RESEARCH ARTICLE

The Geographical Reality of Renewable Energy in Iraq and Its Role in Enhancing Energy Security

Arkan Razzaq Al-Fartousi *, Adnan Kazem Jabbar Al-Shaibani

University of Al-Muthanna, College of Education for Human Sciences, Department of Geography, Iraq

ABSTRACT

This research examines the geographical reality of the renewable energy sector in Iraq and its role in enhancing national energy security. It analyzes the country's natural resources, climatic characteristics, and spatial potentials that qualify it to develop renewable energy as a strategic sector. The study focuses on Iraq's main renewable energy sources—solar, wind, and hydropower—by assessing their geographical distribution and current levels of utilization in electricity generation. It also reviews major ongoing projects and identifies key challenges hindering development, including economic constraints, technical limitations, and political and institutional obstacles. The research emphasizes the strategic importance of diversifying energy sources and reducing excessive dependence on oil to achieve sustainable energy security. It concludes that effective investment in Iraq's geographical potentials, particularly its high solar radiation levels and renewable water resources, can significantly contribute to building a more stable, efficient, and resilient energy system that supports long-term economic growth and environmental sustainability.

Keywords: **Renewable Energy, Energy Security, Solar Energy, Wind Energy.**

مقالة بحثية

الواقع الجغرافي للطاقة المتجددة في العراق ودورها في تعزيز الأمن الطاقوي

أركان رزاق الفرطوسي* ، عدنان كاظم الشيباني

جامعة المثنى ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، قسم الجغرافيا ، العراق

الملخص:

يتناول هذا البحث تحليل الواقع الجغرافي لقطاع الطاقة المتجددة في العراق ودوره في تعزيز الأمن الطاقوي، عن طريق دراسة مقومات الموارد الطبيعية والإمكانات المناخية والمكانية التي تؤهل الدولة لتطوير هذا القطاع الحيوي. يركز البحث على تقييم مصادر الطاقة المتجددة الرئيسة في العراق، ولاسيما الطاقة الشمسية والريحية والكهرومائية، من حيث توزيعها الجغرافي، وكفاءة استثمارها، ومستوى إسهامها الفعلي في إنتاج الطاقة الكهربائية. كما يستعرض أبرز المشاريع القائمة في هذا المجال، ويحلل المعوقات التي تحد من تطورها، بما في ذلك التحديات الاقتصادية، والقصور التقني، وضعف البنى التحتية، فضلاً عن العوامل السياسية والمؤسسية. ويهدف البحث إلى إبراز أهمية تنويع مزيج الطاقة وتقليل الاعتماد على النفط كمصدر أحادي، بوصفه خياراً استراتيجياً لتحقيق أمن طاقوي مستدام. ويخلص البحث إلى أن توظيف الإمكانات الجغرافية المتاحة في العراق، ولاسيما ارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي وتوافر الموارد المائية، يمكن أن يسهم في بناء منظومة طاقوية مستقرة وكفوءة تدعم التنمية الاقتصادية وتحافظ على البيئة.

الكلمات المفتاحية : الطاقة المتجددة ، الأمن الطاقوي ، الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح .

Received 10-11- 2025; Revised 18-11-2025; accepted 30-11- 2025. Available online 30-12- 2025.

* Corresponding author.

E-mail addresses: Azoort12345@gmail.com (**A. R. Al-Fartousi**), adnan.alshybani@mu.edu.iq (**A. K. Al-Shaibani**).

https://doi.org/xx.xxxxx/2572-5440.1076

2572-5440/© 2025 The Author(s). Published by Al-Muthanna University. This is an open-access article under the CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

المقدمة

يعد قطاع الطاقة المتجددة من القطاعات الواعدة في العراق، لما يتمتع به من إمكانات طبيعية وجغرافية فريدة تؤهله ليكون مركزاً إقليمياً مهماً في إنتاج الطاقات النظيفة, فعلى الرغم من التحديات السياسية والاقتصادية والتقنية التي واجهته على مدى العقود الماضية، إلا أن العراق يمتلك ثروة إشعاعية هائلة وتنوعاً جغرافياً يتيح استثمار موارد الطاقة الشمسية والريحية والمائية على نحو فعال, ومع تنامي الحاجة إلى تحقيق أمن طاقوي مستدام، بات من الضروري تسليط الضوء على الواقع الفعلي للطاقة المتجددة في العراق، ومدى الاستفادة منها في تحقيق الأمن الطاقوي للعراق.

وعليه، يتناول هذا الفصل على نحو مبحثين رئيسين, الأول يعنى برصد الواقع الفعلي للطاقة المتجددة في العراق، من خلال أنواعها وخصائصها وتطورها التاريخي، وصولاً إلى تقييم مستوى الإنتاج الحالي للطاقة الكهربائية المتولدة من المصادر المتجددة، لاسيما الكهروضوئية والشمسية والريحية، مع الإشارة إلى أبرز المشاريع القائمة أما المبحث الثاني، فيسلط الضوء على الإمكانات الجغرافية المتاحة لتطوير هذا القطاع، عبر استعراض العوامل المناخية والموارد المائية التي تشكل قاعدة أساسية للاستثمار في الطاقة المتجددة، بما يعزز من فرص الانتقال إلى نظام طاقوي أكثر استدامة ومرونة.

الاطار النظري

أولاً: مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

1. ما حجم الإمكانات الجغرافية المتاحة للطاقة المتجددة في العراق؟
2. كيف تتوزع الإمكانات الجغرافية المتاحة للطاقة مكانياً؟
3. هل يمكن أن تشكل رافد مهم من روافد الطاقة في العراق

ثانياً: فرضية البحث

تنطلق الفرضية على النحو الآتي:

1. أن التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي ومساحات الأراضي المفتوحة ومواقع الرياح يشكل قاعدة عملية لتطوير منظومة طاقات بديلة قادرة على دعم الشبكة الوطنية.
2. أن استثمار الطاقة المتجددة يقلل من هشاشة الاعتماد الأحادي على النفط والغاز، ويرفع قدرة الدولة على مواجهة الاختلالات والتقلبات الخارجية.

ثالثاً: هدف البحث

يهدف البحث إلى :

1. تحليل الواقع الجغرافي للطاقة المتجددة في العراق.
2. تحديد مدى قدرتها على الإسهام في تعزيز الأمن الطاقوي.

رابعاً: منهجية البحث

اعتمد البحث على منهج تحليل القوة الذي يهدف إلى فهم واقع الأمن الطاقوي في العراق من خلال تحليل الموارد الطاقوية المتجددة, فضلاً عن المنهج التاريخي من خلال تتبع التطور التاريخي لها.

خامساً: حدود البحث

وتنقسم إلى ثلاثة أنواع:

1. **الحدود المكانية:** يشمل البحث كامل أراضي العراق ضمن حدوده الإدارية المعترف بها، مع التركيز على المناطق ذات الإمكانات الأعلى للطاقة الشمسية والرياح.
2. **الحدود الزمنية:** يغطي البحث المدة بين 2013 – 2023 لكونها مدة شهدت تحولات سياسية واقتصادية وتقنية أثرت في قطاع الطاقة المتجددة.
3. **الحدود الموضوعية:** تتركز الدراسة على الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة الكهروضوئية)، ودورها في تعزيز الأمن الطاقوي دون التوسع في الطاقات الأحفورية إلا بقدر ما يخدم التحليل المقارن.

سادساً: هيكلية البحث

جاءت هيكلية البحث في مبحثين رئيسين؛ تناول الأول الطاقة المتجددة في العراق من حيث واقعها الفعلي وأنواعها (الشمسية، الرياح، المائية) وإنتاجها, أما المبحث الثاني فتناول الإمكانات الجغرافية المتاحة لتنمية الطاقة المتجددة في العراق.

المبحث الأول: الطاقة المتجددة والواقع الفعلي في العراق

المطلب الأول: الطاقة المتجددة

تمثل الطاقة المتجددة إحدى الركائز الأساسية في التوجهات العالمية نحو تحقيق التنمية المستدامة وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية التي تنضب بمرور الزمن وتتسبب في تدهور بيئي واسع النطاق, لذا تعد مصادر الطاقة المتجددة – كالشمس والرياح والمياه والكتلة الحيوية – من الموارد النظيفة التي تتجدد باستمرار ولا تنفد، ما يجعلها خطوة استراتيجية للدول الطامحة إلى بناء اقتصاد مستدام وتحقيق أمنها الطاقوي, ووفقاً للوكالة الدولية للطاقة المتجددة(IRENA) قد أخذت الكثير من دول العالم في الاستثمار فيها بشكل موسع, حتى وصلت مساهمتها 15% عام 2024 من إجمالي إنتاج الطاقة على مستوى العالم[1], ومن المتوقع أن تسهم هذه التقنية بنسبة تقدر بنحو 80% من إجمالي النمو العالمي في سعة الطاقة المتجددة خلال المدة الممتدة بين عامي 2024 و2030، ويعزى ذلك إلى التوسع في إنشاء محطات شمسية واسعة النطاق، إلى جانب الارتفاع الملحوظ في معدلات تركيب منظومات الطاقة الشمسية فوق أسطح المباني السكنية والتجارية على حد سواء[2].

أولاً: مفهوم الطاقة المتجددة (Renewable Energy)

أن الطاقة المتجددة هي الطاقة التي يمكن إنتاجها من مصادر طبيعية غير ناضبة أي باقية لا نافدة تجدد باستمرار بخلاف المصادر الأحفورية[3, p18], فضلاً عن

توفر مصادر إنتاجها بشكل واسع ومتاح في عموم الكرة الأرضية, ولها عدة أشكال من خلال أستثمار الطاقة الكامنة الطبيعية مثل حرارة الشمس وحركة الهواء والامواج البحرية ومياه الأنهار في إنتاج هذهِ الطاقة, وهي طاقة صديقة للبيئة وتكون محدودة المخلفات والأنبعاثات بشكل نسبي, على خلاف مصادر الطاقة الأحفورية التي تكون معرضة للنفاذ وتخلف تلوثاً مع أنحصارها في دول أو مناطق معينة في العالم[4، ص 11].

تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تتميز بالقدرة على أستمرارية مصادر إنتاجها أو الطاقة الكهربائية التي يمكن الحصول عليها على نحو ثابت ومسمتر دون نفادية من الموارد الطبيعية التي تجدد بشكل تلقائي مثل طاقة الشمس والرياح والمد والجزر في امواج البحر ولا تسبب أضراراً للبيئة وتسهم في الحد من أثار التغيرات المناخية[5، ص 16].

ويطلق عليها الكثير من المسميات منها الطاقة النظيفة او الطاقة الخضراء او الطاقة الدائمة ويتم تعريفها من قبل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة(IRENA) "بأنها جميع أنواع الطاقات المنتجة من مصادر متجددة وبطريقة مستدامة وتتضمن الكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والطاقة المائية وطاقة الشمس والرياح"[1].

أما الوكالة الدولية للطاقة(IEA) قد عرفتها "الطاقة المنتجة من المصادر الطبيعية المتجددة بشكل مباشر أو غير مباشر كالشمس والرياح والمياه والوقود الحيوي"[2].

ومن خلال ما تقدم، يمكن تعريف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد ذاتياً بصورة مستمرة، كأشعة الشمس والرياح والمياه والحرارة الكامنة في جوف الأرض، فضلاً عن موارد طبيعية أخرى لا تنفد ولا تحدث أضراراً بيئية تُذكر, وتمتاز هذه المصادر بكونها بديلاً نقياً لمصادر الطاقة التقليدية الملوثة للبيئة، وتسهم بصورة فاعلة في تحقيق التحوّل الطاقوي، بما يدعم متطلبات التنمية المستدامة ويعزز استقرار المنظومة البيئية والاقتصادية على المدى البعيد.

ثانياً: أنواع الطاقة المتجددة

في حقيقة الامر, تتنوع الطاقة المتجددة من خلال أنواعها بتنوع مصادرها التي إنتجت منها, ويمكن ذكرها عن النحو الآتي التالي:

1. الطاقة الشمسية(Solar Energy)

تعد هذهِ الطاقة المصدر الأساسي في الطاقة المتجددة, لانها تعد المصدر المباشر وغير المباشر لكل المصادر الاخرى في مجال الطاقة المتجددة, إذ تكون هي العامل المحرك في حصول الرياح وحركة المياه, وهي تعد الاسهل والاقل تكلفة والابسط في الحصول على الطاقة بكل أشكالها مثل تسخين المياه أو تحلية مياه البحر وإنتاج الطاقة الكهربائية منها بالقارنة مع المصادر الطاقة المتجددة الاخرى, وتشكل5% من إجمالي الطاقة العالمية ووفقاً لتقديرات العالمية قد تصل إلى20% عام 2040[6، ص548].

وتنتج هذه الطاقة بواسطة المحطات الحرارية الشمسية ويترتكز في جوهر عملها على الاستفادة المباشرة من شدة الإشعاع الشمسي، الأمر الذي يجعلها أكثر ملاءمة في البيئات القاحلة والجافة أو شبه الجافة, إذ يتوافر السطوع الشمسي على نحو مستدام, وتعد مناطق الشرق الأوسط وإفريقيا إلى جانب بعض الأقاليم في الولايات المتحدة وأمريكا اللاتينية وآسيا، من أبرز الفضاءات الجغرافية المرشحة لاحتضان هذه الصناعة الطاقوية بوصفها بيئات ذات جدوى عالية للاستثمار والتوسع[7، ص7].

2. طاقة الرياح(Wind Energy)

وطاقة الرياح من أقدم أنواع الطاقة التي استفاد منها الإنسان عبر التاريخ، إذ استخدمت في العصور القديمة لتسيير السفن الشراعية، من خلال دفع الأشرعة بقوة الرياح, وتعود حركة الرياح أساساً إلى اختلاف درجات الحرارة الناتجة عن إشعاع الشمس، مما يؤدي إلى تفاوت الضغط الجوي وتحرك الهواء بين مناطق الضغط المرتفع والمنخفضو ومع تطور المعارف والتقنيات في العصر الحديث، جرى توظيف هذه الطاقة في إنتاج الكهرباء، من خلال الاستفادة من حركة الهواء في تدوير التوربينات الهوائية التي تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية[8، ص43].

وشهدت طاقة الرياح بوصفها أحد مصادر التوليد الكهربائي دخولها العملي لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية مع مطلع القرن العشرين، لاسيما في الأرياف النائية غير أن ارتفاع كلفة إنتاجها آنذاك، إلى جانب امتداد شبكات الكهرباء التقليدية إلى تلك المناطق، أدى إلى تراجع الاعتماد عليها, ومع اندلاع أزمة الطاقة العالمية في سبعينيات القرن الماضي، تجدد الاهتمام بهذا المورد المتجدد ليأخذ مكانته ضمن منظومات الطاقة البديلة, وفي الوقت الحاضر تتصدر الصين والولايات المتحدة وألمانيا والهند وإسبانيا قائمة الدول الرائدة في تطوير وتوظيف تكنولوجيا طاقة الرياح على نطاق واسع[9، ص178].

3. الطاقة الكهرومائية(Hydroelectric Energy)

وتنتج الطاقة الكهرومائية نتجية حركة المياه في الانهار والشلالات والامواج البحرية من خلال ظاهرة المد والجزر, لكنها تتطلب ثباتية في المصدر, لاسيما مناسيب المياه في الأنهار ليتم تحريك التوربينات التي تولد الطاقة الكهربائية[10، ص784].

4. طاقة الكتلة الحيوية(Biomass Energy)

تعد الكتلة الحيوية إحدى الموارد البيولوجية المستمدة من الكائنات الحية أو الحديثة النشأة وغالباً يقصد بها النباتات أو المواد المتحصلة منها, وهي طاقة متولدة نتيجة التفاعل الأحيائي للفضلات العضوية ويتم استغلال الكتلة الحيوية كمصدر للطاقة، ويتم أستخدامها على طريقتين إما بطريقة مباشرة عبر

الاحتراق لتوليد الحرارة، أو بطريقة غير مباشرة بعد تحويلها إلى أنواع مختلفة من الوقود الحيوي, إذ يتم أستخدامها بشكل مباشر في إنتاج الطاقة الكهربائية كما هو الحال في البرازيل وهو ما يمنح هذا المصدر الطاقوي مرونة في توظيفه ضمن منظومات الطاقة الحديثة[11،ص16].

5. **طاقات متجددة أخرى:** توفر في الطبيعية عدة طاقات تتجدد مثل الطاقة الحرارية الكامنة في باطن الأرض, ومن إحدى تجلياتها المياه الحاره في الينابيع والعيون, كما الحال في آيسلندا, التي أستثمرت هذا الأمر في ايصالها لمساكن المواطنين, إذ يكون الطقس عندهم شتاءً بارد قارس, كذلك الحال بالنسبة لإيطاليا التي تعد اول الدول أستغلت ذلك في توليد الكهرباء عام 1904 من خلال أستغلال بخار الماء الخارج[8 ،ص43].

ثالثاً: خصائص الطاقة المتجددة

تعد الطاقة المتجددة إحدى الركائز الجوهرية في مسار التحول نحو التنمية المستدامة للدول العالم, لما تتميز به من خصائص طبيعية واقتصادية وبيئية تؤهلها, لأن تكون بديلاً واعداً لمصادر الطاقة التقليدية, فهي طاقة غير ناضبة وتتجدد ذاتياً مع الاستهلاك البشري المعتاد فضلا عن ذلك أنها تصنّف ضمن مصادر الطاقة النظيفة، الصديقة للبيئة، نظراً لخلوها من الانبعاثات الكربونية والملوثات الضارة أثناء التشغيل، الأمر الذي يجعل منها أداة فعّالة في التخفيف من آثار الاحتباس الحراري والحد من التغيرات المناخية المتسارعة[8 ،ص43].

إلى جانب ذلك, تمتاز بكونها متاحة على نطاق جغرافي واسع، بخلاف موارد الطاقة الأحفورية التي تتركز في مناطق محددة وتحتاج مؤسسات رسمية تعمل على إدراتها بينما الطاقة المتجددة يمكن لأي فرد إنتاجها بشكل مستقل لامركزي في المناطق النائية, وعليه يمكن استخدام الطاقة الشمسية في معظم دول العالم دون قيود تذكر، وتعد المناطق الصحراوية والمشمسة البيئة المثالية لها, فضلاً عن ذلك بأنها قابلة للتجدد وغير ناضبة، أي أنها لا تتعرض للنفاد بمرور الزمن على غرار النفط أو الفحم الحجري، مما يجعلها خياراً مستداماً للأجيال القادمة, وتتميز بكونها قابلة للتطبيق على مختلف المستويات، من المشاريع الصغيرة كالألواح الشمسية المنزلية، إلى المشاريع الكبرى مثل مزارع الرياح والمحطات الكهرومائية، ما يجعلها مرنة وقابلة للتكيّف مع مختلف البيئات والاحتياجات[12 ،ص121].

خامساً: أهمية الطاقة المتجددة:

تتمثل أهمية الطاقة المتجددة في كونها مصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية دون الحاجة للمصادر الطاقة الأحفورية, وتعد البديل الأمثل عن الطاقة الأحفورية إذ أتجهت الكثير من دول العالم ولاسيما الدول الصناعة نحو الاستثمار فيها من خلال دعم مشاريعها, ويعود سبب لهذا الاهتمام المتزايد نتيجة أرتفاع معدلات التلوث البيئي والتغيرات المناخية الحاصلة بفعل الاعتماد علة مصادر الطاقة التقليدية التي اسهمت في رفع معدلات التلوث العالمي مما انعكس على المناخ وتعد ظاهرة الاحتباس الحراري هي المثال الابرز على نتجية استخدام الوقود الاحفوري في إنتاج الطاقة[13،ص245].

وتعد الطاقة المتجددة في الوقت الحاضر من أهم المحركات التي تؤدي إلى تحولات جيوسياسية عميقة في القرن الحادي والعشرين، إذ تعيد تشكيل خرائط النفوذ الاقتصادي والسياسي بين الدول, فالانتقال من الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية مثل النفط والغاز إلى مصادر نظيفة ومتجددة يقلل من الهيمنة التقليدية للدول المنتجة للنفط، ويعزز من استقلالية الدول المستهلكة عبر استغلال الموارد المحلية كالرياح والطاقة الشمسية[14 ،ص42].

ولذا، فإن هذا التحول يؤثر بشكل كبير على نقاط التوتر الجيوسياسية التقليدية، مثل مضيق هرمز، الذي أصبح أهميته الاستراتيجية أقل تدريجياً مع انخفاض الاعتماد العالمي على النفط كمصدر وحيد للطاقة, فضلاً عن ذلك فالتحكم في المعادن النادرة المستخدمة في تصنيع تقنيات الطاقة المتجددة مثل الليثيوم والكوبالت والمعادن الأرضية النادرة، محرك جديد للنفوذ الجيوسياسي، إذ تهيمن بعض الدول، خاصة الصين على إنتاج هذه المواد، مما يمنحها قوة استراتيجية كبيرة في السوق العالمية [14 ،ص42].

ويزداد التنافس الاقتصادي بين الدول بسبب حرصها على حماية صناعاتها الوطنية في مجال الطاقة النظيفة، عبر فرض رسوم جمركية، وإطلاق خطط وطنية لدعم التكنولوجيا الخضراء، ويتضح في القوانين الصناعية الأمريكية والأوروبية التي تهدف إلى تعزيز الصناعات الخضراء, وأما على المستوى الإقليمي، فقد تحولت الطاقة المتجددة إلى ركيزة أساسية في خطط التنمية الاقتصادية والأمن الطاقي في العديد من الدول العربية، مثل الإمارات ومصر والأردن، التي تستثمر في مشاريع ضخمة للطاقة المتجددة، كما تنسق تعاوناً إقليمياً لتبادل الطاقة النظيفة وربط الشبكات الكهربائية[14 ،ص43]

إلى جانب ذلك, يمثل الاستثمار في الطاقة المتجددة أحد الأسس التي يستند عليها الاقتصاد الوطني نحو تحقيق التنمية المستدامة, من خلال مساهمتها في توفير الطاقة اللازمة لتغشيل المصانع والبنية التحتية للدولة, وتقلل من الاعتماد الكلي على مصادر الطاقة التقليدية[15،ص4].

فضلاً عن سعي الدول لتحقيق الاستقلال الطاقوي بهدف التحرر من قيود الدول المنتجة للطاقة الاحفورية التي تعمل على توظيف الطاقة في القرار السياسي عند حدوث الازمات والحروب والخلافات السياسية بينها, فعلى سبيل المثال لا الحصر روسيا الاتحادية التي تستخدم الطاقة في التعامل مع دول الاتحاد الأوربي من خلال أستخدام ورقة الغاز الطبيعي في التفاوض معهم.

سادساً: التطور التاريخي للتوجه نحو الطاقة المتجددة في العراق

لقد بادر العراق منذ وقت مبكر، إلى الاهتمام بمجال الطاقة المتجددة، متقدماً على كثير من دول المنطقة، إذ أنشئ مركز لأبحاث الطاقة المتجددة في مطلع العقد الثامن من القرن العشرين، وقد اضطلع هذا المركز بإعداد بحوث

ودراسات علمية تناولت إمكانات استغلال مصادر الطاقة المتجددة في الدولة, غير أن الحروب المتعاقبة والظروف السياسية المعقدة التي مرّ بها العراق، حالت دون استمرار العمل بتلك المبادرات، وأدت إلى تعثّر المسار المؤسسي في هذا المجال الحيوي[16،ص14].

وفي العام 2006 بسبب الوضع الطاقوي المضطرب وتردي تجهيز الطاقة الكهربائية بدات مشاريع للطاقة المتجددة, ولكنها بسيطة ومحاولات فردية لأستغلال اشعة الشمس في إنتاج الطاقة الكهربائية, بقي الوضع كما هو حتى العام 2010, إذ شهد توجه حكومي في هذا المضمار وتم أعادة أحياء مركز الطاقة المتجددة, ولكن بخطوات متعثرة لم تتقدم بشكل ملحوظ نتيجة الفساد الأداري والمالي, وخلال العام 2015 تم أستحداث برنامج الطاقة المتجددة الذي يحظى بدعم حكومي للمشاريع التي تستخدم الطاقة المتجددة, وتم إنشاء محطات شمسية وتوربينات رياح بسيطة بشكل أولي وسخانات المياه من أشعة الشمس وتركيب الواح شمسية على أعمدة الطرق لتوفير الأنارة لها[16 ،ص15].

وفي العام 2017 سعت الحكومة التقدم في هذا المجال, من خلال عقدها إتفاقيات تعاون مشترك مع دول لها تجربة وباع طويل في مجال الطاقة المتجددة, إذ تم عقد إتفاقيات لأنشاء وتشغيل محطات كهربائية للطاقة المتجددة في عدة محافظات عراقية, وسعت وزارة الكهرباء لتطوير الإنتاج الكهربائي من الطاقة الشمسية, لاسيما في البادية الجنوبية بسعة تقارب 755 ميغا واط, فضلاً عن الدعم التي قدمه برنامج الامم المتحدة الإنمائي(UNDP) لتدعيم خطوات الحكومة في هذا القطاع, وتشجيع إنتاج الطاقة المتجددة بمختلف أنواعها الريحية والشمسية, وفي عام2020 تم أنشاء محطة شمسية في محافظة دهوك شمالي العراق بمنحة مقدمة من قبل الاتحاد الأوروبي[13،ص260].

المطلب الثاني: الواقع الفعلي لإنتاج الطاقة المتجددة في العراق

يمثل واقع الطاقة المتجددة في العراق حضوراً محدوداً يتركز أساساً في المحطات الكهرومائية القائمة على السدود، وتأتي بعدها مشاريع الطاقة الشمسية، وفيما تبقى طاقة الرياح في طور الإمكانات غير المستثمرة رغم توفر مواقع واعدة, ويتم تقديمها بالنحو الآتي:

أولاً: إنتاج الطاقة الكهرومائية في العراق

تعد الطاقة المتولدة من محطات الطاقة الكهرومائية أبرز أنواع الطاقة المتجددة على مستوى العالم, نظراً لانها لا توثر على بيئة الأنسان ولا تشغل حيزاً ولا تتطلب وقود لكي تنتج الطاقة الكهربائية, وتمثل الطاقة الكهرومائية حوالي 24% من الطاقة الكهربائية المنتجة حول العالم[17،ص177].

وبالنسبة للعراق منذ خمسينيات القرن العشرين أخذت السياسة الطاقوية في العراق منحى واضحاً نحو الاستثمار في المصادر الكهرومائية، في إطار مسعى استراتيجي للتقليل من الاعتماد شبه المطلق على المحطات الحرارية التقليدية, ومثلت الطاقة المائية خياراً مهماً لتوليد الكهرباء، لما تحمله من مزايا تتعلق بالكلفة التشغيلية والأثر البيئي والاستدامة[18 ،ص815], ويشكل إنتاج الطاقة الكهرومائية أول استثمار للطاقة المتجددة في العراق, إذ يعود إنتاجها للعام 1959 في شمالي العراق من خلال أنشاء محطات كهرومائية على سدود دوكان ودربندخان التي تم أنجازها في عام 1963 وبلغ إنتاجهم من الطاقة الكهربائية عام 2009 معاً 649 ميغاواط وهذا يمثل 69% من إنتاج الطاقة الكهرومائية الإجمالي على مستوى العراق[19 ،ص36], وتنشر الموارد المائية في اغلب الجغرافيا العراقية لاسيما نهري دجلة والفرات وروافدهما ولكن أنخفاض مناسيب له دور في تحجيم الطاقة الكهرومايئة[20 ،ص142].

ولدى العراق الكثير من السدود المائية التي تحتوي على محطات لتوليد الطاقة الكهربائية على نهري دجلة والفرات, وترفد الطاقة الكهربائية بنسبة 1% من إجمالي الطاقة المنتجة على مستوى الدولة [21،ص4].

وعلى الرغم من تعدد محطات الطاقة الكهرومائية لكنها لا تلبي الحاجة الوطنية, إذ يختصر إنتاجها المحدود على تلبية مرافق السد العامة او المساكن التي تحيط به, يلحظ من الجدول(1)[22،ص815].التوزيع المكاني لمحطات الطاقة الكهرومائية في العراق وخريطة(1), إن التوزيع المكاني لمحطات الطاقة الكهرومائية في العراق، يعكس صورة واضحة عن التوجهات التخطيطية التي تبنّتها الدولة العراقية منذ منتصف القرن العشرين وحتى أوائل الألفية الثالثة، في استثمار الموارد المائية لتوليد الطاقة النظيفة.

جدول(1) التوزيع المكاني لأهم محطات الطاقة الكهرومائية في العراق

ت	اسم المحطة	المحافظة	النهر	سنة التشغيل	الطاقة الإنتاجية (ميغاواط)
1	سد الموصل	نينوى	دجلة	1986	750
2	سد حديثة	الأنبار	الفرات	1987	660
3	سد دهوك	دهوك	دهوك	1988	40
4	سد دربندخان	السليمانية	ديالى	1982	249
5	سد حمرين	ديالى	ديالى	1981	50
6	سد دبس	كركوك	الزاب الصغير	1965	18
7	سد العظيم	ديالى	العظيم	1999	15

8	سد دوكان	السلمانية	الزاب الصغير	1980	400
9	سد سامراء	صلاح الدين	دجلة	1971	84

[29]

ويمكن أن نرصد من خلال هذا الجدول جملة من الملاحظات الجغرافية والاقتصادية والفنية والسياسية, يمكن تقديمها بما يلي:

1) يتضح أن المحطات الكهرومائية تنتشر في مناطق ذات طابع طوبوغرافي متباين.

2) يغلب عليها الطابع الجبلي أو شبه الجبلي، خصوصاً في شمال وشمال شرق العراق وعليه يتوافر الانحدار الطبيعي المناسب لإنشاء السدود والخزانات ومن ثم يسقط المياه من الأعلى لتدوير التوربينات.

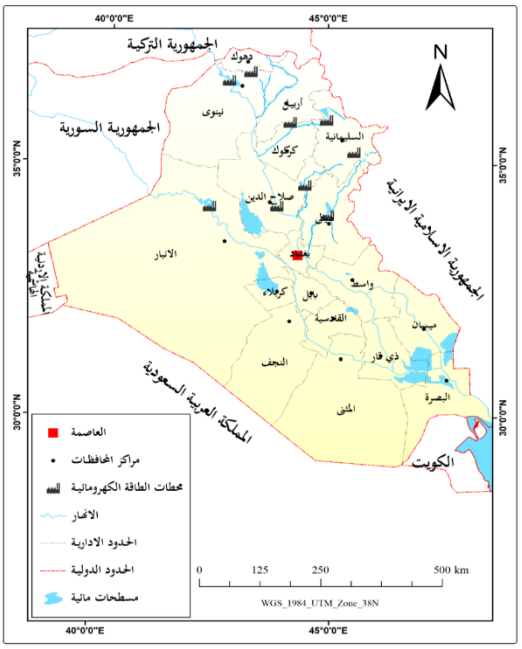
3) يظهر أن نهر دجلة ونهر الفرات وروافدهم يشكلون الشرايين الأساسية لهذه المحطات، إذ يقع سد الموصل على نهر دجلة بطاقة إنتاجية قدرها 750 ميغاواط، وهو الأعلى من بين المحطات يليه سد حديثة على نهر الفرات بطاقة 660 ميغاواط, أما نهر ديالى، فرغم صغر حجمه مقارنة بدجلة والفرات، إلا أنه يحتضن أربع محطات كهرومائية، ما يشير إلى استغلال أمثل لمياهه في توليد الطاقة، وإن كانت بمعدلات أقل.

4) إن أي انقطاع في الإمدادات المائية سواء كان ناتجاً عن المتغيرات المناخية كشح الأمطار، أو نتيجة لعوامل سياسية كقطع المياه من قبل دول المنبع كتركيا وسوريا وإيران فأنه يؤدي إلى انخفاض مناسيب المياه في الأنهار والسدود، الأمر الذي يتسبب بخروج محطات التوليد الكهرومائي عن الخدمة أو تراجع قدرتها التشغيلية إلى مستويات متذبذبة, وهذا يجعل من الطاقة الكهرومائية مصدراً غير موثوق به في ظروف الجفاف أو الأزمات السياسية، ولا يمكن الاعتماد عليه بشكل دائم في تحقيق استقرار المنظومة الكهربائية.

ويلحظ أن مدة الثمانينات مثلت ذروة النشاط في تنفيذ مشاريع الطاقة الكهرومائية في العراق، إذ تم تشغيل أربع محطات رئيسة بين عامي 1981 و1988، وهي (سد حمرين، سد دربندخان، سد الموصل، سد دهوك), وهذه المدة تتزامن مع مرحلة الحرب العراقية-الإيرانية، ما يدل على سعي العراق آنذاك إلى تنويع مصادره في ظل الحصار الاقتصادي والحاجة إلى الاكتفاء الذاتي في مجال الطاقة.

فضلاً عن ذلك يبرز التفاوت الواضح في الطاقة الإنتاجية بين المحطات، إذ تتراوح بين 750 ميغاواط (سد الموصل) وبين 9.5 ميغاواط فقط (سد كنانة), وهذا التفاوت يعكس الاختلاف في القدرة التخزينية للسدود، والانحدارات الطوبوغرافية، وكمية المياه المتاحة، فضلاً عن اختلاف الغايات من إنشاء هذه المحطات؛ فبعضها ذات أهداف مزدوجة تشمل الزراعة وتنظيم الجريان والسيطرة على الفيضانات، فضلاً عن إنتاج الطاقة الكهربائية

خريطة(1) التوزيع الجغرافي لمحطات الطاقة الكهرومائية في العراق



جدول(1)

ومن مطالعة الجدول(2) يتضح جلياً التناقص التدريجي في الإنتاج فعلى الرغم من عدد وحدات محطات الطاقة الكهرومائية هو 29 وحدة, ولكن عدد الوحدات العاملة أقل ومتقلب سنوياً مما أنعكس على معدل الإنتاج خلال المدة المدروسة، إذ بلغ عام 2013 معدل الإنتاج ذروته عند 543 ميغاواط، مع نسبة تشغيلية قدرها 8.1% وهي النسبة الأعلى فس مساهمة الطاقة الكهرومائية من أجمالي الطاقة المنتجة على المستوى الوطني، لكنه انخفض تدريجياً إلى 291 ميغاواط في 2015 نتيجة لتراجع عدد الوحدات العاملة إلى 20 وحدة فقط، وهو ما يدل إلى ضعف القدرة على الصيانة والتشغيل المستمر للوحدات، وكذلك إلى التأثر المباشر بالعوامل المناخية والسياسية.

وفي خلال المدة (2016–2020) بقيت الوحدات العاملة بين 23 و26 وحدة، بينما تقلب الإنتاج بين 226 و567 ميغاواط، وهو ما يدل على تباين الموارد المائية الموسمية وعدم استقرار الكفاءة التشغيلية للوحدات, كما يفهم أن القدرة النظرية للوحدات لا تتطابق مع الأداء الفعلي للوحدات، مما جعل الإنتاج الكهرومائي يخضع لتأثيرات مركبة من المناخ والبنية التحتية والتشغيل.

وأما بالنسبة للسنوات الثلاث الأخيرة 2021–2023، فقد بقي عدد الوحدات العاملة عند 25 وحدة، ولكن معدل الإنتاج انخفض إلى 158 ميغاواط في 2023، أي أقل من 2% من الطاقة الاسمية، مما يشر لنقص التدفقات المائية وتحديات الصيانة والتشغيل وأثر العمر التشغيلي للوحدات على الكفاءة الفعلية.

جدول(2) الإنتاج الكهربائي من محطات الكهرومائية في العراق للمدة(2013-2023)

السنة	عدد الوحدات	عدد الوحدات العاملة	معدل الإنتاج ميغاواط	النسبة%
2013	29	27	543	8.1
2014	29	27	335	3.7
2015	29	20	291	3.1
2016	29	26	226	2
2017	29	26	182	2
2018	29	23	208	4
2019	29	23	567	4
2020	29	23	474	3
2021	29	23	381	3
2022	29	25	303	2
2023	29	25	158	1

[23،ص1، 24ص1، ،25،ص1، 26،ص1، 27 ،ص2، 28،ص2، 29، ص2]

صفوة القول، يتضح أن الاعتماد على الطاقة الكهرومائية في العراق من خلال المعطيات يظل محدوداً إلى حد كبير، إذ يكشف التذبذب الواضح في معدلات إنتاجها عن هشاشة هذا المصدر وعدم موثوقيته في ظل المتغيرات المناخية والاختلالات الهيكلية التي تشهدها المنظومة المائية, فالعراق يعتمد على موارد مائية تتأثر مباشرة بالتقلبات المناخية وموجات الجفاف وتراجع الإيرادات النهرية، فضلاً عن التحديات المرتبطة بإدارة السدود ومحدودية السعات التخزينية وسياسات دول المنبع, وهذه العوامل مجتمعة تجعل من الطاقة الكهرومائية خياراً ثانوياً لا يمكن الركون إليه كركيزة في تحقيق الأمن الطاقوي الوطني وبذلك، فإن الاعتماد المفرط عليه يعد مجازفة غير محسوبة في سياق التغيرات البيئية والضغوط المائية، الأمر الذي يستدعي إعادة النظر في دوره ضمن مزيج الطاقة الوطني وتوظيفه في إطار تكاملي مع مصادر أخرى أكثر استقراراً وموثوقية لضمان استدامة منظومة الطاقة.

ومن خلال ما تقدم يفهم, إن العراق يمتلك بنية تحتية كهرومائية لا بأس بها، لكنها تعاني من قِدم بعض المحطات وتفاوت الطاقة الإنتاجية، فضلاً عن التحديات الجغرافية والسياسية المرتبطة بالموارد المائية, ومع النظر إلى أن غالبية هذه المحطات تقع في المناطق الشمالية والشرقية من العراق، وهي مناطق قريبة من الحدود الدولية مع تركيا وإيران والتي بدورها تحاول خنق التدفقات المائية القادمة للعراق، ما يجعل إدارة الموارد المائية العراقية خاضعة لتقلبات السياسة الإقليمية, ومن ثم تقلل أهمية الأعتماد عليها في رفد الطاقة الوطنية بشكل كبير.

ثانياً: إنتاج الطاقة الشمسية في العراق

رغم الإمكانات المتاحة لاستثمار الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية ماتزال خطوات العراق متعثرة في هذا المجال, لكن هنالك مشاريع أستثمرت الطاقة الشمسية في العديد من النشاطات ومن أبرز التطبيقات في مجال أستثمار الطاقة الشمسية العملية هو مشروع الساقي في قضاء عين تمر في محافظة كربلاء برعاية العتبة العباسية, إذ تم استثمار الطاقة الشمسية في رفع مياه الأبار الأرتوازية للمنطقة عين تمر بقوة دفع بحجم (3) أنج تعادل2.54 سم, إذ ساهم في توفير مياه الشرب للسكان المحليين و20 لتر/ ثانية, فضلاً عن ذلك تم أستخدمها في سقاية المزارع وبساتين النخيل[14، ص 96], وبهذا تؤدي الطاقة الشمسية دوراً وتسهم توفير الطاقة للنشاط الزراعي بدلاً عن مضخات الديزل.

ولكن ثمة مشاريع للطاقة المتجددة أطلقتها الحكومة العراقية بالتعاون مع جهات دولية وهي مشاريع فعلية تنتج الطاقة الكهربائية, إذ تم تشغيل المرحلة الأولى من مشروع المحطة الشمسية في مقر وزارة الكهرباء، بقدرة إنتاجية تبلغ (1) ميكاواط، وهذا يمثل خطوة أولى نحو تعزيز الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

وفي سياق متصل، أطلقت وزارة الكهرباء مبادرة استثمارية رائدة تهدف إلى استقطاب مشاريع لتوليد الطاقة الشمسية في عموم محافظات العراق، من خلال طرح فرص استثمارية بسعة إجمالية تبلغ (1000) ميكاواط، وذلك استناداً إلى قرار لجنة شؤون الطاقة رقم (5) المؤرخ في 2017/1/29, وقد تم تحديد سعر شراء الطاقة الكهربائية المنتجة من المستثمرين بـ (53) سنتاً لكل كيلوواط ساعة، ضمن عقد استثماري يمتد لخمسة عشر عاماً.

وانطلاقاً من هذه المبادرة، تم إحالة عدد من مشاريع المحطات الشمسية إلى شركات استثمارية متعددة، إذ نالت شركة الدانة العالمية للتجارة والمقاولات مشاريع في محافظتي المثنى والنجف بسعة إجمالية تبلغ (230) ميكاواط، فيما تم إحالة مشاريع أخرى بسعة (465) ميكاواط في محافظتي الأنبار وبابل إلى شركة سما بغداد للطاقة، بالشراكة مع شركة بلوسكاي الأمريكية وتم التعاقد مع شركة الجونة لتنفيذ مشاريع في محافظتي الأنبار وواسط بسعة إجمالية بلغت (175) ميكاواط, وتمت إحالة مشروع محطة العمارة الشمسية بسعة (100) ميكاواط إلى شركة الدوحة سيشل[17، ص184], ووفقاً لوكالة الأنباء العراقية(واع) أعلن وزير الكهرباء عام 2023 أطلاق مشروع (شمس البصرة) الذي يعد من أكبر الأستثمارت في الطاقة الشمسية على مستوى العراق, إذ تبلغ المساحة التي يشغلها المشروع بنحو 9000 دونم مربع في بادية البصرة بعدد الألواح يتجاوز المليونين لوحاً وبطاقة إنتاجية 1000 ميغاواط من الطاقة الكهربائية, ومن المشاريع المهمة في مجال الطاقة الشمسية، محطة كربلاء للطاقة الشمسية، التي تم تنفيذها على مساحة تقدر بنحو 4000 دونم، بطاقة

إنتاجية تبلغ 500 ميغاواط، وذلك بالتعاون بين العتبة الحسينية المقدسة ووزارة الكهرباء العراقية, وفي خطوة داعمة لهذا التوجه، أعلن رئيس مجلس الوزراء العراقي، محمد شياع السوداني عن الشروع ببناء ثلاث محطات إضافية للطاقة الشمسية في المحافظة ذاتها، بالتعاون مع عدد من الشركات المصرية والفرنسية, ويعد هذا المشروع من أوائل مشاريع الطاقة الشمسية في محافظة كربلاء، ما يجعلها في طليعة المحافظات العراقية في تبنّي هذا النوع من الطاقة، في إطار خطة توسعية تشمل لاحقاً محافظات الفرات الأوسط بأكملها[34].

وفي السياق ذاته, سعت وزارة الكهرباء خلال عام 2022 إلى توقيع اتفاقيات مع ثلاث من الشركات العالمية الرائدة، من بينها شركة "توتال"(Total) الفرنسية التي ستتولى تنفيذ محطة للطاقة الشمسية في محافظة البصرة بقدرة إنتاجية تصل إلى 1000 ميغاواط، فضلاً إلى شركة "بتروتشاينا" الصينية التي ستقوم بإنشاء محطة مماثلة في محافظة المثنى بطاقة 750 ميغاواط وتندرج هذه المشاريع ضمن إطار خطة استراتيجية وطنية واسعة تهدف إلى توليد 12 ألف ميغاواط من الطاقة الشمسية بحلول عام 2030، وقد تم اعتماد جزء منها من قبل مجلس الوزراء، إذ خصصت 7500 ميغاواط منها لشركات متخصصة في هذا المجال[32], ويلحظ من جدول(3) [32، 33،ص 10 ، 34، 35، ص 52],الذي يبين التوزيع الجغرافي الأبرز لمحطات الطاقة الشمسية في العراق ما عدا إقليم كردستان, فيما تبين خريطة(2) الأنتشار المكاني للمحطات الشمسية في العراق.

ويتم الأستقراء من الجدول (3) أن العراق بدأ يتلمس خطواته الأولى في ميدان استثمار الطاقة الشمسية، فتأتي محافظة المثنى في طلعية المحافظات العراقية بالنسبة إلى عدد المشاريع والقدرة الإنتاجية، إذ تضم أربع محطات بقدرة إنتاجية تبلغ 880 ميغاواط, وفي المرتبة الثانية تتصدر الأنبار أكثر المحافظات استضافةً للمشاريع بعد المثنى، بأربع محطات تبلغ طاقتها 240 ميغاواط، أما محافظة النجف فقد احتضنت مشروعاً واحداً كبيراً بقدرة 100 ميغاواط في الحيدرية ويرجع هذا الأهتمام بهذه المحافظات الصحراوية رغم بعدها عن مراكز الطاقة التقليدية لكونها تتصف بالبادية الغربية ومن ثم تكون أكثر عرضة لأشعة الشمس, مما يعكس توجهاً نحو استثمار المساحات الواسعة والسطوع الشمسي العالي في غرب العراق, فضلاً إلى التمركز النوعي لمشاريع للطاقة في مناطق ذات جدوى إنتاجية مرتفعة.

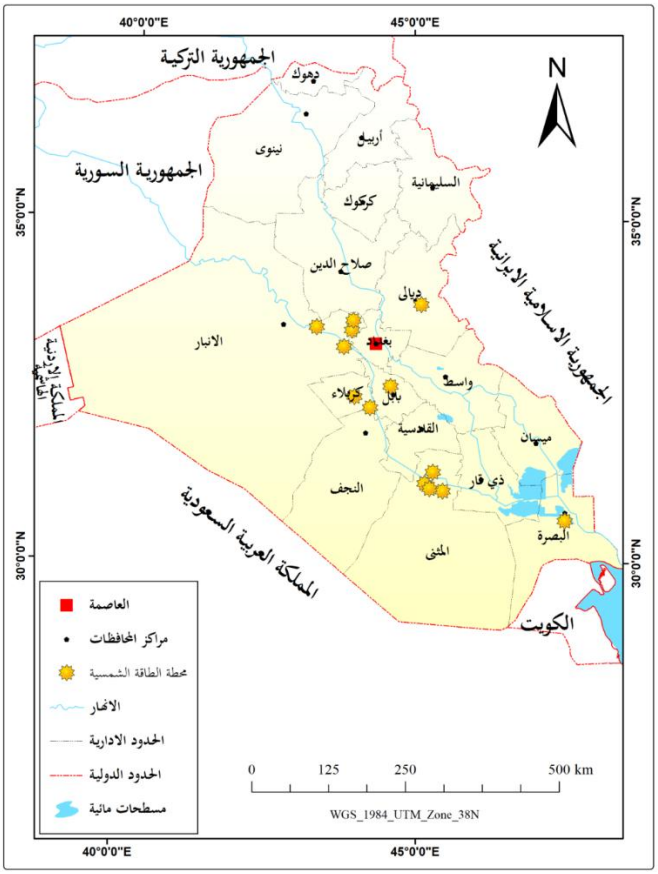
أما بخصوص محافظة بابل يكون فيها مشروع الإسكندرية بقدرة 225 ميغاواط, وكذلك هنالك مشاريع قيد الانشاء في كل من محافظة البصرة(عين البصرة) بطاقة إنتاجية 1000 ميغا واط وكربلاء 500 ميغاواط وديالى بقدرة 15 ميغاواط وإن لم يبلغ بعد مرحلة الاستراتيجية المتكاملة، إلا أنه يعد بوابة واعدة نحو أمن طاقوي متجدد ومستدام وأنتقالاً طاقوي يحسب للعراق إذا أستمرت الوتيرة خلال الأعوام العشر القادمة.

جدول(3) التوزيع الجغرافي لمحطات الطاقة الشمسية المشيدة والمستقبلية في العراق

المحافظة	المشروع	القدرة الإنتاجية (ميغاواط)
الأنبار	محطة الرمادي	100
الأنبار	محطة الفلوجة	40
الأنبار	محطة الكرمة	50
الأنبار	محطة عامرية الصمود	50
بابل	محطة الإسكندرية	225
البصرة	محطة شمس البصرة	1000
ديالى	محطة ديالى	15
كربلاء	محطة كربلاء	500
المثنى	محطة ساوة الأولى	30
المثنى	محطة ساوة الثانية	50
المثنى	محطة الخضر	50
المثنى	محطة المثنى	750
النجف	محطة الحيدرية	100
المجموع	31	2760

[31]

خريطة(2) التوزيع المكاني للمحطات الشمسية المشيدة والمستقبلية في العراق



جدول(3)

ثالثاً: مشاريع الطاقة المتجددة الأخرى(الرياح, الطاقة الحيوية)

لقد شهد العراق أول تجربة عملية في مجال استثمار طاقة الرياح لتوليد الكهرباء عند نصب توربين رياح في منطقة الجادرية ببغداد بتاريخ 2010/4/25، بطاقة إنتاجية بلغت (20) كيلو واط, وقد تزامن ذلك مع خطة وزارة العلوم والتكنولوجيا لنصب (20) توربيناً آخر في مناطق متفرقة من العراق، بهدف الإسهام – ولو بقدر محدود – في تقليص العجز الكهربائي, غير أن خبراء الطاقة أبدوا مخاوفهم من صعوبة نجاح المشروع على أرض الواقع، نتيجة لضعف نشاط الرياح في معظم مناطق العراق وتذبذبه، فضلاً عن التعقيدات الفنية في ربط هذه الوحدات بالشبكة الوطنية، مما يجعل الجدوى الاقتصادية للمشروع محدودة.

مع ذلك، فإن الإمكانات النظرية لاستغلال طاقة الرياح تبدو أوضح في المحافظات الجنوبية والوسطى إذ تسجل سرعات الرياح معدلات أعلى نسبياً، ويبرز مثال ذلك في محافظة ذي قار التي تتصف بخصائص صحراوية واسعة المدى الحراري وضعف الغطاء النباتي، مما يعزز حركة الرياح, وعلى العكس، فإن المناطق الشمالية مثل الموصل تسجل معدلات أقل نسبياً بسبب اعتدال المناخ ووفرة الغطاء النباتي، الأمر الذي يحد من كفاءة استغلال طاقة الرياح في تلك البيئات[35، ص 52].

وفي الآونة الاخيرة تسعى وزارة الكهرباء العراقية، في إطار جهودها الحثيثة لمعالجة أزمة الطاقة المستمرة منذ أكثر من عقدين، إلى تبني مشاريع استراتيجية للطاقة النظيفة، وفي مقدمتها استغلال طاقة الرياح لتوليد الكهرباء, وبيّن المتحدث باسم الوزارة "أحمد موسى"، أن الخطط المعتمدة تهدف إلى تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، عبر إنشاء محطات شمسية وحرارية وأخرى تعتمد الدورة المركبة، بما يشمل مشاريع تحويل الرياح إلى طاقة كهربائية وأضاف أن هناك تعاوناً مؤسسياً مع وزارتي البيئة والعلوم والتكنولوجيا لتحديد المواقع المناسبة بناءً على معايير سرعة الرياح، وقد تم اختيار منطقة الشهابي في محافظة واسط كموقع أولي, وأن هذه الخطوة ستسهم في تحسين أداء المنظومة الكهربائية ورفدها بقدرات توليدية جديدة.

وفي سياق متصل، أشار إلى وجود تفاهمات مبدئية مع شركات دولية مثل "إيميا للطاقة" لاستقدام تقنيات متطورة وتعمل الوزارة على مشاريع طاقة بديلة، منها محطات توليد من تدوير النفايات في أبو غريب والنهروان، فضلاً عن اتفاقات مع شركات "مصدر" و"أكوا باور", ومن جهة تشريعية، يستعد مجلس النواب لإقرار قانون للطاقة المتجددة خلال الدورة(2021-2025)، بما يدعم التوجه الحكومي نحو الاستدامة[36].

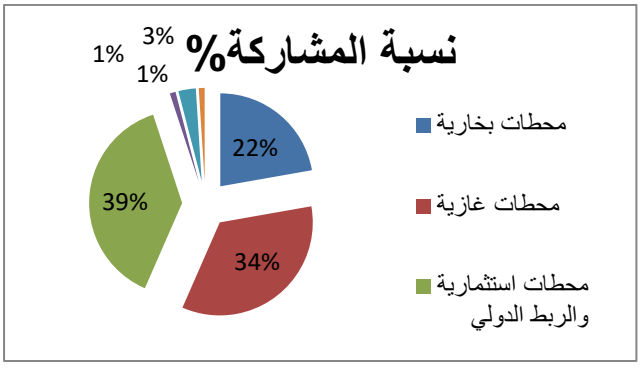
وختاماً, يستنتج من هذا المبحث أن مشاريع الطاقة المتجددة في العراق ما تزال في مرحلة أولية فيما يتعلق مستوى الإنتاج وحجم مساهمتها في الناتج الطاقوي الكلي، إذ لم تتجاوز نسبتها حدوداً هامشية ضمن مزيج إنتاج الطاقة الكهربائية الوطني، مثلما يظهر في بيانات الجدول (4) والشكل(1) الجدول(3), فيتضح من الأرقام هيمنة المحطات الغازية والاستثمارية على بنية الإنتاج بنسبة 34% و38% على التوالي، مقابل مساهمة محدودة للمحطات الكهرومائية لا تتعدى 1%، فضلاً إلى نسب طفيفة لمحطات الديزل والطاقة المستوردة من إقليم كردستان. وأستكمالاً لما سبق يمكن الجزم بوضوح أن الطاقة المتجددة لم تتحول بعد إلى عنصر فاعل يعتمد عليه في منظومة الطاقة العراقية، وبهذا يعكس قصوراً في سياسات الاستثمار والتخطيط الاستراتيجي للدولة، ويضع أمام صانع القرار تحدياً يتمثل في ضرورة إعادة هيكلة مزيج الطاقة باتجاه مصادر نظيفة ومتجددة، بما يحقق التنوع الطاقوي وينمي مقومات الأمن الطاقوي المستدام.

جدول(4) نسب المشاركة للمحطات في المنظومة الطاقوية العراقية لعام2023

محطات الإنتاج	نسبة المشاركة%
محطات بخارية	22
محطات غازية	34
محطات استثمارية والربط الدولي	38
محطات كهرومائية	1
محطات ديزل الكهرباء	3
الطاقة المستوردة من كردستان	1

[37، ص3].

الشكل(1) نسبة المشاركة لجميع أنتاج المنظومة الطاقوية العراقية لسنة 2023



الجدول(4).

المبحث الثاني: الإمكانات الجغرافية المتاحة لقيام الطاقة المتجددة في العراق

المطلب الأول: الإمكانات الشمسية والريحية

يمتلك العراق إمكانات شمسية وريحية كبيرة تؤهله ليكون رائداً في مجال الطاقة المتجددة، إذ تتمثل الجغرافيا الطبيعية للعراق بتنوع تضاريسها ومناخها, فهي بيئة خصبة لإنتاج مصادر متعددة من الطاقة المتجددة، ولعل أبرز هذه الإمكانات:

أولاً: إمكانات الاستثمار في الطاقة الشمسية

1. الإشعاع الشمسي

يُعرف الإشعاع الشمسي بأنه المحرك الأساس للعمليات الفيزيائية التي تجري في الغلاف الجوي للأرض، مثل تكون السحب وهطول الأمطار وحدوث البرق والرعد, وينبعث هذا الإشعاع من الشمس على هيئة موجات كهرومغناطيسية متفاوتة المدى، إذ تنتقل بسرعة تقارب 300 ألف كيلومتر في الثانية، حاملة طاقة هائلة تصل إلى سطح الأرض, ويعد الإشعاع الشمسي التعبير الكمي للطاقة المنبعثة من الشمس نحو كوكب الأرض، فيتكون من طيف واسع من الأشعة الضوئية بمختلف أطوالها الموجية، بما في ذلك الأشعة المرئية وتحت الحمراء وفوق البنفسجية[30، ص 55]

ومن ثم يتم استثمار هذا الإشعاع الشمسي في توليد الطاقة الكهربائية من خلال أستخدام الخلايا الشمسية, وتعرف الطاقة الشمسية بأنها الطاقة التي يتم الحصول عليها من خلال جزيئات الضوء الساقطة على الألواح الشمسية لتتنج طاقة كهربائية[38، ص 104], والطاقة الشمسية تعد إحدى أبرز مصادر الطاقة المتجددة التي يتمتع العراق بإمكانات هائلة منها، نظراً لموقعه الجغرافي المتميز الذي يتمتع بساعات طويلة من الإشعاع الشمسي العالي الكثافة, إذ يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي في العراق حوالي 5.5-6.0 كيلوواط ساعة/متر مربع يومياً، مما يجعله من بين الدول ذات الإمكانيات العالية لتوليد الطاقة الشمسية[39، ص 112].

لاسيما طول فترات السطوع الشمسي المتوفرة في النهار, إذ وصلت في مدينة بغداد 130 ساعة من الإشعاع الشمسي خلال شهر يناير في عام 2022, فضلاً عن كميات الإشعاع الشمسي في منطقة الهضبة الصحراوية في غرب العراق, التي تحصل عليها خلال ساعات النهار, مما يكفي لإنتاج الطاقة الكهربائية, إذ أشار المركز الألماني لبحوث الطاقة لهذهِ الإمكانات, التي تعد من أعلى مستويات الأشعاع الشمسي في العالم, وبهذا يتقدم العراق على الكثير من الدول في إمكانات حصاد الطاقة المتجددة من خلال أستغلال أشعة الشمس, ولكن هذا الجانب يعاني من الأهمال الحكومي وعدم الاهتمام من الجهات الرسمية بشكل جدي, ورغم المحاولات الفردية البسيطة, التي تكون عادةً غير قادرة على تحمل بناء مشاريع الطاقة المتجددة بسبب التكلفة العالية نسبياً[40، ص 231].

2. معدلات الإشعاع الشمسي في العراق

أن تموقع العراق جغرافياً في المنطقة الشمالية من مدار السرطان الذي تكون فيه الشمس عمودياً خلال فصل الصيف, مما جعله يتمتع بموقع مناسب جداً لأستثمار الطاقة الطاقة المتجددة, إذ يقع في النصف الشمالي من الكرة الأرضي شرقاً ويمتدد في المنطقة المحصورة بين دائرتي (29.5-37.22) عرضاً وخطي(48-38) طولاً, وبهذا تهب الجغرافيا موقعاً للعراق يجعله من الدول ذات معدلات الإشعاع الشمسي المرتفعة, إذ تسطع الشمس على معظم أراضيه لإكثر من 300 يوم في السنة[41، ص 461].

وبالرغم من التحديات السياسية والمناخية، فأن العراق يمتلك ثروة إشعاعية طبيعية متنامية تتعاظم عاماً بعد عام، وتؤهّله ليكون من بين الدول المرشحة لقيادة مشاريع الطاقة الشمسية على المستوى الإقليمي, إذ تبين الدراسات أن العراق يمتلك إمكانات قادرة على توليد ما يزيد عن 2000 تيراواط ساعة سنوياً من الطاقة الشمسية، مما يفوق الاحتياجات الوطنية الحالية بأضعاف, فالمناطق الجنوبية والوسطى، مثل البصرة والناصرية والمثنى، تتمتع بأعلى معدلات الإشعاع الشمسي، مما يجعلها مواقع مثالية لإنشاء محطات طاقة شمسية, على الصعيد التكنولوجي، وأشارت الأبحاث أن الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells) هي الأكثر شيوعاً في العراق نظراً لتكلفتها المنخفضة مقارنة بأنظمة الطاقة الشمسية المركزة, مثل مرايا الشمس وغيرها من تقنيات حصاد الطاقة الشمسية الأخرى[12، ص 45].

ومن خلال دراسة معدلات الإشعاع الشمسي الشهري المسجلة في الجدولين (5–6)] خلال أشهر ذروة الصيف (تموز) وفصل الشتاء البارد (كانون الثاني) للمدة (2013–2023)، يتضح أن هناك نمطاً مستقراً نسبياً للإشعاع الشمسي مع فروقات مكانية واضحة بين المحطات المناخية العراقية, ففي شهر تموز تسجل المحطات الجنوبية على رأسها الفاو والناصرية والخضر تفوقاً إشعاعياً واضحاً، إذ تتراوح القيم بين 27 و27.5 ميغاجول/م²/شهر، وهو ما يفسر استقرار الإشعاع وقوته ويضع هذه المناطق في طليعة الجغرافيا الاستثمارية لمشاريع الطاقة الشمسية الكبرى, أما المحطات الشمالية والوسطى مثل الموصل وكركوك وأبوغريب والحي، فتسجل معدلات أقل تتراوح بين 23 و25.5 ميغاجول/م²/شهر، مما يدل إلى إنتاجية أقل استقراراً قد تتأثر بالعواصف الغبارية أو الغيوم الصيفية المتقطعة، فيما تظهر الرطبة شمالاً أداءً إشعاعياً متميزاً نسبياً يقارب 27 ميغاجول/م²/شهر، ما يجعلها موقعاً محتمل الاستفادة للطاقة الشمسية المحدودة.

وفي كانون الثاني ورغم برودة الطقس، تواصل المحطات الجنوبية الاحتفاظ بتفوقها النسبي، إذ تبلغ معدلات الإشعاع في الفاو والناصرية والخضر بين 10.4 و10.8 ميغاجول/م²/شهر، مؤشراً على إمكانية استثمار الطاقة الشمسية حتى في الشتاء، بينما تسجل المحطات الشمالية والوسطى معدلات أقل تتراوح بين 9 و10.2 ميغاجول/م²/شهر، إلا أنها تظهر استقراراً نسبياً عبر السنوات العشر، وهذا ما يتيح إمكانية استثمار محدود للطاقة الشمسية مع مراعاة التأثيرات الجوية, ويبرز تفوق الرطبة مجدداً رغم موقعها الشمالي، إذ تصل معدلات الإشعاع فيها إلى حوالي 10.5 ميغاجول/م²/شهر، ما يجعلها مرشحة لمشاريع محدودة أو تجريبية للطاقة الشمسية في الشتاء.

ومن ثم، فأن هذه البيانات تكشف عن تمايز جغرافي واضح يضع الجنوب العراقي في مقدمة المناطق لاسيما البادية الغربية على أمتدادها من الرطبة والنجف والمثنى والبصرة فهي قابلة للاستثمار الشمسي على مدار العام، فيما يمكن أن

تسهم المناطق الوسطى والشمالية في دعم مشاريع ثانوية أو تكاملية للطاقة الشمسية، مع الأخذ بعين الاعتبار التأثيرات الموسمية والظروف الجوية المحلية.

جدول(5) معدلات الإشعاع الشمسي (Mj/m²/شهر) لبعض المحطات المناخية في العراق خلال شهر تموز خلال المدة(2013-2023)

المحطة	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
الموصل	25	25.1	24.9	25	25.1	24.9	25	25	25.1	25	25
كركوك	25.5	25.6	25.4	25.5	25.6	25.4	25.5	25.5	25.6	25.5	25.5
أبوغريب	23	23.1	22.9	23	23.1	22.9	23	23	23.1	23	23
الحي	24	24.1	23.9	24	24.1	23.9	24	24	24.1	24	24
الرطبة	27	27.1	26.9	27	27.1	26.9	27	27	27.1	27	27
الخضر	26.5	26.6	26.4	26.5	26.6	26.4	26.5	26.5	26.6	26.5	26.5
الناصرية	27	27.1	26.9	27	27.1	26.9	27	27	27.1	27	27
الفاو	27.5	27.6	27.4	27.5	27.6	27.4	27.5	27.5	27.6	27.5	27.5

[29 ، 30:ص 41 ، 30:ص45]

جدول(6) معدلات الإشعاع الشمسي (Mj/m²/شهر) لبعض المحطات المناخية في العراق خلال شهر كانون الثاني خلال المدة(2013-2023) 5.

المحطة	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
الموصل	9	9.1	8.9	9	9.1	8.9	9	9	9.1	9	9
كركوك	9.5	9.6	9.4	9.5	9.6	9.4	9.5	9.5	9.6	9.5	9.5
أبوغريب	10	10.1	9.9	10	10.1	9.9	10	10	10.1	10	10
الحي	10.2	10.3	10.1	10.2	10.3	10.1	10.2	10.2	10.3	10.2	10.2
الرطبة	10.5	10.6	10.4	10.5	10.6	10.4	10.5	10.5	10.6	10.5	10.5
الخضر	10.4	10.5	10.3	10.4	10.5	10.3	10.4	10.4	10.5	10.4	10.4
الناصرية	10.6	10.7	10.5	10.6	10.7	10.5	10.6	10.6	10.7	10.6	10.6
الفاو	10.8	10.9	10.7	10.8	10.9	10.7	10.8	10.8	10.9	10.8	10.8

[31 ، ص43].

ومن خلال البيانات المتحصل عليها يمكن معرفة مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة لكل محطة وذلك عن تطبيق المعادلة الرياضية الآتية [45، ص 133]:

$$E=H\times A\times \eta$$

حيث:

E: هي الطاقة الكهربائية المنتجة شهرياً(بوحدةkwh)

H : هي معدل الإشعاع الشمسي الشهري (بوحدة kWh/m²)

A : مساحة الألواح الشمسية الكلية (m²)

η: ثابت الكفاءة الكلية للنظام مثلاً(0.15 أو 15%)

جدول(7) الطاقة الكهربائية الممكن إنتاجها من الإشعاع الشمسي للشهرين خلال عام 2023

المحطة	الطاقة الكهربائية (kWh/شهر كانون الثاني)	الطاقة الكهربائية (kWh/شهر تموز)
الموصل	37.5	104.17
كركوك	39.59	106.26
أبوغريب	41.67	95.84
الحي	42.5	100.01
الرطبة	43.75	112.51
الخضر	43.34	110.43
الناصرية	44.17	112.51
الفاو	45	114.59

الجدولين (5-624) .

ومن خلال تطبيق المعادلة الرياضية لتطبيق ما مدى قدرة الطاقة الشمسية على توليد الطاقة الكهربائية في العراق لعام 2023 اعتماداً على معدلات الإشعاع الشمسي ومساحة الألواح وكفاءة النظام، يتضح أن الفارق الجغرافي بين المحطات العراقية ينعكس مباشرة على إمكانات الإنتاج الطاقوي ففي شهر تموز وهو شهر الذروة الحرارية، تتصدر المحطات الجنوبية القائمة، إذ يسجل محطة الفاو 114.59 kWh، تليها محطتي الناصرية والرطبة 112.51 kWh، والخضر 110.43 kWh، وهذا يشير إلى ثباتاً واستقراراً للإشعاع الشمسي وقدرة هذه المناطق على دعم مشاريع شمسية متكاملة على مدار الصيف, وبالمقابل تسجل المحطات الشمالية والوسطى مثل الموصل وكركوك وأبوغريب والحي معدلات أقل، تتراوح بين 95.84 و106.26 kWh مما يشير إلى إنتاجية أقل استقراراً، ربما تتأثر بالعوامل الجوية الموسمية كالغيوم الصيفية المتقطعة أو العواصف الغبارية العابرة.

وفي شهر كانون الثاني ورغم انخفاض الإشعاع الشتوي تظل التفوقية الجنوبية واضحة، إذ تبلغ الطاقة المنتجة في الفاو 45.0 kWh وفي الناصرية 44.17 kWh والخضر 43.34 kWh بينما تسجل المحطات الشمالية والوسطى إنتاجية تتراوح بين 37.5 و42.5 kWh, وهذه النتائج تؤكد إمكانية استثمار الطاقة الشمسية في جميع فصول السنة، وإن كانت الفعالية القصوى تتركز في الجنوب، فيما يمكن للمناطق الوسطى والشمالية استغلال الطاقة الشمسية بشكل تكميلي أو محدود مع مراعاة التأثيرات الموسمية والظروف الجوية المحلية.

وخلاصة القول، يمكن للعراق أن ينتج الطاقة الكهربائية بالاعتماد على الإشعاع الشمسي بشكل فعال ومجدي ويحقق طفرات قياسية لعلها تتجاوز ما ينتج من الطاقة التقليدية لو تم استخدام خلايا حصد الطاقة الشمسية المصنوعة من مادة السيليكون، إذ تقوم هذه الخلايا عبر تفاعل كيميائي خاص بتحويل الطاقة الحرارية المستلمة من أشعة الشمس إلى تيار كهربائي بصورة مباشرة، من غير الحاجة إلى وسائط مادية أخرى [45، ص 116]

3. المناطق المثلى للاستثمار

وانطلاقاً من المعطيات السابقة ومؤشرات الإشعاع الشمسي يتضح أن العراق يمتلك وفرة استثنائية في الطاقة الشمسية، تجعلها من بين أكثر المناطق المؤهلة للاستثمار في هذا القطاع, وعليه فأن المناطق الجنوبية والغربية من العراق هي الأكثر ملائمة، لاسيما محافظات مثل المثنى والنجف وكربلاء والأنبار والبصرة، فهي تعد الأمثل للاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية, ويعود ذلك إلى ارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي التي تتجاوز في بعض المواقع (2000) كيلوواط/ساعة للمتر المربع سنوياً، فضلاً عن طول ساعات السطوع التي قد تصل إلى أكثر من (3000) ساعة في السنة، مقارنةً بالمعدلات العالمية, فضلاً عن قلة الغطاء السحابي وانخفاض معدلات الهطول المطري في هذه المناطق، إلى جانب توافر مساحات واسعة من الأراضي المستوية غير المستغلة مما يوفر بيئة مثالية لإقامة محطات توليد الطاقة الشمسية على نطاق واسع، ويجعل هذه المحافظات نواة استراتيجية لتحقيق الأمن الطاقوي في العراق.

ثانياً: إمكانات استثمار طاقة الرياح في العراق

1- الرياح

وهي حركة الهواء بالنسبة إلى سطح الأرض وتنشأ نتيجة أختلاف الضغط الجوي بين منطقتين, إذ يتحرك الهواء من المنطقة ذات الضغط المرتفع بأتجاه المنطقة ذات الضغط المنخفض وتعد الرياح نتيجة ثانوية للإشعاع الشمسي إذ له دور أساسي في تنظيم درجات الحرارة وتختلف سرعاتها من مكان لأخرى تبعاً للفجوة بين الضغط الجوي مناطق حركته [20، ص 133].

ويتعرض العراق للعديد من الرياح من مختلف الجهات, بفعل عوامل تؤدي لهوبها مثل المنضومات الضغطية ومساحته الواسعة نسيباً والتباين في تضاريسه, لكن شدة الرياح تختلف حسب أفصل السنة, ففي فصل الشتاء تهب على العراق رياح من جهات مختلفة, وخلال الفصول الإنتقالية تهب رياح ذات سرعات كبيرة, فضلاً عن فصل الصيف الذي يشهد هبوب رياح قوية لاسيما خلال شهري آيار و حزيران [47، ص 241]

2- سرعة الرياح في العراق

أن المقصود بسرعة الرياح هي المسافة المقطوعة من جزيئات الهواء خلال حركتها بوحدة زمنية معينة, وتختلف سرعة الرياح مكانياً وزمانياً [20، ص 137], ويتبين من تحليل الجدول (8) الخاص بمعدلات سرعة الرياح الشهرية في خمس محطات عراقية للمدة الممتدة من عام 2017 حتى عام 2025، اتجاهاً تصاعدياً منتظماً في معظم المواقع المدروسة، مما يدل على تحسن نسبي في الظروف المناخية الملائمة لاستغلال طاقة الرياح في العراق، ولا سيما في المحافظات ذات الامتداد الصحراوي أو القريب من الشريط الغربي, إذ تصدرت محطة الرطبة أعلى القراءات على مدى السنوات المدروسة، بمعدل 4.2 م/ث في عام 2017 وارتفعت تدريجياً لتبلغ 3.7 م/ث في عام 2023، وهو ما يدل إلى استقرار نسبي في الظروف الريحية العالية، ومن ثم يجعل المنطقة مرشحة بقوة لإقامة مشاريع لتوليد الكهرباء من الرياح.

أما بالنسبة لمحطات أبو الخصيب والزبير والناصرية، فقد أظهرت نمواً متناسقاً في معدلات السرعة بمعدل يراوح بين 0.1 إلى 0.2 م/ث سنوياً, وهذا النمط التصاعدي مؤشراً إيجابياً يعزز جدوى إدماج هذه المناطق في خارطة الطاقة المتجددة، خصوصاً في ظل توجه الدولة نحو تنويع مصادر الطاقة.

كما يلحظ ارتفاع سرعات الرياح خلال فصل الصيف, وهذا يعزى لأرتفاع درجات الحرارة صيفاً ومن ثم تكون سبباً مباشراً في زيادة سرع الرياح, لذلك يلحظ تزايد سرعتها في فصل الصيف بالمقارنة مع فصل الشتاء, وهذا التوزيع الجغرافي والموسمي يؤكد وجود إمكانات كبيرة لاستغلال طاقة الرياحخاصة في الجنوب

والشمال المفتوح، وهو ما يتماشى مع أهداف العراق في تعزيز مصادر الطاقة المتجددة لتحقيق تنمية مستدامة, لذا فإن فهم هذا التفاوت ضروري لتحديد المواقع المثلى لمشاريع طاقة الرياح. : [4].

جدول(8) معدلات سرعة الرياح السنوية (متر/ثانية) بالمحطات العراقية(2017-2023) ا

السنة	أبو الخصيب	الرطبة	القاسم	الزبير	الناصرية	المعدل الوطني
2017	3.1	4.2	2.8	3.5	3.3	3.4
2018	3.3	4.4	3	3.6	3.5	3.6
2019	3	4.1	2.7	3.4	3.2	3.3
2020	3.2	4.3	2.9	3.6	3.4	3.6
2021	3.4	4.5	3.1	3.7	3.6	3.7
2022	3.5	4.6	3.2	3.8	3.7	3.8
2023	3.6	4.7	3.3	3.9	3.8	3.9

[28]

بالنظر إلى ما تقدم وما ورد من بيانات، تمثل طاقة الرياح إحدى الإمكانات الطاقوية المتاحة في العراق، مما يجعل الاستثمار فيها خياراً استراتيجياً لإنتاج الطاقة الكهربائية ويمكن تحقيق ذلك عبر إنشاء مزارع رياحية مجهزة بمراوح هوائية تتحرك بفعل سرعة الرياح التي تصل إلى 25 متراً/ثانية [48، ص 854]، مع مراعاة اختيار المواقع الملائمة واتجاه الرياح السائد وطبوغرافية المنطقة المستهدفة لاستغلال هذه الطاقة بأقصى كفاءة ممكنة.

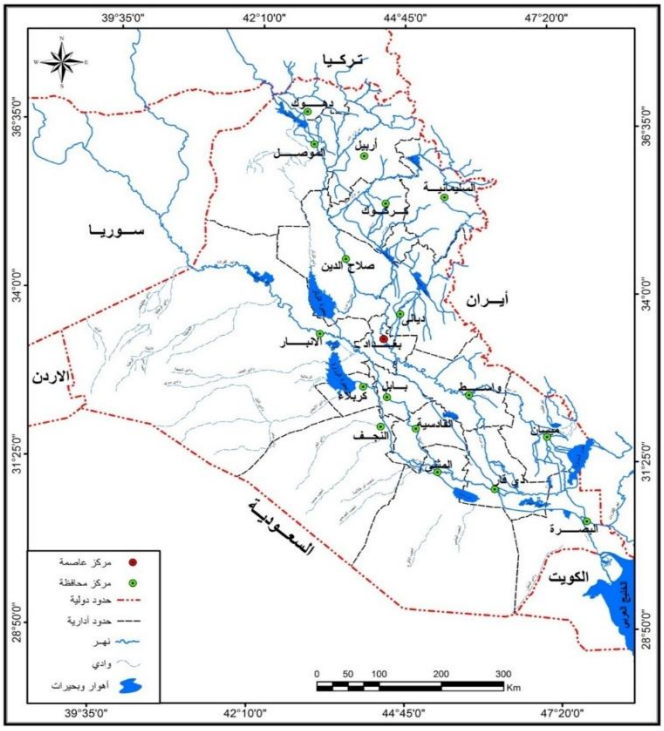
المطلب الثاني: الإمكانات المائية والحيوية في العراق

أولا: الموارد المائية

أن الموارد المائية ترتبط بعلاقة وثيقة مع المناخ وهي علاقة تبادلية تبعاً للمتغيرات المناخية بشكل مباشر وغير مباشر على كمية ونوعية وتوزيع الموارد المائية, إذ يعد المناخ أهم العناصر التي تربط بالموارد المائية وتتأثر به في أي منطقة في العالم, وهذا الارتباط ينعكس على الكثير من الأنشطة البشرية والإنتاجية, وتمكن أهمية الموارد المائية انها سر الحضارة البشرية, إذ قامت إولى الحضارت حول منابع المياه وضفاف الأنهار والمناطق الوفيرة بالمياه الجوفية, إلى جانب ذلك يمكن الاستفادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية من خلال نصب التوربينات على مخارج السدود والشلالات وحركة الأواج في البحار والمحيطات, فضلاً عن ذلك لايمكن الاستغناء عنها في إنتاج الكهرباء بالمصادر الأخرى, إذ يدخل الماء كمادة أساسية في محطات الطاقة الكهربائية البخارية والغازية والمفاعلات النووية, والعراق يتمتع بثروة مائية وفيرة لاسيما المياه السطحية, إذ يمتلك نهري دجلة والفرات واللذين يشكلان الشريان المائي الرئيس الذي يغذيه من الشمال إلى جنوبه تعادل وتقدر الإيرادات السنوية لمياه دجلة والفرات بنحو 75% من مجمل الموارد المائية في العراق ويأتي معظمها من خارج الحدود من تركيا وسوريا وإيران, مع مخزون مائي من المياه الجوفية يقدر بنحو 20 مليار متر مربع, وبهذا توفر للعراق أمكانات للطاقة الكهرومائية من خلال إقامة السدود على الأنهار والروافد المائية لدية مما يسهم في رفد الطاقة الكهربائية بمشاريع الطاقة المتجددة [20، ص 147], يلحظ الخريطة(3) لتوزيع الموارد المائية في العراق.

ولقيام طاقة كهرومائية لابد توفر أنحدار مع وفرة المياه السطحية, ويمثل حوض النهرين مع روافدهما العمود الفقري لها في العراق, إذ تبلغ مساحتهما الإجمالية نحو780,000 كم²، تقع منها 359,000 كم² داخل العراق بنسبة 46%، فيما تتوزع النسبة المتبقية بين تركيا 20.5% وإيران 19% وسوريا 9% والسعودية 5.5% [19، ص 77].

خريطة (3) توزيع الموارد المائية في العراق



المصدر: [1، ص 46]

وعلى نحو متصل ينبع نهر دجلة من المرتفعات الجنوبية الشرقية لتركيا، ويعد نهر دجلة صو أهم روافده ويدخل دجلة الأراضي العراقية قرب فيشخابور، بعد مسار يبلغ نحو 300 كم، منها 50 كم تشكل حدوداً مشتركة بين تركيا وسوريا, وتستأثر تركيا بالتحكم في نحو 31.9% من مجرى النهر، مقابل 5% لسوريا[7 ، ص 77].

أما روافد نهر دجلة فهي تشكل شبكة هيدرولوجية رئيسة في العراق، وينبع معظمها من المرتفعات الإيرانية والتركية ويعد نهر ديالى أحد الروافد الرئيسة إذ يتشكل من التقاء رافدي سيروان من غرب لورستان الإيرانية ورافد تانجر من مرتفعات السليمانية ويخترق سلسلة برانات عند مضيق دربندخان وتم إنشاء سد وخزان دربندخان لتنظيم الحصص المائية، كما أُنشئ

سد ديالى ومرافق التحكم في الجداول المساندة قبل أن يصب النهر في دجلة جنوب بغداد.

بينما نهر الجباب ينبع من السفوح الغربية للمرتفعات الإيرانية، ويصل مياهه إلى دجلة عادةً خلال موسم الأمطار ويصب جنوب الكوت, أما نهر الزاب الكبير ينشأ من مرتفعات حيكاري وبايسكلي في تركيا ويدخل العراق عند قرية جال، بينما ينبع الزاب الصغير من مرتفعات لاهيجان ويخترق عدة مضائق قبل أن يصب جنوب الشرقاط, ونهر العظيم يتكون من ثلاثة روافد رئيسة هي أق صو وطاووق جاي وصو، ويتميز استمرار جريانه طوال العام نتيجة تغذيته بالمياه الجوفية، ويصب جنوب بلد بعد أن يغطي حوضه مساحة 1217 كم², ويمثل حوض الخابور امتداداً هيدرولوجياً من جنوب شرقي تركيا إلى شمال العراق ويلتقي بنهر دجلة شمال غرب فيشخابور, تمثل هذه الروافد معاً النظام الهيدرولوجي لنهر دجلة، وتشير خصائصها الجغرافية والهيدرولوجية إلى أهمية الإدارة المستدامة لهذه الموارد لضمان استقرار توافر المياه ودعم التخطيط الطاقوي، والحد من المخاطر البيئية المرتبطة بالتغيرات المناخية والهيدرولوجية[11، ص 113].

وفي ما يتعلق بنهر الفرات، ثاني أطول الأنهار العربية بعد النيل، فيمثل عنصراً حيوياً في المعادلة الاقتصادية والسياسية الإقليمية, إذ ينبع من الأقاليم الشرقية لتركيا بين خطي طول 37-43 شرقاً ودائرتي عرض 38.5-40 شمالاً، ويبلغ طوله الإجمالي عند التقاء رافديه في منطقة كرمة علي نحو 2,330 كم، منها 1,200 كم داخل الأراضي العراقية، بينما يمتد الباقي خارجها بنحو 455 كم في تركيا و675 كم في سوريا, أما المساحة الكلية لحوض الفرات من المنبع إلى المصب فتبلغ نحو 289,300 كم²، ما يبرز أهميته كرافد استراتيجي في منظومة الأمن المائي للعراق[21، ص 115].

وعطفاً على ما تقدم، يمكن القول إن الموارد المائية تمثل أحد المرتكزات الأساسية لإمكانات العراق في مجال استثمارها بالطاقة المتجددة، شريطة تمكن صانع القرار السياسي من ضمان الحصة المائية العراقية في نهري دجلة والفرات وروافدهما ومن ثم سيوفر فرصة حقيقية لتوسيع الاستثمار في إنتاج الطاقة الكهربائية عبر إنشاء المحطات الكهرومائية، بما يقوي منظومة الطاقة الوطنية ويخفف من حدة الاعتماد على المصادر التقليدية.

ثانياً: إمكانيات الطاقة الحيوية في العراق

لم يكن الوقود الحيوي وافداً جديداً على عالم الطاقة، بل عرف طريقه إلى الاستخدام منذ منتصف القرن التاسع عشر، حين استخدم في الإضاءة عام 1850, ومع مطلع القرن العشرين أدرج هنري فورد الأيثانول ممزوجاً بالبنزين ضمن أولى النماذج الافتراضية لسياراته عام 1908 في إشارة مبكرة إلى إمكانات هذا الوقود, غير أن بريق الوقود الحيوي خفت مع انخفاض أسعار النفط ليعود إلى الواجهة بقوة مع أزمة الطاقة في سبعينيات القرن الماضي، إذ شهدت السوق النفطية تحولات دراماتيكية رفعت أسعار الخام من 2.8 دولار للبرميل عام 1973 إلى 32 دولاراً في عام 1979.

ومع بداية الثمانينيات انعكس التباطؤ الاقتصادي في الدول الصناعية على الطلب العالمي على النفط، بالتزامن مع فائض في المعروض لتتراجع الأسعار إلى حدود 10 دولارات للبرميل بحلول عام 1986 وهذه الاسعار لم تدم طويلاً؛ فقد عادت الأسعار إلى الارتفاع الحاد في النصف الأول من عام 2008 لتلامس حاجز 140 دولاراً للبرميل، قبل أن تستقر عند 90 دولاراً في عام 2011, وقد دفعت هذه التقلبات الحادة الدول الصناعية إلى إعادة النظر في استراتيجياتها الطاقوية، فاتجهت نحو تطوير إنتاج الوقود الحيوي بوصفه خياراً استراتيجياً يهدف إلى تحسين أمنها الطاقوي وتنويع مصادرها, وتعد الولايات المتحدة البرازيلية أولى الدول التي أستثمرت في هذا المجال من خلال معالجة غاز المثيان الناجم عن التحلل في القمامة لتوليد الكهرباء[11، ص 3].

وبهذا الشأن يمتلك العراق تنوعاً غنياً من مصادر الطاقة الحيوية وهنالك العديد منها قابل للاستثمار المباشر في إنتاج الطاقة النظيفة, فالحطب وفحم الخشب والأخشاب والقصب تستخدم فعلياً وبصورة واسعة، سواء في المطاعم لتحضير الطعام أو في المنازل، لاسيما في المناطق الريفية التي ما تزال تعتمد على هذه الوسائل التقليدية البدائية في أستثمار هذهِ الطاقة, فضلاً عن ذلك تعد المخلفات العضوية للإنسان والحيوان والقمامة وأعادة تدويرها أو من خلال معالجتها بطرق وتقنيات حديثة ومن ثم تحلل وينتج غاز الميثان، فضلاً عن إمكان توظيفها في إنتاج الأسمدة العضوية فهي مصادر واعدة لإنتاج الطاقة الخضراء وعلى الرغم من استخدام بعض هذه المخلفات الحيوانية كأسمدة بشكل واسع في البيئات الريفية، فإن توظيفها كمصدر للطاقة الحرارية لا يزال محدوداً للغاية[19، ص 40].

وفي هذا السياق، أنجزت مجموعة من الدراسات العراقية التي تناولت إمكانية إنتاج الوقود الحيوي من الموارد المحلية، ولا سيما المخلفات الزراعية والغذائية, فقد أجرت باحثة عراقية في عام 2009 دراسة علمية تناولت جدوى إنتاج الغاز الحيوي من فضلات التمور من صنف (الزهدي) الشائع في العراق، من خلال تصنيع دبس التمر ومضاف إليه مغذيات خارجية لتحسين كفاءة عملية الهضم اللاهوائي الحراري, وأظهرت نتائج البحث أن الغاز الناتج احتوى على نسبة عالية من غاز الميثان بلغت نحو 67% وبمعدل إنتاج قدره 0.57 لتر من الغاز لكل غرام من المواد الصلبة الطيارة في الخليط الغذائي.

وفي إطار مماثل، توصل باحثان عراقيان في قسم الهندسة الميكانيكية بجامعة بابل عام 2011 إلى إمكانية إنتاج وقود حيوي سائل (الإيثانول) من التمور العراقية التالفة من صنف (الزهدي)، نظراً لانخفاض أسعارها ووفرتها وارتفاع محتواها السكري وقد تم تطوير تقنية تعتمد على سلسلة من المراحل تشمل التخمير والتقطير والتنقية، ومن ثم جرى تنفيذها تحت ظروف الضغط الجوي

وأسفرت عن إنتاجية عالية بلغت نحو 300 لتر من الإيثانول لكل طن واحد من التمور التالفة. هذا الرقم يعد مؤشراً مهماً بالمقارنة مع المحاصيل الأخرى؛ إذ تحتوي التمور على نسبة سكر تزيد عن 70%، مقابل 11% في قصب السكر، الأمر الذي يمنحها ميزة تنافسية في إنتاج الإيثانول الحيوي[42 ، ص 13].

فضلاً عن ذلك, بينت نتائج هذه الدراسات أن تكلفة إنتاج لتر واحد من الإيثانول الحيوي من التمور بلغت نحو 1020 ديناراً عراقياً -ما يعادل 0.85 دولاراً أمريكياً- وهي تكلفة قابلة للتخفيض في حال الانتقال إلى الإنتاج التجاري، فضلاً عن كونها قريبة من تكلفة الإنتاج العالمي للإيثانول من المصادر التقليدية كقصب السكر أو البنجر السكري ويمكن أن يستخدم الإيثانول الحيوي المنتج من التمور كمركب عضوي ذي خصائص طاقوية، إذ يسهم استبدال 50% من البنزين به في خفض انبعاثات أول أوكسيد الكربون في الجو بنسبة تصل إلى نحو 30%.

وعلى صعيد آخر، تناولت دراسات عراقية أخرى إمكانية إنتاج الإيثانول الحيوي من مخلفات البطاطا التالفة، عبر استخدام خميرة الخبز (Saccharomyces cerevisiae), وقد تضمنت العملية تحضير مسحوق البطاطا وطبخه وتجفيفه عند درجة حرارة 75 مئوية لمدة ساعتين، ثم تخميره عند درجة حرارة 35 مئوية لمدة 48 ساعة، ما أسفر عن إنتاج الإيثانول بتركيز بلغ 33 غم/لتر، وهو ما يؤكد جدوى هذه المخلفات كمورد إضافي للطاقة المتجددة[42، ص 13].

وخلاصة ما تقدم يتضح, استثمار المخلفات الزراعية والغذائية خياراً استراتيجياً في مسار تحقيق الأمن الطاقوي في العراق، عبر توظيف الإمكانات المحلية من النباتات والمحاصيل الزراعية لإنتاج الطاقة المتجددة, إذ يتيح هذا التوجه تنويع مزيج الطاقة وتقليل الاعتماد الأحادي على النفط والغاز، فضلاً عن مساهمته في الحد من الانبعاثات الملوثة ومعالجة التحديات البيئية من خلال تقنيات التحويل الحيوي التي تعتمد على نشاط البكتيريا المحللة من خلال التحويل الحراري والكهربائي, وإن تبني هذا المسار يوطد من مرتكزات التنمية المستدامة ويدعم قدرة الدولة على مواجهة متغيرات الطلب الطاقوي في المستقبل.

الاستنتاجات والمقترحات

أولاً: الاستنتاجات

1. يتبيّن أن العراق يمتلك قاعدة جغرافية ومناخية غنية تؤهله ليكون من الدول الرائدة في مجال الطاقة المتجددة، إذ يتميز بمعدلات إشعاع شمسي مرتفعة تتجاوز 5 كيلوواط/م² يومياً في أغلب مناطقه، إلى جانب مساحات شاسعة ملائمة لتركيب الألواح الشمسية ومزارع الرياح.

2. تظل مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني محدودة لا تتجاوز ١% من إجمالي الإنتاج الكهربائي، نتيجة ضعف البنية التحتية، وغياب السياسات التحفيزية، وتأخر الإطار التشريعي المنظم للاستثمار في هذا القطاع.

3. تعاني المشاريع الكهرومائية من تذبذب الإمدادات المائية بسبب التغيرات المناخية والتحكم الخارجي بمصادر المياه، مما يقلل من استقرار إنتاجها الطاقوي.

4. يظهر قصور واضح في التكامل بين مؤسسات الدولة في التخطيط الطاقوي، إذ يغلب الطابع القطاعي المنعزل على السياسات، ما يحدّ من الكفاءة في استثمار الموارد المتجددة.

5. تشير البيانات إلى أن الطاقة الشمسية تمتلك أعلى جدوى اقتصادية وجغرافية مقارنة ببقية المصادر، خاصة في المحافظات الجنوبية والوسطى ذات السطوع العالي وقلة العواصف الرملية النسبية.

ثانياً: المقترحات

1. إعداد استراتيجية وطنية شاملة للطاقة المتجددة تتكامل مع خطط الأمن الطاقوي، تتضمن أهدافاً كمية وجدولاً زمنياً لتوسيع مساهمة المصادر النظيفة في مزيج الطاقة.

2. تطوير الأطر القانونية والمؤسسية الداعمة للاستثمار المحلي والأجنبي، عبر سنّ تشريعات لتسعير الكهرباء المنتجة من المصادر المتجددة بنظام (Feed-in Tariff) وتسهيل الربط بالشبكة الوطنية.

3. إنشاء مراكز بحثية متخصصة بالتقنيات الشمسية والريحية والمائية، ترتبط بالجامعات ومؤسسات الطاقة، لتوطين المعرفة التقنية وبناء القدرات الوطنية.

4. تعزيز التعاون الإقليمي في مجالات تبادل الخبرات وتمويل المشاريع الطاقوية المشتركة، خصوصاً في مجالات الربط الكهربائي والتقنيات النظيفة.

5. إدماج معايير الاستدامة البيئية في مشاريع الطاقة كافة، لضمان التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على الموارد الطبيعية.

6. إطلاق برامج توعية وطنية لترسيخ ثقافة الطاقة المتجددة لدى المواطنين، وتشجيع مبادرات الاستخدام المنزلي والتجاري للطاقة الشمسية.

المصادر

أولاً: المصادر باللغة العربية

[1] الظالمي، حميدة عبد الحسين محمد. تحليل جغرافي سياسي لعلاقات العراق مع دول الجوار العربي، أطروحة دكتوراه، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، 2016.

[2] العامري، إسراء حسين عليوي. دور الطاقة الشمسية في تشغيل أساليب ري الأراضي الزراعية في محافظة كربلاء، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة كربلاء، 2024.

[3] الدزيي، سالار علي. مناخ العراق القديم والمعاصر، الطبعة الأولى، بغداد، 2013.

[4] السامرائي، زياد فاضل. معطيات الطاقة المتجددة وآفاق تطورها في العراق، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد (31)، العدد (4)، 2024.

[5] الصائغ، رافد عبد النبي. الملائمة المناخية لاستغلال الإشعاع الشمسي والرياح لتوليد الكهرباء في محافظة المثنى، مجلة آوروك للعلوم الإنسانية، عدد خاص بالمؤتمر الجغرافي الثالث، 2023.

[6] الصالح، محمد أحمد. الطاقة المتجددة وسياسات الطاقة الكهربائية في العراق، مركز البيان للدراسات والتخطيط.

[7] الدعمي، هدى زوير مخلف. الطاقة المتجددة ودورها في البصمة البيئية تجارب دول مختارة مع إمكانية الإفادة منها في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة كربلاء، 2023.

[8] الفتلاوي، يافا عبد الحر. أثر التنمية المستدامة في العراق، مجلة جامعة الكوفة، العدد (35)، الجزء الأول، 2022.

[9] الفحل، خضر جاسم والبرواري، أنمار أمين. الواقع والفرص المتاحة للطاقة المتجددة في العراق، مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية، العدد الخاص بالمؤتمر، 2021.

[10] المحمدي، نظير صبار والدليمي، هيثم دبيس. التقييم الجغرافي للمحطات الكهرومائية العاملة في العراق (دوكان، سامراء، حمرين) أنموذجاً للمدة (2000-2017)، مجلة كلية المعارف الجامعة، المجلد (30)، العدد (1)، 2020.

[11] الموسوي، حسين عبد الله. تحليل اقتصادي لمصادر الطاقة المتجددة في العراق، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، جامعة بغداد، العدد (102)، 2023.

[12] الخزاعي، مها رضا محمود. الحرب الهجينة وتطبيقاتها الجيوبولينكية في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة المثنى، 2022.

[13] الجياشي، يحيى عبد الحسن وزميله. دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في العراق، مجلة آوروك، جامعة المثنى، عدد خاص، المؤتمر الجغرافي الثالث، 2023.

[14] بن سمينة، عزيزة وطيني، مريم. الطاقة المتجددة بديل استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، مجلة الحقوق والعلوم الاجتماعية، المجلد (31)، العدد.(2)

[15] جمال، معروف فلاح وزملاؤه. جغرافية العراق الطبيعية والسكانية والاقتصادية، الطبعة الأولى، دار دجلة للنشر والتوزيع، عمان، 2016.

[16] حاجم، بشرى عاشور. إنتاج الوقود الحيوي (الإيثانول) ومستقبل الطاقة البديلة المستدامة (تجارب دولية مع إشارة للعراق)، مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد (14)، العدد (43)، 2022.

[17] حسين، محمد علي. إمكانيات الطاقة الشمسية في العراق: دراسة تحليلية، مجلة العلوم الهندسية، المجلد (15)، العدد (2)، 2021.

[18] صالح، هلو محمد وسعيد، حاتم غائب. الطاقة المتجددة بين تحديات الاستثمار ومقومات النهوض بالتنمية المستدامة، مجلة دراسات البصرة، ملحق العدد (48)، 2023.

[19] عبد العزيز، محمد فوزي. الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة، دار الفكر العربي، القاهرة، 2020.

[20] عبد الكاظم، علي. دور مزادات الطاقة المتجددة في تعزيز واقع الكهرباء في العراق (البرازيل أنموذجاً)، مركز البيان للدراسات والتخطيط، 2021.

[21] علي، محمد حازم وهاشم، كيان صبار. دور المقومات الطبيعية المتاحة في العراق لإنتاج الطاقة المتجددة وإسهامها في حفظ البيئة، مجلة ديالى للبحوث الإنسانية، المجلد (1)، العدد (98)، 2023.

[22] كافي، طالم علي فريدة. الطاقة المتجددة السبيل لتجسيد أبعاد الاستدامة وتحقيق مستقبل طاقوي مستدام، مجلة البحوث العلمية في التشريعات البيئية، المجلد (6)، العدد (1)، 2019.

[23] محمود، أحمد شاكر وآخرون. دراسة مالية لمشروع منظومة طاقة كهروشمسية بقدرة (H/2KW) للاستخدام المنزلي، مجلة الريادة للمال والأعمال، المجلد (4)، العدد.(1)

[24] نجيب، موفق محمد. جيوبولتيك أثر إنتاج الدول الصناعية الكبرى للطاقة المتجددة في مستقبل إنتاج النفط لدول أوبك، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2024.

[25] هادي، علي محمود والياسري، أحمد جاسم. الطاقة المتجددة في العراق الواقع والتحديات للمدة 2015-2018، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد (20)، العدد (2)، 2024.

[26] ياسين، بشرى رمضان. مصادر الطاقة المتجددة وتطبيقاتها التنموية في العراق، المؤتمر الخاص بقسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، 2023.

[27] الزركاني، زينب جبار فرج. واقع إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق وإمكانات استثمار الطاقة المتجددة، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة القادسية، 2022.

ثالثاً: التقارير والمنظمات والمواقع الإلكترونية

[28] جمهورية العراق, وزارة الزراعة, شبكة الأرصاد الجوية الزراعية العراقية, https://agromet.gov.iq/

[29] جمهورية العراق, وزارة الزراعة, شبكة الأرصاد الجوية الزراعية العراقية, https://agromet.gov.iq/

[30] جمهورية العراق, وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية 2023 ، بغداد، الباب الأول، الإحوال الطبيعية,ص41.

[31] جمهورية العراق, وزارة الكهرباء العراقية، تقرير الطاقة المتجددة في العراق، دائرة التخطيط والدراسات، بغداد, 2020، ص 45.

[32]

[33] الوكالة الدولية للطاقة المتجددةIRENA): https://www.irena.org)

[34] وكالة الطاقة الدوليةIEA): https://www.iea.org)

[35] منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، آفاق وتحديات الطاقة المتجددة، 2023.

[36] وزارة الكهرباء العراقية، دائرة التخطيط والدراسات، التقارير الإحصائية السنوية للأعوام(2013 ، 2014، 2015، 2017، 2019، 2021، 2023).

[37] وزارة التخطيط العراقية، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية 2023، بغداد.

[38] وزارة الزراعة العراقية، شبكة الأرصاد الجوية الزراعية: https://agromet.gov.iq/

[39] وكالة الأنباء العراقية (واع)، الكهرباء: إطلاق أكبر مشروع للطاقة الكهربائية في العراق، https://ina.iq/2025/2023 :

[40] موقع طاقة، العراق يوقع اتفاقاً مع شركة توتال الفرنسية، وأول مشاريع طاقة الرياح/https://attaqa.net :

[41] استبيانيان، هاري. الطاقة الشمسية في العراق من البداية حتى النهاية، مركز البيان للدراسات والتخطيط، 2018.

ثالثاً: المصادر الأنكليزية

[42] Alsalihy, Anas Yahya. Renewable energy resources applications and potential for development in Iraq, Route Educational & Social Science Journal, no 13, 2018.

[43] Cherp, A., & Jewell, J. The concept of energy security Beyond the four As. Energy Policy, 2014.

[44] Marion, William and Wilcox, Stephen. Solar Radiation Data Manual for Buildings.

Spellman, Frank R. The Science Renewable Energy, Second Edition, New York.2018.