

تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة
Innovation Technology in The renewable energies

د. سهام مانع *

جامعة محمد البشير الإبراهيمي، الجزائر، siham.mana@univ-bba.dz

تاريخ النشر: 2024/06/30

تاريخ القبول: 2024/06/30

تاريخ الاستلام: 2024/05/10

ملخص:

تزامنا مع توسع الطلب العالمي على الطاقة واثبات الطاقة المتجددة لقدرتها على توفير الطاقة بمصادر متعددة، لجأت هذه الأخيرة إلى اعتماد تكنولوجيا الابتكار حتى تتمكن من احتلال نسبة كبيرة من حجم الطلب العالمي على الطاقة فضلا عن سعيها نحو التحسين من جودة الطاقة المقدمة مع توفير تقنيات تسهل عملية الإنتاج والتخزين والاستهلاك، وعليه سنحاول من خلال هذه الورقة البحثية لعرض مختلف التقنيات التي قدمتها تكنولوجيا الابتكار للطاقات المتجددة التي زادت من حجم إنتاج الطاقة المتجددة. الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، التقنيات الحديثة المبتكرة، تكنولوجيا الابتكار.

ترميز JEL: Q2, O4

Abstract:

Simultaneously with the expansion of global demand for energy and renewable energy proving its ability to be provided from multiple sources, the latter has adopted innovative technology so that it can occupy a large percentage of the global energy demand volume, as well as its strife to improve the quality of provided energy with the help of technics that facilitate the process of production, storage and consumption. Through this research paper, we will present the various technics that innovation technologies have provided for renewable energies to increase its volume of production.

Keywords: renewable energy, innovative modern technologies, innovation technology.

JEL Classification Codes: Q, 04.

1. مقدمة:

بعد المشاكل والانتقادات التي واجهتها الطاقة الأحفورية والتي لم تستطع تخطيها والتخلص منها توجه الاهتمام والبحث في مزار الطاقة المتجددة التي أثبتت قدرتها على توفير الطاقة التي يحتاج إليها العالم من جهة، وتمكنها من تجاوز المشاكل التي اعترضت طريق الطاقة الناضبة من جهة ثانية، ناهيك عن الدور الفعال الذي قدمته الطاقة المتجددة في تعزيز ودعم النمو الاقتصادي العالمي، ومع تزايد الطلب العالمي على الطاقة الذي سيتجاوز الثلث خلال السنوات القادمة تؤكد عجز الطاقة الأحفورية على تلبية هذا الطلب، لذلك أصبحت تمثل الطاقة المتجددة المصدر الرئيسي للطلب العالمي على الطاقة.

ومن أجل الانتقال إلى الطاقة المتجددة لابد من استخدام التكنولوجيا المتطورة التي تزيد من سهولة استخدام هذه الطاقة وبأكفأ طريقة ممكنة حتى تحقق مبدأ الطاقة النظيفة، لكن لا يمكن تحقيق تكنولوجيا الطاقة المتجددة بمعزل عن الابتكار الذي يعتبر المحرك الرئيسي للنمو الاقتصادي وفي نفس الوقت العامل الوحيد الذي يحقق للطاقة المتجددة إنتاج الطاقة بطرق وتقنيات جديدة مختلفة عن سابقتها وأكثر كفاءة وتكون بمثابة حل للمشاكل التي يمكن أن تواجهها الطاقة المتجددة.

من خلال هذا المنطلق سنحاول من خلال هذه الورقة البحثية الإجابة على الإشكالية التالية:

ما هي أهم التكنولوجيات المبتكرة في الطاقة المتجددة؟

وللإجابة على هذه الإشكالية تم بناء مجموعة الفرضيات التالية:

- تتميز مصادر الطاقة المتجددة بتنوعها وتولد عن النظام البيئي للطبيعة المتوفرة بشكل دائم وتتجدد باستمرار كل يوم مادامت الحياة قائمة؛
- عُرفت الطاقة المتجددة بصعوبة إنتاجها من مصادرها الطبيعية وهو المشكل الذي لا يزول إلا بعد تطوير واستحداث طرق ووسائل جديدة تسهل هذه العملية وهذا ما يستدعي ضرورة اللجوء إلى التكنولوجيا المتطورة لتحقيق مبتغاها؛
- قدمت تكنولوجيا الابتكار تقنيات متنوعة استطاعت إنتاج الطاقة من الطاقات المتجددة، لكن مع تزايد الطلب العالمي المستمر على الطاقة توجهت تكنولوجيا الابتكار إلى البحث أكثر من أجل إيجاد تقنيات جديدة أكثر تطوراً أو تطوير تلك القائمة بغرض التسهيل في عملية إنتاج الطاقة من جهة والزيادة في حجم الطاقة المستخرجة اللازمة لتغطية الاحتياج العالمي من جهة أخرى.

وتسعى الورقة البحثية إلى بلوغ الأهداف التالية:

- التأكيد على التنوع الذي تتمتع به الطاقة المتجددة في مصادرها المستدامة غير الناضبة والتي تتسم بالتوافق مع التنمية المستدامة؛

د. سهام مانع

- توضيح الدور الذي يلعبه الدمج بين التكنولوجيا والابتكار في زيادة الإنتاج من الطاقة وتسهيل طرق تخزينها واستغلالها في شتى القطاعات؛
- الإشارة إلى أن تحقيق الازدهار والنمو في جميع المستويات وبالأخص المجال الاقتصادي في الوقت الحالي مرهون بمدى اهتمام الدول بالاستثمار في الطاقات المتجددة.

وللإجابة على الإشكالية المطروحة ومعالجتها قسمت هذه الورقة البحثية إلى **المحورين** التاليين:

1- مفاهيم أساسية حول الطاقات المتجددة؛

2- تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة.

2. مفاهيم أساسية حول الطاقات المتجددة:

تتمثل الطاقة في "القدرة على القيام بعمل ما" (طالبي، 2008، صفحة 203)، ارتبط وجودها مع ظهور الإنسان على سطح الأرض بدءاً بالجهد الفكري والعضلي الذي يتحقق بفعل تحويل الطاقة التي يخترنها جسم الإنسان والتي يتحصل عليها من خلال استنباطها من الطاقة الموجودة في الغذاء، لتتطور بعد ذلك المصادر التي تمد الإنسان بالطاقة نتيجة تطويرة لوسائل العمل بغرض سد حاجياته اليومية المتزايدة بمرور الوقت، والتي دفعته إلى البحث عن مصادر ذات الطاقة الأوفر لتسهيل عليه حياته، وهو الأمر الذي دفع بالإنسان إلى استغلال كل ما هو موجود أمامه من: حيوانات، نار، رياح، ماء... الخ حتى وصوله إلى اكتشاف المواد المخبأة في باطن الأرض. وهكذا تطورت مصادر الطاقة عبر الزمن إلى أن أصبحت تصنف إلى: الطاقة الناضبة والطاقة المتجددة وهي العنصر الذي سيتم تناوله في هذا المحور من خلال تعريفها أولاً، ثم عرض مختلف مصادرها ثانياً.

1.2 مفهوم الطاقة المتجددة:

تُعرف "الطاقة المتجددة" بأنها: "تلك الطاقة النظيفة والمستدامة غير الناضبة المستمدة من الموارد الطبيعية التي لا يتولد عن إنتاجها مخلفات تُضر بالطبيعة" (رشيد ي.، 2015، صفحة 254).

فالطاقة المتجددة مورد طاقي يُستخرج من الطبيعة بشكل دائم أين لا يُؤثر حجم استهلاكها على حجم توفرها كونها تتجدد تلقائياً وبوتيرة أسرع من وتيرة استهلاكها، فهي متوفرة بالحجم المطلوب وأكثر طالما لا تزال الحياة مستمرة، وهذا ما جعلها تتصف بالميزات التالية:

- طاقة محلية طبيعية متيسرة لكافة الأفراد بشكل وفير؛
 - لا يؤدي إنتاجها إلى تولد غازات سامة تضر بطبقة الأوزون أو تغيير في درجة الحرارة أو تلوث الهواء والتربة؛
- تمنح لمستخدميها استقلالية خاصة عن الشبكة المركزية لتوزيع الطاقة كونها ليست مركزية. (النقرش، 2005،

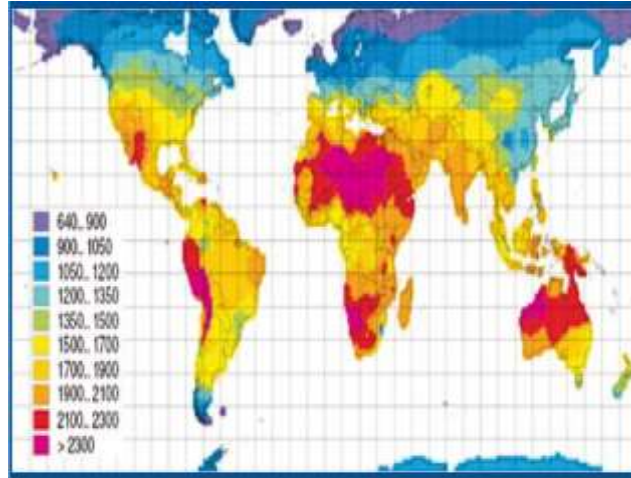
صفحة 13)

2.2. مصادر الطاقة المتجددة

تتولد مصادر الطاقة المتجددة عن النظام البيئي للطبيعة المتوفرة بشكل دائم وتتجدد باستمرار كل يوم مادامت الحياة قائمة، وعليه فهي مخزون غير قابل للزوال على عكس مصادر الطاقة الناضبة، وتتمثل مصادر الطاقة المتجددة أساساً فيما يلي:

1.2.2. الطاقة الشمسية:

هي ذلك الضوء والحرارة المتولدان من الشمس واللذان يصلان إلى الأرض على شكل إشعاع شمسي، وتقدر كمية هذا الإشعاع الضوئي التي تصل إلى الأرض بـ 1,36 كيلو واط/ المتر المربع حيث ينعكس منه 50% في الفضاء و15% ينعكس على سطح الأرض بينما 35% يمتص من قبل الهواء والماء والأتربة (أمينة، 2011، صفحة 255)، يتكون شعاع الشمس من طيف مرئي بنسبة 49% وغير المرئي بنسبة 51% كالأشعة فوق البنفسجية التي تشكل ما نسبته 2% والباقي يتمثل في الأشعة دون الحمراء أي 49% (حدة، 2012، صفحة 150)، تُعادل الطاقة المستلمة من الشمس خلال ساعة واحدة ما تحتاجه الكرة الأرضية من طاقة لمدة عام تقريباً بينما الطاقة المستلمة خلال العام الواحد فهي تُعادل ضعفي ما تم استخدامه واكتشافه وتقديره من طاقة كل من الفحم والنفط والغاز وطاقة اليورانيوم النووية (علي، 2018، صفحة 195)، والشكل الموالي يوضح الحجم الكلي من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى مختلف مناطق العالم الجغرافية مقدرة بـ الواط/ ساعة لكل متر مربع واحد. شكل رقم (01): الحجم الكلي لتوزيع الإشعاع الشمسي على مختلف مناطق العالم (الوحدة: واط/ سا في م²)



المصدر: (محمد ش.، 2011، صفحة 52)

بين هذا الشكل بأن منطقة الدول العربية تتمتع بحظ وافر من الطاقة الشمسية التي تقدر في المتر المربع الواحد في حدود 1900-2300 واط/ ساعة وذلك على عكس باقي مناطق العالم.

ويتم استغلال الطاقة الشمسية بطريقتين: (موسى، 2019، صفحة 451)

• **الأولى:** الطاقة الحرارية الشمسية: تُستخدم الطاقة الحرارية المحولة من الطاقة الشمسية بواسطة مراكز الطاقة الشمسية الحرارية في:

- تسخين المياه: يمكن تسخين الماء من خلال استخدام سخان شمسي يتكون من لوح ماص على شكل صفيحة خفيفة سوداء اللون ذات قابلية امتصاص عالية للأشعة الشمسية مع تغطيته بطبقة أو طبقتين من

د. سهام مانع

الزجاج لتقليل الأشعة الشمسية المرتدة عن اللوح الماص، ويُصنع هذا اللوح الماص من النحاس أو الألمنيوم أو الحديد، ثم تنتقل الطاقة الحرارية من السطح الماص إلى الماء الموجود في الأنابيب فترتفع درجة حرارته، استخدم هذا النوع من سخانات في عام 1890 في الولايات المتحدة الأمريكية؛

- الزراعة: تعتبر الطاقة عامل رئيسي للزراعة فالنباتات تنمو باستخدام ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون، كما تُستخدم الطاقة الشمسية في: تحويل المخلفات الزراعية إلى غاز حيوي، ضخ المياه وتجفيف المحاصيل؛
- تحلية المياه: من خلال الاستعانة بالإشعاع الشمسي الذي يمر عبر السطح الزجاجي نحو الماء المالح الموجود في المقطرات الشمسية الحرارية فإن الماء يتبخر ويتجمع على السطح الداخلي للزجاج ويصبح محلى يمر في القنوات الجانبية للحوض ليصب في وعاء التجميع.

• **الثانية:** الطاقة الكهربائية الشمسية: هي عملية تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة من خلال تراكيب إلكترونية تسمى "الخلايا الشمسية" تمتص الفوتونات الموجودة في ضوء الشمس وتحولها إلى مجال كهربائي داخلي يفصل بين الإلكترونات والثقوب الحرة ويوجهها خارج الخلية.

2.2.2. الطاقة المائية:

هي تلك الطاقة المتولدة عن طاقة المياه المتحركة من المرتفعات العليا إلى الأراضي المنخفضة أو انسيابها بسرعة عالية في الأنهار والجداول، هذا النوع من الطاقة الكهرومائية له القدرة على الوفاء بالاحتياجات الحضرية والريفية للكهرباء (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ، 2011، صفحة 04)، تُقدر حصة الطاقة الكهرومائية بنسبة 19% من إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي في حين تبلغ الطاقة الكامنة في الطاقة المائية الموجودة في العالم حوالي 3 مليون ميغاواط حيث يتوزع ربعها تقريباً في إفريقيا وما نسبته: 20% في أمريكا اللاتينية، 16% في جنوب شرق آسيا، 16% في الصين والاتحاد السوفياتي سابقاً بينما يتوزع الباقي في أمريكا الشمالية وأوروبا ومناطق أخرى، وتبلغ كمية الطاقة المستغلة من هذه المصادر حوالي 150 مليون ميغاواط أي ما يُعادل 5% من الطاقة الاحتمالية الكلية (محمد و.، 2010، صفحة 120، 121)، يُعتبر هذا النوع من الطاقة غير مكلفة مستدامة وعديمة التلوث كون أن تقنياتها بسيطة لا تحتاج إلى وقود وبالتالي فإنها لا تُنتج غاز ثاني أكسيد الكربون؛

3.2.2. طاقة الرياح:

هي الطاقة المستمدة من حركة الرياح التي يمكن تحويلها إلى طاقة توربينية دورانية منتظمة باستخدام توربينات الرياح التي يمكن استخدامها في رفع المياه وطحن الحبوب وتوليد الكهرباء، تُقدر مصادر طاقة الرياح المتوفرة في العالم والتي يمكن الاستفادة منها (حيث تزيد سرعة الرياح عن 4 متر/ ثانية) ما يزيد بـ 5 أضعاف إنتاج الطاقة في العالم أو ما يزيد عن 40 ضعفاً من الطاقة الكهربائية المنتجة وهذا يُقدر بحوالي 53000 تريليون واط ساعة سنوياً؛ (أمينة، 2011، صفحة 227)

4.2.2. طاقة الكتلة العضوية:

هي تلك الطاقة التي يتم استنباطها من المواد النباتية والحيوانية والنفايات بعد تحويلها إلى سائل أو غاز بالطرق الكيماوية أو الحرارية أو الفيزيائية (أمينة، 2011، صفحة 228)، هذه الطاقة المتحصل عليها والتي تؤمن ما نسبته 10% من الطاقة المستهلكة في العالم يتم استخدامها إما في الاحتياجات التقليدية (التدفئة، الإنارة والطهي) أو لتوليد الحرارة والكهرباء والوقود (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ، 2011)، وتتنوع مصادر هذا النوع من الطاقة بين: الأخشاب، المخلفات النباتية والحيوانية والفضلات المنزلية، المحاصيل (العشبية، السكر والنشويات، الأشجار المائية النباتات الزيتية والكربوهيدراتية) (محمد و.، 2010، صفحة 118، 119)؛

5.2.2. طاقة الحرارة الجوفية:

هي الحرارة الكامنة تحت قشرة الأرض والتي تزداد مع تزايد العمق وتكون هذه الطاقة مخزونة في كل من الصخور الحارة والبخار الحار المحتبس أو المياه السائلة الساخنة (أمينة، 2011، صفحة 227)، وقد أثبتت هذه الطاقة نفسها من خلال الانفجارات البركانية والينابيع الحارة وبعض الظواهر الجيولوجية، تستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية والحرارة غير أنها لا تساهم إلا بـ 0,3% في توليد الكهرباء في العالم (النقرش، 2005، صفحة 16).

6.2.2. طاقة المحيطات:

اعتاد الإنسان منذ فجر التاريخ أن يستخدم المحيطات لإنتاج غذائه وتنقله عبر المدن، لكن مع مرور الوقت اكتشف هذا الإنسان بأن المحيطات تحتوي على طاقة كبيرة وفي أشكال متعددة يمكن أن تمدّه بالطاقة الكهربائية بفعل حركة الأمواج والتيارات السارية في مياهها، أو الفوارق الحرارية ودرجة الملوحة المميزة لها (أحلام، 2012-2013، صفحة 64)، ولعل أهمها ما يلي:

- **طاقة المد والجزر:** يتم استغلال طاقة المد والجزر من خلال خزن الماء المتأني من عملية المد في الخزان ولا يفتح حتى تنتهي حالة الجزر أين يُصبح الفرق بين مستوى البحر والخزان كافي لتشغيل المضخات التي تُنشئ الكهرباء؛
- **طاقة الأمواج:** تتمثل في المياه الناتجة عن حركة الأمواج والتيارات السارية في المحيطات التي يتم الاستفادة منها من خلال توظيفها في إنتاج الطاقة الكهربائية، ويكون أعلى تركيز لطاقة الأمواج بين خط عرض 40 إلى 60 درجة في كل من نصفي الكرة الأرضية (الشمالي والجنوبي) والساحل الغربي من أوروبا وأمريكا؛
- **الطاقة الحرارية:** وهي تتمثل في استغلال الفارق في الحرارة بين درجة الحرارة على سطح المحيط المرتفعة ودرجة الحرارة في العمق التي تتخفض كلما تم التعمق في قاع المحيط ليتم تحويلها في الأخير إلى كهرباء؛
- **طاقة الاختلاف في الملوحة:** يتم استغلال فارق الملوحة في المحيطات في توليد الكهرباء لكن نظراً لكلفتها المرتفعة لم يتم الاهتمام بها كثيراً. (موسى، 2019، صفحة 451)

3. تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة

نظرا للأفكار الجديدة التي قدمها الابتكار في الاقتصاد والتي ساهمت في تطوه ونموه لجأت الأبحاث في الطاقة المتجددة إلى استخدامه عن طريق دمج مع التكنولوجيا حتى يتم تعزيز الطاقة المتجددة بوسائل وتقنيات تحسن من جودتها وتزيد من كفاءتها، وعليه سنحاول من خلال هذا العنصر تناول العوامل التي من شأنها التأثير على الابتكار في الطاقة المتجددة ثم التطرق إلى الدوافع التي شجعت على نشر تكنولوجيا الطاقة المتجددة بعد أن كانت هي نفسها حاجز يعيق تكنولوجيا الطاقة المتجددة، ليتم في الأخير عرض الابتكارات التي قدمت في مجال تكنولوجيا الطاقة المتجددة.

1.3. ماهية الابتكار في الطاقات المتجددة

تجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد تعريف لمصطلح تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة، لكن يمكن تعريف هذا المصطلح من خلال تجزئته وتعريف كل جزء منه ثم الدمج بين مختلف التعاريف التي تم التوصل إليها.

توجد هناك العديد من التعاريف التي تناولت كل من الابتكار، التكنولوجيا والطاقات المتجددة لكل منها على حدى، لكن سيتم اعتماد التعاريف الأنسب مع موضوع البحث كما يلي:
تعرف **التكنولوجيا** بأنها: "طريقة للتفكير في استخدام المعلومات والمهارات والخبرات والعناصر المتاحة في مجال معين وتطبيقها في اكتشاف وسائل تكنولوجية لحل المشكلات" (زمام، 2013، صفحة 165).

في حين يعرف **الابتكار** بأنه: "مزيج من العمل الفكري والتقني الهادف إلى تشخيص المشكلات وحصر النقائص والثغرات في نشاط معين والعمل على السبق في إيجاد الحلول المتميزة لتجاوز المشكلات وسد الثغرات" (موسى و سهام، 2022، صفحة 02، 03).

من خلال التعريفين المذكورين أعلاه يمكن التوصل إلى أن **تكنولوجيا الابتكار** تعني: "مزيج من العمل الفكري والتقني في استخدام المعلومات والمهارات والخبرات والعناصر المتاحة بغرض حصر المشكلات والنقائص في مجال معين والابداع في التوصل إلى إيجاد حلول متميزة لهذه المشكلات واكتشاف وسائل تكنولوجية جديدة سبابة أو تطوير للوسائل الموجودة".

ويتطبيق مفهوم مصطلح تكنولوجيا الابتكار على الطاقات المتجددة نتحصل على توضيح لمصطلح **تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة** الذي يعني: "مزيج من العمل الفكري والتقني في استخدام المعلومات والمهارات والخبرات على الطاقات المتجددة النظيفة التي تستخرج من الطبيعة من أجل استخدامها كبديل للطاقات الناضبة المضررة بالطبيعة والتي يؤثر حجم استهلاكها على حجم توفرها، وذلك من خلال إيجاد أفضل الوسائل والطرق التكنولوجية لاستخراج الطاقة الممكنة منها بأحسن جودة ممكنة وأقل تكلفة".

2.3. أنواع الابتكار في الطاقات المتجددة

عرفت الطاقات المتجددة ابتكار في مختلف أنواعها حيث نجد تقنيات عديدة كل نوع منها يستخدم في طاقة متجددة معينة، وتتمثل هذه الأنواع في:

1.2.3. **الطاقة الشمسية:** احتلت الطاقة الشمسية النصيب الأكبر من اهتمام تكنولوجيا الابتكار حيث تم اختراع عدة تقنيات من أجل امتصاص الطاقة التي يمكن أن تستخرج من الشمس، وتتمثل هذه التقنيات في: الطاقة الشمسية المركزة، اللوحات الكهروضوئية، المجففات الشمسية، التعقيم عن طريق الطاقة الشمسية، مجمعات الألواح المسطحة، مجمعات الأنابيب المفرغة، أنظمة التبريد الحرارية الشمسية، أنظمة التبريد الكهربيائية الشمسية، المجمعات الشمسية (الحرارية) للتدفئة؛

2.2.3. **طاقة الرياح:** عرفت طاقة الرياح على اختراعين هما: تربينات/ مولدات الرياح والطاحونة الهوائية (مضخة ميكانيكية هوائية)؛

3.2.3. **الطاقة الشمسية والهوائية الهجينة:** يعتبر الدمج بين طاقة الشمس والهواء ابتكار بحد ذاته كيث تم تصنيع تقنيتي: الطاحونة الهوائية والألواح الكهروضوئية والتربينات الهوائية والألواح الكهروضوئية من أجل استغلال هاته الطاقة المهجنة؛

4.2.3. **التركيبية الهجينة للطاقة الشمسية والكتلة الأحيائية:** تم في هذه الطاقة اختراع نظام مقترن بالطاقة والحرارة لاستغلال هذه التركيبية المهجنة؛

5.2.3. **الكتلة الأحيائية:** عرف هذا النوع من الطاقة اهتمام كبير من قبل تكنولوجيا الابتكار حيث تم إيجاد عدة تقنيات من أجل التمكن من استخراج الطاقة تتمثل في: مولد طاقة يتم تشغيله عبر الوقود الأحيائي، أنظمة مقترنة بالطاقة والحرارة، مواقد الوقود الأحيائي (الإيثانول/ الديزل الأحيائي)، الهاضم الأحيائي لإنتاج الغاز الأحيائي، حطب الوقود ومخلفات خضراء، قوالب ووقود الكتلة الأحيائية ومواقد الطهي المحسنة؛

6.2.3. **الطاقة الحرارية الجوفية:** بينما تم اختراع مولد وحيد وهو مولد الطاقة للحرارة الجوفية يستخدم في الطاقة الحرارية الجوفية؛

7.2.3. **الطاقة المائية:** قدم الابتكار في هذا النوع من الطاقة تقنية محطة/ تربينات الطاقة الكهربيائية المناسبة للاستخدام في هذه الطاقة؛

7.2.4. **الطاقة البحرية:** تم استخدام التربينات البحرية في الطاقة البحرية.

تجدر الإشارة إلى أن مختلف التقنيات التي صنعت لمختلف الطاقات المذكورة استخدمت من أجل الحصول على:

د. سهام مانع

- **توليد الكهرباء:** يتم توليد الكهرباء من خلال استغلال عدة طاقات عن طريق: الطاقة الشمسية المركزة، اللوحات الكهروضوئية، تربيينات/ مولدات الكهرباء، الطاحونة الهوائية والألواح الكهروضوئية، التربيينات الهوائية والألواح الكهروضوئية، مولد طاقة يتم تشغيله عبر الوقود الأحيائي، قوالب وقود الكتلة الأحيائية، مولد الطاقة الحرارية الجوفية، محطة/ تربيينات الطاقة الكهرومائية، التربيينات البحرية؛
- **الزراعة:** يمكن استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في الزراعة في الحالات التالية:
 - الضخ للري: اللوحات الكهروضوئية، الطاحونة الهوائية، الطاحونة الهوائية والألواح الكهروضوئية؛
 - المجففات: المجففات الشمسية؛
 - الزراعة المائية: اللوحات الكهروضوئية؛
 - طحن الحبوب: الطاحونة الهوائية، الطاحونة الهوائية والألواح الكهروضوئية، التربيينات الهوائية والألواح الكهروضوئية؛
 - التبريد الصناعي: اللوحات الكهروضوئية، أنظمة التبريد الحرارية الشمسية، الهاضم الأحيائي لإنتاج الغاز الأحيائي.
- **القطاع المنزلي:** يمكن متطلبات الحياة في المنزل أن تستفيد من تكنولوجيا الطاقات المتجددة في:
 - التدفئة: المجمعات الشمسية للتدفئة، تربيينات/ مولدات الرياح، نظام مقترن بالطاقة والحرارة، أنظمة مقترنة بالطاقة والحرارة، الهاضم الأحيائي لإنتاج الغاز الأحيائي، حطب الوقود ومحلفات خضراء، قوالب وقود الكتلة الأحيائية، مواقد الطهي المحسنة؛
 - التبريد: اللوحات الكهروضوئية، أنظمة التبريد الحرارية الشمسية، أنظمة التبريد الكهريائية الشمسية، تربيينات/ مولدات الرياح؛
 - الطهي: الطاقة الشمسية المركزة، مواقد الوقود الأحيائي، الهاضم الأحيائي لإنتاج الغاز الأحيائي، حطب الوقود ومحلفات خضراء، قوالب وقود الكتلة الأحيائية، مواقد الطهي المحسنة؛
 - تشغيل الأجهزة: اللوحات الكهروضوئية، تربيينات/ مولدات الرياح، التربيينات الهوائية والألواح الكهروضوئية، محطة/ تربيينات الطاقة الكهرومائية.
- **الإضاءة:** توفر الطاقات المتجددة للإضاءة إمكانية توفير الضوء لكل من:
 - القطاع المنزلي: اللوحات الكهروضوئية، التربيينات الهوائية والألواح الكهروضوئية، الهاضم الأحيائي لإنتاج الغاز الأحيائي.
 - الشارع أو المزرعة: اللوحات الكهروضوئية، التربيينات الهوائية والألواح الكهروضوئية.
- **المياه:** توفر الطاقات المتجددة لمجال المياه تقنيات تساعد على:

تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة

- التدفئة: مجمعات الألواح المسطحة، مجمعات الأنابيب المفرغة، المجمعات الشمسية للتدفئة، أنظمة مقترنة بالطاقة والحرارة، مولد الطاقة الحرارية الجوفية؛
- التعقيم: التعقيم عن طريق الطاقة الشمسية، الهاضم الأحيائي لإنتاج الغاز الأحيائي، حطب الوقود ومخلفات خضراء، قوالب وقود الكتلة الأحيائية، موافد الطهي المحسنة؛
- تحلية المياه: اللوحات الكهروضوئية، تربيينات/مولدات الرياح، التربيينات الهوائية والألواح الكهروضوئية، مولد الطاقة الحرارية الجوفية. (آسيا، 2020، صفحة 30، 50)

3.3. العوامل المؤثرة على الابتكار في الطاقة المتجددة:

توجد العديد من العوامل التي تؤثر على الابتكار في الطاقة المتجددة، ومن بين أهم هذه العوامل نذكر ما يلي: (رشيد ر.، 2014، الصفحات 10-12)

1.3.3. السياسات البيئية وأسعار الطاقة:

لقد أكدت العديد من الدراسات أن القضايا البيئية من أهم الأولويات حيث أصبحت تعتبر ميزة تنافسية لدى أي مؤسسة سواء في الأسواق المحلية أو الأجنبية، إضافة إلى ارتفاع أسعار النفط نتيجة للأزمات النفطية التي شهدتها الاقتصاد الدولي، كل هذه العوامل كانت بداية التوجه الدولي نحو استخدام الطاقة المتجددة والتغيير من أنماط الاستهلاك وتشجيع الابتكار في تكنولوجيا الطاقة المتجددة باعتباره يسهم في خفض التكاليف من جهة وتحقيق الأهداف البيئية الأكثر طموحا من جهة أخرى، كما أن السياسات البيئية الصارمة لها دور كبير في تحفيز التكنولوجيا الخضراء واعتماد معدات جديدة وبالتالي إلغاء استخدام الآلات القديمة الأكثر تلويثا، وقد أكدت العديد من الدراسات مثل دراسة "Gray & Shabagia، 1998" أن التنظيم البيئي كان له أثر إيجابي على تحفيز الابتكار في التكنولوجيا النظيفة، ورغم ذلك فإن الابتكار في الطاقة المتجددة مازال محدودا وخصوصا في حالة عدم التدخل الحكومي، إلا أنه في السنوات الأخيرة عمدت بعض الدول مثل دول منظمة "OECD" إلى زيادة حصة الطاقة المتجددة من مزيجها الطاقوي والعمل على تشجيع الابتكار والاعفاءات الضريبية وغيرها؛

2.3.3. هيكل أسواق الطاقة وتحريرها:

لا تزال أسواق الطاقة حتى الآن محافظة على نفس هيكلها باعتمادها على الطاقة التقليدية من: الفحم، النفط والغاز الطبيعي، لذا أصبح من الضروري تحرير أسواق الطاقة والسماح لمصادر طاقة جديدة ومتجددة وواحدة دخول أسواق الطاقة، فتحفيز أسواق الطاقة له عدة آثار إيجابية على الابتكار في الطاقات المتجددة ولا يتحقق ذلك إلا في البلدان ذات الأنظمة البيئية الصارمة، فالجمع بين تحرير الأسواق والمهارات التنظيمية في الإنتاج والسياسات البيئية الفعالة سيكون له أثر فعال على ابتكار الطاقات المتجددة في ظل زيادة الانفاق على البحث والتطوير؛

3.3.3. الطلب والعوامل السياسية:

د. سهام مانع

إن الطلب على المنتجات الخضراء وأساليب الإنتاج الصديقة للبيئة تلعب دورا رئيسيا في تحفيز ابتكار الطاقة المتجددة، حيث أن زيادة الطلب على المنتجات الخضراء يسمح بتنفيذ الاستثمارات لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة، ويجدر الإشارة إلى أن التعلم عن طريق العمل يعتبر مصدرا رئيسيا للتطور التكنولوجي للطاقات المتجددة، أضف إلى ذلك فإن استعدادات الفرد للحصول على الطاقة الخضراء يتوقف على مدى دخل الفرد من جهة وعلى التحصيل العلمي من جهة أخرى، حيث أن هذا الاستعداد يكون أقل في الأسرة الفقيرة، لذا فإن خفض التفاوت بين الأفراد من حيث المداخل يسهم بشكل كبير على استبدال أفراد المجتمع للمنتجات الملوثة بمنتجات أخرى صديقة للبيئة وذلك تبعا لمستوى دخل الفرد، وكبر حجم السوق ونقص امدادات الطاقة التقليدية من الممكن تعويض ذلك النقص بالطاقات المتجددة، بالإضافة إلى ذلك فإنه كلما كانت الأنظمة السياسية تعمل على الحفاظ على الأنظمة البيئية مع وضع سياسات بيئية طموحة تهدف إلى إنتاج الطاقة المتجددة وتوفير الطاقة النظيفة للجميع كلما ساهم ذلك في زيادة الابتكار، على خلاف ذلك فعدم وجود التزام سياسي لأهداف طويلة الأجل مع غياب الحوكمة وانتشار الفساد بشكل كبير متكرر مع عدم استقرار البيئة السياسية من شأنه أن يؤثر سلبا على الابتكار في الطاقة المتجددة.

4.3. دوافع نشر تكنولوجيا الطاقة المتجددة

عرفت السنوات الأخيرة تقدم سريع في نشر تكنولوجيا الطاقة المتجددة ويعود السبب في ذلك إلى مجموعة العوامل التالية: (United Nations, 2019, p. 05)

1.4.3. التكاليف والقدرة على تحملها:

كانت تكاليف تكنولوجيا الطاقة المتجددة حتى وقت قريب مرتفعة تفوق بكثير تكاليف الوقود الأحفوري، لكن مع تطور التكنولوجيا وظهور الابتكار في الطاقات المتجددة تقلصت الفجوة الموجودة بين تكاليف الطاقة المتجددة وتكاليف الوقود الأحفوري نتيجة انخفاض تكاليف الطاقة المتجددة خاصة تلك المتعلقة بالطاقة الكهروضوئية الشمسية وطاقة الرياح لتوليد الكهرباء؛

2.4.3. التمويل:

يعتبر التمويل أهم عائق اعترض استخدام مصادر الطاقة المتجددة نظرا للمبالغ الضخمة التي يتطلبها إنشاء محطات خاصة بمصادر الطاقة المتجددة، لكن نظرا لأهمية الطاقة المتجددة على المستوى المحلي والدولي ودورها في توفير الطاقة اللازمة توجهت معظم الدول إلى تشجيع استخدامها وذلك من خلال اتباع سياسات خاصة من أجل توفير التمويل اللازم للنهوض بمشاريع الطاقة المتجددة؛

3.4.3. التطور الفني:

عانت بعض تقنيات الطاقة المتجددة من نقص في الكفاءة والفعالية وارتفاع تكلفتها، لكن بعد موجة التطور التي تعرضت لها الطاقة المتجددة تحسنت تقنياتها القديمة وتم ابتكار تقنيات جديدة تتسم بدرجة فعالية عالية الاستخدام ساهمت على انتشارها على المستوى العالمي؛

4.4.3. التكامل في أنظمة الطاقة:

تمثل التقنيات الجديدة للطاقة المتجددة أحيانا تحديات جديدة لأنظمة الكهرباء، ويشمل ذلك الاختناقات في البنية التحتية لشبكة الكهرباء التي تم تصميمها لتقنيات الوقود الأحفوري وهذا ما قد يحد من قدرة أنظمة الكهرباء على استيعاب الطاقة المتولدة عن تقنيات مصادر الطاقة المتجددة، لكن تم تدارك هذا العائق من خلال محاولة استغلال البنى التحتية المهيأة سابقا وفي نفس الوقت ادخال عليها تعديلات تتوافق مع الطاقة المتولدة عن تقنيات مصادر الطاقة المتجددة مثل الموصلات البينية التي ذات الفولطية العالية التي تسمح بالتزود بالكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة المختلفة؛

5.4.3. الاستدامة البيئية

نتيجة التأثير السلبي الذي عانت منه الاستدامة البيئية من جراء استخدام مصادر طاقة الوقود الأحفوري واجه استخدام بعض مصادر الطاقة المتجددة نفس المخاوف، حيث تم البحث حول نتائج انبعاثات دورة الحياة وآثارها على استخدام الأراضي وتأثيرات محطات الطاقة الكهرومائية على النظم البيئية الإقليمية، لكن مع التوجه نحو ضرورة اعتماد التنمية المستدامة تم احترام مبادئها وأهدافها مع أخذها بعين الاعتبار في ابتكار تقنيات جديدة للطاقة المتجددة.

5.3. أحدث التقنيات المبتكرة في الطاقات المتجددة:

يعد مجال الطاقات المتجددة مجال خصب ومناسب للابتكار الذي يمكن أن يزيد من استغلال أوفر للطاقة من جهة وتحسين جودة الطاقة المستخرجة مع تخفيض تكلفتها من جهة أخرى، ومن بين أشكال مصادر الطاقة الرئيسية التي تم تطويرها واستحداث تقنيات جديدة لتحويل الطاقة أو استغلالها نذكر:

1.5.3. الخلايا الكهروضوئية الشمسية:

عرفت هذه التقنية تطوير في علم مواد الخلايا حيث تم ابتكار مجموعة من خلايا الأغشية الرقيقة من الجيل الثالث تعتمد على مواد متوفرة بكثرة في الأرض مثل: كبريتيد القصدير والنحاس والزنك، الخلايا الشمسية البيروفيسكايت التي تتمتع بقدرات عالية على امتصاص الضوء وذات تكاليف تصنيع أقل، المواد النانوية ك الخلايا الشمسية الكهروضوئية العضوية التي تقوم على الجمع بين كفاءة تحويل الطاقة العالية وتخفيض تكلفة استخدام المواد وتسهيل عملية التصنيع، هذا بالإضافة إلى استخدام تقنيات الطاقة الشمسية المركزة أو الخلايا الشمسية العضوية القابلة للطباعة؛

2.5.3. خلايا الوقود الميكروبية:

تتمتع خلايا الوقود الميكروبية بالقدرة على توليد الطاقة من مواد النفايات العضوية وفي الوقت نفسه تعالج مياه الصرف الصحي.

3.5.3. تقنيات تخزين الكهرباء:

د. سهام مانع

من أجل تطوير تكنولوجيا التخزين تم اختراع تقنيات لتخزين الكهرباء تختلف فيما بينها بشكل كبير من حيث إنتاجها، معدلات الشحن والتفريغ، طول الفترة الزمنية التي يمكنها تخزين الطاقة من خلالها، وقد شهدت هذه التقنيات تطور سريع وتخفيض في تكاليف استخدامها.

4.5.3. تقنية التمثيل الضوئي الاصطناعي:

تتمتع عملية التمثيل الضوئي للاصطناعي بالقدرة على التقاط وتخزين الطاقة من الشمس وتحويلها إلى وقود صالح للاستخدام

5.5.3. طاقة الإيثانول السيليولوزي:

تعتبر طاقة الإيثانول السيليولوزي وقود حيوي تم اكتشافه حديثاً يتم اشتقاقه من المحاصيل غير الزراعية أو النفايات غير الصالحة للأكل مثل: العشب، الورق والطحالب، إن استخدام المصادر غير الغذائية لاستخراج الإيثانول السيليولوزي يقلل من صراع "الغذاء مقابل الوقود"، كما أنه يعتبر أقل كثافة غي استخدام الطاقة مقارنة بمصادر إنتاج الإيثانول الشائعة مثل: الذرة أو قصب السكر.

6.5.3. شبكات الطاقة الذكية:

تعمل هذه الشبكات على مواءمة ودمج مصادر الكهرباء المتقطعة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح مع أنظمة النقل على نطاق واسع، وذلك بسبب طبيعة التنقل المشتركة بين القطاعات. وتتمثل فوائد شبكات الطاقة الذكية في زيادة كفاءة الطاقة مع توفير استهلاك أمثل لها.

7.5.3. التقنيات الرقمية:

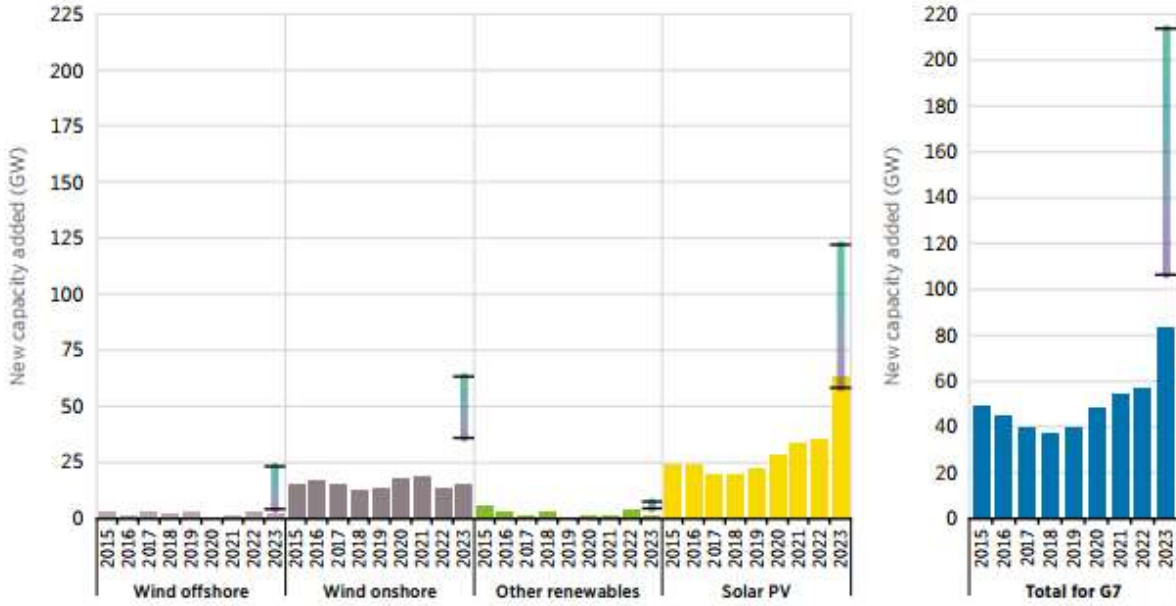
تساهم التقنيات الرقمية في تحسين الاستجابة للطاقة التي تكون آنية وذلك باستخدام أجهزة الاستشعار التي يمكن إدارتها ومراقبتها من خلال الأجهزة الذكية. (United Nations, 2019, pp. 07, 08)

6.3. الاستثمار في تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة

بعد أزمة أسعار الوقود الأحفوري التي عرفها العالم خلال سنة 2022 امتدادها إلى سنة 2023 وتزامنا مع ارتفاع قدرات الطاقة المتجددة في نفس الفترة من 308 جيغا واط سنة 2022 إلى 473 جيغا واط سنة 2023 مع تحقيق انخفاض في تكاليف إنتاج الطاقة المتجددة، توجهت مختلف دول العالم والوكالات الدولية المتخصصة في الطاقات المتجددة إلى التشجيع على تكثيف الجهود من أجل توسيع استخدام الطاقة المتجددة عالميا والعمل على تخفيض تكاليف إنتاجها في نفس الوقت، وذلك بعدما أثبتت تكنولوجيا الابتكار في توليد الطاقة المتجددة قدرتها في زيادة حجم الإنتاج من جهة وتحسين في كفاءة استخدام هذه الطاقة من جهة أخرى.

وهذا ما دفع دول العالم وعلى رأسها مجموعة الدول السبع التي استطاعت أن الرائدة في هذا المجال حيث عرفت خلال الفترة 2015-2023 ارتفاع ملحوظ في حجم الطاقة الذي وفرته للعالم، والشكل الموالي يوضح ذلك.

شكل رقم (02): تطورات قدرات الطاقة المتجددة لمجموعة الدول السبع خلال الفترة 2015-2023

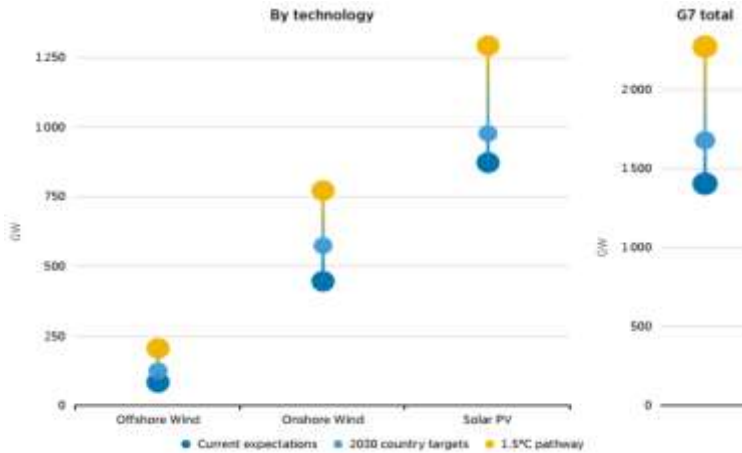


Source: (Agency, 2024, p. 23)

يتضح من الشكل الموجود أعلاه أن إنتاج الطاقة المتجددة في دول مجموعة السبع عرف تطورا مستمرا ابتداء من سنة 2019، وقد تمكنت دول مجموعة السبع بمفردها من تقديم ما يفوق 80 جيغا واط من الطاقة للعالم.

وهذا ما شجع دول مجموعة السبع على وضع أهدافها لسنة 2030 وذلك من أجل التشجيع على الاهتمام أكثر من خلال البحث والتطوير في تكنولوجيا الطاقات المتجددة حتى تستطيع أن تحقق قدرة إنتاجية تصل إلى 868 جيغا واط، والشكل الموالي يوضح ذلك.

شكل رقم (03): مقارنة بين التوقعات الحالية والأهداف المسطرة لسنة 2030

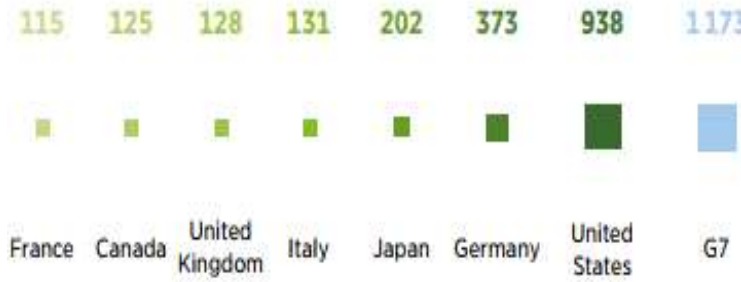


Source: (Agency, 2024, p. 26)

د. سهام مانع

بالنظر إلى الشكل يتضح في المجلد بأن توقعات زيادة قدرات انتاج دول مجموعة السبع بحلول سنة 2030 سيتجاوز 2000 جيغا، ومن أجل بلوغ هذه القدرة قامت كل دولة من دول مجموعة السبع بتحديد أهدافها الخاصة لسنة 2030 وفق ما يوضحه الشكل التالي.

شكل رقم(04): أهداف مجموعة السبع للطاقة المتجددة بحلول 2030



Source: (Agency, 2024, p. 21)

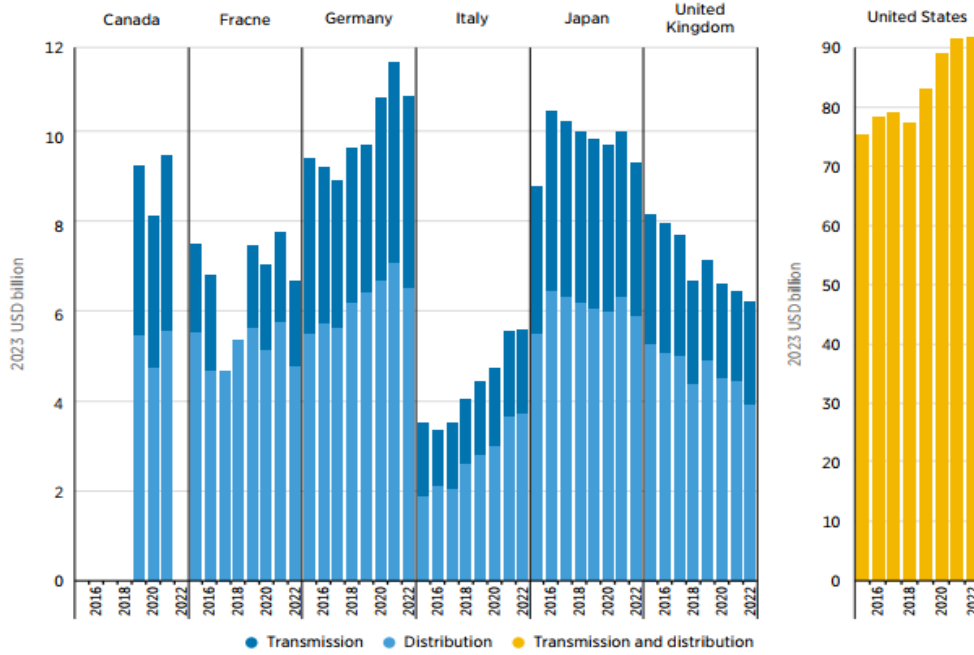
نلاحظ من خلال الشكل أن الولايات المتحدة الأمريكية الرائدة في تصورها لطاقة انتاجها لسنة 2030 حيث قدرتها بـ 938 جيغا واط وهو ما أعطاها إمكانية احتلال نسبة 47% من إجمالي الأهداف المجمع الصريحة والضمنية لقدرات توليد الطاقة المتجددة لسنة 2030 لكل دولة من دول مجموعة السبع، ثم تليها ألمانيا بقدرة 373 جيغا واط ثم تأتي بقية الدول الأخرى التي نجد أقلها في قدرات الإنتاج فرنسا بـ 115 جيغا واط.

إن الأهداف المعروضة لهذه الدول تمثل السيناريوهات الحكومية الرسمية التي تم وضعها لسنة 2030 من أجل زيادة القدرة الإنتاجية لمختلف مصادر الطاقة المتجددة وبجميع تقنياتها التي تم التوصل إليها. كما قامت هذه الدول بإدراج قوانين ملزمة مباشرة أو غير مباشرة في تشريعاتها مع وضع خطط جديدة مبنية على الابتكار والتكنولوجيا، هذا بالإضافة لتدعيم بيئتها السياسية وحواجزها الاقتصادية تدفق رؤوس أموال القطاعين العام والخاص من أجل التسريع في نمو قدرات الطاقات المتجددة.

كما سعت دول مجموعة السبع على دعم مشاريع الطاقة المتجددة من خلال المساعدة في التمويل عن طريق منح التسهيلات المالية لهذه المشاريع، كما استخدمت الضرائب لدعم التطور التكنولوجي من خلال تقديم إعفاءات وتخفيضات ضريبية على قطاع الطاقة المتجددة بغرض التشجيع على الاستثمار فيه وانتشاره، وفي المقابل اعتماد ضريبة صارمة على انبعاثات الوقود الأحفوري والفحم للحد من استخدامها واستبدالها بالطاقات المتجددة الصديقة مع البيئة (عماد و عماد، 2020، صفحة 90، 91).

نتيجة هذه السياسات المتبعة من قبل دول مجموعة السبع شهدت الفترة 2015-2022 تطور ملحوظ ومحفز في الاستثمارات المتعلقة بتكنولوجيا الطاقات المتجددة كما هو موضح في الشكل 05.

شكل (05): تطور استثمار دول مجموعة السبع خلال الفترة 2015-2022



Source: (Agency, 2024, p. 41)

تعتبر كل من الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا أكثر الدول استثماراً في تكنولوجيا الطاقات المتجددة وهذا راجع للاهتمام الكبير لهذه الدول بمجال الطاقات المتجددة وللسياسات التشريعات التي شجعت وسهلت من ذلك، حيث نلاحظ أن قيمة الاستثمارات في الولايات المتحدة الأمريكية قد تجاوزت 90 بليون دولار أمريكي.

4. خاتمة:

أدت تكنولوجيا الابتكار إلى إنتاج وتطوير طاقة قابلة للاستعمال في جميع القطاعات الاقتصادية، طاقة استطاعت من تحقيق قفزة نوعية زادت من اعتماد المستهلك العالمي على منتجات الطاقة المتجددة التي تمكنت حتى من المحافظة على أهداف الطاقة النظيفة والتنمية المستدامة على حد سواء بل واعتمادها على مبادئ هذه الأخيرة من خلال ابتكار تقنيات جديدة تحترم البيئة والمحيط، بالإضافة إلى محاولتها إلى حلها المشكل الوحيد الذي يبقى عائقها في الاعتماد المطلق والوحيد عليها ألا وهو التكاليف المرتفعة التي تتطلبها عمليات إنتاج الطاقة المتجددة، غير أن تكنولوجيا الابتكار لم تعجز حول هذا المشكل وبادرت بتقديم تقنيات ذات تكاليف أقل وإذا استمرت على هذا الحال فيما يخص خفض التكاليف ستغدو الطاقة المتجددة الرائد في مجال الطاقة بدون منازع.

من خلال الدراسة تم التوصل إلى جملة من النتائج نوجزها كما يلي:

- أضحت الطاقة المتجددة طاقة مستدامة واعدة واستطاعت أن تفرض وجودها في الأسواق العالمية للطاقة؛

د. سهام مانع

- استطاع الابتكار في تكنولوجيا الطاقة المتجددة تقديم تقنيات ووسائل جديدة كفأة وقوية طورت من حجم إنتاج الطاقة وتخزينها بالإضافة إلى تسهيل استخدام هذه الطاقة من قبل الإنسان حيث شملت مختلف مجالات الحياة؛
- تتمثل ميزة استخدام التكنولوجيا والابتكار في الطاقة المتجددة في البحث المستمر والابداع في طرق وتقنيات إنتاج الطاقة من أجل تحسين الكفاءة إلى أقصى حد؛
- بالتزامن مع توجه العالم نحو تبني أبعاد التنمية المستدامة استطاعت الطاقة المتجددة أو تواكب هذا التوجه وتقدم استخدامات طاوية نظيفة مستدامة؛
- مع اعتماد تقنيات الطاقة المتجددة بشكل متزايد على التقنيات الرقمية، فإن مجال البحث المستقبلي الرئيسي يتمثل في رقمنة أنظمة الطاقة التي تصبح أكثر اتصالاً وذكاءً وقابلية للتنبؤ واستدامة.

بالاعتماد على النتائج التي تم التوصل إليها، يمكن تقديم مجموعة التوصيات التالية:

- ضرورة اعتماد الدول سياسات تشجع البحث والتطوير في الطاقة المتجددة مع سعيها نحو توفير الظروف المناسبة لذلك؛
- توفير الآليات التمويلية اللازمة التي تدعم الاستثمار في كفاءة استخدام الطاقة المتجددة مع تشجيع البحث العلمي في هذا المجال؛
- ربط كفاءة استخدام مصادر الطاقة المتجددة بالبيئة الطبيعية لغرض المحافظة عليها وتحقيق التنمية المستدامة.

5. المراجع:

1. الرسائل والأطروحات:

- أحلام ز. (2013-2012). دور اقتصاديات الطاقة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية - دراسة مقارنة بين الجزائر، المغرب وتونس. رسالة ماجستير. سطيف، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر.

2. المقالات:

- أمينة م. (2011). النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة. مجلة الباحث. 255.
- حدة ف. (2012). الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر. مجلة الباحث. 150.
- رشيد ر. ب. (2014). الابتكار في الطاقات المتجددة: دعم للنمو الاقتصادي وحماية البيئة. مجلة دفاتر بولكس، 10-12.
- رشيد ي. (2015). الاستثمار في الطاقات المتجددة خيار استراتيجي للانتقال نحو الاقتصاد الأخضر في إطار الاستغلال المستدام للنفط العربي. مجلة الاستراتيجية والتنمية. 254.
- زمام بن ا. (2013). تطور التكنولوجيا واستخداماته في العملية التعليمية. مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية. 165.

تكنولوجيا الابتكار في الطاقات المتجددة

- طالي، م. (2008). أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة - عرض تجربة ألمانيا. مجلة الباحث، 203،
- علي، أ. (2018). الطاقة المتجددة كخيار استراتيجي للطاقة التقليدية. مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية، 195،
- عماد، ت. & عماد، غ. (2020). سياسات التحول نحو الطاقات المتجددة - دراسة تحليلية لتجربتي ألمانيا والصين. مجلة الإبداع، 90، 91،
- محمد، ش. أ. (2011). الجيل الثالث من الخلايا الكهروضوئية الفرص والتحديات. مجلة التقدم العلمي، 52،
- محمد، و. (2010). هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة. مجلة فيلادلفيا الثقافية، 120، 121،
- موسى، ب. م. (2019). واقع وآفاق تحول الجزائر إلى الطاقات المتجددة في ظل تحديات النفط. مجلة العلوم القانونية والاجتماعية، 451،

3. المؤتمرات:

- موسى، ب. م.، & سهام، م. (2022). دور المالية السلوكية في تطوير الابتكار المالي. جامعة غرداية، (2، p. 3). الجزائر.
- United Nations. (2019). THE ROLE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION IN PROMOTING RENEWABLE ENERGY BY 2030. (p. 05). Geneva: UNITED NATIONS.

4. التقارير:

- آسيا، أ. (2020). المبادرة الإقليمية لتعزيز تطبيقات الطاقة المتجددة صغيرة السعة في المناطق الريفية في المنطقة العربية. لبنان: الأمم المتحدة.
- النقرش، ع. أ. (2005). الطاقة مفاهيمها، أنواعها، مصادرها. الأردن: وزارة الطاقة والثروة المعدنية.
- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ. (2011). ملخص الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ.
- Agency, R. E. (2024). *TRIPLING RENEWABLE POWER BY 2030 THE ROLE OF THE G7 IN TURNING TARGETS INTO ACTION*. Renewable Energy Agency.