التوزيع المكاني لاستثمارات الطاقة المتجددة وانتاجها عالمياً للمدة ٢٠٠٧-٢٠١٧

أ.م.د. عباس فاضل عبيد الطائي

جامعة بابل/ كلية التربية الأساسية / قسم الجغرافية

abbas2020altaie@gmail.com

الخلاصة

تحظى الطاقة المتجددة بأهمية خاصة على المستوى العالمي في مجال الاستثمار لما تتمتع به من مزايا هامة في توفير جزء من الطلب المتزايد على الطاقة اللازمة لحاجة البشرية ومواجهة التلوث الناجم عن مصادر الطاقة الأحفورية وتوفير فرص عمل وتوفير رؤوس الاموال المخصصة لشراء النفط والغاز والمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ، وقد جاء البحث ليسلط الضوء على الاتجاهات العالمية نحو استثمار مصادر الطاقة المتجددة وحجم الاموال المخصصة لها خلال المدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) ثم معرفة قدرة المشاريع المنجزة لكل نوع من انواع الطاقة المتجددة من حيث سعاتها التصميمية وانتاجها الفعلي ودرجة كفاءتها ومن ثم معرفة التوزيع الجغرافي للطاقة المنتجة لكل نوع بحسب القارات والاقاليم العالمية الرئيسة، وقد تبين ان الاستثمار في هذا المجال بتزايد مطرد لا سيما في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح اذ حازتا على اكثر من (٨٥%) من قيمة استثمارات الطاقة المتجددة التي وصلت الى (٢٧٩,٨) مليار دولارا عام ٢٠١٧ مع تركز اكثر من (٧٤%) منها في الصين واوربا والولايات المتحدة ، ايضا اظهرت النتائج تزايد معدل الانتاج الحقيقي لكافة انواع الطاقة المتجددة بشكل مستمر حتى بلغ نحو (٦٧٢٨٤٦ ميكا واط/ساعة) عام ٢٠١٧ اسهمت الطاقة الكهرومائية بقرابة الثلثين منه، وقد توزع الانتاج بشكل متباين بين القارات فكانت قارة اسيا في المقدمة تلتها اوربا ثم امريكا الشمالية ثم امريكا الجنوبية ثم افريقيا ثم استراليا.

الكلمات الدالة : الطاقة المتجددة، الاستثمار، الانتاج، التباين المكاني.

Abstract

Renewable energy is particularly important at the global level in the area of investment, as it has important advantages in providing part of the growing demand for energy for humanity, addressing pollution from fossil energy sources, creating employment opportunities, providing capital for oil and gas purchases and contributing to development goals Sustainable , The research highlighted global trends toward renewable energy investment and the amount of funds allocated to it during the period 2007-2017, and then the capacity of projects completed for each renewable energy type in terms of its design capacity, actual production and efficiency, and thus the geographical distribution of energy produced by

each species by continent The major global regions have proved, that Investment in this area has been shown to be steadily increasing, especially in the area of solar and wind power, accounting for more than 85% of the value of renewable energy investments of $279.8 billion in 2017, with more than (74%) of them concentrated in China, Europe and the United States. The results also showed a steady increase in the real production rate of all types of renewable energy to about (672,846 m.w.h) in 2017, about two thirds of which was contributed by hydropower. Production was distributed differently between continents, with Asia at the forefront followed by Europe, North America, South America, Africa, and Australia.

Keywords/renewable energy, investment, production, spatial variation.

المقدمة

ارتبط الاستخدام المتزايد للطاقة وتنامي انبعاثات غازات الدفيئة بالتنمية الاقتصادية ارتباطاً وثيقاً ، وتستطيع الطاقة المتجددة المساعدة في فك هذا الارتباط والمساهمة في التنمية المستدامة وتتيح الطاقة المتجددة الفرصة للإسهام في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وقدرتها على استحداث الوظائف الخضراء ، والحصول على الطاقة وتأمين إمداداتها، والتخفيف من تغير المناخ، والتقليل من الآثار السلبية على الصحة والبيئة، والحد من استخدام الوقود الاحفوري، وتوفير التكاليف مقارنة باستخدام الطاقة غير المتجددة لاسيما في المناطق البعيدة والمناطق الريفية الفقيرة التي تفتقر الى امدادات الطاقة المركزية، ويمكن خفض تكاليف استيراد الطاقة من خلال نشر التكنولوجيات المحلية للطاقة المتجددة والتي اثبتت قدرتها التنافسية، هذا فضلا عن العديد من الدوافع التي اسهمت في توجيه الاستثمارات نحو مشاريع الطاقة المتجددة ومن ثم تزايد حجم الانتاج منها سنوياً .

١- **مشكلة البحث :**

وفقاً لعنوان البحث طرحت جملة من التساؤلات التي يمثل كل منها مشكلة للبحث وهي :

- ما طبيعة اتجاهات الاستثمار العالمي في قطاع الطاقة المتجددة ؟
- ما صورة التوزيع المكاني لاستثمارات الطاقة المتجددة على المستوى العالمي ؟
- هل هناك تزايد في حجم الانتاج السنوي من الطاقة المتجددة وتزايد سعاتها التصميمية ؟
- كيف توزع انتاج كل نوع من انواع الطاقة المتجددة على مستوى القارات والمناطق الرئيسة في العالم ؟

٢- **فرضية البحث :**

في ضوء مشكلة البحث انبثقت فرضيته التي تجسدت بالنقاط الاتية :

- تتجه استثمارات الطاقة المتجددة على الصعيد العالمي نحو التزايد المستمر مع تذبذب طفيف.
- تتباين قيمة الاستثمارات من قارة لأخرى ومن دولة لأخرى انسجاماً مع طبيعة الظروف المسيطرة.
- يرتبط حجم الانتاج وسعاته التصميمية بحجم الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة في اي بلد.
- يتباين انتاج الطاقة المتجددة كماً ونوعاً زمانياً ومكانياً بحسب المصادر التي وفرتها الطبيعة ومدى استغلالها.

٣- **أهداف البحث:**

ارتباطاً بمشكلة البحث وانسجاماً مع فرضيته تولدت جملة من الأهداف التي يسعى البحث الى بلوغها وهي على النحو الاتي:

- معرفة حجم الاستثمار لبيان اهمية الطاقة المتجددة ونسبة مساهمتها في ميدان الاستثمارات العالمية وحجم التخصيصات المالية الموجهة لها.
- تحديد اقاليم انتاج الطاقة المتجددة والتعرف على اهم الدول المستغلة لها والاستفادة من تجاربها في هذا المضمار.
- تتبع مسار انتاج الطاقة المتجددة ومتعلقاته وبيان مدى تطوره خلال مدة زمنية محددة لتتضح صورة الانتاج المستقبلي.
- إدراك اهمية كل نوع من انواع الطاقة المتجددة ودرجة مساهمته في حجم الطاقة المنتجة وامكانات توسعه.

٤- **منهج البحث:**

اعتمد البحث المنهج الموضوعي في دراسة انواع الطاقة المتجددة المستثمرة عالمياً وحجم المبالغ المالية المتخصصة لها وتوزيع استثماراتها حسب المناطق وانتاجها السنوي ومعدلات نموها وكفاءتها الانتاجية ثم التوزيع المكاني لإنتاجها على الصعيد العالمي.

أولاً: الاستثمار العالمي في مجال الطاقة المتجددة:

ادت الطاقة دوراً محورياً في التقدم البشري وعززت نوعية الحياة القائمة وكانت العامل الاساس والاكثر اهمية في الثورة الصناعية وفي الوقت الحالي هي احد العناصر الحاسمة في عملية التنمية الاقتصادية لأي بلد ولأي مستوى من التنمية، والطاقة ضرورة لا غنى عنها للأنشطة الاقتصادية كافة وعلى سبيل المثال تشغيل أنظمة النقل وأنظمة التدفئة والتبريد وتشغيل المصانع وتوليد الطاقة اللازمة للحصول على الكهرباء والنفط والفحم والغاز التي تسمى الوقود الاحفوري والتي بدورها تعد محركاً لمختلف الانشطة الاقتصادية ، الا ان هذه المصادر من الطاقة اثرت سلبياً على البيئة مع قابليتها للنضوب، فالنمو السكاني المتسارع وارتفاع الاستهلاك المتوقع في المستقبل يتطلب اعادة النظر في مصادر الطاقة والتكنولوجيات الاخرى والتوجه نحو المصادر النظيفة والمستدامة[١].

تحظى مشاريع الطاقة الخضراء باهتمامٍ عالمي متزايد نظراً للفوائد البيئية والاقتصادية التي توفرها، ووفقاً لتقارير المؤسسات المتخصصة فقد ازداد معدل الإنفاق العالمي في قطاع الطاقة المتجددة من ٣٠ مليار دولارا عام٢٠٠٤ الى

اكثر من ١٧٠ مليار دولارا في عام ٢٠٠٩ ثم الى نحو ٢٤٠ مليار دولارا عام ٢٠١٠ ، كما قامت الدول الاقتصادية الكبرى باستثمارات ضخمة في مجال تقنيات الطاقة الخضراء، فمثلاً استثمرت الصين مبلغ ٣٤,٥ مليار دولارا عام ٢٠٠٩ في نظم توربينات الرياح والألواح الشمسية ، في الوقت الذي أنفقت فيه الولايات المتحدة نحو ١٦,٦ مليار دولارا في المجال ذاته[٢].

خلال السنوات القريبة الماضية يتم تمويل أكثر من ٩٠٪ من استثمارات الطاقة من ميزانيات المستثمرين ، مما يشير إلى أهمية أرباح الصناعة المستدامة التي تستند إلى أسواق الطاقة المتجددة وسياساتها في تمويل قطاع الطاقة، وعلى الرغم من تغير مصادر التمويل في بعض القطاعات الا ان هذه الحصة لم تتغير خلال السنوات الأخيرة ، في حين أن الحصة الإجمالية لتمويل المشاريع لا تزال صغيرة ، إلا أن استخدامها في الاستثمار في توليد الطاقة المتجددة نما بسرعة في السنوات الخمس الماضية وبنسبة (٥٠%)، مما يعكس انخفاض مخاطر المشروع في بعض الاقتصادات الناشئة ونضج بعض التكنولوجيات والآليات الحديثة لزيادة الأسهم والديون ، مما يمكّن المستثمرين من الاستفادة من صناديق التمويل الأكبر وخاصة لإعادة تمويل الاستثمارات في المشروعات الصغيرة مثل مشاريع تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتحسين شبكات التوزيع [٣].

من جانب اخر قامت أكثر من ١٠٠ دولة في مطلع عام ٢٠١٠ بوضع نوع من السياسات المتعلقة بتطوير قطاع الطاقة الخضراء ، مقارنةً بـ ٥٥ دولة قامت بتلك الخطوات في أوائل عام ٢٠٠٥ ، وهذا مؤشر واضح على قيام الحكومات في جميع أنحاء العالم بوضع أولوية الطاقة الخضراء في مقدمة خططها وانجازاتها. فقد أعلنت الحكومة البريطانية عن خطط لرفع مستوى استهلاك الطاقة الخضراء إلى عشرة أضعاف من خلال خطة (الثورة الخضراء)، التي خصصت لها استثمارات قدرها ١٠٠ مليار جنيه استرليني لتحقيق هدفها بالحصول على ١٥ في المائة من كل احتياجاتها من الطاقة من مصادر متجددة بحلول عام ٢٠٢٠ وحصول قطاع الطاقة على نحو ثلث إمدادات الكهرباء من مصادر متجددة في مقدمتها طاقة الرياح من خلال بناء ٧٠٠٠ توربين لتوليد الكهرباء، وذلك ضمن برنامج لخفض التلوث والحد من اعتمادها على الوقود الاحفوري، وقد اشار برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة، أن تزايد الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة حول العالم، سيساهم في إمداد العالم بربع ما يحتاجه من الطاقة النظيفة بحلول العام ٢٠٣٠، فقد اوضح التقرير إلى استثمار أكثر من ٣٥ مليار دولارا في عام ٢٠٠٦ في قطاع طاقة الرياح والوقود الحيوي والطاقة الشمسية أي أكثر بنسبة ٤٣ في المائة عن عام ٢٠٠٥، اذ جذبت طاقة الرياح أغلب الاستثمارات بنسبة ٤٠ في المائة، يليها الوقود الحيوي بنسبة ٢٦ في المائة، ثم الطاقة الشمسية بنسبة ١٦ في المائة[٤].

ومن حيث الانفاق في مجال البحث والتطوير في استثمار الطاقة المتجددة فقد بلغ مجموع الإنفاق على أبحاث الطاقة وتطويرها (٦٥) مليار دولارا في جميع أنحاء العالم في عام ٢٠١٥ ، بناءً على تقييم الإنفاق من قبل الهيئات العامة

والخاصة، على الرغم من الاعتراف المتزايد بأهمية ابتكار الطاقة فقد ارتفع الإنفاق على تكنولوجيا الطاقة بشكل عام والطاقة النظيفة على وجه التحديد في السنوات الأربع الماضية، وتعد أوروبا والولايات المتحدة أكبر منفقين في مجال الطاقة المتجددة ، اذ يمثل كل منهما أكثر من (٢٥٪) من إجمالي الانفاق العالمي ، في حين أن الصين هي أكبر منفق على البحث والتطوير في مجال الطاقة كحصة من الناتج المحلي الإجمالي بعد أن تفوقت على اليابان في عام ٢٠١٤ على الرغم من أن كل من المصادر العامة والخاصة تمثل حوالي نصفا من إجمالي البحث والتطوير يوجد معظم البحث والتطوير الخاص في قطاعات النفط والغاز والطاقة الحرارية ، في حين أن معظم الأبحاث والتطوير العامة مخصصة لتكنولوجيات الطاقة النظيفة، كما بدأت الصين بمشاريع هامة لأحتجاز الكربون وتخزينه بتمويل كبير من الشركات في عام ٢٠١٧ [٥]، وبشكل عام هناك عرض تفصيلي لتطور حجم الاستثمار العالمي في قطاعات الطاقة المتجددة خلال المدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) سيتضح من خلال الجدول (١) والشكل (١).

جدول (١)

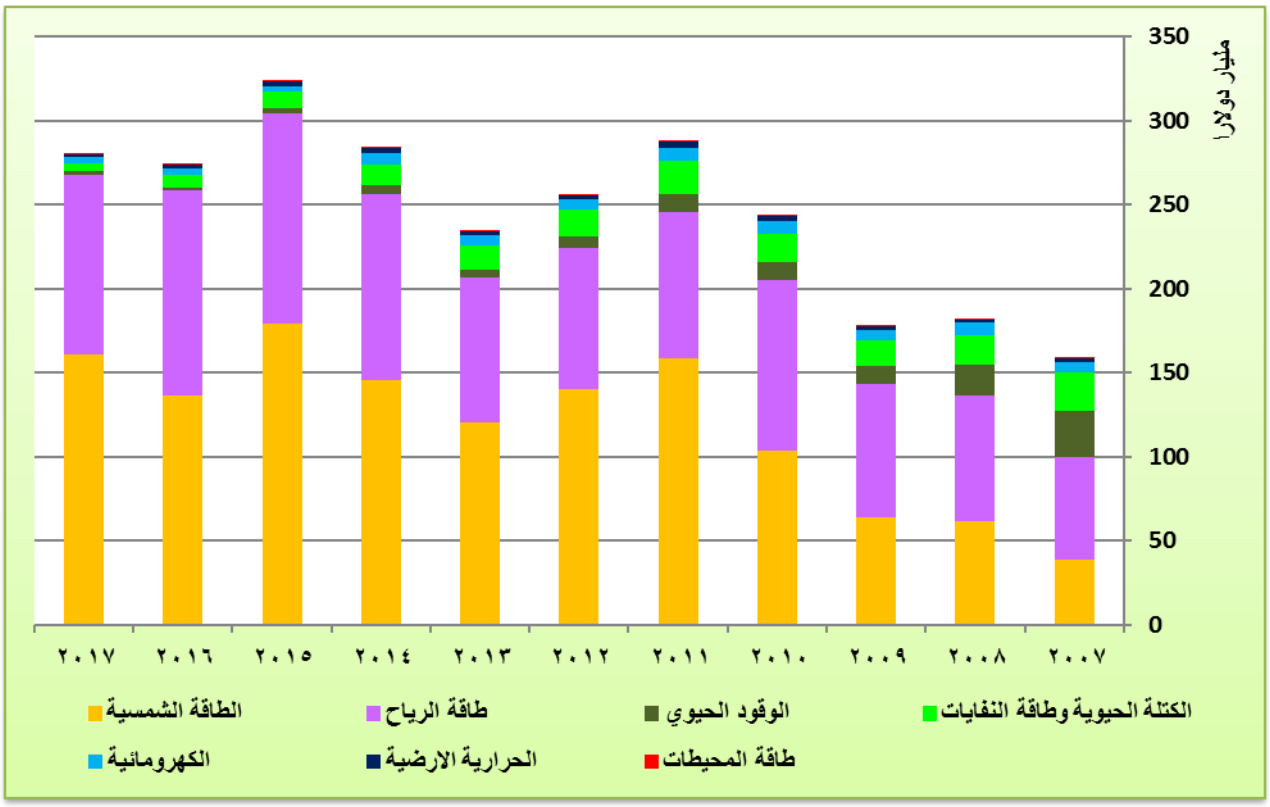
الاتجاه العام للاستثمار العالمي في قطاع الطاقة المتجددة للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) حسب القطاع (مليار دولار)

السنة / القطاع	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الطاقة الشمسية	38.7	61.5	64	103.3	158.1	140.5	119.9	145.3	179.3	136.5	160.8
طاقة الرياح	60.9	74.8	79.5	101.5	87.2	83.6	86.4	110.7	124.7	121.6	107.1
الوقود الحيوي	27.4	18.3	10.2	10.6	10.6	7.2	5.2	5.2	3.5	2.1	2.0
الكتلة الحيوية وطاقة النفايات	22.9	17.5	15.2	16.9	20.2	15.7	14.1	12.8	9.5	7.3	4.7
الكهرومائية	6.5	7.6	6.2	8.2	7.6	6.5	5.8	7	3.6	3.9	3.4
الحرارية الارضية	1.7	1.7	2.8	2.9	3.9	1.6	2.8	2.9	2.5	2.5	1.6
طاقة المحيطات	0.8	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
المجموع	158.9	181.6	178.2	243.6	287.8	255.4	234.4	284.2	323.3	274.1	279.8

Refrains: International Renewable Energy Agency , Investment Trends, 2019.

شكل (١)

الاتجاه العام للاستثمار العالمي في قطاع الطاقة المتجددة للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) حسب القطاع (مليار دولارا)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (١).

يتضح من الجدول (١) والشكل (١) ما يأتي :

١-بشكل عام تزايدت قيم الاستثمارات العالمية في قطاع الطاقة المتجددة مع وجود شيء من التذبذب بين السنوات ،اذ نجد تزايداً مطرداً في مجموع الاستثمار خلال السنوات (٢٠٠٧-٢٠١١) الا انه انخفض تدريجياً خلال السنتين التاليتين ثم انعكست الصورة ليعود بالارتفاع خلال سنة ٢٠١٤ ثم تواصل ذلك الارتفاع ليبلغ اعلى قيمة له في سنة ٢٠١٥ وبفارق بلغ نحو (١٦٤,٤) مليار دولارا عن سنة ٢٠٠٧ ، بعدها تراجع مجموع الاستثمار في سنة ٢٠١٦ ثم ارتفع بشكل ملحوظ سنة ٢٠١٧ .

٢-تصدرت الطاقة الشمسية في مقادير الاستثمار خلال المدة ٢٠١٠-٢٠١٧ مع ارتفاع متزايد في تلك الاستثمارات من (١٠٣,٣ - ١٦٠,٨) مليار دولارا ما جعلها تحتل مركز الصدارة من بين مصادر الطاقة المتجددة وبنسبة مساهمة

تراوحت بين (٤٢,٤- ٥٧,٥%) من مجموع الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة خلال المدة نفسها ، ومن ثم بلغت النسبة المركبة لها (٤٦,٥%) من مجموع الاستثمارات خلال المدة (٢٠٠٧-٢٠١٧).

٣-احتلت طاقة الرياح المرتبة الاولى في حجم الاستثمار خلال السنوات (٢٠٠٧-٢٠٠٩) ثم تراجعت الى المرتبة الثانية بعد الطاقة الشمسية الا انها حافظت عليها طوال السنوات اللاحقة وبنسبة مساهمة تراوحت بين (٣٠,٣- ٤٤,٤%) لتبلغ نسبة المساهمة المركبة لها (٣٨,٧%) من مجموع الاستثمارات خلال سنوات الدراسة.

٤-جاءت طاقة الكتلة الحيوية والنفايات بالمرتبة الثالثة في حجم الاستثمار خلال المدة ٢٠٠٩-٢٠١٧ الا انه تراجع بشكل عام من (٢٢,٩) مليار دولارا عام ٢٠٠٧ الى (٤,٧) مليار دولارا عام ٢٠١٧ ما ادى الى تراجع نسبة المساهمة من (١٤,٤%) الى (١,٧%) من مجموع استمارات الطاقة المتجددة .

٥-حصل الوقود الحيوي على المركز الرابع في حجم الاستثمار وبنسبة مساهمة مربكة (٤,٦%) من مجموع مبالغ استثمار الطاقة المتجددة الا ان هناك تراجعا كبيرا في حجم المبالغ المستثمرة فيه التي انخفضت من (٢٧,٤) مليار دولارا الى (٢) مليار دولارا سنة ٢٠١٧ .

٦-اتسم حجم الاستثمار في مجالات الطاقة الكهرومائية والطاقة الجيوحرارية وطاقة المحيطات بالتذبذب السنوي الواضح وبنسب مساهمة مركبة منخفضة شكلت(٢,٦ ، ١,٠ ، ٠,١%) على التوالي من مجموع استثمارات الطاقة المتجددة .

ثانياً: التوزيع المكاني لاستثمارات الطاقة المتجددة للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧):

يتباين حجم الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة من قارة لأخرى ومن دولة لأخرى وهذا يعتمد على التوجه التخطيطي للدول وطبيعة الهيكل الاقتصادي لها وحجم رؤوس الاموال المتوفرة للاستغلال ومدى توفر البدائل ومستويات الطلب على الطاقة وانواع مصادر الطاقة المتاحة للاستثمار وغيرها من العوامل التي تحدد مدى التوجه نحو استثمار الطاقة المتجددة واشراك مشاريعها وتحقيق الفوائد والمكتسبات المترتبة على استغلالها وذلك يتضح من خلال الجدول (٢) والشكل (٢).

جدول (٢)

التوزيع الجغرافي لحجم الاستثمار العالمي في قطاع الطاقة المتجددة للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) (مليار دولارا)

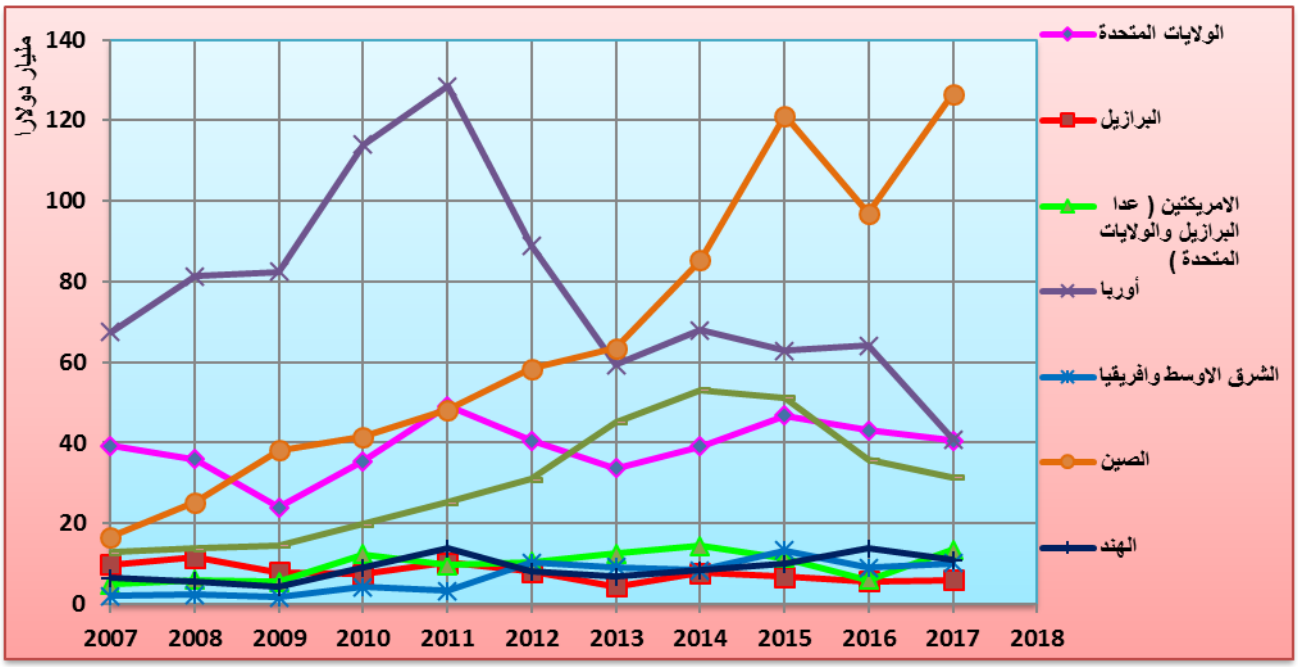
السنة / المنطقة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الولايات المتحدة	39.2	35.9	23.9	35.4	49.2	40.6	33.7	39.1	46.7	43.1	40.5
البرازيل	9.8	11.5	7.8	7.4	10.2	8.1	4.3	7.7	6.7	5.6	6
الامريكتين (	4.8	5.9	5.5	12.4	9.6	10.4	12.5	14.4	11.4	6	13.4

عدا البرازيل والولايات المتحدة)											
أوربا	67.4	81.3	82.5	113.9	128.4	88.9	59.4	67.9	62.9	64.1	40.9
الشرق الاوسط وافريقيا	1.9	2.3	1.7	4.2	3.2	10.2	9.2	8.3	13.3	9	10.1
الصين	16.6	25.3	38.1	41.5	48.2	58.3	63.4	85.3	121.2	96.9	126.6
الهند	6.4	5.7	4.2	9	13.8	8	6.8	8.4	9.9	13.7	10.9
آسيا وأوقيانوسيا (باستثناء الصين والهند)	12.8	13.7	14.5	19.8	25.2	30.9	45.1	53.1	51.2	35.7	31.4
المجموع	158.9	181.6	178.2	243.6	287.8	255.4	234.4	284.2	323.3	274.1	279.8

Refrains: International Renewable Energy Agency , Investment Trends, 2019.

الشكل (٢)

تغير حجم الاستثمار العالمي في قطاع الطاقة المتجددة بحسب المناطق للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) (مليار دولارا)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٢).

يظهر من الجدول (٢) والشكل (٢) ما يأتي :

١-كانت قارة أوربا الاولى في حجم الاستثمار حتى عام ٢٠١٢ ثم تراجع الى المرتبة الثانية امام الصين منذ عام ٢٠١٣ وحتى الان ، وهناك انخفاض واضح في مجموع استثماراتها السنوية اذ انخفضت من (١٢٨) مليار دولارا عام ٢٠١١ الى قرابة (٤١) مليار دولارا فقط ، اي اقل من الثلث وهذا ما ادى الى انخفاض نسبة مساهمتها في مجموع استثمارات الطاقة من (٤٤,٦%) الى (١٤,٦%) بين عامي ٢٠١١ و٢٠١٧ لتبلغ النسبة المركبة (٣٣,٣%) من مجموع الاستثمارات.

٢-احتلت الصين مركز الصدارة في حجم استثمارات الطاقة منذ عام ٢٠١٣ وحتى نهاية المدة ، وبشكل عام ارتفع حجم الاستثمار فيها تدريجياً من (١٦,٦) مليار دولارا بداية المدة الى (١٢٦,٦) مليار دولارا في نهايتها ما ادى الى تزايد نسبة المساهمة من (١٠,٤%) الى (٤٥,٢%) لتبلغ نسبة المركبة (٢٥,٢%) من مجموع الاستثمار خلال الاحدى عشرة سنة .

٣-اتصف حجم الاستثمار في الولايات المتحدة الامريكية بالتذبذب الواضح خلال المدة الا انه تراوح بين (٢٣,٩) مليار دولارا عام ٢٠٠٩ و(٤٩,٢) مليار دولارا عام٢٠١١ لتبلغ النسبة المركبة (١٦,٢%) من مجموع استثمارات الطاقة .

٤-جاءت أوقيانوسيا ودول آسيا عدا (الصين والهند ودول الشرق الاوسط) بالمركز الرابع في حجم الاستثمار للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٢) وبنسبة مساهمة تراوحت بين (٧,٥- ١٢,١%) ثم تقدمت امام الولايات المتحدة لتحتل المركز الثالث خلال السنوات (٢٠١٣-٢٠١٥) وبنسبة مساهمة بلغت (١٥,٨- ١٩,٢%) بعدها تراجعت الى المركز الرابع لتصل نسبة المساهمة المركبة الى (١١,٩%)من مجموع الاستثمارات.

٥-تناوبت كل من (الأميركتين (عدا البرازيل والولايات المتحدة) ،والبرازيل ،والهند ،والشرق الاوسط وافريقيا) على المراكز الاربع الاخرى في حجم الاستثمار وبشكل متذبذب من سنة لأخرى وبنسبة مساهمة مركبة بلغت (٣,٩ ، ٣,٤ ، ٣,٥ ، ٢,٦%) على التوالي لتشكل مجتمعة ما نسبته (١٣,٤%) من حجم الاستثمار العالمي في مجال الطاقة المتجددة .

ثالثاً: الانتاج العالمي للطاقة المتجددة :

من المتوقع أن ينمو توليد الطاقة المتجددة العالمي بحلول عام ٢٠٢٢ إلى أكثر من ٨٠٠٠ تيرا واط في الساعة ، وهو ما يعادل استهلاك الصين والهند وألمانيا مجتمعة. ستصل الحصة القابلة للتنفيذ في توليد الطاقة إلى ٣٠٪ في عام ٢٠٢٢ ، بعدما كانت ٢٤٪ في عام ٢٠١٦، وعلى الرغم من تباطؤ نمو الطاقة ستبقى الطاقة الكهرومائية هي المصدر الأكبر لتوليد الكهرباء المتجددة ، تليها الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الحيوية، ومن المتوقع ان يكون النمو في الطاقة المتجددة ضعف حجم الغاز والفحم خلال المدة ٢٠١٧-٢٠٢٢، في حين أن الفحم لا يزال أكبر مصدر لتوليد الكهرباء حتى عام ٢٠٢٢ ،الا إن مصادر الطاقة المتجددة تقترب من الصدارة، ففي عام ٢٠١٦ كانت الطاقة المتجددة

أقل بنسبة ٣٤٪ من الفحم ، ولكن بحلول عام ٢٠٢٢ ستنخفض هذه الفجوة إلى ١٧٪ فقط[٦]، وفيما يأتي عرض تفصيلي لأنواع الطاقات المتجددة والسعات التصميمية والانتاجية ومستوى الكفاءة ومستويات النمو لكل منها .

١-الطاقة الشمسية :

استخدمت الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في تطبيقات عديدة منها محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه، وتشغيل إشارات المرور وإنارة الشوارع، وتشغيل بعض الأجهزة الكهربائية مثل الساعات والآلات الحاسبة وتشغيل الأقمار الاصطناعية والمركبات والمحطات الفضائية فضلا عن بعض السيارات والقوارب ،وظهرت أهمية الطاقة الشمسية مجدداً كعامل مهم في الاقتصاد العالمي وفي الحفاظ على البيئة مع استخدام السخانات الشمسية في معظم دول العالم وحتى الغنية منها لتسخين المياه لمختلف الأغراض، وقد زاد من أهميتها نجاحها في التطبيقات العملية وسهولة تركيبها وتشغيلها ، هذا بالإضافة إلى استخدامها في المستشفيات والمدارس والفنادق وتدفئة برك السباحة وفي العديد من التطبيقات الصناعية والخدمية والزراعية، حيث يتم تركيب السخان الشمسي والذي يتناسب مع جميع التطبيقات على اختلاف أحجامها كنظام مستقل ودائم أو كنظام مساعد لأنظمة التدفئة المركزية وأنظمة تسخين المياه[٧].

تستخدم الطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم وتحظى بشعبية متزايدة لتوليد الكهرباء أو التدفئة وتحلية المياه ويتم توليد الطاقة الشمسية بطريقتين رئيستين هما[٨]:

أ- طريقة الألواح الضوئية (PV) : التي تسمى أيضاً الخلايا الشمسية وهي أجهزة إلكترونية تقوم بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء ، تم اختراعها عام ١٩٥٤ في الولايات المتحدة ، واليوم تعد واحدة من أسرع تقنيات الطاقة المتجددة نمواً وهي على استعداد للعب دور رئيسي في مزيج توليد الكهرباء العالمي في المستقبل ومن المحتمل أن تكون الخلية الشمسية الحديثة صورة يتعرف عليها معظم الناس ، يمكن دمج منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية لتوفير الكهرباء على نطاق تجاري أو ترتيبها في تكوينات أصغر للشبكات الصغيرة أو الاستخدام الشخصي، ويعد استخدام الخلايا الشمسية لتشغيل شبكات صغيرة طريقة ممتازة لتوفير الكهرباء للأشخاص الذين لا يعيشون بالقرب من خطوط نقل الطاقة لاسيما في البلدان النامية التي تتمتع بموارد طاقة شمسية ممتازة.

ب- الطاقة الشمسية المركزة (CSP) : التي تستخدم المرايا لتركيز الأشعة الشمسية واعادة توجيهها إلى برج رفيع طويل القامة وتسخين السوائل داخل البرج ومن ثم انتاج البخار لتدوير التوربينات وتوليد الكهرباء ، وهذه الطريقة غالبا ما تكون على شكل محطات لتوليد الكهرباء.

تسعى الدول الصناعية جادة من خلال مراكز البحث والتطوير إلى تخفيض تكلفة الواط الواحد المنتج من الخلايا الشمسية عند الذروة إلى (٠،٥) دولارا ، في حين كانت تكلفة الواط الواحد تتراوح بين ٣٠٠ – ٣٥٠ دولارا في خمسينات القرن الماضي حينما كانت الخلايا الشمسية تقتصر على أبحاث الفضاء ، فالدول المصنعة تستثمر أموالاً طائلة على

مستوى البحث والتطوير والتطبيق بغية تخفيض أسعارها وزيادة كفاءتها وتسهيل طرق إنتاجها وجعلها واعدة للإنتاج والتطبيق الموسع[٩].

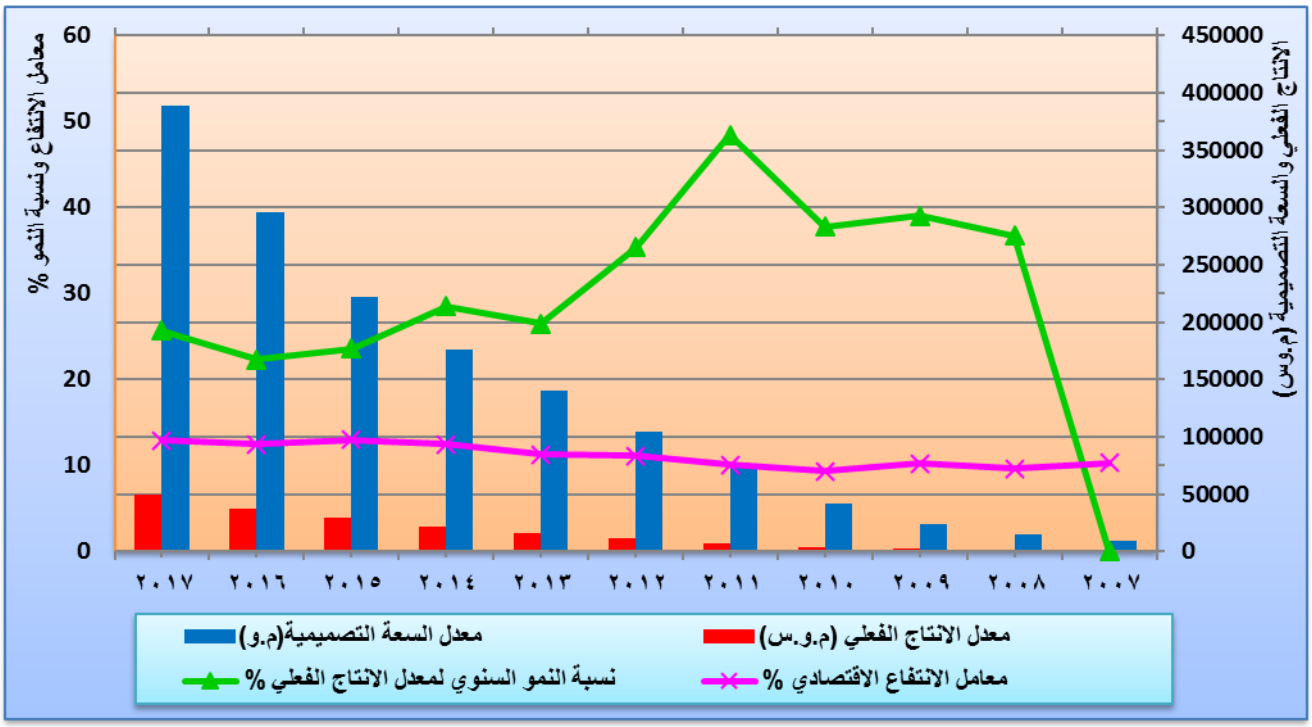
حقق انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية زيادة كبيرة خلال الاعوام القريبة الماضية وكما في الجدول (٣) والشكل (٣).

الجدول (٣) معدل السعات التصميمية لمنظومات الطاقة الشمسية العالمية ومعدل انتاجها الفعلي ونسبة النمو السنوي للإنتاج ومعامل انتفاعها الاقتصادي من للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)

السنوات	معدل السعة التصميمية(م.و)	مجموع الطاقة المنتجة سنوياً(م.و)	معدل الانتاج الفعلي (م.و.س)	نسبة النمو السنوي لمعدل الانتاج الفعلي %	معامل الانتفاع الاقتصادي %
2007	8973.4	8118300	926.7	-----	10.3
2008	15248.0	12817500	1463.2	36.7	9.6
2009	23580.9	21027900	2400.4	39.0	10.2
2010	41543.5	33825000	3861.3	37.8	9.3
2011	73787.4	65500700	7477.2	48.4	10.1
2012	104144.2	101386800	11573.8	35.4	11.1
2013	139652.0	137921000	15744.4	26.5	11.3
2014	176098.3	192984600	22030.2	28.5	12.5
2015	222126.0	252630300	28839.1	23.6	13.0
2016	295828.2	325097700	37111.6	22.3	12.5
2017	388268.4	437286600	49918.6	25.7	12.9

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019 .

شكل (٣) معدل السعات التصميمية لمنظومات الطاقة الشمسية العالمية ومعدل انتاجها الفعلي ونسبة النمو السنوي للإنتاج ومعامل انتفاعها الاقتصادي من للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٣).

يتضح من الجدول (٣) والشكل (٣) ما يأتي:

١- هناك نمو متسارع وقفزات واضحة في معدل السعات التصميمية من الطاقة الشمسية فهو يتضاعف كل سنة أو سنتين تقريباً حتى انه تضاعف أكثر من (٤٣) ضعفاً خلال عشرة سنوات (٢٠٠٧-٢٠١٧) وهذا ناتج من التخطيط وتنفيذ مشاريع الطاقة الشمسية على المستوى العالمي ومساهمتها المتزايدة في انتاج الطاقة النظيفة والتحول التدريجي نحو الاعتماد على الطاقة الخضراء وتقليل الاعتماد على الوقود الاحفوري.

٢- ثمة تزايد ملموس وخطى متسارعة في معدل القدرة المنتجة من منظومات الطاقة الشمسية حتى ان نسبة النمو السنوي تجاوزت الثلث خلال المدة (٢٠٠٧-٢٠١٢) بل انها اقتربت من الضعف اي اقتربت من (٥٠%) عام ٢٠١١ اذ بلغت كمية المضافة (٣٦١٥,٩ م.و) عما كانت عليه عام ٢٠١٠ ، بعدها انخفضت وتيرة النمو نسبياً الا انها لن تصل دون ٢٢% وهذه نسبة نمو كبيرة اذا ما قورنت بمصادر الطاقة المتجددة الاخرى او بمعدلات الطلب العالمية على الطاقة بشكل عام، وهذا يعود الى حجم الاستثمار المرتفع والمتزايد، وكحصيلة نهائية فقد تضاعفت كميات الانتاج الفعلي من الطاقة الشمسية قرابة الـ (٥٤) ضعفاً خلال السنوات العشر (٢٠٠٧-٢٠١٧) .

٣- نجد تزايداً تدريجياً في معامل الانتفاع الاقتصادي من السعات التصميمية فبعدما كان يتراوح بين (٩-١٠%) خلال السنوات (٢٠٠٧-٢٠١١) اذ تجاوز (١١%) خلال السنتين التاليتين ثم قفز ليتراوح بين (١٢,٥-١٣%) في

السنوات الاربع الاخيرة وهذا يشير الى امكانية زيادة معامل الانتفاع من القدرات التصميمية مستقبلاً بفضل التقدم العلمي والتكنولوجي في مجال تصنيع المنظومات الشمسية وزيادة مستوى كفاءتها التحويلية وتحسين ادائها.

٢-طاقة الرياح

تعد واحدة من أسرع تقنيات الطاقة المتجددة نمواً واستخدامها في ارتفاع متزايد في جميع أنحاء العالم بسبب انخفاض التكاليف نسبياً ،وقد ازدادت القدرة التصميمية العالمية لتوليد الطاقة من الرياح البرية والبحرية خلال العقدين الماضيين ،اذ قفزت من (7.5GW) عام 1997 إلى حوالي (564GW) بحلول عام ٢٠١٨ ، وفي عام ٢٠١٦ شكلت طاقة الرياح ١٦٪ من الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة، تتمتع أجزاء كثيرة من العالم بسرعات الرياح القوية ولكن أفضل المواقع لتوليد طاقة الرياح في بعض الأحيان تكون مناطق نائية كما تشكل الرياح البحرية إمكانات هائلة لاستثمار طاقة الرياح، وتستخدم الرياح لإنتاج الكهرباء من خلال الطاقة الحركية الناتجة عن الهواء المتحرك عبر توربينات الرياح أو أنظمة تحويل طاقة الرياح اذ تضغط الرياح أولاً على شفرات التوربين ما يجعلها تدور وتدور التوربين المتصل بها، يعمل ذلك على تغيير الطاقة الحركية إلى طاقة دورانية عن طريق تحريك عمود متصل بمولد ، ومن ثم إنتاج الطاقة الكهربائية من خلال القوة الكهرومغناطيسية ، وتعتمد كمية الطاقة التي يمكن حصادها من الرياح على حجم التوربينات واطوال شفراتها ، إذ تعتمد القدرة المنتجة على أبعاد الشفرات ومكعب سرعة الرياح، ومن الناحية النظرية تزداد إمكانات طاقة الرياح ثمان مرات عندما تتضاعف سرعة الرياح، اما طاقة توربينات الرياح فهي تزداد بمرور الوقت ففي عام ١٩٨٥ كانت قدرة التوربينات النموذجية تبلغ (٠,٠٥ميكاواط) وقطرها الدوار ١٥ متراً بينما وصلت توربينات الرياح المتوفرة تجارياً إلى (٨ ميكاواط) بأقطار دوارة تصل إلى ١٦٤ متراً[١٠].

وتشير التقديرات البحثية إلى إمكانية مضاعفة ابعاد ريش توربينات الرياح بفضل التطور التكنولوجي ومواد التصنيع الحالية، وهذا سيؤدي الى مضاعفة قدرات توربينات الرياح عدة مرات ، فضلا عن وجود عدة تصميمات مختلفة لتوربينات الرياح، ويتركز الإنفاق في الوقت الراهن على الاستثمار في تطوير التوربينات المواجهة للرياح "Up-Wind"، أيضا تركز الدراسات الحالية على تخفيض أوزان الأجزاء العليا للتوربينة (الحاوية والجزء الدوار) وتطوير مواد جديدة وأجهزة نقل وتحويل ذات كفاءة اعلى وأدوات تصميم أفضل، ومن المرتقب ظهور نتائج هذه الجهود قريباً في سوق إنتاج الطاقة المتجددة يرافقها انخفاض في تكاليف الانتاج وبناء المنظومات[١١].

لقد ازداد الطلب على توربينات الرياح إلى درجة تشبع مصانع الإنتاج بالعقود إلى حد توقيع عقود تنص على التجهيز بعد عامين او اكثر من تاريخ التوقيع ، بعدما كانت تستغرق شهورا معدودة فقط ، ما ادى الى زيادة الطلب عليها مع ارتفاع اسعار المواد الخام ومن ثم ارتفاع أسعار التوربينات بنحو ٣٥ % وقد انتشر استخدام طاقة الرياح في العديد من بلدان العالم، فالدانمرك مثلاً تحصل على حوالي ١٥% من طاقتها الكهربائية من توربينات الرياح، وفي أجزاء من ألمانيا يتم توليد حوالي ٧٥ % من الطاقة الكهربائية من الرياح، وفي مقاطعة بامبيلونا/أسبانيا تمثل نسبة القدرات المركبة

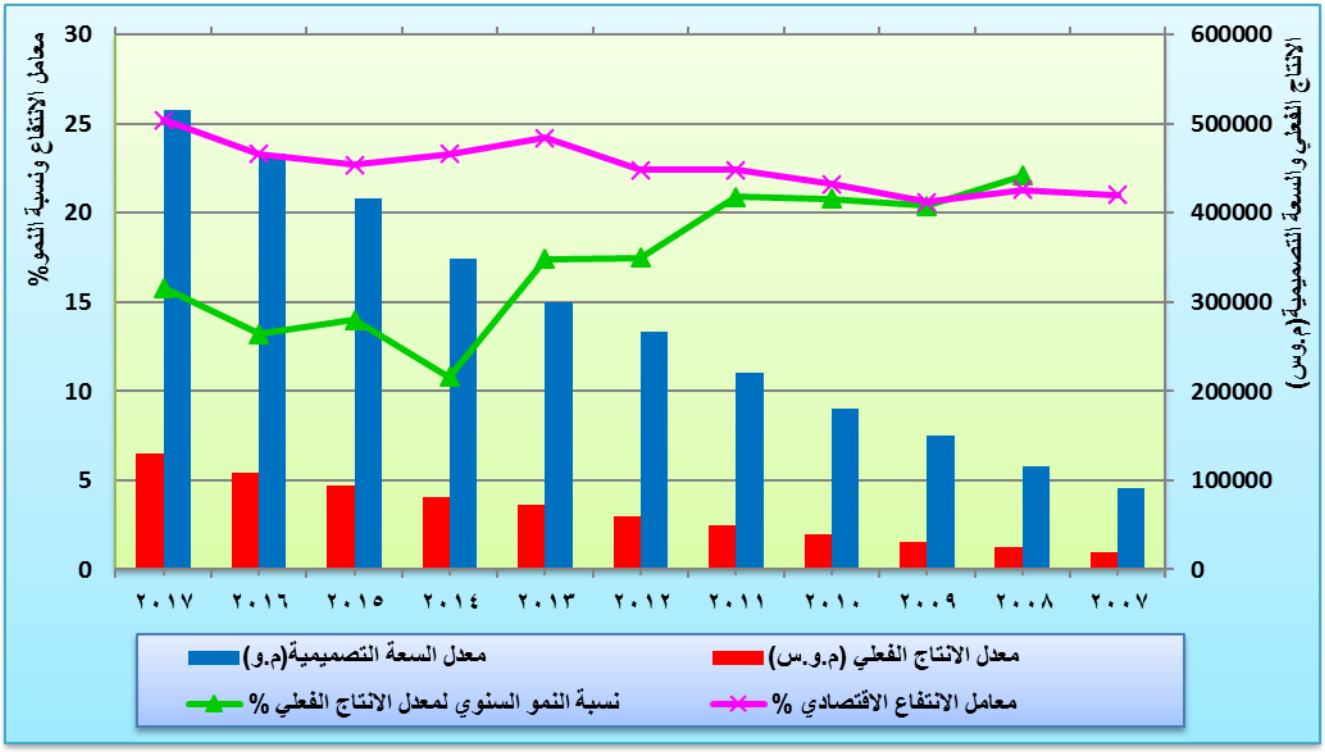
من مزارع الرياح المرتبطة بالشبكة ٥٠ % من إجمالي القدرات اللازمة للمقاطعة، علما بأن إجمالي القدرات العالمية من التوربينات قد بلغت ٩٣٨٨١ ميكا واط ببداية ٢٠٠٨، أي بزيادة مقدارها ٢٥ % عن العام ٢٠٠٦[١٢]،وسيتضح حجم الانتاج العالمي من طاقة الرياح من خلال الجدول (٤) والشكل (٤) .

الجدول (٤) اتجاهات طاقة الرياح المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)

السنوات	معدل السعة التصميمية(م.و)	مجموع الطاقة المنتجة (م.و)	معدل الانتاج الفعلي (م.و.س)	نسبة النمو السنوي لمعدل الانتاج الفعلي %	معامل الانتفاع الاقتصادي %
2007	91542.3	168102800	19189.8	------	21.0
2008	115555.6	215764000	24630.6	22.1	21.3
2009	150122.0	270953200	30930.7	20.4	20.6
2010	180852.1	342091900	39051.6	20.8	21.6
2011	219980.6	432479500	49369.8	20.9	22.4
2012	266866.2	524489100	59873.2	17.5	22.4
2013	299993.7	635110400	72501.2	17.4	24.2
2014	349202.5	712027400	81281.7	10.8	23.3
2015	416211.1	828251200	94549.2	14.0	22.7
2016	466956.9	954657800	108979.2	13.2	23.3
2017	514746.8	1134451100	129503.6	15.8	25.2

Refrains; International Renewable Energy Agency, electricity generation Trends, 2019 .

الشكل (٤) اتجاهات طاقة الرياح المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٤).

يتبين من الجدول (٤) والشكل (٤) ما يأتي:

١-نجد تزايداً سنوياً واضحاً في معدل السعات التصميمية تراوح ما بين (٢٥ – ٦٧) جيجا واط سنوياً ، ليتضاعف (٥,٦) ضعفاً خلال السنوات العشر الماضية وهذا يشير الى استمرار تزايد السعات التصميمية مستقبلاً ما يعني انتاج المزيد من طاقة الرياح ما يعني طاقة اكثر ونظافة اكثر وتلوث اقل واستدامة اكثر .

٢-بشكل عام هناك صعود واضح في معدل الانتاج الفعلي السنوي من طاقة الرياح وتزايد مستمر دون انخفاض فقد تضاعف (٦,٧) مرات خلال السنوات العشر وعلى الرغم من ان نسبة النمو السنوي متذبذبة تراوحت بين (٢٢-١٠,٨%) الا انها نسبة مقبولة قياساً بمصادر الطاقة الاخرى باستثناء الطاقة الشمسية.

٣-ثمة تزايد تدريجي في معامل الانتفاع الاقتصادي من السعات التصميمية وبشكل عام ارتفع من (٢٠,٦%) عام ٢٠٠٩ الى (٢٥,٢%) عام ٢٠١٧ ، وبطبيعة الحال هذا يعود الى الجانب التكنولوجي وتحسين مستوى الكفاءة الإنتاجية لمنظومات الرياح ، واختيار المواقع الجغرافية الاكثر ملاءمة من حيث سرعة الرياح والابتعاد عن العوارض الطبيعية والبشرية التي تقلل من تلك السرعة.

٣-**الطاقة الحيوية :**

هي القدرة المنتجة من الكتلة الحيوية اي من الكائنات النباتية والحيوانية ، فالنباتات تحرق او تعالج كيميائياً لأطلاق الطاقة الكامنة فيها ، والنباتات تشمل كل الاشجار والشجيرات والاعشاب والخث النباتي والاعشاب البحرية والطحالب والاشنات ومخلفات المحاصيل ، كما تشمل روث الحيوانات الذي غالبا ما يكون غنياً بالمواد العضوية النباتية غير المنهضمة[١٣]، كما تشمل الكتلة الحيوية مياه الصرف الصحي والنفايات في مختلف القطاعات، ومصادر الطاقة الحيوية تكون عادة صلبة او سائلة او غازية، فمعظم النباتات يمكن حرقها بشكل مباشر لتعطي طاقة وهذا استخدمه الانسان منذ اكتشافه للنار والى الان يستخدم على نطاق واسع حول العالم وفي مختلف البيئات الجغرافية .

اما الغاز الحيوي فينتج من البقايا العضوية عن طريق تخمير المخلفات العضوية في وسط مائي (٩٠% ماء+١٠% مخلفات عضوية) بمعزل عن الأوكسجين الجوي في خزان تحت الأرض يعرف بخزان التحليل ، وتقوم البكتيريا اللاهوائية بتحليل المادة العضوية وتحويلها إلى حامض عضوي فيما تتولى بكتيريا أخرى تحويلها إلى غاز الإيثانول الذي يتجمع في أعلى الحوض ، ويكون جاهزا للاستخدام بصورة مباشرة لأغراض الطبخ وتسخين الماء وغير ذلك ، أو لإدارة محركات الاحتراق الداخلي وتوليد الطاقة الكهربائية ، أما المواد العضوية المتخلفة فيمكن الاستفادة منها كسماد عضوي ، اما الديزل الإحيائي فيصنع من زيوت بعض النباتات ومن زيت الطهو المستخدم في المنازل والمطاعم بعد استخدامه ، ومن الشحوم الحيوانية[١٤]، وقد تزايدت القدرات التصميمة والفعلية للطاقة الحيوية العالمية خلال السنوات القريبة الماضية وكما سيتضح من خلال الجدول (٥) والشكل (٥).

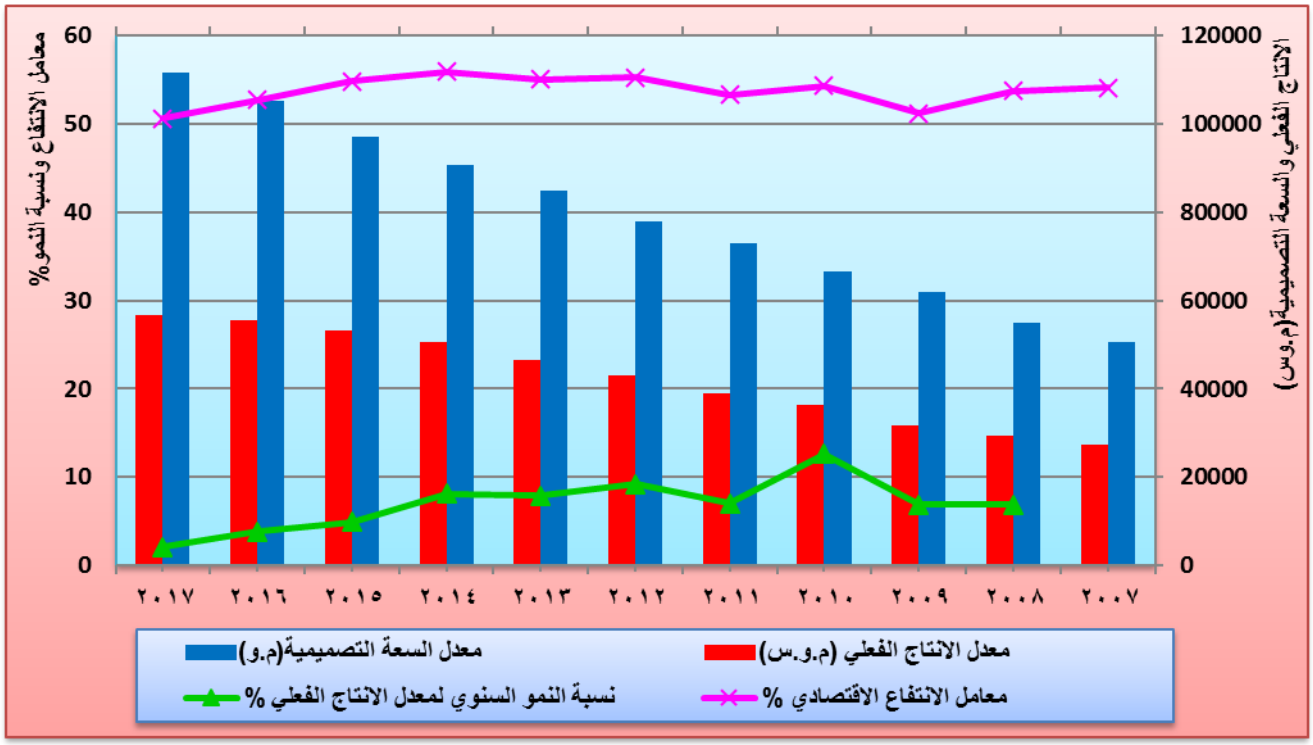
الجدول (٥) اتجاهات الطاقة الحيوية المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)

السنوات	معدل السعة التصميمية(م.و)	مجموع الطاقة المنتجة سنوياً(م.و)	معدل الانتاج الفعلي (م.و.س)	نسبة النمو السنوي لمعدل الانتاج الفعلي %	معامل الانتفاع الاقتصادي %
2007	50644.9	240226900	27423.2		54.1
2008	54867.2	257902600	29440.9	6.9	53.7
2009	61773.6	277059700	31627.8	6.9	51.2
2010	66598.8	317017200	36189.2	12.6	54.3
2011	72989.7	341023000	38929.6	7.0	53.3
2012	77717.0	375692200	42887.2	9.2	55.2
2013	84688.3	407865400	46560.0	7.9	55.0
2014	90617.1	443739100	50655.2	8.1	55.9
2015	97101.1	466469600	53250.0	4.9	54.8

52.7	3.8	55366.9	485014300	105127.9	**2016**
50.6	2.1	56552.0	495395200	111665.2	**2017**

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019 .

الشكل (٥) اتجاهات الطاقة الحيوية المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (5).

يظهر من الجدول (٥) والشكل (٥) ما يأتي:

١-ارتفاع معدل السعة التصميمية تدريجياً حتى بلغ معدل الزيادة السنوية لها اكثر من (٦١٠٢ميكا واطاً) كما نجد ان هذا المعدل تضاعف خلال السنوات العشر، اما معدل الزيادة السنوية لمجموع الطاقة الحيوية المنتجة سنوياً فقد بلغ نحو (٢٥٥١٦٨٣٠ميكا واطاً) ،وهذا مؤشر جيد لاستغلال هذا النوع من الطاقات المتجددة.

٢-اتسم معدل الانتاج الفعلي بالتزايد السنوي حتى تضاعف خلال السنوات العشر ليصل معدل الزيادة السنوية له قرابة (٢٩١٣) ميكا واط / ساعة، الا ان نسبة النمو السنوي اتسمت بالتذبذب من سنة لأخرى وبشكل عام انخفضت من (١٢,٦%) عام ٢٠١٠ الى (٢,١%) عام ٢٠١٧.

٣-نجد ان معامل الانتفاع الاقتصادي تراوح بين (٥٠,٦- ٥٥,٩ %) وهذا يعد مرتفعاً اذا ما قورن مع معامل انتفاع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ومن ثم ذلك يشير الى كفاءة المنظومات التي تعمل بالطاقة الحيوية وارتفاع مستوى الاستفادة من الطاقة الكامنة في مصادر الكتلة الحيوية المستغلة.

٤- **<u>الطاقة الكهرومائية:</u>**

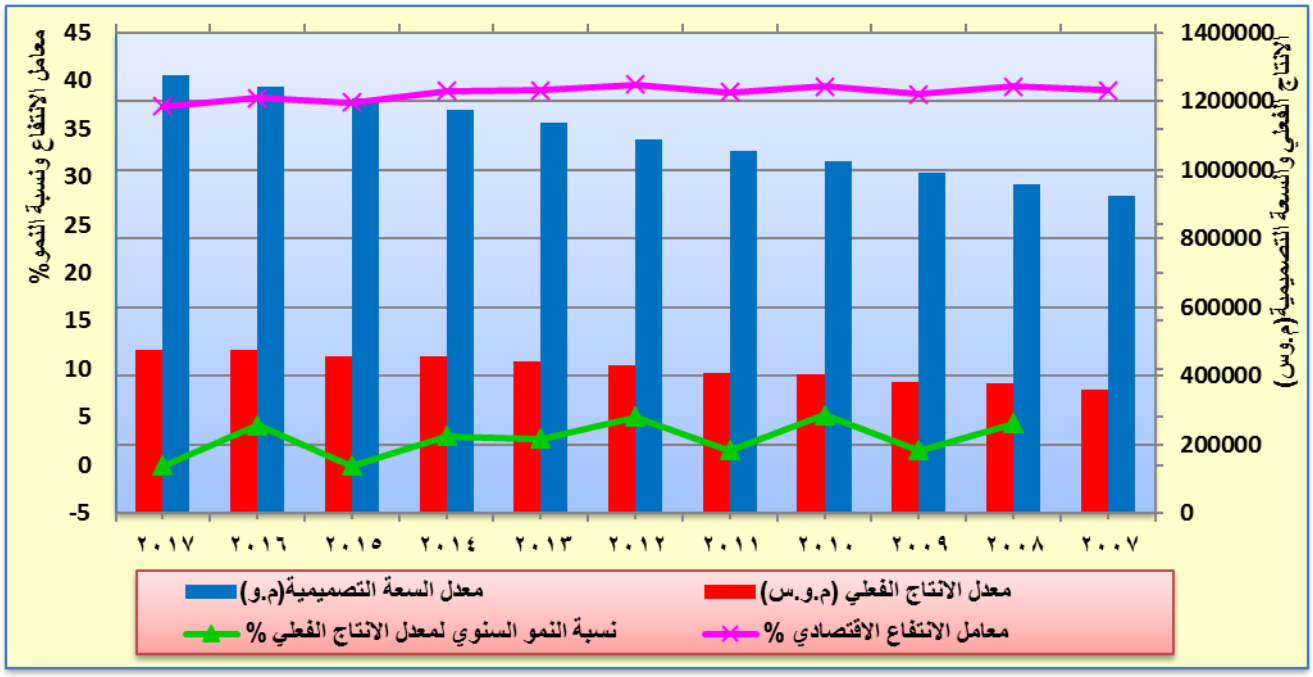
هي الطاقة المتولدة من تدفق مياه الانهار طبيعياً او صناعياً وهي تعتمد على مياه الانهار الدائمة الجريان لذا تعد مصدراً مستداماً لإنتاج الكهرباء ، وفي السابق كانت تستخدم لعدة اغراض مثل طحن الحبوب وقطع الاخشاب والنسج ورفع المياه لري المحاصيل الزراعية ، الا ان توربينات انتاج الكهرباء ظهرت عام ١٨٥٠ وتطورت مع الوقت حتى اصبحت مشاريعها هي الاضخم والاكثر قدرة وكفاءة في انتاج الطاقة الكهربائية[١٥] ولا زالت في تزايد مستمر وكما موضح في الجدل (٦) والشكل (٦).

الجدول (٦) اتجاهات الطاقة المائية المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)

السنوات	معدل السعة التصميمية(م.و)	مجموع الطاقة المنتجة سنوياً(م.و)	معدل الانتاج الفعلي (م.و.س)	نسبة النمو السنوي لمعدل الانتاج الفعلي %	معامل الانتفاع الاقتصادي %
2007	925271	3158180000	360522.8	------	39.0
2008	957046	3299215800	376622.8	4.3	39.4
2009	990877	3348943400	382299.5	1.5	38.6
2010	1024409	3531242600	403109.9	5.2	39.4
2011	1055572	3583383600	409062.1	1.5	38.8
2012	1088396	3771580600	430545.7	5.0	39.6
2013	1135329	3876458600	442518.1	2.7	39.0
2014	1173981	3996283500	456196.7	3.0	38.9
2015	1210027	3991419100	455641.4	-0.1	37.7
2016	1243789	4163728100	475311.4	4.1	38.2
2017	1273833	4158175300	474677.5	-0.1	37.3

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019 .

الشكل (٦) اتجاهات الطاقة المائية المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٦).

يتضح من الجدول (٦) والشكل (٦) ما يأتي:

١- تزايد معدلات السعة التصميمية للطاقة المائية بشكل مطرد حتى بلغ معدل الزيادة السنوية نحو (٣٤٨٥٦) ميكا واطاً ، وهذا ناتج عن ضخامة السعات التصميمية لكل مشروع من مشاريع الطاقة الكهرومائية مقارنة مع مشاريع الطاقة المتجددة الاخرى .

٢- ضخامة حجم الطاقة المنتجة سنوياً والتي تجاوزت الثلاث مليارات ميكا واط سنوياً وهي تزداد بشكل متنامي مع زيادة السعات التصميمية دون انخفاض حتى بلغ معدل الزيادة السنوية (٩٩٩٩٥٣٠) ميكا واطاً اي ما يقارب (١٠٠) بيتا واط سنوياً .

٣- ارتفاع معدل الانتاج الفعلي بشكل عام تدريجياً مع وجود انخفاض طفيف خلال عامي (٢٠١٥ و٢٠١٧) ما جعل نسبة النمو السنوي تنخفض الى (٠,١-) خلالهما. اما السنوات الاخرى فقد تراوحت نسبة النمو بين (١,٥-٥,٢%) اما معدل الزيادة السنوية للإنتاج الفعلي فقد بلغت نحو (١١٤١٥,٥) ميكا واط/ساعة ، اما معامل الانتفاع الاقتصادي فقد انحصر بين (٣٧-٣٩%) وهو مرتفع قياساً بطاقة الرياح والطاقة الشمسية.

٥- **<u>الطاقة الجيوحرارية (الجوفية)</u>**

وهي الطاقة الحرارية الارضية التي تستخدم لتوليد الكهرباء في محطات الطاقة الحرارية وتنقسم الى ثلاثة انواع هي[١٦] :

- **محطات البخار الجاف** : تبنى هذه المحطات حيث توجد حقول البخار الناتج عن تسخين المياه الملامسة للصخور الحارة ، اذ تحفر الابار عبر الصخور وصولا الى البخار ثم يستخر البخار عبر الانابيب الى السطح ويستخدم لإدارة التوربينات وتوليد الكهرباء ثم يتكثف البخار وتحول الى مياه يعاد ضخها الى المكمن لتسخن ثانيةً .
- **محطات البخار الفوري** : تعد الاكثر شيوعاً ويستخدم فيها البخار الفوري بدرجة حرارة بين (١١٨-٣٧٢°م) ومن المعروف ان الماء يغلي بدرجة (١٠٠°م) الا ان الحال في باطن الارض مختلف بسبب الضغط العالي المسلط عليه فيسخن بدرجة حرارة عالية دون ان يتحول الى بخار ، فيتم سحب المياه المسخنة الى السطح وترش في خزان البخار الفوري ذي الضغط المنخفض فيتحول مباشرة الى بخار يعمل على تحريك التوربين ثم يعاد الماء المكثف الى البئر .
- **محطات ثنائية الدورة** : بهذه المحطات تنقل الحرارة الارضية الى سائل ثانوي ذي درجة غليان اقل بكثير من درجة غليان الماء ، ما يعني ان السائل بحاجة الى درجة حرارة اقل لكي يتحول الى بخار وهنا تستخدم مكامن ماء منخفضة الحرارة تتراوح حرارتها بين (٣٨- ١٤٨°م) اذ يخرج الماء الدافئ الى السطح ويمر عبر المبادل الحراري فيسخن السائل الثانوي وينقل الى خزان منفصل فيتحول الى بخار وبعد ادارة التوربين يعود الى سائل ويستخدم ثانيةً .

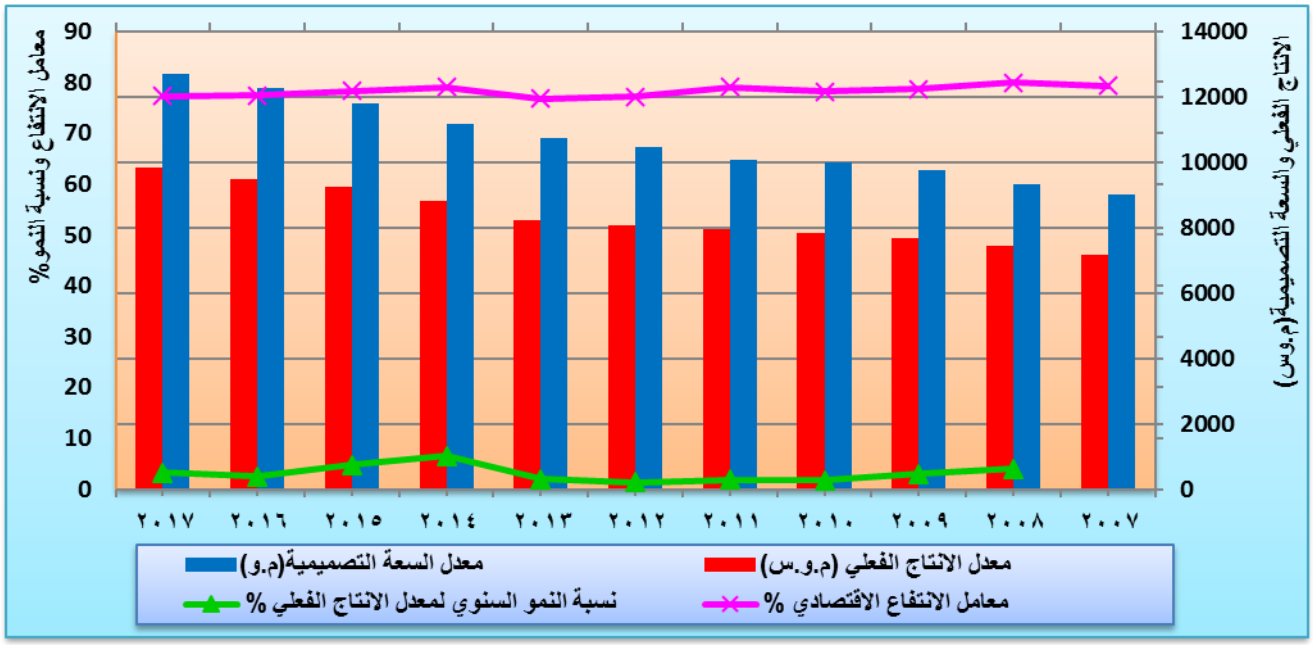
هناك تزايد مستمر في حجم الطاقة الجوفية المنتجة عالمياً خلال السنوات القريبة الماضية وكما في الجدول (٧) والشكل (٧).

الجدول (٧) اتجاهات الطاقة الجوفية المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)

السنوات	معدل السعة التصميمية(م.و)	مجموع الطاقة المنتجة سنوياً(م.و)	معدل الانتاج الفعلي (م.و.س)	نسبة النمو السنوي لمعدل الانتاج الفعلي %	معامل الانتفاع الاقتصادي %
2007	9021.2	62665400	7153.6		79.3
2008	9322.3	65257500	7449.5	4.0	79.9
2009	9768.7	67287100	7681.2	3.0	78.6
2010	9993.0	68453700	7814.3	1.7	78.2
2011	10083.0	69743900	7961.6	1.8	79.0
2012	10476.7	70716400	8072.6	1.4	77.1
2013	10716.0	72132400	8234.3	2.0	76.8
2014	11153.5	77155300	8807.7	6.5	79.0
2015	11811.0	81047700	9252.0	4.8	78.3
2016	12250.7	83112500	9487.7	2.5	77.4
2017	12700.3	85978000	9814.8	3.3	77.3

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

الشكل (٧) اتجاهات الطاقة الجوفية المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٧).

نستشف من الجدول (٧) والشكل (٧) ما يأتي:

١-تزايد معدلات السعة التصميمية لمشاريع الطاقة الجوفية بشكل مطرد حتى بلغ معدل الزيادة السنوية لها نحو (٣٦٨) ميكا واطاً.

٢-ارتفاع مجموع الطاقة الجوفية المنتجة سنوياً دون تراجع خلال السنوات العشر اذ بلغ معدل الزيادة السنوية لها نحو (٢٣٣١٢٦٠) ميكا واطاً وهذا مؤشر ايجابي لاستغلال هذا النوع من الطاقات المتجددة .

٣-معدل الانتاج الفعلي هو الاخر في تزايد مستمر دون تراجع الا انه ليس على وتيرة واحدة ، اذ ثمة تفاوت في نسبة النمو السنوية التي تراوحت بين (١,٤-٦,٥ %) ، اما معدل الزيادة السنوية للإنتاج الفعلي فقد بلغت (٢٦٦) ميكا واطاً .

٤-جاء معامل الانتفاع الاقتصادي لمشاريع الطاقة الجوفية بالمرتبة الاولى من بين انواع الطاقات المتجددة اذ تراوح بين (٧٦,٨ - ٧٩,٩%) وهذا يدل على الكفاءة العالية لمنظومات الطاقة الجوفية وقدرتها العالية على استغلال الطاقة الكامنة.

٦-<u>طاقة المحيطات</u>

إن الشرط الأساسي لتوفر إمكانية استثمار الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات هو توافر فارق في درجة الحرارة لا يقل عن (١٥°م) بين مياه السطح ومياه الأعماق، لان كفاءة المحطات التي تعمل على الفارق الحراري للمياه تكون منخفضة جداً ولا تزيد عن ٣% مقارنة بكفاءة المحطات التي تعمل بالوقود الاحفوري التي تبلغ نحو ٣٠%، الا ان

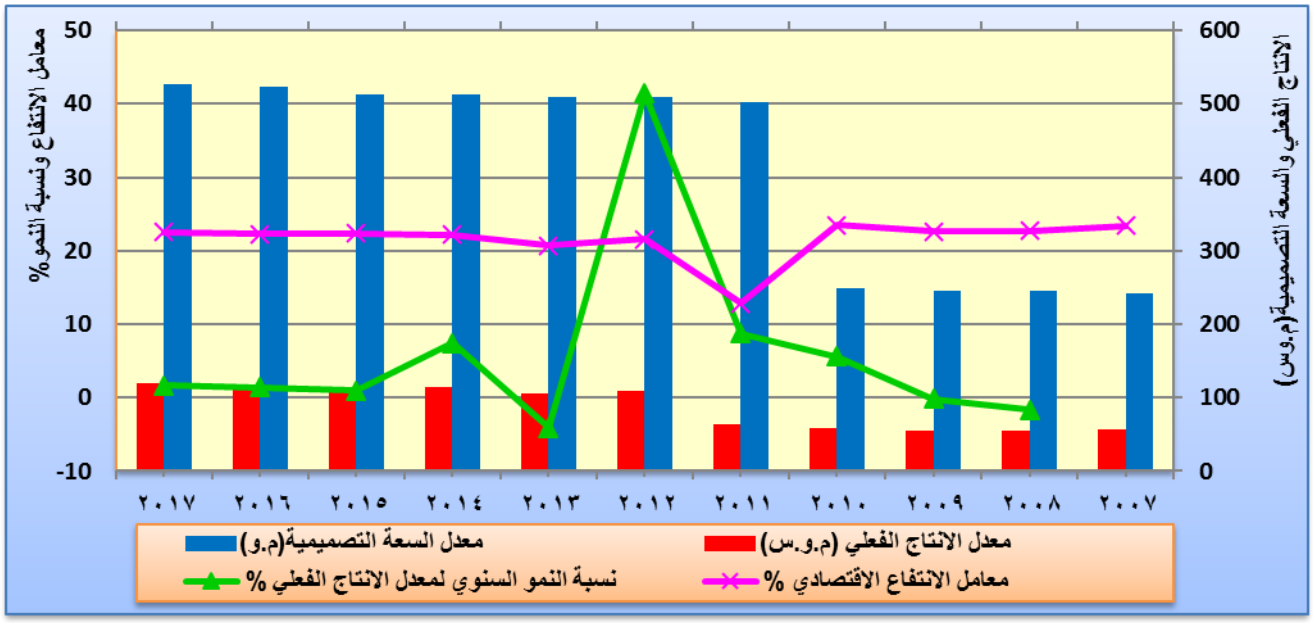
مصدر الطاقة في البحار والمحيطات مجاني يعنى أن صاحب المحطة لا يدفع ثمنه كما هو الحال مع الفحم والبترول ، لذا فان الكفاءة المنخفضة للمحطات البحرية لا تشكل عائقا أمام الاستثمار بشرط توفر فارق معتدل في درجات الحرارة، وإن أكثر الأماكن ملاءمة لإنشاء مثل هذه المحطات هي المناطق البحرية الواقعة بين المدارين اي بين (٢٣،٥ْ شمال وجنوب خط الاستواء) لأن كمية الإشعاع الشمسي الساقطة في هذا النطاق تكون عادة أعلى منها في النطاقات الواقعة على خطوط العرض الأخرى، وهناك تدرج حراري في البحار المدارية من السطح إلى الأعماق، اذ تكون درجة الحرارة على السطح بحدود (٢٥ – ٢٧ْم) وتبقى ضمن هذه الحدود في طبقة مائية سمكها من(٥٠ –١٠٠م)، ثم تأخذ درجة الحرارة بالانخفاض السريع لتصل إلى حوالي (١٠ْم) على عمق (٢٠٠م) وهذا الانخفاض السريع في درجة الحرارة يعرف باسم (الانحدار الحراري) بعد ذلك تأخذ درجة الحرارة بالانخفاض بمعدل بطيء فتصل إلى (٧ْم) على عمق (٧٠٠م)[١٧]، وبشكل عام ثمة تزايد بسيط في مقدار الطاقة المنتجة من المحيطات مقارنة بأنواع الطاقة المتجددة الاخرى وذلك يتضح من الجدول (٨) والشكل (٨).

الجدول (٨) اتجاهات طاقة المحيطات المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)

السنوات	معدل السعة التصميمية(م.و)	مجموع الطاقة المنتجة سنوياً(م.و)	معدل الانتاج الفعلي (م.و.س)	نسبة النمو السنوي لمعدل الانتاج الفعلي %	معامل الانتفاع الاقتصادي %
2007	241.6	495200	56.5		23.4
2008	244.6	487000	55.6	-1.7	22.7
2009	245.3	485900	55.5	-0.2	22.6
2010	249.6	514600	58.7	5.6	23.5
2011	502.7	563900	64.4	8.7	12.8
2012	509.4	962700	109.9	41.4	21.6
2013	509.9	924900	105.6	-4.1	20.7
2014	513.0	998400	114.0	7.4	22.2
2015	513.0	1008600	115.1	1.0	22.4
2016	523.3	1023200	116.8	1.4	22.3
2017	527.4	1041400	118.9	1.7	22.5

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

الشكل (٨) اتجاهات طاقة المحيطات المنتجة عالمياً للمدة (٢٠٠٧-٢٠١٧)



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (٨).

نلاحظ من الجدول (٨) والشكل (٨) ما يأتي:

١-ارتفاع معدل السعة التصميمية بشكل طفيف خلال السنوات (٢٠٠٧-٢٠١٠) الا انه ما لبث حتى تضاعف بشكل مفاجئ ليرتفع من ٢٥٠ الى اكثر من ٥٠٠ ميكا واطاً ثم انخفضت وتيرة التزايد ليصبح تزايداً سنوياً خفيفاً بلغ معدله نحو (٤) ميكا واطاً .

٢-هناك تراجع تدريجي طفيف في مجموع الطاقة المنتجة سنوياً خلال السنوات الثلاث الاولى الا انه سرعان ما تزايد الانتاج خلال السنة الرابعة وما تلاها حتى قفز الانتاج بشكل ملحوظ عام ٢٠١٢ ليبلغ ضعف ما كان عليه عام ٢٠٠٩ استجابةً لارتفاع السعات التصميمية ،وعلى العموم حصلت زيادة مستمرة في مجموع الإنتاج السنوي الى درجة بلغ معدل الزيادة السنوية لها نحو (٥٤٦٢٠) ميكا واطاً خلال السنوات العشر .

٣-ارتبط معدل الانتاج الفعلي مع مجموع الطاقة المنتجة من حيث الزيادة والنقصان وهذا ما ادى الى تذبذب نسبة النمو السنوية له اذ تأرجحت بين (-٤ الى ٤١,٤ %) اما معدل الزيادة السنوية فقد بلغت نحو (٦) ميكا واطاً ، في حين تراوح معامل الانتفاع الاقتصادي بين (٢٠,٧-٢٣,٥%) باستثناء سنة ٢٠١١ التي انخفض فيها الى (١٢,٨%) لأن الزيادة الحاصلة في معدل السعات التصميمية اعلى من الزيادة في معدل الانتاج الفعلي لكونها سنة تنفيذ المشاريع المخططة والمصممة فلا تظهر فيها زيادة الانتاج الفعلي بل ظهرت في السنة اللاحقة .

رابعاً : التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة المتجددة لعام ٢٠١٧:

بعدما تعرفنا على طبيعة اتجاه الانتاج العالمي من الطاقة المتجددة خلال المدة (٢٠٠٧-٢٠١٧) وتفادياً للتكرار والاطالة في كثرة البيانات فقد تناول هذا المحور توزيع الانتاج العالمي للطاقة المتجددة لعام ٢٠١٧ بحسب القارات واهم الاقاليم العالمية وعلى النحو الاتي:

١- **<u>التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الشمسية :</u>**

يتعمد استغلال الطاقة الشمسية على العديد من المقومات في مقدمتها مقدار الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الارض من خلال الاشعاع والقابلة للاستثمار ، وعلى درجة استغلال هذه الطاقة من خلال المشاريع الاستثمارية ودرجة كفاءتها ، وبطبيعة الحال هناك تفاوت كبير بين الدول والاقاليم في استثمار هذا الصنف من الطاقة ومقدار الطاقة الفعلية المنتجة في كل منها وذلك يتضح من خلال الجدول (٩) والخريطة (١).

جدول (٩)

التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الشمسية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع) لعام ٢٠١٧

القارة / المنطقة	السعة التصميمية (ميكا واط)	معدل الانتاج الفعلي (ميكا واط/ساعة)	معامل الانتفاع الاقتصادي %
اسيا	206258	23762	11.5
اوربا	112611	13984	12.4
امريكا الشمالية	46702	8634	18.5
استراليا	7573	952	12.6
افريقيا	4303	855	19.9
الجنوبية	3422	650	19.0
الشرق الاوسط	2256	463	20.5
امريكا الوسطى	1490	260	17.4

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

يتضح من الجدول (٩) والخريطة (١) ما يأتي :

١- جاءت قارة اسيا بالمركز الاول في مقدار السعة التصميمة وبنسبة (٥٣,٦%) من مجموع السعات التصميمة العالمية للطاقة الشمسية البالغة (٣٨٤٦١٥ ميكا واطاً) ايضا حازت على المرتبة الاولى في معدل الانتاج الفعلي بنسبة (٤٧,٩%) من مجموع الانتاج العالمي البالغ نحو (٤٩٥٦٠ ميكا واط/ساعة) في عام ٢٠١٧ ، وهذا مؤشر جيد لاستغلال الطاقة الشمسية في قارة اسيا يشير الى التوجه الحقيقي نحو الطاقة الخضراء واستغلال القدر الهائل من الطاقة المتاحة للاستثمار .

٢- احتلت قارة اوربا المرتبة الثانية في كلا المؤشرين اذ ساهمت بنسبة (٢٩,٣%) من مجموع السعات التصميمية ونسبة (٢٨,٢%) من مجموع الانتاج الفعلي، لتاتي بعدها امريكا الشمالية لتساهم بـ(١٢,١%) من مجموع السعات التصميمية و(١٧,٤%) من الانتاج الفعلي ، وبذلك اسهمت هذه القارات الثلاث لوحدها بنسبة (٩٥%) من السعات التصميمية و(٩٣,٦%) من معدل الانتاج الفعلي، اما القارات الثلاث الاخرى والشرق الاوسط وأمريكا الوسطى فقد

اسهمت مجتمعة بنسبة (٥%) من السعات و(٦,٤%) من مجموع الانتاج العالمي فقط ، اما معامل الانتفاع الاقتصادي فقد تراوح بين (١١,٥ – ٢٠,٥ %) .

٢-<u>التوزيع الجغرافي لإنتاج طاقة الرياح:</u>

تعد سرعة الرياح المحور الاساس في استغلال طاقة الرياح وهي تتصف بالتباين المكاني من اقليم مناخي لآخر ومن وقت لآخر داخل الاقليم، يرافق ذلك اختلاف درجة التقدم التكنولوجي ومدى توفر رؤوس الاموال، وبدائل الطاقة، والمساحة اللازمة وغيرها من العوامل التي ادت الى اختلاف كميات الطاقة المنتجة فعلاً والسعات التصميمية لمشاريعها من بلد لآخر ثم من قارة لأخرى وكما يظهر في الجدول (١٠) والخريطة (٢).

جدول (١٠)

التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج طاقة الرياح (السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع) لعام ٢٠١٧

القارة / المنطقة	السعة التصميمية (ميكا واط)	معدل الانتاج الفعلي (ميكا واط/ساعة)	معامل الانتفاع الاقتصادي %
اسيا	٢٠٥٠٢٩	٤١٩٨٠	٢٠,٥
اوربا	١٧١٠٢٥	٤١٩٦٩	٢٤,٥
امريكا الشمالية	١٠٤١١٩	٣٣٨٤٣	٣٢,٥
الجنوبية	١٥٧٣٢	٦٠١٨	٣٨,٣
استراليا	٥٥٥٧	١٦٨٨	٣٠,٤
افريقيا	٤٥٧٦	١٣٣٨	٢٩,٢
امريكا الوسطى	١٦٠٠	٥١٧	٣٢,٣
الشرق الاوسط	٥٠٣	٩٧	١٩,٣

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

يتضح من الجدول (١٠) والخريطة (٢) ان قارة اسيا اسهمت بنسبة (٤٠,٣%) من مجموع السعات التصميمية البالغة (٥٠٨١٤١ميكا واط) وبـ(٣٢,٩%) من الانتاج الفعلي لطاقة الرياح البالغ نحو (١٢٧٤٥١ميكا واط/ساعة)، لتاتي بعدها قارة اوربا فتسهم بنسبة (٣٣,٧%) من السعات التصميمية و(٣٢,٩%) من الانتاج الفعلي، ثم جاءت قارة امريكا الشمالية لتسهم بنسبة (٢٠,٥%) من السعات و(٢٦,٦%) من الإنتاج الفعلي ، في حين اسهمت القارات الثلاث الاخرى وامريكا الوسطى والشرق الاوسط مجتمعة بنسبة (٥,٥%) فقط من السعات التصميمية و(٧,٦%) من الانتاج الفعلي ، اما معامل الانتفاع فقد تراوح بين (١٩–٣٨%) .

٣- <u>التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الحيوية:</u>

تستخدم الكتلة الحيوية كبديل للفحم لانتاج البخار في محطات الطاقة الكهربائية اما بشكل مباشر او من خلال تصنيع اقراص الفحم التي هي عبارة عن نشارة الخشب وقشور الحبوب والجوز التي تكبس معا بإحكام ثم تحرق ، ايضا تستخدم بعض محطات الطاقة النفايات لصنع البخار بشكل مباشر او عن طريق انتاج غاز الميثان في المطامر الصحية او مباشرة من النفايات العضوية ومياه الصرف الصحي[١٨]، وهذا يعتمد على درجة تقدم البلدان في ادارة النفايات واستغلال الطاقة الكامنة فيها كذلك الاستفادة من مخلفات المحاصيل والنباتات وتحويلها الى طاقة ، وبذلك تباين حجم الطاقة الحيوية المنتجة بين القارات عام ٢٠١٧ وكما في الجدول (١١) والخريطة (٣).

جدول (١١)

التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الحيوية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع) لعام ٢٠١٧

القارة / المنطقة	السعة التصميمية (ميكا واط)	معدل الانتاج الفعلي (ميكا واط/ساعة)	معامل الانتفاع الاقتصادي %
اوربا	36661	21454	58.5
اسيا	33780	17039	50.4
امريكا الشمالية	17194	8922	51.9
امريكا الجنوبية	17031	7402	43.5
امريكا الوسطى	2600	597	23.0
افريقيا	1501	353	23.5
الشرق الاوسط	98	42	42.4

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

يتبين من الجدول (١١) والخريطة (٣) ان قارة اوربا حازت على المركز الاول في مقدار السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع لمشاريع انتاج الطاقة الحيوية اذ اسهمت بنسبة (٣٣,٧%) من مجموع السعات التصميمية العالمية البالغة نحو (١٠٨٨٦٥ميكا واطاً) كما اسهمت بنسبة (٣٨,٤%) من معدل الطاقة المنتجة البالغة نحو (٥٥٨٠٩ميكا واط/ساعة) فيما جاءت قارة اسيا بالمرتبة الثانية وليست ببعيدة عن سابقتها اذ شكلت نسبة مساهمتها (٣١%) من السعات و(٣٠,٥%) من معدل الانتاج الفعلي ، تلتها قارة امريكا الشمالية وبنسبة مشاركة بلغت (١٥,٨%) من مجموع السعات و نحو (١٦%) من معدل الطاقة المنتجة ، وبفارق بسيط شاركت قارة امريكا الجنوبية بنسبة (١٥,٦%) من مجموع السعات التصميمية و(١٣,٣%) من معدل الانتاج الفعلي، ومن ذلك يظهر ان نسبة (٣,٩%) فقط من مجموع السعات ونسبة (١,٨%) فقط من مجموع الانتاج الفعلي من الطاقة الحيوية المنتجة عالمياً اسهمت بها كل من امريكا الوسطى وافريقيا

والشرق الاوسط، اما معامل الانتفاع الاقتصادي فقد كان متباينا بشكل واضح اذ تأرجح بين (٢٣-٥٨,٥%) وبهذا فهو مرتفع قياسا بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح .

٤- **التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الكهرومائية:**

تتوزع الموارد المائية النهرية ذات الجريان المستمر في اماكن محددة على سطح الارض دون غيرها فهي لا تتوافر في كافة الاقاليم والبلدان، كما تختلف في مدى ديمومتها ومناسيب الجريان وكميات التصريف السنوية والفصلية كونها ترتبط بكميات التساقط المطري والثلجي في منابع الانهار وروافدها فضلا عن ذلك مدى استغلالها من قبل الانسان في توليد الكهرباء ، لذا هناك تفاوت في كميات الطاقة المنتجة والتصميمية بين مناطق العالم وكما موضح في الجدول (١٢) والخريطة (٤).

جدول (١٢)

التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الكهرومائية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع) لعام ٢٠١٧

القارة / المنطقة	السعة التصميمية (ميكا واط)	معدل الانتاج الفعلي (ميكا واط/ساعة)	معامل الانتفاع الاقتصادي %
اسيا	465543	187550	40.3
اوربا	191235	59422	31.1
امريكا الشمالية	177035	83023	46.9
امريكا الجنوبية	165526	75792	45.8
افريقيا	31641	14332	45.3
الشرق الاوسط	15993	2383	14.9
استراليا	13377	4928	36.8
امريكا الوسطى	7881	3412	43.3

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

يظهر من الجدول (١٢) والخريطة (٤) تركز انتاج الطاقة الكهرومائية في اربع قارات هي (اسيا و أوربا وامريكا الشمالية والجنوبية) اذ شكل انتاجها الفعلي (٩٤,٢%) من مجموع الانتاج العالمي اما السعات التصميمية لمشاريع الطاقة الكهرومائية فيها فقد شكلت (٩٣,٦%) من مجموع السعات التصميمية العالمية، اذ اسهمت قارة اسيا بأكثر من (٤٣,٥%) من السعات التصميمية والانتاج الفعلي من الطاقة الكهرومائية ، جاءت بعدها قارة اوربا لتسهم بما نسبته (١٧,٩%) من مجموع السعات و (١٣,٨%) من معدل الانتاج الفعلي ، اما المركز الثالث فكان من نصيب قار أمريكا الشمالية وبواقع

(١٦,٦%) من مجموع السعات و(١٩,٣%) من معدل الانتاج ، ثم احتلت امريكا الجنوبية المركز الرابع وبنسبة (١٥,٥%) من مجموع السعات التصميمية و(١٧,٦%) من معدل الطاقة المنتجة ، اما معامل الانتفاع الاقتصادي فقد تراوح بين (٣١,١- ٤٦,٩%) في معظم المناطق الا انه انخفض الى ما دون (١٥%) في الشرق الاوسط .

٥- <u>التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الجيوحرارية:</u>

تتواجد معظم محطات القدرة الجيوثرملية في العالم في الولايات المتحدة والمكسيك والسلفادور وايطاليا وروسيا واليابان والفلبين ونيوزيلاندا ، ويعتمد تواجدها على قرب الصخور الساخنة من سطح الارض كما في مناطق الينابيع الحارة والنافورات والبرك الساخنة ، اذ ان قرب هذه الصخور يمكن من استغلالها في توليد البخار لإنتاج الطاقة الكهربائية ففي بعض الاحيان يمكن استخدام البخار الجوفي مباشرة لإدارة التوربينات الكهربائية ، لكن في معظم المحطات تستخدم المياه الجوفية الساخنة في انتاج البخار بعد خروجها للسطح وتقليل الضغط المسلط عليها[١٩]، وعليه فالتوزيع المكاني للطاقة الجوفية المنتجة يتضح من خلال الجدول (١٣) والخريطة (٥).

جدول (١٣)

التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الجيوحرارية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع) لعام ٢٠١٧

القارة / المنطقة	السعة التصميمية (ميكا واط)	معدل الانتاج الفعلي (ميكا واط/ساعة)	معامل الانتفاع الاقتصادي %
اسيا	4231	2926	69.2
امريكا الشمالية	3408	2816	82.6
اوربا	1556	1366	87.8
استراليا	997	948	95.1
افريقيا	680	556	81.8
امريكا الوسطى	665	445	66.9
امريكا الجنوبية	24	7	30.4

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

يتبين من الجدول (١٣) والخريطة (٥) ان قارة اسيا حصلت على نسبة (٣٦,٦%) من مجموع السعات التصميمية للطاقة الجيوحرارية العالمية البالغة (١١٥٦١ميكا واطاً) وعلى (٣٢,٣%) من معدل الانتاج الفعلي الذي وصل الى

(٩٠٦٦ميكا واط/ساعة)، ثم اتت بعدها قارتي امريكا الشمالية و اوربا بنسبة مساهمة (٢٩,٥%) و(١٣,٥%) من السعات التصميمية وعلى (٣١,١%)و(١٥,١%) من الانتاج الفعلي على التوالي ، وبذلك اسهمت هذه القارات الثلاث بنسبة (٧٩,٥%) من مجموع السعات التصميمية و(٧٨,٤%) من معدل الطاقة الفعلية المنتجة ، اما النسبة المتبقية فقد شاركت فيها كل من استراليا وافريقيا وامريكا الوسطى اما امريكا الجنوبية فان مشاركتها لم تتجاوز (٠,٢%) من السعات التصميمية و(٠,١%) من الانتاج الفعلي العالمي كما ان معامل الانتفاع الاقتصادي فيها منخفض اي (٣٠,٤%) مقارنة مع القارات الاخرى التي تراوح معامل الانتفاع فيها بين (٦٧-٩٥%) تقريباً، في حين ان الشرق الاوسط لم يكن له مساهمة تذكر في هذا النوع من الطاقات المتجددة حتى عام ٢٠١٧.

٦- **التوزيع الجغرافي لإنتاج طاقة المحيطات:**

تشمل طاقة المحيطات كل من (طاقة الامواج ، طاقة المد والجزر ، طاقة التيارات المحيطية ، الطاقة الحرارية في المحيطات والبحار) وهي تخضع الى العديد من العوامل الطبيعية المكونة لها لذا فهي تتباين في توزيعها الجغرافي بشكل طبيعي بين المسطحات المائية ، ثم يأتي الدور البشري في استغلالها وهو الاخر متباين ايضا تبعا لتباين الحاجة اليها والتكنولوجيا المتاحة لاستثمارها ورؤوس الاموال المتوفرة لها ، واذا ما قورنت بأنواع الطاقات المتجددة الاخرى فهي الاقل استغلالاً وانتاجاً على المستوى العالمي هذا من جانب ، ومن جانب آخر فان التوزيع الجغرافي لإنتاجها كان متبايناً بين القارات وكما في الجدول (١٤) والخريطة (٦).

جدول (١٤)

التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج طاقة المحيطات (السعات التصميمية والانتاج الفعلي ومعامل الانتفاع) لعام ٢٠١٧

القارة / المنطقة	السعة التصميمية (ميكا واط)	معدل الانتاج الفعلي (ميكا واط/ساعة)	معامل الانتفاع الاقتصادي %
اسيا	259	56.6	21.8
اوربا	245	60.1	24.5
امريكا الشمالية	20	2.1	10.3
افريقيا	0.4	0.1	28.5
استراليا	0.1	0.0001	0.1
امريكا الجنوبية	0.05	0.0001	0.2

Refrains; International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.

يتضح من الجدول (١٤) والخريطة (٦) تركز انتاج طاقة المحيطات في قارتي اسيا واوربا اذ اسهمت كل منهما بنسبة (٤٩,٤%) و (٤٦,٧%) على التوالي من مجموع السعات التصميمية البالغة (٥٢٤,٦ميكا واطاً) اما من حيث الانتاج الفعلي فقد شاركت كل منهما بنسبة (٤٧,٦%) و (٥٠,٦%) على التوالي من معدل الطاقة المنتجة البالغة

(١١٨,٨ميكا واط/ساعة) في حين اسهمت امريكا الشمالية بنسبة (٣,٨%) من مجموع السعات و(١,٧%) من معدل الانتاج اما قارة افريقيا فقد اسهمت بنسبة (٠,١%) لكلا المؤشرين اما معامل الانتفاع فقد تباين بين (١٠-٢٨,٥%) في هذه القارات الاربع، في حين ان قارتي استراليا وامريكا الجنوبية لم تسهم الا بشيء بسيط لم يعد يشكل اهمية نسبية لكلا المؤشرين بل وحتى معامل الانتفاع انخفض فيهما الى ما دون(٠,٢%) فقط، في الوقت الذي لم تسهم فيه امريكا الوسطى والشرق الاوسط بأية نسبة في انتاج طاقة المحيطات .

الاستنتاجات

١- يتصف حجم الاستثمار العالمي في قطاع الطاقة المتجددة بالتزايد المستمر بشكل عام مع بعض التذبذب اذ ارتفع من (١٥٨,٩) مليار دولارا عام ٢٠٠٧ الى (٢٧٩,٨) مليار دولارا عام ٢٠١٧.

٢- حصلت الطاقة الشمسية على النسبة الاكبر من قيمة الاستثمارات والتي بلغت نحو (٤٦,٥%) خلال المدة (٢٠١٠-٢٠١٧) ثم طاقة الرياح بالمرتبة الثانية وبنسبة مساهمة مركبة نحو (٣٨,٧%) ثم الطاقة الحيوية ثم الكهرومائية ثم الجيوحرارية ثم المحيطات.

٣- توزعت الاستثمارات بشكل متباين بين اهم الدول والمناطق المنتجة للطاقة المتجددة اذ جاءت الصين بالمرتبة الاولى خلال السنوات الخمس الاخيرة حتى شكلت نسبة مساهمة تزيد عن (٤٥%) مجموع الاستثمارات العالمية في هذا المجال ، تلتها اوربا ثم الولايات المتحدة .

٤- يتسم حجم الانتاج العالمي لمختلف انواع الطاقات المتجددة بالتزايد المستمر دون تراجع يرافقه تزايد السعات التصميمية حتى انه اخذ يتضاعف خلال بضعة اعوام مع تزايد ملحوظ في معامل الانتفاع الاقتصادي.

٥- بلغ معدل الانتاج الفعلي من الطاقات المتجددة لعام ٢٠١٧ نحو (٦٧٢٨٤٦ ميكا واط/ساعة) اسهمت الطاقة الكهرومائية بنسبة (٦٤%)، وطاقة الرياح (١٨,٩%)، والطاقة الحيوية (٨,٣%)، والطاقة الشمسية (٧,٤%)،والطاقة الجيوحرارية (١,٣%)، في حين اسهمت طاقة المحيطات بنسبة اقل من (٠,٠٢%).

٦- تباين التوزيع المكاني للطاقة المتجددة المنتجة عالمياً بين القارات والمناطق خلال عام ٢٠١٧ اذ انتجت قارة اسيا (٢٧٣٣١٣ميكاواط/ساعة) واوربا (١٣٨٢٥٥ميكاواط/ساعة) وامريكا الشمالية (١٣٧٢٤١ميكاواط/ ساعة) وامريكا الجنوبية (٨٩٨٧٠ميكاواط/ ساعة) و افريقيا (١٧٤٣٤ميكاواط/ ساعة) و استراليا (٨٥١٧ميكاواط/ ساعة) في حين انتجت امريكا الوسطى فقط (٥٢٣١ميكاواط/ ساعة) والشرق الاوسط فقط (٢٩٨٤ميكاواط/ ساعة).

الهوامش

(١) ابراهيم كاطع علو الجوراني ، الاقتصاد الاخضر مسار جديد في التنمية المستدامة في اقتصادات (الصين ، البرازيل والعراق) اطروحة دكتوراه ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة كربلاء ، ٢٠١٥، ص٥٨.

(٢) يحيى حمود حسن ، الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في دولة الإمارات العربية المتحدة، مركز دراسات الخليج العربي ، قسم الدراسات الاقتصادية ، ص٥.

(3) International Energy Agency ,World Energy Investment, 2017, p.2-4.

(٤) يحيى حمود حسن ، مصدر سابق ، ص٦.

(5) International Energy Agency ,World Energy Investment, 2017, p.5.

(6) International Energy Agency, Renewables 2017 Analysis and Forecasts to 2022 , Market Report Series ,2017, P.5.

(7) Mohrem_abdelkrim@yahoo.fr

(8) IRENA – International Renewable Energy Agency, solar energy.

(٩) يحيى حمود حسن ، مصدر سابق، ص٥.

(10) IRENA – International Renewable Energy Agency, wind energy.

(١١) محمد مصطفي محمد الخياط ، تكنولوجيا طاقة الرياح ، مجلة الكهرباء العربية، العدد ٩٥، ٢٠٠٩ ، ص٢-٣.

(١٢) يحيى حمود حسن ، مصدر سابق، ص٥.

(١٣) أحمد شفيق الخطيب ، يوسف سليمان خير الله ، الطاقة الحرارية الارضية والطاقة الحيوية ، ط١،مكتبة لبنان ناشرون ، بيروت، ٢٠٠٢، ص١٢.

(١٤) حيدر ناصر شداد الجبارة، استخدامات الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) في محافظات جنوب العراق –دراسة في جغرافية الطاقة ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠١٢، ٢ص١١-١٢.

(١٥) مثنى فاضل علي ، جغرافية الطاقة اسس ومشكلات ، ط١، مؤسسة دار الصادق الثقافية ، الحلة ،العراق ، ٢٠١٧، ص١١٥-١١٦.

(١٦) كاري غليسون ، الطاقة الحرارية الارضية ، ترجمة عمر سعيد الايوبي، ط١، هيئة ابو ضبي للثقافة والتراث ، ابو ضبي، ٢٠١٠، ص١٨.

(١٧) سعود يوسف عياش ، تكنولوجيا الطاقة البديلة ،عالم المعرفة ،الكويت ، ١٩٨١ ، ص٦٠-٦١.

(١٨) نيكي ووكر ، الكتلة الحيوية وانجاز التغيير ، ترجمة عمر سعيد الايوبي، ط١، هيئة ابو ضبي للثقافة والتراث، ابو ضبي ، ٢٠١٠، ص١١.

(١٩) أحمد شفيق الخطيب، مصدر سابق، ص٣٦.

قائمة المصادر

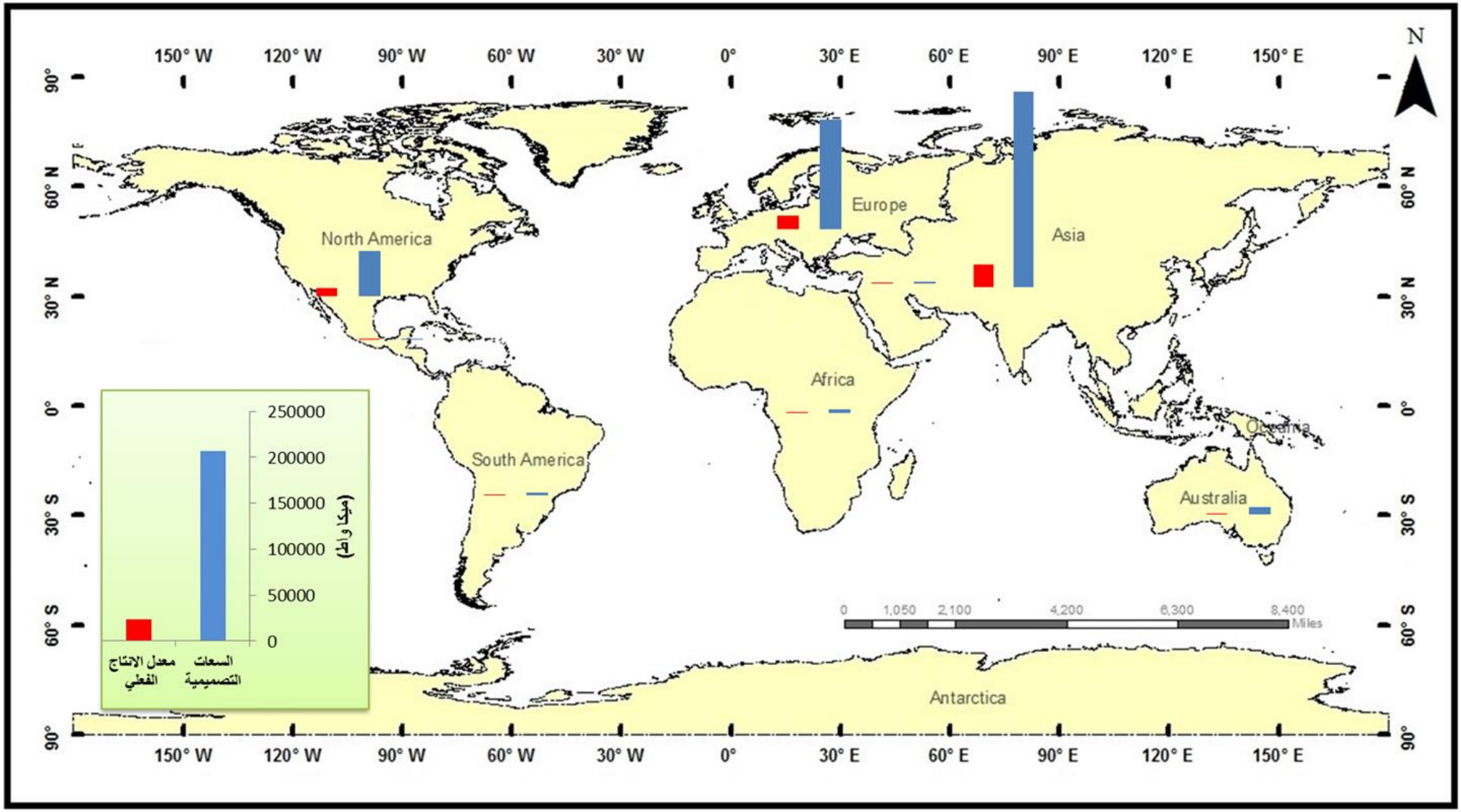
١-ابراهيم كاطع علو الجوراني ، الاقتصاد الاخضر مسار جديد في التنمية المستدامة في اقتصادات (الصين ، البرازيل والعراق) اطروحة دكتوراه ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة كربلاء ، ٢٠١٥.

٢-أحمد شفيق الخطيب ، يوسف سليمان خير الله ، الطاقة الحرارية الارضية والطاقة الحيوية ، ط١،مكتبة لبنان ناشرون ، بيروت، ٢٠٠٢.

٣-حيدر ناصر شداد الجبارة، استخدامات الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) في محافظات جنوب العراق –دراسة في جغرافية الطاقة ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠١٢.

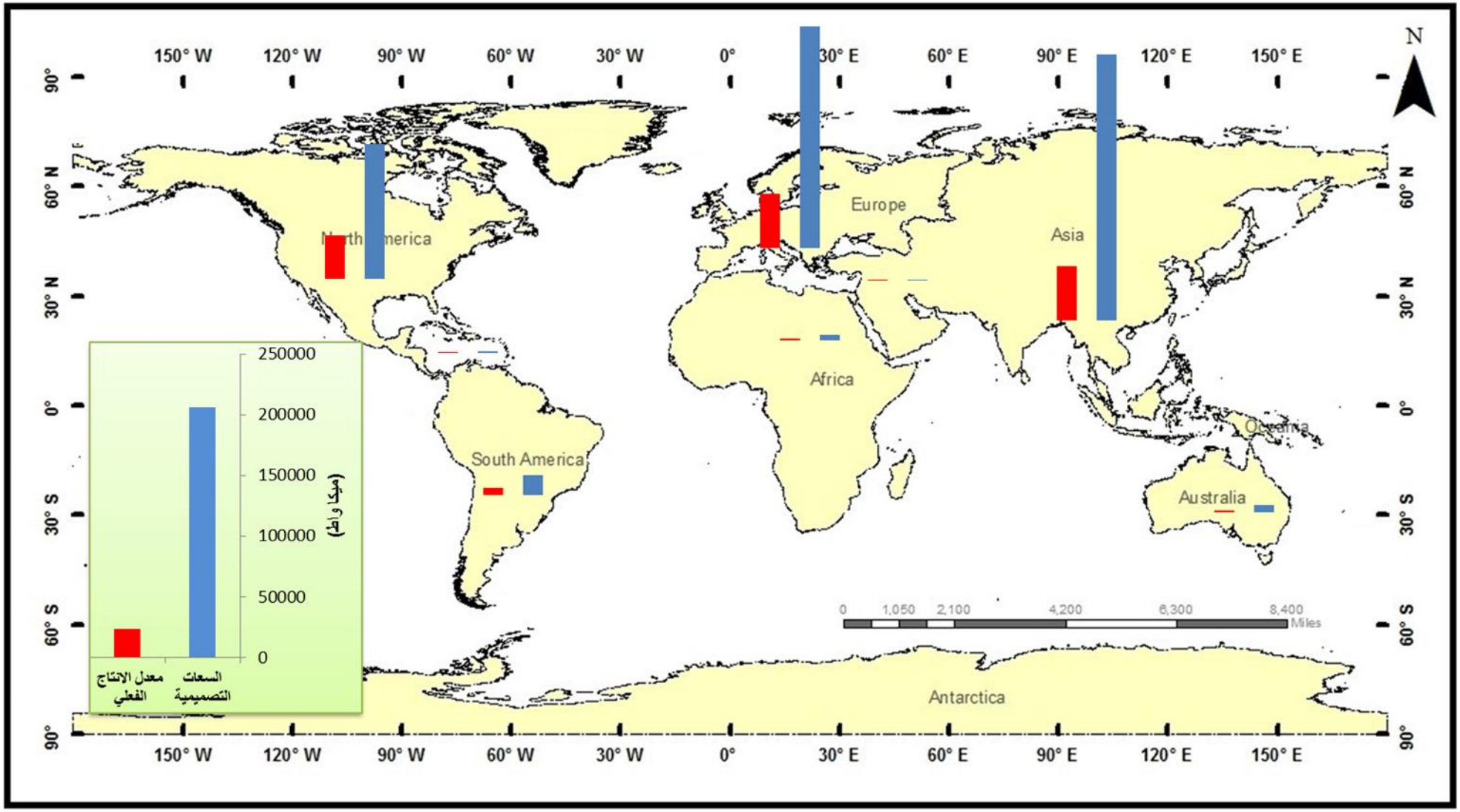
٤-سعود يوسف عياش ، تكنولوجيا الطاقة البديلة ،عالم المعرفة ،الكويت ، ١٩٨١ .
٥-كاري غليسون ، الطاقة الحرارية الارضية ، ترجمة عمر سعيد الايوبي، ط١، هيئة ابو ضبي للثقافة والتراث ، ابو ضبي، ٢٠١٠.
٦-مثنى فاضل علي ، جغرافية الطاقة اسس ومشكلات ، ط١، مؤسسة دار الصادق الثقافية ، الحلة ،العراق ، ٢٠١٧.
٧-محمد مصطفي محمد الخياط ، تكنولوجيا طاقة الرياح ، مجلة الكهرباء العربية، العدد ٩٥ ،٢٠٠٩.
٨-نيكي ووكر ، الكتلة الحيوية وانجاز التغيير ، ترجمة عمر سعيد الايوبي، ط١، هيئة ابو ضبي للثقافة والتراث، ابو ضبي ، ٢٠١٠.
٩-يحيى حمود حسن ، الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في دولة الإمارات العربية المتحدة، مركز دراسات الخليج العربي ، قسم الدراسات الاقتصادية.
10- International Renewable Energy Agency ,World Energy Investment, 2017.
11- International Energy Agency, Renewables 2017 Analysis and Forecasts to 2022 , Market Report Series ,2017.
12- International Renewable Energy Agency , electricity generation Trends, 2019.
13- International Renewable Energy Agency , Investment Trends,2019.
14- IRENA – International Renewable Energy Agency, solar energy.
15- IRENA – International Renewable Energy Agency, wind energy.
16- Mohrem_abdelkrim@yahoo.fr.

خريطة (١) التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الشمسية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي) لعام ٢٠١٧



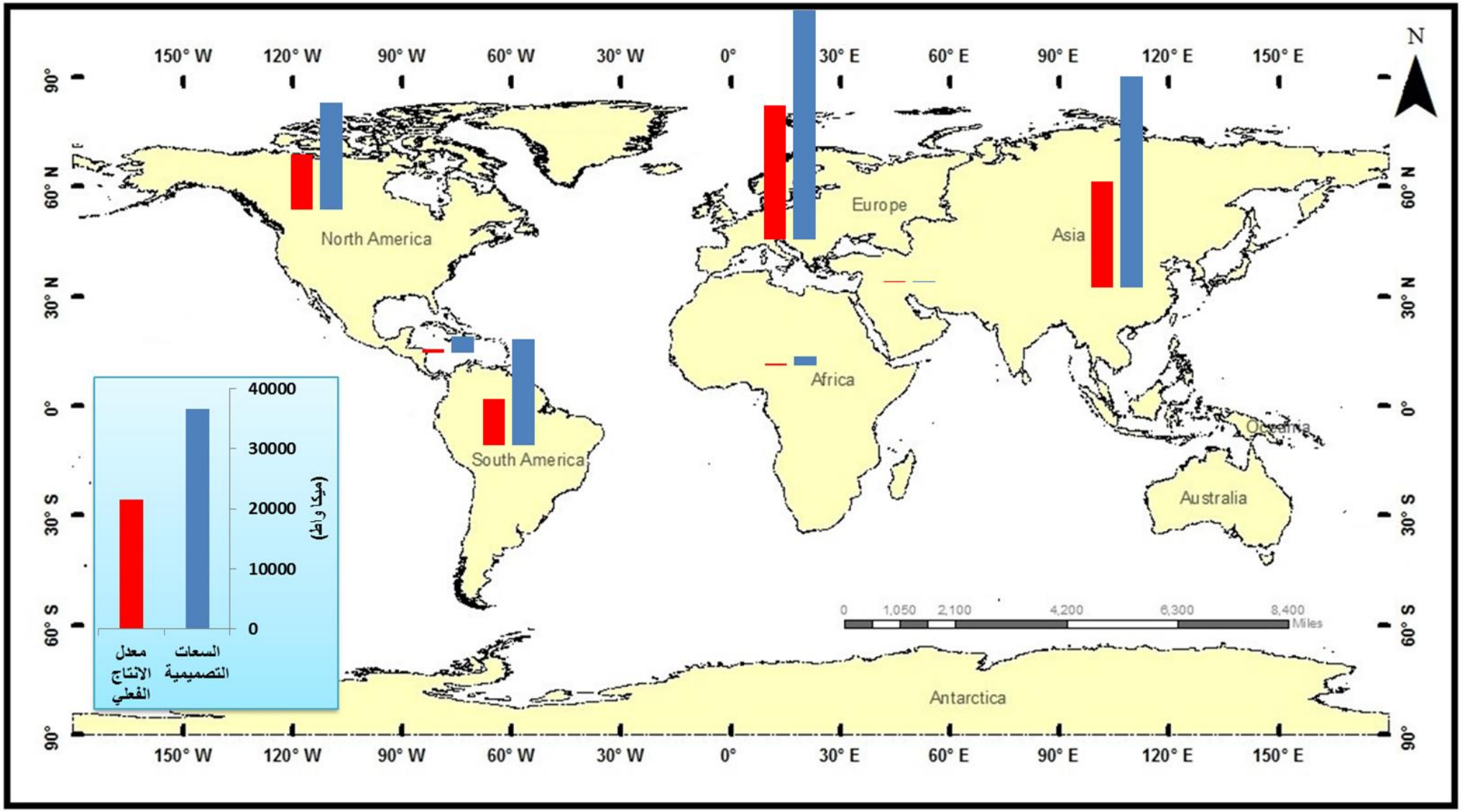
المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٩) وباستخدام برنامج Arc G.I.S. v10.4 .

خريطة (٢) التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج طاقة الرياح (السعات التصميمية والانتاج الفعلي) لعام ٢٠١٧



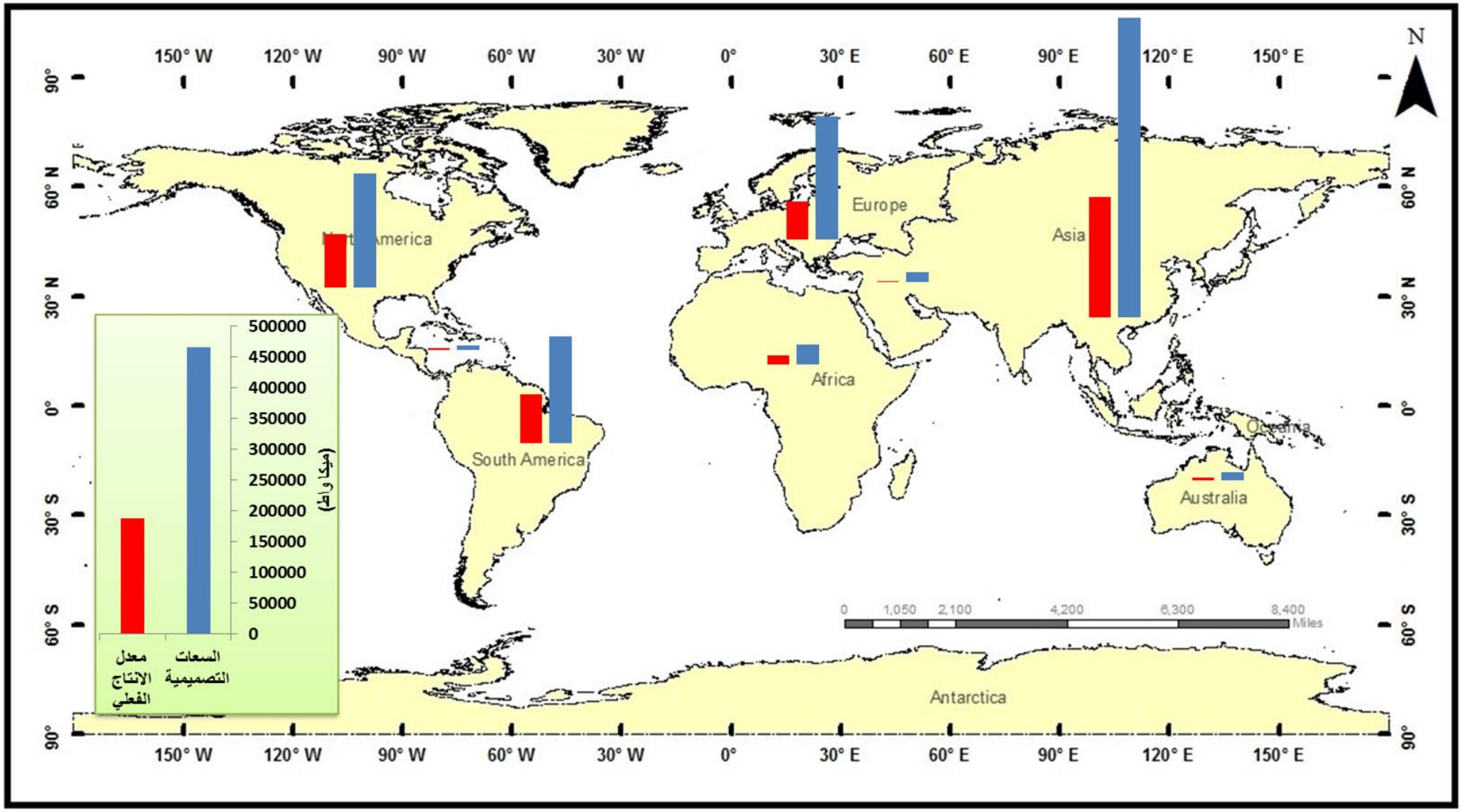
المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (١٠) وباستخدام برنامج Arc G.I.S. v10.4 .

خريطة (٣) التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الحيوية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي) لعام ٢٠١٧



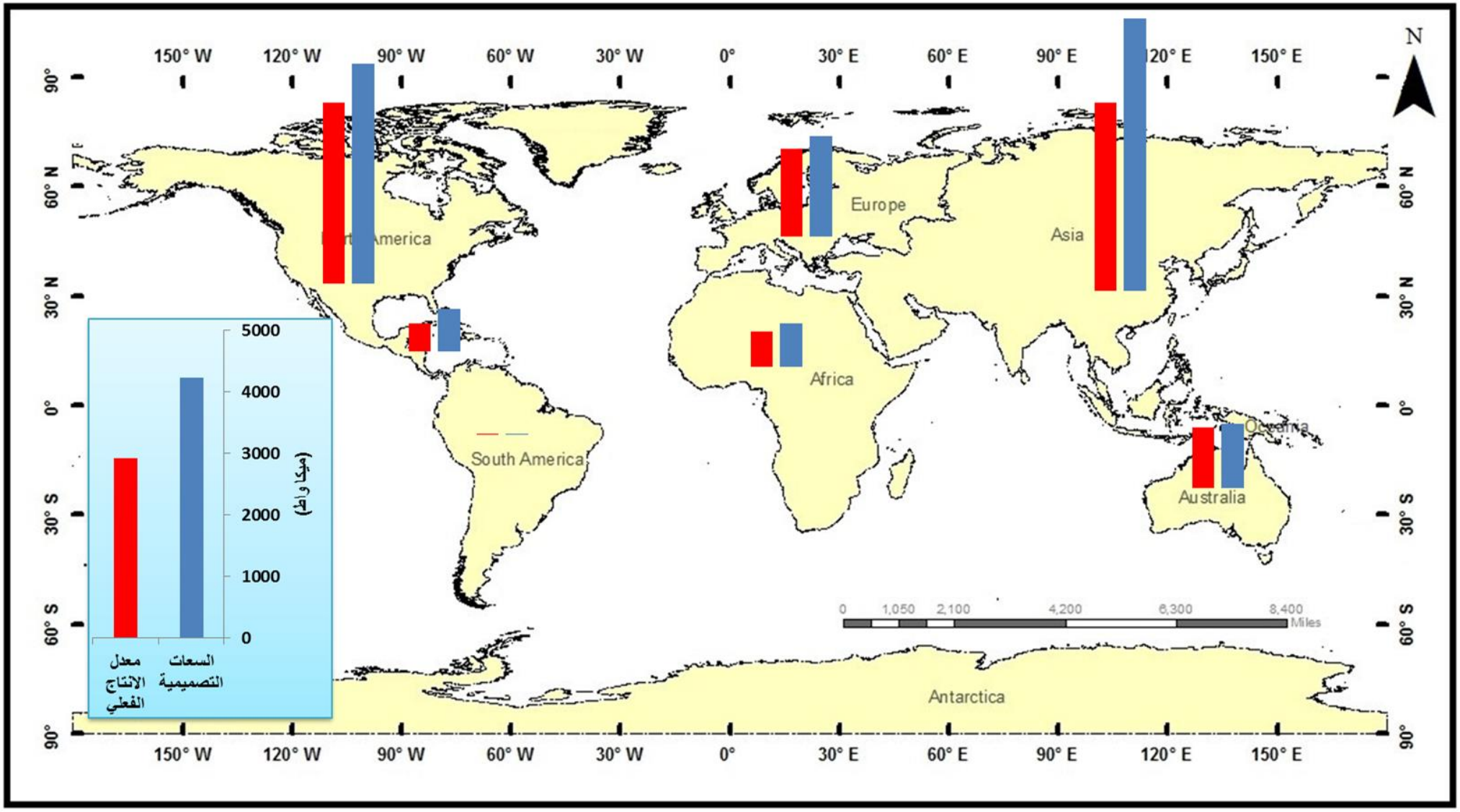
المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (١١) وباستخدام برنامج Arc G.I.S. v10.4 .

خريطة (٤) التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الكهرومائية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي) لعام ٢٠١٧



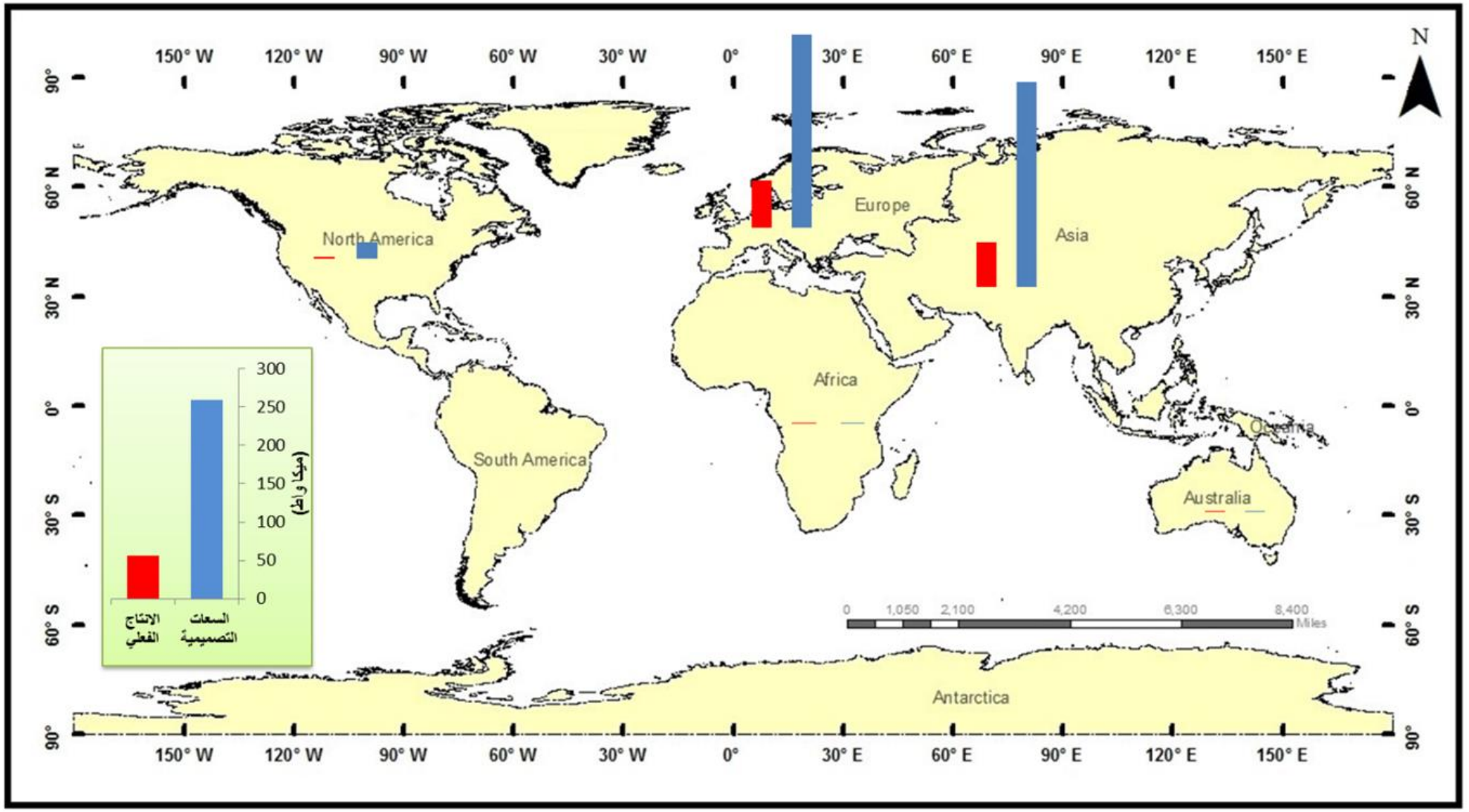
المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (١٢) وباستخدام برنامج Arc G.I.S. v10.4 .

خريطة (٥) التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج الطاقة الجيوحرارية (السعات التصميمية والانتاج الفعلي) لعام ٢٠١٧



المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (١٣) وباستخدام برنامج Arc G.I.S. v10.4 .

خريطة (٦) التوزيع الجغرافي العالمي لإنتاج طاقة المحيطات (السعات التصميمية والانتاج الفعلي) لعام ٢٠١٧



المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (١٤) وباستخدام برنامج Arc G.I.S. v10.4 .