ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

(The title of the research is the identical Geographical site in producing the sun energy in Iraq and range of its efficiency to cover the need of the)

Sabah Hassan Sultan Alobady

University of Kirkuk/College of Arts/Department of Applied Geography.

* *Corresponding author: E-mail* :
07701274374
ustath.sabah@gmail.com

***Keywords*:**
solar energy
Renewable energy
electricity
Solar brightness

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 19 Nov 2023
Received in revised form 25 Dec 2023
Accepted 4 Feb 2024
Final Proofreading 15 Apr 2024
Available online 15 Apr 2024
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

The renewal energical study is considered one of the most important weather study specially it occupied the first level of importance in comparison with other energies it deals with the subject from geographical point of view ,and support the geographical studies in this subject .The study had submitted numerical analysis for specifications of Environmental distribution for actual sun lights and the quantity of power for the looking of the identical geographical place in producing sun energy and it is a comparison study aims to find solutions for the problem of lack of the electrical power in Iraq via the solar cells and the required area for that. The study had adoptted the analytical discriptive curriculum which is stand on describe the special data and analyze it and make maps and shapes for that to limit the geographical place to establish solar cells sites. The study has resulted that Iraq lies in the solar place and is the better place to do that is south-west the country within rutba ,nukhaib and salman stations ,the study ended the most important results and recommended which can be benefited from it in the future.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.31.4.2024.08

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

الموقع الجغرافي الامثل لإنتاج الطاقة الشمسية في العراق ومدى كفايته في تغطية حاجته من الطاقة الكهربائية

صباح حسن سلطان خليل العبيدي/جامعة كركوك/ كلية الآداب

الخلاصة:

تعد دراسة الطاقة المتجددة احدى الدراسات المناخية المهمة سيما وانها تحتل المرتبة الاولى من

حيث الاهمية اذا ما قورنت بأنواع الطاقات الاخرى, اذ انها تأخذ الموضوع من منظور جغرافي وتدعم الدراسات الجغرافية في هذا الموضوع. لقد قدمت الدراسة تحليلاً كمياً لخصائص التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي الفعلي وكمية الطاقة الكهربائية المتوقعة منه, يهدف البحث عن المكان الجغرافي الامثل في انتاج الطاقة الشمسية وهي دراسة مقارنه تهدف ايجاد معالجات لمشكلة نقص الطاقة الكهربائية في العراق عن طريق اظهار امكانية توليد الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي وما يمكن توليده بوسطتها عن طريق الخلايا الشمسية والمساحة الازمة لذلك.

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي الذي يقوم على وصف البيانات الخاصة بالدراسة وتحليلها, واستخدام المنهج الكمي والاسلوب الرياضي والكارتوكرافي باستخدام برنامج (Arc(GIS وبرنامج الاكسل في تحليل تلك البيانات للمحطات المناخية المدروسة, وعمل خرائط واشكال بيانيه لذلك تمهيداً لتحديد المكان الجغرافي الامثل للإنشاء مزارع الخلايا الشمسية, وخلصت الدراسة الى ان العراق يقع ضمن مناطق الحزام الشمسي وافضل موقع لإنشاء الخلايا الشمسية هو جنوب غرب القطر ضمن محطات السلمان والنخيب والرطبة, وختمت الدراسة بأهم النتائج والتوصيات التي يمكن الاستفادة منها في المستقبل.

الكلمات المفتاحية:

(الطاقة الشمسية _الطاقات المتجددة _ الطاقة الكهربائية _ السطوع الشمسي _).

المقدمة:

تبقى قضية نقص الطاقة الكهربائية احدى اكبر التحديات التي تواجه العراق, وقد ادى نقص الطاقة الى زيادة الاحتياجات على مدى الفترات الماضية خصوصاً في فصل الصيف ولعموم محافظات العراق سيما الجنوبية منها وبالتحديد محافظة البصرة, وقد تعهدت جميع الحكومات التي توالت على حكم العراق على حل مشكلة نقص الطاقة في العراق لكنها فشلت في ذلك بسبب غياب السياسات الواضحة وسوء الادارة, وزاد اتساع الفجوة بين الطلب على الكهرباء وما توفره الحكومة من الطاقة الكهربائية فعلاً. الامر الذي ادى بنقص الطاقة ان يتحول الى ازمه مزمنة.

وفي العام 2012 قدرت الاستراتيجية الوطنية المتكاملة للطاقة(INES) تكلفة انقطاع التيار الكهربائي ب(40) مليار دولار امريكي, في حين يقدر بعظهم وصول الخسائر الى(55) مليار دولار امريكي سنوياً من الايرادات المحتملة بسبب نقص امداد الطاقة, ولم تلاحظ الحكومة على مدى الخمسة عشر عاماً الماضية توصيات الاستراتيجية الوطنية المتكاملة للطاقة واراء العديد من الخبراء والمؤسسات الدولية مثل

البنك الدولي(World Bank Group,2014) والتي تتحدث عن هذا القطاع الحيوي[i].(www.kurdistan24)

تتفاقم الأزمة مع نمو استهلاك الكهرباء في العراق سنويا بمعدل إجمالي بنسبة 6-7% منذ عام(2003), وتعزى الزيادة في استهلاك الكهرباء بشكل رئيس الى الزيادة في عدد السكان وارتفاع درجات الحرارة فوق 50 درجه مئوية في ايام الصيف الحارة. ولا يوجد تقدير دقيق لذروة الطلب في جميع أنحاء البلاد، لكن الكثيرين يعتقدون أنها تراوحت ما بين 25000 ميغاواط الى30000 ميغاواط في صيف عام2018, في حين ان القدرة المركزية قدرت بـ(15000)ميغاواط, بينما يتراوح اجمالي الطلب على الكهرباء عام2030 مابين50000ميغاواط الى60000ميغاواط, مع زيادة نموا معدل استهلاك الكهرباء في السنوات الخمس المقبلة في حال انتقال العراق الى اقتصاد غير معتمد على النفط[ii]. Al-Khatteeb, L., & (Istepanian, H.2015)

ماتزال مشاركة الطاقة المتجددة في توليد الطاقة غير فعاله, ولم تتخذ خطوات واضحه للاستفادة من الموارد المتجددة, إذ يمتلك العراق امكانات هائلة من الطاقة الشمسية على مدار العام, لوقوع العراق ضمن منطقة الحزام الشمسي العالمي. ويمكن انتاج الطاقة الشمسية على نطاق واسع في ثلثي مساحة العراق, ففي المناطق الغربية والجنوبية الغربية تتراوح مدة الاشعاع مابين2800 الى3000 ساعه في السنة مع اكثر من6.5-7 كيلو واط/ساعه/م^2/يوم شكل(2) وهذا ما يجعلهما منطقتين ملائمتين للاستثمار في بناء محطات الطاقة الشمسية.

مشكلة الدراسة:

عدم كفاية الطاقة الكهربائية بتلبية احتياجات العراق وهناك وعجز واضح في ذلك وهل بالإمكان انتاج الطاقة الكهربائية المتجددة الكافية في ظل امتلاك العراق لهذه الموارد الطبيعية المهمة.

فرضية الدراسة:

ان لمشاركة الطاقة الشمسية في توليد الطاقة المتجددة تعتبر فعاله, لاسيما ان العراق يمتلك امكانات هائلة منها على مدار العام, لوقوعه ضمن منطقة الحزام الشمسي العالمي وتحديدا مناطق الصحراء الغربية والجنوبية الغربية اذ انه من المحتمل ان تكون مكانا مثالياً للاستثمار في الطاقة الشمسية, والتي يمكن ان تكون حلاً لنقص الطاقة الكهربائية على المدى البعيد.

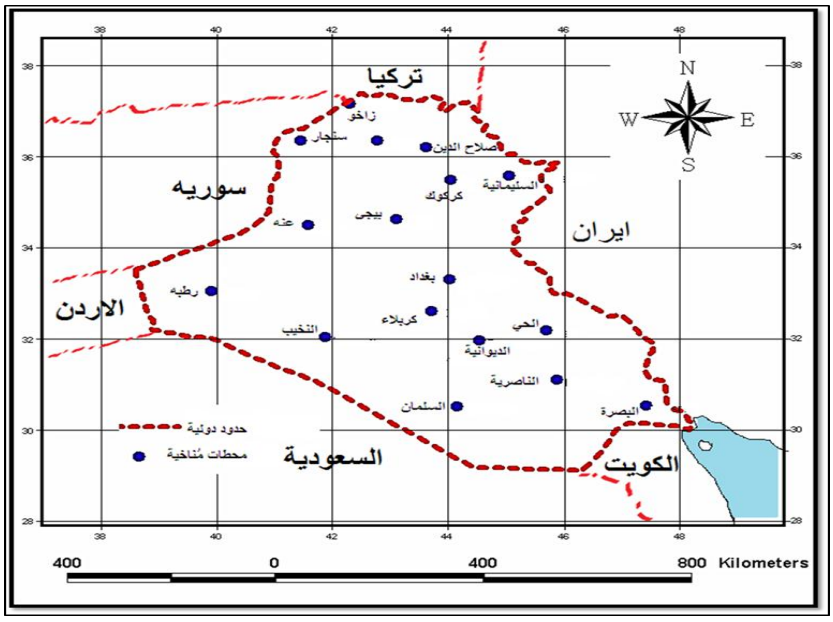
هدف الدراسة:

تحديد المناطق الجغرافية المثالية في انتاج الطاقة الشمسية, وبيان مدى كفايتها في تغطية حاجة العراق من الطاقة المتجددة, وما هي الرقعة الجغرافية الواجب تغطيتها في الالواح الشمسية لضمان توفير طاقة كافيه لسد حاجة العراق من الطاقة الكهربائية.

تحديد منطقة الدراسة:

شملت الدراسة الرقعة الجغرافية للعراق من اجل اجراء دراسة مقارنه بين مناطقه المختلفة الشمالية والوسطى والجنوبية والشرقية والغربية, من خلال اختيار محطات مناخيه تمثل عينات مختاره مثاليه لتغطية جميع مناطق القطر

خريطه(1) موقع محطات منطقة الدراسة.



المصدر: عمل الباحث,اعتمادا على برنامج(Arc(GIS.

مسوغات الدراسة:

يكتسب توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة المتجددة شعبية في منطقة الشرق الأوسط ويتطور بوتيرة سريعة، ومع ذلك، ما يزال العراق خلف نظرائه الإقليميين في اتخاذ مبادرات لاستخدام الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء, ويمكن استخدام الطاقة الشمسية على نطاق واسع في ثلثي مساحة العراق, لوضع حلول جذريه

لمشكلة تقص الطاقة الكهربائية التي عانى منها العراق لسنوات طويله سيما وانه يخضع للتطرف المناخي بسبب موقعه القاري وبعده عن تأثير البحار الأمر الذي يتطلب استخدام هائل للطاقة الكهربائية للتبريد صيفاً وللتدفئة شتاءً ناهيك عن الاستخدامات الصناعية والزراعية والنقل, ولازال متوسط استهلاك الفرد العراقي من الطاقة الكهربائية منخفض قياساً بدول الجوار.

الدراسات السابقة:

اهتم عدد من الباحثين بدراسة الطاقة على المستوى العربي والعالمي إلا أنَّ الدراسات العراقية بهذا الموضوع قليلة وليست كثيرة وإنَّ وجدت بعض الأبحاث والدراسات فإنَّ معظمها في الفروع العلمية غير الجغرافية , ومن خلال البحث المكتبي أمكن التوصل إلى العديد من تلك الدراسات والتي تناولت الطاقة بشكل عام والمتجددة بشكل خاص , مثل دراسة طاقة الرياح في مصر, والطاقة الشمسية في سوريا, فضلا عن وجود العديد من الدراسات التي تناولت عنصري الإشعاع الشمسي والرياح ضمن دراسات مُناخية شامله, أو ضمن دراسة علاقة المُناخ بظواهر جغرافية مختلفة, وما أطلع عليه الباحث من دراسات يمكن الاستفادة منها في هذا البحث وستشكل مراجع جيدة لها وفي ما يأتي عرض موجز لأهم هذه الدراسات:

1. دراسة مهدي عبد الجبار 1979م[iii].(Mahdi Abdul-Jabbar1979), تغيير كميات الإشعاع الشمسي على السطوح المختلفة الاتجاه في العراق خلال الأيام الصاحية, رسالة ماجستير غير منشورة, كلية العلوم, الجامعة المستنصرية,1979م, والتي تناول بها الجوانب العلمية والنظرية والتطبيقية لتقدير كميات الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في العراق وتحديداً خلال الأيام الصاحية.
2. دراسة قيس جميل لطيف,1980م[iv].(Qais Latif Jamil1980) وتناول فيها حركة الشمس الظاهرية وكذلك حركة الأرض اليومية حول الشمس وصولا إلى قياسات دقيقه للإشعاع الشمسي المنتشر على السطوح الأفقية في العراق, استخدم فيه الباحث المعادلات الرياضية للوصول إلى زاوية ميل الأشعة الشمسية . دراسة رعد احمد رسول,1986م[v].(Raad Ahmed Rasol1986 م).وتناولت هذه الدراسة الإشعاع الشمسي والثابت الشمسي والعوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي والقياسات العملية للإشعاع الشمسي الكلي والمنتشر لبعض المحطات المناخية في العراق.
3. دراسة بيارماتيه, ومارتين كاسيت- كاري1989م[vi].(Biarmati and Martin Cassent-Carey 1989م). التي تناول فيها مفاهيم الطاقة منذ بداية استخدام الإنسان لعضلاته ثم طاقة العَبيد والحيوان حتى استخدام المصادر الناضبة والمتجددة مع تناول تطورها التاريخي.

4. دراسة الدكتور عبد العزيز محمد العبادي , 1990م[vii],(عبد Abdul Aziz Muhammad Habib AL-Abadi العزيز محمد العبادي1990م). وتناولت الدراسة أهمية إحلال الطاقة الشمسية محل الطاقة الاحفورية, وتناولت مدى توفر الطاقة الشمسية في العراق وتوزيعها الجغرافي والعوامل المؤثرة في هذا التوزيع , وتوصلت الدراسة إلى انه كلما زاد سطوع الشمس ساعة واحده ازدادت عدد السعرات الواصلة إلى المحطات بمقدار (33.6) سعره لكل سم2 في اليوم, وكذلك كلما أزداد صفاء السماء بمقدار يوم واحد ازدادت عدد السعرات الواصلة إلى المحطات بمقدار (42.75) سعره لكل سم2 في اليوم.
5. دراسة يوسف محمد علي حاتم الهذال1994م[viii],(Youssef Muhammad Ali Hatem Al-Hathal1994). تكرار المنظومات الضغطية المختلفة وأثرها في تباين قيم الإشعاع الشمسي الكلي وشفافية الهواء في العراق وتناولت أثر تكرار المنظومات الضغطية في تباين قيمة الإشعاع الشمسي الكلي في العراق خلال السنوات(1980-1989), كما تضمنت بيانات وتحليلات كميه عن أثر ظاهرة التغيم والرطوبة النسبية في قياس قيمة الإشعاع الشمسي بوصفها عوامل مؤثره فيه.
6. دراسة بان علي عبود ,2000م[ix].(Ban Ali Abboud2000). وتناولت الدراسة فيها التعريف بالطاقات الجديدة والمتجددة ومبررات استخدامها في ناحية الوليد في محافظة الانبار.
7. دراسة نظير صبار حمد المحمدي,2003م[x](Nazir Subbar Hamad Al-Muhammadi2003).والتي تناولت تحليل أثر المُناخ على استغلال الطاقة الكهربائية وتفصيل تغير العناصر المناخية ودرجة ارتباطها بتغير الاستهلاك من الطاقة الكهربائية للوقوف على حجم هذا العامل في تغيير الظاهرة المدروسة زماناً ومكاناً على أرض الرمادي لمده عشرين عاماً والتخطيط المستقبلي لاستثمار بدائل توليد جديدة ومتجددة منها طاقة الإشعاع الشمسي.
8. دراسة علاء شلال فرحان الفهداوي,1430هـ ,2009 م[xi],(Alaa Shalal Farhan Al-Fahdawi 2009). إمكانات محافظة الانبار من الاشعاع الشمسي , وقد قام الباحث بحساب قيمة الإشعاع الفعلي الواصل إلى كل محطة, وقسمت المحافظة إلى أقاليم من حيث كمية الإشعاع الفعلي الواصل, كما قام بتحويل الإشعاع الشمسي الساقط إلى طاقه كهربائية.
9. دراسة وليد أسمير جاسم الرجبو وشيماء حسين درويش, 2011[xii],(Walid Al-Rajio 2011) وقد استخدم فيها معادلات رياضية لتقدير قيمة الإشعاع الساقط على السطح الافقي للعراق في حال عدم الحصول على بيانات مناخيه لمحطة ما بنسبة خطأ تتراوح بين(1-4%), وقد وضع خرائط للإشعاع الفعلي الكلي الساقط على القطر باستخدام برمجيات متطورة.
10. دراسة صباح حسن سلطان العبيدي 2015,[xiii]. (Sabah Hassan Sultan2015).الإشعاع الشمسي والرياح في العراق ودورهما بإنتاج الطاقة المتجددة(دراسة في المُناخ التطبيقي)والتي وضحت دور كل من

الاشعاع الشمسي والرياح ودور كل منهما في انتاج الطلقة البديلة, من خلال اعتماد بيانات سبعة عشر محطه لمدة ثلاثين عاماً, اذ اظهرت الدراسة ان للقطر امكانات واعده في انتاج الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي, اما امكانات الرياح فهي تمثل الحد الادنى لإنتاج الطاقة.

المبحث الاول: :التباين المكاني للمعدلات العامة للسطوع الشمسي للعراق والعوامل المؤثرة فيه.

مدخل:

يتناول هذا المبحث التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي الفعلي وساعات السطوع, وكمية الاشعاع الشمسي الفعلي والعوامل المؤثرة فيه حسب معدلاتها العامة لسنوات الدراسة, كونها ضرورة ملحه من أجل تحديد المناطق الجغرافية الملائمة لإنشاء مزارع الخلايا الشمسية, سواء الصغيرة منها لتغطية حاجة القرى, أو الكبيرة التي يمكن ربطها بالشبكة الوطنية للكهرباء , وبناءً على نتائج التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي سيتم تحديد الأماكن المثالية لإنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة في العراق, وسنتناول التحليل الجغرافي لتوليد الطاقة الكهربائية من السطوع الشمسي وتوزيعها الجغرافي في العراق حسب معدلاتها العامة.

1. **العوامل الجغرافية المؤثرة على الاشعاع الشمسي في العراق.**

لدراسة الطاقة الشمسية يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار جميع العناصر الجغرافية المؤثرة على الاشعاع الشمسي ومنها الموقع الاحداثي الذي يحدد زاوية سقوط الاشعاع الشمسي اذ انه يقع بين دائرتي عرض(5´.37°–22´.29°),اي انه يقع في جنوب المنطقة المعتدلة الشمالية, والموقع الجغرافي الذي يحدد موقع العراق جغرافيا من اليابس والماء اذ ان موقع العراق يعتبر قاريا رغم انه يطل في جزء صغير منه على الخليج العربي الذي يعتبر تأثيره البحري محدود على العراق لصغر حجمه وسيادة الضغط الجوي العالي لوقوعه ضمن منطقة التيارات الهوائية الهابطة (عروض الخيل) معظم ايام السنة, وطول ساعات النهار النظري الذي يحدد عدد ساعات السطوع الشمسي والتي تتميز بطولها صيفا عنها شتاً وهذا يعتبر ايجابي لان حاجة القطر العراقي للطاقة الكهربائية صيفاً اكثر منها شتاً.

اما التضاريس فيبدوا ان تأثيرها يكمن في إنَّ التوزيع غير المتساوي للإشعاع الشمسي فوق الاشكال المختلفة للتضاريس ذات الاتجاهات والاوضاع المختلفة تعد من أهم العوامل التي تولد الاختلافات المحلية للمناخ.[xiv] (Abdel-Khaleq Saleh Mahdi) اذ تؤثر التضاريس على الاشعاع الشمسي عندما تعترض الرياح الرطبة فيحدث التغيم والامطار على السفوح المواجهة بينما في الجانب الثاني(ظل المطر) فتكون السماء صافيه والسطوع الشمسي عالي[xv],(Rafi' Saheb Al-Obaidi2022)وبما ان العراق في معظم

اجزائه يمثل اراضي مستويه لذلك لا توجد مشكله في ذلك, اذ يغلب على معظم أراضيه السطح السهلي اذ تشكل المنطقتان السهلية والهضيبة حوالي 79% من مجموع مساحته فضلا عن المنطقة المتموجة ولا تشكل المنطقة الجبلية سوى 6% من مساحته العراق وهذا يعني ان دور السطح ايجابي في الاشعاع الشمسي.

اما تأثير الكتل الهوائية في الاشعاع الشمسي فيكمن في تأثيرها في مقدار الإشعاع الشمسي وتوزيعه في المناطق المختلفة عن طريق تأثير الكتل الهوائية القطبية الباردة في خفض درجة حرارة المناطق الهابة عليها فتعمل أحياناً على زيادة معدلات التكاثف وزيادة السحب , والتي بدورها تمثل عنصر انعكاس وتشتيت للأشعة الشمسية ,إضافة الى جلب الكتل الهوائية المدارية القارية كميات من الأتربة والغبار للمناطق المؤثرة فيها, ناهيك عن زيادة معدلات الرطوبة في المناطق التي تتأثر بالكتل المدارية البحرية, وزيادة كلِّ هذه العناصر والظواهر المُناخية تعمل على انعكاس وتشتيت جزء كبير من الأشعة الشمسية الامر الذي يؤثر سلباً على فعالية الاشعاع الشمسي في انتاج الطاقة, وهي ذات تأثير محدود لانقطاع المنخفضات الجوية معظم ايام السنة بسبب سيادة الضغط العالي الشبه المداري اضافه الى ان اعاصير البحر المتوسط تؤثر على المنطقتين الوسطى والشمالية فقط.

اما تأثير الضغط الجوي فهو محدود إذ يقع العراق تحت تأثير امتداد المرتفع الجوي السيبيري من الجهة الشمالية عبر تركيا ومن الجهة الشمالية الشرقية والشرقية عبر إيران وامتداد لسان من الضغط العالي شبه المداري الذي يتكون شمال أفريقيا [xvi](Hazem Tawfiq Al-Ani1984), والذي يكون معظم ايام السنة لذلك تأثيره يكون محدود خاصه على الاقسام الجنوبية الغربية, أمَّا في فصل الصيف فتبدأ نطاقات الضغط الجوي بالتزحزح نحو الشمال باتجاه مدار السرطان ويتحول العراق إلى منطقة ضغط واطئ، نتيجة امتداد ذراع من الضغط المنخفض المتمركز جنوب شرق آسيا والذي يعرف بالمنخفض الحراري الموسمي الهندي والذي يمتد غربا نحو جنوب غرب قارة آسيا ليصل إلى إيران والعراق والجزيرة العربية والصحراء الأفريقية الكبرى ويكون تأثيره واضحاً في أشهر(حزيران وتموز وآب)[xvii]. (Ismail Abbas Harat2006).

اما الغبار فتأثيره كبير على العراق لاستمرار حدوث هذه الظاهرة بسبب امتلاك العراق مساحات صحراوية واسعة وطبيعة مناخه الصحراوي في غالبيته الذي يتصف بصيفٍ حارٍ جاف وشتاءٍ باردٍ قليلِ المطر[xviii].(Nazir Sabbar Hamad Al-Muhammadi2003). فكان له الأثر البالغ على الأراضي المنبسطة فيها من خلال قلة رطوبتها وتفككها فضلاً عن ذلك قلة غطائِها النباتي ولمساحات شاسعة مما ساعد على زيادة سرعة الرياح [xix].(Majid Al-Sayyid Wali Muhammad1982). وان العراق يعد من المناطق التي تتعرض لظاهرة كأهم الظواهر الجوية المميزة اذ يتعرض سنويا لهبوب عواصف رملية وترابيه خاصة فصلي الربيع والصيف واهميتها كبيره في الدراسات المناخية[xx],(Ali Mikhlif Saba 2022

Al-Subaihi).إذ أنّ قدرة الرياح على حمل الغبار وتعرية التربة تعتمد على عوامل عديدة منها الامطار في موسم المطر والغطاء النباتي ثم طبيعة سمك التربة[xxi].(Youssef Muhammad Ali Hatem 1994 Al-Hathal) سيما وان العراق في موقعه ملتقى لمختلف مراكز الضغط الجوي[xxii].(Iyad Nassif 2023 Jassim Al-Mashaikhi).

اما المنخفضات الجوية وتأثيراتها على الاشعاع الشمسي فتتمثل في منخفضات البحر المتوسط أهم ضابط حراري مؤثر في ظروف طقس العراق بشكل عام ويظهر تأثير هذه المنخفضات في فصول الشتاء والاعتداليين من خلال أثرها الكبير في التقلبات المناخية وتغير اتجاه الرياح وكمية التساقط وتؤلف ما نسبته (91%) [xxiii].(Nazir Al-Muhammadi2003). وهناك منخفضات اخرى كالمنخفض السوداني والهندي لكن تأثيرهما محدود لقلتها , وهذه المنخفضات تكون ذات تأثير مهم على كمية وتوزيع الأشعة الشمسية في العراق بشكل عام وتعتبر المصدر الرئيس للرطوبة الجوية والتساقط والتي تعمل على انعكاس وتشتيت هذه الأشعة .

اما تأثير التيارات النفاثة على الاشعاع الشمسي فيكمن في تأثيرها على مُناخ العراق فتؤدي الى سيادة حاله من عدم الاستقرار, مصاحبة للمنخفضات الجوية الشتوية , في طبقات الجو العليا , مما يؤدي الى زيادة سرعة الرياح السطحية , وتكوين السحب , وسقوط الأمطار, وقد يمتد تأثيرها إلى فصل الربيع. ومنها التيار النفاث شبه المداري الذي يتواجد على ارتفاع(12) كم, ويصل معدل سرعته الى (300) كم/ساعه, وسرعته في الشتاء اعلى منها في الصيف[xxiv].(Tariq Zakaria Ibrahim Salem1997) ويقع على دائرة عرض (25ْ) درجة شمالاً وينتقل موقعه شمالا في فصل الشتاء ويعود جنوبا في فصل الصيف ويؤثر في المنطقة التي تقع بين دائرتي عرض(20 ^{O} -35^{O}) شمالاً. اما التيار النفاث شبه القطبي يتصف بأنَّه اكثر تغيراً في مواقعه, واستمرارية ارتفاعه وسرعته, ويتحرك باتجاه الجنوب في فصل الشتاء, وباتجاه الشمال في فصل الصيف, وتبلغ سرعته في فصل الشتاء(105) كم/ساعه, وتقل في الصيف الى(78) كم/ساعه.[xxv]. (Ahmed Abdel Majeed El-Feki1990) ويختلف موقعه فصليا فهو ينتقل في فصل الشتاء عند دائرة عرض(35^{O}) شمالاً وفي فصل الصيف عند دائرة عرض (55^{O}) شمالاً أي أنَّ المنطقة التي يؤثر فيها تقع بين دائرتي عرض(55^{O}- 35^{O}) شمالاً.

وهناك عوامل اخرى مؤثره على الاشعاع الشمسي الكلي في العراق أهمها عامل المناخ من خلال عناصره المتمثلة بالسطوع الفعلي للشمس ودرجة الحرارة وتباين الضغوط وحركة الرياح والتساقط[xxvi],(دلي خلف حميد, كلجان خليل مجيد2011م) والعوائق التي تحول بين أشعة الشمس وسطح الأرض كالسحب, والأتربة, أو الغازات المختلفة[xxvii].(Chapman,J.D1989) ومدة السطوع الفعلية للإشعاع الشمسي يقصد

بها الفترة التي يشاهد فيها قرص الشمس ساطعاً اثناء النهار, وهي غير مدة السطوع النظرية, والتي تعني: المدة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها[xxviii].(Ali Hassan Musa1992) مدة السطوع الفعلية لا ترتبط بطول او قصر النهار, فقد يكون النهار طويل, لكنه مليء بالغيوم, فتكون فترة السطوع الفعلية قليله, والعكس صحيح[xxix].(Fathi Abdel Aziz Abu Radi1991) وتؤثر مدة السطوع الفعلية في كمية الاشعاع الشمسي الكلي الواصل إلى العراق تأثيراً واضحاً, فبزيادتها تزداد كمية الاشعاع الشمسي الكلي, أيَّ ان العلاقة بينهما طردية, وتعد مدة السطوع الشمسي الفعلية انعكاس للظروف المحلية وعلى اساسها يتحدد مقدار الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض, ويعني هذا أنَّه يتزايد كمية الاشعاع الشمسي بتزايد مدة السطوع الشمسي الفعلية للشمس ,اذ تتباين مدة السطوع الفعلي في أجزاء العراق, إلا أنَّ القاعدة العامة هي تناقص المعدل بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال, فقد سجل أَعلى اشعاع فعلي في محطة الرطبة في غرب القطر فوصل الى(9.2) ساعه/ يوم, بينما سجلت محطة زاخو في اقصى الشمال اقل معدل سنوي في الاشعاع الفعلي وصل الى(7.9) ساعه/يوم كما موضح في جدول(1) ورسمه البياني(1).

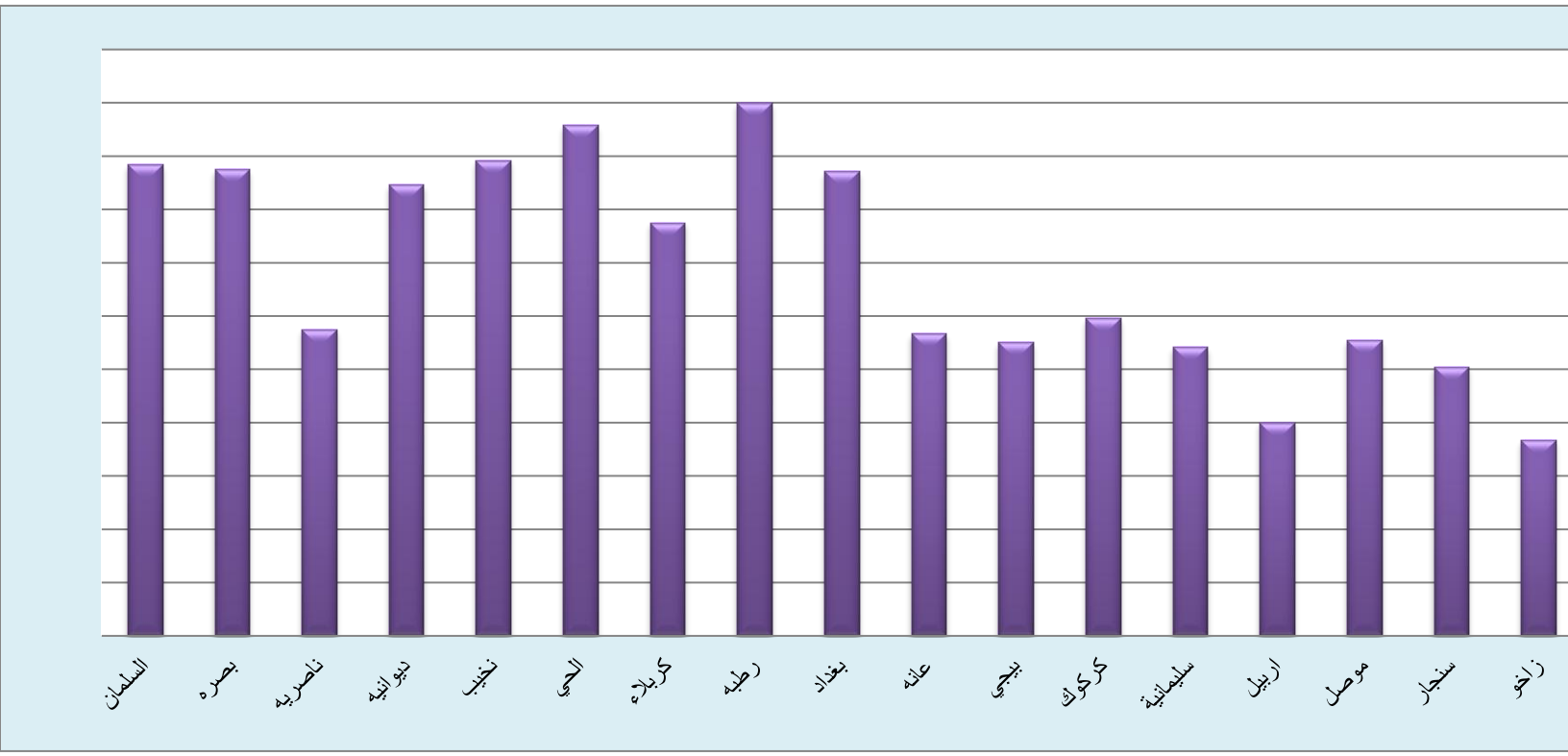
ومن ملاحظة جدول (1) ورسمه البياني نجد في التباين المكاني ان المعدل العام هو(8.6) ساعه/ يوم, أي ما يعادل (3139) ساعه/سنه واعلى معدل سنوي في الرطبة بقيمة(9.2) ساعه/يوم, أي ما يعادل(3358) ساعه/ سنه واقل معدل في زاخو بقيمة (7.9) ساعه/يوم, أي ما يعادل(2883.5) ساعه/ سنه, بتباين وصل الى(1.3) ساعه/يوم, ما يعادل(474.5) ساعه/ سنه. وهذا التباين يعتبر كبير في انتاج الطاقة الشمسية لذلك ينبغي ان يتم اختيار الموقع الجغرافي الامثل في تحديد مكان جغرافي محدد بثلاث نقاط جغرافية تمثل المحطات المناخية المختارة, وبالرجوع الى جدول (1) ورسمه البياني نجد محطة الرطبة سجلت اعلى قيمه في ساعات السطوع الشمسي وصلت الى(3358) ساعه/ يوم, بينما حلت محطة الحي بالمرتبة الثانية بقيمة (3321.1) ساعه/سنه, وحلت محطة السلمان في المرتبة الثالثة اذ سجلت(3285) ساعه/سنه, وقد تم ضرب عدد ساعات السطوع الشمسي اليومي في عدد ايام السنة للحصول على مجموع ساعات السطوع السنوي كي يسهل علينا اجراء المقارنة بين المحطات المناخية لساعات السطوع لاختيار المنطقة المثالية السطوع الشمسي وقد تم اختيارها وفقاً لتلك المعطيات بين محطات النخيب والحي والسلمان وهي منطقة اعلى سطوع شمسي في العراق وهي تشمل منطقة واسعه من غرب وجنوب غرب العراق وهي في معظمها تشكل منطقة صحراوية الامر الذي يكون مشجع على استغلالها في الطاقة الشمسية كونها مناطق خاليه من الأنشطة الاقتصادية كالنشاط الزراعي والصناعي بل وحتى الرعوي كونها فقيره بالغطاء النباتي وخلوها حتى من النشاط العمراني.

جدول (1) المعدل السنوي للسطوع الفعلي(ساعه/يوم) في العراق للمدة(1980–2010)م.

المحطة	زاخو	سنجار	الموصل	صلاح الدين	السليمانية	كركوك	بيجي	عنه	بغداد	رطبه	كربلاء	الحي	النخيب	ديوانيه	الناصريه	البصره	السلمان	المعدل
مدة السطوع	7.9	8.2	8.3	8	8.3	8.4	8.3	8.2	8.9	9.2	8.85	9.1	9	8.9	8.35	8.95	9	8.6

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية والمسح الزلزالي العراقية, بيانات غير منشورة.

شكل(1)المعدل السنوي للسطوع الفعلي(ساعه/يوم) في العراق للمدة(1980–2010)م.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول رقم(1).

المبحث الثاني: التوزيع الجغرافي للطاقة الشمسية في العراق.

مقدمه:

يتناول هذا المبحث التوزيع الجغرافي للطاقة الكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي, كونها ضرورة ملحه من أجل تحديد المناطق الجغرافية الملائمة لإنشاء مزارع الخلايا الشمسية, سواء الصغيرة منها لتغطية حاجة القرى, أو الكبيرة التي يمكن ربطها بالشبكة الوطنية للكهرباء , وبناءً على نتائج التوزيع الجغرافي للطاقة الشمسية سيتم تحديد الأماكن المثالية لإنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة في العراق, وسنتناول التحليل الجغرافي لتوليد الطاقة الكهربائية من السطوع الشمسي وتوزيعها الجغرافي في العراق حسب معدلاتها السنوية لثلاثون سنه.

وبسبب قلّة الدراسات المتعلقة بدراسة التباين المكاني للسطوع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي في العراق تبرز أهمية القيام بهذه الدراسة,ولعدم وجود بيانات جاهزة من محطات الانواء الجوية في العراق فقد فقد تم استنباط انموذج رياضي لتخمين الطاقة الكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الافقي بوصفه داله لكل من الرطوبة النسبية ومعدل درجات الحرارة ونسبة السطوع , وأعطى الأنموذج دقة عالية لدى التطبيق, لذلك تم اعتماد البيانات الناتجة عنها في تصميم انموذج لخطوط الطاقة الشمسية للعراق باستخدام برنامجArcGIS, وتم ايجاد مخططات للتباين المكاني للطاقة الكهربائية المتوقعة من السطوع الفعلي السنوي في العراق[xxx].(Sabah Hassan Sultan2015).

إنَّ معرفة خصائص السطوع الشمسي وتحديد قيمته وتوزيعه الزماني والمكاني من الامور الهامة في العديد من نماذج الاشعاع الشمسي المستخدمة محلياً وعالمياَ, ويعد السطوع الشمسي الفعلي مصدراً رئيساً للطاقة لمختلف العمليات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية , ويدخل بوصفه عنصراً اساسيا في العديد من النماذج الانوائية والهيدرولوجية والبيولوجية[xxxi].(Rensheng.G;Kanng. E; Jiapping.y; shihua ,L;Wenzhi ,Z2004)

إنَّ توزيع السطوع الشمسي الفعلي يتباين زمانياً ومكانياً نتيجة لتأثره بعدة عوامل اهمها اختلاف الالبيدو الارضي من مكان إلى آخر, ومن وقت لآخر, واختلاف البعد بين الارض والشمس حسب الفصول , واختلاف طول الليل والنهار في العروض المختلفة وفي الفصول المختلفة , واختلاف زاوية سقوط اشعة الشمس على سطح الارض , فضلاً عن مدى تواجد الغيوم والعوالق الجوية[xxxii].(Muneer,2004) ويهدف هذا الفصل إلى دراسة

التباين المكاني للسطوع الشمسي الفعلي الساقط على السطح في العراق وتحليل معدلاته الشهرية والسنوية عن طريق:

1. الاستعانة ببيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي في بغداد.
2. تم تخمين السطوع الشمسي الفعلي في جميع محطات الدراسة المنتشرة في عموم القطر والتي لا تتوفر فيها أجهزة قياس السطوع الشمسي, وذلك من خلال انموذج رياضي مستنبط بدلالة معدلات درجات حرارة الهواء(T) والرطوبة النسبي(RH) ونسبة السطوع(n/N) والنموذج هو[xxxiii]:(Walid Asmir Jassim Al-Rajio2011)

$$H=HO[0.39+0.32(n/N)-0.006(T)½-0.0014(RH)]$$

إذ أنَّ:

H= السطوع الشمسي بوحدات واط/يوم/م2 (W/D/M2).

HO= الاشعاع الشمسي خارج الغلاف الغازي بوحدات واط/يوم/م2 (W/D/M2).

(N/N)= نسبة السطوع الشمسي.

T= درجة حرارة الهواء.

RH= الرطوبة النسبية.

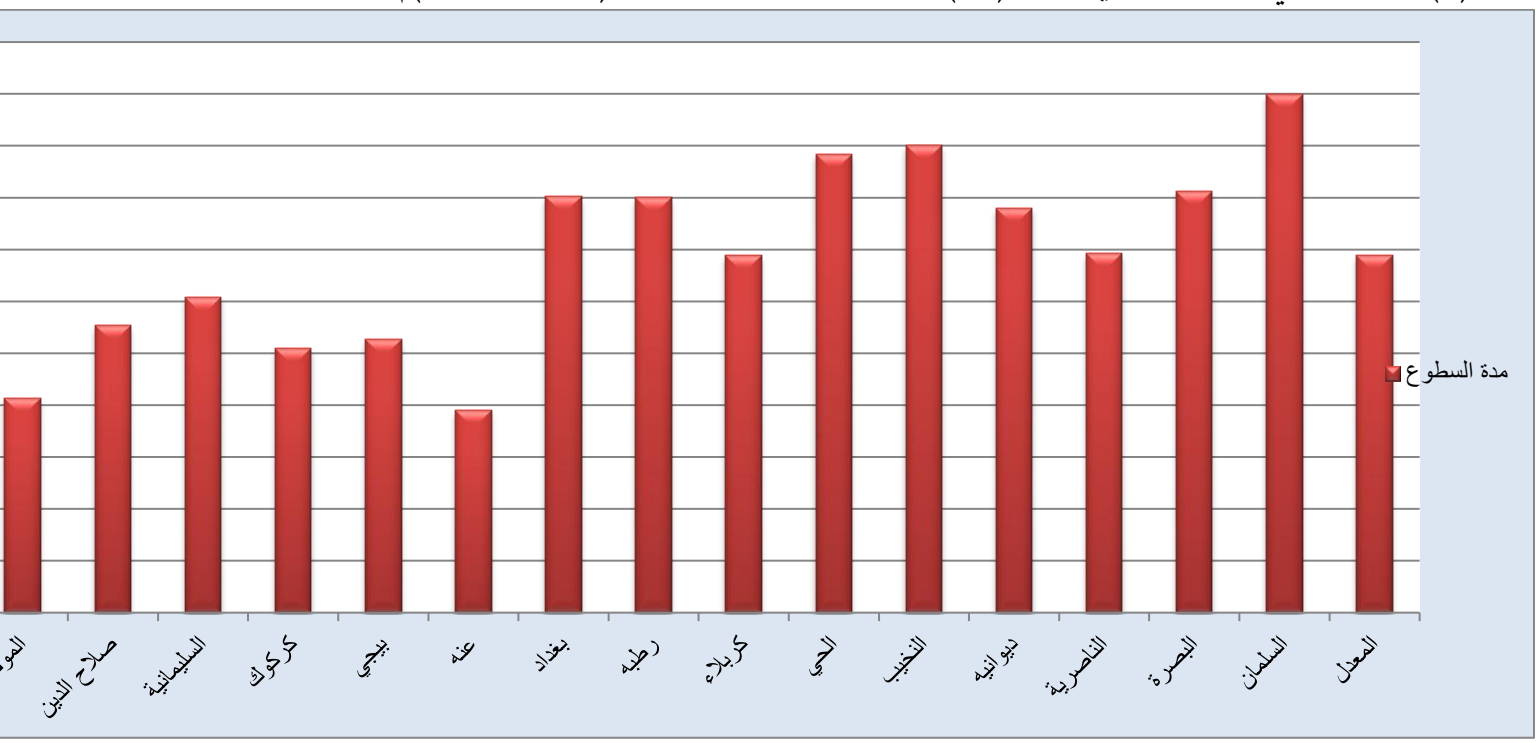
تم ايجاد مخططات سنوية وفصليه وشهريه للتباين المكاني للسطوع الشمسي الفعلي والطاقة الكهربائية المتوقعة منه في القطر من خلال القيم المقاسة والمخمنة كما في جدول(2) ورسمه البياني(2) وتحديد مستويات الطاقة باستخدام برنامج Arc(GIS)9.3, كما في خريطة(2), أما من حيث إنتاج الطاقة الكهربائية فقد بلغ المعدل العام السنوي لإنتاج الطاقة الشمسية(4589) واط/يوم وهو ما يعادل (4.6) كيلو واط/يوم, أي بطاقه انتاجيه سنوية بلغت(1675) كيلو واط / م^2/سنه وقد سجلت السلمان أعلى قيمه اذ بلغت(4899) واط/يوم, أي ما يعادل(4.9) كيلو واط/يوم, وهذا يعادل(1788.1) كيلو واط.

جدول(2) المعدل السنوي للطاقة الشمسية(واط/م2/يوم) في العراق للمدة(1980-2010)م.

المحطة	زاخو	سنجار	الموصل	صلاح الدين	السليمانية	كركوك	بيجي	عنه	بغداد	رطبه	كربلاء	الحي	النخيب	ديوانيه	الناصرية	البصرة	السلمان	المعدل
مدة السطوع	4426	4549	4313	4453	4509	4410	4427	4290	4702	4700	4589	4784	4801	4680	4592	4713	4899	4589

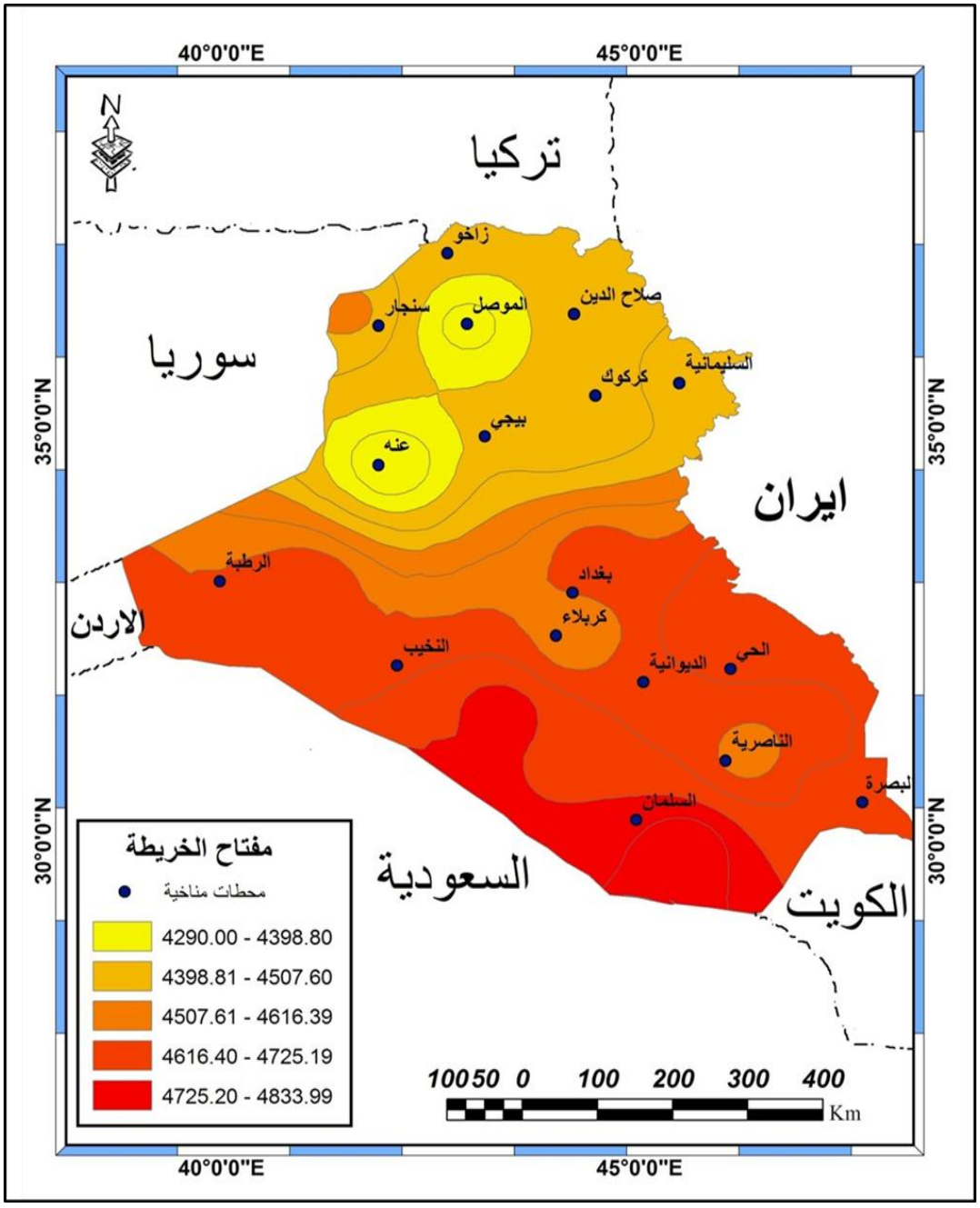
المصدر: عمل الباحث اعتماداً على النموذج الرياضي وبيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والمسح الزلزالي العراقية, بيانات غير منشورة.

شكل (2) مخطط بياني للمعدل السنوي للطاقة(واط) الشمسية للعراق لثلاثون سنه(1980–2010)م.



المصدر: عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول رقم(2) باستخدام برنامج اكسل.

خريطة(2)المعدل السنوي لخطوط التساوي للطاقة الكهربائية (واط/م2/يوم) في العراق للمدة(1980–2010)م.



المصدر: المصدر: عمل الباحث,اعتمادا على برنامج(Arc(GIS.

وقد تدرج في الانخفاض إلى أنَّ وصل إلى أدنى معدل له في محطة عنه بقيمة(4290) واط/يوم , وهو ما يعادل(4.3) كيلو واط/ سنه, بمدى وصل الى(0.6) كيلو واط/يوم, وهو ما يعادل (219) كيلو واط/سنه.

ومن ملاحظة جدول (2) ورسمه البياني شكل(2) وخريطة المعدل السنوي لخطوط الطاقة المتساوية نلاحظ ان محطات السلمان والحي والنخيب والرطبة وبغداد هي الاعلى انتاجاً للطاقة الشمسية, اذ ان متوسط السطوع الشمسي فيها هو(3321.1) ساعه/سنه, من اصل(4380) من السطوع الشمسي النظري, بنسبه مئوية بلغت75.82%, وهذا يوفر اشعاعاً افقياً عالمياً, يفوق منطقة جنوب افريقيا لكنه اقل من الاشعاع الشمسي في كل من الصحراء العربية الكبرى وصحراء اتكاما التي تعد من اعلى مستويات الاشعاع الشمسي عالمياً.

وبالرجوع الى خريطه (2) نجد ان افضل منطقه جغرافية لإنتاج الطاقة الشمسية هي منطقة غرب وجنوب غرب العرق محصورة بين السلمان والرطبة مروراً بالنخيب وهي منطقه صحراوية غير مأهوله ممكن ان تصبح مزارع للخلايا الشمسية وان كل100كم^2 من الصحراء الغربية والجنوبية الغربية لديها القدرة على انتاج طاقة تعادل30 مليون طن مكافئ النفط سنوياً باستخدام الالواح الكهروضوئية, وهذا يجعل من العراق مكاناً مثاليا للاستثمار في الطاقة الشمسية, التي من الممكن ان تكون حلاً مثالياً لنقص الطاقة الكهربائية على المدى البعيد. وتقدر الطاقة الشمسية المحتملة الانتاج حوالي3.4 مليار كيلو واط في السنة, اي ما يعادل القدرة الاجمالية لـ5.9 غيغا واط, ويقابل ذلك مساحه جغرافية تقدر بـ10كم^2 من الخلايا الشمسية بكفائه تصل الى16%.[xxxiv](www.renewableenergyfocus).اي ما يعادل(340) مليار كيلو واط/سنة لمساحه(100)كم^2, من الصحراء الغربية, ولو تم استغلال(10000) كم^2 من نفس المنطقة وتغطيتها بالواح الطاقة الشمسية لوصل الانتاج المحتمل من الطاقة الشمسية الى(3400) مليار كيلو واط/ سنة, في مساحات صحراوية تكاد تخلو من اي نشاط اقتصادي بشري, وهذا يعني انها لا تتعارض مع اي مشاريع اقتصادية اخرى تكون منافس لها على المنطقة الجغرافية, وما يشجع على انتاج المزيد من الطاقة هو امكانية زيادة الرقعة الجغرافية المطلوب تغطيتها بألواح الطاقة الشمسية لإنتاج طاقة كهربائية تكفي حاجة القطر من الطاقة وتصدير فائض الإنتاج الى الدول المجاورة, وهو امر ايجابي يصب في مصلحة الدخل القومي العراقي وحماية البيئية العراقية من التلوث البيئي الذي يسببه حرق كميات كبيره من الوقود الأحفوري من اجل انتاج الطاقة الكهربائية الحرارية.

خلاصة القول يمكن استخدام الطاقة الشمسية على نطاق واسع في اكثر من نصف مساحة العراق مع افضليه جغرافية للمنطقة الصحراوية الممتدة بين السلمان جنوباً والرطبة شمالاً, اذ تتراوح مدة الاشعاع الشمسي ما بين(3358–3285) ساعه/ سنة, مع إنتاج ما يقرب من(5) كيلو واط /ساعه/م^2, وهذا ما يجعلها منطقة واعده جداً للاستثمار في بناء محطات الطاقة الشمسية, ومن فوائد التوسع في مشاريع الطاقة المتجددة هي:

1. زيادة امداد الطاقة الكهربائية, وذلك لان الطلب على الكهرباء سيستمر في الارتفاع.

2. امن الطاقة والاستغلال, بتقليل الاعتماد على انتاج الطاقة الكهربائية من الغاز الطبيعي وعدم كفاية الغاز المحلي لإنتاج الطاقة الامر الذي ادى الى الاستعانة بالغاز المستورد, وهذا له مخاطرة في استمرار توفير غاز كافي للإنتاج من جهة وارتفاع التكاليف من جهة ثانيه ناهيك عن التلوث البيئي ومخاطرة على البيئة العراقية.
3. تخفيض انبعاث معدلات غاز ثاني اوكسيد الكاربون, ما يزال انتاج الطاقة الكهربائية الحرارية يعتبر العامل الرئيس في انبعاث الغازات الضارة بالبيئة, الامر الذي يتسبب بتهديد كبير للصحة العامة ولاسيما المحافظات الجنوبية, لاحتواء الوقود المستخدم في انتاج الطاقة على نسبة عالية من الكبريت وبقية الملوثات.
4. توفير التكاليف, لتراجع تكاليف التكنولوجيات المستخدمة في الطاقة المتجددة باستمرار في السوق الدولية, اذ تتحسن تقنيات التصنيع وكفاءتها الى حد كبير مع انخفاض المخاطر لظهور تكنولوجيات جديده.

النتائج:

توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج ولابد من إبراز اهم تلك النتائج وكما يأتي:

1. إمكانيات الطاقة الشمسية في العراق جيده , اذ تحظى جميع المحافظات بمعدلات طاقة مرتفعة فلم ينخفض معدل كمية الطاقة الشمسية عن(4.3) كيلوواط /م^2 /يوم في أي من المحطات المناخية المختلفة وادنى معدلات طاقة سجلت في شهور الشتاء لاسيما شهر كانون الأول والذي بلغ معدل كمية الطاقة فيه نحو(2.33) كيلو واط /م^2 /يوم.

2. يتباين التوزيع الجغرافي للسطوع الشمسي الكلي في مناطق العراق المختلفة فيكون على اشده في المنطقة الوسطى, اذ يصل المعدل السنوي فيها إلى (9.2) ساعه /يوم. بينما يتصف بالاعتدال في المنطقة الشمالية فيبلغ اقل معدل سنوي في زاخو 8 ساعه/ يوم.
3. إنَّ الموقع الإحداثي للعراق أثر ايجابيا في كمية الإشعاع الشمسي الوارد إليه إذ يقع ضمن منطقة الفيض من الإشعاع الشمسي المعروف عالمياً بالحزام الشمسي,والتي تتمثل بالمناطق الواقعة بين دائرتي عرض(30 °– 35°) شمال وجنوب خط الاستواء .
4. تساهم الضوابط المناخية المتحركة كالتوزيعات الضغطية والكتل الهوائية والمنخفضات الجوية في التغيرات الفصلية والشهرية لكمية الإشعاع الشمسي الوارد إلى العراق ، اذ تؤثر نطاقات الضغط الجوي العالية على كمية الإشعاع الشمسي الوارد وتوزيعه وذلك بإعادة تركز وتشتت الغيوم والملوثات الصلبة والتي تزيد من نسبة الأشعة الشمسية المنعكسة , لكن دورها محدود بسبب وقوع العراق ضمن منطقة التيارات الهوائية الهابطة التي تسبب الضغط العالي وهي ما تسمى(بعروض الخيل).

5. تعد منطقة وسط غرب العراق في الرطبة واحدة من اكبر مناطق العراق وفرة في معدلات الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض , حيث تزيد كمية الإشعاع بها طول العام عن كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى نظيرتها من دوائر العرض الواقعة عليها , فضلا عن المناطق الواقعة في دوائر عرض أعلى أو أدنى منها .
6. تعد المنطقتان الوسطى والجنوبية من أكثر المناطق ملائمه لتوليد الطاقة الكهربائية ممثله بالمنطقة المحصورة بين محطتي السلمان والنخيب.

التوصيات:

إنَّ البحث والمثابرة في ايجاد بدائل للطاقة (الإحفورية) ما هو إلا جزء مكمل لاستمرارية البحث عن مصادر اخرى لسد العجز في الطاقة الكهربائية والنهوض بالمستوى الاقتصادي العراقي, ومن أجل مواكبة دول العالم في هذا المجال, واعتمادا على النتائج التي توصلت اليها الدراسة يقترح مراعات التوصيات الاتية:

1. إنشاء محطات مناخية أخرى في العراق كي تغطي المساحات بأكملها دون اللجوء إلى التقديرات أو إلى المحطات المحدودة
2. إنشاء محطات لقياس الإشعاع الشمسي الكلي ونشرها في مناطق محافظات العراق المختلفة, وقيامها بقياس المعدلات الشهرية واليومية والساعية وبصورة دقيقة وشاملة لتغطية كل متطلبات قياس الإشعاع الشمسي في مجالات استخدام الطاقة الشمسية.
3. إمكانية الإفادة من الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح العراق وتوظيفها في مجال الطاقة , بكونه أحد مصادر الطاقة البديلة نتيجة للإمكانات الهائلة منه والتي وهبها الله للعراق .
4. نظرا لارتفاع معدلات الطاقة الشمسية الواردة إلى محافظات العراق , والجهود المبذولة من قبل الباحثين في مجالات الخلايا الشمسية, لذا ينبغي العمل باستراتيجية تنموية لاستغلال الطاقة الشمسية في العراق , من خلال تشجيع الشركات الاجنبية بالاستثمار في الصحراء الجنوبية الغربية. وتحويل صحاري العراق إلى منطقة مصدرة للطاقة وهذه الفكرة تعتمد اساسا على استغلال مصادر الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء وتحويلها إلى الشبكة الوطنية الموحدة مع بقية المحافظات الاخرى.
5. التعاون والتنسيق بين وزارة الكهرباء والطاقة ووزارة البيئة لتنفيذ مشروعات الطاقة المتجددة من ناحية والحفاظ على البيئة من ناحية أخرى, مثل الاعفاء والتخفيض من الضرائب على إنتاج الطاقة من مصادر متجدده وغير ضارة بالبيئة ووضع ضرائب وغرامات على المصادر الاكثر تلويثاً.

- **قائمة المصادر:**

1. http://www.kurdistan24.net/en/news/167f7916-f4b4-45c1-afa5-2d43a09273bf.
2. Al-Khatteeb, L., & Istepanian, H.)2015(. Turn A Light On: Electricity Sector Reform in Iraq. Washington, DC: The Brookings Institution.
3. Mahdi Abdul-Jabbar, Estimating the amount of solar radiation on surfaces of different directions in Iraq during clear days, Master's thesis (unpublished), College of Science, Al-Mustansiriya University, 1979 AD.
4. Qais Latif Jamil, Measurements of solar radiation spread over the horizontal surface in Iraq, Master's thesis (unpublished), College of Science, Al-Mustansiriya University, 1980.
5. Raad Ahmed Rasoul, Study of solar radiation in Iraq, Master's thesis (unpublished), Department of Applied Sciences, University of Technology, Baghdad, 1986 AD.
6. Biarmati, and Martin Cassette Carey, Energy is a Life Necessity, translated by Suhail Amashi, Oweidat Publications, Beirut, 1989 AD.
7. Abdul Aziz Muhammad Habib Al-Abadi, Solar Energy in Iraq, A Study in Energy Geography, Journal of the Iraqi Geographical Society, Nos. 24 and 25, Al-Ani Press, Iraq, 1990 AD.
8. Youssef Muhammad Ali Hatem Al-Hathal, The repetition of different pressure systems and their effect on the variation in the values of total solar radiation and air transparency in Iraq during the years 1980-1989, Master's thesis (unpublished), College of Education, University of Baghdad, 1994.
9. Ban Ali Abboud, Exploiting renewable energies in remote human settlements, Master's thesis in engineering (unpublished), Urban and Regional Planning Center, University of Baghdad, 2000 AD.
10. Nazir Sabbar Hamad Al-Muhammadi, Climate and Electrical Energy Utilization in the City of Ramadi, A Study in Applied Climate, Doctoral Thesis (Unpublished), College of Education, Al-Mustansiriya University, 2003 AD.
11. Alaa Shalal Farhan Hussein Al-Fahdawi, Anbar Governorate's potential for solar radiation and its role in developing alternative energy, Master's thesis, College of Education, Anbar University, 2009 AD.
12. Walid Asmir Jassim Al-Rajio and Shaima Hussein Darwish, Study of the spatial variation of solar radiation falling on the horizontal surface in Iraq, Al-Rafidain Science Journal, Volume 22, Issue 4, 2011 AD.
13. Sabah Hassan Sultan Solar radiation and wind and their role in producing alternative energy in Iraq, PhD thesis, College of Education, Tikrit University, 2015.
14. Abdel-Khaleq Saleh Mahdi, and Abdel-Wali Ahmed Khaliwi, Botanical Geography, Dar Safaa for Distribution and Publishing, p. 19.
15. Rafi Saheb Al-Obaidi, Geographical Analysis of the Characteristics of Seasonal and Annual Rainfall in Daquq District, Kirkuk University Journal for Human Studies, Volume 1, Issue 1, Year 2022, p. 166.
16. Hazem Tawfiq Al-Ani and Majid Al-Sayyid Wali Muhammad, Weather Maps and Weather Forecasting, Basra University Press, Basra, 1984, p. 84.
17. Ismail Abbas Harrat, Variation in the direction and quality of winds in Iraq and areas of their investment, unpublished doctoral thesis, College of Education, Al-Mustansiriya University, 2006, p. 54
18. Nazir Sabbar Hamad Al-Muhammadi, Climate and Electrical Energy Consumption in the City of Ramadi, A Study in Applied Climate, unpublished doctoral thesis, College of Education, Al-Mustansiriya University, 2003, p. 82.

19. Majid Al-Sayyid Wali Muhammad, Dust Storms in Iraq and Their Conditions, Journal of the Iraqi Geographical Society, No. 13, Baghdad, 1982, p. 47.
20. Ali Mikhlif Saba Al-Subaihi, and Ohood Saleh Mahdi Al-Shammari, The Impact of Dust Storms on Sustainable Development in Saladin Governorate, Tikrit University Journal of Human Sciences, Volume (29), Issue (1), Part Two, 2022, p. 179.
21. Youssef Muhammad Ali Hatem Al-Hathal, Repetition of Pressure Systems, previous source, p. 101
22. millimeter. Iyad Nassif Jassim Al-Mashaikhi, Dust storms and their impact on agricultural production in Samarra District, Tikrit University Journal of Human Sciences, Volume 30, Issue (1,2) 2023, p. 173.
23. Nazir Subbar Hamad Al-Muhammadi, previous source, p. 17
24. Tariq Zakaria Ibrahim Salem, The Role of Depressions in Egypt's Climate, PhD thesis (unpublished), Faculty of Arts, Zagazig University, 1997, p. 31.
25. Ahmed Abdel Majeed Al-Feki, Winds in Egypt, Master's thesis (unpublished), Department of Geography, Faculty of Arts, Ain Shams University, 1990, p. 43.
26. Dalli Khalaf Hamid, Kaljan Khalil Majeed, Water Resources Management and its Relationship to Soil Quality in the Riyadh District, Kirkuk University Journal of Human Studies, Volume 16, Issue, 20211, p. 494.
27. Chapman,J.D (1989) : Geography and energy ,Commercial Energy Systems and National Policies .Longman ,Scientific and Technical ,New York.
28. Ali Hassan Musa: Al-Wajeez in the Applied Climate, Dar Al-Fikr, Damascus, Syria, first edition, 1992, p. 25.
29. Fathi Abdel Aziz Abu Radi: Climate and Environment - A Study in the Applied Climate of the Nile Delta Environment," University Knowledge House, Alexandria, 1991, p. 32.
30. Sabah Hassan Sultan Solar radiation and wind and their role in producing alternative energy in Iraq, previous source, p. 46
31. Rensheng .G;Kanng. E; Jiapping. y; shihua ,L;Wenzhi ,Z(2004)validation of five global radiation models with measured dailg data in china Energy converted and monagemeut.45-1759-1769.
32. Muneer,(2004)'Solar Radiation and Daylight models' 2nd end, Elsevier Ltd.
33. Walid Asmir Jassim Al-Rajiu, and Shaima Hussein Darwish, study of the spatial variation of total solar radiation falling on the horizontal surface in Iraq, previous source, 2011 AD, pp. 119-134.
34. http://www.renewableenergyfocus.com/view/13547/sunbelt-countries-couldhave-1-1-tw-solar-pv-by-2030.