



<https://kujhs.uokirkuk.edu.iq/>

Calculation and Analysis of the Atmospheric Clarity Factor for the City of Mosul

University of Mosul

College of Education for Humanities

Department of Geography

khudhur65@uomosul.edu.iq

تاريخ القبول : 2024-12-07

تاريخ التعديل 2024-12-07

تاريخ الارسال 2024-11-09

Abstract

This research focuses on the calculation and analysis of the atmospheric clarity factor for the city of Mosul, located at the intersection of latitude ($36^{\circ} 19' N$) and longitude ($43^{\circ} 09' E$) at an altitude of 223 meters above sea level. The study covers the period from 1980 to 2022 to determine the amount of solar radiation reaching the Earth's surface and its relationship with selected climatic factors. These factors include total solar radiation, relative shortwave radiation, actual and relative sunshine duration, air temperature, relative humidity, cloud cover, and dust storms. The annual and seasonal variations of these factors were plotted, and statistical graphs of the variations in the atmospheric clarity factor (K_t) were created alongside the selected climatic factors and others. Equations were derived to calculate the values of the atmospheric clarity factor (K_t) based on these climatic factors, with high correlation coefficients for most of them. The calculated values of the atmospheric clarity factor (K_t) were compared with measured values and presented in separate tables. The study revealed that the highest value of (K_t) was recorded during the summer months, while the lowest values were recorded during the winter months, due to the increase in cloud cover and relative humidity in the atmosphere during the winter.

Keywords : Atmospheric clarity factor, Extraterrestrial solar radiation, Total solar radiation, City of Mosul, Temperature, Actual sunshine duration ratio, Clouds .

Doi: 10.32894/1992-1179.2024. 19.02.02.13

حساب وتحليل عامل الصفاء الجوي لمدينة الموصل

خضر جاسم محمد*

جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الإنسانية

قسم جغرافية

khudhur65@uomosul.edu.iq

ملخص البحث

تم في هذا البحث دراسة (حساب وتحليل عامل الصفاء الجوي لمدينة الموصل) الواقعة عند تقاطع دائرة عرض (36° - 19°) شمالاً وخط طول (43° - 09°) شرقاً وعلى إرتفاع (223) م فوق مستوى سطح البحر، للمدة الممتدة بين عامي (1980-2022) م، لمعرفة كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، وعلاقته مع بعض العوامل المناخية المختارة، والمتمثلة بالإشعاع الشمسي الكلي وإشعاع الموجة القصيرة النسبي والسطوع الشمسي الفعلي والنسبي ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وكمية الغيوم والعواصف الغبارية، ورسمت تغيراتها السنوية والفصلية، وتم جدولة رسومات تغيرات قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) الإحصائية مع العوامل المناخية المختارة وأخرى، وإستنتجت معادلات لحساب قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) اعتماداً على العوامل المناخية وأخرى، وكانت معاملات الارتباط عالية لمعظمها، وتم مقارنة قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) مع القيم المقاسة ووضعت في جداول مستقلة. وقد تبين من الدراسة إن أعلى قيمة لـ (Kt) سجلت في أشهر فصل الصيف وأقل القيم سجلت خلال أشهر فصل الشتاء وذلك لزيادة كمية الغيوم والرطوبة النسبية في الجو خلال أشهر الشتاء.

الكلمات المفتاحية : عامل الصفاء الجوي، الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي، الإشعاع الشمسي الكلي، مدينة الموصل، درجة الحرارة، نسبة السطوع الشمسي الفعلي، الغيوم .

* مدرس - جامعة الموصل كلية التربية للعلوم الإنسانية - قسم الجغرافية

المقدمة .

يعد المناخ من العوامل الطبيعية المؤثرة في عامل الصفاء الجوي (Kt)، إذ تشير الدراسات إلى وجود صلة وثيقة بين عناصر المناخ وأخرى في عامل الصفاء الجوي، وفي مقدمة هذه العناصر درجات الحرارة والرطوبة النسبية والسطوع الشمسي الفعلي والنسبي والغيوم والعواصف الغبارية وأخرى التي تعد عوامل رئيسية في تحديد عامل الصفاء الجوي، والذي تحسب قيمه وفقاً لمعادلات رياضية عدة، ومنها معادلة الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra) ومعادلة الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) تعد نتائجها مؤشراً في حساب عامل الصفاء الجوي في مدينة الموصل .

- هدف الدراسة .

يهدف البحث إلى حساب قيم عامل الصفاء الجوي ومعرفة قيمه، بإستعمال معادلته الـ (Kt) وتحليل نتائجها وعلاقتها الإحصائية مع العناصر المناخية وأخرى، فيما يتعلق بمدينة الموصل .

- منهج البحث .

إستعمل المنهج الوصفي وأسلوب التحليل الكمي، والبيانات المناخية لمحطة مدينة الموصل المناخية لمدة إثنان وأربعون عاماً ممتدة بين عامي (1980-2022)، لحساب قيم الصفاء الجوي بإستعمال علاقتها الرياضية (Kt)، وتحليل نتائجها والعلاقات الإحصائية لمختلف العوامل المؤثرة عليه، لإن الجغرافيا هي علم مكاني يهتم بدراسة العلاقات بين الظواهر وتحليلها كما يدرس ما بينها من تباين ويفسر أسبابه .

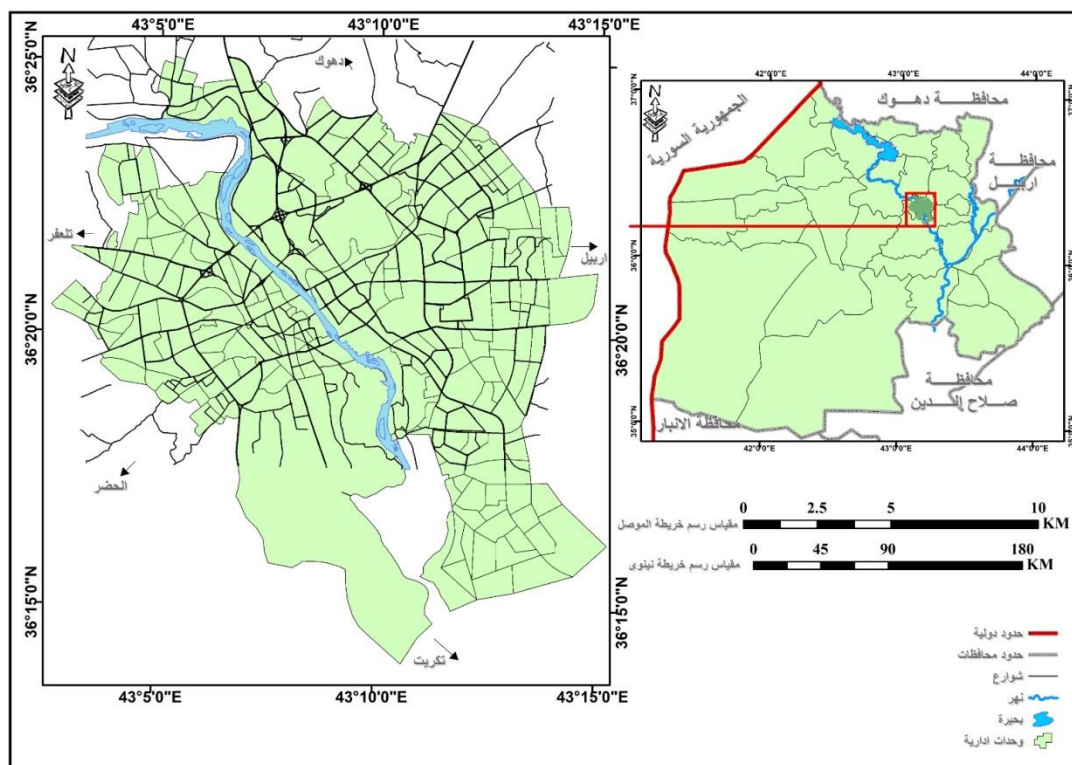
- تحديد منطقة الدراسة .

فلكياً : تقع مدينة الموصل عند تقاطع دائرة عرض ($36^{\circ}19'$) شمالاً وخط طول ($43^{\circ}09'$) شرقاً وتقع على ارتفاع (223) م فوق مستوى سطح البحر .

جغرافياً : تعد مدينة الموصل مركز محافظة نينوى الواقعة في الجزء الشمالي والشمالي الغربي من العراق، يحدها من الشمال قضاء تلكيف ومن الشرق قضاء الحمدانية ومن الجنوب ناحية حمام العليل ومن الغرب ناحية تل عبطة وناحية بادوش الخارطة (1) .

البيانات المناخية : إستعملت البيانات المناخية لمحطة الموصل لمدة ثلاثة وأربعين عاماً ممتدة بين عامي (1980 - 2022) وتم الحصول عليها من الهيئة العامة للإنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي/ بغداد .

الخريطة (1) موقع مدينة الموصل



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis10.4 بالاعتماد على مديرية بلدية الموصل لعام 2022

تتحدد الدراسة بإختبار البيانات الخاصة لمدينة الموصل في محاولة لتحليل نتائج تطبيق عامل الصفاء الجوي (Kt) لمدينة الموصل، أي إن الدراسة إستعملت معادلتى الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra) والإشعاع الشمسي الكلي (Rs) لحساب عامل الصفاء الجوي (Kt)، وبيان تأثير العناصر المناخية وأخرى ذات العلاقة على عامل الصفاء الجوي باستعمال البرنامج الإحصائي (Mintab / 16).

عامل الصفاء الجوي. (Atmospheric Clarity Factor (Kt) (Iqbal, 1983, p256)

هو النسبة بين الإشعاع الشمسي الكلي الواصل الى سطح الأرض (Rs) إلى الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (Ra)، ويحسب على وفق العلاقة الآتية :

$$Kt = Rs / Ra$$

إذ إن :

Kt : عامل الصفاء الجوي (-) .

Rs : الإشعاع الشمسي الكلي (ميكا جول/ م². يوم) .

Ra : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (ميكا جول/ م². يوم) .

وإن معرفة قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) مهمة جداً في تحديد حالة الجو، لذلك اليوم أو الشهر

فكلما كانت قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) كبيرة يعني الجو صافي وصاحي، وكلما تكون قيمه قليلة بمعنى

إن الجو غائم أو غائم جزئي. والجدول (1) يوضح قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) وحالة الجو .

الجدول (1) قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) وحالة الجو

حالة الجو	قيم عامل الصفاء الجوي (Kt)
غائم كلي	0.3 – 0.1
غائم جزئي	0.5 – 0.3
صافي	0.6 – 0.5
صافي وصافي جداً	0.8 – 0.6

Source: Iqbal, M., 1983. An Introduction to Solar radiation. Academic Press London, p251-253.

أولاً: العلاقات الرياضية المستعملة لحساب عناصر الإشعاع الشمسي لإحتساب عامل الصفاء الجوي (Kt)

وهنا يجب الإشارة عند حساب قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) لا بد من المرور بكل هذه العلاقات

الرياضية الآتية :

– الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي. Extraterrestrial radiation (Ra)

(Allen et al,1998,p46-48 p217, Duffie,1980,p1-109, ASCE-EWRI,2005,p23-25, Allen,2000,p76, Angstrom,1942,p121-125)

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:

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

إذ إن:

Ra : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (ميكا جول/ م². يوم) .

Gsc : الثابت الشمسي ويساوي (0.0820) ميكا جول/ م². 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:

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

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

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

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

- الميل الشمسي (δ) على وفق العلاقة الآتية:

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

إذ إن (J) هو تسلسل اليوم في السنة ، يكون بين 1 (1 كانون الثاني) و 365 أو 366 في (31 كانون الأول) .

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

$$J = INTEGER (30.4 M - 15)$$

- زاوية ساعة الغروب (Ws) . Sunset hour angle

تحتسب زاوية غروب الشمس الساعية من دالة دائرة العرض (φ) وزاوية الميل الشمسي (δ) على

وفق العلاقة الآتية:

$$Ws = \arccos [-\tan(\varphi) \tan(\delta)]$$

- ساعات السطوع النظرية (N) . Daylight hours

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

الآتية:

$$N = \frac{24}{\pi} Ws$$

إذ إن:

Ws: زاوية ساعة الغروب (rad.) .

- الإشعاع الشمسي الكلي. Solar radiatio (Rs) (Allen et al, 1998, p. 50)

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:

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

إذ إن:

Rs : الإشعاع الشمسي الكلي قصير الموجة (ميكا جول/ م². 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/ م². يوم) .

- الإشعاع الشمسي للسماء الصافية. Clear – sky solar radiation (R_{s0})

يتم حساب إشعاع السماء الصافية (R_{s0}) حينما تكون ($n = N$) ولمستوى سطح البحر القريب

(Allen et al, 1998, p22 p. 51) وفق العلاقة الآتية:

$$R_{s0} = (0.75 + 2 \times 10^{-5} Z) R_a$$

إذ إن :

R_{s0} : الإشعاع الشمسي للسماء الصافية (ميكا جول/ م². يوم) .

Z : ارتفاع المحطة فوق مستوى سطح البحر (م) .

R_a : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (ميكا جول/ م². يوم) .

ثانياً: تحليل نتائج عامل الصفاء الجوي .

يتبين من الجدول (2) بأن عامل الصفاء الجوي (K_t) يختلف بين أشهر السنة تبعاً للظروف المؤثرة فيها. وقد بلغ أدنى معدل لعامل الصفاء الجوي في فصل الشتاء للأشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط ب (0.50، 0.49، 0.51) على التعاقب . ويبدأ بالتصاعد التدريجي خلال فصل الربيع إذ بلغ للأشهر آذار ونيسان ومايس (0.54، 0.55، 0.60) على التعاقب. وقد بلغ أقصى إرتفاع له خلال أشهر الصيف حزيران وتموز وآب إذ بلغ (0.66، 0.67، 0.68) على التعاقب. ثم يبدأ بالهبوط التدريجي خلال أشهر الخريف إذ بلغ (0.67، 0.62، 0.56) على التعاقب. أما المعدل السنوي بلغ (0.59)، أما على مستوى الفصول الشتاء والربيع والصيف والخريف بلغت (0.50، 0.56، 0.67، 0.62) على التعاقب .

أما خلال حركة الشمس الظاهرية وانتقالها ما بين المدارين، يتبين من الجدول (2) الذي يوضح قيم عامل الصفاء الجوي (K_t) فعند حدوث الانقلاب الشتوي في (21) كانون الأول وتعامد الشمس على مدار

الجدى، يسيطر على أدنى القيم تزامناً مع أقل مدة لسطوع الشمس، وقد كانت قيم (Kt) (0.50) في مدينة الموصل ثم تبدأ بالارتفاع التدريجي .

في حالة الاعتدال الربيعي في (21) آذار حيث تكون الشمس عمودية على خط الإستواء وتساوي الليل والنهار تكون قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) (0.54) في مدينة الموصل، ثم تستمر بالارتفاع التدريجي.

الجدول (2) القيم الشهرية والفصلية لعامل الصفاء الجوي (Kt) لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الأشهر	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	الشتاء	آذار	نيسان	مايس	الربيع	-
Kt	0.50	0.49	0.51	0.50	0.54	0.55	0.60	0.56	-
الأشهر	حزيران	تموز	آب	الصيف	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	الخريف	المعدل السنوي
Kt	0.66	0.67	0.68	0.67	0.67	0.62	0.56	0.62	0.59

المصدر: العلاقات (Ra) و (Rs) .

وعند حدوث الانقلاب الصيفي في (21) حزيران وتعامد الشمس على مدار السرطان مع أطول مدة لسطوع الشمس، تكون قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) (0.66) في مدينة الموصل، ثم تبدأ بالارتفاع التدريجي لتبلغ أقصى ارتفاع في شهر آب بلغ (0.68) خلال السنة ثم تبدأ بالإنخفاض التدريجي .

أما في حالة الاعتدال الخريفي في (23) أيلول وتعامد الشمس على خط الإستواء وتساوي الليل والنهار، تكون قيم عامل الصفاء الجوي (Kt) (0.67) في مدينة الموصل، وتستمر بالإنخفاض إلى شهر تشرين الثاني، وبهذا تكون الأرض قد أكملت دورتها الحولية حول الشمس .

أما المعدل السنوي لقيم عامل الصفاء الجوي (Kt) بلغت (0.59) في مدينة الموصل، وبذلك يظهر أن السلوك العام لقيم (Kt) يميل إلى التجانس وأن الاختلافات البينية قليلة لا تعطي تبايناً حاداً .

ثالثاً: التحليل الإحصائي لأثر العوامل الجوية في عامل الصفاء الجوي لمدينة الموصل .

لقد أصبح موضوع الإحصاء والقوانين المستعملة في الحقبة الأخيرة من الأمور التي لا يمكن الإستغناء عنها في أغلب المجالات التطبيقية ولا سيما العلوم التطبيقية. (الصميدعي، الربيعي، 2023، ص419) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي والإشعاع الشمسي الكلي (ميكا جول/ م². يوم) يتبين من الجدول (3) الآتي :

- الإشعاع الشمسي الكلي (R_s) فصل الشتاء .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (R_s) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (R_s)، حيث إن زيادة (R_s) بوحدة واحدة (ميكا جول/ م². يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة (0.0532) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9529)، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (95.29 %)، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.976) .

- الإشعاع الشمسي الكلي (R_s) فصل الربيع .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (R_s) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (R_s)، حيث إن زيادة (R_s) بوحدة واحدة (ميكا جول/ م². يوم)، يؤدي الى

زيادة (Kt) بنسبة (0.0271) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9775)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (97.75 %)، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.989) .

- الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) فصل الصيف .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs)، حيث إن زيادة (Rs) بوحدة واحدة (ميكا جول/ م². يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة (0.025) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.925)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (92.5 %)، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.980) .

الجدول (3) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي والإشعاع الشمسي الكلي

(ميكا جول/ م². يوم) لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R^2	معادلة الإنحدار التنبؤية
الشتاء	0.976	0.9529	$y = 0.0532x + 0.0065$
الربيع	0.989	0.9775	$y = 0.0271x + 0.0244$
الصيف	0.980	0.925	$y = 0.025x + 0.0028$
الخريف	0.976	0.9371	$y = 0.0428x + 0.0448$
كامل المدة	0.921	0.7324	$y = 0.0084x + 0.4383$

المصدر: الجدول (2) ونتائج علاقة (Rs) الجدول (1) ملحق .

- الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) فصل الخريف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs) ، حيث إن زيادة (Rs) بوحدة واحدة (ميكا جول / م². يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0428)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9371) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (93.71%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.976) .

- الإشعاع الشمسي الكلي (Rs) لكامل المدة .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs) ، حيث إن زيادة (Rs) بوحدة واحدة (ميكا جول / م². يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0084)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.7324) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (73.24%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.921) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (Kt) وإشعاع الموجة القصيرة النسبي. يتبين من الجدول (4) الآتي :

- إشعاع الموجة القصيرة النسبي (Rs/Rs_0) فصل الشتاء .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) ، حيث إن زيادة (Rs/Rs_0) بوحدة واحدة (-)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.7217)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9795) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (97.95%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.996) .

- إشعاع الموجة القصيرة النسبي (Rs/Rs_0) فصل الربيع .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) ، حيث إن زيادة (Rs/Rs_0) بوحدة واحدة (-)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.7468)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9479) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (94.79%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.992) .

الجدول (4) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي وإشعاع الموجة القصيرة النسبي (-) لمدينة

الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R^2	معادلة الإنحدار التنبؤية
الشتاء	0.996	0.9795	$y = 0.7218x + 0.0211$
الربيع	0.992	0.9479	$y = 0.7468x + 0.0059$
الصيف	0.989	0.9479	$y = 0.728x + 0.0234$
الخريف	0.996	0.9599	$y = 0.7109x + 0.0347$
كامل المدة	0.941	0.9989	$y = 0.7461x + 0.0062$

المصدر: الجدول (2) ونتائج علاقة (Rs_0) الجدول (1) ملحق .

- إشعاع الموجة القصيرة النسبي (Rs/Rs_0) فصل الصيف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) ، حيث إن زيادة (Rs/Rs_0) بوحدة واحدة (-)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.728)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9479) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (94.79%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.989) .

- إشعاع الموجة القصيرة النسبي (Rs/Rs_0) فصل الخريف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) ، حيث إن زيادة (Rs/Rs_0) بوحدة واحدة (-)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.7109)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9599) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (95.99%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.996) .

- إشعاع الموجة القصيرة النسبي (Rs/Rs_0) لكامل المدة .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (Rs/Rs_0) ، حيث إن زيادة (Rs/Rs_0) بوحدة واحدة (-)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.7461)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9989) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (99.89%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.941) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (Kt) والسطوع الشمسي الفعلي (ساعة). يتبين من

الجدول (5) الآتي :

- السطوع الشمسي الفعلي (n) فصل الشتاء .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n) ، حيث إن زيادة (n) بوحدة واحدة (ساعة)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0493)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9828) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (98.28%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.995) .

- السطوع الشمسي الفعلي (n) فصل الربيع .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n) ، حيث إن زيادة (n) بوحدة واحدة (ساعة)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0377)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9695) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (96.95%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.995) .

الجدول (5) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي والسطوع الشمسي الفعلي (ساعة) لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R^2	معادلة الإنحدار التنبؤية
الشتاء	0.995	0.9828	$y = 0.0493x + 0.2536$
الربيع	0.995	0.9695	$y = 0.0377x + 0.2559$
الصيف	0.989	0.9559	$y = 0.0355x + 0.2528$
الخريف	0.995	0.9719	$y = 0.0451x + 0.2453$
كامل المدة	0.980	0.9031	$y = 0.0248x + 0.3819$

المصدر: الجدول (2) والجدول (1) ملحق (n) .

- السطوع الشمسي الفعلي (n) فصل الصيف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n) ، حيث إن زيادة (n) بوحدة واحدة (ساعة)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0355)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9559) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (95.59%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.989) .

- السطوع الشمسي الفعلي (n) فصل الخريف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n) ، حيث إن زيادة (n) بوحدة واحدة (ساعة)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0451)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9719) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (97.19%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.995) .

- السطوع الشمسي الفعلي (n) لكامل المدة .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n) ، حيث إن زيادة (n) بوحدة واحدة (ساعة)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0248)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9031) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (90.31%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.980) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (Kt) ونسبة السطوع الشمسي (n/N) . يتبين من الجدول (6) الآتي :

- نسبة السطوع الشمسي (n/N) فصل الشتاء .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n/N) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n/N) ، حيث إن زيادة (n/N) بوحدة واحدة $(-)$ ، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.492)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9824) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (98.24%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.995) .

- نسبة السطوع الشمسي (n/N) فصل الربيع .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n/N) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n/N) ، حيث إن زيادة (n/N) بوحدة واحدة $(-)$ ، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.5026)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9596) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (95.96%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.996) .

- نسبة السطوع الشمسي (n/N) فصل الصيف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n/N) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n/N) ، حيث إن زيادة (n/N) بوحدة واحدة $(-)$ ، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.4877)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9344) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (93.44%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.978) .

الجدول (6) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي ونسبة السطوع الشمسي $(-)$

لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R^2	معادلة الإنحدار التنبؤية
الشتاء	0.995	0.9824	$y = 0.492x + 0.2543$
الربيع	0.996	0.9596	$y = 0.5026x + 0.2485$
الصيف	0.978	0.9344	$y = 0.4977x + 0.253$
الخريف	0.964	0.8994	$y = 0.4509x + 0.2855$
كامل المدة	0.994	0.9960	$y = 0.5022x + 0.249$

المصدر: الجدول (2) ونتائج علاقة (n/N) الجدول (1) ملحق .

- نسبة السطوع الشمسي (n/N) فصل الخريف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n/N) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n/N) ، حيث إن زيادة (n/N) بوحدة واحدة $(-)$ ، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.4509)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.8994) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (89.94%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.964) .

- نسبة السطوع الشمسي (n/N) لكامل المدة .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (n/N) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (n/N) ، حيث إن زيادة (n/N) بوحدة واحدة $(-)$ ، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.5022)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9960) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (99.60%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.994) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء (Kt) الجوي ودرجة حرارة الهواء (M^0) . يتبين من الجدول (7) الآتي :

والتي تعد ظاهرة من ظواهر الإشعاع الشمسي تنتج عن العلاقة المتبادلة بين الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي من جهة والخصائص الفيزيائية للأجسام من جهة أخرى. (العبيدي، 2024، ص494) .

- درجة حرارة الهواء (T) فصل الشتاء .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (T) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (T) ، حيث إن زيادة (T) بوحدة واحدة (M^0) ، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.001)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0019) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (0.19%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.051) .

- درجة حرارة الهواء (T) فصل الربيع .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (T) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (T)، حيث إن زيادة (T) بوحدة واحدة (°م)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة (0.0064) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.1727)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (17.27%)، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.408) .

الجدول (7) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي ودرجة حرارة الهواء (°م)

لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R^2	معادلة الإنحدار التنبؤية
الشتاء	0.051	0.0019	$y = 0.001x + 0.4929$
الربيع	0.408	0.1727	$y = 0.0064x + 0.4455$
الصيف	-0.298	0.0901	$y = 0.0047x + 0.8246$
الخريف	0.049	0.0032	$y = 0.0013x + 0.5884$
كامل المدة	0.311	0.9501	$y = 0.0068x + 0.4499$

المصدر: الجدول (2) والجدول (1) ملحق (T) .

- درجة حرارة الهواء (T) فصل الصيف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (T) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (T)، حيث إن زيادة (T) بوحدة واحدة (°م)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (0.0047) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0901)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (9.01%)، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.298) .

- درجة حرارة الهواء (T) فصل الخريف .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (T) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (T)، حيث إن زيادة (T) بوحدة واحدة ($^{\circ}C$)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0013)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0032) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (0.32%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.049) .

- درجة حرارة الهواء (T) لكامل المدة .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (T) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (T)، حيث إن زيادة (T) بوحدة واحدة ($^{\circ}C$)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0068)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9501) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (95.01%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.311)

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء (Kt) الجوي والرطوبة النسبية (%). يتبين من الجدول (8)

الآتي

- الرطوبة النسبية (RH) فصل الشتاء .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (RH) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (RH)، حيث إن زيادة (RH) بوحدة واحدة (%)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة $(-0.0042)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.3202) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (32.02%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.578) .

الجدول (8) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي والرطوبة النسبية (%)

لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R ²	معادلة الانحدار التنبؤية
الشتاء	-0.578	0.3202	$y = - 0.0042 x + 0.8214$
الربيع	-0.558	0.3006	$y = - 0.0019 x + 0.6737$
الصيف	-0.422	0.1252	$y = - 0.0021 x + 0.7254$
الخريف	-0.653	0.4390	$y = - 0.0027 x + 0.7419$
كامل المدة	-0.505	0.9792	$y = - 0.0034 x + 0.7647$

المصدر: الجدول (2) والجدول (1) ملحق (RH) .

- الرطوبة النسبية (RH) فصل الربيع .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (RH) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (RH)، حيث إن زيادة (RH) بوحدة واحدة (%)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (-0.0019) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.3006)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (30.06 %)، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.558) .

- الرطوبة النسبية (RH) فصل الصيف .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (RH) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (RH)، حيث إن زيادة (RH) بوحدة واحدة (%)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (-0.0021) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.1252)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (12.52 %)، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.422) .

- الرطوبة النسبية (RH) فصل الخريف .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (RH) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (RH)، حيث إن زيادة (RH) بوحدة واحدة (%)، يؤدي الى نقصان (Kt)

بنسبة (0.0027) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.4390)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (43.90) %، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.653) .

- الرطوبة النسبية (RH) لكامل المدة.

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (RH) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (RH)، حيث إن زيادة (RH) بوحدة واحدة (%)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (-0.0034) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9792)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (97.92) %، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.505) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (Kt) والغيوم (أوكتاس). يتبين من الجدول (9) الآتي :

- الغيوم (C) فصل الشتاء .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (C) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (C)، حيث إن زيادة (C) بوحدة واحدة (أوكتاس)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (-9.4063) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.5745)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (57.45) %، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.758) .

- الغيوم (C) فصل الربيع .

بما إن ($P \leq 0.05$)، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (C) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (C)، حيث إن زيادة (C) بوحدة واحدة (أوكتاس)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (-2.9454) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0514)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (5.14) %، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.226) .

- الغيوم (C) فصل الصيف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (C) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (C) ، حيث إن زيادة (C) بوحدة واحدة (أوكتاس)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة $(-0.9615)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0065) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (0.65%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.081) .

الجدول (9) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي والغيوم (أوكتاس)

لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R^2	معادلة الإنحدار التنبؤية
الشتاء	-0.758	0.5745	$y = -9.4063x + 9.2076$
الربيع	-0.226	0.0514	$y = -2.9454x + 5.5545$
الصيف	-0.081	0.0065	$y = -0.9615x + 1.3423$
الخريف	-0.538	0.2897	$y = -5.5102x + 6.1694$
كامل المدة	-0.969	0.9393	$y = -12.67x + 11.498$

المصدر: الجدول (2) والجدول (1) ملحق (C) .

- الغيوم (C) فصل الخريف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (C) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (C) ، حيث إن زيادة (C) بوحدة واحدة (أوكتاس)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة $(-5.5102)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9393) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (93.93%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.969) .

- الغيوم (C) لكامل المدة .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (C) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (C) ، حيث إن زيادة (C) بوحدة واحدة (أوكتاس)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة (-12.67%) ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.9978) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (99.78%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.968) .

العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (Kt) والعواصف الغبارية (يوم). يتبين من الجدول (10) الآتي :

- العواصف الغبارية فصل الشتاء .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (D) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (D) ، حيث إن زيادة (D) بوحدة واحدة (يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة (0.05%) ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0315) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (3.15%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.165) .

- العواصف الغبارية فصل الربيع .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (D) معنوية، يفسرها نموذج الإنحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (D) ، حيث إن زيادة (D) بوحدة واحدة (يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة (0.0134%) ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.044) ، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (4.4%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.191) .

الجدول (10) العلاقة الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي والعواصف الغبارية

لمدينة الموصل للمدة (1980-2022)

الفصول	R	R ²	معادلة الانحدار التنبؤية
الشتاء	-0.165	0.0315	$y = 0.05x + 0.5025$
الربيع	0.191	0.044	$y = 0.0134x + 0.5602$
الصيف	-0.164	0.0563	$y = -0.0106x + 0.6715$
الخريف	0.376	0.1117	$y = 0.0312x + 0.6098$
كامل المدة	0.084	0.262	$y = 0.2608x + 0.5397$

المصدر: الجدول (2) والجدول (1) ملحق (D).

- العواصف الغبارية فصل الصيف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (D) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة عكسية ما بين (Kt) و (D) ، حيث إن زيادة (D) بوحدة واحدة (يوم)، يؤدي الى نقصان (Kt) بنسبة $(0.0106)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.0563) ، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (5.63%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (-0.164) .

- العواصف الغبارية فصل الخريف .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (D) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (D) ، حيث إن زيادة (D) بوحدة واحدة (يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة $(0.0312)\%$ ، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.1117) ، أي إن مقدار ما يفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (11.17%) ، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.376) .

- العواصف الغبارية لكامل المدة .

بما إن $(P \leq 0.05)$ ، فإن العلاقة الخطية ما بين (Kt) و (D) معنوية، يفسرها نموذج الانحدار، وتكون العلاقة موجبة ما بين (Kt) و (D) ، حيث إن زيادة (D) بوحدة واحدة (يوم)، يؤدي الى زيادة (Kt) بنسبة

(0.2608) %، وإن قيمة معامل التحديد (R^2) هو (0.262)، أي إن مقدار مايفسره النموذج من التغيرات الحاصلة في (Kt) هي (26.2%)، وإن معامل الارتباط (r) هو (0.084) .

تظهر العلاقات الإحصائية بين العواصف الغبارية وعامل الصفاء الجوي وجود علاقات ارتباط طردية موجبة الجدول (10)، وفي الحقيقة انه كلما زادت العواصف الغبارية قل عامل الصفاء الجوي، أي إن من المفروض تكون العلاقة عكسية، باستثناء فصل الصيف كانت عكسية، ويعود السبب الى عدم وجود علاقة ارتباط عكسية بين العواصف الغبارية وعامل الصفاء الجوي خلال مدة الدراسة بإستثناء فصل الصيف. أي ان تأثير الظواهر الغبارية في عامل الصفاء الجوي يكون في أثناء حدوث العاصفة الغبارية وينتهي مع انتهاء العاصفة، وبما ان عدد الأيام التي يكون فيها الجو صحو أكثر من عدد الأيام المغبرة لذا يكون تأثير العواصف الغبارية في عامل الصفاء الجوي غير واضح شهرياً. وكذلك يستنتج من هذا بأن لعامل الصفاء الجوي دوراً أهم من خصائص الإتجاه في تكرار حدوث الظواهر الغبارية .

- الإستنتاجات .

من دراسة وتحليل نتائج عامل الصفاء الجوي (Kt) تم التوصل الى ما يأتي :

- يشترك عامل الصفاء الجوي (Kt)، في أعلى القيم في أشهر الصيف وهذا يتوافق مع زيادة مدة للسطوع الشمسي وقلة الغيوم والرطوبة، وأدناها في أشهر الشتاء وهذا يتوافق مع إرتفاع كمية الغيوم والرطوبة النسبية .

- تظهر فروقات في نسب تأثير كل العناصر المناخية وأخرى على عامل الصفاء الجوي (Kt) تراوحت ما بين (-44.22) و(74.68) % في مدى تأثيرها الفصلي والسنوي .

- أظهرت نتائج العلاقات الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (K_t) والمتغيرات التي إستعملت في البحث علاقات موجبة، بإستثناء الرطوبة النسبية والغيوم كانت عكسية .
- أما نتائج العواصف الغبارية مع عامل الصفاء الجوي أظهرت علاقات موجبة وهذا خلاف للواقع، بإستثناء أشهر الصيف كانت العلاقات عكسية، وكانت من أضعف العلاقات ذات معامل تحديد ($R^2=0.262$) ومعامل ارتباط ($r=0.084$) وهذا موضح في متن البحث .
- أما بالنسبة لدرجات حرارة الهواء أظهرت تأثيرها قليل على عامل الصفاء الجوي إذ كان معامل التحديد (R^2) يتراوح ما بين (0.0019-0.1727) ومعامل الارتباط (r) يتراوح ما بين (-0.298) و (0.408) على التعاقب على مستوى الفصول، وكانت العلاقة موجبة خلال فصول السنة، أما السنوي ($R^2=0.9501$) و ($r=0.311$) وكانت موجبة .
- أظهرت نتائج العلاقات الإحصائية ما بين عامل الصفاء الجوي (K_t) ونسبة السطوع الشمسي ونسبة إشعاع الموجة القصيرة النسبي من أقوى العلاقات وكانت ذات معامل تحديد تفاوت ما بين (-0.9960- $R^2=0.9989$)، ومعامل ارتباط عالٍ تفاوت ما بين (0.941-0.994) على التعاقب .
- تم إيجاد معادلة رياضية لحساب عامل الصفاء الجوي (K_t) مع الإشعاع الشمسي الكلي وكانت ذات معامل تحديد ($R^2=0.7324$)، ومعامل ارتباط ($r=0.921$) العلاقة موجبة.
- تم إيجاد عدة نماذج رياضية بين عامل الصفاء الجوي (K_t) والعناصر المناخية وأخرى وكانت ذات معاملات ارتباط (r) تفاوتت ما بين (0.311-0.994) على المستوى السنوي، أقلها درجة حرارة الهواء وأعلاها وأعلاها نسبة السطوع الشمسي .

- أما العلاقة بين عامل الصفاء الجوي (Kt) والرطوبة النسبية انها ذات معامل ارتباط (r) بلغ (-0.716)، وكانت العلاقة عكسية .

- التوصيات .

بناءً على النتائج التي توصلت اليها الدراسة يوصي الباحث بما يأتي :

- إنشاء محطات مناخية متطورة ذاتية العمل تقيس كل العناصر المناخية وبدقة عالية، وأن يكون العاملين فيها من أصحاب الإختصاص والخبرة .
- ضرورة إنشاء قاعدة بيانات لمختلف العناصر المناخية وتحديث دورياً لكي يسهل للباحث الحصول عليها .
- اعتماد قيم الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (R_a) لأي زمن لأنها اعتمدت على ثوابت كدائرة العرض وطول اليوم (النظري) .
- اعتماد قيم الإشعاع الشمسي لسماء صافية (Rs_0) لأي زمن لأنها اعتمدت على ثوابت، الألبيدو (0.23) وارتفاع الموقع وقيم الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي (R_a) .
- اعتماد قيم السطوع النظري (N) لأنها ثابتة لكل السنوات واعتمدت على ثوابت .

1- الصميدعي، أحمد عبد الغفور خطاب، نوح فاضل محمود الربيعي، (2023)، تحليل التغير المناخي لعنصري الحرارة والأمطار في محافظة كركوك، مجلة جامعة كركوك/ للدراسات الإنسانية، جامعة كركوك، المجلد 18، العدد خاص .

2- العبيدي، صباح حسن سلطان خليل، (2024)، ظاهرة النينو وتأثيراتها على كمية الأمطار الساقطة في محافظة كركوك (1971-2008)، مجلة جامعة كركوك/ للدراسات الإنسانية، جامعة كركوك، المجلد 19، العدد 1 .

- 1- Allen, R . G ., 2000 . REF – ET , Reference Evapotranspiration Calculation Software. Version 2. Report. Univ. Idaho.
- 2- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for computing Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, FAO, Rome, Italy,.
- 3- Angstrom, A.,1942. Solar and Terrestrial Radiation, Q. J. Ray Meteorology Soc.,50 .
- 4- 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.

- 5- Duffie, J. A., and Beckman, W. A., 1980. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley and Sons, New York.
- 6- Iqbal, M., 1983. An Introduction to Solar radiation. Academic Press London.

ملحق (1) المعدلات الشهرية اليومية لعناصر الإشعاع الشمسي (R_s , R_a , R_{s0}) ميكا جول/م². يوم والمعدلات الشهرية للعناصر المناخية (السطوع الفعلي والنظري ساعة، درجة حرارة الهواء م⁰، الرطوبة النسبية %، الغيوم أوكتاس، العواصف الغبارية يوم) لمدينة الموصل للمدة (1980 - 2022)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
K_t^*	0.49	0.51	0.54	0.55	0.60	0.66	0.67	0.68	0.67	0.62	0.56	0.50	0.59
R_a^*	17.27	22.25	29.40	35.77	40.19	41.71	40.76	37.18	31.30	24.21	18.46	15.87	29.53
R_s^*	8.51	11.43	15.78	19.74	24.17	27.70	27.22	25.13	21.02	14.95	10.36	7.88	17.82
R_{s0}^*	13.03	16.79	22.18	26.99	30.32	31.47	30.75	28.05	23.61	18.27	13.93	11.97	22.28
R_s/R_{s0}^*	0.65	0.68	0.71	0.73	0.80	0.88	0.89	0.90	0.89	0.82	0.74	0.66	0.78
n/N^*	0.48	0.53	0.57	0.61	0.70	0.83	0.83	0.85	0.84	0.74	0.62	0.49	0.67
N^*	9.79	10.64	11.81	12.98	13.99	14.47	14.22	13.34	12.21	11.00	10.02	9.53	12.00
n^{**}	4.72	5.60	6.74	7.88	9.85	12.03	11.88	11.36	10.79	8.10	6.24	4.70	8.32
T^{**}	6.9	8.8	12.8	18.0	24.8	31.2	34.7	33.8	28.6	21.6	13.3	8.6	20.3
$RH\%^{**}$	79	73	67	62	44	28	25	27	32	46	65	78	52.2
C^{**}	4.3	4.2	4.0	3.9	3.0	0.9	0.3	0.4	0.5	2.1	3.5	4.2	2.6
D^{**}	0.0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.0	0.2

المصدر :

- (*) العلاقات K_t , R_a , R_s , R_s/R_{s0} , n/N , N .

- (**) جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأمناء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة .