

السطوع الشمسي في محطة ربيعة دراسة مناخية تحليلية

خضر جاسم محمد

جامعة الموصل كلية التربية للعلوم الإنسانية قسم الجغرافيا
(قدم للنشر في ٨ / ٨ / ٢٠٢٢ قبل للنشر في ٩ / ٩ / ٢٠٢٢)

ملخص البحث

تعد دراسة عدد ساعات السطوع الفعلية والنظرية من الدراسات المناخية الحديثة في العالم، إذ لاقت تأييداً وتأكيداً من الجغرافيين باعتبار الاتجاه التطبيقي العملي له تسويغه في المناخ المعاصر، واعتمدت على تطبيق المعادلات الرياضية والإحصائية لذا تعد مناخياً ضمن مجال المناخ التطبيقي .
للسطوع الشمسي أهمية بالغة في التخطيط السليم لموارد الطاقة الشمسية والاستعمال الأمثل لها في مختلف المجالات من أجل وضع الخطط الملائمة للنشاطات المختلفة بناءً على نتائجها .
تم إيجاد علاقات رياضية لحساب الإشعاع الشمسي الكلي (RS) من السطوع الشمسي (الفعلي ، النظري ، نسبة السطوع) . وقد كانت علاقة الارتباط المتعدد للإشعاع الشمسي الكلي (RS) مع السطوع الشمسي (الفعلي ، النظري ، نسبة السطوع) موجبة إذ بلغت (٠,٩٩٨) .
وقد تم إيجاد علاقات رياضية لحساب السطوع الشمسي الفعلي (n) من (الغيوم والضباب) و أظهرت العلاقة الإحصائية معاملات ارتباط (r) عكسية قوية بلغت (-٠,٨٩٨ ، -٠,٨٨٨) على التعاقب .
أما العلاقات الإحصائية بين السطوع الشمسي الفعلي (n) والعواصف الغبارية (الترابية ، المتصاعد ، العالق) كانت ذات معاملات ارتباط (r) طردية بلغت (٠,٤٣٧ ، ٠,٨٧٣ ، ٠,٩٨٠) على التعاقب، وهذا خلاف للحقيقة والتي يجب ان تكون عكسية وهذا تم تفسيره في متن البحث .

Solar luminosity at Rabia district Analytical Climatological Study

Khader Jassim Mohammed

Mosul University/ College of Education for Human Sciences
Department of Geography

Abstract

The a study of the number of hours of real and theoretical sunshine duration is one of modern climate studies in the world, as it is supported and confirmed by geographers considering the practical applied approach has its justification in the contemporary climate, and relied on the application of mathematical and statistical equations so it is climatic within the field Applied climate. The sunshine is critical in the proper planning and optimal use of solar energy resources in various fields in order to develop appropriate plans for different activities based on their results. Mathematical relationships have been found to calculate total solar radiation (Rs) from sunshine (real, theoretical, sunshine ratio). The relationship of multiple association of total solar radiation (Rs) with solar sunshine (real, theoretical, sunshine ratio) was positive as it reached (0.998). Mathematical relationships were found to calculate the solar sunshine real (n) of (cloud and fog), and the statistical relationship showed strong inverse correlation coefficients (r) amounting to (-0.898, -0.888) respectively. As for

the statistical relations between solar sunshine real (n) and dust storms (dust,rising,suspended) they had direct correlation coefficients (r) amounting respectively, and this is contrary to the truth, which (0.437,0.873,0.980) to . should be inverse and this was done Interpretation in the body of the research .

- المقدمة . Introduction

تعد الشمس مصدراً لكل أنواع الطاقة في الحياة الكونية على سطح الأرض، مما زاد من استعمالها وتطبيقاتها في جوانب الحياة المختلفة. إذ تعد قياسات الإشعاع الشمسي ومدة سطوع الشمس من القياسات الأساسية في الدراسات والتصاميم الاقتصادية لمنظومات الطاقة الشمسية. وهذان العنصران المناخيان يرتبطان بنحو واسع بالعناصر المناخية الأخرى المختلفة .

والمقصود بسطوع الشمس هي مدة الإضاءة التي تبقى فيها الشمس ساطعة في السماء، وهنا لا بد من التمييز بين مدة السطوع النظرية (N) التي تمثل المدة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها، ومدة السطوع الفعلية (n) التي تمثل المدة التي يشاهد فيها قرص الشمس واضحاً، وفي معظم الأحيان تقل مدة السطوع الفعلية عن النظرية لاحتجاب أشعة الشمس بالسحب أو الغبار الجوي، وعندما يكون الجو صافياً تماماً يحدث التطابق بينهما، وهذا نادر في الغالب .

- أهمية البحث .

جاءت أهمية البحث لكون ساعات السطوع الشمسي تمتلك أهمية كبرى في معظم مشاريع الطاقة والزراعة والصناعة ومجالات التلوث والبيئة، إذ إن تصميم معظم هذه المشاريع يتطلب معرفة دقيقة بمفردات عناصر الإشعاع الشمسي التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً في حساب ساعات السطوع الشمسي .

- مشكلة البحث .

على الرغم من أهمية ساعات السطوع الشمسي إلا إنها لم تأخذ مداها الواسع والشامل من الدراسة والتطبيق من جهة الباحثين والمهتمين بها، فالمشكلة الرئيسة تكمن في معرفة عدد ساعات السطوع الشمسي .

- هدف البحث .

يهدف البحث إلى الكشف عن العلاقة الوثيقة بين كميات الإشعاع الشمسي والظواهر الجوية وعدد ساعات السطوع، ومعرفة عدد ساعات السطوع الشمسي التي عن طريقها يمكن التعرف على الجدوى الاقتصادية في كيفية استثمارها ومدى إمكانية الإفادة منها في مجالات التنمية المتنوعة . واختيار الأجهزة والعلاقات الرياضية في حساب الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي .

- فرضيات البحث .

تقوم فرضية البحث الرئيسة على وجود علاقة قوية بين عدد ساعات السطوع الشمسي وكميات الإشعاع والظواهر الجوية، إذ إنها لا تقاس إلا بفرضيات ثانوية ، ومع ذلك فلقد جاءت الدراسة لتختبر الفرضيات الآتية :

- وجود تأثير مهم للظواهر الجوية في عدد ساعات السطوع الفعلية .
- إن عدد ساعات السطوع الشمسي تؤثر في كميات الإشعاع الشمسي .
- تباين عدد ساعات السطوع والإشعاع والظواهر الجوية المناخية يومياً وشهرياً وفصلياً .

- منهج البحث .

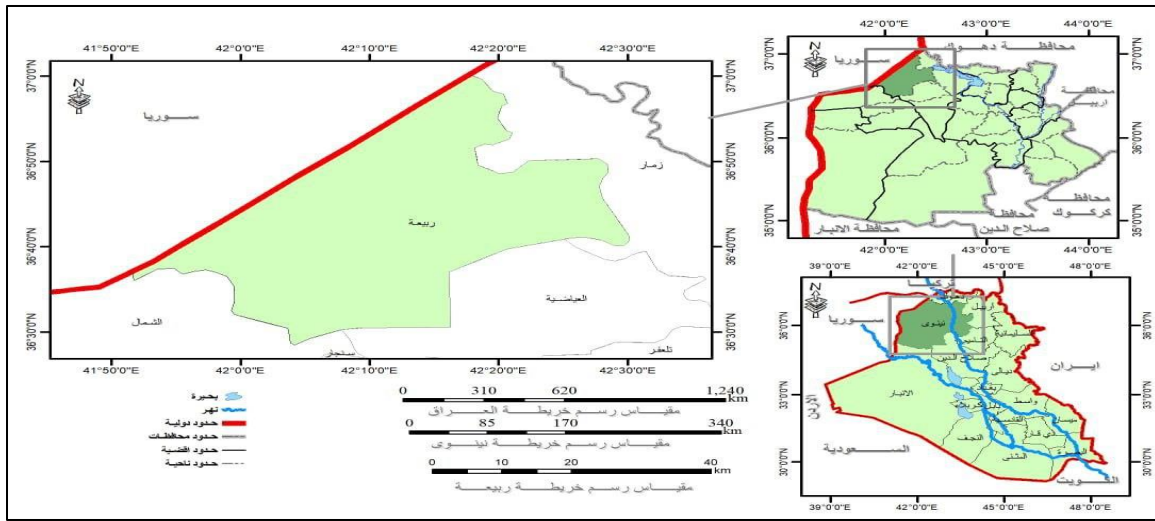
اعتمد البحث على المنهج الاستقرائي التحليلي العلمي القائم على عرض موضوع البحث الى جانب الأسلوب الكمي لكونه المنهج الأمثل لمثل هذه الدراسات (استنباط يعتمد على قيم رقمية وتحليل نتائجها) على وفق علاقات رياضية خاصة لإيجاد بعض قيم عناصر الإشعاع الشمسي والسطوع النظري ، وقيم السطوع الشمسي الفعلي والغيوم والضباب والعواصف الترابية والغبار المتصاعد والعالق حسب تسجيل الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية .

حدود منطقة الدراسة .

تعد ناحية ربعة الإطار الجغرافي المكاني لمنطقة الدراسة في تعيين استغلال معطياتها المناخية في تحديد مشكلة البحث والوصول إلى هدفه .

فلكياً تقع بين دائرتي عرض (٣٠° - ٣٦°) - (36° - 00°) شمالاً وخطي طول (٤١° - ٥٠°) - (30° - 42°) شرقاً، ومكانياً تقع ضمن قضاء تلغفر التابع لمحافظة نينوى وتقع في الجزء الشمالي الغربي من العراق وكذلك من محافظة نينوى الخريطة (١) . وزمانياً تمثلت بدورة مناخية أمدها أربعون سنة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠) .

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة فلكياً وجغرافياً



المصدر : جمهورية العراق، محافظة نينوى، شعبة التخطيط والمتابعة، ٢٠١٤ .

– السطوع الشمسي . Sun shine

تحدد ساعات السطوع الشمسي بحركة الشمس الظاهرية شمالاً نحو مدار السرطان وجنوباً نحو مدار الجدي، وعليه يجب أن نفرق بين ساعات السطوع النظرية (N) والفعلية (n)، إذ نقصد بالنظرية (N) المدة التي تستلم فيها الأرض الإشعاع الشمسي، أي معدل طول ساعات النهار، ويعتمد اعتماداً كلياً على دوران الأرض حول فلكها، في حين نقصد بالفعلية (n) ساعات السطوع التي يمكن قياسها بالأجهزة الخاصة، وتتأثر ساعات السطوع النظرية (N) بحركة الشمس الظاهرية، بينما ساعات السطوع الفعلية (n) تتأثر بالغيوم والعواصف الترابية...^(١) .

أما نسبة سطوع الشمس (n/N) فهي نسبة تعبر عن غيمية الغلاف الجوي، وهي النسبة بين مدة سطوع الشمس الفعلية المقاسة (n) ساعة إلى المدة القصوى المحتملة لسطوع الشمس، أو ساعات النهار القصوى المحتملة النظرية طول اليوم (N) ساعة، في حالة غياب أية غيوم (صفاء الجو) فإن عدد ساعات السطوع الفعلية للشمس هي مساوية لعدد ساعات السطوع النظرية القصوى (n = N). والنسبة هي (١) وهذا نادر في الغالب، في حين إن هذه النسبة من الأيام الغائمة تقل كثيراً وتقترب من الصفر^(٢) .

أولاً – تأثيرات الغلاف الجوي والأرض في السطوع الشمسي .

Effects of the Atmosphere and the Earth on Sunshine .

1- حركة الأرض حول الشمس .

إن مدار الأرض حول الشمس يتغير على نحو منتظم (regular) ويمكن التنبؤ به بحركة الأرض حول الشمس وحول محورها، لذا فإن المستوى المار بخط الاستواء (Equatorial plane) يعمل انتقالات يومية مستمرة ومتوازية بالنسبة إلى أشعة الشمس، إذ تكون هذه الأشعة عمودية على المستوى المار بخط الاستواء في كل من الاعتدالين الخريفي والربيعي (Autumnal and vernal) في حين إنها تكون عمودية على مدار السرطان (Tropic of cancer) عند الانقلاب الصيفي (Summer solstice)، وعلى مدار الجدي (Tropic of Capricorn) عند الانقلاب الشتوي (winter solstice). يعني هذا إن المسافة التي يصنعها الإشعاع الشمسي مع المستوى المار بخط الاستواء، الذي يطلق عليه زاوية ميل الشمس (Declination of the sun) تبلغ نهايتها العظمى (+ 23.5) درجة عند الانقلاب الصيفي ونهايتها الصغرى (- 23.5) درجة عند الانقلاب الشتوي، في حالة الانقلاب الشتوي في (21) كانون الأول فإن أشعة الشمس تكون عمودية على مدار الجدي وتكون زاوية ميل الشمس سالبة وتساوي (- 23.5) درجة، ولحركة الأرض حول الشمس فان هذه الزاوية تتزايد بعد ذلك تدريجياً بمعدل أقل من درجة واحدة كل يومين، إلا أنها تبلغ صفراً عند الاعتدال الربيعي (21) آذار إذ تكون الشمس عمودية على خط الاستواء، بعد الاعتدال الربيعي تتزايد تدريجياً بالمعدل السابق نفسه إلى أن تبلغ (+ 23.5) درجة عند الانقلاب الصيفي في (21) حزيران وتكون الشمس عمودية على مدار السرطان ، بعد الانقلاب الصيفي، تبدأ زاوية ميل الشمس بالتناقص التدريجي فتبلغ صفراً عند الاعتدال الخريفي في (23) أيلول وتكون الشمس في هذه الحالة عمودية على خط الاستواء، بعد الاعتدال الخريفي تواصل زاوية ميل الشمس تناقصها التدريجي إلى أن تصل إلى (- 23.5) عند الانقلاب الشتوي، وبذلك تكون الأرض قد استغرقت عاماً كاملاً في حركتها حول الشمس، وهكذا تتكرر دورة الأرض على فلك البروج حول الشمس .

٢- الغيوم . Clouds

تؤثر كمية الغيوم وتكرار أيام السماء الغائمة تماماً والغائمة جزئياً في فترات السطوح الشمسي الفعلي وكذلك في كمية الوارد من الاشعاع الشمسي (٣) .

يتبين من الجدول (١) بان أعلى معدل لكمية الغيوم تم تسجيلها لأشهر الشتاء إذ بلغت (٤,٠) أوكتاس، يليها أشهر الربيع إذ بلغت (٣,٥) أوكتاس، ثم تليها أشهر الخريف إذ بلغت (١,٩) أوكتاس، أما أشهر الصيف فتكاد تكون معدومة إذ بلغت (٠,٦) أوكتاس، أما المعدل السنوي بلغ (٢,٥) أوكتاس .

الجدول (١) القيم الشهرية لكمية الغيوم (أوكتاس) لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل

٢.٥	٣.٩	٣.٤	١.٨	٠.٦	٠.٣	٠.٢	١.٢	٣.١	٣.٧	٣.٦	٤.١	٤.٠	الغيوم
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

المصدر : جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة .

٣- الضباب . Fog

يعد الضباب مظهراً من مظاهر تكاثف بخار الماء بالقرب من سطح الأرض، ويعرف بأنه عبارة عن قطرات مائية صغيرة جداً يقل قطرها عن (٠.١) ملم عالقة في الهواء ونتيجة عن تكاثف بخار الماء في الطبقة الهوائية الملاصقة لسطح الأرض، ويختلف سمك طبقة الضباب حسب الأسباب المؤدية الى تكوينه وحسب مكان نشأته وهو عادة ما يتراوح بين (١٠٠٠-٣٠٠٠) م^(٤) . وهذا بدوره يؤثر على عدد ساعات السطوع الفعلي .

الجدول (٢) المعدلات الشهرية لعدد أيام الضباب لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
الضباب	٤.٣	٢.٢	١.٦	٠.٥	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.٥	١.٩	٤.٤	١٥.٤

المصدر : جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة .

يتبين من الجدول (٢) عدم وجود تسجيل لظاهرة الضباب خلال الأشهر من شهر أيار الى شهر أيلول وذلك لارتفاع درجات الحرارة، أما شهري تشرين الأول ونيسان سجلت انخفاضاً ملحوظاً بلغ (٠.٥) يوم وهذا نتيجة ارتفاع في درجات الحرارة وزيادة في سرعة الرياح. أما بقية الأشهر سجلت ارتفاعاً ملحوظاً وبخاصة أشهر الشتاء إذ بلغت للأشهر تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني، شباط، آذار (1.9 ، ٤.٤ ، ٤.٣ ، ٢.٢ ، ١.٦) يوم على التعاقب وذلك بسبب زيادة تكرار المرتفعات والمنخفضات الجوية كالمرتفع السيبيري والذي يرافق زيادة تكراره في تكرار ظاهرة الضباب لكونه يسهم في سحب الكتل القطبية الباردة . أما مجموع عدد الأيام السنوي بلغ (١٥.٤) يوم .

٤- العواصف الترابية (Dust storm) وأشكالها الغبار المتصاعد (Rising Dust) والغبار العالق (Suspended Dust) .

تعرف العاصفة الترابية بأنها غيمة من الأتربة يقل مدى الرؤيا فيها عن (١٠٠٠) م مع سرعة رياح (٧) م/ثا أو أكثر وتتفاوت العواصف الترابية في شدتها وحجمها وكثافتها وارتفاعها الذي يتراوح بين (١-٥٥٠) م والمسافات التي تقطعها تتراوح ما بين عشرات إلى آلاف الكيلومترات قاطعة

بذلك ومنتقلة عبر القارات^(٥)، وتصل دقائق الغبار في هذه العواصف الترابية الى حوالي (١.٥) مايكرون^(٦). ويتم الفصل والتميز أنوائياً بينها وبين أشكالها على أساس مدى الرؤية الأفقي وسرعة الرياح، فشرطاً حدوث العواصف الترابية هما أن لا يقل مدى الرؤية عن (١٠٠٠) م وسرعة رياح لا تقل عن (٧) م/ثا. أما الغبار المتصاعد فيكون مدى الرؤية أكثر من (١٠٠٠) م وسرعة رياح لا تقل أيضاً عن (٧) م/ثا، لذا يكون تمييز وفصل العواصف الترابية عن الغبار المتصاعد على أساس مدى الرؤية وكثافة مكونات كل ظاهرة، في حين يكون مدى الرؤية في الغبار العالق أكثر من (١٠٠٠) م مع سرعة رياح تتراوح بين (٠-٦) م/ثا^(٧). يظهر هذا النوع من الغبار بعد ظاهرتي العواصف الترابية والغبار المتصاعد اذ تبقى الجزيئات عالقة في الهواء حتى بعد سكون الرياح ويتكون من دقائق الطين والغرين الدقيقة الحجم، وبسبب صغر حجمها تبقى عالقة في الجو وتصل اقطار دقائق الغبار فيه الى أقل من (١) مايكرون^(٨)، ولا تسقط هذه الذرات بفعل الجاذبية الأرضية بسرعة ولا تتم عملية تنقية الهواء من هذه الدقائق الا بعد سقوط الامطار أو إزاحة الهواء الذي يحتوي عليها بفعل حركة الهواء الافقية وفي فصل الصيف الجاف تزداد هذه الظاهرة لعدم سقوط الامطار وارتفاع درجات الحرارة وتعرض المنطقة الى المنخفضات الحرارية المختلفة والمحملة بالغبار^(٩). والغبار المتصاعد يحدث نتيجة عدم استقرارية الجو بسبب التغيرات المفاجئة في انحدار الضغط وارتفاع درجة حرارة سطح الأرض مما يؤدي الى حدوث دوامات حرارية تعمل على رفع الاتربة الى الأعلى^(١٠)، في حين يتراوح قطر دقائق الغبار المتصاعد بين (١-١٠) مايكرون^(١١) . وتكثر العواصف الغبارية في الفصول الانتقالية الربيع والخريف وتظهر في الصيف والشتاء بشكل أقل، وهي ظاهرة مناخية تمتاز بتقلها من مكان الى آخر واهم شروطها هو وجود حالة عدم الاستقرارية الجوية، وتحدث ضمن كتلة الهواء الواحدة وتساعد في تشكيلها أنظمة الطقس المختلفة ولا سيما المنخفضات الجوية ومناطق التجمع التي تتكون ضمن الكتلة الهوائية الواحدة^(١٢)، وتعد من الظواهر المميزة والمرافقة لمناخ الأقاليم الجافة وشبه الجافة^(١٣). أما سرعة الرياح في منطقة الدراسة تكون ما بين (١.٤ - ٢.٢) م / ثا خلال مدة الدراسة .

الجدول (٣) المعدلات الشهرية لعدد ايام العواصف الترابية لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
الترابية	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٠.١	٠.٢	٠.٣	٠.١	٠.٣	٠.١	٠.٤	٠.٣	٠.١	١.٩

المصدر : جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة .

ومن الجدول (٣) يتبين بأن هناك تبايناً واضحاً في تكرار حدوث العواصف الترابية خلال أشهر السنة، ففي فصل الشتاء بسبب انخفاض درجة الحرارة وتساقط الامطار وانخفاض سرعة الرياح، لم تسجل محطة ربيعة حدوث للعواصف الترابية خلال شهري كانون الثاني وشباط، فقط سجلت في شهر كانون الأول (٠.١) يوم. وفي فصل الربيع تبدأ بالزيادة لزيادة تكرار المنخفضات الجوية والجبهات الباردة، ففي شهر آذار لم يسجل حدوث للظاهرة ولكن بدأ التسجيل منذ شهر نيسان بلغ (٠.١) يوم وفي شهر أيار بلغ (٠.٢) يوم. وتبلغ اقصى زيادة لها في فصل الصيف وذلك بسبب انعدام الامطار وارتفاع درجات الحرارة وزيادة التسخين فضلاً عن زيادة سرعة الرياح الشمالية الغربية، حيث بلغت لأشهر الصيف حزيران، تموز، آب (٠.٣ ، ٠.١ ، ٠.٣) يوم على التعاقب. أما في فصل الخريف بلغت اقصى زيادة تشرين الثاني بلغت (٠.٤) يوم أما شهري أيلول وتشرين الثاني بلغت (٠.٣ ، ٠.١) يوم على التعاقب، أما مجموع العواصف الغبارية السنوي بلغ (١.٩) يوم .

الجدول (٤) المعدلات الشهرية لعدد ايام الغبار المتصاعد لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
المتصاعد	٠.٠	٠.١	٠.٤	١.٠	٢.٠	١.٧	٢.٣	١.١	١.٩	١.٤	٠.٧	٠.٢	١٢.٨

المصدر : جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة .

يتبين من الجدول (٤) بأن الاتجاه العام لعدد أيام الغبار المتصاعد يميل نحو الانخفاض الا انه يختلف في شدته بين اشهر السنة تبعاً للظروف المؤثرة فيها. وقد بلغ ادنى معدل لعدد ايام الغبار المتصاعد في فصل الشتاء إذ بلغ لأشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط إذ بلغ (٠.٢ ، ٠.٠ ، ٠.٠) يوم على التعاقب. ويبدأ بالتصاعد التدريجي خلال فصل الربيع إذ بلغ لأشهر آذار ونيسان وأيار (٠.٤ ، ١.٠ ، ٢.٠) يوم على التعاقب. وقد بلغ اقصى ارتفاع له خلال أشهر الصيف حزيران وتموز وآب إذ بلغ (١.٧ ، ٢.٣ ، ١.١) يوم على التعاقب. ثم يبدأ بالهبوط التدريجي خلال أشهر الخريف إذ بلغ (١.٩ ، ١.٤ ، ٠.٧) يوم على التعاقب. أما المجموع السنوي بلغ (١٢.٨) يوم .

الجدول (٥) المعدلات الشهرية لعدد ايام الغبار العالق لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
العلق	٠.٢	٠.٧	١.٧	٤.١	٩.٠	١٠.٨	١٣.٦	١١.٤	٩.٥	٥.٦	١.٥	٠.٣	٦٨.٤

المصدر : جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة .

يتبين من الجدول (٥) بأن معدل عدد أيام الغبار العالق يختلف في شدته بين اشهر السنة تبعاً للظروف المؤثرة فيها. وقد بلغ ادنى معدل لعدد أيام الغبار الصاعد في فصل الشتاء إذ بلغ لأشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط إذ بلغ (٠.٣ ، ٠.٢ ، ٠.٧) يوم على التعاقب . ويبدأ بالتصاعد التدريجي خلال فصل الربيع إذ بلغ للأشهر آذار ونيسان وأيار (١.٧ ، ٤.١ ، ٩.٠) يوم على التعاقب. وقد بلغ أقصى ارتفاع له خلال أشهر الصيف حزيران وتموز وآب إذ بلغ (١٠.٨ ، ١٣.٦ ، ١١.٤) يوم على التعاقب. ثم يبدأ بالهبوط التدريجي خلال أشهر الخريف إذ بلغ (٩.٥ ، ٥.٦ ، ١.٥) يوم على التعاقب. أما المجموع السنوي بلغ (٦٨.٤) يوم .

٥- الزوايا الشمسية . Solar angles

وان معرفة اتجاه الشمس حين رصدها عند أي نقطة من سطح الأرض التي تسمى بالموقع الشمسي (Solar Position) ضرورية لأجل تحديد موقع الشمس بالنسبة إلى الأرض فلا بد من التعرف على الزوايا الشمسية (Solar angles) .

1- زاوية ارتفاع الشمس . Solar Altitude angle

وهي الزاوية المحصورة بين اتجاه الشعاع الشمسي والسطح الأفقي، وتحسب زاوية ارتفاع الشمس (a) بالدرجات ويحدد بدائرة عرض الموقع (ϕ) والزاوية الساعية (η)^(١٤) .

2- زاوية سمت الرأس . Solar Zenith Angle

هي الزاوية التي يصنعها الشعاع الشمسي مع العمود المقام على السطح الأفقي، وتقدر قيمتها بين (٠-٩٠) درجة .

3- زاوية سمت الشمس . Solar Azimuth Angle

هي الزاوية المحصورة بين الدائرة السمتية المارة خلال الشمس ودائرة خط الزوال وتقاس من الجنوب باتجاه الغرب وتقدر قيمتها بين (٠ ± ١٨٠)، وتكون هذه الزاوية موجبة عند قياسها من الجنوب باتجاه الغرب وسالبة عند قياسها من الجنوب باتجاه الشرق^(١٥) .

4- الزاوية الساعية . Hour Angle

تصف الزاوية الساعية حركة الشمس اليومية حول الأرض لأربع وعشرين ساعة ، وهي القياس الزاوي للوقت التي تساوي (١٥) درجة لكل خط طول لكل ساعة (360 / 24 H) وتحسب

الزاوية الساعية (η) بالدرجات وتقاس بالنسبة إلى موقع الشمس من وقت الظهر بمقدار (١٥) درجة لكل ساعة من ساعات النهار^(١٦) .

5- زاوية ميل الشمس . Solar Declination

وهي الزاوية المحصورة بين الشمس وخط الاستواء السماوي ، تتغير زاوية ميلان الشمس من قيمة عظمى (+23.5) درجة إلى الشمال من خط الاستواء السماوي في (٢١) حزيران، إلى قيمة صغرى (-23.5) درجة إلى الجنوب من خط الاستواء السماوي في (٢١) كانون الأول ، أما عند الاعتدالين الربيعي (٢١) آذار والخريفي في (٢٣) أيلول تكون قيمتها صفراً، إذ إنها تشير إلى حركة ميل الشمس السنوي بين المدارين (السرطان - الجدي)^(١٧) .

6- زاوية ساعة الغروب (Ws)^(١٨) . Sunset hour angle

وهي عبارة عن الزاوية عند القطب السماوي المحصورة بين خط الزوال والدائرة الزمنية المارة بموضع الشمس وتقاس من خط الزوال باتجاه المسار اليومي لحركة الشمس الظاهرية .
- ثانياً : طرائق قياس وحساب ساعات السطوع الشمسي .

هناك عدة طرائق لقياس ساعات سطوع الشمس منها الطرائق المباشرة المتمثلة بأجهزة القياس والطرائق غير المباشرة باستعمال الطرائق الرياضية أهمها على النحو الآتي :

١ - أجهزة قياس ساعات السطوع الشمسي^(١٩) .

- جهاز كامبل ستوكس . Cambell-Stokes

استعمل جهاز كامبل ستوكس لقياس ساعات سطوع الشمس الفعلية في محطات الأنواء الجوية منذ عام (١٨٨٠) م ولازال مستعملاً لحد الآن، وبذلك يمكن الحصول على تسجيل كامل لساعات سطوع الشمس الفعلية نتيجة معرفة حرق الخريطة الناتجة من تجميع أشعة الشمس بواسطة الكرة الزجاجية في البؤرة على شكل مسار متصل إذا كانت الشمس مشرقة طول النهار، ومسار متقطع في حالة وجود الغيوم أو العواض التي تمنع وصول الأشعة الشكل (١) .

الشكل (١) جهاز كامبل ستوكس



Source: Dynamax Inc 10808 Falls . Admin@dynamax.com.

٢ - العلاقات الرياضية .

تم حساب قيم الإشعاع الشمسي لمحطة ربيعة عن طريق استعمال العلاقات الرياضية الآتية:

الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي^(٢٠) . **Extraterrestrial radiation (Ra)**

الإشعاع الشمسي عند قمة الغلاف الجوي (Ra) لكل يوم من السنة ولدوائر العرض المختلفة يتم تقديره من الثابت الشمسي (Gsc) والميل الشمسي (δ) وتسلسل اليوم في السنة على وفق العلاقة الآتية:

$$Ra = \frac{24(60)}{\pi} Gsc dr [\omega_s \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_s)] \quad (1)$$

إذ إن:

- Ra** : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (ميكا جول/ م^٢ . يوم) .
- Gsc** : الثابت الشمسي ويساوي (0.0820) ميكا جول/ م^٢ . دقيقة .
- dr** : المسافة العكسية النسبية بين الأرض والشمس .
- ω_s** : زاوية غروب الشمس (rad) .
- φ** : دائرة العرض (rad) .
- δ** : الميل الشمسي (rad) .

- للتحويل من درجة (decimal degrees) إلى (rad) على وفق العلاقة الآتية^(*):

$$decimal\ degrees = Sum [degrees + (minutes / 60)] \quad (2)$$

$$Radians = \frac{\pi}{180} (decimal\ degrees) \quad (3)$$

- معكوس البعد النسبي للأرض- الشمس (dr) على وفق العلاقة الآتية:

$$dr = 1 + 0.033 \cos \left[\frac{2\pi}{365} J \right] \quad (4)$$

- الميل الشمسي (δ) على وفق العلاقة الآتية:

$$\delta = 0.409 \sin \left[\frac{2\pi}{365} J - 1.39 \right] \quad (5)$$

إذ إن (J) هو تسلسل اليوم في السنة، ويكون بين ١ (١ كانون الثاني) و ٣٦٥ أو ٣٦٦ في (٣١ كانون الأول) .

- القيم الشهرية ل (J) تم حسابها لمنتصف الشهر، على وفق العلاقة الآتية:

$$J = \text{INTEGER} (30.4 M - 15) \quad (6)$$

- زاوية ساعة الغروب (Ws) . Sunset hour angle

تحسب زاوية غروب الشمس الساعية من دالة دائرة العرض (φ) وزاوية الميل الشمسي (δ) على وفق العلاقة الآتية:

$$Ws = \text{arc Cos} [-\tan(\varphi) \tan(\delta)] \quad (7)$$

- ساعات السطوع النظرية (N) . Daylight hours

وتحسب قيمة أقصى مدة ممكنة لسطوع الشمس (N) أي طول النهار النظري على وفق العلاقة الآتية:

$$N = \frac{24}{\pi} Ws \quad (8)$$

إذ إن:

Ws : زاوية ساعة الغروب (rad.) .

- الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) ^(٢١) . Solar radiation

إذا لم يكن الإشعاع الشمسي (Rs) مقاساً، فبالإمكان حسابه من معادلة انكستروم (Angstrom) التي تربط الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) بالإشعاع خارج الغلاف الجوي الأرضي (Ra) والسطوع الشمسي النسبي (n / N) على وفق العلاقة الآتية:

$$Rs = (0.25 + 0.50 n/N) Ra \quad (9)$$

إذ إن:

Rs : الإشعاع الشمسي الكلي قصير الموجة (ميكا جول/ م^٢. يوم) .

n : المدة الفعلية لسطوع الشمس (ساعة) .

N : المدة الممكنة القصوى لسطوع الشمس (ساعات السطوع النظرية) ساعة .

n/N : السطوع الشمسي النسبي [-] .

Ra : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (ميكا جول/ م^٢ . يوم) .

ثالثاً - مناقشة النتائج والتحليل الاحصائي .

- الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra). Extraterrestrial radition.

الإشعاع الشمسي المستلم عند قمة الغلاف الجوي على السطح الأفقي هو المسمى بالإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra) وهو (٠.٠٨٢٠) ميكا جول/ م^٢ . دقيقة، إلا أنه بتغير الفصول فان موقع الشمس وطول اليوم وقيم الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra) تتغير^(٢٢) .
ظهر بأن قيم شدة الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra) تتباين تبعاً لانتقالات حركة الشمس الظاهرية بين المدارين (السرطان والجدي) ودوائر العرض وزوايا الميل الشمسي وحدثت الفصول وتسلسل اليوم في السنة وزاوية ساعة الغروب والثابت الشمسي، هنا يبرز دور انتقالات الشمس الظاهرية بين المدارين .

الجدول (٦) القيم الشهرية اليومية للإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra) ميكا جول / م^٢ .

يوم لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
Ra	١٧.٠	٢٢.٢	٢٨.٨	٣٥.٢	٣٩.٩	٤١.٧	٤٠.٨	٣٧.٢	٣١.١	٢٤.٢	١٨.٢	١٥.٦	٢٩.٣

المصدر : العلاقة (١) .

الجدول (٦) يوضح قيم (Ra) فعند حدوث الانقلاب الشتوي في (٢١) كانون الأول وتعامد الشمس على مدار الجدي، يسيطر على أدنى القيم تزامناً مع أقل مدة لسطوع الشمس، وقد كانت قيم (Ra) (١٥.٦) في ربيعة ثم تبدأ بالارتفاع التدريجي .
في حالة الاعتدال الربيعي في (٢١) آذار حيث تكون الشمس عمودية على خط الاستواء وتساوي الليل والنهار تكون قيم (Ra) (٢٨.٨) في ربيعة، ثم تستمر بالارتفاع التدريجي .
وعند حدوث الانقلاب الصيفي في (٢١) حزيران وتعامد الشمس على مدار السرطان فانه يسيطر على أعلى القيم تزامناً مع أطول مدة لسطوع الشمس، تكون قيم (Ra) (٤١.٧) في ربيعة ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي .

أما في حالة الاعتدال الخريفي في (٢٣) أيلول وتعامد الشمس على خط الاستواء وتساوي الليل والنهار، تكون قيم (Ra) (٣١.١) في ربيعة، وتستمر بالانخفاض إلى شهر تشرين الثاني، وبهذا تكون الأرض قد أكملت دورتها الحولية حول الشمس .

أما المعدل السنوي لقيم (Ra) فبلغت (٢٩.٣) في ربيعة، وبذلك يظهر أن السلوك العام لقيم (Ra) يميل إلى التجانس وأن الاختلافات البينية قليلة لا تعطي تبايناً حاداً .

الإشعاع الشمسي الكلي قصير الموجة (Rs) . Short wave radiation

عندما يخترق الإشعاع الشمسي الغلاف الجوي، فإن بعضاً من هذا الإشعاع الشمسي يتشتت (Scattered) وينعكس (reflected) أو يمتص (absorbed) بواسطة غازات الغلاف الجوي والغيوم والغبار، ويكون مقدار الإشعاع الشمسي الواصل إلى السطح الأفقي هو المعروف بالإشعاع الشمسي الكلي قصير الموجة (Rs)، وبسبب كون الشمس تبعث الطاقة بموجات كهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) وبأطوال موجة قصيرة، فإن الإشعاع الشمسي يشار إليه كإشعاع قصير الموجة (٢٣) .

أما في الأيام الخالية من الغيوم فإن الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) على وجه التقريب يقدر بـ(٧٥٪) من الإشعاع خارج الغلاف الجوي، وفي الأيام الغائمة يكون الإشعاع الشمسي مشتتاً في الغلاف الجوي لكن حتى مع وجود الغيوم الكثيفة للحد الأقصى، فإن الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) يصل ما يقرب من (٢٥٪) من الإشعاع الخارجي للغلاف الجوي، إذ يصل سطح الأرض بشكل أساس كإشعاع منتشر (diffuse sky radiation) . فالإشعاع الشمسي الكلي (Rs) (global radiation) يمثل مجموع إشعاع الموجة القصيرة المباشرة (direct short wave radiation) والإشعاع المنتشر من السماء (diffuse sky radiation) إذ إنه يأتي من الزوايا جميعها (٢٤) .

الجدول (٧) القيم الشهرية اليومية للإشعاع الشمسي الكلي (Rs) ميكا جول / م^٢ . يوم لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
Rs	٨.٤	١١.٩	١٥.٤	١٩.٠	٢٣.٦	٢٧.١	٢٦.٦	٢٥.٠	٢١.٠	١٤.٨	١٠.٤	٧.٧	١٧.٦

المصدر : العلاقة (٩) .

والجدول (٧) يوضح قيم (Rs) فعند حدوث الانقلاب الشتوي في (٢١) كانون الأول وتعامد الشمس على مدار الجدي، تكون قيم (Rs) (٧.٧) في ربيعة ، وسيطر على أدنى القيم وتدرجها على حسب البعد والقرب من مدار الجدي، فتبدأ بالارتفاع التدريجي .

ففي حالة الاعتدال الربيعي في (٢١) آذار وتعامد الشمس على خط الاستواء وتساوي الليل والنهار، تكون قيم (Rs) (١٥.٤) في ربيعة، ثم تبدأ بالصعود التدريجي .

وفي حالة الانقلاب الصيفي في (٢١) حزيران وتعامد الشمس على مدار السرطان، فإن شهر حزيران يسيطر على أعلى القيم تزامناً مع أطول يوم في السنة، وتكون قيم (Rs) (٢٧.١) في ربيعة، ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي .

أما في حالة الاعتدال الخريفي في (٢٣) أيلول وتعامد الشمس على خط الاستواء وتساوي الليل والنهار، تكون قيم (Rs) (٢١.١) في ربيعة . وتستمر بالانخفاض إلى شهر تشرين الثاني وبهذا تكون الأرض قد أكملت دورتها الحولية حول الشمس .

أما المعدل السنوي فكان (١٧.٦) في ربيعة، وأن كل القيم متقاربة ويظهر أن السلوك العام لها يميل إلى التجانس، وأن هذا التباين المحدود هو نتيجة زوايا الميل، وحدث الفصول والوقت، فضلاً عما يتعرض له الشعاع الشمسي من عوامل جوية تؤدي إلى نضوبه والتقليل من شدته .

- ساعات السطوع الفعلية (n) . Actual duration of sunshine (hour) .

الجدول (٨) يوضح القيم الشهرية لساعات السطوع الفعلية (ساعة) وأن القيم الشهرية لـ (n) أظهرت تبايناً واضحاً بين أشهر وفصول السنة المختلفة .

الجدول (٨) القيم الشهرية لساعات السطوع الفعلية (n) ساعة لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
n	٤.٦	٦.٠	٦.٦	٧.٤	٩.٥	١١.٥	١١.٥	١١.٣	١٠.٣	٧.٩	٦.٣	٤.٥	٨.١

المصدر : جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، بيانات غير منشورة .

ففي أشهر الشتاء تسيطر على أدنى القيم وتكون متقاربة ، ففي شهر كانون الأول كانت (٤.٥) وكانون الثاني كانت (٤.٦) ساعة، أما في شباط فكانت (٦.٠) ساعة، أما في أشهر الربيع آذار فكانت (٦.٦) ساعة نيسان كانت (٧.٤) ساعة وأيار (٩.٥) ساعة . أما أعلى القيم كانت للأشهر حزيران وتموز وآب وأيلول كانت (١١.٥ ، ١١.٥ ، ١١.٣ ، ١٠.٣) ساعة على التعاقب، أما في شهر تشرين الأول فكانت (٧.٩) ساعة، وفي شهر تشرين الثاني (٦.٣) ساعة، وأن هذا التباين يرجع إلى العوامل المناخية كالغيوم والعواصف الترابية فضلاً عن عوامل أخرى، أما المعدل السنوي فكان (٨.١) ساعة إذ إنها لا تظهر تبايناً كبيراً .

- ساعات السطوع النظرية (N) طول اليوم . day Light hour Sunshine (N)

ساعات السطوع النظرية ثابتة لكل السنوات، وتتباين تبعاً لحركة الشمس الظاهرية بين المدارين ودوائر العرض. إذ إن القيم الشهرية (N) أظهرت بأن أقصر يوم هو في شهر كانون

الأول، ثم تبدأ بالصعود التدريجي حتى تصل إلى أطول يوم في شهر حزيران، ثم تعود هابطة تدريجياً حتى شهر كانون الأول وبمعدل سنوي يبلغ (١٢) ساعة الجدول (٩) .

الجدول (٩) القيم الشهرية لساعات السطوع النظرية (N) ساعة لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

(٢٠٢٠)

المعدل	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول	أيلول	آب	تموز	حزيران	أيار	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني	الأشهر
١٢.٠٠	٩.٥٠	٩.٩٨	١١.٠٢	١٢.٢٢	١٣.٤٠	١٤.٢٩	١٤.٥١	١٣.٩٧	١٢.٩٦	١١.٧٣	١٠.٦٦	٩.٧٦	N

المصدر : العلاقة (٨) .

وهنا يبرز دور انتقالات الشمس الظاهرية بين المدارين وعند حدوث الانقلاب الشتوي في (٢١) كانون الأول عندما تكون الشمس عمودية على مدار الجدي، لذلك يظهر تدرج لطول اليوم فيكون لشهر كانون الأول (٩.٥٠) ساعة، وكانون الثاني (٩.٧٦) ساعة، وشباط (١٠.٦٦) ساعة ثم يبدأ طول النهار بالارتفاع تدريجياً على حسب قربها من مدار الجدي .

أما في حالة الاعتدال الربيعي في (٢١) آذار فتكون الشمس عمودية على خط الاستواء وفي هذه الحالة يتساوى طول الليل والنهار فتبلغ (١١.٧٣) ساعة، وهذا الاختلاف البسيط يرجع إلى أن طول اليوم معدل شهري فيظهر هذا الاختلاف الجزئي. أما في شهر نيسان فيبلغ طول اليوم (١٢.٩٦) ساعة، وفي شهر أيار (١٣.٩٧) ساعة، وفي هذه الحالة يكون التدرج من أطول يوم في الشمال إلى أقصر يوم في الجنوب .

أما في حالة الانقلاب الصيفي في (٢١) حزيران وتعامد الشمس على مدار السرطان، فيحصل في هذا الشهر أطول يوم في السنة فيكون طول اليوم (١٤.٥١) ساعة وينطبق هذا على شهري تموز وآب حتى يبلغ طول اليوم (١٤.٢٩) و(١٣.٤٠) ساعة على التعاقب .

وفي حالة الاعتدال الخريفي في (٢٣) أيلول وتعامد الشمس على خط الاستواء هنا يتساوى الليل والنهار فيبلغ (١٢.٢٢) ساعة في محطة ربيعة، أما شهري تشرين الأول والثاني فيبلغ طول اليوم (١١.٠٢) و(٩.٩٨) ساعة بالتعاقب، وبهذا تكون الأرض قد أكملت دورتها الحولية حول الشمس .

- نسبة السطوع الشمسي (n/N) . Relative sunshine duration

الجدول (١٠) يوضح القيم الشهرية لنسبة سطوع الشمس، إذ أظهرت هذه النسب في الأشهر المختلفة بأنها تنحصر ضمن المدى بين (٠.٠-١.٠) ، وهي نسبة تعبر عن غيومية الغلاف

الجوي، وتفاوتت بين (٠.٤٧ - ٠.٨٥)، إذ إن هذه القيم تقل في أشهر الشتاء وتزداد في أشهر الصيف فكلما كانت السماء أكثر غيوماً قلت هذه النسبة والعكس صحيح .

الجدول (١٠) القيم الشهرية لنسبة السطوع الشمسي (n/N) لمحطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
n/N	٠.٤٧	٠.٥٦	٠.٥٦	٠.٥٧	٠.٦٨	٠.٨٠	٠.٨١	٠.٨٥	٠.٨٤	٠.٧١	٠.٦٣	٠.٤٧	٠.٦٦

المصدر : الجدولين (٨ ، ٩) .

فإن نسبة سطوع الشمس تكون متقاربة للأشهر المختلفة ، وتنخفض هذه النسب في أشهر الشتاء بسبب غيمية الغلاف الجوي، إذ كانت في شهري كانون الأول والثاني (٠.٤٧)، وفي شهر شباط كانت (٠.٥٦)، ثم تبدأ بالصعود التدريجي لأشهر الربيع، وفي شهر آذار كانت (٠.٥٦)، وفي شهر نيسان كانت (٠.٥٧)، وفي شهر أيار كانت (٠.٦٨)، وفصلية الذروة في أربعة أشهر متعاقبة هي حزيران، تموز، آب، أيلول، وكانت (٠.٨٠ ، ٠.٨١ ، ٠.٨٥ ، ٠.٨٤) على التعاقب، وهذا يتوافق مع خلو السماء من الغيوم، أما في شهر تشرين الأول كانت (٠.٧١)، وفي شهر تشرين الثاني كانت (٠.٦٣) في ربيعة، وهو تباين قليل بين الأشهر المختلفة، وأن المعدل السنوي كان (٠.٦٦) في ربيعة .

التحليل الإحصائي

يعد التحليل الإحصائي من الطرائق النظرية التي يمكن أن تفسر وجود العلاقة الإحصائية بين متغيرين أو أكثر، وقد تكون العلاقة مقارنة للواقع أو بعيدة عنه وتعتمد صحة النتائج على دقة البيانات المعتمدة، والهدف من التحليل الإحصائي هو تحديد مدى قوة العلاقة بين متغيرين أو أكثر والتنبؤ بقيمة (y) باستعمال قيمة (x) ^(٢٥)، وبيان مدى تأثير العلاقة بين نتائج الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) والسطوع الشمسي (الفعلي ، النظري ، نسبة السطوع). وقد تم اختبار كفاءة كل متغير عن طريق معامل التحديد (R²) الأعلى ومعامل الارتباط (r) الأعلى .

- العلاقة الإحصائية بين الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) والسطوع الشمسي يتبين من الجدول (١١) ما يأتي .

- السطوع الفعلي (n) .

بما ان (P ≤ 0.05)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Rs) و (n) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Rs) و (n)، إذ إن زيادة (n) بوحدة واحدة، يؤدي إلى زيادة (Rs) ب (٢.٦١) ميكا جول/ م². يوم، وأن قيمة معامل التحديد (R²) هو (0.933)، أي إن مقدار

ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Rs) هي (93.3%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (0.926).

الجدول (١١) العلاقة الإحصائية بين الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) والسطوع الشمسي

محطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)			
المتغيرات	r	R ²	معادلة الانحدار التنبؤية
n	0.926	0.933	$y = 2.61x - 3.64$
N	0.957	0.961	$y = 3.91x - 29.3$
n/N	0.679	0.708	$y = 42.8x - 10.8$

المصدر : الجداول (٧، ٨، ٩، ١٠).

- السطوع النظري (N).

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Rs) و (N) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Rs) و (N)، إذ إن زيادة (N) بوحدة واحدة، يؤدي إلى زيادة (Rs) ب (3.91) ميكا جول/ م². يوم، وأن قيمة معامل التحديد (R²) هو (0.961)، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Rs) هي (96.1%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (0.957).

- نسبة السطوع الشمسي (n/N).

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Rs) و (n/N) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Rs) و (n/N)، إذ إن زيادة (n/N) بوحدة واحدة، تؤدي إلى زيادة (Rs) ب (42.8) ميكا جول/ م². يوم، وأن قيمة معامل التحديد (R²) هو (0.708)، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Rs) هي (70.8%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (0.679).

أما علاقة الانحدار والارتباط المتعدد :

$$Rs = 1.45 n + 2.17 N - 3.12 n/N - 18.1$$

إن قيمة معامل التحديد (R²) هو (0.999)، أي إن مقدار ما يفسره نموذج الانحدار أعلاه من التغيرات الحاصلة في (Rs) هي (99.9%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (0.998).

- العلاقة الإحصائية بين السطوع الشمسي الفعلي (n) والظواهر الجوية (الغيوم، الضباب، والعواصف الترابية، الغبار المتصاعد، الغبار العالق) يتبين من الجدول (١٢) ما يأتي .

- الغيوم . Clouds

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (n) و (clouds) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (n) و (clouds)، إذ إن زيادة (clouds) بوحدة واحدة (اوكتاس)، يؤدي إلى نقصان (n) بـ (١.٥٢ ساعة)، وأن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (٠.٨٠٦)، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (n) هي (80.6%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (-0.898) .

- الضباب . Fog

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (n) و (Fog) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (n) و (Fog)، إذ إن زيادة (Fog) بوحدة واحدة، يؤدي إلى نقصان (n) بـ (١.٤٢ ساعة)، وأن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (٠.٧٨٨)، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (n) هي (٧٨.٨%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (-0.888) .

- العواصف الترابية . Dust storm

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (n) و (Dust storm) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (n) و (Dust storm)، إذ إن زيادة (Dust storm) بوحدة واحدة، يؤدي إلى زيادة (n) بـ (٨.٣١ ساعة)، وأن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (٠.١٩١)، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (n) هي (١٩.١%)، وأن معامل الارتباط (r) هو (٠.٤٣٧) .

الجدول (١٢) العلاقة الإحصائية بين السطوع الشمسي الفعلي (n) والظواهر الجوية المناخية

محطة ربيعة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠)			
المتغيرات	r	R^2	معادلة الانحدار التنبؤية
Clouds	- 0.898	0.806	$y = -1.52 x + 11.9$
Fog	- 0.888	0.788	$y = -1.42 x + 9.94$
Dust storm	0.437	0.191	$y = 8.31 x + 6.80$
Rising Dust	0.873	0.762	$y = 2.87 x + 5.05$

$y = 0.52 x + 5.14$	0.959	0.980	Suspended Dust
---------------------	-------	-------	-----------------------

المصدر : الجداول (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥) .

- الغبار المتصاعد . Rising Dust

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (n) و (Rising Dust) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (n) و (Rising Dust) ، إذ إن زيادة (Rising Dust) بوحدة واحدة، يؤدي إلى زيادة (n) ب (٢.٨٧) (ساعة)، وأن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (٠.٧٦٢) ، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (n) هي (٧٦.٢%) ، وأن معامل الارتباط (r) هو (٠.٨٧٣) .

- الغبار العالق . Suspended Dust

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (n) و (Suspended Dust) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (n) و (Suspended Dust) ، إذ إن زيادة (Suspended Dust) بوحدة واحدة، يؤدي إلى زيادة (n) ب (٠.٥٢) (ساعة)، وأن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (٠.٩٥٩) ، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (n) هي (٩٥.٩%) ، وأن معامل الارتباط (r) هو (٠.٩٨٠) .

تظهر العلاقات الإحصائية بين الظواهر الغبارية (الترابية، المتصاعد، العالق) والسطوع الشمسي الفعلي وجود علاقات ارتباط طردية (موجبة) معنوية الجدول (١٢)، وفي الحقيقة انه كلما زادت الظواهر الغبارية تقل ساعات السطوع الشمسي الفعلي، أي ان من المفروض تكون العلاقة عكسية معنوية، ويعود السبب الى عدم وجود علاقة ارتباط عكسية معنوية بين جميع الظواهر الغبارية وساعات السطوع الشمسي الفعلي خلال مدة الدراسة. أي ان تأثير الظواهر الغبارية في ساعات السطوع الشمسي الفعلي يكون في اثناء حدوث الظاهرة الغبارية وينتهي مع انتهاء الظاهرة، وبما ان عدد الأيام التي يكون فيها الجو صحو اكثر من عدد الأيام المغبرة لذا يكون تأثير الظواهر الغبارية في ساعات السطوع الشمسي الفعلي غير واضح شهرياً. وكذلك يستنتج من هذا بان للسطوع الشمسي الفعلي دوراً أهم من خصائص الاتجاه في تكرار حدوث الظواهر الغبارية .

الاستنتاجات

من دراسة نتائج الإشعاع والسطوع الشمسي والظواهر الجوية والتحليل الإحصائي تم التوصل إلى حقائق عدة يمكن عدّها نتائج البحث على النحو الآتي:

- تشترك عناصر الإشعاع الشمسي (Ra) و (Rs) بأعلى القيم في شهر حزيران وأدناها في شهر كانون الأول، بينما السطوع الفعلي والنظري بأعلى القيم في شهر حزيران وأدناها في شهر كانون الثاني .
- تم إيجاد معادلة رياضية لحساب الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) من السطوع الشمسي (الفعلي ، النظري ، ونسبة السطوع) وكان ذا معامل تحديد ($R^2 = 0.999$)، ومعامل ارتباط ($r = 0.998$) العلاقة موجبة تامة .
- تم إيجاد نماذج رياضية عدة، بين الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) والسطوع الشمسي (الفعلي ، النظري ، ونسبة السطوع)، وأظهرت العلاقة الاحصائية بأنها ذات معاملات ارتباط عالٍ (r) أعلاها النظري (0.957) وتلاها الفعلي (0.926) وأدناها نسبة السطوع (0.679) وكانت العلاقة موجبة .
- لا يقتصر حدوث العواصف الغبارية على أشهر الفصل الحار وإنما قد تكون الأحوال المناخية خلال الفصل البارد ملائمة لحدوثها، إذ يترافق حدوث معظمها خلال هذا الفصل مع مرور المنخفضات الجوية الجبهوية .
- ان مجموع عدد أيام العواصف الغبارية السنوي (الترابية ، المتصاعد ، العالق) بلغ (1.9 ، 12.8 ، 68.4) يوم على التعاقب .
- وقد تم إيجاد علاقات رياضية لحساب السطوع الشمسي الفعلي من الغيوم والضباب، وأظهرت العلاقة الاحصائية معاملات ارتباط (r) عكسية قوية بلغت (-0.898 ، -0.888) على التعاقب .
- أما العلاقات الإحصائية بين السطوع الشمسي والظواهر الغبارية (الترابية ، المتصاعد ، العالق) كانت ذات معاملات ارتباط طردية بلغت (0.437 ، 0.873 ، 0.980) على التعاقب، وهذا خلاف للحقيقة والتي يجب ان تكون عكسية وهذا تم تفسيره في متن البحث .

المصادر

- (1) خضر جاسم محمد، الإمكانيات المناخية لإنتاج محصول الحنطة في مشروع ري الجزيرة الشمالي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الموصل، 1999، ص28 .
- (2) Allen, R.G., Pereira, L.S., Rase, D. and Smith, M.1998. Crop Evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, FAO, Rome, Italy ,p. 42.
- (3) Stephens, G . L .,1996 . How much solar radiation do clouds absorption,Science, 271,p.1131-1133.

- (٤) غصون جواد كاظم، أثر التغير المناخي في تكرار ظاهرتي الصقيع والضباب في العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠١٠، ص ١٣١ .
- (٥) Arthur,N,Strahler,Alan,H,Stralar,1974. Introduction to Environmental Science,John wiley and Sons,Inc,U.S.A,p.413 .
- (٦) Nabeal Ibraheim Hussein,2013. The impact of Sand Storms on Traffic Safety of Tikrit City in Particular and Iraq General,International Conference for Geotechnical Engineering and Transportation, ICGTE in 24-15/4/2013, p. 13 .s
- (٧) هدى عباس حميد اللامي، الغبار في العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأمناء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، ٢٠١٢، ص ٦ .
- (٨) محمد عزو صفر، الغبار في الكويت خلال فصل الصيف، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ٣٠، الكويت، ١٩٨٢، ص ٦٠ .
- (٩) مجيد حسين خضير الركابي، المناخ واثره في تشكيل مظاهر السطح في محافظة ذي قار، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠١١، ص ١٣٤ .
- (١٠) علي مجيد ياسين، علاقة الرياح الجنوبية بالامطار وظاهرة الغبار في وسط وجنوب العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠٠٨، ص ٦١ .
- (١١) شذى خليل الجوراني، الظاهرة الغبارية في العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، ١٩٩٠، ص ٢٥ .
- (١٢) ازهار كاظم المحمداوي، تميز بعض الحالات الغبارية باستخدام صور القمر الصناعي، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة المستنصرية، كلية العلوم، ٢٠٠٩، ص ٢٨١ .
- (١٣) داود شاكر محمود، ساجدة علي حسن، توزيع ظاهرة الغبار في العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأمناء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، ص ١ .
- (14) Gates,L.M.,1980.Solar geometry and incoming solar radiation,London,p.71 .
- (15) Iqbal, M., 1983. An Itrouction to Solar radiation. Academic Press London , p.15 .
- (16) Gates, 1980,Op cit,p.70 .
- (17) Danielson, W., Levin,J., Abrams, E., 2003. Meteorology, 2nd Edition, Mc Graw-Hill,p.66-67 .
- (18) Allen et al,1998,Op cit,p.46 .
- (19) Dynamax Inc 10808 Falls . Admin@dynamax.com.
- (20) See:
- ASCE – EWRI , 2005. The ASCE Standardized reference evapotranspiration equation. Technical Committee report to the Environmental and Water Resource Institute of American Society of Civil Engineers. ASCE, Reston; Virginia, P. 23-25.
- خضر جاسم محمد، الموازنة الإشعاعية والموازنة المائية المناخية لمحطات مختارة في محافظة نينوى والمناطق المجاورة لها، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، كلية التربية، قسم الجغرافيا، ٢٠١٠، ص ٧١-٧٣ .
- (21) Allen et al, 1998, Op cit, P. 50.
- (* المعادلة (٢) تم عمل تحويل الدرجات على صيغة معادلة من قبل الباحث .



(22) Allen,et al,1998,Op cit,p.41.

(23)Ibid.

(24) ASCE,EWRI,2005,p.20.

(٢٥) فريد كامل أبو زينة، الإحصاء في التربية والعلوم الإنسانية، جهونة للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ٢٠٠٢، ص ٧ .