



خصائص الاشعاع الشمسي الكلي في محافظة الانبار

ا.د.علي مهدي الدجيلي

ali.al-dujaili@aliraqia.edu.iq

علي محمد عبد الدليمي

ali.mohammed33606@gmail.com

الجامعة العراقية / كلية الاداب



Characteristics of total solar radiation in Anbar province

Prof. Researcher Ali Mahdi Al-Dujaili(Ph.D.)

ali.al-dujaili@aliraqia.edu.iq

Ali Mohamed Abdel-Dulaimi

ali.mohammed33606@gmail.com

Iraqi University \ College of Arts



المستخلص

ان كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض يختلف باختلاف ارتفاع الشمس واختلاف زاوية الميل الشمسي الساقط على سطح الارض , اذ انه كلما سقطت اشعة الشمس بزاوية اكبر ازدادت كمية الحرارة الواصلة الى السطح , وهكذا تختلف قيم الاشعاع الشمسي الواصل للسطح باختلاف خط العرض, والوقت من السنة في اثناء دوران الارض حول الشمس والوقت من اليوم في اثناء دوران الارض حول محورها⁽¹⁾ لذلك تناول موضوع هذه الدراسة, تحليل التباين المكاني والزمني لقيم الاشعاع الشمسي الكلي في الانبار وذلك سيركز الباحث على دراسة خصائص الاشعاع الشمسي الكلي والطرق الحسابية لقيمة الاشعاع في منطقة الدراسة, ثم تعرضت للاستنتاجات والتوصيات. وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج منها :

- 1- ظهر وجود تباين في قيم الاشعاع الشمسي الكلي سنويا في منطقة الدراسة, و تراوحت قيم المعدلات السنوية في محطة عنه ادناها وسجلت (٤٢٠.٨) ملي واط/سم^٢ وفي محطة الرطبة اعلاها وسجلت (٤٤٦.٢) ملي واط/سم^٢ للإشعاع الشمسي الكلي.
- 2- تبين وجود تباين مكاني وزماني في المعدلات الشهرية لقيم الاشعاع الشمسي الكلي اذ بلغ اعلى معدل لكمية الاشعاع الشمسي الواصلة في شهر حزيران ولكل محطات منطقة الدراسة والتي سجلت حوالي (٦٣٩.٦، ٦٤٧.٤، ٦٣٠.٣، ٦١٥.٩) ملي واط /سم^٢/يوم في كل من محطة (الرمادي، الرطبة، حديثه، عنه) على التوالي اما اقل المعدلات فقد سجلت في شهر كانون الأول في كل محطة (الرمادي، حديثه، عنه) اذ بلغت حوالي (٢٢٦.٣، ٢١٨.٢، ٢٠٩.٦) ملي واط /سم^٢/يوم على التوالي.

Abstract

The amount of solar radiation reaching the surface of the earth varies with the height of the sun and the difference in the angle of the solar inclination falling on the surface of the earth, as the more the sun's rays fall at a greater angle, the greater the amount of heat reaching the surface, so when the sun is relatively high in space, the temperature tends to rise Thus, the temperature of the place varies according to the latitude and the distance of the sun from it, the time of the year during the rotation of the earth around the sun and the time of the day while the earth rotates on its axis(). The researcher will focus on studying the computational methods for the value of the total solar radiation first and studying the characteristics of the total solar radiation in the study area secondly, then it will be exposed to the conclusions and recommendations. The study reached a number of results, including

- 1-There was a discrepancy in the values of total solar radiation annually in the study area, and the annual rates in Anah station ranged from the lowest and recorded (420.8) milliwatts/cm² and in the highest Rutba station, they recorded (446.2) milliwatts/cm² for total solar radiation .

- 2-It was found that there is a spatial and temporal variation in the monthly rates of total solar radiation values, as it reached the highest average of the amount of solar radiation received in the month of June and for all stations in the study area, which recorded about (639.6, 647.4, 630.3, 615.9) milliwatts / cm² / day in each of (Al-Ramadi, Al-Rutba, Haditha, Anah) stations, respectively. As for the lowest rates, they were recorded in December in each station (Al-Ramadi, Haditha, Anah), which amounted to about (226.3, 218.2, 209.6) mW/cm²/day, respectively

المقدمة:

تعد الشمس الضابط والمؤثر الاساس في المناخ والمصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي اذا تقرر شدة الاشعاع الشمسي وكميته التوزيع العام لدرجات الحرارة فوق سطح الأرض وعند دوائر العرض المختلفة. تبلغ كتلتها حوالي (99,9%) من كتلة المجموعة الشمسية ويبلغ متوسط كثافتها (104) غم سم. ويزيد قطرها على (1,4) مليون كيلومتر وهو أكبر من قطر الأرض بمئة مرة تقريبا. ونتيجة للتفاعلات النووية التي تحدث في الشمس فان حرارة باطنها تقدر بـ (20) مليون درجة مئوية وتساوي حرارة سطحها (6000) درجة مئوية وهي تسبب اشعاع مقدار كبير من الطاقة عندئذ تعرف هذه الطاقة بالإشعاع الشمسي (Solar Radiation) وهي الطاقة الإشعاعية التي تطلقها الشمس في الاتجاهات جميعها وتستخدمها الكواكب السيارة التابعة لها واقماره كلها في حرارة سطحها واجوائها. وهي طاقة ضخمة جدا ومسؤولة عن الطاقتين الضوئية والحرارية الكامنة في اشعتها الجو الأرض. وتبلغ الطاقة المشعة من الشمس حوالي (3,86 × 10²⁶ * 43) ملي واط تقريبا ويصل لسطح الأرض منها حوالي (1/2000) مليون جزء، أي ما يقرب من (2سعة /سم/دقيقة) وهو ما يعرف بالثابت الشمسي (solar.(the constant) ويتغير هذا الثابت بحسب المسافة بين الأرض والشمس وزاوية سقوط اشعة الشمس، لذا يحدد الغلاف الجوي ما يصل لسطح الارض من اشعة شمسية. ولندرة بيانات لقيم الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة لذا اعتمدت الدراسة على نماذج رياضية معينة للحصول على بيانات الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة وللمدة (1989-2019)، وهي نماذج أخذت مدى واسع في التطبيق وهي معتمدة من قبل الهيئة الدولية للأنواء الجوية ومنظمة (F.A.O) وبالاعتماد على متغيرات مناخية بعضها متوفرة في المحطات المناخية العراقية بينما تفتقر إلى البعض

الأخرى ، مما اضطر الباحث إلى الاستعانة بطرق رياضية خاصة لاستخراجها، وبشكل يعطي صورة واضحة لطبيعة خصائصه في منطقة الدراسة كما اعتمدت الدراسة الأسلوب الكمي وهي كفيلة في تحليل البيانات ومعالجتها من خلال استعمال الأساليب الاحصائية لمعرفة قيم الإشعاع الشمسي لمحطات الدراسة الشهرية والسنوية وللسلسلة الزمنية (١٩٨٩-٢٠١٩).

ويمكن ان نلخص مشكلة البحث بالسؤال الاتي:

(هل يوجد تباين مكاني وزماني لقيم الاشعاع الشمسي الكلي في محطات منطقة الدراسة؟).

فرضية الدراسة:

ان الوصول الى حل المشكلة يحتاج الى فرضيات كحلول اولية غير مبرهن عليها والغرض منها المساعدة في الوصول الى نتائج المتوخاة من الدراسة .وتتمثل فرضية البحث بالاتي: (تتباين قيم الاشعاع الشمسي زمانا ومكانا في محافظة الانبار)

حدود منطقة الدراسة:

تتمثل حدود الدراسة:

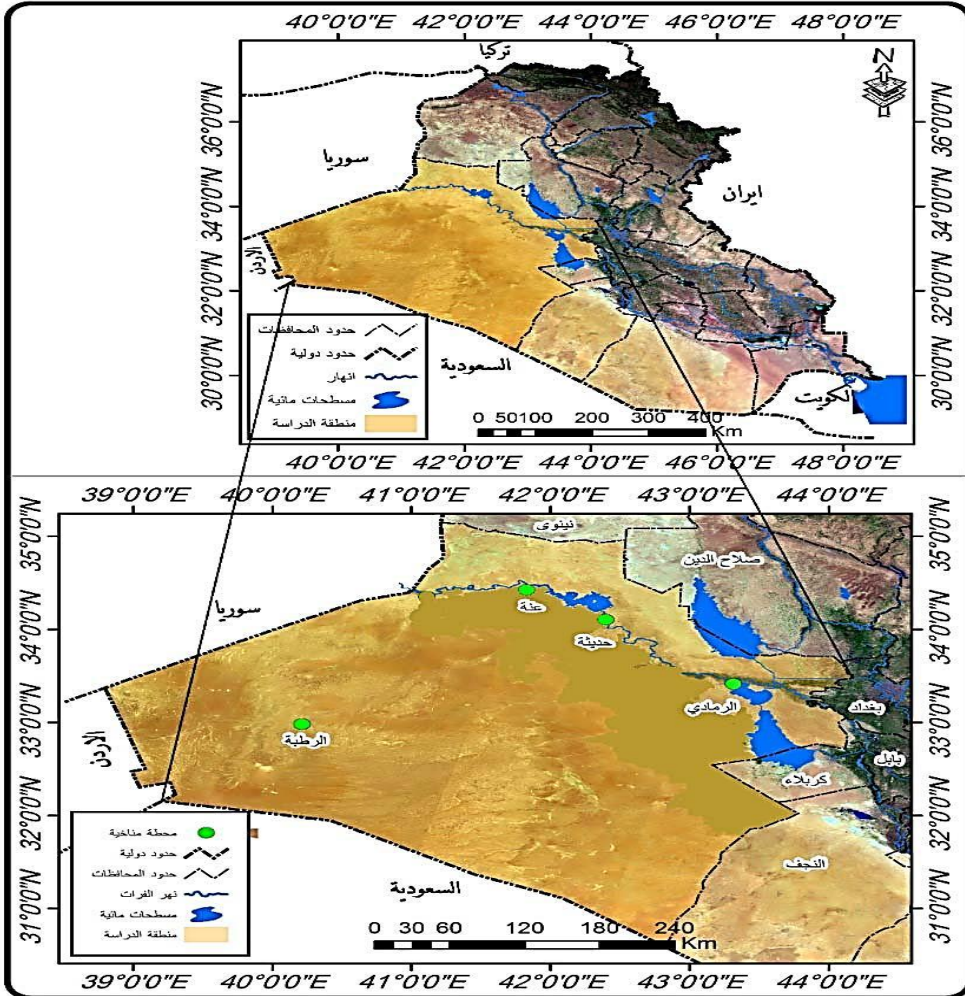
١- الحدود الزمانية والمكانية: ان الحدود الزمانية هي المدة الزمنية للدراسة وقدرها ثلاثة وثلاثون سنة أي دورة مناخية كاملة من سنة (١٩٨٩ - ٢٠١٩).

اما الحدود المكانية: تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بالمساحة الكلية لمحافظة الانبار، تقع محافظة الانبار غرب العراق ضمن سطح الهضبة الغربية ويمتد جزءا منها السهل الرسوبي وتغطي مساحة تقدر ب (١٣٨,٠٠١) كيلومتر مربع ، أي ما يعادل (٣١%) من مساحة العراق البالغة (٤٣٨٣١٧) كم ، تمتد محافظة الأنبار بين دائرتي عرض (٣٣ / ٣٠ - ٣٠ / ١٠) شمالا وبين خطي طول

(٤٥/٣٨/١٠ / ٤٤) شرقا، وخريطة (١)، يحدها جغرافية من جهة الشمالية محافظة نينوى وصلاح الدين، ومن الجهة الجنوبية الغربية المملكة العربية السعودية ومن الشرق محافظة بغداد وبابل وكربلاء والنجف ، ومن الغرب الأردن والشمال الغربي سوريا.

الحدود النوعية: تتضمن اعتماد الدراسة على حساب قيم الاشعاع الشمسي الكلي للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩).

خريطة (١) تمثل موقع منطقة الدراسة من العراق والمحطات المناخية المدروسة



المصدر/ وزارة الري , الهيئة العامة للمساحة , خريطة العراق الادارية ,

مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ لسنة ٢٠٠٠.

خصائص الإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة:

الشمس هي العامل الرئيسي المؤثر في المناخ , ويعد الإشعاع الشمسي المصدر الاساس لطاقة الغلاف الجوي, وهي موجات كهرومغناطيسية تنتقل بين سطحي جسمين حتى لو لم يكن هنالك وسط مادي بينهما، وتسير بسرعة الضوء (٣٠٠)الف كيلو متر في الثانية او هو كمية الطاقة المنبعثة من الشمس والمنطقة في الاتجاهات المختلفة وتمثل بالطاقة الضوئية والحرارية : وان من اهمية الاشعاع الشمسي تُستخدم الطاقة الشمسية أيضًا لدفع العمليات الحرارية والكيميائية الحرارية، حيث تتراوح من عمليات درجات الحرارة المنخفضة عند حوالي ٥٠-٢٠٠ درجة مئوية مثل (التبريد، التجفيف، إزالة السموم، التحلية، إزالة التلوث، التطهير، معالجة الأغذية) إلى عمليات درجة الحرارة المتوسطة عند حوالي ٢٠٠-٦٠٠ درجة مئوية مثل (التقطير بالطاقة الشمسية، المعالجة الحرارية، الانحلال الحراري البطيء)، إلى عمليات درجات الحرارة العالية تقريبًا ٦٠٠-٢٠٠٠ درجة مئوية مثل (الإصلاح الشمسي، الإنحلال الحراري السريع، ورأت الأكسدة والإختزال، إنتاج الأمونيا).

تتميز الأنظمة الحرارية الشمسية من خلال الاستفادة من الطيف الشمسي الكامل من خلال التوافق مع مجموعة واسعة من التطبيقات التقنية بما في ذلك تتطلب مدخلات الطاقة الحرارية أن مستمرة وقابلة للتوزيع.

مع زيادة الإشعاع الشمسي تستجيب نباتات الظل لمستويات منخفضة من بينما تحصد نباتات الشمس بشكل أكثر كفاءة عند مستويات الإضاءة العالية، يعتبر الأمر الأكثر أهمية الخاص بشأن تغير المناخ هو توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية يمثل بديلاً نظيفاً للكهرباء من الوقود الأحفوري. تمتلك تقنيات الطاقة الشمسية القدرة على القضاء على

اعتماد الاقتصاد العالمي على الوقود الأحفوري. بفضل الإشعاع الشمسي تستمر الحياة على الأرض فبدونه تصبح الكرة الأرضية مجرد كرة صخرية.

ويعد الإشعاع الشمسي احد مصادر الطاقة الواردة إلى سطح الأرض ومن خلاله تحدث جميع الظواهر الجوية وتغيراتها، وبحسب هذا من الضروري جدا رصد كمية الإشعاع وشدته ومدة سطوعه، وهناك العديد من الأجهزة الخاصة برصد الإشعاع بحسب أطوال موجات الإشعاع وإن قياس الإشعاع الشمسي له أهميته لما لهذا العنصر من أهمية في استغلال الطاقة الشمسية وأهمية في الفعاليات الحياتية وفي الدراسات الأكاديمية، لذا توجد طرائق متعددة لقياس الإشعاع الشمسي وتم الاعتماد على بيانات مقاسة لحساب الاشعاع الشمسي الكلي للتنبؤ بالسنوات التي تلت تلك المدة وذلك لانعدام توافر الاجهزة الخاصة لقياس الاشعاع الشمسي , وقد تم تطبيق المعادلة وحساب قيم الاشعاع الكلي في محطات منطقة الدراسة لكونه النموذج الامثل التي يتلائم جميع الظروف المناخية في محطات الدراسة حيث اعتمد الباحث في حسابة على النموذج التالي وصيغة المعادلة رقم (1) هي

$$\frac{H}{H_0} = 0.174 + 0.615 \left(\frac{n}{N} \right)$$

حيث ان ::

H = الاشعاع الشمسي الكلي

H₀ = الاشعاع الشمسي الخارجي

n = ساعات السطوع الحقيقية

N = ساعات السطوع النظرية

حيث يتبين من جدول (١) لنا ان المعدل السنوي لكمية الاشعاع الشمسي الكلي الواصلة لمحطات منطقة الدراسة قد بلغت حوالي (440.2، 446.2، 431.9، 420.8) ملي واط /سم^٢/يوم , لكل من محطات (الرمادي، الرطبة، حديثة، عنه) على التوالي اما المعدل الشهري لكمية الاشعاع الشمسي الواصلة لمنطقة الدراسة فيتميز بالارتفاع التدريجي بدء

من شهر اذار بعد يوم (21 اذار) ويرجع سبب ذلك الى حركة الشمس الظاهرية نحو النصف الشمالي من الكرة الأرضية اذ بلغ اعلى معدل لكمية الاشعاع الشمسي الواصلة في شهر حزيران ولكل محطات منطقة الدراسة والتي سجلت حوالي (639.6، 647.4، 630.3، 619.5) ملي واط /سم^٢/يوم درجة في محطات (الرمادي، الرطبة، حديثة، عنه) على التوالي اما اقل المعدلات فقد سجلت في شهر كانون الأول في كل محطة (الرمادي، حديثة، عنه) اذ بلغت حوالي (226.3، 218.2، 209.6) ملي واط /سم^٢/يوم على التوالي وفي شهر كانون الثاني في محطة الرطبة التي بلغت حوالي (232.6) ملي واط /سم^٢/يوم ان زيادة المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الاشعاع الشمسي زيادة طول النهار يؤدي الى زيادة كمية لاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض ويقسم طول النهار الى ساعات سطوع نظري وساعات سطوع فعلي ولا بد من التفريق بينهما.

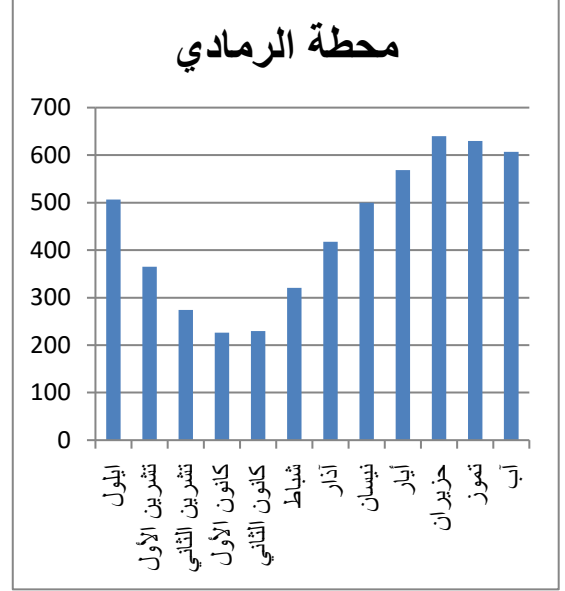
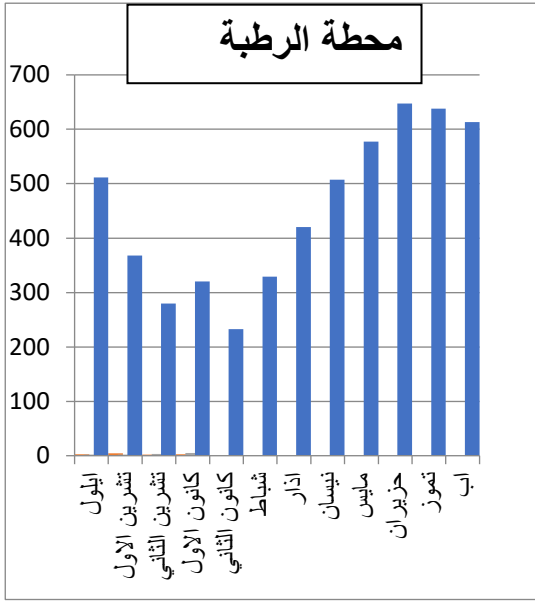
جدول (١) المعدلات الشهرية والسنوية لقيم الاشعاع الشمسي الكلي
(ملي واط/سم^٢/يوم) في منطقة الدراسة.

٢٥٨.١	٢٦٧.٥	٢٧٩.٧	٢٧٤.١	ت
٢٠٩.٦	٢١٨.١	٣٢٠.٥	٢٢٦.٣	ك
٢١٥.٤	٢٢٥.٦	٢٣٢.٦	٢٢٩.٨	ك
٣٠٠.٢	٣٠٩.٢	٣٢٩.٢	٣٢٠.٥	شباط
٤٠٣.٧	٤١١.٥	٤٢٠.٣	٤١٧.٨	أذار
٤٨٠.٥	٤٩١.٣	٥٠٧.٣	٤٩٩.٥	نيسان
٥٣٨.٨	٥٥٣.٦	٥٧٧.٢	٥٦٨.٤	مايس
٦١٩.٥	٦٣٠.٢	٦٤٧.٤	٦٣٩.٦	حزيران
٦٠٩.٧	٦١٩.٥	٦٣٨.١	٦٢٩.٥	تموز
٥٨٧.٣	٦٠١.٧	٦١٣.٢	٦٠٦.٨	آب
٤٢٠.٨	٤٣١.٩	٤٤٦.٢	٤٤٠.٢	المعدل السنوي

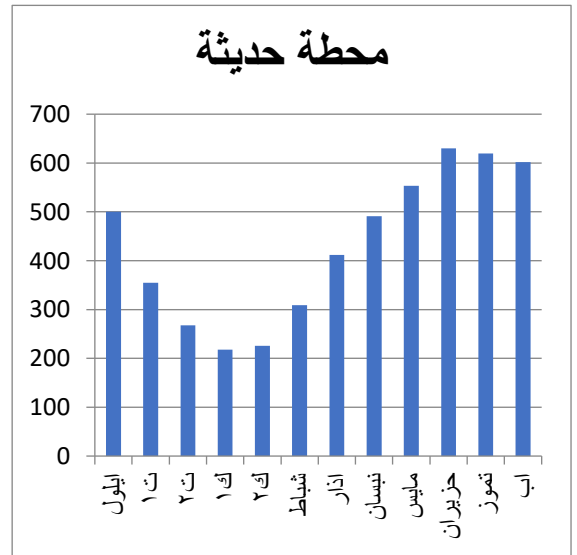
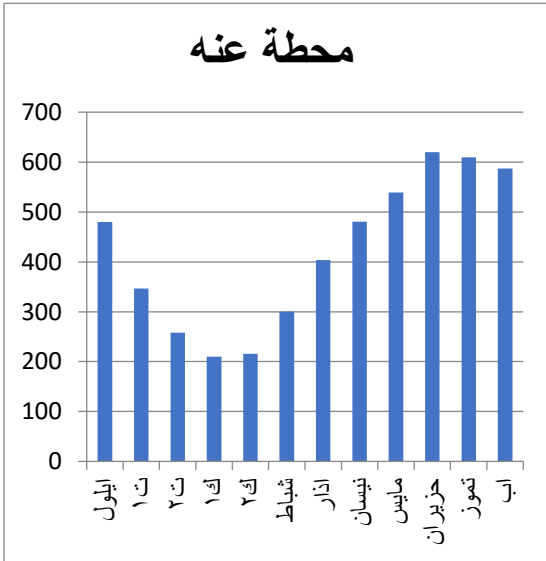
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة رقم (١)

شكل (١) يمثل المعدلات الشهرية لقيم الاشعاع الشمسي الكلي لمحطات منطقة

الدراسة



المصدر/من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (١)



العوامل المؤثرة في قيم الاشعاع الشمسي الكلي:

١ - زاوية سقوط الاشعة الشمسية على سطح الارض:

تؤثر زاوية سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض في مقدار الأشعة المستلمة من قبل سطح الأرض ذلك لان الاشعة العمودية والاشعة شبه العمودية الواصلة الى سطح الأرض تكون قوية واشد تركيزة لأنها تقطع في الغلاف الجوي مسافة اقصر من المسافة التي تقطعها الأشعة المائلة ، وهي اقل عرضة للضياح بفعل عمليات الامتصاص والانعكاس والانتشار التي تحدث في الغلاف الجوي ، كما أن حزم الأشعة العمودية بعد ان تصل الى سطح الارض تتوزع على مساحة قليلة ، أما الأشعة المائلة فأنها تتوزع على مساحة اكبر فتصبح اضعف واقل تركيز ، وتتباين زوايا سقوط الاشعاع الشمسي في محطات منطقة الدراسة متأثرة بالموقع الفلكي لكل محطة لذا تتباين الزوايا زمانية ومكانية.

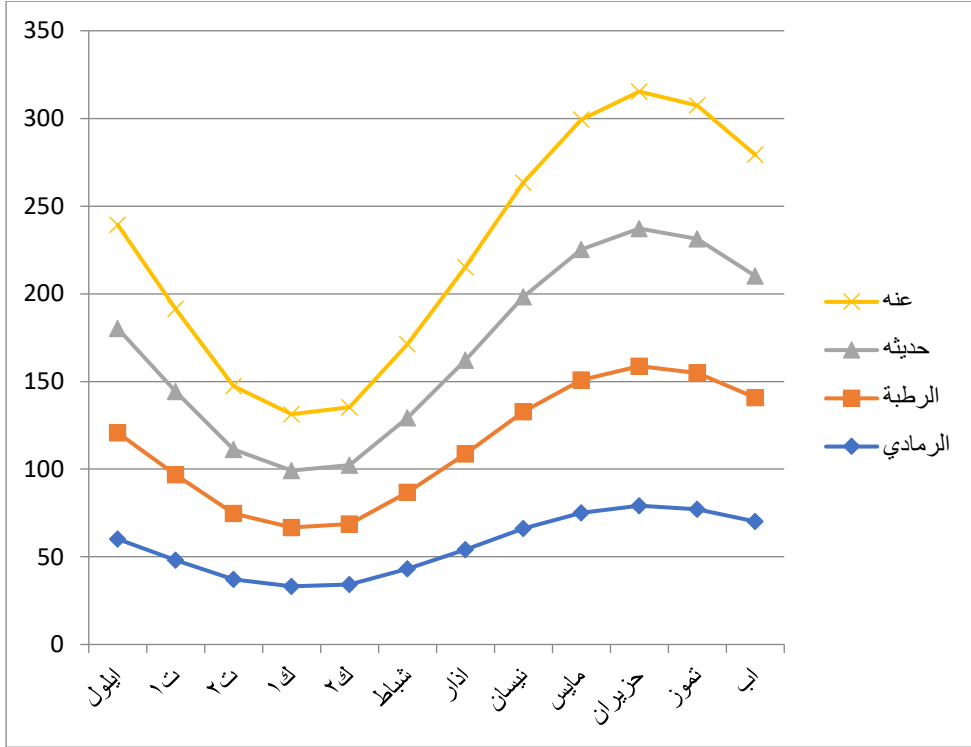
وتأخذ زوايا سقوط الأشعة الشمسية بالانخفاض تدريجية وذلك لحركة الشمس الظاهرية نحو مدار الجدي وابتعادها عن النصف الشمالي، وتستمر قيم الزوايا بالانخفاض الى ان تصل ادنى مستوى لها في شهر (كانون الأول) ومن خلال الجدول (٢) يتضح ما يأتي:

بلغت في محطات الرمادي والرطبه وحديثة وعنه نحو (32.12,32.46,33.85,33.17) على التوالي. وذلك بسبب تعامد اشعة الشمس على مدار الجدي نتيجة لحركة الشمس الظاهرية ومن ثم ابتعادها عن العراق. وبعد (٢١) من اذار تأخذ بالتزايد تدريجيا نظرا لتعامد اشعة الشمس على دائرة العرض الاستوائية وحركة الشمس الظاهرية نحو مدار السرطان ، فقد كانت اكبر زاوية لها في شهر آذار في محطة الرطبة إذا بلغت (54.58) في حين كانت اقل زاوية لها خلال

هذا الشهر في محطة عنه (53.12)، والسبب في ذلك يعود للموقع الفلكي للمحطة ، فضلا عن اشعة الشمس تتقدم نحو مدار السرطان بعد (21 من آذار)، إذ مازالت زوايا سقوط الإشعاع الشمسي ترتفع وسجلت اعلى ارتفاع لها في شهري (حزيران و تموز) فقد بلغت في محطة الرمادي (77.17,79.17) على التوالي ، وبلغت في محطة الرطبة نحو(79.58 ، 77.58) على التوالي ، بينما في محطة حديثة فقد بلغت (76.46,78.46) على التوالي ، وقد سجلت في محطة عنه(78.12, 76.12)على التوالي.

وذلك لاختلاف الموقع الدوائر العرض للمحطات المناخية، وحركة الشمس الظاهرية التي اوجدت تباينة في كمية الإشعاع الشمسي وزوايا سقوطه بالتقدم من الشمال إلى الجنوب من منطقة الدراسة، إذ أن تناقص قيم هذه الزوايا سيؤثر في كمية الوارد من الاشعاع الشمسي وثم يؤثر في شدة ومعدل السطوع الشمسي الفعلي، إذ زاوية سقوط الاشعاع الشمسي كلما كبرت كانت المسافة التي يقطعها الاشعاع الشمسي قصيرة لأنها ستكون شبه عمودية مما سيؤدي إلى زيادة معدل السطوع الشمسي الفعلي، أما حين تكون زاوية سقوط الاشعاع الشمسي مائلة فإن الوارد من الاشعاع سيكون قليلا، لذا يكون معدل السطوع الشمسي الفعلي قليلا، لأن المسافة التي يقطعها الاشعاع الشمسي تكون طويلة، يجعل الأشعة الشمسية تتعرض إلى عمليات الامتصاص والانعكاس والانكسار بصورة اكبر.

شكل (٢) المعدلات الشهرية لزاوية السقوط الاشعة الشمسية على سطح الارض لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩).



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على جدول رقم (٢)

جدول (٢) المعدلات الشهرية لزاوية السقوط الاشعة الشمسية على سطح الارض لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩).

المصدر : علي حسين شلش , الكرة الارضية في الوسائل المساعدة في التدريب ,

المحطة الاشهر	رمادي	رطوبة	حديثه	عنه
دائرة العرض	33 43°	33 02°	34 14°	34 48°
ايلول	60.17	60.58	59.46	59.12
ت ١	48.17	48.58	47.46	47.12
ت ٢	37.17	37.58	36.46	36.12
ك ١	33.17	33.58	32.46	32.12
ك ٢	34.17	34.58	33.46	33.12
شباط	43.17	43.58	42.46	42.12
أذار	54.17	54.58	53.46	53.12
نيسان	66.17	66.58	65.46	65.12
مايس	75.17	75.58	74.46	74.12
حزيران	79.17	79.58	78.46	78.12
تموز	77.17	77.58	76.46	76.12
آب	70.17	70.58	69.46	69.12

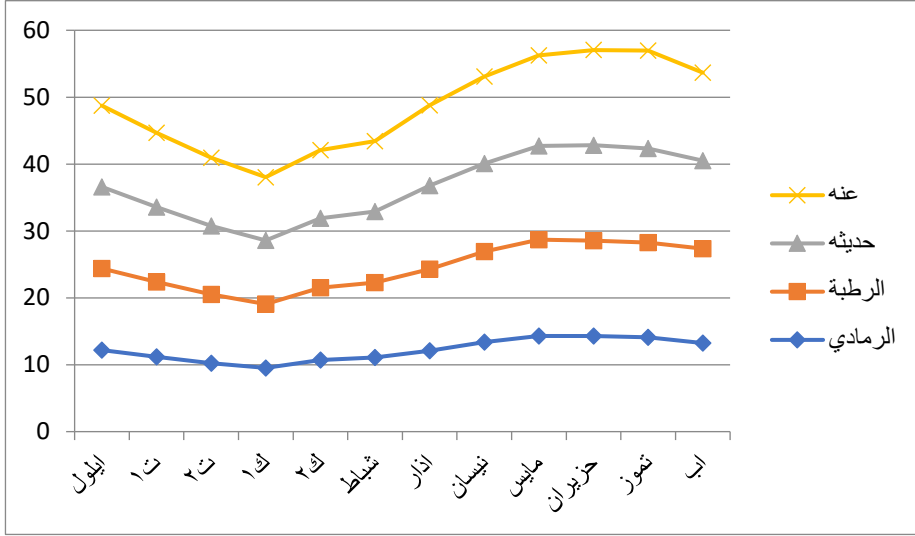
جامعة البصرة ١٩٧٩, ص ٦١-٧٣.

٢ - السطوع النظري:

توضح بيانات الجدول (٢) ان معدل طول، النهار، النظري (ساعات السطوع النظري) قد بلغت حوالي (١٢.١، ١٢.٣، ١٢.١، ١٢) ساعة/ يوم لكل من محطة (الرمادي، الرطبة، حديثة، عنه) على التوالي كما تتباين مدتها من، شهر، لأخر تبعا لحركة الشمس الظاهرية حيث يزداد، تدريجيا، في محطات الدراسة ابتداء من شهر اذار اذ سجل شهر حزيران اعلى معدلات لساعات السطوع النظري والتي بلغت حوالي (١٤.٢٨، ١٤.٢٩، ١٤.٢٥، ١٤.٢٢) ساعة/ يوم في محطة (الرمادي، الرطبة، حديثة، عنه) على التوالي متزامنا مع نفس المدة التي تكون فيها، زاوية، سقوط الاشعاع الشمسي كبيرة اما اقل معدلات لساعات السطوع النظري فقد سجلت في شهر كانون الأول والتي بلغت (٩.٥٣، ٩.٥٤، ٩.٥١، ٩.٤٦) ساعة/ يوم لكل محطات منطقة الدراسة على التوالي.

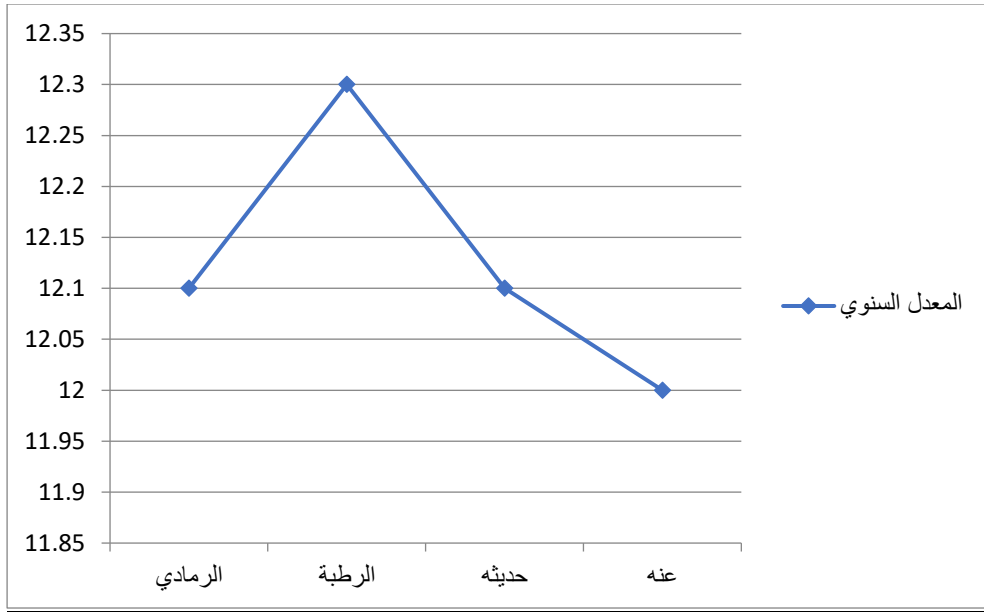
شكل (٣) المعدلات الشهرية لساعات السطوع النظري (ساعة /يوم) لمحطات منطقة

الدراسة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩)



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على جدول رقم (٣)

شكل (٣) المعدلات السنوية لساعات السطوع النظري (ساعة /يوم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩)



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على جدول رقم (٣)

جدول (٣) المعدلات الشهرية والسنوية لساعات السطوع النظري (ساعة /يوم)

لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩)

المحطة الشهر	الرمادي	الرطوبة	حديثه	عنه
ايلول	12.2	12.21	12.18	12.16
ت ١	11.19	11.2	11.16	11.12
ت ٢	10.25	10.26	10.23	10.2
ك ١	9.53	9.54	9.51	9.46
ك ٢	10.7	10.8	10.4	10.2
شباط	11.1	11.2	10.58	10.55
اذار	12.1	12.2	12.5	12
نيسان	13.4	13.5	13.2	13
مايس	14.3	14.4	14	13.56
حزيران	14.28	14.29	14.25	14.22
تموز	14.12	14.13	14.1	14.6
اب	13.22	14.11	13.19	13.15
المعدل السنوي	12.1	12.3	12.1	12

المصدر: جمهورية العراق، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم

المناخ ، بيانات غير منشورة.

٣- السطوع الفعلي:

هو السطوع الذي يعرف بالمدة التي يشاهد فيها قرص الشمس ساطعا في اثناء النهار ، فانها لا ترتبط بقصر النهار وطوله ، فقد يكون النهار طويلا لكنه ممتلئ بالغيوم أو قد تكون فترة السطوع قليلة وبالعكس، وتؤثر مدة السطوع الفعلية في كمية الإشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض تأثيرا واضحا، وعند زيادتها تزداد معها معدلات الأشعاع الشمسي، وهذا يعني أن العلاقة فيما بينهما طردية. ويعرف السطوع الفعلي بأنه طول النهار الفعلي ويتم قياسه بواسطة أجهزة خاصة متمثلة بجهاز كامبل ستوكس، ويتأثر بالعديد من الظواهر الجوية كالضباب والعواصف الغبارية والغيوم، وأيضا عند بداية شروق الشمس وغروبها، إذ تكون أشعة الشمس ضعيفة ومائلة، وبذلك يكون طول النهار الفعلي أقل من طول النهار النظري، وبذلك الطول النهار الفعلي أثر في تباين كمية أشعة الشمس الواصلة من مكان لآخر على الأرض، إذ كلما قلت الظواهر الغبارية والغيوم وبخار الماء زادت كمية الإشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض والعكس صحيح.

من خلال الجدول (٤) يتبين أن طول النهار في محطات منطقة الدراسة يتباين من شهر لآخر ، إذ أن المعدلات السنوية والشهرية لساعات السطوع الشمسي الفعلي تظهر تباينا زمنيا ومكانيا في منطقة الدراسة إذ ارتفعت المعدلات السنوية في محطة الرطوبة وإذ بلغت (9,2) ساعة/ يوم ، في حين كان ادنى ارتفاع لها في محطة عنه وبلغت بمعدل (8,6) ساعة / يوم ، في حين سجلت المعدلات الشهرية ارتفاعا تدريجيا ملحوظا ابتداء من شهر (آذار) وحتى شهر (ايلول) ، الا ان اعلى تلك المعدلات قد سجلت في الاشهر (حزيران وتموز واب) وبلغت في محطة الرمادي (11,6) ، 12,1 ، (12) ساعة /يوم على التوالي ، وبلغت في محطة الرطوبة (12,2، 12,3,11,7)

ساعة / يوم على التوالي , في حين بلغت (3,11,12,12) ساعة / يوم في محطة حديثه على التوالي ,وإما في محطة(عنه) قد سجلت بمعدل(5,11,8, 11,3 ساعة / يوم على التوالي, والسبب في ذلك يعود الى حركة الشمس الظاهرية وتعامد اشعة الشمس على مدار السرطان في (٢١) حزيران ومن ثم كبر زاوية سقوط اشعة الشمس وطول ساعات النهار فضلا عن قلة الغيوم ولغبار او انعدامها في هذه المدة مما يؤدي الى استلام كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي في العراق.

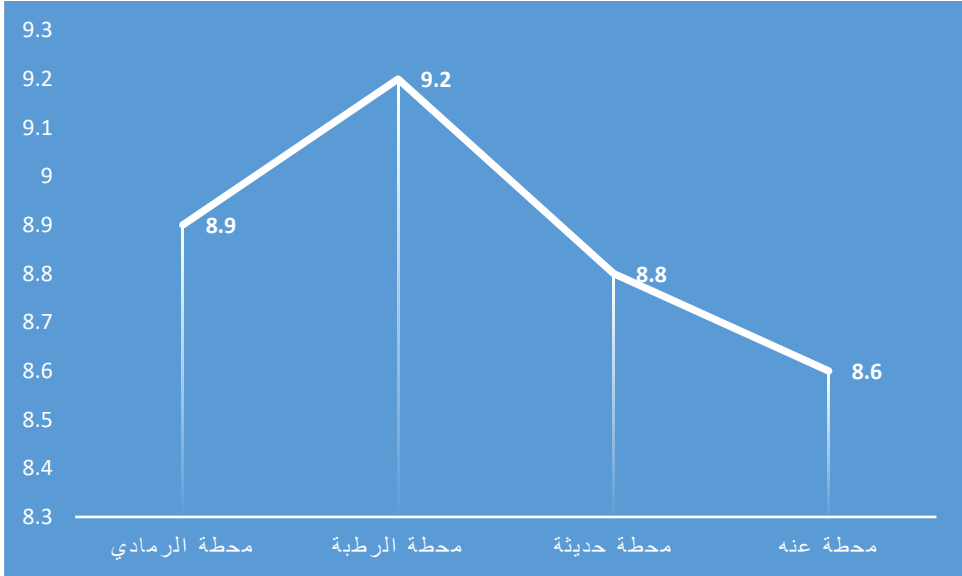
في حين تأخذ معدلات ساعات السطوع الشمسي الفعلي تسجل انخفاضا تدريجيا بعد (٢٣ ايلول) حتى سجلت ادنى تلك المعدلات في شهري (كانون الأول , كانون الثاني) وبلغت نحو (4,5, 9,5) ساعة /يوم في محطة الرمادي على التوالي , وبلغت(5,6 , 5,6) ساعة / يوم في محطة الرطبة وعلى التوالي , في حين بلغت (7,5,2,6) ساعة / يوم في محطة حديثة على التوالي ,وبينما سجلت في محطة عنه بمعدل(2,5,7,5) ساعة / يوم على التوالي, والسبب في ذلك التناقص يعود لابتعاد تعامد اشعة الشمس على العراق وتعامد الشمس على مدار الجدي في (٢١) كانون الأول نتيجة لحركة الشمس الظاهرية و مما يترتب عليه من صغر في زاوية سقوط اشعة الشمس ومن ثم قصر ساعات النهار فضلا عن عوامل تتعلق بصفاء الجو كارتفاع نسبة التغييم ومن ثم استلام العراق كميات قليلة من الإشعاع الشمسي.

ويستنتج بحسب التباين الواضح في عدد ساعات السطوع النظري وساعات السطوع الفعلي من أن التباين يكون أكثر وضوحا في عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي , إذ أن المدة الفعلية تعتمد على حالة الجو , فحين تكون السماء صافية وخالية من الغيوم تكون مدة ساعات السطوع الشمسي طويلة ونفاذية الغلاف الجوي للأشعة

الشمسية كبيرة , ويحدث العكس عندما تكون السماء متواصلة بالغيوم , إذ تقل نفاذية الغلاف الجوي للإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض .

شكل (٢) المعدلات السنوية لسطوع الشمسي الفعلي ساعة /يوم لمحطات منطقة الدراسة

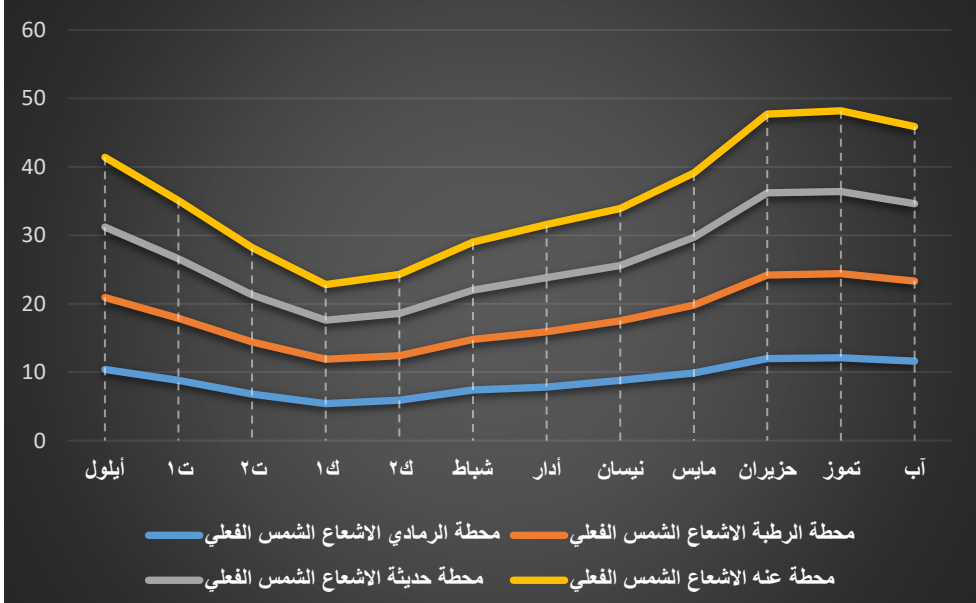
للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩)



المصدر/من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٣)

شكل (٣) المعدلات الشهرية لسطوع الشمس الفعلي ساعة /يوم لمحطات منطقة الدراسة

للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤).

جدول (٤) المعدلات الشهرية والسنوية لسطوع الشمس الفعلي ساعة /يوم لمحطات

منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠١٩)

المحطة الأشهر	الرمادي	الرطوبة	حديثة	عنه
أيلول	10,4	10,5	10,3	10,2
ت ١	8,8	9,1	8,7	8,5
ت ٢	6,8	7,6	6,9	6,9
ك ١	5,4	6,5	5,7	5,2
ك ٢	5,9	6,5	6,2	5,7
شباط	7,4	7,4	7,2	7
أذار	7,8	8,1	7,9	7,8
نيسان	8,8	8,7	8,10	8,3
مايس	9,9	9,9	9,9	9,4
حزيران	12	12,2	12	11,5
تموز	12,1	12,3	12	11,8
آب	11,6	11,7	11,3	11,3
المعدل السنوي	8,9	9,2	8,8	8,6

المصدر: جمهورية العراق، الهيئة العامة لأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.

٤ - الغيوم :

الغيوم حجم كثيف متكون من نفاثق من الماء والجليد المعلق تتراوح أقطارها بين (٢٠ - ٥٠) مايكرون وكل جزء (دقيقة) متكون من نواة من مادة صلبة يتراوح قطرها بين (١٠٠١) مايكرون)

، وتعرض الغيوم الإشعاع الشمسي في أثناء سيره بطبقات الغلاف الغازي نحو الأرض، إذ تمتص جزءا كبيرا وتعكس الجزء الآخر، مما يؤدي الى توهين الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في النهار ، وتقليل معدل السطوع الشمسي الفعلي، لذا يقل ارتفاع درجات الحرارة في الأيام الغائمة عند سطح الأرض مقارنة في الأيام الصافية وللظروف نفسها، إذ تعمل الغيمة بوصفها جسماً ينظم نسبة الإشعاع الشمسي النافذ خلالها، وتحديد مقدار ما يفقد من الإشعاع الأرضي نحو طبقات الجو العليا، ولسمك الغيمة اثر مهم في هذا المجال، فمن الملاحظ أن السحب السمكية تكون قاعدتها معتمة دائما، لأن نسبة الإشعاع الشمسي النافذ من خلالها نحو سطح الأرض تكون قليلة، لذا نجد أن النهار الذي تكون فيه نسبة التغطية الغيمية عالية تتخفض درجة الحرارة فيه اقل مما لو كانت السماء صافية.

٥ - الظواهر الغبارية:

الأقاليم المناخية الحارة الجافة تتعرض الى ظواهر طقسية غبارية قاسية في اوقات متباعدة طوال السنة، وتتشكل الظواهر الغبارية نتيجة حدوث حالات اللاستقرارية والتغير الحاصل في الأنظمة الضغطية المختلفة التي تؤدي الى هيجان ذرات التربة المفككة بفعل الجفاف وقلة تساقط الأمطار، ويكثر تكرار الظواهر الغبارية المختلفة في العراق بسبب موقعه الفلكي وطبيعة مناخه القاري شبه المداري، وقد تكون خارجية او محلية النشأة، ونقل

نسبة الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض بسبب تعرضه لامتنعاص والانعكاس والتشتت، والتأثير على معدل السطوع الشمسي الفعلي بما يحتويه الجو من ذرات الظواهر الغبارية التي تؤثر بشكل فعال في شفافية الغلاف الغازي، مما ينعكس على ظهور تباين السطوع الشمسي في منطقة الدراسة، والظواهر الغبارية هي:

أ. الغبار المتصاعد :

هو ذرات دقيقة من الغبار المتصاعد تتكون نتيجة انعدام الاستقرار الجوي الناشئ من التيارات الحامية المتصاعدة بسبب ارتفاع درجات الحرارة في النهار ونشاط الرياح ليلا أو نهارا، وتصل ذرات الغبار ارتفاعات عالية تتراوح أحيانا بين (١٠٠٠ - ٣٠٠٠) متر فوق سطح الأرض في الحالات الشديدة، وأقل من ذلك في الحالات المعتلة ويلحظ معلق في الهواء ويسبب قصور مدى الرؤية عمودية وافقية لمسافات قد تصل (١٠٠ متر) وأقل في الحالات الشديدة ويسبب مخاطر على حركة النقل.

ويؤثر على المحاصيل الزراعية حين يتسبب على أوراقها وما يرافق ذلك من أضرار في توقف عملية البناء الضوئي، ويكون الفرق بين العواصف العمارية والغبار المتصاعد في سرعة الرياح إذ تصل في العواصف الغبارية إلى (٧ متر ثا) أو أكثر أما الغبار المتصاعد فتكون سرعة الرياح أقل من (٧ متر ثا)، ومدى الرؤية في العواصف الغبارية أقل من (١٠٠٠ متر) وفي الغبار المتصاعد أكثر من (١٠٠٠ متر)، فضلا عن اختلاف دقائق الغبار التي يتراوح حجمها بين (١ - ١٠ مايكرون) في الغبار المتصاعد، في حين يصل قطرها إلى (١٠٠ مايكرون) في العواصف الغبارية).

ب- العواصف الغبارية :

تنشأ العواصف الغبارية بفعل الرياح التي تزيد سرعتها عن (٥,٥

متر تا)، اذ ترفع الرياح الغبار، عدة كيلومترات، ويصل حجم دقائق الغبار في العواصف الشديدة الى (١٠٠ مايكرون) ويقل مدى الرؤية الى (١ كم) وينخفض الى (١٠٠ متر). وتنتقل العواصف الغبارية دقائق الطين والغرين والرمال الناعمة، مسافات بعيدة عن مصدرها، وغالبا ما تغطي مساحات واسعة، والفرق بين العاصفة الغبارية والظواهر الغبارية الأخرى هو مدى الرؤية الذي يميز بينها وبين الغبار العالق والغبار المتصاعد، وتحدث العواصف الغبارية مباشرة في تكوينها بالمنخفضات الجوية، ومن هذه المنخفضات المنخفض الموسمي الهندي والمنخفض الاستوائي الأفريقي (السوداني)، ولها نتائج سلبية كبيره على البيئة منها الانسان ونشاطاته المختلفة.

ج- الغبار العالق:

تتشكل ظاهرة الغبار العالق أو(الهباء الجوي) نتيجة حتمية بعد حدوث العواصف الترابية والغبار المتصاعد، إذ تبقى الدقائق الغبارية العالقة في الجو من عدة ساعات الى عدة أيام بعد أن تتخفف الرياح إلى سرعة تصل (١٥) كم /ساعة، ويتراوح مدى الرؤية بين (٣ - ٤) كم، ويتكون الغبار العالق من ذرات الطين والغرين خفيف الوزن الذي لا يزيد قطره عن مايكرون واحد. وتحدث ايضا بسبب تيارات الحمل الصاعدة التي لها القدرة على ابقاء هذه الذرات عالقة في الجو، وينخفض مدى الرؤية احيانا الى ما دون (١٠٠٠متر) ويطلق على الغبار العالق في هذه الحالة انه (غبار كثيف معلق).

الاستنتاجات

١- ظهر وجود تباين في قيم الاشعاع الشمسي الكلي سنويا في منطقة الدراسة، و تراوحت قيم المعدلات السنوية في محطة عنه ادناها وسجلت (٤٢٠.٨) ملي واط/ سم^٢ وفي محطة الرطوبة اعلاها وسجلت (٤٤٦.٢) ملي واط/ سم^٢ للاشعاع الشمسي الكلي.

٢- تبين وجود تباين مكاني وزماني في المعدلات الشهرية لقيم الاشعاع الشمسي الكلي اذ بلغ اعلى معدل لكمية الاشعاع الشمسي الواصلة في شهر حزيران ولكل محطات منطقة الدراسة والتي سجلت حوالي (٦٣٩.٦، ٦٤٧.٤، ٦٣٠.٣، ٦١٥.٩) ملي واط /سم^٢/يوم في كل من محطة (الرمادي، الرطوبة، حديثة، عنه) على التوالي اما اقل المعدلات فقد سجلت في شهر كانون الأول في كل محطة (الرمادي، حديثة، عنه) اذ بلغت حوالي (٢٢٦.٣، ٢١٨.٢، ٢٠٩.٦) ملي واط /سم^٢/يوم على التوالي.

قائمة المصادر

- ١- عبدالغني جميل سلطان , عناصر الجو وتقلباته , بغداد, ١٩٨٥, ص ٣٦.
- ٢- علي موسى , المناخ والارصاد الجوية , منشورات جامعة دمشق , ٢٠٠٣, ص ٥٩.
- ٣- علي صاحب طالب الموسوي, جغرافية الطقس والمناخ , دار الضياء للطباعة والنشر ط ١, ٢٠٠٩, ص ١١٧.
- ٤- وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للإحصاء , المجموعة الإحصائية السنوية , ١٩٨٩ ص ٤.
- ٥- جمهورية العراق , وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للإحصاء.
- ٦- وزارة الري , الهيئة العامة للمساحة , خريطة العراق الادارية , سنة ٢٠٠٠.
- ٧- هيفاء طاهر , تقرير حول دور فيزياء الطاقة , الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية قسم الانواء المائية والزراعيه , ١٩٨١ , ص ٢.
- ٨- علاء شلال فرحان حسين الفهداوي , دراسة في المناخ التطبيقي , رسالة ماجستير , جامعة الانبار, كلية التربية ٢٠٠٩ ص ١٤
- 9- M.A.ALSaad , characteristic distribution of global solar radiation for amman, Jordan ,solar and wind technology 7,2,,1990,p262. - <https://www.almrsal.com/post/1197110>
- ١٠-- محمد كريم عبد الرضا , مصدر سابق , ص ٨٧. تكملة المصدر
- ١١- مروه خضير عباس العميدي , تحليل التباين المكاني والزمني لقيم الاشعة فوق البنفسجية , رسالة ماجستير , غير منشورة كلية التربية للبنات , جامعة الكوفة , ٢٠١٧ , ص ٣٤.
- ١٢- غفران قاسم اسماعيل المعموري , امكانية استثمار الاشعاع الشمسي والرياح لتوليد الطاقة المتجددة في محافظة بابل , رسالة ماجستير , جامعة بابل , كلية التربية للعلوم الانسانية , قسم الجغرافية , ٢٠٢٠, ص ٣٨.
- ١٣- علي مهدي جواد الدجيلي , اثر العناصر المناخية المؤثرة في كمية انتاج النباتات المراعي الطبيعية في بوادي الجزيرة والشماليه والجنزيبية من العراق للمدة (١٩٦٦-١٩٩٥), اطروحة دكتوراة (غير منشورة) ,كلية التربية (ابن رشد)جامعة بغداد, ٢٠٠٠ ص ٥١.
- ١٤- الاء رحيم محمد جواد الشمرتي , علاقة نفاذية الغلاف الجوي بقيم الاشعاع الشمسي المحسوبة واثرها في الطاقة النظيفة في العراق, جامعة الكوفة , كلية التربية للبنات , ٢٠٢٠ ص ٣٢.
- ١٥- نهله محمد جاسم التميمي , استخدام الاسلوب الامثل لتقدير قيم الاشعاع الشمسي الكلي والتنبؤ به في العراق, اطروحة دكتوراه , غير منشوره , كلية التربية للبنات , جامعة بغداد , ٢٠١٧ , ص ٥٥.

- ١٦- محمد احمد الشهاوي , العلوم, الجوية وتطبيقاتها , ط١, دار الفكر العربي, القاهرة, ٢٠٠٠, ص٥٠-٥٤.
- ١٧- عبد الحسن مدفون ابو رحيل, المناخ والعمارة في العراق, ط٣, مؤسسة دار الصادق الثقافية للطبع والنشر ١٦ ٢٠, ص١٦٤.
- ١٨- الاء رحيم محمد جواد الشمرتي , علاقة نفاذية الغلاف الجوي بقيم الاشعاع الشمسي المحسوبة واثرها في الطاقة النظيفة في العراق, جامعة الكوفة , كلية التربية للبنات , ٢٠٢٠, ص٦٣
- ١٩- عبد العزيز طريح شرف, ملامح الكويت, ط٢, مطبعة دار الجامعات المصرية, الإسكندرية, ١٩٧٤, ص٧٠.
- ٢٠- علي صاحب الموسوي, ميثم عبد الكاظم حميدتي , خصائص الرياح السطحية وتأثيراتها على تكرار الظواهر الغبارية في المغنين الوسطى والجنوبية من العراق, بحث منشور , مجلة البحوث الجغرافية, العدد ٢٠, ٢٠١٠, ص٢٧.
- ٢١- علي صاحب الموسوي , عبد الحسن مدفون ابو رحيل, مناخ العراق, جامعة الكوفة, مطبعة الميزان, ٢٠١٣, ص٢٧٦.
- ٢٢- تغريد أحمد عمران القاضي, أثر المنظومات الضغطية السطحية والعليا في تكون العواصف الغبارية في العراق, رساله
- ٢٣- ماجستير, كلية الآداب, جامعة بغداد, ٢٠٠١, ص٢٣.
- ٢٤- شذى خليل الجوراني , الظاهره الغبارية في العراق , رساله ماجستير , كلية العلوم الجامعة المستنصرية , ١٩٩٠, ص٢٥.
- ٢٥- ماجد عبدالله جابر , اثر الظواهر الجو الغبارية على الزراعة المبكرة لمحصول الطماطة في قضاء الجبايش, بحث منشور مجلة الاداب, ذي قار, العدد ١, ٢٠١٠, ص١٠٣.
- ٢٦- اوراس غني عبدالحسين , اثر العواصف الغبارية في الاشعاع الشمسي الكلي الواصل الى المنطقتين الوسطى والجنوبية, من العراق , بحث منشور , مجله الاداب , جامعه بغداد , العدد ١٣١, ٢٠١٩, ص٣٤٨.
- ٢٧- شهلاء عدنان محمود الربيعي, تكرار المرتفعات الجوية واثرها في مناخ العراق , رساله ماجستير , غير منشوره , كليه الاداب , جامعة بغداد, ٢٠٠٥, ص٢١٧.

- 1- Abdul Ghani Jamil Sultan, Elements of the Weather and Its Fluctuations, Baghdad, 1985, p. 36.
- 2- Ali Musa, Climate and Meteorology, Damascus University Publications, 2003, p. 59.
- 3- Ali Sahib Talib Al-Musawi, Geography of Weather and Climate, Dar Al-Diyaa for Printing and Publishing, 1st edition, 2009, p. 117.
- 4- Ministry of Planning, Central Statistical Organization, Annual Statistical Collection, 1989, p. 4.
- 5- Republic of Iraq, Ministry of Planning, Central Statistical Organization.
- 6- The Ministry of Irrigation, the General Authority for Survey, the administrative map of Iraq, in the year 2000.
- 7- Haifa Taher, Report on the Role of Energy Physics, Iraqi General Authority for Meteorology, Department of Agricultural and Hydrometeorology, 1981, p. 2.
- 8- Alaa Shalal Farhan Hussein Al-Fahdawi, A Study in Applied Climate, Master Thesis, Anbar University, College of Education 2009, p. 14.
- 9- M.A.Alsaad , characteristic distribution of global solar radiation for amman, Jordan ,solar and wind technology 7,2,,1990,p262. ,-
<https://www.almrsal.com/post/1197110>
- 10-- Muhammad Karim Abd al-Ridha, previous source, pg. 87. Complementary to the source
- 11-- Marwa Khudair Abbas Al-Amidi, Analysis of Spatial and Temporal Variation of Ultraviolet Radiation Values, Master Thesis, Unpublished College of Education for Girls, University of Kufa, 2017, p. 34.
- 12-- Ghufran Qassem Ismail Al-Mamouri, The Possibility of Investing Solar Radiation and Wind to Generate Renewable Energy in Babil Governorate, Master Thesis, University of Babylon, College of Education for Human Sciences, Department of Geography, 2020, p. 38.
- 13-- Ali Mahdi Jawad Al-Dujaili, The Effect of Climatic Elements Affecting the Quantity of Natural Pasture Plant Production in the Al-Jazeera, Northern and Janabiyah Valleys of Iraq for the Period (1966-1995), PhD thesis (unpublished), College of Education (Ibn Rushd) University of Baghdad, 2000, p. 51 .
- 14-Alaa Rahim Muhammad Jawad Al-Shammari, The relationship of atmospheric permeability with calculated solar radiation values and their impact on clean energy in Iraq, University of Kufa, College of Education for Girls, 2020, p. 32.
- 15-Nahla Mohammed Jassim Al-Tamimi, Using the Optimal Method for Estimating and Predicting Total Solar Radiation Values in Iraq, PhD

- thesis, unpublished, College of Education for Girls, University of Baghdad, 2017, p. 55.
- 16-Muhammad Ahmed Al-Shahawi, Science, Air and its Applications, 1st Edition, Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2000, pp. 50-54.
- 17-Abdul Hassan Madfoun Abu Rahil, Climate and Architecture in Iraq, 3rd Edition, Dar Al-Sadiq Cultural Foundation for Printing and Publishing 16-20, p. 164.
- 18-Alaa Rahim Muhammad Jawad Al-Shammari, The relationship of atmospheric permeability with calculated solar radiation values and their impact on clean energy in Iraq, University of Kufa, College of Education for Girls, 2020, p 63
- 19-Abdul Aziz Tariq Sharaf, Features of Kuwait, 2nd Edition, Dar Al-Jama'a Al-Masrya Press, Alexandria, 1974, p. 70 .
- 20-Ali Sahib Al-Musawi, Maytham Abdul Kazem Hemedti, Surface wind characteristics and their effects on the recurrence of dust phenomena in central and southern singers from Iraq, published research, Journal of Geographical Research, Issue 20, 2010, p. 27.
- 21-Ali Sahib Al-Musawi, Abdul Hassan Madfoun Ayo Rahil, The Climate of Iraq, University of Kufa, Al-Mizan Press, 2013, p. 276.
- 22-Taghreed Ahmed Omran Al-Qadi, The impact of surface and upper pressure systems on the formation of dust storms in Iraq - a message
- 23-MA, College of Arts, University of Baghdad, 2001, p. 23.
- 24-Shatha Khalil Al-Jourani, The Dust Phenomenon in Iraq, Master's Thesis, College of Science, Al-Mustansiriya University, 1990, p. 25.
- 25-Majid Abdullah Jaber, The Effect of Dust Weather Phenomena on the Early Cultivation of the Tomato Crop in Al-Jabayesh District, Research Published Journal of Arts, Dhi Qar, Issue 2010, 1, p. 103.
- 26-Oras Ghani Abdul Hussein, The impact of dust storms on the total solar radiation reaching the central and southern regions, from Iraq, published research, Journal of Arts, University of Baghdad, Issue 131, 2019, p. 348.
- 27-Shahla Adnan Mahmoud Al-Rubaie, The frequency of air altitudes and their impact on the climate of Iraq, Master Thesis, unpublished, College of Arts, University of Baghdad, 2005, p 217.