تحليل اتجاهات تغير السطوع الشمسي في محطتي البصرة وكربلاء للمدة(٢٠٠٩-٢٠١٠/٢٠١٩-٢٠٢٠) باستخدام معادلة مان كيندال *(Mann – Kendall)

Analysis of the trends of solar radiation change in Basra and Karbala stations for the period (2009-2010/2019-2020) by using the Mann-Kendall equation

Researcher: Lubna Hussein Damuk Al-Fartoosi
University of Basrah / College of Education for Human Sciences
E-mail: lapnahassen@gmail.com

Prof. Dr. Kadhim Abdul-Wahab Hassan Alasadi (PhD.)
University of Basrah / College of Education for Human Sciences
E-mail:kadhim.hosen@uobasrah.edu.iq

Abstract:

The Mann-Kendall equation was used to analyze the seasonal time series of solar brightness values at the Basra and Karbala climatic stations for the period (2009 - 2010 / 2019 - 2020). This test is one of the nonlinear tests widely used to verify the existence of a potential significance in the direction of the time series. The results showed a downward trend in both stations for the fall and winter seasons, while the results of an analysis of the change direction of the actual sun's brightness showed an upward trend in the summer and spring for both stations for the same time period.

Keywords: actual solar brightness, analysis of the trend of change, statistical significance.

Key words: actual solar brightness, Analysis of the change direction, Statistical, Mann – Kendall equation

تحليل اتجاهات تغير السطوع الشمسي في محطتي البصرة وكربلاء للمدة (٢٠٠٩ -٢٠١٠/٢٠١٩-٢٠٢٠) باستخدام معادلة مان كيندال *(Mann – Kendall)

الباحثة : لبنى حسين داموك الفرطوسي أ.د. كاظم عبد الوهاب حسن الاسدي
جامعة البصرة – كلية التربية للعلوم الإنسانية
E-mail : lapnahassen@gmail.com E-mail: kadhim.hosen@uobasrah.edu.iq

الملخص:

تم استخدام معادلة (Mann – Kendall) مان كيندال في تحليل السلاسل الزمنية الفصلية لقيم السطوع الشمسي الفعلي في محطتي البصرة وكربلاء المناخيتين للمدة (٢٠٠٩ – ٢٠١٠ / ٢٠١٩ – ٢٠٢٠) ، اذ يعد هذا الاختبار من الاختبارات اللا خطية المستعملة على نطاق واسع للتحقق من وجود معنوية محتملة في اتجاه السلسلة الزمنية ، اذ اظهرت النتائج اتجاه نحو الانخفاض في كلتا المحطتين لفصلي الخريف والشتاء ، بينما أظهرت نتائج تحليل لاتجاه التغير لسطوع الشمس الفعلي اتجاهاً نحو الارتفاع في فصلي الصيف والربيع لكلتا المحطتين وللمدة الزمنية نفسها .

الكلمات المفتاحية : السطوع الشمسي الفعلي ، تحليل اتجاه التغير ، الدلالة الإحصائية .

* بحث مستل من رسالة الماجستير الموسومة: **اثر المناخ في انتاج الطاقة الكهربائية وامكاناته في الاستثمار بالطاقة البديلة في محافظتي البصرة وكربلاء .**

اولاً : المقدمة :

يعد اختبار مان كيندال (Mann – Kendall) من الاختبارات الإحصائية المعلمية غير يستخدم لقياس بين متغيرين احصائيين ، وهو الفرق بين احتمالين هما اما ان تكون كل الأزواج منسجمة (موجب) او تكون متنافرة (سالب) . طبقت هذه المعادلة لتحليل اتجاه تغير السطوع الفعلي في محطتي البصرة وكربلاء للمدة (٢٠٠٩- ٢٠١٠ / ٢٠١٩ – ٢٠٢٠) بالاعتماد على بيانات السطوع الشمس الفعلي التي حصل عليها من دائرة الانواء الجوية العراقية ، طبق هذا الاختبار لكل فصل من فصول السنة كُلاً على حده لكلتا المحطتين لمعرفة اتجاه تغير السطوع الشمسي لكل فصل ، ومن خلال تطبيق هذه المعادلة وجد ان اتجاه تغير سطوع الشمس الفعلي في الفصل الحار يتجه نحو الارتفاع بسبب زيادة ساعات السطوع بينما يحدث العكس في الفصل البارد بسبب تناقص ساعات السطوع الشمسي ، وهذه الزيادة او النقصان في ساعات السطوع ستؤثر على كمية الطاقة الكهربائية المنتجة بوساطةالالواح الشمسية .

ثانياً : مشكلة الدراسة :

يدرس هذا البحث اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي ، فمن المعروف ان هذا العنصر يختلف من شهر لاخر ومن فصل لاخر لذلك يدرس هذا البحث اختلاف ذلك العنصر واتجاه تغيره في الفصول الأربعة .

ثالثاً : فرضية الدراسة :

تفترض الدراسة بإمكانية إنتاج الطاقة الكهربائية من الالواح الشمسية الا ان كمية انتاجها يتأثر بعدة عناصر مناخية التي منها ساعات السطوع الفعلي للشمس والتي هي الأخرى تتأثر بحركة الشمس الظاهرية والتي تختلف من شهر لاخر ومن فصل لاخر .

رابعاً : هدف الدراسة :

تهدف الدراسة الى معرفة اتجاه التغير الفصلي لسطوع الشمس الفعلي في محطتي البصرة وكربلاء من اجل استثمارها في انتاج الطاقة الكهربائية .

خامساً : مبررات البحث

جاءت هذه الدراسة لتحلل اتجاه تغير الاشعاع الشمسي في محطتي البصرة وكربلاء للدورة المناخية الصغرى (٢٠٠٩ – ٢٠١٠ / ٢٠١٩ – ٢٠٢٠) لمعرفة كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من الالواح

الشمسية ، باعتبارها طاقة نظيفة ومتجددة عكس الطاقة الكهربائية المنتجة بوساطةالوقود الاحفوري ، ولتعويض النقص الحاصل في إيصال الطاقة الكهربائية في المناطق البعيدة عن المناطق السكنية مثل المزارع الموجودة في اطراف محافظتي البصرة وكربلاء بهدف رفع المياه من الابار ، كما ان الكثير من دول العالم اخذت تتجه نحو استثمار هذا النوع من الطاقة والتي شهدت تطور هذه الطاقة والتوسع باستخدامها .

سادساً : حدود البحث :

١-**الحدود الزمانية** : تمتد الحدود الزمانية للدورة المناخية (٢٠٠٩/٢٠١٠ – ٢٠١٩/٢٠٢٠) ، تمثلت بالبيانات المناخية المسجلة لمحطتي البصرة وكربلاء .

٢-**الحدود المكانية** : تمتد الحدود المكانية للمحطتين في المحافظتين هما : البصرة التي تقع جنوب العراق وكربلاء التي تقع وسط العراق ، وهذا يعني ان المحطتين تقعان ضمن خطوط طول متباينة فيما بينها حيث تقع محطة البصرة على دائرة عرض (َ٣٠.٣١ °) شمالاً ، وخط طول (َ٤٧.٤٧ °) شرقاً ، اما محطة كربلاء فأنها تقع بين دائرتي عرض (َ ٣١.٤٥ ° وَ ٣٢.٤٥ °) ، وبين خطي طول (َ٣٤.١٥ ° وَ ٤٤.٣٠ °) شرقاً .

تحليل اتجاهات تغير الاشعاع الشمسي في محطتي الدراسة :

بما ان الدراسات المناخية تشمل سلاسل زمنية طويلة تعتمد على السجلات المناخية الطويلة التي تعاني من عدم تجانس البيانات المناخية أي ان البيانات تحتوي على أخطاء ومشكلات تؤثر على دقة نتائج التحليل والمعالجة ، قد ترجع اسبابه اما الى عوامل عامة غير مناخية مثل عدم مراعاة الدقة القياسية في المحطات مثل اختلاف التوقيت ونظام الرصد او نقل المحطات وتغيير مواقعها ، او قد تكون هناك عوامل خاصة مثل النمو الحضري حول المحطة (**حسان ، ٢٠١٣ ، ٣٩**) .

ويقصد بالسلسلة الزمنية احصائياً بانها سلسلة من المتغيرات العشوائية المعرفة في ضمن مجال الاحتماليات المتعددة المتغيرات، وتتكون من متغيرين هما متغير توضيحي يتمثل بالزمن والأخر متغير الاستجابة متمثل بقيمة الظاهرة المدروسة . ويمكن التعبير عنها رياضياً بالمعادلة التالية (**الطائي ، ٢٠٢١ ، ٤٣**):

$$Y=F(T).....(1)$$

اذ ان :

Y = قيمة الظاهرة

F = ثابت

T = الزمن

وتحليل السلاسل الزمنية ونمط سلوكها بهدف معرفة اتجاه وسلوك الظواهر في الماضي للتنبؤ بسلوكها المستقبلي الذي له أهمية في الكثير من المجالات العلمية مثل الدراسات البيئية والاعمال والاقتصاد وغيرها (**الطائي ، ٢٠٢١ ، ٤٣**) . وتتركب السلسلة الزمنية من عدة مركبات أهمها ما يلي :

١- **الاتجاه العام** : ويقصد به التحركات الصاعدة او الهابطة في مستوى السلسلة الزمنية على المدى الطويل نتيجة لتأثير عوامل ومؤثرات مستقلة (**الشعراوي ، ٢٠٠٥ ، ٤٣**) .

٢- **تقدير الاتجاه العام للتغير** : هناك عدة إحصائيات لتحليل السلاسل الزمنية واتجاهاتها العامة مثل طريقة المربعات الصغرى والتمهيد الاسي وغيرها من الاختبارات الحديثة التي تستخدم لدراسة التغيرات المناخية والهيدرولوجية على مستوى العالم ، تم اعتماد اختبار (Mann–Kendall trend test) وهو من أوسع واحدث الاختبارات الإحصائية المختص بتحليل السلاسل الزمنية واتجاهاتها العامة والتغيرات التي طرأت عليها عبر الزمن . يعتمد هذا الاختبار على وجود فرضيتين هما :

١- **فرضية العدم** : أي عدم وجود اتجاه للبيانات أي تكون البيانات مستقلة وتتبع توزيع عشوائي .

٢- **الفرضية البديلة** : وهي وجود اتجاه للبيانات عبر الزمن .

يتميز هذا الاختبار بانه لا معلمي أي لا يشترط التوزيع الطبيعي للبيانات ، اذ يفسر الاتجاه من خلال قيمة (S او Z) الناتجة من التحليل ، فاذا كانت قيمة أي منهما موجبة دل على وجود اتجاه موجب للسلسلة المدروسة ، اما اذا كانت سالبة فهذا يعني ان السلسلة الزمنية بالاتجاه السالب .

صمم العالم (مان كيندال) هذا الاختبار (اللابارامترية) لاختبار الاتجاه غير الخطي ونقطة التحول او التغير ويتم الكشف عن الاتجاه في السلاسل الزمنية تقدير التغير سواء كان موجباً أم سلبياً كما يوضح معنية الاتجاه المقدر، الا ان هذا الاختبار يكون معنوي الاتجاه موجباً اكثر دقة من الاتجاه السالب في السلاسل الزمنية أي أنهُ يقدر الاتجاه السالب لكن القيم المعنوية التي يعطيها لا تكون معبرة عن الواقع الحقيقي للاتجاه (**العزاوي ، ٢٠١٩ ، ٥٩**) .

والصيغة الرياضية لاختبار مان كيندال تكون على النحو الاتي [1]:

1) Arun Mondal ، Sananda Kundu , Anirban Mukhopadhyay, RAINFALL TREND ANALYSIS BY MANN-KENDALL TEST: A CASE STUDY OF NORTH-EASTERN PART OF CUTTACK DISTRICT, ORISSA , Department Of Water

$$.....(٢)S = \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=i+1}^{n} Sag(xj - xi)Sng(t) = \begin{cases} 1, for\ t > 0 \\ 0, for\ t = 0 \\ -1, for\ t < 0 \end{cases}$$

اذ ان :

(Xj – Xi) = القيم الشهرية او الفصلية او السنوية .

(ji) = السنوات على التوالي .

$$.....(٣)Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & , for\ S > 0 \\ 0 & , for\ S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{var(s)}} & , for\ S < 0 \end{cases}$$

اما قيمة (Z) التي تعد جزءاً من الاختبار فهي تعبر عن الاتجاه والدالة ، فتدل قيمته الموجبة او السالبة على وجد اتجاه بالزيادة او النقصان (أي انه اختبار ذو اتجاهين) وقد يكون الاختبار ثنائي الطرف في (a) على مستوى الدالة ترفض (H_0) اذا كانت ($Z > Z1-a/2$) لنحصل على قيمة ($Z-Z1-a/2$) من جداول التوزيع التراكمي المعياري، اختبار المستوى المعنوي من قيمة (p–value) التي يعطيها الاختبار مع مستوى المعنوية المحدد. يستخدم في الاختبار أربعة مستويات للثقة وهي (٠.٠٠١ ، ٠.٠١ ، ٠.٠٥ ، ٠.١٠)

تم تطبيق الطرق والوسائل الإحصائية السابقة على بيانات السطوع الشمسي الفعلي اذ تم تحليل اتجاه التغير فصلياً (الخريف والشتاء والربيع والصيف) كلاً على حده من اجل التوصل الى المحصلة النهائية للاتجاه وتغير هذا العنصر المناخي .

تحليل اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي في محطتي البحث :

أ- تحليل اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي في محطة البصرة :

يتضح من نتائج اختبار مان كيندال (Mann–Kendall) لاتجاه تغير عنصر السطوع الشمسي الفعلي لمحطة البصرة (حي الحسين) بكونها تتجه للتناقص التدريجي .

Resources Development & Management, Indian Institute Of Technology, Roorkee , India , college of Oceanographic Studies, , Jadavpur University, Kolkata , Author for Correspondence , · January 2012 , p. 72 .

ومن خلال جدول (١) يمكن توضيح التباين الفصلي لمدة الدراسة في محطة البصرة كما يلي :

ب- اتجاه التغير لفصل الخريف :

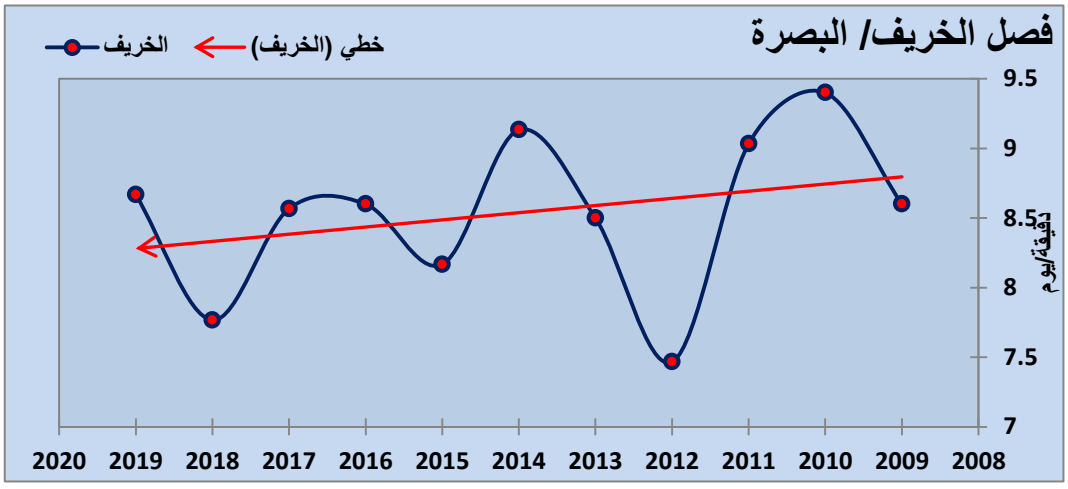
تظهر نتائج تحليل اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الخريف ان قيم السطوع الشمسي الفعلي قد سجلت اتجاهاً نحو الانخفاض كما في شكل (١) اذ بلغ معامل اتجاه الفصل (-٠.٠٦٧) مقدار تغير (-٠.١٨٣) دقيقة /اليوم وهذا التغير ذو دلاله إحصائية غير معنوية .

جدول (١) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي (دقيقة/يوم) في محطة البصرة (حي الحسين) للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

الفصول	معطيات اختبار مان كاندال (Mann-Kendall) للسطوع الشمسي الفعلي لمحطة البصرة (حي الحسين)			
	معامل الاتجاه	التغير لمدة الدراسة	القيمة الاحتمالية	المعنوية
الخريف	-0.067	-0.183	0.482	-
الشتاء	-0.167	-0.564	0.017	**
الربيع	0.054	0.236	0.359	-
الصيف	0.138	0.367	0.138	-
	*** معنوي عند ٠.٠٠١	** معنوي عند ٠.٠١	* معنوي عند ٠.٠٥	+ معنوي عند ٠.١٠
				- غير معنوي

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على ملحق (١) وباستخدام البرنامج الاحصائي Xlstat.

شكل (١)) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الخريف في محطة البصرة (حي الحسين) للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

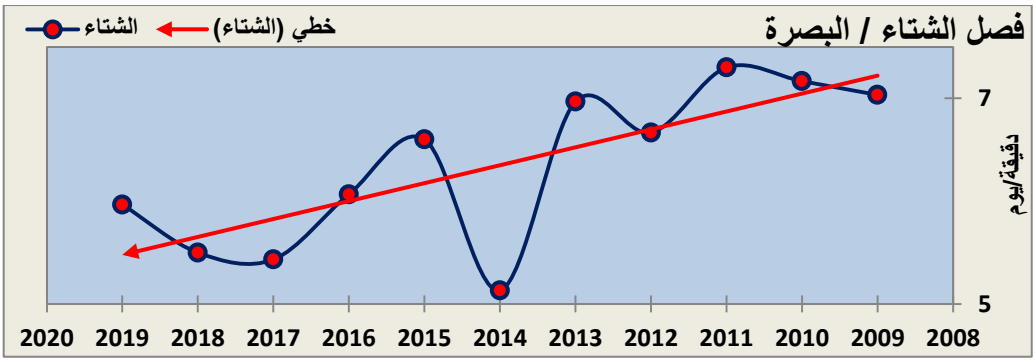


المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١) وباستخدام البرنامج الاحصائي Xlstat.

٢- اتجاه التغير لفصل الشتاء :

من خلال مخرجات مان كيندال وشكل (٢) سجل اتجاه تغير قيم السطوع الشمسي الفعلي انخفاضاً ، اذ بلغ معامل الاتجاه (-٠.١٦٧) دقيقة /اليوم ، وبلغ مقدار التغير (-٠.٥٦٤) ساعة /اليوم ويعد هذا التغير ذا دلالة إحصائية مقبولة عند مستوى معنوي للثقة (٠.٠١) .

شكل(٢) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الشتاء في محطة البصرة (حي الحسين) للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

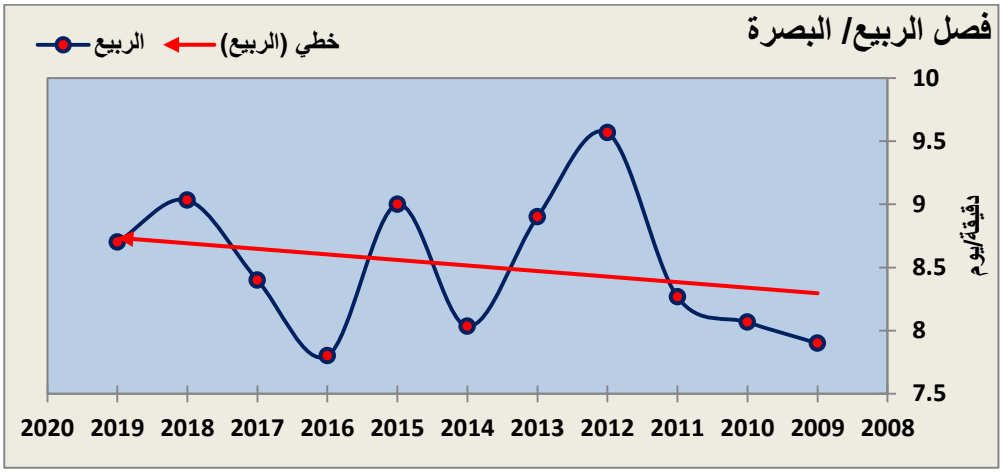


المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١) وباستخدام البرنامج الاحصائي xlstat

٣- اتجاه التغير لفصل الربيع :

يتضح من خلال مخرجات اختبار مان كيندال وشكل (٣) ان قيم السطوع الشمسي الفعلي لفصل الربيع قد سجلت اتجاها نحو التزايد ، اذ بلغ معامل الاتجاه (٠.٠٥٤) دقيقة / اليوم ، وبلغ مقدار تغيره (٠.٣٥٩) دقيقة / اليوم ويعد هذا التغير ذا دلالة إحصائية غير معنوية .

شكل (٣) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الربيع في محطة البصرة (حي الحسين) للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

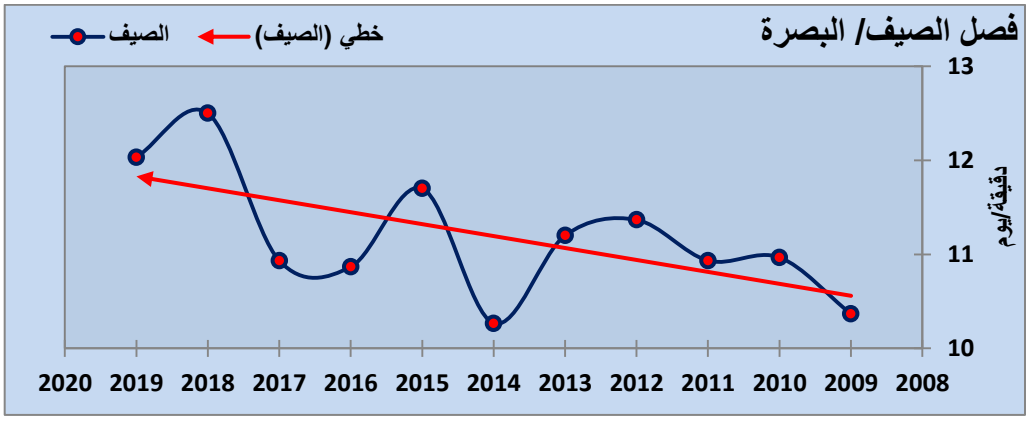


المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول(١) وباستخدام البرنامج الاحصائي xlstat

٤- اتجاه التغير لفصل الصيف :

أظهرت نتائج تحليل اختبار مان كيندال ان قيم السطوع الشمسي الفعلي سجلت اتجاهاً عاماً نحو التزايد اذ بلغ معامل الاتجاه (٠.١٣٨) دقيقة / اليوم في حين كان مقدار التغير قد بلغ (٠.١٣٨) ، الا انه لم يسجل دلالة إحصائية كما موضح في شكل (٤).

شكل (٤) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الصيف في محطة البصرة (حي الحسين) للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١) وباستخدام البرنامج الاحصائي xlstat

ب- تحليل اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي في محطة كربلاء :

اتضح من جدول (٢) ما يلي

١- اتجاه التغير لفصل الخريف

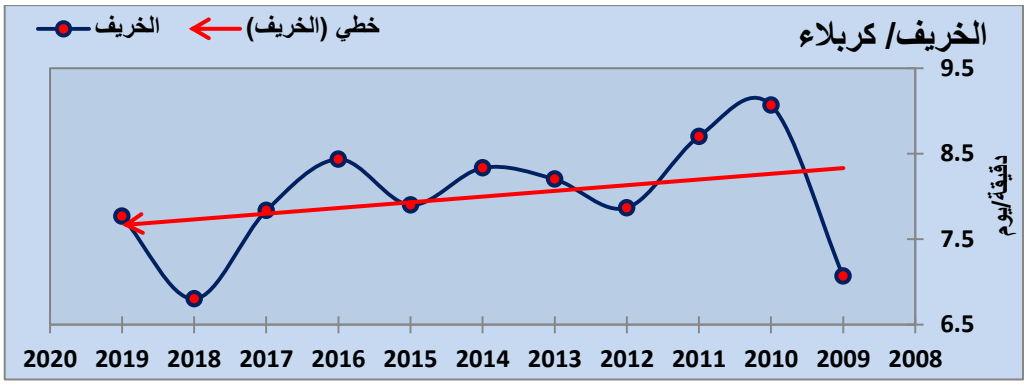
ظهرت نتائج تحليل اختبار مان كيندال وشكل (٥) ان قيم السطوع الشمس الفعلي قد سجلت اتجاهاً نحو الانخفاض ، اذ بلغ معامل الاتجاه (-٠.١٠٦) دقيقة / اليوم ، بمقدار تغير بلغ (٠.١٦٥) دقيقة / اليوم ، الا انه سجل دلالة إحصائية غير معنوية .

جدول (٢) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي (دقيقة/يوم) في محطة كربلاء للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

الفصول	معطيات اختبار مان كاندال (Mann-Kendall) للسطوع الشمسي الفعلي لمحطة كربلاء			
	معامل الاتجاه	التغير لمدة الدراسة	القيمة الاحتمالية	المعنوية
الخريف	-0.106	-0.345	0.165	-
الشتاء	-0.038	-0.127	0.648	-
الربيع	0.057	0.315	0.210	-
الصيف	0.096	0.745	0.001	**
	*** معنوي عند ٠.٠٠١	** معنوي عند ٠.٠١	* معنوي عند ٠.٠٥	+ معنوي عند ٠.١٠
				- غير معنوي

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على ملحق (٢) باستخدام برنامج xlstat .

شكل (٥) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الخريف في محطة كربلاء للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

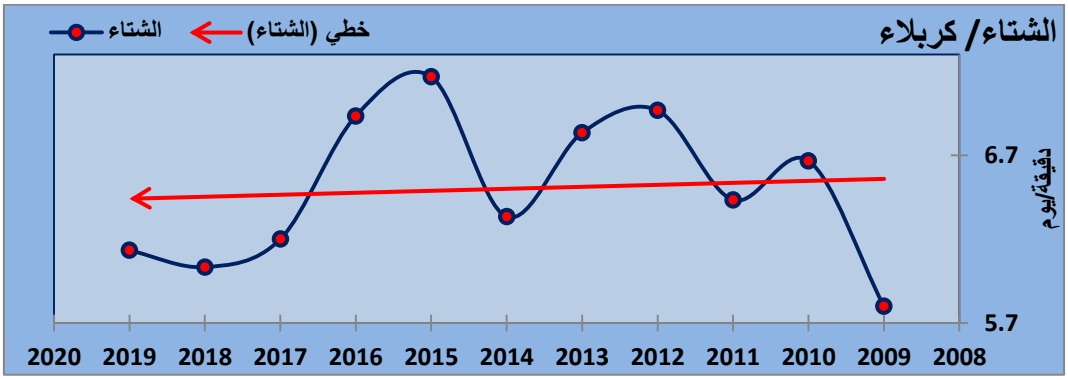


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٢) باستخدام برنامج xlstat

٢- اتجاه التغير لفصل الشتاء:

من خلال تحليل مخرجات اختبار مان كيندال وشكل (٦) يتبين ان قيم السطوع الشمس الفعلي سجلت اتجاه تغير نحو الانخفاض ، اذ بلغ معامل اتجاه (٠.٠٣٨-) دقيقة/اليوم وبلغ مقدار تغيره (٠.٦٤٨) دقيقة/اليوم ، بدون دلالة إحصائية .

شكل (٦) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الشتاء في محطة كربلاء للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

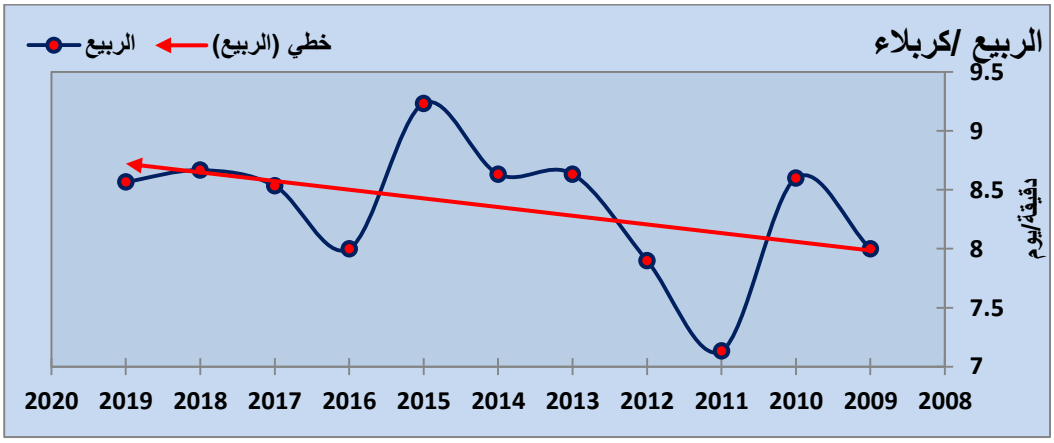


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٢) باستخدام برنامج xlstat

٣- اتجاه التغير لفصل الربيع :

أظهرت نتائج تحليل اختبار مان كيندال ان قيم السطوع الشمسي الفعلي سجلت اتجاهاً عاماً نحو التزايد اذ بلغ معامل الاتجاه (٠.٠٥٧) دقيقة / اليوم في حين كان مقدار التغير قد بلغ (٠.٢١٠) ،وهو ذو دلالة إحصائية غير معنوية شكل (٧) .

شكل (٧) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الربيع في محطة كربلاء
للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)

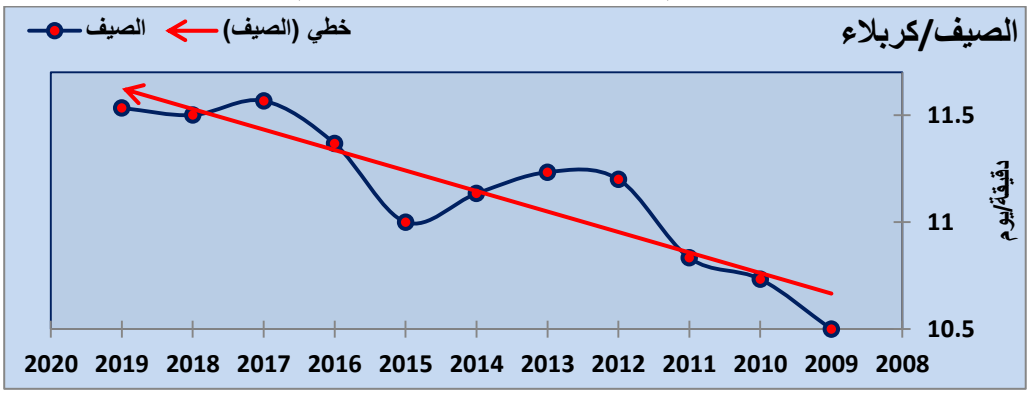


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٢) باستخدام برنامج xlstat

٤-اتجاه **التغير لفصل الصيف** :

يتضح من خلال نتائج اختبار مان كيندال وشكل (٨) ان قيم السطوع الشمسي الفعلي سجلت اتجاهاً عاماً نحو التزايد اذ بلغ معامل الاتجاه (٠.٠٩٦) دقيقة / اليوم في حين كان مقدار التغير قد بلغ (٠.٠٠١) ، وهو ذو دلالة إحصائية مقبولة عند مستوى معنوي الثقة (٠.٠١) .

شكل (٨) اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي لفصل الصيف في محطة كربلاء
للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٠ / ٢٠١٩ -٢٠٢٠)



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٢) باستخدام برنامج xlstat

النتائج :

١- ظهر اتجاه تغير السطوع الفعلي لمحطتي البصرة كربلاء انخفاض بلغ في المحطة الأولى (-٠.١٨٣) بينما بلغ في المحطة الثانية (-٠.١٠٦) وكلاهما ظهرا بدون دلالة معنوية .

٢- يتضح ان اتجاه تغير السطوع الشمسي في محطتي البحث تتجه نحو الانخفاض في فصل الشتاء ففي محطة البصرة سجل اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي دلالة إحصائية مقبولة عند المستوى المعنوي للثقة (٠.٠١) بمقدار تغير بلغ (-٠.٥٦٤) . بينما ظهرت محافظة كربلاء بدون دلالة معنوية اذ بلغ مقدار تغيرها (٠.٦٤٨) .

٣- سجل فصل الربيع اتجاه تغير نحو الارتفاع بمقدار (٠.٢٣٦) بدلالة إحصائية غير معنوية في محطة البصرة و(٠.٧٤٥) في محطة كربلاء بدلالة إحصائية غير معنوية .

٤- يلاحظ ان اتجاه تغير السطوع الشمسي الفعلي في المحطتين يتجه نحو الارتفاع خلال فصل الصيف ففي محطة البصرة سجل مقدار (٠.١٣٨) دقيقة / اليوم ، اما محطة كربلاء فبلغ معامل الاتجاه فيها (٠.٠٩٦) دقيقة / اليوم بدلالة إحصائية مقبولة عند مستوى معنوي للثقة (٠.٠١) .

الملاحق

ملحق (١) المعدل الشهري لعدد ساعات السطوع الفعلي (ساعة/اليوم) لمحطة البصرة (حي الحسين) ومقدار تغيرها للمدة (٢٠٠٩/٢٠١٠ – ٢٠١٩/٢٠٢٠)

الشهر / المواسم	ايلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
2010-2009	11.4	8.1	6.3	7.5	7.0	6.6	7.5	8.0	8.2	10.1	10.5	10.5
2011-2010	10.0	9.0	9.2	7.7	7.0	6.8	8.4	6.8	9.0	10.5	11.0	11.4
2012-2011	11.0	9.2	6.9	8.5	7.0	6.4	8.2	8.3	8.3	11.4	11.0	10.4
2013-2012	8.2	8.2	6.0	5.9	5.8	8.3	8.6	9.4	10.7	12.0	11.2	10.9
2014-2013	10.4	8.7	6.4	7.2	6.4	7.3	8.4	8.8	9.5	11.2	11.8	10.6
2015-2014	11.6	8.2	7.6	4.8	4.4	6.2	7.8	7.8	8.5	9.5	10.7	10.6
2016-2015	9.3	7.9	7.3	5.2	6.5	8.1	7.5	9.3	10.2	10.4	12.9	11.8
2017-2016	10.2	8.6	7.0	4.3	6.0	7.9	6.8	7.1	9.5	10.7	10.7	11.2
2018-2017	10.0	8.9	6.8	4.4	5.4	6.5	9.2	7.6	8.4	9.6	11.0	12.2
2019-2018	10.0	8.3	5.0	5.1	4.5	6.9	7.6	9.0	10.5	13.0	12.4	12.1
2020-2019	10.6	7.9	7.5	6.3	4.9	6.7	8.4	8.3	9.4	12.3	11.7	12.1
المعدل	10.2	8.5	6.9	١.6	5.9	7.1	8.1	8.2	9.3	10.9	11.3	10.2

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بغداد ، بيانات غير منشورة .

ملحق (٢) المعدل الشهري لعدد ساعات السطوع الفعلي (ساعة/اليوم) لمحطة كربلاء ومقدار تغيرها للمدة (٢٠٠٩/٢٠١٠ – ٢٠١٩/٢٠٢٠)

الشهر / المواسم	ايلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
2010-2009	8.7	6.7	5.8	5.3	6.7	5.4	6.2	8.2	9.6	10.6	10.6	10.3
2011-2010	9.3	9.0	8.9	6.6	5.8	7.6	8.8	8.1	8.9	10.2	10.9	11.1
2012-2011	10.0	8.3	7.8	6.9	6.4	6.0	6.6	8.2	6.6	10.4	11.2	10.9
2013-2012	10.4	7.2	6.0	6.7	6.5	7.7	7.5	9.3	6.9	11.1	11.4	11.1
2014-2013	10.6	8.9	5.1	6.9	5.4	8.2	8.1	8.6	9.2	10.7	11.8	11.2
2015-2014	10.3	7.5	7.2	6.3	5.9	6.8	8.7	10.2	7.0	11.2	11.5	10.7
2016-2015	11.2	6.5	6.0	6.6	7.0	7.9	8.3	9.3	10.1	11.0	11.5	10.5
2017-2016	10.1	7.9	7.3	5.6	6.8	8.4	7.0	7.1	9.9	11.7	11.2	11.2
2018-2017	9.0	8.3	6.2	6.9	6.7	5.0	7.8	8.2	9.6	11.5	11.8	11.4
2019-2018	9.7	5.8	4.9	5.2	6.1	6.8	7.6	8.8	9.6	11.5	12.1	10.9
2020-2019	9.7	6.5	7.1	6.0	6.5	5.9	7.7	8.5	9.5	11.6	11.9	11.1
المعدل	9.9	7.5	6.6	6.3	6.4	6.9	7.7	8.6	8.8	11.1	11.4	10.9

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

المصادر :

١-حسان ، وليد عباس عبد الراضي، الحرارة في مجمع القاهرة الحضري دراسة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة عين الشمس ، ٢٠١٣ ،

٢-الشعراوي ، سمير مصطفى ، مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية ، جامعة الملك عبد العزيز الطبعة الأولى ، الرياض ،٢٠٠٥.

٣-الطائي ، نهى تركي حمد ، تغير الاشعاع الشمسي واثره على انتاج الطاقة الكهربائية في محطتي بغداد والموصل المناخيتين ، رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة تكريت .

٤-العزاوي ، عمار مجيد مطلك ، تحليل اثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة موجات الجفاف في العراق ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة تكريت ، ٢٠١٩ .

٥-جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للنقل الجوي والرصد الزلزالي .

6- Arun Mondal ، Sananda Kundu , Anirban Mukhopadhyay, RAINFALL TREND ANALYSIS BY MANN-KENDALL TEST: A CASE STUDY OF NORTH-EASTERN PART OF CUTTACK DISTRICT, ORISSA , Department Of Water Resources Development & Management, Indian Institute Of Technology, Roorkee , India , college of Oceanographic Studies, , Jadavpur University, Kolkata , Author for Correspondence ، January 2012.