مجلة التربية للعلوم الانسانية

مجلة علمية فصلية محكّمة، تصدر عن كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل

مقدار الاشعاع الشمسي في العراق للفترة (1990 – 2023) وامكانية تنميتها في مصادر الطاقة النظيفة

عباس غانم قنبر [1] **سرى بدر حسين** [2]

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافيا / الموصل – العراق[1، 2]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : 2025/3/9

تاريخ المراجعة : 2025/4/2

تاريخ القبول : 2025/4/21

تاريخ النشر : 2026/5/1

الكلمات المفتاحية :

اشعاع الشمسي، الطاقة النظيفة، شفافية الغلاف الجوي، طول النهار، العراق

معلومات الاتصال

عباس غانم

abass.23ehp251@student.umosul.edu.iq

الملخص

يدرس هذا البحث تحليل مقدار الإشعاع الشمسي في العراق للفترة (1990–2023) وإمكانية تنميتها في مصادر الطاقة النظيفة، وتحليل العوامل المؤثرة في توزيعه وتباينه، بالاعتماد على بيانات مناخية لخمس عشرة محطة أنوائية موزعة في أنحاء العراق والمستقاة من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، أظهرت النتائج تباينا مكانيا وزمانيا واضحا في معدلات الإشعاع الشمسي، حيث سجلت المحطات الجنوبية والوسطى معدلات أعلى مقارنة بالمحطات الشمالية وتراوحت المعدلات السنوية بين(408) ملي واط في اربيل وإلى(461) ملي واط في البصرة، بسبب أختلاف في دائرة العرض ونسبة التغييم والظواهر الغبارية، وتوصلت الدراسة الى ان البلاد تتمتع بمعدلات مرتفعة من الاشعاع الشمسي رغم تباينها من محطة لأخرى، إذ أن أدنى معدل سنوي لا تقل عن(408) ملي واط في النطاق الشمالي، ما يعادل إنتاج طاقة بنحو (1.48) ميغاواط / م2/ سنة، بينما النطاق الجنوبي تسجل أعلى المعدلات حيث تجاوزت(445) ملي واط ويعادل(1.62) ميغاواط / م2/ سنة، مما يجعل العراق من الدول المؤهلة لإنتاج طاقة شمسية في كافة أنحاء البلاد لاسيما المنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية من العراق، وان ذروة الإشعاع الشمسي تكون في فصلي الصيف والربيع، حيث تجاوزت القيم(650) ملي واط في الصيف و(520) ملي واط في الربيع في العديد من المحطات مما يوفر فرصا كبيرة لتخزين الطاقة وتشغيل الأنظمة الشمسية بكفاءة عالية في هذه الفصول

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul

The amount of solar radiation in Iraq for the period (1990-2023) and the possibility of developing it into clean energy sources

Abbas Ghanim Qanbar [1] **Sura Bader Hussain** [2]

University of Mosul / College of Education for Humanities / Department of Geography / Mosul - Iraq [1,2]

Article information

Received : 9/3/2025
Revised 2/4/2025
Accepted : 21/4/2025
Published 1/5/2026

Keywords:

solar radiation, clean energy, atmospheric transparency, day length, Iraq

Correspondence:

Abbas Ghanim

abass.23ehp251@student.umosul.edu.iq

Abstract

The research deals with analyzing the amount of solar radiation in Iraq for the period (1990-2023) and the possibility of developing it in clean energy sources, and analyzing the factors affecting its distribution and variation, based on climate data for fifteen meteorological stations distributed throughout Iraq and obtained from the General Authority. The results showed a clear spatial and temporal variation in solar radiation rates, as the southern and central stations recorded higher rates compared to the northern stations, and the annual rates ranged between (408)milliwatts in Erbil and(461) milliwatts in Basra, due to differences in latitude, cloudiness and dust phenomena. The study concluded that the country enjoys high rates of solar radiation despite their variation from one station to another, as the lowest annual rate is not less than(408) milliwatts in the northern range, equivalent to energy production of about(1.48) megawatts/m2/year, while the southern range records the highest rates, where It exceeded(445)milliwatts, equivalent to(1.62) megawatts/m2/year, which makes Iraq one of the countries qualified to produce solar energy in all parts of the country, especially the southern and

southwestern region of Iraq, and the peak of solar radiation is in the summer and spring, where the values exceeded(650)milliwatts in the summer and(520)milliwatts in the spring in many stations, which provides great opportunities to operate solar systems with high efficiency in these seasons

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة:

يعد الاشعاع الشمسي من أبرز مصادر الطاقة المتجددة وأكثرها وفرة واستدامة، ويحظى دراسات الاشعاع الشمسي بأهمية كبيرة في العصر الراهن في ظل التحديات البيئية والاقتصادية التي تواجه العالم، ويهدف هذا البحث إلى تحليل مقدار الإشعاع الشمسي في العراق للفترة (1990–2023)، والكشف عن التباينات الزمانية والمكانية في توزيعه بالاعتماد على بيانات مناخية موثوقة لـ 15 محطة أنوائية موزعة جغرافياً، فضلا عن إمكانية تنمية هذا المورد في دعم خطط الطاقة النظيفة في العراق، ويكتسب هذا الموضوع أهمية خاصة نظراً لما تتمتع به البلاد من موقع جغرافي مميز يتيح لها معدلات إشعاع شمسي مرتفعة معظم أيام السنة، ومن خلال التحليل الإحصائي والمكاني، يساهم هذا البحث في تقديم قاعدة علمية يمكن الاستفادة منها في التخطيط لمشاريع الطاقة الشمسية وتحقيق التنمية المستدامة في العراق.

أهمية الدراسة:

تبرز أهمية الدراسة في كونها تدرس أحد أهم الموضوعات في علم المناخ حاليا لا سيما في منطقة الدراسة وهو الاشعاع الشمسي، فبالإضافة الى تأثيره في بقية العناصر والظواهر الجوية الاخرى فانه مصدر من مصادر الطاقة التي تعد من المجالات والتخصصات العلمية الحديثة والمهمة في الاستفادة منها كطاقة شمسية وكحل مناسب لازمة الطاقة الكهربائية مستقبلا، مما يتطلب دراسة الاشعاع الشمسي وملاحظة تباين معدلاته وإمكانية تنميته لإنتاج الطاقة النظيفة من خلال دراسة وتحليل البيانات في منطقة الدراسة.

مشكلة الدراسة:

يمكن صياغة مشكلة الدراسة على نحو الآتي:

1– ما العوامل المتحكمة بكمية الاشعاع الشمسي وتباينها في منطقة الدراسة ؟

2– هل بالإمكان تنمية الاشعاع الشمسي في مصادر الطاقة النظيفة في منطقة الدراسة ؟

فرضية الدراسة:

وتتمثل فرضية الدراسة بما يلي:

1- هناك عوامل عديدة تتحكم بكمية الاشعاع الشمسي وتباينه في منطقة الدراسة.

2- تمتلك منطقة الدراسة إشعاعاً شمسياً كافياً يمكن تنميته في مصادر الطاقة النظيفة.

هدف الدراسة:

يتمثل هدف الدراسة في تحديد مقدار الاشعاع الشمسي للفترة الزمنية (1990- 2023)، وإبراز العوامل المؤثرة فيه، وتحليل التباينات المكانية والزمانية للاشعاع الشمسي في محطات المناخية الممثلة لمنطقة الدراسة، فضلا عن بيان مدى إمكانية تنميته في مصادر الطاقة النظيفة في منطقة الدراسة فضلا عن دعم الدراسات البيئية والتخطيط المستدام للطاقة الشمسية.

هيكلية الدراسة:

تضمنت هيكلية الدراسة فضلاً عن الاستنتاجات والتوصيات خمسة محاور: مفهوم الاشعاع الشمسي، العوامل المؤثرة في شدة الإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة، التباين الفصلي للإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة، التباين المكاني للاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة، إمكانية تنمية الإشعاع الشمسي في مصادر الطاقة النظيفة في منطقة الدراسة.

حدود منطقة الدراسة:

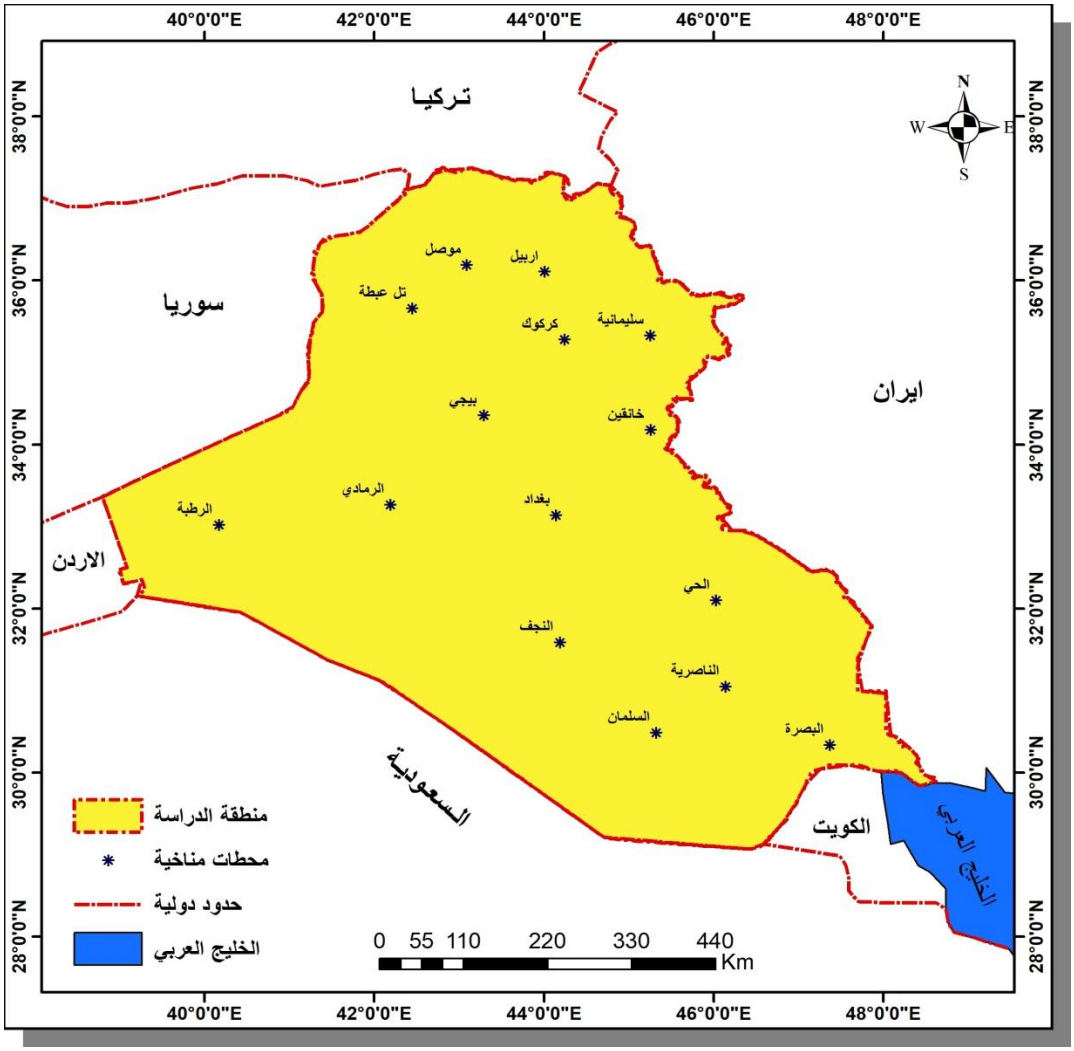
تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بمساحة العراق الكلية (435.052) كم2 الذي يقع بين دائرتي عرض ("20 '05 °29 – "50 '22 °37) شمالاً وبين قوسي طول("00 '45 °48 – "00 '79 °38) شرقاً والذي يقع ضمن الجزء الجنوبي الغربي من قارة اسيا، وتحده من الشمال تركيا ومن الشرق إيران ومن الجنوب الكويت والخليج العربي فيما تحده من الغرب سوريا والاردن والسعودية، واعتمدت الدراسة على خمس عشرة محطة مناخية تقع ضمن منطقة الدراسة والموزع توزيعا جغرافيا والمتمثلة بكل من (الموصل، تل عبطة، أربيل، بيجي، كركوك، سليمانية، خانقين، بغداد، الرمادي، الرطبة، الحي، النجف، الناصرية، السلمان، البصرة)، كما في الجدول والخريطة (1).

جدول (1) احداثيات المحطات المناخية لمنطقة الدراسة

ت	المحطة	دائرة العرض/ شمالا	خط الطول/ شرقا	الارتفاع / متر
1	الموصل	36° 19'	43° 09'	223
2	تل عبطة	35° 92'	42° 40'	201
3	اربيل	36° 11'	44° 01'	420
4	بيجي	34° 36'	43° 29'	115.5
5	كركوك	35° 28'	44° 24'	331
6	سليمانية	35° 33'	45° 25'	883
7	خانقين	34° 18'	45° 26'	202
8	بغداد	33° 23'	44° 23'	31.7
9	الرمادي	33° 27'	42° 19'	48
10	الرطبة	33° 03'	40° 28'	630.8
11	الحي	32° 10'	46° 03'	17
12	النجف	31° 59'	44° 19'	32
13	السلمان	30° 50'	44° 53'	220
14	الناصرية	31° 05'	46° 14'	7.6
15	البصرة	30° 57'	47° 78'	2.4

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي في العراق ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

خريطة (1) التوزيع الجغرافي للمحطات المناخية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي في العراق ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة، و برنامج Arc Gis 10.8.

اولا: مفهوم الاشعاع الشمسي:

الاشعاع الشمسي هو أشعة كهرومغناطيسية منبعثة من الشمس الى الاتجاهات جميعها وتنتج هذه الاشعة بفعل الحرارة المتولدة من الاندماج النووي داخل الشمس (السامرائي،2019: ص19)، اذ تقدر متوسط درجة حرارة سطح الشمس بأكثر من (6000) درجة مئوية، ويمكن تشبيه الشمس بمفاعل نووي ضخم يتم فيه توليد الطاقة

عن طريق التفاعلات الكيمياوية التي يتم بموجبها تحويل ذرات الهدروجين إلى هليوم ويتولد من الفائض من التفاعل طاقة هي الطاقة الشمسية، وتسير في الفضاء بشكل اشعاعات كهرومغناطيسية مختلفة وذات ترددات واسعة وبسرعة الضوء(300000) كم/ثا (الراوي والبياتي،2001: ص41)، وأن الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض يتعرض الى عدة عمليات والتي تؤدي الى تناقص شدته وتقليلها، بفعل عوامل جوية لاسيما الغيوم وقطرات الماء والشوائب وغيرها في الجو، ويمكن تقسيم الإشعاع الشمسي الى اشعاع مباشر وهو الإشعاع المنبعث من الشمس والواصل مباشرة الى السطح الذي يعترضه دون أن يحدث أي تغيير في اتجاهه، والإشعاع المنتشر وهو الإشعاع الذي لا يصل مباشرة الى السطح الذي يعترضه بل يتعرض لعمليات بعثرة من طريق جزيئات الهواء والبخار الماء وذرات الغبار في الجو والسحب(النجماوي،2001: ص3).

ثانيا: العوامل المؤثرة في شدة الإشعاع الشمسي

1- الموقع الفلكي:

يؤدي الموقع الفلكي دوراً مهماً في التأثير في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة ويبرز تلك الدور من خلال ما يلي:

أ- زاوية سقوط الأشعة الشمسية:

تعرف زاوية سقوط الأشعة بأنها تلك الزاوية المحصورة بين أشعة الشمس وسطح المكان، وهي تتراوح ما بين (0°) عندما تكون أشعة الشمس ملامسة تماماً لسطح المكان و (90°) عندما تكون الأشعة عمودية تماما، و تختلف زاوية سقوط الأشعة من مكان لآخر، ومن يوم لآخر، تبعاً لاختلاف موقع الشمس على دوائر العرض المختلفة، لذلك فهي تتحكم بشدة الإشعاع الشمسي وضعفها، فكلما كانت الأشعة التي تصل الى سطح الأرض عمودية أو قريبة من العمودية كانت أقوى وأشد تركيزا (شحاذة،2009: ص63).

وتتباين معدلات الشهرية والسنوية لزاوية سقوط الأشعة الشمسية بين محطات منطقة الدراسة ، تبعاً لاختلاف الموقع الفلكي لمحطات منطقة الدراسة والتي كلما اتجهنا شمالاً تقل فيها زاوية سقوط الأشعة الشمسية فضلا عن أختلاف الفصول والتضاريس، ومن خلال الدراسة التحليلية للجدول (2) يتبين ما يلي:

1- أن أقل معدل لزاوية سقوط الاشعاع شمسي في منطقة الدراسة تسجل في كانون الاول ضمن فصل الشتاء، ففي محطة موصل تبلغ ($29^{\circ}.57^{-}$) وذلك لبعدها الكبير عن خط الأستواء مقارنة مع بقية المحطات، في حين تسجل محطة البصرة ($35^{\circ}.45^{-}$) ، وهي أعلى معدل في هذا الشهر، وتدرجت باقي المحطات فيما بينهما، ثم

تأخذ معدل زوايا سقوط الاشعة الشمسية بالتزايد التدريجي بدءاً من كانون الثاني مع احتفاظ محطة تلعفر بتسجيل أدنى معدل لزاوية سقوط أشعة الشمس ومحطة البصرة بتسجيل أعلى معدل.

2- في آذار تحدث الاعتدال الربيعي عندما تتعامد الشمس على خط الاستواء في يوم (21)، الا أن معدل الزوايا لاتزال تأخذ بالتزايد التدريجي نظراً لاتجاه الشمس نحو مدار السرطان، في هذا الشهر تسجل محطة موصل القيمة الادنى لتلك الزاوية تبلغ (51˚.41⁻) وأعلى قيمة لمحطة البصرة (58˚.62⁻)، وتدرجت باقي المحطات بين القيمتين.

3- في حزيران عندما تتعامد الشمس على مدار السرطان (الانقلاب الصيفي) تبلغ زوايا سقوط أشعة الشمس ذروتها في منطقة الدراسة، وذلك لسقوط الأشعة الشمسية بشكل قريب من العمودي، في حزيران ادنى معدل يسجل في محطة موصل تبلغ (76˚.20⁻) والسبب يعود الى الموقع الفلكي للمحطة وكون الزاوية تتناقص بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال، في حين احتلت محطة البصرة المرتبة الأولى بين محطات منطقة الدراسة والبالغة (82˚.01⁻) في الشهر نفسه، وذلك يعود الى موقعها الفلكي في جنوب منطقة الدراسة والقريب من خط الاستواء ، و تأخذ زوايا سقوط الأشعة الشمسية بالانخفاض بعد حزيران وتستمر بذلك.

4- في أيلول يحدث الاعتدال الخريفي عندما تتعامد الشمس على خط الاستواء في يوم (23)، فيسجل فيها أعلى معدلات فصل الخريف لزوايا سقوط الأشعة الشمسية مقارنة بتشرين الأول وتشرين الثاني إذ ان معدل الزوايا لاتزال تأخذ بالتناقص التدريجي نظراً لاتجاه الشمس نحو مدار الجدي ، ففي أيلول تسجل محطة موصل أدنى معدل تبلغ (57˚.00⁻)، و محطة البصرة لاتزال تحتل الصدارة في تسجيلها أعلى المعدلات إذ سجلت في أيلول (62˚.12⁻). وفيما يخص المعدل السنوي لزوايا السقوط يلاحظ ارتفاع التدريجي للمعدلات كلما اتجهنا الى الجنوب من منطقة الدراسة، اذ تسجل محطة الموصل ادنى معدل سنوي تبلغ (53˚.76⁻)، حين تسجل محطة البصرة اعلى معدل سنوي تبلغ (59˚.55⁻).

الجدول (2) معدل زوايا سقوط أشعة الشمس بالدرجات في منطقة الدراسة

الشهر/ المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
الموصل	32˚.40-	40˚.61-	51˚.41-	63˚.70-	72˚.41-	76˚.20-	74˚.20-	67˚.61-	57˚.00-	45˚.57-	34˚.41-	29˚.57-	53˚.76-
تل عبطة	32˚.56-	40˚.75-	51˚.57-	63˚.88-	72˚.57-	76˚.46-	74˚.77-	67˚.74-	57˚.24-	45˚.66-	34˚.56-	29˚.65-	53˚.96-
بيجي	33˚.10-	42˚.06-	53˚.60-	64˚.90-	73˚.62-	77˚.30-	75˚.22-	68˚.89-	57˚.06-	45˚.86-	35˚.66-	31˚.06-	54˚.86-
اربيل	32˚.49-	40˚.68-	51˚.50-	63˚.78-	72˚.51-	76˚.39-	74˚.39-	67˚.68-	57˚.17-	45˚.59-	34˚.49-	29˚.59-	53˚.86-

كركوك	33°.03-	41°.50-	53°.30-	64°.65-	73°.32-	77°.15-	75°.10-	68°.52-	56°.98-	45°.48-	35°.32-	30°.40-	54°.56-
سليمانية	32°.98-	41°.44-	53°.25-	64°.60-	73°.27-	77°.09-	75°.06-	68°.46-	56°.92-	45°.42-	35°.26-	30°.33-	54°.49-
خانقين	34°.59-	42°.59-	54°.39-	65°.72-	74°.39-	78°.22-	76°.19-	69°.59-	57°.89-	46°.55-	36°.39-	31°.55-	55°.67-
بغداد	35°.42-	43°.62-	55°.40-	66°.75-	75°.42-	79°.25-	77°.22-	70°.62-	59°.00-	47°.58-	37°.42-	32°.58-	56°.69-
الرمادي	35°.32-	43°.50-	55°.29-	66°.64-	75°.31-	79°.14-	77°.10-	70°.49-	58°.90-	47°.48-	37°.30-	32°.46-	56°.57-
الرطبة	35°.50-	43°.00-	55°.58-	66°.91-	75°.58-	79°.41-	77°.38-	70°.78-	59°.24-	47°.74-	37°.58-	32°.74-	56°.79-
الحي	37°.09-	46°.09-	57°.09-	69°.09-	77°.09-	81°.04-	78°.09-	69°.09-	56°.09-	47°.09-	37°.09-	37°.09-	57°.67-
النجف	37°.00-	45°.23-	57°.00-	68°.63-	77°.00-	80°.88-	78°.80-	72°.23-	60°.69-	49°.19-	39°.00-	34°.19-	58°.32-
الناصرية	37°.59-	45°.79-	57°.59-	68°.92-	77°.07-	81°.04-	78°.03-	72°.79-	61°.25-	49°.75-	39°.51-	34°.75-	58°.67-
السلمان	38°.17-	46°.35-	58°.48-	69°.00-	78°.16-	81°.86-	79°.86-	73°.38-	62°.01-	50°.30-	40°.10-	35°.30-	59°.51-
البصرة	38°.29-	46°.49-	58°.62-	69°.06-	78°.29-	82°.01-	80°.01-	73°.49-	62°.12-	50°.45-	40°.29-	35°.45-	59°.55-

المصدر: علي حسين الشلش، الكرة الارضية من الوسائل المساعدة في تدريس الجغرافية، جامعة البصرة، 1979، ص53-70.

ب- اختلاف طول النهار:

• **طول النهار النظري:** يؤثر طول النهار النظري في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض، اذ تتغير المدة التي تسطع فيها الشمس في الأفق تبعاً لفصول السنة ، وكذلك تبعاً للموقع من دوائر العرض لذلك فإن المدة التي تسطع فيه الشمس في الصيف اكثر مما هو عليه في الشتاء، ومن ثَمَّ فإن أكبر كمية من الاشعة الشمسية المستلمة تكون في فصل الصيف (الشيخ،2004: ص50)، وتتباين عدد ساعات سطوع الشمس نظرياً على درجات العرض المختلفة اذ تناقص طول النهار النظري بالاتجاه من دائرة الاستواء نحو القطب الشمالي في الاشهر (كانون الثاني، شباط، آذار، تشرين أول، تشرين ثاني، كانون أول) بينما تزداد عدد ساعات النهار النظري بمثل ذلك الاتجاه في الاشهر(نيسان، أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول) (الجبوري،2015: ص27)، فالاختلاف في طول النهار يؤدي الى تباين الفترة التي تستلم فيها الارض الاشعاع الشمسي، ومن خلال تحليل الجدول (3) في منطقة الدراسة يلاحظ ما يلي:

1- أن معدل ساعات النهار التي تمثل فترة السطوع الشمس النظري تسجل أدنى مستوى لها في كانون الأول، لاسيما عند تعامد الشمس على مدار الجدي في يوم (22)، فيزداد طول النهار كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب، ففي محطتي موصل وتل عبطة سجلت ادنى معدل بلغ (9.40) ساعة، حين سجلت اعلى معدل في محطات (النجف، الناصرية، السلمان، البصرة) بلغ (10.10) ساعة.

2- في آذار يتساوى طول النهار والليل في كل محطات منطقة الدراسة تقريبا، نتيجة تعامد الشمس على خط الاستواء في (21) اذار، وبعدها يأخذ طول النهار بالتزايد التدريجي ويستمر بالزيادة بالاتجاه من الجنوب الى الشمال، فيسجل أيار أعلى معدل خلال الربيع اذ تسجل محطتا النجف والناصرية ادنى معدل وتبلغ (13.60) ساعة، في حين تسجل محطتا موصل وتل عبطة ادنى معدل (14.10) ساعة

3- عندما تتعامد أشعة الشمس في (22) حزيران تزداد معدل طول النهار وتصل ذروتها في عموم محطات منطقة الدراسة، ويزداد بالاتجاه شمالا، اذ احتلت المحطات (موصل، تلعفر، اربيل، كركوك) الصدارة في أعلى معدل لطول النهار بلغ (14.70) ساعة،سجلت محطتا السلمان والبصرة أدنى معدل (14.00) ساعة لكل منهما.

4- في أيلول يكون طول النهار متساويا تقريبا في عموم منطقة الدراسة نتيجة لتعامد الشمس على خط الاستواء في (23) ايلول، وبعدها يأخذ طول النهار بالتناقص التدريجي ويستمر بذلك بالاتجاه من الجنوب الى الشمال ، إذ سجلت محطة الموصل أدنى معدل (12.40) ساعة، ومحطتا السلمان والبصرة أعلى معدل (13.10) ساعة، وفيما يخص المعدل السنوي لطول النهار النظري يلاحظ ان محطة الموصل تسجل ادنى معدل سنوي تبلغ (12.10)ساعة ، بينما تسجل محطة البصرة اعلى معدل سنوي تبلغ (12.16) ساعة.

الجدول (3) المعدل الشهري والسنوي للسطوع النظري (ساعة/ يوم) في محطات منطقة الدراسة

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
الموصل	9.90	10.70	12.10	13.10	14.10	14.70	14.20	13.30	12.40	11.00	10.30	9.40	12.10
تل عبطة	9.90	10.80	12.10	13.10	14.10	14.70	14.30	13.30	12.50	11.00	10.30	9.40	12.10
اربيل	9.90	10.80	12.00	13.10	14.10	14.70	14.30	13.30	12.50	11.10	10.20	9.50	12.13
كركوك	9.90	10.80	12.00	13.00	14.10	14.70	14.40	13.30	12.50	11.20	10.20	9.50	12.13
سليمانية	9.90	10.80	12.00	13.00	14.10	14.70	14.40	13.30	12.50	11.20	10.20	9.50	12.13
خانقين	10.10	10.90	12.00	13.00	13.90	14.60	14.30	13.20	12.40	11.20	10.30	9.70	12.13
بيجي	10.10	10.90	12.00	13.00	13.90	14.60	14.20	13.20	12.40	11.20	10.30	9.80	12.13
بغداد	10.10	10.90	12.00	13.00	13.80	14.50	14.10	13.20	12.40	11.20	10.40	9.90	12.13
الرمادي	10.10	10.90	12.00	13.00	13.80	14.50	14.10	13.20	12.40	11.20	10.40	9.90	12.13
الرطبة	10.10	10.90	11.90	12.90	13.90	14.10	14.00	13.40	12.30	11.20	10.60	10.00	12.12
الحي	10.50	11.00	12.00	12.90	13.70	14.40	14.00	13.10	12.40	11.40	10.40	10.00	12.12
النجف	10.20	11.00	12.00	12.90	13.60	14.40	13.90	13.10	12.40	11.20	10.60	10.10	12.12
الناصرية	10.60	11.00	12.00	12.90	13.60	14.30	13.90	13.10	12.40	11.40	10.40	10.10	12.14
السلمان	10.50	11.00	11.90	12.90	13.70	14.00	13.80	13.10	13.10	11.50	10.30	10.10	12.16
البصرة	10.50	11.00	11.90	12.90	13.70	14.00	13.80	13.10	13.10	11.50	10.30	10.10	12.16

من عمل الباحث بالاعتماد على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة،2024.

• **طول النهار الفعلي:** يقصد به عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية التي تقاس بالأجهزة كجهاز كامبل ستوكس، وتخضع السطوع الفعلي لعوامل محلية ترتبط بالغيوم والضباب والظواهر الغبارية، وعلى أساسها يتحدد مقدار السطوع الشمسي الفعلي الواصل الى سطح الارض ،(السلامي،2021: ص11)، ولطول النهار الفعلي اثر في تباين كمية الاشعاع الشمسي الواصلة من مكان الى اخر عن سطح الارض، اذ كلما زاد طول النهار كلما زادت كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح الارض (الرضا،2018: ص98) ، وإن معدلات ساعات السطوع الفعلي تظهر اختلافاً واضحاً فيما بين أشهر السنة، ومن خلال تحليل الجدول (4) يتضح ما يلي:

1- في الشتاء يلاحظ انخفاض لمعدل ساعات السطوع الفعلي؛ وذلك بسبب كثرة الظواهر التي تحجب أشعة الشمس من غيوم وارتفاع الرطوبة النسبية والظواهر الغبارية وغيرها، وكذلك تعامد اشعة الشمس على مدار الجدي، مما يقلل من كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة، ففي كانون الثاني سجلت محطتا الحي والبصرة أعلى معدل لساعات السطوع الفعلي بلغ بالتوالي (6.4 و6.3) ساعة، أما أقل معدل فكان من نصيب محطتي الموصل وسليمانية والذي بلغ (4.7) ساعة لكل منهما، فيما تدرجت بقية المحطات فيما بينهما، وهذا ناتج عن حركة الشمس الظاهرية وكثرة التعتيم الشمسي في هذا شهر.

2- في الربيع تدرجت ساعات السطوع الفعلي بالارتفاع تدريجيا، لزيادة طول النهار نتيجة لتعامد الشمس على خط الاستواء في (21) اذار، ففي نيسان سجلت محطة الرطبة أعلى معدل بلغ (8.9) ساعة في حين سجل أقل معدل في محطة سليمانية بلغ (7.4) ساعة، ويعزى هذا التباين فيما بين محطات منطقة الدراسة في معدل ساعات السطوع الفعلي الى التباين في نسبة التغييم والرطوبة النسبية وتكرار الظواهر الغبارية.

3- في الصيف سجلت أقصى معدلات لساعات السطوع الفعلي؛ وهذا يعود إلى حركة الشمس الظاهرية وتعامدها على مدار السرطان في حزيران وكذلك قلة تغطية السماء بالغيوم اذ سجلت محطة الرطبة في تموز أعلى معدل سطوع فعلي بلغ (12.1) ساعة، في حين سجل اقل معدل للسطوع الفعلي في هذا الشهر في محطة الناصرية اذ بلغ (10.1) ساعة، وتدرجت باقي المحطات فيما بينهما.

4- في الخريف نلاحظ أن ساعات السطوع الفعلي تبدأ بالتناقص؛ وذلك بسبب حركة الشمس الظاهرية وتعامدها على خط الاستواء في أيلول ، وكذلك بسبب ارتفاع نسبة التغييم وتكرار الظواهر الغبارية، إذ سجلت محطة البصرة في تشرين الاول أعلى معدل لساعات السطوع الفعلي بلغ (8.9) ساعة، في حين سجلت محطتا اربيل و خانقين أدنى معدل لساعات السطوع الفعلي بلغ (7.7) ساعة. وفيما يخص المعدل السنوي لساعات السطوع الفعلي يلاحظ ان محطتي اربيل وخانقين تسجل ادنى معدل سنوي تبلغ (7.9) ساعة، في حين تسجل محطة الرطبة اعلى معدل سنوي تبلغ (9.0) ساعة.

جدول (4) معدل السطوع الفعلي(ساعة / يوم) في محطات منطقة الدراسة للفترة (1990– 2023)

اسم المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
الموصل	4.7	5.7	6.7	7.9	9.7	11.9	11.8	11.3	10.2	7.8	6.3	4.6	8.2
تل عبطة	5.0	5.9	7.2	7.8	9.5	11.1	11.8	11.3	10.2	7.9	6.5	5.3	8.2
اربيل	4.8	5.4	6.5	7.5	8.9	11.0	11.2	10.8	9.6	7.7	6.4	5.0	7.9
كركوك	5.4	6.5	7.1	7.8	9.1	11.2	11.2	11.0	10.0	7.9	6.8	5.6	8.3
سليمانية	4.7	5.2	6.3	7.4	8.9	11.1	11.5	10.9	9.8	7.8	6.6	5.1	7.9
خانقين	5.5	6.0	7.0	7.5	8.8	10.8	10.8	10.4	9.3	7.7	6.8	5.3	8.0
بيجي	5.3	6.5	7.2	7.9	9.2	11.1	11.3	11.0	10.1	7.9	6.4	4.9	8.2
بغداد	5.9	7.0	7.6	8.5	9.8	11.6	11.6	11.2	10.0	7.9	6.9	5.7	8.7
الرمادي	6.2	7.3	8.1	8.4	9.7	11.5	11.7	11.3	10.2	8.5	7.2	6.3	8.9
الرطبة	6.0	7.0	8.2	8.9	9.9	12.1	12.1	11.7	10.6	8.6	7.3	5.7	9.0
الحي	6.4	7.4	8.0	8.4	9.7	11.4	11.6	11.3	10.2	8.5	7.3	6.3	8.9
النجف	6.2	7.1	7.8	8.2	9.4	11.0	11.3	10.8	9.7	8.1	6.9	5.9	8.5
الناصرية	6.1	7.0	7.9	7.8	8.9	10.2	10.1	10.2	9.6	8.2	6.9	6.1	8.2
السلمان	5.4	6.7	7.2	7.7	9.0	11.1	11.2	11.0	10.2	7.8	6.5	5.5	8.3
البصرة	6.3	7.3	8.1	8.3	9.8	11.4	11.4	11.2	10.4	8.9	7.3	6.3	8.9

من عمل الباحث بالاعتماد على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة،2024.

2– شفافية الغلاف الجوي:

تعتمد كمية الاشعاع الشمسي الذي يصل منطقة الدراسة على درجة شفافية الغلاف الجوي، ويتصف تلك الغلاف بمركباته المختلفة بكونه ليس شفافاً تماماً للإشعاع الشمسي (موسى،2004: ص25)، وسيتم عرضها على النحو الآتي:

أ– **الغيوم:** نلاحظ من خلال تحليل الجدول (5) أن معدلات الفصلية والسنوية للغيوم تظهر تبايناً زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة وذلك لتباين عدد أيام تأثير منظومات الضغط الواطئ وعلى النحو الآتي:

1– في الشتاء سجل أعلى معدل فصلي للتغييم من بين فصول السنة في عموم محطات منطقة الدراسة، وذلك بسبب مرور الكتل المدارية الدافئة الرطبة في الشتاء شمال منطقة الدراسة والتقائها بكتل الهوائية الباردة الذي يرافقه تكوين منخفضات جوية تسبب تشكيل غيوم طبقية فتؤدي الى انخفاض معدل الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة(عبود،1997: ص85)، فنلاحظ ان محطة اربيل سجلت اعلى معدل في هذا الفصل اذ بلغ (4.7) اوكتاس ، في حين سجلت محطة الناصرية ادنى معدل بلغ (2.2) اوكتاس، بسبب قلة تاثير هذه المنخفضات في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة.

2- في الربيع انخفض معدل التغييم مقارنة بالشتاء، إذ سجلت محطة اربيل أعلى معدل بلغ(4.3) اوكتاس، وسجلت محطة الحي أدنى معدل بلغ (1.9) اوكتاس، وذلك بسبب قلة تأثير المنخفضات الجوية وهيمنة الامطار التصاعدية في هذا الفصل.

3- في الصيف سجل أدنى معدل للتغييم بين فصول السنة في كل محطات منطقة الدراسة ، فأعلى معدل فصلي بلغ (0.9) اوكتاس لمحطتي نجف والرمادي ، في حين سجلت محطة الناصرية ادنى معدل بلغ (0.2) اوكتاس، مما يعني ان السماء خلال هذا الفصل تكاد تخلو من الغيوم بسبب سيطرة الضغط العالي شبه المداري على منطقة البحر المتوسط وتزحزح مناطق مرور المنخفضات الجوية نحو الشمال تبعاً لحركة الشمس الظاهرية (الاسدي،1991: ص35).

4- يرتفع معدل التغييم تدريجياً في الخريف في كل المحطات، اذ تصدرت محطة اربيل باقي المحطات باعلى معدل بلغ (2.6) اوكتاس، واخذت محطات خانقين والناصرية والبصرة تسجل ادنى معدل وبلغ (1.2) اوكتاس، بسبب تأثير الكتل الهوائية البحرية القطبية حين مرورها على البحر المتوسط ، ويكون تأثيرها في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة اكثر من باقي الاجزاء(عبدالرحمن،2019: ص33)، ويتبين مما تقدم أن الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الارض تتأثر كثيرا عند وجود الغيوم لانها تقف حائلا دون وصولها الى سطح الارض مما يترتب على ذلك قلة الواصل من الإشعاع الشمسي الى سطح الأرض نتيجة لحجبه من قبل الغيوم أي ان تزايد معدلات الغيوم يؤدي الى انخفاض كمية الاشعاع الشمسي.

جدول (5) معدل الغيوم (بالاثمان) في محطات منطقة الدراسة للفترة (1990- 2023)

المحطة	فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف				فصل الخريف				المعدل السنوي
	كانون الثاني	كانون الاول	شباط	المعدل	اذار	نيسان	ايار	المعدل	حزيران	تموز	اب	المعدل	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	المعدل	
الموصل	4.2	4.4	4.0	4.2	4.0	3.5	3.0	3.5	1.2	0.7	0.6	0.8	0.9	2.4	3.1	2.1	2.7
تل عبطة	4.1	4.3	4.0	4.1	3.5	3.7	2.6	3.3	1.0	0.8	0.5	0.8	1.0	2.0	3.0	2.0	2.5
اربيل	4.4	4.7	4.9	4.7	5.0	5.0	3.0	4.3	1.1	0.8	0.6	0.8	1.0	3.1	3.8	2.6	3.1
كركوك	3.8	3.9	3.8	3.8	3.6	3.5	2.7	3.2	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	2.3	2.8	2.0	2.5
سليمانية	4.2	4.5	4.7	4.5	4.8	4.9	2.7	4.1	0.9	0.8	0.6	0.7	1.0	2.9	3.6	2.4	2.9
خانقين	2.5	3.0	2.7	2.7	2.3	2.4	1.3	2.0	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	1.1	2.3	1.2	1.6
بيجي	3.2	3.3	2.9	3.2	2.9	2.9	2.2	2.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	2.0	2.7	1.8	2.0
بغداد	3.4	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2	2.5	3.0	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	2.0	2.9	1.8	2.1
الرمادي	3.6	3.3	3.0	3.3	3.4	3.3	2.6	3.1	1.2	0.9	0.6	0.9	0.4	2.0	2.9	1.8	2.3
الرطبة	3.4	3.3	3.0	3.2	3.1	2.9	2.5	2.8	0.8	0.9	0.7	0.8	1.0	2.5	2.8	2.1	2.2

الحي	3.0	2.6	2.4	2.7	2.5	2.2	0.9	1.9	0.6	0.4	0.8	0.6	1.7	2.6	2.3	1.9
النجف	2.9	3.1	2.7	2.9	2.8	3.1	2.7	2.9	1.2	0.7	0.8	0.9	1.1	2.3	2.7	2.0	2.2
الناصرية	2.4	2.3	2.1	2.2	2.0	2.3	1.6	2.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	1.2	2.1	1.2	1.4
السلمان	2.9	3.2	2.4	2.8	2.6	2.5	2.4	2.5	0.4	0.5	0.6	0.5	1.0	2.3	2.7	2.0	1.9
البصرة	2.5	2.5	2.3	2.4	2.3	2.6	1.6	2.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	1.1	2.2	1.2	1.5

من عمل الباحث بالاعتماد على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة،2024.

ب- العواصف الغبارية

تكثر هذه العواصف في فصل الصيف والفصول الانتقالية (الربيع والخريف)، ويمكن أن تظهر حتى في الشتاء ولكن تكرارها يكون أقل، إن السبب الرئيسي في تكون العواصف الغبارية هو مرور الجبهة الهوائية الباردة والتي ترفع الهواء عموديا ولإن الأرض جافة وذرات التربة أو الرمال غير متماسكة فان الهواء السريع يرفع معه التربة والرمال مكونا عاصفة ترابية أو رملية (السامرائي،2019: ص362)، ومن خلال الجدول (6)، يظهر ما يلي:

1- ينخفض معدل تكرار العواصف الغبارية شتاءً الى حد بعيد تكاد تخلو منها العديد من المحطات إذ سجلت محطة الموصل و بيجي وكركوك وخانقين وسليمانية ادنى معدل بلغ (0.0) يوماً، ويتدرج بالزيادة إلى الجنوب نظراً للعوامل البيئية المحفزة لقيام العواصف الغبارية إذ سجلت محطة السلمان اعلى معدل بلغ (0.4) يوماً.

2- في الصيف يزداد معدل تكرار العواصف الغبارية بشكل طفيف لاسيما في محطات المنطقة الوسطى والجنوبية وأقل معدل فصلي كانت من نصيب محطتي خانقين وسليمانية (0.1) يوماً ، نتيجة لتماسك تربتها وارتفاع الرطوبة النسبية فيها في حين سجلت الناصرية أعلى معدل فصلي بلغ (1.7) يوماً.

3- تمتاز الفترة الانتقالية بارتفاع معدل تكرار العواصف الغبارية مقارنة بالشتاء، لكن لاتزال محطات المنطقة الشمالية تسجل أقل معدلات فصلية ربيعية اذ سجلت محطات الموصل وكركوك وخانقين وسليمانية (0.2) يوماً بينما القيمة العليا كانت لمحطة الناصرية بمعدل (1.6) يوماً، وأدنى معدل فصلي خريفي سجلته محطات خانقين وسليمانية والحي (0.0) يوماً واعلى معدل سجلته محطتي بيجي والناصرية (0.3) يوماً.

4- فيما يخص معدل التكرار السنوي للعواصف الغبارية كذلك سجلت محطة الناصرية اعلى معدل تكرار بلغ (1.0) يوماً، بسبب موقعها على حافة الصحراء الجنوبية الغربية وقلة سقوط الامطار وانبساط السطح وزيادة سرعة الرياح وقلة الغطاء النباتي، في حين سجلت محطتا خانقين وسليمانية ادنى معدل بلغ (0.1) يوماً، بفعل

موقعه الذي يضعف وصول التأثيرات الصحراوية وطبيعة تربتها المتماسكة وارتفاع كمية الامطار المتساقطة سنويا مقارنة مع محطة الناصرية.

الجدول(6) الظواهر الغبارية في منطقة الدراسة

العواصف الغبارية															
المحطة / الفصل	الموصل	تل عبطة	بيجي	اربيل	كركوك	خانقين	سليمانية	بغداد	الرمادي	الرطبة	الحي	نجف	ناصرية	السلمان	بصرة
الشتاء	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1
الربيع	0.2	0.6	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2	1.1	1.1	1.0	0.3	1.0	1.6	1.3	0.4
الصيف	0.2	0.4	0.7	0.3	0.2	0.1	0.1	1.0	0.3	0.2	0.2	0.3	1.7	0.2	0.2
الخريف	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1
معدل السنوي	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.5	0.4	0.2	0.4	1.0	0.5	0.2

الغبار المتصاعد															
المحطة / الفصل	الموصل	تل عبطة	بيجي	اربيل	كركوك	خانقين	سليمانية	بغداد	الرمادي	الرطبة	الحي	النجف	ناصرية	السلمان	البصرة
الشتاء	0.1	1.0	0.9	0.8	0.4	0.1	0.2	1.8	1.1	2.4	2.1	1.1	2.7	1.9	1.3
الربيع	1.7	4.6	3.4	2.8	1.6	0.8	0.6	4.8	3.3	5.5	6.5	3.4	9.0	4.4	4.3
الصيف	1.5	9.4	4.7	4.7	0.6	0.4	0.3	7.0	3.4	2.3	10.8	4.3	14.3	4.4	6.1
الخريف	0.8	3.7	1.3	2.1	0.4	0.3	0.2	1.8	1.2	1.9	3.6	1.0	5.0	1.5	1.5
معدل السنوي	4.7	1.0	2.5	2.6	0.8	0.4	0.3	3.9	2.9	3.0	5.8	2.5	7.8	3.1	3.3
الغبار العالق															
المحطة / الفصل	الموصل	تل عبطة	بيجي	اربيل	كركوك	خانقين	سليمانية	بغداد	الرمادي	الرطبة	الحي	النجف	ناصرية	السلمان	البصرة
الشتاء	4.5	4.3	2.4	1.8	1.8	0.8	1.0	8.2	1.6	1.7	2.5	3.7	5.4	3.0	1.9

الربيع	10.1	7.7	8.2	5.1	8.4	2.8	3.1	15.8	6.9	7.0	9.3	11.1	13.3	7.4	5.3
الصيف	16.1	11.6	12.9	6.1	8.8	1.9	2.2	18.4	3.6	3.5	9.8	9.2	15.6	5.7	4.8
الخريف	12.0	8.0	5.6	4.0	4.0	0.9	1.4	13.3	2.9	3.7	4.1	5.0	8.4	3.2	2.3
معدل السنوي	10.7	7.8	7.3	4.3	5.8	1.6	1.9	13.9	3.9	4.0	6.4	7.3	10.7	4.8	3.6

من عمل الباحث بالاعتماد على: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة،2024.

جـ- الغبار المتصاعد

يعرف بأنه عبارة عن دقائق صغيرة الحجم، تتراوح أقطارها ما بين (1_10) مايكرومتر، وترتفع الى الأعلى، نتيجة لعدم استقرار الجو بسبب التغيرات المفاجئة، فعند أنحدار الضغط وأرتفاع درجة الحرارة تتكون دوامات حرارية ترفع الأتربة الى الأعلى، وتحدث هذه الظاهرة عند زيادة تسخين سطح الأرض (المعموري،2020: ص63)، ومن خلال الجدول (6)، يتبين ما يلي:

1- إن معدل تكرار الغبار المتصاعد تقل في الشتاء في منطقة الدراسة، نتيجة لارتفاع الرطوبة النسبية وسقوط الامطار، إذ سجلت أعلى معدل فصلي في محطة الناصرية بلغ (2.7) يوماً، وهذه بسبب تأثير الكتل الهوائية القارية المدارية والتي تثير هذا النوع من الغبار، في حين كان أدنى معدل فصلي من نصيب محطتي الموصل وخانقين بلغ (0.1) يوماً في كل منهما.

2- قمة النشاط للغبار المتصاعد تمثلت في الصيف وفي عموم محطات منطقة الدراسة، اذ احتلت محطة الناصرية المرتبة الأولى بمعدل تكرار بلغ (14.3) يوماً، وأدنى معدل لمحطة سليمانية (0.3) يوماً نتيجة للظروف البيئية المحلية.

3- تنشط هذه الظاهرة بصورة كبيرة في الفترة الانتقالية ولا تزال تسجل محطة الناصرية أعلى المعدلات الفصلية للربيع والخريف اذ بلغ (9.0 ، 5.0) يوماً على التوالي، بفعل تربتها الرملية المفككة وموقعها بجوار الصحراء الغربية ، في حين سجلت محطة سليمانية أدنى المعدلات بلغ (0.6 ، 0.2) يوماً، بسبب ارتفاع معدل رطوبتها النسبية وتماسك تربتها.

4- فيما يخص المعدل السنوي للغبار المتصاعد فقد سجلت محطة الناصرية اعلى معدل تكرار بلغ (7.8) يوماً، بسبب موقعها على حافة الصحراء الجنوبية الغربية وقلة سقوط الامطار وزيادة سرعة الرياح وانبساط السطح وقلة

النباتات، في حين سجلت محطة سليمانية ادنى معدل بلغ (0.3) يوماً، بسبب موقعه الذي يضعف وصول التأثيرات الصحراوية وطبيعة تربتها المتماسكة.

د- الغبار العالق

ويتكون من دقائق الغبار الصغيرة جدا والجافة التي تبقى عالقة في الجو لمدة تصل الى بضعة أيام ، وتكون سرعة الرياح في حالتها الخفيفة ومدى الرؤية يصل بين (1-5) كم ، ويظهر هذا النوع من الغبار بعد ظاهرتي الغبار الصاعد والعواصف الترابية اذ تبقى الدقائق عالقة في الجو بعد سكون الرياح (الرضا،2018: ص70)، ويتباين معدل تكرار الغبار العالق في محطات منطقة الدراسة فيتبين من خلال الجدول (6) ما يلي:

1- يتباين معدل تكرار الغبار العالق بين محطات منطقة الدراسة، لكنها عموماً مرتفعة مقارنة مع الغبار المتصاعد والعواصف الغبارية، ففي الشتاء أعلى معدل فصلي سجلته محطة بغداد وهو (8.2) يوماً، بسبب انخفاض كمية الامطار ومعدل الرطوبة النسبية وسكون حركة الهواء مقارنة بمحطة خانقين والتي سجلت أدنى معدل فصلي بلغ (0.8) يوماً.

2- في الصيف تزداد معدل تكرار الغبار العالق بفعل ارتفاع درجة الحرارة وجفاف الهواء والتربة مما يساهم في تهيئة الظروف المساعدة لزيادة تكراراته وبقيت محطة بغداد تسيطر على اعلى معدل (18.4) يوماً وذلك لاتساع المدينة وانخفاض حركة الهواء، ومحطة خانقين بقيت تسيطر على أدنى معدل (1.9) يوماً.

3- تزداد معدل التكرار في الفترة الانتقالية على نحو ظاهر مقارنة بالشتاء لا سيما في محطات شمال منطقة الدراسة ووسطها، فأعلى معدل فصلي ربيعي كان من نصيب محطة بغداد (15.8) يوماً، وأقل معدل فصلي لمحطة خانقين (2.8) يوماً، كذلك أعلى معدل فصلي خريفي كان في بغداد (13.3) يوماً، لارتفاع عدد السكان وزيادة الانشطة البشرية، وأدنى معدل كان في محطة خانقين (0.9) يوماً.

4- فيما يخص معدل التكرار السنوي للغبار العالق سجلت محطة بغداد اعلى معدل تكرار بلغ (13.9) يوماً، في حين سجلت محطة خانقين ادنى معدل بلغ (1.6) يوماً، والسبب في ارتفاع معدل تكرار الغبار العالق في محطة بغداد يعود الى الكثافة السكانية المرتفعة والانشطة البشرية المتزايدة واتساع المدينة وسكون حركة الهواء في مدينة بغداد.

ثالثا: تباين الفصلي للاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة

يتبين من خلال ما سبق أن كميات الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة تتاثر بعوامل محددة سبق ذكرها والتي تساهم في انخفاض كميته وتباينها من مكان لآخر ومن وقت لآخر، ويمكن ملاحظة التباين الفصلي من خلال المعدلات الفصلية في الجدول (6)، اذ ان لكل فصل من فصول السنة خصائصه المناخية التي تميزه عن الفصول الاخرى، وسيتم تناولها على النحو الآتي:

1- فصل الشتاء

تشير معطيات الجدول (7) أن معدلات الاشعاع الشمسي تتباين خلال أشهر الشتاء، بفعل زاوية سقوط الاشعاع الشمس والغيوم والرطوبة النسبية والتي تؤثر فيه وتقليل الوارد منها الى منطقة الدراسة، إذ سجلت المحطات جميعها في هذا فصل تبايناً في قيم الاشعاع الشمسي بين اشهر الفصل، مما جعل هذا الفصل اقل الفصول في تسجيل كمية الإشعاع الشمسي الواصل انظر الشكل (1)، فأعلى معدل فصلي سجلته محطة البصرة بلغ (299) ملي واط / سم^2/ يوم، في حين سجلت محطة الموصل ادنى معدل بواقع (219) ملي واط / سم^2/ يوم، بسبب ارتفاع نسبة التغييم والرطوبة النسبية، وتعامد اشعة الشمس على مدار الجدي في (21) من كانون الاول وهو الانقلاب الشتوي الذي يزداد فيه طول الليل مقارنة بالنهار مما يجعل اشعة الشمس تصل بشكل مائل جدا فتتعرض كمية كبيرة منها للضياع اثناء مرورها بالغلاف الجوي.

2- فصل الربيع

تزداد معدلات الاشعاع الشمسي خلال الربيع، نتيجة لصغر زاوية سقوط الاشعاع الشمس لاتجاهه نحو خط الاستواء وتعامده عليه، ومن ثَمَّ زيادة عدد ساعات السطوع النظري وانخفاض نسبة التغييم والرطوبة النسبية والتي تؤثر في كمية الواصل منها الى منطقة الدراسة، وتتدرج المعدلات بالزيادة ابتداء من شهر آذار وتستمر بذلك حتى تبلغ الذروة في أيار، لاحظ الجدول (7)، إذ سجلت المحطات جميعها تزايدا ملحوظا في قيم الاشعاع الشمسي في هذا الفصل، مما جعله تستلم كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي مقارنة بالفصل السابق انظر الشكل (1)، فسجلت محطة الرطبة اعلى معدل فصلي بلغ (514) ملي واط / سم^2/ يوم، في حين سجلت محطة اربيل أقل معدل اذ بلغ (457) ملي واط / سم^2/ يوم، وهذا يعود الى موقعها الفلكي وارتفاع نسبة التغييم والرطوبة النسبية.

الجدول (7) معدلات الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة (ملي واط / سم^2/ يوم)

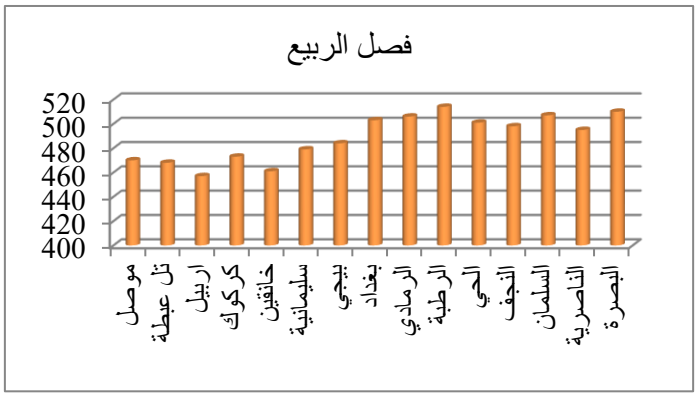
الاشهر / المحطة	فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف				فصل الخريف				المعدل السنوي
	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	معدل الشتاء	اذار	نيسان	ايار	معدل الربيع	حزيران	تموز	اب	معدل الصيف	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	معدل الخريف	
الموصل	182	197	280	219	383	462	565	470	650	640	580	624	473	353	246	357	418
تل عبطة	190	216	283	230	389	467	560	468	651	641	579	621	471	345	252	353	420
اربيل	189	200	272	220	383	448	539	457	626	619	562	602	458	351	248	352	408
كركوك	210	219	302	243	415	461	544	473	627	623	579	609	474	365	266	369	424
خانقين	208	225	301	245	399	451	533	461	611	605	555	591	460	364	273	366	415
سليمانية	216	235	298	249	400	448	588	479	626	630	592	616	481	370	273	375	430
بيجي	200	226	281	236	410	493	551	484	633	624	577	611	476	368	265	370	425
بغداد	228	247	338	271	434	496	579	503	647	639	593	627	488	382	284	385	446
الرمادي	221	248	375	275	449	511	559	506	645	658	611	638	494	405	288	396	454
الرطبة	236	263	341	280	452	510	581	514	670	663	608	647	505	400	296	400	460
الحي	248	257	344	283	440	492	572	501	643	638	595	625	491	396	294	394	451
النجف	238	260	345	281	445	490	559	498	626	629	581	612	493	394	297	395	447
السلمان	238	261	347	281	466	493	564	507	641	639	595	625	501	399	294	398	451
الناصرية	258	272	358	296	448	486	552	495	591	592	571	585	491	410	309	403	445
البصرة	264	274	358	299	461	495	574	510	640	628	593	620	511	422	319	417	461

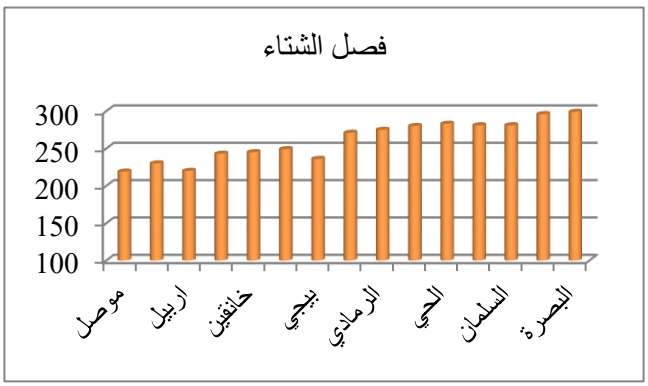
3- فصل الصيف في هذا الفصل يحدث الانقلاب الصيفي لتعامد الشمس على مدار السرطان في(21) حزيران فيزداد طول النهار وزاوية الاشعاع الشمسي تصبح شبه عمودية، كذلك تنخفض نسبة الغيوم ومعدل الرطوبة النسبية بشكل كبير في منطقة الدراسة لذلك تستلم اكبر كمية من الاشعاع الشمسي في هذا الفصل وتبلغ ذروتها فيه، الحظ الشكل(1)، وتتباين تلك الكميات من شهر لاخر ومن محطة لاخرى في الفصل نفسه، إذ سجلت المحطات جميعها تبايناً في قيم الاشعاع الشمسي بين اشهر الفصل، فسجلت محطة الرطبة اعلى معدل فصلي بلغ (647) ملي واط / سم^2/ يوم ، في حين سجلت محطة الناصرية أقل معدل إذ بلغ (585) ملي واط / سم^2/ يوم، ويعود هذا الانخفاض البسيط في المعدل الى الموقع الفلكي وارتفاع معدل الظواهر الغبارية في محطة الناصرية،

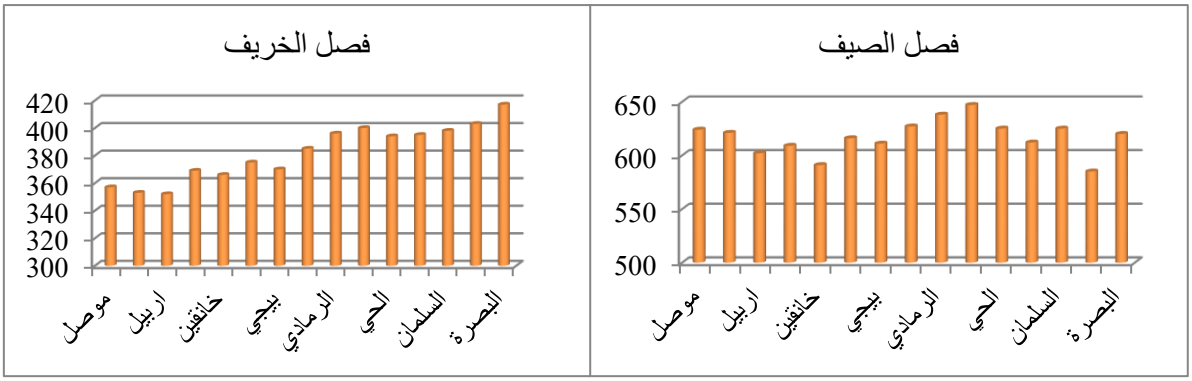
4- فصل الخريف

تعود معدلات الاشعاع الشمسي مرة اخرى الى الانخفاض خلال الخريف في جميع محطات منطقة الدراسة وتتباين من شهر لآخر، نتيجة لحركة الشمس الظاهرية نحو خط الاستواء وتعامدها عليه في الاعتدال الخريفي فيترتب عليه تناقص عدد ساعات السطوع النظري، فضلا عن ارتفاع نسبة التغييم والرطوبة النسبية التي تؤثر في كمية الواصل منه الى منطقة الدراسة، إذ سجلت المحطات جميعها في هذا الفصل انخفاضا وتباينا في قيم الاشعاع الشمسي، وتتدرج الانخفاض بالمعدلات بدءاً من أيلول وتستمر بذلك حتى تسجل ادنى المعدلات في تشرين الثاني، لاحظ الجدول(6)، وان اعلى معدل فصلي سجل في محطة البصرة بلغ (417) ملي واط / سم^2/ يوم، في حين سجلت محطة أربيل أقل معدل اذ بلغ (352) ملي واط /سم^2/ يوم، وهذا يعود الى موقعها الفلكي وارتفاع نسبة التغييم والرطوبة النسبية مقارن ببقية المحطات.

الشكل (1) المعدلات الفصلية للاشعاع الشمسي في محطات منطقة الدراسة (ملي واط/سم^2/يوم)







المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول(7).

رابعا: التباين المكاني للاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة

تتباين كميات الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة من مكان الى اخرى، وذلك لاختلاف المحطات في أكتسابها لتلك الكميات بتأثير العوامل السابقة الذكر، ومن خلال ملاحظة معدلات الاشعاع الشمسي في الجدول (7) يتبين أن هنالك مناطق تمتاز بارتفاع كمية الاشعاع الشمسي ومناطق اخرى بكميات اقل، نتيجة لتلك العوامل المؤثرة، ومن خلال تحليل بيانات الجدول (7) والشكل (2) يلاحظ ما يلي:

1- تشهد منطقة الدراسة تبايناً واضحاً فيما بينها في تسجيل المعدلات السنوية للإشعاع الشمسي، وتتراوح المعدلات بين (408) ملي واط / سم^2/ يوم، و(461) ملي واط / سم^2/ يوم، لاحظ الشكل(1).

2- أدنى معدل سنوي للإشعاع الشمسي سجلت في محطة أربيل شمال منطقة الدراسة، إذ بلغ (408) ملي واط / سم^2/ يوم، وذلك بتأثير موقعها الفلكي والعوامل المناخية التي غالباً ما تتشكل عليها السحب.

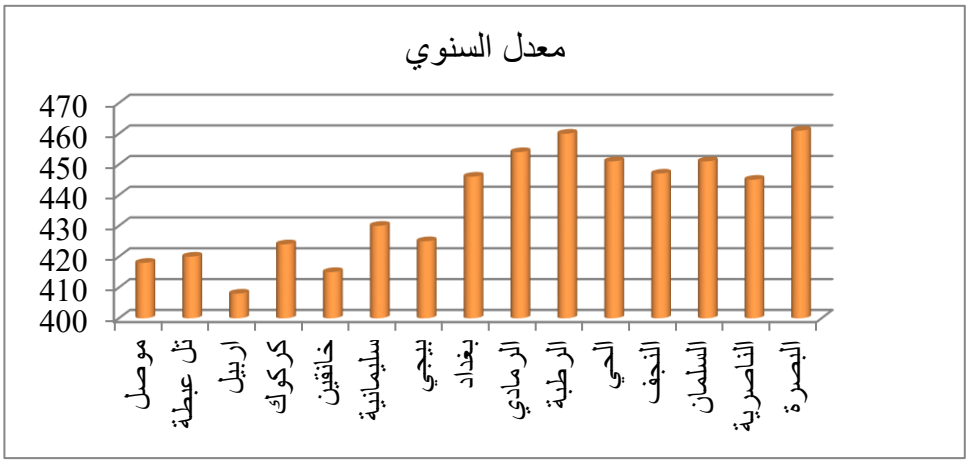
3- أعلى معدل سنوي للإشعاع الشمسي سجل في محطة البصرة في أقصى الجنوب منطقة الدراسة إذ بلغ (461) ملي واط / سم^2/ يوم، نتيجة لموقعها الفلكي فضلا عن صفاء السماء وخلوها من الغيوم لانها تقع ضمن المناطق المستوية والمنخفضة، لذلك فإنها تعد أعظم المناطق إشعاعاً في منطقة الدراسة.

4- احتلت محطة الرطبة المرتبة الثانية بتسجيلها معدلاً سنوياً بلغ (460) ملي واط / سم^2/ يوم وذلك بفعل الموقع الفلكي وعامل الارتفاع ومعامل الصفاء الجوي.

5- يزداد المعدل العام للاشعاع الشمسي تدريجياً كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب، لاحظ الشكل(2)، وذلك بسبب زيادة متوسط عدد ساعات سطوع الشمس، كذلك وجود الغطاء الغيمي بنسب أكبر في المناطق الشمالية

المرتفعة مقارنة بالمناطق الوسطى والجنوبية الاقل ارتفاعا، فضلا عن انخفاض الرطوبة النسبية بشكل عام كلما اتجهنا الى الجنوب.

الشكل (2) المعدل السنوي للاشعاع الشمسي في محطات منطقة الدراسة (ملي واط/سم^2/يوم)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول(7).

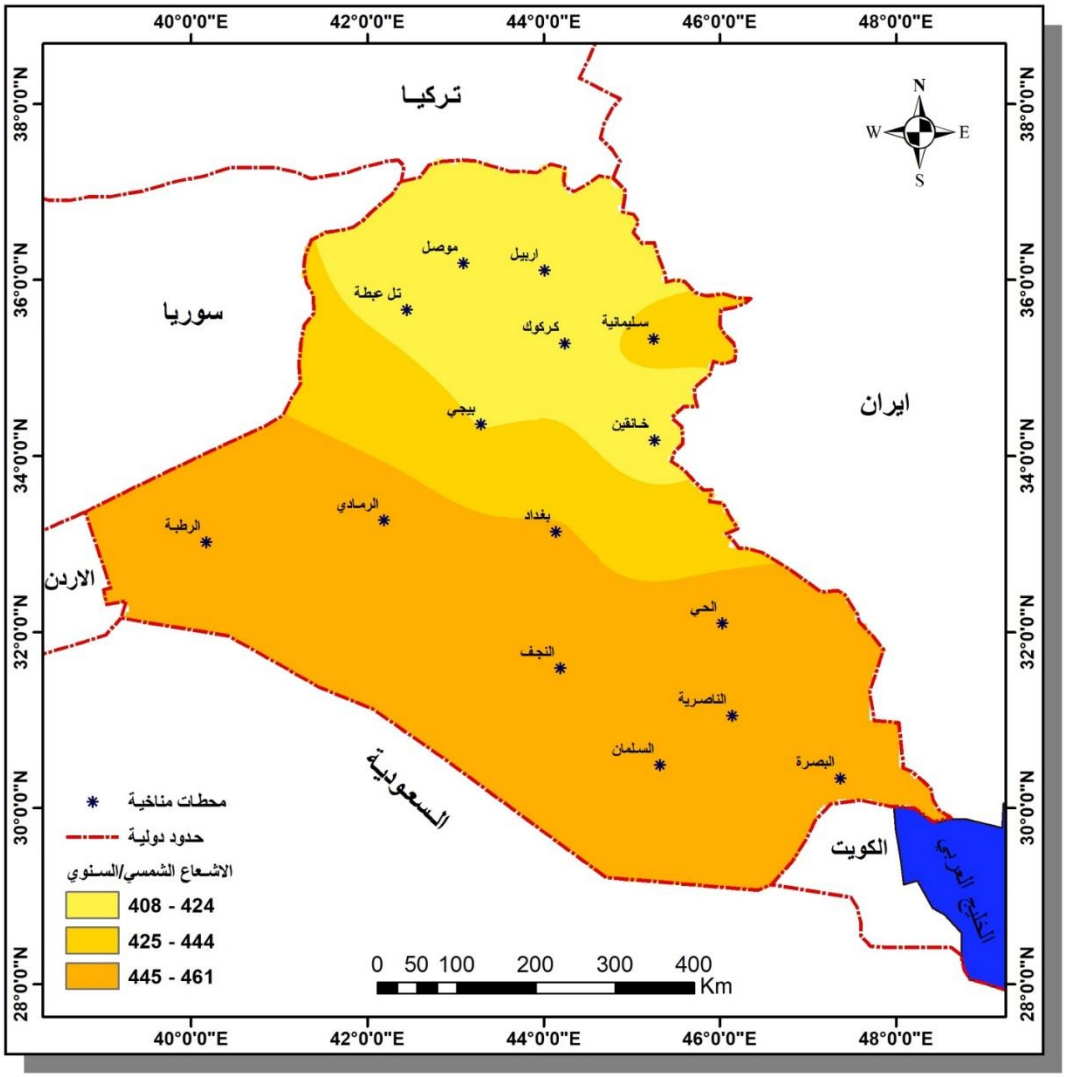
خامسا: امكانية تنمية مقدار الاشعاع الشمسي في مصادر الطاقة النظيفة في منطقة الدراسة

يظهر من معدلات الاشعاع الشمسي الفصلي والسنوي لمحطات المناخية المنتشرة في منطقة الدراسة وجود تباين واضح في قيم الاشعاع، فالمعدل السنوي يمتد بين 408 ملي واط / سم^2 في اربيل وإلى 461 ملي واط / سم^2 في البصرة، ويعد هذا التوزيع السنوي مؤشرا مهما لتنمية الاشعة الشمسية كمصدر رئيس للطاقة النظيفة، فالمحطات الواقعة ضمن النطاق الجنوبي مثل بغداد والحي والنجف والناصرية والسلمان والبصرة وكذلك الرمادي والرطبة تسجل أعلى المعدلات السنوية حيث تجاوزت قيم الإشعاع 445 ملي واط /سم^2 (انظر الخريطة 2)، أي أن مجموعها السنوي تتجاوز (5340) ملي واط، وجزء كبير من هذا النطاق مشهور بطقسه الصحراوي الجاف وانخفاض نسبة الغيوم وأرتفاع عدد ساعات السطوع الشمسي التي قد تصل إلى (3500) ساعة سنويا، هذا يعني أن استغلال المناطق التي تقع ضمن هذه النطاق في مشاريع ضخمة للطاقة الشمسية يمكن أن يوفر كهرباء مستدامة على مدار السنة وبطاقة إنتاجية سنوية تصل (2.5) تيرا واط/ساعة لكل محطة مع إمكانات عالية للتصدير او التخزين، في المقابل تظهر المحطات الواقعة ضمن النطاق الشمالي المتمثلة بالمناطق الشمالية والشمالية الشرقية، مثل اربيل والموصل وكركوك وخانقين معدلات أقل نسبيا، لم تتجاوز قيم الإشعاع 425 ملي

واط /سم^2، أي أن مجموعها السنوي يقل (5100) ملي واط ما يعكس تأثر هذه المناطق بالعوامل المناخية مثل الغيوم والرطوبة النسبية وانخفاض عدد ساعات السطوع والتي تقل عن (3200) ساعة سنويا .

خريطة (2)

أنطقة الاشعاع الشمسي السنوي في محطات منطقة الدراسة للفترة (1990–2023)



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (7) ومخرجات برنامج Arc gis v 10.8.

ورغم انخفاض القيم نسبيا، إلا أن هذه المناطق تبقى صالحة لأنظمة الطاقة الشمسية اللامركزية (مثل الألواح الشمسية فوق أسطح المنازل والمؤسسات)، مما يخفف العبء عن شبكة الكهرباء الوطنية ويزيد الاعتماد المحلي على مصادر نظيفة. وعلى مستوى فصول السنة يبرز الإمكانية الكبيرة لتوظيف هذه المقادير في إنتاج الطاقة النظيفة بطريقة مرنة وموسمية، ففي الشتاء سجلت اغلب المحطات معدلات إشعاع شمسية تراوحت بين (219–299) ملي واط /سم^2، وهي كميات منخفضة مقارنةً ببقية الفصول، الا انها صالحة لتوليد الكهرباء عبر الألواح الشمسية ذات الكفاءة المتوسطة، في حين شهدت المحطات في الربيع ارتفاعاً ملحوظاً في معدلات الإشعاع تراوحت بين (457–514) ملي واط /سم^2، مما يجعله فصلاً مثالياً لتوليد الطاقة الشمسية على نطاق واسع بفعل الزيادة في ساعات السطوع. اما في الصيف فتبلغ الإشعاع الشمسي ذروته، حيث سجلت المحطات معدلات مرتفعة تراوحت بين (585–647) ملي واط /سم^2، وهو ما يعكس أعلى إمكانات التنمية للاشعاع فضلا عن هذه الفترة تمثل ذروة الإنتاج وتعد مثالية لتخزين الفائض أو تصديره. في حين تراوحت القيم في الخريف بين (352–417) ملي واط /سم^2، وهي معدلات جيدة نسبيا وتكفي لاستمرار تشغيل أنظمة الطاقة الشمسية مع كفاءة جيدة. يظهر مما سبق أن العراق يمتلك إشعاعاً شمسياً نشطاً على مدار السنة مع امكانية إنتاج الطاقة الى حد بعيد، وبالأخص من آذار وحتى أيلول، حيث تكون القيم في حدودها العليا.

الاستنتاجات

1– تتمتع منطقة الدراسة بمعدلات مرتفعة من الاشعاع الشمسي رغم تباينها من محطة لأخرى ، إذ يتراوح بين (408 –461) ملي واط / سم^2/ يوم ، ما يعادل إنتاجا سنويا يقدر بنحو (35–41) ميغاواط /م^2/ سنة، وهذا ما يضمن أن يكون العراق من الدول المؤهلة لإنتاج طاقة شمسية على مدار العام.

2– تشير البيانات إلى ان ذروة الإشعاع الشمسي تكون في فصلي الصيف والربيع، إذ تجاوزت القيم 650 ملي واط في الصيف و 520 ملي واط في الربيع في بعض المحطات وهو ما يوفر فرصا كبيرة لتخزين الطاقة أو تشغيل الأنظمة الشمسية بكفاءة عالية في هذه الفصول

3– إن تقارب النسب في المعدلات بين المحطات المختلفة بفارق لا يتجاوز 60 ملي واط سنويا يدل على توفر مورد شمسي مستقر وواسع النطاق جغرافيا، مما يمكن من تعميم مشاريع الطاقة الشمسية على كافة أنحاء البلاد دون اقتصارها على مناطق معينة فقط.

4- إن ارتفاع نسبة التغييم في الشتاء بمعدل (3.3) اوكتاس، جعل كميات الاشعاع الشمسي الواصل الى منطقة الدراسة اقل نسبياً بالمقارنة مع تلك الكميات الواصلة في فصل الصيف ذات السماء الصافية والتي سجلت نسباً منخفضة من الغيوم بلغ معدله(0.6) اوكتاس.

5- يظهر الاشعاع الشمسي تبايناً فصلياً ومكانياً واضحاً في منطقة الدراسة، إذ يبلغ ذروته في الصيف في حين يسجل أدنى مستوياته في الشتاء، كما ان المنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية تشهد معدلات أعلى نسبيا من الاشعاع مقارنة بالمنطقة الشمالية والشمالية الشرقية نتيجة لعوامل فلكية ومناخية.

التوصيات

1- ضرورة الاهتمام بمشاريع إنتاج الطاقة شمسية في منطقة الدراسة وسبل استثمارها لسد النقص الحاصل في الكهرباء الحكومية، وتقليل نسبة التلوث نتيجة الاعتماد على الوقود الاحفوري.

2- اعتماد تصميمات هندسية قابلة للتكييف مع التباينات الفصلية، بحيث تحقق الاستفادة القصوى خلال فصل الذروة (الصيف)، فضلا عن استخدام تقنيات تخزين الطاقة الشمسية.

3- تكثيف الابحاث والدراسات المتعلقة بالإشعاع الشمسي على منطقة الدراسة كونها تتمتع بإمكانيات جيدة.

قائمة المصادر والمراجع :

- الأسدي، كاظم عبدالوهاب. (1991). تكرار المنخفضات الجوية وأثرها في طقس العراق ومناخه، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية الآداب، جامعة البصرة، ص35.
- الجبوري، سلام هاتف. (2015). اساسيات في علم المناخ الزراعي (الطبعة الأولى). عمان، الاردن: دار الراية للنشر والتوزيع، ص27.
- الراوي، صباح محمود والبياتي، عدنان هزاع. (2001). اسس علم المناخ (الطبعة الثانية). بغداد، العراق: دار الكتب والوثائق، ص41.
- السامرائي، قصي عبدالمجيد. (2019). الجغرافية الطبيعية الحديثة (الطبعة الاولى). بغداد، العراق: مكتبة دلير للطباعة، ص19.
- السلامي، حسن هاشم. (2021). تغير السطوع الشمسي الفعلي في العراق، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الموصل، ص11.
- الشيخ، احمد احمد. (2004). الارصاد الجوية. كلية التربية، جامعة المنصورة، ص50.
- المعموري، غفران قاسم. (2020). امكانية استثمار الإشعاع الشمسي والرياح لتوليد الطاقة المتجددة في محافظة بابل [رسالة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة بابل، ص63.
- النجماوي، سرى بدر. (2001). دراسة مناخ محافظة نينوى رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية، جامعة الموصل، ص3.
- شحاذة، نعمان. (2009). علم المناخ (الطبعة 1). عمان، الاردن: دار صفاء للنشر والتوزيع، ص63.
- عبدالرحمن، بهزاد حسن. (2019). تحديد المواسم الجافة شمال دائرة عرض (35) في العراق رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الموصل، ص33.
- عبد الرضا، محمد كريم. (2018). الظواهر الغبارية وتاثيرها في قيمة الاشعاع الشمسي في العراق رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية التربية الاساسية، الجامعة المستنصرية، ص98.
- عبود، كرامة ناجي. (1997). القارية والمحيطية في مناخ العراق بتأثير المسطحات المائية المحيطة به، رسالة ماجستير "غير منشورة"، كلية الآداب، جامعة البصرة، ص85.
- موسى، علي حسن. (2004). اساسيات علم المناخ (الطبعة 1). دمشق، سوريا: دار الفكر، ص25.

Bibliography of Arabic References (Translated toEnglish)

- Abboud, Karama Naji. (1997). Continental and oceanic climate in Iraq under the influence of surrounding water bodies, unpublished master's thesis, College of Arts, University of Basra,p85.
- Abdul Rahman, Bahzad Hassan. (2019). Determining dry seasons north of latitude (35) in Iraq Master's thesis "unpublished", College of Education for Humanities, University of Mosul,p33.
- Abdul-Ridha, Muhammad Karim. (2018). Dust phenomena and their impact on the value of solar radiation in Iraq Master's thesis "unpublished", College of Basic Education, Al-Mustansiriya University,p98.
- Al-Asadi, Kazem Abdul-Wahhab. (1991). Recurrence of depressions and their impact on Iraq's weather and climate, unpublished master's thesis, College of Arts, University of Basra,p35.
- Al-Jubouri, Salam Hatem. (2015). Basics of Agricultural Climatology (First Edition). Amman, Jordan: Dar Al-Rayah for Publishing and Distribution,p27.
- Al-Maamouri, Ghufran Qasim. (2020). The possibility of investing solar radiation and wind to generate renewable energy in Babylon Governorate [Unpublished Master's thesis]. College of Education for Humanities, University of Babylon,p63.
- Al-Rawi, Sabah Mahmoud and Al-Bayati, Adnan Hazza. (2001). Foundations of Climatology (Second Edition). Baghdad, Iraq: Dar Al-Kutub and Al-Watha'iq,p41.
- Al-Salami, Hassan Hashem. (2021). Actual solar brightness change in Iraq, Master's thesis "unpublished", College of Education for Humanities, University of Mosul,p11.
- Al-Samarrai, Qusay Abdul-Majid. (2019). Modern Physical Geography (First Edition). Baghdad, Iraq: Dalir Library for Printing,p19.

- Al-Sheikh, Ahmed Ahmed. (2004). Meteorology. College of Education, Mansoura University,p50.
- Al-Najmawy, Sura Badr. (2001). A study of the climate of Nineveh Governorate, unpublished master's thesis, College of Education, University of Mosul,p3.
- Musa, Ali Hassan. (2004). Basics of Climatology (First Edition).Dimashq, Sirya: Dar Al-Fikr,p25.
- Shahada, Naaman. (2009). Climatology (first edition). Amman, Jordan: Safaa Publishing and Distribution House,p63.