الاتجاهات الحديثة نحو الطاقة المتجددة في الدول البترولية

" دراسة تحليلية"

بحث مقدم من
راضي السيد عبد الجواد
استاذ الاقتصاد المساعد - كلية التجارة- جامعة دمنهور
radi_issa@com.dmu.edu.eg
Mobile: 00201066437047

الملخص:

استهدفت الدراسة تحليل الاتجاهات الحديثة نحو التحول إلى الطاقة المتجددة في عدد من الدول البترولية، اعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي، تم خلالها تناول التنمية المستدامة وعلاقتها بمصادر الطاقة، وتحليل تطورات البترول والطاقة المتجددة في العالم والدول نطاق البحث. وعرض بعض الأدبيات المعنية بذلك وتناول تجارب بعض هذه الدول. وخلصت إلى أنه في ظل الاتجاه العالمي نحو تحقيق رؤية 2030 للتنمية المستدامة والتي ترتبط أهدافها السابع، الثامن، الثالث عشر والخامس عشر ارتباطًا وثيقًا بتوجه الدول نحو مصادر الطاقة المتجددة. يوجد تباين كبير بين إنتاج الطاقة المتجددة وتنوع مصادرها بين الدول البترولية نطاق البحث، حيث مازالت مجموعة مصر ودول الأوبك بعيدة تمامًا عن مجموعة الصين، أمريكا، الهند، المانيا، كندا، روسيا وبريطانيا، التي يتميز كل منها بالتنوع وكبر السعة الإجمالية المتولدة من مختلف المصادر المتجددة. كما أوضحت وجود موارد طبيعية للطاقة المتجددة غير مستغلة في بعض الدول البترولية، منها مصر والسعودية، مما يحول دون الوصول إلى غايتها في إطار استراتيجيات الطاقة المتجددة التي تضعها هذه الدول. وهو ما يتطلب ضرورة نشر مراكز البحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة بمختلف مصادرها، مع توفير الدعم الكافي لهذه المراكز من معلومات وتمويل احتياجات المشروعات البحثية، بما يسمح بظهور تكنولوجيا جديدة تزيد من الجدوى الاقتصادية لاستخدام هذه المصادر.

الكلمات المفتاحية: الاتجاهات الحديثة، الدول البترولية، الطاقة المتجددة، التنمية المستدامة.

Abstract:

The study aimed to analyse recent trends toward the transition to renewable energy in a number of petroleum-producing countries. Relying on the analytical descriptive approach, it addressed and analysed sustainable development and its relationship with energy sources in these countries, showing some of the literature and the experiences of these countries through Vision 2030 for sustainable development and its 17 goals, of which the seventh, eighth, thirteenth, and fifteenth goals are closely linked to countries' orientations towards renewable sources of energy. There is a significant disparity in renewable energy production and the variety of its sources between petroleum countries and the scope of research, as the Egyptian Group and OPEC countries are still far behind the China Group, America, India, Germany, Canada, Russia, and Britain, each of which is distinguished by variety and a large total capacity generated from various renewable sources. There are also untapped natural resources for renewable energy in some petroleum countries, including Egypt and Saudi Arabia, which prevents the achievement of their objectives within the framework of these countries' renewable energy strategies. This requires the need to deploy renewable energy R&D centres in their various sources, with adequate support from these centres for information and funding the needs of research projects, allowing the emergence of new technology to increase the economic feasibility of using these sources.

Keywords: Recent trends, Petroleum Countries, Renewable Energy, Sustainable Development.

مقدمة

مع تبنى مفهوم التنمية المستدامة بأهدافها السبعة عشر كأجندة للتنمية في إطار رؤية 2030، أصبح الحفاظ على البيئة وحمايتها بمختلف مواردها مفهومًا عالميًا يفرض نفسه على العلاقات والمعاملات الاقتصادية الدولية، يستند على أن إيجاد مصادر بديلة متجددة للطاقة لا ينطلق فقط من تقلبات أسعار مصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة من بترول وغاز طبيعي وفرص نضوبها أو استنزافها، وإنما أيضًا من التأثيرات البيئية السلبية لهذه المصادر، ومن ثم تأثيرها العكسي على التنمية المستدامة.

وتنعكس مشكلة البحث الحالي في كونه يرتبط بجانبين، يتمثل الجانب الأول في النمو المتزايد في الطلب العالمي على الطاقة وما يفرضه ذلك من البحث عن مزيد من مصادر الطاقة عامة، خاصة مع توقع زيادة سكان العالم لتصل إلى 9.5 مليار نسمة في عام 2045 مقابل7.7 مليار نسمة في عام 2019 (OPEC, World Oil Outlook 2020, pp6-7). يظهر الجانب الثاني في البعد البيئي للتنمية المستدامة وهدفها السابع من أهدافها السبعة عشر، الذي يؤكد على ضمان حصول الجميع على الطاقة بأسعار معقولة من مصادر موثوقة ومستدامة، وما يفرضه ذلك من البحث عن مصادر مستدامة آمنة غير ملوثة للبيئة. وأظهرت جائحة "كوفيد- 19" أهمية تحقيق ذلك نتيجة الحاجة إلى توفير تلك المصادر للمستشفيات وكافة المرافق الصحية، ولأغراض التعليم في ظل الاتجاه نحو التحول الرقمي والتعلم عن بُعد (United Nations, The Sustainable Development Goals Report 2020, p38).

وقد أخذت عدد من الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول تخطو خطوات ملموسة نحو الطاقة المتجددة وتنويع مصادرها منها الولايات المتحدة الأمريكية، الصين، الهند وألمانيا كما بدأت مصر وبعض الدول الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للبترول "أوبك" منها نيجيريا، إيران، المملكة العربية السعودية، الامارات العربية المتحدة والجزائر في التوجه إلى الطاقة المتجددة.

ومن هنا تأتي أهمية البحث في تناوله موضوعًا أصبح يشكل اتجاهًا عالميًا ومحورًا لاهتمام عدد من دول العالم المتقدمة والنامية سواء البترولية منها أو غير البترولية، بما يتطلب ضرورة إلقاء الضوء عليه من خلال التعرف على الاتجاهات الحديثة نحو استخدام مصادر الطاقة المتجددة سواء بهدف استخدامها في تغطيه جزء من الطلب العالمي على الطاقة في الأجلين القصير والمتوسط، أو كونها بديل لابد منه في الأجل الطويل لمصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة القابلة للنفاد.

ويتناول البحث في دراسة الاتجاهات الحديثة نحو الطاقة المتجددة، البترول الذي يُعد المصدر التقليدي الرئيس غير المتجدد للطاقة في العالم وأهم مورد حالي لها. كما يقتصر تحديد مفهوم الدول البترولية على الدول الثلاث عشرة الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للبترول "أوبك". يضاف إليها مصر وعدد من الاقتصادات الكبرى في العالم المنتجة للبترول كالولايات المتحدة الأمريكية، الصين، روسيا، كندا، بريطانيا، الهند وألمانيا. ووفقًا لبيانات عام2019 يبلغ النصيب النسبي لهذه الدول نحو 79.1% من الإنتاج العالمي للبترول و90.3% من الاحتياطي العالمي المؤكد له (OPEC, Annual Statistics Bulletin 2020, pp31,35). وتعد ألمانيا الدولة الأقل في

إنتاج البترول مقارنة بباقي دول الدراسة، لكنها تأتي في مقدمة الدول التي تمتلك أفضل التقنيات في طاقتي الشمس والرياح. ومن شأن ذلك أن يجعلها إحدى الدول الرئيسة المصدرة لها في عالم يتجه بشكل متزايد نحو تلك المصادر.

ويعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال عرض المفاهيم الاساسية وتحليل البيانات ونتائج الدراسات السابقة وتجارب بعض الدول البترولية نطاق البحث في التوجه نحو المصادر المتجددة للطاقة.

وقد تم تقسيم البحث إلى ثلاثة أقسام، يتناول القسم الأول اتجاهات مصادر الطاقة وعلاقتها بالتنمية المستدامة، ويعرض القسم الثاني الاتجاهات الحديثة نحو توجيه الطاقة في الدول البترولية نطاق البحث، من خلال عرض بعض الدراسات الخاصة بدراسة الطاقة المتجددة وتناول اتجاهات البترول والطاقة المتجددة في هذه الدول، واستعراض تجارب وسياسات الطاقة المتجددة في بعض الدول نطاق البحث، وأخيرًا يتناول القسم الثالث الخلاصة والتوصيات.

أولاً: اتجاهات مصادر الطاقة وعلاقتها بالتنمية المستدامة

يتناول هذا القسم من البحث التنمية المستدامة وعلاقتها بمصادر الطاقة المختلفة والتحولات العالمية فى مجال البترول ومصادر الطاقة المتجددة، وذلك على النحو التالي:

1- التنمية المستدامة وعلاقتها بمصادر الطاقة

مع بداية السبعينيات من القرن الماضي، بدأ الاهتمام الدولي بنشر الوعي البيئي والمناداة بتطبيق سياسات بيئية تهدف إلى المحافظة على الموارد الطبيعية والحد من التلوث وعدم الإخلال بالنظام البيئي، وانعكس ذلك في عقد مؤتمر "ستوكهولم" عام 1972، أعقبه عدد من المؤتمرات، لتعلن اللجنة العالمية للتنمية والبيئة في عام 1987 عن تعريف للتنمية المستدامة على أنها "التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم، في اطار يضمن التوازن والاتساق بين كافة الأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية". إلا أن نقطة التحول الرئيسة نحو الاقتصاد البيئي والربط بين أبعادها الثلاثة، ترجع إلى مؤتمر الأرض في "ريو دي جانيرو" بالبرازيل عام 1992، حيث شهد هذا المؤتمر صياغة عدد من الاستراتيجيات للتنمية المستدامة استنادًا إلى أبعادها الثلاثة، شملت نحو أربعين قطاعًا وموضوعًا تتعلق بالخطط، البرامج، المعايير، السياسات الاقتصادية والتشريعات الوطنية(Dalal-Clayton,B. & Bass.S,2002, pp11-13)، ليستمر بعد ذلك عقد المؤتمرات الدولية المهتمة بالبيئة والتنمية، وصولاً إلى مفهوم أوسع وأشمل للتنمية المستدامة وأهدافها السبعة عشرة التي تبنتها الأمم المتحدة في سبتمبر 2015 كأجندة للتنمية حتى عام2030، ليعكس هدفها السابع ضرورة البحث عن مصادر مستدامة آمنة غير ملوثة للبيئة، بما يؤكد أهمية الاتجاهات الحديثة لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.

وتنقسم مصادر الطاقة تبعًا لقابليتها للنفاد إلى نوعين أساسين، الأول يشمل مصادر الطاقة غير المتجددة، والثاني المصادر المتجددة، وفيما يلي عرض لكل منهما(خوجه،2017، ص237-239).

- **<u>النوع الأول من مصادر الطاقة</u>:** يتمثل في مصادر الطاقة غير المتجددة، وهي مصادر يصعب تجددها بعد الاستخدام، نظرًا لتكونها في فترات زمنية طويلة جدًا وظروف طبيعية خاصة، ومن أهم صورها البترول، الفحم، الغاز الطبيعي والطاقة النووية، وهذه المصادر بالإضافة إلى كونها قابلة للنفاد فإنها ملوثة للبيئة، حيث تختزن طاقة كيميائية يصدر عن استخدامها انبعاثات ملوثة للبيئة تتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري.
- **<u>النوع الثاني من مصادر الطاقة</u>:** يتمثل في مصادر الطاقة المتجددة، وهي مصادر دائمة غير قابلة للنفاد لا ينتج عنها تلوث بيئي، مما يقلل من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة، لذا يطلق عليها الطاقة الخضراء، ومن أهم صورها الحالية الطاقة الشمسية، طاقة الرياح بنوعيها البرية والبحرية، الطاقة الكهرومائية، الطاقة الحيوية، طاقة الأرض الحرارية، طاقة المد والجزر وأخيرًا طاقة الهيدروجين الأخضر.

وتتميز الطاقة المتجددة بعدد من المزايا تدفع الدول إلى استخدامها، تعكس ارتباطها الوثيق بتحقيق عدد من أهداف التنمية المستدامة، يتمثل أهمها فيما يلي(United Nations,2020, pp38-54):

أ- ضمان مصدر مستمر للطاقة، خاصة في ظل انخفاض معدل نمو الاحتياطيات وزيادة الاستهلاك من مصادر الطاقة غير المتجددة، منها البترول، بما يتوافق مع تحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة. وأيضًا مع الهدف الثامن حول تعزيز دائم لنمو اقتصادي شامل ومستدام، مع توفير فرص عمل لائقة للجميع.

ب- تخفيض الانبعاثات من الغازات المسببة للتلوث البيئي وزيادة الاحتباس الحراري، بما يسهم في تحقيق الهدف الثالث عشر للتنمية المستدامة، الذي يؤكد على اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدي لتغيرات المناخ وأثارها السلبية. والهدف الخامس عشر الذي يقوم على حماية البيئة البرية والغابات وتعزيز استخدامها على نحو مستدام ومكافحة التصحر.

<u>2- التحولات العالمية في البترول ومصادر الطاقة المتجددة</u>

تعرض كل من الإنتاج والاحتياطي العالمي من البترول كمصدر للطاقة غير المتجددة إلى عديد من التطورات، كما شهدت مصادر الطاقة المتجددة ايضًا كثيرًا من التغيرات، وتتمثل أهم هذه التطورات فيما يلي:

1/2: تطور إنتاج واحتياطيات البترول المؤكدة في العالم ومجموعة الدول البترولية

يُعد البترول من أهم مصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة، وتمثل منظمة الدول المصدرة للبترول "أوبك" المَصدر الرئيس لإمداد العالم منه، كما أنها تمتلك النسبة الأكبر من الاحتياطيات المؤكدة. ويبين الجدول رقم(1) التالي تطور إنتاج واحتياطيات البترول المؤكدة في العالم ومجموعة دول البحث خلال الفترة "2000-2019".

جدول رقم (1): تطور الإنتاج والاحتياطي المؤكد من البترول في العالم ومجموعة الدول البترولية نطاق البحث خلال الفترة " 2000- 2019" "مليون برميل"

السنة / بيان	2000		2005		2010		2015		2019	
	إنتاج	احتياطي	إنتاج	احتياطي	إنتاج	احتياطي	إنتاج	احتياطي	إنتاج	احتياطي
العالم	65,856	1,086,648	71,435	1,201,963	69,650	1,459,087	75,088	1,490,676	75,263	1,550,736
دول الأوبك	27,226	832,956	30,769	899,653	28,818	1,165,844	31,057	1,180,767	29,375	1,226,543
% من العالم	%41.3	%76.7	%43.1	%74.8	%41.4	%79.9	%41.4	%79.2	%39.0	%79.1
باقي دول المجموعة	20,518	114,500	22,149	136,436	22,707	141,166	27,676	152,818	30,195	174,496
% من العالم	%31.2	%10.5	%31.0	%11.4	%32.6	%9.7	%36.8	%10.3	%40.1	%11.2
نصيب دول المجموعة	47.744	947,456	52.918	1,036,089	51.525	1,307,010	58.733	1,333,585	59.570	1,401,039
% من العالم	%72.5	%87.2	%74.1	%86.2	%74	%89.6	%78.2	%89.5	%79.1	%90.3

Source: OPEC. The OPEC Annual Statistics Bulletin, 2020.T:3.1-3.5.

يتبين من الجدول رقم(1) السابق ما يلي:

أ- وجود اتجاه نحو زيادة إنتاج البترول على مستوى العالم ودول الأوبك وكذلك إجمالي نصيب مجموعة الدول البترولية موضع البحث، باستثناء سنوات الفترة "2005-2010".

ب- انخفاض معدل الزيادة في عرض البترول في العالم بشكل واضح في الخمس سنوات الأخيرة من فترة الدراسة الموضحة بالجدول، حيث لم يتجاوز هذا المعدل 0.24% خلال السنوات "2015-2019"، بعد أن بلغ نحو 7.8% خلال السنوات "2010-2015".

ج- ثبات الأهمية النسبية لمنظمة الأوبك كأهم مصدر للبترول في العالم بنسبة تراوحت بين"39% -41%" في خلال الفترة"2000-2019"، باستثناء عام2005 الذي شهد ارتفاعًا في النصيب النسبي لإنتاج الاوبك ليبلغ نحو 43% من الإنتاج العالمي. وإن كان متوسط الإنتاج اليومي لمنظمة الأوبك انخفض من 31.057 مليون برميل عام 2015 إلى 29.375 مليون برميل عام 2019. وكذلك زيادة النصيب النسبي لباقي دول المجموعة البترولية إلى40.1% عام 2019 بعد أن بلغت نحو 36.8% في عام2015.

د- تضاؤل معدل النمو في الاحتياطيات المؤكدة من البترول، سواء على مستوى العالم أو على مستوى دول الأوبك حيث بلغ نحو "0.7% ، 0.8%" في الخمس سنوات الأخيرة في كل منهما على التوالي. في مقابل معدل نمو سنوي بلغ في المتوسط نحو "2.3% ، 2.6%" في الفترة "2000- 2015" في كل من العالم ومنظمة الأوبك على التوالي.

2/2: اتجاهات الطلب العالمي على البترول ومصادر الطاقة المتجددة

يواجه الاقتصاد العالمي اليوم تحديًا كبيرًا، يتمثل في ضرورة الموائمة بين تحقيق التنمية المستدامة وتلبية احتياجات الطلب المتزايد على الطاقة، وإزاء ذلك الوضع كان لابد من إيجاد مصادر بديلة متجددة للطاقة، والتخلي تدريجيًا عن المصادر التقليدية القابلة للنفاد والملوثة للبيئة، وقد انعكس ذلك على توقعات الطلب العالمي على مصادر الطاقة المختلفة منها البترول.

ويوضح الجدول رقم (2) التالي الاتجاهات المتوقعة للطلب العالمي على مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة في الفترة "2019-2045".

جدول رقم (2): "الاتجاهات المتوقعة للطلب العالمي على مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة خلال الفترة"2019-2045"

المَصدر	مستوى الطلب المتوقع مليون "وحدة مكافئة"						معدل النمو السنوي في المتوسط	النصيب النسبي من الطلب العالمي	
	2019	2025	2030	2035	2040	2045		2019	2045
بترول	91.0	94.4	97.7	99.3	99.7	99.5	0.3	31.5	27.5
فحم	77.1	75.1	75.1	74.3	72.8	71.0	–0.3	26.7	19.7
غاز	66.9	69.8	76.2	82.2	87.3	91.2	1.2	23.1	25.3
طاقة نووية	14.4	16.1	17.5	19.1	20.8	22.1	1.7	5.0	6.1
كهرومائية	7.3	8.1	8.8	9.5	10.2	10.5	1.4	2.5	2.9
طاقة حيوية	26.4	28.9	31.0	32.9	34.6	35.5	1.2	9.1	9.8
أخرى متجددة	6.0	10.6	15.5	20.8	26.8	31.4	6.6	2.1	8.7
اجمالي	289.1	303.0	321.9	338.1	352.3	361.3	0.9	100.0	100.0

Source: OPEC, World Oil Outlook 2020, p7.

يتبين من الجدول رقم(2) السابق، أن توقعات اتجاه الطلب العالمي على مصادر الطاقة المختلفة تكون على النحو التالي:

أ- زيادة الطلب العالمي على الطاقة من 289 مليون "وحدة مكافئة للبرميل" في المتوسط يوميًا عام2019 إلى 361 مليون "وحدة مكافئة" يوميًا عام 2045، بمتوسط معدل نمو سنوي يقدر بنحو0.9% خلال الفترة "2019-2045".

ب- يظل البترول المصدر الأول للطاقة، على الرغم من توقع انخفاض نصيبه النسبي من الطلب العالمي، من 31.5% عام 2019 إلى نحو 27.5% عام 2045، مع معدل نمو سنوي يقدر بنحو 0.3% في المتوسط. في ظل توقع بزيادة النصيب النسبي للغاز الطبيعي من 23.1% عام 2019 إلى 25.3% عام 2045، وبمعدل نمو يبلغ 1.2% في المتوسط خلال الفترة "2019-2045".

ج- انخفاض الطلب العالمي على الفحم بمعدل سنوي قدره0.3% في المتوسط، مع انخفاض نصيبه النسبي من الطلب العالمي على الطاقة من 26.7% عام 2019 إلى 19.7% عام2045.

د- ارتفاع النصيب النسبي لإجمالي مصادر الطاقة المتجددة من 13.7% في عام2019 إلى نحو 21.4% في عام 2045. لتفوق في ذلك النصيب النسبي المتوقع للفحم في عام2045. وتسجل أعلى معدل نمو سنوي مقارنة بمصادر الطاقة غير المتجددة يقدر بنحو3.1% في المتوسط.

هـ- نمو مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، من الطاقة الشمسية، الرياح والأرض الحرارية، مقارنة بباقي مصادر الطاقة، سواء من الناحية المطلقة أو النسبية خلال الفترة "2019- 2045"، حيث يقدر معدل النمو السنوي بنحو6.6% في المتوسط، وزيادة تبلغ 25.4 مليون وحدة مكافئة، لتفوق أعلى زيادة يتوقع تحقيقها من المصادر الأخرى، التي يحققها الطلب على الغاز الطبيعي بزيادة تقدر بحوالي 24.3 مليون وحدة مكافئة خلال تلك الفترة.

ويتضح من الاتجاهات السابقة، تراجع الأهمية النسبية للبترول في مزيج الطاقة العالمي لصالح مصادر الطاقة الأخرى، فعلى المدى المتوسط سيكون للغاز الطبيعي والطاقة المتجددة نصيبًا من الاستثمارات وفي تحول الشركات والدول نحوها، وعلى المدى الطويل فإن مصادر الطاقة المتجددة سيكون لها الأولوية في ظل تمتعها بمزايا تنافسية مقابل المصادر التقليدية، بما يضع تحديًا أمام الدول البترولية يتطلب أخذ هذه الاتجاهات الحديثة في الاعتبار عند بناء خططها التنموية.

3/2: مؤشرات الطاقة المتجددة في العالم

يتمثل الدور الأساسي للطاقة المتجددة في ضمان مصدر مستمر للطاقة، يوفر بدائل متنوعة للتنمية ويعزز استدامتها، ويزيد أجل الاحتياطيات من مصادر الطاقة غير المتجددة كالبترول والغاز الطبيعي. ونحو تعزيز ذلك الدور زادت حجم الاستثمارات وزادت كفاءة استخدامها، بما انعكس ايجابيًا على القدرة المتولدة من هذه المصادر، ويوضح الجدول رقم (3) التالي بعض مؤشرات اتجاهات الطاقة المتجددة في العالم في قسمين، يبين القسم رقم(3/أ) منه حجم الاستثمارات والقدرة المتولدة من مختلف مصادر الطاقة المتجددة في العالم في الفترة "2017-2019"، ويوضح القسم رقم(3/ب) منه ترتيب الدول الخمس الأولى في العالم وفقًا للقدرة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة المختلفة في عام 2019".

جدول رقم (3): بعض مؤشرات اتجاهات الطاقة المتجددة في العالم

جدول (3/أ): حجم الاستثمارات والقدرة المتولدة من مختلف مصادر الطاقة المتجددة في العالم في الفترة "2017-2019"

إجمالي الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة				
السنة	2017	2018	2019	
حجم الاستثمار" مليار دولار"	326	296.0	301.7	
القدرة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة				
المصدر	القدرة	2017	2018	2019
إجمالي الطاقة المتجددة (تشمل الطاقة المائية)	جيجا وات	2,193	2,387	2,587
الطاقة المتجددة (بدون الطاقة المائية)	جيجا وات	1,081	1,252	1,437

الطاقة الكهرومائية	جيجا وات	1,112	1,135	1,150
الوقود الحيوي	جيجا وات	121	131	139
الطاقة الشمسية	جيجا وات	405	512	627
طاقة الرياح	جيجا وات	540	591	651
إنتاج الإيثانول	مليار لتر	104	111	114
إنتاج وقود الديزل الحيوي	مليار لتر	6.2	6.0	6.5

جدول رقم (3/ ب): "ترتيب الدول الخمس الأولى في العالم وفقاً للقدرة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة المختلفة في عام 2019"

الترتيب / المصدر	1	2	3	4	5
إجمالي الطاقة المتجددة (تشمل الطاقة المائية)	الصين	الولايات المتحدة	البرازيل	الهند	ألمانيا
الطاقة المتجددة (بدون الطاقة المائية)	الصين	الولايات المتحدة	ألمانيا	الهند	اليابان
الطاقة الكهرومائية	الصين	البرازيل	كندا	الولايات المتحدة	روسيا
الوقود الحيوي	الصين	الولايات المتحدة	البرازيل	الهند	ألمانيا
الطاقة الشمسية	الصين	الولايات المتحدة	اليابان	ألمانيا	الهند
طاقة الرياح	الصين	الولايات المتحدة	ألمانيا	الهند	إسبانيا

Source: REN21, the Renewables Global Status Report, Different Issues.

يبين يتضح من القسم رقم (3/أ) السابق ما يلي:

أ- شهدت الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة ارتفاعًا بلغ نحو2% في عام 2019 مقارنة بعام 2018 الذي شهد انخفاضًا نسبيًا في الاستثمارات في هذا القطاع مقارنة بعام 2017، واتجه النصيب الأكبر من هذه الاستثمارات إلى طاقتي الشمس والرياح. وقد انعكس ذلك على نمو في الطاقة المتحصل عليها من هذين المصدرين لتبلغ "627 ، 651" جيجا وات في عام2019 من المصدرين على التوالي، في مقابل "512 ، 591" جيجا وات في عام2018 على التوالي، وإن كانت الطاقة الكهرومائية ما زالت تستحوذ على النصيب الأكبر كأهم مصدر من مصادر الطاقة المتجددة في العالم، حيث بلغت قدرتها 1150 جيجا وات عام 2019، بما يمثل نحو44% من إجمالي القدرة المتولدة والتي تبلغ 2587 جيجا وات في هذا العام.

ب- حدثت زيادة في القدرة المتولدة من جميع مصادر الطاقة المتجددة- باستثناء وقود الديزل الحيوي- في الفترة "2017-2019"، على الرغم من الانخفاض الذي شهدته الاستثمارات لهذا القطاع عام 2018، بما يعكس زيادة كفاءة استخدام تلك الاستثمارات، بما يعكس تأثير تطور تكنولوجيا انتاج الطاقة المتجددة بمختلف مصادرها.

ويوضح القسم الثاني رقم (3/ب) السابق، ترتيب الدول الخمس الأولى في العالم وفقًا للقدرة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة المختلفة عام 2019"، حيث يتبين أن هناك اتجاه بين عدد من الاقتصادات الكبرى البترولية نحو زيادة قدرتها الإنتاجية من الطاقة المتجددة، فالصين التي بلغ إنتاجها اليومي من البترول 3.825 مليون برميل في المتوسط عام2019 تحتل المرتبة الأولى في قدرة الطاقة المتولدة من كل مصدر وكذلك على مستوى القدرة الاجمالية من مختلف مصادر الطاقة المتجددة، كما جاءت الولايات المتحدة في المرتبة الثانية من حيث القدرة المتولدة من

مختلف المصادر باستثناء الطاقة الكهرومائية، وهي تمثل المنتج الأول للبترول في العالم بمتوسط إنتاج يومي قدره 12.232 مليون برميل عام2019، وجاءت روسيا الاتحادية التي تحتل المركز الثاني بعد الولايات المتحدة في إنتاج البترول بمتوسط إنتاج يومي قدره 10.625 مليون برميل عام 2019، في المركز الخامس عالميًا من حيث قدرة الطاقة الكهرومائية المتولدة. كما تُعد كندا والهند من الدول المنتجة للبترول بمتوسط إنتاج يومي بلغ "1.302 ، 0.655" مليون برميل على التوالي عام 2019، واحتلت كندا المركز الثالث بين الدول الخمس الأكبر في العالم في توليد الطاقة الكهرومائية، وجاءت الهند لتحظى بالمركز الرابع بين الدول الخمس في جميع مصادر الطاقة، باستثناء الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية، حيث شغلت المركز الخامس عالميًا في إنتاج الطاقة الشمسية، ولم تأت ضمن الترتيب في إنتاج الطاقة الكهرومائية ، وكذلك ألمانيا، وإن كانت الأقل إنتاجًا للبترول بين دول المجموعة البترولية حيث بلغ متوسط إنتاجها 38 ألف برميل فقط يوميًا في نفس العام، إلا أنها تحتل المركز الخامس عالميًا في إجمالي الطاقة من المصادر المتجددة، وجاءت ضمن الخمس دول الكبرى في إنتاج كل من الطاقة الشمسية، الحيوية والرياح، وتُعد البرازيل أيضًا من الدول المنتجة للبترول، وإن لم يتم أخذها ضمن مجموعة الدول البترولية نطاق البحث، فقد جاءت في المركز الثاني في إنتاج الطاقة الكهرومائية، والاستثناء على ذلك الاتجاه بين الدول الخمس الأولى يأتي فقط من دولتين غير منتجتين للبترول اسبانيا واليابان (OPEC. The Annual Statistics Bulletin, 2020).

4/2: جائحة كورونا والتغيرات العالمية في البترول ومصادر الطاقة المتجددة

تعرض العالم عام2020 إلى أزمة عالمية بوصفها الأكبر بعد أزمة الكساد الكبير هي جائحة كورونا، حيث فاقت تأثيراتها الاقتصادية الأزمة المالية العالمية عام2008، فنتيجة لظروف الإغلاق العام الذي أمتد في بعض الدول إلى الربع الأول من عام2021، تعرض العالم لحالة من الركود الاقتصادي، أدت إلى تراجع الناتج الإجمالي الحقيقي العالمي بمعدل بلغ نحو 4.2% عام 2020. وقد انعكست الأزمة على الطلب العالمي على الطاقة الذي انخفض بمعدل4% عام 2020، وهو يُعد الانخفاض الأعلى منذ الحرب العالمية الثانية، وانخفض الطلب على البترول بمتوسط يومي قدره 9.5 مليون عام2020. وعلى عكس ذلك الاتجاه في الطلب على الطاقة عامة والبترول خاصة، صاحب الأزمة نموًا في استخدامات الطاقة المتجددة، حيث شهدت ارتفاعًا بمعدل بلغ نحو3% عام2020، شمل ذلك الاتجاه كافة الاستخدامات من كهرباء، قوى محركة، نقل وحرارة.

ومع اكتشاف عدد من اللقاحات عام2021، وتوقع تجاوز العالم لهذه الأزمة، أدى ذلك إلى عودة التفاؤل والحد من حالة الارتباك بخصوص المستقبل، لذا جاءت التوقعات بنمو الناتج الإجمالي العالمي بمعدل 3.1% في نهاية هذا العام (UN, 2020, p40). وانعكس ذلك بتوقع نمو الطلب العالمي على الطاقة بمعدل 4.6% بزيادة قدرها 0.5% عن المعدل المتحقق عام2019. وأن يحقق قطاع الطاقة المتجددة نموًا متوقعًا بمعدل يقدر بنحو 8% بنهاية عام2021، تسهم كل من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بما يزيد عن ثلثي النمو المتوقع في الطاقة المتجددة في هذا العام (International Energy Agency, Global Energy Review 2021, pp2-3). وعلى الرغم من ارتفاع المعدل المتوقع لنمو الطاقة المتجددة، إلا أن معدل النمو المتحقق خلال عام 2020 قد يعطي بعض الدلائل

على إمكانية تحقيقه، حيث بلغ نحو(17%، 11%) في الصين والولايات المتحدة الأمريكية على التوالي(IRENA, (Renewable statistics2021,pp48-50

ثانياً: الاتجاهات الحديثة نحو توجيه الطاقة في الدول البترولية نطاق البحث

يتناول هذا القسم عرض بعض الدراسات السابقة وتحليلًا لاتجاهات الطاقة المتجددة فى الدول البترولية وتجارب مجموعة من الدول نحو التوجه إلى الطاقة المتجددة، وذلك على النحو التالي:

1: الدراسات السابقة

تتنوع الادبيات المعنية بدراسة الطاقة المتجددة ومصادرها المختلفة، منها من تناول مصادر الطاقة المتجددة عامة وتحليل وقياس أثارها الاقتصادية والبيئية، وأخرى ركزت على تناول مصدرًا أو أكثر من هذه المصادر، وفيما يلي عرض لعدد من تلك الدراسات وفقًا لتسلسلها الزمني، التي تناولت بالتحليل أو القياس اتجاهات الدول نحو الطاقة المتجددة وتأثيراتها، بما يفيد البحث الحالي في الوقوف على أهم هذه الاتجاهات وإجراءات تطبيقها وتحديد ما يمكن أن تسهم به في الدول البترولية.

في دراسة (Onifade et al., 2021) عن أثر تحولات الطاقة على البيئة في دول منظمة الأوبك، اعتمدت خلالها على بيانات مقطعية لإحدى عشرة دولة من الدول الأعضاء في المنظمة، باستثناء الكويت وغينيا الاستوائية للفترة (1990-2014)، وباستخدام نموذج "الانحدار الذاتي الموزع بفترات إبطاء "ARDL""، لاختبار تأثير التحول من البترول إلى المصادر المتجددة على التدهور البيئي، وكذلك مدى انطباق منحنى "كوزنتس" البيئي على دول الدراسة. وأوضحت نتائج التقدير أنه في الأجل الطويل يكون لاستخدام البترول تأثير إيجابي وذو دلالة احصائية على التدهور البيئي من خلال زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بينما جاء تأثير مصادر الطاقة المتجددة سالبًا في الأجلين القصير والطويل، وهو ما يعد مقبولًا من النظرية الاقتصادية، إلا أن أهمية المعلمة المقدرة تقل كونها كانت غير معنوية إحصائيًا، ولم ينطبق منحنى كوزنتس على دول الدراسة، وإنما جاءت العلاقة بين الدخل والتلوث البيئي تأخذ شكل حرف "U" في دول الدراسة التي تعتمد بشكل أساسي على البترول في الناتج المحلي الإجمالي.

وعن العلاقة بين الطلب على مصادر الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في ظل جائحة كورونا قام Magazzino (2021) بدراسة تجريبية استهدفت التحقق من أن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة كبديل للمصادر التقليدية يمكن أن يؤدي إلى تحفيز واستدامة نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي في البرازيل في ظروف هذه الجائحة، وأظهرت نتائج التجربة أن الاستخدام المتزايد للطاقة المتجددة لتلبية احتياجات الطلب على الطاقة قد يحافظ على استدامة النمو الاقتصادي مقارنة بباقي مصادر الطاقة التقليدية الأخرى خاصة في فترات الأزمات

العالمية كأزمة جائحة كورونا، وهو ما يمكن أن يحد من التأثير السلبي لها على النمو الاقتصادي، لذا ترى الدراسة أهمية توجه البرازيل نحو مزيدًا من استخدام الطاقة المتجددة.

في دراسة (Adewuyi et al., 2020) عن تحديات وآفاق تحولات الطاقة في نيجيريا والدروس المستفادة من تجارب كل من الصين، الهند ومصر في هذا المجال، تم خلالها عرض أهم مصادر الطاقة في نيجيريا، حيث يمثل البترول المصدر الأول لإمدادات الطاقة بها يليه الغاز الطبيعي، وتأتي الطاقة الكهرومائية كأهم مصدر للطاقة المتجددة بها، وفي إطار تبني الدولة لخطة التنمية المستدامة 2030، والعمل على تحقيق هدفها السابع، تأتي أهمية توفير مصادر بديلة متجددة للطاقة. وقد خلصت الدراسة إلى أهمية تحقيق كفاءة إنتاج الطاقة من مصادرها المختلفة واستندت في ذلك إلى التجربة الصينية في إنتاج وتخزين الطاقة الكهرومائية مع ترشيد استخدامها من خلال سياسات إدارة الطلب لتقليل الفاقد منها أثناء التوزيع. ونجاح الحكومة الهندية في توفير مصادر متجددة للطاقة في إطار دعم الدولة لتوجه الاستثمارات إلى هذه المصادر. وكذلك الخطوات المصرية في مجال تطوير البنية التحتية والطاقة الشمسية، الذي اعتبرته الدراسة من المصادر الرئيسة لتحقيق الاستدامة وتشجيع الاستثمارات في مجال الطاقة.

في دراسة (ELavarasan et al., 2020) عن الهند استهدفت رصد أهم التحديات التي تواجهها الولايات الهندية والسياسات الحكومية لمواكبة الاتجاه العالمي نحو الطاقة المتجددة. بينت أن التوسع في استخدامات الطاقة المتجددة يُعد أحد المتطلبات الأساسية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. وتزداد أهمية ذلك في الهند التي تعد ثاني أكبر دول العالم من حيث عدد السكان بعد الصين، بالإضافة إلى احتياجاتها إلى مزيد من الطاقة لضمان استمرارية النمو الاقتصادي مع الإلتزام بتطبيق اتفاقية باريس في نوفمبر2019 للحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة. وقد ركزت على تطوير تكنولوجيا إنتاج الطاقة المتجددة. واستطاعت أن تحقق تقدمًا كبيرًا في تكنولوجيا إنتاج الطاقة الشمسية وخفض تكلفة إنتاج الوحدة منها بنحو 80% بما حفز على التوجه نحو هذا المصدر لتوليد الكهرباء. بالإضافة إلى وضع سياسات استهدفت جذب القطاع الخاص للإستثمار في الطاقة الشمسية من خلال التسهيلات الإئتمانية وتوفير البنية الأساسية وشبكات النقل مع توفير منافذ لبيع الفائض المتحقق منها. كما أنها استطاعت نشر محطات صغيرة للطاقة الكهرومائية في الولايات التي يتوافر لديها مسطحات مائية، وتتركز مصادر الطاقة المتجددة الأربعة الرئيسة من الطاقة الكهرومائية والشمسية والرياح وأخيرًا الطاقة الحيوية في ثلاث ولايات من إجمالي تسع وعشرين ولاية تسهم بنحو 50% من القدرة المتولدة من الطاقة المتجددة عام 2019. بالإضافة إلى الاتجاه نحو توليد الطاقة من حركة المد والجزر وطاقة الأرض الحرارية في ولاية "جوجارات". وقد أوضحت الدراسة وجود عدد من العقبات في مجال طاقة الرياح تحد من التوسع في استغلال هذا المصدر بباقي الولايات الهندية، منها ارتفاع تكلفتها الاستثمارية وتكلفة الاقتراض للتمويل، بالإضافة إلى نقص المعلومات الدقيقة عن الرياح وسرعتها بها، ونقص في شبكات البنية الاساسية اللازمة لنقلها.

واستهدفت دراسة وكالة الطاقة الدولية (IEA, 2020) عن الهند تحليل سياسات الطاقة بها، وأوضحت أن الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية شهد في عام 2018 نموًا تجاوز الاستثمار في كافة مصادرها من الطاقة التقليدية.

لتزداد القدرة الإجمالية المتولدة من الطاقة المتجددة بنحو 84 جيجا وات عام 2019، منها 32 جيجا وات من الطاقة الشمسية ونحو 37 جيجا وات من طاقة الرياح والباقي من محطات الطاقة الكهرومائية الصغيرة. ونحو تحقيق المزيد من التوجه نحو الطاقة المتجددة والوصول إلى هدفها متوسط الأجل للطاقة المتجددة، وتوليد قدرة إجمالية تصل إلى 175 جيجا وات عام 2022 من المصادر المتجددة، تقوم الهند برسم سياسات تقوم على تصميم وصياغة شروط العطاءات تعتمد على الحجم الكبير للاستفادة من الوفورات الإيجابية في خفض التكلفة، وضمان سلامة شبكات النقل بما يقلل من الفاقد.

وفي دراسة للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA, 2020) عن الهيدروجين الأخضر، الذي يُعد من أحدث الاتجاهات نحو توجيه الطاقة إلى المصادر المتجددة، ويتميز بكونه مصدرًا للوقود خالي تمامًا من الكربون، حيث يعتمد في إنتاجه على التحليل الكهربائي للماء وفصل الهيدروجين عن الاكسجين. وعلى الرغم مما يتمتع به الهيدروجين الأخضر من مزايا كونه مصدر متجدد وغير ملوث للبيئة، إلا أن الوكالة الدولية أوضحت من خلال دراستها وجود بعض المعوقات تقف حائلًا أمام التوسع في إنتاج هذا المصدر، تمثل أهمها في ارتفاع تكاليف الإنتاج، حيث تعادل التكاليف المبدئية لإنشاء محطة تحليل كهربائي للماء لإنتاج الهيدروجين ما بين مرتين إلى ثلاث مرات تكلفة إقامة محطة للطاقة الشمسية بنفس السعة وفقًا لتكلفة عام2019. بالإضافة إلى عدم توافر البنية التحتية المطلوبة لإقامة مثل هذه المحطات ونقل إنتاجها، الذي يتطلب توافر شبكة خاصة لنقله إلى اماكن استخدامه، مما يفرض الإنتاج بجانب مناطق استخدامه، كما أن تكنولوجيا إنتاجه المتاحة حاليًا يعيبها ارتفاع الفاقد من الكهرباء أثناء عملية التحليل الكهربائي لتتراوح ما بين "30% - 35%" من الكهرباء اللازمة لإنتاج الوحدة مما يزيد من تكلفة إنتاجها. وخلصت الدراسة إلى ضرورة ألا يقتصر تقييم هذا المصدر على التكلفة المادية فقط وتحديد جدواه الاقتصادية، وإنما يجب أن يؤخذ في الاعتبار الوفورات الخارجية الإيجابية الناتجة عن التوسع في استخدامه كمصدر للطاقة النظيفة.

في دراسة (Lu et al., 2020) عن سياسات تعزيز استخدامات الطاقة المتجددة، في إطار مواجهة تحدي ازدواجية متطلب الطاقة في القرن الحالي من تلبية نمو الطلب على الطاقة من جهة والحد من التلوث البيئي لمصادرها من جهة أخرى. استعرضت الدراسة خلالها تجارب عدد من الدول الرائدة في مصادر الطاقة المتجددة شملت الولايات المتحدة، انجلترا، الصين والدنمارك. وقد خلصت الدراسة إلى وضع مجموعة من الأسس يجب أن تقوم عليها سياسات الطاقة المتجددة في الدول تتمثل في: الفاعلية بما يضمن تحقيق الأهداف المرجوه، الكفاءة بما يضمن خفض التكلفة، العدالة بما يضمن الحفاظ على حقوق المطورين في مجال الطاقة، المؤسسية بما يسمح بالمساندة السياسية عند التنفيذ، وأخيرًا المرونة في إطار يسمح بالتعديل مع الاستفادة من تجارب الأخرين في تطوير برامج الطاقة.

وفيما يتعلق بالطاقة المتجددة في دول منطقة الخليج العربي، قام Umar(2020) بدراسة استهدفت تناول التحديات التي تواجه دول مجلس التعاون الخليجي في التحول نحو الطاقة المتجددة، حيث تتميز أغلبها بتوفر مصادر الطاقة التقليدية من بترول وغاز طبيعي. ويرتفع بها متوسط نصيب الفرد من الطاقة ليصل إلى ضعف متوسط نصيب

الفرد في الصين وكذلك بريطانيا. كما أنه تزداد بها انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بنحو ثلاثة أضعاف عن نصيب الفرد في الصين وأربعة اضعاف عن بريطانيا، ويرجع ذلك إلى انخفاض أسعار الطاقة بها لإعتمادها على المصادر التقليدية المتوفرة لديها، بما يجعل اتجاه تلك الدول نحو الطاقة المتجددة بطئ نسبيًا، وذلك على الرغم مما تمتلكه من موارد للطاقة المتجددة بمختلف صورها من الطاقة الشمسية، الرياح، الأرض الحرارية والبحرية. وهو ما يتطلب مواجهة عدد من التحديات يتمثل أهمها في: سياسات دعم أسعار الطاقة التقليدية لديها وتكلفة الطاقة المتجددة، السياسات واللوائح المنظمة وتعديلها بما يحفز على التوجه نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة، بالاضافة إلى مشكلة نقص الخبرات الفنية المطورة لتكنولوجيا الطاقة المتجددة. وعلى الرغم من أهمية مواجهة كل هذه التحديات التي أوضحتها الدراسة، إلا أنها أغفلت التحديات التي تواجهها المراكز البحثية والتطويرية من نقص في الدعم المالي والمعلومات. بما يحد من تطور تكنولوجيا الطاقة المتجددة لديها.

وعن الوقود الحيوي قام توام وأخرون (2020) بدراسة تهدف إلى تناول الوقود الحيوي كمصدر من مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة، من خلال تحليل الفرص التي يتيحها استخدامه والتهديدات التي يواجهها هذا المصدر. وقد توصلت إلى أن مزايا الوقود الحيوي تكمن في تأمين وتنويع مصادر الطاقة، الحد من التغيرات المناخية وانبعاثات الغازات الملوثة للبيئة. كما أن التوسع في إنتاجه ينطوي على تهديدات أهمها التأثير على كثافة استخدام الأراضي ووفرة المياه وجودتها والتأثيرات البيئية على التنوع البيولوجي، بالإضافة إلى تأثيره على مخزون الغذاء نتيجة ضعف الإنتاج من جهة واستخدام محاصيل الحبوب في إنتاج الوقود الحيوي من جهة أخرى، وارتفاع أسعار المواد الزراعية الداخلة في إنتاج الوقود الحيوي وتأثيرها السلبي على الأمن الغذائي. وقد أشارت الدراسة إلى أنه على الرغم مما شهده الوقود الحيوي من الايثانول والديزل من نمو عام 2017. إلا أن انتاجه سيشهد تباطؤًا حادًا في العقد الحالي نتيجة خفض الحكومات في الولايات المتحدة والاتحاد الأوربي من السياسات الداعمة لإنتاج الوقود الحيوي.

وعن التجربة الألمانية قام عزارة وأخرون (2020) بدراسة عن تحول ألمانيا نحو الطاقة المتجددة، استهدفت تحليل واقع الطاقة المتجددة بها والأفاق المستقبلية وأهم التحديات التي تواجه هذا التحول. وقد تناولت ما يتوافر لديألمانيا من مصادر للطاقة المتجددة من طاقة الرياح، الطاقة الشمسية، الطاقة الحيوية والطاقة الكهرومائية بالإضافة إلى طاقة الأرض الحرارية. وأوضحت أن أهم العوامل التي ساعدت على نجاح تجربتها تمثلت في سن القوانين والتشريعات الخاصة بالطاقة المتجددة على ضمان حد أدنى من الأسعار يتوجب على الشركة التي تقوم بنقل وتسويق الكهرباء دفعه لمنتج الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة. والاهتمام بالبحث العلمي في مجال الطاقة المتجددة: حيث تحتوي مؤسسات التعليم العالي الألماني على 144 تخصص في طاقة الرياح وتقنيات الطاقة الشمسية والطاقة الحيوية، كما تدعم الحكومة البحث العلمي في مجال تطوير الطاقة المتجددة لتصبح أكثر كفاءة بما يقلل من تكلفتها، فقد انفقت الحكومة الألمانية حوالي 3.5 مليار يورو على الأبحاث في مجال الطاقة المتجددة في الفترة (2004- 2014). بالإضافة إلى تشجيع سكانها على زيادة الاعتماد على طاقة الرياح والطاقة الشمسية في توليد الكهرباء وتوفير الحرارة للمباني.

استهدفت دراسة (Bekun, 2019) اختبار العلاقة طويلة الأجل بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وكل من الطاقة المتجددة وغير المتجددة باستخدام بيانات مقطعية عن ست عشرة دولة من دول الاتحاد الأوربي عن الفترة (1996- 2014). اعتمدت خلالها على اختبارات التكامل المشترك لبيانات مقطعية ونموذج "ARDL" وجاءت نتائج التقدير لتبين وجود علاقة طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة، وأظهرت اشارة المعلمات المقدرة وجود تأثير ايجابي لكل من النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة التقليدية غير المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بينما يقلل استخدام المصادر المتجددة من تلك الانبعاثات، كما بينت اختبارات السببية وجود علاقة ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي وكل من الطاقة المتجددة وغير المتجددة. قد يكون ذلك مقبولًا من ناحية كون مصادر الطاقة واحدة من اهم المدخلات في دالة الانتاج، كما أن تحقيق المزيد من النمو الاقتصادي وما يعنيه ذلك من زيادة متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، ينعكس ايجابيًا على استهلاك الطاقة. وانتهت الدراسة إلى ضرورة توجه دول الدراسة نحو استخدام الطاقة الخضراء، في إطار يحقق أهداف التنمية المستدامة.

تناولت دراسة (Gielen et al., 2019) التحولات العالمية المستقبلية نحو الطاقة المتجددة. استهدفت تحديد اتجاهات الطاقة، اعتمدت خلالها على منهجية خريطة الطاقة المتجددة"Remap" التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة عام 2017، توقعت خلالها زيادة العرض من الطاقة المتجددة ليبلغ نحو 63% من إجمالي عرض الطاقة الكهربائية من مصادرها المختلفة عام 2050، وأوضحت أن تطور تكنولوجيا إنتاج الطاقة المتجددة بمختلف صورها من طاقة كهرومائية، شمسية، أرض حرارية، حيوية والرياح بنوعيها البرية والبحرية يعد محددًا رئيسًا لتعزيز ذلك التحول، لما يسهم به من خفض تكلفة إنتاجها ويزيد من ميزتها التنافسية مقابل مصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة، ويرفع من كفاءة الاستثمارات. واستندت في ذلك إلى ما تحقق من توسع في استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية ونمو القدرة المتولدة منهما نتيجة التطور التكنولوجي في مجال إنتاجهما، وهو ما زال محدودًا نسبيًا في باقي مصادر الطاقة المتجددة خاصة في مجال تكنولوجيا الوقود الحيوي، والهيدروجين الأخضر. وعلى الرغم من ارتفاع حد توقعات هذه الدراسة لمستقبل الطاقة المتجددة، إلا أن ذلك لا يقلل من نتائجها حول أهمية الابتكار والتقدم التكنولوجي في تغيير خارطة الطاقة المستقبلية والتحول نحو الطاقة المتجددة.

وقد تناولت دراسة (علام، 2019) عن الإبتكار وتنافسية تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر، بالتحليل معوقات الابتكار في مجال الطاقة المتجددة، وأوضحت النتائج أن أهم معوقات تطوير قطاع الطاقة المتجددة في الدول النامية عامة تتمثل في محدودية البحث والتطوير وصعوبة توفير التمويل اللازم لمثل هذه المراكز، لذا يمثل تشجيع الإبتكارات من خلال توفير الأدوات التحفيزية لزيادة براءات الاختراع في مجال الطاقة المتجددة، مع تيسير شروط توجيه الائتمان للاستثمار في هذا القطاع، بما يسهم في زيادة نصيبه النسبي في تلبيه احتياجات الطلب على الطاقة، كما أن تطوير الهياكل الأساسية لشبكات نقل الطاقة مع رفع كفاءة استخداماتها يسهم في تحقيق التوازن بين العرض والطلب في مجال الطاقة.

وعن العائد الاقتصادي لاستخدام الطاقة الشمسية في مصر بينت دراسة (غانم، 2018) وجود مردود اقتصادي ايجابي لاستخدام الطاقة الشمسية بها، فعلى الرغم من ارتفاع التكلفة الاستثمارية لهذا المصدر، إلا أنه يتميز بانخفاض تكلفة التشغيل والصيانة وطول العمر الافتراضي للخلية مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية، حيث أوضحت أن العمر الافتراضي للخلية الشمسية يتراوح ما بين"25- 30" سنة، في حين يبلغ العمر الافتراضي للمولدات التي تعمل بالمصادر التقليدية سنة واحدة، ومع ما تتمتع به مصر من توافر الشمس طوال السنة يجعل ذلك لديها مصدر مستمر ومستقر لتوليد الطاقة الشمسية.

وفي دراسة أعدتها اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي أسيا (ESCWA, 2017) عن الطاقة المتجددة في المنطقة العربية، منها سبع دول تدخل في نطاق دول البحث، هي: مصر، السعودية، الكويت، الإمارات، العراق، ليبيا والجزائر أوضحت أن السيناريو الحالي لاستخدامات الطاقة في المنطقة العربية القائم على الاعتماد المتزايد على المصادر التقليدية غير المتجددة في ظل النمو السكاني والاقتصادي، يزيد من معدل استنزاف مصادر الطاقة التقليدية بها، حيث شكلت الطاقة المتجددة نحو 4% فقط عام 2014 من الاستهلاك النهائي للطاقة بدول المنطقة، وذلك على الرغم من الإمكانات الكبيرة للطاقة المتجددة التي تملكها نتيجة لظروفها الجغرافية والمناخية المواتية، خاصة في مجال طاقة الرياح والطاقة الشمسية. بما يتطلب وضع سياسات استباقية لضمان قدرة كل منها على توفير الطاقة من مصادر مستدامة وبأسعار معقولة. وقد رصدت الدراسة عدد من العوائق تقف حائلًا أمام انتشار استخدام الطاقة المتجددة، منها: ارتفاع تكلفة تكنولوجيا الطاقة المتجددة. بالإضافة إلى افتقارها إلى أدوات السوق المالية لتمويل الاستثمار. وعوائق ترتبط بسمات سوق الطاقة بها التي تعرقل بشكل عام التوجه نحو تكنولوجيا الطاقة المتجددة، حتى إذا كانت فعالة من حيث تكلفتها، ويتعلق أهمها بانخفاض تكلفة إمداد المصانع بالوقود التقليدي، إما نتيجة دعم الإمدادات أو بتكلفة إنتاج هامشية تكون في كثير من الأحيان أقل من قيمتها في السوق الدولية، مع بعض التباينات فيما بينها.

وعن العلاقة بين استخدام مصادر الطاقة المتجددة والتقليدية غير المتجددة والنمو الاقتصادي في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، قام Kahia et al.,(2017) بدراسة على ثلاث عشرة دولة من الدول المصدرة للبترول باستخدام بيانات مقطعية لدول الدراسة عن الفترة (1980-2012)، واعتمادًا على اختبارات التكامل المشترك لبيانات مقطعية، تبين وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين الناتج المحلي الاجمالي الحقيقي وكل من استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة وكذلك رأس المال الثابت. وأوضحت نتائج تقديرات اختبارات السببية وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة المتجددة في الأجل القصير، ووجود علاقة ثنائية الاتجاه بينهما في الأجل الطويل. وكذلك الأمر بالنسبة للطاقة غير المتجددة وإن كانت العلاقة بينها وبين النمو الاقتصادي جاءت ثنائية الاتجاه في الأجلين القصير والطويل.

في دراسة (Sasaki et al., 2016) استهدفت التناول المرجعي للدراسات المعنية بالطاقة الكهرومائية بغرض رفع كفاءة استخدامها، خلصت من نتائج عرض تلك الدراسات إلى أنه في ظل ما تتميز به الطاقة الكهرومائية

من إمكانيات تخزين واستجابة لتقلبات الطلب على الكهرباء، تأتي أهمية دور حكومات الدول التي يتوافر لديها مصادر طبيعية لهذه الطاقة أن تتجه نحو تشجيع الاستثمارات في هذا القطاع ورفع كفاءة تشغيله، من خلال استخدام التكنولوجيا الحديثة وتوفير المعلومات اللازمة لصانعي ومطوري سياسات الطاقة بها لوضعها على أسس سليمة، والعمل على الحد من أثارها الجانبية على البيئة والسكان.

وعن مستقبل الطاقة الشمسية في مصر قام الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (2015) بدراسة استهدفت تحليل وضع الطاقة الشمسية والخطط المستقبلية المتعلقة بها في مصر. تناولت عرض ما يتوفر لديها من أشعة الشمس كمورد للطاقة، التي يمكن أن تسهم في زيادة الطاقة المتولدة من هذا المصدر، وأوضحت أن دعم سعر الطاقة الكهربائية يحد من استخدام الخلايا الشمسية كمصدر للكهرباء والحرارة. لذا وضعت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة خطة زمنية مدتها خمس سنوات لرفع الدعم تدريجيًا على أسعار الكهرباء، والتي كان مقررًا لها أن تنتهي في العام المالي2022/2021 ليتم المحاسبة بالأسعار الجديدة، إلا أنه تم مد الخطة لتنتهي في العام المالي2025/2024 لتكون أسعار الطاقة الشمسية أرخص من امدادات الطاقة الكهربائية من المصادر التقليدية، بما يشجع على استخدامها. ولتشجيع القطاع الخاص على إنتاج الكهرباء من مصادر متجددة تقوم شركات الكهرباء-النقل والتوزيع- بشراء الطاقة المتجددة من منتجيها بسعر معلن مسبقًا يحقق عائد جاذب للاستثمار من خلال اتفاقيات شراء طاقة طويلة الآجل تستمر حتى نهاية العمر الافتراضي للمشروع والتي تم تحديده 25 سنة لمشروعات الطاقة الشمسية. ولكن ما يجب التأكيد عليه أنه بجانب ذلك لابد من إقرار نظام للحوافز الضريبية لمشروعات الطاقة المتجددة يحفز على الاستثمار في هذا القطاع.

وقد أكدت دراسة مرجعية قدمها Heshmati et al. (2014) عن مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة تكنولوجيا الطاقة، تم خلالها استعراض الدراسات السابقة المعنية بمصادر الطاقة المتجددة، على أنه في ظل تقلبات أسعار مصادر الطاقة التقليدية وما ينتج عنها من انبعاثات ملوثة للبيئة، تأتي أهمية الاتجاه نحو مصادر الطاقة المتجددة وتطوير تكنولوجيا إنتاجها وتحقيق كفاءة استخدامها، مع الحد من المشكلات المرتبطة بكل مصدر من مصادرها المختلفة من طاقة كهرومائية، شمسية، رياح وطاقة الأرض الحرارية، منها ارتفاع التكاليف الاستثمارية وتكلفة إعادة التوطين المرتبطة بالطاقة الكهرومائية والتأثير على الثروة السمكية، ومشكلة ارتباط كل من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بموارد طبيعية غير مستقرة من رياح وشمس قد تكون غير متوفرة على مدار العام.

في دراسة للهيئة الدولية للتغيرات المناخية التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة "IPCC " (2012) عن الطاقة المتجددة والحد من أثار تغيرات المناخ، شملت ستة مصادر للطاقة المتجددة، هي الطاقة الحيوية، الشمسية، الأرض الحرارية، الكهرومائية، والبحرية وطاقة الرياح. أوضحت مسارات عدة لزيادة نصيب تلك المصادر في قطاعات الاستخدام النهائي، منها قطاع النقل من خلال التوسع في استخدام الوقود الحيوي، والهيدروجين الأخضر كمصدر للطاقة للسيارات وخطوط السكك الحديدية وذلك من خلال تطوير تكنولوجيا صناعة السيارات وتهيئة البنية الأساسية. وقطاع البناء من خلال اعتماد تصميمات للمباني وتهيئتها لاستخدام المصادر المتجددة من طاقة شمسية

ورياح في عمليات التبريد والتدفئة والكهرباء. وأيضًا قطاع الزراعة بالاعتماد على الطاقة الحيوية كمصدر للحرارة والكهرباء. لكن ادخال تلك المسارات للطاقة المتجددة يحتاج إلى تطوير في أنظمة الطاقة القائمة بما يتلاءم مع هذه التغيرات، ويتطلب ذلك استثمارات لتهيئة البنية الأساسية وتعديلات في أطر الحوكمة والأطر المؤسسية، وهو ما أخذت به الولايات المتحدة في التوجه نحو الطاقة المتجددة من خلال إلزام شركات إنتاج الطاقة بها تطبيق معايير محفظة الطاقة المتجددة.

ويتضح من نتائج الدراسات السابقة ما يلي:

أ- تتعدد وتتنوع الدراسات الحديثة المعنية بمصادر الطاقة المتجددة، ويوجد اتفاق فيما بينها على أن مستقبل اتجاهات الطاقة يمضي نحو الطاقة المتجددة بمختلف صورها من طاقة شمسية، رياح، كهرومائية، حيوية، أرض حرارية وطاقة بحرية.

ب- التأكيد على أن هذا الاتجاه لا يرجع فقط إلى تغير أسعار الطاقة التقليدية غير المتجددة، بل يتعلق أيضًا بقدرة الإنتاج من هذه المصادر على النمو لتلبية احتياجات الطلب المتزايد على الطاقة، والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة والمسببة للاحتباس الحراري.

ج- ضرورة توجه الدول النامية التي تعتمد على البترول -منها عدد من دول مجلس التعاون الخليجي والدول العربية الأخرى- كقطاع أساسي في الناتج المحلي الإجمالي إلى مصادر الطاقة المتجددة واستغلال ما لديها من موارد. فعلى الرغم مما يمكن تحقيقه من مكاسب مادية على المدى القصير من زيادة إنتاجها للبترول نتيجة ارتفاع سعره، إلا أنه على المدى الطويل ما يحدث من استنزاف لهذا المورد غير المتجدد وتلوث للبيئة يفرض عليها ذلك التوجه، مع ضرورة تعديل سياسات الإنتاج، الاستخدام والتسعير لمصادر الطاقة لديها.

د- هناك تحديات وعقبات تحد من التوسع في استخدامات الطاقة المتجددة، بما يتطلب مزيدًا من تضافر الجهود على المستويات الدولية والإقليمية وأيضًا الداخلية في إطار يشجع على الابتكار والتجديد بما يسمح بظهور تكنولوجيا جديدة تزيد من الجدوى الاقتصادية لاستخدام هذه المصادر.

ه- التأكيد على أهمية تهيئة البنية الاساسية لتعزيز الاتجاه نحو الطاقة المتجددة، بما يسهم في خلق مزيدًا من الطلب على مصادر الطاقة المتجددة في قطاعات النقل والإسكان والزراعة.

2: اتجاهات الطاقة المتجددة في الدول البترولية نطاق البحث

اتجهت عديد من الدول البترولية إلى تنويع مصادرها من الطاقة إدراكًا منها لما ينتج عن البترول من تلوث وتعرضه للنفاد كشأن باقي مصادر الطاقة غير المتجددة. ويبين الجدول رقم (4) التالي معدل استنزاف الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر والدول البترولية نطاق البحث.

جدول رقم (4): " استنزاف الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر ودول منظمة الأوبك وعدد من الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول كنسبة من الناتج القومي الإجمالي عام2017"

(أ): استنزاف الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر ودول منظمة الأوبك (%)		
الدولة	استنزاف الطاقة	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون
مصر	2.4	2.1
السعودية	7.6	2.6
الجزائر	6.6	2.8
العراق	6.7	2.9
الكويت	9.5	2.5
ليبيا	5.0	2.9
الامارات	3.2	1.5
فنزويلا	1.2	1.4
انجولا	8.7	1.1
الكونغو	13.5	1.1
غينيا الإستوائية	18.4	1.7
الجابون	6.9	1.1
إيران	3.8	4.4
نيجيريا	1.6	0.6
(ب): استنزاف الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عدد من الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول (%)		
الدولة	استنزاف الطاقة	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون
الولايات المتحدة	0.1	0.8
روسيا	4.9	3.9
الصين	0.4	2.1
كندا	0.1	0.9
بريطانيا	0.3	0.5
الهند	0.4	3.4
المانيا	0.0	0.7

Source: World Bank, the Little Green Data Book. (2017). Washington, DC: World Bank.

ينقسم الجدول رقم(4) السابق إلى قسمين هما: (أ ، ب)، يوضحان معدل استنزاف الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون للمجموعة البترولية نطاق البحث، حيث يشمل القسم (أ) مجموعة مصر ودول منظمة الأوبك، ويختص القسم (ب) بمجموعة الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول. وتعكس بيانات القسمين (أ ، ب) ما يلي:

أ- يتضح من خلال مقارنة معدل استنزاف الطاقة في دول القسم (أ) بدول القسم (ب) وجود ارتفاع واضح في معدل استنزاف الطاقة في دول القسم (أ) مقارنة بدول القسم (ب)، حيث يبلغ هذا المعدل نحو 18% في غينيا الاستوائية 13.5% في الكونغو، ويرتفع أيضًا في عدد من الدول العربية ليصل إلى نحو"9.5% ، 7.6%" في كل من الكويت والسعودية على التوالي، وتأتي فنزويلا كأقل دول القسم (أ) من حيث معدل استنزاف الطاقة تليها نيجيريا ثم مصر بمعدل يبلغ نحو2.4%. في حين أن هذا المعدل لم يتجاوز نحو 0.4% في دول القسم (ب) بإستثناء روسيا الذي بلغ نحو4.9%. وهو مرتفع مقارنة بباقي دول المجموعة، ويفوق أيضًا معدل استنزاف الطاقة في بعض دول القسم(أ).

ب- يتبين من مقارنة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أن نيجيريا تأتي أقل دول القسم (أ) في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمصدر للتلوث، وبريطانيا في دول القسم "ب" تليها ألمانيا ثم الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 0.8%، وجاءت روسيا كأعلى دول هذا القسم في التلوث الناتج عن ثاني اكسيد الكربون، بنسبة تبلغ نحو4% من الناتج القومي الإجمالي.

وللعمل على الحد من الأضرار البيئية للبترول وتحقيقًا للتوازن في توزيعه بين الأجيال، اتجهت بعض الدول البترولية نحو الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة، التي أصبحت أكثر تنافسية لمصادر الطاقة التقليدية نتيجة للتطور التكنولوجي ووفورات الحجم وتنامي خبرة المطورين في ذلك القطاع، لتشهد انخفاضًا ملحوظًا في تكلفة إنتاج الوحدة منها خلال العقد الماضي، فقد سجلت تكاليف انتاج الطاقة الشمسية انخفاضًا بنسبة 82% منذ عام 2010 لتصل إلى 0.068دولار للكيلو وات/ ساعة في عام2019، وكذلك طاقة الرياح البرية والبحرية بنسبة "39%،29%" لكل منهما على التوالي، ليصل سعر الكيلو وات/ ساعة من طاقة الرياح البرية إلى 0.053 دولار ومن طاقة الرياح البحرية إلى 0.115 دولار في عام 2019. كما بلغت تكلفة الوحدة من الطاقة الكهرومائية 0.047 دولار في عام2019، وبلغت تكاليف توليد الطاقة حوالي0.073 دولار أمريكي للكيلو وات/ ساعة من الطاقة الحرارية الأرضية، ونحو 0.066 دولار أمريكي للكيلو وات/ ساعة من الطاقة الحيوية عام 2019 IRENA, 2020, pp1-(2). وقد أدى ذلك إلى التأثير على القدرة المنتجة من مختلف مصادر الطاقة المتجددة.

ويوضح الجدول رقم(5) التالي تطور اتجاهات إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة المختلفة في الدول البترولية نطاق البحث في عامي "2015، 2020"، الذي ينقسم إلى قسمين (أ، ب)، على النحو التالي:

جدول رقم (5): اتجاهات مصادر الطاقة المتجددة في الدول البترولية نطاق البحث وفقًا للقدرة المتولدة من كل منها عامي "2015 ، 2020"

	(أ): اتجاهات مصادر الطاقة المتجددة في مصر ودول منظمة الأوبك عامي "2015 ، 2020" " ميجا وات"											
	2015						2020					
الدولة	إجمالي	كهرومائية	رياح	شمسية	حيوية	أخرى	إجمالي	كهرومائية	رياح	شمسية	حيوية	أخرى
مصر	3662	2 800	750	45	67		5980	2 832	1 375	1 694	79	
السعودية	24			24			413	---	4	409		
الجزائر	312	228	10	74			686	228	10	448		
العراق	2551	2 274		37			2718	2 274		216		
الكويت	6		2	4			106		12	94		
ليبيا	5			5			5			5		
الإمارات	137		2	134	1		2 542		2	2 539	1	
فنزويلا	15 214	15 138	71	5			16 598	16 521	71	6		
أنجولا	1 017	953		13	51		3 765	3 701		13	51	
الكونغو	2 529	2 528		1			2 782	2 760		20	2	
غينيا	126	126					127	127				
الجابون	332	330		1	1		333	330		1	2	
إيران	13452	11 278	153	9	12		12 922	12 193	303	414	12	
نيجيريا	2 140	2 111	3	16	10		2 153	2 111	3	28	11	

	(ب): اتجاهات مصادر الطاقة المتجددة في باقي دول المجموعة البترولية عامي "2015 ، 2020" " ميجا وات"											
	2015						2020					
الدولة	اجمالي	كهرومائية	رياح	شمسية	حيوية	أخرى	إجمالي	كهرومائية	رياح	شمسية	حيوية	أخرى
أمريكا	194 900	83 374	72 573	23 442	12 969	2542	292 065	83 790	117 744	75 572	12 372	2587
روسيا	51 304	49 782	11	61	1 370	80	54 274	50 455	945	1 428	1 370	76
الصين	479 103	296 500	131 048	43 549	7 977	29	894 879	339 840	281 993	254 355	18 687	4
كندا	95 414	79 246	11 214	2 517	2 417	20	101 188	80 884	13 577	3 325	3 383	19
بريطانيا	30 800	2 077	14 306	9 601	4 808	8	47 676	2 175	24 665	13 563	7 250	23
الهند	78 477	42 317	25 088	5 593	5 478	1	134 197	45 895	38 559	39 211	10 532	0.0
ألمانيا	97 851	5 589	44 580	39 224	8 426	32	131 739	5 365	62 184	53 783	10 364	43

Source: International Renewable Energy Agency.(2021). Renewable capacity statistics. Abu Dhabi

- يتضح من الجدول رقم (5) السابق في قسمه (أ) ما يلي:

أ- تأتي فنزويلا في مقدمة دول القسم (أ) من حيث إجمالي الطاقة المتولدة من المصادر المتجددة، بإجمالي إنتاج بلغ 15.214 جيجا وات عام2015، أرتفع إلى 16.598 جيجا وات عام2020، تليها إيران بقدرة بلغت "13.452 ، 12.922" جيجا وات عامي"2015، 2020" على التوالي، ثم مصر في المرتبة الثالثة بين دول هذا القسم بإنتاج بلغ "3.662، 5.980" جيجا وات في عامي "2015 ، 2020" على التوالي.

ب- تتجه بعض دول القسم (أ) إلى تنويع مصادرها من الطاقة المتجددة، لتشمل المصادر الأربعة الرئيسة من طاقة كهرومائية، رياح، شمسية وحيوية في كل من مصر، إيران ونيجيريا. وتأتي كل من فنزويلا، الجزائر، الإمارات، انجولا، الجابون والكونغو وتتمثل مصادر الطاقة المتجددة بها في ثلاثة أنواع هي الكهرومائية، الرياح والشمسية في الدولتين الأولى والثانية على التوالي، بينما تحل الطاقة الحيوية محل الطاقة الكهرومائية في الإمارات، ومحل طاقة الرياح في انجولا والجابون. وتدخل الكونغو في عام2020 باستحداث مصدر ثالث للطاقة المتجددة لديها هي الطاقة الحيوية في عام2020، بعد أن كانت تعتمد فقط على مصدرين هما الكهرومائية والرياح عام 2015. بينما تشمل الطاقة المتجددة مصدرين في كل من العراق، الكويت والسعودية عام2020، هما الكهرومائية والشمسية في العراق، والشمسية والرياح في الدولتين الثانية والثالثة على التوالي. وتعتمد غينيا وليبيا على مصدر واحد فقط للطاقة المتجددة هو الطاقة الكهرومائية والشمسية في الدولتين على التوالي.

ج- تعد الطاقة الكهرومائية المصدر الرئيس للطاقة المتجددة في دول القسم (أ) باستثناء الدول التي لا يتوافر لديها ذلك المصدر، وهي السعودية الكويت، ليبيا والإمارات. تليها الطاقة الشمسية التي تعد مصدرًا مشتركًا للطاقة تتميز بتواجدها في جميع دول القسم (أ) باستثناء غينيا، ثم تأتي طاقة الرياح وأخيرًا الطاقة الحيوية اللتان لم يحظيا بالقدر الكافي من التطوير والتركيز عليهما كمصادر بديلة متجددة للبترول في دول هذا القسم.

د- تفتقر دول القسم (أ) إلى المصادر الأخرى للطاقة المتجددة من طاقة بحرية تعتمد على حركة المد والجزر لمياه البحار والمحيطات وكذلك طاقة الأرض الحرارية، بما يضع آفاق مستقبلية لاستحداث مصادر للطاقة المتجددة بها.

- يتبين من الجدول رقم (5) السابق في قسمه (ب) ما يلي:

أ- تتنوع مصادر الطاقة في جميع دول القسم (ب) الذي يشتمل على عدد من الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول نطاق البحث.

ب- تأتي الصين في مقدمة الدول من حيث إجمالي القدرة المتولدة لديها من مصادر الطاقة المختلفة، تليها الولايات المتحدة الامريكية سواء في عام2015 أو عام 2020، ليتغير ترتيب باقي دول هذا القسم البالغ إجمالها سبع دول، حيث تقدمت الهند في عام 2020 لتشغل المركز الثالث بعد أن كانت تحتل الترتيب الخامس عام2015، مع تراجع

ألمانيا إلى المركز الرابع في عام 2020 بعد أن كانت تحتل الترتيب الثالث عام 2015، وجاءت كندا في المركز الخامس ثم روسيا وأخيرًا بريطانيا في المركز السابع في كلا العامين.

ج- تختلف أهمية مصادر الطاقة المتجددة في دول القسم (ب) من حيث حجم القدرة المتولدة منها، حيث يلاحظ أنه في عام 2020 جاءت الطاقة الكهرومائية المتولدة من مصادر متجددة لتمثل مصدر الطاقة الأول في الصين، كونها تمتلك أكبر محطة في العالم لتوليد الطاقة الكهرومائية وهي محطة سد "الخوانق الثلاثة" التي بلغت طاقتها نحو 111.8 جيجا وات في عام2020 (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، 2021)، تليها طاقة الرياح ثم الطاقة الشمسية وبعدها الطاقة الحيوية. واختلف ذلك في الولايات المتحدة، إذ احتلت طاقة الرياح بها المركز الأول بين مصادر الطاقة المتجددة تليها الطاقة الكهرومائية ثم الشمسية وبعدهما الحيوية وساهمت مصادر الطاقة الأخرى متمثلة في طاقة الأرض الحرارية بقدرة بلغت 2.587 جيجا وات في عام2020، وهي الأعلى بين دول هذا القسم من حيث مساهمة هذا المصدر. وفي الهند جاءت الطاقة الكهرومائية أعلى اسهامًا بين مصادر الطاقة المتجددة بها تليها الطاقة الشمسية ثم الرياح وأخيرًا الطاقة الحيوية. وهناك توجه بشكل واضح في ألمانيا نحو طاقة الرياح حيث شغلت المركز الأول تليها الطاقة الشمسية ثم الحيوية وبعدها الكهرومائية وأخيرًا مصادر الطاقة الأخرى يتمثل أهمها في طاقة الأرض الحرارية. واختلف ذلك الترتيب في كندا، حيث جاءت الطاقة الكهرومائية في المركز الأول تلتها الرياح ثم الحيوية وبعدها الشمسية وأخيرًا طاقة المد والجزر كمصادر أخرى. وفي روسيا احتلت الطاقة الكهرومائية المركز الأول بفارق واضح بين القدرة المتولدة منها وبين باقي مصادر الطاقة المتجددة بها، ثم الطاقة الشمسية بعدها الطاقة الحيوية ثم الرياح وأخيرا مصادر الطاقة الأخرى تمثلت في طاقة المد والجزر. وفي بريطانيا اختلفت مساهمة كل من هذه المصادر عن باقي دول هذا القسم لتكون طاقة الرياح الأولى بعدها الشمسية ثم الحيوية وتأتي الكهرومائية في المركز الرابع من بين مصادر الطاقة المتجددة، وتمثل طاقة المد والجزر المصادر الأخرى للطاقة بها.

- يعكس الجدول رقم (5) السابق بقسميه (أ، ب) ما يلي:

أ- يوجد فارق كبير بين دول القسم (أ) ودول القسم (ب) من حيث إجمالي القدرة المتولدة من مختلف مصادر الطاقة المتجددة، حيث بلغ إجمالي القدرة المتولدة لمجموعة القسم (أ) 41.507 جيجا وات في عام 2015 ارتفع إلى 51.130 جيجا وات عام 2020، بينما يزيد ذلك كثيرًا في دول القسم "ب" ، حيث بلغ إجمالي القدرة المتولدة من المصادر المتجددة 1027.849 جيجا وات عام 2015، ليصل إلى 1656.018 جيجا وات عام 2020.

ب- يوجد تباين بين دول القسمين (أ ، ب) في درجة تنوع مصادر الطاقة المتجددة، حيث تتميز دول القسم (ب) بتنوع واضح في مصادر الطاقة المتجددة بها مقارنة بدول القسم (أ)، حيث يأتي الاستثناء على ذلك في الدول الثلاث مصر، إيران ونيجيريا التي يظهر بها المصادر الأربع للطاقة المتجددة، وإن كان هناك تفاوت كبير في مساهمة كل منها في إجمالي القدرة المتولدة، حيث تستحوذ الطاقة الكهرومائية على النصيب الأكبر من إمدادات الطاقة بها. وذلك عكس الحال في دول القسم (ب) حيث تتميز بتنوع وارتفاع مساهمة كل مصدر بها.

ج- يوجد اتجاه نحو توجيه الطاقة في دول القسم (ب) إلى مصادر أخرى لم تظهر في توجهات دول القسم (أ) منها طاقة الأرض الحرارية والطاقة البحرية التي منها طاقة المد والجزر.

د- يوجد اتجاه واضح بين دول القسم (أ) نحو تعزير مساهمة الطاقة الشمسية في كل دول القسم تقريبًا باستثناء غينيا، وإن كانت مساهمتها مازالت متواضعة مقارنة بدول القسم (ب).

هـ- يوجد اتجاه بين أغلبية دول القسم (ب) نحو زيادة مساهمة الطاقة الحيوية، لكونها توفر مصدرًا مستقرًا من الطاقة بأسعار تعادل الحد الأدنى لتكاليف توليدها من البترول. في حين تنخفض مساهمة الطاقة الحيوية في دول القسم (أ)، بما يبرز أهمية العمل على تطوير هذا المصدر الهام للطاقة في تلك الدول، والاستفادة بما حققته دول القسم (ب) من تقدم انعكس على زيادة إنتاجها وانخفاض تكلفة الكيلو وات/ ساعة منها.

3: تجارب بعض دول نطاق البحث نحو التوجه إلى الطاقة المتجددة

في إطار الاتجاه الدولي نحو الاهتمام بالطاقة المتجددة، تم إنشاء الوكالة الدولية للطاقة المتجددة عام 2009. بهدف تشجيع الدول على التوسع المستدام في استخدام الطاقة المتجددة بمختلف مصادرها التي تم تحديدها من قبل الوكالة في ذلك الوقت في ستة مصادر هي الكهرومائية، الحيوية، الشمسية، البحرية، الرياح والأرض الحرارية، وتقوم الوكالة بمساعدة الدول في وضع استراتيجيات للتحول نحو الطاقة المتجددة مع تقديم الدعم لها ونقل التكنولوجيا والخبرات فيما بينها، كما أنها تقوم بشكل مستمر برصد التغيرات الدولية في مصادر الطاقة المتجددة والتطورات التكنولوجية في إنتاجها، وعرض السياسات والتجارب الدولية الناجحة في ذلك المجال.

في ظل هذا الاتجاه الدولي، أخذت عديد من الدول خطوات نحو العمل على زيادة مصادرها من الطاقة الجديدة والمتجددة، وفيما يلي عرض لتجارب بعض الدول نطاق البحث نحو الطاقة المتجددة، حيث يتم تناول تجربة كل من مصر، السعودية، الصين والولايات المتحدة الأمريكية.

1/3: آفاق الطاقة المتجددة في مصر

تواجه الطاقة في مصر عدد من التحديات تجعل الاتجاه نحو مصادر الطاقة المتجددة يفرض نفسه، يتمثل أهم هذه التحديات فيما يلي:

أ- زيادة الطلب المحلي على الطاقة نتيجة الزيادة السكانية بمعدل نمو بلغ نحو 1.74% عام 2020 (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، تقرير السنوي 2020).

ب- ارتفاع معدل النمو الاقتصادي المستهدف تحقيقه في إطار خطة التنمية المتوسطة المدى للتنمية المستدامة ليبلغ نحو 8% في عام 2022 (وزارة التخطيط والمتابعة والاصلاح الإداري، خطة التنمية متوسطة المدى 2019/18-2022/21). وإن كانت جائحة كورونا تقلل من إمكانية تحقيقه.

ج- تراجع مخزون مصر من الاحتياطي المؤكد من البترول ليبلغ 3300 مليون برميل عام 2019 في مقابل 4400 مليون برميل عام 2010 (OPEC, Annual Report2020).

د- توقع ظهور احتياجات جديدة لاستخدامات الطاقة، من أهمها استخدامها في حالة الاتجاه نحو تحلية مياه البحر لمواجهة النقص المتوقع من مصادر المياه العذبة.

وقد بدأت الدولة تخطو خطوات ملموسة نحو توفير مصادر جديدة ومتجددة للطاقة، اتضحت بالإعلان عن الدور الهام الذي تلعبه الطاقة المتجددة في رؤية مصر 2030، وهذا الدور يتحدد في إطار استراتيجية متكاملة للطاقة حتى عام2035، وقد أعلنت عنها وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة المصرية عام 2015، تستند على ما تتمتع به مصر من مزايا نسبية في بعض موارد الطاقة المتجددة غير المستغلة، مثل الرياح والشمس، وتهدف إلى مساهمة الطاقة المتجددة بنسبة 42% من إجمالي قدرة الطاقة الكهربائية المتولدة عام2035. وقد قامت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2018) بإعداد دراسة عن آفاق الطاقة المتجددة في مصر، استهدفت تقييم وضع الطاقة بها ومدى جاهزية الطاقة المتجددة لتحقيق المرجو منها في إطار استراتيجية الطاقة 2035. أوضحت خلالها تواضع مساهمة الطاقة المتجددة في توفير احتياجات مصر من الطاقة، حيث أنها لم تتعدى 5% عام 2015، مقابل الاعتماد على المصادر التقليدية غير المتجددة بنسبة بلغت نحو95%، ويمثل البترول والغاز الطبيعي أهم مصادرها. لتبلغ إجمالي القدرة المتولدة من المصادر المتجددة 3.7 جيجا وات عام 2015، منها2.8 جيجا وات من الطاقة الكهرومائية، ونحو 0.9 جيجا وات من الطاقة الشمسية والرياح والحيوية (IRENA, 2018, p15).

وقد التزمت مصر بنشر تقنيات الطاقة المتجددة، مما اسهم في ارتفاع القدرة المتولدة من هذا القطاع، ليبلغ نحو 5.98 جيجا وات عام 2020، بما يمثل نحو 10.1% من مزيج الطاقة الكهربائية بها، وإن كانت أقل كثيرًا من النصيب النسبي لها في العالم والذي بلغ نحو36.6% من مزيج الطاقة الكهربائية في عام 2020 (IRENA, Renewable capacity statistics2021,p48). وقد وضعت الحكومة المصرية هدفًا للطاقة المتجددة لتبلغ نحو 20% من مزيج الطاقة الكهربائية بحلول عام 2022 (IRENA, Egypt report 2018,p15).

ونحو تحقيق ذلك الهدف، تم إنشاء مجمع "بنبان" بأسوان للطاقة الشمسية، الذي يضم حوالي41 محطة للطاقة الشمسية، ويُعد من أكبر مشروعات الطاقة الشمسية في العالم بتكلفة استثمارية تقدر بنحو "3.5 – 4" مليار دولار، ومن المتوقع أن يسهم ذلك المجمع بتوليد نحو 1.8 جيجا وات سنويًا (New & Renewable Energy Authority, 2016, pp1-2).

وفي مجال طاقة الرياح، تسعى مصر إلى الوصول إلى إنتاج يبلغ7 جيجا وات عام2022، ولتحقيق ذلك أخذت في تنفيذ عدد من المشروعات، منها إنشاء محطة رأس غارب التي بدأت الإنتاج في نوفمبر2019 بقدرة 262.5 ميجا وات، والبدء في إنشاء محطة بكر الغربية بخليج السويس عام2019، التي تعد من المناطق الواعدة لما تتمتع به من سرعة رياح عالية، وتبدأ المحطة التشغيل عام2021 بسعة تقدر بنحو250 ميجا وات، ويتوقع أن تسهم بزيادة طاقة الرياح بنحو18% (International Trade Administration, Egypt Guide 2020).

2/3: آفاق الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية

أدركت المملكة العربية السعودية أهمية توفير مصادر بديلة للطاقة لتقليل استنزاف ما لديها من احتياطيات بترول، والحد من التلوث البيئي، وبدأت أولى خطواتها نحو ذلك بقرار تغيير مسمى وزارة البترول والثروة المعدنية إلى وزارة الطاقة في عام2019 لتصبح مسؤولة عن تطوير واستغلال جميع مصادر الطاقة بها، والعمل على تعزيز الاتجاه نحو الطاقة المتجددة. تستند في ذلك إلى ما تتمتع به المملكة من وفرة في بعض الموارد خاصة الشمس والرياح.

وعلى ضوء ذلك، تم إطلاق البرنامج الوطني للطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية في اطار رؤية 2030، يهدف إلى تحقيق نمو مستدام في الطاقة المتجددة بسعة تبلغ قدرتها 3.45 جيجا وات في عام 2020، وزيادتها إلى 27.3 جيجا وات بحلول عام 2023، بما يعادل أكثر من 10% من إجمالي إنتاج المملكة من الطاقة الكهربائية، كما يهدف البرنامج إلى أن يكون هذا القطاع أحد الحلول للحد من مشكلة البطالة في العقد المقبل. وعلى الرغم مما يتوافر لدى المملكة من شمس ورياح كموارد للطاقة المتجددة، حيث صُنفت المملكة العربية السعودية في المرتبة "السادسة، الثالثة عشرة" بين دول العالم التي تتمتع بموارد طبيعية لإنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على التوالي، إلا أن استخداماتها منهما ما زالت محدودة للغاية، حيث لم تتعد النسبة المئوية للمساكن التي تستخدم الطاقة الشمسية بها سوى 1.6% عام 2018 (غرفة الرياض، مارس2021، ص ص4-20). كما أن إجمالي إنتاجها من الطاقة الشمسية لم يتجاوز 409 ميجا في عام 2020، وكذلك الأمر بالنسبة لطاقة الرياح حيث لم يتعد إنتاجها منها 4 ميجا في عام 2020، كما لم تسهم مصادر الطاقة المتجددة سوى بنحو 0.5% من مزيج الطاقة الكهربائية بها في عام 2020، وإن كانت أعلى من عام 2018 الذي بلغ 0.1% فقط من مزيج الطاقة الكهربائية بها (IRENA, Renewable statistics2021,p50).

وفي اتجاه المملكة نحو تصحيح ذلك المسار والعمل على تحقيق استراتيجية الطاقة المتجددة، أعلنت وزارة الطاقة السعودية عام 2019 عن بدء إنشاء مشروع محطة طاقة الرياح بمنطقة الجوف شمال غرب المملكة بسعة تقدر بنحو 400 ميجا وات، وتبدأ المحطة إنتاجها عام2022، كما أعلنت الوزارة في يناير2020 عن عطاء لإنشاء أربع محطات للطاقة الشمسية في المنطقة الوسطى منها بسعة إجمالية قدرها 1.2 جيجا وات، انتهت في أبريل 2020

بدراسة العروض المقدمة من 83 شركة سعودية وعالمية تم استبعاد نحو 34 شركة متقدمة وجاري تخصيص المشروع بين الشركات المؤهلة لذلك (وزارة الطاقة السعودية، 2020).

3/3: آفاق الطاقة المتجددة في الصين

تُعد الصين من الدول الرائدة في مجال التحول نحو الطاقة المتجددة، الأقل انبعاثًا لغاز ثاني أكسيد الكربون. هذا التحول لا يعد هامًا فقط لكونه يحافظ على البيئة، لكنه أيضًا يمثل توجه لثاني أكبر اقتصاد في العالم من حيث حجم الناتج بعد الولايات المتحدة الأمريكية، بما يضمن لها مصدرًا مستدامًا للنمو الاقتصادي. وقد استطاعت الصين أن تحقق ارتفاعًا كبيرًا في القدرة المتولدة من هذا القطاع لتبلغ نحو 40.6% من مزيج الطاقة الكهربائية بها في عام 2020 مقابل 37.7% عام 2019، وجاءت أعلى من النصيب النسبي لمصادر الطاقة المتجددة في العالم. وعلى الرغم من ظروف جائحة كورونا إلا أنها استطاعت أن تحقق نموًا في مجال الطاقة المتجددة بمعدل بلغ نحو 17% عام 2020 مقارنة بعام2019 (IRENA, Renewable statistics2021,pp2,48). وقد حققت شركاتها تقدمًا كبيرًا في مجال تكنولوجيا الطاقة الشمسية والرياح والكهرومائية، مما جعلها تحتل المركز الأول بين دول العالم، وبما يتيح لشركاتها القدرة على المنافسة في الأسواق الخارجية في إطار الاستفادة من اقتصادات الحجم الكبير.

وتضمنت الخطة الخمسية الرابعة عشرة للصين التي بدأت في عام 2021، التأكيد على استمرارية الصين نحو مزيدًا من الاتجاه إلى مصادر الطاقة المتجددة، ومع ذلك الاتجاه وتماشيًا مع التوجه العالمي لمزيد من استخدامات الطاقة النظيفة، أخذت الصين تركز على الاهتمام بتصنيع السيارات الكهربائية، لتدخل نحو 16 شركة صينية في هذا المجال وتصبح الأقل تكلفة في إنتاجها على مستوى العالم، بما يفتح مجالًا آخر لزيادة استخدامات الطاقة المتجددة (OPEC, World Outlook 2020, pp39-40).

وعلى الرغم من إلغاء الصين لسياسات الدعم التي كانت تمنحها لصغار ومتوسطي المطورين في مجالي الطاقة الشمسية والرياح، والتحول إلى نظام العروض التنافسية بين المتقدمين، وإلغاء دعم السعر الذي كانت تقدمه الدولة لهم قبل عام2019، مما أثر على القدرة التنافسية لهؤلاء المطورين، إلا أنه حدث نموًا في هذين المصدرين للطاقة ليبلغ نحو "24.1% ، 34%" في عام 2020 مقارنة بعام 2019 لكل منهما على التوالي. في حين بلغ النمو في القدرة المتولدة من الطاقة الكهرومائية نحو 3.7% فقط في عام 2020(IRENA, Renewable statistics2021, pp8-20,42).

4/3: آفاق الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة الأمريكية

اعتمدت الولايات المتحدة على عدد من الإجراءات، استهدفت توجيه الطاقة نحو المصادر المتجددة والعمل على توفيرها بأسعار معقولة من مصادر مستدامة، وتمثلت أهم هذه الإجراءات فيما يلي:

أ- إنشاء مكتب متخصص لكل مصدر من مصادر الطاقة المتجددة يتبع إدارة الطاقة الأمريكية، يكون هدف كل منه المساهمة في تطوير هذا المصدر، من خلال تمويل المشروعات البحثية والتطويرية المعنية به سواء على مستوى الولايات أو المراكز البحثية بالجامعات، ففي عام 2019، خصصت الادارة نحو 30 مليون دولار للمشروعات البحثية لتطوير تكنولوجيا إنتاج طاقة الأرض الحرارية (U.S. Department of Energy.2021).

ب- إقرار نظام للحوافز الضريبية يقوم على فرض ضرائب إضافية على شركات البترول لديها، تستخدم حصيلتها في تطوير مصادر الاقتصاد الأخضر. مع إعفاء مشروعات الطاقة المتجددة.

ج- إقرار معايير "محفظة الطاقة المتجددة RPS" ، التي تلزم شركات إمدادات الكهرباء بأن يكون جزء من إنتاجها من مصادر متجددة (Matisoff, 2008, p530).

د- اعتماد استثمارات الطاقة المتجددة على اقتصادات الحجم الكبير، بما يسمح بتقليل تكلفة الوحدة منها، ويسهم في خفض سعرها ويزيد من قدرتها التنافسية (IEA, Renewables 2020, p41).

وقد استطاعت الولايات المتحدة تحقيق نموًا ملحوظًا في مصادرها المختلفة من الطاقة المتجددة، لتبلغ السعة الإجمالية للقدرة المتولدة من المصادر الخمسة للطاقة لديها من كهرومائية، شمسية، رياح، حيوية وطاقة الأرض الحرارية 292.065 جيجا وات عام 2020 مقابل 262.857 جيجا وات عام 2019، بمعدل نمو بلغ نحو 11.1%، وقد حققت ارتفاعًا في النصيب النسبي للقدرة المتولدة من هذا القطاع لتبلغ نحو 25.4% من إجمالي مزيج الطاقة الكهربائية بها في عام2020 مقابل23.3% عام 2019 (IRENA, Renewable statistics2021,p50).

وفي مجال إنتاج طاقة الأرض الحرارية، تُعد الولايات المتحدة الأمريكية أولى دول العالم في توليد الطاقة من هذا المصدر، بسعة بلغت 2.587 جيجا وات عام 2020، وتركز نحو79% من محطات إنتاجها في ولاية كاليفورنيا، التي تسعى إلى توسيع نطاق استخدامات الطاقة المتجددة بها كمصدر للكهرباء لتغطي نحو 60% من سكانها مع حلول عام 2030 مقابل نحو 33% في عام 2019 ,California Energy Commission). (2020,p1 وذلك في إطار الالتزام بمعايير "محفظة الطاقة المتجددة"، وتُقدر حجم السعة التي يمكن إنتاجها في الولايات المتحدة من هذا المصدر بنحو 100 جيجا وات تكفي لإمداد نحو100 مليون وحدة سكنية بالكهرباء(U.S. Department of Energy.2021). لذا تسعى الولايات المتحدة إلى تطوير تكنولوجيا إنتاج هذا المصدر من خلال دعم مراكز البحث والتطوير، بما يتيح الإنتاج بأقل تكلفة.

ومع ما أحرزته الولايات المتحدة من تطوير وتقدم تكنولوجي في مجال توليد الطاقة الشمسية، انعكس ذلك على زيادة السعة الإجمالية للقدرة المتولدة منها لتبلغ 75.572 جيجا وات في عام 2020 مقابل 60.682 جيجا وات عام 2019، بمعدل نمو يبلغ نحو24.5% (IRENA, Renewable statistics2021, p22). ويتوقع أن يستمر نمو الطاقة المتولدة من هذا المصدر بمعدل مرتفع خلال عامي 2021 ، 2022، وذلك نتيجة الالتزام بتطبيق معايير "محفظة الطاقة المتجددة" في ولاية فرجينيا التي يتوقع أن تتحول إلى المصادر المتجددة للطاقة الكهربائية بنسبة 100% في عام 2050، وبعض ولايات الجنوب الغربي والجنوب الشرقي (IEA, Renewables2020, p42).

وفي مجال طاقة الرياح، زادت القدرة المتولدة منها من 103.571 جيجا وات عام 2019 إلى 117.744جيجا وات عام 2020 بمعدل نمو يبلغ نحو 14%، وتسعى الولايات المتحدة نحو مزيدًا من الاستغلال لمواردها من هذه الطاقة لتمتد وتشمل جميع ولاياتها مع حلول عام 2050، وأن تسهم في توفير نحو 600 ألف فرصة عمل(U.S. Department of Energy.2021).

وفي مجال الطاقة الكهرومائية، وعلى الرغم مما تمثله من أهمية نسبية كمصدر للطاقة المتجددة بالولايات المتحدة حيث تحتل المركز الثاني بعد طاقة الرياح بها بسعة قدرها 83.790 جيجا وات في عام 2020، إلا أنها حققت نموًا منخفضًا في ذلك العام، حيث لم يتعد معدل النمو في السعة المتولدة سوى 0.5% عام 2020 مقارنة بعام 2019، الذي شهد انخفاضًا في السعة المتولدة خلاله مقارنة بعام 2018 (IRENA, Renewable statistics2021, p9).

وتعتبر الطاقة الحيوية هي الأقل مساهمة في توليد الطاقة بين مصادر الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة، ويرجع ذلك إلى ارتفاع تكلفة الوحدة منها مقارنة بغيرها من المصادر الأخرى، وعدم توافر السياسات الحكومية المحفزة لنمو هذا المصدر(REN21, 2020, p87).

ثالثاً: الخلاصة والتوصيات

استهدف البحث دراسة وتحليل الاتجاهات الحديثة نحو التحول إلى الطاقة المتجددة في عدد من الدول البترولية، اعتمد على المنهج الوصفي التحليلي، تم خلاله تناول التنمية المستدامة وعلاقتها بمصادر الطاقة، وتحليل تطورات البترول والطاقة المتجددة في العالم والدول نطاق البحث، وعرض بعض الأدبيات المعنية بذلك وتناول تجارب بعض هذه الدول.

وتتلخص أهم النتائج فيما يلي:

1- يوجد اتجاه عالمي نحو تحقيق رؤية 2030 للتنمية المستدامة، بأهدافها السبعة عشر، التي ترتبط أهدافها السابع، الثامن، الثالث عشر والخامس عشر ارتباطًا وثيقًا بتوجه الدول نحو مصادر الطاقة المتجددة.

2- يوجد اتجاه نحو زيادة إنتاج البترول على مستوى العالم ودول الأوبك، وكذلك إجمالي نصيب مجموعة الدول البترولية موضع البحث، مع تضاؤل معدل النمو في الاحتياطيات المؤكدة من البترول، سواء على مستوى العالم أو على مستوى دول الأوبك. بما يمثل دافعًا لتوجه الدول البترولية إلى المصادر المتجددة.

3- تشير توقعات اتجاهات الطلب على البترول حتى عام 2045، إلى أنه سيظل المصدر الأول للطاقة في العالم، على الرغم من توقع انخفاض نصيبه النسبي من الطلب العالمي، مع معدل نمو سنوي ضعيف نسبيًا يقدر بنحو0.3%. مقابل زيادة النصيب النسبي لمصادر الطاقة المتجددة بمعدل نمو يقدر بنحو 6.6% في المتوسط حتى عام 2045.

4- يوجد اتجاه بين عدد من الاقتصادات الكبرى البترولية نحو زيادة قدرتها الإنتاجية من الطاقة المتجددة، حيث شغلت أغلبية المراكز الخمس الأولى بين دول العالم، سواء على مستوى إجمالي القدرة المتولدة من الطاقة المتجددة، أو على مستوى كل مصدر.

5- انعكست أزمة جائحة كورونا سلبًا على الطلب العالمي على الطاقة وعلى البترول في عام2020. وعلى عكس ذلك الاتجاه، فقد صاحب الأزمة نموًا في مصادر الطاقة المتجددة. شمل ذلك الاتجاه كافة الاستخدامات من كهرباء، قوى محركة، نقل وحرارة.

6- يوجد اتفاق بين الدراسات السابقة التي تم عرضها بالبحث، على أن مستقبل اتجاهات الطاقة يمضي نحو الطاقة المتجددة بمختلف صورها، وإن كان الأمر لا يخلو من وجود عقبات، تحد من التوسع في استخدامات الطاقة المتجددة.

7- يرتفع معدل استنزاف الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مجموعة مصر ودول منظمة الأوبك مقارنة بمجموعة دول الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول باستثناء روسيا.

8- يوجد تباين كبير بين إنتاج الطاقة المتجددة وتنوع مصادرها بين الدول البترولية نطاق البحث، حيث أنه مازالت مجموعة مصر ودول الأوبك بعيدة تمامًا عن مجموعة الصين، أمريكا، الهند، المانيا، كندا، روسيا وبريطانيا، التي يتميز كل منها بالتنوع وكبر السعة الإجمالية المتولدة من مختلف المصادر المتجددة.

9- يوجد موارد طبيعية للطاقة المتجددة غير مستغلة في بعض الدول، مما يحول دون الوصول إلى غايتها في إطار استراتيجيات الطاقة المتجددة التي تضعها هذه الدول، منها مصر والسعودية.

10- يوجد اتجاه واضح بين بعض الاقتصادات الكبرى المنتجة للبترول، نحو تحقيق مزيدًا من استخدامات الطاقة المتجددة، ويتضح ذلك من سياسات الطاقة في كل من الصين والولايات المتحدة الأمريكية.

وفي ضوء ما تم التوصل إليه من نتائج، يوصى بما يلي:

- تعزيز دور العمل الجماعي بين الدول البترولية في الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة بمختلف مصادرها، وبما يتوافق مع المزايا النسبية لكل منها.

- تفعيل دور المؤسسات الإقليمية للتنسيق فيما بين الدول البترولية، وتيسير شروط الائتمان لتمويل مشروعات الطاقة المتجددة.

- توجيه الاهتمام نحو مصادر الطاقة الحيوية وطاقة الأرض الحرارية الغير مستغلة في أغلبية دول نطاق البحث عند صياغة الاتجاهات المستقبلية لإستراتيجية الطاقة.

- تشجيع الاتجاه نحو المشروعات الكبيرة للاستفادة من وفورات الحجم الكبير في خفض التكلفة والحد من المخاطر.

- تحديد الإمكانات المتاحة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وكافة مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، من خلال إعداد قياسات دقيقة شاملة لها تحدد الميزة النسبية لكل منها.

- نشر مراكز البحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة بمختلف مصادرها، مع توفير الدعم الكافي لهذه المراكز من معلومات وتمويل احتياجات المشروعات البحثية، بما يسمح بظهور تكنولوجيا جديدة تزيد من الجدوى الاقتصادية لاستخدام هذه المصادر.

قائمة المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء. (2020)، التقرير السنوي. https://www.capmas.gov.eg.

----------.(2015). ***مستقبل الطاقة الشمسية في مصر***. 1-56.
https://www.capmas.gov.eg

توام، زاهية؛ كلاخي، لطيفة وبن شني، يوسف. (2020).الوقود الحيوي بين الفرص والتهديدات، المؤتمر الدولي الثاني: الطاقة الخضراء والتنمية المستدامة، ***مجلة الاستراتيجية والتنمية***، المجلد10، 148- 165.
http:// rsd.univ-mosta.dz/images/Revues02/Special-Issue-Antalya-01.pdf

خوجه، هشام طراد.(2017). الطاقة المتجددة: الفعالية والايجابية البيئية. ***مجلة رماح للبحوث والدراسات***،العدد(23)، 235- 253.

https://search.emarefa.net/ar/search?append=PERIODICAL_ISSUES_PIS_ID

عزارة، أحلام؛ بكطاش، فتيحة؛ لحمر، صبرينة.(2020). تشخيص التجربة الألمانية في مجال صناعة الطاقة الشمسية. المؤتمر الدولي الثاني: الطاقة الخضراء والتنمية المستدامة، ***مجلة الاستراتيجية والتنمية***، 10 ، 270- 283.
http://rsd.univ-mosta.dz/images/Revues02/Special-Issue-Antalya-01.pdf

علام، نجلاء صبحي.(2019). الابتكار وتنافسية تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر. ***المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة***, كلية التجارة، جامعة عين شمس،49(4)، 41-202.
https://jsec.journals.ekb.eg/issue_6236_14278_.html

غانم، محمد حسين. (2018). المردود الاقتصادي لاستخدام الطاقة الشمسية في مصر. ***مجلة الامتياز لبحوث الاقتصاد والإدارة***، الجزائر، 2(2), 10- 26. https://www.asjp.cerist.dz/en/rechercheGeneral

غرفة الرياض (2021). ***مؤشرات تطور قطاع الطاقة المتجددة بالمملكة العربية السعودية***. الرياض، المملكة العربية السعودية. https://marsad.chamber.sa/GeneralServices/InfoBulletin/Documents/

وزارة التخطيط والمتابعة والاصلاح الإداري، **خطة التنمية متوسطة المدى 2019/18-2022/21**، 2018.
https://mped.gov.eg

وزارة الطاقة (2020). **البرنامج الوطني للطاقة المتجددة**، المملكة العربية السعودية.
https://www.powersaudiarabia.com.sa/web/attach/news/Round%203%20RFP_Press%20release_EN.pdf

وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة 2021. جمهورية مصر العربية http://www.moee.gov.eg/.

➢ ثانياً: مراجع باللغة الانجليزية

Adewuyi,B. O., Kiptoo,K. M., Afolayan, A. et al.(2020). Challenges and prospects of Nigeria's sustainable energy transition with lessons from other countries. ***Elsevier Energy Reports***, 6 , 993–1009. www.elsevier.com/locate/egyr

Bekun , V. F., Alola .A. A., and Sarkodie, A, S.(2019). Toward a sustainable environment: Nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. ***Science of The Total Environment journal***,657,1023-1029. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718349477

California Energy Commission.(2020). ***Renewable Energy - Tracking Progress***. USA. https://www.energy.ca.gov/data-reports/tracking-progress

Dalal-Clayton, B. and Bass.S.(2002). ***Sustainable Development Strategies***.2nd Publications. London: Earthscan Publications Ltd. https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2019-12/renewable_ada.pdf

ELavarasan, M., Padmanaban, S,. Kumar. M. et al., .(2020). A Comprehensive Review on Renewable Energy Development, Challenges, and Policies of Leading Indian States with an International Perspective. ***IEEE Access Journal***, 8,74432-57. https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/56004/1/indian%20states.pdf

Economic and Social Commission for Western Asia.(2017). Arab Region Progress in Sustainable Energy. ***ESCWA*** , United Nations, Beirut, 1-175. http//: www.unescwa.org

Gielen, D., Boshella, F., Sayginb, D. et al.,.(2019). The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation. ***Energy Strategy Reviews***, 24, 38–50. https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006

Heshmati, A., Abolhosseini, S. and Altmann, J.(2014). A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies.***Center for excellence and innovation studies Cesis***, WP(374), 1-37. http://www.cesis.se

International Energy Agency. (2021).***Global Energy Review***. http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/global%20energy%20review%202021.pdf

----------.(2020).***India 2020 Energy Policy Review***. https://niti.gov.in/sites/default/files/2020-01/IEA-India%202020-In-depth-EnergyPolicy_0.pdf

International Renewable Energy Agency.(2020). ***Renewable power generation costs in 2019***. Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/

---------- ,(2020). ***Green Hydrogen: A Guide to Policy Making***. Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_hydrogen_policy_2020.pdf

----------.(2021). ***Renewable capacity statistics***. Abu Dhabi. https://www.irena.org/Statistics/Download-Data.

International Trade Administration. (2020). ***Egypt Country commercial Guide***. https://www.trade.gov/knowledge-product/egypt-renewable-energy

Kahia, M. and Ben Aissa, M. S.(2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Evidence from MENA Net Oil Exporting Countries**.** ***MPRA***, 80776, 1-43. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/80776/

Lu, Y., Khan , A. Z., Alvarez-Alvarado, S. M. et al., (2020). Critical Review of Sustainable Energy Policies for the Promotion of Renewable Energy Sources. *MPDI Sustainability Journal*, 12, 1-30. https://doi:10.3390/su12125078

Magazzino, C., Mele, M. and Morelli, G.(2021). The Relationship between Renewable Energy and Economic Growth in a Time of Covid-19: A Machine Learning Experiment on the Brazilian Economy. ***MPDI Sustainability Journal***, 13(3), 1-22. https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1285

Matisoff, C. D.(2008). The Adoption of State Climate Change Policies and Renewable Portfolio Standards: Regional Diffusion or Internal Determinants?. ***Review of Policy Research***, 25(6), 527-546 https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1541-1338.2008.00360.x

New & Renewable Energy Authority.(2016). ***SESA Benban Final Report***. No1,.84–102. https://web.archive.org/web/20171230114811/https://www.miga.org/Documents/SPGDisclosures/Benban

Onifade, S. T., Alola, A. A., Erdoğan, S., et al.(2021). Environmental aspect of energy transition and urbanization in the OPEC member states. ***Environmental Science and Pollution Research***, 28. 17158–17169. https://doi.org/10.1007/s11356-020-12181-1

Organization of the Petroleum Exporting Countries.(2020).***The OPEC Annual Statistics Bulletin***. https://www.opec.org/opec_web/en/publications/202.htm

----------.(2020).***World Oil Outlook: 2020.*** https://woo.opec.org/pdf-download/

REN21, Renewables Global Status Report, Different Issues., different issues. https://www.irena.org/Publications.

Sasaki, H., Zhidong, L. and Sakata, I.(2016) 'Academic landscape of hydropower: citation-analysis-based method and its application', Int. J. ***Energy Technology and Policy***,12,84-102. https://researchmap.jp/hajime.sasaki/published_papers/ 14716225/attachment_file.pdf

Seckin. M. and Salvarli, H.(2020). ***"For Sustainable Development: Future Trends in Renewable Energy and Enabling Technologies, Renewable Energy"***. The Book Citation Index. Web of Sciences.1-16. https://researchmap.jp/hajime.sasaki/published_papers/14716225/attachment_file.pdf

The Intergovernmental Panel on Climate Change"IPCC". (2012). ***Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation***. Cambridge University Press, New York, 1-26. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN_Full_Report-1.pdf

Umar, T. (2020). Challenges towards Renewable Energy: An Exploratory Study from the Arabian Gulf region. ***Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Energy***,173 (2), 68-80. https://www.icevirtuallibrary.com/toc/jener/168/4

United Nations .(2020). ***The Sustainable Goals Report***. https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf

U.S. Department of Energy.(2021), USA. https://www.energy.gov/science-innovation/clean-energy

World Bank .(2017). ***The Little Green Data Book***. Development Data Group of the Development Economics Washington, DC: World Bank. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/239271500275879803/the-little-green-data-book-2017