

النام الكام الكام

عدد خاص بجائزة أوابك العلمية لعام 2020

المجلد السابع و الأربعون 2021 - العدد 177

ثلاثة بحوث تتقاسم الجائزة الأولى لمنظمة أوابك

■ الآثار البيئية والاقتصادية المحتملة لحرق وتنفيس الغاز المصاحب للبترول بدول الأوابك: دراسة استشرافية باستخدام نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

د. العيد قريشي ، د. محمد بوسنة

تطبيق آليات تسعير الكربون على مصادر الطاقة: بين الحتمية والبدائل الممكنة، دراسة حالة بعض الدول العربية، مع الإشارة لتأثير جائحة كورونا كوفيد - 19

د. آمال تبانی

■ التكامل بين الطاقة المتجددة وصناعة النفط والغاز: رؤية في ضوء الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر بالتطبيق على دول الأوابك

د. محمود سيد على الصادق







4

الاشتراك السنوي: 4 أعداد (ويشمل أجور البريد)

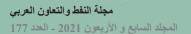
البلدان العربية

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



5



علي سبت بن سبت

رئيس التحرير

ناصر بخيت

مدير التحرير

عبد الفتاح دندي م.عماد مكي د. داود بهزاد

هيئة التحرير

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 البريدى: 13066 دولة الكويت الهاتف: 00965-24959000 أو 24959000 الهاتف: الفاكس: 24959755 - 20965 oapec@oapecorg.org البريد الالكتروني موقع الأوابك على الانترنت www.oapecorg.org

المحتويات

الأبحاث

سد قریشی ، د. محمد بوسنة
قي آليات تسعير الكربون علم
كنة، دراسة حالة بعض الدوا
ونا كوفيد - 19
ال تباني
مل بين الطاقة المتجددة وصا

مجلة عربية تهتم بنشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة النطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة النطورات العلمية في مجال الصناعة البترول - أوابك المقالات المنشورة في هذه المجلة تعكس آراء مؤلفيها ولا تعبر بالضرورة عن رأي منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول - أوابك

البحـــث الأول

الآثار البيئية والاقتصادية المحتملة لحرق وتنفيس الغاز المصاحب للبترول بدول الأوابك: دراسة استشرافية باستخدام نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية

د. العيد قريشي ، د. محمد بوسنة *

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى استشراف الآثار البيئية والاقتصادية لعملية حرق الغاز المُصاحب للبترول APG، في منظمة الدول العربية المصدرة للبترول OAPEC، خلال الفترة 2019- 2023، باستخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية متعددة الطبقات، حيث تم إستشراف الآثار البيئية من خلال تقدير تطور كميات غاز الـ APG المحروق خلال الفترة المدروسة، ومن ثم تقدير مستويات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ المترتب عن عملية الحرق. أما الآثار الاقتصادية فقد تم إستشرافها عبر تقدير تطور أسعار الغاز الطبيعي خلال الفترة المدروسة، واعتماد قيمها في إستشراف الآثار الاقتصادية لعملية الحرق.

توصلت تقديرات الدراسة، التي تمت بالاعتماد على برنامج Alyuda NeuroIntelligence، إلى أن كل من حجم غاز الـ APG المحروق وأسعار الغاز الطبيعي، سوف تشهد تزايدًا خلال الفترة المدروسة؛ مما يدل على زيادة في الآثار البيئية والاقتصادية لعملية حرق غاز الـ APG. وأهم توصية تضمنتها هذه الدراسة، تمثلت في ضرورة الاهتمام أكثر بمشكلة حرق هذا الغاز؛ خصوصا في ظل توفر بدائل أخرى تكلفتها أقل من تكلفة الحرق، ونتائجها أحسن بالنسبة للبيئة والاقتصاد.

الكلمات المفتاحية: الغاز المُصاحب للبترول؛ الحرق والتنفيس؛ التلوث الهوائي؛ دول الأوابك؛ الشبكات العصبية الاصطناعية.

1. مقدمة:

تزايد الاهتمام في الآونة الأخيرة بمسألة الإنتاج الأنظف على المستوى الدولي وحتى المحلي، حيث أصبحت الكثير من الدول تهتم بالآثار البيئية للصناعات القائمة بها، لما تشكله هذه الصناعات من تلوث للبيئة المحلية.

وتعتبر الصناعة البترولية من أكثر الصناعات إفرازًا للملوثات عمومًا، وخصوصًا التلوث الهوائي؛ حيث ينتج عنها مجموعة من الغازات التي تشكل خطرًا على البيئة، ومن أبرزها الغاز المُصاحب للبترول المسمى إختصارا بغاز الـ Associated Petroleum Gas) APG) والذي يتم تنفيسه وحرقه أثناء مرحلة الإنتاج.

ففي الصناعة البترولية هناك ثلاث استعمالات للغاز المُصاحب للبترول (Björn & Rojas hilje, 2015)، حيث يمكن استخدامه، أو حرقه، أو تنفيسه في الغلاف الجوي. ويُقصد بالاستخدام إعادة حقنه في الآبار، ضخه في شبكة الغاز، تسييله إلى غاز بترول مسال، أو توليد الطاقة في الموقع. بينما التنفيس فيشير إلى الإطلاق المتعمد للغاز المُصاحب. وينتج عن هذا إنبعاثات عالية جدًا من غاز الميثان. أما الحالة الأخيرة فهي الحرق في فوهة البئر أو ما تسمى بالشعلة، ويمكن أن يحدث بشكل مستمر أو دوري أو مؤقت. وينتج عن حرق الغاز المُصاحب للبترول بشكل خاص ثاني أكسيد الكربون CO2.

ويُعد خيار إطلاق الغاز في الغلاف الجوي عن طريق الحرق والتنفيس ممارسة أساسية في إنتاج البترول والغاز والغاز، وذلك لأسباب تتعلق بالسلامة في المقام الأول (Kearns, et al., 2000). فقد تبين أن إنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي بدون حرق وتنفيس لا يمكن عمليًا، لا من الناحية التقنية ولا من الناحية الاقتصادية. وفي مواجهة هذا التحدي، يُصبح من المناسب فهم أهمية التأثير التقني والاقتصادي والبيئي والاجتماعي للحرق والتنفيس في إنتاج البترول الخام والغاز الطبيعي. (Stanley, Kiran, Paul, & Colin, 2016). لكن بالمقابل، يساهم حرق وتنفيس الغاز المبرول في تغيير المناخ، ويؤثر سلبًا على البيئة من خلال إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون والكربون الأسود المستدامة للبلدان والملوثات الأخرى. إضافة إلى أنه يهدر مورداً ثميناً للطاقة يمكن استخدامه للنهوض بالتنمية المستدامة للبلدان المنتجة. (The World Bank, 2015).

ولمواجهة الآثار السلبية لعملية حرق الغاز المُصاحب، ظهرت العديد من الجهود والمبادرات للحد من هذه الظاهرة، أبرزها " مبادرة الوقف التام للحرق الروتيني للغاز بحلول عام 2030 Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR), 2021). Partnership (GGFR), 2021). والمناك الدولي تعمل على إنهاء عمليات إحراق الغاز الروتينية في مواقع إنتاج البترول في أنحاء العالم.

ففي كل عام، يتم حرق حوالي 140 مليار متر مكعب من الغاز المُصاحب بشكل مُسرف في آلاف حقول البترول. وقال مؤيدو المبادرة إن هذه الكمية تُمثل أكثر من 300 مليون طُن من ثاني أكسيد الكربون المنبعث في الغلاف الجوي، وهو ما يُعادل الإنبعاثات الناجمة عن حوالي 77 مليون سيارة .(The World Bank, 2015)

وتشهد الدول البترولية العربية حرق وتنفيس كميات مُعتبرة من الغاز المُصاحب سنويًا، فحسب تقديرات المنظمة العربية المصدرة للبترول (أوابك) بلغت سنة 2018 كمية الغاز المُصاحب للبترول الفاقد والمحروق بدول المنظمة والتي عددها 11 دولة عربية أكثر من 86 ألف مليون م (OAPEC, 2021) بسبب تواجد بعض دول المنظمة في مقدمة ترتيب الدول من حيث معدلات كثافة الحَرق "Flaring intensity rankings" والتي تُقاس بوحدة "م ق" من الغاز المشتعل لكل برميل مُنتَج من البترول (م (مرابرميل).

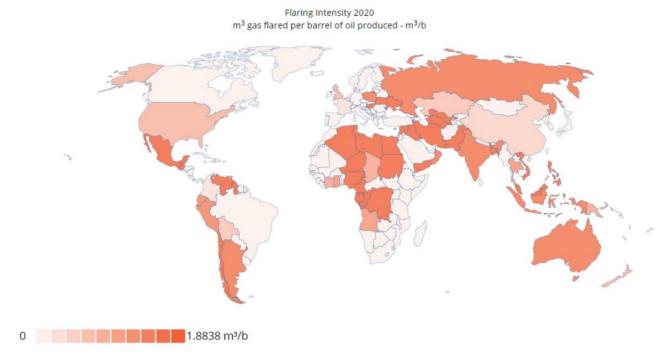
حيث تشير آخر إحصائيات البنك الدولي (الشكل-1) التي نشرت تقديرات الأقمار الصناعية لسنة 2020 والتي أظهرت أن معدلات حرق غاز الـ APG في كل من العراق وليبيا والجزائر وتونس ومصر أكبر من مستوى والتي أظهرت أن معدلات حرق غاز الـ APG في كل من العراق وليبيا والجزائر وتونس ومصر أكبر من مستوى 10م 6 برميل، كما سجلت سوريا أكبر معدلٍ على الإطلاق بأكثر من 76 م 6 برميل. بالمقابل سجلت كل من السعودية والكويت والإمارات مستويات أقل من 1م 6 برميل وهي أقل حتى من المعدل العالمي المقدر ب

عدد خاص بجائزة أوابك العلمية لعام 2020

¹ وهي: الإمارات العربية المتحدة، البحرين، الجزائر، السعودية، سوريا، العراق، قطر، الكويت، ليبيا، مصر، تونس.

1.88م 8 /برميل. أما على المستوى الدولي فقد سجلت روسيا معدل 6.91 م 8 /برميل بينما الولايات المتحدة الأمريكية 2 2.84 م 8 4 برميل.

الشكل-1: معدلات حرق الغاز المُصاحب في العالم سنة 2020



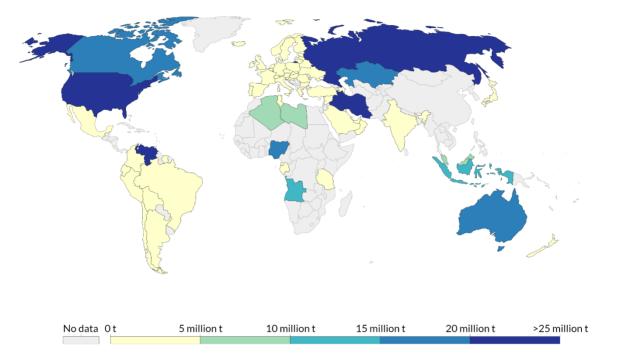
المصدر: The World Bank

في المقابل، تُعاني بعض دولِ المنظمة -على غرار الكثير من دول العالم- من معدلات كبيرة للتلوث الهوائي في المقابل، تُعاني بعض دولِ المنظمة -على غرار الكثير من دول العالم- من معدلات كبيرة للتلوث العراق (الشكل-2). إذ تُشير إحصائيات سنة 2019 أن العراق سجل أكبر معدل عربي للتلوث بغاز و CO2 الناجِم عن حرقِ الغاز به 34,24 مليون طن، في حين تلتها ليبيا به 8,7 مليون طن، ثم الجزائر به 5,77 مليون طن. Global Carbon Project (GCP) and Carbon Dioxide Information Analysis في حرق الهوائي أكسيد الكربون الناجم عن حرق الهوائي في الدراسة تزايد إنبعاثات غازثاني أكسيد الكربون الناجم عن حرق الهولي).

الشكل-2: إنبعاثات غازثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الحرق سنة 2019

Annual CO2 emissions from flaring, 2019





Source: Global Carbon Project

 $OurWorldInData.org/co2- and -other-greenhouse-gas-emissions \bullet CC\ BY$

المصدر: Our World in Data

لذلك تُعدُ اعتبارات الحفاظِ على البيئة والموارِد من بين الأسباب الحاسِمة التي تجعل من الضروري دائمًا التقليل إلى أدنى حدٍ ممكن من عملية الحرق والتنفيس إلى النحوِ المعقول، بحيث يكون ممكناً عملياً ومتوافقًا مع اعتبارات السلامة الدولية (Stanley, Kiran, Paul, & Colin, 2016).

2- استعراض الأدبيات السابقة:

2. 1 الأدبيات النظرية:

الغازُ المُصاحب للبترول (APG) هو ما يُطلق عادةً على الغاز الطبيعي الذي يكون كمنتجٍ ثانوي لإنتاج البترول الخام (Shurupov & Kretova, 2011). وبما أن غاز الـ APG يُعتبر مُنتَج نِفايات، فإن مُعظمه يتم تنفيسه أو حرقُه، وفي أفضل الأحوال يُعاد حقنه لتعزيز ضغط البئر واستعادة إنتاجية آبار البترول (Kathem, 2014). لأنه

يكون في حالة لا يُمكن نقله مباشرة من البئر إلى أنابيب النقل الرئيسية، كونَه يحتوي على مزيج مختلط من المواد الطاقوية (Gorlenko & Murzin, 2020).

لذلك تناولت العديدُ من الدراسات ظاهرة حرق وتنفيس الغاز المُصاحب للبترول، حيث يُقصد بالحرق (Flaring) في الصناعة البترولية الحرقُ الروتيني المُتحكّم فيه للغاز الطبيعي أثناء عمليات إنتاج البترول الخام والغاز (Kearns, et al., 2000). ففي الصناعة البترولية هناك العديد من التفسيرات لحرق الغاز وتنفيسه، والتي والغاز أساسًا في أحد الأسباب التالية (Stanley, Kiran, Paul, & Colin, 2016): أولاً عدم وجود مُعِدات لمعالجة ونقل واستخدام الغازات ذاتُ الصِلة، ثانيًا بُعدُ موقع الإنتاج عن أماكن الاستهلاك (مثل المواقع البحرية)، ثالثًا قِلة كمية الغاز وبالتالي يُعتبر غير اقتصادي، رابعًا وجود شوائب بالغاز تتطلب أساليب معالجة صعبة ومُكلِفة، وخامسًا وأخيرا لأسباب السلامة والتشغيل. فحسب الشركات البترولية يبقى العائقُ الرئيسي أمام استخدام غاز الـ APG، في كونِه غير مُغرِ اقتصاديًا (Roland, 2010). وذلك بسبب كمياته غير المُغربة وكُلفتِه الاقتصادية المرتفعة.

ونتيجة لهذه الأسباب، تزايدت ظاهرة حرق الغاز المُصاحب للبترول بالعالم مع تزايُد معدلات الإنتاج، باعتبار أن حجم غاز الـ APG في بعض الحالات يكون مُعتبرًا، فقد يتراوح من 5 إلى 1000 متر 3 لكل طن من البترول باعتبار أن حجم غاز الـ Solovyanov, 2011 في بعض الحاليل التي أُجرِيت على تركيبة غاز الـ APG، أثبتت أن نسبة ثاني أكسيد المستخرج (Solovyanov, 2011). كما أن التحاليل التي أُجرِيت على تركيبة غاز الـ Bingcheng, Mengmeng, Ting, & Wenguang, 2019)، وهو ما يعني أن ظاهرة حرق الغاز المُصاحب أو حتى تنفيسه تُشكل مصدرًا للتلوث الجوي بالغازات الدفيئة.

The) ICCT² قام بها المجلس الدولي للنقل النظيف (ICCT: Malins, et al., 2014) قام بها المجلس الدولي للنقل النظيف APG فقد أثبتت دراسة (BTU) من غاز الـ (International Council on Clean Transportation) أن كل وحدة حرارية بريطانية (BTU) من غاز الـ 0.0611851 من مكافئ ثاني المحروق تُنتج ما يُعادل 0.0611851 كغ من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في كل مليون وحدة (BTU). (الجدول-1)

الجدول-1: القياسات المستخدمة لحساب معامل إنبعاثات حرق الغاز المُصاحب للبترول

GAS	% OF GAS	MOLECULAR	LHV	DENSITY	CO ₂
COMPONENT	ON	WEIGHT	(BTU/G)	(KG/M3)	PRODUCED
COMPONENT			(610/0)	(KG/M3)	
	MOLAR	(G/MOL)			IN
	BASIS				COMBUSTION
					(MOL/MOL)
N ₂	0	28.0	0	1.165	0

² المجلس الدولي للنقل النظيف- ICCT: هو منظمة مستقلة غير ربحية تقدم أبحاث محايدة وتحليلات فنية وعلمية في قطاع البيئة.

CO ₂	6.0	44.0	0	1.842	1
C ₁	89.8	16.0	47.5	0.668	1
C ₂	2.4	30.1	45.0	1.264	2
C ₃	0.2	44.1	43.7	1.882	3
C ₄	0	58.1	43.7	2.489	4
H ₂ S	0	34.1	14.4	1.434	0

المصدر: (ICCT: Malins, et al., 2014)

وبضرب مُعامِل الإنبعاثات هذا بالقيمة الحرارية للغاز المُسترجَع (بـ APG)، ومجموع كتلة غاز المُستعادة (بالأطنان) و1/1000أي طن/كغ، يمكن حساب إجمالي الوُفورات في إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

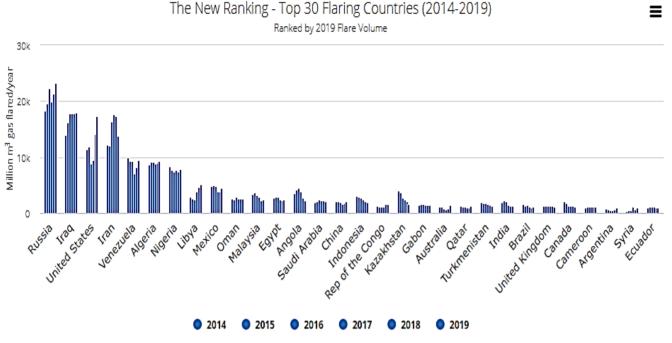
2.2 الأدبيات الميدانية

نال ولايزال موضوع حرق وتنفيس الغاز المُصاحب للبترول في مناطق مختلفة من العالم إهتمام الكثيرِ من الباحثين على اختلاف تخصصاتهم، حيث مست مُعظم جوانبه التقنية، الاقتصادية، وخصوصًا البيئية.

فحسب دراسة (Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR), 2021) لا تزالُ البلدان الأربعة الأولى التي تحرِق الغاز (روسيا والعراق والولايات المتحدة وإيران) تُمثل ما يُقارب نصف (45%) مجموع عمليات حرق الغاز عالميًا لثلاث سنوات متتالية (2019-2017) ففي دراسة (Carbon Limits AS, 2013) لمستويات حرق الغاز المُصاحب في كل من روسيا وكازاخستان وتركمانستان وأذربيجان، بَيَّنت نتائجُ الدراسة أن البلدان الأربعة مُجتمِعةً تحرِق أكثر من 20 مليون م3 سنويًا، منها ما يُقارب 85٪ مَصدرُها روسيا. وهو ما يفسر تَصدُّر روسيا لقائمة الـ 30 دولةً الأكثر حرقًا للغاز بالعالم (الشكل-3).

بينما بَيَّنت إحصائيات وزارة الطاقة الأمريكية (U.S: Department of ENERGY, 2019) ارتفاع الكميات المحروقة من غاز الـ APG المُبلَّغِ عنها إلى مستويات تتراوح بين حوالي 200 وحوالي 300 مليار قدم مكعب (Bcf) سنويًا خلال الفترة الزمنية 2011-2011.

الشكل-3: الدول الـ 30 الأكثر حرقًا للغاز بالعالم (2014-2019)



المصدر: The World Bank

أما عربيًا، فقد ارتفعت بالعراق -ثاني دولة بالترتيب العام لحرق الغاز - النسبة المئوية لإنبعاثات غاز 2013 جَرًاء حرقِ وتنفيسِ الغاز الطبيعي والبترول، لتصل إلى 20٪ و6٪ على التوالي، بسبب زيادة إنتاجها بداية من 2013 جَرًاء حرقِ وتنفيسِ الغاز الطبيعي والبترول، لتصل إلى 20٪ و6٪ على التوالي، بسبب زيادة إنتاجها بداية من المحروقات (Hashim, Al Jiboori, & Hassan, 2016) بينما سجلت الجزائر حسب تقرير الشركة الوطنية للمحروقات "سوناطراك" (Sonatrach, 2019) في الفترة (2019-2016) كميات حرق عالية بمعدل سنوي 3.02، 2.84، 2.89 مليار م³ على التوالي، بما مجموعه 10.24 مليار م³. وبخصوص السعودية (Al-Suwailem, 2020) فقد نجحت في تخفيف حِدَّة الحرق عبر إنشاء نظام الغاز الرئيسي- MGS (Master Gas System)، وهو شبكة من المرافق لتجميع الغاز المُصاحب عبر شبكة خطوط الأنابيب ومعالجته واستخدامه.

وتُقدم بعض الدراسات الحُلول المقترحة لمعالجة ظاهرة حرق وتنفيس الغاز المُصاحب للبترول، من بينها دراسة (Eder & Filimonova, 2019) التي بيَّنت أنه خلال السنوات الخمسِ الماضية ارتفع مستوى ترشيد استخدام غاز الAPG في روسيا بنسبة 10.4٪ بسبب إدخال نظام العقوبات على الحرق الزائد للغاز (أكثر من 5٪).

بينما في الصين، وبناءً على تحليل الغاز المُصاحب للبترول للحقل البترولي (Shengli) تم تطوير نموذج على من الغاز (new full-simulation) لالتقاط ثاني أكسيد الكربون من Nm3100000/ يوم من الغاز

³ يعد الحقل البترولي Shengli ثاني أكبر حقل بترول في جمهورية الصين الشعبية، حيث يبلغ الإنتاج اليومي حوالي 650 ألف برميل.

المُصاحب للبترول، حيث كانت النتيجة إزالة ما مُعدله 90 % من معدل ثاني أكسيد الكربون باستخدام 0.2 مول \sim (Bingcheng, Mengmeng, Ting, & Wenguang, 2019) مول من المذيبات.

كما توجد مصانع مُعالجَة كبيرة لغاز الـ APG في كل من المملكة العربية السعودية والمكسيك والكويت وإيران وبلدان أخرى، بحيث تستخدم الهيدروكربونات السائلة المُستخرجة من غاز الـ APG كمادة أولية أساسية في صناعة البتروكيماويات (Braginskii & Chernavskii, 2011). كما تُقدِر وكالة الطاقة الدولية أنه بالإمكان تجنب حوالي من 40 إلى 50٪ من إنبعاثات الميثان من عملية الحرق الحالية بدون تكلفة، بحيث تعتبر تكلفة التخفيف هي الأقل بشكلٍ عام بالبلدان النامية في آسيا وإفريقيا والشرق الأوسط (Masnadi, et al., 2018).

لذلك من الممكن التأكيد على أن التكاليف الاقتصادية لحرق غاز الـ APG هي الأكبر مقارنة بطرق المعالجة الأخرى. (Gorlenko & Murzin, 2020) لما يُسبِبه من آثار بيئية وحتى اقتصادية. إذ يعتبر الغاز الطبيعي في الآونة الأخيرة الشرع مصدر أولي للطاقة نمواً، فهو ينمو بنسبة 2 ٪ سنوياً تقريباً (The Brookings Doha Center, 2015). وهذا ما يُشير إلى فرضية أن أسعار الغاز الطبيعي ستشهدُ ارتفاعًا خلال السنوات القادمة (الفرضية الثانية). وعليه تتوقعُ الدراسة تزايد تكلفة الفُرصة البديلة لحرق غاز الـ APG بدول الأوابك خلال السنوات القادمة (الفرضية الثالثة).

وبناءً على ما سبق، لابُد من العمل على إيجاد حلول عملية (اقتصادية - بيئية) لتفادي ظاهرة حرق وتنفيس غاز الـ APG بكمياتٍ كبيرة. ترشيدًا للموارد الطبيعية الناضِبة من جهة، ومن جهة أخرى حفاظًا على البيئة من التلوث الناجِم عنه.

3. منهجية الدراسة

1.3 التعريف بأسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية

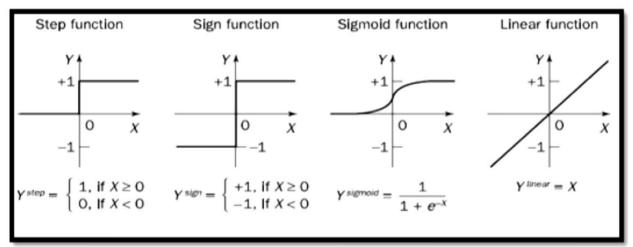
يستمد أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks ANN) فكرته الأساسية من بُنية الشبكات العصبية البيولوجية، وأسلوبها في التعلم وتخزين المعلومات، حيث يُنظَر للشبكات العصبية الاصطناعية على أنها شبكة مُكونة من مجموعة كبيرة من وحدات المعالجة تُعرف بالنورونات "neurons"، مُترابطة فيما بينها بشكلٍ وثيق، وتعمل في نفس الوقت، وتتعلم من التجربة (Specht, 1991). ولهذا تم وصفُ هذا النوع من الشبكات على أنها هيكلة مِعمارية تتألف من عددٍ من الوحدات العُصبونية المرتبطة فيما بينها، لها مُدخلات المُصبونية وتُمارَس عليها مجموعة من عمليات الحَوسَبة العصبية (بوعروري، 2018).

عمومًا تتضمن شبكات الـ ANN على مجموعة العناصر التالية:

■ المدخلات: وهي مجموعة البيانات التي تدخل إلى الخلية العصبية، وهي تكون في شكل بيانات كمية او وصفية، حيث تعتمد علها الخلية العصبية من اجل التدرب؛

- الأوزان: إن البيانات التي تدخل إلى وحدة المعالجة العصبية (العصبون) في الغالب تكون متعددة، وبالتالي فإن عملية معالجتها تتطلب تجميعها بالاعتماد على مجموعة من الأوزان، حيث تُعد تلك الأوزان أساس عملية التدريب للشبكة، حيث أنه في الغالب يكون الهدف الأساسي للشبكات العصبية، هو العمل على تحديد المستوى الأمثل لتلك الأوزان، وهي عبارة عن أعداد يتم من خلالها ترجيح المدخلات؛ سواء تعلق الأمر بطبقة المدخلات الأساسية في حالة الشبكات العصبية البسيطة، أو نَواتِج الطبقات الخفية التي تُغذى الطبقات التي بعدها؛
- دوال التنشيط: عبارة عن دوال رياضية يتم من خلالها معالجة المجاميع المرجحة للمدخلات، حيث يتم تطبيق تلك الصيغة الرياضية المختارة على المجموع المرجح، وسميت بدوال التنشيط على اعتبار انها ترتبط بعتبة لنشاط الشبكة العصبية، حيث ان شكل استجابة الشبكة العصبية يكون بناء على قيم نواتج دوال التنشيط؛ ومن أشهر دوال التنشيط المتداولة نجد المجموعة التالية:

الشكل-4: دوال التنشيط



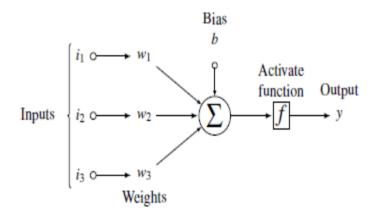
يتضح من الشكل السابق أن هناك أربع دوال تنشيط تم الاتفاق على أهميتها في تنشيط الشبكات العصبية وبتعلق الامر بما يلى (Negnevitsky, 2011, p. 169):

- دالة الخطوة (Step function): في هذا النوع من الدوال فإن قيم المجاميع المرجحة السالبة يتم تحويلها
 إلى 0 والمجاميع الموجبة تحول إلى 1، أى أن هناك نوعين فقط من النواتج (0 أو 1)؛
- دالة الإشارة (sign function): تشبه هذه الدالة تلك السابقة، غير أن المجاميع المرجحة السالبة يتم تحويلها إلى (-1) بدلا من 0 في الدالة السابقة، وبالتالي فان هذه الدالة لها نوعين فقط من النواتج (-1،
 1)؛ وبتم الاعتماد على النوع الأول والثاني من دوال التنشيط بالخصوص في مجال تصنيف البيانات؛

- دالة (segmoid function or logistic function): تقوم هذه الدالة بتحويل المجاميع إلى قيم محصورة بين 0 و1، أي ان القيم تكون مستمرة خلال المجال من 0 إلى 1، وتستعمل هذه الدالة كثيرا مع الشبكات التي تقبل الانتشار للخلف (back-propagation networks)؛
- الدالة الخطية (linear function): في هذا النوع من الدوال فان المخرجات تكون مساوية للمجاميع المرجحة للمدخلات، دون وجود أي قيود او حدود.
- الطبقات الخفية: وهي عبارة عن مجموعة من الطبقات تضم كل واحدة منها مجموعة من العصبونات (وحدات المعالجة)، يتم اللجوء إلى هذه الطبقات الخفية في حالة المشاكل المعقدة، التي تتضمن على عدد معتبر من المدخلات، والتي تكون العلاقة فيما بينها ليست بسيطة، مما يتطلب الامر تبسيط المشكلة حتى تستطيع الشبكة العبية التدرب عليها والتوصل إلى الشكل الأمثل لها؛
- المخرجات: وهي النتيجة النهائية لعمل الشبكة العصبية، حيث يختلف شكل المخرجات باختلاف شكل المخرجات باختلاف شكل المدخلات من جهة، وكذلك تعبر هذه المخرجات عن قيم مقدرة للظواهر المدروسة، ولهذا فان شكلها يختلف باختلاف الظاهرة المدروسة، وتعتبر المخرجات الوسيلة المثلى لتقييم جودة عمل الشبكة العصبية.

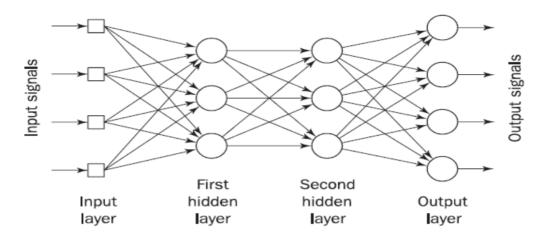
عموما يمكن تأخذ الشبكة العصبية الاصطناعية المخطط المعماري التالي (Adamu, 2017, p. 17):

الشكل-5: معمارية شبكة عصبية اصطناعية بسيطة



حيث يوضح الشكل السابق مكونات شبكة عصبية اصطناعية بسيطة، أين يتِم ترجيح المدخلات وِفق أوزان مختلفة وتجميعها وتنشيطها وِفق دوال التنشيط سالفة الذِكر، ليَنتُج عنها في النهاية مجموعة من المخرجات. من جهة أخرى، يمكن أن تكون الشبكة العصبية متعددة الطبقات (Negnevitsky, 2011, p. 175): مثل ما يوضحه الشكل التالي (Negnevitsky, 2011, p. 175):

الشكل-6: معمارية الشبكة العصبية متعددة الطبقات



حيث يُبيِّن المخطط السابق شبكة عصبية اصطناعية متعددة الطبقات، لأنها تتضمن على طبقات خفية. والسؤال الذي يمكن طرحُه في هذا الموضِع هو كيف تتعلم وتتدرب الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات؟

يمكن للشبكات من النوع MLNN أن تتدرب وفق العديد من الخوارزميات، ومن أشهر تلك الخوارزميات يمكن للشبكات من النوع MLNN أن يتدرب وفق العديد من الخوارزمية الأول مرة سنة 1969، خيث تم تطوير هذه الخوارزمية لأول مرة سنة 1969، غير أنه بسبب مشاكل في الحساب، لم يكن من الممكن استخدامها إلا خلال ثمانينات القرن الماضي ,(Negnevitsky في العساب، لم يكن من الممكن استخدامها إلا خلال ثمانينات القرن الماضي بتم في البداية الحتيار أوزان عشوائية لكل طبقة من طبقات الشبكة (طبقة المدخلات والطبقات الخفية)، وبعد الحصول على المجموع المُرجَح لمدخلات كل خلية عصبية، يتم معالجة تلك المجاميع بالاعتماد على دالة التنشيط من نوع المجموع المُرجَح لمدخلات كل خلية عصبية، ومن خلال مقارنة القِيم المتوقعة للمخرجات مع القيم الأصلية يتم حساب مِقدار الخطأ في الطبقات الخفية بناء على مقدار الخطأ في طبقة المخرجات. هذه الأخيرة يتم الاعتماد عليها في تعديل الأوزان المقترحة لكل نوع من المدخلات على حِدا، بعدها يتم إعادة حساب المخرجات وفق الأوزان المعدلة الجديدة، ثم يتم حساب مِقدار الخطأ من جديد. ويتم تكرار عملية تعديل الأوزان وحساب المخرجات والخطأ حتى الوصول إلى شرط التوقف. هذا الأخير يمكن أن يكون عبارة عن مقدار مُعين من مجموع مربعات الأخطاء (sum of squared errors).

ومن بين الخوارِزميات المستخدمة في الشبكات العصبية متعددة الطبقات نجد خوارِزمية (-Levenberg)، حيث تتميز هذه الخوارزمية بقدرة كبيرة على تدريب الشبكات بكفاءة أكبر، وهذا ما جعلها واسعة الإستخدام (sapana, tamilarasi, & Kumar, 2012).

2.3 خطوات التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية

اقترح (Kaastra & Boyd, 1996) ثمانية خطوات رئيسية تسمح ببناء شبكة الإنتشار العكسي للخطأ في التنبؤ، وبتعلق الامر بالخطوات التالية:

- 1.2.3 اختيار المتغيرات Variable Selection: ترتبط طبيعة المتغيرات بطبيعة المشكلة المدروسة في حدِ ذاتها، وعليه لا توجد خصائص معينة لتحديد المتغيرات، وانما يتم ذلك بناء على النظرية الاقتصادية؛
- 2.2.3 جمع البيانات Data collection: وتتمثل هذه الخطوة في تحديد قواعد البيانات والمصادر الأخرى التي توفر البيانات اللازمة للدراسة؛
- 3.2.3 معالجة البيانات Data Processing: في هذه الخطوة تخضع البيانات الاصلية إلى إعادة صياغة ومعالجة، بالاعتماد على بعض الصيغ الرياضية المستخدمة في هذا المجال، وهذا من أجل ضمان حد معين من التشتت في البيانات المستخدمة، مما يسمح بتسريع عملية التدريب (Zhang, Patuwo, & Hu, 1998) ؛
- 4.2.3 تقسيم البيانات إلى مجاميع Divide Data Into Sets: في هذه الخطوة يتم تقسيم البيانات المتوفرة بطريقة عشوائية إلى ثلاث مجموعات من البيانات، وهي:
- مجموعة التدريب Training Set: وهي المجموعة الأكبر من حيث حجم البيانات، تتدرب من خلالها الشبكة بحثا عن المستوى الأمثل للأوزان.
 - مجموعة الاختبار Testing Set: تسمح هذه المجموعة من اختبار الأوزان المتوصل لها.
- مجموعة التأكيد Validation Set: وهي مجموعة لإجراء اختبار نهائي لأداء الشبكة (معتوق، 2016)؛
- 5.2.3 تحديد نموذج الشبكة العصبية Neural Network Paradigms: في هذه المرحلة يتم تحديد عدد الطبقات الخفية؛ وكذلك عدد العصبونات المكونة لكل من طبقة المدخلات والمخرجات والطبقات الخفية؛ و6.2.3 معيار التقييم Evaluation Criteria: هناك العديد من المؤشرات المستخدمة في تحديد خصائص شبكة الانتشار العكسي لتقييم الخطأ، ومن أهم المؤشرات المستخدمة نجد مجموع مربعات الأخطاء MAPE، وفيما يلي جذر مجموع مربعات الأخطاء RMSE، وكذلك متوسط القيمة النسبية المطلقة للأخطاء MAPE، وفيما يلي الصيغة الرباضية لكل واحدة منها (Zhang, Patuwo, & Hu, 1998).

$$MSE = \frac{\sum (e_t)^2}{N}$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{e_t}{y_t} \right|$$

حيثُ أن:

هي مقدار خطأ التقدير وتساوي الفرق بين القيمة المقدرة والقيمة الأصلية ${oldsymbol y}_t$:

N: هو عدد المشاهدات.

7.2.3 تدريب الشبكة (Neural Network Training): وتضم هذه الخطوة تعليم الشبكة، حيث تبدأ باقتراح أوزان عشوائية، يتم تعديلها فيما بعد، من أجل التوصل إلى مجموعة الأوزان المثلى للشبكة، وهذا وفق المؤشرات سابقة الذكر. وبالتالي التوصل إلى المعمارية المثلى للشبكة، وتتأثر عملية التدريب بعدد التكرارات المبرمجة للشبكة؛

8.2.3 اختبار قدرة التنفيذ للشبكة (Implementation): في هذه الخطوة يتم تنفيذ الأوزان المثلى التي تم التوصل اليها في التنبؤ بالبيانات المدروسة، كما تسمح هذه الخطوة أيضا بالاطلاع أكثر على البيئة التي ستطبق بها الشبكة، وفي حالة وجود تغيرات قد طرأت على تلك البيئة، كيف يمكن للشبكة أن تتدرب من جديد وتعدل الأوزان وفق الظروف الحالية.

3.3 عينة وبيانات الدراسة

تَضِمَّن هذا العمل دراسة حالة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (OAPEC)، أما عن متغيرات الدراسة فقد شمِلت بيانات الغاز المُصاحب للبترول، وهي بيانات سنوية تغطي الفترة من 1979 إلى 2018. تم الحصول عليها من الموقع الرسمي لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (OAPEC, 2021). وكذلك بيانات عن أسعار العقود المستقبلية للغاز الطبيعي، وهي بيانات شهرية تغطي الفترة من ماي 1990 إلى ديسمبر 2020، والتي الحصول عليها من منصة (Investing, 2021) المعروفة للتداول المالي والبورصة العالمية (2021).

4. نتائج الدراسة

1.4 نتائج تقدير الـ APG باستخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية

من أجل القُدرة على تحليل الآثار الاقتصادية والبيئية لعملية حَرق الغاز المُصاحب للبترول، لابد من تقدير القيم المستقبلية له للسنوات القادمة للحصول على تقدير بجودة عالية. لكن وبسبب عدم توفُر حجم كبير من البيانات الخاصة به بالسنوات السابقة، هذا ما دفعنا لتخفيض الفترة المقدرة، وجَعْلها في حدود الخمس سنوات البيانات الحاصة به بالنسبة لبيانات الـ APG، أي بين 2019 و 2023 4، وستة وثلاثون شهر بالنسبة لأسعار الغاز الطبيعي، أي خلال الفترة من جانفي 2021 إلى ديسمبر 2023. ومن أجل استخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية في التقدير، فإنه سيتم الاعتماد على الخطوات المذكورة سابقا، وفيما يلي نتائج عملية التقدير.

1.1.4 تقسيم البيانات

حتى تتمكن الشبكة العصبية من التَدرُب والتوصُل إلى القيم المثلى للأوزان الخاصة بالمدخلات، يجب القيام في البداية بتقسيم بيانات الدراسة إلى ثلاث مجموعات رئيسية، وهي: مجموعة التدريب، مجموعة التأكيد ومجموعة الاختبار. ولهذا اعتمد الباحثان على التقسيم الموضح في الجدول الموالى:

الجدول-2: توزيع المجموعات المستخدمة في الشبكات العصبية لتقدير الـ APG

عدد المشاهدات	نسب المشاهدات	المجموعة
27	%69.24	مجموعة التدريب
6	%15.38	مجموعة التأكيد
6	%15.38	مجموعة الاختبار
39	%100	المجموع

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

ويلاحظ من خلال الجدول أن إجمالي البيانات المستخدمة هو 39 مشاهدة، تم تصنيفها بشكل عشوائي، حيث تضمنت مجموعة التدريب على 69,24% من البيانات (تقريبا 70%)، بينما تضمنت كل من مجموعة التأكيد والإختبار على 15,38% من البيانات (تقريبا 15%)، وهو التصنيف المعتمد من قبل العديد من الدراسات على غرار دراسة (Gramatikov, 2017) و دراسة (Yucesan, Gul, & Erkan, 2017).

⁴ الإحصائيات الرسمية لحد كتابة هذا البحث متوقفة سنة 2018 بسبب جائحة كورونا الحالية.

2.1.4 معالجة البيانات Preprocessing

في هذه المرحلة يتم تحويل البيانات من صيغتها الاصلية إلى صيغة معيارية بالاعتماد على الصيغة الرياضية التالية:

- SF = (SRmax-SRmin)/(Xmax-Xmin)
- Xp = SRmin + (X-Xmin)* SF

حيث أن:

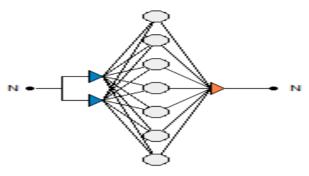
- X: هي القيمة الأصلية الحالية لمتغير الدراسة؛
- Xmin: هي أصغر قيمة في سلسلة البيانات الأصلية؛
- Xmax: هي أكبر قيمة في سلسلة البيانات الأصلية؛
- SRmin: هي الحد الأدنى للمجال الخاص بالبيانات المعالجة؛
- SRmax: هي الحد الأعلى للمجال الخاص بالبيانات المعالجة؛
 - SF: معامل التعديل؛
 - Xp: القيمة الجديدة بعد المعالجة.

حيث أن سلاسل المدخلات تكون قيمها محصورة ضمن المجال [1،-1]، أما سلسلة المخرجات فقيمها محصورة بين [0، 1]، ووفق ما يتضح من الملحق رقم 01، فان الشبكة تتكون من سلسلتين من المدخلات تتمثل في القيم الحالية المعالجة وفق الصيغة الرياضية السابقة، والتباطؤ الأول لقيم نفس السلسلة، بينما تضم الشبكة سلسلة واحدة من المخرجات، وهذا ما يدفعنا إلى الحديث عن معمارية الشبكة.

3.1.4 معمارية الشبكة

يسمح برنامج Alyuda NeuroIntelligence بعرض مجموعة من الأشكال الممكنة للشبكة العصبية، ومن ثم المفاضلة فيما بين تلك الأشكال بالإعتماد على مجموعة من المؤشرات، حيث يتم الإعتماد في ذلك على مؤشر الخطأ المعياري لكل شكل او معمارية من البدائل المقترحة، إلى جانب معيار Akaike information criterion AIC، وكذلك معامل الارتباط والتحديد؛ وبالنسبة لعينة الدراسة فقد اقترح البرنامج خمسة أشكال بديلة، والملحق رقم 02 يحتوي على خصائص تلك البدائل وأشكالها، ومن بين تلك البدائل المتوفرة تم إختيار الشكل التالي للشبكة والذي يمثل الشكل الأكثر كفاءة من حيث المعايير المستخدمة.

الشكل-7: الشبكة العصبية لبيانات الـ APG



المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

يوضح الشكل السابق أن أحسن شكل للشبكة العصبية، يتضمن ثلاث طبقات هي:

- طبقة مدخلات: تشتمل على مدخلين فقط هما سلسلة البيانات لغاز الـ APG في زمن معين، أما المدخلة الثانية فهي عبارة عن كمية غاز الـ APG في السنة السابقة، حيث يقوم البرنامج بتحويل تلك البيانات، وبجعلها محصورة في المجال [1-,1]؛
- طبقة خفية: تضم هاته الطبقة سبعة وحدات معالجة، حيث تقوم تلك الوحدات بمعالجة المدخلات
 بالاعتماد على مجموعة من الأوزان وفق نموذج الدالة اللوجستية (Logistic)؛
 - طبقة مخرجات: تحتوي هاته الطبقة على عنصر وحيد فقط، هذا العنصر يأخذ القيم (1،0).

4.1.4 تدريب الشبكة

لإجراء عملية التدريب تم الاعتماد على خوارزمية Levenberg-Marquardt، وعدد التكرارات المعتمد هو 2000، ويتم التوقف في عملية التدريب عندما لا يكون هناك تحسن في مستوى الأخطاء، والجدول التالي يوضح ملخص خصائص عملية التدريب النهائية.

الجدول-3: خصائص عملية التدريب لشبكة الـ APG

	Parameters		
	Training	Validation	
Absolute error	22538,329127	19931,00535	
Network error	0,118861 0		
Error improvement	0,000	0993	
Iteration	1	1	
raining speed, iter/sec	54,99	9999	
Architecture	[2_7	7_1]	
Training algorithm	Levenberg-Marquardt		
Training stop reason	No error improvement		

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

يوضح الجدول 3 أن التدريب النهائي كان في التكرار رقم 11، أي بعد 11 محاولة تم تدريب الشبكة لعدد من المرات المتكررة من أجل تعليم الشبكة وتوقفت عملية التدريب نتيجة لعدم وجود تحسن في مستوى الأخطاء.

5.1.4 اختبار الشبكة

بعد تدريب الشبكة والتوصل إلى الأوزان المثلى لها، سيتم في هذه المرحلة اختبار جودة تلك الأوزان وهذا بالنسبة لكل المجموعات الثلاث المدروسة، والجدول التالي يوضح جودة تلك الأوزان بالنسبة لمجموعة التأكيد.

الجدول-4: مؤشرات جودة التقدير للشبكة العصبية لغاز APG

ملخص النتائج				
	القيم المستهدفة	القيم المقدرة	الخطأ المطلق	متوسط الخطأ النسبي
المتوسط	37138,232667	37492,798545	5073,850522	0,163341
الانحراف المعياري	11395,921269	10698,297288	3504,9958	0,131915
القيمة الدنيا	19715,298	27566,707296	462,096732	0,008466
القيمة العليا	54585,727	55047,823732	10744,811712	0,398239
معامل الارتباط	0,846549			
معامل التحديد	0,667735			

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

يتضح من الجدول أن نموذج الشبكات العصبية، له معامل تحديد مساو لـ 66,77%، مما يدل على جودة عالى محاكاة بيانات الـ APG.

6.1.4 تقدير قيم الـ APG خلال الفترة 2019-2023.

بعدما تم التأكد من جودة الأوزان المعتمدة في الشبكة وهذا عبر مختلف المراحل السابقة، سيتم خلال هذه المرحلة استخدام قيم الأوزان المثلى في تقدير قيم الـ APG خلال الفترة المدروسة، والجدول التالي يوضح نتائج عملية التقدير.

الجدول-5: نتائج عملية التقدير لغاز الـ APG

قيمة غاز الـ APG المقدرة (مليون متر مكعب)	السنة
55854,542199	2019
52214,395932	2020
53093,587275	2021
53526,560839	2022
53779,37142	2023

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

2.4 نتائج تقدير أسعار الغاز باستخدام أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية

1.2.4 تقسيم البيانات

حتى تتمكن الشبكة العصبية من التدرب والتوصل على القيم المثلى للأوزان الخاصة بالمدخلات، يجب القيام في البداية بتقسيم بيانات الدراسة إلى ثلاث مجموعات رئيسية، وهي مجموعة التدريب، مجموعة التأكيد ومجموعة الاختبار. ولهذا اعتمد الباحثان على التقسيم الموضح في الجدول الموالى:

الجدول-6: توزيع المجموعات المستخدمة في الشبكات العصبية لتقدير الـ APG

عدد المشاهدات	نسب المشاهدات	المجموعة
267	%68.28	مجموعة التدريب
62	%15.86	مجموعة التأكيد
62	%15.86	مجموعة الاختبار
391	%100	المجموع

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

ويلاحظ من خلال الجدول أن إجمالي البيانات المستخدمة هو 391 مشاهدة، تم تصنيفها بشكل عشوائي، حيث تضمنت مجموعة التدريب على 68,28% من البيانات (تقريبا 70%)، بينما تضمنت كل من مجموعة التأكيد والاختبار على 15,86% من البيانات (تقريبا 15%).

2.1.4 معالجة البيانات 2.1.4

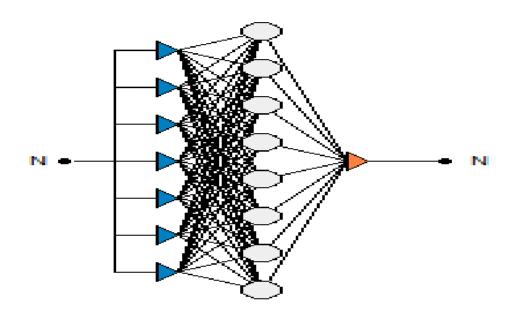
في هذه المرحلة يتم تحويل البيانات من صيغتها الأصلية إلى صيغة معيارية بالاعتماد على الصيغة الرياضية التي تم التطرق لها من قبل.

حيث أن سلاسل المدخلات تكون قيمها محصورة ضمن المجال [1، -1] ، أما سلسلة المخرجات فقيمها محصورة بين [0، 1]، ووفق ما يتضح من الملحق رقم 03، فان الشبكة تتكون من سلسلتين من المدخلات تتمثل في كل من القيم الحالية المعالجة وفق الصيغة الرياضية السابقة، والتباطؤ الأول لقيم نفس السلسلة، بينما تضم الشبكة سلسلة واحدة من المخرجات وهي عبارة عن القيم اللاحقة، بمعنى أن عملية التقدير ستعتمد على أسعار الغاز خلال الشهر الحالي. وفيما يلي الغاز خلال الشهر الحالي. وفيما يلي سيتم التطرق إلى معمارية الشبكة.

3.1.4 معمارية الشبكة

من خلال الاعتماد على برنامج Alyuda NeuroIntelligence في تحديد معمارية الشبكة، أظهرت النتائج الموضحة في الملحق 04 وجود 9 أشكال مقترحة لهذه الشبكة، ومن بين تلك البدائل المتوفرة تم اختيار الشكل التالي للشبكة والذي يمثل الشكل الأكثر كفاءة من حيث المعايير المستخدمة. وفيما يلي عرض للشكل الخاص بالشبكة.

الشكل-8: شكل الشبكة العصبية لبيانات أسعار الغاز الطبيعي.



المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

يوضح الشكل السابق أن أحسن شكل للشبكة العصبية الخاصة بتقدير أسعار الغاز، تتضمن ثلاث طبقات هي:

- طبقة مدخلات: تشتمل على 07 مدخلات، هي عبارة عن سلاسل أسعار الغاز بتباطؤات
 مختلفة، حيث يقوم البرنامج بتحويل تلك البيانات، ويجعلها محصورة في المجال [1-,1]؛
- طبقة خفية: تضم هاته الطبقة 8 وحدات معالجة، حيث تقوم تلك الوحدات بمعالجة المدخلات بالاعتماد على مجموعة من الأوزان وفق نموذج الدالة اللوجستية (Logistic)؛
- طبقة مخرجات: تحتوي هاته الطبقة على عنصر وحيد فقط، هذا العنصر يأخذ القيم (1،0).

4.1.4 تدرىب الشبكة

لإجراء عملية التدربب تم الاعتماد على خوارزمية Levenberg-Marquardt، وعدد التكرارات المعتمد هو 2000، وبتم التوقف في عملية التدريب عندما لا يكون هناك تحسن في مستوى الأخطاء، والجدول التالي يوضح ملخص خصائص عملية التدريب الهائية.

الجدول-7: خصائص عملية التدريب للشبكة العصبية الخاصة بأسعار الغاز

	Parameters	
	Training	Validation
Absolute error	3,644852	3,565782
Network error	0,169306	0
Error improvement	8,67	E-19
Iteration	1	11
Training speed, iter/sec	54,99	99999
Architecture	[7_	8_1]
Training algorithm	Levenberg	-Marquardt
Training stop reason	No error in	nprovement

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

يوضح الجدول أن التدريب النهائي كان في التكرار رقم 11، أي بعد 11 محاولة تم تدريب الشبكة لعدد من المرات المتكررة من أجل تعليم الشبكة وتوقفت عملية التدربب نتيجة لعدم وجود تحسن في مستوى الأخطاء. 5.1.4 اختبار الشبكة

بعد تدريب الشبكة والتوصل إلى الأوزان المثلى لها، سيتم في هذه المرحلة اختبار جودة تلك الأوزان وهذا

بالنسبة لكل المجموعات الثلاث المدروسة، والجدول التالي يوضح جودة تلك الأوزان بالنسبة لمجموعة التأكيد.

الجدول-8: جودة التقدير للشبكة العصبية الخاصة بأسعار الغاز

		ملخص النتائج		
	القيم المستهدفة	القيم المقدرة	الخطأ المطلق	متوسط الخطأ النسبي
المتوسط	3,544633	3,570108	0,421469	0,131554
الانحراف المعياري	1,827326	1,639258	0,420751	0,134514
القيمة الدنيا	1,171	1,91182	0,000942	0,000412
القيمة العليا	10,843	8,89337	2,549919	0,853405
معامل الارتباط	0,946811			
معامل التحديد	0,868014			

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

يتضح من الجدول أن نموذج الشبكات العصبية، له معامل تحديد مساو لـ 86,80%، مما يدل على جودة عالى على محاكاة بيانات أسعار الغاز خلال الفترة المدروسة.

6.1.4 تقدير قيم أسعار الغاز الطبيعي خلال الفترة من جانفي 2021 إلى ديسمبر 2023.

بعدما تم التأكد من جودة الأوزان المعتمدة في الشبكة وهذا عبر مختلف المراحل السابقة، سيتم خلال هذه المرحلة استخدام قيم الأوزان المثلى في تقدير قيم أسعار الغاز خلال الفترة المدروسة، والملحق رقم 05 يوضح نتائج عملية التقدير، ونظرا لأن أسعار الغاز سوف يتم استخدامها لتقدير الآثار الاقتصادية لغاز الـ APG المحروق، لهذا تم الاعتماد على متوسط أسعار أشهر كل سنة كمؤشر لأسعار الغاز خلال تلك السنة، والجدول التالى يبين قيم أسعار الغاز الطبيعي خلال الفترة 2021-2023.

الجدول-9: نتائج تقدير أسعار الغاز الطبيعي

أسعار الغاز الطبيعي المتوقعة	السنة
(\$/MMBTU)	
2.465	2019
2.203	2020
2.776	2021
2.756	2022
2.762	2023

المصدر: مخرجات برنامج Alyuda NeuroIntelligence

5. مناقشة النتائج

بينت نتائج الدراسة التي أجريت وفق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية أن هناك علاقة سببية واضحة بين زيادة معدلات حرق الغاز المُصاحب للبترول APG وارتفاع مستويات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون APG واضحة بين زيادة معدلات على المعادلة المذكورة سابقا (ICCT: Malins, et al., 2014): 1 MBTU من غاز الحرول الأوابك. وذلك بناء على المعادلة المذكورة سابقا (CO₂ بناء عليه وبضرب الإحصائيات المسجلة المحترق تُنتج ما يعادل 61.1851 كغ من مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO₂. وبناء عليه وبضرب الإحصائيات المسجلة بما يكافئ وحدات القياس المستعملة، نجد ما يلى:

	• • • • •				
years	APG (million cubic m)	APG (cubic m)	APG (MBTU)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (tone)
2019	55 854,5422	55 854 542 199	1 972 264 908	120 673 225 620,87	120 673 225,62
2020	52 214,3959	52 214 395 932	1 843 728 670	112 808 723 031,16	112 808 723,03
2021	53 093,5873	53 093 587 275	1 874 773 562	114 708 207 855,87	114 708 207,85
2022	53 526,5608	53 526 560 839	1 890 062 176	115 643 643 265,76	115 643 643,26
2023	53 779,3714	53 779 371 420	1 898 989 104	116 189 838 204,96	116 189 838,20

الجدول-10: توقعات كميات الـ APG المحروق بدول الأو ابك ومستوبات إنبعاث CO2 الناجمة عنه

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال الإحصائيات السابقة، نجد أنه من المتوقع تسجيل تزايد مستمر لمعدلات حرق غاز الـ APG بدول الأوابك مجتمعة في السنوات القادمة، وذلك بناء على 39 مشاهدة سنوية متوفرة (1979-2018). حيث قدرت الدراسة الإحصائية الكميات المحروقة من غاز الـ APG بـ: 53.09 مليار م³ سنة 2021، لترتفع مرة أخرى إلى 53.52 مليار م³ سنة 2022، لتواصل الإرتفاع سنة 2023 إلى ما قيمته 53.78 مليار م³. بينما سجلت الدراسة توقعات بانخفاض قيمته سنة 2020 مقارنة بسنة 2019 (كون الاحصائيات المتوفرة متوقفة سنة 2018) وذلك راجع لوجود طفرة في الاحصائيات المسجلة سنة 2017.

فبخصوص الجانب البيئي، بينت نتائج الدراسة تزايد كبير في مستويات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وبخصوص الجانب البيئي، بينت نتائج الدراسة تزايد كبير في مستويات إنبعاث مقدر بـ 114.7 مليون طن CO2 بدول الأوابك الناجم عن حرق غاز الـ APG. حيث سجلت الدراسة مستوى إنبعاث مقدر بـ 114.7 مليون طن مكافئ CO2 سنة 2022، ثم إلى مستوى 116.2 مليون طن مكافئ CO2 سنة 2023، ثم إلى مستوية كبيرة نتيجة مكافئ CO2 سنة 2023، أي بزيادة سنوية تفوق 1 مليون طن مكافئ CO2 لكل سنة، وهي زيادات سنوية كبيرة نتيجة حرق غاز الـ APG.

كل هذه النتائج تؤكد أن الفرضية الأولى محققة، أي توقع تزايد إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناجم عن حرق الـ APG في دول الأوابك خلال السنوات القادم. وبالتالي يمكن القول إن استمرار الحرق الروتيني لغاز الـ APG بدول الأوابك سيؤدي إلى تفاقم مشكلة بيئية، تتمثل في تزايد إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ بالدول العربية عموما، وخصوصا الدول التي تحتل مراكز متقدمة في ترتيب الدول الأكثر حرقا لغاز الـ APG كالعراق والجزائر وليبيا.

في المقابل، أكدت نتائج الدراسة الإحصائية أن الفرضية الثانية محققة، والتي تشير إلى أن أسعار الغاز الطبيعي ستشهد ارتفاعا خلال السنوات القادمة، حيث سجل النموذج الإحصائي توقعات بارتفاع محسوس

أسعار الغاز الطبيعي في الأسواق العالمية. حيث ارتفعت من معدل 2.203 دولار/MMBtu سنة 2020 إلى معدل 2075 دولار/MMBtu سنة 2023.

بالتالي من حيث الجانب الاقتصادي، أثبتت الدراسة وجود تكلفة معتبرة للفرصة البديلة لحرق غاز الـ APG بدول الأوابك، والتي يمكن حسابها بضرب كميات غاز الـ APG المتوقع حرقها بدول الأوابك في الأسعار المستقبلية المتوقعة للغاز الطبيعي. حيث سنجد أن دول الأوابك ستُضيع ما قيمته 4.06 مليار دولار سنة 2020، ثم ترتفع تكلفة الفرصة البديلة إلى 5.20 مليار دولار سنة 2022، ثم ترتفع التوقعات إلى 5.21 مليار دولار سنة 2022، لتصل إلى ما قيمته 5.25 مليار دولار سنة 2023.

هذه الإحصائيات تؤكد أيضا أن الفرضية الثالثة محققة، أي توقع تزايد تكلفة الفرصة البديلة لحرق غاز الـ APG بدول الأوابك خلال السنوات القادمة. فاقتصاديا يمكن القول، أنه خلال فترة الخمس سنوات المدروسة (2019-2023) ستخسر دول المنظمة مجتمعة ما قيمته 24.58 مليار دولار جراء حرق غاز الـ APG إضافة إلى المشاكل البيئية الناجمة عنه.

6. الخاتمة

إن مشكلة حرق الغاز المُصاحب للبترول يعتبر من أهم المواضيع البيئية ذات العلاقة بالبترول والطاقة، كون هذه الظاهرة لها عدة أبعاد بيئية واقتصادية للدول البترولية. باعتبارها خسارة بيئية واقتصادية في نفس الوقت، في حين تشهد فيه أسعار الغاز الطبيعي نموا بالأسواق الدولية جراء تحول الطلب العالمي إلى الطاقات النظيفة.

ومن خلال هذه الدراسة تبين أن الحرق الروتيني لغاز الـ APG يعتبر ظاهرة شبه عالمية، كون أغلب الدول المنتجة للبترول تعاني منه سواء النامية أو حتى المتقدمة تكنولوجيًا في الصناعة. خصوصا إذا ما علمنا أن كل من روسيا والولايات المتحدة الامريكية تتصدران حاليا الدول الأكثر حرقا للغاز بالعالم، وتحتلان المرتبة الأولى والثالثة على التوالى. (Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR), 2021)

وتناولت هذه الدراسة الإستشرافية، الآثار البيئية المتوقعة لهذه الظاهرة بدول المنظمة العربية المصدرة للبترول- الأوابك، والتي عددها 11 دولة عربية. وذلك من خلال توقع مستويات حرق غاز الـ APG بدول المنظمة خلال السنوات (2023-2013)، عبر النموذج الإحصائي الحديث "نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية" والذي تم فيه تتبع إحصائيات حرق غاز الـ APG المتوفرة بالدول العربية المصدرة للبترول مجتمعة ضمن مشاهدات قدرها 39 مشاهدة سنوية (1979-2018). وأفرزت نتائج الدراسة توقعات بارتفاع معدلات الحرق بدول المنظمة سيصل في حدود سنة 2023 إلى ما قيمته 53.78 مليار م3، وهو ما سينتج عنه إنبعاثات لغاز ثاني أكسيد الكربون قدرت بـ 116.2 مليون طن مكافئ CO₂ لذات السنة.

بالمقابل، لابد من الإشارة إلى أن جائحة كورونا الحالية يمكن أن يكون لها أثر على قيم المتغيرات خلال سنتي 2020 و2021، غير أن غياب البيانات الرسمية الخاصة بمتغيرات الدراسة خلال هذين السنتين، منع من تحديد مقدار تأثير الجائحة على نتائج الدراسة خلال هذه الفترة.

في الختام يمكن القول، إن استمرار ظاهرة الحرق الروتيني لغاز الـ APG بالدول العربية المصدرة للبترول سيشكل حقيقة آثارًا سلبية كبيرة على البيئة مستقبلا، من خلال تفاقم مستويات إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ بدول المنظمة. كما يعتبر حرقه خسارة إقتصادية كبيرة لدول المنظمة، إذ يمكن استغلاله عبر إيجاد حلول عملية تقنيا واقتصاديا، قصد استهلاكه محليا أو حتى تصديره في ظل تزايد الطلب العالمي على الغاز الطبيعي ومنتجاته، مما سيوفر لهاته الدول إيرادات إضافية معتبرة مستقبلا.

بناء على النتائج المشار اليها سابقا، فإن أهم التوصيات التي يمكن أن تتضمنها الدراسة، تتمثل في أن هناك العديد من البدائل لظاهرة الحرق الروتيني لغاز الـ APG، والتي يمكن الإستعانة بها في الحالات المتعددة لأسباب الحرق المذكورة في هذه الدراسة، وهي: (WWF, 2017)

أولا- إعادة حقنه في البئر البترولية:

بعد إزالة سوائل البترول، يتم جمع غاز الـ APG وإعادة حقنه مع غيره المنتجات الثانوية الأخرى في البئر البترولية لزبادة الإنتاجية.

ثانيا- الضخ في الشبكة الرئيسية لنقل الغاز:

حيث يمكن ضخ كميات صغيرة من غاز الـ APG في خط الأنابيب الرئيسي ليتم بيعها للمستهلكين النهائيين كجزء من الغاز الطبيعي. ومع ذلك، فهناك عدد من القيود الفنية المفروضة على غاز الـ APG حتى يتم ضخه في شبكة نقل الغاز (GTN).

ثالثا- وليد الطاقة:

يمكن استخدام غاز الـ APG كوقود لتوليد الطاقة في حقول البترول أو للأماكن القريبة منها.

رابعا- معاجلة بسيطة:

باستخدام وحدات معالجة متنقلة صغيرة، يمكن فصل الـ APG إلى ميثان وإيثان وبروبان/ بوتان. حيث يتم ضخ الميثان في شبكة نقل الغاز، بينما يتم جمع البروبان/ البوتان في الخزانات وإرساله للمستهلكين النهائيين.

خامسا- معاجلة معمقة:

يتم نقل غاز الـ APG إلى مركبات معالجة الغاز الكبيرة، حيث يتم فصله إلى غاز الميثان والغاز الطبيعي المسال (على المسال. حيث يتم ضخ الميثان إلى شبكة نقل الغاز الرئيسية للتوزيع، بينما يتم إرسال الغاز الطبيعي المسال (على عكس سيناربو المعالجة البسيطة) لمزيد من المعالجة لصناعة مجموعة واسعة من المنتجات البتروكيماوية.

• قائمة المراجع

- 1. Adamu, A. S. (2017). An empirical study towards efficient learning in artificial neural networks by neuronal diversity. *Doctoral dissertation*. University of Nottingham.
- 2. Al-Suwailem, M. (2020, September). Saudi Arabia's Gas Flaring Mitigation Experience. *Commentary*. King Abdullah Petroleum Studies and Research Center ("KAPSARC").
- 3. Bingcheng, L., Mengmeng, Z., Ting, W., & Wenguang, J. (2019). Process simulation of CO2 capture from CO2-EOR associated petroleum gas with aqueous MEA and MDEA solvents. *Energy Science & Engineering*, 7(3), 663-675. doi:https://doi.org/10.1002/ese3.308
- 4. Björn, P., & Rojas hilje, P. (2015). Flaring and Venting of associated gas Current Developments and Impacts of Marginal oil. era- energy research architecture.
- 5. Braginskii, O., & Chernavskii, S. (2011). Utilization of associated petroleum gas: Economic issues. *Russian Journal of General Chemistry*, *8*1(12).
- 6. Carbon Limits AS. (2013). Associated Petroleum Gas Flaring Study for Russia, Kazakhstan, Turkmenistan, and Azerbaijan Final Report. Norway: The European Bank for Reconstruction and Development.
- 7. Eder, L. V., & Filimonova, I. V. (2019). Problems of rational use of associated petroleum gas in Russia. *Geography and Natural Resources*, 40(1), 9-14. doi:https://doi.org/10.1134/S1875372819010025
- 8. Global Carbon Project (GCP) and Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). (2021). *CO2 emissions by fuel*. Retrieved from Our World in Data: https://ourworldindata.org/emissions-by-fuel#annual-co2-emissions-from-gas-flaring
- 9. Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR). (2021, 5 20). Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR). Retrieved from The World Bank: https://www.ggfrdata.org/
- 10. Gorlenko, N., & Murzin, M. (2020). Environmental and Economic Rationale for the Use of. *International science and technology conference "EarthScience"*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. doi:10.1088/1755-1315/459/2/022042
- 11. Gramatikov, B. I. (2017). Detecting central fixation by means of artificial neural networks in a pediatric vision screener using retinal birefringence scanning. *Biomedical engineering online*, 16(1), 1-23.
- 12. Hashim, B., Al Jiboori, M., & Hassan, A. (2016). Evaluation of CO2 Emissions Due to Venting and Flaring of Natural Gas and Oil in Iraq. *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, *27*(3), 140-143.
- 13. ICCT: Malins, C., Searle, S., Baral, A., Galarza, S., Wang, H., & Gary, H. (2014). *Reduction of Upstream Greenhouse Gas Emissions from Flaring and Venting*. Washington D.C: The International Council on Clean Transportation.
- 14. Investing. (2021, 5 20). *Natural Gas Futures Historical Prices*. Retrieved from investing.com: https://www.investing.com/commodities/natural-gas-historical-data
- 15. Kaastra , I., & Boyd, M. (1996). Designing a neural network for forecasting financial and economic time series. *Neurocomputing*, 215-236.
- 16. Kathem, H. (2014). Associated Petroleum Gas management in the south of Iraq. *Master-Thesis in Environmental Science*. sundsvall, Eco technology and Sustainable Building Engineering: MID SWEDEN UNIVERSITY.
- 17. Kearns, J., Armstrong, K., Les, S., Garland, E., Simon, C., & Monopolis, J. (2000). *Flaring & Venting in the Oil & Gas.* London: International Association of Oil and Gas Producers Report.

36

- 18. Masnadi, M., El-Houjeiri, H., Schunack, D., Li, Y., Englander, J., Badahdah, A., & Brandt, A. (Eds.). (2018). Global carbon intensity of crude oil production. *Science*, *361*(6405), 851-853.
- 19. Negnevitsky, M. (2011). *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems* (Third Edition ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.
- 20. OAPEC. (2021, 5 20). *OAPEC Energy Data Bank*. Retrieved from Organization of Arab Petroleum Exporting Countries: https://oapecorg.org/Home/DataBank
- 21. OGJ editors. (2015, april 20). *The Oil & Gas Journal*. Retrieved from www.ogj.com: https://www.ogj.com/general-interest/companies/article/17246520/end-of-routine-gas-flaring-at-oil-production-sites-urged-by-2030
- 22. Roland, T. (2010). *Associated Petroleum Gas in Russia: Reasons for non-utilization.* Lysaker, Norway: Fridtjof Nansen Institute.
- 23. sapana, s., tamilarasi, A., & Kumar, M. (2012). Backpropagation learning algorithm based on Levenberg Marquardt Algorithm. *Comp Sci Inform Technol (CS and IT)*, 393-398.
- 24. Shurupov, S. V., & Kretova, T. A. (2011). Estimation of associated petroleum gas resource in oil production. *Russian Journal of General Chemistry*. doi:https://doi.org/10.1134/S1070363211120206
- 25. Solov'yanov, A. A. (2011). Associated petroleum gas flaring: Environmental issues. *Russian Journal of General Chemistry*, *8*1(12), 2531-2541.
 - 26. Sonatrach. (2019). Rapport Annuel. Hydra: Direction Generale SONATRACH.
- 27. Specht, D. F. (1991). A general regression neural network. *IEEE transactions on neural networks, 2*(6), 568-576.
- 28. Stanley, N., Kiran, T.-M., Paul, E., & Colin, H. (2016). Environmental Implications of Flaring and Venting in Crude. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 4(6), 154-159.
- 29. The Brookings Doha Center. (2015). Energy stability or a false sense of security: How changes in geopolitics, political economy, and markets alter the energy landscape. *the fourth annual Brookings Doha Energy Forum* (pp. 1-14). doha: Brookings Doha Center.
 - 30. The World Bank. (2015). Zero Routine Flaring by 2030 Projects and Operations. The World Bank.
- 31. U.S: Department of ENERGY. (2019). *Natural Gas Flaring and Venting: State and Federal Regulatory Overview Trends, and Impacts.* N.Y: Office of Oil and Natural Gas.
- 32. WWF. (2017, 10 27). World Wildlife Fund. (W. W. Fund, Ed.) Retrieved 5 20, 2021, from Sibur.ru: https://www.sibur.ru/upload/iblock/a70/a70036cc7e90e0b2be004a04efb7bf3a.pdf
- 33. Yucesan, M., Gul, M., & Erkan, E. (2017). Application of artificial neural networks using Bayesian training rule in sales forecasting for furniture industry. *Drvna industrija: Znanstveni časopis za pitanja drvne tehnologije*, 68(3), 219-228.
- 34. Zhang, G., Patuwo, B., & Hu, M. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International journal of forecasting*, 14(1), 35-62.
- 35. ج معتوق. (2016). إدارة المخاطر المالية في ظل منتجات الهندسة المالية-دراسة مقارنة بين سوقين ماليين. دكتواه. الجزائر: جامعة المسيلة.
- 36. ف بو عروري. (2018). مساهمة الشبكات العصبونية الاصطناعية في التنبؤ بحجم المبيعات لدعم صنع القرارات الإدارية. دكتوراه. الجزائر: جامعة سطيف 1.

الملحق-1: معالجة البيانات الخاصة بالشبكة العصبية لغاز الـ APG

Column Details					
Parameter Value					
Column type	input				
Format	numerical				
Scaling range	[-11]				
Encoded into	2 columns				
Min	19305,873				
Max	93704,785				
Mean	43569,48785				
Std. deviation	21256,471826				
Scaling factor	0,000027				

Column Details					
Parameter	Value				
Column type	output				
Format	numerical				
Scaling range	[01]				
Encoded into	1 columns				
Min	19305,873				
Max	93704,785				
Mean	43569,48785				
Std. deviation	21256,471826				
Scaling factor	0,000013				

الملحق-2: الأشكال البديلة لمعمارية الشبكة العصبية لغاز الـ APG

Architecture	# of Weights	Fitness	Train Error	Validation Error	Test Error	AIC	Correlation	R-Squared	Stop Reason
[2-1-1]	5	0,000055	6018,34668	5087,831055	18165,195313	155,981737	0,865419	0,732442	All iterations done
[2-7-1]	29	0,000075	6076,809082	5009,609863	13245,972656	204,242749	0,843803	0,704214	All iterations don
[2-4-1]	17	0,000064	5760,666992	5036,474609	15527,279297	178,800236	0,856536	0,727225	All iterations done
[2-5-1]	21	0,000065	5817,476563	5132,538574	15373,719727	187,065196	0,855038	0,722408	All iterations done
[2-6-1]	25	0,000055	5658,163086	5376,894531	18271,527344	194,315479	0,881078	0,75394	All iterations done
	[2-1-1] [2-7-1] [2-4-1] [2-5-1]	[2-1-1] 5 [2-7-1] 29 [2-4-1] 17 [2-5-1] 21	[2-1-1] 5 0,000055 [2-7-1] 29 0,000075 [2-4-1] 17 0,000064 [2-5-1] 21 0,000065	[2-1-1] 5 0,000055 6018,34668 [2-7-1] 29 0,000075 6076,809082 [2-4-1] 17 0,000064 5760,666992 [2-5-1] 21 0,000065 5817,476563	[2-1-1] 5 0,000055 6018,34668 5087,831055 [2-7-1] 29 0,000075 6076,809082 5009,609863 [2-4-1] 17 0,000064 5760,666992 5036,474609 [2-5-1] 21 0,000065 5817,476563 5132,538574	[2-1-1] 5 0,000055 6018,34668 5087,831055 18165,195313 [2-7-1] 29 0,000075 6076,809082 5009,609863 13245,972656 [2-4-1] 17 0,000064 5760,666992 5036,474609 15527,279297 [2-5-1] 21 0,000065 5817,476563 5132,538574 15373,719727	[2-1-1] 5 0,000055 6018,34668 5087,831055 18165,195313 155,981737 [2-7-1] 29 0,000075 6076,809082 5009,609863 13245,972656 204,242749 [2-4-1] 17 0,000064 5760,666992 5036,474609 15527,279297 178,800236 [2-5-1] 21 0,000065 5817,476563 5132,538574 15373,719727 187,065196	[2-1-1] 5 0,000055 6018,34668 5087,831055 18165,195313 155,981737 0,865419 [2-7-1] 29 0,000075 6076,809082 5009,609863 13245,972656 204,242749 0,843803 [2-4-1] 17 0,000064 5760,666992 5036,474609 15527,279297 178,800236 0,856536 [2-5-1] 21 0,000065 5817,476563 5132,538574 15373,719727 187,065196 0,855038	[2-1-1] 5 0,000055 6018,34668 5087,831055 18165,195313 155,981737 0,865419 0,732442 [2-7-1] 29 0,000075 6076,809082 5009,609863 13245,972656 204,242749 0,843803 0,704214 [2-4-1] 17 0,000064 5760,666992 5036,474609 15527,279297 178,800236 0,856536 0,727225 [2-5-1] 21 0,000065 5817,476563 5132,538574 15373,719727 187,065196 0,855038 0,722408

الملحق-3: معالجة البيانات الخاصة بالشبكة العصبية لأسعار الغاز الطبيعي

Column Details				
Parameter	Value			
Column type	input			
Format	numerical			
Scaling range	[-11]			
Encoded into	7 columns			
Min	1,171			
Max	10,843			
Mean	3,514275			
Std. deviation	1,82603			
Scaling factor	0,206782			

Column Details					
Parameter	Value				
Column type	output				
Format	numerical				
Scaling range	[01]				
Encoded into	1 columns				
Min	1,171				
Max	10,843				
Mean	3,514275				
Std. deviation	1,82603				
Scaling factor	0,103391				

الملحق-4: الأشكال البديلة لمعمارية الشبكة العصبية لأسعار الغاز الطبيعي

ID	Architecture	# of Weights	Fitness	Train Error	Validation Error	Test Error	AIC	Correlation	R-Squared	Stop Reason
1	[7-1-1]	10	5,441965	0,418105	0,55781	0,183757	-1704,625281	0,94386	0,890495	All iterations done
2	[7-18-1]	163	5,697636	0,502137	0,505511	0,175511	-1349,727131	0,932985	0,867867	All iterations done
3	[7-11-1]	100	6,277588	0,451672	0,501521	0,159297	-1504,006697	0,93959	0,881122	All iterations done
4	[7-7-1]	64	7,974474	0,401358	0,522578	0,1254	-1607,539767	0,948853	0,900045	All iterations done
5	[7-4-1]	37	6,416292	0,410007	0,551091	0,155853	-1655,847514	0,947679	0,897556	All iterations done
6	[7-9-1]	82	6,422924	0,406072	0,502799	0,155692	-1568,422277	0,950465	0,902867	All iterations done
7	[7-5-1]	46	5,062256	0,397401	0,543301	0,19754	-1646,185326	0,952946	0,90705	All iterations done
8	[7-8-1]	73	7,282559	0,359773	0,497052	0,137314	-1618,744838	0,962019	0,925208	All iterations done
9	[7-6-1]	55	8,15902	0,394551	0,538427	0,122564	-1630,107127	0,949403	0,90125	All iterations don

الملحق-5: نتائج تقدير أسعار الغاز الطبيعي الشهرية خلال الفترة جانفي 2021 إلى ديسمبر 2023

سعر الغاز الطبيعي	الشهر	سعر الغاز الطبيعي	الشهر	سعر الغاز الطبيعي	الشهر
2,758182	01/01/2023	2,779481	01/01/2022	2,644025	01/01/2021
2,761003	01/02/2023	2,76715	01/02/2022	2,705058	01/02/2021
2,761155	01/03/2023	2,762755	01/03/2022	2,742288	01/03/2021
2,761041	01/04/2023	2,75599	01/04/2022	2,76893	01/04/2021
2,763045	01/05/2023	2,74994	01/05/2022	2,793748	01/05/2021
2,76397	01/06/2023	2,748278	01/06/2022	2,803389	01/06/2021
2,761978	01/07/2023	2,752246	01/07/2022	2,815453	01/07/2021
2,762111	01/08/2023	2,749886	01/08/2022	2,822897	01/08/2021
2,763171	01/09/2023	2,747361	01/09/2022	2,826354	01/09/2021
2,761819	01/10/2023	2,753427	01/10/2022	2,800093	01/10/2021
2,760919	01/11/2023	2,75606	01/11/2022	2,794284	01/11/2021
2,761395	01/12/2023	2,755298	01/12/2022	2,79481	01/12/2021



تطبيق آليات تسعير الكربون على مصادر الطاقة: بين الحتمية والبدائل الممكنة، دراسة حالة بعض الدول العربية، مع الإشارة لتأثير جائحة كورونا كوفيد – 19

د. آمال تباني *

^{*} أستاذة محاضرة بجامعة الجزائر، الجزائر، إطار سابق بوزارة المالية للجمهورية الجزائرية.

تطبيق آليات تسعير الكربون على مصادر الطاقة: بين الحتمية والبدائل الممكنة دراسة حالة بعض الدول العربية مع الإشارة لتأثير جائحة كورونا كوفيد-19

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم قراءة نقدية موضوعية لمدى فعالية آليات تسعير الكربون وحقيقة دورها التنموي والبيئي، وأثرها على سوق النفط، وكذا تقييم تجارب بعض الدول العربية في هذا المجال، بالإضافة إلى التطرق إلى تداعيات جائحة فيروس كوفيد-19 على إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وعلى الجهود الدولية لإحتوائه.

ومن أجل الإلمام بكل جوانب الدراسة تم اعتماد المنهجين الوصفي والتحليلي، بالإضافة إلى منهج دراسة الحالة، عن طريق التطرق لتجارب بعض الدول العربية (السعودية، الإمارات العربية، مصر، الجزائر، تونس والمغرب) من خلال إحصائيات وتقارير الهيئات الدولية على رأسها البنك العالمي والأمم المتحدة.

وقد خلصنا إلى أن هذه الآليات رغم ما قد تمنحه من مزايا، إلا أنها أثارت الكثير من الجدل، بسبب تركيزها على مصدر واحد للإنبعاثات وإهمال المصادر الأخرى، مما قد يؤدي إلى التأثير سلبا على سوق النفط. كما يعاب على المعتمدة عليها أنها ستؤثر بشكل سلبي على معدلات النمو الإقتصادي في العالم وخاصة في دول العالم الثالث والدول المعتمدة على العوائد النفطية، وقد تؤدي أيضا إلى تعميق الفارق بين الدول المتقدمة وتلك السائرة في طريق النمو، كون الدول الكبرى هي المسؤولة عن النسبة الأكبر من الإنبعاثات، والأسوء من كل ذلك هو توجه الدول إلى إستخدام الفحم كمصدر للطاقة والذي يعتبر أكثر تلويثا من مصادر الطاقة الأحفورية الأخرى.

كما توصلنا في الأخير إلى أن لهذه الآليات بدائل أخرى أكثر عملية وأقل تكلفة، يمكن للدول تطبيقها للوصول إلى بيئة سليمة خالية من التلوث، خاصة مع التطورات العلمية المتسارعة في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: الدول العربية، تسعير الكربون، سوق النفط، التنمية المستدامة، جائحة فيروس كوفيد-19.

المقدمة

من المسلم به حاليا أن تغير المناخ أصبح مشكلة عالمية حقيقية، وقد أظهرت الدراسات أن تغير المناخ يضر أكثر بالفقراء على مستوى البلدان النامية ، حيث تعتمد استراتيجيات سبل العيش والأمن الغذائي للفقراء في كثير من الأحيان وبشكل مباشر على الأنظمة البيئية الصحية و تنوع السلع والخدمات البيئية التي تقدمها هذه الأنظمة، إذ يمثل رأس المال الطبيعي 26٪ من ثروة البلدان منخفضة الدخل، لذلك عندما تتدهور هذه الموارد ، تكون سبل العيش معرضة للخطر ، حيث يؤدي تغير المناخ إلى تدمير البنية التحتية، كما يهدد المدن الساحلية، ويتسبب في انخفاض غلة المحاصيل، بالإضافة إلى التغيرات في المحيطات وتعريض الأرصدة السمكية والأنواع للخطر .

لذا يعتبر تغير المناخ أولاً وقبل كل شيء قضية تنمية، كونه يساهم في تفاقم معدلات الفقر وتراجع النمو الاقتصادي، وبالتالي فإن حماية البيئة تعتبر أحد أهم مؤشرات التنمية المستدامة. في الوقت نفسه، يمكن للسياسات التي تتبناها الدول المختلفة لتحقيق النمو والاستثمارات التي تقوم بها لتلبية احتياجات الطاقة والغذاء والمياه لمواطنيها أن تساهم في استمرار تغير المناخ و زيادة المخاطر في العالم ، أو على العكس، قد تساهم في إيجاد الحلول.

في هذا السياق، ومنذ التوقيع على بروتوكول كيوتو في عام 1997، ظهر مفهوم "تسعير الكربون" في أدبيات الدبلوماسية البيئية، والذي يهدف إلى تحديد سعر لانبعاثات الكربون في الغلاف الجوي، تطبيقاً لأحد أهم مبادئ الإدارة البيئية التي إتفق عليها المجتمع الدولي في إعلان ريو لعام 1992، وهو مبدأ "الملوث يدفع". تهدف هذه التدابير بشكل خاص إلى التقليل من انبعاثات الكربون الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري، والذي يساهم بنسبة 75 % من إجمالي غازات الاحتباس الحراري المسؤولة عن تغير المناخ.

وقد صادف يوم 12 ديسمبر 2020 الماضي الذكرى السنوية لاتفاقية باريس للمناخ لعام 2015، التي تعتبر أول إتفاقية عالمية لمكافحة تغير المناخ، حيث التزمت 194 دولة بالإضافة إلى الإتحاد الأوروبي بتصميم استراتيجيات إنمائية تتتج أقل مستوى من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على المدى الطويل.

ومن المقرر أن تقوم البلدان بتحديث التزاماتها الوطنية ومراجعة هذه الالتزامات كل 5 سنوات، للوصول إلى الهدف المتمثل في الحد من ارتفاع درجة الحرارة إلى "أقل بكثير من "2 درجة مئوية" ، لذا فإن 56 جيجا طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (GtCO2e) المنبعثة سنويًا ستحتاج إلى الانخفاض إلى 25 جيجا طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في غضون 10 سنوات فقط (بحلول عام 2030).

كما يعتبر تسعير الكربون، سواء من خلال أنظمة تداول الانبعاثات أو من خلال فرض ضريبة الكربون، آلية تأخذ في الاعتبار البعدين معا (البيئة والتتمية المستدامة)، لأنها تساهم في تقليل الانبعاثات التي تسبب تغير المناخ وتوجيه الاقتصادات نحو نمو منخفض الكربون من خلال تشجيع الاستثمار في خيارات أنظف وخفض استهلاك الطاقة، وكذلك تعبئة التمويل الخاص لدعم التتمية المستدامة التي يستقيد منها أكبر عدد ممكن من الناس. إلا أن هذه الآليات أثارت جدلًا كبيرًا ومعارضة قوية، سواء من الدول والشركات والمواطنين وحتى المنظمات، وعلى رأسها أوبك،

بسبب عدم القدرة على تحقيق التوازن بين ضرورة حماية البيئة ومتطلبات النمو الاقتصادي، بل إنها واجهت معارضة حتى من شركات الدول التي تدافع عنها.

بالنسبة للدول العربية التي تراجعت عن موقفها بعد سنوات من المعارضة، فقد ظهرت في السنوات الأخيرة عدة مبادرات لإنشاء أسواق الكربون على مستوى البعض من هذه الدول، وإن كانت محدودة للغاية ولم تتعد بعد مرحلة التخطيط، نظراً لحاجتها إلى مزيد من الدراسات لتقييم مدى استعدادها لإنشاء أسواق محلية، بالإضافة إلى الثروة التي تتمتع بها معظم هذه الدول من النفط والغاز، المكون الرئيسي لأرباح التصدير والإيرادات الحكومية، على الرغم من أن بعض البلدان في المنطقة لديها القدرة على تطوير تقنيات منخفضة الكربون. ومع ذلك، فقد تزامنت هذه المبادرات مع الاتجاه نحو استخدام الفحم كمصدر للطاقة، والتي تتبعث منه كميات من ثاني أكسيد الكربون تبلغ حوالي ضعف الكمية الصادرة عن احتراق أنواع الوقود الأخرى.

إنطلاقا مما سبق، سنحاول من خلال هذه الورقة البحثية تقييم مدى فعالية سياسات تسعير الكربون في حماية البيئة وتوجيه الإقتصاديات نحو تحقيق التنمية المستدامة وتأثيرها على سوق النفط، بالإضافة إلى دراسة حالة بعض الدول العربية، حيث سنختار عينة من دول الشرق الأوسط وهي (السعودية، الإمارات العربية ومصر)، وعينة أخرى من دول المغرب العربي، وهي (الجزائر، تونس والمغرب).

سنتطرق أيضا إلى تأثير جائحة فيروس كوفيد-19 على إنبعاثات غازات الدفيئة والسياسات الرامية للتقليل منها، نظرا لكون تداعيات هذه الجائحة طالت جميع جوانب الحياة البشرية. كما سنحاول في الأخير تقديم بعض البدائل لآليات تسعير الكربون والتي يمكن أن تحظى بقبول العديد من الدول، بما فيها تلك الرافضة لتسعير الكربون.

وعليه يمكن صياغة إشكالية دراستنا في السؤال التالي:

الإشكالية:

ما هي فرص وتحديات تطبيق آليات تسعير الكربون على مصادر الطاقة لتحقيق التوازن بين البيئة، التنمية المستدامة وأسواق النفط خاصة في ظل تداعيات فيروس كورونا كوفيد-19 ؟ وكيف يمكن تقييم تجارب الدول العربية في هذا المجال ؟

من أجل الإحاطة بكل جوانب هذه الإشكالية، ولتحقيق دراسة أعمق إرتأينا طرح الأسئلة الفرعية التالية:

1-ما هو الإطار النظري للجباية البيئية وما هي طريقة عملها؟

2-ما هي الغازات الدفيئة وما مخاطرها على البيئة وعلى التنمية؟

3- ما هو مفهوم آليات تسعير الكربون وما علاقتها بالبيئة والتنمية؟

4- ما هي مساهمة الدول العربية (السعودية، الإمارات العربية المتحدة، مصر، الجزائر، تونس والمغرب) في إنبعاثات غازات الدفيئة؟ وما هي الإجراءات التي إتخذتها هذه الدول للحد منها خاصة المتعلقة منها بآليات تسعير لكربون؟

5-كيف يمكن تقييم الإجراءات المتخذة على مستوى الدول العربية للحد من إنبعاثات غازات الدفيئة؟

6-ما هي إنعكاسات سياسات تسعير الكربون على سوق النفط والإجراءات المعاكسة المتخذة من طرف الدول العربية؟

- 7- ما هو أثر تداعيات جائحة كورونا على إنبعاثات غازات الدفيئة العالمية وكذا على سوق النفط؟
 - 8- هل يوجد بدائل لهذه الآليات يمكن لها أن تحد من التلوث ومن إنبعاثات غازات الدفيئة؟

الفرضيات:

- غازات الدفيئة هي مواد كيميائية يمكن أن تبقى في الجو لمئات السنين وتتسبب في الإحتباس الحراري، لها آثار
 سلبية على البيئة وعلى التتمية معا؛
- -ترسل آليات تسعير الكربون إشارات طويلة المدى للشركات من خلال خلق حوافز لتقليل السلوك الملوث والاستثمار في خيارات الطاقة النظيفة وتصميم أساليب منخفضة الانبعاثات ؛
- -رغم تبريرات المدافعين عن سياسات تسعير الكربون، إلا أن لهذه الأخيرة عواقب تمس البيئة نفسها، بالإضافة إلى أثرها السلبي على التنمية وعلى أسواق النفط؛
- لا تعتبر الدول العربية من المتسببات الكبرى في الإنبعاثات من الغازات الدفيئة على المستوى العالمي، رغم ذلك فهي تسعى لتطبيق آليات تسعير الكربون؛
 - -إنعكاسات جائحة كورونا كان ملموسا على خفض الإنبعاثات، وعلى البيئة ككل.
- -التطورات العلمية اثبتت أنه توجد بدائل لآليات تسعير الكربون يمكن لها أن تحقق إنخفاض في مستوى الغازات المسببة للإحتباس الحراري.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية الموضوع في أهمية آليات تسعير الكربون نفسها، والجدل الدائر حول حقيقة فعاليتها، كونها من جهة تساهم في تعديل السلوك الفردي والجماعي تجاه البيئة، كما يعتبر الإتفاق الدولي على هذه الآليات بحد ذاته بمثابة تقدم حقيقي مسجل في التشريعات البيئية الدولية وخطوة إيجابية للتحول نحو الإقتصاد الأخضر، غير أنها من جهة أخرى تؤثر على اسواق النفط وحتى على النمو الإقتصادي، خاصة في الدول النامية.

خطة البحث: للإجابة على الإشكالية وكذا الأسئلة الفرعية إرتأينا تقسيم هذه الورقة البحثية إلى تسعة محاور أساسية:

- 1. الإطار النظري للجباية البيئية وغازات الدفيئة؛
 - 2. آليات تسعير الكربون و أشكاله؛
 - 3. تسعير الكربون: بين الحماس والمعارضة؛
- 4. تحليل معطيات إنبعاثات غازات الدفيئة على مستوى بعض الدول العربية؛
- 5. الإجراءات المتخذة في الدول العربية لتطبيق آليات تسعير الكربون والحد من إنبعاثات غازات الدفيئة؛
 - 6. تقييم الإجراءات المتخذة على مستوى الدول العربية موضوع الدراسة؛
- 7. إنعكاسات سياسات تسعير الكربون على سوق النفط والإجراءات المعاكسة المتخذة من طرف الدول العربية؛
 - 8. بدائل أخرى لآليات تسعير الكربون للحد من إنبعاثات غازات الدفيئة؛
 - 9. أثر تداعيات جائحة كورونا على إنبعاثات غازات الدفيئة العالمية وعلى سوق النفط.

منهجية الدراسة:

يستخدم البحث المنهج الوصفي الذي تم إثراؤه بالتحليل والاستقراء بما يتناسب مع موضوع الدراسة حيث يدرس مدى فاعلية تطبيق تسعير الكربون في الدول للوصول الى بيئة سليمة بالتوازي مع تحقيق أهداف التتمية المستدامة، وكذا أثرها على سوق النفط بالإضافة إلى تداعيات جائحة كورونا كوفيد-19. ويتم توضيح ذلك من خلال عرض بعض الإحصائيات وتحليلها، بالإضافة إلى منهج دراسة الحالة، وذلك من خلال دراسات تجريبية لبعض الدول العربية، وقد إخترنا عينة من دول الشرق الأوسط وهي السعودية، الإمارات العربية و مصر، وعينة أخرى من دول المغرب العربي وهي الجزائر، تونس والمغرب، وموقفها من تطبيق تسعير الكربون من عدمه لتحقيق الهدف المأمول وهو بيئة نظيفة وخالية من الكربون وتتمية مستدامة.

1. الإطار النظري للجباية البيئية وغازات الدفيئة:

سوف نتطرق فيما يلي للإطار النظري للجباية البيئية، بداية بفكرة "التكلفة البيئية" ومبدأ "الملوث يدفع" التي تعتبر أصل أو أساس نشأة الضريبة البيئية، ثم سنحاول التعريف بغازات الدفيئة وكذا الأخطار التي تتسبب فيها سواء على البيئة أو على التتمية، والتي أدت إلى إقتراح فرض ضرائب عليها من خلال ما يسمى "تسعير الكربون":

1.1 "التكلفة البيئية" ومبدأ "الملوث يدفع":

يتم تعريف التكلفة البيئية على أنها قيمة الضرر البيئي الذي تسببه المنشآت الإقتصادية للبيئة المحيطة بسبب عمليات التشغيل أو التصنيع أو بسبب إنتاجها للمنتجات التي تضر بالبيئة عند إستهلاكها أ. يمكن حساب التكلفة البيئية من خلال تقدير التدهور في نوعية حياة الناس مثل التعرض للأمراض الناتجة عن التلوث البيئي وتكلفة العلاج وكذلك خسارة سنوات العمل والحياة بسبب الأمراض، بالإضافة إلى تراجع جودة البيئة كتراجع قيمة ونوعية الموارد البيئية (التربة، الهواء، الماء والتنوع البيويوجي)، خاصة مصادر الطاقة غير المتجددة، وكذا ضياع الفرص والميزات البيئية مثل المعايير الجمالية للمناطق السياحية 2.

يسمح تطبيق مبدأ "الملوث يدفع" بِحثَ المنشآت الإقتصادية على تعديل سياسات الإنتاج وإدخال تقنيات نظيفة أكثر تماشيا مع المسؤولية القانونية والبيئية. كما تعتمد الضرائب البيئية أيضًا على فكرة أن إستهلاك الأفراد والشركات يعتمد على سعر المنتجات المعروضة، فعندما يرتفع سعر المنتج الملوث بعد تطبيق الضريبة ، ينخفض استهلاك هذا المنتج .

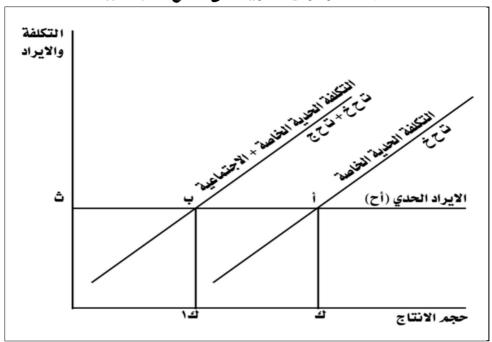
يعتبر الاقتصادي "بيجو" في كتابه " إقتصاديات الرفاه" عام 1920، أول من حاول اقتراح ضرائب على الأنشطة المسببة للتلوث تكون مكافئة للتكلفة، وهي عبارة عن الفرق بين التكلفة الحدية الخاصة التي تتحملها المنشأة

¹⁻ الخولي نضال أحمد، إجراءات القياس والمعالجة المحاسبية والابلاغ المالي لتكاليف البيئة: بالتطبيق على عينة مختارة من الشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية، رسالة ماجستير غير منشورة. عمان، الأردن، 2004، ص 37.

²-محمد علي سيد أمبابي، الإقتصاد والبيئة، المكتبة الأكاديمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 1998، ص70.

³ -Jean-Paul Métailié & Georges Bertrand, Les mots de l'environnement, Edition Presses Universitaires de Mirail, France, 2006, p90.

الاقتصادية، والتكلفة الحدية الاجتماعية للسلوك الملوث التي يتحملها المجتمع بشكل عام وعرفت باسمه¹ (Pigouvian tax). كما هو موضح في الشكل التالي:



شكل 01: أثر فرض الضريبة على المنتج الملوث للبيئة.

المصدر: أيمان عطية ناصف، مبادئ إقتصاديات الموارد البيئية، جامعة الإسكندية، المكتب الجامع الحديث، 2008، ص291.

مبدأ عمل الضريبة البيئية: بناءً على الشكل السابق ، يمكن شرح أثر تطبيق الضريبة البيئية على النحو التالي:

- → يتم تحديد حجم الإنتاج عند النقطة (ك) إذا كان المنتج يحدد حجم إنتاجه على أساس التكلفة الحدية المساوية للإيرادات الحدية، حيث يتم تحديد التوازن في النقطة (أ)، وهي النقطة التي تمثل تقاطع الإيرادات الحدية (إ.ح) مع التكلفة الحدية الخاصة (ت.ح.خ)؛
- → إذا تم فرض ضريبة بيئية وإلزام المُنتِج بتحمل التكلفة الحدية الإجتماعية (ت.ح.ج)، فإن التكلفة تزيد بنفس قيمة التكلفة الإجتماعية، وبالتالي ينتقل منحنى التكلفة الحدية الخاصة نحو اليسار بمقدار التكلفة الحدية الإجتماعية (الضريبة)، وهنا تنتج نقطة جديدة للتوازن (ب)، وينخفض حجم الإنتاج التوازني إلى النقطة (ك1).

إقتصاديا، يمكن تفسير ذلك أنه في حالة أخذ التكلفة الحدية الإجتماعية الناتجة عن التلوث البيئي بعين الإعتبار، فإن ذلك يؤدي إلى خفض الإنتاج المتعلق بالأنشطة الملوثة بالبيئة، وبالتالي إنخفاض حجم التلوث الناتج عنه، والعكس بالعكس. 2 تتمثل ميزة مبدأ "الملوث يدفع" في أنه يسمح بإدراج العوامل الخارجية في تكلفة المنتج أو

¹⁻ رمضان محمد مقلد، إقتصاديات الموارد البيئية، الدار الجامعية، الإسكندرية-مصر، 2004، ص396.

²⁻ عقيل حميد جابر الحلو، عبد الرسول جابر إبراهيم، حيدر حسين عذافه، الأثار الإقتصادية للتلوث البيئي: المخاطر والتكاليف والمعالجات-العراق حالة دراسية، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والإقتصادية، العراق، المجلد 15، العدد1، سنة 2013، ص55.

الخدمة. من وجهة نظر محاسبية، العوامل الخارجية هي التأثيرات البيئية أو الاجتماعية أو الاقتصادية ، سواء كانت إيجابية أو سلبية، للأنشطة البشرية، والتي لا تتعكس في سعر بيع السلع أو الخدمات.

وقد تبنت الدول مبدأ فرض هذه الضريبة، لا سيما بعد المؤتمرات الدولية لحماية البيئة مثل مؤتمر ريو دي جانيرو عام 1992 ومؤتمر كيوتو عام 1997 ، حيث أقرت فيها مبدأ فرض ضريبة خضراء أو ضريبة التتمية المستدامة، أ وتعتبر السويد أول بلد بدأ العمل بهذه الضرائب سنة 1991، تبعتها بعد ذلك الكثير من الدول الأوروبية كما يوضحه الجدول التالي:

·05= 0= · · · · · · · · · · · · · · · · · ·							
وعاء الضرائب	السنة	البلد					
إنبعاثات الكربون والكبريت	1991	السويد					
مبيعات وقود المحركات، الفحم، الكهرباء، المياه، فرق المخلفات.	1994	الدانمارك					
مبيعات وقود المحركات	1995	إسبانيا					
مبيعات الغاز الطبيعي والكهرباء	1996	هولندا					
مبيعات الطاقة	1999	ألمانيا					
مبيعات الوقود الأحفوري.	1999	إيطاليا					
مبيعات الطاقة، مقالب القمامة، مبيعات المياه المنازل.	2000	فرنسا					

جدول 01: تطبيق الضرائب البيئية في بعض الدول.

المصدر: عمرو محمد السيد الشناوي، تقويم الضريبة كأداة لسياسة حماية البيئة، مجلة العلوم القانونية والإقتصادية، العدد 49، كلية المصدر: عمرو محمد الحقوق، جامعة المنصورة، مصر، 2011، ص 435.

2.1.مخاطر تلوث الهواء:

تعتبر البيئة جزءًا لا غنى عنه من عمليات الإنتاج والتصنيع ، وجزءًا أساسيًا من المدخلات اللازمة لأي نظام أو نموذج إنتاج ، ولكن المفارقة أن الصناعة تساهم بشكل كبير في زيادة مستوى التلوث البيئي، لأن هناك علاقة وثيقة ومباشرة بين النمو الصناعي وزيادة مستوى تلوث مصادر المياه والبحار والهواء والأرض. وتجدر الإشارة إلى أن التلوث الصناعي من أخطر أنواع التلوث وخاصة من مصدر كيميائي، لأن العديد من المواد الكيميائية شديدة التحمل ولا تذوب في ظل الظروف الطبيعية العادية، لذا فإن التأثير الضار لهذه المواد يستمر لفترة طويلة².

حسب منظمة الصحة العالمية، فإن 90 % من سكان العالم يتنفسون هواء ملوثا يتجاوز المستويات المقبولة التي تحددها المبادئ التوجيهية للمنظمة. مع العلم أن التعرض للجزيئات الدقيقة في الهواء الملوث تخترق عمق الرئتين و نظام القلب والأوعية الدموية، مسببة أمراضًا مثل السكتة الدماغية وأمراض القلب وسرطان الرئة ومرض الانسداد الرئوي المزمن والتهابات الجهاز التنفسي، بما في ذلك الالتهاب الرئوي.

2- ستيفن سميث، الإقتصاد البيئي: مقدمة قصيرة جدا ، ترجمة إنجي بنداري، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، مصر، الطبعة الأولى، 2014، ص 97.

¹⁻ عبود سالم محمد، مدخل إلى محاسبة التكاليف البيئية، جامعة بغداد، دار الدكتور للعلوم الإدارية والإقتصادية، 2011، ص193.

ويؤدي تلوث الهواء إلى وفاة مبكرة لحوالي 7 ملايين شخص سنويا، حيث يتسبب في حوالي ربع (24٪) جميع إجمالي وفيات البالغين بسبب أمراض القلب، و بنفس النسبة تقريبا (25٪) من الوفيات الناجمة عن السكتة الدماغية والأمراض غير السارية، 43٪ من الوفيات بسبب مرض إنسداد الرئة المزمن و 29٪ من إجمالي الوفيات بسرطان الرئة، كما أنه يقلل من متوسط العمر المتوقع حوالي ثلاث سنوات. 1

بالإضافة إلى أن أكثر من 90% من الوفيات المرتبطة بتلوث الهواء تحدث في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، لا سيما في آسيا وأفريقيا، تليها البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل في منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط، أوروبا والأمريكيتين. كما تتحمل البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل عبء الأمراض ذات الصلة بالتلوث، حيث يرتبط حوالي 20 % من العبء الكلي للمرض في البلدان النامية بعوامل المخاطر البيئية.

ويؤكد الخبراء أن ارتفاع درجات حرارة المحيطات يزيد من قوة الأعاصير والعواقب الأخرى للتغير المناخي الذي يسببه الإنسان – من الجفاف الشديد في القرن الأفريقي إلى الفيضانات الشديدة في آسيا – مما يحرم ملايين الناس الغذاء الأساسي والمأوى.

3.1 غازات الدفيئة (GHG) ومخاطرها على البيئة والتنمية:

غازات الدفيئة عبارة عن غازات في الغلاف الجوي تمتص الأشعة تحت الحمراء التي تصدر من الأرض، مما يقلل من إنتقال الحرارة من الأرض إلى الفضاء وبالتالي تؤدي إلى تسخين جو الأرض، أو ما يسمى بظاهرة الإحتباس الحراري أو الإحترار. ويمكن تعريف غازات الدفيئة على أنها مواد كيميائية تتميز بطول العمر والتي يمكن أن تبقى في الجو لمئات السنين، إن لم تكن آلاف السنين².

ويمثل ثاني أكسيد الكربون CO2 ما يعادل 74٪ من إنبعاثات غازات الدفيئة، الميثان CH4 ٪) وأكسيد الآزوت N2O (6,2 الآزوت N2O)، وهي بالتالي مسؤولة عن 97,2٪ من التأثيرات. بينما الغازات الأخرى – وهي مركبات الكربون الهيدروفلورية HFC ، مركبات الكربون المشبعة بالفلور أو الهيدروكربونات المشبعة بالفلور وسداسي فلوريد الكبريت أو SF6 وأخيراً ثاني اكسيد النيتروجين – فإنها لا تشكل سوى %2 من الإنبعاثات العالمية من غازات الدفيئة.

لتسهيل المقارنة، يتم تقريب جميع غازات الدفيئة إلى نفس المعادل وهو ما يسمى غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ، وهي طريقة لقياس انبعاثات غازات الدفيئة تأخذ في الاعتبار قدرة التسبب بالاحترار لكل غاز بالنسبة لغاز ثاني أكسيد الكربون بالكيلو طن، وفقًا "لإمكانية الاحترار العالمي"، على أساس معامل أو مضاعف أنشأته IPCC (الهيئة الحكومية الدولية المعنية تغير المناخ): 1 لثاني أكسيد الكربون و 25 للميثان و 298 لأكسيد الآزوت.

عدد خاص بجائزة أوابك العلمية لعام 2020

¹⁻الموقع الرسمي لمنظمة الصحة العالمية: www.who.int

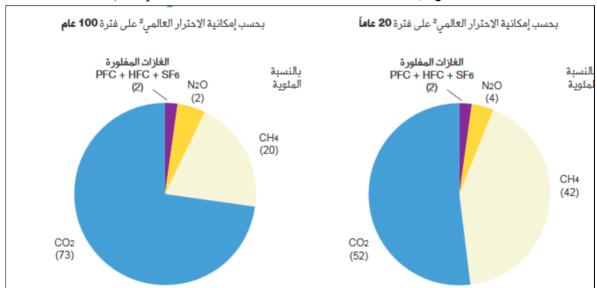
²- ستيفَّن سميثُ الإقتصاد البيئي: مقدمة قصيرة جدا ، ترجمة إنجي بنداري، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، مصر ، الطبعة الأولى، 2014، ص96.

3 -Mengpin Ge & Johannes Friedrich, 4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Countries and Sectors, World Resources Institute, February 06,2020. Disponible sur: (consulté le 03/11/2020).

https://www.wri.org/blog/2020/02/greenhouse-gas-emissions-by-country-sector

ويشكل قطاع الطاقة مصدرا لما يقرب من ثلاثة أرباع الانبعاثات العالمية، يليه قطاع الزراعة. بتقسيم قطاع الطاقة إلى قطاعاته الفرعية، يمثل إنتاج الكهرباء والحرارة الجزء الأكبر من الانبعاثات، يليه النقل والتصنيع. وفي دراسة أجريت سنة 2018، تبين أن 8% من الإنبعاثات الغازية في العالم ناجمة عن النشاط السياحي، وأن لحركة النقل الجوي نصيب الأسد في هذا الشأن.

الشكل الموالى يبين توزيع الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة بحسب الغازات في العام 2010.



شكل 02: توزيع الإنبعاثات العالمية لغازات الدفيئة بحسب الغازات في العام 2010.

المصدر: وزارة البيئة والتتمية المستدامة والطاقة & معهد إقتصادات المناخ، الأرقام الرئيسية للمناخ في فرنسا والعالم، إصدار . 13.

نتيح إمكانية الاحترار العالمي (GWP) على مدى فترة زمنية مقارنة مساهمات غازات الدفيئة المختلفة في الاحتباس الحراري، غالبًا ما تكون الفترة المختارة هي 100 عام. ومع ذلك ، فإن هذا الاختيار يقلل من تأثير بعض الغازات على المدى القصير، لهذا السبب غالبًا ما يكون اختيار الفترة 20 عامًا

توقعت منظمة العمل الدولية التابعة للأمم المتحدة في يوليو 2019 أن يؤدي الاحتباس الحراري ، من خلال التسبب في إرتفاع الإجهاد الحراري في الزراعة والقطاعات الصناعية الأخرى، إلى خسائر في الإنتاجية تعادل 80 مليون وظيفة بحلول عام 2030. وقالت المنظمة أيضا، إنه في عام 2030 ، يتوقع أن تضيع 2.2٪ من إجمالي عدد ساعات العمل في جميع أنحاء العالم بسبب ارتفاع درجات الحرارة ، وفقًا للتوقعات المستندة إلى درجة حرارة عالمية تبلغ 1.5 درجة مئوية بحلول نهاية القرن، وقد بلغت الخسائر الاقتصادية 2.4 تريليون دولار في جميع أنحاء العالم بسبب تغير المناخ.

الجدول الموالي يبين مجموع عدد ساعات العمل الضائعة بسبب إرتفاع درجات الحرارة 2000-2019.

ر ساعة).	(الوحدة: مليار	2000 و 2019	لعمل الضائعة لسنتى	جدول 02: عدد ساعات ا
----------	----------------	-------------	--------------------	----------------------

عدد ساعات العمل الضائعة	ات العمل	عدد ساء		
للفرد الواحد-2019	الضائعة سنة 2019		عدد ساعات العمل	الدول
	النسب %	العدد	الضائعة سنة 2000	
111,2	39,1	118,3	75,0	الهند
24,5	9,4	28,3	33,4	الصين
148,0	6,0	18,2	13,3	بنغلادش
116,2	5,6	17,0	9,5	باكستان
71,8	5,0	15,0	10,7	أندونيسيا
160,3	4,1	12,5	7,7	فيتنام
164,4	3,2	9,7	6,3	تايلاندا
66,7	3,1	9,4	4,3	نيجيريا
71,4	1,9	5,8	3,5	الفيليين
23,3	1,3	4,0	2,8	البرازيل
202,2	0,7	2,2	1,7	كمبوديا
7,1	0,7	2,0	1,2	الولايات المتحدة الأمريكية
17,4	0,6	1,7	0,9	المكسيك
27,5	19,3	58,3	28,7	بقية العالم
52,7	100 %	302,4	199,0	المجموع

المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات:

The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises (https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(20)32290-X.pdf)

الجدول السابق يبين أن ساعات العمل الضائعة بسبب التغير المناخي وإرتفاع درجات قد إزدادت بنسبة %51,95 خلال الفترة 2000–2019، وتعد الهند أكبر دولة تضررت من هذه الخسارة، غير أن كمبوديا هي التي سجلت أكبر معدل لعدد ساعات العمل الضائعة للفرد الواحد، تليها كل من تايلاندا والفيتنام، وقد بلغ إجمالي عدد ساعات العمل الضائعة لسنة 302,4 :2019 مليار ساعة.

2. آليات تسعير الكربون و أشكاله :

سنتطرق فيما يلي إلى مبدأ عمل آليات تسعير الكربون بإعتبارها جزءا من الجباية البيئية، ثم إلى أنواع تسعير الكربون والفروقات بينها:

1.2 مبدأ عمل آليات تسعير الكربون:

يهدف تسعير الكربون – كما هو الحال بالنسبة للضرائب البيئية الأخرى – ، من خلال جعل الملوثين يدفعون بما يتناسب مع انبعاثاتهم ، إلى تغيير سلوكهم وتوجيه مشترياتهم واستثماراتهم، إذ يؤدي تأثيره على المنتجات النهائية إلى زيادة سعرها بما يتناسب مع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن إنتاجها و / أو استخدامها ، وبالتالي تفضيل المنتجات التي تسبب أقل انبعاثات. يمكن أن تساعد الزيادة التدريجية والمبرمجة في الضريبة على توجيه الاستثمارات على المدى الطويل، مما يمنح المستهلكين والشركات الوقت الكافي للتكيف.

هناك العديد من المسارات التي يمكن أن تتخذها الحكومات لتسعير الكربون ، وكلها تؤدي إلى نفس النتيجة. يبدأون في التقاط ما يُعرف بالتكاليف الخارجية لانبعاثات الكربون – التكاليف التي يدفعها المواطنون بطرق أخرى ، مثل الأضرار التي تلحق بالمحاصيل وتكاليف الرعاية الصحية من موجات الحرارة والجفاف أو الممتلكات من الفيضانات وارتفاع مستوى سطح البحر – و ربطهم بمصادرهم من خلال سعر الكربون.

2.2.أشكال تسعير الكربون:

يوجد نوعان رئيسيان لآليات تسعير الكربون: أنظمة تداول الانبعاثات (ETS) وضرائب الكربون، سنحاول فيما يلى إعطاء نبذة عنهما مع ذكر الفروقات بينهما:

1.2.2 نظام تداول (أو تجارة) الإنبعاثات:

يسمى أيضا نظم السقوف والمبادلات، يحدد هذا النظام – الذي يشار إليه أحيانًا بنظام الحد الأقصى والمتاجرة – المستوى الإجمالي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويسمح لتلك الصناعات ذات الانبعاثات المنخفضة ببيع حصصها الإضافية للصناعات ذات الإنبعاثات الأكبر. من خلال إنشاء العرض والطلب على مخصصات الانبعاثات، تحدد " أنظمة تداول الانبعاثات " سعر السوق لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. يساعد الحد الأقصى في ضمان إجراء تخفيضات الانبعاثات المطلوبة لإبقاء المنبعثات (بشكل إجمالي) ضمن ميزانية الكربون المخصصة مسبقًا.

ويعتبر مصطلح« بورصة الكربون » من المصطلحات الحديثة. إذ يتم من خلالها شراء وبيع رخص الكربون لتمكين البلدان والشركات والأفراد من الوفاء بالتزاماتهم الطوعية أو المطلوبة بتخفيض الانبعاثات حسب برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. وتضم أكبر البورصات العالمية، سوق المتاجرة في الانبعاثات التابع للاتحاد الأوروبي وبورصة شيكاغو الأمريكية والبورصة الأسترالية.

2.2.2. ضريبة الكربون:

تحدد ضريبة الكربون سعرًا مباشرًا على الكربون من خلال تحديد معدل الضريبة على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو - بشكل أكثر شيوعًا - على محتوى الكربون في الوقود الأحفوري. إنه يختلف عن نظام تداول الإنبعاثات من حيث أن نتيجة خفض الانبعاثات لضريبة الكربون ليست محددة مسبقًا ولكن سعر الكربون كذلك.

وتجدر الإشارة إلى أن ضريبة الكربون تختلف عن الضريبة المفروضة على أنواع الوقود المختلفة في عدة دول من العالم، ذلك أنه في حالة هذه الأخيرة لا توجد علاقة مباشرة بين سعر الضريبة المفروضة على أنواع الوقود وبين

محتوى الكربون في كل نوع من أنواع الوقود، مما يجعلها غير فعالة للحفاظ على البيئة، بل يتم فرضها الأغراض أخرى 1 . وتعتبر ضرائب الكربون مفيدة للغاية كأدوات داخلية ولا سيما في المصادر ذات الانبعاثات المتناثرة كالنقل.

3.2.2. ضريبة الكربون أم اسواق الكربون:

في البداية، يجب أولا تحديد الفرق بين الاثنين، يتمثل الاختلاف الرئيسي بين ضريبة الكربون ونظام تداول الانبعاثات في أنه مع ضريبة الكربون، تحدد الحكومة السعر وتسمح للسوق بتحديد مقدار الانبعاثات، بينما مع نظام تداول الانبعاثات، تحدد الحكومة مقدار الانبعاثات و تسمح للسوق بتحديد السعر. توجد أيضًا أنظمة هجينة، والتي تجمع بين عناصر كلا الآليتين، في أشكال مختلفة، على سبيل المثال، نظام تداول الانبعاثات مع حد أدني وسقف للسعر، أو مخططات ضريبية تقبل تخفيضات الانبعاثات لخفض الالتزامات الضريبية2. تُستخدم ضريبة الكربون أيضًا في قطاعات وإسعة النطاق مثل النقل والبناء بينما يتم استخدام نظام تداول الانبعاثات في القطاعات الصناعية المركزة مثل الأسمنت والكهرباء.

ويمكن للبلدان تطبيق سعر على الكربون بطرق مختلفة، كما يمكنها البدء من مستويات مختلفة في الأسعار تبعا للأوضاع السياسية المحلية وسماتها الاقتصادية، بما في ذلك مستوى الدخل وكفاءة استخدام الطاقة وأهمية الصناعات كثيفة الاستخدام للطاقة في الاقتصاد3. ويتيح تسعير الكربون منفعة مضاعفة :فهو يتيح منافع بيئية ويعبئ الإيرادات بكفاءة، مما يجعل من الممكن إجراء مزيد من التخفيضات على الضرائب المتفاوتة، كالضرائب على العمل أو رأس المال⁴.

ولقد تبنت العديد من الدول آليات مختلفة لتسعير الكربون، أهمها نظام تداول الإنبعاثات في الصين والإتحاد الأوروبي، ضرائب الكربون في النرويج، غرامات الكربون في اليابان والتي تفرض غرامة على مصدر التلوث وفي المقابل تقدم دعما ماليا للشركات التي تبذل جهدا للحد من التلوث، بالإضافة إلى الأساليب غير المباشرة لتسعير الكربون والمتمثلة في الضرائب على الوقود ورفع الدعم عن الوقود الإحفوري كما هو الحال بالنسبة للإمارات، والمدفوعات مقابل تخفيض الإنبعاثات والتعويضات...وغيرها 5.

3.2. تكييف آليات تسعير الكربون:

في مواجهة المعارضة الشديدة لآليات تسعير الكربون، اتجهت مفوضية الاتحاد الأوروبي في بروكسل إلى إدخال تعديلات من شأنها أن تأخذ في الاعتبار ظروف البلدان الأضعف اقتصاديًا، وقد اعتمد التعديل على استخدام معيارين لقياس القدرة على فرض الضريبة:

أولاً: نصبب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛

¹ -Erick Lacappelle and Sustainable Prosperity, The Hidden Factor in climate policy: Implicit Carbon Taxes, Policy Brief, Sustainable Prosperity, feb.2011, p1.

² -The world bank group. (2016). Emissions trading in practice: a handbook on design and implementation. [Accessed 05/12/2020] Available World .Web: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23874/ETP.pdf?sequence=11&isAllowed=y

⁻Idem.

⁴ -Idem.

⁵ -Blazquez,J. & Moreno, J., Curbing Carbon Emissions: Is a carbon tax the most efficient levy!, KAPSARC, King Abdullah petroleum Studies and Research Centre, KSA, 2017, p3.

والثاني هو نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي.

ذلك أن انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ ترتبط بعدد السكان وحجم النشاط الاقتصادي في كل دولة، فعند تساوي جميع العوامل الأخرى، يصدر عدد أكبر من السكان المزيد من غازات الدفيئة، كما أن النمو الاقتصادي يؤدي إلى زيادة في الانبعاثات، على الأقل في ظل ظروف الإنتاج والاستهلاك المستقرة.

يختلف الشكل الجديد للضريبة عن النموذج القديم، حيث استخدم الاقتراح القديم فئات ضريبية ثابتة لكل نوع من أنواع الوقود، بينما يترك الاقتراح الجديد لكل دولة حرية اختيار ما تراه مناسبا من بين هذه الفئات الضريبية. ومع الإطار العالمي المنسق في دول الاتحاد، فإن الاقتراح الجديد لا يخرج عن الهدف المعلن سابقاً، وهو الوصول في النهاية إلى مستوى ضريبة الكربون البالغ 10 دولارات لما يعادل برميل من النفط.

كما إقترحت مجموعة القادة والبنك الدولي على الدول النامية الرافضة لتطبيق تسعير الكربون أن تلجأ إلى تخفيض الدعم الموجه للوقود الأحفوري، كمساهمة منها ولو بطريقة غير مباشرة في تكلفة مكافحة تغير المناخ. ففي دراسة أجرتها وكالة الطاقة الدولية، بينت أن إلغاء الدعم على الطاقة الأحفورية يؤدي إلى تقليل الإنبعاثات بحوالي 10%.

3. تسعير الكربون: بين الحماس والمعارضة

إختلفت توجهات الدول بين مؤيدة لتطبيق تسعير الكربون ودول معارضة له، من أبرزها الدول المنتجة للنفط التي ترفضه على نحو واسع، كما توجد نزاعات بشأنه في أوروبا. ذلك أنه كثيرا ما يتم الربط بين آليات تسعير الكربون وتحقيق التنمية المستدامة، نظرا لمخاطر الكربون وغازات الدفيئة ككل على التنمية، غير أن هناك من يرى أن هذه العلاقة مجرد ذريعة لتحقيق مصالح بعض الدول على حساب الأخرى.

1.3 تسعير الكربون: من أجل البيئة والتنمية معا

إن أنظمة تسعير الكربون، ترسل إشارات طويلة الأجل للشركات من خلال خلق حوافز للحد من السلوكيات المسببة في التلوث والاستثمار في خيارات الطاقة النظيفة وإبتكار أساليب منخفضة الانبعاثات أ. كما يساعد تسعير الكربون في إعادة عبء الضرر إلى المسؤولين عنه، والذين يستطيعون تقليله. إذ، يعطي تسعير الكربون إشارة اقتصادية ويقرر الملوثون بأنفسهم ما إذا كانوا سيوقفون نشاطهم الملوث ، أو يقللوا الانبعاثات ، أو يواصلوا التلوث ويدفعون مقابل ذلك . بهذه الطريقة ، يتم تحقيق الهدف البيئي العام بالطريقة الأكثر مرونة والأقل تكلفة للمجتمع . يحفز تسعير الكربون أيضًا التكنولوجيا النظيفة وابتكار السوق ، مما يغذي محركات جديدة منخفضة الإنبعاثات الكربونية للنمو الاقتصادي.

إن الإيرادات الكبيرة التي يمكن تحصيلها من تسعير الكربون، والتي تقدر ب1% إلى 3% من الناتج المحلي، يمكن أن تساهم في تمويل الإعانات للأسر الأكثر تضررا من آثار الزيادة في أسعار الطاقة، بالإضافة إلى تعويض الشركات والإستثمارات في البنية التحتية للطاقة النظيفة، وبالتالي الوصول في نهاية المطاف إلى تحقيق أهداف التتمية

¹⁻مجموعة البنك الدولي، 5 وسائل للحد من أسباب تغير المناخ، 18 مارس 2015، متاح على الرابط: https://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2015/03/18/5-ways-reduce-drivers-climate-change

المستدامة 1. لكن في المقابل لابد من تفعيل آليات مكافحة الفساد وإرساء أسس الحوكمة الرشيدة وخلق بيئة إيجابية لممارسة الأعمال حتى يقوم القطاع الخاص بالدور المنوط به.

فعلى سبيل المثال، حين طبقت السويد ضريبة على الكربون في عام 1991، حصلت الأسر ذات الدخل المنخفض والمتوسط على تحويلات أكبر وتخفيضات ضريبية أعلى ساهمت في تعويضها عن ارتفاع تكاليف الطاقة. وهذا التحول في السياسة المتبعة كان فعالا في تخفيض انبعاثات الكربون في السويد بنسبة 25% منذ عام 1995، بينما حقق اقتصادها نموا بأكثر من 75%.

من جانب آخر، فإن تطبيق الضرائب على أنواع الوقود ذات الإنبعاثات الكربونية الكثيفة تسمح بتقليل فرض الضرائب الأخرى التي تضر قد بالأداء الإقتصادي (كالضرائب على اليد العاملة، على رأس المال، على الأرباح..)، الأمر الذي يتطلب إصلاحات جوهرية وعقلانية في أنظمة الضرائب.

كما أن سهولة تطبيق ضرائب الكربون بشكل عام نظرا لإمكانية تحميلها على ضرائب الوقود القائمة، والتي يسهل تحصيلها في معظم البلدان، يجعلها أكثر عدالة من غيرها من الضرائب (كالضرائب على الدخل والأرباح)، نظرا لكون القطاعات غير الرسمية تحد كثيرا من حجم الإيرادات التي يمكن تحصيلها نظرا لإنتشار ظاهرتي الغش والتهرب الضريبيين خاصة في الدول النامية مع ضعف أجهزة الرقابة.

ذلك أن مصادر الانبعاثات الكربونية هي مصادر مركزة، مما يجعل التهرب من ضرائب الكربون أمرا بالغ الصعوبة. ففي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، يمكن تحصيل الضرائب على 80 في المائة من الانبعاثات من خلال مراقبة ما يقل عن 3 آلاف نقطة، وخاصة مصافي النفط، ومناجم الفحم، وحقول الغاز الطبيعي. وفي السويد، التي تطبق ضريبة على الكربون منذ عام 1992، تقل نسبة التهرب الضريبي عن 1 في المائة للكربون، وهو ما يقل كثيرا عن ضريبة القيمة المضافة. وفي المملكة المتحدة، تبلغ نسبة التهرب من ضرائب الطاقة حوالي 2 %، وهو أقل بكثير من نسبة التهرب من ضريبة الدخل التي تبلغ 17% 2.

ومن جانب آخر، فإن تكاليف الحد من التلوث لا تمثل إلا جزءا صغيرا من تكلفة الإنتاج لمعظم الصناعات، إذ تعتبر عوامل أخرى مثل توافر رأس المال والعمالة الماهرة أو القرب من الأسواق محددات أكثر أهمية من موقع الشركة والقدرة على المنافسة³. حيث تساهم الموارد التي تأتي من خطط تسعير الكاربون في جذب المزيد من فرص العمل

¹⁻صندوق النقد الدولي، نقل الأموال لتمويل خطة 2030 للتنمية المستدامة، كلمة السيد ديفيد ليبتون، مدير عام صندوق النقد الدولي بالنيابة، الأمم المتحدة، نيويورك، 26 سبتمبر 2019. متوفر على:

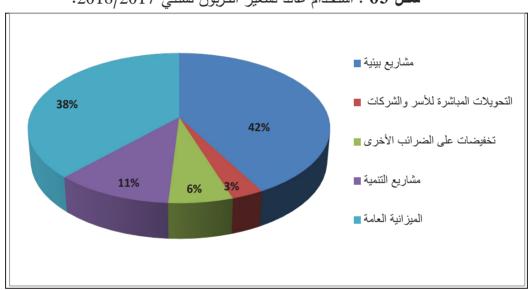
https://www.imf.org/ar/News/Articles/2019/09/26/sp092619-moving-the-money-to-finance-the-2030-agenda-for-sustainable-development

²⁻ مجموعة البنك الدولي، من أَجل تنمية خالية من الكربون: تحديد التكاليف الحقيقية للانبعاثات الكربونية ووضع السياسات المناسبة، ص2، متوفر على الرابط: https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/dd/decarbonizing-dev-policy-note-2-policiesArabic.pdf

³ -Copela.B, "International Trade and Green Growth." World Bank, background paper for the Green Growth Knowledge Platform conference, Mexico City, January 2012, 12–13.

والاستثمارات من خلال تحسين عوامل أكثر أهمية، مثل التعليم ومهارات العمال أو البنية التحتية، وتخفيض رأس المال وضريبة العمالة، والتي تعتبر مشوهة أكثر من تسعير الكربون¹.

وحسب بيانات البنك الدولي فقد قدرت قيمة الكربون المتاجر فيه أو سوق الكربون العالمية بما فيها ضرائب الكربون ونظام تداول الإنبعاثات 82 مليار دولار في 2018 مقابل 52 مليار في 2017، أي بزيادة قدرها % 57,7. في حين كان يقدر بـ22 مليار دولار سنة 2016 ، وكل المؤشرات تتوقع أن هذا المنحى التصاعدي سيستمر في المدى القريب. وفقًا للبنك الدولي فقد تم تخصيص 42٪ من عائدات تسعير الكربون في 2017/2018 لمشاريع بيئية، فيما تم تقسيم 20٪ على مشاريع تتموية (11٪) ، والتخفيضات على الضرائب الأخرى (6٪) ، والتحويلات الحكومية المباشرة للأسر والشركات (5٪)، وذهبت 38٪ الباقية إلى الميزانية العامة كما هو موضح في الشكل الموالى:



شكل 03: استخدام عائد تسعير الكربون لسنتي 2018/2017.

The World Bank Group, 2020, Carbon pricing leadership report : المصدر: من إعداد الباحثة إنطلاقا من بيانات: 2019/20, World Bank, Washington, DC. p41.

https://www.carbonpricingleadership.org/s/CPLC-Carbon-Pricing-Leadership-Report_2020.pdf

كما ويتيح الانتقال إلى تكنولوجيا أقل تلويثاً ومعتمدة على الطبيعة فرصاً اقتصادية وفرصاً للعمل أيضاً .فالطاقة المتجددة وفّرت فرص عمل لحوالي 9.8 مليون شخص على الصعيد العالمي في عام 2016 ، مقارنة بما يبلغ 5.7 مليون شخص في عام 2012 ، كما تتاح أيضاً فرص اقتصادية ، من بينها فرص عمل، من خلال إعادة تدوير النفايات وإعادة استخدامها .ويتيح الابتكار في قطاع المواد الكيميائية طرقا جديدة لاستخدام الموارد القائمة بتكلفة أقل أو على نحو أكثر إنتاجاً من خلال إيجاد بدائل أكثر أماناً من تلك المستخدمة حالياً .وتشير التوقعات إلى أن مجموع ما يتحقق على نطاق الصناعة من وفورات نتيجة للتطورات في الكيمياء الخضراء قد يبلغ 65.5 بليون دولار ، مما يمثل فرصة في السوق تبلغ قيمتها نحو 100 بليون دولار نهاية عام2020 .

¹⁻ البنك الدولي، تطوير طرق إزالة الكربون :الخطوات الثلاثة لمستقبل خال من الكاربون، 2015، ص38.

2.3. البيئة أم التنمية أولا:

على العكس من ذلك، هناك من يعتقد أن فرض ضريبة لتقليل استهلاك الطاقة من أجل تقليل الملوثات، يؤثر في النهاية بشكل سلبي على اقتصاديات الدول النامية والمتخلفة ويجعلها أكثر فقرا مما هي عليه ، حيث تؤدي هذه الضريبة إلى انخفاض معدلات النمو الاقتصادي ومستويات المعيشة بسبب ارتفاع أسعار الطاقة المنزلية وتكاليف النقل. كما أنهم يعتقدون أن قضايا الفقر والاكتظاظ السكاني لها أولوية أعلى من القضايا البيئية ، حيث أن معالجة هذه القضايا أولاً يمكن أن يساعد في تقليل المخاطر البيئية.

بل حتى آراء العلماء تضاربت في هذا السياق، حيث يرى بين البعض منهم أن التغييرات التي تحدث في درجات الحرارة ما هي إلا تغييرات طبيعية، ولم يتم بعد إثبات العلاقة بين غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة وبين إرتفاع حرارة الغلاف الجوي.

ويعاب على هذه الضريبة أيضا تركيزها على غاز ثاني أكسيد الكربون فقط دون بقية الغازات الدفيئة، بينما لا يتضح إلى الآن أثر هذه الإجراءات الضريبية وفاعليتها في تخفيض نسبة انبعاثات الكربون حيث لا يوجد دليل إحصائي على حتمية ارتباط هذه الضريبة بخفض الانبعاثات، ذلك أنه رغم التزايد السنوي لعدد الدول والمقاطعات التي تبنت فرض تسعير الكربون إلا أن منحني حجم إنبعاثات الكربون لا يزال تصاعديا رغم كل الإجراءات المتخذة على المستوى العالمي. كذلك فإن الحد من انبعاث الكربون لا يكفي لحل مشكلة التلوث، وكان الأفضل أن يؤخذ في الاعتبار معيار "السمية" مثل أكاسيد الكبريت والنيتروجين.

ويرى البعض الآخر أنه في الواقع، لا يكمن المشكل في هذه الضريبة بحد ذاتها، لكن في كونها تضاف إلى رصيد سابق من الضرائب والرسوم المتراكمة ضمن منظومة جبائية تثقل كاهل المستثمرين والمستهلكين على حد سواء، لذا يجب إما الغاؤها وايجاد صيغ أخرى توافقية، واذا كان من الضروري فرضها فليكن مقابل الغاء ضريبة أخرى أو عبء آخر.

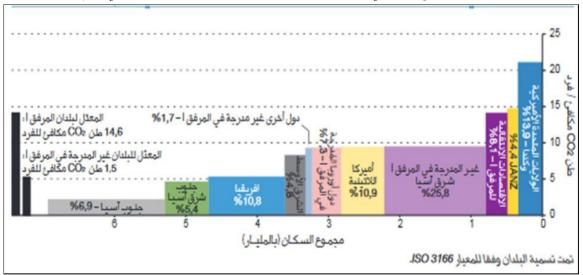
وفي هذا السياق تعتبر أستراليا أول دولة تلغي ضريبة الكربون التي كانت تقدر بـ 24 دولارا استراليا (22 دولارا أمريكيا) لكل طن من الانبعاثات الكربونية. وكانت الضريبة تطبق على نحو 350 شركة أسترالية، وقد تم إلغاؤها في جويلية 2014 بعد أن عدها البعض أنها مسؤولة عن تدمير الوظائف.

وقد تلقى نظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي أيضًا ضربة قوية في أكتوبر 2019، عندما قررت منظمة الطيران المدنى الدولي (ICAO) في 4 أكتوبر 2019 استبعاد سوق الكربون الأوروبي من حساباتها واعتماد نظام تعويض الانبعاثات الخاص بها ، المسمى "نظام موازنة الكربون للطيران المدنى وخفضه" (CORSIA)، كمرجع وحيد لحساب انبعاثات الدول الأعضاء في المنظمة البالغ عددهم 193 دولة. لم تكلل اعتراضات الاتحاد الأوروبي بالنجاح. وواجهت كذلك الضريبة معارضة قوية من الشركات المصنعة في أوروبا بشكل عام وفي فرنسا بشكل خاص، حيث قدرت الخسائر السنوية الناتجة عن فرضها بنحو 1.25 مليار دولار، نتيجة إرتفاع نفقات الإنتاج، الأمر الذي أدى إلى إضعاف القدرة التنافسية لمنتجاتها الموجهة للتصدير.

قوبلت ضريبة الكربون أيضًا بمعارضة قوية من الرباعية الأضعف اقتصاديًا - إسبانيا والبرتغال واليونان وأيرلندا - الذين يعتقدون أن ضريبة الكربون ستعيق جهودها للحاق بالدول الغنية في الاتحاد الأوروبي.

كما تطرح هذه الضريبة مشكل العدالة، ذلك أن المنظومة الإقتصادية في حد ذاتها تتميز بالإجحاف في توزيع الدخل والثروات بين أقلية مؤثرة وغالبية معدمة، ولكلا الطرفين آثاره على البيئة، إذ أن الدول المتقدمة التي تشكل 21 % من سكان العالم تستخدم 75 % من الطاقة و 80 % من المواد الأولية وينتجون 85 % من إجمالي الناتج العالمي، حيث يعادل متوسط الناتج القومي الإجمالي للفرد في الدول المتقدمة 18 مرة مثيله في الدول النامية. ولكل ذلك طبعا آثاره البيئية المختلفة، فالدول المتقدمة هي وراء كافة المشكلات الدولية للبيئة، فهي تتتج 90 % من النفايات الخطرة في العالم، وهي المسؤولة عن 75 % من غازات الإحتباس الحراري ، وقد أكدت الدراسات أن 90 % من المواد المسببة لتآكل طبقة الأوزون يستهلكها 20% من سكان الأرض 1.

الشكل الموالي يبين التوزيع الإقليمي لإنبعاثات غاز الدفيئة بحسب الفرد الواحد في عام 2012.



شكل 04: التوزيع الإقليمي لإنبعاثات غازات الدفيئة بحسب الفرد الواحد في عام 2012.

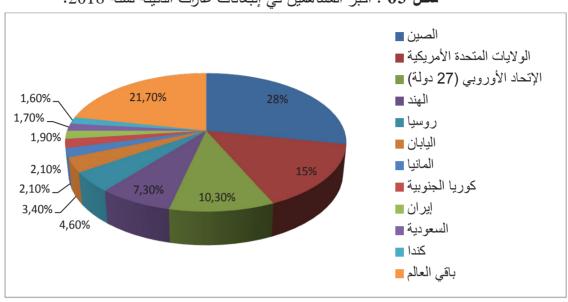
المصدر: وزارة البيئة والتنمية المستدامة والطاقة & معهد إقتصادات المناخ، الأرقام الرئيسية للمناخ في فرنسا والعالم، إصدار 2016، ص 14.

للإشارة فإن 68 ٪ من انبعاثات غازات الدفيئة تأتي من 10 دول فقط ، في حين أن 100 دولة ذات أقل انبعاثات تساهم بأقل من 3٪. بينما لا تتعدى مساهمة قارة إفريقيا 4 ٪ من مجموع الإنبعاثات.

¹⁻تباني أمال، تحديات التلوث الصناعي في العالم: مخاطر بيئية وحلول أكثر عدالة، مجلة أراء حول الخليج، المملكة العربية السعودية، العدد https://www.araa.sa/index.php?option=com_tags&view=tag&id=439 مايو 2020، ص.ص 78-83. متوفر على الرابط:

الشكل الموالى يبين أكبر المساهمين في إنبعاثات غازات الدفيئة:





BP Statistical Review of World Energy 2019, p57: المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf

هذا ويتخوف آخرون أن هناك مخاطر من تحول تجارة الكربون إلى مصدر للربح بدلا من أداة لتحسين المناخ بعد هيمنة الشركات الكبرى والمؤسسات العملاقة على هذه السوق، مما يجعل هذه الآلية تحيد عن الهدف الذي أنشأت لأجله.

4.أثر تداعيات جائحة كورونا على إنبعاثات غازات الدفيئة العالمية وعلى سوق النفط:

في أعقاب تداعيات جائحة كورونا كوفيد -19 وتراجع النشاط الاقتصادي بسبب إجراءات الإغلاق العام التي اعتمدتها عدة دول حول العالم ، مع إغلاق شبكات النقل البري والبحري والجوي بالإضافة إلى آلات الإنتاج كجزء من جهود احتواء الفيروس ، توقع الخبراء ، بقيادة رئيس مشروع الكربون العالمي (GCP) أ، أن حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون قد ينخفض بأكثر من 5٪ على أساس سنوي ، وهو أول انخفاض بعد الأزمة المالية عام 2008 ، حيث انخفض آنذاك به 1.4٪، بل يعتقد أن هذا الوباء هو أكبر تأثيرا من الأحداث والأزمات المختلفة التي عرفها العالم (مثل سقوط الاتحاد السوفيتي ، وأزمات النفط المتتالية ، ...).

يعد قطاع النقل أكبر قطاع سجل انخفاضًا في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 43٪ من إجمالي الانخفاض العالمي، وهي نفس النسبة التي سجلها قطاعي الصناعة والطاقة مجتمعين (43٪ من إجمالي الانخفاض العالمي).

¹⁻ وهو: روب جاكسون، أستاذ علوم نظم الأرض بجامعة ستانفورد-كاليفورنيا.

بينما سجل قطاع النقل الجوي انخفاضًا بنسبة 10٪ فقط حيث يساهم هذا القطاع بنسبة 3٪ فقط من إجمالي الانبعاثات في ظل الظروف العادية¹.

غير أنه تجدر الإشارة إلى ما نتج أيضا عن هذه الجائحة من آثار سلبية كبيرة على نظم الرصد العالمية، الأمر الذي أثر بدوره على جودة خدمات التنبؤ، وغيرها من الخدمات المتعلقة بالطقس والمناخ والمحيطات، حيث عوقت هذه الجائحة القدرة على مراقبة تغيرات المناخ من خلال النظام العالمي للرصد. فحسب تقرير للأمم المتحد فإن تغير المناخ لم يتوقف بسبب فيروس كورونا كوفيد-19، إذ أدى انخفاض عمليات الرصد على متن الطائرات بنسبة 75% إلى 80 % في المتوسط في آذار (مارس) ونيسان (أبريل) إلى تدهور مهارات التنبؤ في نماذج الطقس، كما أنه خلال نفس الفترة تم إستدعاء جميع سفن البحوث الأوقيانوغرافية تقريباً للعودة إلى موانئها، وبالتالي لم تتمكن السفن التجارية من الإسهام في عمليات الرصد الحيوية للمحيطات والطقس، بالإضافة إلى إلغاء أربع دراسات استقصائية –تنفذ مرة واحدة كل عقد-، على جميع مستويات أعماق المحيطات، تتعلق بمتغيرات مثل الكربون ودرجة الحرارة والملوحة وقلوية المياه. كما توقفت فعلياً قياسات الكربون السطحي من السفن، والتي توافينا بتطورات غازات الاحتباس الحراري، مما سيحدث مستقبلا الاضطراب العام في عمليات الرصد ثغرات في السلسلة الزمنية التاريخية للمتغيرات المناخية الأساسية اللازمة لمراقبة تقليبة المناخ وتغيره، وما يرتبط بهما من آثار 2.

كما أنه وحسب ذات التقرير فإن إنخفاض تركيزات غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي لم تكن سوى مؤقتة و "ظرفية"، وهي في طريقها لبلوغ مستويات ما قبل الجائحة، وبالتالي فإن العالم ليس على المسار الصحيح لتحقيق الأهداف المتفق عليها ضمن إتفاق باريس للمناخ، وكما قال الأمين العام لمنظمة الأمم المتحدة «الناس والعالم قد شهدا عاماً غير مسبوق. فقد أحدثت الجائحة (COVID-19) اضطراباً في الحياة على نطاق العالم. وفي الوقت ذاته، تواصل احترار العالم واضطراب المناخ على قدم وساق».

وفي ذات السياق، وحسب المنظمة العالمية للأرصاد الجوية فإن شهر ماي الماضي شهد أكبر زيادة في درجات الحرارة في هذا الوقت من العام وأن مستويات ثاني أكسيد الكربون وصلت إلى مستوى مرتفع جديد على الرغم من التباطؤ الاقتصادي الناجم عن Covid-19. والسبب، وفقًا لمسؤول الأمم المتحدة، هو أن الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان تستمر في الغلاف الجوي لمئات السنين.

على صعيد آخر، فإن تفشي الوباء أدى إلى عرقلة جهود الدبلوماسية البيئية، فقد تم تأجيل مؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخي لعام 2020، كما انه من المتوقع أن تؤدي التداعيات الإقتصادية لهذه الجائحة إلى إبطاء الإستثمار في تكنولوجيا الطاقة الخضراء، ضف إلى ذلك تراجع إهتمام الناس بظاهرة الإحتباس الحراري لصالح مواجهة الجائحة

¹-محمود العيس*وي،* دراسة ترصد تراجعا عالميا في إنبعاثات الكربون نتيجة أزمة كورونا، 21 مايو 2020. متوفر على الرابط:

https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/global-carbon-emissions-decline-during-covid19/ 2- برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تقرير متحدون في العلوم: تغير المناخ لم يتوقف بسبب فيروس كورونا كوفيد-19، 09 سبتمبر 2020، نيويورك/جنيف. متوفر على: www.public.wmo.int/en/resources/united in science

التي اصبحت تعتبر ذات أهمية قصوى كما أن تسارع الدول بعد الجائحة لإعادة إنعاش الإقتصاد العالمي سيتسبب في زيادة إنتاج الغازات الدفيئة المسببة للإحتباس الحراري.

بالنسبة لتأثير جائحة كورونا على أسواق النفط، التي عرفت إنهيارا في الأسعار منذ منتصف سنة 2014 لم تستطع الصعود بعده، واليوم تواجه الدول المنتجة للنفط وضعا أسوأ من ذي قبل، بسبب التداعيات الاقتصادية للأزمة الصحية الناجمة عن فيروس كورونا، والتي أدت إلى تراجع الطلب على النفط وكذا إلى إنخفاض الإنتاج العالمي، فقد أدى تفشى فيروس كورونا إلى خفض الاستهلاك اليومي من النفط الخام بمقدار الثلث هذا العام، ودفعت الآثار الاقتصادية للوباء أسعار النفط إلى أدنى مستوى لها منذ 18 عامًا. كما خفض الكثير المنتجين ميزانية التتقيب بشكل كبير . ويتوقع كثيرون أنه بمجرد تعافي الاقتصاد العالمي قد نشهد ارتفاع الطلب مرة أخرى، المحرك الرئيسي للسعر .

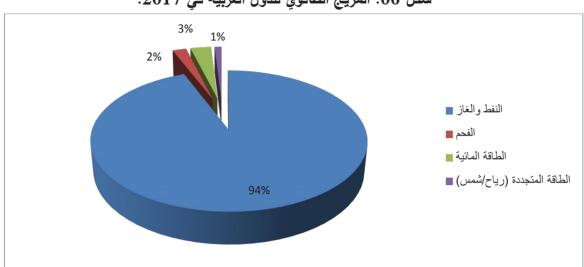
5. تحليل معطيات إنبعاثات غازات الدفيئة على مستوى الدول العربية:

لطالما كانت الدول العربية من أشد المعارضين لسياسات تسعير الكربون، غير أن التطورات التي شهدتها الدول العربية في العقود الأخيرة والتي إتسمت بزيادة ملحوظة في عدد السكان، وما رافقه من نمو اقتصادي مماثل، والذي انعكس بشكل خاص في الزيادة الواضحة في أسطول النقل وصناعة الطاقة، مم أثر سلبا على جودة الهواء بسبب زيادة انبعاثات الملوثات الغازية الناتجة عن احتراق الوقود. كل هذه العوامل مقرونة بضغوط المجتمع الدولي، أدت بمراجعة هذه الدول لموقفها ودفعها إلى إتخاذ إجراءات من شأنها أن تسمح لها -يوما ما- بالوصول إلى تطبيق آليات تسعير الكربون.

لذا سنتطرق فيما يلى إلى نسبة إستهلاك الطاقة الأحفورية مقارنة بباقى مصادر الطاقة الأخرى في الدول العربية، إنبعاثات غازات الدفيئة الكلية في بعض الدول العربية (وهي: السعودية، مصر، الإمارات العربية، المغرب، تونس والجزائر) ، ثم إلى نصيب الفرد الواحد في هذه الدول من إنبعاثات هذه الغازات، وكذا انبعاثات غازات الدفيئة بالنسبة إلى الناتج المحلى الإجمالي:

1.5 إستهلاك الطاقة الأحفورية في الدول العربية:

تعتمد الدول العربية بنحو 94 % على الوقود الأحفوري كمصدر رئيسي لإنتاج الكهرباء ، مع مساهمة ضئيلة من مصادر الطاقة المتجددة، كما هو موضح في الشكل التالي:



شكل 06: المزيج الطاقوي للدول العربية في 2017.

المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات: الإتحاد العربي للكهرباء، النشرة الإحصائية 2017، العدد 26، ص7.

2.5. إجمالي إنبعاثات الغازات الدفيئة في الدول العربية:

وصلت النسبة الكلية لمساهمة الدول العربية في مجموع إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية إلى %8,5 من مجموع الإنبعاثات العالمية، وحسب الإحصاءات المنشورة على قاعدة بيانات المفوضية الأوروبية لسنة 2018، تأتي السعودية في صدارة الدول العربية والثامنة عالميا من حيث إنبعاثات الكربون بنحو 638 ألف طن (% 1,72 من الإنبعاثات العالمية)، تليها على الترتيب كل من مصر، الإمارات، العراق والجزائر.

الجدول الموالي يبين ترتيب الدول العربية من حيث نسب المساهمة السنوية عالميا في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مقاسة بالطن المترى، وفقا لتقرير الاتحاد الأوروبي الصادر في عام 2018:

جدول 03: ترتيب بعض الدول العربية من حيث إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون-2018 (الوحدة: طن متري).

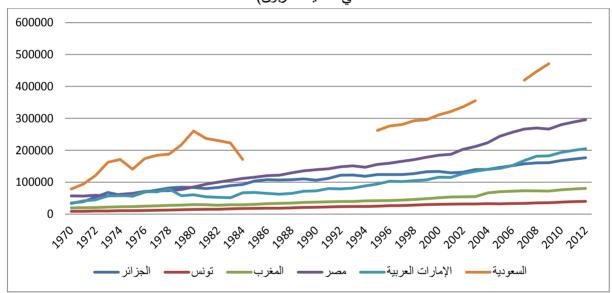
,	₩		Π	
عدد السكان	النسبة إلى المجموع	حجم الإنبعاثات من CO ₂	الدولة	الترتيب
(الوحدة: مليون نسمة)	العالمي			عربيا
34,26	1,72 %	638,762	السعودية	01
100,38	0,70 %	258,668	مصر	02
9,77	0,55 %	202,802	الإمارات	03
39,31	0,54 %	199,296	العراق	04
43,05	0,43 %	159,929	الجزائر	05
2,83	0,26 %	97,787	قطر	06
4,21	0,26 %	97,151	الكويت	07
4,97	0,21 %	78,421	عمان	08
36,47	0,17 %	61,584	المغرب	09
6,77	0,16 %	57,584	ليبيا	10

1,64	0,10 %	35,775	البحرين	11
11,69	0,09 %	31,630	تونس	12
17,07	0,08 %	28,377	سوريا	13
10,10	0,07 %	24,565	الأردن	14
6,85	0,06 %	23,102	لبنان	15
29,16	0,03 %	21,768	اليمن	16

المصدر: تقرير المفوضية الأوروبية 2018.

الشكل الموالي يبين تطور الإنبعاثات الكلية للغازات الدفيئة المسجلة في بعض الدول العربية وهي السعودية، الإمارات العربية، مصر، المغرب، تونس والجزائر خلال الفترة 1970–2012:

شكل 07: إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في بعض الدول العربية (1970–2012).الوحدة: (طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)



المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات:

World Bank, World perspective, consultation date 05/11/2020.

الشكل السابق يبين أنه خلال الفترة 1970–2012 هناك تزايد كبير ومستمر في إنبعاثات غازات الدفيئة في كل الدول العربية موضوع الدراسة، لكن مع تفاوت في المستويات، والسبب راجع لتزايد عدد السكان وكذا النمو الإقتصادي. عموما يمكن تلخيص أهم النقاط على النحو التالى:

-السعودية: رغم غياب بيانات السنوات (من 1985 إلى 1994)، (2004 إلى 2006)، ثم سنتي 2010 و 2012، إلا أن إتجاه المنحى التصاعدي يبقى واضحا، حيث تم تسجيل إرتفاع كبير جدا من 220 78 إلى 967 أي بزيادة قدرها 558% بين سنتي 1970-2011، مع توقع أن يصل حجم الإنبعاثات 413 413 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنة 2025؟

-الإمارات العربية: خلال الفترة 1970-2012، تم تسجيل إرتفاع من 962,19 32 سنة 1970 إلى 888,72 204 سنة 2012، أي بنسبة قدرها 522 %، ومن المتوقع أن تصل حجم الإنبعاثات سنة 2015 حوالي 499 298 طن مترى من ثانى أكسيد الكربون؛

-مصر: تم تسجيل إرتفاع مستوى الإنبعاثات في مصر من 631,86 56 سنة 1973 إلى 499,75 295 سنة 2012، اي بزيادة قدرها 420 %، مع العلم أنه تم تسجيل متوسط سنوي قدره 181,58 151، ومن المتوقع أن ترتفع إلى 304 373 سنة 2025؛

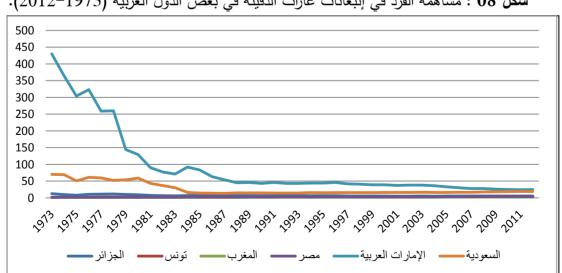
-الجزائر: خلال الفترة 1970-2012 هناك تزايد كبير ومستمر في إنبعاثات غازات الدفيئة في الجزائر، مع تسجيل متوسط سنوى قدره 777,34 طن مترى. التغيير المسجل بين العام الأول (34 603,82) والعام الأخير (471,23) هو 410٪، ومن المتوقع أنه عام 2025 قد يصل حجم الإنبعاثات في الجزائر حوالي 335 227 طن مترى؛

-المغرب: بالنسبة لنفس الفترة 1970-2012 في المغرب، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 710,13 42 طن متري من إنبعاثات غازات الدفيئة، الإرتفاع المسجل بين العام الأول (559,3 19) والعام الأخير (436,72 80) هو 311٪، مع توقع بوصول حجم الغازات الدفيئة المنبعثة في المغرب سنة 2025 حوالي 042 طن مترى.

-تونس: أما في تونس، وعلى طول نفس الفترة 1970-2012 ، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 594,33 22 طن مترى من غازات الدفيئة، الإرتفاع المسجل بين العام الأول (479,43 8) والعام الأخير (721,01 93) هو 368٪، مع توقع وصول حجم الغازات الدفيئة المنبعثة في تونس سنة 2025 إلى حوالي 104 56 طن متري.

3.5. نصيب الفرد الواحد من إنبعاثات غازات الدفيئة في الدول العربية:

يتم الحساب هنا بقسمة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالأطنان المترية على إجمالي عدد السكان، وهو يمثل مساهمة الفرد في الإنبعاثات في كل من السعودية، الإمارات العربية، مصر، الجزائر، تونس والمغرب.



شكل 08: مساهمة الفرد في إنبعاثات غازات الدفيئة في بعض الدول العربية (1973–2012).

المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات: World Bank, World perspective, consultation date 05/11/2020. خلال الفترة 1973–2012، تم تسجيل تزايد نصيب الفرد من الإنبعاثات في كل من مصر، المغرب وتونس وفي المقابل تراجع نصيب الفرد من إنبعاثات غاز الدفيئة في كل من السعودية، الإمارات والجزائر، غير أن هذا الإنخفاض راجع بالأساس إلى تزايد النمو السكاني وليس إلى إنخفاض في حجم الإنبعاثات. يمكن تحليل نتائج الشكل السابق كما يلى:

-السعودية: سجل نصيب الفرد من إنبعاثات غازات الدفيئة في السعودية إنخفاضا من 70,17 طن متري للفرد إلى 19,23 طن متري للفرد، أي بنسبة 73- % خلال الفترة 1973-2012 ومتوسط سنوي قدره 26,23 طن متري للفرد، ومن المتوقع أن يصل نصيب الفرد من الإنبعاثات سنة 2025 إلى 25,65 طن متري من CO₂،

-1لإمارات العربية: خلال نفس الفترة، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 91,73 ، وقد تراجع نصيب الفرد من الإنبعاثات في دولة الإمارات من 430,37 سنة 1970 إلى 25,29 سنة 2012 أي بنسبة 94 - %، مع توقع أن يصل سنة 2025 حوالى 15,08 حوالى 2025

-مصر: تم تسجيل إرتفاع نصيب الفرد من الإنبعاثات من 1,55 سنة 1973 إلى 3,57 سنة 2012، أي بزيادة قدرها 131 %، مع العلم أنه تم تسجيل متوسط سنوي قدره 2,51 طن متري للفرد، ومن المتوقع أن ترتفع إلى 3,85 طن متري للفرد سنة 2025؛

-الجزائر: خلال الفترة 1973-2012، تم تسجيل تراجع نصيب الفرد من إنبعاثات غاز الدفيئة في الجزائر مع متوسط سنوي قدره 6.94 طن متري/فرد ، التغيير المسجل بين العام الأول (12,61) والعام الأخير (5,44) هو -57٪، ومن المتوقع أنه في عام 2025 سيصل نصيب الفرد من إنبعاثات الغاز الدفيئة حوالي 5.24 طن متري/فرد.

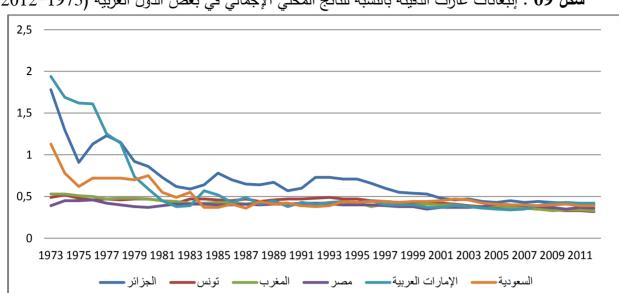
-المغرب: بالنسبة لنفس الفترة السابقة 1973-2012 في المغرب، تم تسجيل إرتفاع ملحوظ مع متوسط سنوي قدره 1,73 طن متري/فرد. التغيير المسجل بين العام الأول (1,38) والعام الأخير (2,28) يقدر بنسبة 65٪، مع توقع أن يصل نصيب الفرد من الغازات الدفيئة في المغرب سنة 2025 حوالي 2,73 طن متري/فرد.

-تونس: وخلال نفس الفترة دائما 1973-2012، تم تسجيل توجه نحو الإرتفاع مع متوسط سنوي قدره 2.81 طن متري/فرد. التغيير المسجل بين العام الأول (1,95) والعام الأخير (3,35) هو 72٪، ويتوقع أن يصل نصيب الفرد التونسي من الإنبعاثات سنة 2025 إلى حوالي 2,96 طن متري/فرد.

4.5. انبعاثات غازات الدفيئة بالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي في الدول العربية:

يتم حساب هذه الانبعاثات وفقًا للناتج المحلي الإجمالي، مع مراعاة تعادل القوة الشرائية. يستخدم هذا المؤشر لقياس القوة الشرائية النسبية لعملات البلدان المختلفة لنفس أنواع السلع والخدمات. نظرًا لأن أسعار السلع والخدمات يمكن أن تختلف من بلد إلى آخر، تسمح بمقارنة أكثر دقة لمستوى المعيشة في البلدان المختلفة. لتقدير تعادل القوة الشرائية، نقارن أسعار العناصر المتشابهة، ولكن نظرًا لأن العناصر المتاحة في بلدان مختلفة وفي أوقات مختلفة ليست متطابقة تمامًا، فإن هذه التقديرات ليست دائمًا قوية .

عموما فإن تسارع النمو الإقتصادي يعنى أن استخدام الطاقة الأولية قد إزداد بسرعة هو الآخر:



شكل 09: إنبعاثات غازات الدفيئة بالنسبة للناتج المحلى الإجمالي في بعض الدول العربية (1973-2012).

المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات:

World Bank, World perspective, consultation date 05/11/2020.

-السعودية: خلال الفترة 1973-2012، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 0.49، وقد تم تسجيل تراجع من 1,13 إلى 0,39 أي بنسبة 66%، ومن المتوقع أن تصل سنة 2025 إلى 0,38.

-الإمارات العربية: تم تسجيل تراجع من 1,94 سنة 1973 إلى 0,42 سنة 2012، أي بنسبة قدرها 78 %، ومن المتوقع أن تصل إلى 0,6 سنة 2025؛

-مصر: خلال نفس الفترة، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 0,4 مع تراجع من 0,39 سنة 1973 إلى 0,36 سنة 2012، أي بنسبة تقدر بـ 7% ومن المتوقع أن تصل سنة 2025 إلى 0,29؛

-الجزائر: خلال الفترة الممتدة من سنة 1973 إلى غاية سنة 2012 ، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 0.69 طن متري/دولار. التغيير المسجل بين العام الأول (1,78) والعام الأخير (0,41) هو 77٪ ، ومن المتوقع أنه في عام 2025 سوف تصل القيمة حوالي 0,35.

-المغرب: بالنسبة لنفس الفترة 1973-2012 في المغرب، تم تسجيل متوسط سنوي قدره 0.42. التغيير المسجل بين العام الأول (0,53) والعام الأخير (0,33) هو 37٪. أعلى قيمة (0.53)، مع توقعات أن تصل القيمة 0,26 سنة 2025.

-تونس: أما في تونس، ولنفس الفترة 1973-2012، فقد تم تسجيل متوسط سنوي قدره 0,43. التغيير المسجل بين العام الأول (0,49) والعام الأخير (0,32) بلغ 35%، مع توقع بلوغ قيمة 0,24 سنة 2025.

6.الإجراءات المتخذة في الدول العربية لتطبيق آليات تسعير الكربون والحد من إنبعاثات غازات الدفيئة:

رغم أن الدول العربية غير مصنفة في الملحق (01) المدرج في بروتوكول كيوتو، أي أنها غير معنية بتقليل الإنبعاثات الصادرة عنها، إلا أن العديد من هذه الدول بدأت بإتخاذ خطوات لتطبيق تسعير الكربون بعدما كانت من أقوى المعارضين لها خاصة بالنسبة لدول الخليج، وقد إختارت معظم الدول العربية تبنى خيار أسواق تداول الإنبعاثات، أما ضرائب الكربون فهي لا تبدي إهتماما لتطبيقها. لغاية الآن، لم تدخل أي دولة من الدول العربية مرحلة تطبيق آليات تسعير على انبعاثات الكربون، سواء كانت ضريبة الكربون أو آلية الإتجار بانبعاثات الكربون.

كما أن هذه الدول بدأت في إتخاذ إجراءات إضافية عدة للتقليل من الإنبعاثات بهدف التوصل لتوليفة مناسبة من هذه الآلبات لدعم التوجهات الدولية.

1.6. آليات تسعير الكربون والحد من الإنبعاثات في السعودية:

بعدما كانت من أشد المعارضين لمبدأ تسعير الكربون، غير أنه في تشرين الأول من العام الماضي (2019)، أعلنت وزارة الطاقة السعودية عن خطة لإطلاق برنامج للإتجار بالكربون ضمن هدف المملكة لتتويع مصادر الطاقة والحد من انبعاثات الكربون. يمكن لهذه الصيغة أن تدر على المملكة مبالغ كبيرة من الإيرادات التي يمكن استثمارها في تكنولوجيا الطاقة المتجددة وتقنياتها. إن الشروع في عملية مرحلية الإنشاء سوق للإتجار بانبعاثات الكربون يبدو أكثر قبولاً لدى قطاعات المال والصناعة للتأسيس تدريجياً لسوق إتجار بانبعاثات الكربون خلال فترة 10 سنوات 1 .

من جانب آخر، التزمت السعودية بتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 130 مليون طن مكافيء سنويا، تماشيا مع اتفاق باريس للتغيير المناخي. وفي سبيل تحقيق ذلك اتخذت المملكة حزمة من الإجراءات للوصول إلى تطبيق إقتصاد منخفض الكربون، تمثلت أبرزها فيما يأتى:

1. التوسع في المزارع ومروج الحشائش البحرية والشعاب المرجانية في كل من البحر الأحمر والخليج العربي، انطلاقا من أن الحلول المرتكزة على الطبيعة ستساهم في التخلص من الكربون كجزء من الاقتصاد الدائري منخفض الكربون. 2. إعادة هيكلة قطاع الكهرباء وذلك من خلال عدة مبادرات، منها: الاستغناء عن النفط الخام وغيره من أشكال الوقود السائل في تشغيل محطات الكهرباء، واستخدام العدادات الذكية، وزيادة التركيز على البحث والتطوير ونشر التقنية. 3. التحكم في الانبعاثات الكربونية الناشئة عن الوقود الحفري التقليدي، إذ إنه من خلال تأسيس المركز السعودي

لكفاءة الطاقة، نجحت المملكة في رفع كفاءة الطاقة في أجهزة التكييف والسيارات والأجهزة الكهربائية، بما ساهم في تخفيض استهلاك الطاقة. كما عملت على تحسين كفاءة الطاقة في قطاعات الصناعة والإنشاءات والنقل التي تستحوذ على نسبة 94 % من استخدام الطاقة في المملكة. وبالفعل تمكنت المملكة من خفض كثافة استخدام الطاقة بنسبة 8%، حيث انخفضت كثافة استخدام الطاقة في قطاع البتروكيماويات بنحو 3 %، وفي صناعة الصلب بنحو 2 %، وتحسن متوسط كفاءة استهلاك الوقود في السيارات بنسبة 11 %، وتحسنت كفاءة أجهزة تكبيف الهواء بنسبة 57 %.

¹ -Abeer Abdulkareem and Amgad Ellaboudy, The Absence of a Carbon Pricing Sytem in Saudi Arabia, Climate scorecard, March 18,2020. https://www.climatescorecard.org/2020/03/the-absence-of-a-carbon-pricing-system-in-saudi-arabia/

4. إطلاق مشروعات وطنية للطاقة المتجددة، منها: مشاريع طاقة الرياح وتشمل مشروع طريف بسعة 7.2 ميغاواط التابع لشركة أرامكو السعودية، ومشروع حريملاء لطاقة الرياح بسعة 7.2 ميغاواط. وكذلك مشروع الطاقة الشمسية المركزة بسعة 1 ميغاواط في تبوك، ومشروع ألواح الطاقة الشمسية بسعة 2 ميجاواط في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، وكذلك مشروع ألواح الطاقة الشمسية بسعة 5 ميغاواط في مركز الملك عبد الله للدراسات والأبحاث البترولية. 5. إنشاء أكبر مصنع في العالم لاحتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه، حيث يقوم بتحويل نصف مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويا إلى منتجات مفيدة مثل الأسمدة والميثانول، كما تمثلك المملكة أكثر معامل المنطقة تطورًا للاستخلاص المعزز للنفط باستخدام ثاني أكسيد الكربون سنوبا.

2.6. آليات تسعير الكربون في دولة الإمارات:

تعتبر الإمارات من الدول المبادرة والرائدة على الصعيد الإقليمي في مشاريع النتمية النظيفة، نظرا لإتخاذها خطوات عملية من خلال مركز دبي لضبط الكربون، الذي بدأ عمله في 2011 لضبط وتقليل انبعاثات الكربون، كما تم سنة 2017 إتمام أول صفقة ائتمان لوحدات الكربون تمثلت ببيع وحدات خفض الانبعاثات الناتجة عن مشروع تبريد المحطة «ال» – التابعة لهيئة كهرباء ومياه دبي – باعتماد آلية النتمية النظيفة لشركة «فارنك» السويسرية، ويسهم المشروع في عزل ألف طن كربون.

كما تعد دولة الإمارات العربية المتحدة من الدول السباقة في خطة خفض وتعويض الكربون في مجال الطيران الدولي، إذ تحتل شركات الطيران التابعة لها في الوقت الحالي المرتبة الثالثة من حيث حجم حركة الطيران الدولي بعد الصين والولايات المتحدة الأمريكية وتليها في المرتبة بريطانيا وألمانيا.

تتضمن الرؤية الاستراتيجية 2030 لإمارة أبوظبي في تنفيذ أكبر مشروع استراتيجي لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وذلك بالإعتماد على تقنية الخلايا الكهروضوئية ومكثقات الطاقة الشمسية، في مكان واحد في العالم، وبنظام منتج مستقل يبلغ إجماليه 6000 ميغاواط، على مراحل ،خلال الفترة الممتدة ما بين سنتي 2020 – 2030. وتهدف استراتيجية دبي للطاقة النظيفة 2050 إلى توفير 75 % من الطاقة من مصادر نظيفة بحلول عام 2050، كما تسعى لخفض الطلب على الطاقة بنسبة 30 % بحلول سنة 2030 كهدف رئيسي لإستراتيجية دبي المتكاملة للطاقة 2030.

كما تقوم دولة الإمارات العربية المتحدة بتطوير مشروع رئيسي لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في أبو ظبي تديره شركة الريادة ، وهي شركة في أبو ظبي متخصصة في التقاط ثاني أكسيد الكربون. هذا المشروع هو الخطوة الأولى في مجموعة من المشاريع المخطط لها لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون واستخدامه وتخزينه في إمارة أبوظبي².

-ابوابه الرسمية تحدومه دوله الإمارات الغربية المتحدة، تصدي دوله الإمارات التغير الماحي، منوفع (ام تصفحه يوم 18/12/12). https://u.ae/ar-AE/information-and-services/environment-and-energy/climate-change/theuaesresponsetoclimatechange

⁻https://government.ae/ar-AE/more/uae-future/2021-2030 من المراب المناخي، متوفر على الموقع (تم تصفحه يوم 2020/12/18): البوابة الرسمية لحكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، تصدي دولة الإمارات للتغير المناخي، متوفر على الموقع (تم تصفحه يوم 2020/12/18):

وفي عام 2011، أصدرت حكومة دبي مجموعة من قوانين خاصة بالمباني الخضراء لمؤسسات القطاع الخاص، بهدف تقليل استهلاك الطاقة والموارد، فضلاً عن تحسين الصحة والرفاهية العامة. يعد هذا القانون ملزما لجميع المباني الجديدة.

مع العلم أنه في بداية 2018، كان إجمالي عدد مشاريع آلية التنمية النظيفة المسجلة في جميع أنحاء العالم 7.792مشروع، 27 مشروع من بينها (أي حوالي 0,4 %) في دول مجلس التعاون الخليجي، ومن هذه المشاريع السبع وعشرين 15 مشروعاً (0,2 %) في دولة الإمارات العربية المتحدة. مع العلم أن الدول التي يوجد فيها أكبر عدد من المشاريع هي الصين (63%) والهند (10%) والبرازيل (5%). وأكثر من ثلثي مشاريع آلية التنمية النظيفة هي مشاريع للطاقة المتجددة. وتم إصدار 1,9 مليار وحدة خفض انبعاثات معتمد في جميع أنحاء العالم حتى الآن. وتسهم الصين بنسبة %58 من هذا العدد الإجمالي على مستوى العالم، في حين تسهم دول مجلس التعاون الخليجي بنسبة 0,5 %. ولم تُصدر دولة الإمارات العربية المتحدة حتى الآن سوى 1.1 مليون وحدة خفض انبعاثات معتمد، بما يعادل 0,05 % من وحدات الخفض التي تم إصدارها.

وتتوزع مشاريع آلية التتمية النظيفة بدولة الإمارات العربية المتحدة على قطاعات متنوعة ومنها كفاءة استهلاك الطاقة في المنشآت الصناعية، وجانب التوليد والتوريد، والانبعاثات المتسربة، والغاز في مقالب القمامة، والطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وهناك سبعة مشاريع من هذه المشاريع في إمارة أبو ظبي، وستة في إمارة دبى، واثنان فى إمارة رأس الخيمة 1 .

فيما يخص النجاح في الإصدار، حققت المشاريع القائمة في دولة الإمارات العربية المتحدة معدلات جيدة نسبياً حيث تراوحت معظمها بين 70 إلى %180 . وتعتبر هذه النسبة جيدةً مقارنة بمتوسط النسبة على مستوى العالم وهي 86%. وتتمثل التحديات الوحيدة في مشاريع كفاءة استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة حيث لا يزال متوسط نسبة النجاح للمشروعين عند %30 تقريباً. كما أن التأخير في إصدار هذه الوحدات يندرج ضمن التحديات أيضاً؛ فمتوسط التأخير لدولة الإمارات العربية المتحدة في الوقت الحاضر هو ثلاث سنوات. غير أن ذلك يرجع في معظمه إلى انخفاض أسعار السوق لوحدات خفض الانبعاثات المعتمد.

3.6. آليات تسعير الكربون في جمهورية مصر العربية:

صادقت مصر في عام 1994 على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ بوصفها عضوا في الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول، وعلاوة على ذلك، وتماشيا مع جدول أعمال الأمم المتحدة 2030 للتنمية المستدامة، أطلقت الحكومة المصرية رؤية مصر 2030، والتي تعرف أيضا باسم استراتيجية التنمية المستدامة 2030، وتشمل تلك الرؤية الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للتنمية.

https://eda.ac.ae/docs/default-source/Publications/eda-insight_carbon-market-mechanisms_ar.pdf?sfvrsn=4

¹⁻أكاديمية الإمارات الدبلوماسية، الإستفادة من آليات السوق لتخفيف حدة آثار تغير المناخ في دولة الإمارات العربية المتحدة ومنطقة الخليج، مارس 2018، ص3. مناح على الرابط:

وكخطوة أولى قامت مصر سنة 2014 بتقديم خطة خماسية للتخلص التدريجي من دعم الطاقة من أجل تشجيع نشر برامج الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، مع العلم أن دعم الطاقة يشكل عبئا ماليا على ميزانية الدولة بمقدار 7 % من الناتج المحلي الإجمالي بما يعادل 120 مليار جنيه (2014/2013).

كما قامت سنة 2008 بتوسيع حصة الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء بإعتماد إستراتيجية وطنية للطاقة المتجددة لتوليد 20 % من الكهرباء في الدولة من الموارد المتجددة بحلول عام 2020، و 42 % سنة 2035.

فيما يتعلق بتسعير الكربون، وفي إطار التحضير لإنشاء سوق لتداول إنبعاثات الكربون، تبنت مصر برنامجا بالشراكة مع البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة من أجل تقييم قدرات السوق المصري لتسعير الكربون والذي يعتبر أهم الشراكات الفعالة في مجال تخفيض إنبعاثات الكربون بمصر في إطار دعم عمليات الحوكمة الدولية لتخفيض التلوث الكربوني.

4.6.الجزائر وآليات تسعير الكربون:

خلافا للدول العربية المذكورة أعلاه والتي باشرت مساعي تطبيق تسعير الكربون بالتعاون مع مجموعة البنك الدولي، تعتبر الجزائر من الدول المعارضة لفرض ضريبة الكربون ليس فقط لأنها من دول الأوبك، بل لكونها من البلدان "غير المسؤولة" عن انبعاثات غازات الدفيئة والإضرار بطبقة الأوزون ، ولكنها بالأحرى "من ضمن الضحايا" مثل غيرها من البلدان النامية، ففي التقرير الذي قدمته في 2018 لجنة خبراء في علم المناخ التابعة للأمم المتحدة مؤكدة أن حصة الجزائر الواقعة في منطقة شمال إفريقيا التي تعتبر ذات قابلية عالية للتأثر بالمناخ ، من انبعاثات غازات الدفيئة لم تتجاوز 0.39٪ ، وهو معدل منخفض جدا مقارنة بالدول المتقدمة (الصين 22٪ والولايات المتحدة عارات الدفيئة لم تتجاوز 62.9٪ ، وهو معدل منخفض جدا مقارنة بالدول المتقدمة (البيئة حول "تطور درجات الحرارة خلال الفترة الممتدة بين سنتي 2021 و 2050، محذرة من زيادة مقدرة بـ 1.8 درجة مئوية في الشمال و 2.2 درجة مئوية في الهضاب العليا².

ورغم ذلك، حتى في حالة عدم تطبيقها لتسعير الكربون، فإن النظام الضريبي في الجزائر يحتوي على ضرائب ضمنية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وهذا هو الحال على وجه الخصوص بالنسبة للضرائب على الوقود الأحفوري: كالرسم على المنتجات البترولية (أسس هذا الرسم بموجب أحكام المادة 28 من قانون المالية لسنة 1996)، الرسم التكميلي على التلوث على الوقود (أنشئ هذا الرسم بموجب أحكام المادة 38 من قانون المالية لسنة 2002)، الرسم التكميلي على التلوث الجوي ذي المصدر الصناعي (تم تأسيس هذا الرسم بموجب المادة 205 من قانون المالية 2002) وأخيرا الرسم السنوي على السيارات والآليات المتحركة (و هو رسم جديد تم إنشاؤه بموجب أحكام المادة 84 من قانون المالية لسنة الموجهة للوقود.

¹⁻وزارة البيئة لجمهورية مصر العربية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، التقرير المحدث كل سنتين-الأول لجمهورية مصر العربية المقدم إلى إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، 2018، ص69.

² -Algérie Presse service-APS, L'Algérie s'engage à réduire de 22% les émissions de gaz à l'effet de serre à l'horizon 2020, 05 octobre 2019. Disponible sur :

http://www.aps.dz/economie/95251-l-algerie-s-engage-a-reduire-de-22-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-a-l-horizon-2030

³⁻ ربيعة بوسكار، مشكلة البيئة في الجزائر من منظور إقتصادي، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الإقتصادية، جامعة محمد خيضر بسكرة، السنة الجامعية 2015-2016، -ص.ص 189-194.

كما أنه وخلال قمة العمل المناخي لعام 2019 ، المنعقدة في شهر سبتمبر بنيويورك (الولايات المتحدة)، تعهدت الجزائر بخفض انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة 7٪ ، مبينة استعدادها لتقليصها إلى 22٪، بحلول عام 2030، في حال وجود تمويل دولي.

يظهر هذا الالتزام في المخطط الوطني للمناخ (PNC)، التي تم عرضه في قمة الأمم المتحدة ، مع تحديد أن هذه الخطة تضمنت 155 مشروعًا، بما في ذلك 76 مشروعًا يتعلق بالقضاء على غازات الدفيئة و 63 مشروعًا آخر للتكيف مع تغيرات المناخ. كما يتضمن المخطط الوطني للمناخ 16 مشروعًا مخصصًا لتنمية القدرات الوطنية وتعزيز الحوكمة.

كما وضعت برنامجا وطنيا للطاقات المتجددة يتضمن تطوير استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على نطاق واسع، إلى جانب طاقة الكتلة الحيوية والطاقة الحرارية للأرضي ، بهدف الوصول إلى قدرات ذات سعة تصل إلى 2000 ميجاوات ، لتلبية احتياجات السوق خلال الفترة 2015 - 2030.

5.6. آليات تسعير الكربون في دولة المغرب:

باشرت المغرب مساعي تطبيق تسعير الكربون بالتعاون مع مجموعة البنك الدولي الذي يعمل بالشراكة مع هذه الدول من أجل جاهزية السوق بهدف مساعدتها على استكشاف خيارات مختلفة لتنفيذ أجندة تغير المناخ وتطوير البنية التحتية اللازمة لدعم الأعمال، بالإضافة لإمكانية استخدام تجارة الكربون لتمكينها من الانتقال لأنشطة أقل تلوثاً. ويتم تطبيق ما سبق من خلال مبدأ (من يلوث يدفع)، عن طريق تفعيل ترسانة قانونية بيئية قائمة باستحداث وسائل مناسبة للمراقبة والضبط، وإصدار القانون المتعلق بالميثاق الوطني للبيئة والتنمية المستدامة².

وقد حددت الحكومة المغربية ملخص الإستراتيجية الوطنية للتنمية المستدامة 2030 يتضمن: 1-مخططات للطاقات المتجددة (الشمسية، الريحية والكهرومائية) ومحطات تحويل الطاقة عن طريق الضخ ومحطات المعالجة، 2-منظومة النجاعة الطاقوية في قطاعات البناء، الصناعات، النقل، الفلاحة والإنارة العمومية، 3-منظومات التطهير ومعالجة المياه العادمة، 4-منظومات تدبير وتثمين النفايات.

كما تضمنت الإستراتيجية تسريع وتيرة تنفيذ الإنتقال الطاقوي، وكذا رفع حصة الطاقة المتجددة إلى 52% من إجمالي الطاقة الكهربائية في أفق عام 32030.

6.6. آليات تسعير الكربون في تونس:

على خطى المغرب، باشرت تونس مساعي تطبيق تسعير الكربون بالتعاون مع مجموعة البنك الدولي، كما أنه بموجب اتفاق باريس للمناخ تعهدت تونس بخفض كثافة الكربون بنسبة 41٪ بحلول عام 2030 وحجم الإنبعاثات به 13%، ومن المتوقع أن تصل وفورات الطاقة سنة 2025 إلى نسبة 23 % مع إنخفاض في إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون

¹⁻الوكالة الوطنية لترقية الإستثمار، الموقع: www.andi.dz

² -CESE, 2019, Social protection in Morocco, http://www.ces.ma/Documents/PDF/Auto-saisines/2019/fiscalite/Rp-as39a.pdf
www.environnement.gov.ma
www.environnement.gov.ma
https://www.ces.ma/Documents/PDF/Auto-saisines/2019/fiscalite/Rp-as39a.pdf
https://www.ces.ma/Documents/Rp-asa9a.pdf
https://www.ces.ma/Documents/Rp-asa9a.pdf
<a href="https://www.ces.ma/Docume

بمقدار 3,1 مليون طن سنويا، نتيجة الدعم المالي والضريبي المقدم لتطوير البنى التحتية ودعم حماية البيئة من التلوث. أهذا بالإضافة إلى إستهداف إنتاج 30 % من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول سنة 2030. وقد تعاونت الحكومة التونسية رسميا مع البنك الدولي وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية من أجل إنشاء مشروع لوضع خريطة طريق نظام لضبط أسعار الكربون التي تعد أداة لمكافحة التغير المناخي وتخفيض التلوث.

7. تقييم الإجراءات المتخذة على مستوى الدول العربية موضوع الدراسة:

سنحاول فيما يلي تقييم الإجراءات المتعلقة بحماية المناخ المتخذة من طرف الدول العربية موضوع الدراسة، معتمدين في ذلك على آخر تقرير حول مؤشر أداء المناخ لسنة 2002 (CCPI)، الذي يُنشر سنويا منذ عام 2005، وهو أداة مراقبة مستقلة لتتبع أداء البلدان فيما يتعلق بحماية المناخ. ويهدف إلى تعزيز شفافية سياسة المناخ الدولية ويسمح بمقارنة جهود حماية المناخ والتقدم الذي أحرزته كل دولة. يشمل مؤشر أداء المناخ (CCPI) تقييم أداء حماية المناخ في 57 دولة والاتحاد الأوروبي والتي تمثل حوالي 90% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية.

هذا التقرير يأخذ في الاعتبار أربعة معايير من حيث مؤشر أداء المناخ (CCPI) ، وهي انبعاثات غازات الدفيئة (ترجيح 40٪)، إستخدام الطاقات المتجددة (ترجيح 20٪)، إستهلاك الطاقة (ترجيح 20٪)، والسياسات المناخية (ترجيح 20٪).

تجدر الإشارة أن أحسن تصنيف إحتلته السويد (المرتبة 4) بـ 75,77 نقطة، مع العلم أن المراتب الثلاثة الأولى تبقى خالية لسنوات، نظرا لعدم وجود بلد يؤدي أداءً جيدًا في جميع فئات المؤشر لتحقيق درجة إجمالية جيدة جدًا، بينما المرتبة الأخيرة كانت من نصيب الولايات المتحدة الأمريكية بـ 18,60، بعدما كانت لسنوات من نصيب العربية السعودية.

1.7. تصنيف الدول العربية:

تضمن هذا التقرير تصنيف 04 دول عربية فقط، وهي المغرب، مصر، الجزائر والسعودية، وقد إختافت تصنيفاتها من الجيد (المغرب) إلى السيء جدا (السعودية)، بينما نسجل غياب كل من الإمارات العربية و تونس وباقي الدول العربية الأخرى في هذا التصنيف.

الجدول الموالي يبين تصنيف الدول العربية لسنة 2020 حسب هذا المؤشر:

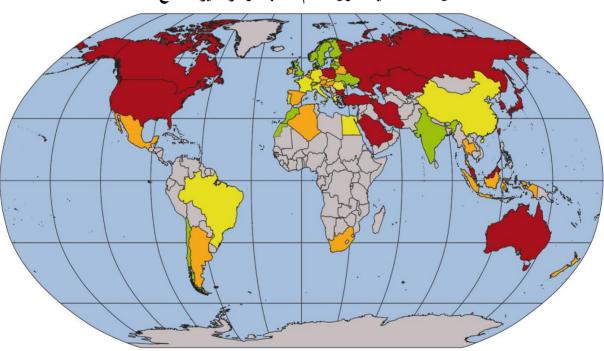
¹ -UNDP, 2019, Carbon Pricing project in corporation with the world bank and UNDP. https://www.babnet.net/cadredetail-183866.asp

²-GERMANWATCH, NewClimate Institute & Climate Action Network, Climate Change Performance Index 2020: https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/CCPI-2020-Re%CC%81sultat%20franc%CC%A7ais 0.pdf

·2020 C / · · · · · · · · · · · · · · · · ·			
التقدير (حسب الألوان)	النقطة	الرتبة عالميا	البلد
جيد جدا	70,63	6	المغرب
<u>ميد</u>	57,53	19	مصر
متوسط			
ىسيء	41,45	46	الجزائر
سيء جدا	22,03	60	السعودية
خارج التقييم		غير معنية بالتصنيف	الإمارات العربية
خارج النقييم		غير معنية بالتصنيف	تونس

جدول04: تصنيف الدول العربية حسب مؤشر أداء المناخ لسنة 2020.

المصدر: من إعداد الباحثة إنطلاقا من بيانات التقرير حول مؤشر أداء المناخ لسنة 2020.



شكل 10: تصنيف دول العالم حسب مؤشر تغير المناخ 2020.

GERMANWATCH, NewClimate Institute & Climate Action Network, Climate Change المصدر: Performance Index 2020.

 $\frac{https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/CCPI-2020-Re\%CC\%81sultat\%20franc\%CC\%A7ais_0.pdf}$

2.7. المغرب:

حسب هذا التقرير، إحتل المغرب مكانة جيدة جدا وهي المرتبة السادسة، ما يقابل 70,63 نقطة متراجعا بمركز واحد مقارنة بسنة 2019. يمكن تفسير الأداء الجيد للمغرب من خلال الزيادة الكبيرة في حصة الطاقات المتجددة على مدى السنوات الأخيرة وتطوير قدرات جديدة للطاقة النظيفة، من خلال ربط أكبر محطة للطاقة الشمسية في العالم والعديد من مزارع الرياح الجديدة بشبكة الطاقة، بالإضافة إلى ذلك ، المستوى المنخفض لانبعاثات غازات الاحتباس

الحراري في المغرب، و يهدف هذا الأخير لتحقيق توفير طاقة متجددة بنسبة 42٪ في عام 2020 و 52٪ في عام 12030 مع تخفيض نسبة الإنبعاثات بـ 17%.

3.7.مصر:

إحتلت مصر حسب هذا التقرير المرتبة 19عالميا، أي ما يعادل 57,53 نقطة، محسنة ترتيبها مقارنة بسنة 2019 .

4.7. الجزائر:

حسب نفس التقرير، صنفت الجزائر في المرتبة 46 ما يقابل 41,45 نقطة، محسنة ترتيبها مقارنة بسنة 2019 بدرجة واحدة.

5.7 السعودية:

حسب هذا التقرير، صنفت السعودية للمرة الأولى في المرتبة ما قبل الأخيرة (60) ضمن 61 دولة معنية بالتصنيف، ما يقابل 22,03 نقطة، محسنة ترتيبها مقارنة بسنة 2019 بدرجة واحدة فقط، وهي بذلك تبقى ضمن الدول الأقل أداء. وقد سجلت نتائج سيئة للغاية في جميع الفئات الثلاثة: الإنبعاثات، الطاقات المتجددة وإستهلاك الطاقة، سواء بالنسبة للمستوى الحالي أو بالنسبة لتوافق الأهداف الوطنية 2030 مع مسار أقل بكثير من 20 درجة مئوية. ومع ذلك يمكننا ملاحظة إتجاه إيجابي نحو التحسن فيما يتعلق بتطوير الطاقات المتجددة خلال السنوات الأخيرة. غير أنه في غياب إستراتيجية وأهداف واضحة المعالم فيما يتعلق بتخفيض الإنبعاثات، تحصلت السعودية على تقييم متوسط بخصوص فعالية السياسات المناخية الوطنية.

8. أثر تسعير الكربون على سوق النفط والإجراءات المعاكسة المتخذة من طرف الدول العربية:

سنتطرق فيما يلي إلى إنعكاسات سياسات تسعير الكربون على سوق النفط، وكذا الإجراءات التي إتخذتها الدول العربية نتيجة لذلك، والتي هي في الواقع إجراءات معاكسة أو مضادة للإجراءات المتخذة لتسعير الكربون وخفض الإنبعاثات:

1.8 إنعكاسات سياسات تسعير الكربون على سوق النفط:

إن التأثير السلبي لتسعير الكربون على سوق النفط سمح بحشد عدد كبير من المعارضين لهذه الآليات، والتي على رأسهم منظمة الأوبك، التي ما فتأت تحذر من عواقب هذه الإجراءات على سوق النفط نظرا لكونها ستؤدي إلى تراجع المركز التنافسي للنفط مقارنة مع باقي مصادر الطاقة، وقد تؤدي أيضا إلى خلق مواقف سلبية من جانب الدول المنتجة للطاقة، كما عارضتها أيضا مجموعة من دول أيبك وهي الدول المستقلة المصدرة للبترول غير الأعضاء في الأوبك. خاصة إذا علمنا أنه في المقابل، دافعت بعض الدول الأوروبية بشراسة عن الفحم، كما هو الحال بالنسبة لألمانيا.

ويرى الخبير الطاقوي ووزير الطاقة السابق في الحكومة الجزائرية شكيب خليل، أنه بفرض ضريبة الكربون على النفط والغاز فقط واستثناء الفحم منها، وهو الأكثر تلويتًا، فإن أوبك، التي تعتبر الجزائر عضوا أساسيا فيها،

¹⁻ موقع وزارة الطاقة والمعادن والبيئة للمملكة المغربية (environnement.gov.ma) تم تصفحه يوم 2020/11/04.

ستخسر 3000 مليار دولار بحلول عام 2050". بالفعل، عند احتراق الفحم، تتبعث كمية من ثاني أكسيد الكربون تكاد تبلغ ضعف الكمية الناتجة عن احتراق الأنواع الأخرى من الوقود الأحفوري على غرار الديزل أو الغاز الطبيعي، وفي عام 2015 ، بلغت نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الفحم في العالم 45 %، مع العلم أن إنتاج الفحم يتركز خصوصا في الدول الأوروبية وأمريكا الشمالية وأستراليا والصين والهند بدرجات متفاوتة.

وأشار أعضاء أوبك أيضا إلى أن فرض ضريبة الكربون سيؤثر على الاستثمارات الجديدة اللازمة لإنتاج النفط، في حين أن عائدات حكومات المجموعة الأوروبية من الضرائب الحالية على مبيعات المنتجات البترولية تتجاوز بكثير عائدات مصدري البترول من صادراتهم.

ذلك لأن أسعار المنتجات البترولية المشتقة في الدول المستهلكة للبترول تحددها حكومات تلك الدول، حيث يتم فرض الضرائب والتعريفات الجمركية على البترول المستورد، والتي يمكن أن تصل إلى حوالي نصف سعر بيع البنزين أو الديزل. كذلك أيضًا أرباح شركات النفط الوسيطة التي وصلت إلى مستويات قياسية: ففي عام 1978، كان سعر النفط الخام يساوي 12 دولارًا، بينما كان السعر النهائي للمستهلك (في شكل مشتقات بترولية) يساوي 30 دولارًا.

كما أن ارتفاع سعر النفط الخام لا يؤدي بالضرورة إلى زيادة سعر بيع المنتجات البترولية للجمهور، لكن في المقابل فإن انخفاض سعر النفط الخام هو الذي يتسبب في أضرار جسيمة على عائدات الدول المنتجة، حيث أن عائدات النفط المذكورة أعلاه، بعد استبعاد جميع تكاليف وأرباح الشركات الوسيطة، تتوزع بين الدول المصدرة (معبرة عن نصيبها بالفرق بين تكلفة الإنتاج وسعر النفط الخام) وبين حكومات الدول المستوردة (المعبر عنها في شكل ضرائب على المنتجات البترولية).

وبالتالي، ستكون لهذه الآليات حتما تداعيات سلبية على العلاقات التجارية بين الدول المنتجة للنفط وتلك المستهلكة له وحتى على مختلف القطاعات الصناعية ذات الإستخدام الكثيف للطاقة في كل دول العالم، هذا مع العلم أن الآثار الإيجابية لهذه الإجراءات على البيئة لم تتأكد بعد بل لا تزال في مرحلتها النظرية التصورية.

من جانب آخر، أدت الضرائب المفروضة في أوروبا على برميل النفط، والتي ارتفعت من 7 دولارات في عام 1973 إلى 56 دولارًا في عام 1991، إلى انخفاض طفيف جدًا في انبعاثات الغاز خلال هذه الفترة، ولكن أكثر من ذلك، تم تعويض الإنخفاض في استهلاك النفط عن طريق زيادة استهلاك الفحم، والذي تقدر الكميات التي تتبعث منه من ثاني أكسيد الكربون 20 إلى 25% أكثر من تلك المنبعثة من النفط.

2.8 النتائج العكسية لتسعير الكربون:

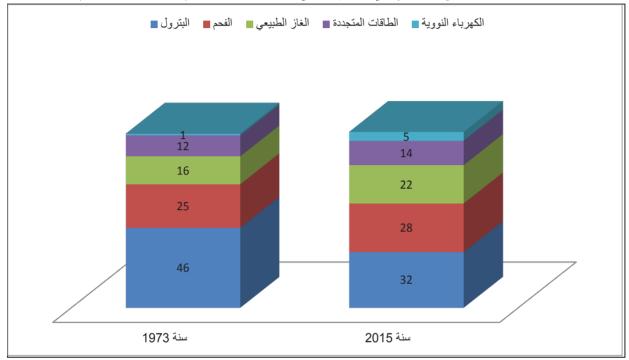
بالتوازي مع الإجراءات المتخذة لتطبيق سياسات تسعير الكربون من أجل التقليص من إنبعاثات غازات الدفيئة ، لجأت الدول إلى إستبدال النفط كمصدر رئيسي للطاقة والتوجه إلى إستخدام الفحم بإعتباره كمصدر نظيف للطاقة، مع أن وصف الفحم بـ "الطاقة النظيفة" أمر يختلف عليه الكثير.

¹-Chekib Khelil, la taxe carbonne va perdre 3000 milliards de dollars à l'OPEP, Liberté,02/12/2009. Disponible sur le lien: https://www.liberte-algerie.com/actualite/la-taxe-carbone-va-faire-perdre-3-000-milliards-de-dollars-a-lopep-72429.

مع العلم أن كمية الإنبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون التي تنتج عن إحتراق الفحم، تساوي حوالي ضعف كمية الإنبعاثات الناتجة عن إحتراق الأنواع الأخرى من الوقود الأحفوري.

الشكل الموالى يسمح بمقارنة المزيج الطاقوي العالمي لسنتي 1973 و 2015:





Commissariat général au développement durable, Chiffres clés du : المصدر: من إعداد الباحثة بناء على بيانات climat France, Europe et monde, édition 2019 :

 $\frac{https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/datalab-46-chiffres-\\cles-du-climat-edition-2019-novembre2018.pdf}$

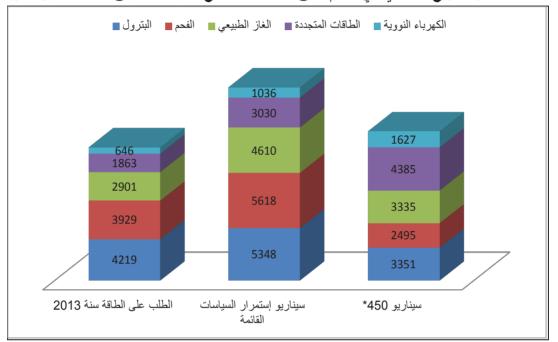
القراءة الأولية لمزيج الطاقة الأولية العالمي، تبين هيمنة الوقود الأحفوري في عامي 1973 و 2015 (النفط والفحم والغاز الطبيعي:87% سنة 1973 من الإجمالي العالمي للمزيج الطاقوي). يبقى النفط المصدر الأساسي الطاقة في العالم، على الرغم من انخفاضه بمقدار 14 نقطة بين عامي 1973 و 2015 ، وذلك بشكل أساسي لصالح الغاز الطبيعي (+ 6 نقاط) والكهرباء النووية (+ 4 نقاط) والفحم (+ 3 نقاط). هذا الأخير ، رغم أنه طاقة ثانية وعامل انبعاث أعلى بكثير من الغاز والنفط، إلا أن إستخدامه عرف إرتفاعا خلال تلك الفترة، وحسب وكالة الطاقة الدولية، فإنه يتوقع أن يصل الطلب العالمي على الفحم إلى 5624 مليون طن من معادل الفحم في عام 2024، بمعدل نمو سنوى قدره 0.5٪.

بالنسبة للطاقة المتجددة، يتوقع أن يترتب عن إنتشارها الواسع تراجعا ملموسا في تكلفة الطاقة الكهربائية المنتجة، خاصة تلك الناتجة من الطاقة الشمسية والرياح، بينما لا يزال إستعمالها في مجال النقل ضعيفا أ.

¹⁻اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا-الأمم المتحدة، الطاقة المتجددة: التشريعات والسياسات في المنطقة العربية-صحيفة حقائق، 2019، ص7.

هذا وقد قامت الوكالة الدولية للطاقة في تقريرها الصادر شهر نوفمبر 2015 حول "آفاق الطاقة العالمية"، بعرض توقعاتها عن النتائج المنتظرة من تطبيق آليات تسعير الكربون لسنة 2040 على إستهلاك الطاقة ومكوناتها في العالم، والتي يمكن توضيحها في الشكل التالي:

شكل 12: تطور المزيج الطاقوي في العالم آفاق سنة 2040 مع أو بدون تطبيق آليات تسعير الكربون.



المصدر: من إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات تقرير الوكالة الدولية للطاقة:

Energy Information Administration, IEA (2015a), Annual Energy Outlook with Projections to 2040. ملاحظة: نقصد بسيناريو 450، تحقيق الهدف طويل المدى لمتوسط إرتفاع درجة الحرارة العالمي 2°.

العمود الأول يمثل المزيج الطاقوي لسنة 2013، والثاني يمثل أثر إستمرار السياسات الحالية على نمو الإستهلاك العالمي من الطاقة إلى غاية سنة 2040، و يبين نمو في مستوى الطاقة المستهلكة بنسبة %1,4 سنويا، خلال الفترة 2013–2040، مما يؤدي إلى إرتفاع الإنبعاثات وما يصاحبه من إرتفاع الحرارة لتتجاوز سقف 2°، بينما مع سيناريو 450 (العمود الثالث)، يكون نمو الإستهلاك العالمي للطاقة بحدود %0,4 سنوي خلال الفترة 2013-2040.

يبدو هذا التقرير متفائلا، لكنه يفتقر للمصداقية نظرا لتركيزه على رؤية واحدة وعدم حياده، كما أنه لم يبين ما هو ثمن تحقيق تلك الأهداف خاصة بالنسبة للدول النامية، وهل يتناسب تحقيق إنخفاض 20 % في الطاقة الأحفورية مع تراجع النمو وكذا التكلفة التي يتطلبها تحقيق ذلك.

3.8. الإجراءات المعاكسة على مستوى الدول العربية:

على مستوى الدول العربية، التي طالما إتخذت الموقف الرافض لآليات تسعير الكربون، نظرا لكونها تلحق أضرارا كبيرة بعائداتها من النفط، خاصة وأن تلك الدول تعتمد بنسبة كبيرة تتراوح من 85 % 90 % على تلك العائدات لتمويل ميزانياتها العمومية وكل برامجها التنموية.

لذلك، فإنه بالتوازي مع الإجراءات المتخذة من طرف الدول العربية موضوع الدراسة من أجل التوجه إلى تطبيق تسعير الكربون وكذا غيرها من الإجراءات الأخرى الرامية إلى التقليص من إنبعاثات غازات الدفيئة (والتي تطرقنا إليها سابقا)، لجأت هذه الدول إلى إستبدال النفط كمصدر رئيسي للطاقة والتوجه إلى إستخدام الفحم.

فيما يلي سنتعرض إلى بعض الأمثلة على ذلك:

على مستوى دول الخليج:

مؤخرا لجأت بعض دول الخليج لإستخدام الفحم كوقود لمحطات توليد الكهرباء لديها، علما أن هذه الدول تمتلك نحو ثلث كمية النفط الخام المؤكدة في العالم ونحو خمس احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم (إحصائيات خاصة بسنة 2016) ، بدأت أعمال البناء في أول محطة لتوليد الكهرباء تعمل بالفحم في الخليج ، مشروع "حصيان" ، والذي من المتوقع أن تبلغ طاقته الإنتاجية 2400 ميجاوات ، وهو قيد الإنشاء في سيح شعيب (دبي) بهدف دعم استراتيجية دبي للطاقة النظيفة 2050.

كما تدرس دولة الإمارات العربية المتحدة حالياً تطوير محطة طاقة ثانية تعمل بالفحم. وينطبق الشيء نفسه على عُمان، التي أطلقت بالفعل دعوة لتقديم عطاءات لبناء أول محطة لتوليد الطاقة تعمل بالفحم في البلاد بطاقة 1200 ميجاوات ، على مستوى المنطقة الاقتصادية الخاصة الجديدة بالدقم ، كجزء من استراتيجيتها الجديدة لتتويع مصادر الوقود.

بالنسبة لمصر:

مع الإلغاء التدريجي لدعم الطاقة في مصر، أصبحت الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة مثل الأسمنت تعتمد على الفحم وفحم الكوك، واللذين يعتبران كثيفي الانبعاثات – طن واحد من الانبعاثات لكل طن من الفحم – بالعودة إلى عوامل التكلفة، علما أن مصر تستورد 2.2 مليون طن من الفحم سنويا.

9.بدائل أخرى لآليات تسعير الكربون للحد من إنبعاثات غازات الدفيئة:

هناك العديد من البدائل الأخرى المتاحة التي اثبتت فعاليتها والتي يمكن أن تساعد في حل مشكلة إنبعاثات غازات الدفيئة وبالتالي قد تغني عن تطبيق آليات تسعير الكربون، كما هو الحال بالنسبة لتقنية إلتقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه:

¹ -Mamdouh G Salameh, "The Changing Oil Fundamentals: Impact on the Global Oil Market & Energy Security", ECSSR 17th Annual Conference, Abu Dhabi, UAE, (November 1-2, 2011).

1.9 تقنية إحتجاز الكربون وتخزينه:

إن تقنية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، تعتبر كإحدى طرق مكافحة تغير المناخ عن طريق التقاط ثاني أكسيد الكربون من مصادر كبيرة مثل محطات الطاقة وتخزينه بأمان تحت الأرض ، بدلاً من انبعاثه في الغلاف الجوي.

والحقيقة أن تقنية احتجاز ثاني أكسيد الكربون تسمح بتحقيق هدفين معا، فهي من جهة تعتبر كإحدى الطرق المساعدة على زيادة الإنتاج من آبار النفط، إذ يساعد حقن ثاني أكسيد الكربون في خزان الزيت في التقليل من لزوجة الزيت وزيادة حجمه ويزيد من معدل تدفقه مما يسمح باستخراج المزيد من الزيت من الأرض، كما أنها في نفس الوقت تسمح بتقليل معدلات انبعاثات هذا الغاز من استخدام النفط كوقود 1. وقد بدأت تقنية عزل وتخزين ثاني أكسيد الكربون من خلال حقن تيارات من الغاز في باطن الأرض منذ عام 1997.

وفي دراسة علمية حديثة لعام 2.2019^2 توصل العلماء إلى تقنية جديدة تسمح بتحويل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي إلى مادة صلبة وهي الفحم الحجري، وذلك بإستخدام التحليل الكهربائي للمعادن السائلة التي تحول ثاني أكسيد الكربون من الغاز إلى جزيئات صلبة من الفحم ، ثم يضخ في الأرض 3 .

ولهذه الغاية ، استخدم العلماء جهازًا كهروكيميائيًا يحتوي على محفز كيميائي لعملية التحليل الكهربائي ، حيث يتم إذابة ثاني أكسيد الكربون ، بحيث تسمح المادة الكيميائية المحفزة بترسيب الكربون ثم تحوله إلى رقائق كربون صلبة، وهي تقنية تتميز بقلة التكلفة وتقدم حلولا مستدامة.

علما أن التأثير المحتمل لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه كبير جدًا، إذ تتوقع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن تساهم عملية التقاط وتخزين ثاني أكسيد الكربون بنسبة تتراوح بين 10% و 55% من إجمالي المجهودات الدولية الرامية للتخفيف من آثار ثاني أكسيد الكربون على مدى التسعين (90) عامًا القادمة (بداية من سنة 2016) 4.

2.9 إستخدام أوراق شجر إصطناعية لحل مشاكل المناخ:

أثبتت الدراسات أن الغابات هي أكبر خزان أرضي للكربون، إذ أنها تحتجز سنويا حوالي 9.2 جيجا طن من صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل 33٪ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية⁵.

وقد توصل العلماء (Meenesh Singh وفريقه من جامعة إيلينوي بشيكاغو) إلى إمكانية إستخدام أوراق شجر إصطناعية بدل الطبيعية، تقوم بنفس وظائف الأوراق الطبيعية، وبقدرة تفوقها بعشرة مرات على إمتصاص ثاني أكسيد الكربون وتحويله إلى أكسجين وأول أكسيد الكربون عبر محاكاة عملية التمثيل الضوئي. حيث سيتم جمع أول أكسيد

⁻ الأمم المتحدة- اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، تغير المناخِ وتقنيات إمتصاص وإحتجاز الكربون وتخزينه، أكتوبر 2009، ص3.

²-وهي دراسة قام بها باحثون في المعهد الملكي للتكنولوجيا في ملبورن بأستراليا، نشرت في دورية " Nature Communications " في 26 فبراير 2019. ³-عبد الحكيم محمود، تقنية جديدة لإمتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو وتحويله إلى فحم، موقع الجزيرة الإلكتروني، 2019/03/18. تم التصفح يوم https://www.aljazeera.net

⁻ المراقع البيئة والتنمية المستدامة والطاقة-فرنسا & معهد إقتصادات المناخ، الأرقام الرئيسية للمناخ في فرنسا والعالم، إصدار 2016، ص12.

الكربون واستخدامه في تطوير الوقود الاصطناعي، بينما بالنسبة للأكسجين، يمكن إما إطلاقه في البيئة حيث تشتد الحاجة إليه، أو تخزينه في صهاريج.

ويقدر الباحثون أن 360 ورقة ، طول كل منها 1.7 متر وعرضها 0.2 متر ، ستولد ما يقرب من نصف طن من أول أكسيد الكربون. الأهم من ذلك ، إذا غطت نفس الكمية من الأوراق مساحة 500 متر مربع ، فإنها ستخفض مستويات ثانى أكسيد الكربون بنسبة 10^{1} %.

3.9. تحويل إنبعاثات غازات الدفيئة إلى وقود نظيف:

تمكن باحثون كوريون على مستوى المعهد الكوري المتقدم للعلوم والتكنولوجيا وجامعة موكبو الوطنية بكوريا الجنوبية، من تطوير نظام جديد لتحويل غاز ثاني أكسيد الكربون إلى غاز الميثان، الذي يعتبر المكون الأساسي للغاز الطبيعي، بإستعمال مياه البحر والطاقة الشمسية، وكلاهما موردان متاحان بوفرة، مما يساعد على توفير مصدر مهم للطاقة ويسمح بالحد من التكلفة العالية لهذه العملية.

تتطلب العملية إستعمال ألواح أو أقطاب من أكسيد النحاس وأكسيد الزنك بإستخدام ضوء الشمس الطبيعي لتكون شبكة بلورية تعمل دور المحفزات النانونية، من أجل تحفيز تفاعل إنتاج الميثان مع ضرورة ضبط كل من الضغط الجوي ودرجة الحرارة أثناء عملية التفاعل، وقد وصلت درجة نقاوة الميثان المحصل عليه نسبة 99 2%.

صحيح أن عملية تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى ميثان تعتبر عملية قديمة جدا إلا أنها غير مجدية إقتصاديا، كما أن عملية الحصول على الميثان النظيف تتطلب البحث في المياه تحت عمق آلاف الأقدام تحت سطح البحر من أجل الوصول إلى حقول الغاز، مما يستنزف الكثير من الجهد والوقت والمال، غير أن العلماء هنا تمكنوا من إستخدام مصدرين طبيعيين -رخيصين- متاحين في الطبيعة، بدلا من إستخدام غاز الهيدروجين عالى التكلفة.

الخاتمة

يتوقع كثيرون أن تجارة الكربون التي تقوم على مبدأ الإقتصادي بيجو "الملوث يدفع" والتي أقرها المجتمع الدولي في قمة الأرض التي نظمتها الأمم المتحدة بريو دي جانيرو بالبرازيل عام 1992، أن تتفوق على تجارة النفط لتكون أكبر سوق في العالم.

غير أنه على الرغم أن آليات تسعير الكربون تعد عنصرا مهما لحماية البيئة لما تنطوي عليه من إيجابيات عدة المناقل في جانبها النظري-، نظرا لكونها وسيلة تتسم بالكفاءة لزيادة الإيرادات، نظرا لسهولة إدارتها ، وصعوبة التهرب منها مقارنة بالضرائب الأخرى. إلا أنها غير كافية لوحدها ما لم تتخذ الحكومات سياسات تكميلية التي تضمن

¹ -Aditya Prajapati & Meenesh R.Sing, 2019, Assessment of Artificial Photosynthetic Systems for Integrated Carbon Capture and Conversion, ACS sustainable Chem. Eng. Publications, 5993-6003.

² -Scientific american, https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/transforming-harmful-carbon-emissions-into-clean-fuels/.

تقديم حوافز من أجل تطوير تكنولوجيات خضراء ونشرها على نطاق واسع، كما أن تطبيق هذه الآليات على النفط واستثناء الفحم منها- وهو الأكثر تلويثا- يطرح الكثير من التساؤلات حول النية والهدف وراء ذلك، فالدول المصدرة للنفط ترى أن هذه الآليات لا تتوافق في الأساس مع مبادئ العدالة وتبادل المنافع بإعتبار أن الدول الصناعية الكبري هي المسؤولة عن النسبة الأكبر من الإنبعاثات.

كما أن هذه الآليات (تسعير الكربون)، لم تثبت لحد الآن نجاعتها رغم تزايد عدد الدول والمقاطعات المطبقة لها، إذ أن 85 % من الإنبعاثات لم يشملها تسعير الكربون. في هذا السياق يرى خبراء على مستوى البنك العالمي وصندوق النقد الدولي، أن سعر الكربون الرخيص المطبق حاليا (المتوسط العالمي لا يتجاوز (02) دولارين للطن) هو الذي أدى إلى تفاقم المشاكل البيئية، لذا، لإبقاء الإحترار العالمي ضمن مستويات آمنة يجب رفع سعر الكربون بدرجة أكبر حتى يشكل حافزا للأسر والشركات في سبيل تخفيض إستخدامها للطاقة والتحول إلى مصادر أكثر أمانا من الطاقة.

بالنسبة للدول العربية، هناك عدة تحديات وخصوصيات لدول المنطقة تعيق تتفيذ آليات تسعير الكربون هي: عدم وجود قانون مُلزم، ضعف الخبرة فيما يخص آليات تجارة الكربون باستثناء عدد قليل من مشروعات التنمية النظيفة، الطلب المحدود حالياً مقارنة بالمناطق الأخرى لعدم وجود أسواق محلية، انعدام الاستقرار السياسي في بعض الدول، عدم وجود استعداد كاف لإطلاق آليات جديدة مستندة لمتطلبات السوق، غياب التنسيق الفعال حول قضايا المناخ، وانخفاض الوعى حول المزايا المحتملة لهذه التجارة، بالإضافة إلى صعوبة تبنى الحكومات لسياسات من شأنها أن تعارض تنافسية أهم قطاع إقتصادي لديها والمتمثل في قطاع الطاقة مقارنة مع باقي مصادر الطاقة.

هذا بالإضافة إلى توافر حلول أخرى بديلة تراعى مصالح كل الدول، كتقنية إحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (أو الاستفادة منه)، غير أن هذه التكنولوجيا ليست متاحة للجميع، مما يجعل الإعتماد على هذه الحلول غير ممكن على الأقل في المدى المتوسط، خاصة في الدول العربية.

كما أنه، من جانب آخر يمكن إعتبار أن التأثيرات السلبية لآليات تسعير الكربون على سوق النفط قد تكون حافزا -خاصة بالنسبة للدول العربية- للتوجه نحو مصادر أخرى بديلة للطاقة، تكون أكثر توافقا مع طبيعتها المناخية والجغرافية، خاصة الطاقة الشمسية، حيث أن أكثر المناطق التي تشهد أكثر عدد من ايام السنة المشمسة خلال العام تقع في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية وفي مقدمتها الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وهي -للمفارقة- المناطق نفسها ذات إنتاج أكثر للنفط والغاز.

وفي الأخير يمكننا القول أنه سواء إختارت الدول تطبيق إحدى آليات تسعير الكربون من عدمه، فإنه يتعين على الجميع أفرادا وجماعات إتخاذ تدابير من شأنها الحد من تغيرات المناخ، كما أنه بغض النظر عن موقف الدول العربية من سياسات تسعير الكربون، فمن الضروري لهذه الدول أن تبحث عن بدائل للنفط ليس فقط كمصدر للطاقة بل حتى كمصدر للمداخيل، فلا بد من الإتجاه نحو التتويع الإقتصادي والتخلص من التبعية تجاه هذا القطاع، بالإضافة إلى ضرورة ترشيد إستغلال هذا المورد الناضب حفاضا على مصالح الأجيال القادمة.

- التوصيات: من خلال النتائج السابقة يمكننا تقديم المقترحات التالية:
- ضرورة التعاون الدولي من أجل نقل التكنولوجيا «النظيفة » بهدف الوصول إلى إنتاج بترول اقل تلويثا وأكثر كفاءة؛
 - -التراجع عن كل أشكال الإعانات الممنوحة لإستهلاك الطاقة الأحفورية؛
- -تفعيل دور الأجهزة الرقابية، وتفعيل دور المجتمع المدني سواء الرقابي أو التوعوي (جمعيات حماية المستهلك) في مجال حماية البيئة والحد من التلوث البيئي بكل أشكاله؛
- -تشجيع توجيه الإستثمارات والإستهلاك إلى قطاعات ومنتجات صديقة للبيئة ومنخفضة الكربون، عن طريق نظام الحوافز والإعفاءات؛
 - -العمل على تطبيق مبادئ الحوكمة البيئية؛
 - -تطوير وتشجيع وسائل النقل العام، وتشييد بنايات تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة؛
- -إعداد السياسات والأطر القانونية للطاقة المتجددة و كذا العمل على وضع إستراتيجات إقتصادية وتتموية تأخذ بعين الإعتبار البعد البيئي؛
 - -من المهم جدا إعادة النظر في نظام الضرائب والتركيز على الجباية البيئية ؟
 - -إعطاء الأهمية لإدارة الغابات والمراعى الطبيعية نظرا لقدرتها المثبتة على إمتصاص وتخزين غاز CO2.

قائمة المراجع:

1-باللغة العربية:

المؤلفات:

- ناصف أيمان عطية، (2008) ، مبادئ إقتصاديات الموارد البيئية، مصر ، جامعة الإسكندرية، المكتب الجامع الحديث.
 - محمد مقاد رمضان ، (2004)، إقتصاديات الموارد البيئية، مصر ، الدار الجامعية، الإسكندرية.
- محمد عبود سالم، (2011)، مدخل إلى محاسبة التكاليف البيئية، العراق، جامعة بغداد، دار الدكتور للعلوم الإدارية والإقتصادية.
 - -محمد على سيد أمبابي، (1998)، الإقتصاد والبيئة، المكتبة الأكاديمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.
- سميث ستيفن، ترجمة إنجى بنداري، (2014)، الإقتصاد البيئي: مقدمة قصيرة جدا، مصر، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، الطبعة الأولى، 2014.

الأطروحات:

- ربيعة بوسكار ، (2016)، مشكلة البيئة في الجزائر من منظور اقتصادي، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الإقتصادية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر.
- -نضال أحمد الخولي، (2004)، إجراءات القياس والمعالجة المحاسبية والابلاغ المالي لتكاليف البيئة: بالتطبيق على عينة مختارة من الشركات الصناعية المساهمة العامة الأردنية، رسالة ماجستير غير منشورة، عمان، الأردن.

المقالات:

- جابر الحلو عقيل حميد، عبد الرسول جابر إبراهيم، حيدر حسين عذافه، (2013)، الأثار الإقتصادية للتلوث البيئي: المخاطر والتكاليف والمعالجات-العراق حالة دراسية، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والإقتصادية، العراق، المجلد 15، العدد1، الصفحات 43-66.
- عمرو محمد السيد الشناوي، (2011)، تقويم الضريبة كأداة لسياسة حماية البيئة، مجلة العلوم القانونية والإقتصادية، العدد 49، كلية الحقوق، جامعة المنصورة، مصر.
- تباني آمال، (2020)، تحديات التلوث الصناعي في العالم: مخاطر بيئية وحلول أكثر عدالة، مجلة آراء حول الخليج، المملكة العربية السعودية، العدد 149، مايو 2020، ص.ص 78-83. متوفر على الرابط: https://www.araa.sa/index.php?option=com_tags&view=tag&id=439

التقارير الدولية:

- وزارة البيئة والتتمية المستدامة والطاقة & معهد إقتصادات المناخ، (2016)، الأرقام الرئيسية للمناخ في فرنسا والعالم.
- وزارة البيئة لجمهورية مصر العربية و برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، (2018)، التقرير المحدث كل سنتين–الأول لجمهورية مصر العربية المقدم إلى إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ.
 - الإتحاد العربي للكهرباء، (2017)، النشرة الإحصائية، العدد 26.
- اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا-الأمم المتحدة، (2019)، الطاقة المتجددة: التشريعات والسياسات في المنطقة العربية-صحيفة حقائق.
- الأمم المتحدة اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا، (2009)، تغير المناخ وتقنيات إمتصاص واحتجاز الكربون وتخزينه.

مواقع الانترنيت:

- البوابة الرسمية لحكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، تصدي دولة الإمارات للتغير المناخي، متوفر على الموقع (تم تصفحه يوم 2020/12/18):

https://u.ae/ar-AE/information-and-services/environment-and-energy/climate-change/theuaesresponsetoclimatechange

-مجموعة البنك الدولي، (2015)، 5 وسائل للحد من أسباب تغير المناخ، 18 مارس 2015، متاح على الرابط:

https://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2015/03/18/5-ways-reduce-drivers-climate-change (consulté le 01/11/2020)

- مجموعة البنك الدولي، من أجل تنمية خالية من الكربون: تحديد التكاليف الحقيقية للانبعاثات الكربونية ووضع السياسات المناسبة، ص2،

 $\frac{\text{https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/dd/decarbonizing-dev-policy-note-2-policies-Arabic.pdf}$

- الموقع الرسمي لمنظمة الصحة العالمية: www.who.int

-صندوق النقد الدولي، نقل الأموال لتمويل خطة 2030 للتنمية المستدامة، كلمة السيد ديفيد ليبتون، مدير عام صندوق النقد الدولي بالنبابة، الأمم المتحدة، نبوبورك، 26 سبتمبر 2019. متوفر على:

https://www.imf.org/ar/News/Articles/2019/09/26/sp092619-moving-the-money-to-finance-the-2030-agenda-for-sustainable-development

-موقع وزارة الطاقة والمعادن والبيئة للمملكة المغربية (تم تصفحه يوم 2020/11/01)، الموقع الرسمي: www.environnement.gov.ma

-محمود العيسوي، دراسة ترصد تراجعا عالميا في إنبعاثات الكربون نتيجة أزمة كورونا، 21 مايو 2020. متوفر على الرابط: https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/global-carbon-emissions-decline-during-covid19

-برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تقرير متحدون في العلوم: تغير المناخ لم يتوقف بسبب فيروس كورونا كوفيد-19، 09 سبتمبر 2020، نيويورك/جنيف. متوفر على: www.public.wmo.int/en/resources/united in science

2-باللغات الأجنبية:

Books

-Jean-Paul Métailié & Georges Bertrand, (2006), Les mots de l'environnement, Edition Presses Universitaires de Mirail, France.

Journals

- Abeer Abdulkareem and Amgad Ellaboudy, The Absence of a Carbon Pricing Sytem in Saudi Arabia, Climate scorecard, March 18,2020. https://www.climatescorecard.org/2020/03/the-absence-of-a-carbon-pricing-system-in-saudi-arabia/
- Erick Lacappelle and Sustainable Prosperity, The Hidden Factor in climate policy: Implicit Carbon Taxes, Policy Brief, Sustainable Prosperity, feb.2011.
- Blazquez, J. & Moreno, J., Curbing Carbon Emissions: Is a carbon tax the most efficient levy!, KAPSARC, King Abdullah petroleum Studies and Research Centre, KSA, 2017.
- -Copela.B, "International Trade and Green Growth." World Bank, background paper for the Green Growth Knowledge Platform conference, Mexico City, January 2012, 12–13.

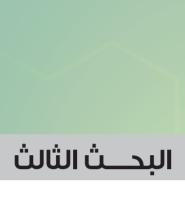
- -Chekib Khelil, la taxe carbonne va perdre 3000 milliards de dollars à l'OPEP, Liberté,02/12/2009. Disponible sur le lien: https://www.liberte-algerie.com/actualite/la-taxe-carbone-va-faire-perdre-3-000-milliards-de-dollars-a-lopep-72429
- Aditya Prajapati & Meenesh R.Sing, 2019, Assessment of Artificial Photosynthetic Systems for Integrated Carbon Capture and Conversion, ACS sustainable Chem. Eng. Publications.

International reports

- GERMANWATCH, NewClimate Institute & Climate Action Network, Climate Change Performance Index 2020: https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/CCPI-2020-Re%CC%81sultat%20franc%CC%A7ais 0.pdf
- -The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises (https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(20)32290-X.pdf);
- The world bank group. (2016). *Emissions trading in practice: a handbook on design and implementation*. [Accessed 05/12/2020] Available from World Wide . Web: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23874/ETP.pdf?sequence=11&isAllowed=v
- The World Bank Group,2020, Carbon pricing leadership report 2019/20, World Bank, Washington, DC. https://www.carbonpricingleadership.org/s/CPLC-Carbon-Pricing-Leadership-Report 2020.pdf
- BP Statistical Review of World Energy 2019, https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf
- -Commissariat général au développement durable, Chiffres clés du climat France, Europe et monde, édition 2019 : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/datalab-46-chiffres-cles-du-climat-edition-2019-novembre2018.pdf
- Energy Information Administration, IEA (2015a), Annual Energy Outlook with Projections to 2040.

Website:

- -Mengpin, G. & Johannes, F. (2020), 4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Countries and Sectors, World Resources Institute, February 06,2020. [Accessed 03/11/2020] Available from World Wide .Web: https://www.wri.org/blog/2020/02/greenhouse-gas-emissions-by-country-sector
- -Algérie Presse service-APS, L'Algérie s'engage à réduire de 22% les émissions de gaz à l'effet de serre à l'horizon 2020, 05 octobre 2019. Disponible sur :
- http://www.aps.dz/economie/95251-l-algerie-s-engage-a-reduire-de-22-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-a-l-horizon-2030
- -CESE, 2019, Social protection in Morocco, http://www.ces.ma/Documents/PDF/Auto-saisines/2019/fiscalite/Rp-as39a.pdf
- -UNDP, 2019, Carbon Pricing project in corporation with the world bank and UNDP. https://www.babnet.net/cadredetail-183866.asp



التكامل بين الطاقة المتجددة وصناعة النفط والغاز: رؤية في ضوء الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر بالتطبيق على دول الأوابك

د. محمود سيد على الصادق *

^{*} دكتوراه في الايكولوجيا الصناعية ، ممثل مصر في الشبكة الإفريقية للاقتصاد الدائري، خبير معتمد في إدارة الطاقة، خبير معتمد في اقتصاديات، البيئة والمحاسبة البيئية

التكامل بين الطاقة المتجددة وصناعة النفط والغاز رؤية في ضوء الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر بالتطبيق على دول الاوابك

1) ملخص البحث:

يهدف البحث الى تقديم فكر وأدوات الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر للدمج بين الطاقة المتجددة وموارد النفط والغاز بالتطبيق على العربية المصدرة للنفط، ويركز البحث على الطاقة الشمسية الأكثر وفرة مع توافر الأراضي الصحراوية الغير مستغلة، ويتناول دور التفكير الايكولوجي الصناعي في توفير تكاليف دمج الطاقة المتجددة والطاقة التقليدية، ويقدم البحث مجموعة من الأدوات التي تساعد بشكل كبير في تحول قطاع النفط والغاز من الاقتصاد الخطي الى الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر، ومن أمثل تلك الأدوات والأفكار التكافل الصناعي والمناطق الصناعية الايكولوجية، وتصميم الفكر المرتبط بتطبيق الاقتصاد الدائري، وربط شبكات الكهرباء والغاز، وإقامة التجمعات الصناعية الايكولوجية العربية القائمة على تكامل ودمج موارد الطاقة والموارد الأخرى للدول العربية، ويستعرض البحث تعظيم الفوائد البيئية والاقتصادية التي تنطلب فهمًا أكبر للإمكانيات الموجودة على مستوى البلد والقطاع والتكنولوجيا، كما يدعو إلى منظور على نطاق المنظومة، مع مراعاة الترابط بين التكنولوجيات والقطاعات ومن أهم توصيات البحث العمل على إحياء مشروع ديزرتك عربيا وتمويل الدول العربية المصدرة للنفط للمشروع بحيث يقوم على تهجين طاقات النفط والغاز مع الطاقة الشمسية وتصدير الطاقة الكهربائية ووقود الهيدروجين الى مناطق الاستهلاك في أوروبا.

2) فكرة البحث:

تقوم فكرة هذا البحث على تطبيق مبادئ الاقتصادي الدائري واقتصاديات التآزر للدول العربية المصدرة للنفط وذلك كإطار مبتكر قائم على محاكاة الطبيعة في مجال الطاقة وذلك للعمل على صياغة رؤية مستدامة للتشبيك بين مقدرات وموارد الدول العربية في مجال الطاقات المتجددة والتقليدية تستخدم كإستراتيجية فعالة لمرحلة اقتصاد ما بعد الطاقات الاحفورية ، من خلال استخدام طرق وأساليب جديدة في الرؤية والتفكير وإدارة وتنظيم خاص للمشكلات والتهديدات وتحويلها الى فرص للتنمية الشاملة المستدامة للأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

ويقوم هذا البحث بتحليل الفرص ، والتحديات ، والربحية الناتجة عن التآزر بين موارد الطاقة التقليدية و الموارد المتجددة بالتطبيق على الدول العربية المصدرة للنفط وذلك بدراسة وتحليل التكامل بين موارد النفط والغاز مع تطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية والضوئية وما يرتبط بهم من التطبيقات الصناعية من (كهرباء – بخار – حرارة) مع استخدام موارد النفط والغاز كتكاليف راسمالية تحفز وتسرع من الانتقال وتقلل تكاليف دمج المصادر المتجددة مع موارد النفط والغاز المتوافرة في دول الاوابك وما يرتبط بهم من بناء إمكانيات التصنيع ونقل التكنولوجيا وتحول الدول العربية من دول منتجة للنفط والغاز الى دول منتجة ومصدرة للطاقة الهجينة.

3) مقدمة ومشكلة البحث:

تفتقر المنطقة العربية إلى إدارة مستدامة للموارد الطبيعية، خصوصا في مجالات كفاءة الطاقة واعتمادها الأساسي على الوقود الأحفوري لتلبية احتياجاتها الطاقية ، فتنمية الطاقة المستدامة ليست أولوية هامة لبلد عربي دون آخر، وليست خيارا بين النمو المرتفع والنمو المنخفض، فالتقدم في تنفيذ الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة (طاقة نظيفة وبأسعار معقولة) سيكون عاملا حاسما في إدارة التحديات التي سوف تواجهها الدول العربية في السنوات والعقود القادمة (أ).

فحتما سوف تعانى الدول العربية المصدرة للنفط والغاز من صعوبات جمه قد تفوق صعوبات ما قبل النفط بسبب شيوع الطابع الاستهلاكي وانعدام البدائل الحقيقية التي يمكن أن تحل محل النفط والغاز ، وإذا كان هناك من يقول أن الدول العربية تمكنت من توفير بعض المشاريع الاستثمارية في مجال الصناعة فان مساهمة الصناعة في الدخل القومي لا تزال منخفضة ، كما أنها لا تزال تعتمد على الخبرة الأجنبية والمواد الأولية المستوردة من الخارج ، بالإضافة الى عدم وجود استراتيجية واضحة المعالم (2).

ومع النظر إلى استخدام الطاقة المتجددة على أنه أحد المكونات الأساسية لاستراتيجيات الاستدامة ، ووفقاً لوكالة الطاقة الدولية ، فإن "الطاقة المتجددة مشتقة من عمليات طبيعية يتم تجديدها بمعدل أعلى مما تستهلك". الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح ، والطاقة الحرارية الأرضية ، والطاقة الكهرمائية ، والطاقة الحيوية من الكتلة الحيوية ، وقوة المحيطات أو البحر (3).

وبتماشى موضوع البحث مع زبادة وتيرة تبنى الحكومات والشركات في جميع أنحاء العالم مفهوم الاقتصاد الدائري كأداة إدارية ذكية تستخدم في اكتشاف نهاية دورة الحياة وتحديات جودة المنتجات ، وبناء نموذج اقتصادي حيث يتم تصميم الموارد وعمليات الشراء والإنتاج وإعادة المعالجة لمراعاة الأداء البيئي ورفاهية الإنسان ، واعادة تصميم النظم الايكولوجية الصناعية واللوجستيات العكسية في الاقتصاد الدائري ، وبتعلق مفهوم الدائرية بشكل أساسي بالمسألتين الرئيسيتين: استهلاك الموارد للتصنيع والتنمية الاقتصادية ، وإدارة الطلب على الموارد النادرة وتوفيرها للأجيال القادمة ، ويهدف البحث الى وجود نظام تجديدي يتم فيه تقليل مدخلات الموارد وانبعاثات النفايات وتسرب الطاقة عن طريق إبطاء وإغلاق وتضييق المواد وحلقات الطاقة"(4).

على الرغم من أن قطاع النفط والغاز يمثل الاقتصاد الخطى ، إلا أن هناك احتمالات كبيرة لتطبيق عناصر الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر ، فهناك العديد والكثير من الأفكار التي تستخدم فى تقييم مستوى الاقتصاد الدائري داخل قطاع النفط والغاز (5). ومن أمثل تلك الادوات والافكار _ التكافل الصناعي والمناطق الصناعية الايكولوجية ، تصميم الفكر المرتبط بتطبيق الاقتصاد الدائري. ويركز هذا البحث على الفرص ، والتحديات ، والربحية الناتجة عن التآزر بين موارد الطاقة التقليدية والمتجددة بالتركيز على الدول العربية المصدرة للنفط وذلك بدراسة وتحليل:

- موارد الطاقة الشمسية الحرارية والضوئية لإنتاج الطاقة الكهربائية للأحمال الأساسية في المناطق الصحراوبة ذات الإمكانيات الكبيرة بالنسبة للإشعاع الشمسي المباشر في مناطق الصحاري العربية⁽⁶⁾.
- التطبيقات الصناعية من خلال استخدام البخار والحرارة في العمليات الصناعية ، الامر الذي يتطلب وجود منهج مبتكر يقوم على المشاركة والتعاون بين عدد من الشركات من ناحية واحدة ، أو بينها وبين الحكومة من جهة أخرى ، أو عدد من الدول لحل صعوبات استخدام الطاقة الشمسية.
- عوامل وجود تكامل بين الدول العربية المصدرة للنفط يقوم على تسخير إمكانيات وموارد تلك الدول مجتمعة في سبيل وجود قطاع رائد لمستقبل التنمية بين الدول العربية ، ويتمثل هذا القطاع في استخدام الطاقة الشمسية بالتوازي مع التطور الصناعي من اجل الوصول الي هدف مستقبلي يتمثل في التحول من الاقتصاد المعتمد على النفط والغاز نحو قطاعات مستدامة.
- تحليل التشبيك والتآزر Synergy بين الدول العربية المصدرة للنفط على اعتبارات مثل الوصول إلى مصالح مشتركة بعيدة المدى و ذلك من خلال بناء تحالفات بين جميع الشركاء للعمل المشترك بكل تفاصيله من حيث البرامج والأهداف والعمل والمهام والآليات والخطط والمتابعة والإشراف والرقابة والتقييم في كل المراحل ، وأيضا استثمار العناصر البشربة و غير البشربة الاستثمار الأمثل في العملية التنموبة (7) .
- تخفيض تكاليف الطاقة المتولدة من استخدام تكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية وذلك بالاستناد على مبادئ وأساليب علم الايكولوجيا الصناعية ، الذي يستوحي عبقربة العالم

الطبيعي في تصميم النظم الايكولوجية الصناعية ، من خلال اكتشاف العلاقات التكافلية ، وبناء شبكة من علاقات التكامل والتشبيك للشركات الصناعية المتجاورة ، مما سيؤدى الى وفورات في تكاليف الإنتاج وفوائد جماعية يمكن أن تؤدى الى الاستناد على الطاقة الشمسية الحرارية سواء بشكل كلى أو بشكل جزئى على مستوى تعاون بين الدول العربية المصدرة للنفط.

4) أهداف البحث

يهدف البحث الى تقديم فكر وأدوات الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر للدمج بين الطاقة المتجددة وموارد النفط والغاز بالتطبيق على العربية المصدرة للنفط ويركز البحث على الطاقة الشمسية الأكثر وفرة مع توافر الأراضي الصحراوية الغير مستغلة وتحقيق الأهداف الفرعية التالية:

- 1. بيان دور التفكير الإيكولوجي الصناعي في توفير تكاليف دمج الطاقة المتجددة والطاقة التقليدية
- 2. تقديم حلول مبتكرة للاستفادة من تشبيك الموارد التقليدية والمتجددة للدول العربية وتصميم المجمعات الصناعية الايكولوجية التي تعتمد على الفكر الدائري.
 - 3. وجود إستراتيجية فعالة لدول الاوابك لمرحلة اقتصاد ما بعد النفط.
 - 4. أهمية نتائج البحث لصانعي ومتخذى القرار في الحكومات في دول الاوابك.
- 5. تقديم موضوع البحث كأداة لتحقيق التعاون الاقتصادي والبيئى المشترك بين الدول العربية المصدرة للنفط والغاز.

5) أهمية البحث:

- وقتصاديات التآزر في تقييم الفوائد الناتجة من تطبيق شكل من اشكال التعاون والتازر بين واقتصاديات التآزر في تقييم الفوائد الناتجة من تطبيق شكل من اشكال التعاون والتازر بين الطاقة التقليدية والمتجددة طبقا للامكانيات والموارد التي تمتلكها الدول العربية والمرتبطة بقطاع وسوق الطاقة العالمي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.
- تعظیم البیئیة والاقتصادیة التی تتطلب فهمًا أكبر للإمكانیات الموجودة علی مستوی البلد والقطاع والتكنولوجیا. كما یدعو إلی منظور علی نطاق المنظومة ، مع مراعاة الترابط بین التكنولوجیات والقطاعات

6) المعالجة المنهجية للبحث:

التحليل المتعمق لأدبيات البحث في موضوعات الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر وأدوات الايكولوجيا الصناعية والمناطق الصناعية الايكولوجية ، وتكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية مع تقديم تصور مقترح لتحقيق بين الطاقة المتجددة والطاقة التقليدية.

7) تقسيم البحث:

- 1- المبحث الأول: الإطار العام للبحث.
 - 2- المبحث الثانى: الدراسات السابقة.
- الدراسات في مجال الاقتصاد الدائري والتآزر:
- الدراسات والحالات التطبيقية السابقة لدمج الطاقة التقليدية والطاقة الشمسية:
 - تجارب وحالات تطبيقية لاستخدام الطاقة المتجددة في الصناعة:
- 3- المبحث الثالث: دور الاقتصاد الدائري في تكامل موارد النفط والغاز لدول الاوابك
- 4-المبحث الرابع: اقتصاديات التآزر Synergy بين موارد الطاقة التقليدية والمتجددة للنفط.
- 5-المبحث الخامس: أدوات الاقتصاد الدائري واقتصاديات التآزر لتخطيط دمج موارد الطاقة التقليدية والمتجددة للدول العربية.
- 6-المبحث السادس: تطبيقات الاقتصاد الدائري لدمج موارد الطاقة التقليدية والمتجددة للدول العربية.
- 7- المبحث السابع: قدرات تكامل دمج الطاقة المتجددة في صناعة النفط والغاز لدول الاوابك.
- 8-المبحث الثامن: تصور مقترح لشبكة تربط الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية في إطار الاقتصاد الدائري ومقترح لمجمع صناعي ايكولوجي قائم على الاقتصاد الدائري وفكر الايكولوجيا الصناعية.
 - 9- النتائج والتوصيات.
 - -10 المراجــع.

المبحث الثاني: الدراسات السابقة

8) الدراسات السابقة:

أولا: الدراسات في مجال الاقتصاد الدائري والتآزر:

1) دراسة 2020 Kirsikka Kiviranta et al

قيمت هذه الدراسة دور الطاقة في الاقتصاد الدائري من رؤية مفادها أن الأنشطة الدائرية مثل معالجة المواد تتطلب الطاقة والحرارة. في موازاة ذلك ، وتهدف الدراسة إلى تقييم ما إذا كان الاقتصاد الدائري يمكن أن يزيد من قيمة استثمارات الطاقة المتجددة المتغيرة وبالتالي تسريع التحول نحو الطاقة المتجددة ، ويُظهر تحليل الدراسة أن زيادة القيمة المادية من خلال أد دمج الطاقة في العمليات الدائرية الإقليمية يمكن أن تزيد الربحية الاقتصادية لنظام الطاقة ، وفقًا للنتائج ، فأن الدمج أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية من بديل تصدير الإنتاج الذي يتجاوز الطلب ، فضلاً عن استخدام الطاقة المتجددة المتغيرة لإنتاج الهيدروجين المطلوب لقطاع النقل والقطاعات الأخرى ، وتم التوصية بدراسة أوجه التآزر لربط نظام الطاقة بالاقتصاد الدائري على المستوى الإقليمي حيث تكون العمليات الدائرية محلية دائمًا. على الرغم من أن الدراسة تُظهر أن الاقتصاد الدائري خيار جذاب اقتصاديًا ، إلا الدائري ألغاز الحيوي والديزل الحيوي المحسن ، ووقود الهيدروجين).

.⁽⁹⁾G.Mutezo and J.Mulopo 2020 دراسة (2

أوصت هذه الدراسة مؤسسات القطاع الوطني والعام والخاص بدراسة مفهوم الاقتصاد الدائرى في عملياتها اليومية خصوصا مع تزايد المخاوف بشأن تأثيرات تغير المناخ ، واحد أهم طرق الحد من تلك التأثيرات هو الانتقال من الوقود الأحفوري إلى الطاقة المتجددة ، واستعرضت هذه الورقة الأدبيات الموجودة ذات الصلة بتحول الطاقة في إفريقيا – ما إذا كانت ممكنة ويمكن أن تسترشد بمبادئ الاقتصاد الدائري حيث تمت مراجعة المقالات المختلفة المنشورة بين عامي 2009 و 2019 ، بمبادئ الاقتصاد الدائري حيث تمت مراجعة المقالات المختلفة المنشورة بين عامي في ويوجدت الدراسة أنه من المتوقع أن يزداد الطلب على الطاقة في إفريقيا بشكل كبير ، وسيكون مدفوعًا بالتصنيع والنمو السكاني وأوضحت الدراسة أن معظم إمدادات الطاقة في إفريقيا جنوب الصحراء من مصادر الطاقة المتجددة ، في حين أن دولًا مثل الجزائر ونيجيريا والمغرب وجنوب إفريقيا ومصر (الخمسة الكبار) لا تزال تعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري. وخلص الباحثون إلى أن نهج الاقتصاد الدائري يمكن أن يمكن من زيادة استخدام الطاقة المتجددة والانتقال إليها، ولدعم والمحكومات الاستمرار في تمويل المزيد من التقنيات القابلة للتطوير واعتماد لوائح "مقصودة" تسترشد بمبادئ التعميم والانتقال العادل. على الرغم من محدودية البيانات المتعلقة بكيفية دعم الانتقال عن طريق التعميم ، إلا أن هناك فرصة كبيرة لمزيد من الأبحاث العلمية والصناعية التي يمكن أن توفر مزيدًا من الدعم السياقي.

3) دراسة 2019 et al

تناولت هذه الدراسة التآزر بين المناطق المختلفة وتحقيق تحسين النظام بنسبة 1 + 1> 2 وتوليد إمكانات نمو جديدة. ومع ذلك ، فإن البحث عن التآزر الإقليمي والنمو الاقتصادي نادر جدًا وقدمت الدراسة إطار نظري للتآزر الإقليمي والنمو الاقتصادي وحساب الكفاءة المضافة لقياس التآزر بين كل مدينتين بين 285 مدينة في الصين. علاوة على ذلك ، تم اختبار آثار التآزر الإقليمي على النمو الاقتصادي، وإختبار التأثير الكلي ما إذا كان التآزر الإقليمي يمكن أن يعزز النمو الاقتصادي الشامل ، والنمو الاقتصادي لكل منطقة فرعية. وتظهر النتائج أن التآزر الإقليمي يمكن أن يعزز بشكل كبير النمو الاقتصادي الشامل ، وأوضحت أن التآزر الإقليمي يعمل على النمو الاقتصادي من خلال تدفق الموارد بين الأقاليم وبعزز التآزر الإقليمي النمو الاقتصادي للمدن مع تدفق الموارد، بينما يحد من النمو الاقتصادى للمدن مع تدفق الموارد إلى الخارج.

ثانيا: الدراسات والحالات التطبيقية السابقة لدمج الطاقة التقليدية والطاقة الشمسية:

4) دراسة Olcay Genc et al 2020 دراسة

ساهمت هذه الدراسة في إعداد دليل لتصميم المناطق الصناعية الايكولوجية باستخدام نموذج محاكاة شبكة غذائية في النظام الايكولوجي الطبيعي ، وقدم النموذج ثلاثة مساهمات منهجية تتمثل في 1- تحديد واختيار تطبيقات التكافل الصناعي 2- طريقة مبتكرة لتصميم منطقة صناعية بناءً على أهداف وقيود مستوحاة من الطبيعة 3- تخطيط المنطقة الصناعية الايكولوجية، وهذه المساهمات تعتبر أداة صنع قرار هامة لمصممي وواضعي سياسات تصميم المناطق الصناعية الايكولوجية ، وأهمية الدراسة في تقديمها تقنية جديدة لتحقيق الانتقال من الاقتصاد الخطى إلى الاقتصاد الدائري مثل اختيار أماكن الشركات الصناعية بحيث تكون بالقرب من أماكن إنتاج النفايات بدلاً من الموارد التقليدية.

5) دراسة , 120M.A. Butturi et al, 2019

تقدم هذه الدراسة استعراض المؤلفات العلمية حول التآزر Synergies في مجال الطاقة داخل المجمعات الصناعية الايكولوجية ، والتي تسهل استخدام مصادر الطاقة المتجددة على المستوى الصناعي ، مما يحتمل أن يخلق تكافل الطاقة في المناطق الحضرية الصناعية ، وسلطت الدراسة الضوء على أربعة مسارات رئيسية لتنفيذ التآزر في مجال الطاقة المتجددة لوضع حلول قابلة للتطبيق لتحسين استخدام مصادر الطاقة المتجددة على المستوى الصناعي والمسارات الاربعة هي تبادل الطاقة بين الشركات ، والشراء الجماعي للطاقة المتجددة ، وادارة الانتاج الجماعي للطاقة المتجددة ، وخدمات المبانى والمرافق المشتركة.

6) دراسة , 130Kasra Mohammadi et al, 2019 دراسة

قدمت هذه الدراسة مراجعة لاستخدام الطاقة الشمسية الحرارية في تحلية مياه البحر وتوليد الطاقة الكهربائية في وقت واحد ، وبسبب قدرة المحطات الشمسية الحرارية في انتاج الكهرباء وانتاج الحرارة فانه يمكن استخدام مجموعة متنوعة من أنظمة تحلية المياه ، وهناك العديد من الطرق المحتملة لتهجين خدمات الطاقة مع أنظمة تحلية المياه من خلال تعظيم الكفاءة الحر ارية وتقليل التكاليف ، وتوفير وسيلة محتملة لتسريع تسويق هذه المحطات الهجينة بشكل عام ، وتعتبر محطات تحليه مياه البحر جذابة تقنياً وبيئياً باستخدام أنظمة الطاقة الشمسية المركزة ، وتستخدم العديد من مقاييس الأداء في دراسة الجدوي الاقتصادية مثل LCOW ، LCOE ، الكفاءة الحرارية الشاملة ، قدرة الطاقة ، والقدرة على إنتاج المياه العذبة .

7) دراسة G.J. Nathan et al, 2018

أستعرض هذا البحث الدور المستقبلي لتكنولوجيات تهجين الطاقة الشمسية مع وقود النفط والغاز وما يمكن ان تؤديه هذه التكنولوجيات من دور متزايد الأهمية في توليد الطاقة أو من أجل الجمع بين الحرارة والقوة الكهربائية ، توفر هذه التقنيات امكانية تقليل التكلفة ، وتجنب الخسائر المرتبطة بفقد الكفاءة الكاملة مع الطاقة الشمسية فقط ، وتقليل كميات الوقود الأحفوري وما يرتبط بها من خفض انبعاثات الكربون.

8) دراســة Sadovskaya Valeria,2018 دراســة

هدفت هذه الدراسة إلى إنشاء أداة لشركات النفط والغاز لتحليل فرص الانتقال من الاقتصاد الخطى نحو الاقتصاد الدائري ، وتناولت الدراسة على النظربات الرئيسية ونماذج الأعمال للاقتصاد الدائري؛ ووصف العناصر الرئيسية لصناعة النفط والغاز ، وأحدث التقنيات لإعادة بناء المعدات و معالجة الانبعاثات ، ومعلومات عن المؤشرات الحالية للاقتصاد الدائري ، وتوصلت الى أنه هناك فرصة جيدة حقًا لتحقيق ربح إضافي ، وطريقة جديدة لإبداع القيمة المالية.

9) دراسة , 160Kody M.Powell et al, 2017

بينت هذه الدراسة بعض فوائد تهجين الطاقة الشمسية الحرارية مع الوقود التقليدي (الوقود الهيدروكربوني فمن خلال هذا التازر يمكن الحصول على كفاءة أعلى من خلال استغلال التآزر بين شكلين الطاقة له العديد من الفوائد بما في ذلك (زيادة كفاءة مكونات محطات الطاقة الشمسية الحرارية مقارنة مع المحطات القائمة بذاتها والتي تعمل بالطاقة الشمسية فقط ــ التقليل من اجمالي تكاليف توليد الطاقة LCOE مقارنة بالمحطات التي تعمل بالطاقة الشمسية فقط - مرونة في التشغيل تسمح بتحقيق الأداء الأمثل - تحقيق عامل قدرة عالية - قدرة عالية في استيعاب حصة شمسية أكبر - تحقيق انبعاثات أقل مقارنةً بالمحطات التي يعتمد على الوقود الهيدروكربوني فقط.

10) دراسة 2016 mXinhai Xu et al

استعرض هذا البحث صعوبات وفوائد تكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية في المناطق الصحراوية من خلال مراجعة الدراسات ذات الصلة ، وبيانات الأرصاد الجوية ، وظهرت التحديات في جوانب شملت الاستثمارات الكبيرة ، تخزين الطاقة الحرارية ، استهلاك المياه ، تصميم المواد اللازمة لنقل الحرارة ، أنظمة استقبال الحرارة ، والتأثيرات البيئية، ويجرى تطوير أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية ومكوناتها مع التركيز على الأداء ، والموثوقية ،والتكلفة من قبل هيئات حكومية ، والشركاء في الصناعة.

ثالثًا: تجارب وحالات تطبيقية لاستخدام الطاقة المتجددة في الصناعة:

11) صناعة السكر في اليابان (١٥).

طبقت هذه الدراسة في جزيرة Tanegashima اليابانية ، حيث هدفت إلى إيجاد تكافل صناعي فعال يقوم على استخدام الحرارة الزائدة من أحد مصانع السكر التي تستخدم الباجاس كمصدر للطاقة ، وبتحليل تدفقات الطاقة وجد تجاهل لكميات كبيرة من الحرارة ذات النوعيـة الجيدة والغير مستخدمة والتي يمكن أن تستخدم لسد الطلب على الطاقة الكهربائية أو الحراربة لإستخدامات أخري ، كما أشارت الدراسة الى أنه يمكن استخدام محطة الطاقة في وقت توقف مصنع السكر عن العمل بالاعتماد على المصادر المتجددة من المخلفات الزراعية ونشارة ومخلفات الأخشاب في إنتاج الطاقة لدعم الشبكة المحلية.

12) صناعة الالبان بالهند ⁽¹⁹⁾.

تناولت هذه الحالة قيام شركة Mahanand باستخدام الطاقة الشمسية لتلبية احتياجاتها من الطاقة الحراربة اللازمة لعملية البسترة ، بالاعتماد على مرجل شمسى لشركة ARUN وهي شركة يديرها خربجي المعهد الهندي للتقنية ، حيث قامت الشركة بتثبيت تكنولوجيا الدش (الطبق) الشمسى لبسترة 3000 طن من الحليب الأمر الذي أدى الى توفير 20000 لتر من زيت الأفران سنويا ، وكانت أهم الصعوبات التي واجهت الشركة هي طول الفترة الزمنية التي تحتاجها الطاقة الشمسية لإتمام عملية البسترة (8-10 ساعة) مقابل 3 ساعات بالطاقة التقليدية.

المسحث الثالث: دور الاقتصاد الدائري في تكامل موارد النفط والغاز لدول الاوابك

1) مقدمة:

الانتقال من الاقتصاد الخطى إلى الاقتصاد الدائري يعنى التطلع إلى صفر توليد النفايات (من المواد والطاقة واستخدام الطاقة الجديدة) من الأنشطة الاقتصادية وأن تكون مبدعًا بما يكفى لتحديد وتعريف نماذج الأعمال الدائرية المريحة. لتحقيق ذلك ، تغييرات كبيرة يجب أن يحدث وتشمل:

- 2) القدرة على تصميم المنتجات ايكولوجيا لأجل استخدام موارد طبيعية أقل ولضمان استخدام نفس هذه المنتجات في المستقبل باستخدام معدات أخرى.
- 3) تعزيز التكافل الصناعي عن طريق تحويل النفايات والمنتجات الثانوية بحيث تصبح جزءًا من عملية الإنتاج لدى مصنع أو منتج اخرى ، وبالتالى تجنب مدافن النفايات وفي نفس الوقت تشجيع استعادة النفايات والطاقة المفقودة.
- 4) إيجاد مبادرات الأعمال التجاربة الجديدة التي تقوم على التأجير بدلاً من شراء المعدات أو الإصلاح أو التجديد.

- 5) إيجاد المعرفة لفهم نماذج الأعمال الجديدة من الناحية المالية ، بحيث يمكن للمستثمرين والبنوك الاستثمار وتقديم قروض لهذه الأنشطة الجديدة التي لها مستويات من الربحية و تقوم على تشارك الهياكل والبنى التحتية التي تختلف عن تلك التي عادة تعتبر فرص عمل جيدة.
- 6) إيجاد نظام من الحوافز والدوافع التى تشجع الوكلاء الاقتصاديين للعمل في وبًام ، حتى نتمكن من الانتقال الفعلي من الاقتصاد الخطي إلى الاقتصاد الدائري⁽²⁰⁾.

7) الاقتصاد الدائري Circular Economy:

يشهد الاقتصاد الدائري زيادة ملحوظة من الاهتمام على مدار الأعوام القليلة الماضية وما زال يكتسب قوة دفع ثابتة ، مع هذه الزيادة الكبيرة في الشعبية ، يذكر الكثيرون مصطلح "الاقتصاد الدائري" أو "المبادئ الدائرية" دون أن يشرحوا ما يعنونه حقًا. من ناحية أخرى ، إذا تم تعريف المصطلح ، فإن التعريف يختلف على نطاق واسع اعتمادًا على المشكلات التي تتم معالجتها ، وفي محاولة لتحديد لغة مشتركة للاقتصاد الدائري ، ظهرت سبعة عناصر رئيسية حددت غالبية المصطلحات المرتبطة بالاقتصاد الدائري.

- 1- إعطاء الأولوية والأهمية للموارد المتجددة: عن طريق التأكد من استخدام الموارد المتجددة والقابلة لإعادة الاستخدام وغير السامة كمواد وطاقة بطريقة فعالة.
- 2- التعاون لخلق قيمة مشتركة: العمل معًا عبر سلسلة التوريد، داخل المؤسسات ومع القطاع العام لزيادة الشفافية وخلق قيمة مشتركة.
- 3- الحفاظ على وتوسيع ما صنع بالفعل: بالنسبة للموارد قيد الاستخدام ، يجب العمل على صيانتها وإصلاحها وترقيتها لزيادة العمر إلى أقصى حد من خلال استراتيجيات الاستعادة عند الاقتضاء.
- 4- استخدام النفايات كمورد: استخدام تدفقات النفايات كمصدر للموارد الثانوية واسترداد النفايات لإعادة استخدامها وإعادة التدوير.
- 5- إعادة التفكير في نموذج الأعمال: دراسة فرص خلق قيمة أكبر ومواءمة الحوافز من خلال نماذج الأعمال التي تعتمد على التفاعل بين المنتجات والخدمات.
- 6- التصميم للمستقبل: حسابات منظور الأنظمة أثناء عملية التصميم ، واستخدام المواد المناسبة ، والتصميم لمدى الحياة المناسب والتصميم للاستخدام المستقبلي المطول.
- 7- دمج التكنولوجيا الرقمية: متابعة وتحسين استخدام الموارد ويقوي الاتصالات بين الجهات الفاعلة في سلسلة التوريد من خلال المنصات الرقمية والتقنيات عبر الإنترنت التي توفر رؤى ثاقبة (21).

8) تعريف الاقتصاد الدائري Circular Economy:

- الاقتصاد الدائري هو نظام اقتصادي يتم فيه زيادة قيمة وحياة المواد والمنتجات والأصول والحفاظ عليها في النظام لأطول فترة ممكنة ، وتشير الدائرية Circularity إلى الكفاءة في (إعادة) استخدام وتدوير الموارد والمواد والمنتجات في حلقات مغلقة ويمثل هذا النموذج

- الاقتصادي تطبيق للتنمية المستدامة في الانتقال من نموذج خطى قائم على الاستهلاك والتخلص إلى نموذج يتم فيه تمديد استخدام المنتجات وعمرها وتقليل المواد والنفايات(22).
- هو اقتصاد مستدام يقوم على استخدام موارد أقل في عمليات التصنيع، وبعتمد على تغيير الأنشطة والممارسات المرتبطة بكيفية التخلص من النفايات، وذلك عن طربق إعادة الاستخدام والإصلاح والتدوير، بمعنى إمكانية إعادة تحويل المنتجات والمكونات إلى مواد خام مرة أخري يمكن الاستفادة في عمليات أخري من خلال الإصلاح وإعادة التصنيع.
- هو نظام صناعى أو نظام متجدد قائم على إعادة التصميم والتحول نحو استخدام الطاقة المتجددة، وتجنب استخدام المواد الضارة ، وبهدف إلى القضاء على النفايات من خلال التصميم المتميز للمواد والمنتجات ونماذج الأعمال⁽²³⁾.

9) مفهوم الاقتصاد الدائرى:

الاقتصاد الدائري هو نموذج للاستخدام الدوري والمتكرر والفعال للسلع والموارد الطبيعية في نظام اقتصادى مسؤول بيئيًا حيث يشكل الاستخدام الرشيد للموارد أساس العلوم الاقتصادية ومن منطلق دعم المجتمع البشري في العالم أفكار حماية البيئة(24).

وبهتم الاقتصاد الدائري بالموارد المحدودة ، وكذلك قدرة الأرض تحمل النفايات ، وبهدف الاقتصاد الدائري إلى تقليل استخدام الموارد من خلال توفير نفس السلع والخدمات بموارد أقل ، وإعادة الاستخدام قدر الإمكان ، وإعادة تدوير المواد المكونة لما لا يمكن إعادة استخدامه ، ومن خلال من خلال دائرية التقليل وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير يمكن الحفاظ على جودة الحياة مع الحفاظ على استخدام الموارد والنفايات إلى الحد الأدني (25).

كما يصف مصطلح الاقتصاد الدائري الاستراتيجيات المبتكرة التي تعمل جنبًا إلى جنب لتصميم النفايات والقضاء عليها طوال دورات حياة المنتج من خلال الاستفادة من المواد البيولوجية الحالية والمواد القابلة لإعادة الاستخدام أو المعاد تدويرها والموارد المشتركة. على النقيض من الاقتصاد الخطى "أخذ-صنع-نفايات" ، ينتج عن الاقتصاد الدائري وفورات مالية وكفاءة داخل المنظمات التي بدورها تفيد المجتمعات التي تخدمها. وبتطلب الاقتصاد الدائري ستة مبادئ تشمل:

- 1. تصميم النفايات.
- 2. بناء المرونة من خلال التنوع.
- 3. العمل على استخدام الطاقة من مصادر متجددة.
 - 4. التفكير المنظومي Thinking System.
 - تحسين القيمة الاجتماعية (26).

10) أهمية الاقتصاد الدائري:

- الانتقال من اقتصاد استهلاكي إلى اقتصاد خدمي .
- إبقاء المنتجات والمكونات في أعلى قيمة وفائدة في جميع الأوقات.

- تغيير وإعادة تنظيم الإنتاج والاستهلاك حول عناصر إعادة تصميم سلاسل التوريد ، والابتكار وتطوير التكنولوجيا.
 - خلق فرص العمل وخفض التكاليف.
- التحول بعيدا عن الاقتصاد الخطى نحو تناول دورة حياة المنتج من التصميم إلى الإنتاج والاستهلاك وإدارة النفايات (27).

11) مبادئ الاقتصاد الدائري:

- الفعالية من حيث الموارد Be resource effective حيث يهدف الاقتصاد الدائري إلى زيادة الكفاءة التي تستخدم بها الموارد في الاقتصاد، فجوهر فعالية الموارد هو استخدام الموارد لإمكاناتها الكاملة لخلق تأثير ايجابي، من هذا المنظور يتمثل الهدف الأساسي في استخدام الموارد بطريقة تؤدي إلى إصلاح الضرر الذي يلحق بالنظام البيئي بدلا من التسبب في ضرر أقل.
- التفكير المنظومي " التفكير على شكل أنظمة Think in systems " يتم إنشاء الأنظمة من العديد من الأجزاء المترابطة التي تصرفاتها على سلوك النظام ككل ومنه فالتفكير المنظومي هو أسلوب يساعد في فهم كيفية تفاعل أجزاء النظام وكيفية ارتباطه بالنظام ككل، ويهدف الاقتصاد الدائري إلى تحسين أداء النظام بالكامل بدلا من عنصر واحد حيث من أجل القيام بذلك، من الضروري الاعتراف بوجود تبعات معقدة واعتماد منظور شامل لتقييم وتحسين تأثير نشاط الشركات (28).

12) تخطيط العمل الاقتصادي الدائري:

يمكن أن تتركز الدائرية (مبادئ الاقتصاد الدائري) على ثلاثة مبادئ شاملة (إعطاء الأولوية للمدخلات المتجددة ، وتعظيم استخدام المنتج ، واستعادة المنتجات الثانوية والنفايات) ، والتي تحدد استراتيجيات للموارد في كل من مرحلة الإنتاج ، التوزيع ، ومرحلة الاستهلاك مثل:

- ضع خريطة لفرصك الدائرية: افحص إلى أين تأخذك بصمتك التشغيلية الحالية واتجاهك. قم بتقييم فرصك لتقديم الاستدارة ، والبحث بعمق داخل عملياتك وخارجها إلى المجتمع المحيط من الموردين والعملاء وأصحاب المصلحة.
- كن واضحا بشأن إستراتيجيتك ورؤيتك: حدد طموحك الدائري وإمنحه الدعامة الإستراتيجية اللازمة ، مع ضمان نقله وفهمه على نطاق واسع من قبل أولئك الذين يتعين عليهم تقديمه.
- خطط لطريق التحول الدائري الخاص بك: بالنسبة لبعض الشركات ، قد تكون خطوات صغيرة. بالنسبة للآخرين ، سيتطلب الأمر تغيير نموذج أعمالهم بالكامل. في كلتا الحالتين ، حدد الإمكانات الخاصة بالشركة والتي ستمكنك من الانتقال الدائري

- تطوير التعاون الدائري والأطر: كون العلاقات والتحالفات التي ستحتاجها لتطوير نظام بيئي دائري فعال. يجب أن تكون النظم الإيكولوجية الدائربة جزءًا من إطار عمل داعم داخل أسواق تعمل بشكل جيد وأن يكون لها قواعد وإضحة وبنية تحتية مخصصة وشبكة لوجستية.
- قم بقياس ومراجعة وإبلاغ تقدمك نحو الاستدارة: راقب خطوات تعميمك من خلال عمليات إدارة واعداد تقاربر مناسبة ، واستخدم هذه العمليات لتحسين إستراتيجيتك الدوربة.
- تحرك قبل منافسيك وعملائك والمنظمين: من الأفضل تسهيل التحول الدائري الخاص بك ، بدلاً من السماح للآخرين بتجاوزك وتجد نفسك تلعب دور اللحاق بالركب⁽²⁹⁾.

خطة الاقتصاد الدائري للاتحاد الأوروبي: (13

اعتمدت المفوضية الأوروبية خطة عمل الاقتصاد الدائري الجديدة في مارس 2020. وهي إحدى اللبنات الأساسية للاتفاقية الأوروبية الخضراء ، وهي أجندة أوروبا الجديدة للنمو المستدام. سيقلل انتقال الاتحاد الأوروبي إلى اقتصاد دائري الضغط على الموارد الطبيعية وسيخلق نموًا ووظائف مستدامة. كما أنه شرط أساسي لتحقيق هدف الحياد المناخي للاتحاد الأوروبي لعام 2050 ووقف فقدان التنوع البيولوجي ، تعلن خطة العمل الجديدة عن مبادرات على طول دورة الحياة الكاملة للمنتجات. يستهدف كيفية تصميم المنتجات ، وبعزز عمليات الاقتصاد الدائري ، وبشجع الاستهلاك المستدام ، وبهدف إلى ضمان منع النفايات والحفاظ على الموارد المستخدمة في اقتصاد الاتحاد الأوروبي لأطول فترة ممكنة ، يقدم تدابير تشربعية وغير تشربعية تستهدف المجالات التي يجلب فيها العمل على مستوى الاتحاد الأوروبي قيمة مضافة حقيقية.

تهدف خطة الاقتصاد الدائري للاتحاد الأوروبي إلى:

- جعل المنتجات المستدامة هي المعيار في الاتحاد الأوروبي.
 - تمكين عامة المستهلكين والمشتربن.
- التركيز على القطاعات التي تستخدم معظم الموارد وحيث تكون إمكانية الدوران عالية مثل: الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات ، والبطارسات والمركبات ، والتغليف ، والبلاستيك ، والمنسوجات ، والبناء والمبانى ، والغذاء ، والماء والمغذيات.
 - ضمان تقلیل النفایات.
 - جعل الدائرية تعمل ومتاحة للشعوب والمناطق والمدن.
 - قيادة الجهود العالمية في الاقتصاد الدائري⁽³⁰⁾.

14) قانون الاقتصاد الدائري للصين الشعبية:

أعتمدت الصين عام 2009 قانون الاقتصاد الدائرى لأغراض تسهيل الاقتصاد الدائري ، ورفع معدل استخدام الموارد ، والحماية وتحسين البيئة وتحقيق التنمية المستدامة ، في المادة 16 - تطبق الدولة نظام إشراف ورقابة مركزة من حيث استهلاك الطاقة و استهلاك المياه في المؤسسات الرئيسية في صناعات مثل الصلب والمعادن غير الحديدية والفحم والطاقة ، ومعالجة النفط والكيماويات ومواد البناء والتشييد وصناعة الورق والطباعة والصباغة التي من المرجح أن يتجاوز الاستهلاك الإجمالي السنوي للطاقة والمياه الإجمالي الذي توفره الدولة. للإشراف والرقابة فيما يتعلق بالحفاظ على الطاقة في الكيانات الرئيسية لاستهلاك الطاقة ، يسري قانون الحفاظ على الطاقة لجمهورية الصين الشعبية ، في المادة 23 يجب الاستفادة الكاملة من موارد الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية الطاقة وطاقة الرباح(31).

المبحث الرابع: المتجددة Synergy بين موارد الطاقة التقليدية والمتجددة للدول العربية المصدرة للنفط

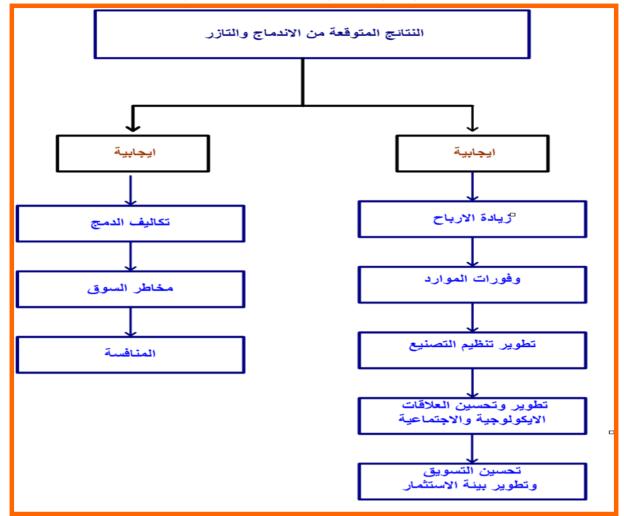
:Synergy التآزر (1

تعنى كلمة التآزر Synergy العمل سويا Working Together أي "قدرة اثنين أو أكثر من الوحدات أو الشركات أو الدول على توليد قيمة أكبر نتيجة العمل الجماعي بدلا من العمل الفردى ، ويحدث التآزر الأخضر عند إضافة القيم إلى الأداء البيئي والمالي بحيث يكون أكبر من مجموع القيم المضافة الفردية.

كما تعرف قوة الجمع بين مهارات وموارد ومنظورات مجموعة من البشر أو المنظمات بالتآزر Synergy ، فالتآزر الذي يمكن أن تحققه الشراكة هو أكثر من مجرد تبادل للموارد والمهارات، فعندما يدمج الشركاء بفعالية جميع مواردهم ومهاراتهم ومنظوراتهم يتم تحقيق نتيجة كلية ذات قيّمة ونفع أكبر من مجموع أجزائه (32).

يمكن تقسيم تأثيرات التآزر إلى نوعين: تشغيلية ومالية حيث يوفر تقييم لفرص اختيار أعضاء التآزر ، ففي إطار التآزر التشغيلي تستفيد (المؤسسات والشركات والمصنوعات وما إلى ذلك) من زيادة أرباحها التشغيلية (الحالية) ، وحجم النمو ، والتنمية ، وما إلى ذلك ، اما في اطار التآزر المالي تستفيد الشركات والمؤسسات من وفورات من زيادة حجم الأنشطة من قبل ، تقليل وتجنب بعض التكاليف الناتج من خلال الدمج والتعاون العادل بين المؤسسات ، تجميع رؤوس أموال ضخمة وخفض تكاليف رأس المال الخارجي ، وتصبح أكثر كفاءة ، وتوفير تكاليف الأعمال العلمية والبحثية والتجريبية بالإضافة الى تطوير التسويق. وتجددر الاشصارة الى النتائج المتوقعة من الاندماج والتآزر الموضحة في الشكل رقم (10) (33).

شكل (01): النتائج المتوقعة من الاندماج والتآزر



2) فوائد التآزر Synergy بين مصادر الطاقة المتجددة والتقليدية:

تجنب التكاليف الخارجية:

أكبر قدر من التكاليف الخارجية لإنتاج الكهرباء في الاتحاد الأوروبي يأتى من الفحم والنفط ويليهم الغاز ويأتي في المؤخرة تماماً الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح حيث أن تكاليفهم الخارجية لا تتعدى سنتاً واحداً لكل كيلووات ساعة بالنسبة لكل نوع من أنواع مصادر الطاقة المستخدمة لتوليد الكهربا:

• Environmental Externalities تعريف التكاليف الخارجية البيئية

يشير مصطلح التكاليف الخارجية البيئية إلى المفهوم الاقتصادي للتأثيرات البيئية غير المتراكمة للإنتاج والاستهلاك والتي تؤثر على المنفعة الاستهلاكية وتكلفة المؤسسة خارج آلية السوق ، وكنتيجة للعوامل الخارجية السلبية ، تميل تكاليف الإنتاج الخاصة إلى أن تكون أقل من التكلفة "الاجتماعية". ويهدف مبدأ "الملوث / المستخدم يدفع" إلى حث الأسر والشركات على استيعاب العوامل الخارجية في خططها وميزانياتها (34).

■ تقدير التكاليف الخارجية بالدول العربية (35):

وفى اطار دراسة تدفقات الطاقة بين الدول العربية ، فان محطات الطاقة الكهربائية التي تحتبر تكاليف تحرق الوقود الأحفوري تنبعث منها العديد من الملوثات المرتبطة بالمشاكل البيئية التي تعتبر تكاليف خارجية مثل الأوزون في المناطق الحضرية ، وتغير المناخ ، حيث الأضرار الناجمة عن تلك الانبعاثات ينظر إليها أنها "العوامل الخارجية" لعدم كفاءة السوق في حساب التكاليف الاجتماعية المرتبطة بتوليد الكهرباء من أنواع الوقود المختلفة.

بتطبيق المنهجيات العالمية لحساب التكاليف الخارجية للدول العربية ، قام فريق من المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بتطوير منهجية خاصة لحساب التكاليف الخارجية واستنادا على القدرة المركبة والطاقة المنتجة حسب نوع الوقود المستخدم ومن ثم يتم حساب نصيب كل نوع وقود من إجمالي الطاقة وتقدير العبء الكلي للتكاليف الخارجية مقدرة بالمليون دولار طبقاً لبيانات إنتاج الكهرباء عام 2012 ويوضح الجدول رقم (01) حساب التكاليف الخارجية للدول العربية من أعضاء منظمة الاوابك:

عضاء منظمة الاوابك (مليون دولار)	الخارجية للدول العربية من أ	جدول (01): حساب التكاليف
----------------------------------	-----------------------------	--------------------------

أجمالي	شمسى	رياح	میاه	غاز	نفط	الدولة
233	0	0	0	233	0	مملكة البحريان
835	0	0	2	795	39	الجزائر
1472	0	0	13	499	961	سوريا
2063	0	0	18	350	1696	العــراق
1386	0	0	0	210	1176	ليبيا
3366	1	2	56	1785	1523	مصر
254	0	0	0	253	1	تونس

المبحث الخامس: الاقتصاد الدائري لتخطيط دمج موارد الطاقة التقليدية والمتجددة للدول العربية الاقتصاد الدائري والايكولوجيا الصناعية.

مفهوم الاقتصاد الدائري ليس جديدًا ، و يرتبط ارتباطًا وثيقًا بعلم الايكولوجيا الصناعية وتحليل دورة حياة المنتجات. يبنى مفهوم الايكولوجيا الصناعية على المفهوم البيولوجي لعلم الايكولوجيا كفرع من علم الأحياء الذي يتناول العلاقات بين الكائنات الحية مع بعضها البعض والمناطق المحيطة بها (البيئة المادية) بدلا من دراسة كائن حي بشكل فردي، فالكائنات الحية

تميل الى العيش داخل النظم الايكولوجية الطبيعية دون حدوث نضوب أو استنزاف للموارد أو تراكم للنفايات بسبب وجود العمليات الدائرية Cyclical Process التي تجعل النفايات موارد مدخلات لكائنات أخرى⁽³⁶⁾.

وتعرف الإيكولوجيا الصناعية كمفهوم بأنها الوسيلة التي يمكن بها الاقتراب من حالة التنمية المستدامة وتتكون من ترابط الأنظمة البشربة التي تهدف إلى النشاط الاقتصادي مع الأنظمة الطبيعية والبيولوجية والكيميائية والهدف من ذلك الترابط هو صيانة الأنواع حتى تستمر إلى أجل غير مسمى بسبب استمرار التطور التكنولوجي والاقتصادي والثقافي، فالإيكولوجيا الصناعية هي أسلوب حديث لتصميم العمليات والمنتجات الصناعية وتنفيذ استراتيجيات التنمية الصناعية وتعمل بالتنسيق مع الأنظمة الأخرى وليس بمعزل عنها وتسعى إلى تحقيق أقصى دورات للمواد الخام البكر وحتى المواد النهائية والمخلفات (37). ومن أهم أدوات الايكولوجيا الصناعية في تطبيق الاقتصاد الدائري:

2) التصميم الإيكولوجي الصناعي.

تناول Kay 2002 أربعة مبادئ للتصميم الإيكولوجي الصناعي حيث ما يجب أن تكون عليه أنظمة الإنتاج والاستهلاك، وهذه المبادئ هي:

- الربط بين الأنظمة الاجتماعية والأنظمة الإيكولوجية الطبيعية في استيعاب النفايات وتوفير الطاقة.
 - استخدام الموارد غير المتجددة كنفقات رأسمالية لجلب والاستخدام الدائم للموارد المتجددة.
 - ينبغى أن يكون سلوك وهياكل النظم الاجتماعية مماثل إلى حد كبير للنظم الطبيعية.
- كلما أمكن ذلك، أن تنفذ وظيفة أحد مكونات النظم الاجتماعية عن طربق نظام فرعي من المحيط الحيوي وهو ما يشار اليه بالبيوتكنولوجي، ولذلك فإن الإيكولوجيا الصناعية هي الوسائل التي يمكن بها للبشرية أن تعتمد نهجاً عقلانياً تأملي يصون ويحافظ على القدرة الاستيعابية المرغوبة وتقدم اقتصادى مستمر ونمو تكنولوجي وثقافي وبتطلب ذلك رؤبة النظام الصناعي يعمل بشكل غير منعزل عن النظم الطبيعية المحيطة به ولكن يعمل بالتنسيق معها (38).

Eco-industrial parks الايكولوجية الايكولوجية

تعریف المناطق الصناعیة الایکولوجیة:

- المناطق الصناعية الايكولوجية هي مجموعة من الشركات الصناعية والخدمية التي تقع في ملكية مشتركة والتي تسعى الى الوصول الى التحسين المزدوج للتنمية الاقتصادية والبيئية والتعاون في إدارة القضايا البيئية والموارد وتحقيق منفعة جماعية أكبر من مجموع الفوائد الفردية (39).
- نموذج صناعي جديد يمكنه إيجاد توافق بين الاستدامة وكفاءة الاقتصادية البيئية والاجتماعية، وتتمثل القوة الرئيسية وراء المناطق الصناعية الايكولوجي في انها تؤدي الى نتائج اقتصادية وبيئية واجتماعية اكبر من الصناعات التي تعمل بشكل مستقل(40).

Eco-Industrial Park EIP تخطيط المنطقة الصناعية الإيكولوجية

يقترح Ayres أن النظام الإيكولوجي الصناعي (المنطقة الصناعية الإيكولوجية) يجب أن تشمل شركة رئيسية واحدة على الأقل تستقبل الخامات أو المواد المصنعة متصلة بواحدة أو أكثر من الشركات التي لها القدرة على الاستفادة من أنواع كثيرة من النفايات الرئيسية التي من شأنها تحويل العديد من النفايات إلى منتجات قابلة للاستخدام ومن شأن التعاون أن يكون أيسر من خلال التنسيق وتبادل المعلومات (41).

فوائد المنطقة الصناعية الإيكولوجية (42):

- 1) إنشاء أعمال تجارية محلية جديدة مع توسع المنشآت القائمة.
- 2) التطوير الوظيفي لمجموعة واسعة من المهارات مع مجموعة واسعة من الأجور.
 - 3) استخدام المواد الثانوية والنفايات والطاقة المفقودة.
- 4) استرداد القيمة الاقتصادية للعديد من المواد والمنتجات التي تلقي في مقالب النفايات.
 - 5) الاستفادة من الفاقد في المنتجات الزر اعية و الغذائية.

الإدارة الفعالة للمنطقة الصناعية الإيكولوجية:

- الحفاظ على مزيج من الشركات المطلوبة لتكوين أفضل استخدام متبادل بين بعضهم البعض من المنتجات الثانوية ، مع دعم التحسين في الأداء البيئي بشكل فردى والمنطقة بشكل جماعي.
- يعتمد نجاح إقامة منطقة صناعية إيكولوجية على (القدرة على الابتكار الوصول إلى الأسواق القدرة على مقابلة شروط الربح وقيود التكلفة في تحقيق تعاون بين مختلف الشركات والمنشآت الصناعية).
- اقتصادياً: تخفيض تكلفة المواد الخام والطاقة وإدارة ومعالجة النفايات وزيادة القدرة التنافسية في السوق العالمية.
- بينيا: الحد من الطلب على الموارد المحدودة وجعل الموارد الطبيعية متجددة وتقليل الانبعاثات والنفايات لتتوافق مع الأنظمة البيئية وأيضاً صنع التنمية المستدامة.
- اجتماعيا: خلق فرص عمل جديدة، وتطوير فرص الأعمال التجارية، وزيادة التعاون والمشاركة بين مختلف الصناعات
- حكوميا: تخفيض تكاليف التدهور البيئي، وتخفيض الطلب على الموارد الطبيعية، وتخفيض الطلب على البنية التحتية البلدية وزيادة الإبرادات الضربيبية للحكومة (43).

€ نقاط القوة لبعض المناطق الصناعية الايكولوجية الأخرى طبقا للجدول رقم (02):

- (1) المنطقة الصناعية الايكولوجية مدينة Kalundborg بالدنمارك.
 - (2) المنطقة الصناعية الايكولوجية Value Park المانيا.
 - (3) منطقة Crewe Business Park بمدينة تشيشير إنجلترا.
 - (4) منطقة Environment Park in Turin إيطاليا .
 - Vreten Park in Stockholm منطقة –Vreten Park in Stockholm

جدول (02): تحليل نقاط القوة وانجازات بعض المناطق الصناعية الايكولوجية (44)

ولوجية	ضناعية الايك	ت المناطق ال	مسة مميزا	تحلیل خ	نقاط القوة	الحالة
الإجراءا	حماية	المباني	كفاءة	تدوير		
ت البيئية	المناظر	المستدامة	الموارد	وإعادة		
	الطبيعية			استخدام		
				النفايات		
				الصناعية		
					- وجود العديد من الشركات الكبرى في	
$\sqrt{}$					المنطقة.	(1)
					- قصر المسافة بين الشركات الموجودة	

ميسه الساب و الريمون 2021 - السما - 2021						
					بالمنطقة. - غياب المنافسة بين الشركات. - وجود حوافز اقتصادية للشركات فيما يخص البيئة والتلوث.	
					- عدم وجود عوائق قانونية. - عدم وجود هيكل هرمى داخل المنطقة. - المهمة الرئيسية لمجلس ادارة المنطقة هو تعزيز العلاقات بين الشركات مع استقلال كل شركة.	
			√	V	- وجود شبكة عمودية من الشركات العاملة في نفس الصناعة التي ترتبط بعلاقات تجارية بالشركة الرئيسية الموقع الجغرافي والقرب من الأسواق وفورات التكاليف الناتجة عن تقاسم الموارد والبني التحتية الحد من التلوث وتكاليف خفض النفايات تقاسم المعرفة والابتكارات الجديدة من خلال مركز الأبحاث والتطوير المزايا المالية المرتبطة بالتاجير للشركات والمكاتب الاستشارية.	(2)
	V				- توجد 30 شركة أهمها شركة يابانية في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وشركة دولية لمنتجات الكيماويات مراعاة المناظر الطبيعية للمكان جودة حياة عالية بالمنطقة وفورات في التكاليف والمزايا المالية في استئجار المكاتب بخصم يصل الى 30% الصورة الدولية للمنطقة وجذب العملاء والصناعات بسبب الأنشطة الصديقة للبيئة.	(3)
			V	V	- أول منطقة صناعية ايكولوجية تكتفى ذاتيا من الطاقة من خلال استخدام المصادر المتجددة توجد منظمات عامة وخاصة تعمل مع بعضها البعض تقاسم المعرفة والتكنولوجيا المنطقة مجهزة بمحطة كهرومائية صغيرة نظام لانتاج الهيدروجين توجد ثلاثة مراكز لكفاءة الطاقة والنقل المستدام تشترك الشركات في نفس المستودعات ومراكز الخدمات اللوجستية.	(4)
V		V	√	V	- انخفاض استهلاك المياه 10%. - انخفاض استهلاك الطاقة 30%. - انخفاض تكاليف التخلض من النفايات الصناعية 60%.	(5)

مراجعة امكانية ربط المشروع

بمشروعات تخفيض انبعاثات

التغيرات المناخية

تسليط الضوء

على النجاح

: Industrial Symbiosis التكافل الصناعي (4

يعرف التكافل الصناعي بأنه نهج جماعي للميزة التنافسية حيث تتبادل الصناعات المنفصلة المواد والطاقة والمياه والمنتجات الثانوية ، ويؤدى التكافل الصناعي دورًا مهمًا في الانتقال نحو التنمية المستدامة، وعلى وجه التحديد ، يعالج القضايا المتعلقة باستنفاد الموارد وإدارة النفايات والتلوث باستخدام تدفقات النفايات لتوليد قيمة أكثر كفاءة عبر شبكات الشركات الصناعية ، ومن أهم أسس التكافل الصناعي هو التعاون المشترك فيما يتعلق بالإمكانيات التي يتيحها القرب الجغرافي (45). ويوضح الشكل رقم (02) إطار مخصص لاكتشاف شبكات التكافل الصناعي بكوريا الجنوبية (46).

التسويق وتوسيع الشبكة خطوة 3 خطوة 2 خطوة 1 التسويق دراسة الجدوي اكتشاف الشبكات الحديدة اشراك اصحاب المصلحة جمع البيانات لاكتشاف دعم دراسة جدوى انشاء الشبكة والتغلب على الحواجز شبكات تعاون جديدة تنسيق تقاسم دعم فريق البحث والفحص مراجعة بيانات المنافع بين الشركاء المختص بدراسة الجدوى تقارير الشركات المقترح البحثى للمشروع بالتعاون تشجيع الشركات من طرق تمويل المشروع مع اصحاب المصلحة خلال الاشتراك في مؤتمرات واجتماعات

شكل (02): إطار مخصص لاكتشاف شبكات التكافل الصناعي بكوريا الجنوبية 47

ع فرص التكافل الصناعي:

جمع المعلومات

الموجودة لدى الشركات في منطقة واحدة

تحديد شكل المشروع باستخدام

استراتيجيات من اسفل الى اعلى

أو من اعلى الى اسفل

- تبادل المنتجات الثانوية بين الشركات.
 - تقاسم إدارة الخدمات المشتركة.
- خفض التكلفة: استهلاك أقل للمواد الخام المواد ، تقاسم البنية الأساسية لإدارة النفايات.

التقدم في دراسة الجدوي

التقرير النهائى كنموذج اقتصادى

يلبى منطلبات اصحاب المصلحة

- عائدات جديدة من بيع النفايات والمنتجات الثانوية

- الفوائد البيئية: تقليل استخدام المواد الخام البكر ، وتجنب طمر النفايات.وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
 - قوة وفاعلية المدن الصناعية.
 - التعاون بين أصحاب المصلحة في منطقة معينة.
 - إيجاد فرص عمل ووظائف جديدة (48).
 - أرباح التكافل الصناعي:

يتم تعريف صافى الربح فيما يتعلق بعملية التكافل كما في المعادلة التالية:

حيث أن مجموع أرباح النظام الإيكولوجي الصناعي هي E , والربح الأصلى للوحدة هو حيث لا يكون هناك تكافل صناعي، ويعكس ربح التكافل جو هر التفاعل Ei(i=1....m)بين الوحدات والتي ينتج عنها ربح جديد لنظام التكافل(49)، ومن أهم العوامل المؤثّرة في تطوير وتشغيل شبكات التكافل الصناعي يوضحها الجدول رقم(03).

جدول (03): العوامل المؤثرة في تطوير وتشغيل شبكات التكافل الصناعي (50)

المجالات المحتملة للتأثير	خصائصه	العوامل
 عدد وتنوع الروابط التكافلية المحتملة. 	-السمات الفيزيائيسة والكيميائيسة	الفنية
- حجم المكاسب الاجتماعية والاقتصادية	والمكانية لتدفقات المدخلات	
و البيئية.	والمخرجات.	
- حجم الاستثمار المطلوب لتنفيذ والحفاظ	-التوافق بين الاحتياجات والقدرات.	
على التعاون.	تكلفة التكنولوجيات الفعالة وتوافر	
	الموثوقية.	
- حجم الاستفادة الاقتصادية والقدرة	- تكاليف المواد الأولية.	الاقتصادية
التنافسية المكتسبة.	- قيمة النفايات والمنتجات المتدفقة (
- الحاجة إلى بدائل التمويل.	مدخلات ومخرجات).	
	- تكاليف الأعمال التجارية.	
	- حجم الاستثمار الرأسمالي وأسعار	
. in 11 " with 1 ~ 21	الخصم.	· ,),
- الابتكار والتنمية المباشرة.	- السياسات البيئية الشاملة. المستراسات البيئية الشاملة.	السياسية
- حـوافز التكنولوجيا البيئية بما فيها	- طبيعة وآثار القوانين والأنظمة ذات السابة	
تشكيل الروابط التكافلية.	الصلة.	
- تقديم المساعدة للتعاون غير القانوني	- العناصر الحالية ذات الصلة ا	
المضاف إلى تكاليف المعاملات	(الضرائب والغرامات والإعانات).	
التجارية.		
ોંગો માં કે મામ	it to ensure that the	7 m t ti
- قدرات تحديد أوجه التعاون والتأزر. قدرات تعديد أوجه التعاون والتأزر.	- الوصول للمعلومات ذات الصلة	المعلوماتية
- قدرات محتملة لتفعيل التعاون والتأزر. القدرة على فه مدولا منا لقوة العاد	توافر المعلومات الموثوقة في الوقت	
القدرة على فهم وملاحظة مضاطر الشركات.	المناسب من طيف واسع من الأطراف. - المراجعة المستمرة للمعلومات.	
السرحات.	- المر الجعه المسمرة للمعلومات.	

المبحث السادس: المائري و اقتصادیات التآزر لدمج موارد الطاقة التقلیدیة و المتجددة للدول العربیة

1) التعاون العربي في مجال الغاز الطبيعي:

بدأت مجموعات من الدول العربية جولة مفاوضات ، سواء على الصعيد الثنائي أو الإقليمي، تهدف إلى ربط شبكات الغاز فيما بينها . وفيما يلى عرض للمشاربع المشتركة في هذا المجال:

- <u>مصر والأردن وسورية ولبنان</u>: الوصول إلى اتفاق بشأن نقل وتصدير الغاز المصري إلى الأردن، وسورية، ولبنان.
- سورية ولبنان: تم الاتفاق مبدئياً على إنشاء خط أنابيب بطول 45 كيلومتر، منها 12 كيلومتر داخل الأراضي وتتحمل كل دولة تكاليف خط الأنابيب في أراضيه ، وستبدأ سورية بتزويد لبنان بكمية من الغاز تتراوح بين 1.5 مليون متر مكعب يومياً إلى 3.0 مليون متر مكعب يومياً في المرحلة الأولى، ثم ترتفع إلى 6 مليون متر مكعب يومياً في المرحلة الأولى،
- <u>مصر وليبيا:</u> تم الاتفاق بين مصر وليبيا على إنشاء خط أنابيب مزدوج يقوم أحدهما بنقل الغاز الطبيعي من مصر إلى المدن الليبية، بينما يقوم الثاني بنقل النفط الخام الليبي إلى مصانع التكرير المصرية.
- دول مجلس التعاون: تبلورت المفاوضات لمد شبكة للغاز بين دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية في أربعة مشاريع لنقل الغاز من دولة قطر إلى الإمارات العربية المتحدة ، و الكويت، والبحرين، علاوة على نقل الغاز العماني لدولة الإمارات.
- دول المغرب العربي: أدى تصدير الغاز الطبيعي من الجزائر إلى أوروبا بواسطة خطوط الأنابيب إلى استفادة تونس والمغرب اللتين تمر صادرات الغاز عبر أراضيهم(51).

2) مشروع ديزرتك Desertec:

هو خطة تزويد أوروبا بالطاقة الكهربائية المولدة من محطات الطاقة الشمسية في الصحراء الكبرى ، وبدأت الفكرة في الثمانينيات من قبل عالم فيزياء الجسيمات الألماني جيرهارد كنيس ، الذي كان أول شخص يقدر كمية الطاقة الشمسية المطلوبة لتلبية طلب البشرية على الكهرباء في عام 1986 في استجابة مباشرة لحادث تشيرنوبيل النووي ، وتوصل إلى الاستنتاج الرائع: في غضون ست ساعات فقط ، تتلقى صحاري العالم طاقة من الشمس أكثر مما يستهلكه الإنسان في عام واحد. وضعت هذه الأفكار الأساس لمشروع ديزرتك ·

وفى عام 2009 ، قام اتحاد "دولي" من الشركات بتشكيل مبادرة ديزيرتيك الصناعية (Dii) ، بهدف توفير حوالي 20 في المائة من الكهرباء في أوروبا بحلول عام 2050 من خلال شبكة واسعة من الطاقة الشمسية ومزارع الرياح الممتدة عبر منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. سيتم توصيل هذه

المولدات بأوروبا القارية عبر كابلات نقل تيار مباشر ذات جهد عالى خاص. قدرت التكلفة الإجمالية المؤقتة لهذا المشروع بنحو 400 مليار يورو (472 مليار دولار) 52 .

وبرى الباحث ان الدول العربية يمكن أن تتبنى هذه المبادرة بحيث تستفيد من تنوبع ودمج مصادر الطاقة المتاحة لديها المتجددة والتقليدية بالتعاون مع الاتحاد الاوربي بحيث يتم تصدير الكهرباء ووقود الهيدروجين وإقامة التجمعات الصناعية المشتركة التي حتوى العديد من الصناعات القائمة على الطاقة ومصادر الوقود كمواد خام مثل صناعات الاسمدة والكيماوبات والحديد والصلب وغيرها من الصناعات التكنولوجية الحديثة والمساهمات الكبيرة في الحد من انبعاثات الكربون.

3) استخراج النفط باستخدام بخار الطاقة الشمسية:

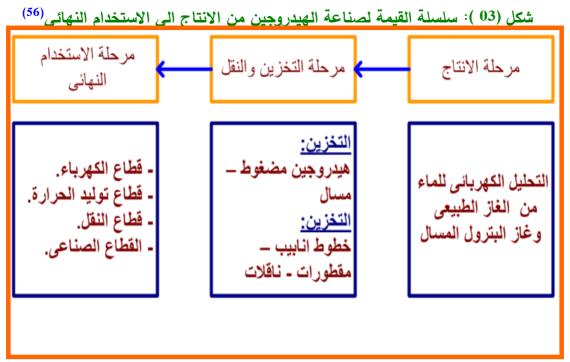
الاستخلاص المعزز للنفط الحراري ، هو طريقة فعالة وشائعة الاستخدام لزبادة الإنتاج من موارد النفط الثقيل والتكوينات الضيقة. ومن مزايا الاستخلاص المعزز للنفط باستخدام الطاقة الشمسية عدم وجود تكاليف وقود ، مع تكاليف تشغيل وصيانة منخفضة للغاية - عادة ما تكون 0.35 دولار لكل مليون وحدة حراربة بربطانية. يسمح هذا لمولدات البخار الشمسية بالعمل لفترة طوبلة بعد عمر الوحدة المكافئة التي تعمل بالغاز ، والتي يمكن أن تزيد الاحتياطيات المؤكدة وتعظيم استرداد المرافق من الحقل ، علاوة على ذلك ، يمكن أن تتكامل أنظمة الاستخلاص المعزز للنفط بالطاقة الشمسية بسهولة مع أنظمة توليد البخار الحالية التي تعمل بالغاز ، مما يسمح بتصميم هجين يولد البخار على مدار 24 ساعة في اليوم طوال العام (53).

وبعتبر استخدام الطاقة الشمسية أحد الحلول المستدامة وطوبلة الأمد التي من شأنها الايفاء بمتطلبات الطاقة والاستفادة من الموارد الطبيعية بكل فاعلية ، وبعتبر مشروع مرآة للطاقة الشمسية بسلطنة عمان أحد الأمثلة والتطبيقات لإنتاج 1021 ميجاوات من الطاقة الحرارية وتكفي لتوليد 6000 طن من البخار يوميا الاستخدامه في عمليات إنتاج النفط الثقيل إنتاج البخار اليومي لـه حوالي 6000 طن وتبلغ الوفورات في الغاز 5.6 تربليون وحدة حرارية بربطانية، بينما تبلغ وفورات الانبعاثات الكربونية حوالي 300,000 طن سنويا (54).

4) انتاج الهيدروجين الهجين من الغاز الطبيعي والطاقة الشمسية:

من المعروف أن الماء هو الناتج الثانوي الوحيد لعملية احتراق الهيدروجين، ولهذا ظل الهيدروجين، على مدى عقود، مُغربًا للعلماء باعتباره مصدرًا للطاقة خاليًا من الكربون، إلا أن عملية إنتاج الهيدروجين التقليدية، التي تنطوي على تعريض الوقود الأحفوري للبخار، أبعد ما تكون عن الخلق من الكربون. وبُطلق على الهيدروجين الناتج بهذه الطربقة الهيدروجين الرمادي، وفي حال عزل ثانى أكسيد الكربون عنه، يُعرف بالهيدروجين الأزرق ، أما الهيدروجين الأخضر يتم إنتاجه عن طريق التحليل الكهربائي باستخدام آلاتٍ تعمل على تحليل الماء إلى عنصري الهيدروجين والأكسجين، دون أي نواتج كربونية، ونتيجة تَوافُر فائض من الكهرباء المتجددة بكميات كبيرة في شبكات توزيع الكهرباء؛ فعوضًا عن تخزين الكهرباء الفائضة في مجموعات كبيرة من البطاربات، يمكن الاستعانة بها في عملية التحليل الكهربائي للماء، ومن ثم "تخزين" الكهرباء في صورة هيدروجين، وأما السبب الثاني فيرجع إلى ما تشهده آلات التحليل الكهربي من زيادةٍ في كفاءتها.

وهناك مشروعات يجري العمل عليها في كلِّ من كوريا الجنوبية، والنرويج، والولايات المتحدة الأمريكية، ومن جهتها، نشرت المفوضية الأوروبية مؤخرًا خطة إنتاج الهيدروجين لعام 2030، التي تدعو فيها إلى زيادة قدرات إنتاج الهيدروجين لتصل إلى 500 جيجاوات بحلول عام 2050 وتقدر مؤسسة الخدمات المالية العالمية "Goldman Sachs"، قيمة الاستثمارات السوقية في إنتاج الهيدروجين الأخضر بانها سوف تبلغ 12 تريليون دولار بحلول عام 5050 ويبين الشكل رقم (03) سلسلة القيمة لانتاج وتخزين ونقل والاستخدام النهائي للهيدروجين ويتضح أن وقود وقود الهيدروجين يمكن ان يكون معادلة هامة جدا لدمج الطاقة المتجددة وطاقة النفط والغاز للدول العربية وإقامة التجمعات الصناعية التي تعتمد على الهيدروجين وتصدير كميات كبيرة الى السوق الاوربية من الهيدروجين المنتج من الطاقة الهجينة منخفضة التكلفة.



5) تحلية المياه باستخدام مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة.

يواجه الوطن العربي تحديات مائية كبيرة في الوقت الراهن، لكن تنتظره في المستقبل القربب عقبات أكثر صعوبة، من ضمنها النزاعات والتحديات السكانية، وتشير معظم الدراسات العلمية إلى أن نصيب الفرد من المياه في المنطقة العربية سيتناقص تناقصا حادا ، وبمثل هذا النقص المتوقع نتيجة لمجموعة من المتغيرات الطبيعية والاقتصادية والسياسية المتنوعة ، وبلاحظ أن حوالي 65 ٪ من مصادر المياه العذبة السطحية تأتى من خارج حدود الوطن العربي لاسيما دول الجوار تركيا وأثيوبيا اللتان تتطلعان إلى لعب دور إقليمي مؤثر في الشرق الأوسط، الأمر الذي يدفعها إلى محاولة التحكم في مصادر الماء في المنطقة (57).

وتعتمد بعض الدول عربية على التحلية لإنتاج المياه العذية ، حيث بلغ الإنتاج السنوي للمياه المحلاة 2.3 مليار متر مكعب تمثل 60% من طاقة التحلية في العالم، ولذلك أصبحت تحلية مياه البحر موردا مهما للحصول على المياه مما يقتضى خفض تكاليفها ودعم البحث العلمي والاعتماد على الطاقات والخبرات العربية والاستخدام الأمثل لها في مختلف المجالات والتنسيق عربياً للعمل على الاستفادة من هذا المورد لتجاوز الفقر المائي من المياه التقليدية التي سيعاني منها الوطن العربي مستقبلا (58).

وتشير التقديرات الحالية ، أن هناك أكثر من 7500 محطة تحلية تعمل في جميع أنحاء العالم تنتج عدة مليارات من جالونات المياه يوميا، ونسبة 57% من تلك المحطات في منطقة الشرق الأوسط حيث تستخدم الحرارة والطاقة التقليدية في تشغيل وانتاج المياه العذبة (59).

وفيما يتعلق باستخدام تقنيات الطاقة الهجينة (طاقة تقليدية وطاقة متجددة) لتحلية مياه البحر فانه يوجد نوعين مختلفين من التقنيات:

- <u>التقنيات المتقدّمة:</u> التي ترتكز على نظم برهنت جدواها التجارية ولها القدرة عل خفض استهلاك الطاقة بشكل ملموس وصولاً إلى تحقيق القيم المستهدفة التالية:
- محطات التناضح العكسي: استهلاك أقل من 3,6 كيلوواط ساعي من الكهرباء لكل متر مكعب من المياه
- محطات التحلية الحرارية: استهلاك أقل من 1,0 كيلوواط ساعي من الكهرباء لكل متر مكعب من المياه، علماً أن استهلاك الطاقة الحرارية يختلف بحسب درجة حرارة تدفق الطاقة الداخلة.
- <u>تقنيات التحلية المبتكرة:</u> وهي ترتكز على مفاهيم جديدة ومبتكرة لتحلية مياه البحر ولها القدرة على خفض استهلاك الطاقة بشكل ملموس وصولاً إلى تحقيق القيم المستهدفة التالية:
- العمليات المرتكزة على الأغشية: استهلاك أقل من 3,1 كيلوواط ساعي من الكهرباء لكل متر مكعب.
- عمليات التحلية الحرارية: استهلاك أقل من 1,0 كيلو وات ساعة من الكهرباء لكل متر مكعب، علماً أن استهلاك الطاقة الحرارية يختلف بحسب درجة حرارة تيار الطاقة الداخلة. (60)

وأصبحت تحلية مياه البحر واحدة من أهم العمليات التجارية لتوفير المياه العذبة لكثير من المجتمعات والقطاعات الصناعية التي تلعب دوراً حاسماً في المجال الاجتماعي الاقتصادي التنمية خاصة في أفريقيا وبعض دول الشرق الأوسط المنطقة التي تعاني من ندرة المياه العذبة. مما أدى الى زيادة نشاط البحث والتطوير ، خاصة في مجال تقنيات الطاقة المتجددة ، لإيجاد طرق جديدة مجدية لإنتاج الماء العذب (61).

6) فرص التآزر بين الغاز الطبيعي والطاقة المتجددة في قطاعات الطاقة الكهربائية والنقل:

يُعد الغاز الطبيعي ملائماً لمنظومة الطاقة الهادفة إلى دمج المصادر المتجددة ، حيث يمكن اعتبار الغاز الطبيعي كتكلفة رأسمالية لتقليل تكاليف استخدام الطاقة الشمسية الحرارية في توليد الطاقة الكهربائية حيث:

- تتطلب الكهرباء المولدة من الغاز الطبيعي تكاليف رأسمالية أقل (تكاليف الوقود متغيرة ومنخفضة).
- الكهرباء المولدة من الطاقة المتجددة تتطلب استثمار رأسمالي ضخم ، وتكاليف الوقود تساوى صفر.
- يمكن تكامل الغاز الطبيعي والوقود الناتج من الطاقة الشمسية في النقل وتشغيل المركبات في المستقبل.

هناك العديد من الفوائد عندما يتم دمج الغاز الطبيعي مع الطاقة المتجددة فى توفير طاقة موثوقة وبأسعار معقولة ، وهذا أمر جيد للبيئة والاقتصاد.

- التكنولوجيا الهجينة Hybrid technology: الاستفادة من قوة أحدهما للتعويض عن ضعف الآخر.
- تكامل الأنظمة Systems integration: استخدم التكنولوجيا لتحسين مكونات مثل تسعير الطاقة ، والشبكات الذكية ، وتلبية الطلب.
- تصميم سوق قطاع الطاقة Power sector market design: تنسيق هيكل السوق ، والتشربعات ، والتشغيل والنقل من أجل الاستخدام الأمثل.
- تحليل مقارين لمسارات النقل البديلة Comparative analysis of alternative transportation pathways: تحليل أفضل لمسارات النقل البديلة طلما هناك توجه لتطوير وقود النقل.
- السياسة العامةPublic policy: تنوع الطاقة دائمًا جيد حيث يمكن للصناعة فتح حوار لتحديد الأدوار الفردية واتباع نهج متضافر في السياسة العامة.
- نهج المحفظة في البحث والتطوير Portfolio approach to research and development : يمكن تحقيق وفورات الحجم الكبير عندما يعمل الاثنان معاً بدلاً من تموبل مبادرات منفصلة.
 - يمكن لحملة الاتصالات المشتركة أن تفسد المفاهيم الخاطئة في كلا المجالين.
- الاستخدام الأمثل طوبل الأجل وشامل لعدة قطاعات Optimized long-term and cross-sectoral use of resources: تحليل النتائج من كل ما سبق لتحديد أفضل الأدوار لكل صناعة⁽⁶²⁾.

7) فرص استخدام الطاقة الشمسية الحرارية المهجنة مع النفط والغاز.

هناك العديد من التحسينات الاقتصادية في التكاليف والأداء وتقليل مخاطر المشروع لتهجين الطاقة الشمسية الحرارية مع الأنظمة التي تعمل بالغاز الطبيعى أو أنظمة الدورة التي تعمل بالفحم أو المواد البترولية (63). وبؤدى هذا الأسلوب الى تقليل التكاليف بشكل كبير وتجنب تكاليف بعض البنود مثل تكاليف تخزين الحرارة من ناحية وزيادة الحقل الشمسى وأنظمة التخزين نفسها.

استخدام أنظمة البخار:

تمثل أنظمة البخار حوالى 30% من الوقود الأحفوري الذي يتم حرقه في الصناعة على مستوى العالم ، حيث يستخدم في عمليات التسخين ، وعمليات استخلاص السوائل ،وتشغيل التوربينات البخارية لإنتاج الطاقة الكهربائية ويوضح الجدول رقم (03) تقديرات استخدام البخار في الصناعات المختلفة (64).

جدول رقم (03): تقديرات استخدام البخار في الصناعات المختلفة(65)

# '	
نسبة البخار من الطاقة المستخدمة في القطاع الصناعي	القطاع الصناعي
% 35.3	صناعة الورق ومنتجاته
% 22.9	صناعة المنتجات الكيميائية
% 12.2	المنتجات البترولية والفحم
% 11.9	تكرير البترول
% 11.1	الصناعات الغذائية
% 4.9	المنتجات الخشبية
% 4.1	صناعة التعدين
%3.5	منتجات الصلب
% 2.2	صناعة النسيج
% 1.2	البلاستيك والمطاط

استخدام الحرارة والحرارة المفقودة لصناعات اخرى:

يمكن للطاقة الشمسية الحرارية توفير قدر كبير من الطلب على الحرارة في العمليات الصناعية الغذائية والزراعية والموضح بعضها في الجدول رقم $(04)^{(66)}$.

جدول رقم (04): العمليات الصناعية ودرجات الحرارة المطلوبة من الطاقة الشمسية المركزة

مدى درجة الحرارة °C	العملية الصناعية	القطاع
		الصناعي
90-30	التجفيف Drying	
90-60	الغسيل Washing	
80-60	البسترة Pasteurising	الصناعات
105-95	الغليان Boiling	الغذائية
120-110	التعفيم Sterilising	
60-40	المعالجة الحرارية Heat Treatment	
60-80	الطبخ والتجفيف Cooking and Drying	صناعة
60-90	تغذية الغليات Boiler feed water	
130-150	التبييض Bleaching	الورق
60-100	التبييض Bleaching	
70-90	التجفيف Dyeing	صناعة
100-130	التجفيف وإزالة الشحوم Drying, De–greasing	المنسوجات
40-80	الغسيل Washing	

المبحث السابع: قدر ات تكامل دمج الطاقة المتجددة في صناعة النفط و الغاز لدول الأو ابك

1) قدرات التكامل العربي:

في ظل تمتع الوطن العربي بثروات طبيعية، ومالية، وبشربة ضخمة، ومهمة سواء من ناحية حجمها أو كمياتها، علاوة على ترابط الدول العربية بوحدة جغرافية متصلة من الأرض، وفي منطقة تتميز بمركزها الاستراتيجي المتوسط بين الشرق والغرب، وبضمها تاريخ مشترك ولغة وإحدة، لذا فإن الوطن العربى بما فيه من طاقات وثروات طبيعية وبشربة، وموقعه الاستراتيجي، تتوفر له أكبر الإمكانات ليصبح قوة اقتصادية كبيرة تلعب دوراً مهماً في الاقتصاد العالمي.

عبارة عن كافة الإجراءات التي تتضمن عليها دولتان أو أكثر لإزالة القيود على حركة التجارة وعناصر الإنتاج فيما بينها ، وللتنسيق بين مختلف سياساتها الاقتصادية بغية تحقيق معدل نمو مرتفع " ، " والتكامل الاقتصادي هو عملية تقارب تدربجية تعمل لتسهيل تنمية البلدان ذات الأنظمة السياسية والاقتصادية المتجانسة ولذا عليها أن تكون مؤسسة على تناسق خطط التنمية. ومما سبق نلاحظ أن التكامل الاقتصادي يتضمن النقاط البارزة التالية:

- إن التكامل الاقتصادي هو صيغة متقدمة من صيغ العلاقات الاقتصادية .
- إنه عملية تنسيق مستمرة ومتصلة ، تتضمن مجموعة من الإجراءات بهدف إزالة القيود على حركة التجارة وعناصر الإنتاج فيما بين مجموعة من الدول ذات الأنظمة السياسية والاقتصادية المتجانسة.
- يتضمن عملية التنسيق بين مختلف السياسات الاقتصادية لهذه الدول بهدف تحقيق معدل نمو
- التكامل الاقتصادي عملية تاربخية ، بمعنى أنها تحتاج إلى الزمن حتى تنضج أسبابها وتكفل عناصرها ، ولذا ينظر إليه على أنه عملية تدريجية تتم من خلال العمل الواعى الذي يخضع لقوانين العلم الموضوعية ⁽⁶⁷⁾.

2) مصادر الطاقة التقليدية في الدول العربية:

إن احتياطيات العالم المؤكدة من النفط وخزانات الغاز الطبيعي واحتياطيات الفحم في عام 2015 هي $1.7 imes 10^{12} imes 10^{15} imes 1.87 imes 10^{15} imes 10^{15}$ م 8 و $8.91 imes 10^{11} imes 10^{12}$ طنًا على التوالى ، وهي كافية لتلبية 50.7 عامًا و 52.8 عامًا و 114 عامًا من الطلب العالمي على الإنتاج على التوالي ، وتختلف نسبة استهلاك الطاقة في المجال الصناعي من منطقة الى أخرى وتزبد نسبة استهلاك الطاقة في المجال الصناعي عن 50 ٪ في مناطق مثل آسيا وأمربكا اللاتينية والشرق الأوسط ومنظمة OECD ، بينما تستهلك الصناعة الأفريقية النسبة الأدنى من 18 % ، وتمثل الطاقة الحرارية ما بين 50-70٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في العمليات الصناعية ، كما تمثل الحرارة المنخفضة والمتوسطة 45٪ من الاستهلاك(68).

وتعتمد الدول العربية اعتماداً شبة كامل على النفط والغاز الطبيعي لتلبية متطلبات الطاقة حيث يشكل هذان المصدران حوالي 98.3% من إجمالي استهلاك الطاقة في الدول العربية عام 2018 نظراً لمحدودية المصادر الاخرى مثل الفحم والطاقة الكهرومائية ، وعدم الاستغلال الامثل للطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرباح⁽⁶⁹⁾.

ويمثل احتياطي الدول العربية من النفط الخام نحو 57.2% من الاحتياطي العالمي ، بينما يمثل احتياطي الغاز الطبيعي نحو 26.5% من الاحتياطي العالمي وبلغ انتاج النفط نحو 28.3% من الانتاج العالمي ، كما يمثل انتاج الغاز الطبيعي حوالي 15% من الانتاج العالمي (70).

3) مصادر الطاقة المتجددة في الدول العربية:

تعتبر الطاقة الشمسية أهم مصدر من موارد الطاقة المتجددة في الدول العربية حيث يقدر الخبراء أن استخدام 0.1٪ فقط من مساحة الأرض لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية يمكنها توفير احتياجات الطاقة الكهربائية السنوية الحالية (1× 10¹⁴ كيلو وات ساعة) لجميع سكان كوكب الأرض⁷¹ وبالرغم من الصعوبات التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية والمتمثلة في كونها غير مستقرة سواء داخل اليوم (الليل والنهار والغيوم) وخلال السنة (الشتاء والصيف)، ويعتبر تخزين الطاقة الشمسية أمر بالغ الاهمية إذا ما كان سيتم الاعتماد على نسبة كبيرة من اجمالي الطلب على الطاقة الكهربائية والحراربة، (72).

4) الطاقة الشمسية في الدول العربية:

بشكل عام ، تتمتع المنطقة العربية بثراء موارد الطاقة المتجددة ، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، وتعتبر ظروف المنطقة مواتية جدًا لإنتاج الكهرباء وتعد المنطقة اقتصاديا أكثر مجدية وأكثر جاذبية من معظم مناطق أخرى من العالم ، ويمثل الإشعاع العادي المباشر (DNR) ما بين 2050 و 2800 كيلوواط / ساعة لكل متر مربع في السنة الاكثر ملائمة للطاقة الشمسية للتطبيقات الحرارية المركزة ، علاوة على ذلك ، فإن الظروف الشمسية للمنطقة مواتية أيضًا لتطبيقات الطاقة الكهروضوئية حيث تتراوح معدلات الإشعاع الأفقي العالمي (GHI) بين 1920 كيلو واطساعة / م 2/عام في مصر (73).

الطاقة الشمسية الحرارية.

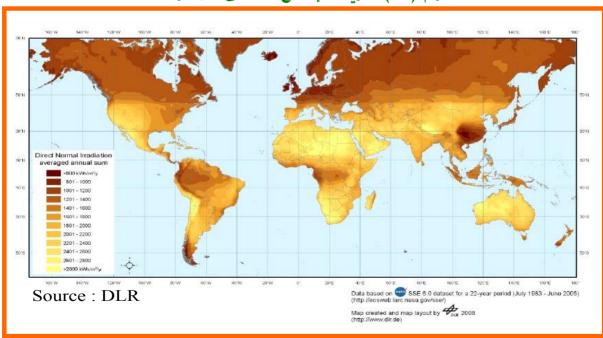
تحتاج تكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية إلى تركيز أشعة الشمس، مع العلم بأنه لا يمكن الاعتماد على الإشعاع والضوء المنتشر من جميع الاتجاهات، فقط عنصر الإشعاع الشمسي المباشر Global هو ذو الصلة بمشروعات الطاقة الشمسية المركزة، أما الإشعاع الأفقى العالمي Horizontal irradiance الذي يشمل الإشعاع المباشر وغير المباشر والإشعاع المنتشر irradiance مناسب لمشروعات الطاقة الشمسية الفوتوضوئية PV (74). ويوفر الجدول رقم (05) دليل لقوة الاشعاع الشمسي المباشر Direct Normal Irradiation DNI لمجموعة من الدول العربية.

جدول رقم (05): قوة الاشعاع الشمسى المباشر DNI لمجموعة من الدول العربية $^{(75)}$

الاشعاع الشمسى المباشر DNI	الدولة	قارة
ك و س $/$ متر $^2/$ سنة		
2800	مصر	16
2700	الجزائر	افريقيا
2700	ليبيا	1
2500	المملكة العربية السعودية	
2200	الامارات العربية المتحدة	اسيا
2200	سلطنة عمان	

وطبقا لحسابات معهد الطاقة الشمسية بمركز الفضاء الالماني DLR وبالاستناد الى موقع أحد محطات الطاقة الشمسية الحراربة بجنوب اسبانيا كأفضل المواقع في أوروبا من حيث قوة الاشعاع الشمسى المباشر DNI والتي تصل الى 2000 ك و س / متر $^2/$ سنة وبالمقارنة مع قوة الاشعاع الشمسى المباشر للدول العربية في شمال افريقيا مقابل أوروبا والتي تصل الى 2400 ك و س / متر 2 / سنة فان ذلك يؤدى الى انخفاض تكاليف الطاقة الكهربائئة الناتجة بمقدار $\, 3 \,$ سنت يورو لكل كيلووات ساعة والتي تؤدى الى انخفاض في التكاليف الى 16% (76). وتوضح الخريطة بالشكل رقم (04) المناطق التي يتوافر بها الإشعاع المناسب لإقامة تلك المشروعات. وتدل تلك التقييمات أن مصر والمنطقة العربية لديها ميزة تنافسية كبيرة في انتاج الطاقة استناداً على موارد الطاقة الشمسية في المنطقة.

شكل رقم (04): خريطة الإشعاع الشمسى المباشر DNI



العلاقة بين مخرجات الطاقة ومستوى الاشعاع الشمسى.

العلاقة بين مخرجات الطاقة وتكاليف انتاج الكهرباء من جانب ومستوى الاشعاع الشمسى ذات أهمية كبيرة ، فعلى سبيل المثال انتاج الكهرباء والتكاليف الاستثمارية ذات تاثير ذو أهمية كبيرة ، فالمواقع ذات الائشعاع الشمسى الذى يصل الى 2700 ك و س / متر / سنة مثل الدول العربية ، وجنوب الولايات المتحدة وجنوب افريقا مقارنة بمواقع جنوب اسبانيا التي تصل الى 2100 ك و س / متر / سنة فان انخفاض التكاليف يصل الى 25% / .

العربية. المرباح في الدول العربية.

العديد من الدول العربية مؤهلة للاستفادة من طاقة الرياح لاسيما مصر والأردن، حيث يبلغ معدل سرعة رياح بمقدار 11.8 متر/ الثانية في خليج السويس في مصر، و 7.5 متر/ الثانية في الأردن ما يجعل هذين البلدين مؤهلين لتوليد الكهرباء من الرياح وكذلك يمكن توليدها في مواقع عديدة في المغرب وسورية وبعض الدول العربية الأخرى (78) .ويوضح الجدول التالى رقم (6) مميزات وعيوب طاقة الرباح.

جدول رقم (06): مميزات وعيوب طاقة الرياح(79)

<u> </u>	
العيوب	المميزات
 إنتاج طاقة أقل عند انخفاض سرعة الرياح. 	 كفاءة عالية فى تحويل الرياح إلى طاقة
 المظهر الغير مستحب للتوربينات – تشويه 	كهربائية.
الطبيعة.	 تكلفة متوسط إلى منخفضة عند بدء التشغيل.
 جرح وقتل الطيور المهاجرة. 	 الرياح متاحه بدون تكلفة.
 التلوث الضوضائى للسكان المقيمين بالقرب 	□ غير ملوثة.
من التوربينات.	□ سبهلة الإنشاء والبناء.
· ·	 يمكن استخدام الأرض المقام عليها التوربينات
	لأغراض أخرى.

€ انخفاض تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة:

 الشمسية المركزة أقل انخفاضاً بين تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرباح ، حيث لم يتعدى انخفاضها نسبة 1% مسجلة 182.0 دولار /كيلو وات ساعة (80).

قدرات تصنيع مكونات الطاقة الشمسية الحراربة:

وبوضح الجدول رقم (07) قدرات التصنيع المحلى لمكونات مشروعات الطاقة الشمسية المركزة لمجموعة من الدول العربية مثل مصر، والجزائر، والمغرب، وتونس(81).

قدرات التصنيع المحلى لمكونات مشروعات الطاقة الشمسية المركزة(82)

قدرات التصنيع	2-الخدمات ونظام محطة توليد	قدرات التصنيع المحلية	1-المكونات
المحلية	الطاقة Power Block		
تصل إلى 100%	1–أعمال مدنية	عالية جداً –سوق كبير	1 – المرايا
تصل إلى 100%	2-التجميع	على المدى الطويل	2–المستقبلات
إلى حد ما - 80%	3-أعمال التركيبات (الحقل	في الوقت الحإلى	3-الهياكل المعدنية
	الشمسي)		
لا يوجد	4-نظام محطة الطاقة Power	فى الوقت الحإلى	4-الأبراج والأعمدة
	Block		
تصل إلى 100%	5-الاتصال بالشبكة	إلى حد ما	5- متتبعات الإشعاع
			Trackers
إلى حد ما - 25%	6-تطوير المشروع	إلى حد ما	6-الروابط Swivel
			joints
إلى حد ما - 75%	7-الهندسة والتوريد والبناء EPC	لا باستثناء الأنابيب	7-نظام تخزين الحرارة

◘ القدرات المالية والاستثمارية لتصنيع مكونات الطاقة الشمسية الحرارية:

تبين الدراسات الدقيقة أن هناك ثلاثة مجموعات من الصناعات المرتبطة بتصنيع بمكونات الطاقة الشمسية الحراربة والتي تصنف طبقا لمتطلباتها الاستثماربة ودرجة تعقيد التكنولوجيا المطلوبة لتصنيعها ، وتقسم هذه المجموعات الموضحة بالشكل رقم (05) الى صناعات يمكن تطويرها بشكل مستقل ، وصناعات تقليدية تقوم على صناعات موجودة بالفعل ، وصناعات يكتنفها درجة عالية من التعقيد التكنولوجي ومتطلبات الاستثمار ومن غير المحتمل الوصول اليها استناداً للطلب على الطاقة الشمسية وحدها(83) ، وبقترح الباحث أن هذه الصناعات تحتاج الى درجات من التعاون العربي للوصول اليها مع غيرها من المجموعات الأخرى. صىعب الوصىول اليها

مضخات نقل الخرارة تقليدية

شكل رقم (05): متطلبات الاستثمار مقابل التعقد التكنولوجي لصناعات CSP (84)

€ إمكانيات خفض تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية المركزة في الدول العربية:

تشير إحدى دراسات البنك الدولي لتحليل SWOT نقاط القوة Strength (العوامل الداخلية التي تؤثر إيجاباً مثل توفر السيولة والعمالة ذات الخبرة)، ونقاط الضعف Weakness (العوامل الداخلية التي تؤثر سلباً)، والفرص Opportunities (العوامل الخارجية التي تصب في مصلحة المشروع)، والتهديدات Threats (العوامل الخارجية التي توثر سلباً على المشروع) لمشروعات الطاقة الشمسية المركزة لدول ما يعرف بمنطقة الشرق الاوسط وشمال أفريقيا MENA ومنها مصر إلى ما يلى في الجدول رقم (08).

جدول (08): تحليل SWOT خفض تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية المركزة (85)

نقاط الضعف Weakness	نقاط القوة Strength
 1- عدم وجود أسواق مالية لتمويل المشروعات الجديدة. 	1- انخفاض تكلفة العمالة (خاصة
2- ارتفاع أجور الخبراء والمهندسين الدوليين.	بالنسبة لذوى المهارات المنخفضة).
3- دعم الطاقة قد يصل إلى 75% في بعض الدول.	2- واحدة من أعلى امكانيات الطاقة
4- ضعف الأطر المالية والسياسية والتشريعية لتنمية	الشمسية في العالم.
الطاقة الجديدة.	3- نمو الناتج المحلى الإجمالي القومي
5- الحاجة إلى وجود شبكة بين الأعمال التجارية	على مدى السنوات الماضية.
وبعضها البعض ومع الأعمال السياسية.	 4- الطلب العالي على الكهرباء.
6- عدم وجود برامج تدريبية متخصصة في الطاقة	5- قطاع صناعي قوى في مصر.
الجديدة .	6- القرب من أسواق أوروبا.
7- عدم كفاية البنية التحتية المتطورة.	7- قطاع الزجاج في مصر والجزائر.
التهديدات Threats	الفرص Opportunities

- 1- خفض تكاليف جميع المكونات. 2- الجاذبية للمستثمرين الخارجيين.
- 3- وجود خطط للطاقة الشمسية إمكانية نقل التكنولوجيا.
- 4- وجود الإرادة السياسية لتطوير الطاقة المتجددة محلياً.
 - 5- إمكانية التصدير للخارج

- 1- تدربب القوى العاملة وتوافر العمالة الماهرة غير
 - 2- القدرات التكنولوجية للشركات الهندسية المحلية.
- 3- الوعى المنخفض لفرص إدارة مشروعات الطاقة الشمسية المركزة.
- 4- المنافسة مع اصحاب المصالح الخارجيين: الاهتمام القوى لألمانيا والولايات المتحدة بالسوق المصرى.
 - 5- ارتفاع التكاليف بسبب عدم كفاية البنية التحتية.
 - أهم العوامل التي يمكن أن تؤدي إلى خفض تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية:
- □ من تحليل تجارب أسبانيا فيما يتعلق بتحليل تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية الحراربة فانه يمكن خفض تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية الحراربة بنسبة 25% للدول ذات قوة اشعاع شمسى يبدأ من 2700 ك و س / متر مربع / سنة.
 - □ حجم الإنتاج الكبير الذي يسمح بتوزيع التكاليف الثابتة على حجم إنتاج كبير.
- □ التقدم التكنولوجي المستمر وجهود البحث والتطوير بتحسين كفاءة حقل الطاقة الشمسية مثل الانعكاسية والامتصاص للمرايا Reflectively and

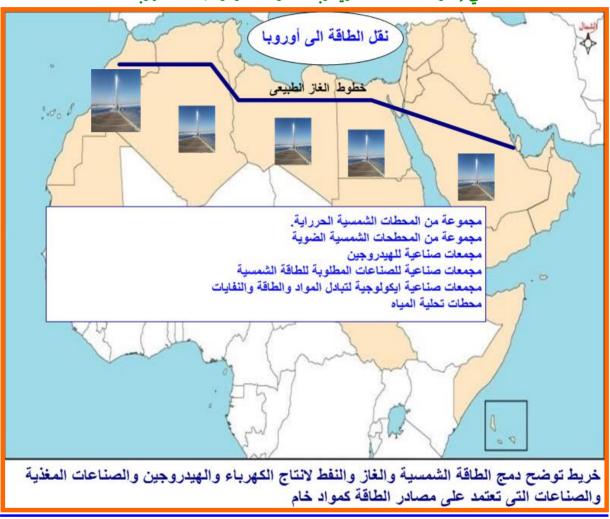
الربط الكهربائي بين المشرق والمغرب العربي:

تتمثل الفائدة الأساسية لربط عدة شبكات كهربائية في تقليل القدرة الاحتياطية المركبة في كل شبكة، وبالتالي إلى تخفيض الاستثمارات الرأسمالية اللازمة لتلبية الطلب على القدرة دون المساس بدرجة الأمان والاعتمادية في الشبكات المرتبطة. وبؤدي الربط أيضاً إلى إلى الاستفادة من إقامة محطات التوليد في المواقع الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية نتيجة لتوفر وقود رخيص فائض صعب التصدير أو صعب التخزين في إحدى الدول المرتبطة، وإلى التقليل من تلوث البيئة. وربط شبكات الكهرباء لدول المشرق والمغرب العربي يمكن أن يؤدى الى تغطية الطلب في اوقات الذروة التي تختلف في دول الخليج عن بلدان المغرب بسبب اختلاف التوقيت وساعات سطوع الشمس وحركة الرباح⁽⁸⁷⁾.

وقد بذلت الدول العربية جهوداً حثيثة في هذا المجال تمثلت في التخطيط لعدد من مشروعات الربط الكهربائي، وإنجاز مراحل متعددة منها خاصة : مشروع الربط الكهربائي الثماني، مشروع الربط الكهربائي الخليجي، مشروع الربط الكهربائي لدول المغرب العربي ، وفي مجال الغاز فهناك مشروع خط الغاز العربي، مشروع دولفين، مشروع خط الغاز المغاربي الأوروبي (88).

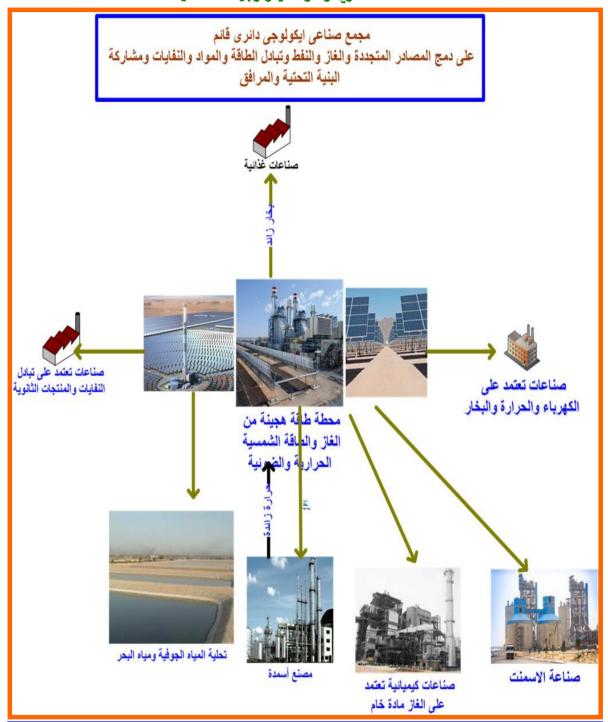
المبحث الثامن: المبحث الثامن الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية في إطار الاقتصاد الدائري ومقترح لمجمع صناعي ايكولوجي قائم على الاقتصاد الدائري وفكر الايكولوجيا الصناعية

شكل رقم (06): تصميم مقترح لشبكة تربط الطاقة الشمسية بالطاقة التقليدية في إطار الاقتصاد الدائري ربط خطوط الغاز وشبكات الكهرباء



إعداد وتصور للباحث.

شكل رقم (07): مقترح لمجمع صناعي ايكولوجي قائم على الاقتصاد الدائري وفكر الايكولوجيا الصناعية



عداد وتصور للباحث.

النتائج والتوصيات:

ثبت من هذا البحث انه يمكن تخطيط وتصميم دمج وتكامل الطاقة التقليدية للدول العربية (النفط والغاز) مع موارد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وعن طريق هذا التهجين يمكن خفض تكاليف توليد الكهرباء بشكل منافس عالميا ، كما أن تصميم المناطق الصناعية الايكولوجية التي تقوم على التعاون والتآزر بين مجموعة من الشركات الصناعية وموارد الطاقة والبنية الأساسية وقدرات كل دولة على حدة وتجميع هذه الإمكانيات والقدرات في مجموعة من الصناعات المغذية لتكامل الطاقة وإتاحة فرص واسعة لتصدير الطاقة بأنواعها المختلفة الى أوروبا ، ومن أهم النتائج والتوصيات الأخرى:

- 1) مفهوم الاقتصاد الدائري هو تحدي ضخم يتضمن التكنولوجيا ، والابتكار ونماذج الأعمال الجديدة والخيال والمحاكاة لأسس عمل الطبيعة في الصناعة.
 - 2) يمكن استخدام المناطق الصناعية الايكولوجية كأسلوب لخفض تكاليف الصناعة.
- 3) دمج المناطق الصناعية الايكولوجية مع استخدام الطاقة الشمسة يدعم القدرة التنافسية للصناعات المتجاورة.
- 4) يمكن استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة كتكلفة رأسمالية لتقليل تكاليف استخدام الطاقة الشمسية الشمسية بشكل مؤقت حتى الوصول الى تكنولوجيات أقل تكلفة لاستخدام الطاقة الشمسية بنسبة 100%.
- 5) يجب التركيز على مناطق السطوع الشمسي العالية للتقليل من أنواع الطاقة الاخرى وتقليل تكاليف الإنتاج داخل المجمع الصناعي الايكولوجي.
 - 6) هناك فرص كبيرة لنجاح تصنيع مكونات الطاقة الشمسية الحرارية.
- 7) أهمية وضع إستراتيجية عربية موحدة لدول الاوابك في مجال الاقتصاد الدائري المتعلق بدمج الطاقة التقليدية للنفط والغاز مع المصادر المتجددة للطاقة خصوصا الطاقة الشمسية.
- 8) العمل على احياء مشروع ديزرتك عربيا وتمويل الدول العربية المصدرة للنفط للمشروع بحيث يقوم على تهجين طاقات النفط والغاز مع الطاقة الشمسية وتصدير الطاقة الكهربائية ووقود الهيدروجين الى مناطق الاستهلاك في اوروبا.
- و) أهمية إعداد در اسات موسعة لتحليل المدخلات والمخرجات تدفقات المواد والطاقة للصناعات المختلفة التي يمكن بناءً عليها تصميم المناطق الصناعية الايكولوجية في المناطق و الدول العربية استناداً على الطاقة الشمسية الحرارية.

- 10) أهمية الدراسة الدقيقة لتوزيع وتفصيل تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية الحرارية للبحث في التكاليف الممكن تجنبها أو تخفيضها للوصول إلى التعادل مع توليد الطاقة من المصادر التقليدية
- 11) أهمية در اسة استخدام تكنو لو جيا الطاقة الشمسية الحر ارية في تطبيقات صناعية اخري غير توليد الكهرباء مثل استخدام البخار، والحرارة، وتحلية مياه البحر.
- 12) إنشاء الآلية المؤسسية القادرة على تخطيط المناطق الصناعية الإيكولوجية بالاسترشاد بالآليات الموجودة في الدول المتقدمة مثل الدانمارك وكوريا الجنوبية وغيرها.
- 13) تأهيل خبراء ومخططى الاقتصاد الدائري بحيث يكون لديهم القدرة على الربط بين الكيانات المختلفة وقواعد الموارد الطبيعية وإنتاج الأفكار الجديدة في مجال الاقتصاد الدائري القائم عى ربط وتهجين الطاقة الشمسية الحرارية والضوئية مع منتجات النفط والغاز.
- 14) أهمية ربط شبكات الكهرباء بين المشرق والمغرب العربي ، وأيضا ربط شبكات الغاز الطبيعي بين المشرق والمغرب وإقامة التجمعات الصناعية ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ووقود الهيدروجين والتصدير الى الأسواق القريبة في أوروبا وإفريقيا.
 - 15) إنشاء المعهد العربي للاقتصاد الدائري
 - 16) العمل على إنشاء بنك عربى لتمويل مشروعات دمج الطاقة المتجددة مع الطاقة التقليدية.

- 1. https://www.unescwa.org/ar/publications
- 2. عبد الأمير الحيالي ، فراس عبدالجبار: دول الخليج العربي في عصر ما بعد النفط ، مجلة ديالي ، عدد 2009 ، http://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=17922 ، 33
 - 3. Helen Kopnina: European Renewable Energy. Applying Circular Economy Thinking to Policy-Making, Visions for Sustainability 8: 07-19, 2017,P7
 - 4. Neda Kiani Mavia and Reza Kiani Mavib: Energy and environmental efficiency of OECD co⁴ https://www.unescwa.org/ar/publications
- 5. عبد الأمير الحيالي ، فرأس عبدالجبار: دول الخليج العربي في عصر ما بعد النفط ، مجلة ديالي ، عدد . 2009 ، http://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=17922 ، 33
 - 6. Helen Kopnina: European Renewable Energy. Applying Circular Economy Thinking to Policy-Making, Visions for Sustainability 8: 07-19, 2017,P7
 - 7. untries in the context of the circular economy: Common weight analysis for malmquist productivity index, Journal of Environmental Management, Volume 247, 1 October 2019, Pages 652-653.
 - 8. Sadovskaya Valeria: Evaluation of the opportunities of Oil and Gas companies for the transition to the Circular economy, Master in Management, Master's Thesis, St. Petersburg University, 2018. P7.
 - 9. Xinhai Xu et al: Prospects and problems of concentrating solar power technologies for power generation in the desert regions, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 53, January 2016, Pages 1106–1131.
 - pdf. eamd-eg.org/eamd_admin/images/pdf/ التشبيك.
 - 11. ⁽⁸⁾Kirsikka Kiviranta et al: Connecting circular economy and energy industry: A techno-economic study for the Åland Islands, Applied Energy, Volume 27, 2020..
 - 12. ⁽⁹⁾G.Mutezo and J.Mulopo: A review of Africa's transition from fossil fuels to renewable energy using circular economy principles, Renewable and Sustainable Energy Reviews
 - 13. Volume 137, March 2021.
 - 14. ⁽¹⁰⁾Kirsikka Kiviranta et al: Regional Synergy and Economic Growth: Evidence from Total Effect and Regional Effect in China, International Regional Science Review, Vol. 42(5-6), 2019.
 - 15. ⁽¹¹⁾Olcay Genc et al: Circular eco-industrial park design inspired by nature: An integrated non-linear optimization, location, and food web analysis, Journal of Environmental ManagementVolume 270, 15, 2020..
 - 16. M.A. Butturi et al,. Renewable energy in eco-industrial parks and urban-industrial symbiosis: A literature review and a conceptual synthesis, Applied Energy, 255, 2019.
 - 17. Kasra Mohammadi et al: Hybrid concentrated solar power (CSP)-desalination systems: A review, Desalination, Volume 468, 2019.
 - 18. G.J. Nathan et al: Solar thermal hybrids for combustion power plant: A growing opportunity, Progress in Energy and Combustion Science 64 (2018), P 4-28
 - 19. Sadovskaya Valeria: Evaluation of the opportunities of Oil and Gas companies for the transition to the Circular economy, Master's Thesis in management, St. Petersburg University, 2018.

- 20. Kody M.Powell: Hybrid concentrated solar thermal power systems: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 80, 2017.
- 21. Xinhai Xu et al: Prospects and problems of concentrating solar power technologies for power generation in the desert regions, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 53, January 2016, Pages 1106–1131.
- 22. Yasunori Kikuchi et al, Industrial Symbiosis Centered on a Regional Cogeneration Power Plant Utilizing Available Local Resources A Case Study of Tanegashima, Journal of Industrial Ecology, Volume 20, Number 2,2015.
- 23. http://www.cliquesolar.com/DairyIndustry.aspx
- 24. http://www.bcsdportugal.org/wp-content/uploads/2018/08/BCSD-Portugal Circular Synergies 2018.pdf,2018,P5.
- 25. ²¹ https://www.circle-economy.com/the-7-key-elements-of-the-circular-economy
- **26.** https://www.circularcityfundingguide.eu/circular-cities/
- 27. عبدالرزاق حواس ، علاء الدين مجدوب: الاقتصاد الدائري كنظام لحماية البيئة ، مجلة آفاق للبحوث والدراسات ، المركز الجامعي إيليزي ، 2019، صد 289.
- 28. Elena G. Popkova1: Circular Economy in Developed and Developing Countries: Perspective, Methods And Examples Principles and Priorities of the Circular Economy, Emerald Publishing Limited, 2020, P11.
- 29. https://www.iaee.org/documents/2020/Webinar kapsarc Williams.pdf
- 30. https://sustainability-innovation.asu.edu/sustainabilitysolutions/ece-cert/ 30. https://sustainability-innovation.asu.edu/sustainabilitysolutions/ece-cert/ 31. داودي دقيش، جمال عبدالفتاح، الانتقال من الاقتصاد الخطي إلى الاقتصاد الدائري: الأسباب والحلول ، مجلة الأصيل للبحوث الاقتصادية والإدارية جامعة عباس لغرور خنشلة ، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسبير ، الجزائر ، 2019 ، صـ126 .
 - 32. عبدالرزاق حواس ، علاء الدين مجدوب: الاقتصاد الدائري كنظام لحماية البيئة ، مجلة آفاق للبحوث والدراسات ، المركز الجامعي إيليزي ، 2019، صد 290.
 - 33. https://www.pwc.com/gx/en/energy-utilities-mining/assets/pwc-the-rise-of-circularity-report.pdf,P20.
 - 34. https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan it.
 - 35. https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/policy-database/CHINA%29%20Circular%20Economy%20Promotion%20Law%20%282008%29.pdf
 - 36. Agassy Manoukian: A proposed framework for renewable energy technology commercialization and
 - 37. partnership synergy A case study approach, American Journal of Business, Volume: 30 Issue: 2, 2015,P150
 - 38. Viktor Yakimtsov: LAWS OF SYNERGY IN THE ECONOMY, BUSINESS AND THE OPERATION PROCESS OF THE MANUFACTURE (ORGANIZATION), European Scientific Journal October 2015 /SPECIAL/edition Vol.1,2013,P325,P326,P332.
 - 39. https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=824
- 40. ماجد كرم الدين محمود ، رنا الجندى: التكاليف الخارجية لمحطات إنتاج الكهرباء بالمنطقة العربية ، دراسة حالة ، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة، 2014.
 - 41. ³⁶ http://www.fadeco.org/achieving-sustainable-development-through-industrial-ecology.html

- 42. Kirsten U. Oldenburg and Kenneth Geiser:" Pollution Prevention and ... or industrial ecology ", Journal of Cleaner Prodction. Vol. 5, No. 1-2,(1997),P103-104.
- 43. Kjetil Røine: Industrial implementation of extended producer responsibility in an industrial ecology perspective, The case of plastic packaging in Norway, Doctoral thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2006, P15.
- 44. world Bank Group: An International Framework For
- 45. Eco-Industrial Parks, https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29110/122179-WP-PUBLIC-
 - AnInternationalFrameworkforEcoIndustrialParks.pdf?sequence=1&isAllowed =y, 2017, P21
- 46. Pei Zhong, Weili Xia & Bing Xu: Study on energy efficiency model in Xi'an High-tech eco-industrial park, Published in 2010 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, 2010, P1.
- 47. Raymond P. Co^te' & E. Cohen-Rosenthal: Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences, Journal of Cleaner Production , 6 , 1998 P 182.
- 48. Raymond P. Co^te' & E. Cohen-Rosenthal: Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences, Journal of Cleaner Production , 6 , 1998 P 182.
- 49. Salah M. El-Haggar: Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-cradle for Sustainable Development, The American University of Cairo, Elsevier Academic Press, 2007, P92.
- 50. Alfredo Valentino: Eco-industrial parks: the international state of art, Eco-Industrial Parks: A Green and Place Marketing Approach, Luiss University Press, 2015, from P24-P41.
- 51. Brian Baldassarre: Industrial Symbiosis: towards a design process for ecoindustrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives, Journal of Cleaner Production, Volume 216, 2019, Pages 446-447.
- 52. Shishir Kumar Behera et al: Evolution of 'designed' industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: 'research and development into business' as the enabling framework, Journal of Cleaner Production, 29-30 ,(2012), P107.
- 53. Shishir Kumar Behera et al: Evolution of 'designed' industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: 'research and development into business' as the enabling framework, Journal of Cleaner Production, 29-30 (2012), P107.
- 54. http://www.bcsdportugal.org/wp-content/uploads/2018/08/BCSD-Portugal Circular Synergies 2018.pdf,2018,P8.
- 55. Gang Wang: novel approach for stability analysis of industrial symbiosis systems, Journal of Cleaner Production, Volume 39, January 2013, Pages 9.
- 56. 103) Murat Mirata: Industrial Symbiosis A tool for more sustainable regions?, Doctoral dissertation, Lund University, Sweden, 2005, P48.
- 57. https://www.amf.org.ae/sites/default/files/econ/joint%20reports 4.pdf
- 58. https://www.ecomena.org/desertec/

- 59. Heba Hashem: Renewable energy & fossil fuel synergies: CSP for enhanced oil recovery The future of steam enhanced oil recovery is about to be revolutionized with newly developed solar collector systems, https://www.reutersevents.com/renewables/csp-today/technology/renewable-energy-fossil-fuel-synergies-csp-enhanced-oil-recovery,2010.
- 60. http://arabic.news.cn/2017-11/02/c 136723227.htm
 - 61. جيف كاربك: الهيدروجين الأخضر: عضوّ جديد في أسرة الطاقة المتجددة،

https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/features/green-.2020 · could-fill-big-gaps-in-renewable-energy/ hydrogen-

62. وائل حامد عبد المعطى: إنتاج الهيدروجين ودورة في عملية تحول الطاقة ، منظمة الاوابك ، الاوابك ، الاوابك ، 2021 مد21.

63. فراح رشيد ، فرحي كريمة: لأمن المائي العربي : التحديات والتهديدات المحيطة ،مجلة العلوم الإقتصادية - جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – السودان ، مج18, ع1 ،2017 ، صـ 135 .

. 105. هيفاء عبد الرحمن باسين التكريتي: زمة المياه في الوطن العربي واقعها واستخدامها ودوافعها والرؤية المستقبلية لمواجهة الازمة ، مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية ، المجلد (3) ، العدد (1) ، 2013 ، صـ82.

- 65. Mahmoud Shatat & and Saffa B. Riffat: Water desalination technologies utilizing conventional and renewable energy sources, International Journal of Low Carbon Technologies., Vol. 9 Issue 1, 2014, P2.
- 66. http://www.masdar.ae/ar/energy/detail/desalination
- 67. Mahmoud Shatat & and Saffa B. Riffat: Water desalination technologies utilizing conventional and renewable energy sources, International Journal of Low Carbon Technologies., Vol. 9 Issue 1, 2014, P1.
- 68. http://www.snelsonco.com/synergies-of-natural-gas-and-renewable-energy/
- 69. Sargent & Lundy LLC Consulting Group Chicago, Illinois: Assessment of Parabolic Trough and Power Tower Solar Technology Cost and Performance Forecasts, www.nrel.gov/docs/fy04osti/34440.pd,2003,P2-5
- 70. Dan Einstein: Stea.m Systems in Industry: Energy Use and Energy Efficiency Improvement Potentials,aceee.org/files/proceedings/.../SS01 Panel1 Paper46.pd,P538.
- 71. 5) Dan Einstein: Steam Systems in Industry: Energy Use and Energy Efficiency Improvement Potentials, aceee.org/files/proceedings/.../SS01 Panel1 Paper46.pd, P538.
- 72. IRENA: Solar Heat for Industrial Processes -Technology Brief, www.irena.org, January 2015, P15
- 73. http://www.ahewar.org/debat/show.art.asp?aid=49663
- 74. Junpeng Huangb,1, Rui Lia, Peng Hea, Yanjun Daia: Status and prospect of solar heat for industrial processes in China Teng jiaa,1, Renewable and Sustainable Energy Reviews 90 (2018), P475.
- 75. صندوق النقد العربي: التقرير الاقتصادي العربي الموحد، الفصل الخامس التطورات الرئيسية في مجال النفط والطاقة، 2019، صد 92.
- 76. فؤاد على عبد الرحمن: التقرير الاحصائي السنوى لمنظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط، 2020.
 - 77. ALDO STEINFELD ETH & ANTON MEIER: Solar Fuels and Materials, Encyclopedia of Energy, Volume 5. 2004, P623.
 - 78. H.L. Zhang et al: Concentrated solar power plants: Review and design methodology, Renewable and Sustainable Energy Reviews 22(2013),P467.
 - 79. RCREE: Pan-Arab Renewable Energy Strategy 2030, https://www.rcreee.org/sites/default/files/irena_pan-arab strategy june 2014.pdf,2020, P24.

80. R. Meyer, M. Schlecht and K. Chhatbar: Solar resources for concentrating solar power (CSP) systems, Suntrace GmbH, German, Woodhead Publishing Limited, Concentrating solar power technology, 2012, P70.

81. وليد الدغيلى: التعاون الأقليمي و أمن الطاقة في المنطقة العربية ،اجتماع خبراء خارطة طريق للسكوا ، السكوا ، الكوا ، السكوا ، السكوا ، الكوا ، ا

- **2015** http://www.beirutenergyforum.com/presentations%202015/
 - 82. Matthias Günther & Niklas Alse: Advanced CSP Teaching Materials, enerMENA, DLR, http://www.dlr.de/sf/desktopdefault.aspx/tabid-8679/14935 read-37134/
 - 83. https://hub.globalccsinstitute.com/publications/renewable-power-generation-costs-2012-overview/73-capacity-factors-csp
- ، https://arsco.org/article-detail-574-8-0 عبدالحكيم محمود: الطاقة المتجددة في الوطن العربي، -8-0 84.
 - 85. ⁷⁹: Anne Maczulak,: Renewable Energy: Sources and Methods, An imprint of Infobase Publishing, New York,2010,P97.
 - 86. https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Costs_2019_AR. PDF
 - 87. Natalia Kulichenko and Jens Wirth: Concentrating Solar Power in Developing Countries, Regulatory and Financial Incentives For Scaling Up, a world bank study,www.worldbank.org,2012,P61
 - 88. 105) Natalia Kulichenko and Jens Wirth: Concentrating Solar Power in Developing Countries, REGULATORY AND FINANCIAL INCENTIVES FOR SCALING UP, a world bank study, www.worldbank.org, 2012, P61.
 - 89. The World Bank Group, Production Editor: Marjorie K. Araya, ESMAP: Competitiveness Assessment of MENA Countries to Develop a Local Solar Industry, https://www.esmap.org/.../DocumentLibrary/ESMAP_Competitiveness%20,2015,P50.
 - 90. https://www.esmap.org/.../DocumentLibrary/ESMAP_Competitiveness%20,2015,P51.
 - 91. Natalia Kulichenko and Jens Wirth: a world bank study, www.worldbank.org, 2012, P61.
 - 92. Wen Zhang, Dr. Ole Langniss Concentrating Solar Power Plants -Status and Costs, October 2010, www.efchina.org/.../FICHT-5243627-Presentation Feas.
 - 93. http://www.arabfund.org/default.aspx?pageId=467
 - 94. https://www.unescwa.org/ar/node/4443

Abstract

Integration between renewable energy and the oil and gas industry A vision of the circular economy and the economics of synergy applying to the OAPEC countries

Dr. Mahmoud Syed Ali Al-Sadiq *

The research aims to present the thinking and tools of the circular economy and the economics of synergy to integrate between renewable energy and oil and gas resources by application to the oil-exporting Arab region. The research focuses on the most abundant solar energy with the availability of unexploited desert lands, and deals with the role of industrial ecological thinking in saving the costs of integrating renewable energy and conventional energy. The research provides a set of tools that greatly assist in the transformation of the oil and gas sector from a linear economy to a circular economy and the economics of synergy, and the best of those tools industrial symbiosis and eco industrial parks, eco design related to the application of the circular economy, linking electricity and gas networks, and establishing clusters. The Arab ecological industry based on the integration and integration of energy and other resources for Arab countries, and the research reviews maximizing the environmental and economic benefits that require a greater understanding of the potentials at the country, sector and technology levels, and it also calls for a system-wide perspective, taking into account the interconnectedness between technologies and sectors, and one of the most important research recommendations Work to revive the Desertec project by Arabic countries, the Arab oil-exporting countries finance the the project, which is based on hybridization of oil and gas energies with solar energy, and the export of electric energy and hydrogen fuel to consumption areas in Europe.

^{*} Certified Environmental Specialist - EEAA , Certified Energy Management Professional P A-CEMP, CSR Certificate - AUC and USAID SEED, Pepresentative of Egypt and Chapter Member - The African Circular Economy Network - ACEN

Abstract

Applying carbon pricing mechanisms to energy sources: between inevitability and possible alternatives, a case study of some Arab countries, with reference to the impact of the Corona Covid-19 pandemic

Dr. Amal Tabani

This study aims to provide an objective and critical analysis of the effectiveness of carbon pricing mechanisms and the reality of their development and environmental role, and their impact on the oil market, as well as evaluating the experiences of some Arab countries in this field. In addition, the study aims to addressing the repercussions of the Covid-19 pandemic on carbon dioxide emissions and on international efforts to contain it. In order to become familiar with all aspects of the study, the descriptive and analytical approaches were adopted, in addition to the case study approach, by addressing the experiences of some Arab countries (Saudi Arabia, the United Arab Emirates, Egypt, Algeria, Tunisia and Morocco) through statistics and reports of international organizations, led by the World Bank and the United Nations. The study concluded that these mechanisms, despite the advantages they may give, have raised a lot of controversy, because of their focus on one source of emissions and neglect other sources, which may lead to a negative impact on the oil market. It is also criticized that it will negatively affect economic growth rates in the world, especially in third world countries and countries dependent on oil revenues. And may also lead to a deepening the difference between developed countries and those on the path of growth, as the major countries are responsible for the largest proportion of emissions. The worst of all is the tendency of countries to use coal as an energy source, which is more polluting than other fossil energy sources. We also concluded that these mechanisms have other, more practical and less expensive alternatives, that countries can apply to reach a healthy environment free of pollution, especially with the rapid scientific developments in this field.

Abstract

The potential environmental and economic impacts of Flaring and Venting of Associated Gas in the OAPEC countries A prospective study using the neural networks model

Dr. Laid Korichi/ Dr. Mohammed Ridha Boucenna

This study aimed to explore the environmental and economic impacts of the associated petroleum gas (APG) flaring process in The Organization of Arab Petroleum Exporting Countries OAPEC, during the period 2019-2023, using the method of multi-layer artificial neural networks. The environmental impacts were explored by estimating the evolution of the quantities of burned APG during the studied period. Then estimate the levels of CO2 emission from the flaring process. The economic effects were explored by estimating the development of natural gas prices during the studied period, and the adoption of its values in exploring the economic effects of the flaring process.

Using the Alyuda NeuroIntelligence software, the study estimates that both the volume of flared APG and natural gas prices will witness an increase during the studied period. Which means an increase in the environmental and economic impacts of the APG burning process. The most important recommendation included in this study was that OAPEC countries must pay more attention to the problem of APG gas burning. Especially in light of the availability of other alternatives that cost less than the cost of burning, and their results are better to environment and economy.

Key words: Associated Petroleum Gas; Flaring and venting; Air Pollution; OAPEC countries; Artificial Neural Networks.

Contents

The potential environmental and economic in Venting of Associated Gas in the OAPEC cou	
study using the neural networks model	7
Dr. Laid KORICHI/ Dr. Mohammed Ridha BOUCENNA	Abstract 7
Applying carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives, a case studied in the carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives, a case studied in the carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives, a case studied in the carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives, a case studied in the carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives, a case studied in the carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives, a case studied in the carbon pricing mechanisms to energy sinevitability and possible alternatives.	ly of some Arab countries,
with reference to the impact of the Corona Covid	1-19 pandemic 39
Dr. Amal Tabani	Abstract 8
Integration between renewable energy and the oil of the circular economy and the economics of syn	· ·
OAPEC countries	85
Dr. Mahmoud Syed Ali Al-Sadiq	Abstract 9

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 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.



Editor - in - Chief

Ali Sabt BenSabt

Managing Editor

Naser Bakheet

Editorial Board

Abdul Fattah Dandi

Eng. Emad Makki

Dr. Daoud Behzad

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









& ARAB COOPERATION

Volume 47 - 2021 - Issue 177



Three Researches Share OAPEC's First Prize

■ The potential environmental and economic impacts of Flaring and Venting of Associated Gas in the OAPEC countries A prospective study using the neural networks model

Dr. Laid Korichi / Dr. Mohammed Ridha Boucenna

Applying carbon pricing mechanisms to energy sources: between inevitability and possible alternatives, a case study of some Arab countries, with reference to the impact of the Corona Covid-19 pandemic

Dr. Amal Tabani

Integration between renewable energy and the oil and gas industry A vision of the circular economy and the economics of synergy applying to the OAPEC countries

Dr. Mahmoud Syed Ali Al-Sadiq