مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في سياق تحقيق تنمية مستدامة- الواقع والآفاق

The contribution of renewable energies to the production of electric energy in the context of achieving sustainable development - reality and prospects

برايس خليفة، المركز الجامعي عبد الله مرسلي-تيبازة Berraiskhalifa@gmail.com[1]

تاريخ الاستلام: 20/1/2021 تاريخ القبول: 3/6/2021 تاريخ النشر: 1/10/2021

ملخص:

لقد عرفت مساهمة الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية ، مما عزز استراتيجية الإستثمار فيها ودفع إلى تشجيعها وتطويرها، الأمر الذي سيكون له الأثر الإقتصاديوالإجتماعي والبيئي البارز في ذلك، فسنحاولدراسة تطور انتاج الطاقة الكهربائية باستخدام مصادر الطاقات المتجددة، فالتطور الحاصل في تكنولوجيات الطاقات المتجددة على المستوى العالمي في السنوات الأخيرة، والإنخفاض المسجل في تكاليف انتاجها، إضافة إلى السياسات الداعمة لاستخدامها في ميادين مختلفة، كل هذه العوامل تدفع إلى استغلال مصادر الطاقات المتجددة لانتاج الكهرباء. فالكهرباء أكثر مصادر الطاقة استخداما في عصرنا الحالي، فهي التي تدير الآلات في المصانع، وهي التي تستخدم في الإضاءة وإدارة جميع الأجهزة المنزلية، وتمد الكهرباء للقطارات ومترو الأنفاق، وعدد صغير- لكنه متزايد- من سيارات الركاب بالطاقة، ويضاف إلى ذلك عدة مبادرات- محدودة لكنها آخذة في الزيادة – تدعو لربط النقل الكهربائي بالطاقة المتجددة.

كلمات مفتاحية: تنمية مستدامة، طاقة، طاقات متجددة، طاقة كهربائية

Abstract :

The contribution of renewable energies is known in generating electric energy, what strengthened the investment strategy in it and pushed for its encouragement and development, which will have a prominent economic, social and environmental impact on that. Through this paper, we will try to study the development of electric energy production using renewable energy sources, and the development in renewable energy technologies at the global level in recent years, along with the recorded decrease in production costs, in addition to the policies supporting their use in various fields. All these factors push to exploit renewable energies sources to produce electricity, since electricity is the most used source of energy in our time, as it runs machinery in factories, used in lighting and managing all household appliances, and activates trains and subways,

[1] برايس خليفة Berraiskhalifa@gmail.com

also small - but growing - number of passenger cars fueled by it, in addition to all that, there are several initiatives – limited but on the rise - calling for electric transport to be linked to renewable energy.

Key words: sustainable development, energy, renewable energies, electric energy

1. مقدمة:

يعتبر موضوع الطاقة من المواضيع التي حظيت باهتمام الباحثين في مختلف المجالات، نتيجة لزيادة الطلب عليها وما تواجهه هذه الأخيرة من تحديات متمثلة في تأمين إمدادات ثابتة وآمنة من الطاقة، وتعتبر الطاقة مطلب ضروري للتطوير الإقتصاديوالإجتماعي المستدام، إذ يعتبر توفيرها والوصول اليها من القضايا الهامة، كما أن الإرتباط الكبير بين النمو الإقتصاديوالإستهلاك المكثف للطاقة، ولد العديد من المشاكل والضغوطات البيئية من التلوث البيئي إلى الإحتباس الحراري والتغيرات المناخية، ونظرا لتفاقم هذه المشاكل وتزايد حدتها فقد أصبح التوفيق بين الطاقة وحماية البيئة والتنمية الإقتصادية من أكبر اهتمامات وتحديات وقتنا المعاصر تحقيقا للتنمية المستدامة.

فقد عرفت مساهمة الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية اهتماما بالغا، مما عزز استراتيجية الإستثمار فيها ودفع إلى تشجيعها وتطويرها، الأمر الذي سيكون له الأثر الإقتصاديوالإجتماعي والبيئي البارز في ذلك، فسنحاول من خلال هاته دراسة تطور مساهمة الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة،

من خلال ما تم الإشارة اليه سابقا يكون موضوع دراستنا حول واقع مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية وآفاقها ضمن مزيج الطاقة في العالم، وتكون اشكالية الرئيسية بحثنا بالشكل التالي:

ما هو واقع وآفاق مساهمة الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة في العالم، وما مدى مساهمتها في تحقيق تنمية مستدامة؟

من خلال الإشكالية الرئيسية والماما بالدراسة تأتي الأسئلة الفرعية التالية:

- ما مدى مساهمة الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة في العالم؟
- ما آفاق الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة، ومدى مساهمتها في تحقيق تنمية مستدامة؟

الفرضيات:

- إن الأهمية التي تحظى بها الطاقات المتجددة جعلت منها لعب دور فاعل يعرف نموا ملحوظا على المستوى العالمي في انتاج الطاقة الكهربائية.
- ستعرف آفاق مساهمة الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة نموا معتبرا ودورا بارزا مما يسهم في تعزيز ابعاد التنمية المستدامة.

اهداف البحث:

تتمثل أهداف الدراسة في معرفة أهمية الطاقات المتجددة والتنمية المستدامة والعلاقة التفاعلية بينهما، وتتمثل الأهداف أيضا في معرفة واقع وآفاق مساهمة الطاقات المتجددة والتقليدية في انتاج الطاقة الكهربائية في مزيج الطاقة في العالم، وهذا ما يمكننا الوصول إلى اعتبار الطاقات المتجددة طاقات بديلة للطاقة التقليدية أم هي عبارة عن مصدر إضافي تتعزز به تنمية الدول.

منهج الدراسة:

في إطار معالجة اشكالية الدراسة واختبارا للفرضيات المطروحة، اعتمدنا على المنهج الوصفي والتحليلي، فالمنهج الوصفي تم الإعتماد عليه لإعطاء صورة واضحة عن المفاهيم المتعلقة بالطاقات المتجددة والتنمية المستدامة، أما التحليلي فقد تم الإعتماد عليه في تحليل البيانات والمعطيات المتعلقة بواقع وآفاق الطاقات المتجددة ومساهمتها في انتاج الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة في العالم، انطلاقا من المعطيات المتوفرة والإحصائيات والبيانات الرسمية الصادرة عن هيئات ومنظمات عالمية في مجال الطاقة.

2.الطاقات المتجددة المفهوم والمصادر ومزايا استخدامها

تصب مفاهيم الطاقات المتجددة كلها في أنها طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة، لذلك سنحاول أن نحدد مفهومها وكذلك مصادرها.

1.2مفهوم الطاقات المتجددة:

تعددت مفاهيم الطاقات المتجددة، غير أنه تتوحد مجمل التعاريف على أهم ميزة لها فتؤكد ديمومتها وتجددها، وتمحورت هاته المفاهيم فيما يلي:

تعد الطاقات المتجددة مصدرا لا ينضب للطاقة، وهي طاقات نظيفة لا تسبب تلوثا يذكر للبيئة، كما أنها لا تطلق الغازات الدفيئة التي تؤدي إلى تغير المناخ(خرفان، 2010، صفحة 65)، وعليه فهي عبارة عن مصادر طبيعية متجددة، نظيفة لا ينتج عن استخدامها أي تلوث، فالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والماء والحرارة لا تفرز أية ملوثات، باستثناء احتراق الكتلة الحيوية فإنها تطرح بعض الغازات غير أنها بأقل كمية مقارنة باحتراق الوقود الأحفوري (chitour, 2003, p. 41)وهي التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري(نطور و ديب، 2015، صفحة 26). وتعرف ايضا على انها الطاقات القابلة للتجديد من دون تدخل كبير للإنسان بعكس ما تعرفه الطاقات الناضبة، وتتجدد بوتيرة أسرع من الطاقات التقليدية الأخرى (Gilles Rotillon, 2005, p. 16).

وتعرفها وكالة الطاقة الدولية IEA: تتشكل الطاقات المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح التي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها(بوزيد و محمد عيسي، 2017، صفحة 116).

وكما تعرفها أيضا الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC: هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، حركة المياه، طاقة المد والجزر في

المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية كالحرارة والطاقة الكهربائية وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء(عمر و فرحاتي، 2013، صفحة 2).

ويعرفها برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة UNEP: هي عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الأرض(خضير و سلماني، 2017، صفحة 501).

وكتعريف اجرائي فالطاقات المتجددة هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية كالشمس والرياح، المياه،...الخ، تتميز بالتجدد الذاتي هذا ما يجعلها مختلفة جوهريا عن الوقود الأحفوري، كما أنها بديل صديق للبيئة لا تنشأ عنها مخلفات كثاني أوكسيد الكربون أو غازات ضارة تتميز بالفعالية وامكانية وسهولة استخدامها في جميع أنحاء العالم(بن ربيعة، 2018، صفحة 2).

2.2 مصادر الطاقة المتجددة

يمكن تقسيم مصادر الطاقة إلى نوعين، حيث يتمثل النوع الأول في كل مصادر الطاقة الدائمة قيد الإستخدام والتي تأكدت جدواها الإقتصادية والفنية مثل الطاقة الشمسية والمائية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوفية والطاقة العضوية، بينما يضم النوع الثاني مصادر الطاقة الدائمة والتي لا تزال في مرحلة التجارب والأبحاث مثل طاقة الهيدروجين وطاقة المد والجزر(ابراهيم عبد الله، 2017، صفحة 68).

أولا- الطاقة الشمسية: تعد الشمس المصدر الرئيسي لمعظم مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، مما دفع بالعلماء والمهندسين في أواخر الثورة الصناعية إلى تكثيف جهودهم والبحث العلمي للوصول إلى أفضل الطرق الممكنة للإستفادة منها، وتعتبر الطاقة الشمسية من الطاقات المتجددة والنظيفة التي لا تنضب(بن رمضان، 2014، صفحة 312)، وقد أولت معظم الدول اهتماما كبيرا باستثمار الطاقة الشمسية لكونها طاقة نظيفة صديقة للبيئة، بالإضافة إلى مساهمتها الفعالة في توفير الاستهلاك المحلي من الطاقة التقليدية، علاوة على أن الطاقة الشمسية هي طاقة المستقبل فهي لاتنفذ ولا يرتفع سعرها مع ارتفاع أسعار مصادر الطاقات الأخرى(سيد عاشور، 2010، صفحة 47).

وهناك طريقتين لتجميع الطاقة الشمسية، الأولى: بأن يتم تركيز أشعة الشمس على مجمع بواسطة مرايا محدبة الشكل، ويتكون المجمع عادة من عدد من الأنابيب بها ماء أو هواء، تسخن حرارة الشمس الهواء أو تحول الماء إلى بخار أما الطريقة الثانية، ففيها يمتص المجمع ذو اللوح المستوى حرارة الشمس، وتستخدم الحرارة لتنتج هواء ساخن أو بخار(بوذريع، 2015، صفحة 28)، وتستخدم الشمس إما كطاقة حرارية شمسية وتعتبر هاته العملية من أبسط عمليات تحويل الطاقة الشمسية، حيث لا تحتاج إلى تقنيات عالية ولا منشآت معقدة، وتستخدم الطاقة الحرارية الشمسية في العديد من التطبيقات العملية، ومن أهمها: تسخين المياه، تسخين الهواء، وتوليد البخار، وإما أن تستخدم كطاقة شمسية كهربائية باستخدام الخواص الإلكترونية، وتعد هاته العملية مكلفة، ولا يمكنها منافسة مصادر الطاقة

الكهربائية الأخرى من الناحية الإقتصادية، ويستفاد منها في المناطق المعزولة التي يتعذر وصول الطاقة الأخرى اليها(سنوسي، 2017، صفحة 38).

ثانيا- طاقة الرياح: ظهر هذا المصدر سابقا واستخدمه كطاقة حركية مباشرة في تسيير السفن الشراعية، غير ان استخدامه بشكل متقدم وخاصة في توليد الطاقة الكهربائية كان في سنة 1931 في الإتحاد السوفياتي سابقا حيث أنشأت محطة تجريبية فيه، ثم اقيمت بعدها محطة تجريبية أخرى في الولايات المتحدة سنة 1941، ويتم إستغلال هذا المصدر باستخدام الدواليب المتحركة لتدوير التوربينات في المحطات الكهربائية(نبيل جعفر ، 2017، صفحة 345)، فترتكز هاته الطاقة على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية، وهناك نوعين من الطاقة الريحية يتمثل كل منهما في الطاقة الريحية البرية والطاقة الريحية البحرية وهما كالآتي:

- **الطاقة الريحية البرية:**لضمان تحقيق مردودات مرتفعةفي المواقع الداخلية، فقد تم اعداد توربينات مزودة بأبراج شاهقة وأجزاء مرتدة، وتعد المواقع الجبلية والهضاب، بوجه خاص من المواقع الملائمة لاستغلال طاقة الرياح، علاوة على ذلك فقد تم إعداد مجموعة كبيرة من التوربينات التي تلائم جميع أنواع التطبيقات وتدعى بالمزارع البرية للطاقة الهوائية.

1- **الطاقة الريحية البحرية:** تتميز الرياح البحرية بكونها أكثر صحة وثباتا، وبذلك تزيد إنتاجيتها في البحر بنسبة 40% إلى 60% عنها في الشاطئ، وتتمتع التوربينات الهوائية البحرية بقوة هائلة مقارنة بتلك الموجودة في البر، ويصل العمق الذي تبنى فيه هذه التوربينات إلى أكثر من 30م، وتدعى المناطق التي يتم فيها زرع هذه التوربينات بالمزارع البحرية للطاقة الهوائية(حفوظة و غميمة، 2017، صفحة 78)

ثالثا- الطاقة المائية: تأتي الطاقة المائية من طاقة تدفق المياه أوسقوطها في حالة الشلالات، او من حركة الأمواج في البحار، حيث تنشأ الأمواج نتيجة حركة الرياح وفعلها على مياه البحار والمحيطات والبحيرات، ومن حركة الأمواج هذه تنشا طاقة يمكن استغلالها، وتحويلها إلى طاقة كهربائية(موفق و بربار ، 2016، صفحة 4)، واستخدام قوة المياه ليست نتاج عصرنا الحالي أو الماضي القريب، ولكنه يستند إلى تقليد قديم، لأن المصريين والرومان القدماء استخدموا طاقة المياه كقوة دافعة لماكينتهم ولطواحين الحبوب، كما تم استغلال ذلك المصدر للطاقة في أوروبا في العصور الوسطى من أجل استخدام الطواحين المائية في أعمال الورق وأعمال القص حتى العصر الوسيط نشات مجالات أخرى تستخدم فيها هذه الطاقة، حيث تم طحن مختلف أنواع الحبوب في الطواحين النهرية ومختلف العمليات الأخرى في ذلك الوقت، إلى أن أصبحت قوة المياه تستخدم منذ نهاية القرن التاسع عشر في انتاج الكهرباء(الشيمي، 2014، الصفحات 101-102)، وتعود فكرة إنشاء محطات الطاقة على مساقط الأنهار إلى أواخر القرن الماضي عام 1870، حين طرحت فكرة إنشاء محطة توليد الطاقة عند شلالات نياجارا بأمريكة الشمالية، وبدأ العمل في هذه

المحطة عام 1886، وتم تشغيلها في عام 1895، وتصنف مصادر الطاقة المائية إلى نوعين هما(سنوسي، 2017، صفحة 40):

- **المصادر البحرية**: وهي مصادر ذات الأصل البحري، ترتبط بالمسطحات البحرية والمحيطية، وتمثلها حركة الأمواج، وحركتي المد والجزر.
- **مصادر الطاقة المرتبطة بالمجاري النهرية:** وهي إما بشرية (إصطناعية)، وتمثلها السدود والخزانات التي يشيدها الإنسان- لعدة أغراض منها توليد الكهرباء- عند مواقع محددة من المجاري النهرية، وإما طبيعية تتمثل في الشلالات والمندفعات الطبيعية.

رابعا- طاقة الكتلة الحيوية: يرجع استخدام هاته الطاقة إلى زمن استغلال البشر للحطب ومشتقاته (القش، أوراق الشجر، وقشور النباتات) كمصدر للطهي والتدفئة، وكان هذا الإستخدام المورد الرئيسي إضافة إلى طاقة الجر الحيوانية والجهد البشري، ولاتزال تمثل موردا مهما في الوقت الحالي خاصة في بعض الدول الفقيرة وفي المناطق الريفية لها(ماضي و ديب، 2017، صفحة 94)، فهي الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهي إحدى أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وجميع أنواع الوقود الأحفوري والوقود النووي، ويعرف أيضا بأنه وقود يحتوي على 80% كحد أدنى بالحجم من مواد مشتقة من كائنات حية حصدت خلال العشر سنوات السابقة لتصنيعه(حفوظة و أعمر سعيد، 2017، صفحة 3). ويتوفر هذا النوع من الطاقة على العديد من خيارات الوقود الحيوي المتوافرة، فعلى سبيل المثال يستخرج الميثانول والديزل الحيوي من المحاصيل الزراعية التقليدية المنتجة للنشاء والسكر والزيوت النباتية، ومن هذه النباتات القمح والذرة وقصب السكر وزيت النخيل بالإضافة إلى محصول الذرة وفول الصويان لكن نتيجة استخدام هذه المحاصيل لانتاج الوقود الحيوي أثر على اقتصاد الدول النامية بشكل كبير، وبدأ في انتاج الجيل الثاني من الوقود الحيوي باستغلال مصادر نباتية أوسع تحوي على السليولوز مثل قشور الحبوب (القمح، الشعير والأرز.....)، وتجرى حاليا العديد من البحوث في مجال انتاج الديزل الحيوي من الطحالب بكفاءة، ويعتمد توليد الكهرباء باستخدام مصادر الكتلة الحيوية على كفاءة التحويل التي يمكن الوصول اليها بتوفير تقنيات حديثة(ماضي و ديب، 2017، الصفحات 95-96).

خامسا- الطاقة الحرارية الجوفية: يرجع تاريخ نشأتها إلى زمن نشأة الأرض، فالطاقة الحرارية المختزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة الناتجة عن تحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة(الشربيني، 2017، صفحة 129)، وتتمثل اهم استخدامات هذا المصدر من الطاقة إضافة لتوليد الكهرباء، في التدفئة المركزية كذلك في التطبيقات الزراعية والصناعية، وتجفيف المحاصيل وكذلك لأغراض طبية وسياحية(أبوطير، 2017، صفحة 26)، وحديثا يستفاد منها في توليد الطاقة الكهربائية، وتقسم مصادر الحصول على الطاقة الحرارية الأرضية إلى قسمين: المياه الحارة الجوفية والصخور الحارة التي توجد في مناطق النشاط البركاني أو عند التقاء الصفائح التكتونية

وحتى في الأعماق البعيدة تحت سطح الأرض، كما هو الحال في عدة بلدان كأيسلندا، والولايات المتحدة الأمريكية، يوجد ثلاث أنواع من محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية، وهي(ماضي و ديب، 2017، الصفحات 100-101):

- **محطات البخار الجاف:** هذه الطريقة هي أقدم الطرق وأكثرها انتشارا، وهي نفس الطريقة التي استخدمت في ايطاليا سنة 1904م، تستخدم هذه المحطات الماء الموجود بشكل طبيعي في الطبقات الأرضية العميقة والموجود تحت تأثير ضغط وحرارة عاليين، فيتم استخراجه بواسطة آبار عميقة فيخرج على شكل بخار ماء بسبب حرارته العالية وبسبب فرق الضغط، يسير هذا البخار في أنابيب ثم يعرض لتوربينات تدور المولدات الكهربائية التي تنتج الطاقة الكهربائية، يضخ الماء المتكثف إلى الأرض عبر بئر آخر يسمى بئر الحقن.
- **محطات التبخير:** تستخدم هذه المحطات السوائل الموجودة بضغط عالي تحت الأرض حيث يتم تركزها في وعاء ذي ثقب صغير يؤدي إلى وعاء آخر ذي ضغط معتدل، فعند حركة السائل من الوعاء الأول إلى الثاني عبر الثقب يتبخر بسبب السرعة وفرق الضغط العالي، يحرك البخار التوربين فيحرك بدوره المولدات الكهربائية التي تنتج الكهرباء، يضخ الماء المتكثف المتبقي إلى الأرض عبر بئر الحقن.
- **محطات الدائرة المزدوجة:** تستخدم هذه المحطات السوائل الموجودة تحت الأرض ذات درجة غليان مرتفعة (حوالي 200 مئوية) يتم ضخها إلى الأعلى حيث تقوم بتسخين الماء ذي درجة غليان عادية (100 مئوية) في أنبوب آخر يمر بمحاذاة الأنبوب الساخن (مبادل حراري)، يتبخر الماء الذي تم تسخينه بسبب درجة الحرارة المرتفعة للسائل في الأنبوب الآخر، يحرك البخار توربين المولد الكهربائي ويتكثف فيعود مجددا إلى محاذاة الأنبوب الساخن، ويتحرك بهذه الطريقة في دوران مستمر، يعاد ضخ الماء المستخرج مجددا إلى الأرض عبر بئر الحقن.

سادسا- طاقة الهيدروجين: وهو غاز لا رائحة له ولا لون له وليس بغاز سام، وله خصائص فيزيائية وكيميائية ممتازة تسمح له بأن يكون الوقود الشامل، ويحتوي على كل المقومات التي تجعله وقودا ناجحا، فهو الأخف والأنظف، ومن الممكن تحويله إلى أشكال أخرى من الطاقة وبكفاءة تامة(وحيد، 2013، صفحة 131)، لا يوجد الهيدروجين كعنصر مستقل، فهو يوجد في الهواء بنسبة صغيرة، بينما يوجد بوفرة كبيرة متحدا مع الأكسجين في صورة مياه المحيطات والبخار والأنهار، ويعتبر بصفة عامة وقودا مثاليا، سواء من حيث الجدوى التقنية والإقتصادية، أو من حيث أثاره البيئية، حيث يعطي كيلوغرام واحد من الهيدروجين ثلاث أضعاف الطاقة الناجمة عن نفس المقدار من البنزين ويمكن توفير الهيدروجين من خلال التحلل الكهربائي للماء أو تحلل الماء حراريا بالتسخين المباشر لحوالي 3500 درجة مئوية أو أكثر، أو من خلال تأثير الأشعة الشمسية مباشرة بصورة شبيهة بعملية التمثيل الضوئي للنباتات(حريز، 2016، صفحة 119)، وترجع فكرة استخدام الهيدروجين كحامل للطاقة لسنة 1780م حيث انتج لأول مرة غاز مكون من 50% هيدروجين، 40% أول اكسيد

الكربون، وآثار لبعض الغازات الأخرى، وقد توقف إستخدام هذا الغاز في الستينات فقط حيث استبدل بالغاز الطبيعي، وقد بدأت فكرة إستخدامه كمصدر بديل للطاقة منذ بداية القرن العشرين، وذلك بعد إنتاجه بتحليل الماء إلى عنصري الأكسجين والهيدروجين، وتعتبر طريقة التحليل الكهربائي باستخدام الطاقة الشمسية من أنسب وأسهل الطرق المستخدمة حاليا(ذبيحي، 2009، الصفحات 148-149).

سابعا- طاقة المد والجزر: حركة المد والجزر من الظواهر الطبيعية التي تحدث نتيجة حركة الأرض والقمر وتغير موقع كل منهما بالنسبة للشمس، والحقيقة فإن للشمس والقمر تأثير على مياه البحر، فنجد تأثير جاذبية القمر على مياه البحر أكبر من تأثير الشمس وذلك بسبب قرب القمر وبعد الشمس عن الأرض(جباري، 2018، صفحة 42)، وتنشأ هذه الطاقة جراء الجاذبية المتبادلة بين الأرض والقمر وهناك أماكن معينة في العالم مناسبة لاستخدام طاقة المد والجزر، والفكرة هي استخدام التغير الشديد لوضع الماء في بعض المناطق من الشاطئ التي يصل ارتفاع الماء إلى 10 أمتار أو أكثر وتقدر الإستطاعة العالمية الكامنة وفق هذه الطريقة بـ 40 جيغاوات (استطاعة كهربائية)(حريز، 2013، صفحة 95) وتعد فرنسا وإنكلترا والولايات المتحدة الأمريكية من الدول السباقة إلى استخدام هذه التقنية الحديثة، حيث منذ أواخر القرن العشرين كان هناك اهتمام ثابت في تسخير قدرة المد والجزر وتم تركيز الإهتمام على مصبات الأنهار حيث تعبر حجوم كبيرة من الماء خلال قنوات ضيقة مما يزيد من سرعة الجريان ولكن كانت هناك مشاكل بيئية كبيرة واجهت العلماء لتنفيذ هذه التقنية، ومع توجه العلماء إلى استخدام تقنيات أخرى غير انه ما تزال التقنيات الصناعية لتجهيزات الطاقة المدية والجزرية في بدايتها وسيكون وقت طويل قبل أن تقدم هذه الطاقة الجديدة مساهمتها في توليد الطاقة أو دخولها في الإستغلال التجاري(هواري، 2014، صفحة 42)، كما أن أقصى إمكانية لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة طاقة المد والجزر تقدر بحوالي 550 مليار كيلو واط ساعة/العام وهذا راجع لأن الأماكن الجيدة لمثل هذه الطاقة محدودة في العالم زيادة على المساحات الواسعة التي تحتاجها، ويعد المشروع الفرنسي على نهر الرانس من أضخم المشاريع في العالم وقد بدأ عام 1963، ولقد كان مشروعا ضخما تطلب التخلص من حوالي مليون ونصف مليون مكعب من الماء وتجفيف 185 فدانا من مصب النهر وبدا تشغيل المشروع في نوفمبر 1966 بمعدل انتاجي 240 ميغاواط ليكفي جزيرة (برباتانيا) من الكهرباء ويمد أيضا مناطق باريس ونانت ببعض احتياجاتها الكهربائية(جباري، 2018، صفحة 42).

3.2 مزايا استخدام الطاقات المتجددة: يمكن تحديد مزايا استخدام الطاقات المتجددة في النقاط التالية:

- تعتمد هذه الأنظمة على مصادر الطاقة المحلية المتوافرة في سائر الدول، ما يضمن بالتالي أمن الطاقة؛
- موارد الطاقة مستدامة، ما يعني أنها لن تستفيد أبدا أو تلحق الضرر بالبيئة المحلية أو الوطنية أو العالمية؛

- هي موارد موثقة بالنظام الموزع لتوليد الطاقة يتكون من مجموعة متنوعة من المصادر المتجددة يوفر نظام طاقة أكثر متانة وأقل عرضة لانقطاع إمدادات الطاقة مقارنة بالأنظمة المركزية؛
- لا تلوث هذه الموارد الهواء أو اليابسة أو البحر، في حين أن تلوث الهواء بفعل قطاعي النقل والطاقة قد حول العديد من المدن إلى مصدر خطر يتهدد صحتنا؛
- تقي الإقتصاديات من الأزمات التي تحدثها التقلبات في أسعار الوقود التقليدية، فالإعتماد على مصادر الطاقة المحلية المتجدد يمكن أن يحمي الإقتصاديات المحلية من مظاهر الفوضى الإقتصادية العارمة التي تنشأ عن تقلبات في الأسواق العالمية للسلع الأساسية مصدرها التخمينات؛
- النظام الموزع من أنظمة توليد الطاقة المتجددة يبقى بمأمن عن أي هجوم، بمعنى أنه لن يشكل على الأرجح أهدافا عسكرية، لكن حتى وإن حدث ذلك ستكون النتيجة ضررا بيئيا طفيفا، في المقابل تطرح مصانع الطاقة النووية والوقود الأحفوري اللامركزية الكبيرة مشاكل هامة في ما يتعلق بالأمن الوطني؛
- تتميز هذه الأنظمة بوجودها على مقربة من المجتمعات التي تستخدمها، ما يوفر الحسن بالقيمة والملكية الجماعية المشتركة ويعزز التنمية المستدامة؛
- توفر أنظمة الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة ونظيفة ومتطورة تكنولوجيا فالقطاع يشكل مزودا سريع النمو للوظائف العالية الجودة، وهو يتفوق من بعيد في هذا السياق على قطاع الطاقة التقليدية الذي يستلزم توافر رأسمال كبير(موساوي و موساوي، 2017، صفحة 394)؛
- تتميز بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي إلى استنفاذ منبعها فهي طاقة لا تنضب نظيفة ومجانية، كما انها طاقة مضمونة وليست مغامرة أو مخاطرة في المجهول، بالإضافة إلى إلغاء تكلفة نقل الطاقة وتكلفة الشحن؛
- تستطيع انتاج الطاقة من مصادر متجددة أينما وجدت ويستطيع تملكها أي فرد أو شركة في العالم وهي متاحة للجميع وليست حكرا على أحد كما أنها ليست حقلا نفطيا لا يمكنك امتلاكه أو استثماره على مستوى فردي أو نقله إلى مكان تواجدك(بوزيد و محمد عيسى، 2017، صفحة 117)؛
- تحسين ورفع مستوى المعيشة وذلك من خلال انتاج الكهرباء من المصادر المتجددة في العديد من المناطق النائية والريفية مما يساعد على تحسين مستوى المعيشة وتوفير وتغطية احتياجات هذه المناطق من الكهرباء بتكلفة مناسبة لهم، وتحسين نوعية الحياة لما يوفره من خدمات تعليمية وصحية أفضل لسكان هذه المناطق، وخلق فرص عمل

للعمالة المحلية في هذه المناطق في مجالات تصنيع وتركيب معدات الطاقة المتجددة وصيانتها، كمحطات انتاج الكهرباء ومحطات تحلية المياه(مداحي، 2012، صفحة 59).

3. الطاقات المتجددة من منظور التنمية المستدامة

يعد الإنعكاس السلبي للطاقات التقليدية عن البيئة خاصة والتنمية المستدامة عموما، أهم الأسباب التي دفعت بالدول للبحث عن طاقات بديلة كفيلة باصلاح ما أفسدته الطاقات التقليدية وعلى الأقل التخفيف من حدته إلى جانب تحقيق التنمية المستدامة، ولذلك أردنا من خلال المبحث التطرق إلى دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، من خلال تناول الطاقات المتجددة وأبعاد التنمية المستدامة وكذلك التطرق إلى أساليب نشر وتشجيع الطاقات المتجددة، بالإضافة إلى تحديد إيجابيات وسلبيات الطاقات المتجددة والتحديات التي تواجهها.

1.3 الطاقات المتجددة وأبعاد التنمية المستدامة

ترتبط الطاقة بعملية التنمية ارتباطا وثيقا، ويعتبر توافر خدمات الطاقة اللازمة لتلبية الإحتياجات البشرية ذو أهمية قصوى بالنسبة للركائز الأساسية للتنمية المستدامة ومقرون كذلك بوجود ووفرة الموارد الطبيعية، فالحفاظ على الموارد الطبيعية من اساسيات التنمية المستدامة، إذ لا يمكن استدامة التنمية ما لم يقترن ذلك بالحفاظ على الموارد الطبيعية، والطاقات المتجددة تتيح الفرصة للمساهمة في تحقيق الأهداف المهمة للتنمية المستدامة البيئية والإقتصاديةوالإجتماعية، ويتمثل مدى انعكاس استخدام الطاقات المتجددة على تحقيق التنمية المستدامة من خلال:

أولا- الطاقات المتجددة والأبعاد البيئية: أصبحت البيئة اليوم عنصرا من عناصر الإستغلال العقلاني للموارد، ومتغيرا أساسيا من متغيرات التنمية المستدامة، نظرا لما يحدثه التلوث من انعكاسات سلبية على المناخ من جهة، ولكون الكثير من الموارد الطبيعية غير متجددة من جهة أخرى، مما يحتم استغلالها وفق قواعد تحافظ على البقاء ولا تؤدي إلى الإختلال أو كبح النمو(نفاج، بحوصي، و شاهد، 2018، صفحة 605)، فإن الإهتمام المتزايد حول المشاكل البيئية الذي يسببه إنتاج واستهلاك الطاقة الأحفورية يدعو للتوجه نحو التكنولوجيات التي تدعم استخدام مصادر الطاقات المتجددة كمصدر أساسي للطاقة(بودرجة ، 2017، صفحة 612)، ولقد تعرض جدول أعمال القرن الواحد والعشرين إلى العلاقة بين الطاقة والأبعاد البيئية لتنمية المستدامة، خاصة تلك المتعلقة بحماية الغلاف الجوي من التلوث الناجم عن استخدام الطاقة في مختلف النشاطات الإقتصاديةوالإجتماعية وفي قطاعي الصناعة والنقل على وجه الخصوص، حيث دعت الأجندة 21 إلى تجسيد مجموعة من الأهداف المرتبطة بحماية الغلاف الجوي والحد من التأثيرات السلبية لقطاع الطاقة مع مراعاة العدالة في توزيع مصادر الطاقة وظروف الدول التي يعتمد دخلها القومي على مصادر الطاقة الأولية أو تلك التي يصعب عليها تغيير نظم الطاقة القائمة بها، وذلك بتطوير سياسات وبرامج الطاقة المستدامة من خلال العمل على تطوير مزيج من مصادر الطاقة المتوفرة الأقل تلويثا للحد من التأثيرات البيئية غير المرغوبة لقطاع الطاقة، مثل انبعاث غاز الإحتباس الحراري، ودعم برامج البحوث اللازمة للرفع من كفاءة نظم وأساليب استخدام الطاقة، إضافة إلى

تحقيق التكامل بين سياسات قطاع الطاقة والقطاعات الإقتصادية الأخرى وخاصة قطاعي النقل والصناعة(طالم، 2017، الصفحات 285-286) .

إن استعمال مصادر الطاقات المتجددة سيكون الحل الأمثل لأغلب مصادر تلوث البيئة، فالأبحاث المكلفة الجارية في هذا المجال ستؤدي بصورة مباشرة لمكافحة تلوث البيئة ومعالجة المشاكل الآنية وطويلة الأجل الناتجة عنه، ومن الجدير بالذكر أن جميع مصادر الطاقات المتجددة آمنة ونظيفة من الناحية الصناعية والتطبيقية وغير منتجة لفضلات ومضار جانبية(طالم و كافي ، 2019، صفحة 191)، إن هذا الأثر الإيجابي لمصادر الطاقات المتجددة على الوضع البيئي وبالخصوص فيما يتعلق بانبعاثات الغازات الدفيئة والمتسببة في التغيرات المناخية قد تم التأكيد عليه من طرف محكمة العدل التابعة للإتحاد الأوروبي في قرارها الصادر بتاريخ 23 مارس 2001 والتي صرحت فيه ما يلي " إن استخدامات الطاقة المتجددة من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية ضروري ومفيد لحماية البيئة، وذلك باعتبارها تساهم في تخفيض نسبة الغازات الدفيئة والتي تعد من الأسباب الرئيسية للتغيرات المناخية التي تعهد الإتحاد ومجموع الدول على مواجهتها".

ومن جهة أخرى فإن الطاقة المتجددة ليس لها دور فقط في التخفيف من نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو والناتج عن احتراق الوقود الأحفوري، ولكنها كذلك تساهم في المحافظة على التوازن البيئي وذلك من خلال استرجاع وتثمين النفايات العضوية، إذ أن هذه العملية تسمح باستخدام الغازات الناتجة عن تحلل المواد العضوية في إنتاج الطاقة وهو ما يعرف "بالبيوغاز" أو " الغاز الحيوي" وهذا لتجنب تحلل هذه المخلفات الطبيعية وما يترتب عنها من افرازات لغاز الميثان المضر بالبيئة(حم عيد، 2013، صفحة 84).

يمكن تحديد مدى مساهمة الطاقات المتجددة في حماية البيئة من خلال النقاط التالية(بوعبدلي، 2018، صفحة 194):

- عدم تشكل الأمطار الحامضية التي تلحق الأضرار بكافة المحاصيل الزراعية وأشكال الحياة؛
- حماية كافة الكائنات الحية وخاصة تلك المهددة بالإنقراض وهذا لضمان التوازن البيئي؛
- حماية الثروة السمكية من خلال حماية المياه الجوفية ومياه البحار والأنهار والأودية من التلوث؛
- المساهمة في تأمين الأمن الغذائي كنتيجة لزيادة المحاصيل الزراعية وتخلصها من الملوثات الكيميائية والغازية.

ثانيا- الطاقات المتجددة والأبعاد الإقتصادية: تعتبر الطاقة العامل الأكبر في تحقيق النمو الإقتصادي حيث أنه الشرط الضروري لإنشاء مختلف المشاريع والإستثمارات، فهي تستعمل في عمليات الإنتاج والنقل وغيرها من الأعمال، وبالتالي فإن عملية استغلال مصادر الطاقات المتجددة الرخيصة واحلالها محل الطاقة التقليدية ستوفر مردودات اقتصادية بالإضافة إلى الفوائد الحياتية المهمة وعلى رأسها استخدام التكنولوجيا وتوفير المناخ الملائم، فقد أصبح في الوقت الحاضر حساب المردودات الإقتصادية لاستغلال منظومات الطاقات المتجددة على فترة التشغيل لمدة عشرة سنوات، وقد أعطت التقييمات الإقتصادية لأغلب

منظومات الطاقات المتجددة والخصوص منظومات الطاقة الشمسية، مردودات اقتصادية فعالة خلال فترة التشغيل الصغرى فإذا ما زاد عن ذلك زادت مردوداتها الإقتصادية(طالم و كافي، 2019، صفحة 189)، وكما تساهم الطاقات المتجددة أيضا في تحقيق الأبعاد الإقتصادية من خلال ما يلي:

- **تغيير أنماط الإنتاج والإستهلاك غير المستدام**: يمثل قطاع الطاقة واحد من القطاعات التي تتنوع بها أنماط الإنتاج والإستهلاك، والتي تتميز في معظمها بمعدلات هدر مرتفعة، وفي ظل الزيادة المطردة في الإستهلاك نتيجة للنمو السكاني فإن الأمر يتطلب تشجيع كفاءة استخدام وقابلية استمرار موارد الطاقة من خلال وضع سياسات تسعير ملائمة من شأنها إتاحة حوافز زيادة كفاءة الإستهلاك والمساعدة على تطبيق الإصلاحات القانونية والتنظيمية التي تؤكد على ضرورة الإستغلال المستدام للموارد الطبيعية وتنمية موارد الطاقة المتجددة إضافة إلى تسهيل الحصول على التجهيزات المتسمة بالكفاءة في إستهلاك الطاقة والعمل على تطوير آليات التمويل الملائمة(حم عيد، 2013، صفحة 84).
- **تنويع مصادر الطاقة**: يتوفر العالم على مصادر دائمة من الطاقات المتجددة، يمكن من خلال تطوير استخداماتها المساهمة التدريجية بنسب متزايدة في توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، وتنويع مصادرها، مما يؤدي إلى تحقيق وفرة في استهلاك المصادر التقليدية للطاقة، يمكن أن توفر فائضا في التصدير، كما تساهم في إطالة عمر مخزون المصادر التقليدية بالنسبة للدول غير المنتجة للنفط والغاز، كما يمكن أن تمثل الوفرة المحققة من الإستهلاك خفضا في تكاليف إستيراد المصادر التقليدية بالنسبة للدول المنتجة للنفط والغاز، فضلا عن ذلك فإن الإمكانيات المتاحة حاليا للنظم المركزية الكبيرة لتوليد الكهرباء تمثل فرصة للتوجه نحو تصدير الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة(نفاح، المجدوب، و شاهد، 2018، صفحة 606)، كما يمكن اعتبار سياسة إحلال مصادر الطاقة البديلة محل النفط سياسة مكملة لسياسات التحفظ في استهلاك الطاقة، غير أنها تصطدم بمستويات التقدم التكنولوجي، كما تتطلب نقلا ضخما للاستثمارات من قطاعات أخرى في الإقتصاد كالجيش مثلا إلى مراكز بحوث أخرى(جديدي و سميحة ، 2019، صفحة 649).
- **دور الطاقات المتجددة في اقتصاديات الحجم**: يساعد استخدام الطاقات المتجددة في خفض تكاليف اقتناء التقنيات الحديثة الصديقة للبيئة فضلا عن خفض انتاج الوحدة الواحدة من الطاقة، نظرا لانخفاض التكاليف المتغيرة، فكلما زادت الشركات كميات تصنيع الخلايا الشمسية مثلا ازدادت مهارتها في التصنيع، وهذا يتيح لها المجال لخفض الأسعار وزيادة الطلب(جديدي و سميحة، 2019، صفحة 648).

وكما تلعب مشاريع الطاقات المتجددة دورا في استحداث الوظائف الخضراء، واستحداث فرص العمل الدائمة عن طريق تشجيع السياسات الإقتصادية الكلية، وكذلك

سياسات التنمية القطاعية(يوب، 2017، صفحة 218)، ويمكن ان نحدد مجالات استحداث الطاقات المتجددة لفرص العمل الدائمة في النقاط التالية(رايس، رحال ، و طويل ، 2018، صفحة 118):

- بروز مبادرات اقتصادية جديدة تتماشى مع التنمية المستدامة من خلال الحوافز التي تعزز أنماط أكثر استدامة من الإستهلاك والإنتاج على الصعيد الوطني، كما يمكن أن يساهم تشجيع القطاعات الجديدة غير الملوثة، ولا سيما خدمات وانتاج المنتجات الملائمة للبيئة، والبحث عن البدائل الطاقوية غير التقليدية في تحويل توجه الأنشطة الإقتصادية باتجاه استحداث الوظائف في القطاعات المستدامة بيئيا.
- بالنسبة للدول النامية قد تكون المشاريع المربحة الجديدة في القطاعات الإقتصادية المستدامة بيئيا أقل شيوعا، ومع ذلك فإن البحوث والتنمية في التكنولوجيات الإيكولوجية والسياحة الإيكولوجية وإدارة الموارد الطبيعية والزراعة العضوية وإيجاد الهياكل الأساسية وصيانتها، تقدم فرصا حقيقية لعمل دائم ومستدام وتحول دون تدهور المحيط وتحمل تكاليف بيئة إضافية.

ثالثا- الطاقات المتجددة والأبعاد الإجتماعية: تتضمن القضايا الإجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقة التخفيف من وطأة الفقر، وإتاحة الفرص. إذ يؤدي الوصول المحدود لخدمات الطاقة إلى تهميش الفئات الفقيرة وإلى تقليل قدرتها بشكل حاد على تحسين ظروفها المعيشية، فحوالي ثلث سكان العالم لا تصل اليهم مصادر الطاقة الضرورية، بينما تصل إلى الثلث الآخر بصفة ضعيفة، كما أن اعتماد سكان المناطق الريفية على أنواع الوقود التقليدية في التدفئة والطهو له تأثيرات سلبية على البيئة وعلى صحة السكان، وبالإضافة إلى ذلك ما زال هناك تباين كبير بين الدول المختلفة في معدلات استهلاك الطاقة، فالدول الأكثر غنى تستهلك الطاقة بمعدل يزيد ضعفين لكل فرد مقارنة بالدول الأكثر فقرا(شنوفي، 2015، الصفحات 10-11)، وتتضح العلاقة بين التنمية البشرية والطاقة من خلال الإرتباط القوي بين متوسط استهلاك الفرد من الطاقة ومؤشر التنمية البشرية وخاصة في الدول النامية، كما يؤدي استهلاك الفرد من مصادر الطاقة التجارية دورا هاما في تحسين مؤشرات التنمية البشرية وذلك بتأثيرها في تحسين خدمات الصحة والتعليم وبالتالي مستوى المعيشة(فروحات، 2012، صفحة 151).

ونظرا لأهمية الطاقات المتجددة في ذلك والعمل على احلالها محل الطاقات التقليدية من أجل تحقيق التنمية المستدامة قام المجتمع الدولي بانشاء الوكالة الدولية للطاقات المتجددة، كما قامت الدول الأوروبية بانشاء فريق عمل الدول الثمانية الذي يهدف إلى وضع خطة واضحة لتطوير واستغلال المصادر المتجددة بدلا من التقليدية، وإلى خفض انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون، فالإنتقال إلى عصر الطاقة المتجددة في أي دولة يحتاج إلى تضافر بين شتى فئات المجتمع، ويتجلى ذلك إلا باقتناع الفئات كلها بضرورة استعمال مصادر الطاقة المتجددة، وهاته الأخيرة لم تعد من قبيل الرفاهية المجتمعية بقدر تحولها إلى ضرورة من ضرورات التنمية المعاصرة، كون الطاقة المتجددة باتتا شرطا أساسيا من شروط إستدامة

هذه التنمية(حم عيد، 2013، صفحة 86)، وكما لها (الطاقات المتجددة) الدور الهام في تعزيز البعد الإجتماعي للتنمية الذي يمكن أن نحدده في النقاط التالية:

- دور الطاقات المتجددة في المجتمعات الحضرية المستدامة: تمتاز المجتمعات الحضرية المستدامة باعتمادها بشكل كبير على مصادر الطاقات المتجددة كالشمس والرياح إلى جانب استعمالها لمواد مستدامة وغير ملوثة وقابلة للتدوير، وبالتالي فهي مجتمعات سكانية متكاملة تحقق مفهوم المجتمع المستدام وتنظر لاهتمامات المجتمع وأهدافه ضمن النظام البيئي الإقتصاديوالإجتماعي، ومن امثلة المجتمعات الحضرية المستدامة أو ما يسمى " المجتمعات الخضراء" نجد " مدينة مصدر" في أبو ظبي في الإمارات العربية المتحدة التي وضع حجر أساسها في عام 2008 لتكون أول مدينة خالية من انبعاثات الكربون وبكلفة استثمارية تبلغ 22 مليار دولار(جديدي و سميحة، 2019، صفحة 650).
- تمكين سكان الريف من مصادر الطاقات المتجددة يساهم في تحفيز النشاط الإقتصادي الذي يترتب عنه تحسين الظروف المعيشية بتوازن مع احترام البيئة وتوطين لهؤلاء السكان بأراضيهم، مما يساهم في القضاء على العزلة في المناطق النائية والصحراوية و إدماجها في الحياة الإقتصاديةوالإجتماعية.
- تحسين التنمية الزراعية وتوفير فرص العمل الدائم خارج القطاع الريعي، والتقليل من معدلات الفقر والأمراض والأوبئة(عجالي و عياش، 2017، صفحة 344).

تعتبر الطاقات المتجددة جوهر التنمية المستدامة، إذ أنها تشكل أحد الموارد الأساسية التي تتوقف عليها العديد من الجوانب الحياتية للإنسان، لذلك لابد من ضمان استدامة وإستمرارية القدر الضروري والكافي منها لتلبية إحتياجاته الحالية وكذا الإحتياجات المستقبلية على نحو متكافئ وفي ظل بيئة نظيفة.

4. **مساهمة الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية:** حيث سنتناول واقع وآفاق مساهمة الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية

1.4 واقع مساهمة الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة:

تعد الكهرباء أكثر مصادر الطاقة استخداما في عصرنا الحالي، فهي التي تدير الآلات في المصانع، وهي التي تستخدم في الإضاءة وإدارة جميع الأجهزة المنزلية، وتمد الكهرباء للقطارات ومترو الأنفاق، وعدد صغير- لكنه متزايد- من سيارات الركاب بالطاقة، ويضاف إلى ذلك عدة مبادرات- محدودة لكنها آخذة في الزيادة – تدعو لربط النقل الكهربائي بالطاقة المتجددة(مداحي و قاشي يوسف، 2018، صفحة 8)،ومن ثم كان البحث عن مصادر للكهرباء لا تعتمد على استخدام البنزين أو غيره من المواد الخام الملوثة لتوليد الكهرباء(كافي، 2015، صفحة 146)، فالتطور الحاصل في تكنولوجيات الطاقات المتجددة على المستوى العالمي في السنوات الأخيرة، والإنخفاض المسجل في تكاليف انتاجها، إضافة

إلى السياسات الداعمة لاستخدامها في ميادين مختلفة، كل هذه العوامل تدفع إلى استغلال مصادر الطاقات المتجددة لانتاج الكهرباء.

فبحسب التقرير الإحصائي لوكالة الطاقة الدولية IEA والمتضمن معلومات حول الكهرباء فإنه ما بين 1974 و2017 عرف إجمالي إنتاج الكهرباء في العالم زيادة من 6298 تيراوط/سا إلى 25721 تيراواط/سا، حيث قدر معدل النمو السنوي بـ 3.3%، ففي عام 2017 ارتفع الإنتاج بنسبة 2.5% مقارنة بسنة 2016، وبالتالي فإن انتاج الكهرباء يعرف نموا منذ 1974باستثناء عامي 2008 و2009 والسبب في ذلك يعود إلى الأزمة المالية العالمية مما أدى إلى انخفاض في الإنتاج(IEA، 2019، صفحة 3).

الجدول01 : انتاج الطاقة الكهربائية باستخدام مصادر الطاقة المتجددة (2008-2018)
الوحدة:جيغاواط/سا

	الطاقة الكهرومائية	طاقة الرياح	الطاقة الشمسية	الطاقة الحرارية الأرضية	الإنتاج باستخدام مصادر الطاقة المتجددة	إجمالي الإنتاجبمختلف مصادر الطاقة*
2	3285590	221053	12818	64916	3584377	20316332
2	3338821	277440	20972	67039	3704272	20250371
2	3530272	341384	33867	68106	3973629	21616255
2	3603786	436011	66628	69292	4175717	22326510
2	3765969	524040	103783	70275	4464067	22829291
2	3898248	646365	145508	71744	4761865	23500751
2	3976012	718075	198681	77527	4970295	23941846
2	3989825	838314	260179	80562	5168880	24400746
2	4162266	958154	339622	82187	5542229	25095025
2	4197299	1127319	454402	85348	5864368	25721050
2	4325111	1273409	565703	88956	6253179	26730065

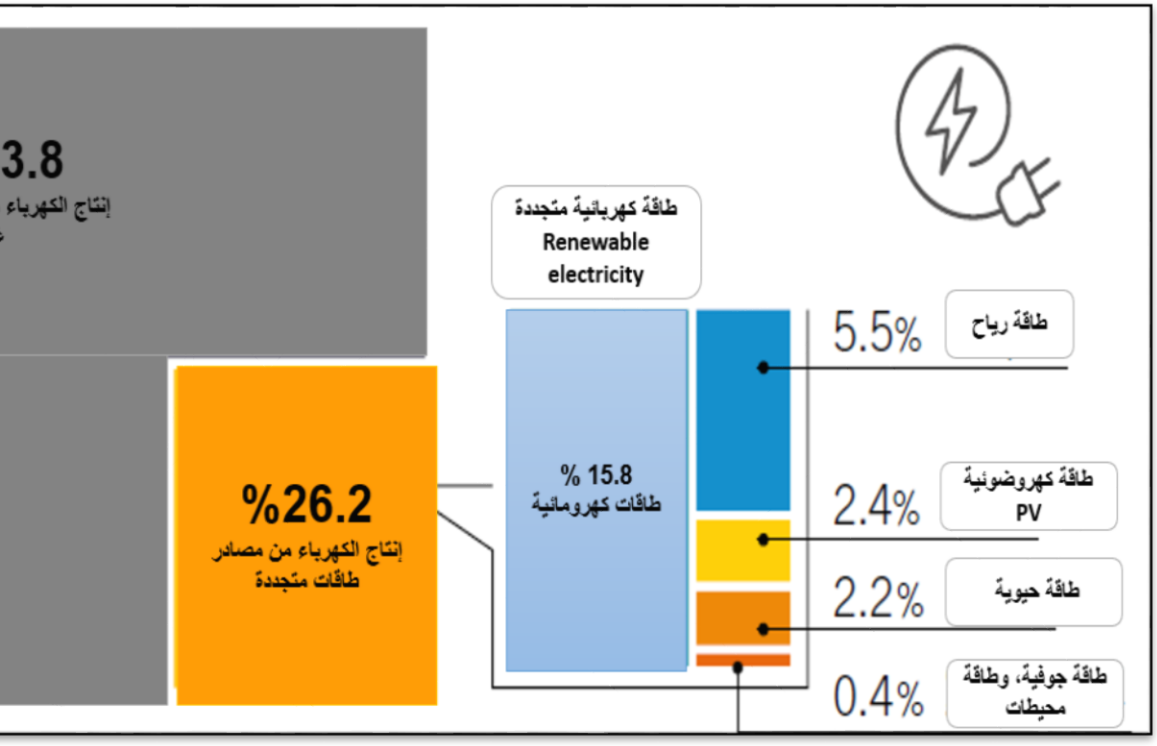
المصدر:من إعداد الطالب بالإعتماد على معطيات من: **(IEA**International Energy Agency**)**

من خلال الجدول رقم (23) نجد أن انتاج الكهرباء باستخدام مختلف أنواع الطاقة خلال الفترة (2008-2018)(https://www.iea.org/data-and-statistics/data-year=2018&energy=Electricity&tables?country=WORLD، 2020)عرف ارتفاعا حيث قدر إجمالي انتاج الكهرباء في سنة 2017 بـ 26730065جيغاواط/سا بمعدل نمو قدر بـ 31.5% مقارنة بسنة 2008 التي قدر انتاج الكهرباء فيها بـ 20316332 جيغاواط/سا، واما بالنسبة لإنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة فقط فقد عرف تطورا مشهودا حيث قدر انتاج الكهرباء سنة 2018 بـ 6253179جيغاواط/سا بمعدل نمو مرتفع قدر بـ 74.45% مقارنة بسنة 2008، مما يدل على توجه استراتيجي يدفع إلى تشجيع انتاج الكهرباء باستغلال مصادر الطاقة المتجددة حيث تقدر نسبة مساهمة إنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة من إجمالي انتاج الكهرباء باستخدام مختلف أنواع الطاقة في سنة 2018 بـ 23%، أما بالنسبة لمساهمة مختلف مصادر الطاقة المتجددة في انتاج

الكهرباء فهي تتفاوت من مصدر لآخر، حيث احتلت الطاقة الكهرومائية الصدارة في انتاج الكهرباء سنة 2018 بقيمة 4325111جيغاواط/سا أي بنسبة 69% من إجمالي الإنتاج باستخدام مصادر الطاقة المتجددة، وتأتي بعدها طاقة الرياح بقيمة 1273409جيغاواط/سا وبنسبة 20%، ثم الطاقة الشمسية التي تمثلت مساهمتها من خلال كل من الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية الحرارية بقيمة 565703جيغاواط/سا وبنسبة 09%، وفي الأخير طاقة الحرارة الأرضية بـ: 88956جيغاواط/سا بنسبة 1.4%، أما المصادر الأخرى مثل طاقة المد والجزر والطاقة الحيوية سجلت نسبة مساهمة ضئيلة في انتاج الكهرباء.

وبالنسبة لتوليد الكهرباء في سنة 2018 من مصادر الطاقات المتجددة، فقد بلغت نسبة مساهمة مصادر الطاقة الكهرومائية في إنتاج الكهرباء من إجمالي الطاقات المتجددة نحو 60% في عام 2018، تلتها طاقة الرياح بنسبة حوالي 21%، فالطاقة الشمسية الكهروضوئية بنسبة 9%، ثم الطاقة الحيوية بنسبة 8%، إجمالا فإن الطاقات المتجددة المركبة والتراكمية بنهاية 2018، كانت كافية لإنتاج حوالي 26.2%من إجمالي إنتاج العالم من الكهرباء(منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، 2020، صفحة 164)، والشكل الموالي يوضح ذلك

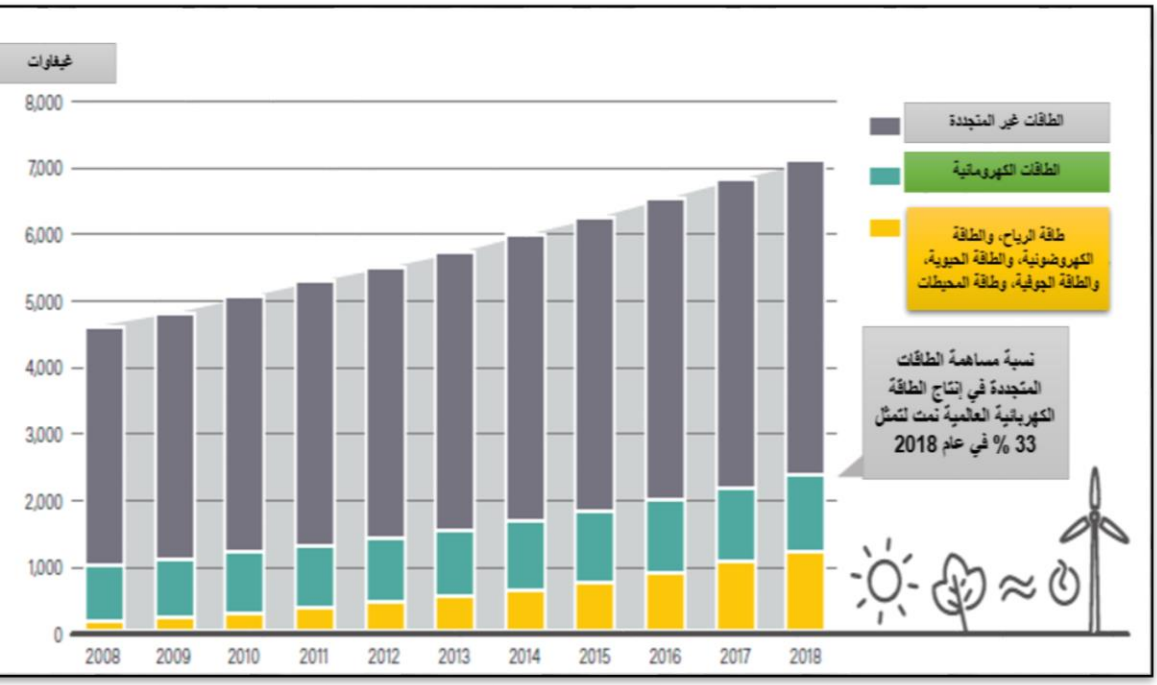
الشكل 01: نسب مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج العالم من الكهرباء بنهاية 2018.



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي (46) لسنة 2019، الكويت، 2020، ص: 164.

وقد أضافت مصادر الطاقات المتجددة للعام الرابع على التوالي، قدرات لتوليد الطاقة الكهربائية تفوقت على القدرات المضافة والمتولدة من مصادر الطاقة التقليدية، والطاقة النووية مجتمعة، حيث تم إضافة طاقات كهروضوئية شمسية "PV" بلغت حوالي 100 جيغاواط، وهو ما يمثل 55% من إجمالي الطاقات الجديدة المضافة، تليها طاقة الرياح بنسبة 28%، ثم الطاقة الكهرومائية بنسبة 11%. والشكل الموالي يوضح القدرات العالمية لإنتاج الطاقة من مصادرها المختلفة خلال الفترة (2008-2018)

الشكل 02: القدرات العالمية لإنتاج الطاقة من مختلف المصادر خلال الفترة (2008-2018)



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي (46) لسنة 2019، مرجع سبق ذكره، ص: 163.

إن استغلال الطاقات المتجددة على المستوى العالمي يعرف تطورا ملحوظا وبالخصوص التقنيات التكنولوجية المستخدمة فيها، وهذا ما انعكس على تحسين تقنيات إنتاج الطاقات المتجددة، مما ساهم في خفض تكلفة انتاجها، حيث انخفضت تكلفة إنتاج الطاقة الشمسية المركزة "CSP" بنحو 26% في 2018 مقارنة بسنة 2017، فيما انخفضت تكلفة إنتاج الكهرباء الحيوية بمقدار 14%، والطاقة الشمسية الكهروضوئية "PV" بنسبة 13%، بينما سجلت تكلفة تقنيات إنتاج الطاقة الكهرومائية انخفاضا بلغ نحو 11%، وانخفضت تقنيات إنتاج طاقة الأرض الجوفية، وطاقة الرياح بنسبة 1%، كما ساهمت في زيادة المنافسة بين الموردين الرئيسين للتوربينات، والمعدات المساعدة في الأسواق في تلك التخفيضات(منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، 2019، الصفحات 162-164).

2.4 آفاق مساهمة الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية ضمن مزيج الطاقة

من خلال الجدول رقم (02) الذي يوضح آفاق توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقات المتجددة ومصادر الطاقة الأخرى يتضح أن الطاقة الكهربائية المولدة باستخدام مختلف مصادر الطاقة قدرت في سنة 2017 بـ 25642 تيرا واط/سا ويتوقع أن تعرف ارتفاعا بحسب كلا السيناريوهين، حيث قدرت سنة 2040 بحسب سيناريو السياسات الجديدة بـ 40411 تيرا واط/سا، أما سيناريو التنمية المستدامة فقد قدرت بـ 37081 وهي منخفضة بذلك عن سيناريو السياسات الجديدة بمقدار 3330 تيرا واط/سا، وتختلف مساهمة كل نوع من مصادر الطاقة عن الآخر في توليد الطاقة الكهربائية، حيث يستحوذ الوقود الأحفوري على الحصة الأكبر سنة 2017 بـ 16654 تيرا واط/سا أي ما يمثل 65% من إجمالي الطاقة، في المقابل ومن خلال توقعات السيناريوهين لسنة 2040 نجد أن نسبة استخدام الوقود الأحفوري في توليد الطاقة الكهربائية قد انخفضت، حيث قدرت بحسب سيناريو السياسات الجديدة بـ 49% من اجمالي الطاقة وبقيمة 19934 تيرا واط/سا، أما بالنسبة لسيناريو التنمية المستدامة فقد تراجع دوره في الصدارة ليحتل بذلك المرتبة الثانية ويتوقع أن تصل مساهمته في توليد الطاقة الكهربائية إلى 7536 تيرا واط/سا أي بنسبة 20%وبانخفاض قدر بـ 12398 تيرا واط/سا، وهو الأمر الذي يفسر انخفاض قيمة إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة بحسب سيناريو التنمية المستدامة مقارنة بسيناريو السياسات الجديدة.

أما بالنسبة للطاقات المتجددة قدرت قيمة الطاقة الكهربائية المولدة منها سنة 2017 بـ 6351 تيرا واط/سا أي ما يمثل 25% من الإجمالي، وقد عرف توقع استخدامها في توليد الطاقة الكهربائية سنة 2040 ارتفاعا بحسب كلا السيناريوهين، حيث قدرت بحسب سيناريو السياسات الجديدة بـ 16752 تيرا واط/سا أي ما يمثل 41% من الإجمالي، أما بحسب سيناريو التنمية المستدامة فقد احتلت الصدارة واستحوذت على القيمة الأكبر من مزيج الطاقة، حيث قدرت بـ: 24585 تيرا واط/سا أي ما يمثل 66% من الإجمالي وبفارق 7833 تيرا واط/سا عن سيناريو السياسات الجديدة، وعليه وبحسب توقعات سيناريو التنمية المستدامة فإن توليد الطاقة الكهربائية سيعتمد بشكل أسياسي على مصادر الطاقة المتجددة.

وفي الأخير فإن توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة النووية قدر سنة 2017 بـ 2637 تيرا واط أي ما يمثل 10% من الإجمالي، وهي أيضا يتوقع ارتفاع استخدامها في سنة 2040 في كلا السياريوهين ولكن بقيمة اقل عن المصادر الأخرى، حيث قدرت قيمة الطاقة الكهربائية المولدة باستخدامها بحسب سيناريو السياسات الجديدة بـ: 3725 تيرا واط/سا، أما بالنسبة لسيناريو التنمية المستدامة قدرت بـ 4960 تيرا واط/سا أي بمعدل أكبر مقارنة بسيناريو السياسات الجديدة بمقدار 1235 تيرا واط/سا.

ما يمكن ان نستخلصه من خلال استخدام مختلف مصادر الطاقة في توليد الطاقة الكهربائية بحسب السيناريوهين ونتائج توقعاتهما سنة 2040، انه سيكون للطاقات المتجددة بمختلف مصادرها دورا فعالا في توليد الطاقة الكهربائية وخاصة ما جاءت به توقعات سيناريو التنمية المستدامة لترتفع نسبة مساهمتها من 25% سنة 2017 إلى 66% سنة

2040 وتحتل بذلك المرتبة الأولى مقارنة بالمصادر الأخرى متجاوزتا مساهمة الوقود الأحفوري.

الجدول 02: آفاق توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقات المتجددة ومصادر الطاقة الأخرى(2017-2040)

السيناريو	مصادر الطاقة	2017		2040	
		القيمة (تيراواط/سا)	النسبة	القيمة(تيراواط/سا)	النسبة
سيناريو السياسات الجديدة	إجمالي الوقود الأحفوري	16654	65	19934	49
	إجمالي الطاقات المتجددة	6351	25	16752	41
	الطاقة النووية	2637	10	3725	9
	الإجمالي	25642	100	40411	100
سيناريو التنمية المستدامة	إجمالي الوقود الأحفوري	16654	65	7536	20
	إجمالي الطاقات المتجددة	6351	25	24585	66
	الطاقة النووية	2637	10	4960	13
	الإجمالي	25642	100	37081	100

المصدر: من إعداد الطالب بالإعتماد على معطيات من منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، دراسة حول واقع وآفاق الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي والإنعكاسات المحتملة على الصناعة النفطية، مرجع سبق ذكره، ص ص: 152-174.

وبالتالي فإن هذا الإستعمال للطاقات المتجددة ولو أنه غير عملي أو اقتصادي لتزويد وانتاج الكهرباء بشكل كبير، إلا أنه قد يكون الأسلوب الأفضل والأمثل لتزويد الكهرباء في المناطق الريفية والصغيرة في الدول ذات الدخل المنخفض جدا، فإنه يشكل دورا هاما للطاقة المتجددة في حالات خاصة(الخطيب، صفحة 14).

5. متطلبات مساهمة الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية لتحقيق التنمية المستدامة

ما يمكن أن نستخلصه حول واقع وآفاق مساهمة الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائيةضمن مزيج الطاقة في العالم، أن الطاقات المتجددة انها أصبحت واقعا وتحتل جزءا مهما من السياسات الطاقوية للدول المستهلكة، وأمام هاته الأهمية وبالرغم من الدور الذي تلعبه مصادر الطاقة المتجددة، إلا أن التوجه نحو تجسيد وتحقيق تحول طاقوي، مما يعطي لها الأهمية والدور البارز على حساب مصادر الطاقة الأخرى يبقى مرهونا بالحقيقة التي لا جدال فيها هي أن التوازن بين التنمية والمحافظة على البيئة يتطلب توخي المسؤولية في استخدام كل مصادر الطاقة على حد سواء، بالإضافة لذلك فإن مستقبل الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي متوقف على عدد من العوامل والتي من أهمها التطور التقني ودوره في تخفيض التكاليف، والإشتراطات البيئية والرسوم الضريبية المتزايدة التي تفرضها الدول المستهلكة على الوقود الأحفوري، فضلا عن الدعم المالي والتشريعي الحكومي والإتجاهات المستقبلية لأسعار النفط العالمية، فالتوسع الكبير في انتاجها يجابه تحديات كبيرة لا يبعث بنفس الدرجة من التفاؤل والتضخيم التي يتوقعها المتفائلون بخصوص احتمالاتها المستقبلية وذلك لأسباب عديدة أهمها:

- وصول بعض تقنيات الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء إلى مرحلة متقدمة ومستوى مستقر في التكاليف بحيث يصعب تحقيق مزيد من التخفيض في مستوياتها في المستقبل المنظور، بينما تعتمد إمكانية تخفيض التكاليف في البعض الآخر على بعض العوامل مثل التقدم التكنولوجي واقتصاديات الحجم وتحسين مستوى الكفاءة؛

- إن تقلبات أسعار النفط بين ارتفاع وانخفاض تحمل في طياتها انعكاسا لا تخدم مشاريع الطاقات المتجددة، ففي حال ارتفاعها تكون له آثار سلبية تتمثل في زيادة تكاليف انتاجها، بالرغم من الجانب الإيجابي وتحسين الجدوى الإقتصادية لمشاريعها، وفي حال انخفاض الأسعار وبالأخص إن كان حادا، ستكون له انعكاسات مؤثرة على اقتصاديات تلك المشاريع التي تم تقييم اقتصادياتها على أساس مستويات أسعار نفط مرتفعة؛

- إن تقنيات الطاقات المتجددة الأخرى (الشمسية والرياح والجوفية والمد والجزر) والتي تشهد معدلات نمو عالية بشكل خاص التي تشكل حاليا 2% من إجمالي الطلب على مصادر الطاقة الأولية في العالم وتتميز بأرضية منخفضة جدا ما يجعل مساهمتها المستقبلية لا تشكل تغييرا جوهريا في نمط مزيج الطاقة العالمي بحيث لا يتوقع أن تزيد نسبتها عن 7% من إجمالي الطلب على مصادر الطاقة الأولية في العالم في عام 2040؛

- إن زيادة التنوع في مزيج الطاقة العالمي يجب أن يكون وفق آليات وأساسيات عوامل السوق التقليدية، وإن إصرار الدول المستهلكة على دعم الطاقات المتجددة، لأسباب لا علاقة لها بعوامل السوق، قد يؤثر في النهاية في استقرار السوق من خلال دعم امكانية تهيئة مبالغ التمويل الهائلة اللازمة لزيادة الطاقات الإنتاجية والتكريرية النفطية في ظل تزايد تدفق الإستثمارات إلى صناعة الطاقات المتجددة، بالإضافة إلى الزيادة في عوامل عدم اليقين المحيطة بالطلب على نفوطها والتحديات والصعوبات التي تجابهها نتيجة لزيادة تنوع الوقود بالأخص في صناعة التكرير وبعض الجوانب التشغيلية.

- التوقعات الحالية لكل من النفط والغاز تعتمد على التكنولوجيات المتاحة حاليا، بمعنى أن التطور المستقبلي في تكنولوجيات التنقيب والإستخراج والتكرير سوف تترجم إلى مزيد من الإحتياطيات، وهو ما يعني مزيد من الإعتماد على المصادر الأحفورية؛

- يرتبط التأثير المباشر للطاقة المتجددة في ايجاد مصدر متجدد يستطيع توفير الطاقة وقت الطلب، بغض النظر عن مؤثرات خارجية (الظواهر الطبيعية)، وهو ما يتوافر في كل من الكتلة الإحيائية، والوقود الحيوي، وتكنولوجيا خلايا الوقود المعتمدة على الهيدروجين؛

- أن التحول من تكنولوجيا إلى أخرى يستغرق فترة زمنية قد تمتد من أربعين إلى ستين عاما، وهي الفترة اللازمة لتصل فيها التكنولوجيات البديلة للوقود الأحفوري إلى مستوى من النضج تصبح معه بديلا له وبنفس كفاءة الأداء بالإضافة إلى توافره محليا بجدوى اقتصادية(الخياط م.، 2008).

إن التوسع في استغلال الموارد الوفيرة من الطاقة المتجددة خاصة الشمسية وطاقة الرياح سيؤدي إلى تأمين مصادر جديدة للطاقة الكهربائية وهي بذلك تشكل رافدا قويا لمصادر الوقود الأحفوري وتساهم في تعزيز مصادر الدخل، وتعزز أبعاد التنمية المستدامة، ولتحقيق ذلك يتطلب اتخاذ الخطوات التالية:

- اعتماد سياسات متوازنة تركز على إصلاح الأسعار المحلية للوقود والخفض التدريجي للدعم الحكومي لأسعار الطاقة بالتزامن مع اعتماد تدابير تخفيف الآثار الناجمة عن اصلاح الأسعار لتعويض الأسر محدودة الدخل وحمايتها من الصدمات التضخمية المحتملة.
- أن المضي قدما في خيار العمل على استغلال مصادر الطاقة المتجددة المتاحة، سوف يؤدي حتما إلى تحقيق الأهداف الوطنية المتوخاة منه في تأمين وتنويع مصادر الطاقة، وخلق رافد قوي للمصادر البترولية ليساهم في تعزيز مصادر الدخل، كما سيؤدي إلى تغيرات جذرية على الآفاق المستقبلية لمزيج الطاقة وتوقعاته المستقبلية، مع التأكيد على أن الطاقات المتجددة ليست بديلا عن المصادر البترولية وإنما مكملا له.
- تطوير الإستراتيجيات والبرامج التنفيذية الخاصة بترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة على كافة المستويات وفي جميع القطاعات، وذلك من خلال وضع الخطط وتنفيذ البرامج اللازمة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الصناعات المختلفة وتوفير قاعدة بيانات عن أدائها وحجم الوفورات الناتجة عنها، ودعم الإجراءات المتعلقة بوضع المواصفات والمعايير التي تساهم في تحسين كفاءة الطاقة.

6. الخاتمة:

بالرغم من الإهتمام العالمي الكبير الذي تحظى به الطاقة المتجددة كطاقة بديلة للطاقة التقليدية، وتطور مساهمة في توليد الطاقة الكهربائية، إلا انه يبقى تجسيد خيار الإنتقالالطاقوي اليها مرهونا بمبدأ المفاضلة بين مختلف الخيارات الطاقويةالإستراتيجية الذي يعتمد على مبدأين اساسيين يتعمدان على مدى وفرة الطاقة بالكمية والنوعية المناسبتين وبالسعر الملائم وكذا التقليل من الأثار السلبية للبيئة والصحة حاضرا ومستقبلا، ومن خلال هذا المبدأ نجد أنه في الوقت الحالي وعلى المدى المتوسط أن الطاقة المتجددة تواجه العديد من التحديات تجعل مستقبل الطاقة المتجددة متوقف على العديد من العوامل والتي من أهمها التطور التقني ودوره في تخفيض التكاليف، والإشتراطات البيئية والرسوم الضريبية المتزايدة التي تفرضها الدول المستهلكة على الوقود الأحفوري في ظل تدعيم التوجه نحو الطاقة المتجددة، فضلا عن الدعم المالي والتشريعي الحكومي لها بالإضافة إلى الإتجاهات المستقبلية لأسعار النفط العالمية والتي بدورها لها الأثر البالغ على مستقبل التحول الطاقوي في إطار تدعيم وتشجيع الإستثمار في الطاقات المتجددة.

7. قائمة المراجع:

- سعد الدين خرفان، 2010، تغير المناخ ومستقبل الطاقة المشاكل والحلول، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، سوريا.
-Chems Eddine Chitour, 2003,Pour une stratégie énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030, OPU, Alger.
-بلال نطور، صورية ديب، ديسمبر2015، إمكانيات الطاقة المتجددة في الجزائر وآفاقها المستقبلية، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، جامعة باتنة (01)،العدد(03).
-Gilles Rotillon, 2005, Economie des ressources naturelles, Edition la Découverte, Paris, France.
-بوزيد سفيان، محمد عيسي محمد محمود، 2017، آليات تطوير وتنمية استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر، مجلة المالية والأسواق، جامعة مستغانم، المجلد(04)، العدد (01).
- عمر شريف، فرحاتي لويزة، مشاريع الطاقة المتجددة وانعكاساتها على التنمية المستدامة في الجزائر، ورقة بحثية مقدمة لفعاليات الملتقى الوطني حول " فعالية الإستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية"، جامعة سكيكدة، 02-03 نوفمبر2013.
- خضير عقبة، عادل سلماني، ديسمبر 2017، التجربة الجزائرية في مجال الطاقات المتجددة كبديل للبترول، مجلة العلوم الإدارية والمالية، جامعة الوادي، المجلد (01)، العدد(01).
- بن ربيعة رجاء، تجربة الصين في استثمار الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، ورقة بحثية مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول " الإستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة"، جامعة البليدة(02)، 06-05 ديسمبر 2018.
- إبراهيم عبد الله عبد الرؤوف محمد، الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة، دار الجامعة الجديدة، الإسكندرية، مصر، 2017.
- بن رمضان انيسة، 2014، دراسة اشكالية استغلال الموارد الطبيعية الناضبة وأثرها على النمو الإقتصادي، دار هومه، الجزائر.
- سيد عاشور أحمد، 2010، الطاقة في مصر وتحديات المستقبل، دون دار نشر، القاهرة، مصر.
- بوذريع صليحة، ترشيد استهلاك الطاقة في المنشآت الصناعية وأثره على التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه، جامعة الشلف، 2015/2014.
- سنوسي سعيدة، انعكاسات ترشيد استهلاك الطاقة وتنمية مصادرها على تحقيق التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه، جامعة عنابة، 2017/2016.
- نبيل جعفر عبد الرضا، 2017، اقتصاد الطاقة، دار الكتاب الجامعي، الإمارات العربية المتحدة.
- الأمير عبد القادر حفوظة، مصطفى غميمة، واقع الطاقات المتجددة في الجزائر بين الإمكانيات والمعوقات، ورقة بحثية مقدمة ضمن فعاليات اليوم الدراسي حول " البدائل

الطاقوية في الجزائر لما بعد النفط: الفرص والمعوقات، جامعة بسكرة، يوم 27 افريل 2017.
- موفق سهام، بربار نور الدين، الإستثمار في الطاقات المتجددة ودرها في تعزيز تنافسية المؤسسة، ورقة بحثية مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول " متطلبات تحقيق الإقلاع الإقتصادي في الدول النفطية في ظل انهيار أسعار المحروقات"، جامعة البويرة، يوم 29-30 نوفمبر 2016.
- حسام الشيمي، 2014، التنمية المستدامة لمصادر الطاقة المتجددة، مجموعة النيل العربية، مصر.
- ماضي محمد، ديب كمال، 2017، اقتصاديات الطاقات الناضبة والمتجددة، دار النشر الجامعي الجديد، الجزائر.
- حفوظة الأمير عبد القادر، أعمر سعيد شعبان، 2017، الطاقات المتجددة في الجزائر كبديل للطاقة التقليدية- واقع وآفاق، مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية-دراسات اقتصادية، جامعة الجلفة، المجلد(31)، العدد(02).
-محمد صلاح السباعي بكرى الشربيني، 2017، إستثمارات الشركات متعددة الجنسيات في تكنولوجيا الطاقة المتجددة، دار الفكر الجامعي، الإسكندرية، مصر.
- أبوطير نبيل، أهمية الرهان على الطاقات البديلة في الدول العربية كوسيلة لتحقيق التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه، جامعة عنابة، 2017/2016.
- وحيد خير الدين، أهمية الثروة النفطية في الإقتصاد الدولي والإستراتيجيات البديلة لقطاع المحروقات، مذكرة ماجستير، جامعة بسكرة، 2013/2012
- هشام حريز، دور البحث والتطوير في تحسين القدرة التنافسية لقطاع الطاقات المتجددة في الجزائر، أطروحة دكتوراه، جامعة بسكرة، 2016/2015.
- ذبيحي عقيلة، الطاقة في ظل التنمية المستدامة، مذكرة ماجستير، جامعة قسنطينة، 2009/2008.
- جباري عبد الجليل، أهمية تطوير الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه، جامعة بسكرة، 2018/2017.
- هشام حريز، دور انتاج الطاقات المتجددة في إعادة هيكلة سوق الطاقة، مذكرة ماجستير، جامعة بسكرة، 2013/2012.
- هواري عبد القادر، 2014، كفاءة الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في الإقتصاديات العربية، مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية-دراسات اقتصادية، جامعة الجلفة، العدد 29،.
- جباري عبد الجليل، أهمية تطوير الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه، جامعة بسكرة، 2018/2017
- موساوي رفيقة، موساوي زهية، 2017، دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة المالية والأسواق، جامعة مستغانم، المجلد (04)، العدد (01).
- مداحي محمد، الطاقات المتجددة كخيار إستراتيجي في ظل المسؤولية عن حماية البيئة، مذكرة ماجستير، جامعة الشلف، 2012/2011.

- نفاح زكرياء، بحوصي المجدوب، شاهد الياس، 2018، الطاقات المتجددة كمعيار بيئي، اجتماعي اقتصادي لتحقيق التنمية المستدامة (آيسلندا نموذجا)، مجلة البشائر الإقتصادية، جامعة بشار، المجلد (04)، العدد (02).
- بودرجة رمزي، جوان 2017، الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمنية المستدامة تجربة ألمانيا نموذجا، مجلة ميلاف للبحوث والدراسات، المركز الجامعي ميلة، العدد (05).
- طالم علي، الإستثمار في الطاقات المتجددة ضرورة حتمية لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الإقتصاد والتنمية البشرية، البليدة (02)، المجلد (08)، العدد (01)، 2017.
- علي طالم، كافي فريدة، الطاقات المتجددة السبيل لتجسيد أبعاد التنمية المستدامة وتحقيق مستقبل طاقوي مستدام، مجلة البحوث العلمية في التشريعات البيئية، جامعة تيارت، المجلد (06)، العدد (01)، 2019.
- بوعبدلي ياسين، البدائل التنموية في الإقتصاد الجزائري خارج قطاع المحروقات – الطاقات المتجددة بديلا، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر(03)، 2018/2017.
- سناء حم عيد، استراتيجية الطاقة المتجددة في الجزائر ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، مذكرة ماجستير، جامعة الجزائر(03)، 2013/2012.
- نفاح زكرياء، بحوصي المجدوب، شاهد الياس، 2018، الطاقات المتجددة كمعيار بيئي، اجتماعي اقتصادي لتحقيق التنمية المستدامة (آيسلندا نموذجا)، مجلة البشائر الإقتصادية، جامعة بشار، المجلد (04)، العدد (02)،.
- روضة جديدي، سميحة جديدي، أفريل 2019، الطاقات المتجددة في الجزائر بين دوافع التنمية المستدامة وضغوطات تقلبات أسعار النفط، مجلة العلوم القانونية والسياسية، جامعة الوادي، المجلد (10)، العدد(01).
- يوب فايزة، الطاقات المتجددة كأداة لتفعيل السياسة التنموية الجزائرية، مجلة التنوير للدراسات الأدبية والإنسانية، جامعة الجلفة، العدد (04)، ديسمبر 2017.
- رايس حدة، رحال ايمان، طويل حدة، الطاقة المتجددة خيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة، مجلة التنمية الإقتصادية، جامعة الوادي، المجلد (03)، العدد (06)، ديسمبر 2018.
- نور الدين شنوفي، دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة بالجزائر- الطاقة الشمسية كطاقة بديلة مستقبلية، مجلة العلوم التجارية، مدرسة الدراسات العليا التجارية، المجلد (14)، العدد (02)، 2015.
- فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الباحث، جامعة ورقلة، العدد (11)، 2012.
- دلال عجالي، زبير عياش، جوان 2017، دور الطاقات المتجددة في دعم التنمية المستدامة –دراسة حالة الجزائر، مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، باتنة (01)، العدد (06).
- مداحي محمد، قاشي يوسف، واقع الإستثمار في الطاقات المتجددة ودوره في تحقيق الأمن الطاقوي العالمي عرض تجربة الجزائر، ورقة بحثية مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي

حول "إستراتيجيات الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة تجارب بعض الدول"، جامعة البليدة (02)، يومي 23-24 أفريل 2018.
- كافي فريدة، الطاقات المتجددة ودورها في الإقتصاد وحماية البيئة –دراسة حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه، جامعة عنابة، 2015/2014.
-IEA Report, Electricity Information:Overview, International Energy Agency, 2019, p:3, disponible sur le site:http://data.iea.org/payment/products/102-electricity-information.aspx.تاريخ الإطلاع:2019/12/12
- المعطيات مأخوذة من الموقع:
https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD&energy=Electricity&year=2018
تاريخ الإطلاع:20-02-2020.
-منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي (46) لسنة 2019، الكويت، 2020.
- هشام الخطيب، مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والإقتصادية(عربيا وعالميا)، ورقة مقدمة ضمن فعاليات مؤتمر الطاقة العربي الثامن.
-محمد مصطفى الخياط، تقنيات الطاقة الجديدة والمتجددة وامكانيات تطبيقها في المنطقة العربية، ورقة مقدمة في إطار ورشة عمل حول " تعزيز استخدامات الطاقة المتجددة في الوطن العربي، جامعة الدول العربية، مصر، أفريل 2008.