موضحاً أن ما يقارب 40 % من اكتشافات الغاز العالمية الجديدة في العقد الماضي كانت في أفريقيا. وركز الفصل الثاني بعدها على الصورة العامة لصناعة النفط والغاز في أفريقيا مبيناً أن معظم الدول المنتجة للنفط والغاز في القارة تعتمد على عائدات إنتاجها بشكل رئيسي لدعم اقتصاداتها، لكن نمو الطلب على الطاقة في القارة قد يتجاوز العرض خلال العقدين القادمين.

علاوة على ما تقدم، نظر الفصل الثاني في مسألة التحول الطاقيّ، والضغوط التي أوجدها على قطاع الطاقة في أفريقيا، حيث باتت شركات النفط والغاز الكبرى تواجه تحديات متزايدة لتحقيق عوائد أعلى بشكل أكثر استدامة، مما جعل صناعة النفط والغاز في أفريقيا تقف على مفترق طرق، فمن ناحية، ترتفع أسعار النفط والغاز بشكل كبير، ومن ناحية أخرى ضرورة موجهة ضغوط إزالة الكربون واحتضان مصادر الطاقة المتجددة.

وانتقل الفصل الثاني بعد ذلك إلى إيراد ملامح الطاقة حالياً في أوروبا كونها المستورد المتوقع للإنتاج المستقبلي من أفريقيا، وبين دور وكالة الطاقة الدولية في رسم ملامح متباينة -بل ومضطربة أحياناً- للطلب العالمي إجمالاً، والطلب الأوروبي بشكل خاص، وبالذات بعد الأزمة الروسية الأوكرانية التي بينت أن دول أوروبا تواجه معضلة يصعب حلها، فمن جهة تسعى للحد من انبعاثات الكربون، ومن جهة أخرى تريد الضغط على روسيا، لكن تدرك يقيناً أنه لا بديل فوري عن إمدادات الطاقة الروسية، وتأمل بالتالي في أن تكون أفريقيا البديل محتمل للواردات البترولية.

الفصل الثالث

نظر هذا الفصل في أهم مشاريع خطوط الأنابيب في القارة السمراء، ضمن محاولة لعرض فرص وإمكانيات نقل وتوزيع الإنتاج، من خلال خطط لإنشاء عدد من خطوط الأنابيب يمكن -في حال تنفيذها - أن تربط الموارد الأفريقية المتاحة بقاعدة مستهلكين متنوعة ومتنامية، قد تعمل على سد فجوة إمدادات الغاز الطبيعي في أوروبا، وتوفير الطاقة الموثوقة للأسواق المحلية.

بعد ذلك، وعلى ضوء مجمل البيانات والمعلومات السابقة، تناول الفصل الثالث الدور المتوقع لأفريقيا في الأسواق البترولية عموماً والأوروبية خصوصاً، ولتوضيح هذا الدور كان لابد من تفصيل المنظور الأوروبي من ناحية العرض والطلب، وهو ما يرتبط في أحد نواحيه بمعدلات الإنتاج الأوروبية من النفط والغاز، فالإنتاج والاستهلاك السنوي من الغاز في أوروبا فيه تباين كبير وصل إلى أكثر من 361 مليار متر مكعب في عام 2021. كما بين هذا الفصل أن إنتاج النفط والغاز الأوروبي قد تجاوز ذروته منذ منتصف العقد الماضي، مما قد يكون من ضمن أسباب التوجه الأوروبي نحو مصادر الطاقة المتجددة، والتحول الكبير في السياسات الطاقية للدول الأوروبية، فالقارة الأوروبية تحتاج إلى علاقة طاقية موثوقة مع أفريقيا، لتستفيد من احتياطياتها القديمة والجديدة من النفط والغاز، فضلاً عن القدرات الهائلة المتاحة في أفريقيا لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. ونظر هذا الفصل كذلك في شراكات الطاقة الأفريقية الأوروبية مبيناً أن أفريقيا سوق طاقة غير مستثمر بالشكل الأمثل بالنسبة للاتحاد الأوروبي الذي يبدي اهتماماً ملحوظاً بتعزيز الشراكات الاقتصادية والطاقية مع أفريقيا، لكن الالتزامات طويلة الأجل لتطوير مثل هذه الشراكات والحفاظ عليها مالياً، أمر يتعارض مع الالتزامات الأوروبية نحو التحول الأخضر. لكن أوروبا رغم التزاماتها -الخضراء إن صح التعبير- فإنها من الصعب أن تقنع القارة الأفريقية بتناول موضوع البيئة بنفس المنظور الأوروبي بينما يعاني معظم سكان أفريقيا من فقر الطاقة.

دراسة

الفصل الأول

يتضمن لمحة عامة عن القارة الأفريقية، والطلب المستقبلي على الطاقة فيها وفي العالم عموماً، ثم ينظر في تحديات واستهلاك الطاقة في أفريقيا، ليورد بعدها احتياطيات النفط والغاز وإنتاجهما.

1-1 لمحة عامة عن القارة الأفريقية

تمتد القارة الأفريقية على مساحة تزيد عن 30 مليون كم مربع، فهي بذلك ثاني أكبر القارات مساحة بعد آسيا، وفيها أربع وخمسون 54 دولة تتمتع بعضوية الأمم المتحدة.

تتمثل منطقة شمال أفريقيا - جغرافياً - بالدول العربية المطلة على حوض البحر الأبيض المتوسط، وهي الجزائر، وتونس، وليبيا، ومصر، والسودان، والمغرب. أما باقي الدول الأفريقية فعادة ما يشار لها باسم دول جنوب الصحراء الكبرى Sub- Sahara.

لا يمكن عند الحديث عن أفريقيا اعتبار كل دول هذه القارة على قدم المساواة من ناحية الطاقة، فبعضها تنعم باحتياطيات كبيرة من النفط والغاز يتم استثمارها فعلياً، وبعضها تمتلك احتياطيات يواجه استثمارها العديد من العوائق، وبعضها فقيرة بموارد الطاقة، بينما بدأت دول أخرى تحتل مكاناً بارزاً على خريطة الطاقة العالمية خلال السنوات القليلة الماضية.

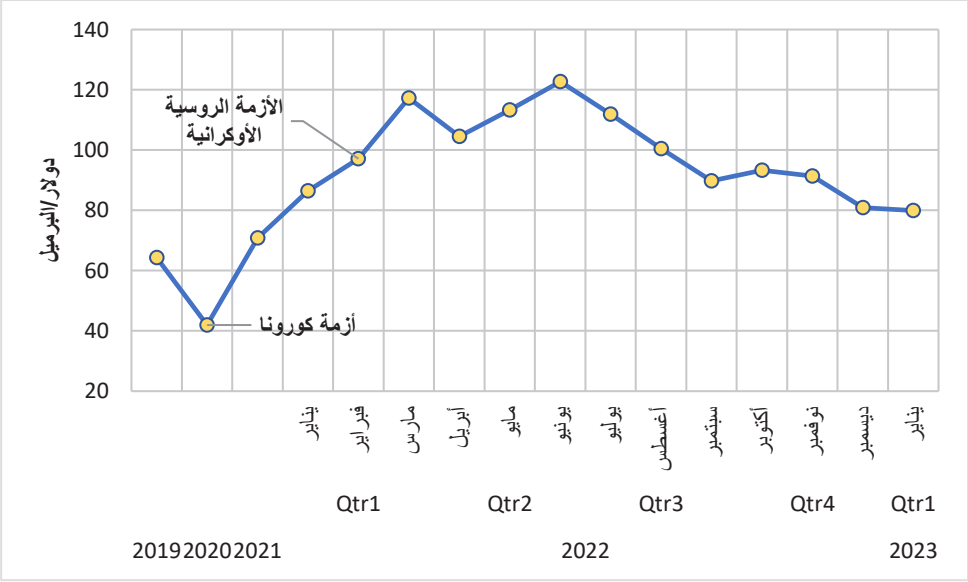
تمتلك قارة أفريقيا عموماً ثروات معدنية متنوعة تشمل الفحم والنفط والغاز الطبيعي، علاوة على اليورانيوم والراديوم والثوريوم، وخامات الفلزات المختلفة[1]. وبالرغم من تلك الثروات، إلا أن تطوير البنى التحتية الحضرية Urban المتاحة في أفريقيا في مختلف المجالات، يحتاج -حسب منظور "بنك التنمية الأفريقي"- إلى ما يتراوح بين 130 إلى 170 مليار دولار في السنة، بينما توجد فعلياً فجوة في تمويل عمليات التطوير تتراوح بين 68 إلى 108 مليار دولار في السنة. ورغم ارتفاع أسهم بعض القطاعات الخاصة في القارة خلال السنوات الأخيرة، لكنها تبقى بعيدة عن المستويات التي يمكن أن تساهم في معالجة النقص في البنية التحتية، أو تساهم في الوصول إلى خدمات مستدامة[2]، وهو ما يضاف إلى جملة التحديات التي تواجهها أفريقيا وخاصة في مجال الطاقة كما سيبين لاحقاً. ويمكن ضمن هذا المضمار الإشارة إلى أن وزارة الاقتصاد النيجيرية أعلنت في شهر أكتوبر 2022 عن مقترح خطة لتطوير البنية التحتية في البلاد خلال 21 سنة، لكنها بينت أن ذلك سيحتاج إلى استثمارات تبلغ 2.3 تريليون دولار[3].

2-1 الطلب المستقبلي على الطاقة في العالم وفي أفريقيا

تركز الهيئات المختلفة حالياً توقعاتها على الطلب المستقبلي على الطاقة ضمن المدى القصير، وذلك أمر مرتبط غالباً بالتغيرات الجيوسياسية التي يشهدها العالم والتي تسببت في تذبذب الأسعار وتقلب الأسواق. ولبيان أهمية الدور الأفريقي المحتمل في تلبية الطلب العالمي على الطاقة، لابد من بيان الحجم المتوقع لهذا الطلب.

يبين الشكل 1 التغيرات الشهرية في الأسعار الفورية Spot لخام برنت، ويظهر عليه تأثير الأزمة الروسية الأوكرانية التي بدأت في شهر فبراير 2022، وانعكست في ارتفاع ملحوظ للأسعار. لكن الشكل يوضح كذلك أنه لا يمكن عملياً عزل هذه الزيادة في سعر النفط عن الزيادة التي نشأت عن عودة الطلب على النفط إلى الارتفاع بعد تراجع آثار أزمة كورونا في عام 2020، علاوة على تدخل مجموعة **OPEC+** لضمان استقرار الأسواق، كما لا يمكن إغفال تأثير الأعاصير التي ضربت الولايات المتحدة وأدت إلى الحد من الإنتاج. ويلاحظ بعد ذلك أن الأسعار شهدت تراجعاً ملموساً منذ نهايات عام 2022 إلى ما دون الأسعار قبل الأزمة الروسية الأوكرانية، أي يمكن القول إن الأسواق امتصت التأثير الجيوسياسي للأزمة*.

الشكل 1: التغير الشهري في أسعار النفط (خام برنت). 2019- 2023

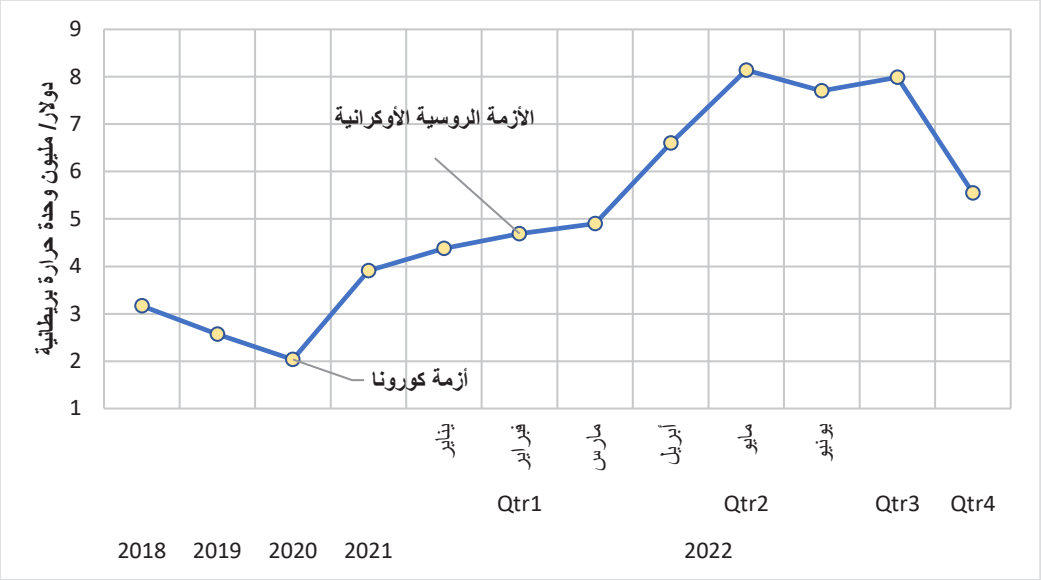


المصدر: إعداد الباحث بناء على بيانات شهرية من: EIA، 2023.

* بطبيعة الحال كانت هناك العديد من العوامل الأخرى التي ساهمت في تراجع الأسعار، لكن تقصي هذه العوامل يقع خارج نطاق الدراسة.

أما على صعيد أسعار الغاز الطبيعي، فقد شهدت ارتفاعاً قياسياً ملحوظاً لتصل في شهر مايو 2022 إلى 8.14 دولار/ مليون وحدة حرارة بريطانية، ثم عادت للتراجع ثانية كما هو مبين في الشكل 2، لكنها لا تزال أعلى من قيمها قبل الأزمة الروسية الأوكرانية*.

الشكل 2: التغير الشهري في أسعار الغاز الطبيعي. 2018- 2022

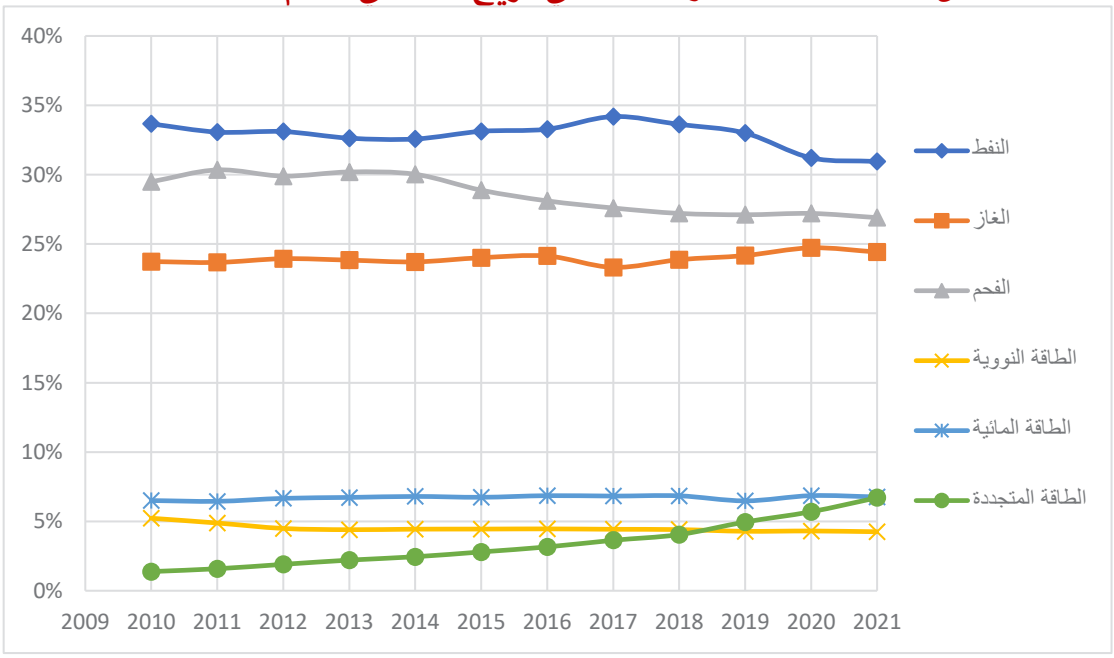


المصدر: إعداد الباحث بناء على بيانات شهرية من: EIA، 2023.

تتفق مختلف الهيئات على أن الطلب العالمي على الطاقة في تزايد مستمر، وهو أمر سيكون مدفوعاً بشكل رئيسي بنمو الاستهلاك في الاقتصادات النامية ومن أهمها دول آسيا، علاوة على النمو المجتمعي الطبيعي في كل دول العالم، لكن الخلاف الرئيسي بين المعاهد المختلفة هو في شكل الطاقة المستقبلي. بمعنى آخر، ما هو مصدر الطاقة الذي سوف يلبي النمو على الطلب؟ ولما كان المستقبل هو انعكاس للحاضر والماضي، فلابد من العودة إلى البيانات السابقة التي يبينها الشكل 3 وتوضح أن حصة النفط من مزيج الطاقة العالمي تراجعت بنسبة 2.7% فقط خلال الفترة ما بين 2010- 2021، وتراجعت حصة الفحم الحجري بنحو 2.6%، بينما زادت نسبة الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة بنحو 0.7% خلال الفترة نفسها. كما تراجعت حصة الطاقة النووية بنسبة 0.1%، بينما ارتفعت حصة الطاقة المائية ومصادر الطاقة المتجددة بنسبة 0.3، و5.3% على التوالي.

* هناك أسباب عديدة لارتفاع أسعار الغاز من أهمها الإيقاف الجزئي لضخ الغاز الروسي باتجاه أوروبا، بينما ساهم رفع مخزونات الغاز والشتاء الدافئ نسبياً في أوروبا، والتدخل من بعض الدول في رفد أوروبا بشحنات الغاز المسال في التراجع النسبي لأسعار الغاز، علاوة على أسباب أخرى تقع خارج نطاق هذه الدراسة.

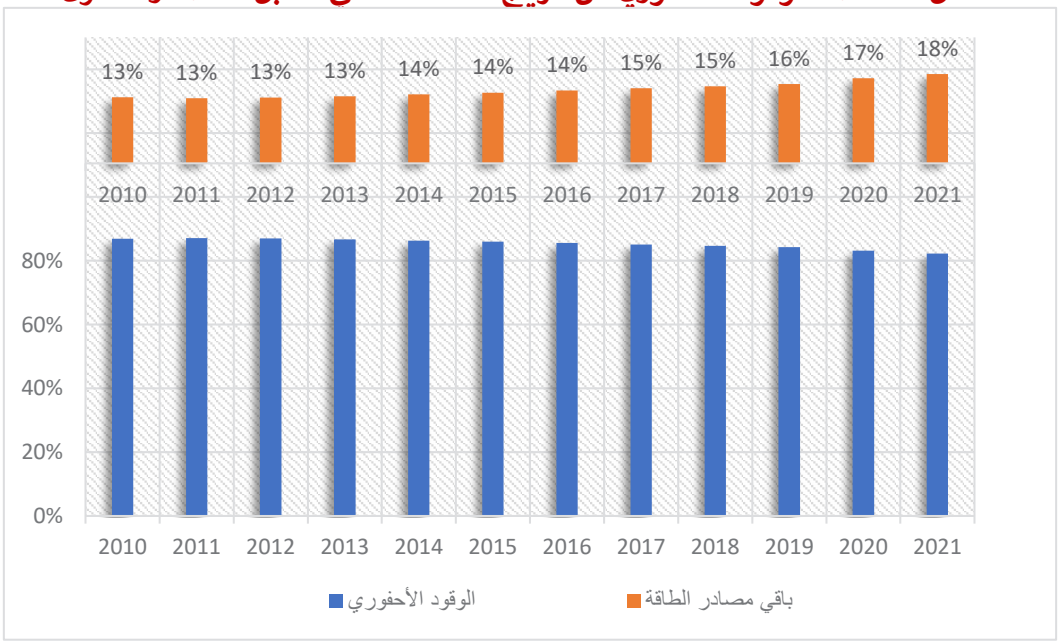
الشكل 3: مساهمة المصادر المختلفة في مزيج الطاقة في العالم: 2010- 2021



مصدر البيانات: BP Statistical Review of World Energy، 2022

لكن حصة الوقود الأحفوري مجتمعة وإن كانت قد تراجعت بنحو 4.6% كما هو مبين في الشكل 4، إلا أنها وسطياً مثلت أكثر من 85% خلال الفترة بين عامي 2010، و2021.

الشكل 4: حصة الوقود الأحفوري من مزيج الطاقة العالمي مقابل المصادر الأخرى



إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022

تشير التوقعات المختلفة* إلى أن الطلب العالمي على النفط سيكون بحدود 92- 99 مليون ب/ي في عام 2045، بينما سيتراوح الطلب على الغاز بين 81- 86 مليون برميل مكافئ نفط في اليوم، أما الطلب على الفحم الحجري، فسوف يكون ما بين 59- 82 مليون برميل مكافئ نفط في اليوم.

يبين الجدول 1 النسب المئوية لمزيج الطاقة حسب مختلف التوقعات[4] حتى عام 2045، ويلاحظ منه أنه حصة النفط والغاز في عام 2045 لن تقل عن 49% حسب رؤية إدارة معلومات الطاقة الأمريكية†.

الجدول1 : نسبة مصادر الطاقة في مزيج الطاقة الحالي والمستقبلي

الجهة	مصدر الطاقة	2025	2045
BP	نفط	36%	29%
	غاز	25%	26%
	فحم حجري	25%	19%
	الوقود الأحفوري	**86%**	**74%**
	نفط+ غاز	**61%**	**55%**
	باقي المصادر	**14%**	**26%**
OPEC	نفط	31%	28%
	غاز	23%	24%
	فحم حجري	24%	17%
	الوقود الأحفوري	**79%**	**70%**
	نفط+ غاز	**54%**	**53%**
	باقي المصادر	**21%**	**30%**
EIA	نفط	27%	24%
	غاز	22%	20%
	فحم حجري	23%	21%
	الوقود الأحفوري	**72%**	**65%**
	نفط+ غاز	**49%**	**45%**
	باقي المصادر	**28%**	**35%**

المصدر: تركي الحمش، 2022.

* للمصادر المبينة في الجدول

† إدارة معلومات الطاقة الأمريكية تغير هذه النسبة بشكل دوري

تبيّن التوقعات السابقة أن الطلب على الوقود الأحفوري سوف يتراوح بين 65- 74% من إجمالي الطلب على الطاقة في عام 2045، أما نسبة النفط والغاز من إجمالي الطلب المستقبلي المتوقع على الطاقة في نفس العام فسوف تكون 55%، 53%، 45%، وذلك حسب منظورBP، وOPEC، وEIA على التوالي. بتعبير آخر، سوف يستمر النفط والغاز في تلبية ما يربو على نصف الطلب العالمي على الطاقة على الأقل خلال المدى المنظور ضمن سيناريو الحالة المرجعية. وحتى وكالة الطاقة الدولية التي كانت قد حملت لواء "خارطة الطريق نحو الانبعاثات الصفرية في عام 2050"، ترى أن سيناريو الحالة العادية يعني أن 60% من طاقة العالم سوف تكون من النفط والغاز في عام 2050[5].

قدر معدل النمو الأفريقي في الطلب على النفط بين عامي 2008- 2019* بنحو 2.5% سنويا، ولو استمر هذا المعدل ثابتاً، فإن الطلب الأفريقي على النفط سيبلغ حوالي 7 مليون ب/ي عام 2045. أما الإنتاج فتراجع خلال نفس الفترة بمعدل (-1%) سنوياً، أي أن إنتاج النفط الأفريقي قد يتراجع إلى نحو 5.7 مليون ب/ي في عام 2045. ورغم أن هذه القيم تحمل الكثير من عوامل عدم الدقة، إلا أنها قد تعطي مؤشراً على أن إنتاج النفط في أفريقيا لن يغطي الطلب بدءاً من عام 2039†، ما لم يتم العمل على مشاريع جديدة لتطوير الاحتياطيات المعروفة واكتشاف احتياطيات جديدة ووضعها على الإنتاج.

3-1 تحديات الطاقة في أفريقيا

تعتبر القضايا المرتبطة بالطاقة من أهم التحديات التي تواجهها أي منطقة في العالم، والقارة الأفريقية ليست استثناء في هذا المجال، فهناك عملياً أبعاد مختلفة لتحديات الطاقة في أفريقيا، ومن أهمها مشكلة الوصول إلى الطاقة وخاصة في دول جنوب الصحراء الكبرى، وتبين بعض هيئات الأمم المتحدة[6] الملامح العامة لهذه المشكلة فيما يلي:

1- تفتقر نسبة كبيرة من السكان إلى إمدادات موثوقة من الكهرباء ووقود طهي رخيص الثمن.
2- عدم كفاية القدرات المركبة من مختلف مصادر الطاقة على توليد الطاقة الكافية.
3- الصعوبات في إدارة البنية التحتية للطاقة وجذب الاستثمارات في هذا القطاع.
4- التحديات المتمثلة في تقديم الطاقة بأسعار مناسبة لذوي الدخل المنخفض.

* تم احتساب الرقم باستخدام بيانات BP بناء على نمو الطلب منذ عام 2008- 2019، أي منذ التاريخ الذي وصل معدل إنتاج النفط الأفريقي فيه إلى ذروته، ولغاية عام 2019 فقط، لأن جائحة كورونا في عام 2020 تسببت في تراجع حاد في الطلب، تبعته عودة الطلب إلى الارتفاع في عام 2021، والنسب في هذين العامين لا تعبر عن معدل النمو الطبيعي.

† تم التوصل إلى هذا الاستنتاج بافتراض قيم ثابتة لمعدل نمو الطلب وقيم ثابتة لمعدل تراجع الإنتاج، لكن هذه القيم قد تتغير من سنة إلى أخرى، وبالتالي لا يمكن الأخذ بها بشكل مطلق، إنما من الوارد اعتبارها مؤشراً عاماً على أهمية العمل على تطوير الصناعة النفطية في القارة الأفريقية.

تقدر الأمم المتحدة أن عدد سكان أفريقيا يزيد عن 1.4 مليار نسمة يمثلون أكثر من 17% من سكان العالم، ويتزايد عدد السكان بنسبة 2.5% سنوياً. لكن النمو السكاني والتوسع الحضري وطموحات التنمية الاقتصادية تتطلب دوماً المزيد من الطاقة، إذ يشير تقرير لمؤسسة Wood Mackenzie نشر في عام 2021، إلى أن ما يقرب من 500 مليون شخص في أفريقيا -أي نحو ثلث السكان- لا يصلهم التيار الكهربائي[7]، رغم أن العديد من دول هذه القارة تنعم بثروات وفيرة من النفط والغاز والفحم الحجري.

ولا ريب أن الأزمة التي مر بها العالم نتيجة وباء كورونا في عام 2020، والأزمة الروسية الأوكرانية التي تلتها، قد أبرزتا مؤخراً الحاجة الملحة للتوسع في البحث عن مصادر جديدة للطاقة. إذ أن هذه الأزمات أدت إلى تعثر سلاسل التوريد، وإلى ارتفاع أسعار المواد الغذائية وغيرها من السلع الأساسية، مما زاد من الضغوط على الاقتصادات الأفريقية في مختلف المجالات، ومنها بطبيعة الحال مجال الطاقة حيث تذكر وكالة الطاقة الدولية[8] في "منظورها المستقبلي للطاقة في أفريقيا" أن عدد من يعيشون بلا تيار كهربائي في أفريقيا ارتفع بنسبة 4% في عام 2021 مقارنة بعام 2019، يعيش 80% منهم في المناطق الريفية. وساهمت الأزمات كذلك في تعميق الصعوبات المالية للمرافق والمنشآت الكهربائية، مما زاد من مخاطر انقطاع التيار الكهربائي.

ومن التحديات الأخرى التي تواجهها أفريقيا في مجال الطاقة أن زهاء 970 مليون نسمة يفتقرون إلى إمكانية الطهي باستخدام مصادر موثوقة من الطاقة، مثل غاز البترول المسال LPG، المتاح فقط في المناطق الحضرية، لكن الارتفاع الأخير في أسعار الطاقة جعل من الصعب على نحو 30 مليون نسمة إضافية في القارة الأفريقية تحمل تكاليفه، مما دفع الكثيرين إلى العودة للاستخدام التقليدي للكتلة الحيوية. وهو ما دعا بعض البلدان الأفريقية لتقييم خطط دعم لوقود نظيف للطهي يعتمد على الغاز المنزلي أو على الكهرباء، واستكشاف البدائل المتاحة مثل مواقد الطهي المحسّنة التي تستخدم الكتلة الحيوية. لكن التوفير الشامل للوقود النظيف المناسب بحلول عام 2030 لهذا العدد الكبير من السكان، يعني الحاجة إلى إيصاله لحوالي 130 مليون شخص كل سنة. لذلك تعتبر الأولوية الحالية في أفريقيا هي الوصول الشامل إلى الكهرباء بأسعار معقولة.

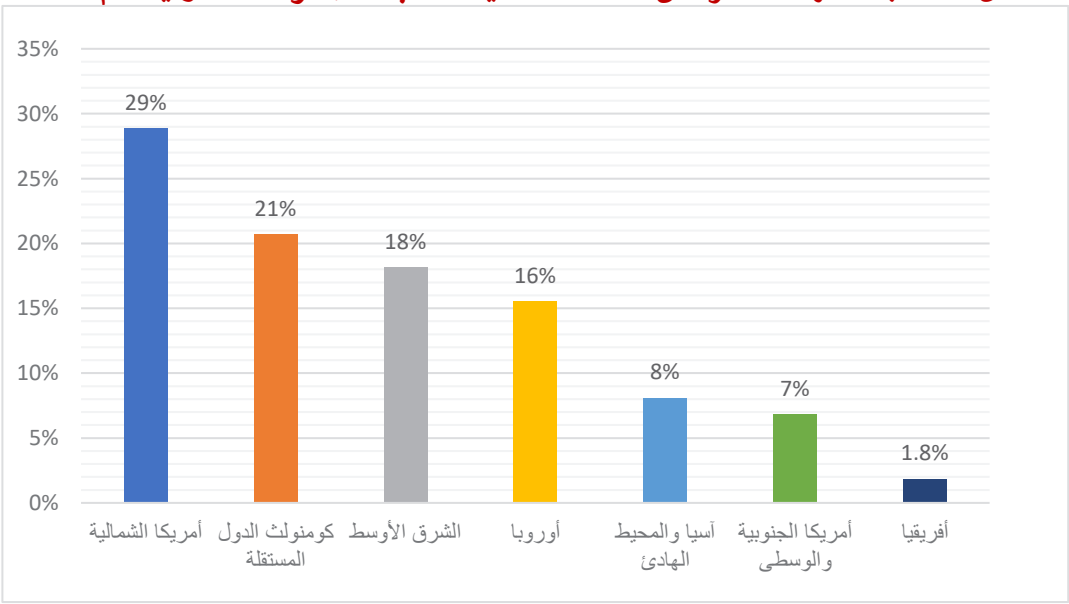
ويضاف إلى التحديات كذلك موضوع أمن الغذاء المرتبط بالزراعة (وحالات الجفاف الكارثية أحياناً)، حيث ارتفعت أسعار المواد اللازمة لصناعة الأسمدة النتروجينية (الآزوتية)، وأهم هذه المواد هو الغاز الطبيعي المستخدم في إنتاج الأمونيا واليوريا، إذ تمثل اليوريا حوالي 60% من استهلاك الأسمدة النتروجينية[9].

وهناك بطبيعة الحال تحديات تظهر كاستجابة لتغيرات غير متوقعة في الأسواق، فقد أظهر تقرير لمنصة الطاقة في شهر مارس 2023، تراجع مبيعات النفط النيجيري نتيجة لعمليات الإضراب في المصافي الفرنسية، مما تسبب في تأخير شحنات من النفط يصل مجموعها إلى نحو 25 مليون برميل، حيث تعد فرنسا من كبار مستوردي النفط النيجري[10].

4-1 استهلاك الطاقة في أفريقيا

بلغ متوسط استهلاك الفرد من الطاقة على مستوى العالم في عام 2021 نحو 75.6 غيغا جول[11]، لكن هذا الرقم يتباين بشكل كبير من منطقة إلى أخرى، ويبين الشكل 5 أن حصة الفرد من الطاقة في القارة الأفريقية كان أقل من 20% (14.6 غيغا جول) من متوسط استهلاك الفرد من الطاقة في العالم في عام 2021. كما أن استهلاك الفرد من الكهرباء في أفريقيا نفسها يتباين بوضوح بين دولة وأخرى، إذ لا يزيد متوسط استهلاك الفرد عن 200 كيلو واط ساعة في دول جنوب الصحراء الكبرى، بينما يصل إلى 1442 كيلو واط ساعة في دول شمال أفريقيا.

الشكل5 : نسبة استهلاك الفرد من الطاقة العالمية حسب المجموعات الدولية عام 2021



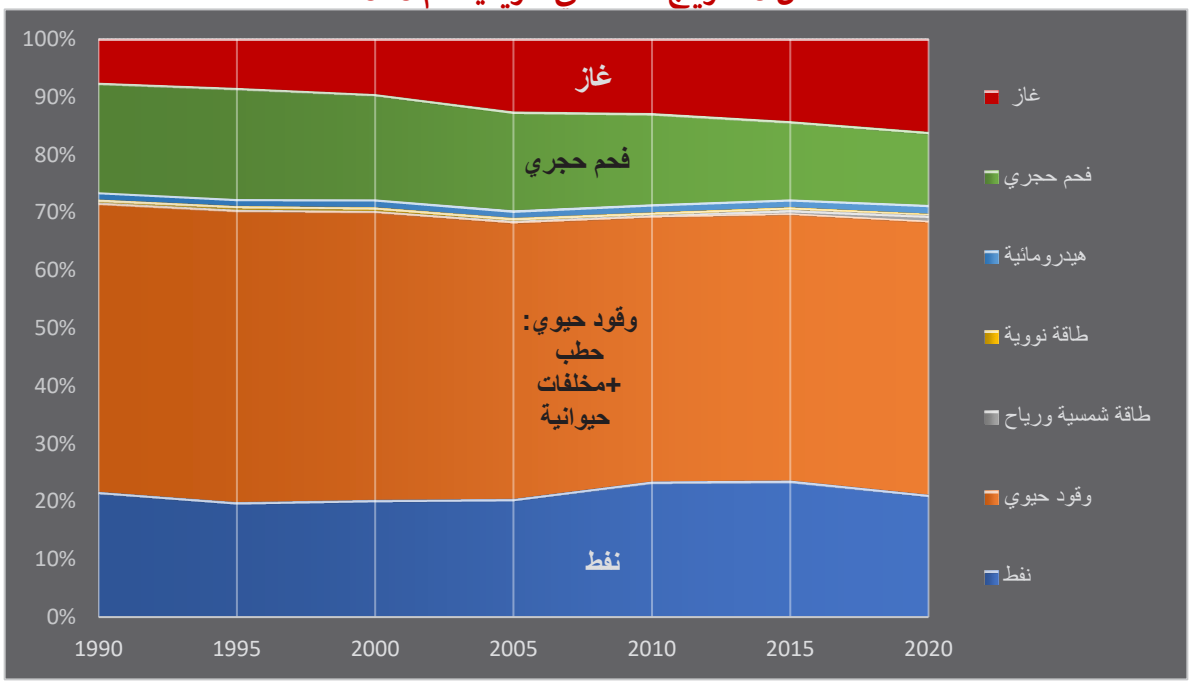
مصدر البيانات: BP Statistical Review of World Energy، 2022

ويبين الشكل 6 مزيج الطاقة في أفريقيا بحسب بيانات وكالة الطاقة الدولية[12]، ويوضح أن استهلاك الطاقة من الوقود الأحفوري في عام 2020 مثلاً بلغ أقل من 50% من إجمالي الطاقة المستهلكة في القارة، شكل النفط نحو 21% منها، تلاه الغاز الطبيعي بنسبة 16%، والفحم الحجري بنسبة 12.6%. بينما شكلت

مصادر الطاقة الكهرومائية 1.5%، والطاقات المتجددة (شمس ورياح) أقل من 1%. أما استهلاك الطاقة النووية فلم يمثل إلا نحو 0.5% فقط من مزيج الطاقة في القارة، حيث يوجد مفاعلان نوويان في دولة جنوب أفريقيا بسعة إجمالية تبلغ 1860 ميغاواط[13]، وإنتاجهما من الكهرباء يمثل أقل من 6% من استهلاك الكهرباء في الدولة.

ويلاحظ من الشكل كذلك أن حوالي 47.4% من مزيج الطاقة كان من الوقود الحيوي، المتمثل بشكل رئيسي في الحطب والمخلفات الحيوانية. ومن المتوقع أن يزداد الطلب على الطاقة في أفريقيا حتى عام 2050بنحو 30% عن الطلب الحالي[14]، مما سوف يخلق المزيد من التحديات، لجذب الاستثمارات اللازمة، والخبرات والقدرات المناسبة لمواكبة الطلب المتوقع.

الشكل 6: مزيج الطاقة في أفريقيا عام 2020



المصدر: International Energy Agency, 2020

علاوة على ما تقدم، تعتبر السعات المركبة من مصادر الطاقة الكهرومائية والمتجددة في أفريقيا متواضعة نسبياً مقارنة بباقي المجموعات الدولية، وهو ما يوضحه الجدول 2، الذي يبين أن السعات المركبة من الطاقة الكهرومائية مثلاً في أفريقيا، هي أقل من 3% من إجمالي سعات الطاقات الكهرومائية المركبة في العالم.

الجدول 2: السعات المركبة من مصادر الوقود غير الأحفوري في أفريقيا والعالم عام 2021

المصدر	السعة المركبة في العالم ميغا واط	السعة المركبة في أفريقيا ميغا واط	نسبة أفريقيا من العالم %
الطاقة الشمسية	849473	11387	1.3
طاقة الرياح	824874	7334	0.9
الكتلة الحيوية	143371	1785	1.2
الحرارة الجوفية	15644	870	5.6
الطاقة الكهرومائية	1360	38	2.8
مصدر البيانات: IRENA, Renewable Capacity Statistics, 2022			

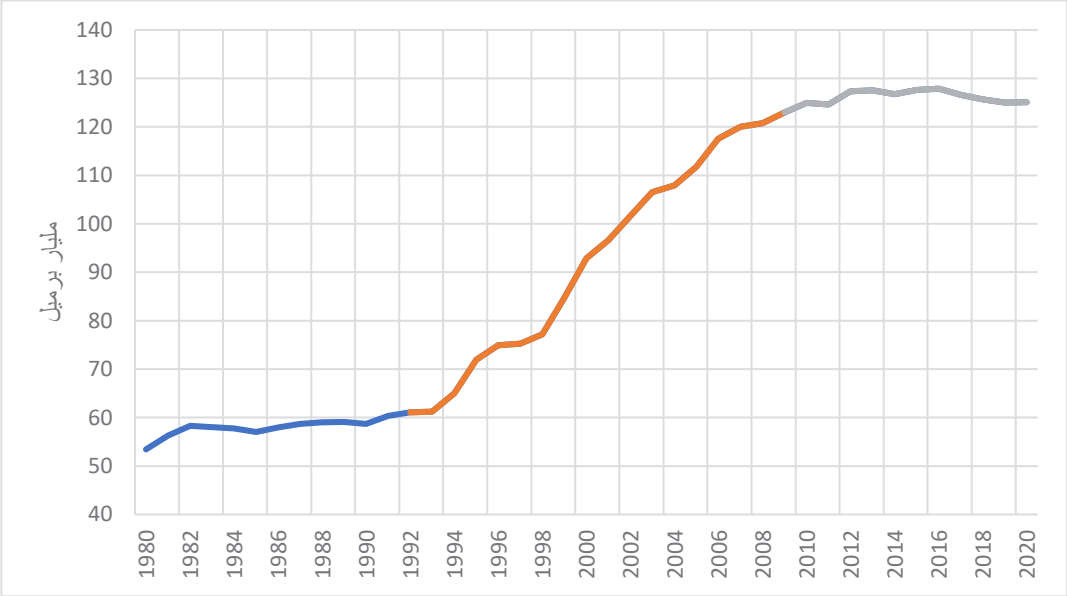
5-1 احتياطيات النفط في أفريقيا

قدرت منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول احتياطيات العالم من النفط التقليدي في عام 2022 بنحو 1335 مليار برميل، وهي لا تشمل التقديرات الرسمية لاحتياطيات النفوط الثقيلة جدا والبيتومين في فنزويلا، كما لا تشمل احتياطيات نفط رمال القار في كندا[15].

يبين الشكل 7 تطور الاحتياطيات المؤكدة من النفط في أفريقيا حتى عام 2022 والتي بلغت نحو 9.5% من احتياطيات النفط التقليدي في العالم، أي ما يعادل 125.1 مليار برميل يتوزع معظمها (121 مليار برميل) على 12 دولة، منها خمس دولة عربية هي: الجزائر، وتونس، وليبيا، ومصر، والسودان[16]. ويلاحظ من الشكل أن تقديرات احتياطيات النفط كانت في ارتفاع مستمر منذ عام 1994، ثم تغير شكل منحني النمو منذ عام 2010، بسبب تراجع تقديرات الاحتياطي في مصر ونيجيريا وأنغولا بشكل رئيسي.

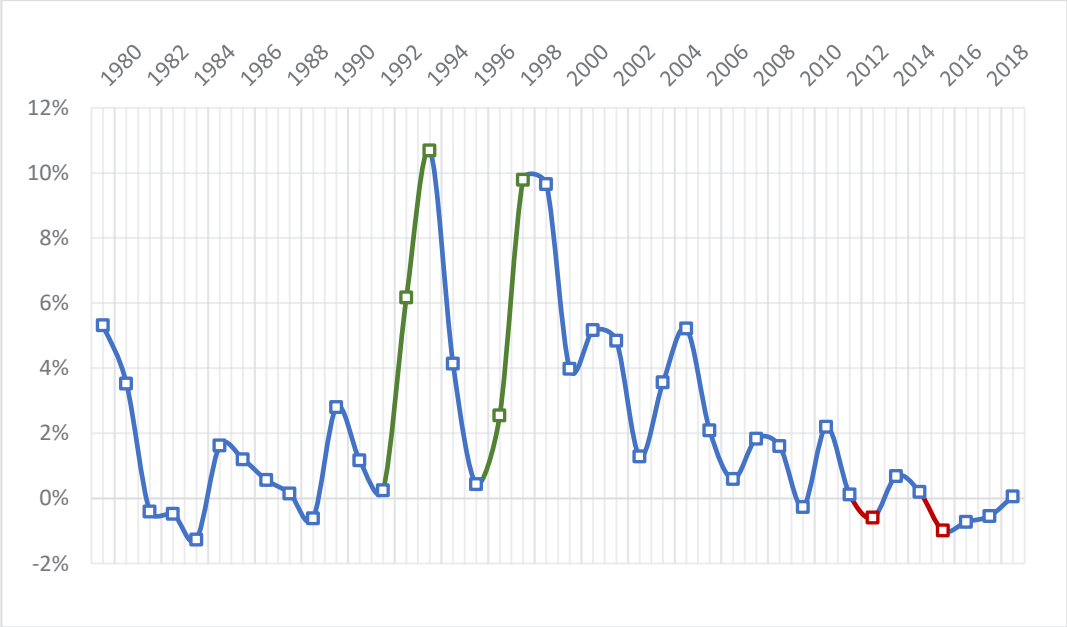
ويلاحظ من الشكل 8 أن معدل النمو السنوي للاحتياطيات المؤكدة من النفط بلغ أعلى قيمة له (11%) بين عامي 1992-1994، وبين عامي 1996 و1998 حيث بلغ 10% (موضح باللون الأخضر على المخطط)، ثم بدأ في التراجع ليصل في بعض السنين لقيم سالبة (2014، و2016- 2019)، مما يعني أن نمو الاحتياطيات في تلك السنين كان أقل من إجمالي الإنتاج. وهذا قد ينتج عن العديد من الأسباب، ومنها عدم تحقيق ما يكفي من الاكتشافات لتعويض الكميات المنتجة، أو عدم تطوير الاحتياطيات المعروفة.

الشكل 7: الاحتياطيات المؤكدة من النفط في أفريقيا



إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022.
الألوان في الشكل استخدمت فقط لإيضاح فترات التغير.

الشكل 8: تغير معدل نمو احتياطي النفط في أفريقيا



إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022.

يبين الجدول 3 احتياطيات النفط في الدول العربية في شمال أفريقيا في عام 2022، مرتبة حسب الحجم، ويلاحظ أن مجموع احتياطيات هذه الدول من النفط يعادل نحو 5% من مجموع احتياطيات العالم.

الجدول 3: احتياطيات النفط في الدول العربية في شمال أفريقيا عام 2022

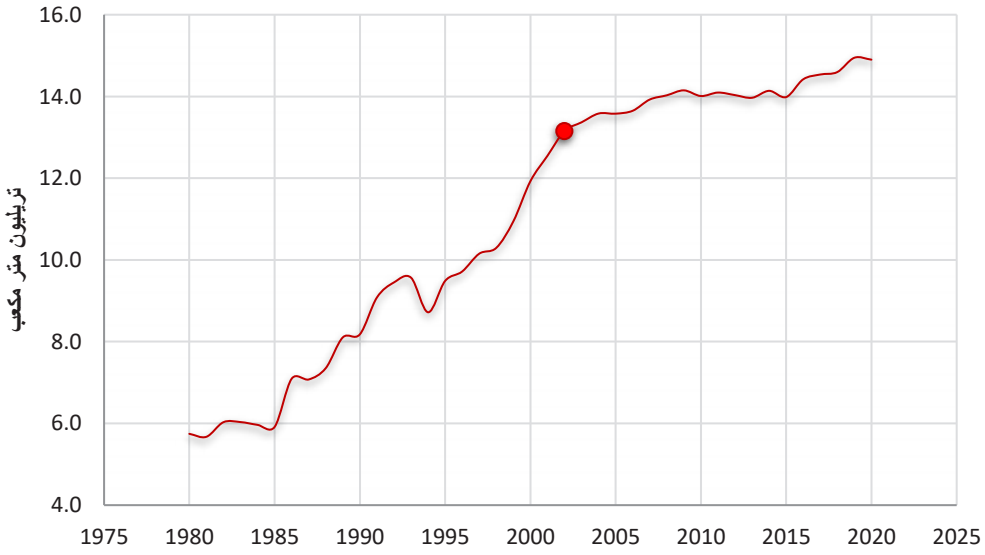
الدولة	احتياطيات النفط مليار برميل
ليبيا	48.4
الجزائر	12.2
مصر	3.3
السودان	1.5
المغرب	0.68
تونس	0.4
المجموع	**66.84**

مصدر البيانات: تقرير الأمين العام السنوي، أوابك/49/ 2022.
BP Statistical Review of World Energy 2022.
O&G Journal, Worldwide Estimates of Crude Oil and Gas Reserves, 2022.

6-1 احتياطيات الغاز في أفريقيا

تمتلك أفريقيا نحو 7% من احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم، أي ما يزيد عن 17.6 تريليون متر مكعب[17]، موزعة على 24 دولة، لكن 95% من هذه الاحتياطيات توجد في ست دول فقط هي: الجزائر، وليبيا، ومصر، وأنغولا، وموزمبيق، ونيجيريا. ويوضح الشكل 9 نمو هذه الاحتياطيات، حيث يلاحظ منه أن معدل زيادة نمو الاحتياطيات تراجع بعد عام 2002.

الشكل 9: تطور احتياطيات الغاز الطبيعي في أفريقيا



إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022، + تقرير الأمين العام السنوي، أوابك، 2022

يبين الجدول 4 احتياطيات الغاز في الدول العربية في شمال أفريقيا في عام 2021 مرتبة حسب الحجم، ويلاحظ أن مجموع احتياطيات هذه الدول من الغاز الطبيعي تقارب 4% من مجموع احتياطيات العالم لنفس العام والتي قدرت بحوالي 205 تريليون متر مكعب[18]. يذكر أن انفصال جنوب السودان، أدى إلى فقدان نحو 75% من احتياطيات النفط والغاز في السودان، بينما لا تمتلك المغرب حالياً إلا احتياطيات متواضعة من النفط والغاز.

الجدول 4 احتياطيات الغاز في الدول العربية في شمال أفريقيا عام 2021

الدولة	احتياطيات الغاز مليار متر مكعب
الجزائر	4505
مصر	2209
ليبيا	1505
تونس	64
المغرب	0.14
السودان	0.02
المجموع	**8283.16**

المصدر: تقرير الأمين العام السنوي، أوابك/49/ 2022.
BP Statistical Review of World Energy 2022.
O&G Journal, Worldwide Estimates of Crude Oil and Gas Reserves, 2022.

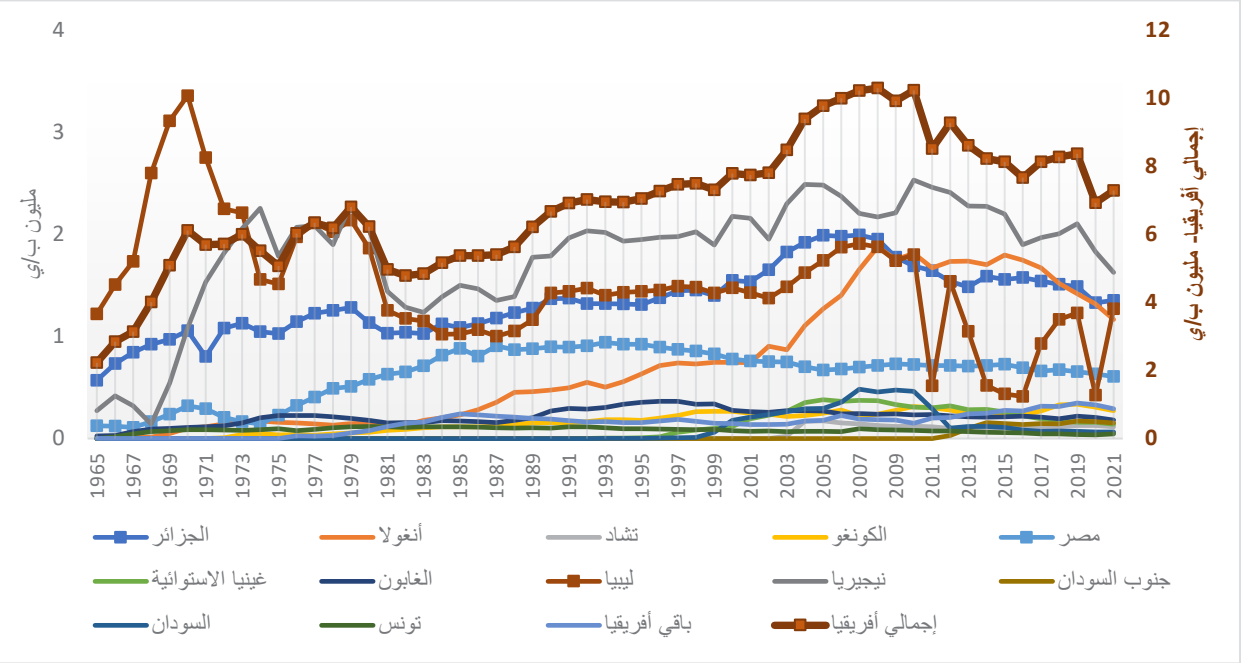
علاوة على النفط والغاز، تمتلك أفريقيا احتياطيات من الفحم الحجري تقدر بحوالي 14.8 مليار طن، أي ما يعادل 1.4% من إجمالي احتياطيات العالم، ويوجد حوالي 67% من تلك الاحتياطيات (9.9 مليار طن) في دولة جنوب أفريقيا لوحدها. وقد أنتجت أفريقيا نحو 254 مليون طن من الفحم الحجري في عام 2021، تعادل 3.1% من إجمالي إنتاج العالم، لكن موضوع الفحم الحجري خارج مجال هذه الدراسة.

7-1 إنتاج النفط والغاز في أفريقيا

1-7-1: إنتاج النفط

شهدت صورة إنتاج النفط في أفريقيا تغيرات جذرية خلال العقود الماضية كما يوضحه الشكل 10، إذ أن معدل إنتاج النفط في القارة الذي كان 7.78 مليون ب/ي في عام 2000، شهد بعد ذلك قفزة واضحة حيث ارتفع إلى أعلى قيمة له في عام 2008 بلغت 10.29 مليون ب/ي، وقد ساهمت عدة دول في ارتفاع معدل الإنتاج في ذلك الوقت، وأهمها أنغولا التي وصل إنتاجها إلى 1.88 مليون ب/ي عام 2008، مقابل 0.75 مليون ب/ي عام 2000. كما ارتفع إنتاج الجزائر خلال الفترة نفسها تقريباً من 1.55 مليون ب/ي عام 2000، إلى 1.99 مليون ب/ي عام 2007.

الشكل 10: إنتاج النفط في أفريقيا إجمالاً وفي بعض الدول فيها



مصدر البيانات: BP Statistical Review of World Energy, 2022 + Opec ASB, 2022+ تقرير الأمين العام السنوي، أوابك، 2023
المحور الأيمن لإجمالي إنتاج النفط في أفريقيا، والأيسر لإنتاج باقي الدول المبينة في الشكل

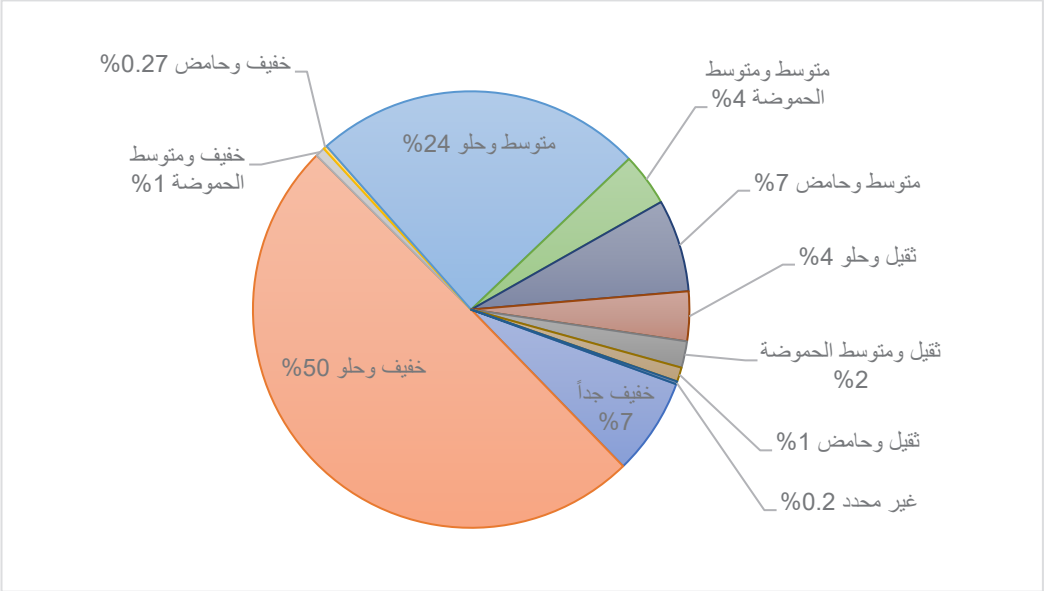
لكن معدلات الإنتاج بدأت تشهد تراجعاً تدريجياً بعد عام 2008، إذ انخفض معدل إنتاج أفريقيا في عام 2022 إلى حوالي 7.1 مليون ب/ي[19]، وذلك بسبب تراجع الإنتاج في العديد من الدول، مثل الجزائر وأنغولا ونيجيريا ومصر، وربما كان ذلك بسبب تقادم حقول النفط في بعض الدول، علاوة على تراجع الإنتاج لأسباب جيوسياسية كما هو الحال في ليبيا وكذلك في السودان وفي نيجيريا. رغم ذلك تعد الجزائر وليبيا ومصر وأنغولا ونيجيريا أكبر 5 دول منتجة للنفط في القارة الأفريقية. وقدرت منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول أن مجموع إنتاج كل من الجزائر، وأنغولا، والكونغو، وغينيا الاستوائية، والغابون، وليبيا، ونيجيريا، ومصر والسودان من النفط الخام* بلغ حوالي 1988 مليون برميل في عام 2022†.

يشكل النفط الخفيف 58% من إجمالي إنتاج أفريقيا من النفط، ويشكل النفط المتوسط 35%، بينما يشكل النفط الثقيل حوالي 7% من الإنتاج. يبين الشكل 11 نسب إنتاج النفط حسب النوع في القارة الأفريقية[20] كمتوسط لبيانات 12 عاماً.

* لا تشمل سوائل الغاز الطبيعي والمتكثفات

† هناك تغيرات سنوية ملحوظة في إنتاج بعض الدول، مثل الجزائر التي ارتفع إنتاجها خلال السنوات الثلاث الماضية، وليبيا التي لا تزال تعاني من بعض الأوضاع الجيوسياسية مما يجعل إنتاجها متذبذباً. لكن هذه التغيرات لا تؤثر على المنحى العام لإنتاج القارة بشكل إجمالي.

الشكل 11: تصنيف إنتاج النفط في أفريقيا حسب الكثافة ومحتوى الكبريت

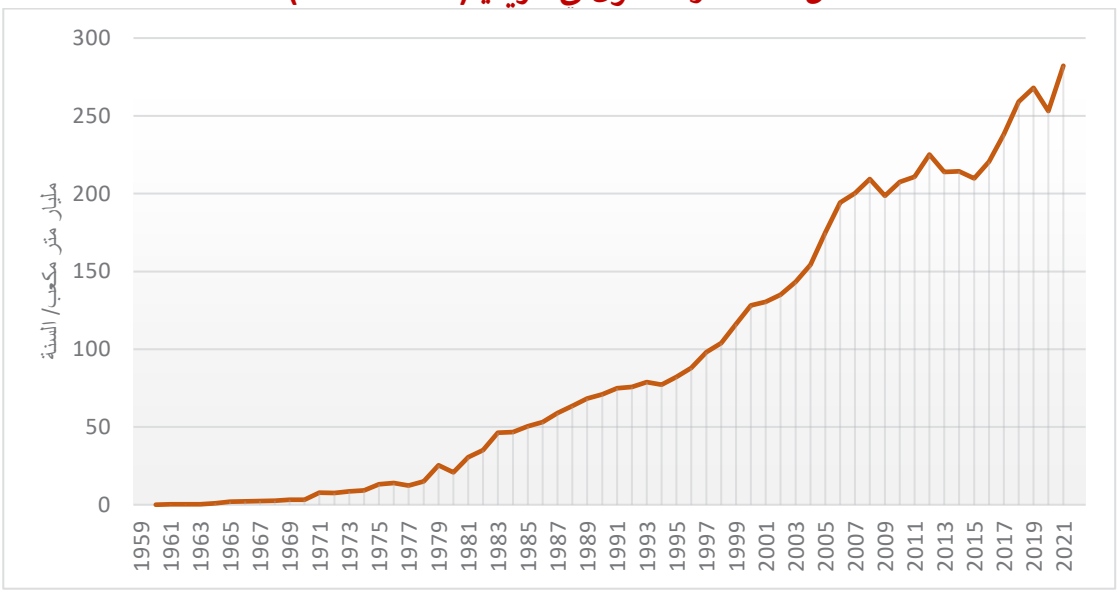


إعداد الباحث بناء على بيانات من Eni World Energy Review، 2022

2-7-1 : الغاز المسوق

قدر ت كميات الغاز المسوق في أفريقيا عام 2021 بنحو 282 مليار متر مكعب، تعادل نحو 6.8% من كميات الغاز المسوق في العالم الذي قدر في ذلك العام بحوالي 4145 مليار متر مكعب. وعلى عكس النفط، يلاحظ أن إنتاج الغاز في أفريقيا في تزايد مستمر، كما هو موضح في الشكل 12.

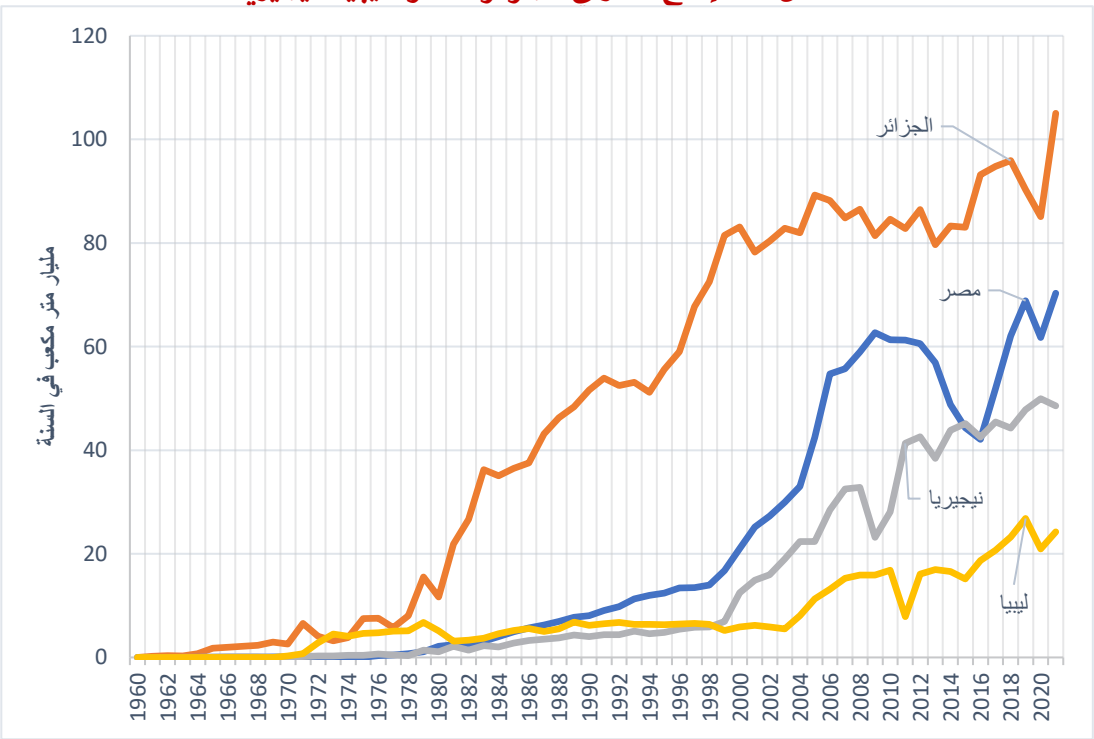
الشكل 12: الغاز المسوق في أفريقيا (1960- 2021)



مصدر البيانات: OPEC Annual Statistical Bulletin 2022.

وربما يمكن تبرير ذلك بالتزايد المستمر في معدلات إنتاج الغاز في كل من الجزائر، وليبيا*، ومصر، ونيجيريا، كما هو مبين في الشكل 13، وهي الدول التي يتركز 88% من إنتاج الغاز الأفريقي فيها. وتعد الجزائر ومصر ونيجيريا من بين أكبر 20 دولة منتجة للغاز الطبيعي في العالم.

الشكل 13: إنتاج الغاز في الجزائر، مصر، ليبيا، نيجيريا



مصدر البيانات: OPEC Annual Statistical Bulletin 2022.

يبين الجدول 5 بعض المشاريع التي وضعت على الإنتاج في القارة الأفريقية بين عامي 2016 و2022، ويلاحظ أن من بينها مشاريع هامة جداً في بعض الدول العربية الواقعة في أفريقيا، مثل الجزائر ومصر، يبلغ مجموع إنتاجها من الغاز الطبيعي نحو 266 مليون م^3/ي.

* رغم تذبذب الإنتاج في ليبيا حالياً نتيجة الأوضاع الجيوسياسية التي تمر بها، لكن من الملاحظ أنها حققت قفزة في إنتاج الغاز منذ عام 2003.

الجدول 5: بعض المؤشرات الفنية عن مشاريع وضعت على الإنتاج في أفريقيا (2016- 2022)

السنة	الدولة	القاطع/الحقل	البئر/المنطقة	نفط	غاز	ملاحظات	عمق المياه (م)
2016	الجزائر	عين صالح	مشروع الحقول الجنوبية		حتى 14.1 مليون م^3/ي		
	أنغولا	Mpungi field	جزء من مشروع تطوير المحور الغربي	100 ألف ب/ي			1000-1500
	تنزانيا	Kiliwani North	KN-1		0.9 -0.7 مليون م^3/ي	الاحتياطي: 1.3 مليار متر مكعب	
	ساحل العاج	Marlin and Manta		3000 ب/ي	4.8 مليون م^3/ي		
	غانا	2-Enyenra		15500 ب/ي (2021)			
		3-Ntomme		13000 ب/ي (2022)			
2017	الجزائر	مشروع ريقان	جنوب غرب البلاد		8 مليون م^3/ي	الاحتياطي القابل للإنتاج 55 مليار م^3	
	الكونغو	Moho Nord	المغمورة	100 ألف ب م ن/ي			
	أنغولا	مشروع المحور الشرقي	المغمورة	80 ألف ب/ي	3.4 مليون م^3/ي		450
		Mafumeria	المغمورة	150 ألف ب/ي	10 مليون م^3/ي	الطاقة القصوى في 2018	61
		Ochigufu	القاطع 15/06		الاحتياطي المكتشف: 850 مليون برميل		1300
		Vandumbu		20 ألف ب/ي وصلت إلى 170 ألف ب/ي في 2019			
2018	نيجيريا	Otakikpo		5000 ب/ي			
		Gbaran-Ubie-2		175 ألف ب م ن/ي	24.5 مليون م^3/ي غاز +26 ألف ب/ي متكثفات		
	مصر	حقل ظهر		5000 ب/ي (متكثفات)	76.4 مليون م^3/ي (2022)		1450
2019	الجزائر	تيميمون	37 بئر		الطاقة: 5 مليون م^3/ي		-
		مشروع توات	حوض سبا		12.7 مليون م^3/ي	18 بئر تطوير	على اليابسة
	الغابون	Tortue	Adolo FPSO	40 ألف ب/ي			2700

السنة	الدولة	القاطع/الحقل	البئر/المنطقة	نفط	غاز	ملاحظات	عمق المياه (م)
2020	مصر	القطامية	شمال دمياط		1.4 مليون م³/ي		108
2021	أنغولا	Cuica field	Cuica 1	متوقع: 100 ألف ب/ي		12 بئراً	500
2022	الجزائر	حاسي بئر ركايز	حوض بركين	13 ألف ب/ي		8 حقول يتوقع أن يصل إنتاجها إلى 60 ألف ب/ي	
		حقلان في حوض بركين		4000 ب/ي سوائل غاز طبيعي	1 مليون م³/ي	يتوقع أن يصل الإنتاج إلى 2 مليون م³/ي	
		تنرهرت	قاطع أحنت 2		4.5 مليون م³/ي	800 طن/ي متكثفات. 500 طن/ي غاز بترول مسيل	
	أنغولا	Cabaça North	القاطع 15/06	15 ألف ب/ي			500
		مشروع Platina	القاطع 18	30 ألف ب/ي		الاحتياطي: 44 مليون برميل	
		المرحلة CLOV 2		4 حقول 40 ألف ب م ن/ي		المصادر: 55 مليون ب م ن	-1100 1400
		Ndungu	القاطع 15/06	20 ألف ب/ي			
	غيانا		Liza المرحلة 2	220 ألف ب/ي		360 ألف ب/ي من مرحلتي التطوير 2+1	1650
	مصر	ريفين		30 ألف ب/ي متكثفات	الإنتاج الأولي: 95 مليون م³/ي الذروة المتوقعة: 143 مليون م³/ي	الحقل الخامس من مشروع غرب دلتا النيل	

السنة	الدولة	القاطع/الحقل	البئر/المنطقة	نفط	غاز	ملاحظات	عمق المياه (م)
	موزمبيق	Coral Sul			10 آلاف ب م ن/ي	28 ألف ب م ن/ي عام 2023	2000
	نيجيريا	Ikike		50 ألف ب م ن/ي			20
		حوض Gongola	Kolmani River II	احتياطيات: 1 مليار برميل. الإنتاج: 50 ألف ب/ي في المرحلة الأولى	احتياطيات: 15 مليار م مكعب		
المصدر: إدارة الشؤون الفنية، أوابك.							

الفصل الثاني

يتناول هذا الفصل تاريخ عمليات الاستكشاف في أفريقيا، ولمحة جيولوجية عنها وعن عدد الفرق الزلزالية العاملة، وتطور عدد الحفارات العاملة فيها.

ويتطرق إلى أهم الاكتشافات الجديدة والمشاريع المرتبطة بالاكتشافات، ثم ينظر في الصورة العامة لصناعة النفط والغاز في أفريقيا، وعلاقتها بالتحول الطاقي ووضع الطاقة في أوروبا.

2-1: الاستكشاف في القارة الأفريقية

أوضح ممثلو الحكومات الأفريقية في قمة المناخ COP 27 ، التي عقدت في مصر في شهر نوفمبر 2022، أنه بالرغم من محاولة العديد من الشركات التركيز على الطاقات منخفضة الكربون، إلا أنه يجب السماح للبلدان في جميع أنحاء إفريقيا بتطوير موارد الوقود الأحفوري للمساعدة في انتشال شعوبها من الفقر. وبطبيعة الحال تعزز هذا الموقف نتيجة الأزمة الروسية الأوكرانية، وقد صرح مفوض ناميبيا إلى القمة بقوله: "هناك الكثير من شركات النفط والغاز موجودة في هذه القمة لأن أفريقيا تريد إرسال رسالة مفادها أننا سنطور جميع موارد الطاقة لدينا لصالح شعبنا لأن قضيتنا الحالية هي فقر الطاقة[21]". لذلك قد يكون من المفيد إعطاء لمحة عن الإمكانيات الاستكشافية في القارة الأفريقية.

2-1-1: لمحة جيولوجية

تتكون القارة الأفريقية بشكل أساسي من خمسة رواسخ* Cratons تعود إلى دهر ما قبل الكامبري، تشكلت منذ حوالي 3.6 – 2 مليار سنة، وكانت مستقرة منذ ذلك الوقت. هذه الرواسخ تحدها أحزمة طي أحدث تشكلت منذ 2 مليار – 300 مليون سنة، وقد تعرضت صخور تلك الأحزمة إلى عمليات تحول Metamorphism على نطاق واسع. تظهر التكشفات الصخرية Outcrops لصخور ما قبل الكامبري على حوالي 57% من سطح القارة، في حين يتكون باقي السطح من رسوبيات غير استحالية وصخور بركانية. وقد بدأت قارة أفريقيا بالتمايز منذ العصر الترياسي قبل 251 مليون سنة، بعد أن انفصلت عنها صفيحة أمريكا الجنوبية، وانفصلت عنها كذلك صفيحتا القارة المتجمدة الجنوبية وأستراليا. أما في حقبة الحياة الحديثة Cenozoic ومنذ العصر الثلاثي قبل 65 مليون سنة، فقد بدأت القارات عموماً بأخذ شكلها، ثم استقر هذا الشكل في العصر الرباعي Quaternary[22]. يبين الشكل 14 خارطة جيولوجية مبسطة† للقارة الأفريقية[23].

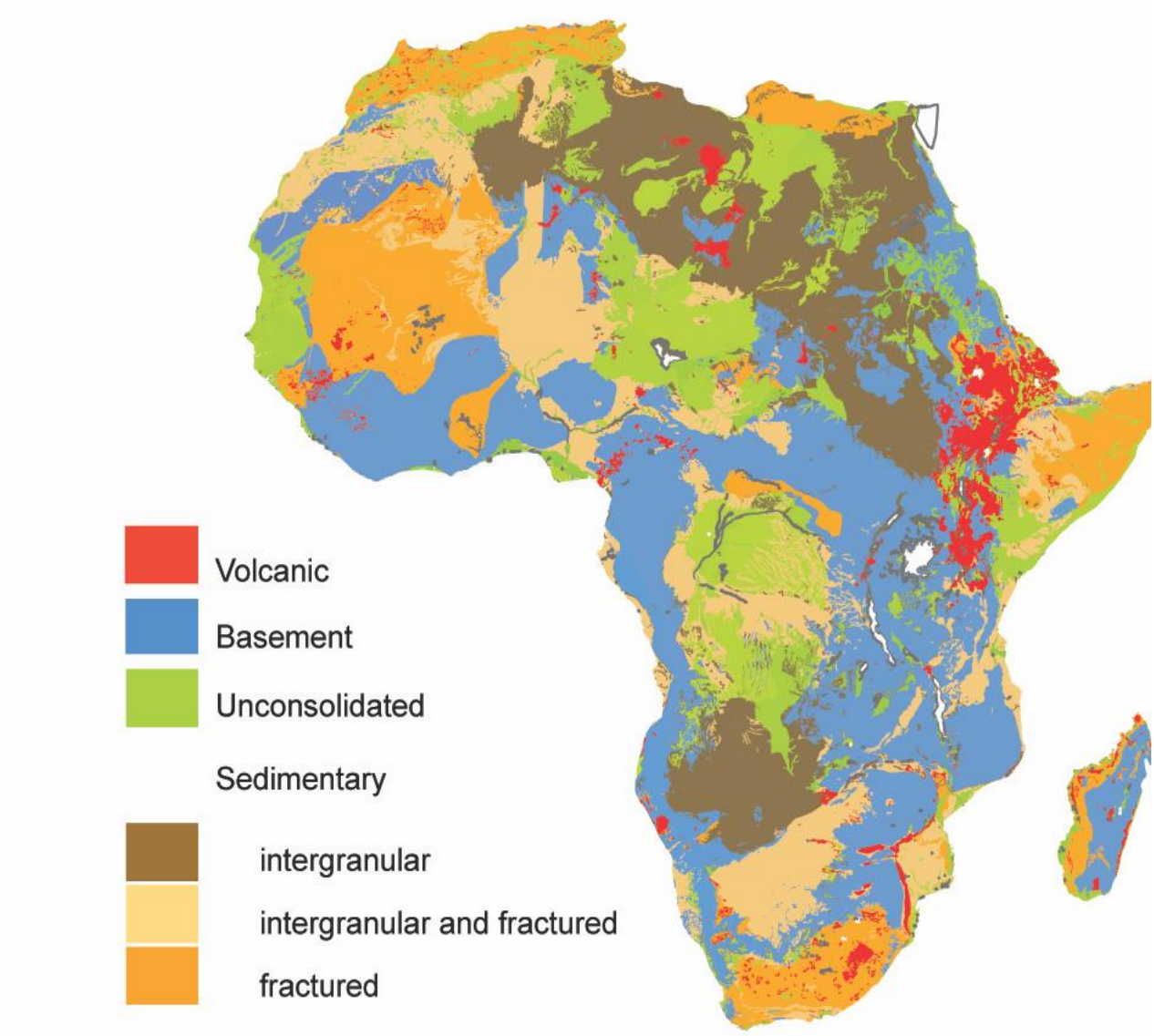
توجد في القارة الأفريقية أحواض رسوبية من مختلف الأعمار والتركيب التكتوني، ويمكن تصنيف هذه الأحواض بشكل مجمل إلى: أحواض الباليوزويك ضمن الرواسخ، مثل تلك الموجودة في شمال أفريقيا، وحوض زائير في جمهورية الكونغو الديمقراطية والكونغو، وحوض Karoo في جنوب أفريقيا، بالإضافة إلى مجموعة الأحواض المتصدعة على الأطراف الساحلية شرق وغرب أفريقيا، وأحواض الرواسخ الداخلية في وسط أفريقيا، ومخاريط الدلتا لنهري النيجر والنيل من العصر الثلاثي Tertiary، وقد اكتشف النفط والغاز في كل العمود الستراتيغرافي الممتد من الرسوبيات الحديثة وحتى رسوبيات حقبة Archean.

* الرواسخ أو المجنات، هي الكتل القارية الرئيسة، والمناطق الأكثر استقراراً في أحواض المحيطات المتاخمة للقارات. وهذه الرواسخ تكاد تكون ثابتة لا حركة فيها.

† لم تتم ترجمة البيانات الموجودة على الخريطة كونها تشير إلى تسميات معروفة للمتخصصين.

بدأ التنقيب عن أنظمة البترول Plays في صخور الباليوزويك في ليبيا والجزائر وتونس والمغرب في أوائل الخمسينات من القرن الماضي بعد اكتشاف حوض كبير من حقبة الباليوزويك في إقليم الصحراء الكبرى بشمال أفريقيا. تم حفر أول بئر استكشافية لاختبار هذا المفهوم في الجزائر في عام 1952. وأعقب ذلك تحقيق اكتشاف غير تجاري في عام 1953، تبعته اكتشافات هامة في عام 1956. وقد وصل عدد الآبار التنقيبية إلى أكثر من 1100 بئر حتى عام 2015، نتج عنها ما يقرب من 330 اكتشافاً بترولياً تعود لحقبة البالوزويك[24].

الشكل 14: خارطة جيولوجية مبسطة للقارة الأفريقية



المصدر: BGS، 2011.

تتكون منطقة شمال أفريقيا عموماً من إسفين Wedge تزداد سماكته باتجاه الشمال، ويتكون بشكل رئيسي من رسوبيات حقبة الباليوزويك Paleozoic، وتظهر من الغرب إلى الشرق نجود Massifs ما قبل الكامبري Precambrian، وهي: "رقيبات"، "هوجار"، "تيبستي"، و"الدرع العربي النوبي". وتظهر في الجزء الشمالي من غرب أفريقيا أحواض "تندوف" و"رقان" و"تيميمون" و"إليزي" و"مرزق" و"الكفرة".

وفي غرب أفريقيا (من المغرب وحتى ناميبيا) تظهر الصخور التبخرية Evaporates على طول سلسلة من أحواض التصدع Rift يزداد عمرها من الشمال نحو الجنوب، بدءاً من صخور العصر البيرمي Permian، ثم صخور العصرين الترياسي والجوراسي على طول الساحل غرب أفريقيا، وصولاً إلى صخور من العصر الجوراسي الأعلى قبالة سواحل جنوب أفريقيا. وتقع دلتا النيجر على الطرف الجنوبي لسلسلة كبيرة من الانخسافات Rift التي تمتد من المحيط الأطلسي إلى البحر الأبيض المتوسط، وتحتوي على أكبر مقاطعة نفطية في أفريقيا. تعود هذه الانخسافات إلى العصر الطباشيري، وتتكون دلتا النيجر من ثلاث سحنات غير متزامنة.

أما في شرق أفريقيا، فتوجد سلسلة من الأحواض المرتبطة بالصدوع على طول الساحل عند حدود القشرة القارية الأفريقية والقشرة البازلتية للمحيط الهندي. كما توجد أحواض منفصلة عن أفريقيا قبالة الساحل الغربي لمدغشقر وحول جزر "سيشيل". وتوجد مكامن بترولية في تلك المنطقة في صخور العصر البرمي والجوراسي الأوسط، وتم تحقيق اكتشافات كبيرة للغاز قبالة سواحل موزمبيق وتنزانيا في صخور العصر الكريتاسي الأدنى وصخور دور الميوسين. وفي الشمال، تظهر الصخور الكربوناتية من العصر الجوراسي على طول الحافة الشمالية للدرع الأفريقي. وقد بدأ الانخفاس والترسيب في منطقة دلتا النيل منذ دور الأوليغوسين Oligocene، وتم اكتشاف العديد من الصخور الأم في صخور الكريتاسي والميوسين[25].

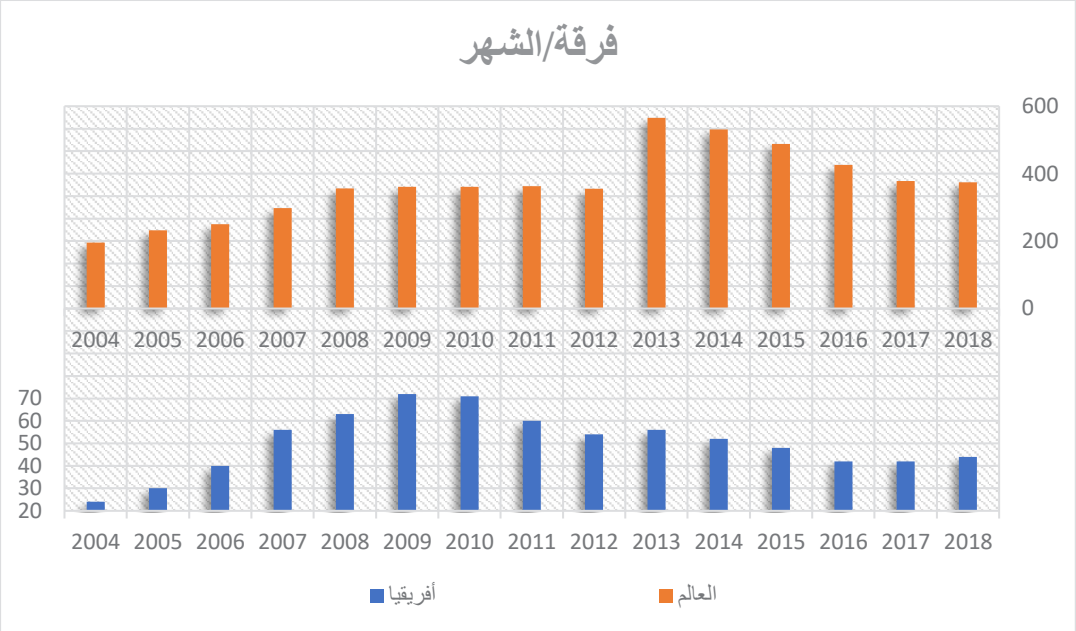
2- 1-2: عدد فرق المسح الزلزالي

شكل عدد فرق المسح الزلزالي في أفريقيا 15- 20% من مجموع فرق المسح الزلزالي العاملة في العالم بين عامي 2006- 2012، ثم بدأ بالتراجع بعدها إلى أقل من 10% منذ عام 2014. وهناك عملياً عدة نقاط قد تكون السبب وراء هذا التراجع، فقد كان تهاوي أسعار النفط في منتصف عام 2014 هو أحد أهم نقاط العلام للصناعة البترولية في تلك الفترة، حين ذهبت بعض التكهنات إلى أن تخمة الأسواق بالمعروض* كانت

* أشارت بعض الجهات إلى أن دول أوبك كانت السبب وراء تخمة السوق، لكن البيانات تظهر أن إنتاج أوبك تراجع عملياً بين عامي 2012 و2014.

السبب وراء هبوط الأسعار بنحو 70%، وهو أكبر معدل هبوط للأسعار شهده العالم منذ الحرب العالمية الثانية، وقد ربط جزء من تلك التخمة بازدهار إنتاج زيت السجيل Shale oil في الولايات المتحدة الأمريكية. كما شكل قرار تخفيض قيمة الدولار التي اتخذته الخزانة الأمريكية في ذلك الوقت عاملاً آخر ساهم في تذبذب الأسعار. ولا يمكن كذلك إغفال انتشار وباء "إيبولا" في بعض دول غرب أفريقيا عام 2014 الذي ربما كان له دور في الحد من عمليات الاستكشاف في تلك الفترة. ومهما يكن السبب، فإن تراجع أسعار النفط ألقى بظلاله على صناعة الاستكشاف والإنتاج التي شهدت تخفيض ميزانيات عدد كبير من الشركات العالمية في عام 2015. يبين الشكل 15 متوسط عدد فرق المسح الزلزالي العاملة في أفريقيا بين عامي 2004 و2018، ويوضح أن عدد فرق المسح الزلزالي بلغ أعلى قيمة له خلال تلك الفترة في عام 2009 ثم بدأ بالتراجع، ومن المرجح أن السبب في ذلك يعود إلى نقطة علام أخرى في الصناعة البترولية تمثلت في الأزمة الاقتصادية التي ضربت العالم في أواخر عام 2008، فقد شهدت السوق النفطية قبل الأزمة خلال ذلك العام وصول أسعار النفط إلى مستويات قياسية بلغت حدود 147 دولاراً للبرميل. وتبع ذلك تراجع الأسعار إلى ما دون 40 دولاراً للبرميل في الربع الأخير من عام 2008[26].

الشكل 15: متوسط عدد فرق المسح الزلزالي العاملة في أفريقيا لخمسة عشر عاماً



إعداد الباحث، استناداً إلى بيانات شهرية من Seismic Crew Report خلال الأعوام المبينة في الشكل.

عملياً، كانت أفريقيا واحدة من مناطق الاستكشاف الأقل نشاطاً بين عامي 2014 و2018، وربما كان الاستثناء الوحيد في تلك الفترة هي الحدود البحرية بين السنغال وموريتانيا، وعمليات التنقيب المستمرة في مصر وخاصة في المغمورة والتي نتج عنها اكتشاف حقل "ظهر" الغازي العملاق عام 2015، وحقل "أتول" في نفس العام، واكتشاف حقل "نورس البري" للغاز في مصر.

واكتشفت في نفس الفترة حقول "أحميم"، و"تيرانجا"، و"ياكار" قبالة سواحل موريتانيا والسنغال. حيث حققت السنغال اكتشافاً هاماً للنفط عام 2014 عبر البئر SNE-1 الذي أثبت وجود منظومة تتراوح احتياطياتها المشروطة* القابلة للإنتاج بين 150- 670 مليون برميل. أما في **موريتانيا**، فقد مثّل اكتشاف شركة Kosmos Energy في أواخر شهر كانون الثاني/يناير 2016 لأكثر من 450 مليار متر مكعب من الغاز، أكبر اكتشاف للغاز في غرب أفريقيا خلال سنوات طويلة. تحقق الاكتشاف عبر بئر Guembeul-1 في الجزء الشمالي من Saint Louis Profond، على جانبي الحدود بين السنغال وموريتانيا، ورغم أهمية هذا الاكتشاف الذي قد يشكل مصدراً جديداً للدخل لكلا البلدين الذين عانيا من ضعف الاستثمارات الأجنبية، إلا أن تطويره ووضعه على الإنتاج تأخر بسبب عدة عوامل من أهمها أن البلدين كانا بحاجة للتفاوض حول حقوق ملكية الاكتشاف، كما أن أوجه عدم اليقين المحيطة بقوانين النفط والغاز في كلا البلدين قد شكلت سبباً آخر أعاق تطوير الاكتشاف.

وكانت الشركة المذكورة قد حققت اكتشافين سابقين للغاز في موريتانيا في عام 2015 Tortue-1، Marsouin-1، لكن الاكتشاف الجديد أنعش الآمال في العثور على المزيد من الاحتياطيات في منطقة Greater Tortue Complex التي ترى الشركة أنها تحتوي على احتياطيات قد تصل إلى 481 مليار متر مكعب من الغاز. وقد حققت الشركة بالفعل اكتشافاً جديداً للغاز في منتصف مارس 2016 عبر البئر التقييمية Ahmeyim-2. إجمالاً، برزت **السنغال وموريتانيا** في السنوات الأخيرة باكتشافات عملاقة من النفط والغاز والتي يتوقع أن توضع على الإنتاج خلال العام الحالي 2023، بعد اكتشاف أكثر من مليار برميل من النفط ونحو 3.4 تريليون متر مكعب من الغاز الطبيعي قبالة سواحلهما†.

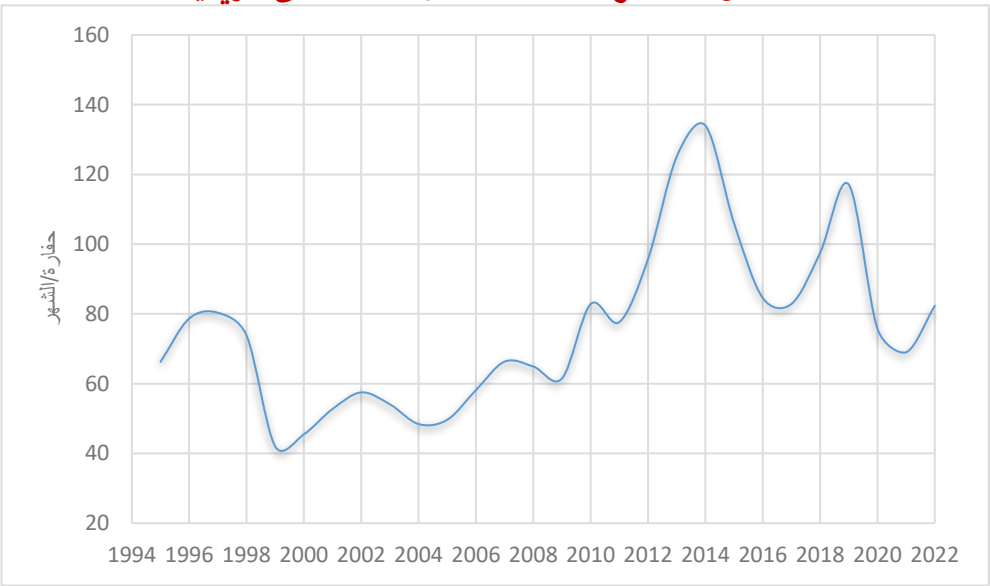
* Contingent.

† سيتم بيان المزيد من التفاصيل حول موريتانيا والسنغال لاحقاً في هذه الدراسة.

2- 1-3: تطور عدد الحفارات في أفريقيا

يعتبر عدد الحفارات العاملة مؤشراً على نشاط عمليات الاستكشاف والتطوير، ويمكن من خلال الشكل 16 ملاحظة أن عدد الحفارات العاملة في أفريقيا كان متزايداً حتى عام 2014 ليتراجع بعدها بشكل جليّ، وهذا يتوافق مع ما تقدم عن تراجع عدد فرق المسح الزلزالي خلال نفس الفترة، مما قد يشير إلى تراجع نشاطات الاستكشاف. أما التراجع الواضح الثاني في الشكل بعد عام 2019، فسببه الرئيسي تقلص عمليات الحفر خلال فترة جائحة كوفيد-19 ويلاحظ أن عدد الحفارات عاد إلى التزايد منذ عام 2021.

الشكل 16: متوسط عدد الحفارات العاملة في أفريقيا



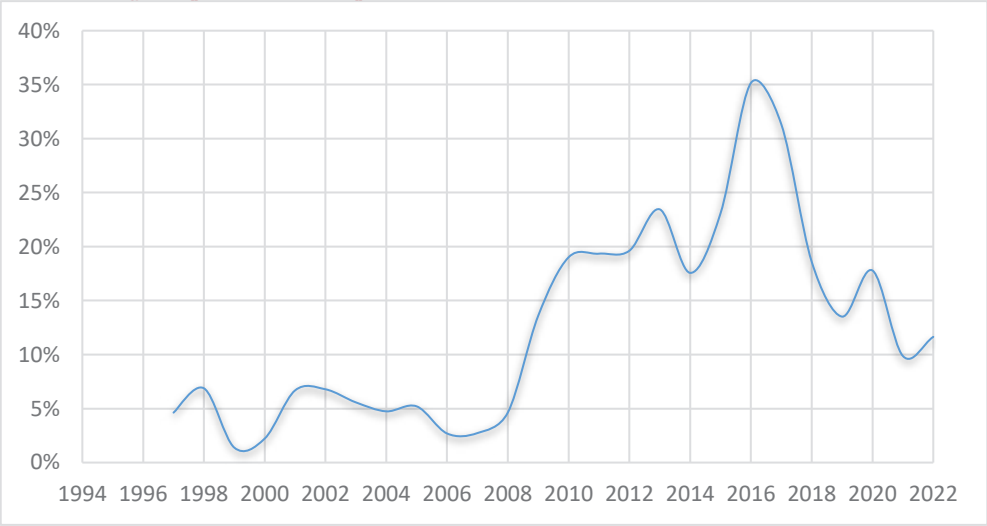
مصدر البيانات: التقارير الشهرية لعدد الحفارات من شركة: Backer Hughes

تشير البيانات الإحصائية[27] في المجمل إلى أن عدد الحفارات العاملة في أفريقيا تراوح بين 8- 12% من إجمالي الحفارات العاملة في العالم خلال الأعوام العشرة الماضية. كما تشير البيانات إلى أن نسبة عدد الحفارات العاملة في مجال الغاز من إجمالي عدد الحفارات، قد ارتفعت بعد 2008 لتصل إلى 35% في عام 2016، ثم تراجعت لاحقاً إلى أقل من 14% بعد عام 2018 كما موضح في الشكل 17.

وقد بينت العديد من التقارير في تلك الآونة أن هبوط أسعار النفط تسبب في توجيه عدد كبير من عمليات التطوير نحو آبار الغاز، وفي المناطق التي يتم إنتاج الغاز فيها على شكل غاز مرافق، ظهر توجه لدى العديد من المنتجين إلى الحفر في الأماكن التي يتوقع الحصول منها على كميات أكبر من الغاز المرافق. وتوضح مراجعة عمليات الاستكشاف في عام 2015 أن الاكتشافات في الصناعة البترولية عموماً انخفضت إلى حدود غير مسبوقة خلال تلك الفترة، حيث تظهر البيانات أن الشركات اكتشفت نحو 11.6 مليار برميل مكافئ من

النفط والغاز عبر الحفر التقليدي العمودي، وهو رقم يقل بنسبة 21% عما تم تحقيقه قبل 10 أعوام من ذلك[28].

الشكل 17: تغير نسبة عدد الحفارات العاملة في مجال الغاز في أفريقيا



مصدر البيانات: التقارير الشهرية لعدد الحفارات من شركة: Backer Hughes

2-2: لمحة عن تاريخ الاستكشاف في بعض الدول العربية في أفريقيا

استكمالاً للصورة العامة لعمليات الاستكشاف في أفريقيا، تتضمن الفقرات التالية لمحة عن تاريخ الاستكشاف في الدول العربية الواقعة في القارة الأفريقية.

1-2-2 الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

منح أول امتياز للاستكشاف في الجزائر عام 1952 وذلك في الصحراء الجزائرية لشركة CREPS الفرنسية، حيث تم اكتشاف حقلي "حاسي مسعود" و"حاسي الرمل" عام 1956. وبعد استقلال الجزائر، صدر قرار تأسيس "شركة البترول الوطنية الجزائرية (سوناطراك)" عام 1963 ومنحت نسبة 4.64% من أراضي الدولة للعمل بها، وكانت حصتها من النفط المنتج في حدود 10% من إجمالي الإنتاج، بينما كان الباقي للشركات الأجنبية. وقد كانت سنة 1966 نقطة تحول بالنسبة للوضع النفطي في الجزائر حيث صدر قرار بتوسيع مسؤولية سوناطراك من عمليات النقل والتسويق لتشمل كافة مرافق الصناعة النفطية. وفي عام 1970 قررت الحكومة الجزائرية تأميم عمليات الشركات الأجنبية غير الفرنسية الحاصلة على امتيازات، وفي عام 1971 ألغي نظام الامتيازات كلياً. وفي عام 1980 قررت الحكومة تنشيط عمليات الاستكشاف خلال الخطة الخمسية الأولى (1980-1984) وخصصت حوالي 3 مليارات دولار لهذه العمليات. وكانت العقود التي تم إبرامها مع الشركات إما من نوع عقود إنشاء شركات مشتركة (Joint Venture) أو عقود مشاركة في

الإنتاج (PSA)، كما أخذت المشاريع المشتركة صفة المشاركة (Association) مع "سوناطراك" بحصة تتراوح ما بين 30-49% للشريك الأجنبي الذي يتحمل التكاليف الكاملة أثناء مرحلة الاستكشاف، بالإضافة إلى تكاليف حفر بئرين تحديديتين عند تحقيق أي اكتشاف. وخلال الخطة الخمسية الثانية (1985-1989) وفي عام 1986 صدر قانون جديد، أعطى مرونة أكبر لعقود الاستكشاف مع الشركات الأجنبية بحيث يمكنها أن تكون مشغلة للمشروع، وذلك لتشجيعها على الاستمرار في عمليات الاستكشاف سواء بموجب اتفاقيات امتياز أو عقود خدمات أو مشاركة في الإنتاج مع حفظ حق الدولة في الحصول على الحصة الأكبر في أي مؤسسة أو مجموعة تؤسس لغرض الاستكشاف. يوضح الجدول 6 الإمكانيات البترولية للجزائر لغاية عام 2022.

الجدول 6: الإمكانيات البترولية- الجزائر، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المسوق مليار م مكعب/2021
12.2	4505	1028	438	105

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

2-2-2 تونس

يعود تاريخ بدء استكشاف النفط في تونس إلى القرن التاسع عشر حيث تم منح أول ترخيص للاستكشاف عام 1894 لشركة "Standard" الأمريكية الفرنسية، وتم حفر البئر الاستكشافية الأولى عام 1909 في منطقة "مسفتين". ولكن أول اكتشاف للنفط لم يتحقق إلا عام 1964 في منطقة "البورما" في أقصى الجنوب الغربي لتونس قرب الحدود مع الجزائر، على يد الشركة الإيطالية التونسية المشتركة لاستكشاف البترول SITEP والذي وضع على الإنتاج عام 1965. ثم اكتشف الحقل الثاني في منطقة "دوليب" عام 1966 على بعد 160 كم شمال حقل "البورما"، ووضع الحقل على الإنتاج عام 1968. كما اكتشفت الشركة عام 1967 حقلين صغيرين هما "تمسميدا" و"سمامة" في نفس المنطقة. وفي عام 1970 اكتشفت شركة البترول الفرنسية التونسية CFTP وهي شركة مشتركة مناصفة بين شركة البترول الفرنسية (لاحقاً باتت Total) والحكومة التونسية، حقل "سيدي لتيم". وفي عام 1971 اكتشف ثاني أكبر حقل في تونس في منطقة "عشتار" البحرية في خليج قابس من قبل شركتي Aquitaine Tunisie، و Elf-Erap ووضع على الإنتاج أواخر عام 1973.

وبغرض تنشيط عمليات الاستكشاف في البلاد، قامت الحكومة التونسية بوضع حوافز مشجعة للشركات الأجنبية للعمل في الأراضي التونسية، كما أنها كثفت جهودها الذاتية للغرض نفسه وذلك حين

أنشأت المؤسسة التونسية للأنشطة البترولية "إيتاب" عام 1972، لتكون مسؤولة عن مصالح الدولة النفطية والغازية والإشراف على قطاع الهيدروكربونات بشكل عام. وأصبحت عام 1974 جاهزة للعمل في ذلك الاتجاه حيث كثفت نشاطاتها الاستكشافية ومنحت عدداً من الشركات الأجنبية عقوداً للاستكشاف بحيث تتراوح حصة "إيتاب" بين 20-57.5% في الحقول التي يتم اكتشاف كميات تجارية من الهيدروكربون فيها، وأدخل نظام المشاركة في الإنتاج لأول مرة في قانون عام 1985.

وفي شهر شباط/فبراير عام 2000 تم إصدار نظام تعاقدي اعتبر جذاباً جداً للشركات التي ترغب بالاستثمار في الصناعة البترولية في تونس ودعي باسم الناظم الهيدروكربوني Hydrocarbon Code. وقد تميز بأنه ضم في نص واحد كل النصوص والتشريعات السابقة الخاصة بعمليات الاستكشاف والإنتاج، إضافة إلى إيجاد حوافز مشجعة تتعلق بالحقوق الخاصة بشركة إيتاب، وتتعلق بتثبيت أسعار الغاز المحلية والضرائب، وكل ما له صلة بحماية البيئة وعمليات نقل الهيدروكربونات. وتم تطبيق التشريع الجديد على كل تراخيص الاستكشاف والإنتاج الجديدة، أما تراخيص الإنتاج السابقة فيحق لمن يحملها أن يعدل شروطها حسب الناظم الجديد. يوضح الجدول 7 الإمكانيات البترولية في تونس لغاية عام 2022.

الجدول 7: الإمكانيات البترولية- تونس، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المسوق مليار م مكعب/2021
0.4	64	27.9	2.4	1.07

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

يشار إلى أن العديد من مصادر الأنباء تناقلت في شهر مارس 2023 خبراً مفاده أن هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية USGS اكتشفت وجود حوضين ضخمين للنفط والغاز بين الحدود التونسية والليبية، تقدر احتياطياتهما بنحو 4 مليار برميل من النفط، وأكثر من 1 مليار متر مكعب من الغاز، علاوة على 1.47 مليار برميل من سوائل الغاز الطبيعي. لكن الواقع أن هيئة المسح الجيولوجي لم تكتشف شيئاً، فالأمر لا يعدو تقييماً جيولوجياً بحتاً لإمكانيات الحوضين[29]، وهو تقييم قديم نشر في عام 2011، أي قبل نحو 22 عاماً، ولم تسفر عمليات التنقيب في حوض "بيلاجي" المقابل لسواحل تونس عن أي اكتشاف منذ فترة طويلة.

2-2- 3: ليبيا

بدأت ليبيا بفتح أراضيها للاستكشاف عام 1955 عندما صدر قانون البترول وتم تشكيل "لجنة خاصة للبترول" مهمتها الإشراف على منح تراخيص الاستكشاف لشركات النفط العالمية. وقد منحت اللجنة 137 امتيازاً لقرابة 42 شركة عالمية خلال الفترة 1955-1968. وفي أواخر عام 1968 كانت عمليات الاستكشاف قد نشطت في 118 ترخيصاً تغطي مساحة 586000 كم^2 أي حوالي ثلث مساحة اليابسة في ليبيا. وقد اكتشف النفط بكميات تجارية عام 1959 وبدأت ليبيا بتصديره لأول مرة عام 1961، وأنشأت عام 1963 وزارة للبترول للإشراف على جميع مرافق الصناعة النفطية[30]. وفي عام 1968 تم حل لجنة البترول وجرى تأسيس "المؤسسة الليبية العامة للبترول" التي كلفت بالتعامل مع الشركات الأجنبية العاملة في جميع الأنشطة البترولية في البلاد من استكشاف وحفر وإنتاج وتكرير وتصدير وتسويق، ثم حلت محلها "المؤسسة الوطنية للنفط" التي أنشئت بموجب القانون رقم 24 لعام 1970.

تم حفر أول بئر للتنقيب عن البترول في ليبيا "A1-18" في 19 أبريل 1956، في تركيب سطحي كبير في "الجبل الأخضر" في "برقة" ضمن الجزء الشمالي الشرقي من البلاد، لكن تلك البئر كانت جافة[31]، ثم تحقق أول اكتشاف هيدروكربوني في 27 ديسمبر 1957 عبر البئر "Atshan 1 B2-1" التي حفرت في حوض "مرزق الغربي"، وكان اكتشافاً غير تجاري. أما أول اكتشاف تجاري فكان في حوض "سرت" عام 1958 عبر البئر "A1-32" (حقل باهي)، وأنتجت البئر عند وضعها على الاختبار بمعدل 704 ب/ي من النفط الخفيف (40° API). تبع ذلك اكتشاف حقل "الظهرة" ثم حقل "زلطن" الذي اكتشف عام 1959 وأنتجت البئر الاستكشافية التي حفرت فيه بمعدل 17.5 ألف ب/ي[32]. يبين الجدول 8 الإمكانيات البترولية في ليبيا لغاية عام 2022.

الجدول 8: الإمكانيات البترولية- ليبيا، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المسوق مليار م مكعب/2021
48.4	1505	1008	40	24.2

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

2-2-4: مصر

عرف النفط لأول مرة في مصر من خلال التسرب السطحي للنفط في عدد من المواقع على جانبي خليج السويس مثل "جمسة و"جبل زيت" و"أبو دربه" و"جبل تنكا" و"نزازات". بدأت الحكومة حفر أول

بئر في منطقة "جمسة" عام 1886 حيث اكتشف النفط بكميات غير تجارية في بئر "جمسة -1" الذي بلغ عمقه النهائي حوالي 100 م. أما عمليات الاستكشاف البترولي الفعلية فلم تبدأ إلا قبيل نهاية القرن التاسع عشر حين جرى حفر البئر الاستكشافية الأولى عام 1869، ثم اكتشف النفط بشكل تجاري في حقل "جمسة" جنوب خليج السويس عام 1908 وبدأ الإنتاج منه عام 1910[33]. ثم اكتشف حقل "الغردقة" عام 1913 وحقل "أبو دربه" عام 1918. أدخلت المسوحات الجيوفيزيائية لأول مرة بواسطة الشركة "الانجلو مصرية" التي قامت عام 1922 بإجراء مسوحات جذبية في حقلي "جمسة" و"الغردقة" وتم خلال تلك الفترة اكتشاف عدة حقول ومنها حقل "رأس غارب" عام 1938. وبعد الحرب العالمية الثانية تم اكتشاف حقول "السدر" عام 1946، و"الأصل" عام 1947، و"رأس مطارمه" عام 1948، و"وادي فيران" عام 1949. وحتى عام 1952 لم يكن قد تم مسح واستكشاف سوى 0.5% من الأراضي المصرية، ولكن نتيجة للجهود التي بذلت بعد ذلك اكتشفت عدة حقول على اليابسة، أهمها "بلاعيم" عام 1955 و"أبو رديس" عام 1957 و"سدري" عام 1958، كما اكتشف حقل "كريم" في فترة الخمسينات وكلها حقول على الضفة الشرقية لخليج السويس[34].

وفي عام 1956 تم إنشاء "الهيئة العامة للبترول" وتبعها إنشاء "الشركة العامة للبترول" في عام 1957 كأول شركة حكومية مملوكة بالكامل للدولة[35]، فقامت الشركة بإجراء مسوحات جذبية ومغناطيسية وزلزالية وحفرت عدداً من الآبار الاستكشافية، أدت إلى اكتشاف حقل "بكر" عام 1958. أما عمليات الاستكشاف في المغمورة فقد بدأت في عام 1959 في منطقة خليج السويس وتم اكتشاف أول حقل نفط بحري في مصر والشرق الأوسط عام 1961 "حقل بلاعيم البحري". تم خلال الفترة 1963-1973 تغطية كافة مناطق الصحراء الغربية بالمسوحات المغناطيسية، كما شهدت المنطقة نشاطاً مكثفاً للمسوحات الزلزالية حيث تم مسح أكثر من 49000 كم طولي، وتم اكتشاف حقل "العلمين" النفطي عام 1966. كما تم اكتشاف خمسة حقول في الفترة ما بين منتصف الستينات والسبعينات كان أكبرها حقل "مرجان" العملاق في مياه خليج السويس عام 1967، وتبعه اكتشاف حقول: "يوليو" عام 1973، و"رمضان" عام 1974، وأول حقل غازي في مصر "أبو ماضي" عام 1975، ثم "شعاب علي" و"أكتوبر" عام 1977، و"رأس بدران" عام 1978، وتبعه اكتشاف حقل "خليج زيت" عام 1981. وتوالت الاكتشافات حتى يومنا الحالي. قدر متوسط إنتاج مصر من النفط خلال خمس سنوات (2018- 2022) بنحو 523 ألف ب/ي، علاوة على نحو 188 ألف ب/ي من سوائل الغاز الطبيعي بين عامي 2017- 2021. ويوضح الجدول 9 الإمكانيات البترولية لمصر لغاية عام 2022.

الجدول 9: الإمكانيات البترولية- مصر، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المسوق مليار م مكعب/2021
3.3	2209	567.7	184.8	70.4

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

5-2-2 السودان

بدأت عمليات الاستكشاف الأولى في السودان[36] عام 1959 بعد أن حصلت شركة Agip الإيطالية على حقوق الاستكشاف في القسم السوداني من البحر الأحمر، ثم تتابعت عدة شركات غربية لتنضم إلى عمليات التنقيب في الستينات ومطلع السبعينات من القرن الماضي، لكن تلك العمليات لم تأت بنتيجة بسبب عدم الحصول على اكتشافات تجارية، وتم التخلي عن التراخيص الممنوحة. صدرت في عامي 1972 و1973 قوانين تنظم عمليات الاستكشاف والتنقيب مما كان له أثر إيجابي على تبسيط عملية استصدار رخص التنقيب ودخلت عدة شركات في هذا المجال مرة أخرى، مثل شركة Standard Oil of California (Chevron لاحقاً) والتي حصلت على حقوق الاستكشاف على اليابسة وفي المغمورة بين عامي 1974 و1975، حيث حققت سلسلة من اكتشافات النفط في حوض "مجلاد" في نهاية السبعينات ومطلع الثمانينات كان أولها في منطقة "أبو جابرة" عام 1974. وتحققت عدة اكتشافات بين عامي 1975 و1983، منها "الوحدة-1"، و"الوحدة-2"، و"أبو جبرة-1"، و"طليح-1" وغيرها. وقد تم إنشاء "وزارة الطاقة والتعدين" سنة 1976، وتنضوي تحت مظلتها عدة كيانات من بينها "المؤسسة السودانية للنفط" التي أنشئت عام 1998.

قدرت الاحتياطيات المؤكدة من النفط في السودان بنحو 5 مليار برميل، لكن هذه الاحتياطيات تراجعت إلى 1.5 مليار برميل فقط في عام 2011، بعد أن انفصلت جنوب السودان عن البلاد، وشكلت دولة مستقلة امتلكت حوالي 70% من إجمالي احتياطي السودان. قدر متوسط إنتاج السودان من النفط خلال خمس سنوات (2018- 2022) بنحو 83 ألف ب/ي. ويوضح الجدول 10 الإمكانيات البترولية في السودان لغاية عام 2022.

الجدول 10: الإمكانيات البترولية- السودان، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المسوق مليار م مكعب/2021
1.5	25	60	غ/م	غ/م

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

2-2- 6: المغرب

بدأ التنقيب عن النفط في المغرب عام 1912، واكتشف لأول مرة عام 1914 في "عين حمره" ضمن حوض "غرب شمال شرق" مدينة الرباط[37]. وفي عام 1928 تم تشكيل "مكتب البحوث والاستثمارات في مجال التعدين[38]"، بهدف تطوير قطاع التعدين في البلاد. وفي عام 1929 شكل هذا المكتب شركة مشتركة مع كل من Elf-Erap، وCompagnie Française des Pétroles (وكلاهما حالياً جزء من شركة Total)، وقد اكتشفت تلك الشركة عدة حقول نفطية في حوض "غرب" خلال الثلاثينات من القرن الماضي. كما اكتشفت الشركة الغاز الطبيعي في "كشوله" و "جبل جير" ضمن حوض الصويرة في عام 1957. أعطى قانون النفط والغاز لعام 1958 زخماً جديداً للتنقيب عن النفط والغاز من خلال السماح بدخول الشركات الأجنبية الأخرى في قطاع التنقيب والإنتاج في إطار شراكات 50:50 مع الدولة، وقد استقطب القانون الجديد عدداً كبيراً من شركات النفط التي خُصصت بمساحات على طول سواحل المحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط.

في عام 1981 تم إنشاء شركة النفط الوطنية و"المكتب الوطني للأبحاث والاستغلال البترولي" (Onarep)، مما أدى إلى إعطاء دفعة إضافية لنشاط الاستكشاف، وكانت مهمة المكتب الوطني إدارة وتنسيق عمليات التنقيب عن المواد الهيدروكربونية والإنتاج في المغرب، وفي عام 2003 تم إصدار قانون إنشاء هيئة حكومية جديدة دعيت باسم "المكتب الوطني للهيدروكربونات والمعادن"، وتم دمج "المكتب الوطني للأبحاث والاستغلال البترولي" ضمنها لتغطية كل قطاعات النفط والغاز والتعدين.

يبين الجدول 11 الإمكانيات البترولية في المغرب لغاية عام 2022.

الجدول 11: الإمكانيات البترولية- المغرب، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المنتج مليار م مكعب/2021
غ/م	1.4	-	-	0.109

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

2-3: الاكتشافات الجديدة في أفريقيا

شهد قطاع الاستكشاف نجاحاً متميزاً في عام 2022 منذ أكثر من عقد من الزمان، حيث ساهم في إضافة هيدروكربونات أقل تكلفة، نتج عنها أن هذا القطاع حقق نحو 33 مليار دولار على الأقل. ورغم أن عدد آبار الاستكشاف كان أقل من نصف عدد تلك التي حفرت قبل جائحة كورونا، إلا أنها حققت حجماً إجمالياً زاد عن 20 مليار برميل مكافئ نفط، وهو رقم يقارب متوسط الإضافات السنوية بين عامي 2013- 2019.

والواقع أن أعلى قيمة تحققت، كانت من خلال المنظومات الجديدة في المياه العميقة في ناميبيا، علاوة على موارد جديدة من الجزائر، والمياه العميقة في غيانا. ويلاحظ أن أغلب الاكتشافات في المغمورة ضمن الدول الواقعة شمال أفريقيا كانت في مياه ضحلة، بينما تزداد أعماق المياه مع التوجه جنوباً، فعلى سبيل المثال، لوحظ أن مصر حققت اكتشاف "نيدوكو شمال غرب-1" في مياه عمقها 16 م فقط في عام 2020، وحقق المغرب اكتشاف "أنشاص-2" في مياه عمقها 381 م عام 2022، بينما كان أقل عمق للمياه حققت فيه انغولا اكتشافاً في نفس الفترة هو 500 م (اكتشاف "Cuica-1 NFW " عام 2021). يبين الجدول 12 أعماق بعض الاكتشافات التي تحققت في شمال وغرب وجنوب القارة الأفريقية.

الجدول 12: أعماق بعض الاكتشافات شمال وغرب وجنوب القارة الأفريقية

الدولة	تاريخ الاكتشاف	الاكتشاف	نوع الاكتشاف	عمق الماء (م)
مصر	2016	Baltim SW-1	غاز	25
	2017	Qattameya Shallow-1	غاز	108
	2019	Nour-1	غاز	295
	2020	Nidoco NW-1	غاز	16
ليبيا	2017	B1-16/3	غاز	150
المغرب	2022	Anchois-2	غاز	381
موريتانيا	2016	Ahmeyim-2	غاز	2800
السنغال	2016	Guembeul-1	غاز	2700
	2017	Yakaar-1	غاز	2550
	2017	FAN South-1	نفط	900
	2017	SNE North-1	نفط	900
ساحل العاج	2021	Baleine-1x	نفط	1200
	2022	Baleine East 1X	نفط	1150
غانا	2021	Eban-1X	نفط	545
نيجيريا	2016	Owowo-3	نفط	576
أنغولا	2018	Afoxé-1 NFW	نفط	780
	2019	Agogo-1 NFW	نفط	1636
	2019	Ndungu-1 NFW	نفط	1076
	2021	Cuica-1 NFW	نفط	500
	2022	Bavuza South-1	نفط	1100
ناميبيا	2022	Graff-1	نفط	2000
	2022	Venus 1-X	نفط	3000
	2023	Jonker-1X	نفط	2210

المصدر: قاعدة بيانات الاكتشافات الجديدة- إدارة الشؤون الفنية- أوابك.
الدول مرتبة حسب موقعها في أفريقيا من الشمال نحو الغرب ثم الجنوب.

في استبيان قامت به مؤسسة Wood Mackenzie في عام 2022 حول مستقبل عمليات الاستكشاف كما توقعها خبراء ورؤساء شركات من جميع أنحاء العالم[39]، بينت النتائج أن 39% من المشاركين توقعوا أن تستمر عمليات صناعة الاستكشاف لأكثر من 30 عاماً (أي لما بعد 2050)، بينما توقع 14% أن تستمر لنحو 30 سنة على الأقل، وتوقع 29% فقط أن تستمر لنحو 20 سنة على الأقل. إن مجمل هذه النتائج يعني أن الأغلبية يرون أن صناعة الاستكشاف سوف تبقى حتى ما بعد عام 2040.

من جهة أخرى رأى 63% من المشاركين أن عمليات الاستكشاف ضمن الأصول الموجودة لديهم حالياً هي الخيار الأمثل وسوف يكون لها دور رئيسي في تطوير المصادر البترولية، كما أظهر الاستبيان أن أهم عنصر يوضح نجاح عمليات الاستكشاف هو خلق قيمة إضافية للأصول، وهذا أمر متوقع في ضوء أن الصناعة البترولية -كغيرها من الصناعات- تحتاج لتحقيق عوائد على استثماراتها حتى تستطيع المضي قدماً في عملها. عموماً، توقع المشاركون في الاستبيان أن صناعة الاستكشاف لن تتوقف في المدى القريب، لكن التركيز سوف ينصب أكثر فأكثر على "البراميل المميزة" Advantaged Barrels فرغم أن النفط والغاز سيستمران في لعب دور رئيسي في مزيج الطاقة في العالم لعقود قادمة، إلا أن منظور التحول الطاقي ربما يجعل البراميل الأقل كلفة وأقل انبعاثات كربونية، هي التي تسيطر على الأسواق[40].

عموماً، تبقى لكل دولة خصوصيتها المرتبطة بالعديد من العوامل مثل الوضع الاقتصادي والتنموي، مما يجعل من الصعب تقدير الوضع الأفريقي بمنظار واحد، وهو ما يدعو إلى النظر في شيء من التفصيل إلى بعض الدول، خاصة تلك التي بدأت تحتل مساحة جديدة على خريطة الطاقة، ومنها:

2-3- 1: موريتانيا*

تمكنت موريتانيا من استقطاب الاستثمارات في مجال النفط والغاز لعدة أسباب كان من بينها مرونة القانون المرتبط بعمليات الاستكشاف والإنتاج، والذي تم تبنيه منذ عام 2010، وأجري عليه تعديلان في عامي 2014 و2015. ولعل من أهم نقاطه أن الموافقة على عقود المشاركة بالإنتاج يمكن منحها بقرار حكومي بدلاً من إقرار قانون خاص لها، كما أن معظم الالتزامات المالية للمستثمرين يمكن أن تخضع للتفاوض، علاوة على اهتمام موريتانيا بوضع جدول زمني سريع لإنجاز التعاقدات البترولية.

* نظراً لأهمية المتغيرات المتوقعة على الأسواق البترولية من الدول الواقعة غرب أفريقيا، فسوف يتم النظر إلى موريتانيا والسنغال بشيء من التفصيل.

تتكون موريتانيا من خمس مقاطعات جيولوجية، هي درع "رقيبات" (Reguibat)، وحوض "تاوديني" (Taoudeni)، وحوض "تندوف" (Tindouf)، والسلسلة الموريتانية "موريتانيديس" (Mauritanides) والحوض الرسوبي الساحلي.

يمتد حوض "تاوديني" (Taoudenni) على مساحة 500 ألف كم مربع، وتم تقسيمه إلى 44 قاطعاً، وفيه مكمنان رئيسيان ضمن نظامين بتروليين متمايزين أحدهما من دهر "البريكامبري"، والثاني من العصر "السيلوري"، وتبلغ نسبة الكربون العضوي* فيهما 2.5%، و3% على التوالي[41].

أما الحوض الساحلي فيمتد على مساحة 184 ألف كم مربع، وقسم إلى 34 قاطعاً، وهو مغطى بأكثر من 97 ألف كم مربع من المسوحات الزلزالية ثلاثية الأبعاد وتتركز فيه أهم الاكتشافات البترولية التي يبين بعضها الجدول 13.

الجدول 13: أهم الاكتشافات في الحوض الساحلي الموريتاني

اسم الاكتشاف	تاريخ الاكتشاف	الاحتياطي
شنقيط Chinguetti	2001	34 مليون برميل من النفط
باندا Banda	2002	الاحتياطي القابل للإنتاج: 33.9 مليار متر مكعب من الغاز
ولطة Walata	2003	الاحتياطي الجيولوجي 400 مليون برميل نفط
البجع Pélican	2003	الاحتياطي القبل للإنتاج: 17- 23 مليار متر مكعب من الغاز
تيفيت Tevet	2004	الاحتياطي الجيولوجي 120 مليون برميل نفط+ 25 مليار متر مكعب من الغاز
لبيدنا Labeidna	2005	غ/م
أجريت Aigrette	2006	غ/م
تورتو Tortue	2015	غ/م
مارسوينMarsouin	2015	غ/م
أحميم Ahmeyim	2016	غ/م
غويمبل Guembeul	2016	450 – 481 مليار متر مكعب
أوركا Orca	2019	368 مليار متر مكعب

مصدر البيانات: Bechir، 2019، +بيانات المتابعة من إدارة الشؤون الفنية/أوابك

* Total Organic Carbon

دراسة

اكتشف النفط في موريتانا في ستينات القرن الماضي، لكن تطوير الاكتشافات لم يبدأ إلا عام 2001 عند اكتشاف حقل "شنقيط" ووضعه على الإنتاج عام 2006 بمعدل بلغ 75 ألف ب/ي، ثم تراجع إنتاجه إلى 7000 ب/ي عام 2013، وتم هجر الحقل عام 2017[42].

تولت شركة Tullow Oil في عام 2011 إدارة وتشغيل حقل "باندا" الذي اكتشف عام 2002 في مياه يتراوح عمقها بين 200- 325 م، وتقدر احتياطياته بنحو 34 مليار متر مكعب، ونظراً لاحتياطياته القليلة نسبياً لم يكن مناسباً في وقتها لاستثماره في تسييل الغاز، لذلك تم التخطيط لاستخدام إنتاجه لمد وحدات الطاقة قرب العاصمة نواكشوط. ومع انهيار أسعار النفط في عام 2014 تخلت الشركة عن تطوير الحقل. وفي أواخر عام 2021 تم توقيع مذكرة تفاهم بين شركة New Fortress Energy الأمريكية والحكومة الموريتانية للبحث في مشروع تسييل الغاز من الحقل، وحددت وزارة "البترول والمناجم والطاقة" بموجب المذكرة هدفاً يتمثل في تأمين 1.4 مليون طن سنوياً من الغاز المسال منه بحلول عام 2024، وذلك لإمداد الأسواق المحلية عبر شركة الكهرباء الموريتانية "سوملوك" بقدرة 180 ميجاوات، مع خطة لإنشاء محطة جديدة بقدرة 120 ميجاوات[43].

في عام 2015، حققت شركة Kosmos Energy اكتشاف "أحميم" للغاز في منطقة "تورتو- أحميم الكبرى[44]"، ضمن نطاق يقع في المياه شديدة العمق يتاخم قاطع Saint Louis Profond في السنغال. قدر الاحتياطي القابل للإنتاج من الاكتشاف بنحو 425 مليار متر مكعب، وضمن رؤية موريتانيا لتطوير مواردها الغازية يجري تطوير مشروع "تورتو- أحميم" كمشروع لإنتاج الغاز المسال بطاقة يتوقع أن تتجاوز 10 ملايين طن سنوياً، ويتوقع أن يبدأ الإنتاج من المشروع خلال العام الحالي 2023، بمعدل أولي يبلغ 2.5 مليون طن من الغاز المسال سنوياً.

في عام 2019، تم تحقيق اكتشاف كبير للغاز في المياه العميقة عبر البئر Orca 1 في مياه عمقها 2500م ضمن منطقة "بير الله" الواقعة شمال حقل "أحميم"، وقدرت احتياطياته بحوالي 368 مليار متر مكعب، وصنف كأكبر وأعمق اكتشاف في العالم في ذلك العام. وكان اكتشاف آخر قد تحقق في منطقة "بير الله" عام 2015 هو اكتشاف "مارسوين" الذي قدرت احتياطياته بأكثر من 1047 مليار متر مكعب. أي أن هذه المنطقة لوحدها تتمتع باحتياطيات تزيد عن 1.4 تريليون متر مكعب (50 تريليون قدم مكعبة). يبين الجدول 14 الإمكانيات الغازية الحالية لموريتانيا.

وقد أعلنت موريتانيا في شهر سبتمبر 2022 أنها تأمل في الاتفاق على خطة عمل للحقل في غضون عامين إلى ثلاثة أعوام[45]، ثم وقعت بالفعل في نوفمبر 2022 على عقد هندسي مع شركة BP، بهدف اعتماد مخطط فني تنموي خلال ثلاثين شهراً من التوقيع، بحيث يتم اتخاذ قرار الاستثمار النهائي في الحقل في النصف الأول من عام 2025.

الجدول 14: الإمكانيات الغازية الحالية في موريتانيا

الحقل/المنطقة	الاحتياطي الجيولوجي	الاحتياطي القابل للإنتاج	الوضع الحالي
تورتو/أحميم*	354 مليار متر مكعب	212 مليار متر مكعب	قيد التطوير
بير الله	1.4 تريليون متر مكعب		قيد الاستكشاف
المصدر Ouki، 2020.			

دراسة

2-3-2 السنغال

بدأت أنشطة التنقيب عن المواد الهيدروكربونية في السنغال في خمسينات القرن الماضي، ولم يتم العثور في تلك الفترة إلا على عدد محدود من الاكتشافات الصغيرة غير التجارية. وفي مطلع الستينات تم تحقيق عدد من اكتشافات النفط والغاز الصغيرة في منطقة Diam Niadio على اليابسة بالقرب من العاصمة "داكار". وفي عام 1996، تم في نفس المنطقة اكتشاف حقل Gadiaga للغاز والمتكثفات، وبدأ إنتاج الغاز منه عام 2002 ووصل إلى نحو 3.5 مليون م^3/ي عام 2013 لكن الإنتاج تراجع بسرعة إلى حوالي 1 مليون م^3/ي بسبب صغر حجم الاحتياطيات القابلة للإنتاج منه.

وبين عامي 2008 و2017، تم توقيع عقود استكشاف ومشاركة في الإنتاج لعشر قواطع تقع في ثلاث مناطق رئيسية إحداها هي Saint Louis Profond حيث يقع جزء من حقل الغاز "تورتو أحميم" المشترك مع موريتانيا. شملت هذه العقود شركات تدرجت أحجامها وصولاً إلى شركات النفط والغاز الدولية الكبرى مثل BP وTotal، التي شكلت شراكات مع شركة النفط والغاز السنغالية الوطنية Petrosen.

وبالإضافة إلى حقل "تورتو أحميم" الذي تشترك فيه السنغال مع موريتانيا، تم تحقيق اكتشافات أخرى للغاز الطبيعي في السنغال في منطقتين ضمن المياه العميقة، هما: Sangomar، وCayar.

* 50% حصة موريتانيا من المنطقة المشتركة مع السنغال

منطقة Sangomar Profond

تشتمل منطقة Sangomar Profond البحرية على حقل النفط "FAN" وحقل النفط والغاز "SNE". تم اكتشاف حقل "SNE" في عام 2014 من قبل شركة Cairn Energy وشركائها. وفي يوليو 2020، أعلنت Cairn Energy أنها أبرمت اتفاقية لبيع حصتها البالغة 40% لشركة Lukoil الروسية. يقدر أن حقل Sangomar يحتوي على 563 مليون برميل من النفط و63.8 مليار متر مكعب من موارد الغاز المصاحب وغير المصاحب القابلة للاسترداد فنياً. ومن المخطط أن ينتج الحقل بمعدل 1.7- 2.8 مليون م^3/ي، يتم استخدامها في مرافق شركة الكهرباء السنغالية Senelec. وقد تم الإعلان عن قرار الاستثمار النهائي لتطوير الحقل في يناير 2020. ومن المتوقع أن يوضع على الإنتاج فعلياً في نهاية عام 2024، وإن كان من المعتقد أن تمويل المشروع قد يمثل تحدياً في البيئة المضطربة حالياً لأسواق الطاقة، حيث ذكر في يونيو 2020، أن شركة النفط والغاز الوطنية السنغالية قد تضطر إلى الاستحواذ على حصة إحدى شركات المشروع التي تواجه صعوبات في دفع حصتها من تكاليف التطوير.

منطقة Cayar

تم اكتشاف حقلين للغاز الطبيعي في منطقة Cayar Offshore Profond ضمن مياه شديدة العمق (2500- 2850 م)، هما Teranga عام 2016، الذي تبعه اكتشاف Yakaar-1 عام 2016، ثم اكتشاف Yakaar-2 في نفس الحقل عام 2019، وهي بئر تقييمية أكدت الامتداد الجنوبي للاكتشاف الأول. تبلغ حصة شركة النفط والغاز السنغالية الوطنية في الاكتشافين 10%. قدر حجم الاحتياطي الجيولوجي الأولي من الغاز في المنطقة بنحو 708 مليار متر مكعب، ومن المخطط مبدئياً تخصيص الغاز الذي سيتم إنتاجه من الحقلين للسوق السنغالية المحلية، مع احتمال أن يتحول الحقلان إلى مصدر لتوريد الغاز المسال إذا كان الطلب المحلي محدوداً. يبين الجدول 15 الإمكانيات الغازية الحالية للسنغال.

الجدول 15: الإمكانيات الغازية الحالية في السنغال

الحقل/المنطقة	الاحتياطي الجيولوجي	الاحتياطي القابل للإنتاج	الوضع الحالي
تورتو/أحميم*	354 مليار متر مكعب	212 مليار متر مكعب	قيد التطوير
Yakaar- Teranga	708 مليار متر مكعب	~	قيد التقييم
Sangomar Profond (SNE)	36 مليار متر مكعب		قيد التطوير

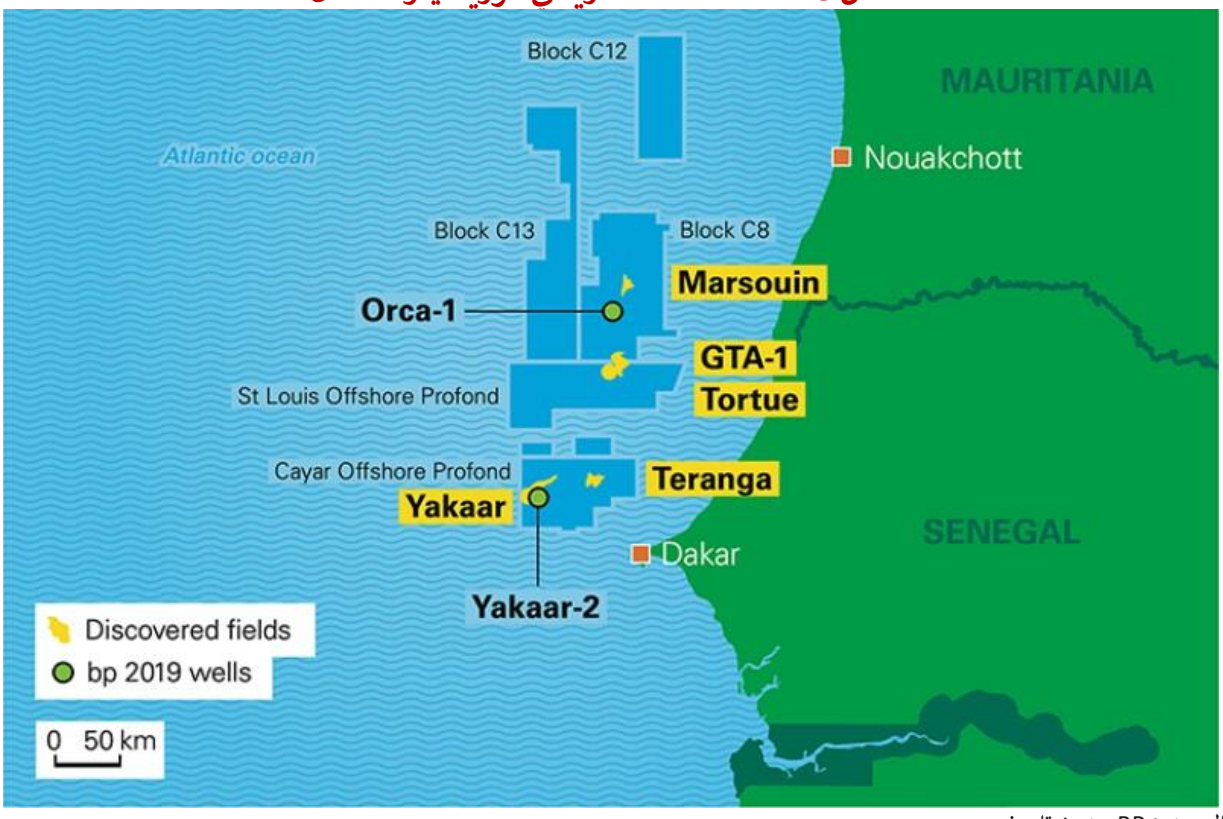
المصدر Ouki، 2020.

* 50% حصة السنغال من المنطقة المشتركة مع موريتانيا

يوضح الجدولان السابقان (14- 15) أن الاحتياطيات الجيولوجية من الغاز ضمن الاكتشافات المذكورة في موريتانيا والسنغال تزيد عن 2.85 تريليون متر مكعب.

يبين الشكل 18 موقع الاكتشافات المشار إليها في موريتانا والسنغال والمنطقة المشتركة، ويعتبر مشروع تطوير "تورتو- أحميم" من ضمن أكثر المشاريع تعقيداً في العالم، حيث تتوضع الآبار على أعماق تصل إلى 2850 م تحت سطح البحر، وصممت لتنتج بمعدل 5.7 مليون م^3/ي، حسبما أوردته BP وهي الشريك الرئيسي مع Kosmos Energy في الاكتشافات المذكورة[46].

الشكل 18: الاكتشافات الغازية في موريتانيا والسنغال



المصدر: BP، بدون تاريخ

2-4: المشاريع المرتبطة بالاكتشافات

يشير تتبع نتائج عمليات الاستكشاف* للسنوات السبع الماضية في 17 دولة ضمن القارة الأفريقية، إلى تحقيق عدد كبير من الاكتشافات مثلت اكتشافات الغاز 56% منها. ووفقاً للبيانات المتاحة في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، فإن ما يقارب 40 % من اكتشافات الغاز العالمية الجديدة في العقد الماضي كانت في أفريقيا، وخاصة في مصر والسنغال وموزمبيق وتنزانيا (وموريتانيا كما تقدم). وبطبيعة الحال فإن الأهم من عدد الاكتشافات هو حجمها وآلية الاستفادة منها، وهذا ربما يستدعي التركيز بشكل أساسي على بعض أهم المشاريع التي ارتبطت بالاكتشافات.

2-4-1: ناميبيا

أعلنت شركة Shell في فبراير 2022 عن تحقيق اكتشاف للنفط قبالة سواحل ناميبيا، وذلك عبر البئر Graff-1، والتي ساهمت في إثبات وجود النفط الخفيف في الحوض على بعد 270 كم من الشاطئ[47]. وأشارت التقديرات الأولية إلى أن الاحتياطيات من النفط والغاز في الاكتشاف المذكور تتراوح بين 200- 300 مليون ب م ن†. وفي شهر مارس 2022، جرى تحقيق اكتشاف آخر للنفط الخفيف في نفس الحوض من قبل شركة Total عبر البئر Venus 1-X. ورغم أن الشركة لم تذكر حجم الاحتياطيات المكتشفة[48]، إلا أن المصادر قدرت أن الاحتياطيات في الاكتشافين تزيد عن 1.2 مليار ب م ن يمثل النفط منها أكثر 780 مليون برميل[49]، بينما ذهبت تقديرات أخرى إلى أن حجم الاحتياطيات المكتشفة يقدر بنحو 2 مليار برميل من النفط[50]. تحقق الاكتشافان‡ ضمن المياه العميقة في حوض Orange River الذي تتوزع التراخيص الاستكشافية فيه بين ناميبيا وجارتها "جنوب أفريقيا"، وتراوحت أعماق المياه للاكتشافين بين 2500-3250 م. وقد أعلنت وزارة المناجم والطاقة الناميبية في مطلع سبتمبر 2022 أن هذين الاكتشافين سيوضعان على الإنتاج خلال أربع سنين. وكون الحوض غير مستكشف كلياً، فقد أثار هذا الاكتشافان اهتماماً كبيراً بناميبيا يتجاوز الاكتشافين نفسهما، فمن المتوقع أن تدخل شركة Chevron على خط الاستكشاف

* قد تختلف الأعداد والنسب في هذه الدراسة عن الأرقام المعلنة في بعض الدول، بسبب اختلاف تعريف الاكتشاف الجديد، إذ تعتبر بعض الدول أن أي بئر غير جافة هي اكتشاف جديد حتى لو حفرت في حقل أو مكمن مكتشف سابقاً، بينما تعتبر دول أخرى أن الاكتشاف الجديد يعني حقلاً جديداً أو على الأقل مكمناً جديداً في حقل معروف.

† برميل مكافئ نفط.

‡ هناك عدة شركاء في الاكتشافين ومن بينهم شركة "قطر للطاقة" التي تمتلك 30% من حصص Vinus-1، و45% من حصص Graff-1.

أيضاً بعد غيابها لأربعين عاماً عن ناميبيا، حيث أعلن وزير "المناجم والطاقة" في ناميبيا في شهر أكتوبر 2022، أن المفاوضات مع الشركة وصلت إلى مرحلة متقدمة بشأن استحواذها على القاطع B2813، الذي يقع في نفس الحوض[51] الذي تحقق فيه اكتشافا Graff، وVenus.

وقامت شركة Eco Atlantic بتوسيع وجودها في الخارج قبالة سواحل ناميبيا، وخططت شركة Galp Energies لحفر بئر تنقيبية في عام 2023. ومن المتوقع إجمالاً أن يصل عدد الآبار الاستكشافية التي ستحفر قبالة السواحل الناميبية إلى 15 بئراً حتى عام 2025. إذ تم إطلاق عدد من حملات الحفر قبالة السواحل بدأتها شركة Shell لحفر 3 آبار تنقيبية كان أولها Jonker-1على بعد 18 كم من اكتشافGraff-1 . وبدأت TotalEnergies بالعمل على خطة لحفر بئري ترسيم* تحدد من خلالهما امتداد اكتشاف Venus. كما تنتظر شركات أخرى عطاءات محتملة للاستكشاف بين عامي 2024-2025.

عملياً، مثلت الاحتياطيات في الاكتشافين المذكورين نحو 85% من إجمالي الاكتشافات في أفريقيا عام 2022، لكن ترجمة الاكتشافات إلى واقع ملموس يحتاج إلى استثمارات ضخمة والتزامات مختلفة من قبل الحكومة والمشغلين على حد سواء. فبالنظر إلى طبيعة المياه العميقة (تحقق الاكتشافان في مياه عمقها 2000 م) وخطط التنمية للمشاريع، ربما يكون استخدام وحدات تخزين وتفريغ الإنتاج العائمة FPSO الحل الأنسب لتطوير الاكتشافين، وقد يساهم استئجار وحدات كهذه في الحد من نفقات التطوير ونفقات هجر الحقلين لاحقاً، وتذهب بعض التقديرات إلى أن تطبيق هذه الفكرة يحتاج إلى 6.5 مليار دولار على الأقل من النفقات الرأسمالية، علاوة على 20 مليار دولار من النفقات التشغيلية.

وتعمل جهات أخرى على تطوير حقل غاز Kudu الذي اكتشف عام 1974 في مياه عمقها 170م على بعد 130 كم إلى الجنوب الغربي من سواحل ناميبيا، وتقدر احتياطياته الجيولوجية من الغاز بنحو 292 مليار متر مكعب، منها حوالي 47 مليار متر مكعب من الاحتياطيات المؤكدة[52].

في الوقت نفسه، وعلى صعيد الضرائب، يعتبر النظام المالي في ناميبيا بسيطاً نسبياً، إذ تشمل الضرائب الرئيسية ضريبة ملكية† بنسبة 5%، وضرائب إضافية تتراوح بين 0- 50% حسب العائد، علاوة على ضريبة دخل بنسبة 35%. ومع أن هذه الشروط الضريبية تعتبر ملائمة للمقاولين، لكن إضافة حوافز جديدة تجعل مثل هذه المشاريع أكثر ربحية، يمكن أن يكون نقطة إيجابية لصالح ناميبيا مع الأخذ بعين الاعتبار الحجم

* Delineation

† Royalty

الهائل للاكتشافين، وآمال ناميبيا في أن تصبح منتجاً ومحوراً إقليمياً ضمن المنطقة[53]، خاصة وأن بعض التقديرات تشير إلى أن احتياطي ناميبيا الحالي من النفط يبلغ قرابة 6 مليار برميل[54].

2-4-2: أنغولا

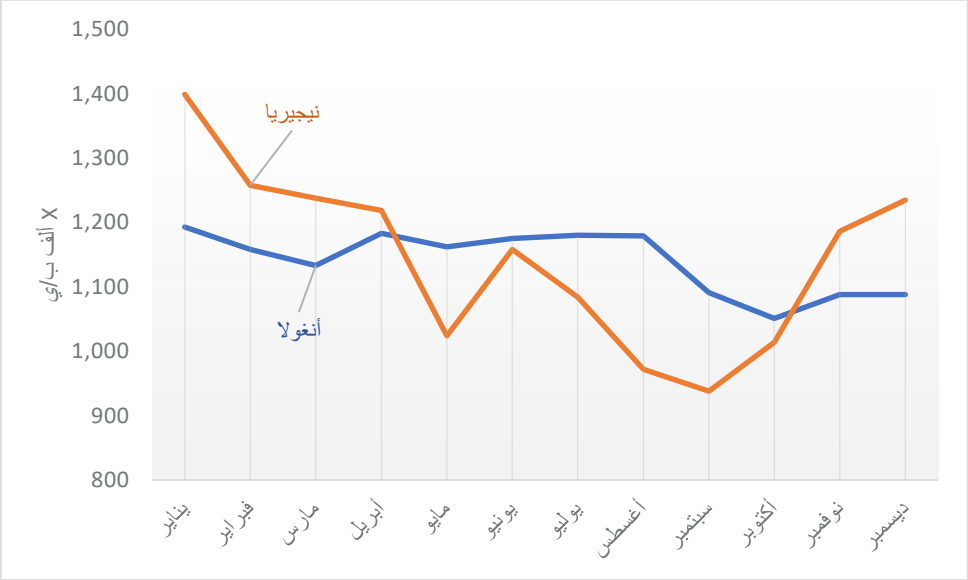
أنغولا هي الجارة الشمالية لناميبيا، وتمتلك المحطة الأولى في العالم التي تعتمد على الغاز المصاحب لإنتاج الغاز الطبيعي المسال، والتي تديرها شركة Chevron. تقع هذه المحطة جنوب دلتا نهر الكونغو، وتساهم فيها عدة شركات من بينها شركة Sonangol الحكومية الأنغولية، وتتصل مع شبكة خطوط أنابيب يزيد مجموع أطوالها عن 500 كم، تعمل على إيصال الغاز من حقول النفط الواقعة في ستة قواطع بحرية، إلى المحطة المصممة لمعالجة أكثر من 31 مليون م^3/ي من الغاز الطبيعي وإنتاج 5.2 مليون طن سنوياً من الغاز الطبيعي المسال.

تعتبر أنغولا ثاني أكبر دولة منتجة للنفط في القارة الأفريقية، وتتناوب على المركز الأول مع نيجيريا، كما هو مبين في الشكل 19. حيث يتذبذب إنتاج نيجيريا بسبب تعرض الأنابيب للتخريب أو بسبب المشاكل الأمنية الداخلية في البلاد. يأتي معظم إنتاج أنغولا من سلسلة من الحقول البحرية الواقعة في المياه العميقة، مما يدفع الدولة إلى إعطاء الأولوية لمزيد من عمليات الاستكشاف والتطوير[55]. وقد أطلقت أنغولا بالفعل عدداً من حملات الاستكشاف في عام 2022، حيث أعلنت "الوكالة الوطنية للبترول والغاز والوقود الحيوي" عن أحدث جولة ترخيص للقواطع البحرية في حوضي "الكونغو الأسفل"، و"Kwanza"، وفي نفس المسار أعلنت شركة TotalEnergies عن اتخاذ قرار استثماري نهائي لحقل Begonia وهو أول حقل يتم تطويره في القاطع 06/17 قبالة سواحل أنغولا، وأسست شركتا Eni، وBP في عام 2022 أكبر شركة مشتركة في البلاد دعيت باسم Azule Energy، يغطي نطاق عملها 16 قاطعاً في أنغولا، تتولى الشركة إدارة العمليات في 8 منها، ومن المتوقع أن يصل إنتاجها إلى 247 ألف ب م ن/ي خلال الفترة 2022- 2026.

وضعت أنغولا حقل Vandumbu على الإنتاج عام 2019 بطاقة 13 ألف ب/ي، وتبعه مشروع Kaombo الواقع على بعد 150 من الساحل، وهو أكبر حقل نفط أنغولي في المياه شديدة العمق (1400-2000 م)، وتقدر احتياطياته بحوالي 650 مليون برميل. بدأ العمل في المشروع في عام 2014، وبدأ الإنتاج منه في عام 2018، وتقدر استطاعته بنحو 215 ألف ب/ي[56]. وقد بلغت كلفة المشروع حوالي 16 مليار دولار. كما تمتلك أنغولا مشروع Soyo للغاز المسال الذي قدرت تكاليفه بحوالي 12 مليار دولار[57]، والذي تبلغ استطاعته 5.2 مليون طن سنوياً.

وفي نفس الوقت تم إنشاء ائتلاف جديد للغاز من عدة شركات، من بينها: Sonangol، وChevron، وTotal، وغيرها، بهدف استثمار الغاز من بضعة حقول في المياه النامیبية الضحلة، ومنها حقل Quiluma وحقل Maboqueiro للغاز، حيث يتوقع أن يبدأ إنتاج الغاز في النصف الثاني[58] من عام 2026، بمعدل 4 مليار متر مكعب سنوياً.

الشكل 19: معدل إنتاج النفط في أنغولا ونيجيريا عام 2022



مصدر البيانات: التقارير الشهرية لمنظمة أوبك عام 2022

وقد شهد مطلع عام 2023 إبرام اتفاقية بين أنغولا وزامبيا تحصل الأخيرة بموجبه على منتجات الوقود، بالإضافة إلى تسريع تطوير العديد من مشاريع البنية التحتية فيها والتي تهدف إلى تحسين أمن الوقود الإقليمي والتجارة بين البلدين، وهو ما يعتبر أحد أوجه التكامل في القارة الأفريقية[59].

2-4-3: موزمبيق

أعلنت شركة Eni في عام 2012 عن تحقيق اكتشاف عملاق للغاز في موزمبيق عبر البئر Mamba NE-2 أضاف حوالي 283 مليار متر مكعب من الغاز إلى الاحتياطي المحتمل في منطقة تدعى باسم "الامتياز 4"، في مياه عمقها 1994 م على بعد 60 كيلومتر من الساحل. وتبع ذلك في نفس العام إعلان شركة Eni عن تحقيق اكتشافين عملاقين آخرين للغاز في مجمع Mamba ضمن "الامتياز 4". وقد أضاف الاكتشافان 170 مليار متر مكعب إلى الاحتياطي الجيولوجي في المنطقة ليصبح بحدود 651 مليار متر مكعب، حفرت البئر Mamba S-2 في مياه عمقها 1918 م، أما البئر الثانية Coral-2 فحفرت في مياه عمقها 1950 م.

تتم إدارة إنتاج الغاز الطبيعي الحالي في موزمبيق من قبل شركة Sasol الجنوب أفريقية، من إقليم Inhambane الذي يحتوي على احتياطيات مؤكدة تقارب 74 مليار مكعب من الغاز. ويتم إنتاج الغاز

الطبيعي ومعالجته في منشأة مركزية في Temane ثم يتم نقله عبر خط أنابيب بطول 865 كم إلى جنوب أفريقيا، مع وصلة في جنوب موزمبيق للاستخدام المحلي. وينظر إلى موزمبيق كمصدّر محتمل، حيث تقوم Anadarko ببناء مشروع تسييل للغاز قبالة الساحل الشمالي لموزمبيق بالقرب من الحدود مع تنزانيا، وبقيمة تتراوح بين 25 و30 مليار دولار.

وكانت Eni قد وقعت في عام 2016 على اتفاقية مدتها 20 عاماً تلتزم بموجبها ببيع كل إنتاجها من الغاز الطبيعي المسال إلى شركة BP. وفي يونيو 2017، أعلنت Eni عن قرار الاستثمار النهائي بمبلغ 8 مليار دولار لبناء ستة آبار تحت سطح البحر متصلة بمنشأة إنتاج الغاز الطبيعي المسال العائم (FLNG) في المنطقة رقم 4. وفي عام 2018، استحوذت ExxonMobil من Eni على حصة بنسبة 25% في المنطقة، وكجزء من هذه الاتفاقية ستقود Eni جميع عمليات التنقيب والإنتاج، وستتولى ExxonMobil قيادة إنشاء وتشغيل مرافق التسييل على الشاطئ. وفي مطلع عام 2022، وصلت محطة عائمة لتسييل الغاز الطبيعي إلى مياه موزمبيق[60]، وهي أول منشأة عائمة للغاز الطبيعي المسال يتم نشرها في المياه العميقة للقارة الأفريقية، وتصل طاقتها الإنتاجية إلى 3.4 مليون طن من الغاز المسال سنوياً.

وكانت شركة TotalEnergies قد وضعت بدورها مشروعاً لإنتاج الغاز الطبيعي المسال في موزمبيق من موارد حوض Rovuma، لكن تنفيذه تأخر بسبب قضايا جيوسياسية ضمن البلاد. وتضمنت خطة المشروع[61] بناء قطاري تسييل كل منهما بطاقة 6.45 مليون طن سنوياً، مع إمكانية إضافة قطارين آخرين لاحقاً، بحيث تبلغ الطاقة الإجمالية للمشروع 25 مليون طن سنوياً.

وفي عام 2022، وضعت موزمبيق مشروع Coral South في أقصى جنوب شرق البلاد على الإنتاج[62]، والذي تقدر احتياطياته من الغاز بحوالي 450 مليار متر مكعب. يقع المشروع في المحيط الهندي في مياه عمقها 2000 م، وبلغ إنتاجه في العام الحالي حوالي 28 ألف ب م ن/ي. تستخدم في الإنتاج وحدة عائمة باستطاعة 3.4 مليون طن سنوياً.

2-4-4: نيجيريا

تنعم نيجيريا بوفرة من موارد الطاقة، والتي تشمل النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري، وتشهد مع ذلك أزمة طاقة يصعب تخيلها في هذا البلد الغني بالثروات. تقدر الاحتياطيات المؤكدة في نيجيريا بأكثر من 37 مليار برميل من النفط، وأكثر من 5.8 تريليون متر مكعب من الغاز الطبيعي. وصل إنتاج النفط في نيجيريا

إلى ذروته عام 2005 بمعدل 2.37 مليون ب/ي تقريباً، ثم بدأ بالتراجع* ليصل في نهاية عام 2022 إلى 1.48 مليون ب/ي[63]، وبلغت كميات الغاز المسوقة في نيجيريا نحو 48.6 مليار متر مكعب في عام 2021.

تاريخياً، تم اكتشاف النفط لأول مرة في نيجيريا في عام 1956، من خلال التعاون المشترك بين Shell، وBP. وبدأ الاثنان الإنتاج في عام 1958، وسرعان ما انضمت إليهما مجموعة من شركات النفط الأجنبية الأخرى في الستينيات بعد حصول البلاد على الاستقلال. لكن نيجيريا وقعت بعد فترة وجيزة بين براثن حرب أهلية، وكانت صناعة النفط موضع جدل منذ البداية، مع انتقادات بأن عائداتها المالية لا تستخدم لمساعدة الملايين من الفقراء، ولا تساهم تلك العائدات في المحافظة على البيئة المحلية. ويشار دوماً إلى نيجيريا بأن عدد تسربات النفط فيها كبير جداً، ووفقاً للحكومة النيجيرية، كان هناك أكثر من 7000 حالة تسرب نفطي بين عامي 1970 و2000. وفي تصعيد لمعارضة التدهور البيئي، بدأت بعض الجماعات المسلحة في تخريب خطوط الأنابيب واختطاف موظفي شركات النفط منذ عام 2006. وفي عام 2010 أقرت شركة Shell بتسرب 14 ألف طن من النفط في جداول دلتا النيجر[64]. ولعل من أشهر التسربات النفطية في البلاد تسربات منطقة Ogoniland، مما يستدعي شيئاً من التفصيل، إذ باتت هذه المنطقة تمثل رمزاً للكوارث البيئية الناتجة عن تسربات واندفاعات النفط بكل معنى الكلمة. تتميز منطقة Ogoniland عموماً بتضاريس متغيرة وعدد كبير من الجداول المتعرجة والخلجان الصغيرة، وبحيرات ضحلة من المياه قليلة الملوحة، كما تتصف بتنوع كبير في الغطاء النباتي. وتعتبر الأحواض المائية في المنطقة مصدراً رئيسياً لمياه الشرب، مما يجعل الحفاظ عليها أمراً في غاية الأهمية، حيث يقوم السكان المحليون بحفر آبار مياه الشرب يدوياً إذ أن تلك الأحواض ضحلة لا يزيد عمقها في أغلب الأحوال عن 10 أمتار، ولكن التلوث الناتج عن النفط يجبر السكان على الحفر إلى أعماق تصل إلى 50 متراً أحياناً، فضلاً عن أن المياه على هذه الأعماق هي مياه موسمية في الغالب مما يؤدي إلى شح ما يتوفر منها في غياب الأمطار.

اكتشف النفط غربي Ogoniland عام 1956، وذلك في تسع آبار، وشكل النفط المنتج منها جزءاً من أول شحنة نفط صدرتها نيجيريا عام 1958 والتي بلغ حجمها 22 ألف برميل. شهدت ولاية River State التي تقع فيها منطقة Ogoniland عدداً من الاندفاعات والحرائق الناتجة عن نشاط عمليات الاستكشاف والإنتاج فيها منذ أواخر الخمسينات من القرن الماضي، وما بين عامي 1970 و1982 سجلت أكثر من 1581

* كما هو مبين في الشكل 10 من الدراسة

دراسة

حادثة تسريب للنفط في منطقة دلتا النيجر. كما سجلت 2768 حادثة بين عامي 1976 و1996 أدت بمجموعها إلى تسريب 3.8 مليون برميل من النفط إلى النظام البيئي الحيوي للمنطقة، ومنها حادثة اندفاع بئر Faniwa عام 1984، وقدرت كمية النفط المتسرب بما يتراوح بين 146 - 200 ألف برميل، وحادثة Fantuna عام 1984 والتي تسرب فيها 200 ألف برميل. وما بين عامي 1985 و1993 سجل تسرب أكثر من 5352 برميل من النفط من منشآت شركة Shell لوحدها[65]. يذكر أن حادثة تسريب حصلت عام 1970 أدت إلى انتشار آلاف البراميل على الأراضي الزراعية والأنهار في جنوب شرق نيجيريا، قد وجهت دعاوى قضائية ضد شركة Shell بهذا الشأن، لكن المحاكمة استغرقت 30 عاماً حتى وانتهت بتغريم الشركة 26 مليون جنيه إسترليني[66].

ينظر إلى هذه التسربات وما يرافقها من مشاكل بيئية (وأمنية) كأحد العوائق التي تجعل العديد من الشركات تفكر أكثر من مرة قبل ضخ الاستثمارات في نيجيريا. يوضح الجدول 16 الإمكانيات البترولية لنيجيريا في عام 2022.

الجدول 16: الإمكانيات البترولية- نيجيريا، عام 2022

احتياطي النفط مليار برميل	احتياطي الغاز مليار م مكعب	إنتاج النفط ألف ب/ي	سوائل الغاز الطبيعي ألف ب/ي	الغاز الطبيعي المسوق مليار م مكعب/2021
37.1	5848	1111	غ/م	48.57

المصدر: أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 49. 2023

حققت نيجيريا اكتشافاً كبيراً للغاز عام 2016 في حقل Obiafu على اليابسة، قدرت احتياطياته بنحو 305 مليار متر مكعب. وحققت في نفس العام اكتشافاً للنفط ضمن حقل Owowo، قدرت احتياطياته ما بين 0.5- 1 مليار برميل، ومن المتوقع وضعه على الإنتاج عام 2025 وأن يصل معدل إنتاجه إلى الذروة في عام 2027 بمتوسط 179.7 ألف ب/ي[67]. وحققت عام 2019 اكتشاف Kolmani River II الذي قدرت احتياطياته بنحو 1 مليار برميل من النفط وأكثر من 14 مليار متر مكعب من الغاز. وقد بدأت شركة NNPCL* في شهر مارس 2023، بتطوير أول بئر في ولاية Nasarawa الغنية بموارد النفط والغاز[68].

2-4-5: الكونغو

تقدر احتياطيات النفط في الكونغو† بنحو 1.8 مليار برميل، وتناهز احتياطيات الغاز 284 مليار متر

* Nigerian National Petroleum Company Ltd

† جمهورية الكونغو (عضو في أوبك)، ويشار لها ابسم الكونغو برازافيل تمييزا لها عن جمهورية الكونغو الديموقراطية.

مكعب. قدر إنتاجها من النفط عام 2022 بحوالي 263 ألف ب/ي، وبلغت كميات الغاز المسوق فيها عام 2021 نحو 0.4 مليار متر مكعب. بلغ إنتاج الكونغو من النفط نحو 330 ألف ب/ي عام 2018، وتراجع بعدها إلى 270 ألف ب/ي عام 2021[69].

تتوضع احتياطيات الكونغو بشكل أساسي في أربعة أحواض رئيسية على الحدود مع تنزانيا وبوروندي ورواندا وأوغندا. وقد حققت اكتشافاً كبيراً للنفط على اليابسة عام 2019 (Delta de la Cuvette) قدرت الاحتياطيات المؤكدة فيه بنحو 359 مليون برميل، وحققت اكتشافاً آخر في عام 2022 في المغمورة لم تعلن احتياطياته بعد، لكن البئر التي تحقق الاكتشاف عبرها "Tchinem 1-01" على عمق 3630 م، أنتجت بمعدل 2000 ب/ي عند وضعها على الاختبار.

2-4-6: غينيا الاستوائية

انضمت غينيا الاستوائية إلى عضوية "أوبك" في مايو 2017، وتقدر الاحتياطيات المؤكدة من النفط فيها بنحو 1.1 مليار برميل، وقد حققت اكتشافاً كبيراً للنفط في عام 1996 في حوض Rio Muni قبالة الساحل[70]، وبلغ متوسط إنتاجها من النفط نحو 322 ألف ب/ي عام 2004، ليتراجع إلى 200 ألف ب/ي عام 2014، و76 ألف ب/ي عام 2022. أما احتياطيات الغاز الطبيعي فيها فتقدر بحوالي 39 مليار متر مكعب، وقدرت كميات الغاز المسوق فيها في عام 2013 بنحو 8.4 مليار متر مكعب، تراجعت في عام 2021 إلى حوالي 7 مليار متر مكعب، وبلغت صادراتها من الغاز في ذلك العام 4.7 مليار متر مكعب[71].

تقود البلاد حملة استثمارية طموحة تهدف إلى إنشاء صناعات بترولية متنوعة، مع الدفع باتجاه عمليات استكشاف جديدة للحقول الحالية والأحواض القارية غير المكتشفة. وقد بدأت فعلياً أنشطة التنقيب بهدف تعويض انخفاض الإنتاج[72] من حقل Ceiba الذي بلغ إنتاجه قرابة 52 ألف ب/ي عام 2002، وتراجع إلى نحو 10 آلاف ب/ي عام 2022. وقد تم الإعلان في شهر مارس 2023 عن موافقة الحكومة على خطة التنمية لمشروع لتطوير اكتشاف Venus في البلاد، وهو مشروع يتوقع له أن يضيف نحو 23 مليون برميل إلى إجمالي احتياطيات غينيا الاستوائية*، حيث من المخطط أن تحفر أول بئر تطويرية في عام 2024، علاوة على بئر حقن للماء، على أن يتم بناء وتحديث البنية التحتية اللازمة للمشروع خلال ثلاث سنوات، واستناداً إلى نتائج الاختبارات والمحاكاة، يتوقع أن يصل إنتاج النفط من الحقل إلى حوالي 15000 ب/ي[73].

* من نوع (2P): احتياطيات مؤكدة ومحتملة.

دراسة

2-4-7: الغابون

أصدرت الغابون في عام 2020 قانوناً للنفط ينص على أن تمتلك الحكومة تلقائياً حصة 20% في جميع عمليات تطوير البترول في البلاد، مع قدرة شركة النفط الوطنية على شراء حصة إضافية تصل إلى 15%. وهو ما يرفع من مرونة التعامل مع الشركات، خاصة مع لجوء الغابون طلب الدعم من صندوق القد الدولي في عام 2017[74].

تقدر احتياطيات النفط المؤكدة في الغابون بنحو 2 مليار برميل، علاوة على 26 مليار متر مكعب من احتياطيات الغاز. وقدر إنتاجها من النفط عام 2022 بأكثر من 192 ألف ب/ي، متراجعاً عن أعلى قيمة له بلغها عام 1997 والتي ناهزت 369 ألف ب/ي[75]. وبلغت كميات الغاز الطبيعي المسوق في الغابون 0.45 مليار متر مكعب عام 2021، وغالباً ما تستهلك هذه الكميات ضمن البلاد.

أسست الغابون "شركة النفط الوطنية" (Gabon Oil Company) في عام 2011 لامتلاك الحصص الحكومية في حقول النفط وإدارة عائداتها. وقد ركزت الشركة أنشطتها بشكل أساسي على بيع النفط الخام الذي تنتجه الشركات العالمية العاملة في الغابون (تدير شركة Shell Gabon، وTotal، وPerenco نحو 75% من الإنتاج الوطني). وفي عام 2012، وقعت الشركة أول عقد استكشاف وإنتاج[76] لحقل Remboué والذي تخلت عنه شركة Addax Pétroleum عام 2009 لأسباب اقتصادية، كون احتياطياته من النفط قدرت بنحو 6.2 مليون برميل فقط.

ومن المشاريع الأخرى في أفريقيا، يمكن الإشارة إلى توقيع الحكومة في تنزانيا على اتفاق بقيمة 30 مليار دولار مع شركتي Shell وEquinor لبناء محطة للغاز الطبيعي المسال لاستغلال احتياطيات الغاز في المغمورة، ومن المتوقع اتخاذ قرار الاستثمار النهائي في 2025، وتحقيق أول إنتاج بحلول عام 2029[77]. وفي غينيا، بدأت الحكومة في شهر مايو 2022، وبالشراكة مع West Africa LNG، في تطوير مشروع للغاز الطبيعي المسال بقيمة 300 مليون دولار.

تتجلى أهمية ما تقدم ذكره من حقيقة أن أزمة الطاقة العالمية التي أنجي فيها باللوم على الأزمة الروسية الأوكرانية، جعلت الدول تسعى لتأمين مصادر موثوقة للطاقة، وقد بينت مؤسسة Rystad Energy أنه من المتوقع أن ترتفع الاستثمارات في البنى التحتية الجديدة للغاز الطبيعي المسال لتصل إلى 42 مليار دولار سنوياً في عام 2024. هذه الاستثمارات الجديدة تعادل نحو 20 ضعف المبلغ المستثمر في هذا المجال عام

2020 عندما تم استثمار 2 مليار دولار فقط في تطوير الغاز الطبيعي المسال. ومع ذلك، من المتوقع أن تتراجع الموافقات على المشاريع بعد عام 2024 إذا تم فعلاً ابتعاد الحكومات عن مشاريع الوقود الأحفوري وتسريع الاستثمارات في البنية التحتية للطاقة منخفضة الكربون[78].

2- 5: الملامح العامة لصناعة النفط والغاز في أفريقيا

نشرت مجموعة "Urgewald للأبحاث البيئية" في أواخر عام 2022، تقريراً يحلل بيانات مؤسسة Rystad Energy المتعلقة بعمليات التنقيب والإنتاج في أفريقيا. وبين التقرير أن إجمالي النفقات الرأسمالية للتنقيب عن النفط والغاز في أفريقيا ارتفع من 3.4 مليار دولار في عام 2020، إلى 5.1 مليار دولار في عام 2022. وكانت حصة الشركات الأفريقية أقل من ثلث هذا المبلغ حيث أن الجزء الأكبر من عمليات التنقيب عن موارد النفط والغاز الجديدة يتم تنفيذه وتمويله من قبل شركات أجنبية.

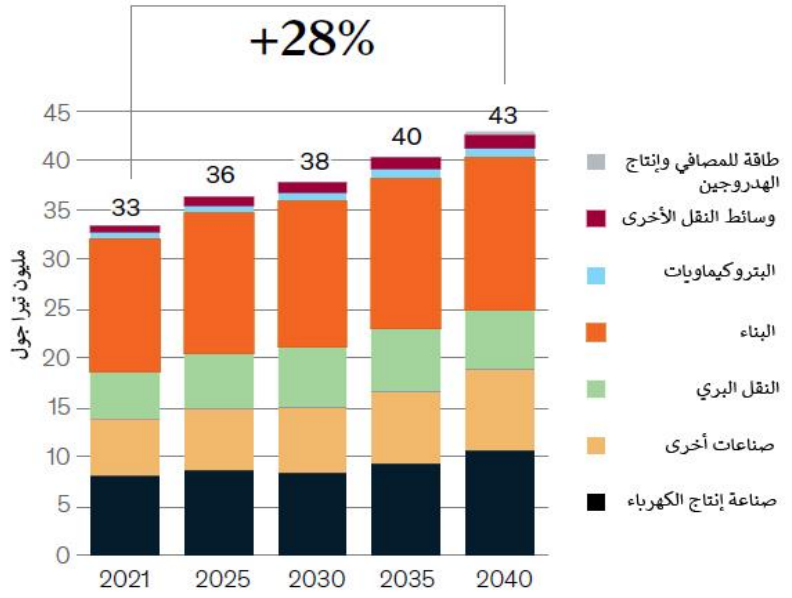
وحدد التقرير[79] مئتي شركة تقوم باستكشاف أو تطوير احتياطيات جديدة من الوقود الأحفوري أو تعمل على تطوير بنية تحتية للطاقات الأحفورية مثل محطات الغاز الطبيعي المسال، أو خطوط الأنابيب، أو محطات توليد الطاقة بالغاز والفحم في أفريقيا، وتتابع هذه الشركات مشاريع التوسع الأحفوري في 48 دولة أفريقية. تم عملياً -منذ عام 2017- منح تراخيص تغطي مساحة تزيد عن 886 ألف كم مربع للتنقيب عن النفط والغاز الجديد في أفريقيا، وتركز العديد من الجهات جهودها للتنقيب في دول غير منتجة، أو تنتج كميات صغيرة من النفط والغاز مثل ناميبيا وأوغندا والصومال. وقد سلط التقرير الضوء على أهم الشركات التي تخطط لإنتاج النفط والغاز قبل عام 2030 من أفريقيا، ومن بينها شركة TotalEnergies، التي تُصدّر بالفعل 25% من إنتاجها الهيدروكربوني من أفريقيا وتهدف إلى إضافة 2.27 مليار برميل من النفط المكافئ إلى احتياطياتها الأفريقية. ومن بين تلك الشركات كذلك شركة Eni التي تدير 1.32 مليار برميل مكافئ نفط من الاحتياطيات. وأشار التقرير إلى أن شركات النفط والغاز تعمل على إضافة ما لا يقل عن 15.8 مليار برميل مطافئ نفط إلى محافظ إنتاجها في أفريقيا قبل عام 2030.

عند النظر إلى حالة القارة الأفريقية، يلاحظ أن معظم الدول المنتجة للنفط والغاز في القارة تعتمد على عائدات إنتاجها بشكل رئيسي لدعم اقتصاداتها، وهذا أمر نسبي يختلف حسب حجم الإنتاج ونوعه وحسب حجم الاستهلاك المحلي علاوة على كلفة الإنتاج نفسها، حيث يبدو أن كلفة الإنتاج في معظم الدول في جنوب الصحراء الكبرى أعلى من نظيراتها في باقي الدول المنتجة. فعلى سبيل المثال تراوحت كلفة إنتاج

البرميل الواحد من النفط في نيجيريا في عام 2020 بين 21- 30 دولار[80]، وتراوحت كلفة إنتاج البرميل في أنغولا خلال نفس الفترة بين 20- 25 دولار[81]. بينما قدرت كلفة إنتاج البرميل في الجزائر عام 2020 بنحو 5 دولار في حقول "حاسي مسعود"، وبحوالي 14 دولار على مستوى الجزائر[82]، وقدرت كلفة البرميل المكافئ في مصر للعام المالي 2018/ 2019 بنحو 2.4 دولار[83].

يهدد الطلب على الطاقة في القارة بتجاوز العرض، إذ تتوقع شركة McKinsey الاستشارية* أن الطلب الأفريقي على الطاقة في عام 2040 قد يكون أعلى بنحو 28% مما هو عليه حالياً، مقارنة بزيادة قدرها 10% في الطلب العالمي على الطاقة (الشكل 20)، وذلك بسبب النمو السكاني السريع المتوقع على مدى العقدين المقبلين[84].

الشكل 20: الطلب المتوقع على الطاقة في أفريقيا حتى عام 2040



المصدر: شركة McKinsey الاستشارية، 2022.

2-5-1: التحول الطاقي ENERGY TRANSITION

مع تعالي أصوات الداعين إلى التحول الطاقي، تتزايد الضغوط على الدول المنتجة للنفط في القارة الأفريقية -وغيرها- بسبب الزخم العالمي المتزايد نحو الاستدامة أو الاستغناء عن الوقود الأحفوري†. وقد أشار مؤتمر الأطراف في "اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ" COP26 صراحةً إلى ضرورة

* تختلف عن مؤسسة Wood Mackenzie التي تحمل الاسم نفسه تقريباً من ناحية اللفظ.

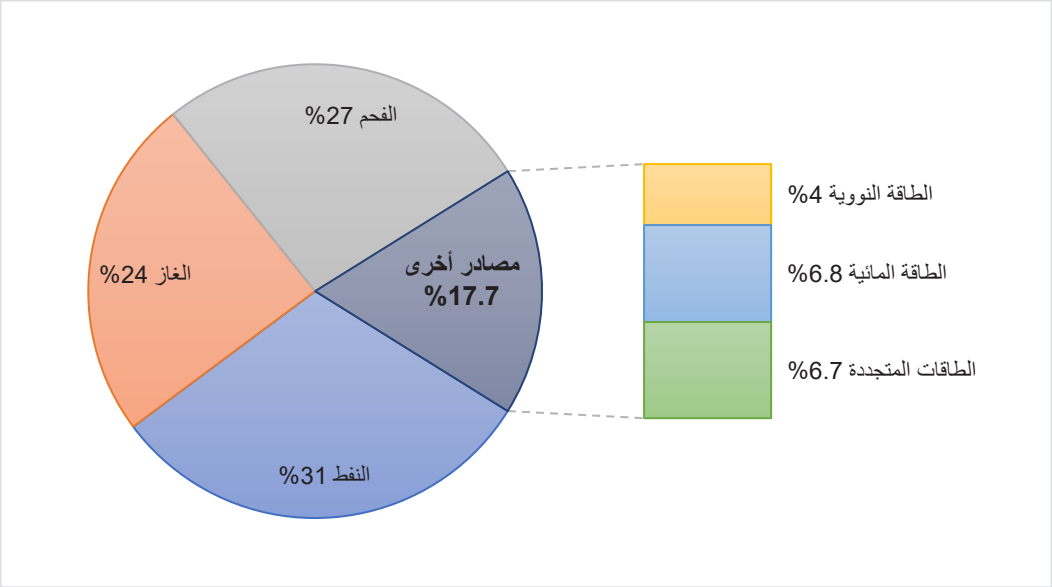
† بينت منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول في العديد من منشوراتها أن التخلي عن الوقود الأحفوري بشكل كامل في المدى المنظور هو ضربٌ من الخيال.

التحول بعيداً عن الفحم، والتخلص التدريجي من دعم الوقود الأحفوري، داعياً الحكومات والمستثمرين والمستهلكين في جميع أنحاء العالم إلى التخلص التدريجي من طاقة الفحم الحجري ثم التخلص التدريجي من دعم الوقود الأحفوري[85].

جلبت هذه الدعوة ضغوطاً جديدة للتأثير على قطاع النفط والغاز، وكانت وكالة الطاقة الدولية IEA قد أكدت أن قطاع الطاقة العالمي يحتاج إلى تحقيق خفض كبير في استخدام الهيدروكربونات بحلول عام 2040، بما في ذلك الإلغاء التدريجي لجميع محطات توليد الطاقة التي تعمل على الفحم والنفط بهدف الوصول إلى صافي الصفر بحلول عام 2050. وقدمت خلال COP26 أهداف والتزامات جديدة أو محدّثة حول الانبعاثات من قبل أكثر من 150 دولة من ضمنها عدد من البلدان الأفريقية[86] بما فيها مصر والمغرب، وبوتسوانا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وغانا وكينيا ونيجيريا وجنوب أفريقيا، وذلك ضمن مسارات مختلفة مثل تقييد انبعاثات غاز الميثان، والتخلص التدريجي من الفحم، وإنهاء التمويل الدولي للوقود الأحفوري، كما أكدت نيجيريا أيضاً التزامها بصافي الصفر بحلول عام 2060. ضمن هذا السياق، تواجه شركات النفط والغاز الكبرى تحديات متزايدة لتحقيق عوائد أعلى بشكل أكثر استدامة، وفي الوقت نفسه، يتزايد تدقيق المستثمرين حيث يأخذ مقدمو رأس المال الاعتبارات البيئية والاجتماعية في قراراتهم، كل ذلك ساهم في توسيع الفجوة بين تقييمات شركات النفط والغاز وتقييمات شركات الطاقة المتجددة.

وهنا لابد من التنويه إلى أنه نتيجة للأزمة الروسية الأوكرانية، وبالرغم من كل الالتزامات التي ذكرت في COP26، لم تخفِ أي جهة أن الأصوات المطالبة بخفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون قد أصبحت أقل حدة، إذ تم تعديل الأولويات فقد بات تأمين مصادر بديلة للنفط والغاز الروسي أكثر أهمية من موضوع البيئة ليس في الوقت الراهن فحسب، بل حتى على المدى الطويل، إذ بدأت مساعي أوروبا في بناء محطات لاستقبال الغاز الطبيعي المسال كبديل محتمل للغاز الروسي، وعادت بعض المحطات العاملة على الفحم الحجري إلى العمل بعد أن تم إيقافها لأسباب بيئية بحتة. ويؤكد المنظور الحالي بما لا يدع مجالاً للشك أن الطاقات البديلة رغم كونها رافداً لمزيج الطاقة العالمي، إلا أنها لا يمكن -ضمن المدى المنظور- أن تكون بديلاً لمصادر الطاقة الأحفورية. ورغم ما يشاع من أن طاقة الرياح والطاقة الشمسية هي الحل للخلاص من الأزمة التي يمكن أن تنتج عن خروج النفط الروسي من الأسواق، لكن الواقع أن حصة مصادر الطاقة المتجددة، وبعد أكثر من 20 عاماً من التوسع والأبحاث، لم تشكل إلا أقل من 7% من مزيج الطاقة المستهلكة عالمياً في عام 2021، كما هو مبين في الشكل 21.

الشكل 21: مزيج الطاقة في العالم عام 2021



مصدر البيانات: BP Statistical Review of World Energy, 2022

نتيجة لذلك، تقف صناعة النفط والغاز في أفريقيا على مفترق طرق، فمن ناحية، ترتفع أسعار النفط والغاز بشكل كبير، وقد تم تحقيق العديد من الاكتشافات الجديدة للهيدروكربونات في المنطقة، ومن ناحية أخرى فإن قطاع الطاقة في القارة الأفريقية يواجه ضغوطاً كبيرة لإزالة الكربون واحتضان مصادر الطاقة المتجددة. لا شك أن القارة الأفريقية تمتلك إمكانات متميزة لموارد الطاقة المتجددة، فضلا عن احتياطيات ضخمة من النفط والغاز، مما يثير الجدل حول ما إذا كان ينبغي الاستثمار بشكل أكبر في إمكانات النفط والغاز أو إزالة الكربون على نطاق واسع.

وبطبيعة الحال، تحتاج أفريقيا إلى كميات كبيرة من الطاقة لمتابعة مسيرة النمو والحد من الفقر، وقد تقدم في هذه الدراسة أن النمو السكاني والتوسع الحضري وطموحات التنمية الاقتصادية تتطلب دوماً المزيد من الطاقة، وكقاعدة عامة، تقدر بعض البيانات الحاجة لنمو اقتصادي يتراوح بين 6% و7% للحد من الفقر في البلدان منخفضة الدخل، وهو رقم يثير المخاوف بالنظر إلى توقعات البنك الدولي لنمو اقتصادات جنوب الصحراء الكبرى بنسبة 3.6% فقط في عام 2022.

لكن لغة الأرقام تبين أن الدور الأفريقي في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون متواضع للغاية، إذ تراوحت انبعاثات هذا الغاز في عام 2018 ما بين 2% -3% فقط من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي أنتجها العالم من مصادر الطاقة والمصادر الصناعية. ووفقاً لبيانات الأمم المتحدة، فهذه النسب تعادل تقريباً نسبة ألمانيا، وأقل بكثير من الصين (27%) والولايات المتحدة (15%) والهند (7%). وحتى مطلع عام 2022 لم

تتجاوز انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في أفريقيا 1705 مليون طن أي نحو 4.4% من إجمالي انبعاثات العالم، منها 353.3 مليون طن فقط ترتبط بشكل أساسي بالوقود الأحفوري، أي أن الانبعاثات الناجمة عن الوقود الأحفوري في أفريقيا تمثل أقل من 21% من إجمالي الانبعاثات[87]، وهو ما يمكن أن يعتبر دليلاً آخر على الفقر الطاقي الذي تعيشه القارة.

2-5-2 وضع الطاقة في أوروبا

لا شك أن أي تحول في المقدرات البترولية لأفريقيا سوف يكون له تأثير على الأسواق البترولية عموماً بشكل أو بآخر، لكن الدول الأوروبية وضمن مساعيها لضمان أمن الطاقة -خاصة في الفترة الأخيرة- لها شيء من الخصوصية التي تستوجب بعض التفصيل. تمثل وكالة الطاقة الدولية IEA محوراً يعنى بمصالح المستهلكين (في أوروبا على وجه الخصوص) وتعمل على وضع تصورات مستقبلية حول الطلب على الطاقة والمصادر المتوقعة، ولكنها بدأت منذ العقد الماضي تميل إلى اتخاذ مواقف متطرفة نسبياً من موضوع البيئة وتغير المناخ، كان آخرها الدعوة إلى التوقف تماماً عن الاستثمار في مجال الوقود الأحفوري، وذلك ضمن* "خارطة الطريق للوصول إلى انبعاثات صفرية في عام 2050"، والتي أصدرتها وكالة الطاقة الدولية في شهر أيار/مايو 2021، وأشارت فيها إلى أن تعهدات الحكومات بشأن المناخ - حتى لو تم تحقيقها بالكامل - هي أقل بكثير مما هو مطلوب للوصول إلى انبعاثات صفرية من غاز ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050. وتبنت الوكالة في خارطتها نموذجاً أكثر طموحاً يهدف إلى خفض الانبعاثات بنسبة 38% عن مستويات عام 2021 بحلول عام 2030. ورأت أن ذلك يمكن أن يتم دون التأثير على استقرار إمدادات الطاقة وبقائها بأسعار معقولة. وبينت وكالة الطاقة الدولية أنه لتحقيق أهدافها، يجب أن تبلغ السعة السنوية المركّبة من الطاقة الشمسية 630 جيجاوات في عام 2030، بينما يجب أن تبلغ السعة المركّبة من طاقة الرياح 390 جيجاوات في نفس العام.

ورغم الطموح الواضح في هذه الأهداف، إلا أن الخارطة صدرت قبل 9 سنوات من عام 2030، مما يبرر - بهدف المقارنة على الأقل- العودة إلى متوسط السعات المركبة خلال آخر 9 سنوات من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في العالم قبل صدور تلك الخارطة، حيث توضح البيانات المتاحة أن متوسط السعات السنوية التي تم تركيبها من الطاقة الشمسية في العالم بلغت 60.7 جيجاوات بين عامي 2011-

* Roadmap to Net Zero Emission by 2050

دراسة

2019، أما متوسط السعات المركبة من طاقة الرياح فبلغت خلال نفس الفترة حوالي 49.1 جيجاوات. بمعنى آخر، وحتى يتحقق سيناريو وكالة الطاقة الدولية، يجب أن تصل السعة المركبة من الطاقة الشمسية في عام 2030 إلى أكثر من 10 أضعاف متوسط ما تم تركيبه بين عامي 2011 و2019، بينما يجب أن تصل السعات المركبة من طاقة الرياح إلى حوالي 8 أضعاف. كما هو مبين في الجدول 17.

الجدول 17: متوسط السعات المركبة من طاقة الرياح في العالم خلال 9 سنوات (2011- 2019) جيجاوات

الطاقة الشمسية	طاقة الرياح
60.7	49.1

السعات التي يجب تركيبها حتى عام 2030

الطاقة الشمسية	طاقة الرياح
630	390

المصدر: أوابك، 2021.[88]

وضمن منظورها المنشور في عام 2022 (World Outlook) بينت وكالة الطاقة الدولية أن مجمل ما تم توليده من الكهرباء في أوروبا باستخدام الطاقة الشمسية عام 2021 بلغ 198 تيراواط ساعة، بينما ترى الوكالة أن الطاقات المتجددة سوف تولد 553 تيراواط ساعة عام 2030، أي ثلاثة أضعاف ما تم توليده عام 2021. وفيما يخص طاقة الرياح، فقد ولدت أوروبا 502 تيراواط ساعة باستخدام طاقة الرياح عام 2021، ويجب أن تولد 1196 تيراواط ساعة عام 2030، أي ما يقارب ضعفين ونصف مما تم توليده عام 2021.

عموماً، ربما يمكن للدعم الحكومي وللخطط التنموية الاستراتيجية أن تساهم (من الناحية النظرية) في جزء من عملية تسريع عجلة السعات المركبة، لكن خارطة الطريق بأهدافها الطموحة تلك لم توضح العديد من النقاط التي تحد من هذا الطموح، فموضوع الطلب على الطاقة والحاجة لتلبية الإمدادات ربما يكون الحلقة الناقصة في خارطة طريق وكالة الطاقة الدولية، فالتقرير تجاهل العوائق الفعلية أمام الوصول إلى أنظمة تعمل كلياً على الطاقات المتجددة، مثل الحاجة إلى كميات هائلة من المعادن اللازمة للوصول إلى هذه الأهداف، كالنحاس مثلاً، والذي بلغ الطلب عليه 25 مليون طن في عام 2022، بينما يتوقع أن يتضاعف الطلب في عام 2035 في ظل مبادرات التحول الطاقي ليصل إلى أكثر من 50 مليون طن. فالسيارات الكهربائية تحتاج إلى أكثر من مثلين ونصف مما تحتاجه السيارات العادية من النحاس، كما أن شبكات النقل والتوزيع والشحن الكهربائي ستحتاج بدورها إلى كميات إضافية من النحاس، علاوة على أن مزرعة الرياح

البحرية تستخدم حوالي 5 طن من النحاس لكل ميغاواط من الكهرباء، أي حوالي خمسة أضعاف محطة الطاقة التقليدية، وتستخدم مرافق الطاقة الشمسية 2.3 مليون طن من النحاس لكل ميغاواط، أي ضعف ما يستخدمه التوليد التقليدي، لذلك يتوقع أن يصل العجز في الإمداد إلى 9.9 مليون طن في عام 2035 حسبما رأت وكالة S&P العالمية.[89].

ثم وبعد تقرير متفائل في مطلع عام 2022 رفعت فيه وكالة الطاقة الدولية تقديراتها لنمو الطلب على النفط إلى 99.7 مليون ب/ي، أبدت الوكالة في تقريرها الشهري الصادر في آذار/ مارس 2022 تخوفها من حدوث صدمة عالمية في إمدادات النفط عقب العقوبات المفروضة على روسيا، واحتمال الإحجام عن شراء النفط الروسي. ورأت الوكالة أنه لتفادي تلك الصدمة يجب التركيز على قطاع النقل، حيث يمكن (حسب التقرير) خلال أربعة أشهر الاستغناء عن 2.7 مليون ب/ي من النفط إذا التزمت الاقتصادات المتقدمة في العالم بخطة تتضمن عدة بنود من بينها خفض السرعة المسموح بها للمركبات بنحو 10كم/ساعة على الطرقات الرئيسية، والعمل من المنزل لمدة تصل إلى ثلاثة أيام في الأسبوع، ومنع استخدام السيارات في المدن أيام الأحد (العطلة الأسبوعية)، واستبدالها بركوب الدراجات الهوائية أو بالمشي. ومن البنود أيضاً استخدام القطارات بدل الطائرات حيثما أمكن، بل وتجنب السفر الجوي كلياً في حال وجود بدائل أخرى، ولم يكن من المستغرب أن تضيف الوكالة بنداً أخيراً يدعو إلى الدعم القوي لاستخدام السيارات الكهربائية[90].

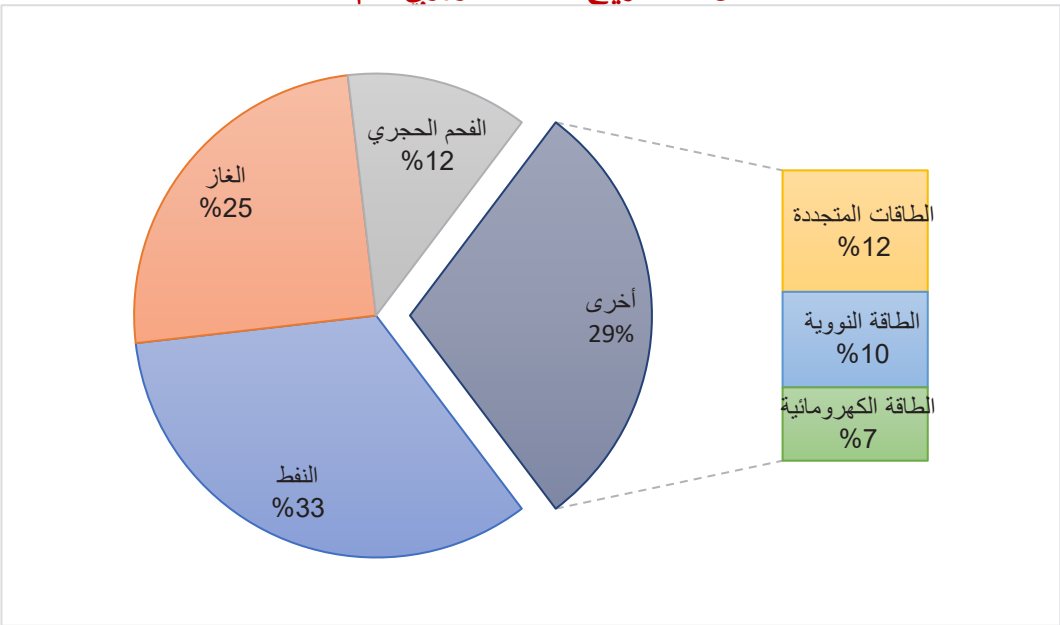
هذه المعايير التي وضعتها الوكالة، تعني عملياً أن أوروبا أدركت منذ بداية الأزمة الروسية الأوكرانية أن قطع وارداتها من الطاقة الروسية على الفور لم يكن احتمالاً حقيقياً، ويؤكد ذلك أن المجر وجمهورية التشيك وسلوفاكيا كانت مترددة في تجميد وارداتها النفطية من روسيا، وقد راجعت المفوضية الأوروبية حزمة عقوباتها ضد روسياً، ومنحت هذه البلدان وقتاً إضافياً للامتثال لأهداف التخفيض المتفق عليها، وقد وصل التمديد مثلاً لكل من سلوفاكيا وجمهورية التشيك إلى منتصف عام 2024، كونها بلدان غير ساحلية يصعب عليها استيراد الغاز المسال، أما التمديد بالنسبة للمجر فوصل إلى نهاية عام 2024، والتي ذكر رئيس وزرائها أنها تحتاج إلى خمس سنوات على الأقل لتحرير نفسها من واردات الطاقة الروسية.

تشير هذه التفاصيل إلى أن الدول الأوروبية تواجه في الواقع معضلة يصعب حلها، فمن جهة تسعى لتقليل انبعاثات الكربون، ومن جهة أخرى تريد الضغط على روسيا، لكن الدول الأوروبية تدرك أنه لا بديل فوري عن إمدادات الطاقة الروسية، وبالتالي وفي ظل محافظة دول "أوبك" على معدلات الإنتاج لضمان استقرار الأسواق، تأمل أوروبا في أن تظهر أفريقيا كبديل محتمل للواردات البترولية بقيادة نيجيريا وأنغولا

والجزائر وليبيا - أكبر منتجي النفط في القارة. لكن أوروبا تعترف في الوقت نفسه بأن الشركات الغربية طالما كانت مترددة في الاستثمار في أفريقيا، إلا أن زيادة الإنتاج في هذه البلدان تتطلب استثمارات كبيرة، ولم يكن لدى الغرب سابقاً حافزٌ كبيرٌ لتمويل البنية التحتية الهيدروكربونية الأفريقية، خاصة مع موجة الطاقة المتجددة التي ركبتها أوروبا[91].

لقد جاءت الأزمة الروسية الأوكرانية -على خلفية التحول الطاقي- لتقلب العديد من الموازين، وظهر الغاز كوقود مثالي خلال فترة التحول، ولما كان الغاز الروسي هو المورد الأساسي في أوروبا، فقد تبين أن الحظر على الواردات الروسية الذي اقترحته الولايات المتحدة وكندا والمملكة المتحدة أمرٌ صعب التنفيذ في الوقت الحالي، فبالنظر إلى بعض الأرقام عن مصادر الطاقة في أوروبا، يمكن مثلاً ملاحظة أن أكثر من 36.5% من الكهرباء في ألمانيا يتم توليدها من الوقود الأحفوري. يوضح الشكل 22 مزيج الطاقة في أوروبا لعام 2021، ويبين أن الوقود الأحفوري شكل 71% من تلك المصادر، بينما لم تشكل مصادر الطاقة المتجددة أكثر من 12%.

الشكل 22: مزيج الطاقة الأوروبي عام 2021



مصدر البيانات: BP Statistical Review of World Energy، 2022

علاوة على ذلك، فإن توزع هذه المصادر ليس متساوياً في كل أوروبا، فهناك 3 دولة فقط تمثل فيها مصادر الطاقة المتجددة أكثر من 20% من مزيج الطاقة، وهناك أكثر من 11 دولة تقل مساهمة مصادر الطاقة المتجددة فيها عن 10% من مزيج الطاقة. وبشكل عام يشكل الوقود الأحفوري المصدر الرئيسي

للطاقة في كل دول أوروبا باستثناء دولتين فقط هما النرويج والسويد*.

وقد لوحظ منذ الربع الثاني من عام 2022، مسارعة بعض دول أوروبا لوضع خطط للاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، مثل هولندا التي تخطط لمضاعفة طاقة الرياح فيها، حيث شكلت الكهرباء المولدة من طاقة الرياح نحو 47% من إجمالي الكهرباء المولدة من مصادر الطاقات المتجددة في هولندا عام 2020، وإن كان استهلاك الطاقة المتجددة عموماً في هولندا لا يزيد عن 10% من إجمالي الطاقة المستهلكة، بينما يمثل استهلاك النفط والغاز نحو 84%. لكن الخطة الهولندية لن تكتمل عملياً قبل عام 2030، مما يعني أنها لن تكون مجدية على المدى القريب لمواجهة أزمة الطاقة في حال الاستغناء الأوروبي عن النفط الروسي.

بينما عملت دول أخرى على مسارٍ أسرع، مثل بلجيكا التي كانت قد وضعت خططاً لوقف إنتاج الكهرباء من محطات الطاقة النووية في عام 2025، حيث مثلت الكهرباء المولدة من الطاقة النووية نحو 16% من مزيج الطاقة البلجيكي عام 2021، لكنها أعلنت مؤخراً عن إعادة جدولة تلك الخطط إلى عام 2035.

وقامت ألمانيا في شهر مارس 2022 بإعادة تنشيط محطة عاملة على الفحم الحجري كانت قد أغلقتها سابقاً، كما أعلنت قبلها عن نيتها لتخزين احتياطي استراتيجي من الفحم الحجري يكفي البلاد لمدة ثلاثين يوماً، ويشار هنا إلى أن مصادر الوقود الأحفوري شكلت أكثر من 75% من مزيج الطاقة في ألمانيا عام 2021، منها 15% من الفحم الحجري و60% من النفط والغاز مجتمعين.

ولم يقتصر الأمر على أوروبا، فقد أعلنت وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية في 18 مارس 2022 أنها تعمل على مراجعة معايير التراخيص الحكومية للشركات التي تقدم عطاءات لاستخدام المناطق البحرية لتوليد طاقة الرياح، بحيث يتم تقييم الشركات بشكل أسرع مما يسمح لها بالبدء بالعمل عاجلاً غير آجل. ومثل النفط الروسي نحو 3.6% من استهلاك اليابان في عام 2021، بينما مثل الغاز الروسي المسال ما يقارب 9% من الاستهلاك الياباني لنفس العام. يشار هنا إلى أن اليابان أعلنت في شهر أكتوبر 2021 عن خطة تستهدف أن تشكل الطاقات المتجددة 36% من مزيج الطاقة لديها بحلول عام 2030.

وبالنظر إلى الغاز بشكل خاص، يبدو الأمر أكثر تعقيداً -بالنسبة إلى أوروبا على الأقل- من مجرد اتباع خطة وكالة الطاقة الدولية، فقد نشرت المفوضية الأوروبية في الثامن من آذار/ مارس 2022 بياناً بعنوان "العمل الأوروبي المشترك من أجل طاقة أكثر أماناً واستدامة وبأسعار معقولة[92]"، أوضحت فيه ضرورة خفض

* تتميز الطبوغرافية في النرويج بالهضاب العالية ووفرة البحيرات الطبيعية والوديان والمضائق شديدة الانحدار، وإحدى أكبر شبكات الأنهار في العالم، لذلك معظم طاقتها الكهربائية باستخدام المصادر الكهرومائية. وتولد السويد نحو 75% من طاقتها الكهربائية من الطاقات المتجددة والنووية.

دراسة

الاعتماد على الغاز في قطاع الطاقة بحوالي 20 مليار متار مكعب. ودعا البيان صراحة إلى تسريع عملية خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري ورفع نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة. لكن البيان نفسه أكد الحاجة إلى رفع واردات الغاز الطبيعي المسال بنحو 50 مليار متر مكعب، لتعويض الغاز الروسي في حال توقفه، وهو أمر يواجه العديد من العوائق التي من أهمها ضرورة الحد من استهلاك الغاز المسال في بقية أسواق العالم (وخاصة الصين) لتوفير ما يكفي لأوروبا[93]، أو ضخ المزيد من الاستثمارات في مشاريع الغاز الطبيعي المسال، وهذا يتعارض مع دعوة وكالة الطاقة الدولية للحد من الاستثمارات في مجال الصناعة البترولية.

يلاحظ مما سبق أن الخروج النسبي لواردات النفط الروسي إلى أوروبا من الأسواق والتي تقدر بنحو ثلاثة ملايين ب/ي (أي حوالي 3% فقط من إنتاج العالم)، أدى إلى ارتفاع ملحوظ في أسعار الطاقة أثر على العالم أجمع، وتعتقد وكالة الطاقة الدولية أن طريقة المعالجة لذلك هي بتغيير نمط الحياة كلياً لسكان نصف الكرة الغربي خلال بضعة أشهر. بينما لم تشر الوكالة إلى أن تراجع الاستثمارات في مجال الاستكشاف والإنتاج الذي دعت له سابقاً قد يتسبب في تراجع الإنتاج، فالقاعدة العامة في هذا المجال تقول إن الشركات تخصص نحو 80% من نفقاتها الرأسمالية لتعويض الاحتياطيات سنوياً. كما أن توفر السعة الإنتاجية يساهم في حماية أسواق النفط من التقلبات الحادة في الأسعار والتي يكون لها آثار شديدة التأثير على اقتصادات العالم وخاصة في الدول الفقيرة.

الفصل الثالث

يتناول أهم مشاريع خطوط الأنابيب في القارة الأفريقية، ليخلص من خلال ذلك إلى الدور المتوقع لأفريقيا في الأسواق البترولية، وخاصة فيما يتعلق بالمنظور الأوروبي لاحتياجات أوروبا من الطاقة، وشراكات الطاقة الأفريقية الأوروبية.

1-3 أهم مشاريع لخطوط الأنابيب في أفريقيا

ضمن ما تقدم عن إمكانيات أفريقيا ومواردها من النفط والغاز، لا بد من النظر في فرص وإمكانيات نقل وتوزيع الإنتاج، وهناك فعلياً خطط لإنشاء عدد من خطوط الأنابيب يمكن في حال تنفيذها أن تربط الموارد المتاحة بقاعدة مستهلكين متنوعة ومتنامية، قد تعمل على سد فجوة إمدادات الغاز الطبيعي في أوروبا، وتوفير الطاقة الموثوقة للأسواق المحلية، ومن أهم هذه المشاريع:

1-1-3: خط أنابيب النفط الخام في شرق أفريقيا (أوغندا- تنزانيا)

من المقرر أن يصبح خط أنابيب النفط الخام في شرق أفريقيا (EACOP) أطول خط أنابيب مسخّن* في العالم عند اكتماله في عام 2025، ومن المقرر أن ينقل النفط من منطقة Hoima، في غرب أوغندا، إلى ميناء Tanga في تنزانيا، عبر مسار طوله 1443 كم. فمع اكتشاف ما يقرب من 1.7 مليار برميل من النفط القابل للإنتاج في حوض "بحيرة ألبرت" على الحدود بين أوغندا وجمهورية الكونغو الديمقراطية†، تم إطلاق مشروع لنقل النفط المنتج من حقلي Kingfisher و Tilenga، وسوف يتم تكرير النفط المستخرج في أوغندا للاستهلاك المحلي وتصديره إلى السوق الدولية. تبلغ الكلفة التقديرية للخط نحو 4 مليار دولار، ومن المتوقع أن يصل معدل الصادرات عبره إلى 216 ألف ب/ي عند وضعه قيد التشغيل في عام 2025[94].

2-1-3: خط أنابيب AJAOKUTA–KADUNA–KANO (نيجيريا)

هو خط محلي بطول 614 كم، مصمم لنقل الغاز من جنوب نيجيريا إلى وسطها، وتقدر كلفته بحوالي 2.8 مليار دولار. يمثل مشروع الخط كذلك المرحلة الأولى من مشروع خط أنابيب الغاز العابر لنيجيريا (TNGP) الذي يبلغ طوله 1300 كيلومتر، والذي يتم تطويره كجزء من خطة الغاز الرئيسية في نيجيريا لاستخدام موارد الغاز في البلاد لتوليد الطاقة. كما يمثل مشروع (TNGP) بدوره جزءاً من خط أنابيب الغاز عبر الصحراء (TSGP) الذي يبلغ طوله 4401 كم، لتصدير الغاز الطبيعي إلى أوروبا[95].

---

* تتطلب الطبيعة اللزجة ومحتوى الشمع المرتفع في النفط الخام الأوغندي الحفاظ على النفط عند درجة حرارة لا تقل عن 50° مئوية حتى يتدفق. للحفاظ على درجة الحرارة هذه، سيتم عزل خط الأنابيب وتسخينه كهربائياً على طول مساره.

† تحقق الاكتشاف عام 2006، وقدر الاحتياطي الجيولوجي فيه بحوالي 6.5 مليار برميل، لكن عمليات التطوير تأخرت بسبب مفاوضات طويلة بين الحكومة الأوغندية والشركات العاملة في المشروع، حول الضرائب واستراتيجية التطوير ونقص البنى التحتية. وقد اتخذ قرار الاستثمار النهائي في الخط في شهر فبراير عام 2022.

3-1-3: مشروع خط أنابيب الغاز عبر الصحراء لربط الاتحاد الأوروبي بمنتجي الطاقة الأفارقة

ربما يكون من بين أهم المشاريع التي تم تسليط الضوء عليها مؤخراً، مشروع خط أنابيب الغاز العابر للصحراء بين النيجر، ونيجيريا، والجزائر، فقد أعاد وزراء الطاقة في الجزائر والنيجر ونيجيريا في يونيو 2022، إحياء مشروع عمره عقود، لتطوير خط أنابيب غاز يمر عبر الصحراء الكبرى (TSGP)، وهو مشروع يفترض أن يربط حقول Warri في نيجيريا بمحور "حاسي الرمل" الجزائري على ساحل البحر الأبيض المتوسط. ويمكن للمشروع في حال إنجازه أن ينقل أكثر من 28 مليار متر مكعب سنوياً من الغاز عبر 4275 كم من الأنابيب، منها أكثر من 2300 كم ضمن الأراضي الجزائرية. تمت صياغة الفكرة الأولى للمشروع في سبعينات القرن الماضي، وشهد المشروع استعدادات للاتفاقية في عام 2002 والمزيد من التطورات في 2005 و2006 و2009، ثم توقف تماماً.

وتحوم الكثير من الأسئلة حول المشروع، لكنه قد يتحول إلى حقيقة واقعة في أعقاب نقص إمدادات الغاز إلى أوروبا. وقد شهدت المحادثات التي أجريت في أواخر عام 2022 بدعم من الاتحاد الأوروبي، اتفاق الحكومات المعنية على إنشاء فريق عمل لتحديث دراسة جدوى المشروع، التي أجريت عام 2005. ويقدر أن تكلفة المشروع قد تصل إلى 13 مليار دولار[96]. ونجاح هذا المشروع مرتبط بالكثير من النقاط الاقتصادية والسياسية والأمنية، لكنه سيشكل نقطة علام في التعاون الأفريقي الأوروبي في حال نجاحه.

4-1-3: خط أنابيب النفط بين النيجر وبنين - 2024

بطاقة إنتاجية متوقعة تبلغ 90 ألف ب/ي، سيربط خط أنابيب النفط بين النيجر وبنين حوض Agadem في جنوب شرق النيجر إلى محطة ميناء Sèmè في جمهورية بنين. يبلغ طول الخط 1980 كم، منها مقطع بطول 1275 كم في النيجر، ومقطع بطول 675 كم في بنين. بدأ العمل على هذا الخط في عام 2019، وكان من المخطط إنجازه عام 2022، لكن تعثر سلاسل التوريد عام 2020 بسبب وباء كورونا كانت له يدٌ في تأخير إنجاز المشروع، الذي تقدر تكاليفه بنحو 6 مليار دولار، ومن المتوقع أن يتم إنجازه في العام الحالي 2023[97].

5-1-3: خط أنابيب الغاز النيجيري المغربي

مع الانتهاء من دراسة الجدوى لبناء خط الأنابيب في يناير 2019، وقع "المكتب الوطني المغربي للهيدروكربونات والمناجم" في 15 سبتمبر 2022، على مذكرة تفاهم مع "المؤسسة الوطنية النيجيرية

للبترول"، تعيد إلى الأضواء خط الغاز النيجيري -المغربي المقترح، والذي يخطط له أن ينقل الغاز النيجيري إلى الدول الساحلية في غرب أفريقيا. يمتد الخط المقترح على طول 5660 كم من Lagos إلى مدينة Cádiz الساحلية جنوب غرب إسبانيا، ويربط بين بينين، وتوغو، وغانا، وساحل العاج، وليبيريا، وسيراليون، وجمهورية غينيا، وغينيا بيساو، وغامبيا، والسنغال، وموريتانيا، والمغرب. وسيكون الخط امتداداً لخط أنابيب غاز غرب إفريقيا، ويقدر أن يتم إنجازه عام 2045، بتكلفة تصل إلى 25 مليار دولار[98]. علاوة على ذلك تلوح في الأفق مشاريع خطوط أخرى محلية، فكينيا على سبيل المثال بدأت في أواخر عام 2022 بدراسة الجدوى الاقتصادية لمد خط أنابيب ينقل الغاز التنزاني إلى ميناء Mombasa الكيني، عبر خط أنابيب بطول 600 كم، وبتكلفة تقدر بنحو 1.1 مليار دولار[99].

3-2 الدور المتوقع لأفريقيا في الأسواق البترولية

هناك عدة عوامل تؤثر في ديناميكيات العرض والطلب، ومنها على سبيل المثال لا الحصر أزمة الطاقة في أوروبا، وتغير السياسات النقدية على الصعيد العالمي، وتوقعات بحدوث تباطؤ جوهري في النمو الاقتصادي واحتمال حدوث ركود عالمي، ومخاوف الصين من وباء كوفيد-19، وفقدان الإمدادات الروسية. وقد أظهرت العقود الآجلة تقلبات كبيرة خلال عام 2022، وما رافق ذلك من وصول أسعار النفط إلى حدود 140 دولار/البرميل في مارس 2022.

هذه العوامل مترافقة مع انخفاض الاستثمارات قد تعني أن الإنتاج العالمي ربما لا يكفي لتلبية الطلب على النفط في المستقبل القريب، خاصة وأن هناك عدداً محدوداً جداً من الدول التي تمتلك طاقة إنتاج احتياطية فعالة (من بينها الإمارات والسعودية).

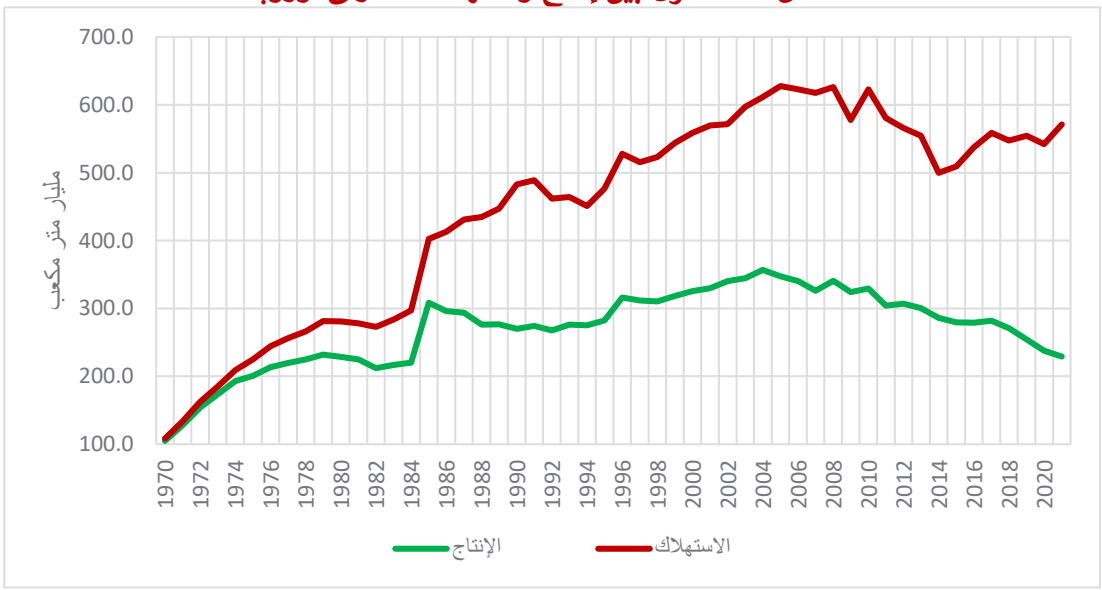
من ناحية أخرى، وخلال مشاركة "منتدى الدول المصدرة للغاز "في الدورة العاشرة لفريق الخبراء المعني بالغاز، والتابع للّجنة الاقتصادية الأوروبية، بين المنتدى في شهر مارس 2023، أن سعات تسييل الغاز في أفريقيا تبدو واعدة جداً وقد تصل إلى نحو 200 مليون طن عام 2050، بينما قد تصل صادرات الغاز المسال إلى ما يقارب 140 مليون طن في عام 2050[100].

1-2-3: المنظور الأوروبي لأمن الطاقة

يتوقع أن يخلق الطلب المتزايد على الغاز الطبيعي فرص عمل جديدة لموردي الغاز الطبيعي المسال في أفريقيا*، فمن المتوقع توسع استخدام الغاز المسال كعنصر ضمن مزيج الطاقة في أوروبا، وهو ما تدعمه دراسات الجدوى للمشاريع الجديدة، ولتوسيع المشاريع القائمة على حد سواء. أي أن الغاز الأفريقي سوف يمثل نسبة رئيسية من الواردات الأوروبية حتى بعد نهاية الأزمة الروسية الأوكرانية، وهذا يعني أن الدور الذي يمكن أن يلعبه الغاز الأفريقي سوف يغير الآلية العالمية للطلب[101].

يبين الشكل 23 الإنتاج والاستهلاك السنوي من الغاز في أوروبا، ويلاحظ منه وجود فجوة كبيرة وصلت إلى أكثر من 361 مليار متر مكعب في عام 2021. كما يبين الشكل نقطة أخرى في غاية الأهمية، وهي أن إنتاج الغاز الأوروبي قد تجاوز ذروته منذ منتصف العقد الماضي† تقريباً.

الشكل 23: الفرق بين إنتاج واستهلاك الغاز في أوروبا



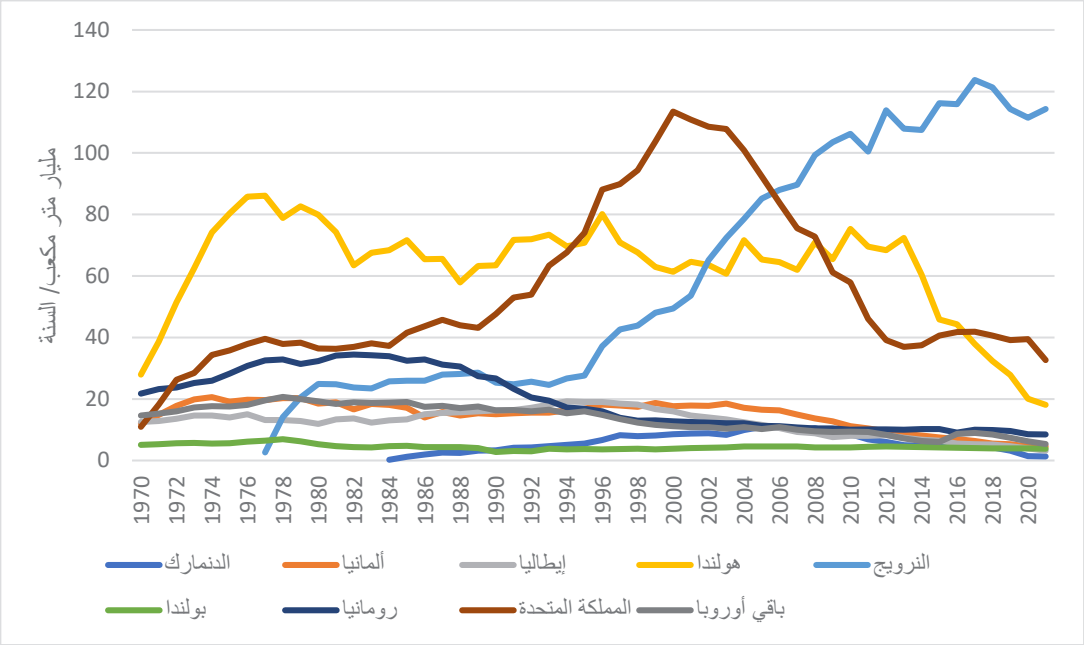
إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022

والواقع أن معظم إنتاج الغاز الأوروبي في عام 2021 أتى من المملكة المتحدة (16%)، والنرويج (54%)، وهولندا (9%)، وتوضح البيانات المتاحة أن الإنتاج في كل دول أوروبا قد تجاوز مرحلة الذروة باستثناء النرويج، كما هو مبين في الشكل 24. وربما كان هذا أحد المبررات التي تقف وراء سعي القارة الأوروبية إلى تبني ودعم مصادر الطاقة المتجددة والدفع باتجاه التحول الطاقي.

* وهو ما أكده الحاضرون في حديثهم على هامش "القمة العالمية للغاز الطبيعي المسال في أثينا" عام 2022.

† لا يختلف الأمر بالنسبة للنفط، إذ توضح البيانات المتاحة أن إنتاج النفط في أوروبا بلغ ذروته في عام 2001، وهو في تراجع مستمر منذ ذلك الحين.

الشكل 24: إنتاج الدول الأوروبية من الغاز



إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022

لقد تسببت الأزمة الروسية الأوكرانية في تغيير المنظور الأوروبي في مجال أمن الطاقة، وهو ما يمكن ملاحظته من خلال عدد كبير من التحولات في سياسات الدول، ومن بينها على سبيل المثال أن المملكة المتحدة رفعت إنتاجها من الغاز في النصف الأول من عام 2022 بنحو 26% مقارنة بنفس الفترة من عام 2021، ورغم أن معظم الزيادة أتت من وضع حقلين جديدين على الإنتاج، إلا أن كميات أخرى نتجت عن تغيير موقف المملكة المتحدة من إغلاق بعض الحقول، وذلك في مسعى لزيادة إمدادات الطاقة إلى أقصى حد ممكن لمواجهة نقص الإمداد. ثم أطلقت جولة تراخيص في 7 أكتوبر2022، شملت 898 قاطعاً، ومن المتوقع أن يتم أول إرساء نتيجة لهذه الجولة خلال العام الحالي 2023. ضمن هذا المجال، وفي محاولة لتبرير التغير في النهج الحكومي الذي كان -من منظور بيئي- يدفع للابتعاد عن الوقود الأحفوري، ذكر وزير المناخ في المملكة المتحدة أن إنتاج الغاز البريطاني "مفيد للبيئة" على عكس ما يتوقعه البعض، لأن الانبعاثات المرتبطة به أقل من تلك المرتبطة بالغاز المستورد[102]. وفي السياق ذاته، رفعت حكومة المملكة المتحدة في أواخر ديسمبر 2022 الحظر المفروض على إنتاج غاز السجيل (الغاز الصخري) في إنجلترا، وأكدت دعمها لجولة جديدة من تراخيص الاستكشاف والإنتاج، مبينة أن المملكة المتحدة سوف تسعى لتكون دولة مصدرة للطاقة في عام 2040. ومن الطبيعي فهم التحول في موقف المملكة المتحدة على ضوء أمن الطاقة واضطراب التوريدات التي شهدتها أوروبا بسبب الأزمة الروسية الأوكرانية.

وفي النرويج، قررت شركة Equinor وشركاؤها استثمار أكثر من 935 مليون دولار لتطوير إنتاج الغاز والمتكثفات في منطقة Halten East ضمن القسم النرويجي من بحر الشمال، والتي تقدر احتياطياتها القابلة للإنتاج بنحو 100 مليون برميل مكافئ نفط[103]. ويأتي هذا في سياق إعلان النرويج أنها سوف تستمر في عمليات التنقيب عن النفط والغاز خلال السنوات الأربع القادمة، بالرغم من إعلانها سابقاً عن نيتها خفض انبعاثاتها من غازات الدفيئة بمعدل 55% في عام 2030. ولا شك أن الاختناقات المحتملة في بعض مراحل سلاسل التوريد ضمن الصناعة البترولية، كانت من بين الأسباب التي دفعت بعض الهيئات لزيادة قيمة خططها الاستثمارية لمواجهة احتمالات تعثر سلاسل التوريد، ومنها على سبيل المثال ما أعلنه "مركز الإحصاء الوطني" في النرويج، من أن الشركات النرويجية العاملة في مجال النفط والغاز رفعت استثماراتها بنحو 12%عام 2022[104].

وعززت قبرص كذلك من مساعيها للتنقيب عن الغاز، وقد أعلنت في سبتمبر 2022 عن تحقيق اكتشاف جديد للغاز "Cronos-1"، قدرت احتياطياته الجيولوجية بنحو 70 مليار متر مكعب. وهو الاكتشاف الثاني بعد Calypso-1 الذي تحقق عام 2018، وقدرت احتياطياته الجيولوجية بحوالي 127 مليار متر مكعب. كما أعلنت في شهر ديسمبر 2022 عن اكتشاف عملاق ثالث للغاز قدرت احتياطياته الجيولوجية بنحو 56- 84 مليار متر مكعب. وضمن التداعيات باتجاه التحول الطاقي، تحاول قبرص أن تبرز كمصدّر محتمل للغاز، لكن ذلك ربما يحتاج لأربع أو خمس سنوات على الأقل حسبما أعلنته وزارة الطاقة القبرصية[105].

وتسعى إيطاليا عبر شركة Eni لرفع وارداتها من الغاز من منطقة البحر البيض المتوسط، وهو ما تجلى في الاتفاقية التي تم توقيعها بين Eni وبين "المؤسسة الوطنية للنفط" في ليبيا في مطلع عام 2023، لتطوير حقلي غاز قبالة السواحل الليبية. وأعلنت Eni أن هذا أكبر مشروع يتم تطويره في ليبيا منذ العام 2000، إذ تقدر استثماراته بنحو 8 مليار دولار، ومن المتوقع إنتاج 750 - 800 مليون م^3/ي من الغاز من الحقلين اعتباراً من عام 2026، ولمدة 25 عاماً. وسوف يتم الإنتاج من خلال منصتين رئيسيتين مرتبطتين بمرافق المعالجة الحالية في مجمع مدينة "مليته" شمال غرب ليبيا.

في الواقع، ربما تكون أوروبا قد تمكنت من تجاوز الشتاء الحالي (2022- 2023) الذي كان دافئاً على غير المعتاد، لكن الحل الدائم لأوروبا المتعطشة إلى الطاقة لم يوجد بعد، فتعامل أوروبا مع حظر واردات النفط الروسي عمل على تغيير الأركان الأساسية لاقتصادها، لكن الحلول كانت بمعظمها آنية غير مستدامة،

دراسة

فاستيراد الغاز الأمريكي المسال، حل إلى حد كبير محل الغاز المسال الروسي، لكنه كان أغلى ثمناً.

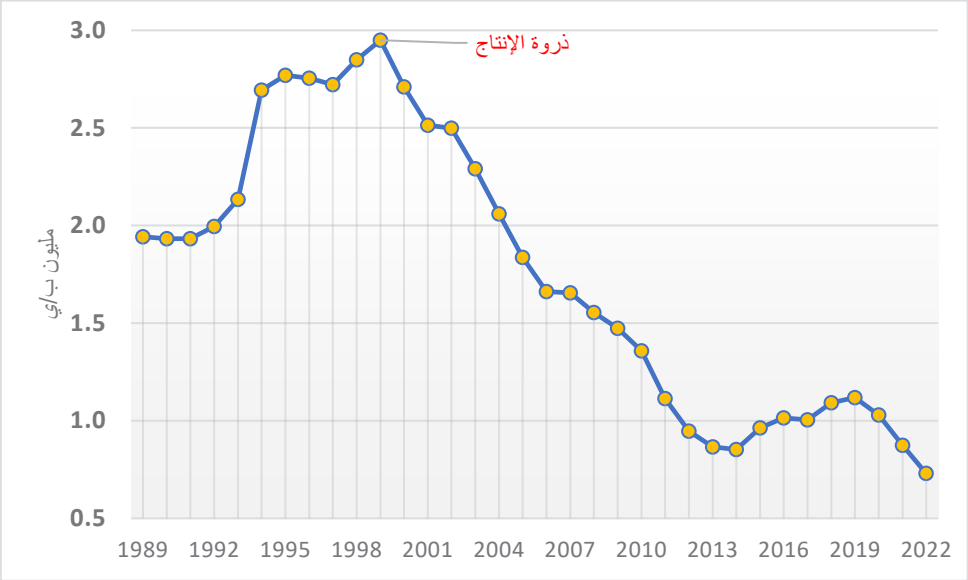
وقد تكون مجمل الأسباب التي ذكرت في هذه الدراسة، وراء دعوة شركة الطاقة العملاقة Eni في مطلع عام 2023، إلى إنشاء محور للطاقة بين الجنوب والشمال[106]، أي بين أوروبا وأفريقيا. وإذ يبدو أن الخلاف بين روسيا وأوروبا في مجال الطاقة لن يحل قريباً، فإن القارة الأوروبية تحتاج إلى علاقة طاقية موثوقة مع أفريقيا، لتستفيد من احتياطياتها القديمة والجديدة من النفط والغاز، فضلاً عن القدرات الهائلة المتاحة في أفريقيا لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

تمثل دعوة Eni لتكوين رابطة طاقة بين الاتحاد الأوروبي وأفريقيا توسعاً كبيراً في الترتيبات الجارية بين القارتين. ولا يُنكر أن الروابط الاقتصادية القوية والروابط الجيوسياسية كان لها فضل في إيجاد شراكات إستراتيجية في مجال الطاقة لعقود عديدة مع الاتحاد الأوروبي، إذ تشكل دول شمال أفريقيا على وجه الخصوص جزءاً من سياسة حسن الجوار التي يتبعها الاتحاد الأوروبي في جنوب البحر الأبيض المتوسط. ويشار هنا إلى أن رؤساء الدول الإفريقية والأوروبية سبق وأن أطلقوا في عام 2007 "شراكة الطاقة بين أفريقيا والاتحاد الأوروبي" (AEEP) في إطار الإستراتيجية المشتركة بين الطرفين، وترى Eni أنه ينبغي إحياؤها وتعزيزها. كما أن الروابط الثنائية الفردية بين الدول الأفريقية والدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي نشطة منذ عقود وتتسارع بشكل مضطرد كما ذكر سابقاً.

تجدر الإشارة إلى أن البيانات المتاحة عن معدلات إنتاج النفط في أوروبا تبين أن وضع إنتاجه لا يختلف عن الغاز، إذ بلغ ذروته في أواخر التسعينات من القرن الماضي حين بلغ نحو 7.1 مليون ب/ي، وتراجع منذ ذلك الحين بنسبة 52% حيث وصل في عام 2021 إلى 3.4 مليون ب/ي*. ويمكن على سبيل المثال النظر في الشكل 25 الذي يبين إنتاج المملكة المتحدة من النفط منذ مطلع تسعينات القرن الماضي وحتى عام 2022، ويوضح أن ذلك الإنتاج بلغ ذروته عام 1999، ليتراجع بعد ذلك بشكل مضطرد.

* عملياً، شكل إنتاج النفط في المملكة المتحدة والنرويج أكثر من 85% من إجمالي إنتاج النفط الأوروبي في عام 2021.

الشكل 25: إنتاج النفط في المملكة المتحدة حتى نهاية عام 2022



إعداد الباحث، اعتماداً على بيانات من: BP Statistical Review of World Energy، 2022، والإحصاءات الشهرية من OGJ.

2-2-3: شراكات الطاقة الأفريقية الأوروبية

لا تزال أفريقيا سوق طاقة غير مستثمر بالشكل الأمثل بالنسبة للاتحاد الأوروبي، ويرجع هذا إلى حد كبير إلى مفارقة صعبة وضعت أوروبا نفسها فيها، فالاتحاد الأوروبي مهتم بتعزيز الشراكات الاقتصادية والطاقة مع أفريقيا، لكن ذلك غالباً ما يتطلب التزامات طويلة الأجل لتطوير مثل هذه الشراكات والحفاظ عليها مالياً. وهو ما يتعارض مع الالتزامات الأوروبية نحو التحول الأخضر الذي ينظر إلى الهيدروكربونات على أنها مجرد "وقود مرحلي"، وهو ما يمكن أن يحد من استقرار العلاقات طويلة الأجل. يضاف إلى ما سبق أن مخاوف المستثمرين التقليدية* والصور النمطية لأفريقيا†، تعرقل ما يمكن أن يكون شراكات مربحة وذات منفعة متبادلة.

تعد فرص تكوين شراكات الطاقة عموماً بين الاتحاد الأوروبي وأفريقيا فرصاً قيمة، حتى في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. فقد تم توصيل شبكات الكهرباء بين المغرب وإسبانيا، ويتم تصدير الطاقة الشمسية بالفعل إلى أوروبا. وتخطط مصر واليونان لبناء خط ربط كهربائي بحري ضخم بقدرة 3000 ميجا واط عبر قبرص واليونان لنقل الكهرباء المنتجة من مزارع الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح. وتعتزم بعض الشركات

* يعد الموقف المتذبذب للدول الأوربية من الطاقة الأحفورية من أهم هذه التخوفات، فهي تريد ضمان إمدادات الطاقة، وفي نفس الوقت تتخذ موقفاً سلبياً متطرفاً من مصادر الطاقة الأحفورية.

† مثل التخوف من الصراعات الداخلية والمشاكل الجيوسياسية.

الأوروبية توصيل الكهرباء من المصادر المتجددة في تونس إلى أوروبا عبر إيطاليا، ويتوقع أن يتخذ قرار الاستثمار النهائي في هذا الشأن في عام 2024. وحتى في مجال الطاقة النووية، يمكن أن تؤدي زيادة الواردات من اليورانيوم الناميبي والنيجيري إلى زيادة توليد الكهرباء من الطاقة النووية في أوروبا الشرقية[107]. وتلعب أفريقيا دوراً رياديا في مشاريع الطاقة الهيدروجينية، إذ تسعى إلى استخدام الهيدروجين كمصدر للطاقة حيث من مفترض أن تزيد مشاريع الهيدروجين الأخضر- وإن كانت في مراحلها الأولى- من كفاءة الطاقة والاستدامة البيئية والمالية في الأعضاء الستة لتحالف الهيدروجين الأخضر الأفريقي (مصر، وكينيا، وموريتانيا، والمغرب، وناميبيا، وجنوب إفريقيا).

ولتسمية الأشياء بمسمياتها، لابد من القول إن نجاح التعاون في مجال الطاقة بين الاتحاد الأوروبي وأفريقيا يبقى رهناً بالخيارات والمواقف السياسية للقارتين مع بعضهما البعض. إذ يسهل على الدول الأوربية التبشير بالطاقة الخضراء بعد أن طورت بنيتها التحتية على حساب الإساءة إلى البيئة في العديد من دول أفريقيا، وإذ تنعم حالياً بحياة ما بعد التصنيع الغربي، فإن من الصعب على الدول الأفريقية أن تتناول موضوع البيئة بنفس المنظور الأوروبي بينما يعاني معظم سكانها من فقر الطاقة. فعلى سبيل المثال، وفي سبتمبر 2022، رد القادة السياسيون في أوغندا وتنزانيا بشدة على البرلمان الأوروبي الذي دعا إلى "إنهاء الأنشطة الاستخراجية في النظم البيئية المحمية والحساسة، بما في ذلك شواطئ بحيرة Albert (التي تشكل جزءاً من خط أنابيب النفط الخام المخطط له في شرق أفريقيا). ودعا القرار المدعوم من أعضاء البرلمان الأوروبي إلى ممارسة "أقصى قدر من الضغط" على المشروع الذي تبلغ قيمته 3.4 مليار دولار. وقد فسر البعض هذا على أنه شكل من أشكال الاستعمار الجديد والإمبريالية ضد سيادة الدول الأفريقية. وظهر هذا التوتر أيضاً عند طرح مشاريع أخرى، مثل حزمة الاستثمارات الأوروبية Global Gateway Africa، والتي تذكر المفوضية الأوروبية أن أوروبا تهدف من خلالها إلى استثمار 150 مليار يورو لتسريع مشاريع التحول الأخضر والتحول الرقمي والتنمية المستدامة وتعزيز أنظمة الصحة والتعليم في إفريقيا[108].

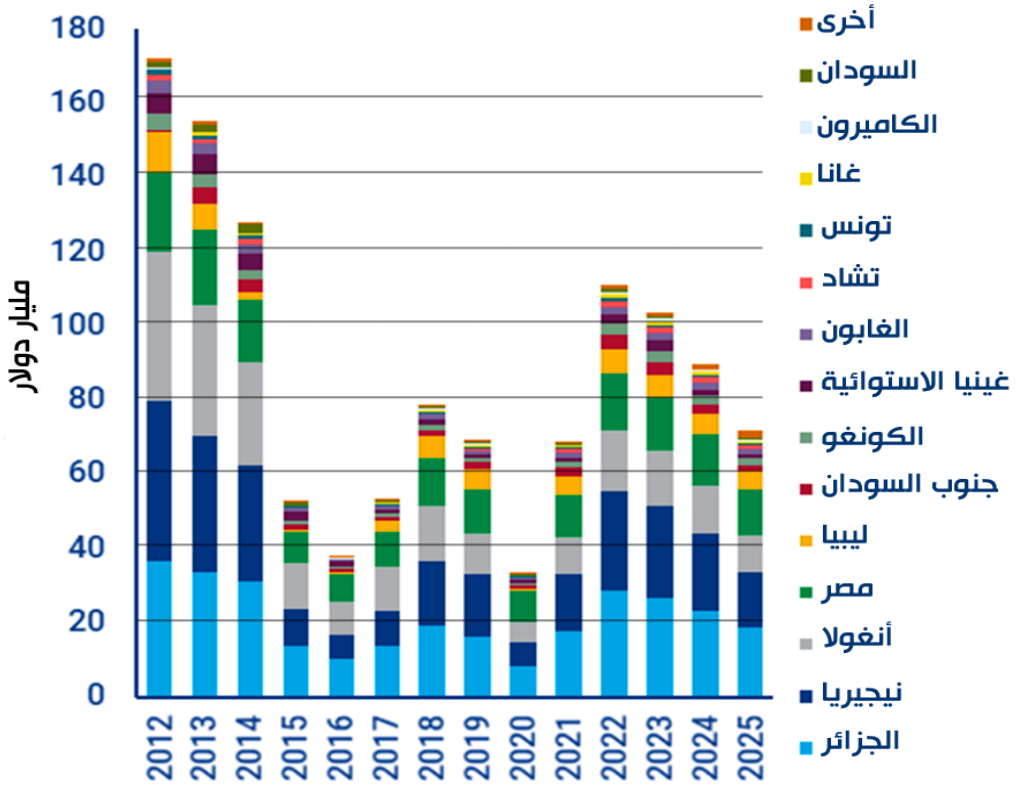
أبرزت الأزمات الجيوسياسية التي عصفت بالعالم وما تلاها من أزمة الطاقة في أوروبا، أن الاقتصاد العالمي يعتمد على الوقود الأحفوري بالرغم من كل ما يقال عن مشاركات مصادر الطاقة المتجددة. وخلافاً للمنظور البيئي الذي قادت ركبه دول أوروبا متمثلة في وكالة الطاقة الدولية ودعوتها إلى إيقاف الاستثمار في مشاريع الاستكشاف والإنتاج الجديدة، فقد انطلقت بالمقابل الدعوة إلى المزيد من إمدادات النفط والغاز. وتظهر أفريقيا في هذا المقام على أهبة الاستعداد لتكون محوراً لتلبية الطلب، إذ تمتلك إفريقيا موارد ضخمة

غير مطورة، علاوة على احتياطيات لم يتم اكتشافها بعد، وحتى نهاية عقد 2020، تم اكتشاف أكثر من 61 مليار برميل مكافئ نفط من الموارد التقليدية في أفريقيا، أي ما يقرب من ضعف ما تم اكتشافه في أي منطقة أخرى في العالم، ومثل الغاز الطبيعي الجزء الأكبر من هذه الاكتشافات التي لا يزال العديد منها غير موضوع على الإنتاج بعد، ومنها على سبيل المثال اكتشاف Baleine في المياه العميقة لساحل العاج (1150 م) والذي قدرت احتياطياته في شهر يوليو 2022 بنحو 2.5 مليار برميل من النفط، وأكثر من 93 مليار متر مكعب من الغاز[109]. كما أن اكتشافي Venus، وGraff العملاقين عام 2022، شكلا فاتحة لمنظومة هيدروكربونية جديدة في ناميبيا. وفي هذا المقام يتوقع أن يرتفع الاستثمار في مجال الاستكشاف والإنتاج في أفريقيا، ويرى بعض المحللين[110] أن الاكتشافات الجديدة الكبيرة سوف تشجع على مضاعفة الإنفاق بحلول عام 2025 مقارنة مع أدنى مستوياته التي بلغها عام 2020.

وفي ظل الاكتشافات الجديدة، لن تبقى نيجيريا والكونغو وأنغولا المستقطب الأساسي للاستثمارات، بل سوف تزاحمها كل من أوغندا وجنوب أفريقيا والسنغال وساحل العاج وموزمبيق وناميبيا. وبطبيعة الحال فإن الحكومات لديها دوافع اقتصادية هامة لتسريع وتمتين هذا الاستقطاب، فعلاوة على الفائدة المباشرة للاستثمارات، هناك العوائد الحكومية المتوقعة من حصص الإيرادات، والتي يفترض أن تساهم في تعزيز الناتج المحلي الإجمالي لتلك الدول.

ومن المتوقع أن تصل العوائد الحكومية[111] من صناعة الاستكشاف والإنتاج لدول أفريقيا مجتمعة إلى أكثر من 100 مليار دولار في العام الحالي 2023، كما هو مبين في الشكل 26.

الشكل 26: العوائد الحكومية المتوقعة في مجال الاستكشاف والإنتاج



المصدر: Flowers، 2022.

وربما يدعم هذه التحولات المتوقعة في أفريقيا، أن القوانين والقرارات النفطية باتت تُسنُّ لتعمل على تسريع إصدار التصاريح والتراخيص والموافقات، بما يضمن استمرارية سلاسل التوريد، وهو أمر في غاية الأهمية لبناء الثقة مع المستثمرين. وبالرغم من أن المستقبل على المدى البعيد ينحو باتجاه الطاقة منخفضة الكربون، إلا أن الاستثمارات في صناعة النفط والغاز في أفريقيا ستكون مربحة للجانبين، خاصة إذا بات تطوير أسواق الطاقة المحلية جزءاً من الاستراتيجيات المشتركة بين الدول وبين المستثمرين.

ولا شك أن العديد من الشركات الكبرى التي تدرك أهمية الشراكة الاستراتيجية مع الدول الأفريقية، باتت تركز مؤخراً على هذه الشراكة بشكل أكبر بعد الاضطراب الذي شهده سوق الطاقة نتيجة الأزمة الروسية الأوكرانية، فقد أعلنت شركة TotalEnergies في عام 2022 أنها ستستثمر 850 مليون دولار في حقل Begonia في **أنغولا**، وهي إضافة جديدة إلى مشاريعها القائمة فعلاً في أفريقيا، وقد يؤدي ذلك إلى زيادة إنتاجها في المنطقة بمقدار 30 ألف ب/ي، ويتوقع لها أن تبدأ العمليات في الحقل في نهاية عام 2024.

وفي **نيجيريا**، وبعد سنوات من التأخير، قررت شركة Shell في العام الحالي 2023 استئناف العمل على مشروع Bonga North، ومشروع حقل Bonga South West*، وتقدر تكاليف المشروعين بنحو 10 مليار دولار. تقدر احتياطيات مشروع Bonga North بنحو 525 مليون برميل من النفط، ويمكن لهذا المشروع أن يدعم هدف نيجيريا في زيادة الإنتاج إلى مستويات ما قبل وباء كورونا، حيث بلغ بحسب بيانات أوبك 1.72 مليون ب/ي عام 2018، لكنه تراجع في عام 2020 إلى نحو 1.45 مليون ب/ي[112].

أما **أوغندا**، فلديها خطط لمواصلة توسيع صناعتها النفطية من خلال شركة TotalEnergies التي تعمل على تطوير مشروع Lake Albert. وقد شهد المشروع استثمارات بقيمة 10 مليارات دولار حتى اليوم، وهو مشروع متكامل مرتبط بتطوير حقلي Tilenga، وKingfisher، وبناء خط أنابيب "شرق أفريقيا" بطول 1500 كم ينقل إنتاج النفط من المشروع إلى ميناء Tanga في تنزانيا، وسوف يساهم المشروع عند اكتماله في رفد إنتاج أوغندا بنحو إلى 230 ألف ب/ي. وقد جرى في منتصف عام 2021 إبرام عدد من الاتفاقيات بين المساهمين، مثل اتفاقية تعرفة نقل النفط في الخط المشار إليه. ويتوقع أن يبدأ المشروع تصدير النفط في عام 2025[113].

بينما تركز **غانا** على إنتاجها المحلي، الذي تأمل أن يتضاعف بحلول نهاية العام الحالي 2023 من أقل من 200 ألف ب/ي إلى حوالي 420 ألف ب/ي. وقد اجتذبت الاكتشافات الغانية الأخيرة في المياه شديدة العمق (2500 م) في قاطع Tano Cape Three Points استثمارات كبيرة للبلاد، وتدير العمل في هذه الاكتشافات شركة Aker Energy النرويجية، حيث تقدر الاحتياطيات المؤكدة من النفط في أهم حقولها "Pecan" ضمن القاطع بنحو 334 مليون برميل، ويتوقع أن يصل إنتاجه إلى أكثر من 110 آلاف ب/ي[114]. يذكر أن هذا القاطع يضم حقل Jubilee الذي اكتشف عام 2007، وتقدر احتياطياته بأكثر من 3 مليار برميل، وقد أنتج عام 2022 أكثر من 30 مليون برميل بمعدل يومي بلغ حوالي 83.6 ألف ب/ي، كما تم تسويق حوالي 1 مليار متر مكعب من الغاز من الحقل في نفس العام[115].

وفي غينيا الاستوائية، أعلنت شركة Africa Oil Corp في شهر فبراير 2023، عن عقدي مشاركة بالإنتاج تمتلك الشركة بموجبهما 80% من حصص القاطعين البحريين EG-18 و EG-31، حيث تخطط الشركة لإنفاق 7 ملايين دولار في فترة الاستكشاف الأولية[116].

* مشروعان في المياه العميقة (أكثر من 1000 م) قبالة سواحل نيجيريا.

الخلاصة والاستنتاجات

- تشكل أفريقيا منطقة واعدة بدأت بالفعل تحتل مكاناً متقدماً على خريطة الطاقة العالمية، وخاصة في مجال الغاز، حيث تبدو سعات تسييل الغاز في أفريقيا واعدة جداً وقد تصل إلى نحو 200 مليون طن عام 2050، بينما قد تصل صادرات الغاز المسال إلى ما يقارب 140 مليون طن في عام 2050.
- يمكن لأفريقيا أن تشكل مصدراً هاماً من مصادر الأمن العالمي للطاقة، خاصة وأنها قد حققت اكتشافات عملاقة في مختلف أحواضها، وتمتلك هذه الحقول القدرة على تغيير مسار حركة الشركات البترولية الدولية، وعلى تغيير الأوضاع والمقدرات في البلدان التي تتحقق فيها هذه الاكتشافات. وتعمل البلدان التي تشرف على الأحواض البحرية على تقديم شروط مالية وقانونية مواتية، تحد من مخاطر عمليات التنقيب والاستكشاف. وتبرز أهمية المشاريع الجديدة والاستثمارات من حقيقة أن الطلب على النفط في افريقيا سوف يتجاوز معدلات الإنتاج الحالية في عام 2039 ما لم تتضافر الجهود لتطوير عمليات الاستكشاف والإنتاج في القريب العاجل.
- إن تقييد ميزانيات الاستكشاف سوف يقود إلى انخفاض الإمداد العالمي من النفط والغاز، بينما يرتفع الطلب بشكل ملحوظ على المدى القصير. وتوضح الأمثلة التي طرحت عن كلفة خطوط الأنابيب، حجم الاستثمارات الهائلة اللازمة لنقل النفط والغاز، وهو ما لا يقل أهمية عن الاستثمار في صناعة التنقيب والإنتاج، مما يشير إلى أهمية الاستمرار بضخ الاستثمارات للمحافظة على سوق بترولية مستقرة من جهة، ولضمان أمن الإمداد من جهة أخرى.
- لا شك أن أوروبا بحاجة ماسة إلى مصادر جديدة للطاقة، خاصة مع تراجع إنتاجها من النفط والغاز. وفي ظل تراجع الإنتاج الأوروبي من النفط والغاز، والعقوبات التي فرضت على النفط والغاز الروسي، تعتبر أوروبا المستورد الأساسي المحتمل لأي طاقات إنتاجية جديدة في القارة الأفريقية، لذلك يجب أن تأخذ استراتيجيات وطموحات الاتحاد الأوروبي -حول الطاقة الخضراء والتنمية منخفضة الكربون- في الاعتبار حاجة البلدان الأفريقية إلى شق طريقها للخروج من فقر الطاقة، والسعي لتحقيق التنمية الاقتصادية وتصدير الهيدروكربونات في ظل عدم وجود استثمارات كافية لبناء صناعات وطنية قوية للطاقة المتجددة. ويمكن للاتحاد الأوروبي تحويل النقص الحالي في الهيدروكربونات، والتحول الأخضر، إلى فرصة اجتماعية واقتصادية خارج حدود أوروبا وتطوير مصادر الطاقة المتجددة واليورانيوم والهيدروكربونات في أفريقيا لإفادة القارتين.

- تواجه بعض الدول الأفريقية عدداً من العوائق الأمنية الداخلية، والجيوسياسية، التي تحد من إمكانية تطوير بعض الاكتشافات، أو تجعل العمل عليها بطيئاً. لكن الأحداث العالمية تساهم حالياً في إيجاد آليات لتسريع عمليات التطوير بما يلبي الطلب المتنامي على الطاقة.

المراجع حسب ترتيب ورودها في الدراسة

[1] Akinlawon Ladipo Mabogunje. *Africa Geologic History. Encyclopedia Britannica*. Last update 22/7/2022. https://www.britannica.com/place/Africa

[2] African Energy. *African Energy Atlas 2020/2021 edition*. April 2020.

[3] Chinedu Okafor. *The Nigerian finance minister lays out a budget plan of $2.3 trillion to defeat the infrastructure problem in the country*. Business Insider Africa, 8/10/2022. https://africa.businessinsider.com/local/markets/the-nigerian-finance-minister-lays-out-a-budget-plan-of-dollar23-trillion-to-defeat/1ng23zq

[4] تركي الحمش. دور حقول البترول الناضجة في تلبية الطلب العالمي على الطاقة. أوابك، 2022.

[5] International Energy Agency, World Energy Outlook 2021.

[6] UN. Peace, dignity and equality, on a healthy planet. https://www.un.org/en/global-issues/population

[7] Simon Flowers. *Africa's energy challenge*. 12/11/2021. https://www.woodmac.com/news/the-edge/africas-energy-challenge/

[8] IEA. *Africa Energy Outlook 2022.* World Energy Outlook Special Report. https://www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2022

[9] Ref. 8

[10] دينا قدري. 25 مليون برميل من النفط النيجيري تبحث عن مشترين.. وهذه أبرز البدائل. منصة الطاقة. 2023/3/26. https://attaqa.net/2023/03/26/25-%d9%85%d9%84%d9%8a%d9%88%d9%86-%d8%a8%d8%b1%d9%85%d9%8a%d9%84-%d9%85%d9%86-%d8%a7%d9%84%d9%86%d9%81%d8%b7-%d8%a7%d9%84%d9%86%d9%8a%d8%ac%d9%8a%d8%b1%d9%8a-%d8%aa%d8%a8%d8%ad%d8%ab-%d8%b9%d9%86/

[11] BP Statistical Review of World Energy, 2022

[12] IEA. *Total Energy Supply, 2020. Africa.* https://www.iea.org/regions/africa

[13] IAEA, *Nuclear Power Reactors in the World.*2022 Edition

[14] Acha Leke et al. *The future of African oil and gas: Positioning for the energy transition*. Mckinsey & Company. 8/6/2022. https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-

gas/our-insights/the-future-of-african-oil-and-gas-positioning-for-the-energy-transition

[15] تقرير الأمين العام السنوي، أوابك. 2021/48.

[16] Bp Statistical Review of World Energy, 2022.

[17] Oil and Gas Journal. *Worldwide Estimates of Crude Oil and Gas Reserves*. January, 2022.

[18] أوابك، *تقرير الأمين العام السنوي*، 2021/48.

[19] Bp Statistical Review of World Energy, 2022.

[20] Eni World Energy Review 2022. *Oil - Production Quality*. https://www.eni.com/en-IT/global-energy-scenarios/world-energy-review.html

[21] Felicity Bradstock. *Africa's Oil Industry Is Set To Flourish In 2023. Oil Price.* 6/3/2023. https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Africas-Oil-Industry-Is-Set-To-Flourish-In-2023.html

[22] تركي الحمش. *جيولوجية بعض الأحواض الترسيبية في الشرق الأوسط وإمكانياتها البترولية*. مجلة النفط والتعاون العربي/ أوابك. المجلد 37، العدد 138. صيف 2011.

[23] British Geological Survey. Africa Groundwater Atlas. 2011. https://www2.bgs.ac.uk/groundwater/international/africaGwAtlas.html

[24] Marc Traut et al. Exploration history of the Palaeozoic petroleum systems of North Africa. http://sp.lyellcollection.org/

[25] R. C. Selley and D. van der Spuy. *The Oil and Gas Basins of Africa*. Journal of International Geoscience, Episodes Vol. 39, no. 2, 2016. https://doi.org/10.18814/epiiugs/2016/v39i2/95786

[26] تركي الحمش. *تأثير تراجع أسعار النفط بسبب جائحة (كوفيد 19) على مجال الاستكشاف والإنتاج في الصناعة البترولية*. أوابك، 2021.

[27] Backer Hughes. International Rig Count, 2023.

[28] أوابك. *تقرير الأمين العام السنوي* 42، 2015.

[29] USGS. *Assessment of Undiscovered Oil and Gas Resources of Libya and Tunisia, 2010*. Fact Sheet 2011-3105. September, 2011.

[30] تركي الحمش. *تطوير المصادر البترولية في الدول العربية*. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، مجلة النفط والتعاون العربي. المجلد 38، العدد 140، شتاء 2021.

[31] GeoExpo Magazine. *Half a Century of Oil in Libya*. GeoExpo Vol. 6, No. 1, 2009. Available at: https://www.geoexpro.com/articles/2009/01/half-a-century-of-oil-in-libya

[32] W. W. Fraser. *Geology of the Zelten Field. Libya, North Africa*. Paper presented at the 7th World Petroleum Congress, Mexico City, Mexico, April 1967. Available at: https://onepetro.org/WPCONGRESS/proceedings-abstract/WPC07/All-WPC07/WPC-12124/198894

[33] وزارة البترول والثروة المعدنية في جمهورية مصر العربية. *ذاكرة البترول*. (بدون تاريخ). متاح عبر: https://www.petroleum.gov.eg/ar-eg/about-ministry/petroleum-industry/Pages/petroleum-industry-development.aspx

[34] المرجع 22.

[35] وزارة البترول والثروة المعدنية في جمهورية مصر العربية. *ذاكرة البترول*. (بدون تاريخ). متاح عبر: https://www.petroleum.gov.eg/ar-eg/about-ministry/petroleum-industry/Pages/petroleum-industry-development.aspx

[36] وزارة الطاقة والنفط في السودان. *تاريخ النفط في السودان* (بدون تاريخ). https://www.mop.gov.sd/eng/page/history-of-oil-exploration-in-sudan

[37] Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM). *History of Exploration Activities*. (No date). https://hydrocarbons.onhym.com/en/history

[38] Bureau de Recherches et de Participations Minières

[39] Andrew Latham *et al*. *What is the future of oil and gas exploration?* May 2022. https://www.woodmac.com/news/opinion/what-is-the-future-of-oil-and-gas-exploration/

[40] Alana Tischuk *et al*. *The hunt for advantaged oil*. Wood Mackenzie, March, 2021. https://www.woodmac.com/news/opinion/the-hunt-for-advantaged-oil/

[41] Moustapha Bechir. *Developing the Oil & Gas market, Mauritania as a destination for Oil and Gas majors.* Director General Of Hydrocarbons. Ministère du Pétrole, de l'Energie et des Mines. October, 2019. https://www.petrole.gov.mr/IMG/pdf/presentation-dgh-_2019.pdf

[42] Mostefa Ouki. *Mauritania - Senegal: an emerging New African Gas Province — is it*

still possible? Oxford Institute for Energy Studies, 2020. DOI: https://doi.org/10.26889/9781784671655

[43] وزارة البترول والمعادن والطاقة الموريتانية، الموقع الرسمي، كلمة لمعالي الوزير في افتتاح النسخة السادسة من مؤتمر ومعرض موريتانيد، 2022/11/22. https://www.petrole.gov.mr/spip.php?article1203

[44] Grand Tortue Ahmeyim، وكلمة تورتو "Tortue" تعني السلحفاة باللغة الفرنسية.

[45] Bate Felix. *Mauritania Hopes to Agree Plan for BP's BirAllah Gas Field in 2-3 years*. Offshore Engineering. September 2022. https://www.oedigital.com/news/499190-mauritania-hopes-to-agree-plan-for-bp-s-birallah-gas-field-in-2-3-years

[46] BP. *Greater Tortue Ahmeyim Phase 1*. https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en_mr/mauritania/home/pdf/greater-tortue-ahmeyim-fact-sheet-english.pdf

[47] Oil & Gas Journal. *Shell discovers light oil offshore Namibia*. February 2022. https://www.ogj.com/exploration-development/discoveries/article/14233174/shell-discovers-light-oil-offshore-namibia

[48] LNG Industry Insight. *TotalEnergies discovers significant Namibian natural gas resource*. March 2022. https://www.lngindustry.com/liquid-natural-gas/11032022/totalenergies-discovers-significant-namibian-natural-gas-resource/

[49] Reuters. *Shell and Total Namibia oil discoveries likely in billions of barrels -minister*. https://www.reuters.com/business/energy/shell-total-namibia-oil-discoveries-likely-billions-barrels-minister-2022-09-02/

[50] Journal of Petroleum Technology. *TotalEnergies Discovers Large Oil Field off Namibia*. 1/4/2022. https://jpt.spe.org/totalenergies-discovers-large-oil-field-off-namibia

[51]Nicholas Nhede. *Chevron to Re-enter Namibia's Hydrocarbons Sector with Orange Basin Acquisition*. Energy Capital& Power. 4/10/2022. https://energycapitalpower.com/chevron-to-re-enter-namibias-hydrocarbons-sector-with-orange-basin-acquisition/

[52] Offshore Technology. *Kudu Gas Field, Orange Sub-Basin*. 7/11/2010. https://www.offshore-technology.com/projects/kudugasfieldnamibia/

[53] Charné Hollands. *2022 Discoveries Turning Namibia into an Exploration Hotspot*. 26/9/2022. https://energycapitalpower.com/2022-discoveries-turning-namibia-into-an-exploration-hotspot-says-rystad-energy/

[54] Simon Flowers. *How Africa maximises its oil and gas riches. Wood Mackenzie*. 14/10/2022. https://www.woodmac.com/news/the-edge/how-africa-maximises-its-oil-and-gas-riches/

[55]Charné Hollands. *Angola Tops Nigeria as the Biggest Oil Producer for the Fourth Month in a Row.* Energy Capital& Power. 21/9/2022. https://energycapitalpower.com/angola-tops-nigeria-as-the-biggest-oil-producer-for-the-fourth-month-in-a-row/?utm_campaign=MSGBC2022&utm_medium=email&_hsmi=229379515&_hsenc=p2ANqtz-9Uoa-2ULS3kD81YZpjbh45w9HdemZcfkQilG-4oPkchP89tBuCGhmLNEf1U4VwN2488Jj7u6hPANoSm1iqLQJOjNP4YQ&utm_content=229379515&utm_source=hs_email

[56] Cyril de Coatpont. *Kaombo: An Innovative ultra-deep-water offshore project in Angola*.Total Energies. https://totalenergies.com/energy-expertise/projects/oil-gas/deep-offshore/kaombo-ultra-deepwater-offshore-project

[57] Angola LNG. *About Angola LNG*. https://www.angolalng.com/about-angola-lng

[58] Eni. Press Release: *Eni announces the completion of negotiations to start up New Gas Consortium in Angola.* 27/7/2022. https://www.eni.com/en-IT/media/press-release/2022/07/eni-announces-completion-negotiations-start-up-new-gas-consortium-angola.html

[59] Charné Hollands. *Zambia Looks to Angola for Fuel Security. Energy Capital& Power.* 18/1/2023. https://energycapitalpower.com/zambia-looks-to-angola-for-fuel-security/

[60] Shoshana Kedem. *Mozambique kicks off first offshore gas project. January 2022*. African Business. https://african.business/2022/01/energy-resources/mozambique-kicks-off-first-offshore-gas-project/

[61] LNG Industry Insight. *TotalEnergies discovers significant Namibian natural gas resource*. March 2022. https://www.lngindustry.com/liquid-natural-gas/11032022/totalenergies-discovers-significant-namibian-natural-gas-resource/

[62] Eni. *Coral South: the gas field off the coast of Mozambique*. Eni Operations. October 2022. https://www.eni.com/en-IT/operations/mozambique-coral-south.html

[63] OPEC. *Annual Statistical Bulletin 2022*.

[64] Adam Vaughan. *Oil in Nigeria: a history of spills, fines and fights for rights*. The Guardian. 4/11/2011. https://www.theguardian.com/environment/2011/aug/04/oil-

nigeria-spills-fines-fights

[65] تركي حمش. *اندفاعات الآبار وآثارها البيئية*. أوابك، 2012.

[66] Sylvia Hood Washington, Heather Goodall, Paul C. Rosier (Editors), *Echoes from the poisoned well: global memories of environmental injustice*. Lexington Books. Maryland, USA. 2006.

[67] Wood Mackenzie. *OML 139 & 154 (Owowo)*. Report Summary. 14/3/2022. https://www.woodmac.com/reports/upstream-oil-and-gas-oml-139-and-154-owowo-44548046/

[68] Afonne Emmanuel. *New oil, gas discoveries indicate huge gas reserves in Nigeria – Expert*. NAN, 19/3/2023. https://www.nannews.ng/2023/03/19/new-oil-gas-discoveries-indicate-huge-gas-reserves-in-nigeria-expert/

[69] OPEC. *Annual Statistical bulletin*, 2022.

[70] OPEC. *Equatorial Guinea facts and figures*. No date. https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/4319.htm

[71] OPEC. *Annual Statistical bulletin*, 2022.

[72]Oil Review Middle East. *Africa must develop own gas market, says EG Minister*. 27/1/2023. https://www.oilreviewafrica.com/events/event-news/africa-must-develop-own-gas-market-says-eg-minister

[73] World Oil Staff. *Atlas Petroleum, partners advance Venus oil discovery offshore Equatorial Guinea.* World Oil Magazine. 21/3/2023. https://worldoil.com/news/2023/3/21/atlas-petroleum-partners-advance-venus-oil-discovery-offshore-equatorial-guinea/

[74] Privacy Shield Framework. *Gabon Country Commercial Guide.* (No date.) *https://www.privacyshield.gov/article?id=Gabon-Petroleum-and-Crude-Production*

[75] OPEC. *Annual Statistical Bulletin*, 2022.

[76] Ener Data Intelligence and Consulting. *Gabon's national oil company signs first oil production contract.* 6/10/2016. https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/gabons-national-oil-company-signs-first-oil-production-contract.html

[77]Nicholas Nhede. *Africa's Biggest LNG Developments in 2022*. Energy Power& Capital.

30/12/2022. https://energycapitalpower.com/africas-biggest-lng-developments-in-2022/

[78] RystadEnergy. *Spurred by the energy crisis, global LNG investments will now peak at $42 billion in 2024, a 50% jump from current spending*. August 2022. https://www.rystadenergy.com/news/spurred-by-the-energy-crisis-global-lng-investments-will-now-peak-at-42-billion-i

[79] Melisa Cavcic. *Africa turning into hotspot for oil & gas exploration as investments reach $5.1 bln in 2022*. Offshore Energy. 2/12/2022. https://www.offshore-energy.biz/africa-turning-into-hotspot-for-oil-gas-exploration-as-investments-reach-5-1-bln-in-2022/

[80] Center for Petroleum Energy Economics and Laws. *Nigeria's $10 Per Barrel Production Cost Target Requires New Process*. Unveracity of Ibadan. September, 2020. https://cpeel.ui.edu.ng/news/nigerias-10-barrel-production-cost-target-requires-new-process

[81] Macson Obojemuinmen. In Angola, Production Cost of $20-25 Per Barrel is "Fairly Good". Africa Oil and Gas Report. December, 2020. https://africaoilgasreport.com/2020/12/in-the-news/in-angola-production-cost-of-20-25-per-barrel-is-fairly-good/

[82] صحيفة البلاد الجزائرية، *تصريح تلفزيوني لمعالي وزير الطاقة الجزائر محمد عرقاب*. 2020/4/23. وزير الطاقة: تكلفة إنتاج النفط الجزائري في حاسي مسعود لا تتجاوز 5 دولارات للبرميل - آخر الأخبار : البلاد(elbilad.net)

[83] Economy Plus ME، معالي وزير البترول والثروة المعدنية، المهندس طارق الملا، في كلمة ألقاها خلال معرض ومؤتمر مصر الدولي "إيجبس 2020". 2020/2/11. https://economyplusme.com/24468/

[84] Acha Leke *et al*. *The future of African oil and gas: Positioning for the energy transition.* McKinsey & Company. June, 2022.

[85] United Nations. *COP26: Together for our planet*. https://www.un.org/en/climatechange/cop26

[86] Acha Leke *et al*. *The future of African oil and gas: Positioning for the energy transition*. McKinsey & Company. June, 2022.

[87] BP Statistical Review of World Energy, 2022

[88] أوابك. *خارطة الطريق نحو الانبعاثات الصفرية، 2050*. 2021/11/8. https://oapecorg.org/KBase/Expert-Discussion

[89] Nick Lazzaro. *World copper deficit could hit record; demand seen doubling by 2035*. S&P Global. 14/7/2022. https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/071422-world-copper-deficit-could-hit-record-demand-seen-doubling-by-2035-s-p-global

[90] IEA. *10-Point Plan to Cut Oil Use* https://iea.blob.core.windows.net/assets/07d11589-2276-491d-9ab4-d63bfa83475f/10PointPlantoCutOilUse_Infographic.pdf

[91] Junhua Zhang. *Will there be a paradigm shift in Germany's China policy?* 20/1/2022. https://www.gisreportsonline.com/r/china-germany-coalition/

[92]European Commission. *Communication from The Commission to The European Parliament*. The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions. 8/3/2022. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A108%3AFIN

[93] Fulwood *et al. The EU plan to reduce Russian gas imports by two-thirds by the end of 2022: Practical realities and implications.* The oxford Institute for Energy Studies. March 2022. https://a9w7k6q9.stackpathcdn.com/wpcms/wp-content/uploads/2022/03/Insight-110-The-EU-plan-to-reduce-Russian-gas-imports-by-two-thirds-by-the-end-of-2022.pdf

[94] East African Crude Oil Pipeline Ltd. *FAQs*. No date. https://eacop.com/faqs/

[95]Construction review online. *Ajaokuta-Kaduna-Kano (AKK) gas pipeline in Nigeria*. 6/2/2023. https://constructionreviewonline.com/projects/ajaokuta-kaduna-kano-akk-gas-pipeline-project-timeline-and-all-you-need-to-know/

[96]International Trade Administration. *Trans-Saharan Gas Pipeline Project*. 22/9/2022. https://www.trade.gov/market-intelligence/algeria-trans-saharan-gas-pipeline

[97]The Construction Data. *Collignon takes part in the Niger-Benin Pipeline project with Anglo Belgian Corporation*. 8/2/2023 https://theconstructiondata.com/collignon-takes-part-in-the-niger-beninpipeline-project-with-anglo-belgiancorporation-n-v-abc/

[98]Daniel Onyango. *The Proposed Nigeria-Morocco Pipeline Could Provide Gas to Europe*. Pipeline Technology Journal. 19/9/2022. https://www.pipeline-journal.net/news/proposed-nigeria-morocco-pipeline-could-provide-gas-europe

[99] Daniel Onyango. *Kenya to Build a Gas Pipeline Linking Tanzania's Dar es Salaam to Mombasa.* Pipeline Technology Journal. 19/1/2023. https://www.pipeline-

journal.net/news/kenya-build-gas-pipeline-linking-tanzanias-dar-es-salaam-mombasa

[100] GECF. *GECF participates in 10th of Group of Experts on Gas of UNECE*. 26/3/2023. https://www.gecf.org/events/gecf-participates-in-10th-of-group-of-experts-on-gas-of-unece

[101] Davide Ghilotti. *Europe's thirst for LNG to sustain Africa supply growth*. Upstream. 1/12/2022. https://www.upstreamonline.com/lng/europe-s-thirst-for-lng-to-sustain-africa-supply-growth/2-1-1365125

[102] Jacob Rees-Mogg. *Statement made on 22 September 2022*.UK Parliament. https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2022-09-22/hcws295

[103] Offshore Staff. *Gas and condensate discoveries to be developed in Norwegian Sea.* Offshore Mag. 25/5/2022. https://www.offshore-mag.com/special-reports/norway/article/14277171/gas-and-condensate-discoveries-to-be-developed-in-the-norwegian-sea

[104] Yahoo Finance. *Norway's oil, gas firms raise investment forecasts*. 17/11/2022.

[105] أوابك. *تقرير الأمين العام السنوي، 49*، 2022.

[106] Tom Wilson. *Eni calls for south-north energy axis between Europe and Africa*. 6/1/2023. https://www.ft.com/content/8f00aa32-de56-4c8c-b065-2544ba16a460

[107] Ariel Cohen. *African Energy May Save Europe*. Forbes. 23/1/2023. https://www.forbes.com/sites/arielcohen/2023/01/23/african-energy-may-save-europe/?sh=4cc39ac22eac

[108] European Commission. *EU-Africa: Global Gateway Investment Package*. (No date.)

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/stronger-europe-world/global-gateway/eu-africa-global-gateway-investment-package_en

[109] Eni. *Baleine East 1X well drilled and successfully tested in block CI-802 in Côte d'Ivoire.* 28/7/2022. https://www.eni.com/en-IT/media/press-release/2022/07/baleine-east-1x-well-drilled-and-successfully-tested-in-cote-ivoire.html

[110] Simon Flowers. *How Africa maximises its oil and gas riches.* Wood Mackenzie. 14/10/2022. https://www.woodmac.com/news/the-edge/how-africa-maximises-its-oil-

and-gas-riches/

[111] Ref. 110

[112] OPEC. *Monthly Oil Market Report*. Several issues between 2018- 2023.

[113] TotalEnergies. *Uganda and Tanzania: Final Agreements for the Lake Albert resources development project.* News, 12/4/2021. https://totalenergies.com/media/news/press-releases/Uganda_Tanzania-final-agreements-for-lake-albert-resources-development-project

[114] Oil and Gas Journal. *Aker Energy Ghana submits PDO for Deepwater Tano-Cape Three Points*. 28/3/2019. https://www.ogj.com/exploration-development/article/17278708/aker-energy-ghana-submits-pdo-for-deepwater-tanocape-three-points

[115] Petroleum Commission Ghana. *Jubilee Production for 2022.* https://www.petrocom.gov.gh/production-figures/

[116]AOC. *Africa Oil Announces Entry into Equatorial Guinea for Low Cost, Infrastructure-Led Exploration Opportunities*. News, 20/2/2023. https://africaoilcorp.com/news/africa-oil-announces-entry-into-equatorial-guinea-122868/

تقارير

تقرير حول ندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة

ماجد عامر *

* خبير اقتصادي - الإدارة الاقتصادية - منظمة أوابك - الكويت

المقدمة:

شاركت الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) في ندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة والتي عُقدت بمقر كلية سانت كاثرين، مدينة أكسفورد، المملكة المتحدة خلال الفترة من 11– 20 سبتمبر/أيلول 2023. بلغ عدد المشاركون في الندوة 55 مشاركاً يمثلون عدد من الوزارات والمنظمات والهيئات ذات العلاقة بالطاقة، من ضمنها وزارة الطاقة السعودية، ومنظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك)، ومؤسسة البترول الكويتية، وشركة أرامكو السعودية، وشركة أبو ظبي الوطنية للنفط، والشركة الكويتية للاستكشافات البترولية الخارجية، ومركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، ووكالة الطاقة السويدية، والمنظمة اليابانية للمعادن وأمن الطاقة، والوزارة الملكية النرويجية للبترول والطاقة، ومعهد اقتصاديات الطاقة الياباني، ومؤسسة النفط الهندية، ومديرية البترول النرويجية، والمنظمة الأفريقية لمنتجي النفط، وشركة شل، وشركة إيني، وشركة بريتش بتروليوم، وشركة أكسون موبيل، وشركة شيفرون، وشركة بتروناس الماليزية، وشركة نفط المكسيك، وشركة توتال إنيرجيز، وشركة اكوينور، وشركة دانا غاز، وصندوق تطوير تكنولوجيا النفط النيجيري، وبعض الشركات الإقليمية الأخرى المختصة بصناعة الطاقة. ومثل المنظمة في هذه الندوة السيد ماجد عامر– خبير اقتصادي بالإدارة الاقتصادية.

تجدر الإشارة إلى أن ندوة أكسفورد للطاقة تُعقد سنوياً منذ عام 1979، وتعتبر منبراً للحوار

العلمي حول قضايا الطاقة، برعاية منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ومنظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك)، وكلية سانت كاثرين في جامعة أكسفورد.

تناولت ندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة، العديد من الموضوعات المتعلقة بصناعة الطاقة على المستويين الإقليمي والعالمي، والتي تمحورت بشكل أساسي حول قضية مهمة وهي تحولات الطاقة. ويمكن تقسم تلك الموضوعات ضمن أربعة محاور فيما يخص تحولات الطاقة، هي: المحور الأول، تحولات الطاقة من منظور الدول المنتجة للنفط والغاز، ويشمل: استراتيجية الطاقة الكويتية في إدارة تحولات الطاقة – مؤسسة البترول الكويتية، وإدارة التغيير وتغيير المستقبل – شركة أرامكو السعودية، ومشهد الطاقة في روسيا، وماذا بعد بالنسبة لسياسة الطاقة الأمريكية؟، وأسواق الغاز الطبيعي المسال في الولايات المتحدة. المحور الثاني، تحولات الطاقة من منظور شركات الطاقة العالمية، وتم استعراض عدد من الأوراق في هذا المحور التي تطرقت إلى تغير الأولويات والتحديات في تحولات الطاقة – شركة British Petroleum، ومعضلة الطاقة الثلاثية – شركة British Petroleum، والتحولات الرئيسية للطاقة – شركة TotalEnergies، وبيئة الطاقة المتغيرة – شركة Eni، وقوة التكنولوجيا - شركة Exxon-Mobil، والدروس المستفادة من تحولات الطاقة – شركة Equinor، والواقع الحالي والآفاق المستقبلية للطاقة – شركة Shell. المحور الثالث، تحولات الطاقة من منظور الدول المستهلكة للطاقة، وقد اشتمل هذا المحور على أربع أوراق، أولها، تحديات الطاقة في الصين. وثانيها، سياسة الطاقة في الاتحاد الأوروبي وسط الأزمة الروسية الأوكرانية. وثالثها، تحولات الطاقة في اليابان وآسيا، ورابعها، تحديات الطاقة في الهند. أما المحور الرابع والأخير، التحديات التي تواجه تحولات الطاقة وتناول هذا المحور عدد من التحديات المستقبلية المتنوعة من ضمنها، تسريع العمل المناخي، والمعادن الحرجة – والجغرافيا السياسية وتحولات الطاقة، والتحديات العالمية التي تواجه تحولات الطاقة، والتطورات في أسواق الكربون وصافي الانبعاثات الصفرية، ومستقبل الطاقة المتجددة - التحديات والآفاق، ودور الطاقة المتجددة والكهربة في عالم خالي من الانبعاثات، ودور الطاقة النووية في تحولات الطاقة، وتمويل النفط والغاز وسط تحولات الطاقة من منظور Wall Street، توسع نطاق تكنولوجيا الطاقة الجديدة، اقتصاد الهيدروجين – واقع فعلي أم طموح؟.

كما تضمنت ندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة، جلسة حوارية مع صاحب السمو الملكي الأمير عبد العزيز بن سلمان آل سعود – وزير الطاقة في المملكة العربية السعودية، وجلسة حوارية مع سعادة الاستاذ هيثم الغيص – الأمين العام لمنظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك). تطرقت الجلستان إلى عدة موضوعات، ومن أهمها قضية تحولات الطاقة.

المحور الأول:

تحولات الطاقة من منظور الدول المنتجة للنفط والغاز

ويشمل، عدد من الأوراق التي تناولت استراتيجية الطاقة الكويتية في إدارة تحولات الطاقة – مؤسسة البترول الكويتية، وإدارة التغيير وتغيير المستقبل – شركة أرامكو السعودية، ومشهد الطاقة في روسيا، وماذا بعد بالنسبة لسياسة الطاقة الأمريكية؟، وأسواق الغاز الطبيعي المسال في الولايات المتحدة.

استراتيجية الطاقة الكويتية في إدارة تحولات الطاقة

المتحدث: **الشيخ/ نواف سعود الصباح**
الرئيس التنفيذي لمؤسسة البترول الكويتية

تحولات الطاقة ليست مجرد استبدال بسيط لمصادر الطاقة التقليدية، ومن الضروري فهم أنها عملية تدريجية، وليست تغييراً فورياً – مثلما دعا إليه صناع السياسات في الماضي والذين أدركوا هذا الخطأ مع مرور الوقت، لكن من المؤسف أنه لا يزال هناك بعض صناع القرار الذين لم يستوعبوا الأمر بعد.

عند النظر إلى مصادر الطاقة المستقبلية في عملية تحولات الطاقة، من المهم أن ندرك أننا ننظر إلى إطار زمني كبير، وليس مجرد عام أو عامين. ومن ثم، هناك حاجة إلى مجموعة واسعة من المصادر للاستمرار في هذا التحولات بنجاح. يُظهر التاريخ أن تحولات الطاقة عادة ما تهدف إلى استبدال مصادر الطاقة القديمة بدلاً من التخلص منها. على سبيل المثال، عندما أصبح الفحم الحجري مصدر الطاقة الأساسي، فإنه لم يحل محل الخشب بالكامل. وبالمثل، فإن النفط لم يقضي على الفحم. وفي الواقع كانت هناك إحصائية مثيرة للدهشة في العام الماضي وهي أنه قد تم حرق كميات من الفحم أكبر من أي وقت سابق في تاريخ البشرية، وتم استهلاك كميات قياسية من النفط.

لمواجهة الطلب العالمي المتزايد على الطاقة، والذي من المتوقع ارتفاعه بشكل كبير، فإن تنويع مصادر الطاقة أمر بالغ الأهمية. وعلى الرغم من أن النفط والغاز سيستمران في لعب دور كبير في مزيج الطاقة المستقبلي، إلا أنه يجب أيضاً دمج البدائل من الطاقة النظيفة. كما أنه من الضروري فهم وإدراك الدور الإنساني لصناعة النفط والغاز، التي تسهل نقل السلع والخدمات والأدوية الأساسية في جميع أنحاء العالم. وفي الواقع، تعتمد العديد من جوانب الطب الحديث على الهيدروكربونات.

ومع نمو عدد سكان العالم، سيرتفع الطلب على الطاقة سواء بالنسبة للفرد أو بشكل عام. وتشير التوقعات إلى أن الطلب على الطاقة سوف يفوق النمو السكاني. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن دعوة بعض مؤسسات الطاقة العالمية – التي يعتمد عليها أحياناً لتقديم توقعات لمستقبل الطاقة وسياساتها المقترحة - لحظر الاستثمارات الجديدة في النفط والغاز الطبيعي، مما

سيؤدي إلى عدم كفاية مصادر الطاقة في المستقبل، حيث لم تأخذ تلك المؤسسات في الاعتبار أن وجود مصادر الطاقة المختلفة أمراً ضرورياً لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة.

مع وجود حوالي 7.5 مليار شخص على هذا الكوكب، يعيش أكثر من مليار شخص في أفريقيا، حيث توجد بعض المناطق التي يصعب الوصول إليها. وبدون إنتاج النفط والغاز الطبيعي، لن تصل الخدمات الأساسية مثل الغذاء والدواء إلى هذه المناطق. وبالتالي، يجب أخذ هذه العوامل بعين الاعتبار عند مناقشة تحولات الطاقة.

إن الضغط على الدول الأعضاء في منظمة أوبك والدول النامية لدفع ثمن الانبعاثات الناجمة عن الثورات الصناعية التي لم تشارك فيها هو أمر غير عادل. ولابد أن تشتمل عملية تحولات الطاقة على نقل التكنولوجيا اللازمة لمساعدة الدول على الحد من بصمتها الكربونية. وفي بعض الدول، فإن التخلص من الفحم الذي ينتجونه ويستهلكونه لتوليد الطاقة يستلزم الانتقال إلى النفط والغاز. حيث أن تحقيق الأهداف في مجال الطاقة، يستوجب الانتقال من خلال مصادر الطاقة المختلفة للوصول إلى بدائل أنظف.

يذكر أن قضية أمن الطاقة كانت واضحة في فصل الشتاء البارد الماضي في أوروبا، عندما أصبح الغاز الروسي مصدراً للقلق. وتم إرسال كميات هائلة من الغاز الطبيعي المسال من الولايات المتحدة الأمريكية إلى أوروبا لمعالجة هذه المخاوف، وزادت الدول الأوروبية استهلاكها للفحم بسبب مخاوف التسعير.

إن أزمة تغير المناخ حقيقية لا يمكن إنكارها، ويتعين على صناعة النفط والغاز الطبيعي أن تفعل شيئاً حيال ذلك، ولديها مسؤولية لمواجهة تلك التحديات، وهي ملتزمة بها، من خلال خفض البصمة الكربونية، ولكن التعاون العالمي ضروري لإنجاح هذا التحول. ويجب أن تكون سياسات المناخ مجدية اقتصادياً وأن تدعمها الشركات، فقد طلبت بعض الدول المستهلكة للنفط والغاز من الدول المنتجة، زيادة الإنتاج ولكن على المدى القصير فقط، لأنهم لا يعتزمون القيام بعمليات شراء طويلة الأجل في المستقبل، دون الالتفات إلى أن حقيقة أن دورة الاستثمار في صناعة النفط والغاز تمتد لعقود من الزمن لاسترداد تكاليف رأس المال وتبرير الاستثمارات الكبيرة. ومع ذلك، لا يستغرق الأمر وقتاً طويلاً قبل أن يعود هؤلاء المستهلكون أنفسهم، مدركين أنه من الضروري تأمين إمدادات مستقرة من الطاقة.

تركز مؤسسة البترول الكويتية بشدة على احترام التزاماتها تجاه عملائها، وتدرك أيضاً احتياجاتهم اللازمة لتحقيق الازدهار المستمر. وتتمحور مهمة مؤسسة البترول الكويتية حول تحسين قيمة الموارد الهيدروكربونية غير المستغلة من خلال العمليات التجارية العالمية. من خلال الالتزام بإجراء عملياتها بطريقة متكاملة ومستدامة. لذلك فإن استراتيجية مؤسسة البترول الكويتية هي زيادة إنتاج النفط الخام إلى 4 مليون برميل يومياً بحلول عام 2035 مقارنة

بالمستوى الحالي البالغ نحو 2.9 مليون برميل يومياً، وكذلك زيادة إنتاج الغاز الحر. ولكن في نفس الوقت، ستعمل أيضاً على مواصلة إزالة الكربون من الإنتاج، حيث يعد استخدام التقنيات النظيفة مثل المضخات الغاطسة الكهربائية التي تعمل بالطاقة الشمسية لإنتاج النفط جزءاً مهماً من استراتيجية مؤسسة البترول الكويتية، فضلاً عن العمل على احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه لتقليل الانبعاثات الناتجة عن عملياتها.

تلعب الموارد في دولة الكويت دوراً محورياً في تحقيق الرخاء الاقتصادي للمجتمعات في جميع أنحاء العالم، مع تأثير كبير على مناطق مثل أفريقيا وأوروبا. وتقدر مؤسسة البترول الكويتية علاقاتها الطويلة الأمد مع العملاء والتي تمتد لعقود. ويعتمد هؤلاء العملاء على إمدادات ثابتة من النفط الخام من جانب دولة الكويت، مما يسمح لهم بإنشاء مصافي تلبي هذه الإمدادات المستقرة. والمؤسسة على استعداد لتوفير الموارد اللازمة مع توسعها ونموها.

وتتكون استراتيجية الطاقة لمؤسسة البترول الكويتية من ثلاث ركائز رئيسية هي: أولاً، الالتزام بتخفيض الانبعاثات الكربونية. وفي هذا السياق، تم التركيز على الحد من حرق الغاز المصاحب الذي كان مصدر قلق كبير، ففي الماضي كان يتم حرق أكثر من 10% من الغاز المنتج، أما اليوم فقد انخفض بشكل كبير إلى أقل من نصف بالمائة. ولم يكن الدافع وراء هذا الإنجاز هو الاعتبارات البيئية فحسب، بل أيضاً مبادئ العمل السليمة. حيث أن القضاء على حرق الغاز يُعد أمر منطقي من الناحية الاقتصادية لأنه يسمح بالحصول على موارد قيمة بدلاً من إهدارها، وهو ما يسلط الضوء على النقطة الحاسمة المتمثلة في أن السياسات المناخية الفعالة يجب أن تكون مجدية اقتصاديا حتى تتمكن من اكتساب القبول. يأتي ذلك إلى جانب احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه. وفي هذا السياق، هناك مشروع تجريبي جاري لحقن ثاني أكسيد الكربون في خزانات النفط ليحل محل حقن الغاز التقليدي المستخدم للحفاظ على ضغط الخزان، وتجاوز المشروع التوقعات من حيث الكفاءة والجدوى التقنية. حيث أن له مزايا واضحة، فهو لا يلتقط ثاني أكسيد الكربون الذي كان سيتبدد في الغلاف الجوي فحسب، بل يطلق أيضاً موارد الغاز لاستخدامات بديلة، مثل البتروكيماويات أو لتعويض تكلفة استيراد الغاز الطبيعي المسال. ومع ذلك، يكمن التحدي في الطبيعة المسببة للتآكل لثاني أكسيد الكربون عندما يعود إلى السطح أثناء عملية إنتاج النفط، فهو يؤثر بشكل كبير على سلامة المعدات والمرافق، والتي تم بناء الكثير منها على مدى عقود، ولمعالجة هذه المشكلة هناك تعاون مع المؤسسات البحثية ومقدمي الخدمات وشركات النفط الدولية في جميع أنحاء العالم. ثانياً، الاستثمار في مشاريع الطاقة الجديدة. هذا وقد تم ضخ استثمارات كبيرة في قطاع النقل من خلال تطوير البنية التحتية للشحن الكهربائي، وفي قطاع الطيران يتم العمل بنشاط على استكشاف أنواع من وقود الطيران المستدام. كما أنه جاري التخطيط لإنشاء أول محطة

بيع بالتجزئة للهيدروجين، ومن المقرر أن يبدأ تشغيلها في عام 2026، مما يؤكد على الالتزام تجاه اقتصاد الهيدروجين الناشئ الذي يشمل الهيدروجين الأخضر، وهو ما قد يساهم في الاستفادة من الطاقة الشمسية الوفيرة، ويقلل من الاعتماد على واردات الغاز الطبيعي المسال.
ثالثاً: التركيز على الاقتصاد الدائري وخفض الكربون. حيث يتم إدماج الألواح الشمسية في عملية استخراج النفط، مما يضمن تشغيل جميع المنصات الرقمية تحت السطح باستخدام الطاقة المتجددة. بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد مواقع رئيسية للتطوير الشامل لوحدات ماكرو لالتقاط الكربون، مما يمثل خطوة كبيرة نحو تحقيق هدفنا المتمثل في الوصول إلى مستوى الصفر من الانبعاثات الكربونية بحلول عام 2050.

بشكل عام، تدرك مؤسسة البترول الكويتية الحاجة إلى الحفاظ على إمدادات هيدروكربونية موثوقة، وأهمية الالتزام بالاستدامة مدفوعاً باعتبارات أخلاقية وتجارية. وفي ظل المشهد المعقد لتحولات الطاقة، تؤكد على أهمية الشراكات العالمية، والعمل معاً كصناعة واحدة، وإيجاد حلول تعاونية.

إدارة التغيير وتغيير المستقبل، شركة أرامكو السعودية

المتحدث: Mr. Ashraf Ghazzawi
النائب التنفيذي للرئيس للإستراتيجية والتطوير المؤسسي

تتطور صناعة الطاقة باستمرار مع التحولات على المستوى الكلي، بما في ذلك التغيرات الجيوسياسية، والاعتبارات البيئية، والتكنولوجيات الحديثة. كما تتميز صناعة الطاقة بقدرتها على التكيف مع هذه التحولات. في الواقع، لعبت العديد من الشركات أدواراً محورية في قيادة التطور، وتُعد شركة أرامكو، لفترة تمتد لأكثر من 90 عاماً، مثالًا رئيسياً لذلك. حيث بدأت في المقام الأول كمنتج للنفط في ثلاثينيات القرن العشرين، ثم توسعت لاحقاً إلى إنتاج الغاز وأنشطة المصب. كما دخلت الشركة في صناعة المواد الكيميائية من خلال شراكات استراتيجية. وشهد عام 2019 علامة بارزة عندما طرحت شركة أرامكو أسهمها للاكتتاب العام، ووضعت نفسها كشركة مستقبلية للطاقة والكيماويات.

أحد الجوانب التي تميز شركة أرامكو هو التزامها بالعمليات المستدامة، والذي يعود تاريخه إلى السبعينيات من القرن الماضي. فقد ساعدت المبادرات التي تبنتها الشركة في تقليل الانبعاثات من خلال القضاء على كميات هائلة من الغازات الضارة. وتمارس أرامكو باستمرار رعاية بيئية جيدة لعملياتها، ففي عام 1973 تم إعادة استخدام 14 مليون برميل من المياه لإنتاج النفط من خلال حقن مياه البحر. وأنشئت الشركة ما يسمى نقطة كفاءة الطاقة والتي تتعلق بتقليل كثافة الطاقة في جميع عملياتها. وعلى مدى الأعوام العشر الماضية تقريباً، تمكنت من تقليل كثافة الطاقة بنسبة 35 %.

تركز عملية التخطيط الاستراتيجي في أرامكو بشكل دائم على رؤية طويلة المدى، مع معتقدات مبنية على المستقبل المتوقع. وتبرز هنا ثلاثة عوامل مهيمنة: أولاً، التحول نحو مستقبل منخفض الكربون. وثانياً، التغيرات الجيوسياسية. وثالثاً، الإبداع التكنولوجي – التقنيات التي ستغير العالم كما نعرفه، وتخلق طرقاً جديدة للأعمال، حيث من المقرر أن تعيد الرقمنة والذكاء الاصطناعي تشكيل الصناعة. وتؤمن الشركة بأن مستقبل صناعة الطاقة يكمن في حلول معقدة، فبالنظر إلى المعادن اللازمة لإنتاج البطاريات في المستقبل، يلاحظ أن الليثيوم يجب أن ينمو 40 مرة تقريباً، لكي يكون لدينا مستقبل صافي انبعاثات صفرية.

سيتطلب التحول مزيجاً من موارد الطاقة لتحقيق أهداف أمن الطاقة والقدرة على تحمل التكاليف والاستدامة. ولجعل تحول الطاقة منظماً ومتوازناً، من الضروري وجود منصة تسهل

المحادثات الهادفة بين أصحاب المصلحة. وفي الوقت الحالي، لا يوجد مثل هذا المنبر، لأن الجهات الفاعلة المختلفة، بما في ذلك صناع السياسات، والمنتجون، والمستهلكون، والمستثمرون، تعمل غالباً لتحقيق أغراض متضاربة، وهو ما يتضح في الضغوط الكبيرة للحد من الاستثمارات في مصادر الطاقة التقليدية، الذي من شأنه أن يؤدي في الواقع إلى الكثير من الاتجاهات الخاطئة في تحول الطاقة. وفي هذا السياق، تهدف أرامكو لوضع تصور لمنصة يمكن لجميع الأطراف من خلالها التعاون وقيادة تحول ناجح في مجال الطاقة.

بغض النظر عن المسار الانتقالي، فإن أرامكو تتصور عالماً سيستمر في الحاجة إلى النفط والغاز الطبيعي. وبالنظر إلى المستقبل، فإن معتقدات شركة أرامكو الاستراتيجية لعام 2050 وما بعده، تدور حول أهمية مزيج الطاقة. وفي هذا السياق، تعمل الشركة على زيادة طاقتها الإنتاجية القصوى المستدامة إلى 13 مليون ب/ي، كما تسعى إلى زيادة إنتاج الغاز الطبيعي بنسبة 60 % بحلول عام 2030 – لتلبية الطلب المحلي على الصناعة. كما يعد التحول نحو المواد الكيميائية أحد التوجهات الاستراتيجية. وتهدف أرامكو إلى تحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050، مع أهداف مؤقتة مثل خفض كثافة الانبعاثات الكربونية الناتجة عن قطاع التنقيب والإنتاج بنسبة 15 % على الأقل بحلول عام 2035 مقارنة مع كثافة هذه الانبعاثات لعام 2018. فضلاً عن الاهتمام بكفاءة الطاقة، وتعويض الكربون، وغرس بذور الأعمال في مجال الطاقة الجديدة، مع التركيز على مشروعات احتجاز الكربون وتخزينه الجارية بالفعل، وكذلك استكشاف الهيدروجين من خلال مشروعات مبتكرة، بما في ذلك تحويل الهيدروجين إلى أمونيا وهو الخيار الأمثل لنقله لمسافات بعيدة.

وللتخفيف من الاضطرابات المحتملة في سلسلة التوريد، أطلقت أرامكو برنامج «اكتفاء» في عام 2015، ويهدف إلى تعزيز القيمة المضافة الإجمالية لقطاع التوريد، بهدف توطين السلع والخدمات في المملكة العربية السعودية. وفي عام 2019، أنشأت برج مراقبة المشتريات وسلسلة التوريد بهدف مراقبة حركة سلسلة التوريد وتتبعها، ورفع كفاءة إدارة سلسلة الإمداد، للتكيف مع بيئة الأعمال المتقلبة والمتغيرة باستمرار

وتعد محفظة التكنولوجيا في أرامكو أمراً بالغ الأهمية لمعالجة الاضطرابات التكنولوجية المستقبلية. حيث تستثمر الشركة بشكل كبير في البحث والتطوير، من خلال 12 مركزاً للبحث والتطوير عبر الأقمار الصناعية في جميع أنحاء العالم، مع التركيز على البيانات الضخمة والملكية الفكرية وتقنيات الجيل القادم، حيث حصلت الشركة على أكبر عدد من براءات الاختراع الأمريكية في قطاع الطاقة في عام 2022. وتستخدم أرامكو أيضاً رأس المال الاستثماري لدعم الاستثمارات الاستراتيجية، بهدف تحديد ودعم التقنيات المتعلقة بالطاقة، بالإضافة إلى قطاعات خارج نطاق الطاقة، مثل التعليم والرعاية الصحية.

وبشكل عام، فإن شركة أرامكو السعودية مستعدة بشكل كبير للتعامل مع تعقيدات مستقبل صناعة الطاقة، بدءاً من التزامها بالاستدامة ووصولاً إلى استراتيجياتها المستقبلية واستثماراتها في الطاقات الجديدة. وتركيزها على التخطيط طويل المدى، يؤكد مدى قدرتها على قيادة تحول الطاقة في عالم سريع التغير.

مشهد الطاقة في روسيا

المتحدث: Dr Tatiana Mitrova
زميل باحث بمركز سياسة الطاقة العالمية بجامعة كولومبيا،
زميل باحث زائر بمعهد أكسفورد لدراسات الطاقة،
أستاذ زائر بمعهد العلوم السياسية في باريس

وصف «ونستون تشرشل» روسيا في عبارته الشهيرة بأنها « لغز ملفوف في لغز داخل لغز». وبالتعمق في الديناميكيات المعقدة لقطاع الطاقة في روسيا، والذي هو محور اهتمام عالمي كبير في الآونة الأخيرة. فقد شهد قطاع الطاقة الروسي تغييرات دراماتيكية في ظل التوترات الجيوسياسية التي شهدها العالم منذ الرابع والعشرون من شهر فبراير 2022. فقبل ذلك التاريخ، كانت روسيا تحتفظ بمركز مهيمن باعتبارها منتجاً ومصدراً رئيسياً للطاقة، بمساهمتها بنسبة 12% من إجمالي إنتاج الطاقة الأولية العالمي، بما في ذلك النفط والغاز والطاقة النووية. حيث كان يتم استهلاك نصف هذه الطاقة محلياً، بينما تم تصدير النصف الآخر إلى الأسواق العالمية، ومن ثم احتلت روسيا مراتب بارزة في تجارة الطاقة العالمية، فقد جاءت في المرتبة الثانية فيما يخص النفط والغاز، والمرتبة السادسة في إنتاج الفحم. ومع ذلك، تحول المشهد الجيوسياسي بشكل كبير، وفرض عليها مجموعة من العقوبات، مما أدى إلى سلسلة من الأحداث التي أثرت بشكل عميق على قطاع الطاقة الروسي.

تضمنت الحزمة الأولى، عقوبات أوروبية، تلتها حزم شاملة من العقوبات التي فرضتها الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة ودول أخرى في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. وتضمنت هذه العقوبات قيوداً مالية صارمة، مثل فرض قيود على المدفوعات والقروض. وبالإضافة إلى ذلك، تم فرض ضوابط التصدير على التكنولوجيات المتعلقة بالتنمية المستقبلية، بما في ذلك التكنولوجيات التي تشكل أهمية بالغة للتطورات في قطاع الطاقة الروسي. كما تم توجيه العقوبات إلى قطاعات محددة، ومن أبرزها قطاع النفط، حيث تم فرض حظر على صادرات روسيا من النفط الخام والمنتجات النفطية. وشهدت هذه الفترة إدخال آلية الحد الأقصى للسعر من قبل دول مجموعة السبع G7، وهو إجراء تنظيمي يستهدف تقييد مبيعات النفط الخام والمنتجات النفطية الروسية، التي تمثل نحو 50% من إجمالي إيرادات الميزانية العامة في روسيا.

أما فيما يخص العقوبات على قطاع الغاز الطبيعي الروسي، فقد اتخذت مساراً مختلفاً. في البداية، فرضت الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة وكندا وأستراليا عقوبات على الغاز الطبيعي الروسي، ولكن دور تلك الدول كمستهلكين للغاز الروسي كان صغيراً نسبياً. لكن لم تكن هناك أي عقوبات على الإطلاق على خط أنابيب الغاز الروسي الممتد عبر أوروبا والتي بدورها تعتمد عليه بشكل رئيسي لتلبية احتياجاتها، فقط تم فرض عقوبات تكنولوجية تستهدف معدات تسييل الغاز الطبيعي في روسيا.

ونتيجة لذلك أصبح هناك وضعاً فريداً، حيث تتعامل سوق الطاقة العالمية مع العقوبات المفروضة على لاعب مهم في مجال الطاقة. وقد أدت هذه العقوبات إلى تأثير ملحوظ على تسعير وتسليم موارد الطاقة الروسية. وبدأت الشركات الروسية، التي واجهت محدودية الوصول إلى الموارد والشراكات الحيوية، بالقيام بتغييرات كبيرة في سلاسل التوريد الخاصة بها من خلال وسطاء (أسواق الظل – Shadow Markets)، لضمان استمرارية الأعمال. ولكن كدليل على مرونتها، تمكنت شركات النفط الروسية من التعافي إلى حد ما بعد الصدمة الأولى، كما تمكنت من إعادة توجيه صادراتها النفطية إلى الأسواق الناشئة – بما في ذلك الهند والصين وتركيا وشمال أفريقيا، مع منحهم خصومات سعرية. وعززت روسيا بشكل كبير علاقتها مع منظمة أوبك، وشاركت في تخفيضات الإنتاج الطوعية الهادفة إلى تحقيق الاستقرار والتوازن في أسواق النفط العالمية، وأخرها كان قرار تمديد خفض صادراتها النفطية بمقدار 300 ألف ب/ي حتى نهاية عام 2023.

ومن ناحية أخرى، واجهت صادرات الغاز الطبيعي الروسية تراجعاً أكثر دراماتيكية، مع رفض العملاء الأوروبيين في البداية سداد المدفوعات. وبسبب هذه العقوبات، تم تعليق مشروع خط أنابيب نورد ستريم 2. وفي الوقت الحاضر، لا يزال هناك طريقان فقط لخط أنابيب الغاز الروسي – هما: تورك ستريم وأوكرانيا. وكان لذلك الأمر، دوراً في وجود فائض كبير في صادرات الغاز الطبيعي الروسية، مما أدى إلى انخفاض إنتاجه بنسبة 12 % خلال عام 2022، مع توقع انخفاضه بنسبة 10 % خلال عام 2023. وفي هذا السياق، بذلت روسيا جهوداً لتحفيز الطلب المحلي وزيادة الاستهلاك من الغاز. ومن المثير للاهتمام أن الطلب المحلي أظهر علامات النمو في ظل الأوضاع التي تشهدها حالة الاقتصاد الروسي.

وبينما تكثر المناقشات حول صناعة الغاز الروسي، يلوح في الأفق سؤال جوهري: هل تستطيع التكنولوجيا تحويل هذا الفائض إلى مصدر للطاقة المتجددة؟ يبقى هذا السؤال مجهولاً إلى حد كبير. ولمواجهة التحدي المتمثل في الغاز الفائض، ظهرت استراتيجيتان رئيسيتان. أولاً، تدرس روسيا بيع هذا الغاز الفائض إلى الدول المجاورة في آسيا الوسطى. ثانيا، هناك مشاريع جارية تهدف إلى زيادة إمدادات الغاز إلى المناطق المحلية والصين، ويشمل ذلك

الطاقة التشغيلية لخط أنابيب قوة سيبيريا وتوسعته المتوقعة.

أما فيما يخص صادرات الغاز الطبيعي المسال الروسي فقد كان أدائها أفضل نسبياً، مع ارتفاع مستويات التصدير إلى أوروبا. وعلى الرغم من القيود التي فرضت على صادرات خطوط الأنابيب، فقد زادت شحنات الغاز الطبيعي المسال الروسي.

كان تأثير العقوبات الغربية على عائدات النفط والغاز الروسية كبيراً، حيث انخفضت بشكل كبير، ولكن ليس إلى درجة التسبب في انهيار اقتصادي. وعلى الرغم من التحديات التي يواجهها الاقتصاد الروسي، فقد أثبت قدرته على الصمود، وشهد نمواً خلال الربع الثاني من عام 2023. ومع قيام روسيا بالتركيز على تنويع وتوطين إنتاجها مع الاستحواذ على بعض الأصول الأجنبية، فإن آثار هذه العقوبات غير محسوسة، ليس فقط داخل روسيا، بل أيضاً في سوق الطاقة العالمية.

وبشكل عام، يعد تحول الطاقة في روسيا حالياً، أولوية أقل مقارنة بالحاجة الملحة إلى استدامة عمليات الإنتاج من المصادر التقليدية. وقد تحول التركيز إلى التغلب على قيود رأس المال والتكيف مع المشهد المالي الدولي سريع التغير. وينظر إلى فكرة تحول الطاقة في روسيا بعين الشك، حيث أصبحت الآن بمثابة فكرة غربية تتعارض مع المصالح الوطنية. ومع ذلك، قد لا يزال هناك بعض المشروعات المتعلقة بتحول الطاقة قيد التنفيذ في روسيا.

ماذا بعد بالنسبة لسياسة الطاقة الأمريكية؟

المتحدث: **Prof. Kenneth B. Medlock III**
زميل في اقتصاديات الطاقة والموارد في معهد بيكر للدراسات العامة

تم إقرار قانون خفض التضخم الأمريكي في شهر أغسطس 2022، بإجمالي استثمارات تتجاوز قيمتها 430 مليار دولار، منها 369 مليار دولار في مجالات أمن الطاقة وتغير المناخ، وهو أكبر التزام للحد من التغير المناخي في تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية، وأحد أكبر الاستثمارات العامة لقطاع الطاقة الأمريكي على الإطلاق، ويهدف إلى إلى خفض تكاليف الطاقة الاستهلاكية، وزيادة أمن الطاقة الأمريكية، مع تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل كبير. ويختلف قانون خفض التضخم الأمريكي، بشكل كبير عن السياسات الأخرى المتعلقة بالطاقة.

وقبل التطرق إلى سياسة الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية، يجب إلقاء الضوء على مشهد الطاقة العالمي. تُعد تحولات الطاقة عملية مُعقدة، حيث تختلف ما بين أنحاء العالم، وتتأثر بعوامل مثل اقتصاديات الميزة النسبية التي لها جوانب بيئية واجتماعية ومالية يجب أن تكون متوازنة لوضع حل مستدام لمعضلة الطاقة الثلاثية. وعلى الرغم من هذا التوازن المطلوب، يُعد خفض الانبعاثات هو النقطة المحورية في معظم المناقشات حول الطاقة. وفي هذا السياق، يجب ملاحظة أن هذه الانبعاثات قد شهدت انخفاضاً بالفعل على مدى العقود القليلة الماضية، وخاصة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية التي وصلت إلى ذروة الطلب على الطاقة منذ عقدين تقريباً. كما أنه مع تطور الدول تنخفض كثافة الطاقة، وهي كمية الطاقة التي تحتاجها لتوليد دولار أمريكي واحد من الناتج المحلي الإجمالي، مما يساهم في خفض الانبعاثات. ويعد الارتباط بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة جانباً رئيسياً يجب مراعاته.

وعند النظر إلى مشهد الطاقة المتطور، يلاحظ وجود مزيج متنوع من مصادر الطاقة في جميع أنحاء العالم. حيث شهدت الطاقة المتجددة، وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية، نمواً كبيراً، إلا أنها لا تزال تشكل جزء صغير نسبياً من إجمالي مزيج الطاقة (3.3% و2.1% على التوالي في عام 2022). وتستمر مصادر الطاقة التقليدية في تلبية الطلب المتزايد في العديد من دول العالم، لا سيما خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، مما يدل على أهمية الحفاظ على سلاسل التوريد والبنية التحتية لهذه المصادر لضمان إمدادات ثابتة من الطاقة.

كان المحركان الرئيسيان للتغيرات في سوق الطاقة العالمية خلال الأعوام الخمس والعشرون الماضية هما، ثورة النفط الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية، والطلب المتزايد على الطاقة في آسيا. وقد أعاد هذان المحركان تشكيل ديناميكيات الطاقة العالمية بشكل كبير. وبالنظر إلى المستقبل، من المتوقع أن يستمر ابتكار تقنيات الإنتاج الجديدة والنمو الاقتصادي في تشكيل مشهد الطاقة العالمي. وعلى الرغم من أن هذا الابتكار لا يزال غير مؤكد، إلا أن تطبيق سياسات طاقة من شأنها أن تخلف الأثر الأكبر، يستوجب التفكير في السياسات التي تشجع الابتكار والنمو الاقتصادي معاً، مع عدم تجاهل أهمية تنسيق وإدارة سلاسل الإمدادات والذي تعد من المفاهيم الحاسمة في سياسة الطاقة، حيث قد يؤدي تعطيل سلاسل الإمدادات الحالية إلى وضع حواجز أمام دخول التكنولوجيات الجديدة، لأنها تتطلب تطويراً واسع النطاق للبنية التحتية.

وبالعودة إلى سياسة الطاقة الأمريكية، فمن الضروري إدراك أن المخاوف بشأن أمن الطاقة واستدامتها قد استمرت لعقود من الزمن. فعلى سبيل المثال، نشرت شركة البترول الوطنية الأمريكية في فبراير 1987 وثيقة تشير إلى أن تراجع القدرة الصناعية، عندما يقترن بتزايد الطلب، سوف يؤدي إلى زيادة الاعتماد على الواردات. وكانت هناك العديد من المقترحات (مثل فرض ضرائب الاستهلاك، وتقديم حوافز للإنتاج المحلي و/أو الاستكشاف) التي تدعو إلى التدخل الفوري من قبل الحكومة الأمريكية لمعالجة هذه المخاوف المدفوعة في الأساس بانخفاض إنتاج النفط والغاز الأمريكي خلال فترة السبعينيات من القرن الماضي، إلى جانب تزايد الاعتماد على الواردات، ومن ثم تزايدت مخاوف أمن الطاقة. قامت الحكومة الأمريكية في ذلك الوقت، بتكوين الكثير من الاحتياطيات البترولية، ووضع معايير جديدة لكفاءة استهلاك الوقود، سواء في المباني أو المحلات التجارية أو في السيارات، وعززت تطوير الصناعات المحلية. لقد تم إنفاق الكثير من الأموال على طاقة الرياح والطاقة الشمسية، ويظهر ذلك جلياً في صورة يد تمسك بالخلية الشمسية، وضعت على غلاف مجلة أمريكية صدرت في أكتوبر من عام 1981، ووضع تحتها تعليق «أن الطاقة الشمسية أقرب إلى سطح منزلك مما كنا نعتقد». والشيء المثير للاهتمام، أن ذلك هو ما يتحقق بالفعل في مشهد الطاقة العالمي الحالي، كما أن تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح تتغلب إلى حد ما على مشكلات سلاسل الإمدادات، لأنه يمكن ربط الشبكات القائمة.

تهدف سياسة الطاقة الأمريكية إلى معالجة قضايا أَمن الطاقة والاستدامة، بما في ذلك دعم الابتكارات وتعزيز الصناعات المحلية. وفي هذا السياق، تدعم الولايات المتحدة الأمريكية حالياً مجموعة متنوعة من الحلول، بما في ذلك الإعفاءات الضريبية على الإنتاج، والإعفاءات الضريبية على الاستثمار، وحساب الاستجابة العاجلة الذي يخصص الأموال لتطوير البنية

التحتية، فضلاً عن قانون خفض التضخم الأمريكي. ولكن الولايات المتحدة الأمريكية لا تفعل إلا القليل لمعالجة تصميم أسواق الطاقة بطرق أثبتت فعاليتها تاريخياً، بل إنها تتخذ خطوات لزيادة القيود، الأمر الذي من شأنه أن يجعل الإمدادات أقل مرونة، ويحد من فرص الإحلال، ويؤدي إلى المزيد من التقلبات وانعدام الأمن. فعلى الرغم من أن إعانات الدعم ضرورية لترويج التكنولوجيات الجديدة، فإنها قد تؤدي إلى نقص أو حتى إلغاء الاستثمارات في الصناعات القائمة، مما يؤدي إلى نقص العرض وتقلب الأسعار. وبالفعل شهدت الأشهر الأخيرة، ارتفاعات في الأسعار في صناعات الطاقة القائمة، وهو ما يسلط الضوء على التفاعلات المعقدة بين تقنيات الطاقة الجديدة والحالية في الأسواق. ومن غير المرجح أن يختفي هذا التحدي، مع التأكيد على الحاجة إلى اعتبارات سياسية مدروسة وفهم شامل لكيفية تأثير الجوانب المختلفة لسياسة الطاقة على بعضها البعض.

وبشكل عام، يعتمد مستقبل سياسة الطاقة الأمريكية على توفير فهم شامل لتعقيدات تحولات الطاقة وكيفية تأثير العوامل المختلفة على مشهد الطاقة العالمي المتطور باستمرار، بما في ذلك الابتكار والنمو الاقتصادي والإعانات وسلاسل التوريد. فضلاً عن أهمية اتباع نهج متعدد الأوجه لمعالجة التحديات والفرص في قطاع الطاقة.

أسواق الغاز الطبيعي المسال في الولايات المتحدة الأمريكية

المتحدث: Mr. Charif Souki
الرئيس التنفيذي لشركة Tellurian Inc.

كل شيء في عالم الطاقة مترابط، ويتطلب فهم أحد جوانب الطاقة، معرفة كيفية ارتباطها بالصورة الأوسع. إن مفهوم «تحول الطاقة» هو شيء يتم مناقشته على مدار الخمسين عاماً الماضية. فخلال الفترة (1970 – 2022)، حدثت ثورة كبيرة في قطاع الطاقة العالمي، حيث ارتفع إجمالي استهلاك الطاقة من 110 مليون برميل مكافئ نفط/يوم في عام 1970 لتصل إلى 282 مليون برميل مكافئ نفط/يوم في عام 2022، أي بزيادة مقدارها 2.7 ضعف. ومن الضروري الاعتراف بأنه من غير المرجح أن تكون الأعوام الخمسين القادمة مختلفة بشكل ملحوظ، وهذا يعني أنه يجب توقع استمرارية اتجاهات نمو الطاقة. وخلال تلك الفترة، ارتفع الطلب العالمي على الغاز الطبيعي بنحو 4 أضعاف، لتزيد حصته في مزيج الطاقة المستهلكة من نحو 18 % إلى 26 %. وفي المقابل، ارتفع الاستهلاك العالمي من النفط الخام بمقدار الضعف فقط، لتنخفض حصته في مزيج الطاقة من 41 % إلى 32 %.

ساهم التحول من النفط إلى الغاز في انخفاض انبعاثات الكربون، حيث أنه في حال ظل استهلاك الغاز ثابتاً خلال الفترة (1970 – 2022) وتمت تلبية الطلب الإضافي عن طريق النفط، لكان من الممكن أن يصل إجمالي الانبعاثات التراكمية إلى حوالي 186 مليون طن. ولكن هذا التحول كان مكلفاً للغاية، حيث قدرت قيمة الاستثمارات الأولية لإنتاج الغاز عالمياً منذ عام 1970 بنحو 4.5 تريليون دولار. وتبلغ قدرة التسييل العالمية حالياً ما يقرب من حوالي 475 مليون طن سنوياً – سعر الطن الواحد يصل إلى 750 دولار تقريباً. ومنذ بدء صناعة الغاز، تم إضافة ما يقرب من 1500 مليون طن سنوياً من تسييل الغاز، من خلال حوالي 290 منشأة حول العالم. ويضم أسطول شحن الغاز المسال حالياً ما يقرب من حوالي 1100 ناقلة، بتكلفة تقدر بنحو 200 مليون دولار لكل ناقلة في عام 2023. ويتعين أخذ هذا الأمر في الاعتبار، عند النظر في التحولات المستقبلية للطاقة.

يتسم مشهد الطاقة العالمي بالتقلبات، حيث أصبحت أسعار الغاز الطبيعي بنوعيه، عقب استقرار التقلبات الأخيرة، أكثر تنافسية عند مكافئتها مع أسعار النفط. وكانت أسعار الغاز الأمريكي هي الأقل دائماً خلال الأعوام الأخيرة، حيث كانت لثورة النفط الصخري انعكاساً إيجابياً كبيراً على مشهد الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية التي أصبحت تلعب دوراً

محورياً في أسواق الطاقة العالمية حالياً – لا سيما في أسواق الغاز الطبيعي المسال، الذي يمكن نقله لمسافات طويلة وبشكل سريع لتلبية المتطلبات قصيرة المدى. وفي هذا السياق، توضح أحد الأمثلة الحديثة على نفوذ الولايات المتحدة الأمريكية المتزايد في سوق الغاز الطبيعي المسال، باستحواذها على جزء كبير من الواردات في أوروبا، وخاصة منذ بدء الأزمة الروسية الأوكرانية. ويسلط هذا التحول الضوء على الأهمية المتزايدة للولايات المتحدة في أسواق الطاقة العالمية.

وبالنظر إلى تطور أسواق الغاز الطبيعي العالمية، ارتفعت الكميات المنقولة عبر خطوط الأنابيب العالمية بمقدار الضعف خلال الفترة (2000 – 2022)، على الرغم من انخفاض التدفقات بسبب الأزمة الروسية الأوكرانية. وتشير التوقعات إلى زيادة بنسبة تبلغ 11% حتى عام 2035، ويرجع ذلك في الغالب إلى زيادة التدفقات إلى الصين. ومن المتوقع أن يرتفع إجمالي إمدادات الغاز الطبيعي المسال بين عامي 2023 و2035، ليصل إلى حوالي 800 مليون طن سنوياً، لا سيما في ظل وجود عدد كبير من منشآت الغاز الطبيعي المسال الجديدة قيد الإنشاء، والتي يقع 60% منها في الولايات المتحدة الأمريكية التي يتوقع ارتفاع إنتاجها من الغاز الطبيعي المسال إلى أكثر من 300 مليون طن بحلول عام 2035، مقارنة بحوالي 80 مليون طن في عام 2023، لتصبح أكبر مورد للغاز الطبيعي المسال على مستوى العالم. هذا وتجدر الإشارة، إلى أن منشآت الغاز الطبيعي المسال تُعد مكلفة جداً، ولتلبية الطلب المستقبلي حتى عام 2035، لا بد من ضخ استثمارات كبيرة، وهو ما يشكل تحديات لسلاسل التوريد والخدمات اللوجستية العالمية.

وبشكل عام، لا يبدو دور حكومة الولايات المتحدة الأمريكية في أسواق الطاقة العالمية – ولا سيما أسواق الغاز الطبيعي المسال – واضحاً بشكل كبير، حيث يتم اتخاذ القرارات والاستثمارات في المقام الأول من قبل الشركات الخاصة ومدفوعة باعتبارات الأرباح. ولكن هذه الديناميكية المعقدة تتطلب نظرة فاحصة، ولا ينبغي لنا التقليل من أهمية دور الولايات المتحدة الأمريكية في مشهد الطاقة العالمي.

المحور الثاني:

تحولات الطاقة من منظور شركات الطاقة العالمية

تم استعراض عدد من الأوراق في هذا المحور التي تطرقت إلى تغير الأولويات والتحديات في تحولات الطاقة – شركة British Petroleum، ومعضلة الطاقة الثلاثية – شركة British Petroleum، والتحولات الرئيسية للطاقة – شركة TotalEnergies، وبيئة الطاقة المتغيرة – شركة Eni، وقوة التكنولوجيا - شركة ExxonMobil، والدروس المستفادة من تحولات الطاقة – شركة Equinor، والواقع الحالي والآفاق المستقبلية للطاقة – شركة Shell.

تغير الأولويات والتحديات في تحولات الطاقة

المتحدث: Mr. Spencer Dale
كبير الاقتصاديين - شركة بريتش بتروليوم

النفط والغاز الطبيعي سيمثلان جزءاً صغير بشكل كبير من مزيج الطاقة العالمي بحلول عام 2050، بينما ستستمر مصادر الطاقة الأخرى الخالية من الكربون مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية في زيادة انتشارها. حيث ستنخفض حصة الوقود الأحفوري كمصدر أساسي للطاقة من 80% في عام 2019 إلى ما بين 55 و20% بحلول عام 2050، في حين ستنمو حصة مصادر الطاقة المتجددة من 10 % إلى ما بين 35% و65% خلال الفترة الزمنية نفسها. هذا وتشمل معضلة الطاقة ثلاثة محاور رئيسية وهي: أولاً: أمن الطاقة، وهو ما يعني تقليل الاعتماد على واردات الطاقة التي يهيمن عليها الوقود الأحفوري، وزيادة الطاقة المنتجة محلياً التي من المرجح أن يأتي معظمها من مصادر الطاقة المتجددة وغيرها من مصادر الطاقة غير الأحفورية، وقد زادت أهمية ذلك الأمر بسبب الأزمة الروسية الأوكرانية. ثانياً: استدامة الطاقة، من خلال تزايد التركيز على الحاجة إلى إبطاء الاحتباس الحراري والظواهر الجوية المتطرفة التي أصبحت أكثر انتشاراً ووضوحاً دفعت الجميع للمطالبة باتخاذ إجراءات فورية وحاسمة. ثالثاً: القدرة على تحمل تكاليف الطاقة، وهو ما يتطلب بذل جهد مستمر للحفاظ على استقرار أسعار الطاقة للمستهلكين.

أن الارتفاع المستمر في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتكرار المتزايد للأحداث المناخية المتطرفة خلال الأعوام الأخيرة يسلط الضوء بشكل أكثر وضوحاً على أهمية التحول الحاسم نحو مستقبل صافي انبعاثات صفرية، وسيكون له دور رئيسي إلى جانب الأزمة الروسية الأوكرانية في تسريع تحولات الطاقة. وفي هذا السياق، تُعد وتيرة دخول مصادر الطاقة المتجددة إلى نظام الطاقة العالمي هي الأسرع حالياً من بين مصادر الطاقة المختلفة، ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى الانخفاض المستمر في تكلفتها بدعم من انتشار التكنولوجيات على نطاق واسع وكذلك السياسات الحكومية التي تقدم الحوافز المالية على نحو متزايد.

تلبية الطلب العالمي على الطاقة يتطلب توسيع نطاق تكنولوجيا احتجاز الكربون، ومنشآت طاقة الرياح والطاقة الشمسية، والبطاريات، والهيدروجين، وقدرات تخزين الطاقة الجديدة. مما سيساهم في زيادة أهمية المواد الخام الحرجة وهي المعادن مثل الليثيوم والنحاس والنيكل، حيث ترتبط تلك المواد بكافة الصناعات في جميع مراحل سلسلة التوريد، ويعتمد التقدم التكنولوجي

على مدى توافرها، كما أنها ترتبط بشكل وثيق بالتقنيات النظيفة – لا يمكن الاستغناء عنها في الألواح الشمسية وتوربينات الرياح والمركبات الكهربائية والإضاءة الموفرة للطاقة.

تجدر الإشارة إلى الدعم الحكومي المتزايد لتحولات الطاقة في عدد من دول العالم، ولكن حجم التحدي المتمثل في إزالة الكربون يشير إلى الحاجة إلى قدر أكبر من الدعم الدولي – بما في ذلك السياسات الرامية إلى التوسع بشكل أسرع في البنية التحتية لمشروعات الطاقة منخفضة الكربون، وضرورة وجود سياسة منسقة لتسريع التحولات في مجال الطاقة. ومن الأمثلة على هذا الدعم الحكومي، السياسة الصناعية الخضراء المستهدفة في كلاً من الولايات المتحدة الأمريكية التي أقرت قانون خفض التضخم ويهدف إلى مكافحة تغير المناخ من خلال السياسة الصناعية حيث تقدم للشركات والمستهلكين مجموعة متنوعة من الإعانات لتبني التقنيات الخضراء، والاتحاد الأوروبي الذي أقر الصفقة الأوروبية الخضراء وتهدف إلى أن تصبح أوروبا أول قارة محايدة كربونياً في العالم بحلول عام 2050، وتسعى إلى تقليل الانبعاثات بنسبة 55 % على الأقل بحلول عام 2030.

أما فيما يخص الفوائد المحتملة لتحولات الطاقة فهي تمتد إلى جوانب مختلفة من المجتمع والبيئة والاقتصاد العالمي، وتشمل: التخفيف من آثار تغير المناخ، وأمن الطاقة، وخلق فرص العمل، والابتكار والتقدم التكنولوجي، وخفض تكاليف الطاقة، وتسهيل إمكانية الوصول إلى الطاقة، والحفاظ على الموارد الطبيعية، والقدرة على مواجهة صدمات الطاقة، والتنويع الاقتصادي. كما توفر تحولات الطاقة مجموعة من الفوائد التي تتجاوز حماية البيئة، فهي تشتمل على مزايا اقتصادية وصحية وأمنية، مما يحقق مستقبل أكثر استدامة، ومن ثم تظهر أهمية تسريع الجهود للانتقال إلى أنظمة طاقة أنظف وأكثر استدامة على مستوى العالم.

وبالنظر إلى تحديات عملية تحولات الطاقة، يلاحظ أن من أهمها زيادة دور السياسة مقابل الأساسيات، وهو ما يشير إلى تحول ملحوظ في الديناميكيات التي تشكل التحول إلى أنظمة طاقة أنظف وأكثر استدامة، حيث كانت أسواق الطاقة العالمية تتأثر تقليدياً بشدة بأساسيات العرض والطلب. ومع ذلك، في الأعوام الأخيرة، زادت أهمية السياسات واللوائح والحوافز الحكومية بشكل ملحوظ. وبشكل أدق إلى أن تطور تحولات الطاقة نحو إطار تحركه السياسات يُعد خروجاً كبيراً عن ديناميكيات السوق التاريخية، حيث تلعب الحكومات وصناع السياسات دوراً محورياً في تشكيل مشهد الطاقة المستقبلي، مع التركيز على الحاجة إلى اتخاذ تدابير سياسية فعالة ومنسقة لتسريع التحول نحو أنظمة الطاقة المستدامة.

أصبح مفهوم القدرة المالية والإمكانات يلعب دوراً مركزياً في سياق تحولات الطاقة. ومع توجه المجتمعات نحو مصادر طاقة أنظف وأكثر استدامة، تواجه الحكومات فرصاً وتحديات تتعلق بقدرتها وإمكاناتها المالية. فعلى سبيل المثال، يتطلب الاستثمار في الطاقة المتجددة (يشمل ذلك

توفير البنية التحتية لمزارع الرياح، ومنشآت الطاقة الشمسية، ومشروعات الطاقة الكهرومائية، وأنظمة تخزين الطاقة) موارد مالية كبيرة، ويتعين على الحكومات أن تعمل على تقييم قدرتها المالية على تمويل مثل هذه المشروعات بفعالية. كما أنه لتسريع اعتماد تكنولوجيات الطاقة النظيفة، غالبا ما تستخدم الحكومات سياسات وحوافز مالية (تشمل الإعفاءات الضريبية، أو الإعانات، أو المنح لتشجيع القطاع الخاص على الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة)، ويتطلب تصميم وتنفيذ هذه السياسات دراسة متأنية للقدرة المالية والآثار المترتبة على الميزانية. وهناك أيضاً تكاليف مرتبطة بالتحول من استخدام الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة، مثل وقف تشغيل البنية التحتية للوقود الأحفوري، وإعادة تدريب العمالة، وتحديث شبكات الطاقة، وهو ما يعتمد على القدرة المالية للحكومات لتغطية هذه التكاليف مع ضمان التحول العادل للمجتمعات والصناعات المتضررة. وبشكل مختصر، أصبح للقدرات المالية والإمكانات اعتبارات مركزية في تحولات الطاقة، ويتعين على الحكومات أن تعمل على إيجاد التوازن بين تمويل التحول إلى مصادر الطاقة النظيفة وإدارة ميزانياتها بفعالية.

وفي ضوء أهمية الالتزام بالجدية بشأن التحول من الوقود الأحفوري، سلطت الأزمة الروسية الأوكرانية الضوء على مدى تعرض نظام الطاقة العالمي للصدمات الصغيرة، ونتج عنها ارتفاع في أسعار الطاقة كان له تكاليف اقتصادية واجتماعية كبيرة، أدت بدورها إلى تقويض الدعم لانتقال الطاقة. وفي هذا السياق، تمت الإشارة إلى أن التحول من الوقود الأحفوري يجب أن يكون بقيادة الطلب، من خلال زيادة تكلفة استخدام الوقود الأحفوري (على سبيل المثال فرض قيود على السيارات التي تعمل بالديزل والغازولين، والتدفئة بالغاز)، ودعم بدائل الوقود غير الأحفوري (مثل المركبات الكهربائية، والمضخات الحرارية). كما أنه لا بد من دعم السياسات «الجانبية» – التكميلية أو المساعدة، في تحولات الطاقة، وهي تدابير أو مبادرات إضافية تعمل جنباً إلى جنب مع السياسات الأولية لتعزيز فعاليتها، إلا أنها ليست بدائل لسياسات الطلب خاصة عندما يكون الهدف هو التأثير بشكل مباشر على سلوك المستهلك، أو ديناميكيات السوق.

ويُعد تجنب الانخفاض الحاد في أسعار الطاقة هو أمر بالغ الأهمية للحفاظ على استقرار السوق وتخفيف الآثار السلبية على قطاع الطاقة والاقتصاد بشكل عام، لا سيما وأن هذا الانخفاض يمكن أن يؤدي إلى تراجع الاستثمارات في مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة، مما يجعلها أقل جاذبية من الناحية الاقتصادية. ومن ثم فإن الحفاظ على أسعار مستقرة للطاقة يمكن أن يدعم التحول إلى بدائل الطاقة النظيفة من خلال توفير اليقين بشأن الأسعار للمستثمرين والمستهلكين.

وبالنظر إلى الدور المحوري لأسعار الكربون في دفع تحولات الطاقة، توفر آليات تسعير الكربون، مثل ضرائب الكربون، حافزاً مالياً للشركات والأفراد لتقليل انبعاثات الكربون الخاصة

بهم. كما يمكن لتسعير الكربون أن يوفر إيرادات كبيرة للحكومات، يتم إعادة استثمارها في التحول إلى مصادر طاقة أنظف، والبنية التحتية للطاقة المتجددة، وبرامج كفاءة الطاقة. وقد يؤدي تسعير الكربون إلى تكافؤ الفرص بالنسبة لمصادر الطاقة المتجددة منخفضة الانبعاثات الكربونية، مما يجعلها أكثر قدرة على المنافسة مقارنة بالوقود الأحفوري. وبشكل عام، يعد تسعير الكربون أداة سياسية هامة تعمل على مواءمة الحوافز الاقتصادية مع الأهداف البيئية في تحولات الطاقة. فهو يدفع إلى خفض الانبعاثات، ويشجع الاستثمارات المستدامة، من أجل تحقيق مستقبل منخفض الكربون ومستدام للطاقة.

هناك ضرورة لإدارة التقلبات المتزايدة في أسعار الطاقة، حيث من المرجح أن تزداد التقلبات الهيكلية في أسعار الوقود الأحفوري. وفي هذا السياق، تم استعراض 3 طرق لتخفيف التقلبات وهي: أولاً، تطوير أسواق القدرات في أصول الوقود الأحفوري وهو نهج يسعى إلى تحقيق التوازن بين الحاجة إلى إمدادات طاقة موثوقة وضرورة الانتقال إلى مصادر طاقة أنظف وأكثر استدامة. وينبغي لقرار تنفيذ مثل هذه الأسواق أن يأخذ في الاعتبار بعناية أهداف الطاقة والبيئة المحددة لكل دولة أو منطقة، مع التركيز على تقليل التأثيرات السلبية وتعزيز الانتقال السلس إلى مستقبل طاقة منخفض الكربون. ثانياً، تغيير دور المخزونات الاستراتيجية ليشمل مجموعة أوسع من الأهداف تتجاوز مجرد أمن الإمدادات، بحيث لا يقتصر دورها فقط على العمل كأداة حاسمة لإدارة أزمات الطاقة والمخاطر الجيوسياسية، ولكن يتم أيضاً تكييفها لتتماشى مع الأهداف المناخية والبيئية، واستراتيجيات تحولات الطاقة، وديناميكيات السوق المتغيرة. ثالثاً، زيادة الحاجة إلى الطاقة الاحتياطية والتخزين والمخازن المؤقتة.

وفيما يخص طرق الحد من تأثير تقلبات أسعار الطاقة، وهي: أولاً، الحد من الارتباط الطردي الكبير بين أسعار الجملة وأسعار التجزئة وهو ما يتطلب مزيجاً من التدابير التنظيمية وحوافز السوق وتثقيف المستهلكين. ثانياً، ضمان أن تكون تصميمات السوق قوية بالنسبة لأسعار الوقود الأحفوري المتقلبة، مثل أسواق الكهرباء، حيث تُعد تلك التصميمات أمراً بالغ الأهمية لضمان إمدادات طاقة مستقرة وبأسعار معقولة. ثالثاً، زيادة الحاجة إلى التأمين من تقلبات أسعار الطاقة.

وبشكل عام، يجب تفعيل دور الحكومات في إدارة تقلبات الأسعار باتباع نهج متوازن يأخذ في الاعتبار التدابير القصيرة الأجل لمواجهة التحديات المباشرة والاستراتيجيات طويلة الأجل لتعزيز استقرار سوق الطاقة العالمية واستدامتها. وهو ينطوي على تعاون وثيق مع أصحاب المصلحة في الصناعة والهيئات التنظيمية والشركاء الدوليين لضمان الإدارة الفعالة لتقلبات الأسعار.

معضلة الطاقة الثلاثية

المتحدث: Mr. Bernard Looney
الرئيس التنفيذي السابق لشركة بريتش بتروليوم

تشير «معضلة الطاقة» إلى التحدي المتمثل في الموازنة بين ثلاثة أهداف رئيسية في صناعة الطاقة: أمن الطاقة، والاستدامة البيئية، والقدرة على تحمل تكاليف الطاقة. وفيما يلي بعض الطرق التي تتبعها شركة بريتيش بتروليوم لحل معضلة الطاقة الثلاثية، أولاً: الانتقال إلى الطاقة المتجددة، قدمت شركة بريتيش بتروليوم التزامات كبيرة للانتقال نحو مصادر طاقة أنظف وأكثر استدامة، وأعلنت عن طموحها لتصبح شركة ذات انبعاثات صفرية بحلول عام 2050. وينطوي ذلك على تحول كبير نحو مصادر الطاقة المتجددة مثل الرياح والطاقة الشمسية والوقود الحيوي. ثانياً: الحياد الكربوني، حددت شركة بريتيش بتروليوم خططًا لتحقيق الحياد الكربوني ليس فقط في عملياتها الخاصة ولكن أيضاً في المنتجات التي تبيعها للمستهلكين. وهذا يعني خفض انبعاثات الكربون المرتبطة بمنتجاتها من النفط والغاز، وكذلك الاستثمار في مشاريع تعويض الكربون لموازنة الانبعاثات. ثالثاً: كفاءة الطاقة، يعد تحسين كفاءة الطاقة جزءاً أساسياً من معالجة معضلة الطاقة الثلاثية. وقد ركزت شركة بريتيش بتروليوم على تعزيز كفاءة الطاقة في العمليات، وهو الأمر الذي لا يقلل من انبعاثات الكربون فحسب، بل يعمل أيضاً على تحسين الأداء الاقتصادي. رابعاً: الاستثمار في البحث والابتكار، تستثمر شركة بريتيش بتروليوم في البحث والابتكار في مجالات مختلفة، بما في ذلك الوقود الحيوي المتقدم، وتقنيات احتجاز الكربون وتخزينه (CCS)، والبنية التحتية لشحن السيارات الكهربائية (EV). وتهدف هذه المبادرات إلى المساهمة في الاستدامة البيئية والقدرة على تحمل تكاليف الطاقة. خامساً: الوقود الانتقالي، يعتبر الغاز الطبيعي وقوداً انتقالياً نظراً لانخفاض انبعاثاته الكربونية مقارنة بالفحم والنفط. وقد استثمرت شركة بريتيش بتروليوم في إنتاج الغاز الطبيعي والبنية التحتية، والتزمت بزيادة حصة الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة التي تنتجها. سادساً: الدعوة إلى الممارسات المستدامة، دعت شركة بريتيش بتروليوم إلى الممارسات المستدامة في صناعة الطاقة، ويشمل ذلك دعم السياسات والمبادرات الرامية إلى الحد من انبعاثات الكربون ومعالجة تغير المناخ. سابعاً: مشاركة كل أصحاب المصلحة، انخرطت شركة بريتيش بتروليوم مع العديد من أصحاب المصلحة، بما في ذلك الحكومات والمنظمات البيئية والمجتمعات، لضمان اتباع نهج تعاوني لحل معضلة الطاقة الثلاثية. ثامناً: شحن المركبات الكهربائية، تعمل شركة

بريتيش بتروليوم على توسيع شبكة شحن المركبات الكهربائية لدعم نمو التنقل الكهربائي، وهو جانب مهم من تحولات الطاقة. تاسعاً: التكيف مع سوق الطاقة المتغير، تدرك شركة بريتيش بتروليوم المشهد المتغير لسوق الطاقة ومن ثم اتخذت قرارات استراتيجية تتماشى مع تحولات الطاقة، ويشمل ذلك التخارج من بعض أصول النفط والغاز والاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة.

على مدى الأعوام العديدة الماضية كان الحديث يدور حول جانب واحد من معضلة الطاقة الثلاثية في الغالب، وهو كيف يمكن إمداد العالم بطاقة أنظف ومنخفضة الكربون؟ وما نراه الآن هو أن هناك قدراً أكبر من التوازن، في الحوار حول القدرة على تحمل تكاليف الطاقة، وحول أمن تلك الإمدادات، بالإضافة إلى الطاقة المنخفضة الكربون أو الطاقة النظيفة. ولا يجب أن ينتقص ذلك، بأي حال من الأحوال، من القدرة على توفير طاقة نظيفة ومنخفضة الكربون، وصرف التركيز بعيداً عن المناخ. فعلى سبيل المثال، تهدف بريطانيا إلى الاعتماد على إمدادات الطاقة المحلية (طاقة الرياح البحرية، الطاقة الشمسية، الطاقة الحيوية)، ومن الممكن أن يساهم ذلك الأمر بشكل كبير في تحقيق أمن الطاقة، وفي الوقت نفسه تحقيق الأهداف المناخية.

يجب أن يؤدي تنويع إمدادات الطاقة إلى انخفاض التكاليف بمرور الوقت، ويأتي ذلك ضمن استراتيجية شركة بريتش بتروليوم، لتزويد العالم بالطاقة التي يحتاجها مع انبعاثات أقل، حيث تعمل الشركة على الاستثمار في الهيدروكربونات، وفي نفس الوقت تستثمر لتسريع تحولات الطاقة، ويتعلق ذلك الأمر بحل معضلة الطاقة الثلاثية. وفي هذا السياق، ستقوم شركة بريتش بتروليوم بتسريع أهدافها بعدة طرق، حيث ستقوم بخفض انبعاثاتها التشغيلية إلى النصف بحلول عام 2030، مع خفض إنتاجها من النفط والغاز بنسبة 40 % خلال العقد الحالي، وفي الأعوام القليلة المقبلة، سيذهب أكثر من 40 % من استثمارات الشركة إلى مصادر الطاقة غير النفطية، وهذا مقارنة بنحو 3 % فقط في عام 2019، وستزيد هذه النسبة عن 50 % بحلول عام 2030. وستشمل مصادر الطاقة المتجددة، والهيدروجين، وشحن السيارات الكهربائية، والوقود الحيوي، والطاقة الحيوية.

الجدير بالذكر أن معالجة معضلة الطاقة الثلاثية هي عملية معقدة ومستمرة، وسيعتمد نجاح هذه الجهود على عوامل مختلفة، بما في ذلك التقدم التكنولوجي، ودعم السياسات، والتعاون بين صناعة الطاقة بأكملها. وتسعى شركة بريتيش بتروليوم إلى التغلب على هذه التحديات والعمل من أجل مستقبل طاقة أكثر استدامة وتوازناً، فحالياً تعتبر بريتش بتروليوم في الغالب شركة نفط وغاز، ولكن في ثلاثينيات القرن الحالي سيبدو الأمر مختلفاً جداً، حيث تسعى لأن تصبح شركة الطاقة الرائدة في العالم التي تظهر أنه من الممكن بالفعل توفير طاقة آمنة وبأسعار معقولة ونظيفة.

التحولات الرئيسية للطاقة في شركة TotalEnergies

المتحدث: Mr. Patrick Pouyanné
رئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي

غيرت شركة «توتال إنيرجي» اسمها إلى «توتال إنيرجيز»، وهو ما يدل على تطور استراتيجية الشركة، وعلى الرغم من ذلك، تظل أهداف الشركة ومهمتها الأساسية ثابتة، وهي التصدي لمعضلة الطاقة الثلاثية: أمن الطاقة، والاستدامة، والقدرة على تحمل التكاليف التي تعد تحدياً محورياً في عملية التحول نحو الاستدامة. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى المعارضة الكبيرة المحتملة من المستهلكين إذا ارتفعت الأسعار خلال هذه الفترة الانتقالية، وهو ما حدث بالفعل في أوروبا، حيث أدى التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة إلى تقلبات وزيادة في الأسعار، مما شكل عبئاً على المستهلكين.

على مدى قرون، سعى العالم إلى الحصول على مصدر آمن للطاقة وبأسعار معقولة، وكان النفط أحد أكثر الخيارات التي يمكن الوصول إليها. ولكن، مع تزايد المخاوف بشأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، تعين العمل على تعزيز الانتقال إلى مصادر طاقة أكثر كفاءة، والجمع بين أمن الإمدادات والقدرة على تحمل التكاليف، مع إعطاء الأولوية للاستدامة. وتعكس استراتيجية الشركة هذه التعقيدات، حيث تظل مهمتها الأساسية هي: تلبية الاحتياجات من الطاقة، من خلال التركيز على تنويع المصادر. وفي هذا السياق، تدرك شركة توتال إنيرجيز أن النفط والغاز الطبيعي سيستمران في لعب دوراً هاماً في مشهد الطاقة. ومع ذلك، فإن التزام الشركة بالاستدامة قائم، حيث استثمرت بشكل كبير في مصادر الطاقة الخضراء.

سيستمر الطلب على الطاقة في الارتفاع بسبب تزايد رغبة سكان العالم في أسلوب حياة أفضل، ورغم قيام الشركة باستثمارات كبيرة في مصادر الطاقة المتجددة، وتخصيص ما يقرب من 25 مليار دولار، فإن الطلب العالمي على الطاقة يرتفع بشكل أكبر، إنها معضلة. ولتلبية هذا الطلب أثناء التحول نحو الاستدامة، اختارت الشركة نهجاً متكاملاً، ولديها استراتيجية للنفط والغاز، حيث قامت بتوسيع أعمالها بشكل كبير في قطاع الغاز، مع التركيز على الغاز الطبيعي المسال. في حين تسعى الشركة لتقليل اعتمادها على النفط، وهو ما يمثل تحدياً في ظل الطلب المتزايد في الولايات المتحدة الأمريكية.

وأدركت الشركة أيضاً أهمية إدارة التكلفة، ومع انخفاض أسعار التعادل، يصبح بالإمكان استيعاب تقلبات الأسعار، وهو ما تم ملاحظته على مدى الأعوام العشر الماضية. حيث تهدف

الشركة إلى أن تكون مرنه وقادره على إدارة مستويات الطلب، مما يتطلب تكلفة إنتاج منخفضة ومجموعة متنوعة من الأصول.

والالتزام بالاستدامة لا يقتصر فقط على الإنتاج، حيث يتم العمل على تقليل الانبعاثات وزيادة كفاءة استخدام الطاقة. وعلى الرغم من أن الطريق إلى الاستدامة معقد، إلا أن الشركة تعتقد أن مستقبل الطاقة يكمن في نمو سوق الكهرباء، الذي من المتوقع أن يرتفع بشكل كبير. ولن يؤثر هذا التغيير على طريقة توليد الكهرباء فحسب، بل سيخلق أيضاً فرصاً جديدة، خاصة في مجال النقل.

يعد الانتقال إلى مستقبل منخفض الكربون هو أمراً حيوياً، وتدرك شركة توتال إنيرجيز أن جزءاً كبيراً من نجاحها يعتمد على تقليل الانبعاثات في جميع جوانب عملياتها. ومن ثم فإن إزالة الكربون ستكون هي القوة الدافعة، ولكن يجب النظر في تنظيم الطلب وتحفيز الإنتاج. وبمعنى آخر يُعد تحقيق التوازن بين ديناميكيات العرض والطلب هو المفتاح الرئيسي في الرحلة نحو الاستدامة متعددة الأوجه.

ينطوي دور شركة توتال إنيرجيز على فهم احتياجات وسياسات الدول والمناطق بصورة فردية، حيث لا يوجد نهج واحد يناسب الجميع، كما يمكن أن تتغير السياسات الحكومية بمرور الوقت. لذلك من المهم أن التكيف مع هذه التغييرات، والمحافظة على المرونة وإعطاء الأولوية للحلول التي يريدها العملاء. الأمر كله يتعلق بتلبية متطلبات المستهلكين مع ضمان مستقبل طاقة مستدام وبأسعار معقولة. وتعكس محفظة الشركة المتنوعة، بما في ذلك الغاز الحيوي والبطاريات ومصادر الطاقة المتجددة، التزامها بهذه الأهداف.

وفي الختام، فإن مشهد الطاقة يتطور بسرعة، وشركة توتال إنيرجيز ملتزمة بقيادة الطريق في مجال الاستدامة والقدرة على تحمل التكاليف وأمن الإمدادات.

بيئة الطاقة المتغيرة، شركة Eni

المتحدث: Mr. Paolo Sias
رئيس الشؤون المالية

الاستدامة البيئية، والتي ربما كانت بالنسبة للكثيرين هي محور التركيز الأساسي في سوق الطاقة، لم تعد هي الهدف الوحيد. حيث يتعين أيضاً التركيز على تحقيق معادلة واضحة المعالم وهي القدرة على تحمل التكاليف وأمن الإمدادات. والحقيقة هي أننا بعيدون عن حل هذه المعادلة المعقدة، وخاصة في قارة أوروبا التي تفتقر إلى سياسات الطاقة المشتركة، الأمر الذي يؤدي إلى مشهد مجزأ، حيث تسعى كل دولة منفردة إلى تنفيذ استراتيجياتها بقدر أقل من التنسيق مما هو مطلوب، وبالنظر إلى ما تفعله الشركات الأخرى أو ما تنفقه في جميع أنحاء العالم، فإن كل شركة تضع استراتيجيتها الخاصة، وتحاول حل هذه المعادلة بمفردها.

فيما يخص القدرة على تحمل التكاليف، يلاحظ أنه في النصف الأول من عام 2020، شهدت أسعار الغاز الطبيعي ارتفاعات وتقلبات ملحوظة، مدفوعة بالتوقعات المالية أكثر من الاحتياجات الصناعية، مما جعلها منفصلة عن المتطلبات الفعلية للصناعة. علاوة على ذلك، زادت حساسية السوق بشكل كبير، وأصبح من الصعب على القطاعات الصناعية تصميم ونشر الاستراتيجيات المستقبلية، لا سيما وأن مصدر الطاقة الأساسي الخاص بها غير متسق. وتنطبق نفس المخاوف على أمن الإمدادات، حيث شهد سوق النفط والغاز الطبيعي انخفاضاً كبيراً في الاستثمارات، والمشكلة أن الطلب العالمي على النفط والغاز يستمر في النمو. والمسألة الحاسمة هي أن تأثير انخفاض الإمدادات سوف يستغرق عدة أعوام حتى يتحقق، حيث أن الاستثمارات الرأسمالية تستغرق وقتاً طويلاً لتحقيق نتائج، وهذا الوضع سيهدد أمن إمدادات الطاقة المستقبلية. وعلى نحو مماثل، تستمر انبعاثات الغازات الدفيئة في الارتفاع، مما يعكس التحدي المتمثل في إنفاذ سياسات خفض الانبعاثات، عندما تتبع كل شركة استراتيجياتها الخاصة دون معايير عالمية مشتركة، وستكون معالجة هذه القضية أمر بالغ الصعوبة، وخاصة في غياب التعاون العالمي.

هذا ويجب تسليط الضوء على أهمية اعتبار أن الحصول على الطاقة هو حقاً أساسياً للدول النامية، حيث يجب على صناعة الطاقة أن تدعم ضمان وصول تلك الدول إلى مصادر الطاقة الحديثة لتحقيق نموهم وازدهارهم. لذلك، فإن الوصول إلى حل متوازن لمعضلة للطاقة يستوجب أن تتضمن استراتيجية شركات الطاقة هذه ثلاثة عناصر – أمن إمدادات الطاقة، والقدرة على

تحمل التكاليف، وإمكانية الوصول إلى مصادر الطاقة. وإلا فإن النتيجة سوف تكون غير متوازنة، وسيظل النمو المستدام بعيد المنال.

من الضروري التعلم والاستفادة من التجارب السابقة على حل المشكلات في المستقبل. وفي حين أنه ليس كل شيء من الماضي ينطبق على المستقبل، إلا أن التاريخ يمكن أن يوفر رؤى قيمة. إحدى الملاحظات الرئيسية من مزيج الطاقة التاريخي هي أن عملية تحول الطاقة لم تهدف إلى استبدال مصادر الطاقة السابقة، ولكنها كانت تميل إلى أن تكون مصادر الطاقة الجديدة مكملة. وهذا ما يجب وضعه في الاعتبار في تحولات الطاقة الحالية، حيث تستمر احتياجات العالم من الطاقة في النمو، مما يجعل من الصعب التخلص التدريجي من مصادر الطاقة التقليدية بالكامل.

ولكن الحقيقة أن تحولات الطاقة الحالية تتسم بتغييرات تنظيمية، وخلافا للماضي، هناك قيود زمنية تتطلب أن تتم هذه التحولات ضمن إطار زمني محدد. وعلى سبيل المثال، بالنظر إلى المشهد المالي، هناك انخفاض كبير في الدعم الدولي من البنوك والمؤسسات المالية لصناعة النفط والغاز الطبيعي على نطاق عالمي بنسبة 15 % تقريباً خلال العامين الماضيين. ويبدو التخفيض أكثر حدة في أوروبا، حيث يصل إلى 40 %. يشير ذلك إلى أن دول أوروبا، وهي صارمة بشكل خاص للأهداف والقيود البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG)، تنفصل بصورة سريعة عن قطاع الوقود الأحفوري، مما سيؤدي إلى تفاقم المخاوف حول أمن الطاقة والقدرة على تحمل تكاليفها. ومن هنا تظهر الحاجة الملحة إلى وجود نهج واضح أكثر اتساقاً وشمولاً في التعامل مع السياسات البيئية والاجتماعية والحوكمة داخل القطاع المالي، وهو النهج الذي يعترف بشكل أفضل بالطبيعة المعقدة والمتعددة الأوجه لصناعة الطاقة والمقاييس المرتبطة بها.

وترى شركة إيني أن نجاح استراتيجية تحولات الطاقة، يتطلب عدة مبادئ أساسية: أولاً، الحياد التكنولوجي، حيث يجب تبني موقفاً خالياً من التحيز الأيديولوجي، ويتيح التكيف مع القيود التكنولوجية المختلفة حسب الحاجة إليها، مما يعني تنويع نماذج الأعمال، وعدم وضع كل الاستثمارات في مصادر الطاقة المتجددة فقط، والتي تعد جزءاً من التحول. ثانياً، الواقعية الزمنية، يعد الاعتراف بأن بعض القطاعات والمناطق الجغرافية ستحتاج بطبيعة الحال إلى مزيد من الوقت لعملية التحول وهو أمر بالغ الأهمية، ومن ثم يجب أن يكون النهج المتبع مرناً، حيث سيكون لفرض وتيرة غير واقعية آثار ضارة. ثالثاً، التكيف المتوازن، بحيث يتضمن التحول توازناً دقيقاً بين التكيف مع ديناميكيات الطلب والإمدادات وسلاسل التوريد المتغيرة. فعلى سبيل المثال، تقوم شركة إيني بدمج الطاقة النظيفة في أعمال البيع بالتجزئة لديها وتستثمر في التكامل الرأسي عبر سلسلة القيمة. وتمتد استراتيجية شركة إيني لتشمل إنشاء نماذج اقتصادية جديدة تعكس نقاط قوتها الفريدة في مجال التكنولوجيا والإدارة، وتضمن تقديرها في الأسواق المالية.

بشكل عام، تؤمن شركة إيني الإيطالية بضرورة تحقيق صافي انبعاثات صفرية، مع ضمان نمو الأرباح، وينصب تركيزها على الغاز الطبيعي، الذي سيستمر في لعب دور حاسم في تحولات الطاقة. وتدرك الشركة الحاجة إلى الحياد التكنولوجي والمرونة وتتبع نماذج طاقة مختلفة لتحقيق أهدافها، كما تهدف إلى تسليط الضوء على ابتكاراتها التكنولوجية واستخلاص القيمة منها لإظهار التزامها بالاستدامة والنمو، فضلاً عن الالتزام بدعم الاقتصادات المحلية، والسعي إلى التطور مع مشهد الطاقة المتغير.

قوة التكنولوجيا، شركة ExxonMobil

المتحدث: Ms. Linda DuCharme
رئيس الشركة للتكنولوجيا والهندسة

تشهد صناعة الطاقة تحولات لم يسبق لها مثيل، تتطلب استكشاف طرق جديدة، وتبني تقنيات ومفاهيم لم تكن موجودة حتى قبل عقد من الزمن، مثل الهيدروجين واحتجاز الكربون وتخزينه واستخراج الليثيوم، وغيره. لم يضطر أسلافنا قط إلى التعامل مع مثل هذه التغييرات، وكان تركيزهم منصب على تقنيات النفط والغاز التقليدية.

تفتخر شركة إكسون موبيل بتاريخ غني من الابتكار التكنولوجي، يمتد لأكثر من حوالي 140 عاماً من التطوير المستمر في مختلف المجالات، بدءاً من الوقود عالي الأوكتان وحتى تركيزنا الحالي على الأنظمة منخفضة الكربون. ويشكل هذا التاريخ نهج الشركة في الاستعداد للمستقبل، لا سيما وأن أحد المعتقدات الأساسية لها هو «أن التكنولوجيا هي جوهر كل ما تقوم به». لقد أدى التقدم التكنولوجي إلى خفض التكاليف بشكل مستمر، وزيادة الوصول إلى الموارد، وتعزيز الربحية. ويدفع هذا الاعتقاد الأساسي إلى استكشاف تقنيات جديدة، وذلك على الرغم من التحديات التي تطرحها. وتتمثل استراتيجية شركة إكسون موبيل في التأكد من توفير الطاقة إلى السوق، مما يساعد الاقتصادات على النمو والازدهار، ولكن القيام بذلك ببصمة كربونية أقل، وهو ما يتطلب تقنيات جديدة ومصادر جديدة للطاقة.

يتطلب التحول الحالي في الصناعة معالجة التحديات التقنية المختلفة، ومن أهمها: أولاً، احتجاز الكربون وتخزينه، حيث تعمل تقنية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه التقليدية بكفاءة مع التركيزات الأعلى من ثاني أكسيد الكربون، مثل مصانع الصلب أو مصاهر الألومنيوم. ومع ذلك، فهو أقل فعالية في الصناعات ذات التركيزات المنخفضة لثاني أكسيد الكربون. وتعمل الشركة على تطوير تقنيات لتحسين اقتصاديات احتجاز ثاني أكسيد الكربون من مصادر ذات تركيزات أقل واستكشاف الالتقاط المباشر من الغلاف الجوي، وهو ما يمثل تحديًا كبيراً. ثانياً، الهيدروجين، فعلى الرغم من قيام الشركة باستخدام الهيدروجين في منشآتها، إلا أن توسيع نطاقه يمثل تحديات. حيث إن معالجة ونقل الهيدروجين بالحجم المطلوب، بما في ذلك التسييل، يتطلب تقدماً تكنولوجياً. بالإضافة إلى ذلك، فإن معالجة البصمة الكربونية لإنتاج الهيدروجين أمر بالغ الأهمية. ثالثاً، الوقود الحيوي، خاصة وقود الطيران المستدام والوقود من المواد الأولية العضوية. حيث تهدف شركة إكسون موبيل إلى استخدام المواد الأولية، مثل

المنتجات الثانوية الزراعية ومواد النفايات ويُعد انتاج هذا النوع من الوقود بكفاءة وعلى نطاق واسع هو عملية معقدة.

ولمواجهة هذه التحديات بفعالية، هناك حاجة إلى بذل جهد جماعي. وفي هذا السياق، يعد التعاون بين الشركات والأوساط الأكاديمية والمؤسسات البحثية وصانعي السياسات هو أمراً ضرورياً لمعالجة الفجوات التكنولوجية. ويتعين العمل معاً لتطوير وتنفيذ التكنولوجيات التي تدعم الانتقال إلى مستقبل منخفض الكربون. بالإضافة إلى ذلك، يعد اتباع نهج عالمي لتسعير الكربون، لفترة قصيرة، أمراً بالغ الأهمية لخلق فرص متكافئة لهذه التقنيات.

بشكل عام، شركة إكسون موبيل ملتزمة تماماً بالتحول نحو مستقبل الطاقة المستدامة. لقد أنشئت حلول منخفضة الكربون لقيادة الجهود في مجال الهيدروجين، واحتجاز الكربون وعزله، والوقود الحيوي. ففي عام 2021، أنشأت الشركة وحدة جديدة للحلول منخفضة الكربون، بهدف أخذ بعض التكنولوجيا الناشئة، ودمجها مع قدرتنا على تنفيذ مشروعات على نطاق واسع. وتخطط الشركة لاستثمار 7 مليار دولار حتى 2027 في جهود وحدة الحلول منخفضة الكربون لتنفيذ مشروعات في الولايات المتحدة الأمريكية، لا سيما وأن قانون خفض التضخم، يمنح الكثير من الحوافز لتمكين تلك المشروعات من أن تكون قابلة للتطبيق تجارياً. وبينما تعترف الشركة بالشكوك والتحديات، فإنها تعتقد أنه من خلال الخبرة والابتكار في الصناعة، والحاجة العالمية الملحة للطاقة المستدامة، ودعم كافة أصحاب المصلحة، فإنه يمكن التغلب على هذه التحديات وتمهيد الطريق لعالم أكثر نظافة ومستقبل أكثر اخضراراً.

الدروس المستفادة من تحولات الطاقة - شركة Equinor

المتحدث: Mr. Philippe Mathieu
نائب الرئيس التنفيذي للاستكشاف والإنتاج

شهدت أسواق الطاقة العالمية، في سياق أمن الإمدادات، تحولاً عميقاً بسبب استمرار الأزمة الروسية الأوكرانية. فقد كانت العديد من الدول الأوروبية – ولا سيما ألمانيا – تعتمد بشكل كبير منذ فترة طويلة على مصادر الطاقة الروسية، وتغير هذا الأمر في الوقت الحالي، حيث أصبحت الولايات المتحدة الأمريكية تلعب دوراً حاسماً في أمن الطاقة لدى تلك الدول.

وقد ظهر تأثير غياب روسيا عن السوق مع ارتفاع أسعار الغاز الطبيعي، مما أثر على إنتاج الكهرباء وأسعارها التي ارتفعت بشكل ملحوظ. وكان على شركة اكوينور باعتبارها مورداً رئيسياً للغاز إلى أوروبا، استكشاف حلول مختلفة للتخفيف من تأثير نقص إمدادات الغاز الروسي وما نتج عنه من زيادات في الأسعار. وتضمنت استجابة الشركة، خفض الإنتاج إلى مستوى يتناسب مع طاقتها، والتوقف عن ضخ الغاز الطبيعي المستخدم تقليدياً لتعزيز استخراج النفط، وإعادة توجيه هذا الغاز الفائض إلى السوق. وركزت الشركة أيضاً على تحقيق كفاءة إنتاجية عالية. فضلاً عن القيام بتوسيع خطوط الأنابيب لتحقيق أقصى قدر من سعة التخزين، مما يضمن توافر الغاز خلال فصل الشتاء. وعلى الرغم من أن التحدي كان كبيراً بشكل ملحوظ، إلا أن السوق كانت تتوقع هذا الوضع.

لقد أصبحت معضلة الطاقة الثلاثية – أمن الإمدادات، والقدرة على تحمل التكاليف، والاستدامة – أكثر وضوحاً، في ظل الأزمة الروسية الأوكرانية. وحدث تحول سريع وواضح في تركيز المستثمرين والشركات من البيئة والاستدامة، التي كانت في طليعة اهتماماتهم خلال الأعوام القليلة الماضية، إلى أمن الإمدادات والقدرة على تحمل التكاليف. وقد استلزم ذلك الوضع التحول نحو المزيد من الاستقلال في مجال الطاقة وتنويع مصادرها. حيث شرعت ألمانيا، على وجه الخصوص، في الاهتمام بتوليد الطاقة باستخدام مصادر الطاقة الخضراء، مما يشير إلى خروج كبير عن المشهد قبل خمس أعوام.

ويتطلب التصدي للتحديات المتعددة الأوجه المتعلقة بتحولات الطاقة، نهجاً شاملاً يعالج الأبعاد الثلاثة لمعضلة الطاقة. حيث من الضروري إجراء استثمارات كبيرة في مجال التكنولوجيا الجديدة ومصادر الطاقة المتجددة المختلفة – بما في ذلك مشروعات البنية التحتية. وتُعد شركة

اكوينور التي تتمتع بالموارد المالية، والقدرات الصناعية، والخبرة التكنولوجية، مناسبة تماما لدفع تحولات الطاقة إلى الأمام. غير أن هذا الأمر يجب أن يتم بطريقة متوازنة، مع الاعتراف بالإطار الزمني الطويل المطلوب لمثل هذه التحولات.

تدرك شركة اكوينور أيضاً الحاجة إلى مواصلة توليد الإيرادات من عمليات النفط والغاز الطبيعي لدعم تمويل تحولات الطاقة ودفع الأرباح للمساهمين، ويعكس هذا النهج الالتزام بموقف متوازن. وفي هذا السياق، تهدف الشركة إلى إطالة عمر عمليات النفط والغاز، وتأمين الإنتاج حتى عام 2030، مع تعزيز نمو حلول الطاقة المتجددة في الوقت نفسه.

يمثل التحول إلى مصادر الطاقة النظيفة تحدياً متعدد الأوجه، وتختلف استجابة الدول باختلاف الموقع الجغرافي. وفي المملكة المتحدة، تواجه بعض المشروعات معارضة قوية، تنشأ من المخاوف بشأن تأثيرها على أمن الطاقة. في المقابل، يُنظر إلى مشروعات الطاقة النظيفة في البرازيل على أنها فرص لتأمين الطاقة بأسعار معقولة ودفع النمو الاقتصادي. وهذا يؤكد الاستجابة المتنوعة لتحولات الطاقة في المناطق المختلفة حول العالم.

تعتمد استراتيجية شركة اكوينور لتحول الطاقة على ثلاث ركائز رئيسية، وهي: أولها، طاقة الرياح البحرية، حيث تُعد مشروعات طاقة الرياح البحرية امتداداً طبيعياً لخبرة الشركة في العمليات البحرية. وثانيها، الحلول منخفضة الكربون – بما في ذلك احتجاز وتخزين الكربون والهيدروجين، التي اكتسبت زخماً، خاصة في ألمانيا، حيث تسعى التجمعات الصناعية إلى الحد من انبعاثات الكربون. وثالثها، تطوير أنظمة طاقة البطاريات، التي يمكنها تخزين الطاقة الزائدة المولدة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وإطلاقها عندما تكون شبكة الكهرباء في أمس الحاجة إلى الطاقة.

وتوضح خطة شركة اكوينور لتحول الطاقة، التزامها بتحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050. حيث تهدف الشركة إلى خفض انبعاثاتها بنسبة 20 % بحلول عام 2030، وبنسبة 40 % بحلول عام 2035، مع التركيز بشكل خاص على خفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن إنتاج النفط والغاز. وتحقيق ذلك يستلزم بذل جهد كبير، ولا سيما الاستثمار في المشروعات التي تحد من الانبعاثات.

وتتمتع الشركة بوضع جيد يسمح لها بتطوير محفظة شاملة للطاقة في المملكة المتحدة، وتوفر الولايات المتحدة الأمريكية إمكانات كبيرة لنمو مشروعاتها، كما تستكشف الشركة الفرص المتاحة في دول أخرى مثل البرازيل، بما في ذلك مشروعات الطاقة الشمسية البرية. وتشكل هذه المساعي جزءاً من استراتيجية الشركة لإنشاء مراكز للطاقة في جميع أنحاء العالم، باستثمارات مخططة تبلغ قيمتها 10 مليار جنية إسترليني بحلول عام 2030.

وبشكل عام، ترى شركة اكوينور أن الدروس المستفادة من تحولات الطاقة بالنسبة لها تتمثل في، أولاً، إيجاد التوازن في معالجة معضلة الطاقة الثلاثية – أمن الإمدادات، والاستدامة، والقدرة على تحمل التكاليف – من خلال الاستثمارات الاستراتيجية، وتنفيذ المشروعات. ثانياً، تحقيق تحولات الطاقة المتوازنة، مما يضمن الدعم المستمر لرأس مالها. ثالثاً، يجب أن تكون تحولات الطاقة عادلة، مما يضمن تحقيق المصالح طويلة المدى لعملائها، من خلال اعتماد نهج يهدف للحد من عدم المساواة وخفض الانبعاثات لمكافحة تغير المناخ. رابعاً، وضع استراتيجية لتحولات الطاقة، تشمل، الحد من محطات الفحم، وبناء محطات للهيدروجين، وتأمين إمدادات الغاز والهيدروجين، وتعزيز تقنية احتجاز الكربون وتخزينيه، والتركيز على مشروعات طاقة الرياح البحرية، وتحقيق أمن الطاقة.

الواقع الحالي والآفاق المستقبلية للطاقة

المتحدث: Ms. Zoe Yujnovich
مدير الغاز المتكامل والاستكشاف والانتاج، شركة Shell

تحيط بالآفاق المستقبلية للطاقة العديد من التحديات، وخاصة في إيجاد طرق لضمان أمن إمدادات الطاقة، والقدرة على تحمل تكاليفها، وموثوقيتها – وهي جوانب أساسية للحياة الحديثة، فضلاً عن النظر في كيفية التنقل بين الخيارات المتعلقة بإزالة الكربون. في الأعوام القليلة الماضية، شهد العالم أحداثاً مهمة، مثل جائحة فيروس كوفيد19- والأزمة الروسية الأوكرانية، والتي غيرت مزيج إمدادات الطاقة. وغالبًا ما تؤدي مثل هذه التغييرات إلى تقلبات وتحديات تحتاج إلى إدارتها.

المهمة المطروحة هي الموازنة بين احتياجات الطاقة الحالية والمتطلبات المستقبلية. وفي هذا السياق، يجب التأكيد على أنه لا يمكن تسريع تفكيك نظام الطاقة الحالي من خلال بناء نظام الطاقة الجديد للمستقبل. إن القيام بذلك يخلق تأثيرات تؤدي إلى تقلبات كبيرة وعواقب سلبية، وخاصة بالنسبة للدول الأكثر ضعفاً في العالم. تدور الاستراتيجية التي تتبعها شركة شل حول «تعزيز التقدم»، والذي يتضمن ربط طاقة اليوم بطاقة الغد. ويعد التعاون أمراً بالغ الأهمية، خاصة عند التعامل مع شركات الطاقة الوطنية التي تمر بخطوات انتقالية متفاوتة.

المثابرة هي المفتاح لإحداث التغييرات اللازمة للمستقبل. وفي قطاع النفط والغاز، تدرك شركة شل أهمية التغيير، وهو ما لا يتم إبرازه في كثير من الأحيان، ويجب أيضاً معالجة الحلول منخفضة الكربون. حيث تعتقد الشركة اعتقاداً راسخاً أنه ستكون هناك حاجة إلى النفط والغاز في المستقبل المنظور، لذلك ينصب تركيزنا على تطوير هذه الموارد بكفاءة مع الأخذ في الاعتبار كثافة الكربون. وكمثال لتوضيح الجهود لمبذولة لجعل إنتاج الطاقة أكثر استدامة، نجحت شركة شل في تشغيل منصات بحرية تم خفض بصمتها الكربونية بنسبة 70 % في خليج المكسيك.

كما حققت الشركة أيضاً تقدماً في مجال الغاز الطبيعي المسال لتسهيل الحركة التجارية للهيدروكربونات، خاصة بالنسبة للدول التي ليس لديها موارد طاقة محلية أو حلول متجددة. هذا ويوفر الغاز الطبيعي المسال بديلاً منخفض الانبعاثات ويمكن أن يلعب دوراً حيوياً في تحولات

الطاقة. وتُظهر مشروعات الشركة التزامها بكثافة منخفضة للكربون، حيث من المتوقع أن يكون مشروع الغاز الطبيعي المسال قيد التنفيذ على الساحل الغربي في كندا هو الأقل كثافة للكربون على مستوى العالم، مع مواصلة استكشاف الإمكانات البديلة الأكثر مراعاة للبيئة، بما في ذلك الهيدروجين، واحتجاز الكربون وتخزينه، ووقود الطيران المستدام. وقد تواجه هذه المشروعات تحديات نظراً للنقص الحالي في الأسواق القائمة، ولكننا شركة شل تدرك الحاجة إلى الاستثمار في الحد من انبعاثات الكربون ومكافحة تغير المناخ.

إن تحقيق التوازن في تحولات الطاقة ليس بالأمر السهل، حيث توجد شكوك تتعلق بالتكنولوجيا، والتنظيم، والنظم البيئية المتطورة. ومع ذلك، يتم إحراز تقدم كبير، وخاصة في مناطق مثل أوروبا، حيث يتزايد توليد الطاقة المتجددة. كما أن المناطق التي يعد فيها النفط والغاز الطبيعي بمثابة الدعامة الأساسية، فإن التغيير الكبير قادم، فقد ارتفعت قدرة مصادر الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط بنحو 13 % تقريباً مقارنة بالعام السابق، وهي أكبر زيادة من حيث النسبة المئوية لأي منطقة في العالم. وسيكون التعاون أمراً بالغ الأهمية لإدارة مخاطر تحولات الطاقة وتوسيع نطاق الحلول بسرعة، وبالتأكيد لن تتمكن دولة واحدة أو شركة واحدة فقط من القيام بذلك بمفردها.

وبشكل عام، حققت شركة شل بالعمل مع شركائها في جميع أنحاء العالم، جهداً جماعياً لمواجهة تحدي عملية تحولات الطاقة. وتدرك الشركة أن هذه العملية ليست سهلة، لكنها تظل ملتزمة بتعزيز التقدم وتبني وجهات نظر متنوعة لدفع التغيير. وهدف الشركة هو تمكين الوصول إلى الطاقة مع معالجة المخاوف البيئية أيضاً، وهي مهمة تتطلب مزيج من التكيف والابتكار المستمر.

المحور الثالث:

تحولات الطاقة من منظور الدول المستهلكة للطاقة

وقد اشتمل هذا المحور على أربع أوراق، أولها، تحديات الطاقة في الصين. وثانيها، سياسة الطاقة في الاتحاد الأوروبي وسط الأزمة الروسية الأوكرانية. وثالثها، تحولات الطاقة في اليابان وآسيا، ورابعها، تحديات الطاقة في الهند.

تحديات الطاقة في الصين

المتحدث: Dr Michal Meidan
رئيس أبحاث الطاقة الصينية، معهد أكسفورد لدراسات الطاقة

أولاً: نظام الطاقة في الصين من منظور عالمي

في عام 1980، كان استهلاك الطاقة في الصين يعادل ربع استهلاك أوروبا تقريباً، أما في الوقت الحالي فهو يمثل ضعف حجم استهلاك الطاقة في أوروبا. هذا وقد نما الطلب الأولي على الطاقة في الصين بشكل سريع، مدفوعا بالنمو الاقتصادي القوي في البلاد، والتوسع الحضري السريع والتصنيع. وحالياً تعد الصين أكبر مستهلك للطاقة الأولية على مستوى العالم، حيث تستحوذ على ما يقرب من نحو 25 % إجمالي الاستهلاك العالمي للطاقة.

وتُعد الصين أكبر منتج ومستهلك للفحم، حيث تمثل أكثر من نصف الإجمالي العالمي، كما أنها تمثل 20 % من تجارته العالمية. وتعمل الصين على زيادة الطاقة المضافة من الفحم بوتيرة سريعة، على الرغم من تعهدها بالتخفيض التدريجي للفحم في الخطة الخمسية المقبلة، والذي قد يكون من الصعب تحقيقه. هذا وقد ساهم هيمنة الفحم الحجري والحصة الكبيرة للصناعات الثقيلة في استخدامات الطاقة في الصين في جعلها الدولة الأكثر إطلاقاً لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون على مستوى العالم. وعند النظر إلى الصين على أساس نصيب الفرد، فإنها ليست الدولة الأكبر في إطلاق الانبعاثات، حيث إنها تطلق ما يقرب من نصف الانبعاثات في الولايات المتحدة الأمريكية، وأقل قليلا من اليابان، وأكثر قليلا من الانبعاثات في أوروبا.

وتبرز الصين باعتبارها أكبر مكرر للنفط الخام في العالم، كما تُعد الصين هي ثاني أكبر مستهلك عالمي للنفط وأكبر مستورد للنفط الخام. ومن المتوقع أن يصل الطلب على المنتجات النفطية في الصين إلى ذروته خلال الأعوام القليلة القادمة على خلفية تحويل وسائل النقل إلى العمل بالكهرباء. هذا وقد زادت قدرة التكرير في الصين على قدم المساواة تقريباً مع الاستهلاك، وتتطلع الحكومة الصينية إلى وضع حد أقصى للتكرير عند 20 مليون برميل يومياً، مما يترك للصين قدرة فائضة (والتحول إلى المواد الكيميائية).

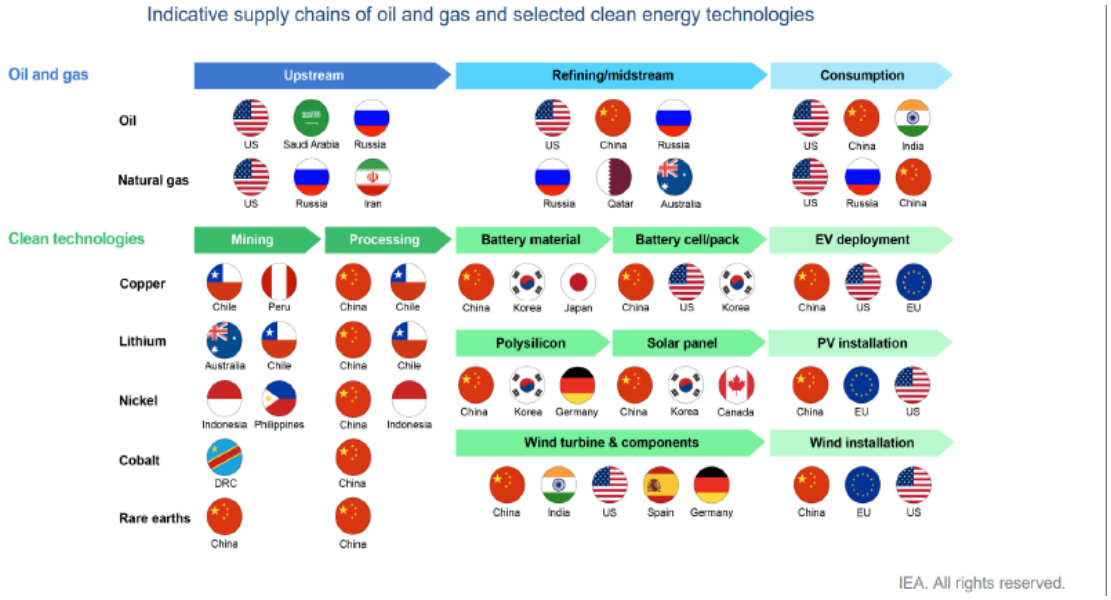
تستحوذ الصين على حصة 10 % من إجمالي الاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي، حيث يرتفع استهلاك الغاز في الصين بسرعة، ولكن الانخفاض في عام 2022 أثار تساؤلات حول

سرعة وحجم نمو الطلب على المدى الطويل بسبب توافر الفحم ومصادر الطاقة المتجددة. وتنقسم إمدادات الصين من الغاز الطبيعي بالتساوي تقريباً بين الإنتاج المحلي، والواردات عبر خطوط الأنابيب، وواردات الغاز الطبيعي المسال. ولكن في حال كان نمو الطلب أضعف من المتوقع، واستمرت الإمدادات في الارتفاع، فسوف تعمل الصين على تطوير دورها كجهة توازن في سوق الغاز الطبيعي المسال.

وتقود الصين عملية نشر الطاقة المتجددة أيضاً، حيث تستحوذ الصين على 37 % من الطاقة الشمسية المركبة و40 % من طاقة الرياح المركبة. وفي العام الماضي، كانت نصف القدرات الإضافية في العالم من الصين. هذا وتزيد قدرة الرياح والطاقة الشمسية في الصين بالفعل عن 700 جيجاوات، ويتوقع أن تتجاوز المعدل المطلوب لتصل إلى 1200 جيجاوات بحلول عام 2030. ويتجاوز توليد طاقة الرياح أيضًا المعدل المطلوب ليصل إلى 2 تيراوات بحلول عام 2050، وهو ما يلزم لتحقيق الحياد الكربوني.

ثانياً: تحديات الطاقة في الصين

نقاط الضعف في سلاسل توريد الطاقة



المصدر: وكالة الطاقة الدولية.

وقد تحوطت الصين ضد انعدام الأمن النفطي، حيث قامت بتنويع مصادر وارداتها النفطية، وطورت برنامجاً طموحاً للسيارات الكهربائية قد يؤثر على الطلب على الغازولين، والذي

من المتوقع أن يصل إلى ذروته في عام 2026 تقريباً. ويصل كفاية المخزون الاستراتيجي والمخزونات التجارية النفطية إلى فترة تتراوح ما بين 70 إلى 80 يوم. كما قامت الصين بتأميم سلسلة توريد النفط، في ضوء المخاوف بشأن العقوبات الأمريكية.

يمثل تنويع إمدادات الغاز في الصين تحدياً كبيراً. وفي هذا السياق، كان التركيز على موازنة الواردات عبر خطوط الأنابيب والغاز الطبيعي المسال مع الإمدادات المحلية. وكان لانخفاض الاستثمارات الخارجية في الغاز الطبيعي – العوائق التنظيمية في الولايات المتحدة الأمريكية، والخبرة الفنية المحدودة، دوراً في الحد من أنشطة الاندماج والاستحواذ. ولكن حدث إقبال متزايد على تجارة الغاز الطبيعي المسال بعد إعادة البيع في عام 2022. وتقتصر إمدادات الغاز الطبيعي المستقبلية في الصين على عدد صغير من الموردين، ويظل السؤال المطروح قائماً وهو هل الاعتماد على روسيا مفيد للصين؟

ويُعد الفحم هو العمود الفقري لنظام الطاقة في الصين: فقد ارتفع الإنتاج والاستهلاك بشكل سنوي منذ عام 2016 على الرغم من انخفاض حصة الفحم في استهلاك الطاقة الأولية وتوليد الطاقة. وفي هذا السياق، يذكر أن الاستثمار في القدرات الجديدة لمناجم الفحم في الصين يستمر في الارتفاع، وقد أضافت هذه المناجم حوالي 300 مليون طن من الفحم في عام 2022، وحوالي 250 مليون طن في عام 2023، كما شهدت الصين نمواً في القدرة على تحويل الفحم إلى غاز ومن الفحم إلى مواد كيميائية.

وتعتبر الجغرافيا السياسية هي السبب الجذري لانعدام أمن الطاقة في الصين، حيث إن التدهور في علاقات الصين مع الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية على نطاق أوسع، يدفع الصين إلى الاعتقاد بأن عليها الاستعداد للحرب، ومن ثم تشكل حماية الاقتصاد الصين من أي عقوبات قد تفرض عليه أولوية سياسية واضحة – مما يوضح أهمية الفحم والاهتمام المتزايد بإضافات الطاقة المتجددة، يأتي ذلك إلى جانب سعي الصين لتطوير نظام تجاري أقل عرضة للدولار الأمريكي واليورو، والتركيز على إدارة علاقاتها الخارجية لتسريع التعددية القطبية.

وبشكل عام، يمكن إيجاز نظام الطاقة الصيني وتحدياته من خلال النقاط التالية:

1. الاتجاهات الاقتصادية والخيارات السياسية التي تتبناها الصين لها تأثير عميق على أسواق الطاقة العالمية. ومن الممكن أن تؤدي زيادات الطلب إلى تعزيز الأسعار والإنتاج، في حين أن التباطؤ الاقتصادي المطول يمكن أن يكون له تأثير معاكس. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لسياسات الطاقة والبيئة التي تنتهجها الصين في الاستجابة للتحديات الاقتصادية أن تؤثر على مشهد الطاقة العالمي.

2. من المتوقع في أن تظل الصين مركزاً رئيسياً للطلب على الوقود الأحفوري، ولكنها ستهتم أيضاً بسلاسل إمدادات الطاقات المتجددة.
3. تلتزم الصين بالانتقال إلى مستوى منخفض من الكربون لأن ذلك يوفر مزايا لعملياتها الصناعية، إلا أن إنتاج الفحم يعقد الطريق إلى تحقيق صافي انبعاثات صفرية.
4. تعمل التوترات الجيوسياسية على تشكيل سياسات الصين، الأمر الذي يؤدي إلى التركيز على الأمن والسعي إلى الاستقلال في مجال الطاقة أو التحوط ضد انعدام الأمن.
5. أصبحت سلسلة إمدادات الطاقة في الصين أكثر مرونة في مواجهة انقطاع إمدادات النفط والغاز، لكن اعتمادها على واردات المواد الخام الحيوية يشكل نقطة ضعف كبيرة، ومن ثم تدرك الحكومة والصناعات الصينية هذه التحديات وتعمل على معالجتها من خلال تنويع مصادر التوريد، والاستثمار في تقنيات إعادة التدوير، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد.
6. من المرجح أن تصبح الاضطرابات في سلاسل إمدادات الطاقات المتجددة في الصين هو الوضع الطبيعي الجديد.
7. تتطلع الصين إلى حماية اقتصادها من العقوبات، حيث أصبحت التوترات الجيوسياسية بينها وبين الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية هو الوضع القائم حالياً.

سياسة الطاقة في الاتحاد الأوروبي وسط الأزمة الروسية الأوكرانية

المتحدث: Dr Klaus-Dieter Borchardt
مستشار أول للطاقة، بيكر ماكنزي/ زميل باحث أول، معهد أكسفورد لدراسات الطاقة

تسببت الأزمة الروسية الأوكرانية في إحداث تغيرات مثيرة للاهتمام للغاية في سياسة الطاقة في الاتحاد الأوروبي، ومن أهمها المساهمة التضامنية الإلزامية، التي تم فرضها مؤقتاً على شركات الوقود الأحفوري التي حققت ما لا يقل عن 75 % من حجم مبيعاتها من الأنشطة الاقتصادية في النفط والغاز الطبيعي والفحم والتكرير، حيث تعين على هذه الشركات أن تدفع 33 % مما يسمى بالأرباح الإضافية التي تزيد عن نسبة 20 % من متوسط الأرباح السنوية الخاضعة للضريبة منذ عام 2018، بهدف استخدامها لتوفير الدعم المالي للأسر والشركات، وللتخفيف من آثار ارتفاع أسعار الكهرباء بالتجزئة، وهي تُعد بالطبع ضريبة غير قانونية مبنية على أساس خاطئ، الأمر الذي أثار جدلا وتحديات قانونية، ولذلك تعرضت محكمة العدل الأوروبية لانتقادات لم يسبق لها مثيل – ومع ذلك، من المتوقع النجاح في هذه الإجراءات القانونية.

كما أقرت المفوضية الأوروبية بعض التدابير لبيع الكهرباء بالتجزئة للشركات الصغيرة والمتوسطة، شملت إمكانية تحديد سعر مؤقت لتزويد الشركات الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء بهدف دعمها في مواجهة ارتفاع أسعار الطاقة، وكذلك يمكن بشكل استثنائي ومؤقت تحديد سعر أقل من التكلفة لتوريد الكهرباء إلى تلك الشركات، وهي فكرة خاطئة أحدثت تغيير رأساً على عقب في أساسيات سوق الكهرباء الأوروبي التي أصبحت بحاجة إلى تدابير تصحيحية وفقاً لتأكيد الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي وكذلك رئيس المفوضية الأوروبية.

وفي هذا السياق، هناك سؤالين رئيسيين، أولهما: ما إذا كانت هذه التدابير الطارئة قد تسببت في تباطؤ اعتماد تنفيذ العملية التشريعية؟ والإجابة أنه من الواضح للغاية أنها أثرت بالفعل على وتيرة العملية التشريعية، ويرجع ذلك إلى الطبيعة المعقدة لهذه التدابير والحاجة إلى التوصل إلى حل وسط بين الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، فقد تم اعتماد نصف هذه التشريعات دون الرجوع إلى البرلمان الأوروبي قبل إقرارها، وعلى الرغم من ذلك من المتوقع اعتماد باقي التشريعات بحلول نهاية عام 2023 أو في الربع الأول من عام 2024. وثانيهما: ما إذا كان هناك تأثيرات طويلة المدى يمكن أن تحدثها هذه التدابير الطارئة من حيث تقويض تحولات الطاقة وأسواق الطاقة التنافسية في الاتحاد الأوروبي؟ وهنا يمكن القول إن

تلك التدابير سيكون لها بالطبع تأثير جزئي على طموح تحولات الطاقة التي قد تحتاج إلى تطوير أو حتى إلى إبطاء، وهو ما تحاول الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي والمؤسسات الأوروبية معالجته، حيث أكدت على أن الأزمة الروسية الأوكرانية لابد أن تعمل على التعجيل بتنفيذ التشريعات الأوروبية بشأن تحولات الطاقة، بدلاً من عرقلتها. ومع ذلك، فإن تحقيق هدف المفوضية الأوروبية بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة لعام 2030 بنسبة 55 % يعتبر أمراً صعباً، ويرجع ذلك أساساً إلى تدابير الطوارئ التي تشجع على زيادة استخدام الغاز الطبيعي المسال والاستخدام الموسع للفحم في العديد من دول الاتحاد الأوروبي – ولا سيما في ألمانيا التي تواجه أزمة بسبب نقص الغاز الروسي، رغم زيادة استخدام تقنية احتجاز الكربون وتخزينه (CCUS) كإجراء متوازن.

تم تصميم هذه التدابير لتكون مؤقتة وقائمة على حالة الطوارئ، ولكن يكمن الخطر في إمكانية قيام بعض الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي بتعميم هذه التدابير كجزء من التشريع العام المطبق في كل الأوقات، وقد بدأت بالفعل مناقشات داخل البرلمان الأوروبي حول هذا الأمر. وعلى الرغم من أن تدابير الطوارئ أثرت بالفعل على العملية التشريعية وعطلت أسواق الطاقة الداخلية مؤقتاً، إلا أنها مصممة لتكون مؤقتة ومدفوعة بحالات الطوارئ فقط، ويكمن الخطر المحتمل في ظهور نهج أكثر تدخلا، وتفضيل الإعانات الوطنية وربما تقويض المنافسة العادلة وتكافؤ الفرص في السوق.

علاوة على ذلك، فإن اقتراح قانون NetZero Industry، الذي يستهدف تصنيع التقنيات الاستراتيجية – مثل الألواح الشمسية وتوربينات الرياح والمضخات الحرارية والتحليلات الكهربائية وتكنولوجيا احتجاز الكربون واستخدامه – يفرض خطر إنشاء مؤسسات صناعية مهيمنة في الدول الأوروبية الأكثر ثراء، ويؤدي إلى تفاقم الفوارق الاقتصادية داخل الاتحاد الأوروبي، حيث أن معظم الدول الصناعية مثل ألمانيا وفرنسا ستستفيد من هذا أكثر من أي دولة عضو أخرى، في ظل قدرتها على تحمل تكاليف تقديم إعانات وطنية كبيرة، ومن ثم قد يكون لهذا التحول نحو المزيد من التدخل التنظيمي في الأسواق عواقب على القدرة التنافسية لبعض الدول، وتؤدي إلى تغيرات هيكلية طويلة المدى.

كما يمكن القول بأن التدابير الطارئة التي تم اتخاذها على المستوى الوطني وكذلك على مستوى الاتحاد الأوروبي بشكل عام قد أحدثت تأثيرات سلبية ملحوظة في أسواق الطاقة. فعلى سبيل المثال، يتم تحديد الأسعار حسب العرض والطلب وهو مبدأ أساسي، ولكن هذه التدابير تشمل خفض الطلب، وهو ما يحدث تغييراً في أساسيات أسواق الطاقة العالمية. ولكن هل يتوقع أن تستمر هذه التأثيرات لفترة طويلة؟ الجواب هو قطعاً لا – إلا في حال ما ظلت الأزمة الروسية الأوكرانية قائمة – ولهذا السبب تم اعتماد كل هذه التدابير لمدة عام واحد أو عامين كحد أقصى، مع وجود شرط للمراجعة.

بشكل عام، لا تشكل تلك التدابير خطراً، طالما كانت في وضع الطوارئ فقط. ولكن من المهم إدراك أن الآثار المحتملة للتحولات في سياسة الطاقة في دول الاتحاد الأوروبي بسبب الأزمة الروسية الأوكرانية، يمكن أن يكون لها آثار بعيدة المدى على أسواق الطاقة، والمنافسة الاقتصادية، ونهج الاتحاد الأوروبي تجاه أمن وتحولات الطاقة.

تحولات الطاقة في اليابان وآسيا

المتحدث: Dr Ken Koyama
مدير عام وكبير الاقتصاديين، معهد اقتصاديات الطاقة اليابان

في ظل تغير مشهد الطاقة العالمي، يواجه قطاع الطاقة في اليابان تحديات كبيرة، خاصة في ظل اعتمادها الكبير على مصادر تزويد محدده، حيث تلبي منطقة الشرق الأوسط نحو 90 % من احتياجات اليابان من النفط الخام. وهذا المستوى من الاعتماد، على الرغم من أنه يبدو مستقراً، إلا أنه من الممكن أن يؤدي إلى تداعيات سلبية في المستقبل، ويمكن مقارنة ذلك باعتماد أوروبا على روسيا في الحصول على الطاقة، مما أثار المخاوف. وخلال الأعوام المقبلة، قد يتم اختبار هذا الاعتماد، مما قد يؤدي إلى زيادة الطلب على مصادر الطاقة المتجددة، لا سيما وأن أمن إمدادات الكهرباء يبرز باعتباره التحدي الكبير الذي تواجهه اليابان.

أطلقت اليابان استراتيجية لمعالجة أمن الطاقة وحماية البيئة والكفاءة الاقتصادية على مدى الأعوام الثلاثة المقبلة، بما في ذلك تحديد هدف طموح للغاية يتمثل في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 46 %، خاصة بالنسبة لدولة تتمتع إلى حد كبير بالتكنولوجيا المتقدمة. وفي هذا السياق، تهدف اليابان إلى تقليل الاعتماد على الفحم لتصل حصته في مزيج الطاقة إلى 19 % في عام 2030 مقارنة بالحصة الحالية البالغة 26%، وخفض حصة الغاز الطبيعي من 27 % إلى 20 % بحلول عام 2030. كما تهدف اليابان إلى تعزيز قدرات الطاقات المتجددة لتصل حصتها في مزيج الطاقة إلى ما بين 36 – 38 % (يتوقع أن يأتي ثلثي هذه القدرات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية)، رغم القيود التي تواجهها لتحقيق ذلك، حيث لا تزال تكاليف الطاقة المتجددة وأعبائها الاقتصادية مرتفعة في اليابان، مع وجود محدودية في توافر الأراضي المناسبة لإنشاء البنية التحتية، وطبيعة الطقس في اليابان، فضلاً عن القضايا المتعلقة بمشاكل الأمن الاقتصادي.

أما فيما يتعلق بالطاقة النووية، فقد تغير التصور العام في أعقاب كارثة فوكوشيما، ولكن حالياً يتم دراسة مدى إمكانية الاعتماد عليها كخيار قابل للتطبيق، حيث تستهدف اليابان أن تبلغ حصة الطاقة النووية في مزيج الطاقة ما بين 20 – 22 %، وهو ما يستوجب تمديد عمر إنشاءات المفاعلات الجديدة. ومن الجدير بالذكر، دعم اليابان طويل الأمد لتكنولوجيا الهيدروجين، ولكن لا تزال هناك مجموعة من التحديات، تتمثل في إنشاء سلسلة التوريد الدولية / المحلية، وخفض

التكاليف، وتطوير البنية التحتية، وتشجيع زيادة استخدام الهيدروجين والأمونيا. وتتمثل تحديات الطاقة الأحفورية بالنسبة لليابان في تقلبات السوق وأمن الإمدادات، والرياح المعاكسة القوية لاستخدام الوقود الأحفوري.

إن المراجعة المقبلة لاستراتيجية الطاقة في اليابان، المقرر إجراؤها خلال الفترة 2024-2025، تمثل لحظة محورية. وسيتعين على اليابان العمل على إيجاد التوازن بين التزامها بالحياد الكربوني وأمن الطاقة.

تشير توقعات معهد اقتصاديات الطاقة الياباني، إلى نمو الطلب العالمي على الطاقة بقيادة الهند ورابطة دول جنوب شرق آسيا، في حين ستصل الصين إلى ذروة الطلب بحلول عام 2030. وفي هذا السياق، سوف يستمر الطلب العالمي على النفط في الارتفاع بشكل طفيف، ويرتفع الطلب على الغاز الطبيعي (يتوقع تضاعف الطلب على الغاز الطبيعي المسال بقيادة الدول الأسيوية)، بينما ينخفض الفحم بعد أن يبلغ ذروته بحلول عام 2030 تقريباً، وفقاً للسيناريو المرجعي. وفي المقابل، يتوقع سيناريو التكنولوجيا المتقدمة تراجع الطلب العالمي على النفط والفحم في عشرينيات هذا القرن، في حين سيكون الغاز الطبيعي هو الوقود الأحفوري الوحيد الذي سينمو الطلب عليه، وسوف تتضاعف مصادر الطاقة النووية والمتجددة، لتبلغ حصة الوقود غير الأحفوري بحلول عام 2050 نحو 40 %، في حين أن نحو 20% من الوقود الأحفوري سيكون خالي من الكربون (بواسطة احتجاز وتخزين الكربون).

ويتوقع أن تستمر زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة في ظل السيناريو المرجعي، بينما ستبلغ هذه الانبعاثات ذروتها في النصف الأول من عشرينيات القرن الحالي، ثم تنخفض إلى 17 جيجا طن فقط بحلول عام 2050 في ظل سيناريو التكنولوجيا المتقدمة، وسينخفض إجمالي الانبعاثات خارج دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بحوالي 40-50 % فقط في كلا السيناريوهين، بينما يظل خفض الانبعاثات في الدول النامية أمراً أساسياً لتحقيق الحياد العالمي للكربون.

وفيما يخص دور الغاز الطبيعي/الغاز الطبيعي المسال في تحولات الطاقة في آسيا، هناك تحدي رئيسي يتمثل في تراجع اقتصاديات الغاز الطبيعي بسبب الارتفاع في أسعاره، حيث يتوقع أن تزيد الاستثمارات في مصادر الطاقة الأخرى الخالية من الكربون، إذا ظلت أسعار الغاز الطبيعي مرتفعة لفترة زمنية طويلة.

بشكل عام، على الرغم من التكنولوجيا المتقدمة والجهود المبذولة، فإن انبعاثات الكربون العالمية ستظل مستمرة. ومن المتوقع أن يظل الطلب على الطاقة واستهلاك الغاز الطبيعي المسال في آسيا مستقرين. ويتعين على دول رابطة دول جنوب شرق آسيا أن تستعد لمواجهة تحديات الحياد الكربوني، لأن التحول قد يؤدي إلى زيادة التكاليف بشكل كبير. ولتجنب الصدمات

الاقتصادية، ينبغي لهذه الدول أن تتبنى نهجاً تدريجياً لخفض إعانات دعم الطاقة، مع التركيز على تحسين الكفاءة والتكنولوجيات المبتكرة مثل الهيدروجين والأمونيا.

ولمواجهة مشهد الطاقة العالمي المعقد الذي يتشابك فيه أمن الطاقة، وحماية البيئة، والكفاءة الاقتصادية، يجب أن تعكس سياسات الطاقة العالمية تنوع الظروف، وأن تقدم حلولاً مبتكرة، وتوازن بين الأهداف الطموحة والواقع العملي. ويشكل هذا النهج أهمية بالغة في التصدي لتحديات العقود المقبلة، وخاصة في آسيا.

تحديات الطاقة في الهند

المتحدث: Mr. Sujoy Choudhury
مدير التخطيط وتطوير الأعمال، شركة النفط الهندية

استضافت الهند مؤخراً قمة مجموعة العشرين في نيودلهي، والتي جمعت عدداً كبيراً من الدول المشاركة. كان موضوع القمة هو «لا يوجد وقت أفضل للتعاون»، وهو مناسب بشكل خاص بالنظر إلى التحديات التي واجهها العالم بسبب جائحة كوفيد19- التي أثرت على كافة دول العالم، بغض النظر عن وضعها الاقتصادي، مما يؤكد على أهمية الوحدة والتعاون واتخاذ الخيارات الصحيحة.

إن الهند على أعتاب تحولات كبيرة، وتستعد لأن تصبح قوة عالمية لا يستهان بها. ومن ناحية البنية التحتية، فإن الهند تمتلك أكبر شبكة سكك حديدية في آسيا، والتي تحتل المرتبة الرابعة عالمياً. ومن المقرر أن ترتفع قدرة الموانئ البحرية الهندية من 2500 مليون طن متري سنوياً في الوقت الحالي، إلى حوالي 15000 مليون طن متري بحلول عام 2030. ومن المقرر أن يشهد قطاع الطيران في الهند أيضاً تطوراً ملحوظاً. بالإضافة إلى ذلك، تشهد الهند نمواً سريعاً في قطاع التكنولوجيا المالية، مما يجعلها واحدة من أسرع الدول التي تتبنى هذا القطاع في العالم. كما يزدهر النظام البيئي للشركات الناشئة في الهند، ويصنف كثالث أكبر نظام بيئي للشركات الناشئة على المستوى العالمي، بعد الولايات المتحدة والمملكة المتحدة.

وقد دفعت روح الابتكار الهند إلى عالم استكشاف الفضاء، وأخرها الهبوط الناجح على القطب الجنوبي للقمر. هذه هي الهند الجديدة، المتميزة عن هند الماضي. ومع الاحتفال بمرور مائة عام على الاستقلال في عام 2047، تطمح الهند إلى أن تصبح ثاني أكبر اقتصاد في العالم من خلال نمو الناتج المحلي الإجمالي بما يعادل 15 ضعف حجمه الحالي.

والأسباب الكامنة وراء النمو الملحوظ في الهند واضحة، حيث إن الميزة الديموغرافية التي تتمتع بها الهند هي المحرك الرئيسي لنجاحها، ومع وجود أكبر عدد من السكان في العالم، ونسبة كبيرة منهم في سن العمل. كما إن التوسع الحضري آخذ في الارتفاع، ويلعب دوراً محورياً في هذا النمو. ويساهم قطاع الخدمات في الوقت الحاضر بنحو 24 % من الناتج المحلي الإجمالي في الهند، ولكن هناك دفعة قوية لزيادة مساهمة الصناعة لتصل نسبتها إلى

24% من الناتج المحلي الإجمالي. ويتوافق هذا مع الاتجاهات العالمية التي تسعى إلى إيجاد بدائل للصين كمركز للتصنيع، والهند على استعداد لشغل هذا الدور. ومع وجود أساسيات اقتصادية قوية، بما في ذلك الاحتياطي الكبير من النقد الأجنبي يزيد عن 600 مليار دولار، فإن الهند في وضع قوي لتحقيق النمو المستقبلي.

وبالتطرق إلى مشهد الطاقة في الهند، يلاحظ وجود حاجة ملحة بشكل كبير إلى زيادة إمدادات الطاقة، بما يتناسب من النمو الاقتصاد المتوقع. في الوقت الحالي، تُعد الهند ثالث أكبر مستهلك للطاقة على مستوى العالم، مع اعتمادها بشكل كبير على الفحم والنفط. كما تُعد الهند رابع أكبر مركز لتكرير النفط الخام على مستوى العالم، وتكمن أهمية التكرير في دوره في ضمان استقرار أسعار الوقود المحلية، ويحد من الضغوط التضخمية. وفي هذا السياق، تلتزم الهند بتوسيع طاقتها التكريرية، وضمان استقرار أسعار الطاقة وحماية نموها الاقتصادي.

وبالإضافة إلى مصادر الطاقة التقليدية، تخطو الهند خطوات كبيرة وسريعة في مجال الطاقة المتجددة. حيث أنها رابع أكبر منتج للطاقة الشمسية وتمتلك قدرة كبيرة من طاقة الرياح. وأصبحت الهند رائدة عالمياً في مجال الوقود الحيوي، مع التركيز القوي على الإيثانول الحيوي والغاز الحيوي المضغوط. ويشكل هذا التحول نحو مصادر الطاقة الأكثر مراعاة للبيئة جزءاً من استراتيجية الهند لتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والاستدامة.

وبالنظر إلى استهلاك الطاقة في الهند، من المتوقع ارتفاعه بشكل ملحوظ، لتصل نسبته إلى نحو 30% من إجمالي استهلاك الطاقة العالمي مقارنة بنحو 7% حالياً. وهذا النمو يضع الهند في طليعة الطلب على الطاقة في آسيا، إلى جانب الصين. وبينما يتباطأ الطلب على الطاقة في الدول المتقدمة، سيتركز الجزء الأكبر من الطلب المتزايد على الطاقة في الاقتصادات الناشئة، وفي المقام الأول الهند.

في هذا السياق، بينما تتأهب الهند لمواجهة التحدي المستقبلي المتوقع في مجال الطاقة، يتعين عليها أن تعطي الأولوية للوصول إلى الطاقة، وأمن الطاقة، والاستدامة. كما أن العدالة في توزيع الطاقة هي أيضاً مبدأ أساسي، حيث تدرك الهند أهمية ضمان حصول جميع شرائح المجتمع على طاقة موثوقة وبأسعار معقولة، وهو بالطبع أمر حيوي لعالم متوازن ومنصف. وعلى الرغم من احتياجات الهند المتزايدة من الطاقة، فإن نصيب الفرد من استهلاك الطاقة لا يتجاوز ثلث المتوسط العالمي. ويشير ذلك إلى وجود مجال للنمو والتحول نحو مصادر الطاقة النظيفة. حيث يظل أمن الطاقة في الهند أولوية قصوى، ومع الاعتماد على النفط المستورد بنسبة تزيد على 85 % وعلى الغاز الطبيعي بنسبة 50 %، وهي بحاجة إلى التأكد من أن مصادر الطاقة لديها مستقرة وآمنة.

استراتيجية الطاقة في الهند متعددة الأوجه، حيث تلتزم بزيادة إنتاج الطاقة المحلية، ويشمل

ذلك فتح المجال للشركات العالمية للاستثمار لديها في مجال استكشاف النفط والغاز، والتركيز على رفع القدرات في مجال الطاقة المتجددة، مع وضع أهداف طموحة للطاقة الشمسية والوقود الحيوي وطاقة الرياح (لا سيما طاقة الرياح البحرية في ظل ما تتمتع به الهند من إمكانات بحرية هائلة غير مستغلة بالشكل الكافي). وفي الوقت نفسه تسعى الهند لرفع كفاءة استخدام الطاقة، حيث اتخذت الهند خطوات كبيرة للحد من كثافة استخدام الطاقة، بدءاً من المعايير الصناعية وحتى الأجهزة الموفرة للطاقة، ويعد ذلك جزءاً من التزام الهند بالاستدامة ويتوافق مع مساهماتها المحددة وطنياً، والتي تهدف إلى توليد الكهرباء غير المعتمدة على الوقود الأحفوري بنسبة 50% بحلول عام 2030. ويظهر التزام الهند بخفض الانبعاثات وتعزيز حصتها من الطاقة المتجددة، تصميمها على سعيها لأن تكون رائدة عالمياً في مجال الطاقة النظيفة، وبالفعل فهناك تحول نحو السيارات الكهربائية ويتم استبدال المصابيح التقليدية بمصابيح LED الموفرة للطاقة.

وبشكل عام، تسعى الهند بنشاط إلى اتباع استراتيجية متعددة الجوانب لاستدامة الطاقة. ويشمل ذلك تنويع مصادر الطاقة، والاستثمار في أنواع الوقود البديلة، وإزالة الكربون من الصناعات الثقيلة والنقل. ويتجلى التزام الهند بالطاقة المتجددة والحد من الانبعاثات في نموها السريع في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والوقود الحيوي. وفي حين أن الوقود الأحفوري سيظل جزءاً مهماً من مزيج الطاقة لديها، فإن الهند ملتزمة بالانتقال إلى مصادر أكثر استدامة وأقل انبعاثات، مع ضمان حصول الجميع على الطاقة بأسعار معقولة وآمنة.

المحور الرابع:

التحديات التي تواجه تحولات الطاقة

تناول هذا المحور عدد من التحديات المستقبلية المتنوعة من ضمنها، تسريع العمل المناخي، والمعادن الحرجة – والجغرافيا السياسية وتحولات الطاقة، والتحديات العالمية التي تواجه تحولات الطاقة، والتطورات في أسواق الكربون وصافي الانبعاثات الصفرية، ومستقبل الطاقة المتجددة - التحديات والآفاق، ودور الطاقة المتجددة والكهربة في عالم خالي من الانبعاثات، ودور الطاقة النووية في تحولات الطاقة، وتمويل النفط والغاز وسط تحولات الطاقة من منظور Wall Street، توسع نطاق تكنولوجيا الطاقة الجديدة، اقتصاد الهيدروجين – واقع فعلي أم طموح؟.

تسريع العمل المناخي

المتحدث: Prof. Cameron Hepburn
أستاذ الاقتصاد البيئي في جامعة أكسفورد،
مدير كلية سميث للمشروعات والبيئة، ومدير برنامج اقتصاديات الاستدامة

يُعد تحقيق مسار صافي الانبعاثات الصفرية، مهمة عاجلة وأساسية، لتجنب الكوارث الطبيعية المحتملة عالمياً، وسيكون لعدم الالتزام بهذا المسار عواقب وخيمة ولا رجعة فيها. وفي هذا السياق، تم مجموعة من الأهداف لصافي الانبعاثات الصفرية تغطي حالياً معظم جوانب الاقتصاد العالمي، ويتطلب تحقيقها العديد من الإجراءات من أهمها: أولاً، الحد من النفايات وهو ليس فقط لأنها مسألة منطقية، ولكن أيضا من منظور اقتصادي، حيث سيساهم ذلك في زيادة الكفاءة، واستبدال الفحم والنفط والغاز بمصادر الطاقة المتجددة/الطاقة النووية في عملية توليد الكهرباء. ثانياً، التحول إلى الكهرباء في العديد من القطاعات مثل التدفئة ونقل الركاب والبضائع الخفيفة. وعلى الرغم من أن حوالي 30 % من الناقلات تعتمد على الكهرباء حالياً، وهي خطوة إيجابية، فمن الواضح الحاجة إلى استهداف أعلى بكثير لتحقيق الاهداف المتمثلة في خفض الانبعاثات إلى الصفر. وعندما يتعلق الأمر بأهداف الكهربة لمختلف قطاعات الاقتصاد، ينبغي لنا أن نهدف إلى تحقيق ما لا يقل عن 60 %، وربما أكثر. وقد يتضمن ذلك بعض العمليات الصناعية، مع العلم بأن قطاع الطيران وقطاع الشحن لمسافات طويلة قد لا يتحولان على نطاق واسع. ثالثا، استخدم الكهرباء للإنتاج منخفض الكربون من الهيدروجين والأمونيا. رابعاً، استبدال النفط بالمواد الخام الحيوية في عمليات إنتاج المواد الكيميائية الأساسية والبوليمرات القابلة للتحلل. خامساً، التقاط واحتجاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء ومن العمليات الصناعية كثيفة الاستخدام للطاقة (مثل صناعة الأسمنت).

ويظل السؤال الرئيسي قائماً وهو، هل يمكن تحقيق هذه الأهداف بشكل واقعي؟ من الناحية الفنية، توجد موارد طاقة كافية للقيام بذلك، ولكن الأمر لا يتوقف على ذلك فقط، حيث يواجه تحقيق هذه الأهداف مجموعة من التحديات الكبيرة، بما في ذلك، القضايا الاقتصادية والسياسية، فضلاً عن الحاجة إلى تخزين الطاقة، وتحسين الشبكات، والتغيرات في هياكل السوق. أن تحقيق صافي انبعاثات صفرية، لا يقتصر فقط على وجود أهدف فحسب، ولكنه يتعلق أيضاً بالتزام عالمي وجهد جماعي ونهج منضبط ومنسق وخطة عمل واضحة.

وبالتطرق إلى العوائد المالية من الاستثمار في الطاقة النظيفة، يعتقد البعض إمكانية تحقيق عوائد مستقرة بسبب أسوق الطاقة النظيفة الأكثر اتساقاً. بينما يعتقد البعض الآخر، أن الطاقة النظيفة أكثر تكلفة، وهو ما قد يؤدي إلى انخفاض العائدات. وعلاوة على ذلك، لا يمكن تجاهل دور تدفق رأس المال في التأثير على استثمارات الطاقة النظيفة.

في عام 2009، أشار البعض إلى أن نمط الحياة في المملكة المتحدة لا يمكن أن يستمر باستخدام مصادر الطاقة المتجددة المتاحة لديها. ولكن بعض الأمور قد تغيرت بالفعل خلال الفترة (2011 – 2021)، فقد انخفضت تكلفة طاقة الرياح البرية بنسبة 59 %، وطاقة الرياح البحرية بنسبة 61 %، والطاقة الشمسية بنسبة 89 %، وتصنيع البطاريات بنسبة 83 %. وأصبح التوليد المتوقع من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح معاً هو تقريباً ضعف الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة النهائي المقدر في المملكة المتحدة بحلول عام 2050، وما يقرب من عشرة أضعاف احتياجات الكهرباء الحالية. وغم هذا التقدم والتوقعات الإيجابية الموضحة، توجد عدة تحديات تواجه مسار صافي الانبعاثات الصفرية، من أهمها، الحاجة إلى إعادة تصميم شبكات الكهرباء. وفي هذا السياق، هناك خيارين رئيسيين فقط، أولهما: المستهلكين لن يتحملوا تكاليف الاستثمارات في تغييرات نظام الطاقة، مما يعني التراجع حتماً عن أهداف صافي الانبعاثات الصفرية لعام 2030. وثانيهما: التعامل بجدية بشأن تلك الأهداف، من خلال دفع ضرائب أعلى وخفض الاستهلاك على مدار العقد المقبل لتمويل الاستثمار، أو الاقتراض من القطاع الخاص/ أو من الدول الأخرى بالقيام بالاستثمارات لصالح المملكة المتحدة.

على الرغم من توافر الأهداف والموارد والإمكانات التقنية والمعرفة اللازمة لتحقيق صافي الانبعاثات الصفرية، خاصة مع التقدم الملحوظ في توليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية، تظل العقبات كبيرة، وهو ما يتطلب تغييرات ملموسة في ديناميكيات السوق والبنية التحتية وحلول لتكنولوجيا التخزين. وفي حين أن الطريق إلى تحقيق صافي انبعاثات صفرية يبدو ملىء بالتحديات، فهو أيضاً طريق نحو مستقبل أكثر استدامة.

المعادن الحرجة، والجغرافيا السياسية، وتحولات الطاقة

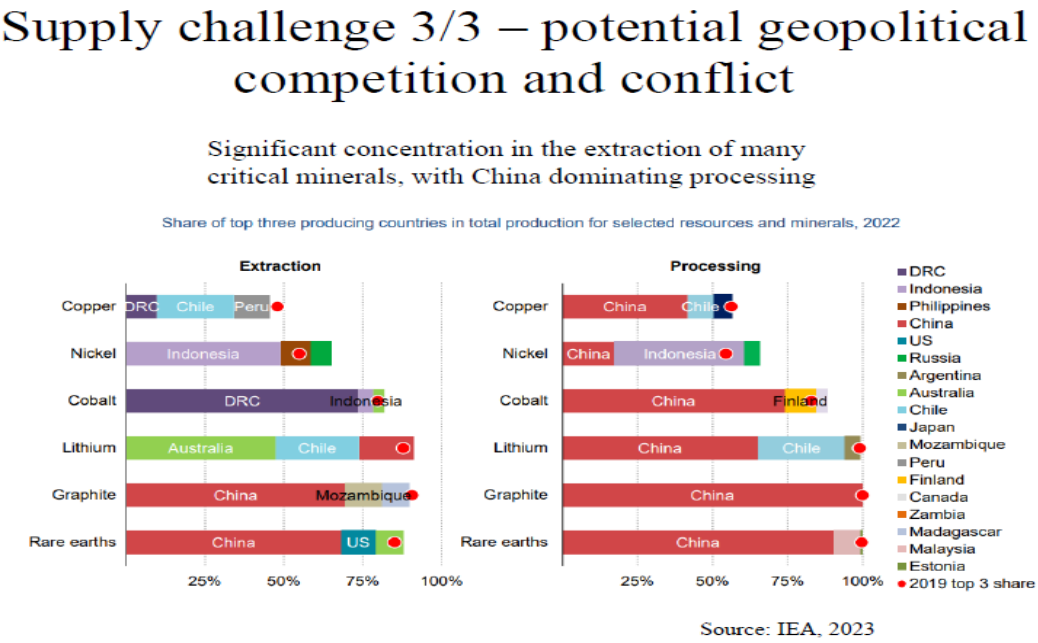
المتحدث: Mr. Daniel Litvin
مؤسس شركة Critical Resource
كبير مستشاري اللجنة التنفيذية لشركة ERM، وهي أكبر شركة استشارات في مجال الاستدامة في العالم

ستتطلب تحولات الطاقة كميات إضافية ضخمة من «المعادن الحرجة»، ولكن هناك تحديات هائلة أمام تحقيق هذه الزيادة في الإمدادات في الوقت المناسب وبطريقة مستدامة، ودون إثارة توترات جيوسياسية كبيرة. وتسعى الدول والشركات جاهدة لتطوير حلول لهذه التحديات، على الرغم من أن بعض الحلول قد تؤدي إلى نتائج عكسية كما حدث نتيجة التدافع على هذه المعادن في الماضي.

وفي هذا السياق، يشهد العالم حالياً ارتفاعاً ملحوظاً في الطلب على المعادن الحرجة، مع توقع بتزايد الطلب خلال الأعوام القادمة، مدفوعاً بالتحول إلى تقنيات الطاقة النظيفة – وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وكذلك التوسع الكبير في شبكات الكهرباء التي تعتمد أيضاً على المعادن الحرجة. وعلى سبيل المثال، من أجل كهربة أنظمة الطاقة، للوصول إلى أهداف صافي الانبعاثات العالمية الصفرية بحلول عام 2050، سيحتاج العالم سنوياً إلى كميات من النحاس تعادل إجمالي ما تم استهلاكه عالمياً على أساس سنوي من عام 1900.

وتطرح تلبية هذا الطلب المتزايد عدة تحديات كبيرة، من أهمها: أولا، تتباطأ عملية التعدين وتطوير الاحتياطيات الجديدة بسبب السياسات الحكومية المعقدة، والخلافات بين أصحاب المصلحة. ثانياً، تواجه الصناعة تحديات تتعلق بكل من الآثار البيئية والاجتماعية. ثالثاً، يمكن أن تؤدي العوامل الجيوسياسية إلى تعطيل سلسلة التوريد، حيث يتركز إنتاج ومعالجة هذه المعادن في عدد قليل من الدول (مثل جمهورية الكونغو الديموقراطية، وتشيلي، وبيرو، والصين، وروسيا، وجنوب إفريقيا، وأستراليا)، وهناك خطر من قيام تلك الدول باستخدام سيطرتها على هذه الموارد كأداة استراتيجية، مما يؤدي إلى توترات جيوسياسية.

فرضت الصين في عام 2010، قيوداً على تصدير المعادن الحرجة إلى اليابان بسبب تصاعد النزاعات الإقليمية بين الدولتين. وفي الآونة الأخيرة، فرضت الصين أيضاً قيوداً على تصدير الغاليوم والجرمانيوم، وهي مواد أساسية تستخدم في تصنيع أشباه الموصلات التي تلعب دوراً محورياً في التكنولوجيا العالمية. وتشير وكالة الطاقة الدولية إلى أن الصين استثمرت بين عامي 2018 والنصف الأول من عام 2021، أكثر من 4 مليار دولار للحصول على أصول الليثيوم، وهو في الواقع ضعف المبلغ الذي استثمرته الولايات المتحدة وأستراليا وكندا خلال تلك الفترة نفسها، لذلك هناك الكثير من النشاط الذي تقوم به الصين لمحاولة إغلاق أسواقها الفرعية. ويسلط ذلك الضوء على إمكانية تأثير الجغرافيا السياسية على توريد المعادن الحرجة ودورها في التجارة الدولية وتحولات الطاقة. كما يؤكد على أهمية تنويع سلاسل التوريد وضمان إمدادات مستقرة وآمنة.



وقد تم إطلاق العديد من المبادرات لمواجهة هذه التحديات، حيث تسعى الدول إلى تعزيز الإنتاج المحلي للمعادن الحرجة، وتحفيز مشروعات التعدين، فضلاً عن دعم سلاسل التوريد الآمنة. بالإضافة إلى ذلك، هناك تركيز متزايد على تحسين الممارسات البيئية والاجتماعية داخل الصناعة. كما تبذل الدول جهوداً لإعادة تدوير هذه المعادن، لكنه ليس حلاً سحرياً بسبب القيود التكنولوجية والبنية التحتية. وعلى الرغم من أهمية هذه المبادرات إلا أن التركيز المفرط على السرعة في تطوير مشروعات التعدين قد يؤدي إلى تنامي المعارضة المجتمعية، وردود الفعل العكسية البيئية، وانخفاض تدفق رأس المال، وإعاقة تحولات الطاقة. وقد يؤدي التدافع المحتمل على تلك المعادن الحرجة إلى عقد صفقات مع أطراف غير موثوقة، مما يؤدي إلى تداعيات سلبية على الصناعة بشكل عام. ومن الضروري أن يتم أخذ هذه التخوفات في الاعتبار، تزامناً مع السعي نحو توفير إمدادات مستدامة من المعادن الحرجة.

التحديات العالمية التي تواجه تحولات الطاقة

المتحدث: Mr. Thomas Seitz
شريك رئيسي، شركة McKinsey&Company

تكتسب تحولات الطاقة زخماً سريعاً على المستوى العالمي، مع الحاجة إلى إحداث تغيير غير مسبوق لمعالجة تغير المناخ. وتمثل تلك التحولات أحد التغييرات الأكثر عمقاً في أي صناعة على مستوى العالم. ولتوضيح الأمر، فإن الإنفاق العالمي المتوقع على الطاقة في سيناريو العمل كالمعتاد لشركة McKinsey & Company يبلغ حوالي 5.7 تريليون دولار، وهو ما يعادل إجمالي إيرادات صناعات مثل النفط والغاز والسيارات وتوليد الطاقة. وهناك حاجة إلى نحو 3.5 تريليون دولار إضافية لتحقيق سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية بحلول عام 2050، وهو استثمار كبير.

أحد الجوانب الحاسمة هو التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية. حيث يتوقع أن تصل حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأولية على مستوى العالم إلى حوالي 50% بحلول عام 2030، وترتفع لتتراوح ما بين 80-85% بحلول عام 2050. ومع ذلك، فمن غير الواقعي الاعتماد فقط على مصادر الطاقة هذه بسبب البنية التحتية والقيود المالية، ويتعين النظر في نظام الطاقة بشكل كامل، بما في ذلك البنية التحتية لمصادر الطاقة الأخرى، بهدف تحقيق التحولات الناجحة.

وبالرغم من التقدم الذي شهده العالم على مدى عقود، فإن التقدم في تحولات الطاقة قد تباطأ أو توقف بسبب الأزمات العديدة التي شهدها الاقتصاد العالمي منذ جائحة كوفيد – 19. فقد تحسنت نتائج مؤشر تحول الطاقة العالمي بنسبة 10% على مدى العقد الماضي، لكنها لم تشهد أي تغير خلال العام الماضي. وفي عام 2023 تراجع مؤشر العدالة في توزيع الطاقة – الذي يهدف إلى ضمان الوصول بأسعار معقولة إلى أشكال الطاقة الحديثة والنظيفة للجميع، ويركز على توفير استمرارية الأنشطة الاقتصادية من خلال ضمان أسعار الطاقة التنافسية – إلى مستوى عام 2020. ومن أهم التحديات العالمية التي تواجه تحول الطاقة: أولاً، الصدمات العالمية والتقلبات الجيوسياسية، وسواء كان الأمر يتعلق بالغذاء والطاقة أو رقائق الكمبيوتر والذكاء الاصطناعي، فإن الشركات والدول تتطلع جميعاً إلى ضمان عدم الاعتماد على سلاسل التوريد المعرضة للتوترات الجيوسياسية، بل ويرغبون على نحو متزايد في الحصول على السلع الأساسية القريبة منهم، حتى لو كان ذلك يعني ارتفاع الأسعار، وتؤدي هذه التحولات إلى

إنتاج اقتصاد عالمي أقل تكاملا وأكثر تجزئة (أحدث الأمثلة على الصدمات العالمية هي الأزمة الروسية الأوكرانية، وتراجع النمو الاقتصادي في الصين، وأزمة اللاجئين في دول الاتحاد الأوروبي، وشهر يوليو 2023 الأكثر حرارة في التاريخ). ثانياً، تحول الرأي العام حول أمن الطاقة، حيث تحول اهتمام الرأي العام إلى التركيز على أمن وموثوقية إمدادات الطاقة بسبب الأزمة الروسية الأوكرانية وجائحة كوفيد – 19. ثالثاً، تراجع معنويات المستثمرين، بالتزامن مع استمرار انخفاض تدفقات الحوكمة البيئية والاجتماعية والحوكمة من ذروتها في عام 2021. رابعاً، التركيز السريع على التكيف مع المناخ، حيث تجبر الظواهر الجوية المتطرفة المتكررة الدول على تنفيذ مبادرات التكيف مع المناخ، يذكر أن الاستثمارات العالمية في التكيف مع المناخ تقارب 50 مليار دولار، ولكن من المتوقع أن تنمو بما يتجاوز 300 مليون دولار بحلول نهاية العقد الحالي. خامساً، اضطرابات وتحديات سلسلة التوريد، حيث أدى الطلب المتزايد إلى جانب تركز الإمدادات إلى خلق اختناقات واضطرابات في سلسلة التوريد، فعلى سبيل المثال تتجاوز حصة الصين في جميع مراحل تصنيع الألواح الشمسية 80% على المستوى العالمي، وتعد الصين موطناً لأكبر 10 موردين عالميين لمعدات التصنيع الكهروضوئية، ومن ثم يؤدي تركز إنتاج التكنولوجيا في مناطق معينة إلى زيادة مخاطر سلسلة التوريد وتفاقم الاختناقات التي لها تأثيرات التحول الأوسع للطاقة. سادساً، إمدادات المعادن الحرجة، وحتى في حالة ارتفاع العرض، من المتوقع أن تشهد معظم المعادن الحرجة خللاً في التوازن العالمي بين العرض والطلب بحلول عام 2030 أو قبل ذلك. سابعاً، دعم متطلبات البنية التحتية، حيث إن دعم متطلبات البنية التحتية للطاقة النظيفة يتخلف عن المتطلبات الحالية (على سبيل المثال، يبلغ متوسط زمن الانتظار للتوصل إلى اتفاقية ربط بيني مع مشغل الشبكة لتوليد الطاقة الجديدة إلى 35 شهر). ثامناً، التحديات المتعلقة بالقدرة على تحمل التكاليف والعدالة، حيث ستصبح القدرة على تحمل تكاليف الطاقة قضية مركزية في تحولات الطاقة على خلفية تأثيرات تغير المناخ بشكل غير متناسب على الأسر والمجتمعات ذات الدخل المنخفض، سوف ترتفع أسعار التأمين مع زيادة وتيرة الكوارث الطبيعية وشدتها، مما يزيد من صعوبة الحصول المواطنين على أقساط التأمين على منازلهم – لا سيما في الولايات المتحدة الأمريكية التي يتوقع أن تشهد زيادة بنسبة 60% في هذه الأقساط، ومن ثم سيؤثر الوصول إلى الطاقة النظيفة والقدرة على تحمل تكاليفها على ذوي الدخل المنخفض. تاسعاً، عدم فعالية أسواق الغازات الدفيئة العالمية. عاشراً، نقص العمالة الماهرة. وأخيراً، تمويل النظام البيئي لرأس المال الاستثماري، حيث قد لا يكون النظام البيئي للمشروع مصدراً موثوقاً للابتكار في تحولات الطاقة.

وأحد الموضوعات الرئيسية التي تربط هذه التحديات ببعضها البعض هو «اقتصاديات نظام الطاقة». إن فهم كيفية تفاعل المكونات المختلفة لنظام الطاقة والتكاليف التي تنطوي عليها عملية تحولات الطاقة بأكملها يُعد أمر حيوي. ومن الضروري أن يتم النظر إلى الصورة الأوسع،

بمـا فـي ذلـك تكاليـف النظـام، لفهـم سـبب اسـتمرار عمليـة التحـول بالوتيـرة الحاليـة. وبمجـرد فهـم اقتصاديـات نظـام الطاقـة، قـد يصبـح بالإمـكان إطـلاق العنـان للفـرص والتصـدي للتحديـات بفعاليـة.

وبشـكل عـام، يتضـح مـدى تعقيـد وأهميـة تحـولات الطاقـة وضـرورة الفهـم الشـامل للتحديـات والفـرص التـي ينطـوي عليهـا ذلـك، مـع التشـديد علـى الحاجـة إلـى حلـول مبتكـرة، والتأكيـد علـى الطبيعـة المترابطـة لمختلـف مكونـات العمليـة الانتقاليـة.

التطورات في أسواق الكربون وصافي الانبعاثات الصفرية

المتحدث: Ms. Hannah Hauman
رئيس تجارة الكربون، شركة Trafigura أحد أكبر موردي السلع

تظهر أسواق الكربون العالمية في الوقت الحالي، نمواً مستمراً سواء من حيث الكمية أو النطاق. وقد كانت أوروبا رائدة على الجبهة التنظيمية، حيث تعمل أسواقها منذ عام 2005. ومع ذلك، تظهر أسواق جديدة بشكل شهري تقريباً. وكانت الصين هي الدولة الأكثر إطلاقاً للانبعاثات على مستوى العالم قبل عامين بنحو 4.5 مليار طن، والآن انضمت إليها اليابان وكوريا الجنوبية، بين دول أخرى. وتستكشف الحكومات في مختلف أنحاء العالم بشكل نشط كيفية إدارة ميزانياتها المحلية من الكربون للوفاء بالتزاماتها بموجب اتفاقية باريس للمناخ.

لا تشهد أسواق الكربون ارتفاعاً في العدد فحسب، بل أيضاً توسعاً في أنواع القطاعات التي تغطيها هذه المخططات التنظيمية. تختار دول مختلفة تحفيز صناعات معينة لإزالة الكربون أو إزالة الكربون بناء على ظروفها الفريدة. فعلى سبيل المثال، تركز أوروبا في المقام الأول على شركات المرافق، بينما تركز نيوزلندا على قطاع الغابات، وفي أستراليا يمتد التركيز إلى الزراعة. هذا وتُعد ضريبة الكربون الحدودية الأوروبية مثالاً رئيسياً على دمج القطاعات الجديدة في المخطط التنظيمي لأسواق الكربون.

ومن الأهمية بمكان أن ندرك أن تسعير الكربون ليس مفهوماً واحداً يناسب الجميع. حيث يأتي في ثلاثة أشكال رئيسية: العقوبات، والإعانات، ومصارف الكربون. وتتراوح هذه الأساليب بين أنظمة تحديد سقف الكربون ومقايضته، حيث يتم استخدام تصاريح التلوث أو العقوبات على الانبعاثات الزائدة، في حين تساهم إعانات الدعم في التغلب على الحواجز الاقتصادية التي تحول دون الممارسات الصديقة للبيئة وإزالة الكربون.

ويعد تسعير الكربون جزءاً أساسياً من استراتيجية كل حكومة وشركة لمعالجة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ومع ذلك، فإن تنفيذ خطط تسعير الكربون تختلف بشكل كبير من منطقة إلى أخرى. وهي تشمل صناعات مختلفة، وتغطي أحجام انبعاثات متفاوتة، وتعرض أسعاراً متنوعة، وتستخدم أنواعاً مختلفة من تعويضات الكربون. هذا ويعتبر نظام الاتحاد الأوروبي، هو الأقدم عبر التاريخ، والأكثر نضجاً ونشاطاً تجارياً، حيث يمثل حوالي 90% من نشاط التجارة العالمي. ولكن، مع نضوج المزيد من الأسواق الأخرى، سوف يتطور هذا المشهد.

يعتبر صافي الانبعاثات الصفرية هدفاً مشتركاً على المستوى العالمي، ولكن كل دولة تبدأ من نقطة مختلفة. ومع مشاركة المزيد من الدول وتطوير أنظمتها الفريدة، يمكن توقع حدوث توافق أكبر في تسعير الكربون. ولا يزال توحيد أسواق الكربون يمثل تحدياً بسبب التنوع في الأهداف والاهتمامات الصناعية والسياقات البيئية والقدرات الاقتصادية لكل دولة. ولهذا السبب يمكن أن تكون سياسات الكربون مثيرة للجدل إلى حد كبير، حيث لا يوجد مقياس موضوعي واحد لتحديد كيفية قيام كل دولة بتخفيض انبعاثاتها.

وتشكل المادة السادسة من اتفاقية باريس لتغير المناخ جانباً حاسماً في عملية التوحيد المقاييس، حيث تسمح للدول بتبادل التزاماتها، وتعزيز طموح أكبر في أهداف خفض الانبعاثات، وتوفير وسيلة لتوجيه تمويل المناخ إلى الدول النامية. وينشئ هذا الإطار القانوني آلية عالمية لتجارة الكربون تتماشى بشكل أساسي مع أهداف اتفاقية باريس. ولا تضع المادة السادسة مخططات متطابقة في دول مختلفة، ولكنها توحد المحاسبة وتتجنب الحساب المزدوج وتضمن جودة التجارة. كما تسمح المادة السادسة أيضاً بمواصفات وأنواع مختلفة من الكربون، مما يمنح الدول والشركات حرية التصرف في تحديد أولويات تفضيلاتها.

وإلى جانب المادة السادسة، تقوم الدول بتصدير سياساتها المناخية. ويعمل التسعير المباشر للكربون وتشريعات إعلان البصمة الكربونية معاً على توسيع التأثيرات المناخية إلى ما وراء الحدود. ويجري فرض ضرائب حدودية على الكربون لضمان عدم تسبب الصناعات الأجنبية ذات الانبعاثات العالية في تقويض التقدم المحلي في الدول التي لديها بالفعل أهداف مناخية طموحة.

تنمو أسواق الكربون الطوعية بسرعة، حيث تحدد الشركات أهدافاً تفرضها على نفسها لتحييد الانبعاثات وشراء أرصدة الكربون، وتسمح هذه الأسواق للشركات حرية التصرف في كيفية معالجة الانبعاثات. ومع ذلك، يواجه هذا النهج أيضاً التدقيق والتعقيد بسبب طبيعته المتنوعة وغير المنظمة.

ويفرض تشريع إعلان كثافة الكربون متطلبات الإبلاغ والإفصاح على الشركات العاملة داخل المناطق المهتمة بالمناخ، ويضمن هذا التشريع الجديد قيام الشركات بالكشف عن الانبعاثات الصادرة عن مصادر خارجية وعن التجارة الدولية، مما يضيف مستوى أخر من التعقيد والامتثال.

وعلى الرغم من الطبيعة المعقدة والمتطورة لأسواق الكربون، إلا أن هناك الكثير من التطوير الذي يمكن التطلع إليه. وينبغي أن يتم تبني كافة التحديات التي تواجه تلك الأسواق، وليس تبسيطها، لأنها ظهرت نتيجة للتقدم والالتزام العالمي المتزايد بالتصدي لتغير المناخ. وبشكل عام، يجب التأكيد على أن أسواق الكربون تتطور باستمرار، مع وجود تقنيات وأنظمة وجداول زمنية جديدة لتنفيذ السياسات المناخية.

مستقبل الطاقة المتجددة، التحديات والآفاق

المتحدث: Mr. Marco Arcelli
الرئيس التنفيذي، شركة ACWA Power

شركة أكوا باور هي مطور ومستثمر ومشغل لمجموعة من محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه، وقد شهدت الشركة تغييرات كبيرة لمواكبة تحولات الطاقة، وهي تعمل على مواءمة استراتيجياتها مع خطط الدول التي تعمل فيها، والتي تتضمن دعماً وإعانات كبيرة للانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة.

تكيفت الشركة مع مشهد الطاقة العالمي المتغير، من خلال تحديد أهداف صارمة للمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة وتنويع أصولها. وترى الشركة أن قطاع الكهرباء سيكون هو القطاع الأسرع نمواً في مجال الطاقة، حيث يتوقع أن ينمو بنسبة 80% مقابل نمو بنسبة 30% في إجمالي الطلب على الطاقة، وفقاً لسيناريو شركة إكسون موبيل حتى عام 2040. وتُعد الكهرباء الناقل الأكثر كفاءة، حيث تعادل السيارات الكهربائية ضعف كفاءة السيارات التقليدية وتخفض نسبة ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين بنسبة نحو 50%، وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن ما يقدر بحوالي 1.3 مليار شخص على مستوى العالم لا يحصلون على الكهرباء حالياً.

أصبحت أكوا باور شركة رائدة في مجال تحويل الطاقة، حيث أنها تُعد أكبر شركة خاصة في مجال تحلية المياه، والمحرك الأول في الهيدروجين الأخضر والأمونيا، ولاعب رائد في مجال الطاقة المتجددة، ومبتكر الصناعة الذي قدم أقل تكلفة في مجال المياه الخضراء والهيدروجين والطاقة. وتشمل محفظة أعمال الشركة 75 محطة قيد التشغيل والبناء أو في مراحل متقدمة من التطوير، في 12 دولة بمناطق الشرق الأوسط وشمال وجنوب أفريقيا وجنوب شرق آسيا. وتبلغ القيمة الاستثمارية لمحفظة مشروعاتها حوالي 79.4 مليار دولار، تنتج 50.1 جيجاواط من الكهرباء، و7.6 مليون متر مكعب من المياه المحلاة يومياً.

تدعم الشركة أحد أكثر برامج إزالة الكربون طموحاً في جميع أنحاء العالم، من خلال مشاركتها في عملية تحول الطاقة في المملكة العربية السعودية، التي تشهد تطورات سريعة، على الجانبين الاقتصادي والاجتماعي، لتصبح مركزاً عالمياً، بتحقيق رؤية 2030 التي تتضمن إزالة الكربون من نظام الطاقة، والتوسع في تحلية المياه، وتطوير 70% من قدرة توليد الطاقة

المتجددة في المملكة. هذا وقد وقعت شركة أكوا باور، اتفاقية مع شركة المياه والكهرباء القابضة السعودية لبناء أكبر محطة طاقة شمسية أحادية الموقع في العالم بطاقة توليد تبلغ 2060 ميجاوات.

تؤكد شركة أكوا باور على أهمية مصادر الطاقة المتجددة وتكلفتها المتناقصة، ولكن هذه المصادر تواجه منافسة متزايدة مدفوعة بالمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة والاضطرابات في سلسلة التوريد بسبب جائحة كوفيد19- وتأثيرات الأزمة الروسية الأوكرانية وانخفاض الفارق بين تكلفة الديون وعوائد الأسهم. كما تؤكد على ضرورة وجود حلول مبتكرة للتخزين، مع التركيز بشكل خاص على التخزين طويل الأجل لدعم مصادر الطاقة المتجددة خلال فترات التوليد المنخفض، وحلول التوازن قصيرة المدى لاستقرار الشبكة، حيث أن مصادر الطاقة المتجددة ليست متاحة دائماً. وترى الشركة أن الهيدروجين الأخضر ومشتقاته، والمياه الخضراء (مصطلح يستخدم لوصف المياه المنتجة من خلال عمليات تحلية المياه التي تعمل بالطاقة المتجددة) هي مصادر الطاقة المتجددة الجديدة التي يمكن أن تلعب دوراً مهماً في معالجة تغير المناخ.

ومن المهم ملاحظة أنه في حين أن توليد الطاقة بالغاز يمكن أن يكون بمثابة وقود انتقالي في عملية تحولات الطاقة، فإن الهدف طويل المدى يجب أن يكون زيادة تقليل الانبعاثات والانتقال إلى مصادر طاقة أنظف مثل الهيدروجين الأخضر وتقنيات الطاقة المتجددة الأكثر كفاءة. أي أن الغاز الطبيعي يظل عنصرًا مهماً ومربحاً في مشهد الطاقة، خاصة عند استخدامه كجزء من استراتيجية شاملة لتقليل انبعاثات الكربون وتحقيق الأهداف البيئية والاجتماعية والحوكمة، مما يدعم التحول نحو مصادر الطاقة النظيفة. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى إن اعتماد تقنيات وممارسات أنظف، مثل تقنية احتجاز الكربون وتخزينه، يمكن أن يخفف من الأثر البيئي لتوليد الطاقة باستخدام الغاز.

تهدف شركة أكوا باور لمضاعفة حجم أعمالها بمقدار ثلاث مرات بحلول عام 2030، حيث تستهدف التركيز على أربع تقنيات هي الطاقة المتجددة والتوليد المرن والوقود الأخضر وتحلية المياه، مع تركيز مشروعاتها على ست مناطق جغرافية هي المملكة العربية السعودية، ومنطقة الشرق الأوسط وأفريقيا وآسيا الوسطى والصين وجنوب شرق آسيا، والتركيز على الصين باعتبارها سوقاً رئيسياً محتملاً للاستثمارات مع الشركاء المحليين، وتعزيز إدارة سلسلة التوريد للحفاظ على التفوق – لا سيما في مجال الطاقة المتجددة.

وبشكل عام، فإن التقارب بين المبادرات المتعلقة بالطاقة المتجددة والمياه أمر بالغ الأهمية لمعالجة التحديات العالمية. ومع استمرار جهود شركة أكوا باور في تحولات الطاقة، فأنها تتوقع مستقبلاً تتعايش فيه مصادر الطاقة المتجددة ومصادر الطاقة الأخرى بشكل متناغم لإنشاء مشهد طاقة مستدام ومرن.

دور الطاقة المتجددة والكهربة[1] في عالم خالي من الانبعاثات

المتحدث: Mr. Paddy Padmanathan
عضو مجلس إدارة شركة ACWA power

يدرك الجميع أن الطريقة التي تُوَلد بها الطاقة واستخدامها تعمل على تشكيل عالمنا بشكل كبير، سواء على المستوى الاقتصادي أو الجيوسياسي. وقد أصبح التحول إلى مصادر الطاقة النظيفة، مثل مصادر الطاقة المتجددة، أمراً أساسياً. وهناك إجماع على الموضوعات الأربعة الأكثر مناقشة في تحولات الطاقة، أولاً، من المتوقع أن تلعب الكهرباء دوراً أكبر بكثير في استهلاكنا للطاقة الأولية، لترتفع حصتها من 20% حالياً إلى حصة تتراوح ما بين 50% إلى 60% بحلول عام 2050. ثانياً، يكتسب الهيدروجين أهمية، خاصة في التطبيقات ذات درجات الحرارة المرتفعة وكحامل للطاقة، ويتوقع أن ترتفع حصته في مزيج الطاقة من 3% حالياً إلى 15% في عام 2050. ثالثاً، يصل حجم النفقات الرأسمالية/ الاستثمارات المطلوبة في البنية التحتية للشبكات الجديدة وربطها 23 تريليون دولار بحلول عام 2050. رابعاً، من المحتمل أن تحتاج الحلول التقنية (مثل احتجاز الكربون وتخزينه) لتحقيق أهداف التوزيع المرن للطاقة وإزالة الكربون بمقدار 10 جيجا طن سنوياً بحلول عام 2050 إلى حوالي 42 تريليون دولار من الاستثمارات.

إن الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أمر بالغ الأهمية، وخاصة في مواجهة الكوارث المناخية. وبينما يسعى العالم جاهداً للحد من آثار تغير المناخ، تصبح الحلول القائمة على الطبيعة وبدائل الطاقة المستدامة ذات أهمية متزايدة. وبالنظر إلى الكهرباء على وجه التحديد، فمن المتوقع أن ينمو الطلب عليها بشكل كبير، بسبب عوامل مثل النمو السكاني وتحسن في نوعية الحياة. تتوسع الكهرباء لتشمل مختلف الصناعات والتطبيقات، بما في ذلك النقل، حيث تحقق السيارات الكهربائية نجاحات كبيرة مع تزايد حصتها في السوق بسرعة، وتلعب تقنيات البطاريات الكهربائية وخلايا الوقود الهيدروجينية أدواراً أساسية. وأيضاً على نحو مماثل، يتزايد استخدام الكهرباء في العمليات ذات درجات الحرارة المرتفعة، مثل وقود الطيران المستدام وإنتاج الهيدروجين. ومن المتوقع أن يزداد استخدام الكهرباء، حتى مع زيادة التركيز على كفاءة استخدام الطاقة، مما سيساعد على ضمان استدامة النمو.

---

1 – الكهربة هي عملية تحويل الأنظمة والخدمات والعمليات المختلفة لاستخدام الكهرباء كمصدر أساسي للطاقة.

وقد أدت الابتكارات في مجال توليد الكهرباء إلى خفض التكاليف، مما جعل مصادر الطاقة المتجددة قادرة على المنافسة مع الوقود الأحفوري التقليدي. على سبيل المثال، في بعض المناطق، انخفضت تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة بشكل كبير على مر الأعوام، مما جعلها المصدر الأكثر فعالية من حيث التكلفة، وأصبحت هذه المشروعات مجدية اقتصادياً وجذابة للمستثمرين، وخلق نظرة إيجابية لتحولات الطاقة. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة للكهرباء التي يتم استهلاكها فقط عندما تكون الشمس مشرقة أو عندما تهب الرياح، تظل الطاقة المتجددة هي الأكثر تنافسية على الإطلاق. كما أنه مع التقدم السريع في تكنولوجيا البطاريات، فإن البطارية متعددة الدورات قصيرة المدة المدمجة مع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح تجعل تكلفة الطاقة المتجددة تنافسية. هذا وقد أتاحت الألواح الشمسية والبطارية إمكانية الوصول إلى الطاقة لأكثر من 1.4 مليار شخص لا توجد لديهم كهرباء على مستوى العالم.

وبينما يجري العمل على توسيع نطاق مشاريع الطاقة المتجددة والكهرباء، يتعين اتخاذ بعض الإجراءات مثل: أولاً، تقليص الوقت اللازم للسماح بعمليات الموافقة على إنشاء محطات جديدة لربط الشبكات بالبنية التحتية، والذي قد يستغرق 10 أعوام. ثانياً، تعزيز سلسلة التوريد بشكل سريع، من 3 إلى 10 أضعاف لمختلف المكونات، ولكن هناك أدلة على أنه يتم التعامل مع هذا الأمر بطريقة مقيدة جغرافياً. ثالثاً، بذل المزيد من الجهود لتنويع المصادر، حيث إن القلق بشأن توافر الموارد المادية ليس صحيحاً، فهي تتوافر بشكل أكثر بكثير مما هو مطلوب، ولكن قد تستلزم أوقات زمنية طويلة لتطويرها. بالإضافة إلى ذلك، يعد الوصول إلى التمويل أمراً بالغ الأهمية، لا سيما في ظل وجود مجموعة كبيرة من رؤوس الأموال التي تبحث عن استثمارات مستدامة.

وكمثال على جدوى مشروعات الطاقة الخضراء واسعة النطاق، أحرزت شركة نيوم تقدماً نوعياً ضمن مساعيها لدعم صناعة إنتاج الهيدروجين الأخضر على نطاق واسع وتصديره للأسواق العالمية. وتجدر الإشارة إلى أن مدينة نيوم المستقبلية يجري تطويرها في المملكة العربية السعودية، وهي في طليعة الجهود الرامية إلى تعزيز حلول الطاقة المستدامة. كما أن مبادرات إنتاج الأمونيا الخضراء وتحويلها مرة أخرى إلى هيدروجين، تدل على إمكانية إنشاء اقتصاد دائري للهيدروجين.

ومن أهم التحديات التي تواجه الطاقة المتجددة هو أن البنية الجيوسياسية للطاقة تغيرت بشكل جذري – وفي حين أن موارد الطاقة المتجددة أكثر انتشاراً من موارد الوقود الأحفوري، فإن المواد (والتكنولوجيا) اللازمة لتسخير الطاقة المتجددة متركزة في الوقت الحالي في مناطق محدودة. وستكون التوترات الجيوسياسية بين الولايات المتحدة الأمريكية والصين، إلى جانب عدم القدرة على التنبؤ بكيفية إنهاء الأزمة الروسية الأوكرانية، هي أكبر عائق أمام تسريع

دور الطاقة المتجددة. كما أن تغير المناخ الحالي قد يؤثر على قدرة توليد الطاقة من المصادر المتجددة.

بشكل عام، فإن التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، وكهربة القطاعات والاستخدامات المختلفة، للوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرية، يجري الآن ويحمل وعوداً هائلة. ورغم التحديات، هناك أساس قوي لبناء مستقبل طاقة أكثر استدامة ونظافة، من خلال الاستراتيجيات والاستثمارات والابتكارات الصحيحة.

دور الطاقة النووية في تحولات الطاقة

المتحدث: Dr Adnan Shihab-Eldin
زميل أبحاث زائر أول، معهد أكسفورد لدراسات الطاقة، مدير عام سابق لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي، مدير للأبحاث وقائم بأعمال الأمين العام سابق لمنظمة أوبك

يدرك العالم الحاجة الماسة إلى طاقة نظيفة وبأسعار معقولة، كما أبرزها الهدف السابع للأمم المتحدة من أهداف التنمية المستدامة. ويرتبط استهلاك الطاقة في عالمنا ارتباطاً وثيقاً بالتنمية، والطاقة المستدامة ضرورية لمعالجة تغير المناخ. علاوة على ذلك، يعد أمن الطاقة جانباً حيوياً في تحولات الطاقة المستمرة.

وبإلقاء نظرة على الحالة الراهنة لتحولات الطاقة العالمية. يمكن ملاحظة أنها تستهدف التحول بعيداً عن الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط، نحو بدائل طاقة أنظف، مثل مصادر الطاقة المتجددة. وعلى الرغم من الاستثمارات والجهود الكبيرة، لا يزال الوقود الأحفوري يمثل نسبة كبيرة من مزيج الطاقة الأولية المستهلكة عالمياً، حيث تقترب من حوالي 80%. وهذا يثير تساؤلات حول جدوى تحقيق أهداف طموحة مثل تلك المبينة في سيناريو وكالة الطاقة الدولية، والتي تهدف إلى الحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري.

يشكل التحول إلى مصادر الطاقة النظيفة تحدياً معقداً. ويجب التأكد من أنه لا يوجد حل واحد يناسب الجميع. ومن ثم، فأن تحقيق صافي انبعاثات صِفرية، وتلبية الطلب من الطاقة، يحتاج إلى نهج متنوع. في هذا السياق، ورغم أهمية مصادر الطاقة المتجددة في عملية تحولات الطاقة، فلا ينبغي تجاهل إمكانات الطاقة النووية، التي يعود تاريخ اكتشافها إلى عام 1956، حيث قد قدمت قفزة نوعية في كثافة الطاقة، مما جعلها محور التركيز الأساسي في ذلك الوقت، وبدأت محطات الطاقة النووية في الظهور في جميع أنحاء العالم، إلا أن تعقيد هذه التكنولوجيا جلب الكثير من التحديات.

أدت العديد من الأحداث المؤسفة، بما في ذلك كارثة مفاعل تشرنوبيل، وكارثة فوكوشيما، إلى تقلبات في الاعتماد على الطاقة النووية كمصدر للطاقة. ولعب الإدراك العام، والمخاوف المتعلقة بأمن والسلامة، والعوامل الاقتصادية، أدواراً حاسمة في هذه التحولات. حيث كان رد فعل الدول مختلفاً إلى حد كبير، فبينما بدأت بعض الدول التعلم من هذه الكوارث من خلال تحسين تدابير السلامة، اختارت دول أخرى التخلص التدريجي من الطاقة النووية. وفي هذا

السياق، يعتمد القبول العام للطاقة النووية في كثير من الأحيان على المعرفة والخبرة. على سبيل المثال، توضح المخاوف بشأن تصريف المياه المشعة المعالجة من محطة فوكوشيما كيف يمكن أن تختلف التصورات العامة عن البيانات العلمية. ومن الضروري معالجة هذه المخاوف من خلال المشاركة العامة وتبادل المعلومات، لا سيما وأن الطاقة النووية ستظل لاعباً حاسماً في معالجة موضوع تغير المناخ، وأمن الطاقة، والحصول على الطاقة بأسعار معقولة، حيث يقلل استخدامها بشكل كبير من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

وفي ضوء الأحداث الجيوسياسية الحالية، مثل الأزمة الروسية الأوكرانية، اكتسب أمن الطاقة أهمية متزايدة. وقد اعترفت العديد من الدول مؤخراً، بما في ذلك دول مجموعة العشرين G20، بدور الطاقة النووية وأيدت استخدامها، مما يشير إلى النمو المحتمل في هذه الصناعة. وبالفعل، فإن بناء مفاعلات نووية جديدة آخذ في الارتفاع، حيث تساهم العديد من دول العالم، بما في ذلك المملكة المتحدة، في هذا التوسع. وتعد المفاعلات النووية المعيارية الصغيرة هي القوة الدافعة وراء هذا النمو، حيث وفرت تلك المفاعلات العديد من المزايا، بما في ذلك الأمان وقابلية التوسع وإمكانية توليد الطاقة.

وبشكل عام، تشكل الطاقة النووية مصدراً موثوقاً في مساعي الانتقال إلى مستقبل الطاقة المستدامة. وهي تتماشى مع الأهداف المتمثلة في مكافحة تغير المناخ، وضمان أمن إمدادات الطاقة، وتوفير إمكانية الوصول إلى الطاقة النظيفة بأسعار معقولة. لا سيما وأن التغلب على تحديات مشهد الطاقة المعقد، يحتاج إلى مزيج متنوع من مصادر الطاقة.

تمويل النفط والغاز وسط تحولات الطاقة من منظور Wall Street

المتحدث: **Mr. Arjun Murti**
شريك في شركة Veriten، وعضو مجلس إدارة شركة Cono-coPhillips

أوجدت جائحة فيروس كورونا والمشهد العالمي المتغير فيما يتعلق بتحولات الطاقة، الكثير من الأسئلة، مثل: هل صناعة النفط والغاز في مرحلة التلاشي؟ وإذا كانت كذلك، فكم من العقود سيستمر هذا التلاشي؟، وهل تتحول شركات النفط الأمريكية الكبرى بعيداً عن الوقود الأحفوري؟ وقد قامت شركة Veriten بالبحث والتوضيح لإجابات هذه الأسئلة. حيث أنها شركة أبحاث واستثمار وإستراتيجية تركز على توقعات الطاقة طويلة المدى وآثارها، ويتألف عملائها من أنواع مختلفة من الشركات، بما في ذلك مقدمي خدمات المواقع، والغاز الطبيعي المسال، والبنية التحتية. وتهدف شركة Veriten إلى مساعدة عملائها من الشركات المختلفة في التغلب على تعقيدات عملية تحولات الطاقة، لا سيما في ظل وجود الكثير من العوامل المؤثرة.

وفي هذا السياق، كان التركيز على كيفية تفكير المستثمرين والمحللين في قطاع النفط والغاز التقليدي، وسط تحولات الطاقة التي قد تكون عشوائية للغاية، في ظل التصور الشائع بأن هذه التحولات يمكن أن تحدث بسرعة، دون الالتفات إلى أن التحولات في حد ذاتها تعتمد على العديد من العوامل التي تلعب دوراً في مدى وسرعة تطورها، مثل مشهد الاقتصاد الكلي، والعوائد على رأس المال، والاعتبارات البيئية والاجتماعية والحوكمة. ومن ثم يجب التأكيد على أن تحولات الطاقة ليست موقفاً واحداً يناسب الجميع، ولكنها تختلف من شركة لأخرى وكذلك وفقاً للمنطقة التي تعمل بها كل شركة.

وتختلف توقعات الطلب على النفط على نطاق واسع، وفقاً للعديد من منظمات ومؤسسات وشركات الطاقة، مثل منظمة أوبك، ووكالة الطاقة الدولية، وشركة بريتش بتروليوم، وشركة إكسون موبيل. وترى شركة Veriten أن التوقعات طويلة المدى يمكن أن تكون غير مؤكدة. على سبيل المثال، يتوقع سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية لوكالة الطاقة الدولية أن يصل الطلب العالمي على النفط إلى 75 مليون ب/ي في عام 2030، أي أقل بمقدار 25 مليون ب/ي مقارنة بالمستوى الحالي. ويفترض هذا التوقع حدوث طفرة غير مسبوقة في السيارات الكهربائية، وهو أمر يرى الكثير من الخبراء عدم إمكانية حدوثه إلى حد كبير.

علاوة على ذلك، فإن أحد الأخطاء الشائعة في نمذجة هذا التوقع، هو المبالغة في تقدير

حجم التحسينات في كفاءة الطاقة. وحتى إذا ما كانت كبيرة، لا يزال من الممكن أن ينمو الطلب العالمي على النفط. والبيانات التاريخية تدعم هذا النمو، فعلى سبيل المثال، خلال فترة السبعينيات من القرن الماضي، عندما ارتفعت أسعار النفط الخام بشكل حاد، استمر الطلب العالمي في النمو. ومن ثم، فأن افتراض وكالة الطاقة الدولية انخفاض الطلب العالمي على النفط بنسبة 25% بحلول عام 2030 هو أمر مفرط في التفاؤل، وهو مفهوم خاطئ يعتبره العديد من المستثمرين والشركات أمراً مفروغاً منه.

وهناك افتراض آخر يحتاج إلى توضيح، وهو فكرة أن شركات النفط الأمريكية الكبرى تتحول جميعها إلى شركات طاقة نظيفة. من المؤكد أنها تعمل على تنويع مصادر الطاقة، والاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، وتقديم الالتزامات الخاصة. ولكن من الأهمية بمكان، فصل ما تقوله الشركات عما تفعله في الواقع. وفي حين تقوم بعض شركات النفط الكبرى بالفعل باستثمارات كبيرة في الطاقة النظيفة، فإن معظم مخصصات رأس مالها لا تزال تذهب نحو مشروعات النفط والغاز التقليدية. فعلى سبيل المثال، على الرغم من إعلان شركة إكسون موبيل عن خطة لصافي الانبعاثات الصفرية، إلا أن تخصيص رأس مالها، لا يزال يذهب في المقام الأول إلى مشروعات النفط والغاز التقليدية، وهو موضح في خطة الإنفاق لعام 2025، التي تظهر أن ما يقرب من 86% سيذهب إلى مشروعات النفط والغاز التقليدية، و6% إلى المواد الكيميائية، و8% إلى الحلول منخفضة الكربون. لذا، فرغم أن الخطاب قد يدور حول الطاقة النظيفة، فإن تخصيص رأس المال لا يزال يعكس واقعاً مختلفاً. وعلى الرغم من وجود شركات مثل بريتش بتروليوم وشل، أكثر جرأة في خططها الانتقالية، لكنها لا تزال تخصص غالبية رأسمالها لمشروعات النفط والغاز.

أما فيما يخص شركات الطاقة الأخرى العاملة في مجال الطاقة المتجددة، فكثير منها لم يحققوا أرباحاً بعد، ويعتمدوا على إعانات كبيرة. وعلى سبيل المثال شركة مثل First Solar، هي شركة رائعة ذات مستقبل مشرق، لكنها لا تدر الكثير من الأرباح حالياً. وفي الواقع، قد يكون لبعض شركات الطاقة النظيفة مكان في المستقبل، ولكن يحتاج المستثمرون إلى النظر في مدى الاستدامة المالية لهذه الشركات.

وبناء على ما تم الإشارة إليه أعلاه، تكون الرسالة الرئيسية هي أنه ينبغي للمستثمرين أن يتوخوا الحذر بشأن الاعتقاد بأن تحولات الطاقة قد تحدث بشكل أسرع مما هو عليه الآن. إن الوتيرة غير مؤكدة، والعديد من الشركات تقدم ادعاءات جريئة، في حين أن تخصيص رأسمالها يروي قصة مختلفة. ومن ثم، هناك ضرورة للتمييز بين القول والفعل، ويجب على المستثمرين النظر في الاستدامة المالية لشركات الطاقة النظيفة.

وبالنظر إلى المعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG)، فقد أصبح الاستثمار فيها جزءاً

كبيراً من السوق. فالشركات التي تحقق أداءً جيداً في هذه المعايير، غالباً ما يكون لديها تكاليف رأس مال أقل ويمكنها جذب المزيد من المستثمرين. ومع ذلك، لا ينبغي تجاهل حقيقة أن المعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة هي هدف متحرك، وليس من السهل دائماً قياسه كمياً. حيث أن كل وكالة لديها منهجيتها، والعديد من المكونات النوعية. وبالتالي،يحتاج المستثمرون إلى توخي الحذر بشأن كيفية تفسيرهم للمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة للشركات.

كما أنه من الضروري أيضاً فهم قيود رأس المال في تحولات الطاقة، حيث إن التحول من النفط والغاز إلى مصادر الطاقة المتجددة يتطلب كثافة رأس المال. وفي هذا السياق، سيكون على الشركات إنفاق الكثير من الأموال على البحث والتطوير وتخصيص رأس المال لتحقيق ذلك. وبينما شهدت بعض القطاعات تطورات إيجابية، مثل الطاقة الشمسية، هناك رياح معاكسة كبيرة في قطاعات أخرى، مثل الطيران والنقل البحري التي لديها خارطة طريق زمنية للحد من بصمتها الكربونية.

ويمكن إيجاز الواقع والآفاق المستقبلية لقطاع الطاقة العالمي في النقاط التالية: أولاً، تزايد الطلب على المواد الهيدروكربونية (بما في ذلك الفحم) مع إعطاء الدول النامية الأولوية لأمن الطاقة والنمو الاقتصادي. ثانياً، يتم بيع النفط والغاز الطبيعي على أساس معتمد وخالي من الميثان، مما يعني النطاق الأول من انبعاثات النفط والغاز الطبيعي يسير على الطريق الصحيح للتخلص منه. ثالثاً، يتوقع انخفاض فرص نمو النفط والغاز في الولايات المتحدة ولكن سيزيد النشاط الاستثماري في خارج أمريكا الشمالية. رابعاً، مطلوب بناء جديد للطاقة الشمسية وطاقة الرياح للحصول على حل لقضية التخزين. خامساً، تقوم التقنيات النووية الجديدة بعمليات نشر أولية (بما في ذلك التطبيقات الصناعية)، مما يؤدي إلى زيادة المساهمة النووية المستقبلية ذات المغزى في مزيج الطاقة. سادساً، لا يزال استخدام الهيدروجين ومشتقاته، كوقود رئيسي أمراً بعيد المنال لأعوام عديدة. سابعاً، تم إجراء تحسينات كبيرة في تطبيقات الاقتصاد الدائري، حيث أصبح أفضل بكثير في استخدام النفايات لتوليد الطاقة أثناء إزالة ثاني أكسيد الكربون. ثامناً، قانون خفض التضخم الأمريكي، وبرامج الدعم الأوروبية، تساهم في دعم التكنولوجيات الجديدة ولكنها قد تؤدي إلى عواقب غير مقصودة، مما يؤدي إلى الإفراط في إنتاج الأصول غير الضرورية. تاسعاً، تشكل تكاليف الطاقة المرتفعة هيكلياً بالنسبة للمستهلكين، عبئاً على النمو الاقتصادي في الدول المتقدمة. عاشراً، سوف تزدهر الدول والمناطق التي تتمتع بخيارات جيدة في مجال السياسات الاقتصادية وسياسات الطاقة، وعلى وجه التحديد الهند ودول الشرق الأوسط.

بشكل عام، تحولات الطاقة ليست انتقالاً مباشراً، ولن يختفي النفط والغاز الطبيعي بين عشية وضحاها. إن وتيرة ونطاق التحولات غير مؤكدين، ومن المهم بالنسبة للمستثمرين توخي الحذر والاطلاع على وجهات النظر المتعددة. ولا بد من الاعتراف بالقيود الرأسمالية التي تعوق عملية التحول، وهي ليست حالة واحدة تناسب الجميع، ولكل قطاع تحدياته الفريدة.

توسع نطاق تكنولوجيا الطاقة الجديدة

المتحدث: Mr. Ashok Belani
رئيس مجلس إدارة شركة Genvia

الطاقة هي حجر الزاوية في الاقتصاد العالمي، وتنطوي التحولات الهائلة في مجال الطاقة المستهدف تحقيقها خلال العقدين أو الأربعة عقود المقبلة، على مهمة هائلة تتمثل في إحلال مصادر جديدة محل البنى التحتية لمصادر الطاقة التقليدية التي يعود تاريخها إلى قرن من الزمان، ومن ثم فأن القدرة على توسع تقنيات الطاقة الجديدة له أهمية قصوى.

وفي مجال مشروعات الطاقة التكنولوجية الواسعة النطاق، فإن كل تقدم طفيف يأخذ أبعاداً كبيرة، خاصة وأنه لا يوجد لها أسواق بعد، ويتفاقم هذا التحدي بسبب ضرورة توسيع نطاق هذه التقنيات المبتكرة. وفي حين يؤكد الكثيرون أن رأس المال اللازم لهذه المشروعات يمكن الوصول إليه بسهولة، وخاصة من شركات النفط، فإن مجرد الوصول إلى هذه الأموال ليس كافياً، حيث يجب تخصيصها بشكل سليم، الأمر الذي يستلزم القدرة على تحديد التقنيات التي ينبغي دعمها والتوقف عن دعم التقنيات التي تفشل في تلبية التوقعات.

وعلى مدى الأعوام العشر إلى الخمس عشرة المقبلة، من المتوقع حدوث تطورات ملحوظة في تقنيات الطاقة الجديدة، تتجاوز بكثير ما هو موجود حالياً، ومن ثم ستصبح هذه التقنيات صناعات رئيسية في حد ذاتها. ومع ذلك، فإن تحقيق ذلك الأمر يشكل تحدياً كبيراً، حيث هناك حاجة إلى أكثر من 7 تريليون دولار من الاستثمارات في جانب الإمدادات وحوالي 1.2 تريليون دولار في جانب الطلب. هذا ويُعد توفير هذه الأموال ليس سوى الخطوة الأولى، أما تحويل هذه المشروعات إلى حقيقة فهذا أمر آخر.

وتُعد شركة Gradient Systems، مثال ناجح للاستثمار في مشروعات التكنولوجيا الجديدة للطاقة وهي شركة تركز على المعالجة المتقدمة للمياه، تعالج تقنيتهم استدامة المياه، أسست من قبل اثنين من طلاب الدكتوراه في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في عام 2014. وفي أقل من عقد من الزمن، نمت لتوظف 900 شخص، وتعمل في العديد من دول العالم، وتدير 600 محطة لمعالجة المياه، وحصلت على تمويل كبير، ويقدر قيمة الشركة حالياً بملايين الدولارات. إن النمو السريع لمثل هذه الشركة الناشئة هو شهادة على الإمكانات الموجودة في هذا المجال.

وفي مجال تخزين الطاقة، هناك شركات تلعب دوراً محورياً في تمكين مصادر الطاقة

المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من العمل على مدار الساعة. وتعتبر هذه التقنيات ضرورية لجعل مصادر الطاقة المتجددة موثوقة. ومع ذلك، فإن هذه الشركات تواجه تحديات مرتبطة بالتمويل، وهو أمر ضروري لتحقيق إنتاج واسع النطاق. كما أن هناك شركة Tesla التي اتخذت قرارات جريئة ونجحت في بناء مصنع ضخم في ولاية نيفادا الأمريكية، ينتج الملايين من خلايا البطاريات يومياً، لقد تحملت الشركة مخاطر كبيرة وأساليب مبتكرة لتحقيق رؤيتها. وتتكشف قصة مماثلة في الصين، مع شركة BYD، وهي الشركة التي تبنت ثورة السيارات الكهربائية ووجدت الدعم السخي من الحكومة.

ومن المشروعات الأكثر ابتكاراً على الإطلاق، هي مشروعات تخزين الطاقة في المملكة العربية السعودية، بحجم لا مثيل له، حيث توجد خزانات مياه ضخمة وتوربينات تمتد على مساحة آلاف الأفدنة. ستقوم هذه المشروعات بتوليد وتخزين الطاقة من مزارع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وهو إنجاز مذهل في الهندسة وإدارة المشروعات وتخفيف المخاطر.

وبشكل عام، توضح الأمثلة المشار إليها أعلاه، التحديات والفرص الفريدة التي تمثلها تحولات الطاقة. حيث يُعد الابتكار أمر ضروري، وهو لا يقتصر على التقدم التكنولوجي، ولكنه يمتد إلى نماذج الأعمال وسلاسل التوريد والشراكات. كما أن البعد عن الأساليب التقليدية لإدارة المخاطر مطلوب، وتحتاج الأسواق الجديدة إلى التطور لدعم تقنيات الطاقة الجديدة. وفي حين أن التحديات كبيرة، فإنها توفر أيضاً فرصاً مثيرة للابتكار والتغيير، في ظل تطلع العالم للتحول في قطاع الطاقة.

اقتصاد الهيدروجين - واقع فعلي أم طموح؟

المتحدث: Ms. Alessandra Pasini
المؤسس المشارك لشركة Zhero لمشروعات الطاقة الخضراء والنظيفة

يعترف العالم حالياً بالدور الأساسي الذي تلعبه الطاقة المتجددة في تحقيق صافي الانبعاثات الصفرية من الغازات الدفيئة. وبالتالي، توجد حاجة ملحة لتعزيز هذا المفهوم. وهناك أيضاً تحديات كبيرة قد تمنع اتخاذ الخطوة الأولى في هذا المجال، ولكن على الرغم من تلك التحديات، يتزايد عدد الدول التي تدرك إمكانات الفرص الاقتصادية في الطاقة المتجددة، بما في ذلك الولايات المتحدة الأمريكية، التي كانت ذات يوم متشككة ورافضة لمبادرات التحول إلى الطاقة الخضراء.

وبدءاً بالجانب الإيجابي، فإن الاهتمام العالمي بمصادر الطاقة المتجددة يكتسب زخماً قوياً. فقد حققت الصين، على سبيل المثال، قفزة هائلة، حيث ارتفعت قدرتها المركبة لتوليد الكهرباء من الطاقة المتجددة لتتجاوز 50% من إجمالي قدرة التوليد، في حين لا تزال النسبة المتبقية تعتمد على الوقود الأحفوري، مما يعني أن هناك الكثير من العمل الذي يتعين عليها القيام به. كما أدت التطورات الأخيرة في أوروبا إلى رفع مستوى الاهتمام بالطاقات المتجددة.

أما فيما يخص التحديات، فإن التحدي الأول هو أنه من الممكن النظر إلى هذه التطورات باعتبارها مصدر إلهام للطموح، ولكنها قد تخلق فجوة أوسع بين الأهداف والواقع. ومن ثم، تظهر أهمية إشراك المستثمرين العقلانيين وخبراء الاقتصاد السياسي لتسهيل عملية تحولات الطاقة. لا سيما وإن تقلبات أسعار الطاقة، والتي تفاقمت بفعل العوامل الجيوسياسية مثل الأزمة الروسية الأوكرانية، تجعل التحول إلى الطاقة الخضراء أكثر تكلفة من المتوقع.

ويتمثل التحدي الآخر في حالات الفشل غير المتوقعة التي من الممكن أن تواجهها الدول على الطريق إلى تحقيق صافي الانبعاثات الصفرية، حيث يشكل ذلك مصدر قلق كبير وخاصة عند التخطيط لتحولات الطاقة على المدى الطويل.

وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن العامل الرئيسي في عملية تحولات الطاقة يظل: هو ضمان أن هذه التحولات ليست ناجحة فحسب، بل مستدامة أيضاً من المنظورين الاقتصادي والبيئي، مع الأخذ في الاعتبار ضرورة مواءمة الجداول الزمنية المختلفة لهذه التحولات، بشكل مناسب، عبر مختلف الدول والشركات.

وقد يكون لتحولات الطاقة أيضاً آثار جيوسياسية، مما يجعل بعض القارات أكثر أهمية من أي وقت مضى. على سبيل المثال، يمكن أن تصبح أفريقيا، بمواردها الطبيعية الهائلة، لاعباً حاسماً في هذه التحولات، فتساعد في تلبية احتياجاتها من الطاقة وتيسير نموها. وبعيداً عن الطاقة، تؤثر هذه التحولات على الناتج المحلي الإجمالي، والنمو السكاني، والتغيرات الحضارية في قارة أفريقيا. حيث تواجه أفريقيا التحدي المتمثل في استيعاب أعداد سكانها المتزايد، مع تعزيز التنمية الاقتصادية في الوقت نفسه. ومن ثم، يجب تفهم أن اجتذاب الاستثمارات في البنية الأساسية للطاقة المستدامة، يشكل ضرورة لتحقيق أهدافها الطموحة.

تحتاج أوروبا لتوليد حوالي 1100 جيجاوات من الطاقة المتجددة بحلول عام 2030 لتحقيق أهدف خطة «Fit to 55»، مما يمثل تحديات كبيرة. وعلى سبيل المثال، تواجه ألمانيا تعقيدات ناشئة عن القرارات السياسية في ظل الأزمة الروسية الأوكرانية، والتحول بعيداً عن مصادر الطاقة التقليدية إلى المصادر الأخرى – ولا سيما الطاقة النووية. وتحتاج ألمانيا إلى توليد نحو 250 جيجاوات من الطاقة الجديدة، أي ما يعادل مساحة 43 ملعب كرة قدم لإنتاج الطاقة الشمسية بشكل يومي.

وكمثال على الفجوة ما بين الطموح والواقع الفعلي، ارتفع حجم مشروعات الهيدروجين المعلنة على مستوى العالم بنحو 8 أضعاف، من حوالي 12 مليون طن في عام 2021 إلى حوالي 100 مليون طن في عام 2022 (تأتي استراليا في المرتبة الأولى، يليها اسبانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، وفرنسا، والمملكة المتحدة، وهولندا). ولكن على الرغم من ذلك، لم تحصل إلا نسبة 3% فقط من تلك المشروعات المعلنة على قرار الاستثمار النهائي. مما يؤكد على أنه، على الرغم من الطموحات المحيطة بمثل هذه المشروعات، إلا أن القليل منها قد تحول إلى تطبيقات واقعية.

وتتمثل إحدى العقبات الرئيسية في البيئة الاقتصادية التضخمية الحالية، التي تجعل زيادة قدرة الطاقة المتجددة أكثر تكلفة. ومما يزيد الوضع تعقيداً، الاختناقات في سلاسل توريد المكونات المختلفة اللازمة لإنتاج الطاقة، وهذا يشمل المواد الخام، والتقنيات المتطورة. وبالإضافة إلى هذه الديناميكيات الاقتصادية، فإن تقلب أسعار الفائدة يشكل مصدر قلق متزايد، حيث يمكن للمسار التصاعدي المستمر لأسعار الفائدة، أن يضغط على القدرة على تحمل تكاليف مشروعات الهيدروجين، مما يؤثر ليس فقط على الإنتاج ولكن أيضاً على التسعير، ومن ثم يجب أن تتم إدارة ديناميكيات التكلفة بعناية لضمان القدرة التنافسية.

علاوة على ذلك، تواجه الجهود المبذولة للتحول نحو مصادر طاقة أكثر مراعاة للبيئة، مثل إنتاج الهيدروجين، تعقيدات أخرى بسبب الطبيعة المتنوعة للصناعات التي تخدمها. خاصة وأن الصناعات المختلفة تتطلب أساليب مختلفة لإزالة الكربون، ومن الضروري اعتماد

استراتيجية لكل صناعة على حدة. ومن جانب آخر، تؤثر المواقع الجغرافية بشكل أكبر على هذه الإستراتيجية، حيث أن ما ينجح في الولايات المتحدة قد لا يكون ممكناً في أوروبا.

وفي هذا السياق، يلاحظ أن الصين قامت باستثمارات كبيرة لمضاعفة طاقتها الإنتاجية من الألواح الشمسية، مما جعلها ذات قدرة تنافسية عالية. ولكن في المقابل، تحتاج الصناعات الأخرى اللازمة للتحول إلى الطاقة النظيفة، مثل المحللات الكهربائية، إلى إعطاء الأولوية للقدرة على تحمل التكاليف. ومن ثم، يجب أن يكون الهدف الأساسي هو جعل حلول الطاقة الخضراء أكثر سهولة وفعالية من حيث التكلفة، بما يتماشى مع احتياجات الصناعات المتنوعة.

يلعب صناع السياسات دوراً محورياً في تعزيز التكنولوجيات الخضراء، ويتضمن أحد هذه الأساليب تحفيز المحتوى المحلي من خلال تطبيق متطلبات إصدار الشهادات الصارمة. ولا يشجع هذا النهج الإنتاج الأخضر فحسب، بل يضمن أيضاً التزام المنتجات المستوردة بالمعايير البيئية. وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن يتحول التركيز نحو تعزيز الطلب، حيث يتطلب التحول من الوقود الأحفوري إلى الطاقة الخضراء من القطاعات اعتماد ممارسات مستدامة. ويُعد قانون خفض التضخم الأمريكي هو أحد المبادرات التي قد تقود الاستثمارات في الطاقة النظيفة وتعزز الطلب عليها.

ومن الناحية التكنولوجية، فإن التحول إلى الطاقة الخضراء لا يتطلب تغييرات كبيرة، فالتكنولوجيا اللازمة موجودة بالفعل. وينبغي التركيز على زيادة الإنتاج لخفض التكاليف.

وتجدر الإشارة إلى أن إنشاء الروابط البينية، مثل كابلات الجهد الكهربي، لاستيراد الطاقة من المناطق التي تتمتع بموارد طبيعية وفيرة، مثل منطقة شمال أفريقيا، يُعد حلا جذاباً. حيث تعمل هذه الترابطات على تمكين إمدادات الطاقة الفعالة من حيث التكلفة، ويمكن أن تلعب دوراً حيوياً في تحقيق هدف صافي الانبعاثات الصفرية. وعلى سبيل المثال، فأن 0.3% فقط من صحراء الجزائر يمكنها تلبية احتياجات الاتحاد الأوروبي في عام 2030.

وبشكل عام، فإن التحول إلى الطاقة الخضراء يشكل تحدياً معقداً، وسوف تلعب العوامل الاقتصادية، والاعتبارات الخاصة بوجود استراتيجية فريدة من نوعها لكل منطقة جغرافية وصناعة، دوراً حاسماً في هذا التحول. كما ستكون القدرة على تحمل التكاليف، والاستفادة من المصادر منخفضة التكلفة، إلى جانب السياسات القوية والحلول العملية لسد الفجوة بين الطموح والواقع الفعلي، ضرورية لتحقيق مسار صافي الانبعاثات الصفرية.

المخرجات الرئيسية لندوة أكسفورد الثالثة والأربعون للطاقة

- «تحولات الطاقة» هو المصطلح الصحيح الواجب استخدامه، وليس «تحول الطاقة»، لإن ما يشكل تحول الطاقة في أوروبا، أو الولايات المتحدة الأمريكية، أو أي جزء من العالم يمكن أن يختلف بشكل كبير عن مناطق أخرى من العالم.
- تحولات الطاقة ليست مجرد استبدال بسيط لمصادر الطاقة التقليدية، ومن الضروري فهم أنها عملية تدريجية، وليست تغييراً فورياً – مثلما دعا إليه صناع السياسات في الماضي والذين أدركوا هذا الخطأ مع مرور الوقت، لكن من المؤسف أنه لا يزال هناك بعض صناع القرار الذين لم يستوعبوا الأمر بعد.
- إحدى الملاحظات الرئيسية من خلال النظر إلى مزيج الطاقة التاريخي هي أن عملية تحولات الطاقة لم تهدف إلى استبدال مصادر الطاقة السابقة، ولكنها كانت تميل إلى أن تكون مصادر الطاقة الجديدة مكملة.
- تشهد صناعة الطاقة تحولات لم يسبق لها مثيل، تتطلب استكشاف طرق جديدة، وتبني تقنيات ومفاهيم لم تكن موجودة حتى قبل عقد من الزمن، مثل الهيدروجين واحتجاز الكربون وتخزينه.
- إن فهم كيفية تفاعل المكونات المختلفة لنظام الطاقة والتكاليف التي تنطوي عليها عملية تحولات الطاقة بأكملها يُعد أمر حيوي.
- معالجة معضلة الطاقة الثلاثية هي عملية معقدة ومستمرة، وسيعتمد نجاح هذه الجهود على عوامل مختلفة، بما في ذلك التقدم التكنولوجي، ودعم السياسات، والتعاون بين صناعة الطاقة بأكملها.
- يعد تحول الطاقة في روسيا حالياً، أولوية أقل مقارنة بالحاجة الملحة إلى استدامة عمليات الإنتاج من المصادر التقليدية، حيث تحول التركيز إلى التغلب على قيود رأس المال والتكيف مع المشهد الدولي سريع التغير. ومع ذلك، قد لا يزال هناك بعض المشروعات المتعلقة بتحول الطاقة قيد التنفيذ في روسيا.
- يعتمد مستقبل سياسة الطاقة الأمريكية على توفير فهم شامل لتعقيدات تحولات الطاقة وكيفية تأثير العوامل المختلفة على مشهد الطاقة العالمي المتطور باستمرار، بما في ذلك الابتكار والنمو الاقتصادي والإعانات وسلاسل التوريد.
- الاتجاهات الاقتصادية والخيارات السياسية التي تتبناها الصين لها تأثير عميق على أسواق الطاقة العالمية. ومن الممكن أن تؤدي زيادات الطلب إلى تعزيز الأسعار والإنتاج، في حين أن التباطؤ الاقتصادي المطول يمكن أن يكون له تأثير معاكس. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لسياسات الطاقة والبيئة التي تنتهجها الصين في الاستجابة للتحديات الاقتصادية أن تؤثر على مشهد الطاقة العالمي.

- يجب إدراك أن الآثار المحتملة للتحولات في سياسة الطاقة في دول الاتحاد الأوروبي بسبب الأزمة الروسية الأوكرانية، يمكن أن يكون لها آثار بعيدة المدى على أسواق الطاقة، والمنافسة الاقتصادية، ونهج الاتحاد الأوروبي تجاه أمن وتحولات الطاقة.
- تسعى الهند بنشاط إلى اتباع استراتيجية متعددة الجوانب لاستدامة الطاقة. ويشمل ذلك تنويع مصادر الطاقة، والاستثمار في أنواع الوقود البديلة، وإزالة الكربون من الصناعات الثقيلة والنقل.
- لمواجهة مشهد الطاقة العالمي المعقد الذي يتشابك فيه أمن الطاقة، وحماية البيئة، والكفاءة الاقتصادية، يجب أن تعكس سياسات الطاقة العالمية تنوع الظروف، وأن تقدم حلولاً مبتكرة، وتوازن بين الأهداف الطموحة والواقع العملي.
- يجب تفعيل دور الحكومات في إدارة تقلبات أسعار الطاقة باتباع نهج متوازن يأخذ في الاعتبار التدابير القصيرة الأجل لمواجهة التحديات المباشرة والاستراتيجيات طويلة الأجل لتعزيز استقرار سوق الطاقة العالمية واستدامتها. وهو ينطوي على تعاون وثيق مع أصحاب المصلحة في الصناعة والهيئات التنظيمية والشركاء الدوليين لضمان الإدارة الفعالة لتقلبات الأسعار.
- على الرغم من توافر الأهداف والموارد والإمكانات التقنية والمعرفة اللازمة لتحقيق صافي الانبعاثات الصفرية، خاصة مع التقدم الملحوظ في توليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية، تظل العقبات كبيرة، وهو ما يتطلب تغييرات ملموسة في ديناميكيات السوق والبنية التحتية وحلول لتكنولوجيا التخزين.
- ستتطلب تحولات الطاقة كميات إضافية ضخمة من «المعادن الحرجة»، ولكن هناك تحديات هائلة أمام تحقيق هذه الزيادة في الإمدادات في الوقت المناسب وبطريقة مستدامة، ودون إثارة توترات جيوسياسية كبيرة. وتسعى الدول والشركات جاهدة لتطوير حلول لهذه التحديات، على الرغم من أن بعض الحلول قد تؤدي إلى نتائج عكسية كما حدث نتيجة التدافع على هذه المعادن في الماضي.
- على الرغم من الطبيعة المعقدة والمتطورة لأسواق الكربون، إلا أن هناك الكثير من التطوير الذي يمكن التطلع إليه. وينبغي أن يتم تبني كافة التحديات التي تواجه تلك الأسواق، وليس تبسيطها، لأنها ظهرت نتيجة للتقدم والالتزام العالمي المتزايد بالتصدي لتغير المناخ.
- النفط والغاز الطبيعي سيستمران في لعب دوراً هاماً في مشهد الطاقة المستقبلي.
- الغاز الطبيعي يظل عنصرًا مهماً ومربحاً في مشهد الطاقة، خاصة عند استخدامه كجزء من استراتيجية شاملة لتقليل انبعاثات الكربون وتحقيق الأهداف البيئية والاجتماعية والحوكمة، مما يدعم التحول نحو مصادر الطاقة النظيفة.

- من أهم التحديات التي تواجه الطاقة المتجددة هو أن البنية الجيوسياسية للطاقة تغيرت بشكل جذري – وفي حين أن موارد الطاقة المتجددة أكثر انتشاراً من موارد الوقود الأحفوري، فإن المواد (والتكنولوجيا) اللازمة لتسخير الطاقة المتجددة متركزة في الوقت الحالي في مناطق محدودة.
- تشكل الطاقة النووية مصدراً موثوقاً في مساعي الانتقال إلى مستقبل الطاقة المستدامة، وهي تتماشى مع الأهداف المتمثلة في مكافحة تغير المناخ، وضمان أمن إمدادات الطاقة، وتوفير إمكانية الوصول إلى الطاقة النظيفة بأسعار معقولة.
- على المستثمرين توخي الحذر بشأن الاعتقاد بأن تحولات الطاقة قد تحدث بشكل أسرع مما هو عليه الآن. إن وتيرة التحول غير مؤكدة، والعديد من الشركات تقدم ادعاءات جريئة، في حين أن تخصيص رأسمالها يوضح إتجاه مغاير ومختلف.
- يُعد الابتكار أمر ضروري لعملية تحولات الطاقة، وهو لا يقتصر على التقدم التكنولوجي، ولكنه يمتد إلى نماذج الأعمال وسلاسل التوريد والشراكات. كما أن البعد عن الأساليب التقليدية لإدارة المخاطر مطلوب، وتحتاج الأسواق الجديدة إلى التطور لدعم تقنيات الطاقة الجديدة.
- العامل الرئيسي في عملية تحولات الطاقة هو ضمان أن هذه التحولات ليست ناجحة فحسب، بل مستدامة أيضاً من المنظورين الاقتصادي والبيئي، مع الأخذ في الاعتبار ضرورة مواءمة الجداول الزمنية المختلفة لهذه التحولات، بشكل مناسب، عبر مختلف الدول والشركات.
- قد يكون لتحولات الطاقة آثار جيوسياسية، مما يجعل بعض القارات أكثر أهمية من أي وقت مضى. على سبيل المثال، يمكن أن تصبح أفريقيا، بمواردها الطبيعية الهائلة، لاعباً حاسماً في هذه التحولات، فتساعد في تلبية احتياجاتها من الطاقة وتيسير نموها.
- ضرورة اعتماد مصطلح «التخفيض التدريجي» وليس «التخلص التدريجي» عندما يتعلق الأمر بالانبعاثات الكربونية، كنهج أكثر قابلية للتطبيق من الناحية العملية. حيث أن التخلص التدريجي يعني وقفاً كاملاً ولا رجعة فيه لبعض الصناعات. ولكن التخفيض التدريجي يعني أن الصناعات تستطيع الحد من انبعاث الغازات الضارة بطريقة تتجنب الاضطرابات المفاجئة. ومن ثم فأن هذا النهج يوفر فرصة أفضل لتحقيق الأهداف المرجوة دون المساس بالاستقرار الاقتصادي.

in other countries like Uganda, Mozambique, and Tanzania, which could play a bigger role in meeting world demand in the future.

Despite the fact that Nigeria, the Congo and Angola are the main magnets for investments, Uganda, South Africa, Senegal, Ivory Coast, Mozambique and Namibia have emerged among the countries that have become a hub for attracting financing.

The study shows that the future of Africa in meeting world oil and gas demand will be subject to a lot of factors, including the continent's natural resources, infrastructure development, and geopolitical stability.

To fully realize the potential of these resources, African countries will need to invest in infrastructure such as pipelines, refineries, and ports to transport and export oil and gas. Moreover, Africa needs to attract foreign investment to fund exploration and production activities. African consumption must be addressed too, but predicting how much energy/ oil Africa will consume in the future is not an easy task, as it will depend on many factors, such as population growth, energy policies, economic development, new technologies and many other factors.

On the other hand, the study shows that there are challenges to be addressed. Geopolitical instability and conflicts in some regions of Africa can disrupt oil and gas production and exports, making it difficult for the continent to meet world demand consistently.

The structure of the study included three chapters.

Chapter One: Provided an overview of the African continent, and looked at the future demand for energy in general, then moved to the most important challenges of energy production and consumption in Africa, and pointed out the reserves and production of oil and gas in it.

Chapter Two: Explained the issue of exploration in the African continent, and provided a general geological overview of the continent, then reviewed the number of seismic survey teams and the development of the number of rigs, with a focus on the history of exploration in the Arab countries located on the African continent. The chapter then showed the most important new discoveries in Africa and related projects, to draw a general picture of the African oil and gas industry and its position on the energy transition map and its relationship to the energy situation in Europe.

Chapter Three: Reviewed the most important pipeline projects in the African continent, then moved on to explaining the expected role of Africa in the oil markets, the European perspective on Europe's energy needs, and the African-European energy partnerships.

Abstract of the Study

The African Continent as an Emerging Hub for the Petroleum Industry

Eng. Torki Hasan Hemsh *

The importance of the African continent on the global energy map is constantly increasing, and in the light of growing demand for energy, Africa can become an important source of energy security in the world, especially in light of the decline in European production of oil and gas, and the sanctions imposed on Russian oil and gas.

When it comes to exporting energy in the short term, the importance of the countries of Asia and Europe differs in relation to Africa according to energy sources, places of production and the extent of demand. Asian countries are considered the main market for oil and natural gas imports mostly from countries located in the Arab Gulf region, such as the United Arab Emirates, Saudi Arabia, Kuwait, Iraq and Qatar, while European countries are considered a major import market for natural gas from Algeria, for example (and Russia until recently). In this context, and as Africa ramps up production and exports, it is not likely to compete with Middle Eastern countries for market share in Asia. Furthermore, the development of Africa's oil and gas industry could lead to increased collaboration between African and Middle Eastern countries. This could result in the sharing of technology and expertise, which could eventually benefit both regions and improve their competitiveness in the global energy market.

Therefore, in spite of the general European perspective towards energy transition and reducing the use of fossil fuels, Europe will most likely be the main potential importer of any new production capacities from the African continent, as African liquefied gas exports are expected to reach 140 million tons in 2050.

Even with the decline in the rate of African oil production since 2008, and the continued growth of domestic demand, many African countries have the ability to pump more production into the energy markets, if they overcome the challenges related to infrastructure development, technology, geopolitical stability, and invest enough to develop current and future petroleum projects, and put new discoveries on production. The study points out that Africa holds significant reserves of oil and gas, with countries like Nigeria, Angola, and Algeria being major producers. However, there are also significant untapped reserves

* Senior Petroleum Expert, - Technical Affairs Department, OAPEC - Kuwait

Abstract

Decarbonization and Circular Carbon Economy in the Oil and Gas Field Implications for OAPEC Countries

First-Place Winning Research of OAPEC Scientific Award 2022 Submitted by:
Lamiaa Alaa El-Din Abo Shahba *, Heba Beshr Nasr **
Yehya Mohammed Ismail Nassar ***, Enas Zahran ****

This research presents a comprehensive investigation into the concepts of decarbonization and the Circular Carbon Economy "CCE" within the context of the oil and gas industry. With the pressing need to mitigate global warming, decarbonization has become a global imperative, with organizations and governments striving to devise strategies to achieve carbon neutrality by 2050.

The study delves into the principles of decarbonization, focusing on pathways for reducing greenhouse gas emissions in the oil and gas sector. Moreover, the report investigates the CCE as a complementary concept to decarbonization, emphasizing its potential to promote sustainable practices and responsible resource management.

To assess different decarbonization pathways, the report employs a scientific decision matrix approach to evaluate those pathways along several factors. It further conducts an analytical examination of the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries "OAPEC" member countries in the oil and gas sector. Based on the analysis, the report clusters OAPEC countries according to their decarbonization potential, recommending tailored decarbonization roadmaps for each cluster.

In conclusion, the report underscores the significance of adopting decarbonization and circular carbon economy principles in the oil and gas sector to combat climate change effectively. It offers valuable insights and recommendations to guide OAPEC countries in developing their roadmaps in their pursuit of sustainable and low-carbon energy transition, contributing to global efforts in mitigating greenhouse gas emissions and achieving a more sustainable future.

* General Manager in Egyptian Natural Gas Holding Company "EGAS"
**Department Head in Egyptian Natural Gas Holding Company "EGAS"
***General Manager in Egyptian Natural Gas Holding Company "EGAS"
****Assistant General Manager in Egyptian Natural Gas Holding Company "EGAS"

The English version of the Research can be downloaded via the link:

https://drive.google.com/file/d/1sHtR-mt8Dvgm7BCGz-7IXzim6Ufg5Ai-/view?usp=sharing

Contents

First-Place Winning Research of OAPEC Scientific Award 2022

Decarbonization and Circular Carbon Economy in the Oil and Gas Field Implications for OAPEC Countries 7

Lamiaa Alaa El-Din Abo Shahba, Heba Beshr Nasr, Yehya Mohammed Ismail Nassar, Enas Zahran Abstract 7

Study

The African Continent as an Emerging Hub for the Petroleum Industry 89

Eng. Torki Hasan Hemsh Abstract 8

Reports

Report on the 43rd oxford Energy Seminar

Maged Amer 179

Oil and Arab Cooperation is an Arab journal aiming at spreading petroleum and energy knowledge while following up the latest scientific developments in the petroleum industry

Articles published in this journal reflect the opinions of their authors and not necessarily those of OAPEC.

- Articles should not exceed 40 pages (including text, tables, and figures) excluding the list of references. The full text of the article should be sent electronically as a Word document.
- Figures, maps, and pictures should be sent in a separate additional file in JPEG format.
- "Times New Roman" should be used with font size 12. Line spacing should be 1.5. Text alignment should be "justified".
- Information sources and references should be referred to/enlisted in a clear academic method.
- When citing information from any source (digital, specific vision, or analysis), plagiarism should be avoided. Such information should be rephrased by the researcher's own words while referring to the original source. For quotations, quotation marks ("…") should be used.
- It is preferred to write the foreign names of cities, research centres, companies, and universities in English not Arabic.
- The researcher's CV should be attached to the article if it was the first time he/she cooperates with the journal.
- Views published in the journal reflect those of the authors and do not necessarily represent the views of OAPEC. The arrangement of the published articles is conditioned by technical aspects.
- Authors of rejected articles will be informed of the decision without giving reasons.
- The author of any published article will be provided with 5 complementary copies of the issue containing his/her article.

Articles and reviews should be sent to:
The Editor-in-Chiref, Oil and Arab Cooperation Journal, OAPEC

P.O.Box 20501 Safat -13066 Kuwait
Tel.: (+965) 24959000 - (+965) 24959779
Fax : (+965) 24959755
E-mail : oapec@oapecorg.org - www.oapecorg.org

PUBLICATION RULES

DEFINITION AND PURPOSE

OIL AND ARAB COOPERATION is a refereed quarterly journal specialized in oil, gas, and energy. It attracts a group of elite Arab and non- Arab experts to publish their research articles and enhance scientific cooperation in the fields relevant to the issues covered by the journal. The journal promotes creativity, transfers petroleum and energy knowledge, and follows up on petroleum industry developments.

RESEARCH ARTICLES

The journal welcomes all research articles on oil, gas, and energy aiming at enriching the Arab economic literature with new additions.

BOOK AND RESEARCH REVIEWS

The journal publishes articles presenting analytical reviews on books or studies published on oil, gas, and energy in general. These reviews work as references for researchers on the latest and most important petroleum-industry-related publications.

REPORTS

They tackle a conference or seminar attended by the author on the condition that they are relevant to oil, gas, and energy. Also, the author should obtain the permission of the institution that delegated or sponsored him/her to attend that event allowing him/her to publish their article in our journal. The report should not exceed 10 pages including figures, charts, maps, and tables if available.

RESEARCH CONDITIONS

- Publication of authentic research articles in Arabic which observe internationally recognized scientific research methodology.

OIL AND ARAB COOPERATION

Editor - in - Chief

Eng. Jamal Essa Al Loughani

Secretary General, Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)

Managing Editor

Mr. Abdulfattah Dandi

Director of Economics Dept. and Supervisor of Media and Library Dept.
OAPEC

Editorial Board

Eng. Imad Nassif Makki

Director of Technical Affairs Dept.
OAPEC

Dr. Dawwod Bahzad

Director Science and Technology Dept.
Kuwait Institute for Scientific Research

Dr. Belkacem L aabas

Chief Economist
Arab Planning Institute

Volume 51 - 2024 - Issue 189

Prices

Annual Subscription (4 issues including postage)

Arab Countries:
Individuals: KD 8 or US $25
Institutions: KD 12 or US$45

Other Countries:
Individuals: US$ 30
Institutions: US$ 50

All Correspondences should be directed to:
Editor-in-Chief of Oil and Arab Cooperation Journal

OIL AND ARAB COOPERATION

Refereed Journal Published Quarterly by the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)

ORGANIZATION OF ARAB PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES
OAPEC

OIL & ARAB COOPERATION

Volume 51 - 2024 - Issue 189

First-Place Winning Research of OAPEC Scientific Award 2022

Carbon Capture Utilization and Storage: Prospeets of the Deearbonization of the Oil and Gas Industry

Lamiaa Alaa El-Din Abo Shahba, Heba Beshr Nasr, Yehya Mohammed Ismail Nassar, Enas Zahran

Study

- The African Continent as an Emerging Hub for the Petroleum Industry

Eng. Torki Hasan Hemsh

Reports

- Report on the 43rd oxford Energy Seminar

Maged Amer