

قطاع الطاقات المتجددة في العالم في ظل أزمة الكوفيد 19 وسيناريو الانتقال الطاقوي لآفاق 2050

The impact of the Covid-19 crisis on the growth of the renewable energy sector in the world

سحاري ريمة ،

Sahari Ryma,

جامعة الجزائر 03 (الجزائر)، sahari.rima@univ-alger3.dz

تاريخ الاستلام: 2023/03/25 تاريخ القبول: 2023/06/22 تاريخ النشر: 2023/07/27

ملخص:

شهد الربع الأول من عام 2020 تراجعاً حاداً في النشاط الاقتصادي العالمي الذي أدى إلى انخفاض الطلب على الطاقة بنسبة 3.8 % مقارنة بسنة 2019، حيث تسببت القيود المفروضة على النشاط الاقتصادي في انخفاض الطلب على مصادر الطاقة الأحفورية، وذلك نتيجة للانخفاضات الكبيرة في الطلب على الكهرباء، في حين زادت حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الكهرباء في العديد من البلدان.

فمن خلال هذه الدراسة تطرقنا إلى تحليل أثر أزمة الكوفيد 19 على قطاع الطاقات المتجددة وانبعاثات الكربون إضافة إلى آفاق استغلال هذه الطاقات النظيفة لغاية سنة 2050، حيث تبين أن حصة مصادر الطاقة المتجددة قد ارتفعت في مزيج الكهرباء العالمي في سنة 2020 بنسبة 1.5% وذلك نظراً لانخفاض تكاليف المحطات، ورغم تباطؤ التركيبات الجديدة للكهرباء المتجددة، لا يزال من المتوقع استمرار ارتفاع توليدها في السنوات القادمة في إطار مسار تعزيز الأشكال المستدامة للطاقة في مزيج الطاقة العالمي من خلال السيناريوهات المستقبلية ومواجهة التحديات التي تواجه نظام الطاقة الجديد.

كلمات مفتاحية: أزمة الكوفيد 19، الطاقات المتجددة، الكهرباء المتجددة.

تصنيفات JEL: I1، P18، Q01.

¹ المؤلف المرسل: سحاري ريمة، الإيميل: sahariryma@hotmail.com

Abstract:

The first quarter of 2020 witnessed a sharp decline in global economic activity, which led to a decrease in energy demand by 3.8% compared to 2019, as the restrictions imposed on economic activity caused a decrease in the demand for fossil energy while the share of renewable energy sources in the electricity mix increased in many countries.

Through this study, we analyzed the impact of the Covid-19 crisis on the renewable energy sector and carbon emissions, in addition to exploiting these clean energies until 2050, as it was found that the share of renewable energy sources increased in the global electricity mix in 2020 by 1.5%, due to lower costs. Despite the slowdown in new installations, renewable electricity generation is still expected to increase in the coming years by achieving the path of promoting sustainable forms of energy and facing the challenges of the new energy system.

Keywords: covid19 crisis, renewable energies, renewable electricity.

JEL Classification Codes : I1,P18,Q01.

1. مقدمة :

في نهاية سنة 2019 انتشر فيروس كورونا (Covid 19) في جميع أنحاء العالم محدثا أكبر أزمة عالمية منذ عدة عقود، حيث تسبب في موجة من الصدمات عبر مختلف الأنظمة الصحية والاقتصادية والمجتمعات، مما جعل من منظمة الصحة العالمية بوصف هذه الأزمة على أنها جائحة عالمية في 11 مارس 2020، مشيرة إلى الأعداد الهائلة من حالات الإصابة التي تجاوزت أكثر من 3 مليون حالة إصابة وأكثر من 200 ألف حالة وفاة في 213 دولة وإقليم.

ونظرا للعبء الكبير على أنظمة الرعاية الصحية والخسائر البشرية في ظل أزمة الكوفيد 19 دخل الاقتصاد العالمي في حالة من الفوضى نتيجة للوباء، حيث أدت إجراءات الغلق التي نفذتها معظم الدول للحد من انتشار الفيروس إلى تراجع حاد في النمو الاقتصادي مما تسبب في خسارة فادحة في الوظائف في العديد من البلدان من جميع أنحاء العالم، ففي الأشهر الأربعة الأولى من سنة 2020 تم فقدان 21% من الوظائف في العالم (IRENA I، 2021)، ويعود ذلك إلى انخفاض الإنتاجية وتباطؤ النشاط الصناعي بسبب اضطرابات سلسلة التوريد العالمية وإغلاق المصانع ووسائل النقل وتراجع قطاع الطاقة الذي تأثر بشدة جراء عمليات الغلق المتكررة، ولقد أدى تباطؤ النقل والتجارة وتقلص النشاط الاقتصادي إلى

انخفاض استخدام الطاقة إلى ما يقرب 4% في الربع الأول من سنة 2020، بينما انخفض الطلب على الكهرباء بنحو 20% (IEA, 2021)، حيث شهدت البلدان التي خضعت للإغلاق الكامل انخفاضاً بنسبة 25% في الطلب على الطاقة أسبوعياً بينما شهدت البلدان التي خضعت للإغلاق الجزئي انخفاضاً بنسبة 18% في المتوسط (IEA I. E., 2020, p. 4)، فالأزمة الصحية إضافة إلى تأثيرها المباشر على الصحة، كان لها تداعيات كبيرة على الاقتصادات العالمية واستخدامات مصادر الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون كذلك.

فمن خلال هذا الدراسة، سنتطرق إلى تحليل أثر أزمة الكوفيد 19 على قطاع الطاقات المتجددة وانبعاثات الكربون إضافة إلى آفاق الطاقات المتجددة لغاية سنة 2050 وذلك بالاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي لتحليل المعطيات والبيانات الصادرة عن هيئات والمنظمات الطاقوية الدولية، وذلك انطلاقاً من الإجابة عن الإشكالية التالية: كيف أثرت أزمة الكوفيد 19 على قطاع الطاقات المتجددة في العالم، وماهي الآفاق المستقبلية لاستغلال هذه الطاقات النظيفة؟

تكمن أهمية هذه الدراسة في التعرف على مدى تأثير جائحة كورونا على مسار تعزيز الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمي بالإضافة إلى السيناريوهات المستقبلية وحجم التحديات التي تواجه نظام الطاقة الجديد.

2. أثر أزمة الكوفيد 19 على قطاع الطاقات المتجددة

1.1. أثر أزمة الكوفيد 19 على مشاريع الطاقات المتجددة القائمة والجديدة:

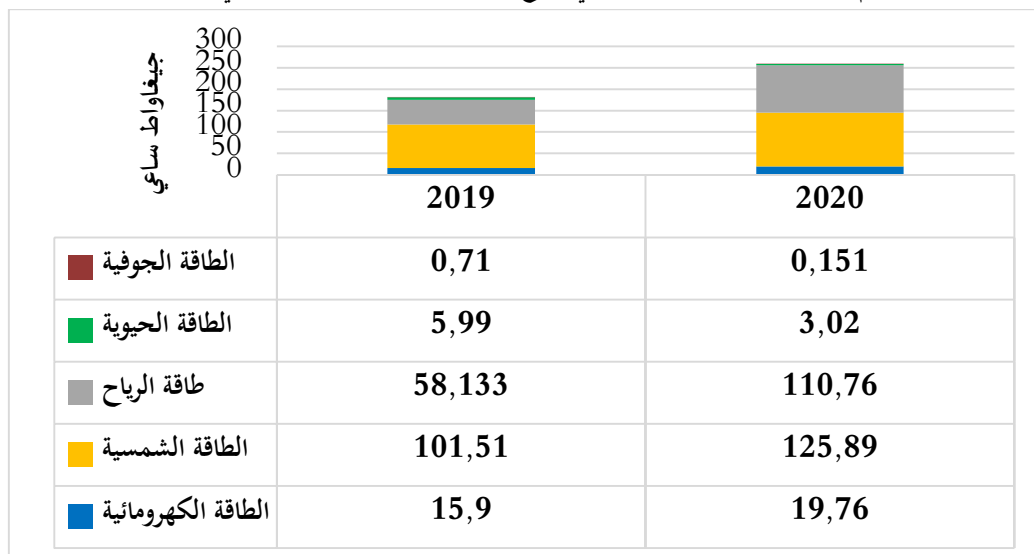
تعرضت مشاريع الطاقات المتجددة قيد التطوير في عدة مناطق من العالم في الربع الأول من سنة 2020 إلى تأخيرات في مواعيد إنجائها، كما خاطر البعض منها بفقدان المواعيد النهائية مما يفقدها الأهلية للحصول على الدعم، فحسب سياسات بعض الدول كالصين وفيتنام تفقد المشاريع المتأخرة أهليتها للحصول على تعريفه تغذية، وفي الولايات المتحدة، تخاطر المشاريع التي لم تكتمل في الوقت المحدد بفقدان الحوافز الضريبية، كما قد يتعرض مطورو المشاريع أصحاب المناقصات في بلدان أخرى لخطر العقوبات في حالة تأخر إنجاز المشاريع.

ولقد تحملت مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطأة تأثير الوباء على القطاع، باعتبارهما أكثر التقنيات المتجددة يتم تبنيهما على نطاق واسع، حيث واجهت مشاريع هاتين التقنيتين من تأخيرات في إنهاء المشاريع أو تأجيلها لموعد آخر، فعلى سبيل المثال، كان من تداعيات الوباء في الصين، انخفاض إنتاج

الوحدات الشمسية بنسبة 25% (Power technology, 2021)، كما تعرضت مشاريع طاقة الرياح بسعة 25 جيغاواط في الولايات المتحدة للتأخر في الإنجاز، حيث تم تركيب 14 جيغاواط فقط (IRENA I. , 2021)، والتي تمثل استثمارات بقيمة 35 مليار دولار أمريكي، مما سيتسبب بخسارة محتملة تزيد عن 8 مليار دولار أمريكي في شكل مدفوعات ضرائب حكومية ومدفوعات إيجار الأراضي ملاكها في المجتمعات الريفية أين تم إقامة المشاريع (AWEA, 2020)، أما في فرنسا وألمانيا وإسبانيا والمملكة المتحدة تم تخفيض التوقعات الخاصة بإضافات السعة الطاقات المتجددة لعام 2020 بنحو 10%، حيث أجبرت شركة «Siemens Gamesa Renewable Energy» على وقف الإنتاج في منشآتها الإسبانية (IRENA I. , 2020)، بعد حظر حكومي على جميع الأنشطة، أما بالنسبة للهند، فقد واجهت اضطرابات شديدة على مستوى منشآت الطاقة الشمسية، فخلال الأشهر الثلاثة الأولى من العام 2020، تمكنت الهند من إنتاج 698 ميغاواط فقط من الطاقة الكهروضوئية، في حين كان من المقرر تشغيل 1864 ميغاواط (IRENA I. , 2020)، كما تم تأجيل مشاريع أخرى للطاقة الكهروضوئية بسعة 3 جيغا واط (Mackenzie, 2020) بسبب غلق الحدود واضطراب سلاسل التوريد والعمالة.

من خلال ما سبق، نلاحظ أن تأخر إنجاز المشاريع هو التأثير الرئيسي لأزمة الكوفيد 19 على معظم مشاريع الطاقة المتجددة قيد التطوير، حيث انخفض حجم السعات المخطط لتركيبها كما تم تأجيل تركيب سعات جديدة إلى نهاية 2020 وبداية 2021، فالمشاريع الجديدة لم يتم البدء فيها بسبب تأخر إجراءات ما قبل التطوير أثناء الجائحة كالتصاريح والموافقة البيئية، لكن بعد تخفيف إجراءات الغلق تدريجياً في المناطق الرئيسية من العالم، وظهور بوادر الانتعاش الأولى للطلب على الكهرباء وتحول مزيج الطاقة أكثر نحو مصادر الطاقة المتجددة بسبب انخفاض تكاليف التشغيل وسهولة الوصول إلى الشبكة، أدى إلى ارتفاع حجم التركيبات الطاقات المتجددة في نهاية 2020، والشكل الموالي يوضح حجم التركيبات الجديدة في قطاع الطاقات المتجددة الجديدة في سنة 2020.

الشكل رقم (01): التركيبات الجديدة في قطاع الطاقات المتجددة الجديدة في سنة 2020.



المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على:

-International Renewable Energy Agency (IRENA), Renewable Energy Capacity and Generation, available on: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series>, accessed on: 12 /03/2021.

وفقا للشكل السابق، نلاحظ أن إجمالي السعة من التركيبات الجديدة للطاقات المتجددة في نهاية عام 2020 في جميع أنحاء العالم بلغت حوالي 260 جيغاواط ساعي، فبعد انتهاء عمليات الغلق الصارمة في معظم البلدان تم استئناف عمليات تركيب الألواح الشمسية وإضافة حوالي 126 جيغاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، أين ساهمت دول قارة آسيا بأكثر من 60% من هذه السعة، أي حوالي 78 جيغاواط، والتي شملت أساسا خمسة بلدان هي الصين فيتنام، الهند، جمهورية كوريا واليابان، كما قامت دول أوروبا بتركيب 20.8 جيغاواط، والولايات المتحدة 15 جيغاواط وأستراليا 4.4 جيغاواط، والبرازيل 3.3 جيغاواط (IRENA I. , Renewable Capacity Statistics , 2021) ، وشهد قطاع طاقة الرياح بحلول نهاية عام 2020 توسعا قويا، حيث تضاعفت التركيبات الجديدة إلى 111 جيغاواط تقريبا، مقارنة بـ 58 جيغاواط المضافة في 2019، أين ساهمت الصين بأكثر من 72 جيغاواط تليها الولايات المتحدة الأمريكية بسعة 14 جيغاواط، أما ألمانيا التي تعد الوجهة الأولى في أوروبا لنشر طاقة الرياح، بلغ إجمالي سعة الأسطول الوطني حوالي 63 جيغاواط، 55 جيغاواط على اليابسة و7.7 جيغاواط على المياه، مما رفع مساهمة طاقة الرياح من إجمالي توليد الكهرباء في ألمانيا في عام 2020 إلى 27 بالمائة (GWEC, 2021, p. 12).

بينما نلاحظ أن التركيبات الخاصة بإنتاج الوقود الحيوي العالمي قد انخفضت من 6 جيغاواط إلى 30.2 جيغاواط، مما تسبب في انخفاض الإنتاج بنسبة 6% في سنة 2020، من 161 مليار لتر في عام 2019 إلى 151 مليار (IRENA I. , Renewable Capacity Statistics , 2021) ، مما يعكس تأثير الوباء على الطلب على الطاقة كوقود للنقل وتراجع تنافسية الوقود الحيوي في ظل انخفاض أسعار النفط الخام في تلك الفترة. وفيما يخص الطاقة المائية، نلاحظ من الشكل أنه في نهاية عام 2020، قد تعافى النمو في هذا التقنية بعد بضع سنوات متتالية من التراجع، حيث تم التكاليف بإنهاء العديد من المشاريع الكبيرة التي تأخرت في عام 2019 في عام 2020، حيث ارتفعت سعة تركيبات الطاقة الكهرومائية من 15.9 جيغاواط سنة 2019 إلى 19.76 جيغاواط سنة 2020، أما بالنسبة للطاقة الحرارية الباطنية، فنلاحظ أنها حققت انخفاضاً في حجم التركيبات الجديدة، حيث تراجعت بنسبة 2.8% وذلك بسبب تأخر العديد من المشاريع وإعلان عدم قدرتها على المنافسة.

2.2. أثر أزمة الكوفيد 19 على استثمارات الطاقات المتجددة: تسعى دول العالم الى تحويل نظام الطاقة العالمي ليتوافق مع أهداف المناخ والتنمية المتفق عليها دولياً من خلال زيادة حجم الاستثمارات في مجال الطاقات المتجددة، إلا أنه أزمة الكوفيد 19 تسببت في انخفاض حجم هذه الاستثمارات في الربع الأول من سنة 2020 بنسبة 2.6% (IRENA I. , 2020)، حيث أدت إجراءات العلق إلى تراجع النمو الاقتصادي وتشديد الأوضاع المالية، فعلى الرغم من أن صناعة الطاقة المتجددة قد تأثرت بالوباء بدرجة أقل بكثير من قطاع الطاقة التقليدية، إلا أنه في النصف الأول من عام 2020، انخفضت الالتزامات المالية في هذا القطاع بنسبة 34% مقارنة بالنصف الأول من العام السابق (IRENA I. , 2020)، حيث أدت حالة عدم اليقين في الأسواق المالية وتقلبها إلى عزوف المستثمرين عن المخاطرة، مما تسبب في انخفاض وتأخير استثماراتهم في الطاقة المتجددة.

4.2. أثر أزمة الكوفيد 19 على اليد العاملة في قطاع الطاقات المتجددة: كان لعمليات العلق التي أحدثها الوباء تأثير كبير على التوظيف في العديد من قطاعات الاقتصاد العالمي حيث فقدت ملايين الوظائف، ووفقاً لمنظمة العمل الدولية، فقد ما يعادل 255 مليون وظيفة بدوام كامل في الربع الأول من سنة 2020 في عدة قطاعات بما فيها قطاع الطاقة (ILO, 2020)، إلا أن تأثر التوظيف في قطاع الطاقات المتجددة كان بدرجة أقل من قطاع الوقود الأحفوري، فعلى الرغم من الوتيرة البطيئة للتركيبات الجديدة في سنة 2020، استمر إنجاز المشاريع، ولقد تمثل تأثر التوظيف في هذا القطاع أساساً في مشاريع التركيب الشمسي على الأسطح وخارج الشبكة، حيث انخفضت قدرة التركيب بنسبة 2.1% مقارنة

بسنة 2019، وذلك نتيجة لاضطرابات توريد المعدات والمواد الخام مما تسبب في خسارة بعض العمال لمناصبهم وبالتالي تقييد ميزانيات الأسر. وفيما يلي نذكر تداعيات أزمة الكوفيد 19 على قطاع التوظيف في الطاقات المتجددة لبعض المناطق في العالم: (IRENA I. , 2020)

- إن الانخفاض في التركيبات الشمسية الجديدة في الربع الثاني من عام 2020 في الولايات المتحدة، تسبب في فقدان أكثر من 65 ألف وظيفة عامل في تركيب، كما أدت الاضطرابات الوباء إلى تقليل القدرات طاقة الرياح البرية وبالتالي خسارة أكثر من 35 ألف وظيفة؛
- في الهند، واجه 70 ألف شخص يعملون في بناء وصيانة محطات الطاقة الشمسية لخطر فقد وظيفته بسبب تأخر إنجاز وتسليم المشاريع لعدة أشهر؛
- أثر غلق المصانع لمدة 40 يوم في بنغلاديش إلى توقيف 100 ألف عامل في مجال الطاقة الشمسية.
- إن انخفاض التركيبات الجديدة في الأسواق الأوروبية الرئيسية، خاصة بعد وقف إنتاج أحد نماذج التوربينات الخاصة بشركة (Vestas) في الدنمارك، سبب في إلغاء 400 وظيفة، أي حوالي 10% من القوة العاملة في البلاد؛
- تعرضت الوظائف في قطاع الوقود الحيوي لخطر الفقد، فبعد انخفاض الطلب على وقود النقل بشكل كبير أثناء فترة الوباء، تم إغلاق معظم مصانع الإيثانول في العالم مما تسبب في آثار مدمرة على المزارعين ومصنعي المعدات الزراعية.

نستنتج مما سبق، أن قطاع الطاقات المتجددة تأثر كسائر قطاعات الاقتصاد العالمي بتداعيات الوباء الذي تسبب في تأخر إنهاء المشاريع وإلغاء بعضها نتيجة لتعطل الإمدادات من المواد الأولية ونقص الدعم المالي وصعوبة الحصول على التمويل، فحتى لا تصدم المشاريع بالآزمات المستقبلية ويتوقف نشاطها وبالتالي إلحاق الخسارة للمستثمرين، لابد أن يتم وضع سياسات منظمة للقطاع تتصف بالمرونة مع الاحداث العالمية والظروف القاهرة، بحيث يجب تصميم هذه السياسات بشكل صحيح ودقيق قبل البدء في المشروع لضمان ثقة المستثمر طيلة فترة استثماره.

5.2. أثر أزمة كوفيد 19 على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم: نتيجة لتطبيق إجراءات احتواء فيروس كورونا والانخفاض الكبير في الطلب على الطاقة في الربع الأول من سنة 2020 سجلت الانبعاثات العالمية المرتبطة بالطاقة العالمية انخفاضا بنسبة 5.8% وفقا للبيانات الإحصائية للوكالة الدولية للطاقة، وهو أكبر انخفاض سنوي بالنسبة المئوية منذ الحرب العالمية الثانية (IEA I. , 2021)، فلقد أدى

انخفاض استهلاك الوقود الأحفوري الى تراجع حجم الانبعاثات الكربونية بنحو 2 مليار طن، حيث انخفضت من 33.39 مليار طن سنة 2019 إلى 31.72 في شهر أبريل 2020، ويرجع ذلك أساسا الى انخفاض الانبعاثات من أكثر أنواع الوقود كثافة للكربون الفحم النفط والغاز الطبيعي، التي ساهمت في انخفاض الانبعاثات بالنسب التالية 8%، 4.5% و 2.3% على التوالي (IEA I. E., 2020)، كما ساهم توقف القطاعات الأخرى أكثر استهلاكاً للوقود في تراجع حجم الانبعاثات خاصة في النصف الأول من شهر أبريل، لا سيما في أوروبا والولايات المتحدة، فبعد تحليل مجموعة من بيانات الطاقة والنشاط الاقتصادي المتاحة حتى نهاية شهر أبريل 2020 لتقدير تغيرات الانبعاثات اليومية أثناء فترة الحجر، لاحظ الخبراء أن تراجع نشاط النقل البري ساهم في تخفيض الانبعاثات العالمية بنسبة 36% أي بمتوسط تخفيض بلغ 7.5 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في اليوم، وساهم قطاع الصناعة بتخفيض 19% من إجمالي الانبعاثات بمتوسط 4.3 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في اليوم، أما في قطاع الطيران فلقد ساهم بتخفيض 2.2 مليون طن يوميا، في حين حدث نمو طفيف في الانبعاثات العالمية في القطاع السكني بنسبة 2.8% أي بمتوسط زيادة 0.2 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في اليوم (Corinne Le Quéré et al, 2020)

3. آفاق الطاقات المتجددة والهيدروجين الأخضر في إطار الانتقال الطاقوي 2050.

قطعت دول العالم أشواطاً كبيرة في العقد الماضي في مجال الانتقال الطاقوي، حيث اختارت العديد من الحكومات في العالم أنظمة الطاقة المتجددة لتسريع التقدم الاقتصادي والتنمية، وأيضاً لخفض الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري بغية تحقيق الأهداف المناخية الدولية على النحو المنصوص عليه في اتفاقية باريس، فلقد أظهرت مصادر الطاقة المتجددة تفوقها بشكل كبير على الوقود الأحفوري والنووي مجتمعين فيما يخص التركيبات الجديدة ذات التكلفة المنخفضة كحل لمشكلة الوصول إلى الطاقة، ومن هذا المنطلق، تواصل دول العالم تحقيق رؤية النظام الطاقوي الجديد الذي يعتمد على تقنيات مصادر الطاقات المتجددة بالإضافة إلى الهيدروجين الأخضر، ويكمله تطبيق مختلف التقنيات لزيادة كفاءة الطاقة في القطاعات الاقتصادية الأكثر استهلاكاً لها، بهدف الانتقال إلى نظام طاقة أكثر استدامة يساهم في تحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية وتحقيق مناخ خال من الكربون بحلول عام 2050.

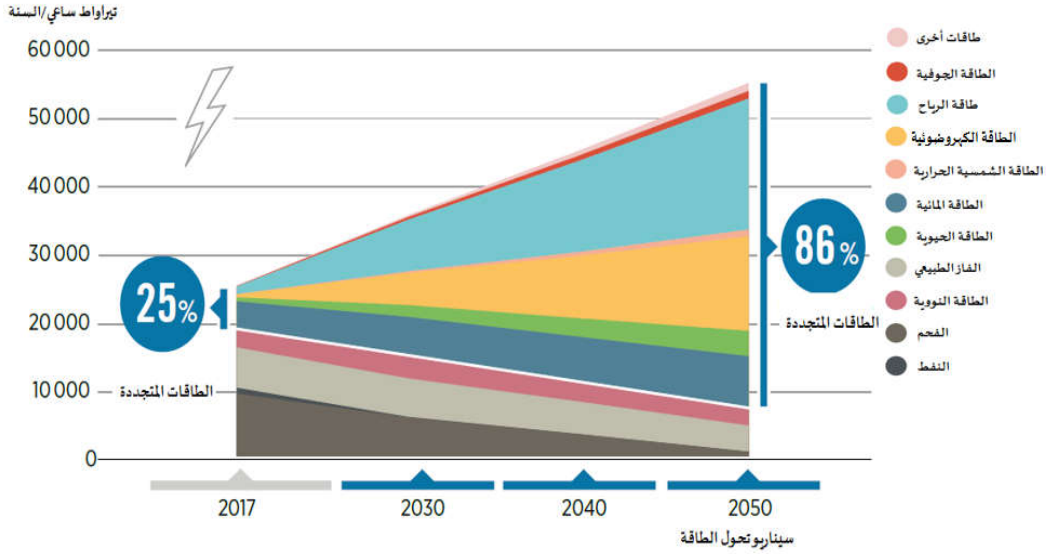
1.3. آفاق الطاقات المتجددة وآثارها الاجتماعية والاقتصادية: تشير المعطيات الحالية لصناعة

الطاقات المتجددة أنها تحتل جزءاً مهماً من السياسات الطاقوية للدول المستهلكة، حيث أن مساهمتها في مزيج الطاقة العالمي أخذ في الارتفاع في ظل انخفاض التكاليف وتزايد تدفق الاستثمارات، فمن هذا

المنطلق، قام فريق السياسة التابع للوكالة الدولية للطاقة المتجددة بإعداد سيناريو الطاقة المتجددة لغاية سنة 2050، وذلك لإبراز مدى فعالية هذا النظام الطاقوي الجديد وآثاره الإيجابية على الاقتصاد، كما قام فريق من الباحثين والمختصين في الوكالة الدولية للطاقة بتصميم سيناريو صافي الصفر بهدف تمكين الدول من إزالة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نظام الطاقة العالمي في سنة 2050، بالإضافة لإعلان بعض الدول الرئيسية دعمها وتشجيعها لصناعة الهيدروجين الأخضر كوقود نظيف ووسيلة فعالة لتخزين الطاقة.

1.1.3. آفاق الطاقات المتجددة: تتسم آفاق الطاقة المتجددة بموجب سيناريو السياسات المعلنة لوكالة الطاقة الدولية وخارطة طريق الطاقة المتجددة المعدة من قبل فريق السياسة التابع للوكالة الدولية للطاقة المتجددة بالمرونة في جميع مناطق العالم خاصة مع السياسات الداعمة وتكاليف التكنولوجيا المنخفضة، حيث خلصت كل من سيناريوهات الوكالتين إلى أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح ستمثل معظم توليد الكهرباء القائم على مصادر الطاقة المتجددة في آفاق 2030 و 2050، ولقد وضع سيناريو التنمية المستدامة لوكالة الطاقة الدولية أن الدعم المكثف وخفض التكاليف يمكن أن يؤدي إلى زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة الحديثة ليصل مساهمتها في الاستهلاك النهائي للطاقة إلى أكثر من 25% في مطلع 2030، وفي هذه الحالة ستشكل مصادر الطاقة المتجددة ما يزيد 80% إجمالي إمدادات الكهرباء (IRENA, 2021, p. 18)، كما يوضح سيناريو تحويل الطاقة لسنة 2050 التابع للوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أن استمرار النمو السريع في الطاقة المتجددة خلال العقد القادم ، سيساهم في رفع حصة مصادر الطاقة المتجددة من إجمالي إمدادات الطاقة الأولية إلى حوالي 65% في عام 2050، والشكل الموالي يوضح مزيج الطاقة المتجددة حسب سيناريو الوكالة الدولية للطاقة المتجددة حول تحول الطاقة في عام 2050 والقائم على أعلى حصة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

الشكل رقم (03): مساهمة الطاقات المتجددة في مزيج توليد الكهرباء بحلول عام 2050.



Source : International Renewable Energy Agency, IRENA, Global Renewables Outlook : Energy transformation 2050, Abu Dhabi, 2020, p :69.

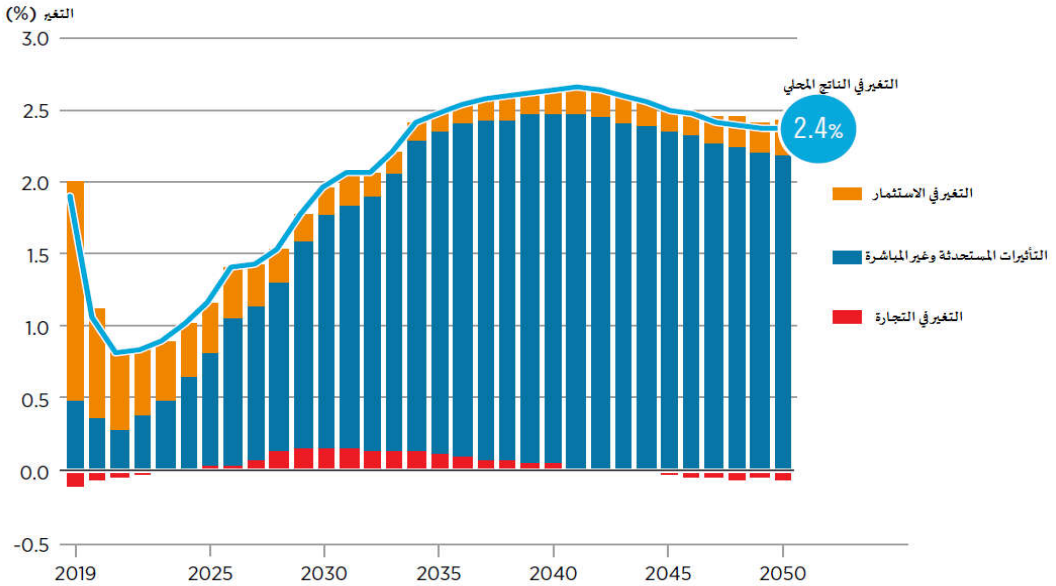
من خلال الشكل السابق، يحدد سيناريو تحويل الطاقة مسارا لتحقيق حصة 86% من مصادر الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء بحلول عام 2050، فمن ناحية الاستخدام النهائي، ستزيد حصة الكهرباء في الاستهلاك النهائي للطاقة وستتضاعف حصة الكهرباء المستهلكة في الصناعة والمباني والنقل، حيث ستساهم الطاقات المتجددة في توليد معظم هذه الكهرباء، أين ستقود الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح الطريق في تحول قطاع الكهرباء العالمي، حيث ستكون طاقة الرياح مصدرا رئيسيا لتوليد الكهرباء وستوفر أكثر من ثلث إجمالي الطلب على الكهرباء، كما ستساهم الطاقة الشمسية الكهروضوئية في تزويد 25% من إجمالي الطلب، ولبلوغ هذا الهدف لابد من رفع إجمالي السعة المركبة بحلول عام 2050، بحيث يجب أن يكون هناك توسيع لقدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى 8519 جيغاواط و6044 جيغاواط من تركيبات طاقة الرياح (IRENA I. , 2020, p. 68)، كما يمكن للطاقة الكهرومائية أن تساهم بشكل كبير في المزيج الطاقوي لتوليد الكهرباء بحلول عام 2050، حيث ستلعب دورا مهما في دمج أعلى الحصة من الطاقة الكهرومائية، والتي ستزداد قدرة تركيباتها بمقدار الثلثين تقريبا مقارنة بالمستويات الحالية (1297 جيغاواط)، لتصل إلى 2147 جيغاواط بحلول عام 2050. ومن الشكل نلاحظ كذلك أن حصة مصادر الطاقة الأحفورية في إجمالي الاستخدام النهائي

للطاقة حسب سيناريو 2050 ستراجع، حيث ستصل إلى 13%، 10% و3% بالنسبة للنفط والغاز الطبيعي والفحم على التوالي (IRENA I. , 2020, p. 72)، وذلك باعتبارها المصادر الأكثر تسببا في انبعاثات الكربون، لذلك، فإن زيادة استخدام تقنيات الطاقة المتجددة منخفضة التكلفة والاعتماد الأوسع على الكهرباء لتطبيقات الاستخدام النهائي أمر بالغ الأهمية، فهو يسمح بتحقيق التحول العالمي للطاقة من خلال الجمع بين تلبية طلب القطاعات الاقتصادية المختلفة للكهرباء وإزالة الكربون بالكامل تقريبا من قطاع الكهرباء بحلول عام 2050.

2.1.3. الآثار الاقتصادية والاجتماعية للطاقات المتجددة بحلول عام 2050: تعد تقنيات الطاقة المتجددة في صميم عملية انتقال الطاقة المطلوبة، التي تسعى إلى تحقيق نظام طاقة أكثر استدامة وبالتالي تحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية، وفي هذا الصدد، قامت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة بتحليل آثار التحول إلى نظام الطاقات المتجددة وإعطاء صورة شاملة لتأثير هذا التحول على متغيرات اقتصادية واجتماعية، وذلك باستخدام نهج الاقتصاد القياسي الكلي عبر نموذج «3EME» الذي يربط نظام الطاقة واقتصادات العالم ضمن إطار كمي واحد ومتسق، ويحلل المتغيرات مثل الناتج المحلي الإجمالي والتوظيف والرفاهية (في الملحق معلومات حول النموذج)، والتي يمكن لنتائجها أن تفيد في تخطيط نظام الطاقة العالمي، صنع السياسات الاقتصادية، والسياسات الأخرى المتخذة لضمان انتقال عادل وشامل للطاقة على المستوى العالمي والإقليمي والوطني، وفيما يلي نتائج تحليل النموذج:

1.2.1.3. نمو الناتج المحلي الإجمالي GDP: تماشيا مع تقديرات الوكالة الدولية للطاقات المتجددة، سيعمل سيناريو تحويل الطاقة على رفع الناتج المحلي الإجمالي العالمي لعام 2050 بنسبة 2.4%، حيث ستبلغ المكاسب التراكمية للفترة (2019-2050) حوالي 98 تريليون دولار أمريكي (IRENA I. , 2020, p. 109)، والشكل الموالي يوضح كيف يمكن لسيناريو تحول الطاقة أن يعزز الناتج المحلي الإجمالي العالمي.

الشكل رقم (04): التغير في الناتج المحلي الإجمالي العالمي حسب سيناريو تحول الطاقة العالمي لعام 2050.



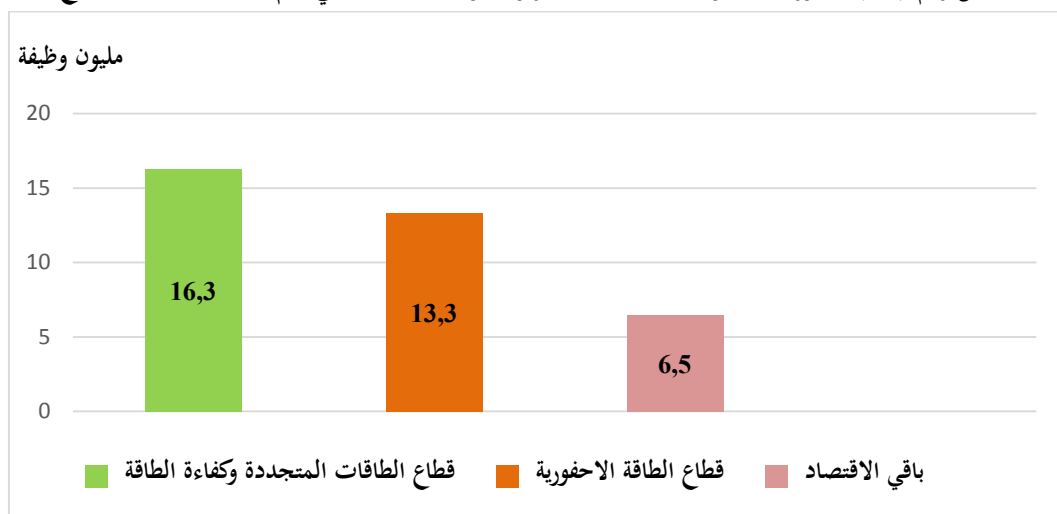
Source : International Renewable Energy Agency IRENA, Global Renewables Outlook : Energy transformation 2050, Abu Dhabi, 2020, p :108.

وفقا للشكل رقم (04)، نلاحظ أن الناتج المحلي الإجمالي يتأثر بالعديد من العوامل المحركة في الاقتصاد العالمي، ووفقا لسيناريو تحول الطاقة 2050، نلاحظ أن زيادة الاستثمارات المرتبطة بالانتقال الطاقوي والمتمثلة في الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، يساهم بشكل كبير في تحقيق المكاسب خلال السنوات الأولى من التحول، ونلاحظ من الشكل أن تأثير التحول يظل إيجابيا على النمو طوال الفترة ولكن مع تأثير منخفض نسبيا بعد 2040، فحسب الوكالة الدولية للطاقات المتجددة تم تقدير الاستثمار التراكمي المطلوب في قطاع الطاقة ضمن سيناريو تحول الطاقة الخاص بها، بنحو 60 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2030 وحوالي 110 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2050، بحيث ستكون هناك حاجة إلى أكثر من 37 تريليون دولار أمريكي لحلول كفاءة الطاقة، و 27 تريليون دولار أمريكي لمصادر الطاقة المتجددة، وأكثر من 13 تريليون دولار أمريكي لكهربية قطاعات الاستخدام النهائي (المركبات الكهربائية والسكك الحديدية)، و 13 تريليون دولار أمريكي لشبكات الطاقة وتدابير مرونة الطاقة (كالمعدات الذكية وتخزين الطاقة) (IRENA C. P., 2020) ، بينما نلاحظ أن قطاع التجارة المرتبط وغير المرتبط بالطاقة، يساهم بمساهمات هامشية في مكاسب الناتج المحلي الإجمالي العالمي على مدى سيناريو تحول الطاقة، بسبب زيادة الواردات أو انخفاض الصادرات، في حين نلاحظ أن الحصة الأكبر من مكاسب الناتج المحلي الإجمالي العالمي تعود للتأثيرات المستحدثة وغير المباشرة، والتي تشمل

تغيرات إنفاق الأفراد استجابة للتغيرات في السياسة المالية والأنشطة الاقتصادية والتغيرات المرتبطة بمستويات الأجور، حيث سيرتفع النصيب السنوي للفرد بحوالي 367 دولار أمريكي سنويا عند ارتفاع متطلبات الاستثمار في الطاقة النظيفة بـ 122 دولارا أمريكيا للفرد في السنة، و54 دولار أمريكي للفرد في السنة عند ارتفاع متطلبات الاستثمارات الأخرى العام (IRENA I. , 2020, p. 110).

2.2.1.3. زيادة التوظيف: حسب سيناريو تحول الطاقة 2050 سيتأثر التوظيف العالمي في المستقبل، فمن خلال الشكل الموالي سيتم توضيح أثر سيناريو الطاقة 2050 على الزيادة والانخفاض العالميين في التوظيف عبر ثلاثة مستويات: قطاع الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، وقطاع الطاقة الأحفورية وباقي الاقتصاد.

الشكل رقم (05): تطور عدد الوظائف حسب سيناريو تحول الطاقة العالمي عام 2050 حسب القطاع.



Source : International Renewable Energy Agency IRENA, Global Renewables Outlook : Energy transformation 2050, Abu Dhabi, 2020, p :108.

في إطار سيناريو الوكالة الدولية لتحول الطاقة 2050، يكتسب قطاع مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 16.3 مليون وظيفة، في حين أن قطاع الطاقة الأحفورية يكتسب 13.3 مليون وظيفة وهو أقل من قطاع مصادر الطاقة المتجددة بـ 3.3 مليون وظيفة، وذلك بسبب توقع التخلص التدريجي من الوقود الأحفوري والتقنيات ذات الصلة، أما القطاعات الاقتصادية المتبقية سينخفض حجم العمالة بها ليصل إلى 6.5 مليون وظيفة، ويعود ذلك لكيفية توزيع الاستثمار الإجمالي وتفضيل القطاعات المرتبطة بالتحول الطاقوي، الأمر الذي سيؤثر سلبا على العمالة في القطاعات الأخرى، مما يستدعي ضرورة تحديد سياسة انتقالية شاملة وعادلة تتطلع إلى ما وراء قطاع الطاقة الأحفورية دون فقدان الوظائف في

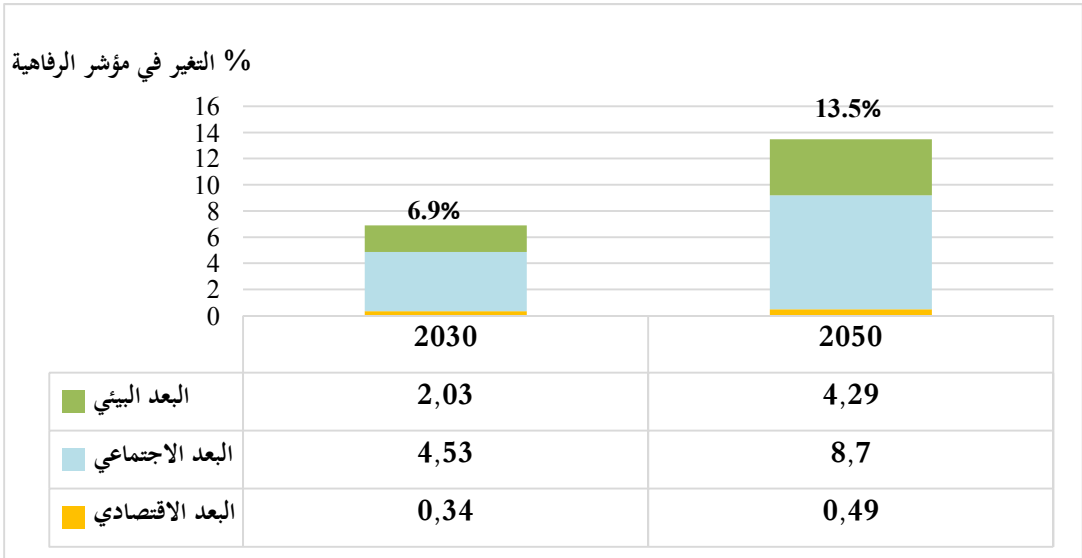
القطاعات الأخرى، وذلك لأن العواقب الاجتماعية والاقتصادية لهذا التحول الطاقوي، إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح، قد تصبح عوائق أمام التحول بحد ذاته.

3.2.1.3. **تحسين الرفاهية والمستوى المعيشي:** قامت الوكالة الدولية للطاقة بإدراج مؤشر الرفاهية في سيناريو تحول الطاقة 2050، وذلك بهدف قياس تحسينات الرفاهية لدى الأفراد باعتبار أن مؤشر الناتج المحلي الإجمالي وحده لا يعكس النطاق الكامل لمكاسب رفاهية الأفراد.

ويتضمن مؤشر الرفاهية أبعادا اقتصادية واجتماعية وبيئية، بحيث يتضمن كل بعد منه مؤشرين فرعيين فالبعد الاقتصادي يتكون من مؤشر استهلاك الأسرة والاستثمار وكذلك العمالة، والبعد الاجتماعي يتكون من الإنفاق على التعليم والآثار الصحية من تلوث الهواء، أما البعد البيئي فيتكون من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري واستهلاك المواد، والشكل الموالي يوضح مدى تطور هذا المؤشر المركب في ظل سيناريو تحول الطاقة 2050 بالمقارنة مع ما تم التخطيط له لسنة 2030.

الشكل رقم (06): تطور مؤشر الرفاهية في ظل سيناريو تحول الطاقة 2050 بالمقارنة مع سيناريو

2030.



Source : International Renewable Energy Agency IRENA, Global Renewables Outlook : Energy transformation 2050, Abu Dhabi, 2020, p : 111.

في ظل سيناريو تحول الطاقة بحلول عام 2050، سيتحسن مؤشر الرفاهية العالمية بشكل كبير لتصل إلى نسبة 13.5 بالمائة، حيث نلاحظ من الشكل أن الأبعاد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية للمؤشر مقارنة مع ما تم التخطيط له لسنة 2030، ستتحسن بـ 4.17%، و 1.99% و 0.15% على التوالي مما

يعكس الآثار الاجتماعية والبيئية الإيجابية على التعليم وصحة الانسان نظرا لانخفاض العوامل الخارجية السلبية كالضغط على النظم البيئية من خلال تقليل استخدام الفحم والتنقيب عن النفط والغاز، مما يسمح بانخفاض تلوث الهواء والمياه وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتحسين الظروف التعليمية بشكل كبير من خلال الوصول إلى أشكال الطاقة الحديثة والخدمات التي تقدمها، بالإضافة إلى التحسينات الاقتصادية المتمثلة في شكل مكاسب العمالة وارتفاع الدخل، وارتفاع التدفقات الاستثمارية والتجارية.

2.3. الهيدروجين الأخضر: بحلول عام 2050، عندما يتم اعتماد نظام الطاقة الجديد، سيتم كهربة نصف الاستخدام النهائي للطاقة، والذي يقوم إلى حد كبير على مصادر الطاقة المتجددة، حيث سيتم استهلاك ما يقرب من 90% ككهرباء مباشرة ذات مصدر نظيف و15% المتبقية من الكهرباء المتجددة تستخدم لإنتاج الهيدروجين الأخضر (IRENA I. , 2020, p. 180)، وذلك بغرض استعماله كخيار مناسب لتوفير الوقود خاصة للقطاعات ذات الاستخدام الكثيف للطاقة والتي يصعب تشغيلها بالكهرباء مثل الصناعات الثقيلة (صناعة الصلب وإنتاج المواد الكيميائية)، وسائل النقل الكبيرة (سفن، طائرات، قطارات،...)، كما يمكن للهيدروجين الأخضر أن يوفر المرونة من خلال المساعدة في موازنة الحصص المتزايدة الكهرباء المتجددة وتسهيل تخزين الفائض منها بدلا من تخزينها في مجموعات كبيرة من البطاريات. ومن هذا المنطلق، سيشهد الطلب على الهيدروجين نموا قويا وذلك لاعتماده على التقنيات النظيفة لإنتاج الوقود، حيث سيسمح بتجنب ما يصل إلى 60 جيغا طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحلول 2050، وهو ما يمثل 6.5% من إجمالي التخفيضات التراكمية للانبعاثات (IEA I. , Global Hydrogen Review, 2021).

وتتوقع وكالة الطاقة الدولية ضمن سيناريو صافي الصفر للانبعاثات بحلول عام 2050، أن استخدام الهيدروجين سيمتد إلى عدة أجزاء من قطاع الطاقة وينمو ستة أضعاف عن المستويات الحالية لتلبية أكثر من 10% من إجمالي من احتياجات الطاقة في العالم مستوى منخفض من الكربون (IEA I. , Global Hydrogen Review, 2021)، حيث يمكن أن يساهم في تغطية 24% من إجمالي الطلب النهائي على الطاقة في أوروبا في عام 2050، أي بما يقدر بـ 2250 تيراواط ساعي (Van Wijk and al., 2019)، وذلك كونه سيصبح سوقا قابلا للتوجيه بقيمة 10 تريليون دولار، ومن المقرر أن يتجاوز الاستثمار في إنتاج الهيدروجين الأخضر مليار دولار سنويا بحلول عام 2023 (Green 2023) (Hydrogen is the Future, 2021)، فمن المتوقع أن تكلفة الهيدروجين الأخضر ستخفض بسرعة

بسبب أثر انخفاض تكلفة الطاقات المتجددة، مما سيساهم في حدوث زيادة واضحة في عدد مشاريع الهيدروجين الأخضر في العالم، سنذكر بعضها فيما يلي:

- تخطط شركة الطاقة «Hydro- Québec» لبناء واحدة من أولى منشآت إنتاج الهيدروجين الأخضر في العالم في كيبيك، من خلال تركيب محطة التحليل الكهربائي للمياه بقدرة 88 ميغاواط، ومن المتوقع أن تنتج هذه المحطة أكثر من 11 ألف طن من الهيدروجين الأخضر سنوياً، وستقوم المنشأة بتوصيل الهيدروجين النظيف إلى مصنع للوقود الحيوي لإنتاج الوقود الحيوي من النفايات المتبقية لقطاع النقل، ومن

المقرر أن يبدأ تشغيل المشروع الكبير في عام 2023. (Hydro-Québec, 2021)

- تعاونت شركة «Air Products» بالولايات المتحدة مع شركة «Acwa Power» في المملكة العربية السعودية لإنشاء مصنع على مستوى عالمي للهيدروجين الأخضر والأمويا الخضراء بتكلفة 5 مليار دولار في المدينة المستقبلية «Neom» بالمملكة السعودية، وستنتج 650 طناً يومياً من الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي التي سيتم تحويلها بعد ذلك إلى 1.2 مليون طن سنوياً من الأمونيا الخضراء، ليتم تصديرها إلى الأسواق الدولية الأخرى، وسيساعد المشروع على تقليل أكثر من ثلاثة ملايين طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنوياً ومن المقرر أن يبدأ المشروع في عام 2050. (Air Products, s.d.)

- تتعاون الشركتين الطاقويتين «BP» البريطانية و«Orsted» الدانماركية لتطوير محطة تحليل كهربائي بقدرة 50 ميغاواط في مصفاة «Lingen» التابعة لشركة «BP» في شمال غرب ألمانيا، حيث سيتم تشغيلها بواسطة الطاقة المتجددة المتولدة من مزرعة رياح بحرية في بحر الشمال وسيتم استخدام الهيدروجين المنتج في المصفاة في عمليات التكرير دون التسبب في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ومن المتوقع الانتهاء من

المشروع عام 2022. (Bp and Ørsted, s.d.)

- ستقوم شركة إنتاج الغاز «Air Liquide» الفرنسية بإنشاء مجمع التحليل الكهربائي على نطاق واسع يصل إلى 200 ميغاواط لإنتاج الهيدروجين المتجدد ومنخفض الكربون، كما ستقوم شركة الغاز «Linde» ببناء مصنع للتحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين الأخضر بطاقة 24 ميغاواط، ليتم تسليمه إلى عملاء الشركة الصناعيين عبر خطوط الأنابيب الحالية، كما ستقوم الشركة أيضاً بتوزيع الهيدروجين الأخضر المسال على محطات التزود بالوقود في المنطقة مما سيخفض ما يصل إلى 40 ألف طن من

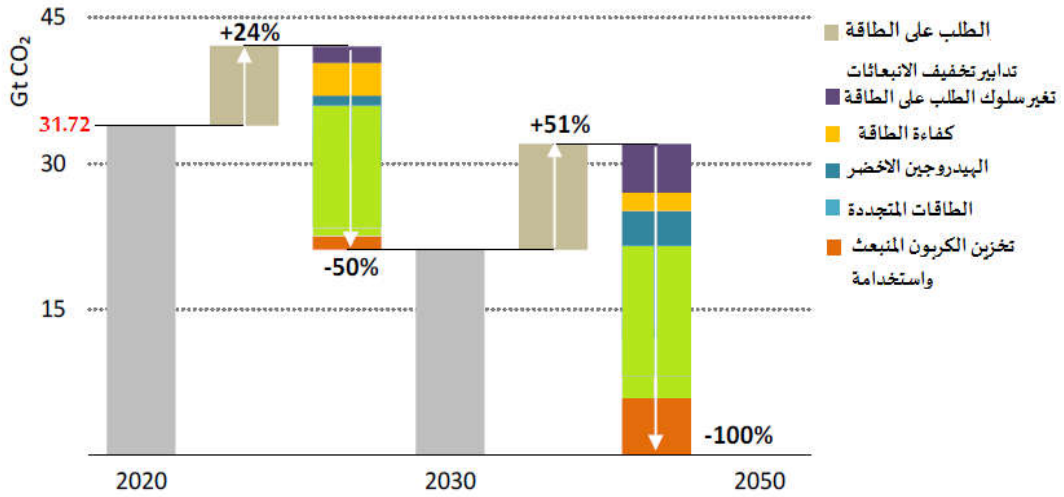
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنوياً. (Air liquide, 2020)

- بدأت شركة الطاقة الألمانية «Uniper» وسلطة ميناء «روتردام» دراسة جدوى بشأن إنشاء مصنع هيدروجين أخضر في روتردام، هولندا، ومن المتوقع أن يطور الشركاء محطة 100 ميغاواط، والتي سيتم توسيعها لاحقا إلى 500 ميغاواط (Cooperation Uniper and Port of Rotterdam, s.d.) تظهر هذه الأمثلة عن المشاريع المستقبلية للشركات العالمية، أن صناعة الهيدروجين الأخضر هو طاقة المستقبل، فهي لا تدخر جهدا لتسريع تحول نظام طاقتها إلى هذا المجال.

3.3. إزالة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نظام الطاقة العالمي في سنة 2050:

في 31 مارس 2021، استضافت الوكالة الدولية للطاقة قمة «صافي الصفر Net Zero» لتقييم التزامات الدول والشركات بأهداف اتفاقية باريس، والتركيز على الإجراءات اللازمة لبدء تحويل تلك الالتزامات إلى حقيقة واقعة والمتمثلة في صافي الصفر من انبعاثات من غازات الاحتباس الحراري. وفي هذا الصدد، تم انعقاد الدورة السادسة والعشرين لمؤتمر الأطراف (COP 26) لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في الثالث عشر من نوفمبر 2021، حيث تعهدت الدول الأعضاء بأهداف طويلة الأجل لتحقيق صفر انبعاثات من غازات الاحتباس الحراري في العقود القادمة، وذلك من خلال خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن العمليات الصناعية المتعلقة بالطاقة وتحقيق تحول طاقوي يتوافق مع أهداف المناخ العالمية ويسمح بتضييق فجوة الانبعاثات، وبلوغ هذا الهدف تم تصميم سيناريو صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050 بغية إبراز ما هو مطلوب عبر القطاعات الرئيسية ومختلف الجهات الفاعلة، حيث يعتمد هذا السيناريو على مجموعة من الركائز الأساسية التي تشمل: كفاءة الطاقة، التغيرات السلوكية في الطلب على الطاقة، الطاقة المتجددة واعتماد الكهرباء في القطاعات ذات الاستخدام النهائي للطاقة، استخدام الوقود القائم على الهيدروجين الأخضر وتخزين الكربون المنبعث وإعادة استخدامه، والشكل المادي يوضح تخفيضات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بعد تطبيق هذه الركائز الأساسية.

الشكل رقم (07): تخفيضات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بعد تطبيق تدابير التخفيف في 2050.



Source : International Energy Agency, IEA, Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector Special Report, Paris, p : 64.

يوضح الشكل السابق سيناريو تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ومسار بلوغها الصفر في سنة 2050 عند تطبيق تدابير إزالة الكربون من نظام الطاقة العالمي، ونلاحظ من الشكل أن حجم الانبعاثات في سنة 2020 قدرت بـ 31.72 جيجا طن، ومع مرور الوقت سيزداد حجم النمو الاقتصادي والسكاني ومنه ارتفاع الطلب على الطاقة بنسبة 24% مما سيؤدي لارتفاع أكثر للانبعاثات، الوضع الذي يستدعي تطبيق تدابير التخفيف، فمن الشكل السابق، نلاحظ أنه عامل تغيير المواطنين أو المستهلكين لطريقة استخدامهم للطاقة سيساهم بشكل كبير في تخفيض انبعاثات الكربون من هذا القطاع، فعلى سبيل المثال، إذا تم تركيب سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية في المنازل أو اقتناء مركبات كهربائية وتقليل عدد الرحلات والتنقلات، سيتم تحقيق وفورات طاقوية بالإضافة الى تخفيض الانبعاثات، كما نلاحظ أن التحسينات في كفاءة الطاقة تقدم مساهمة حاسمة في الحد من الطلب على الطاقة والانبعاثات حتى عام 2030، وذلك من خلال تنفيذ تدابير الكفاءة في الصناعة والمباني والنقل وتوسيع نطاقها، وعلى الرغم من أن تدابير كفاءة الطاقة ستتحسن أكثر مستقبلاً مع تقدم التكنولوجيا بعد عام 2030، إلا أن مساهمتها في خفض الانبعاثات بشكل عام ستخف وتراجع ذلك إلى تقنيات الطاقة المتجددة التي ستصبح الركيزة الأساسية لتقليل الانبعاثات من إمدادات الكهرباء، حيث ستزداد حصة مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي توليد الكهرباء على مستوى العالم من 60% في عام 2030 وإلى ما يقرب من 90% في عام 2050، وذلك بفضل التوسع الكبير في قدرات طاقة

الرياح والطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بالإضافة إلى إنتاج الهيدروجين الأخضر الذي سيكون حوالي نصف مصدره عام 2030 من التحليل الكهربائي والباقي من الفحم، والغاز الطبيعي عن طريق عمليات تخزين الكربون المنبعث وإعادة استخدامه، والتي تعتبر طريقة للتصدي للانبعاثات من أكثر القطاعات مسببة لها وتوفير مسار فعال لإزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

4. الخاتمة:

حققت مصادر الطاقة المتجددة المستخدمة لتوليد الكهرباء نموا إيجابيا سنة 2020 والتي كان أداؤها أفضل من بقية مصادر الطاقة الأخرى، إلا أن أزمة الكوفيد 19 كان لها تأثيرا سلبيا على التنمية العالمية لمصادر الطاقة المتجددة، حيث أثرت هذه الأزمة على جداول المشاريع وتاريخ إنائها بسبب إجراءات الغلق لاحتواء الجائحة، إلى جانب انخفاض الطلب على الكهرباء الذي تسبب في تأخير تشغيل محطات جديدة، في الوقت نفسه، تقلص توافر التمويل وتقلصت الرغبة في المخاطرة بين المستثمرين، مما أثر على الاستثمارات والتركيبات المستقبلية، لكن وبالرغم من كل ما سبق، أثبتت الطاقة النظيفة مرونتها اتجاه الأزمة خلال تلك الفترة، حيث حافظت مصادر الطاقة المتجددة على أسعارها المنخفضة مما سيجعل الاستثمار في هذه الطاقات النظيفة الاستثمار الأمثل للإنعاش الاقتصادي لما بعد الكوفيد 19، باعتباره وسيلة تأمين مثالية للطاقة ضد الأوبئة العالمية ولعالم طبيعي صحي خال من الكربون.

ويتضح مما سبق أن تحول الطاقة إلى نظام طاقي يعتمد على الطاقات المتجددة النظيفة ويهدف في جوهره إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بقطاع الطاقة، وذلك بهدف الحد من تغيرات المناخ ومنع ارتفاع درجات الحرارة العالمية بأكثر من 1.5 درجة مئوية، كما أن هذا التحول يوفر فرصا عديدة للتنمية الاقتصادية المستدامة وأمن الطاقة وخلق فرص العمل بالإضافة إلى مزايا أخرى، مما حفز العديد من حكومات العالم إلى تصميم عملية الانتقال الطاقي عن طريق النشر السريع لأنظمة الطاقة المتجددة وإرساء تدابير كفاءة الطاقة في مختلف القطاعات وذلك بما يوافق سياساتها وقدراتها التكنولوجية والتمويلية التي تمكنها من الاستثمار.

1. AWEA, A. (2020). *COVID 19 Impacts on American Wind Industry and Mitigation Proposals*. Washington.
2. Van Wijk and al., (2019). A North Africa - Europe Hydrogen Manifesto. *Dii Desert Energy*, (p. p :15). Dubai.
3. (2021, AVRIL 01). Récupéré sur Green Hydrogen is the Future: <https://www.process-worldwide.com/green-hydrogen-is-the-future-a-1005639>
4. Air liquide. (2020). *Air Liquide devient propriétaire à 100% du projet de production d'hydrogène vert H2V Normandy*. Récupéré sur <https://www.usinenouvelle.com/article/air-liquide-devient-proprietaire-a-100-du-projet-de-production-d-hydrogene-vert-h2v-normandy>,
5. Air Products, A. N. (s.d.). *Air Products, ACWA Power and NEOM Sign Agreement for \$5 Billion Production Facility in NEOM*. Récupéré sur <https://www.airproducts.com/news-center/2020/07/0707-air-products-agreement-for-green-ammonia-production-facility-for-export-to-hydrogen-market>
6. Bp and Ørsted. (s.d.). *Bp and Ørsted to create renewable hydrogen partnership in Germany*. Récupéré sur <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-and-orsted-to-create-renewable-hydrogen-partnership-in-germany.htm>
7. Cooperation Uniper and Port of Rotterdam. (s.d.). *Cooperation Uniper and Port of Rotterdam Authority in production green hydrogen*. Récupéré sur <https://www.uniper.energy/news/cooperation-uniper-and-port-of-rotterdam-authority-in-production-green-hydrogen>
8. Corinne Le Quéré et al, . (2020, July Vol 10). Temporary Reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement, ., *Nature Climate Change*, pp. (647–653).
9. dfgf. (fgf). gdf. fdg: dfg.
10. GWEC, G. (2021). *Global Wind*. Belgium.
11. Hydro-Québec. (2021). *Hydro-Québec exploitera l'un des électrolyseurs les plus puissants du monde pour la production d'hydrogène vert*. Récupéré sur <http://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiqués-de-presse/>
12. IEA, I. (2021). *Exploring the impacts of the Covid-19 pandemic on global Energy markets, Energy resilience, and Climate change*. Récupéré sur <https://www.iea.org/topics/covid-19>, accessed on : 02/03/2021.

13. IEA, I. (2021). *Global Hydrogen Review*. PARIS.
14. IEA, I. (2021). *The Covid-19 pandemic resulted in the largest-ever decline in global emissions*.
15. IEA, I. E. (2020). *Global Energy Review- The impacts of the Covid-19 Crisis on global Energy demand and CO2 emissions*. Paris.
16. ILO, I. (2020). *COVID-19 and the world of work. Seventh edition Updated estimates and analysis*.
17. IRENA , I. (2020). *The post-Covid recovery : An agenda for resilience, development and equality*. Abu Dhabi.
18. IRENA. (2021). *World Energy Transitions Outlook : 1.5°C Pathway*,. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency;.
19. IRENA, C. P. (2020). *Global Landscape of Renewable Energy Finance Report*. Abu Dhabi.
20. IRENA, I. (2020). *Global Renewables Outlook : Energy transformation 2050*. Abu Dhabi.
21. IRENA, I. (2021). *Renewable Capacity Statistics* . Abu Dhab.
22. IRENA, I. (2021, 03 10). *Renewable Capacity Statistics*. Récupéré sur available on : <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series>
23. IRENA, I. R. (2021). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review*. Abu Dhabi.
24. Mackenzie, W. (2020, 04 06). *India's renewables installation could fall by a fifth due to lockdown* . Récupéré sur <https://www.woodmac.com/press-releases/indias-renewables-installation-could-fall-by-a-fifth-due-to-lockdown>
25. *Power technology*. (2021). Récupéré sur China emerges as leader in solar PV installations as Covid-19 makes dent in renewables market: <https://www.power-technology.com/comment/china-solar-pv-installations/>