تحديد أقاليم انتاج الطاقة الشمسية في العراق

Determining The Region of Solar Energy Production in IRAQ

د. خالدة جمال محمد طاهر
د. سرى بدر حسين
جامعة الموصل– كلية التربية للعلوم الانسانية– قسم الجغرافيا

Dr. Khaleda Jamal Mohammed Taher
Dr. Surah Badr Hussein
University of Mosul - College of Education for the Humanities- Department of Geography

dr.surabader@uomosul.edu.iq
khaledajamal@uomosul.edu.iq

الكلمات المفتاحية: اشعاع شمسي– طاقة– أقاليم– العراق.

Keywords: solar radiation- energy- regions- Iraq

الملخص

يهدف البحث الى تحديد الأقاليم المنتجة للطاقة الشمسية في العراق اعتماداً على القراءات المناخية لستة عشر محطة منتشرة في انحاء العراق والمستقاة من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي للفترة من (١٩٧٥–٢٠١٥) ، واظهرت الدراسة وجود تباينات واضحة في كميات الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة بفعل الموقع الفلكي وتأثير العوامل الجوية (كنسب التغييم والظواهر الغبارية) اعلى معدلات الاشعاع الشمسي كانت من نصيب المناطق الجنوبية والغربية، اذ بلغت– ١,٦٠٠ ملي واط/ سم٢/ يوم، شملت محطات الموصل وسنجار والرمادي، فضلاً عن الرطبة وبغداد والديوانية والحي والسماوة ،بناءً على ذلك تم تقسيم منطقة الدراسة الى ثلاث أقاليم منتجة للطاقة الشمسية الأول يمثل إقليم الطاقة المرتفع ويشكل نسبة (٤٩,٦٦%) من مساحة منطقة الدراسة، ويغطي هذا الإقليم ضمن مساحة واسعة من منطقة الهضبة الغربية والسهل الرسوبي، ويستحوذ هذا الإقليم على أعلى معدل للإشعاع الشمسي الذي يتراوح مابين ٤٦٠,٧٧– ٤٧٧,٦٣ ملي واط/ سم٢/ يوم ضمن محطات البصرة والسماوة والحي، فضلاً عن الديوانية والرطبة. وتكون كمية الطاقة الشمسية المستلمة كبيرة تسمح باستغلالها. اما الثاني فهو إقليم الطاقة الشمسية المتوسط بنسبة (٢٥,٨١%) ويشمل هذا الإقليم جزء من السهل الرسوبي والهضبة الغربية، والثالث هو إقليم الطاقة الشمسية المحدود يستحوذ هذا الإقليم على نسبة (٢٤,٥٣%) ويضم المنطقة الجبلية والمتموجة من العراق ، اذ تراوحت معدلات الاشعاع الشمسي ما بين ٤٤٥,٢٣– ٤٢٨,٧٤ ملي واط/ سم٢/ يوم، يعد هذا الإقليم الأقل لمعدلات الاشعاع الشمسي مقارنة بالإقليمين السابقين .

Abstract

The research aims to identify the regions producing solar energy in Iraq based on the climatic readings of sixteen stations spread across Iraq and derived from the General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring for the period from (1975-2015). and the study showed clear discrepancies in the amounts of solar radiation in the study area. Because of the astronomical site And the impact of weather factors (such as cloudiness and dusty phenomena) the highest rates of solar radiation were for the southern and western regions. reaching - 1.600 milliwatts / cm 2 / day. which included the stations of Mosul. Sinjar and Ramadi. as well as Rutba. Baghdad. Diwaniyah. Al Hay and Samawah. accordingly the area was divided The study is divided into three solar energy producing regions. The first represents the high energy region and constitutes (49.66%) of the area of the study area. This region covers a large area of the western plateau and alluvial plain. and this region has the highest rate of solar radiation. which ranges between 460.77 - 477.63 milliwatts / cm 2 / day within the stations of Basra. Samawah and Al Hay. as well as Al Diwaniyah and Al Rutbah. The amount of solar energy received is large enough to be exploited. The second is the medium solar energy region with a percentage of (25.81%). and this region includes part of the sedimentary plain and the western plateau. and the third is the limited solar energy region. This region occupies a percentage (24.53%) and includes the mountainous and undulating region of Iraq. as the rates of solar radiation ranged from what Between 445.23-428.74 milliwatts/cm2/day. this region has the lowest rates of solar radiation compared to the previous two regions. The second is the medium solar energy region with a percentage of (25.81%). and this region includes part of the sedimentary plain and the western plateau. and the third is the limited

solar energy region. This region occupies a percentage (24.53%) and includes the mountainous and undulating region of Iraq. as the rates of solar radiation ranged from what Between 445.23-428.74 milliwatts/cm2/day. this region has the lowest rates of solar radiation compared to the previous two regions.

المقدمة

تعد الطاقة الشمسية اقوى مصادر الطاقة المتجددة والتي تعد حديث الساعة في البحث عن مصادر غير قابلة للنضوب وصديقة للبيئة ومن المواضيع التي أخذت تفرض نفسها بقوة على الساحة، كونها مصدراً مهما للطاقة النظيفة، لاسيما بعد تزايد الطلب على الكهرباء الأمر الذي جعل إمكانية استثمار الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء امراً لابد منه خاصة وإن إمكانات منطقة الدراسة جيدة لإنتاج الطاقة الشمسية على مدار العام، فهي تقع في الحزام الشمسي العالمي يمتلك العراق متوسط اشعاع قدره(٥,٦) كيلو واط في الساعة لكل متر مربع في اليوم على مدى (٣٠٠٠) ساعة في السنة.

إذ أن كل(١٠٠) كم٢من الصحراء الغربية والجنوبية لها القدرة على إنتاج طاقة تعادل (٣٠) مليون طن من مكافئ النفط سنوياً باستخدام الالواح الكهروضوئية مما يجعل العراق مكاناً مثالياً للاستثمار في مجال الطاقة الشمسية التي من الممكن ان تكون حلاً لنقص الكهرباء على المدى البعيد[١].

فمن الضروري الالتفات إلى هذه الإمكانات التي يمتلكها العراق واختيار الأماكن الملائمة لإقامة المزارع الشمسية نظراً لزيادة عدد الأيام المشمسة فلم تعد مشكلة الغيوم والأمطار وحتى الغبار عائقاً لأن أنظمة الطاقة الشمسية تختزن الطاقة في فيها ليتم استخدامها في فترة عدم وجود الشمس ليلاً[٢].

تقدر الطاقة الشمسية المحتملة (٣,٤) مليار كيلو واط في السنة أي ما يعادل القدرة الاجمالية (٥,٩) ميكا واط، يقابل ذلك مساحة تقارب (١٠) كم٢ من الخلايا الشمسية بكفاءة تصل إلى (١٦%)*. من هنا جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على تحديد أهم الأقاليم المنتجة للطاقة الشمسية في العراق.

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث في : هل توجد إمكانية انتاج الطاقة الشمسية في العراق؟

---

(١) هاري استيبانيان، الطاقة الشمسية في العراق من البداية الى التعويض، مركز البيان للدراسات والتخطيط بغداد، ٢٠١٨، ص٨.

(٢) هاري استيبانيان، الطاقة الشمسية في العراق من الفجر الى الغسق مركز البيان للدراسات والتخطيط ، بغداد،٢٠٢٠، ص١١.

*

*

فرضية البحث:

١- تتمتع منطقة الدراسة بارتفاع معدلات الاشعاع الشمسي.

٢- هناك إمكانية لإنشاء أقاليم إنتاج الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة.

هدف البحث:

١- تحليل تباينات الاشعاع الشمسي ما بين محطات منطقة الدراسة.

٢- تحديد أكثر المناطق ملائمة لإنتاج الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة.

استخدام الطاقة الشمسية يعد استراتيجية ناجحة نحو طريق التنمية المستدامة

٣-منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج الاستقرائي التحليلي مدعماً بالوسائل الكمية في تحليل البيانات الخاصة بالإشعاع الشمسي المستقاة من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي لمدة (٣٥) عاماً، فضلاً عن استخدام برنامج Arc Gis٢٠١٠ وبرنامج Micro soft Excel ٠

حدود منطقة البحث:

تتمثل منطقة الدراسة في العراق والذي يمكن تقسيمه الى الأقسام التضاريسية الآتية:

١- المنطقة الجبلية:

تشكل (٦%) من مساحة منطقة الدراسة، وتقع في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، وتنحصر بين الهضبة الأناضولية من الشمال والشمال الغربي والهضبة الإيرانية وجبال زاكروس شرقاً، ومن الجنوب والجنوب الغربي تحدها المنطقة المتموجة .وتضم هذه المنطقة مجموعة من المرتفعات التي تنتظم بشكل سلاسل جبلية موازية بعضها لبعض وهي ذات امتداد محوري (شمال غرب –جنوب شرق)، وتبدأ من جبل (بيخير، جياسي، عقرة، بيرمام، هيبت سلطان، بازيان) ثم سلسلة (سكرمة، قره داغ زرده وجبل بامو). وتتباين ارتفاعاتها مابين (١٠٠٠-٣٦٠٠) م فوق مستوى سطح البحر، ولذا فهي تعد من أكثر مناطق العراق ارتفاعاً ووعورةً، وتنحصر بين هذه السلاسل الجبلية مجموعة من السهول والوديان المتباينة في اتساعها أهمها (سهل شهرزور، بازيان، رانية، وسهل السليمانية) وتقع جميعها في محافظة السليمانية، أما سهلا (حرير وديانا) فيتواجدان في محافظة اربيل، بينما يقع سهل السندي في محافظة دهوك.

٢- المنطقة المتموجة:

تشكل حوالي (١٤%) من مساحة منطقة الدراسة، وتقع إلى الجنوب من المنطقة الجبلية وتمتاز بتباياتها التضاريسية القليلة التعقيد والواسعة الإمتداد ويمكن تقسيمها إلى جزأين:

الجزء الأول: يقع غرب نهر دجلة ويمتاز بكثرة التواءاته البسيطة التحدب والمتباينة في امتداداتها ويعد (جبل سنجار) بارتفاعه البالغ (١٤٦٥) م فوق مستوى سطح البحر أهم المظاهر الأرضية في هذا الجزء ويمتد باتجاه محوري (شرق-غرب) فضلاً عن مرتفعات (عين زالة، بطمة، رافان، اشكفت، الكسير وساسان)، أما السلاسل التلالية ذات الاتجاه المحوري (شمال غرب جنوب شرق) فتتمثل بمرتفعات (شيخ إبراهيم، عداية، جوان، نجمة) وتنتهي هذه السلاسل عند نهر دجلة بتلال مكحول.

الجزء الثاني: يقع شرق نهر دجلة ويمتاز بقلة تضرسه باستثناء بعض المرتفعات المتمثلة بـ(جبل مقلوب وتلال بعشيقة وقره جوغ و باتيوه) إذ تبلغ ارتفاعاتها على التوالي (١٠٧٥) م، (٦٦٣) متر و (٨٧٥) م فوق مستوى سطح البحر. الجدول(١) والخارطة (١).

٣- الهضبة الغربية:

تشكل (٦٠%) من مساحة منطقة الدراسة، وتشغل القسم الغربي من العراق وتمتد من الحدود السياسية مع سوريا والأردن والسعودية من جهة الغرب وحتى السهل الرسوبي من جهة الغرب وحتى السهل الرسوبي في الشرق، وتمتد جنوباً من ميناء ام قصر على الخليج العربي وتتجه شمالاً بموازاة مجرى نهر الفرات حتى شمال الفلوجة في محافظة الانبار، ويحدها من الشمال مرتفعات سنجار ومن جهة الشمال الشرقي نهر دجلة.[١]

تتحدر بشكل عام من الغرب نحو الشرق ومن الشمال نحو الجنوب ويمكن تقسيمها الى الأقسام الاتية:

-منطقة الجزيرة - منطقة الوديان -منطقة الدبدبة -الحافات المتقطعة للهضبة - منطقة الحجارة

٤- السهل الرسوبي:

يعد من أحدث أقسام العراق تكويناً يمتد من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي لمسافة تبلغ (٦٥٠) كم ابتداءً من مدينة سامراء على نهر دجلة ومدينة هيت على نهر الفرات وحتى رأس الخليج العربي بين مصب شط العرب ومصب خور الزبير في خورعبدالله ويمتد عرضياً بين مقدمات جبال زاجروس ومقدمة الهضبة الغربية في غرب نهر الفرات لمسافة تصل الى حوالي (٢٠٠) كم، ويشكل (٢٠%) من مساحة العراق ويتراوح ارتفاعه بين بضع سنتيمترات عن مستوى سطح البحر عند حده الجنوبي الى (١٠٠) م عند حده الشرقي.[٢]

---

(١) دار الوضاح ، البصرة، ٢٠١٦، ص.ص ٢٣-٢٦. - عبد الله سالم المالكي، جغرافية العراق،

(٢)عبد الله سالم المالكي، المصدر السابق، ص.ص 32-26

الجدول (١)

مواقع المحطات المناخية في منطقة الدراسة

المحطة	الارتفاع بالامتار	دائرة العرض شمالاً	خط الطول شرقاً
ربيعة	382	36 48	42 06
سنجار	538	36 19	4150
الموصل	223	36 19	43 15
كركوك	331	35 28	43 09
السليمانية	853	35 32	45 27
خانقين	202	34 21	45 23
الرمادي	45.1	3315	4319
بغداد	31.7	33 18	44 24
الرطبة	630	33 02	40 17
الحي	17	32 13	46 03
كربلاء	331	32 37	44 24
النجف	32	31 57	44 19
الديوانية	20	3195	4459
السماوة	11.4	3118	4419
الناصرية	5	31 01	46 14
البصرة	2.4	30 31	47 47

من عمل الباحثتان اعتماداً على جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، أطلس مناخ العراق، ١٩٨٩.

يتسم بالانبساط مع ارتفاع تدريجي من الجنوب نحو الشمال اذ تكوُن السهل الرسوبي بفعل ترسبات الأنهار التي أدت الى ارتفاع مستوى مجاري الأنهار والتي تكون قريبة منها، ويقسم السهل الرسوبي الى عدة اقسام:

-مدرجات الأنهار. – السهل الفيضي – الاهوار والمستنقعات. – منطقة المصب. – السهل الساحلي.

-السهول المروحية والحافات الشرقية للسهل الرسوبي.

الخارطة (١)

التوزيع الجغرافي للمحطات المناخية في منطقة الدراسة

من عمل الباحثتان اعتماداً على جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات مناخية للمدة ١٩٧٥– ٢٠١٥، بيانات غير منشورة. فضلاً عن برنامج ArcGis ١٠,٤ اون.

الطاقة الشمسية (Solar Energy):

هي الضوء والحرارة اللذان تنتجهما الشمس ، ويعرفها البعض بأنها الطاقة التي تطلقها الشمس بشكل اشعاع الى مختلف الاتجاهات وتتحرر من التفاعل الاندماجي النووي في داخل الشمس، وتتكون من موجات كهرومغناطيسية تنتقل بسرعة الضوء والبالغة (٣٠٠٠٠٠) كم/ ثا والتي تصدر معظمه طبقة الفوتوسفير[١] .

ويمكن القول ان الشمس هي من اقرب النجوم الى الأرض ومتوسط بعدها (١٤٩,٥٠٠٠٠٠) كم. ويبلغ قطرها (١,٤٠٠٠٠٠٠)، وهي مصدر الطاقة الشمسية التي تعد اهم مصادر الطاقة على سطح الارض تتكون الشمس من (٨٢%) هيدروجين، (١٨%) هيليوم، ويتم توليد الطاقة عن طريق التفاعلات الكيميائية داخل الشمس، والتي يتم بموجبها تحويل ذرات الهيدروجين الى هيليوم وتتحول المادة التي تفيض من التفاعل الى طاقة هائلة هي الطاقة الشمسية[٢].

تحت ضغط مرتفع وحرارة تبلغ (١٥) مليون درجة مئوية، اذ تنتقل الحرارة من قلب الشمس متجهة نحو الغلاف الخارجي للشمس[٣]. ومن هذا الجسم الملتهب تخرج اشعة قوية الى الأرض بعد مرورها في الفضاء الخارجي ولا يصل سطح الأرض منها الا(٠,٠٠٢%)[٤] من قوة الاشعة الخارجة من الشمس وهذا الجزء هو من يقوم بتسخين سطح الأرض وامدادها بالضوء.

مقومات إنتاج الطاقة الشمسية:

يعتمد إنتاج الطاقة الشمسية على عدد من الركائز والتي تعد حجر الزاوية في عملية الإنتاج، وسيتم تناولها بحسب ترتيب أهميتها:

١- الاشعاع الشمسي :

هو الوسيلة التي يتم بها نقل الطاقة الشمسية بسرعة الضوء (٣٠٠٠٠٠) كم/ثا على شكل موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية مختلفة وذات طاقات مختلفة تمتد من أشعة كاما القصيرة جداً (ذات الطاقة العالية) إلى الأشعة الضوئية (ذات الطاقة الضعيفة)

---

(١) خضر جاسم محمد، موازنة المياه والطاقة لمحطات مختارة في محافظة نينوى، أطروحة دكتوراه، كلية التربية ، جامعة الموصل ،٢٠١٢، ص٣١.

(٢) نعمان شحاذة ، علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ٢٠١٣ ، ص ٤٥.

(٣) سعيد إدريس العوامي، أسس علم المناخ، دار الكتب الوطنية الطبعة الأولى، بنغازي، ليبيا، ٢٠١٧ ، ص ٣٠.

(٤) المصدر نفسه، ص٣١.

يمكن تصنيفها وفقاً للطول الموجي (٠,١٧-٤) مايكرون، وتمتد من الأشعة القصيرة جداً كأشعة كاما إلى الأشعة تحت الحمراء الطويلة ويتألف من ثلاث أنواع من الأشعة وهي الحرارية، الضوئية والأشعة فوق البنفسجية .

يمثل الاشعاع الواصل الى الغلاف الغازي مصدر طاقته الوحيد إذ يساهم بأكثر من (٩٩,٩٧%) من الطاقة التي يتم استغلالها من قبل الغلاف الغازي وعلى الأرض، وتتخذ الطاقة الشمسية أشكالاً وصوراً متعددة منها: الطاقة الحرارية، الطاقة الكامنة و الطاقة الحركية.

حسب قانون (فين) فان معظم الطاقة الشمسية تنتقل بموجات طولها (٠,٥) مايكرون لذا توصف الاشعة الشمسية بالقصيرة ويطلق على متوسط الطاقة الشمسية المارة خلال زمن معين والساقطة عموديا على وحدة المساحة من السطح الخارجي للغلاف الجوي للأرض عند متوسط المسافة بين الأرض والشمس بالثابت الشمسي(١).

والذي يعادل (١٣٦٧) واط/م٢، وتصبح قيمته بين الصفر و ١٠٠٠ واط لكل م٢ عند مستوى سطح البحر وذلك بسبب وجود عوائق في المسار الجوي للأشعة كالامتصاص والانعكاس والانتشار، ويكتسب الثابت الشمسي أهمية خاصة في تطبيقات الطاقة الشمسية فكمية الطاقة الواصلة الى سطح الأرض فهي أقل من قيمة الثابت الشمسي بفعل تأثير الغلاف الجوي عليها(٢).

ويتأثر الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة بالموقع الفلكي الذي يعد المحدد الأول لكميته ويبرز دور الموقع الفلكي في ناحيتين هما :

١- زاوية سقوط الاشعاع الشمسي. ٢- طول النهار (مدة سطوع الشمس).

٣- معامل الصفاء الجوي.

---

(١) علي أحمد غانم، الجغرافيا المناخية، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة، عمان ، الأردن، ٢٠١١، ص.ص ٤٠، ٤٣.

(٢) خضر رشيد عبد الرحمن محمد، التحليل الجغرافي لمنظومات خلايا الاشعاع الشمسي واستثماراتها في سفوح الجبال الجنوبية من محافظة دهوك، أطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، ٢٠٢١، ص٣٢.

وسيتم التطرق اليها بقدر تأثيرها على الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة وكالاتي:

١- زاوية سقوط الاشعاع الشمسي:

تسمى زاوية الاشعاع الشمسي أحياناً بدرجة ميل أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض أو بزاوية الورود[١].

تكتسب زاوية سقوط اشعة الشمس أهمية كبيرة في تحديد مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض فإذا كانت مدة الاشعاع ترتبط بطول النهار فان كثافته ترتبط بزاوية سقوطه، فتكون كثافة الاشعاع الشمسي على أشدها عندما تكون زاوية ارتفاع الشمس بمقدار (٩٠°) ثم تأخذ بالتناقص مع تناقص هذه الزاوية، وتكون الأشعة العمودية الساقطة على أي جزء من سطح الأرض تستطيع تسخينه بدرجة أكبر من الأشعة المائلة لأنها تجتاز الغلاف الغازي باتساع أقل من الأشعة المائلة وبذلك يقل الفقدان بفعل عمليات الامتصاص والانتشار والانعكاس،

عندما تكون زاوية ارتفاع الشمس أقل من (١٠°) فإنه من غير الممكن استلام هذه الأشعة لأن طبقة الهواء تكون قد امتصت كل طاقتها[٢] .

وتتباين زاوية سقوط الاشعاع الشمسي باختلاف الفصول والموقع واختلاف التضاريس، ففي فصل الشتاء في (٢٢) كانون الأول يحدث الانقلاب الشتوي، إذ تتعامد الشمس على مدار الجدي فتقل زاوية سقوط الأشعة الشمسية وتقل كمية الواصل من الاشعاع الشمسي وذلك بسبب الانحراف الكبير لأشعة الشمس ويظهر من خلال الدراسة التحليلية للجدول (٢) مايلي:

١-يسجل شهر كانون الأول أدنى معدل في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء وتفردت به محطة الموصل (٢٩,٤ْ) في حين سجلت محطة البصرة اعلى معدل والبالغ (35.29°)

تأخذ زوايا سقوط الاشعة الشمسية بالتزايد التدريجي ابتداءً من شهر كانون الثاني وفي شهر شباط مع احتفاظ محطة الموصل بتسجيل أقل معدل لزاوية سقوط أشعة الشمس (٣١,٤١)(٤٠,٤١) على التتابع، وسجلت محطة البصرة أعلى معدل والبالغ (٣٧,٢٩) (٤٦,٢٩) للشهرين على التتابع.

٢-في الاعتدال الربيعي عند تعامد الشمس على خط الاستواء في (٢١) آذار تأخذ الزوايا بالتزايد التدريجي نظراً لاتجاه الشمس نحو مدار السرطان ويسجل شهر أيار أعلى معدلات

---

(١) أحمد سعيد حديد، علي الشلش، ماجد السيد ولي، جغرافية الطقس، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، ١٩٧٩، ص. ص ٦٩-٧٠.

(٢) عبد العزيز العبادي، الطاقة الشمسية في العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العددان ٢٤-٢٥ نيسان ١٩٩٠، ص.ص ١٥-١٦.

فصل الربيع وظلت القيمة العليا لتلك الزاوية من نصيب محطة البصرة (٧٨,٢٩) وأقل قيمة لمحطة الموصل (٧٢,٤١) بينما تدرجت باقي المحطات فيما بينهما.

٣-في الانقلاب الصيفي عند تعامد الشمس على مدار السرطان تبلغ زوايا سقوط أشعة الشمس ذروتها في منطقة الدراسة وذلك لسقوط الأشعة الشمسية بشكل قريب من العمودي واحتلت محطة البصرة المرتبة الأولى بين محطات منطقة الدراسة والبالغة (٨٢,٢٩) وذلك يعود لموقعها الفلكي في جنوب العراق على دائرة عرض (ْ٣٠:٣١) أقرب الى الدائرة الاستوائية، ومحطة الموصل حافظت على أقل معدل والبالغ (ْ٧٦,٤١)، والسبب يعود الى الموقع الفلكي للمحطة (ْ٣٦:١٩) وكون الزاوية تتناقص بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال. تأخذ زوايا سقوط الأشعة الشمسية بالانخفاض بعد شهر حزيران وتستمر بذلك في شهري تموز وآب.

-4في الاعتدال الخريفي عند تعامد الشمس على خط الاستواء في ٢٣ أيلول ويحتل شهر أيلول أعلى القيم لزوايا سقوط الأشعة الشمسية مقارنة بشهري تشرين الأول وتشرين الثاني إذ يكون الفارق كبير فيما بينهما، لازالت محطة البصرة تحتل الصدارة في تسجيلها أعلى المعدلات إذ سجلت في أيلول(٦٣,٢٩) تليها كل من محطتي الناصرية والنجف بمعدل (٦٢,٥٩) (٦٢,٠٣) لكل منهما. ومحطة الموصل سجلت ادنى معدل والبالغ.(57.41)

الجدول (٢)

معدل زوايا سقوط اشعة الشمس بالدرجات في منطقة الدراسة

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الأول
السليمانية	32 .28	41. 28	52 .28	64. 28	74 .28	77. 28	75. 28	67. 28	57. 28	46 .28	35 .28	30. 28
الموصل	31. 41	40.41	51.41	62. 41	72 .41	76. 41	74 .41	67 .41	57 .41	45. 41	34. 41	29 .41
كر كوك	32 .32	41. 32	52 .32	63. 32	73. 32	77.32	75. 32	68. 32	58 .32	46. 32	35 .32	30. 32
خانقين	33. 39	42. 39	53. 39	65. 39	75.39	78 .39	76. 39	68 .39	58. 39	47. 39	36. 39	31 .39
بغداد	34. 42	43. 42	54 .42	65. 42	75 .42	79. 42	77. 42	70. 42	60 .42	48 .42	37 .42	32. 42
الرطبة	34. 58	43 .58	54. 58	65. 58	75.58	79 .58	77 .58	70. 58	60. 58	48. 58	37. 58	32 .58
الحي	35. 52	44. 52	55. 52	66. 52	76.52	80. 52	78. 52	71. 52	61 .52	49 .52	38 .52	33. 52
النجف	36. 03	45 .03	56. 03	68 .03	77.03	81 .03	79 .03	72. 03	62. 03	50. 03	39. 03	35 .03
الناصرية	36. 59	45. 59	56. 59	67. 59	77.59°	81. 59	79. 59	72 .59	62 .59	50 .59	39 .59	34. 59
البصرة	37. 29	46 .29	57 .29	68. 29	29.78	829	80 .29	73. 29	63. 29	51. 29	40. 29	35 .29

عباس العبيدي، تحليل التباين المكاني والزماني لقيم الاشعة فوق البنفسجية في العراق، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة، ٢٠١٧، ص٥٣.

٢- طول النهار:

يؤثر طول النهار في كمية الاشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض، فاكبر كمية من الأشعة الشمسية في الأيام الطويلة مقارنة بالأيام القصيرة، ويختلف طول النهار المسمى بـ(السطوع النظري) بتباين الموقع الفلكي ويزداد طول النهار بتزايد البعد عن خط الاستواء صيفاً ويقل شتاءً. يؤدي الاختلاف في طول النهار إلى تباين الفترة التي تستلم بها الأرض الاشعاع الشمسي، لذا نجد أن الفصل الحار من السنة في أي منطقة لايتأثر إلا بالفترة التي يكون فيها النهار طويلا لأنه يحقق أكبر كمية من الاكتساب الاشعاعي وذلك لايرتبط بقرب الأرض أو بعدها عن الشمس، ومن خلال تحليل الجدول (٣) في منطقة الدراسة يتضح مايلي:

١- يأخذ طول النهار بالزيادة في شهر كانون الثاني وكذلك الحال في شهر شباط نظراً لحركة الشمس الظاهرية نحو خط الاستواء.

٢- يحدث الاعتدال الربيعي عند تعامد الشمس على خط الاستواء فيتساوى عندئذٍ طول الليل والنهار على أنحاء الكرة الأرضية التي تستلم تقريباً كميات متساوية من الاشعاع الشمسي.

ويزداد طول النهار بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال، إذ يسجل شهر أيار أطول نهار خلال فصل الربيع وتحتل محطة الموصل أطول نهار بواقع (١٣,٩٢) ساعة بينما أقل طول للنهار فكان لمحطة البصرة (١٣. ٥٣) ساعة.

٣- يزداد طول النهار بحلول الانقلاب الصيفي في عموم منطقة الدراسة، إذ يزداد بالاتجاه شمالاً واحتلت الموصل الصدارة في أطول نهار وهو (١٤,٤٣) ساعة وفي البصرة (١٣,٩٣) ساعة إذ يكون المدى (٤٠) دقيقة يأخذ طول النهار بالتناقص خلال شهري تموز واب نظراً لحركة الشمس الظاهرية باتجاه خط الاستواء، لكن يبقى النهار الأطول من نصيب المحطات الشمالية ويقل طول النهر بالاتجاه نحو الجنوب ويكون الفرق بينها حوالي (٢٧) دقيقة.

الجدول (٣)

طول النهار (السطوع النظري) بالساعة في منطقة الدراسة*

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل
الموصل	9.82	10.70	11.7	12.92	13.92	14.43	14.20	13.34	12.21	11.04	10.05	9.56	11.99
سليمانية	9.88	10.73	11.76	12.90	13.87	14.35	14.14	13.30	12.20	11.06	10.10	9.64	11.99
كركوك	9.89	10.74	11.76	12.90	13.86	14.35	14.13	13.30	12.20	11.07	10.11	9.64	11.99
خانقين	9.97	10.78	11.77	12.86	13.78	14.25	14.04	13.24	12.20	11.11	10.19	9.74	11.99
بغداد	10.06	10.84	11.78	12.82	13.72	14.16	13.96	13.20	12.19	11.14	10.25	9.84	11.99
الرطبة	10.07	10.84	11.78	12.81	13.69	14.14	13.94	13.18	12.18	11.15	10.28	9.85	11.99
الحي	10.14	10.88	11.79	12.79	13.64	14.06	13.87	13.14	12.18	11.18	10.33	9.93	11.99
النجف	10.16	10.89	11.79	12.78	13.62	14.04	13.85	13.13	12.17	11.19	10.35	9.94	11.99

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل
الناصرية	10.22	10.93	11.80	12.75	13.56	13.97	13.78	13.10	12.16	11.22	10.41	1. 02	11.99
البصرة	10.25	10.95	11.80	12.74	13.53	13.93	13.75	13.07	12.16	11.23	10.44	10.06	11.99

من عمل الباحثتان اعتماداً على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات مناخية ١٩٧٥-٢٠١٥، بيانات غير منشورة.

*طول ساعات النهار ثابتة لكل السنوات، تم استبعاد قسم من المحطات لتشابه طول النهار فيها.

٤- في الاعتدال الخريفي يتساوى طول النهار في محطات منطقة الدراسة، ولا يكون الفرق بين كل من محطتي الموصل والبصرة سوى (٥) دقائق، إذ سجلتا (١٢,٢١) و(١٢. ١٦) ساعة، ويقل طول النهار بشكل تدريجي خلال شهر تشرين الأول ويزداد طول النهار بالاتجاه جنوباً، ويصل طول النهار إلى ما يقارب (١٠,٤٤) ساعة في البصرة ويصل في الموصل الى(١٠,٠٥) في شهر تشرين الثاني نتيجة لاتجاه الشمس للتعامد على مدار الجدي.

ويرتبط تأثير طول النهار على كمية الأشعة الشمسية بمدة سطوع الشمس(السطوع الفعلي) وهي المدة التي تظهر فيها الشمس في النهار ويتم عادة قياسها بالأجهزة المستخدمة لذلك وعادة تتأثر بالعوامل الجوية (التغييم و ظواهر التكاثف والظواهر الغبارية) ، فقد لايتساوى طول النهار ومدة السطوع الفعلي خاصة في فصل الشتاء لزيادة معدلات التغييم والضباب فقد يكون السطع الفعلي صفر إذا غطت الغيوم السماء طول النهار بينما قد يتساوى طول النهار (السطوع النظري والسطوع الفعلي) في الأيام الصافية[١]

من خلال تحليل الجدول (٤) يتضح ما يلي:

١- يتسم فصل الشتاء بانخفاض معدلات السطوع الشمسي الفعلي نظراً لارتفاع نسبة التغييم، وزيادة ظواهر التكاثف نتيجة لارتفاع الرطوبة النسبية، فضلاً عن قصر طول النهار، وميلان زاوية سقوط اشعة الشمس مما يقلل من كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة .

٢- يسجل شهر كانون الثاني اقل معدل للسطوع الفعلي في منطقة الدراسة، وكانت المعدل الأعلى من نصيب محطة السماوة والبالغ (٦,٨) ساعة والمعدل الأدنى كان لمحطة الموصل(٤,٧) ساعة، تلتها محطة البصرة(٦,٦) ساعة وسجلت محطات النجف والناصرية والرطبة معدل قدره (٦,٤) ساعة بينما انخفض المعدل في والديوانية (٥,٦) ساعة، نظراً لان فصل الشتاء هو فصل التركز المطري في منطقة الدراسة، وتأخذ معدلات السطوع بالتزايد في

(١) علي أحمد غانم، الجغرافية المناخية، مصدر سابق، ص.ص. ٥٢-٥٣.

شهر شباط لازدياد طول النهار وانخفاض نسبة التغييم، فاعلى معدل تفردت به محطة (البصرة ٧,٥) ساعة وادنى معدل كان من نصيب محطة السليمانية (٥,٤) ساعة لارتفاع نسبة التغييم.

٣- تزداد معدلات السطوع الفعلي في فصل الربيع نتيجة لزيادة طول النهار والاتجاه نحو فصل ارتفاع درجة الحرارة والتباين في نسبة التغييم بين محطات منطقة الدراسة وتأخذ معدلات السطوع بالتزايد التدريجي ابتداءً من شهر آذار وحتى أيار الذي يسجل اعلى معدلات السطوع الفعلي لأنه الأجدر بتمثيل فصل الصيف، وأعلى المعدلات سجلتها كل من محطتي الرطبة والسليمانية (١٠,٢) و(١٠,١) ساعة وأقل معدل سجلته محطة الديوانية (٨,٢) ساعة.

٤- فصل الصيف يزداد طول النهار خلال هذا الفصل ليبلغ ذروته خلال شهر حزيران، فضلاً عن زيادة معدلات الصفاء الجوي بالاتجاه شمالاً فأعلى معدل سجلته محطة الرطبة (١٢,٤) ساعة وأقل معدل انفردت به محطة الناصرية (١٠) ساعة. ثم تأخذ المعدلات بالتناقص التدريجي خلال شهري تموز وآب، وذلك لتناقص طول النهار ولحركة الشمس الظاهرية باتجاه خط الاستواء.

٥- فصل الخريف تتناقص معدلات السطوع الفعلي نتيجة الصراع بين الدورتين الهوائيتين الصيفية والشتوية وتفكك مناطق الضغوط الموسمية، يحتل شهر أيلول أعلى المعدلات والتي تكاد تكون متقاربة في منطقة الدراسة.

وسجلت محطتي السليمانية والرطبة (١٠,٦) ساعة، وأقل معدل في خانقين(٩,٤) ساعة، وتتناقص المعدلات في شهري تشرين الأول وتشرين الثاني بفعل الاتجاه نحو فصل انخفاض درجة الحرارة.

الجدول (٤)

معدلات السطوع الشمسي الفعلي في محطات منطقة الدراسة(ساعة/يوم)

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
ربيعة	4.9	5.7	6.6	7.9	10	12.2	12.3	11.6	10.3	8.2	6	4.8	8.4
سنجار	5	6	6.9	7.9	9.6	11.6	11.8	11.3	10.3	8.3	6.5	5.2	8.4
الموصل	4.7	5.6	6.7	8.0	9.7	12.0	11.9	11.3	10.3	8.1	6.2	4.6	8.3
سليمانية	4.9	5.4	5.9	7.8	10.1	2.3 1	12.3	11.8	10.6	8	6.2	5	8.4
كركوك	5.3	6.2	7.2	7.7	9.2	11.2	11.1	11.0	10.1	8.0	6.6	5.5	8.3
خانقين	5.6	6.0	6.8	7.6	8.8	11.0	10.9	10.5	9.4	7.7	6.7	5.4	8.0
الرمادي	5.8	7.3	7.8	8.2	9.4	11.6	11.7	11.3	10.3	8.5	7	5.7	8.7
بغداد	6.1	7.2	7.8	8.7	9.9	11.8	11.7	11.4	10.1	8.2	7	6.1	8.8
الرطبة	6.4	7.4	8.2	8.7	10.2	12.4	12.2	11.7	10.6	8.6	7.4	5.9	9.1
كربلاء	6.1	7.2	7.9	8.5	9.2	11.2	11.4	11	10.2	8.2	7.1	6.2	8.7
الحي	6.4	7.4	7.9	8.4	9.6	11.5	11.5	11.4	10.2	8.6	7.5	6.5	8.9
النجف	6.4	7.2	7.9	8.4	9.3	11.2	11.4	10.9	10	8.3	7.2	6.0	8.7

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
الديوانية	5.6	6.8	8.1	8.2	8.5	10.6	11.2	11	9.6	7.5	6.5	6.2	8.3
السماوة	6.8	7.6	7.9	8.4	9.2	11.5	11.8	11.5	10.2	8.5	7.4	6.4	8.9
الناصرية	6.4	7.4	7.7	7.8	8.9	10.0	10.0	10.0	9.6	8.2	7.0	5.9	8.2
البصرة	6.6	7.5	8	8.4	9.7	11.4	11. 1	10.9	10.4	8.8	7.6	6.7	8.9

من عمل الباحثتان اعتماداً على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات مناخية ١٩٧٥-٢٠١٥، بيانات غير منشورة.

٣-معامل الصفاء الجوي:

تؤثر العوالق الجوية على كمية الاشعاع الشمسي الواصل لمنطقة الدراسة، وتتمثل بالغيوم والضباب والظواهر الغبارية، وسيتم تناولها كالآتي:

اولاً- الغيوم:

من خلال الجدول (٥) يتضح أن منطقة الدراسة تتباين فصلياً في معدلات التغييم خلال الفصول ومكانياً بين المحطات في الفصل الواحد، ظهرت لدينا مايلي :

١- يسجل فصل الشتاء أعلى معدل للتغييم فصلي في منطقة الدراسة، احتلت المنطقة الشمالية معدلاً مرتفعاً مقارنة بالمنطقتين الوسطى والجنوبية، فقد سجلت محطة الموصل (٤,٦) اوكتاس، بسبب مرور الكتل المدارية الدافئة الرطبة شتاءً شمال منطقة الدراسة والتقائها بالكتل الهوائية الباردة مما يسهم في تكوين منخفضات جبهوية تسهم في تشكيل غيوم طبقية تقلل كمية الاشعاع الشمسي الواصل اليها وأقل معدل كان من نصيب محطة الناصرية لضعف تأثير العوامل المساهمة في تشكيل الغيوم.

الجدول(٥)

الظواهر الجوية في منطقة الدراسة

الفصول	التغييم								
	البصرة	الناصرية	النجف	الحي	خانقين	الرطبة	بغداد	كركوك	الموصل
الشتاء	3.2	2.9	3.3	3.5	3.1	3.4	3.7	3.9	4.6
الربيع	3	2.7	3.2	2.6	2.8	2.9	3.4	3.3	3.6
الصيف	1.3	1.8	1.1	1	0.8	0.9	1	1	1.1
الخريف	2.1	2.1	2.1	2.1	2.5	2.3	2.3	2.4	2.6
المعدل السنوي	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.4	2.6	2.7	3

	الغبار المتصاعد								
	البصرة	الناصرية	النجف	الحي	خانقين	الرطبة	بغداد	كركوك	الموصل
الشتاء	1.7	3.6	1.2	2.3	0.2	2.6	2.1	0.5	0.2
الربيع	5.3	10.8	3.3	7.6	1.1	6.3	5.3	2.1	1.9
الصيف	8.9	17.2	4.6	13	0.7	3.4	8.3	1.1	1.7
الخريف	2.3	6.5	1.2	4.5	0.4	2.5	2.3	0.6	1
المعدل السنوي	54.7	114.6	30.9	82.3	7	44.2	54	12.8	14.7
	العواصف الغبارية								
	البصرة	الناصرية	النجف	الحي	خانقين	الرطبة	بغداد	كركوك	الموصل
الشتاء	0.1	0.4	0.3	0.1	0	0.3	0.3	0.1	0
الربيع	0.5	1.9	1	0.3	0.2	0.9	1.2	0.3	0.2
الصيف	0.9	3.6	0.2	0.3	0	0.2	0.9	0.2	0.2
الخريف	0.2	0.5	0.3	0	0	0.3	0.3	0.2	0.2
المعدل السنوي	5.2	19.5	5.4	2.1	0.6	5.1	7.9	1.9	1.7
	الغبار العالق								
	البصرة	الناصرية	النجف	الحي	خانقين	الرطبة	بغداد	كركوك	الموصل
الشتاء	2.3	5.2	4.4	2.3	0.6	1.3	8.4	2.7	3.2
الربيع	7.2	12.6	11.9	8.7	2.5	5.6	16.2	9.5	8.8
الصيف	9.1	15.6	10.4	9.1	2.4	3.3	20.2	11.3	16.6
الخريف	3.8	8.6	5.9	4.2	1.1	3.7	13.9	6.1	10.1
المعدل السنوي	67	126	97.9	72.7	19.9	41.9	175.9	89	116.3

جدول(٥) الظواهر الجوية في منطقة الدراسة من عمل الباحثتان اعتماداً على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات مناخية ١٩٧٥-٢٠١٥، بيانات غير منشورة.

٢- الفترة الانتقالية (وتشمل فصلي الربيع والخريف) تتباين معدلات التغييم الفصلية في منطقة الدراسة نتيجة لتعامد الشمس على خط الاستواء والصراع بين الدورتين الهوائيتين الصيفية والشتوية لبسط سيطرة كل منهما فتقل معدلات التغييم بالاتجاه نحو الجنوب وأعلى

معدل لفصل الربيع سجلته محطة الموصل (٣,٦) اوكتاس وأقل معدل لمحطة الحي (٢,٦) اوكتاس، الخريف كان أعلى معدل فصلي من نصيب الموصل (٢,٦) اوكتاس، وأقل معدل (٢,١) اوكتاس تقاسمته كل من محطات الحي، النجف، الناصرية والبصرة.

٣- فصل الصيف: تنخفض معدلات التغييم في عموم منطقة الدراسة، لجفاف الهواء وانخفاض الرطوبة النسبية، وسيطرة المنخفض الموسمي الهندي على منطقة الدراسة وأعلى معدل للتغييم هو لمحطة الموصل وخانقين والبالغ (٠,٧) واقل معدل (٠) لمحطة الناصرية لضعف تأثير المسطحات المائية المجاورة .

ثانياً- الظواهر الغبارية:

يعد الغبار من العوامل المؤثرة في مقدار الواصل من أشعة الشمس إذ تؤدي زيادة نسبته إلى انتشار الأشعة الشمسية وسيتم تناولها كالآتي:

١- الغبار المتصاعد : تقل تكراراته في فصل الشتاء نتيجة ارتفاع الرطوبة النسبية سقوط الأمطار أدنى معدل فصلي سجلته الموصل (٠,٢) يوم وأعلى معدل فصلي كان من نصيب محطة الناصرية (٣,٦) يوم بفعل تأثير الكتل الهوائية القارية المدارية التي تثير هذا النوع من الغبار.

في الفترة الانتقالية تنشط هذه الظاهرة بشكل كبير وتسجل محطة الناصرية أعلى المعدلات الفصلية للربيع والخريف (١٠,٨) يوم (٦,٥) يوم في حين أدنى المعدلات سجلتها محطة خانقين (١,١) يوم و (٠,٤) يوم .

وفصل الصيف يمثل الذروة لنشاط الغبار المتصاعد في عموم محطات منطقة الدراسة ولازالت الناصرية تحتل المرتبة الأولى بمعدل (١٧,٢) يوم وأدنى معدل لمحطة خانقين (٠,٧) يوم بسبب ظروفها البيئية.

العواصف الغبارية: تنخفض تكراراتها شتاءً فتكاد تخلو منها المنطقة الشمالية إذ سجلت محطة الموصل(٠) يوم وتتدرج بالزيادة إلى الجنوب نظراً للظروف البيئية المشجعة لقيام العواصف الغبارية إذ سجلت محطة الناصرية (٠,٤)يوم.

الفترة الانتقالية: تمتاز بارتفاع تكرارات العواصف الغبارية لكن المنطقة الشمالية تمتاز بتسجيل أقل معدلات فصلية ربيعية لمحطة الموصل وخانقين (٠,٢) يوم والقيمة العليا كانت لمحطة الناصرية (١,٩) يوم، وأدنى معدل فصلي خريفي سجلته محطتي خانقين والحي (٠) يوم.

وفي فصل الصيف تقل تكرارات العواصف الغبارية في كل من المنطقة الشمالية والوسطى وأقل معدل فصلي لمحطة (٠) يوم خانقين بفعل تماسك تربتها في حين سجلت الناصرية أعلى معدل والبالغ (٣,٦) يوم.

٢- **الغبار العالق:** تتباين تكراراته بين محطات منطقة الدراسة، لكنها عموماً مرتفعة مقارنة مع الغبار المتصاعد والعواصف الغبارية، في فصل الشتاء أدنى معدل فصلي سجلته محطة خانقين (٠,٦) يوم، وأعلى معدل فصلي سجلته محطة بغداد وهو (٨,٤) يوم .

الفترة الانتقالية: تزداد التكرارات بشكل ملحوظ مقارنة بفصل الشتاء بما فيها محطات المنطقة الشمالية والوسطى وأقل معدل فصلي ربيعي لمحطة خانقين (٢,٤) يوم، وأعلى معدل فصلي كان من نصيب محطة بغداد(٢٠,٢) يوم، أما أدنى معدل فصلي خريفي كان في محطة خانقين(١,١) يوم، وأعلى معدل كان في بغداد (١٣,٩) يوم لزيادة نشاطات الانسان.

فصل الصيف: تزداد تكرارات الغبار العالق بفعل ارتفاع درجة الحرارة وجفاف الهواء والتربة مما يساهم في تهيئة الظروف المساعدة لزيادة تكراراته وبقيت محطة خانقين تسيطر على أدنى معدل (٢,٤) يوم، وأعلى معدل لمحطة بغداد (٢٠,٢) يوم بسبب اتساع المدينة وانخفاض حركة الهواء[١].

تباين الاشعاع الشمسي في العراق:

يتضح من خلال ما سبق أن كميات الاشعاع الشمسي تتأثر بتلك العوامل المحددات التي تساهم في تقليل كميته وتباينها من مكان لآخر خلال الفصل الواحد ومن فصل لآخر، ومن خلال ملاحظة معدلات الاشعاع الشمسي يتبين أن هنالك مناطق تمتاز بارتفاع كمية الاشعاع الشمسي ومناطق بقلة كميته نتيجة العوامل المؤثرة عليه، وسيتم تناول التباين الفصلي وكالآتي:

اولاً: فصل الشتاء

من خلال تحليل الجدول (٦) أن كميات الاشعاع الشمسي تتباين خلال أشهر الشتاء بفعل الغيوم وظواهر التكاثف ومرور المنخفضات الجبهوية التي تقوم بالتأثير عليه وتقليل الواصل الى منطقة الدراسة، تأخذ معدلات الاشعاع بالتزايد التدريجي بعد شهر كانون الأول وتستمر خلال شهر كانون الثاني لتصل أعلى معدل في شهر شباط، وترتفع المعدلات بالاتجاه جنوباً، فأعلى معدل سجلته محطة البصرة (٣١٦) ملي واط تليها الناصرية بسبب قلة تكرار العواصف الغبارية شتاءً، وأقل معدل سجلته محطة الموصل (٢٣٥) ملي واط، لارتفاع معدلات التغييم، الشكل (١).

ثانياً: الفترة الانتقالية

١- فصل الربيع: نتيجة لحركة الشمس باتجاه خط الاستواء للتعامد عليه في الاعتدال الربيعي وما يرافق ذلك من زيادة في طول النهار ومقدار زاوية سقوط أشعة الشمس يرافق ذلك

(١) حسن هاشم فرج، تغير السطوع الشمسي في العراق، رسالة ماجستير، كلية التربية للعوم الإنسانية، جامعة الموصل، ٢٠٢١، ص١٢٤.

وصول كميات أكبر من الاشعاع الشمسي إلى منطقة الدراسة، وتتدرج الزيادة بالمعدلات من شهر آذار وخلال نيسان وتصل الذروة في أيار، فتكون المعدلات المرتفعة من نصيب المحطات الجنوبية وانفردت محطة السماوة بأعلى معدل والبالغ(٥٢٨) ملي واط وأدنى معدل فصلي سجلته محطة السليمانية(٤٧٩) ملي واط ويعزى ذلك لتأثير المرتفعات الجبلية، الشكل(١).

الجدول (٦)

معدلات الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة (ملي واط/سم٢/يوم)

الأشهر	ريبعة	سنجار	الموصل	السليمانية	كركوك	خانقين	الرمادي	بغداد	الرطبة	الحي	كربلاء	النجف	الديوانية	السماوة	الناصرية	البصرة
كانون الاول	208	208.9	198.4	216	218.4	227.8	236.4	244.1	252.5	258.6	252	256	264.6	263	265.9	278.7
كانون الثاني	219	218.5	213.1	234.4	231.1	247.5	257.1	260.7	270.7	271.4	268	277.4	273.6	286	280.5	288
شباط	294	303.2	293	297.6	317.5	323.2	361.1	350.5	353.7	362.6	355	358.7	364.6	368	369.9	379.9
المعدل الفصلي	240	244	235	249	256	266	285	285	292	298	292	297	301	306	305	316
الربيع																
آذار	407	410.2	405.5	399.9	421.2	423.2	455.7	451.2	460.3	456	452	455	457.7	463	458	468.4
نيسان	487	477.6	542.8	448.3	480.7	486.7	525.7	514.6	511.1	511.4	510	508.7	507.5	520	504.2	518.6
ايار	567	573.2	587.1	588	565.8	566.4	588.7	594.7	592.8	587.4	573	570.9	573.9	600	568.9	588.5
المعدل الفصلي	487	487	512	479	489	492	523	520	521	518	512	512	513	528	510	525
الصيف																
حزيران	640	648.4	649.3	626.9	631.2	632.3	658.2	656.3	676.2	648.7	631	632.3	637.8	667	592.4	644.5
تموز	649	649.9	651.1	629.9	627.2	623.5	663.2	648.7	668.3	645.7	635	635.3	640.8	659	597.3	632.3

آب	584	589.1	589.7	592	589.8	575.4	615.1	602.5	604.7	604.3	589	590.1	599.1	632	570.4	596.1
	624	629	630	616	616	610	646	636	650	633	618	619	626	653	587	624
الخريف																
أيلول	483	480.4	479.7	481.2	477.7	477.1	502.1	490.9	504.3	499.4	495	495.8	499.8	505	494.6	515.3
تشرين الاول	377	377.7	373.1	370	377.2	382.6	414	396.8	406.6	409.2	401	406.6	410.7	415	415.2	426.6
تشرين الثاني	262	252.6	260.5	273.8	272.1	285	294.2	296.4	303	313.7	302	309.3	311.1	319	318	330.5
كانون الاول	374	370	371	375	376	382	403	395	405	407	399	404	407	413	409	424
المعدل السنوي	431	432	437	430	434	438	464	459	467	464	455.	458	462	475	453	472

من عمل الباحثتان اعتماداً على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات مناخية ١٩٧٥–٢٠١٥، بيانات غير منشورة.

٢– **فصل الخريف:** يحدث الاعتدال الخريفي وتقل كمية الاشعاع الشمسي الواصلة إلى منطقة الدراسة ويتساوى طول النهار فيها كما يقل طول النهار مقارنة بفصل الصيف وتنخفض المعدلات بعد شهر أيلول وتستمر بالانخفاض حتى تصل أدنى معدل في شهر تشرين الثاني وتبقى المعدلات المرتفعة من نصيب المحطات الجنوبية، وتبقى القيمة العليا من نصيب محطة البصرة والبالغة (٤٢٤) ملي واط في حين القيمة الدنيا سجلتها محطة سنجار (٣٧٠) ملي واط، وذلك لتأثير جبل سنجار، الشكل (١).

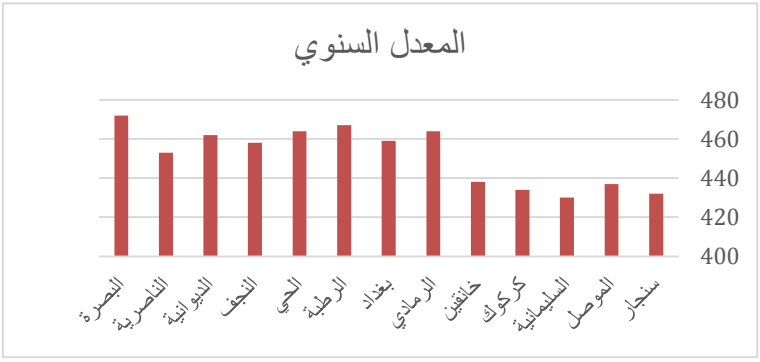
ثالثاً– فصل الصيف:

تتعامد الشمس على مدار السرطان فيحدث الانقلاب الصيفي ويزداد طول النهار وتقترب زاوية سقوط الاشعة الشمسية من العمودية ويزداد جفاف الهواء فتصل منطقة الدراسة أكبر كمية من الاشعاع الشمسي خلال السنة، وتتباين المحطات في كميات الاشعاع الشمسي المستلمة فتسجل محطة السماوة(٦٥٣) ملي واط تلتها الرطبة (٦٥٠) ثم الرمادي (٦٤٦) ملي واط في حين سجلت محطة خانقين أقل معدل فصلي وهو (٦١٠) ملي واط، لكن المعدلات تكون مرتفعة مع فارق بسيط بين المحطات، الشكل (١).

الشكل (١)

المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي في العراق (ملي واط/سم٢/يوم)

من عمل الباحثتان اعتماداً على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات مناخية ١٩٧٥-٢٠١٥، بيانات غير منشورة.



الشكل (٢)

المعدل السنوي للإشعاع الشمسي في العراق (ملي واط)

من عمل الباحثتان اعتماداً على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، بيانات مناخية ١٩٧٥-٢٠١٥، بيانات غير منشورة.

التباين المكاني للإشعاع الشمسي في العراق:

يوضح الجدول(٦) أن منطقة الدراسة تمتاز باختلاف اكتسابها لكميات الاشعاع الشمسي خلال السنة بتأثير العوامل السابقة الذكر لكن المعدل السنوي يؤكد تقارب المحطات في كمية الأشعة المكتسبة فيكون الفرق بين أعلى معدل سنوي (٤٧٥) ملي واط في السماوة وأقل معدل سنوي(٤٣٠) ملي واط في السليمانية هو(٤٥) ملي واط ويظهر جلياً تفوق محطة الرطبة بتسجيلها معدل (٤٦٧) ملي واط والحي وكذلك بغداد (٤٦٤) ملي واط، مما يؤكد توفر إمكانية جيدة لاستثمار الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة، الشكل(٢).تحديد المناطق لإنتاج الطاقة الشمسية في العراق:

يتباين التوزيع الجغرافي للطاقة الشمسية على مستوى المحافظات وبين فصول السنة وكما يأتي:

١- فصل الشتاء :

من خلال تحليل الخارطة (٢) لتوزيع الاشعاع الشمسي لفصل الشتاء في منطقة الدراسة يتضح مايلي:

-وجود ثلاث مناطق تتباين في معدلات الاشعاع الشمسي أكبرها سجلت في جنوب العراق والتي تنحصر بين ٦٤٢,٨ ملي واط/ سم٢/ يوم فأكثر وتشمل محطات البصرة والنجف والناصرية والسماوة، فضلاً عن الديوانية والحي، إذ تمتاز هذه المحطات بارتفاع كمية الاشعاع الشمسي. نظراً لتوفر العوامل السالفة الذكر التي تساهم في زيادة مقدار الواصل من الاشعاع الشمسي لمنطقة الدراسة.

- المنطقة الثانية فتتراوح كمية الاشعاع الشمسي مابين ٥٨٠,٢-٦٤٢ ملي واط/ سم٢/ يوم، وتشمل المنطقة المتموجة وجزء من والهضبة الغربية في كل من محطة بغداد وكربلاء والرمادي والرطبة، وتستلم هذه المنطقة الاشعاع الشمسي أقل من المنطقة الأولى.

- المنطقة الثالثة والتي تمثلت بمحطات الموصل وسنجار وخانقين، فضلاً عن كركوك والسليمانية التي سجلت كميات اشعاع شمسي تراوحت مابين ٥١٢-٥٨٠ ملي واط/ سم٢/ يوم، إذ سجلت محطاتها أقل معدل من الاشعاع الشمسي. بفعل ارتفاع معدلات التغييم وسيادة ظواهر التكاثف وتساقط الامطار مما يقلل كمية الوارد من الاشعاع الشمسي.

٢- فصل الربيع:

تتباين كمية الاشعاع الشمسي التي تسجلها محطات العراق في هذا الفصل وكما موضح في الخارطة (٣) إذ أن أغلب محطات العراق ضمن السهل الرسوبي والهضبة الغربية وقعت ضمن المنطقة الأولى التي تستلم كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي، إذ سجلت محطات البصرة والناصرية والسماوة والحي والديوانية وبغداد، فضلاً عن محطات كربلاء والنجف

والرمادي والرطبة أعلى معدل للإشعاع الشمسي الذي تراوح مابين ١,١٥٠-١,١٧٠ ملي واط/ سم٢/ يوم.

في حين أن المنطقة الثانية استحوذت عليها المنطقة الجبلية وجزء من المنطقة المتموجة، إذ سجلت محطة الموصل معدل أدنى من سابقتها إذ تتراوح كمية الاشعاع الشمسي مابين ١,١٢٠- ١,١٤٠ ملي واط/ سم٢/ يوم.

أما محطات كركوك والسليمانية وخانقين، فضلاً عن سنجار فقد سجلت معدل أقل من المنطقة الثانية مابين ١,٠٨٠- ١,١١٠ ملي واط/ سم٢/ يوم والتي تضم جزءاً من المنطقة الجبلية والمنطقة المتموجة

٣- فصل الصيف :

تزداد كميات الاشعاع الشمسي الواصلة لمنطقة الدراسة لزيادة العوامل المساهمة في ذلك و يتضح من خلال تحليل الخارطة (٤) التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق إذ توجد منطقتين للإشعاع الشمسي:

-الأولى سجلت ١,٥٠٠- ١,٦٠٠ ملي واط/ سم٢/ يوم، شملت محطات الموصل وسنجار والرمادي، فضلاً عن الرطبة وبغداد والديوانية والحي والسماوة. وهي معدلات مرتفعة مقارنة بالفصول الأخرى. وتوفر إمكانية ملائمة لاستثمار الطاقة الشمسية فيها.

-المنطقة الثانية: تشمل محطات كركوك والسليمانية وخانقين وكربلاء والنجف ، فضلاً عن الناصرية والبصرة، إذ سجلت هذه المحطات اشعاع شمسي تراوح مابين ١,٤٠٠- ١,٥٠٠ ملي واط/ سم٢/ يوم، وهذا يعني أن المنطقة تستلم معدلات اشعاع شمسي أقل من المنطقة الأولى. نظراً لتأثرها بعوامل تقلل كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى تلك المنطقة.

٤- فصل الخريف: تقل كمية الواصل من اشعة الشمس لمنطقة الدراسة بحلول الاعتدال الخريفي لا زاوية سقوط اشعة الشمس ويقل طول النهار مقارنة بفصل الصيف، يتبين من تحليل الخارطة (٥) وجود ثلاثة مناطق للإشعاع الشمسي في العراق تستحوذ على:

-المنطقة الأولى السهل الرسوبي بمحطات المتمثلة بالبصرة والناصرية والسماوة والحي والنجف والديوانية، فضلاً عن جزء من الهضبة الغربية ضمن محطة الرمادي والرطبة إذ سجلت هذه المحطات معدلات اشعاع شمسي تراوحت بين ١,٠٢٠- ١,٠٥٠ ملي واط/ سم٢/ يوم، وهي أعلى كمية اشعاع شمسي مقارنة مع المناطق الأخرى.

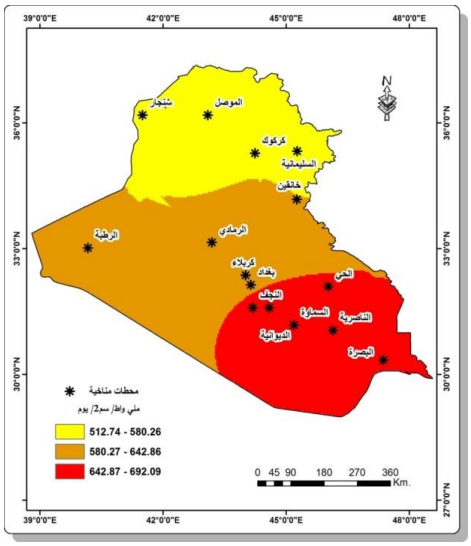
-المنطقة الثانية فقد سجلت محطاتها كمية اشعاع شمسي تراوحت بين ٩٧٧- ١,٠١٠ ملي واط/ سم٢/ يوم، اشتملت على المناطق الوسطى للعراق في الهضبة الغربية متمثلة بمحطتي بغداد وكربلاء.

– المنطقة الثالثة: سجلت محطات خانقين والسليمانية وكركوك والموصل وسنجار معدلات اشعاع أقل من المنطقتين السابقتين إذ تراوحت مابين ٩٤٠– ٩٧٦ ملي واط/ سم٢/ يوم، ضمن المنطقة الجبلية والمتموجة في العراق.

تحديد أقاليم إنتاج الطاقة الشمسية في العراق:

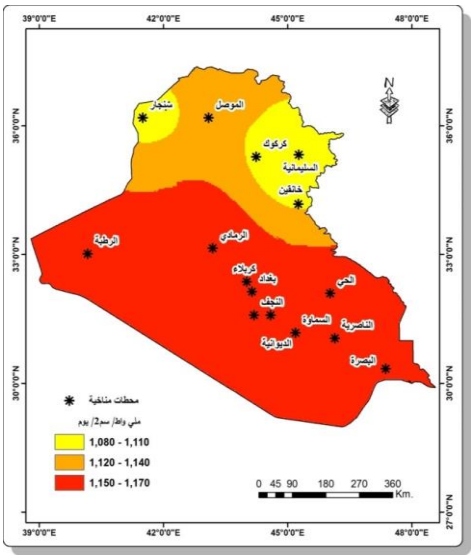
من خلال تحليل الخرائط الخاصة بتوزيع الاشعاع الشمسي بين الفصول في منطقة الدراسة اتضح انه بالإمكان تقسيم المنطقة الى أقاليم تعد منتجة للطاقة الشمسية وكالاتي:

يمكن تقسيم العراق إلى ثلاثة أقاليم لإنتاج الطاقة الشمسية بناءً على كمية الاشعاع الشمسي المستلمة للمحطات المناخية وكما موضح في الخارطة (٦) وهي:



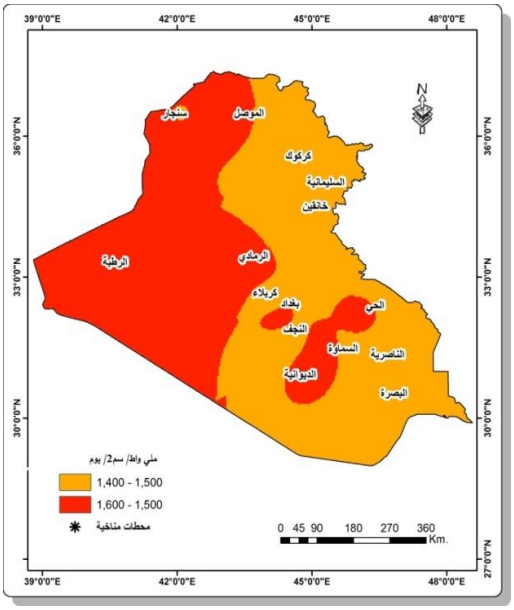
الخارطة(٢)

التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق في فصل الشتاء للمدة ١٩٧٥–٢٠١٥



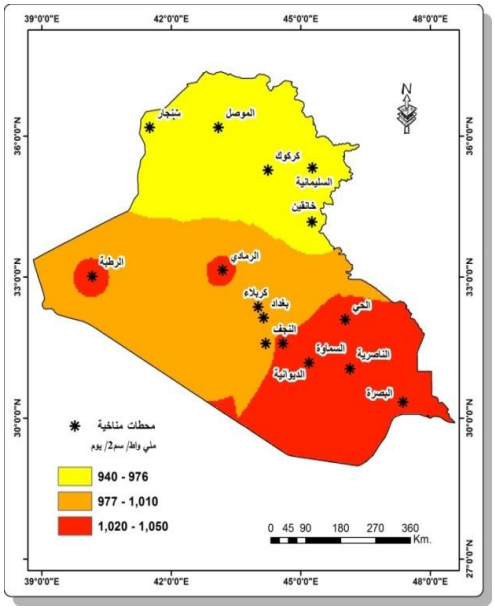
الخارطة(٣)

التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق في فصل الربيع للمدة ١٩٧٥–٢٠١٥



الخارطة (٤)

التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق في فصل الصيف للمدة ١٩٧٥-٢٠١٥



الخارطة (٥)

التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق في فصل الخريف للمدة ١٩٧٥-٢٠١٥

من عمل الباحثتان اعتماداً على جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات مناخية للمدة ١٩٧٥- ٢٠١٥، بيانات غير منشورة. فضلاً عن برنامج ArcGis ١٠,٤ اون لاين.

١- إقليم الطاقة الشمسية المرتفع :

يقع هذا الإقليم ضمن مساحة واسعة من منطقة الهضبة الغربية والسهل الرسوبي، ويستحوذ هذا الإقليم على أعلى معدل للإشعاع الشمسي بنسبة (٤٩,٦٦%) والذي يتراوح مابين ٤٦٠,٧٧- ٤٧٧,٦٣ ملي واط/ سم٢/ يوم ضمن محطات البصرة والسماوة والحي، فضلاً عن الديوانية والرطبة. وتوفر هذه المنطقة كميات من الطاقة الشمسية المستلمة كبيرة تسمح باستغلالها.

٢- إقليم الطاقة الشمسية المتوسط:

يشمل هذا الإقليم جزء من السهل الرسوبي والهضبة الغربية، إذ تستلم محطات بغداد والرمادي وكربلاء والنجف والناصرية ويشكل نسبة (٢٥,٨١%) من مساحة منطقة الدراسة بكمية اشعاع شمسي تتراوح مابين ٤٤٥,٢٤- ٤٦٠,٧٦ ملي واط/ سم٢/ يوم، لذا فأن هذا

الإقليم يستلم معدلات اشعاع شمسي أقل مما هو عليه في الإقليم الأول. نظراً لزيادة العوامل المساهمة في تقليل كمية الوارد من الاشعاع الشمسي. لكنها تتيح إمكانية متوسطة لاستثمار الطاقة الشمسية فيها.

٣- إقليم الطاقة الشمسية المحدود:

يضم هذا الإقليم كل من المنطقة الجبلية والمتموجة من منطقة الدراسة بنسبة (٢٤,٥٣%) وقد تراوحت معدلات الاشعاع الشمسي مابين ٤٤٥,٢٣- ٤٢٨,٧٤ ملي واط/ سم٢/ يوم ضمن محطات الموصل وسنجار وكركوك، فضلاً عن السليمانية وخانقين، يستحوذ هذا الإقليم على أقل معدل من الاشعاع الشمسي مقارنة بالإقليمين السابقين. نظراً لزيادة معدلات التغييم وارتفاع الرطوبة النسبية مما يؤثر على كميات الاشعاع الشمسي.

تأسيساً على ما تقدم يلاحظ وجود تباين في كمية الاشعاع الشمسي في العراق فإقليم الطاقة الشمسية العالي هو الإقليم الأكثر استلاماً لأشعة الشمس، أما إقليم الطاقة المتوسط فهو يستلم اشعاع شمسي بشكل أقل مما هو في الإقليم العالي، في حين يستلم إقليم الطاقة الشمسية المحدود أقل كمية من الاشعاع الشمسي وجاء هذا التباين في كمية الاشعاع نتيجة إلى الموقع الفلكي للمنطقة والذي يتحدد من خلال زاوية سقوط الاشعاع الشمسي وطول ومدة السطوع الشمسي، فضلاً عن معامل الصفاء الجوي.

ان متوسط سطوع الشمس(٣٢٤٤) ساعة في السنة من اصل (٤,٣٨٣) ساعة أي بمعدل (٩) ساعات في اليوم الواحد، ويوفر متوسط معدل الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة اشعاعاً افقياً عالمياً يتراوح بنحو (٢,٣٥٠) كيلو واط في الساعة لكل متر مربع، ويمكن عده مصدراً قوياً جداً مقارنة بجنوب افريقيا(٢,٢١٨) كيلو واط في الساعة لكل متر مربع. الا انها اقل من صحراء اتكاما في تشيلي (٣,٠٠٠) كيلو واط في الساعة لكل متر مربع وبعض المناطق التي تعد من افضل مناطق الموارد في العالم[١]

يمكن استخدام الطاقة الشمسية على نطاق واسع في ثلثي مساحة العراق، ففي المناطق الغربية والجنوبية، تتراوح مدة السطوع الشمسي (٢,٨٠٠-٣٠٠٠)ساعة في السنة مع اكثر من (٦,٥-٧) كيلو واط في الساعة لكل متر مربع في اليوم. وهذا يجعلهما منطقتين مثاليتين للاستثمار في بناء الطاقة الشمسية.[٢]

يمتلك العراق إمكانات من الطاقة الشمسية جيدة فيصل متوسط الاشعاع الى (٥,٦) كيلو واط* إساعة|متر ٢في اليوم على مدى (٣٠٠٠) ساعة |السنة، يتلقى حوالي (١٥٠٠٠) كم٢

(١)هاري استيبانيان، الطاقة الشمسية في العراق، مركز البيان للدراسات والتخطيط، ٢٠١٨، ص٨ .

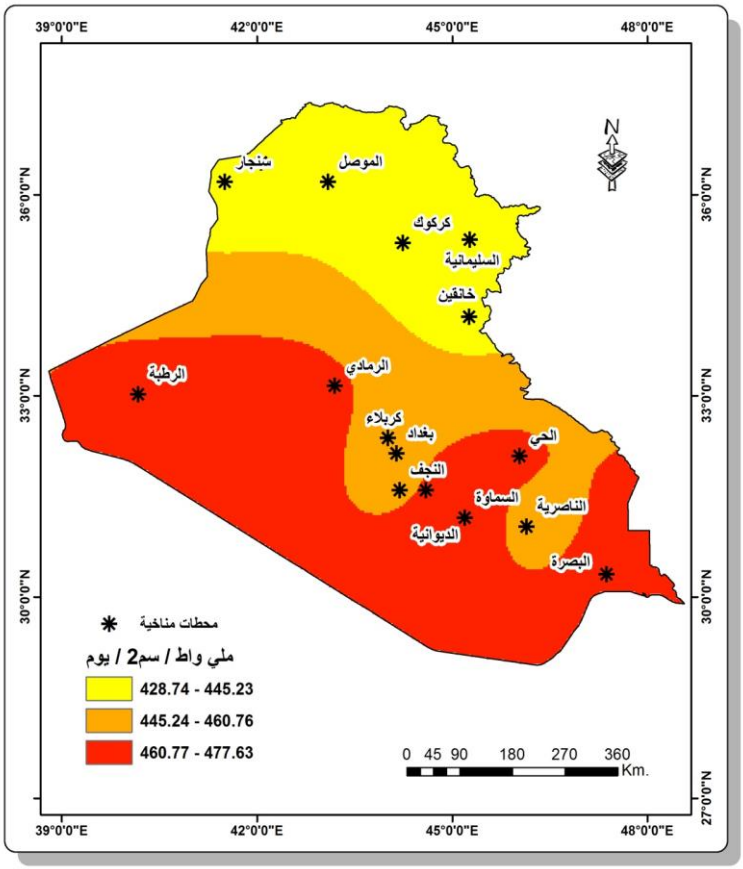
(٢) هاري استيبانيان، المصدر نفسه، ص ٩ .

من المناطق الجنوبية الغربية من العراق اشعاعاً شمسياً مباشراً كافياً بين (٢٨٠٠-٣٠٠٠) ساعة/سنة وهي تمثل (٣,٥%) من مساحة الارض[١].

يمكن للطاقة الخضراء(الطاقة الشمسية) ان تساهم في تقليل استهلاك النفط والغاز وتطوير هذا القطاع كفيل بان يخلص الدول من اعتمادها على النفط، ويسد العجز في استهلاك الكهرباء، اذ يكلف توليد الكهرباء من محطات توليد الطاقة التقليدية القائمة على الوقود الاحفوري في العراق حالياً حوالي (١٠٥) مليار دولار في عام ٢٠١٨ ومن المتوقع ان يصل الى (٢٢) مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٣ ، فمعالجة مشكلة الكهرباء يجب ان يحظى بأولوية من قبل المخططين باعتباره امر ضروري لدعم الأهداف الاقتصادية. إن استخدام الطاقة الشمسية للاستخدامات المختلفة لتحقيق التنمية في القطاعات غير النفطية .

(١) www.convertworld.com الواط=١٠٠٠ ملي واط ١ واط=١٠٠٠ ميكا واط. بالاعتماد على*

- هاري استيبانيان، الطاقة الشمسية من الفجر الى الغسق، ص١١.



الخارطة(٦)

التوزيع الجغرافي لأقاليم الطاقة الشمسية في العراق

من عمل الباحثتان اعتماداً على جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات مناخية للمدة ١٩٧٥– ٢٠١٥، بيانات غير منشورة. فضلاً عن برنامج ArcGis ١٠,٤ اون لاين.

الاستنتاجات والمقترحات

الاستنتاجات: توصل البحث إلى جملة من الاستنتاجات أهمها:

١- تمتاز منطقة الدراسة بارتفاع زاوية سقوط اشعة الشمس على مدار السنة في محطة البصرة بتأثير الموقع الفلكي فتصل في شهر حزيران الى (٨٢,٢٩°) بينما تسجل محطة الموصل اقل زاوية في شهر كانون الأول(29.41°).

٢- ارتفع معدلات التغييم في المنطقة الشمالية من منطقة الدراسة وسجلت محطة الموصل اعلى معدل بالاثمان(٤,٦)واقل معدل فصلي شتوي كان لمحطة الناصرية بالاثمان(٢,٩) وصيفاً القيمة العليا في محطة الناصرية (١,٨) والدنيا لخانقين وهي.(0.8)

٣- ترتفع معدلات الاشعاع الشمسي شتاءً بالاتجاه جنوباً، فاعلى معدل سجلته محطة البصرة (٣١٦) ملي واط تلتها كل ٥٢٥المعدل في الناصرية الى قلة تكرار العواصف الغبارية شتاءً. واقل معدل سجلته محطة الموصل (٢٣٥) ملي واط، لارتفاع معدلات التغييم.

٤- عند تحديد المناطق لإنتاج الطاقة الشمسية في منطقة الدراسة اتضح انه في فصل الشتاء وجود ثلاث مناطق تتباين في معدلات الاشعاع الشمسي أكبرها سجلت في جنوب العراق والتي تنحصر بين ٦٤٢,٨ ملي واط/ سم٢/ يوم فأكثر، لارتفاع كمية الاشعاع الشمسي.

٥- يمكن تقسيم المنطقة الى أقاليم تعد منتجة للطاقة الشمسية الى ثلاثة أقاليم وهي إقليم الطاقة الشمسية المرتفع يقع هذا الإقليم ضمن مساحة واسعة من منطقة الهضبة الغربية والسهل الرسوبي، ويستحوذ هذا الإقليم على أعلى معدل للإشعاع الشمسي الذي يتراوح مابين ٤٦٠,٧٧- ٤٧٧,٦٣ ملي واط/ سم٢/ يوم، إقليم الطاقة الشمسية المتوسط يشمل هذا الإقليم جزء من السهل الرسوبي والهضبة الغربية، إذ تستلم محطاته كمية اشعاع شمسي تتراوح مابين ٤٤٥,٢٤- ٤٦٠,٧٦ ملي واط/ سم٢/ يوم، فضلاً عن إقليم الطاقة الشمسية المحدود يستحوذ هذا الإقليم على المنطقة الجبلية والمتموجة من العراق وقد تراوحت معدلات الاشعاع الشمسي مابين ٤٤٥,٢٣- ٤٢٨,٧٤ ملي واط/ سم٢/ يوم .

المقترحات:

١- ضرورة الالتفات الى إمكانات منطقة الدراسة في الطاقة الشمسية وسبل استثمارها واستخدام الطاقة الشمسية لتقليل مشكلة التلوث والانبعاثات الكاربونية نتيجة الاعتماد على الوقود الاحفوري.

٢- تطوير طرق استثمار الطاقة الشمسية بتكثيف البحوث والدراسات على منطقة الدراسة كونها تتمتع بإمكانات جيدة.

٣- الاستفادة من تجارب الدول المتطورة في استخدامات الطاقة الشمسية ومصادر الطاقة المتجددة الأخرى.

ثبت المصادر

أولاً: الوثائق الحكومية الرسمية.

- اطلس مناخ العراق، جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، ١٩٨٩.
- بيانات مناخية بيانات غير منشورة، جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، ٢٠١٥-١٩٧٥.

ثانياً: الرسائل الجامعية:

- تحليل التباين المكاني والزماني لقيم الاشعة فوق البنفسجية في العراق، مروة خضير عباس العبيدي، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، ٢٠١٧.
- التحليل الجغرافي لمنظومات خلايا الاشعاع الشمسي واستثماراتها في سفوح الجبال الجنوبية من ،محافظة دهوك، خضر رشيد عبد الرحمن محمد، أطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، ٢٠٢١.
- تغير السطوع الشمسي في العراق، حسن هاشم فرج، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل٢٠٢١.
- موازنة المياه والطاقة لمحطات مختارة في محافظة نينوى، خضر جاسم محمد، أطروحة دكتوراه، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠١٢.

ثالثاً: الدوريات والبحوث:

- الطاقة الشمسية في العراق، عبد العزيز العبادي، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العددان ٢٤-٢٥ نيسان، ١٩٩٠.

رابعاً: الكتب:

- أسس علم المناخ، سعيد ادريس العوامي، دار الكتب الوطنية ط١، بنغازي، ليبيا، ٢٠١٧.
- الجغرافيا المناخية، علي احمد غانم، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة، عمان ، الأردن،.٢٠١١
- جغرافية الطقس، أحمد سعيد حديد ،علي الشلش. ماجد السيد ولي، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، ١٩٧٩.
- جغرافية العراق، عبد الله سالم المالكي، دار الوضاح، البصرة، ٢٠١٦.

- الطاقة الشمسية في العراق من البداية الى التعويض، هاري استيبانيان، مركز البيان للدراسات والتخطيط، بغداد، ٢٠١٨.
- الطاقة الشمسية في العراق من الفجر الى الغسق، هاري استيبانيان، مركز البيان للدراسات والتخطيط ، بغداد، ٢٠٢٠ .
- علم المناخ، نعمان شحاذة ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ٢٠١٣.