إستخدام نماذج بوكس - جينكنز للتنبؤ بكميات الاشعاع الشمسي في العراق للمدة (1996-2018) - دراسة تطبيقية محوسبة[1]

الأستاذ المساعد
خديجة عبد الزهرة الناصر
كلية الاداب – جامعة البصرة

المدرس الدكتور
احمد جاسم الحسان
كلية التربية للبنات– جامعة البصرة

1. المستخلص :

تناول البحث تحليلاً للسلاسل الزمنية لعنصر الاشعاع الشمسي إذ شملت الدراسة ست محطات مناخية هي(الموصل ، كركوك ، بغداد ، الرطبه ، الناصرية ، البصرة) وللمدة من (1971 - 1995) والتنبؤ بأتجاه الاشعاع الشمسي لغاية 2018 . اعتمدت الدراسة نماذج "بوكس - جينكنز" في تحليل السلاسل الزمنية الشهرية والسنوية اذ تم اختيار النموذج ARIMA وبدرجات مختلفة للتنبوء بكميات الاشعاع الشمسي ولمدة (23) سنة لغاية عام 2018 ، اذ يعزى اختلاف درجات النموذج التنبؤي الى اختلاف اطوال السلاسل الزمنية وموقع المحطة المناخية فضلاً عن ذلك استخدمت طريقة التحليل التوافقي لحساب دورية السلاسل الزمنية السنوية للاشعاع الشمسي والتي تراوحت بين (9 - 11) سنة .

وعند اجراء التطبيق حسب خطوات الخوارزمية المعتمدة في اختيار نموذج التنبوء المتوافق مع طبيعة البيانات المتوفرة ، اظهرت الدراسة النتائج التالية :

1. وجود اتجاه واضح لأ نخفاض كميات الاشعاع الشمسي شهرياً للاشهر (كانون الثاني ونيسان وتموز وتشرين الاول) وسنوياً ولكافة محطات الدراسة .
2. إن هناك تناقص واضح في كميات معدلات الإشعاع الشمسي السنوية في محطات الدراسة.
3. سجلت كميات الاشعاع الشمسي معدلات تغير سالبة للقيم الفعلية والتنبؤية في محطات الدراسة كافة ، مما يشير إلى اتجاه واضح نحو العتمة المناخية في العراق .

2. المقدمة :

يعد الاشعاع الشمسي Solar Radiation المصدر الاساسي للطاقة في الغلاف الجوي ، فهو اساس الطاقة المسؤولة عن كافة الفعاليات الجوية والاضطرابات التي تحدث في طبقة التربوسفير والتي بدورها تعد عاملاً اساسياً في تبادل وتوزيع الطاقة الحرارية بين العروض المدارية

[1] **البحث منشور في مجلة البحوث الجغرافية العدد 18 / كلية التربية للبنات – جامعة الكوفة – 2013**

والعروض العليا ، وان الاختلافات الحاصلة في الخص ائص الطقسية والمناخية بين الفصول والعروض مردها الاساس للاختلافات الحاصلة في كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى دوائر العرض الى المختلفة . وإن جميع هذه التغيرات تؤدي إلى احداث الحركة المستمرة للغلاف الجوي أضافة إلى إن تغيرات كميات الاشعاع الشمسي كانت احد اسباب التبدلات المناخية التي طرأت على الكرة الارضية عبر العصور لذا جاءت هذه الدراسة لتحديد الاتجاه العام للاشعاع الشمسي في العراق من خلال دراسة السلاسل الزمنية لهذا العنصر ومعرفة التغيرات الشهرية والسنوية الحاصلة فيه .

3. هدف البحث :

يهدف البحث إلى دراسة وتحليل السلاسل الزمنية للإشعاع الشمسي في ستة محطات مناخية مختارة في العراق وهي (الموصل وكركوك وبغداد والرطبة والناصرية والبصرة) للمدة من (1971 - 1995) * واختيار نموذج للتنبوء يتناسب مع طبيعة البيانات المتوفرة لغاية عام 2018 ، مع دراسة مركبات السلاسل الزمنية لتحديد اتجاه ها واحتساب مقدار تغيرها .

4. مشكلة البحث

ان التغيرات المناخية تركت بصمتها على جميع عناصر وظواهر المنظومة المناخية والناجمة عن تغير تركيبة الغلاف الجوي للكرة الأرضية ، والتي انعكست بدورها على تغير خصائص الإشعاع الشمسي فضلاً عن تأثير ها الواضح على خصائص المنظومة المناخية للأرض والتي قد تترك آثاراً كارثية على المحيط الحيوي لها .

5. فرضية البحث :

ان التغيرات التي طرأت على تركيبة الغلاف الجوي ك ان لها انعكاس واضح في تحديد اتجاه مسار العديد من العناصر المناخية ومنها الاشعاع الشمسي .

6. حدود منطقة الدراسة :

يقع العراق بين دائرتي عرض (29.50°-َ37.23°) شمالاً وقوسي طول (38.45° - َ48.45°) شرقاً ويقع الى شمال المنطقة المدراية الشمالية التي تتعامد عليها اشعة الشمس م رة واحدة خلال العام ، أضافة إلى أن العراق يقع تحت تأثير منظومة الضغط العالي المدراي صيفاً مما يساعد على صفاء السماء لأغلب أشهر السنة وقلة ظاهرة التكاثف ، مما أثر وصول اكبر كمية من

* لم يستطع الباحثان الحصول على بيانات للاشعاع الشمسي في العراق قبل 1971 .

الاشعاع الشمسي حيث يقدر ما يصل إلى سطح الارض من طاقة شمسية على كم^2 الواحد ب(200 مليون كيلو واط /سنة) وهي كمية كبيرة من الطاقة الشمسية والتي تصلح للعديد من الاستخدامات (مصطفى ، 2005 ، ص1) . والجدول (1) يوضح احداثيات ا لمحطات المعتمدة في الدراسة والخريطة (1) توزيعها الجغرافي .

جدول (1)

المواقع الاحداثية لمحطات الدراسة

المحطة	دائرة العرض	قوس الطول	الارتفاع /م
الموصل	°36.19´	°43.19´	223
كركوك	°35.28´	°44.24´	331
بغداد	°33.18´	°44.24´	31.7
الرطبة	33.02´	°40.28´	630
الناصرية	31.01´	°46.14´	5
البصرة	30.31´	°47.47´	2

المصدر : الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية ، احداثيات المحطات المناخية في العراق . بغداد 2007 .

7. المصطلحات الواردة بالبحث

التنبؤ Forecasting : يقصد بالتنبؤ هو التوقع بسلوك ظاهرة معينة في المستقبل استناداً الى دراسة وتحليل هذه الظاهرة في فترة زمنية سابقة .(حسين ، 2003 ،ص13) .

السلاسل الزمنية Time series : هو مجموعة من المشاهدات المعتمدة والمولدة بالتعاقب لظاهرة على وفق ترتيب او تسلسل زمني معين (العارضي ، 2000، ص12) .

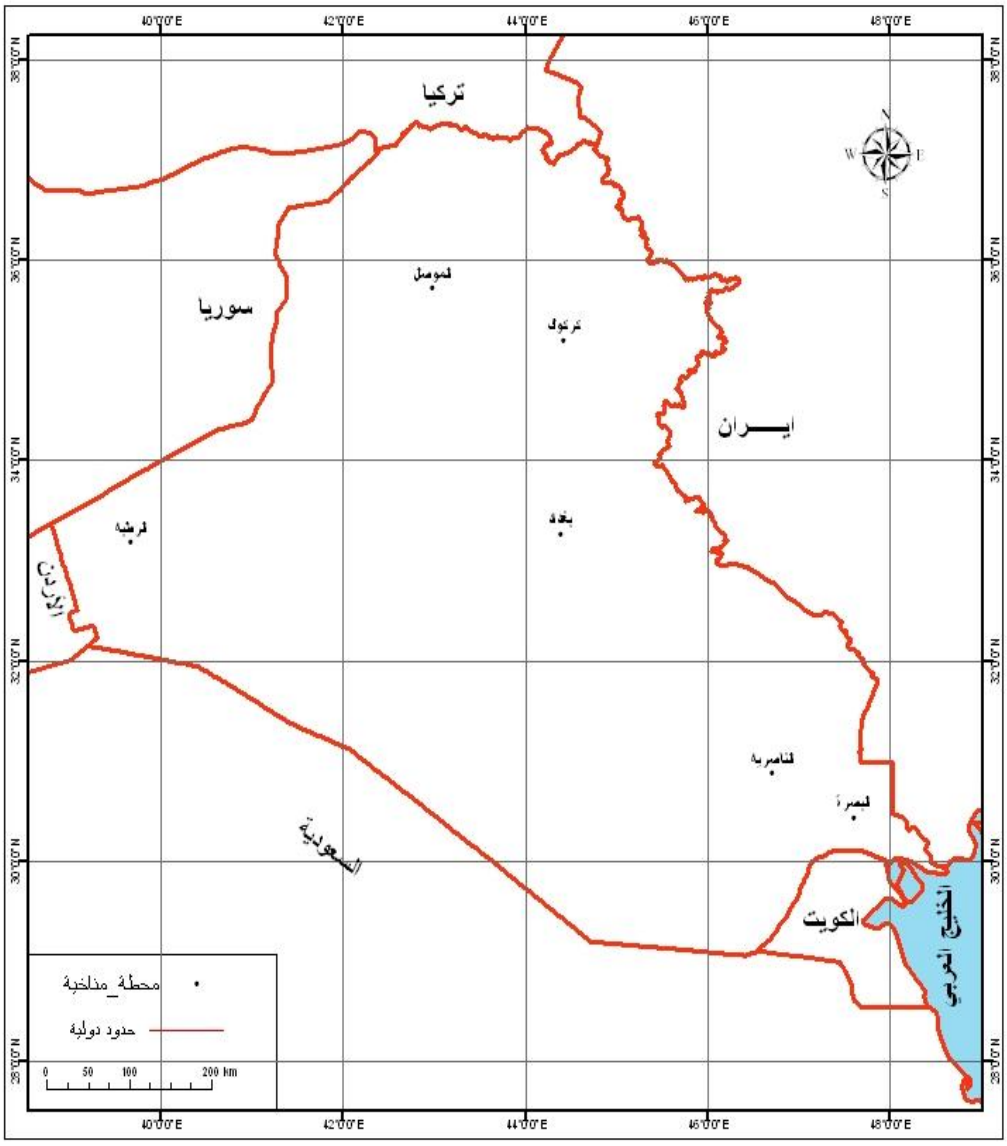
الاتجاه Trend : هو الزيادة او النقصان التدريجي في قيمة السلسلة الزمنية بمرور الزمن (الخالدي 2002 ، ص15) . كما يعرف الاتجاه وفقا للمفهوم المناخي : انه مسار احوال المناخ او اي عنصر من عناصره خلال السنة او عدد من السنين (محمد ، 1981 ، ص16) .

الدورية cycle: اية اشارة تظهر متكرر بانتظام يمكن وصفها موجة الجيب (العارضي ، مصدر سابق ، ص19) .

التشويش Randomize : التباين الموجود ضمن الاتجاه مقارنة بالتباين الموجود ضمن الفترة الزمنية (العرود ، 2000 ، ص72) .

خريطة (1)

التوزيع الجغرافي للمحطات المناخية المعتمدة في الدراسة



المصدر :

1.الهيئة العامة للمساحة ، خارطة العراق الادارية مقياس (500000 : 1) لسنة 2007 ، بغداد .

2. جدول (1) .

8. آلية العمل لاختيار النموذج المعتمد في التنبؤ

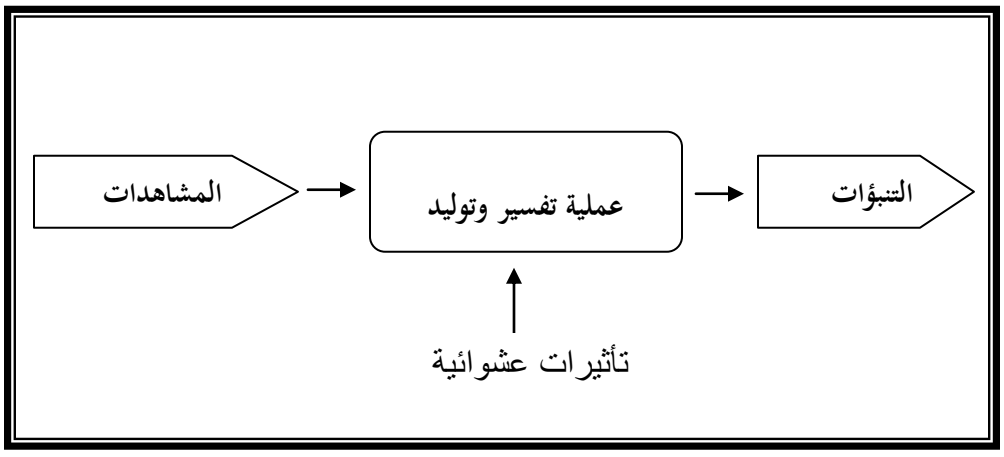
يقصد بالتنبؤ هو التوقع بسلوك ظاهرة معينة في المستقبل استناداً الى دراسة وتحليل هذه الظاهرة في فترة زمنية سابقة . ان الجزء الاساس في عملية التنبؤ هو وجود نموذج مستقر يتخذ شكلاً معيناً قد يكون ذا طبيعة رياضية صرفة او احصائية او كليهما معاً .

يعد الباحثان (Box و Jenkins) اول من قاما بتطوير مفهوم التنبؤ بالسلاسل الزمنية عام 1971 ، اذ وضعا كيفية استخدام نماذج تنبؤية عامة وطرائق كفوءة لحسابها . وتعد طريقة (الانحدار الذاتي و الاوساط المتحركة Auto Regressive Integrated Moving Average والتي يرمز لها اختصاراً (A R I M A) من اكثر الطرائق كفاءة للتنبؤ مع مختلف انواع السلاسل الزمنية لعموميته ولمقدرته على معالجة سلاسل زمنية تحتوي على انماط مختلفة من البيانات (الاتجاه العام ، الموسمية ، الدورية ، العشوائية) (حسين ، 2003 ، ص24) .

تعتمد السلسلة الزمنية كنموذج تنبؤي كونها تتميز بعدم وجود محاولة لربط متغير السلسلة بمتغيرات اخرى أي بمعنى آخر ان عملية التنبؤ هنا عبارة عن تفسير المدخلات (المشاهدات) وتوليد المخرجات (التنبؤات) اذ يتم تفسير سلوك المتغير في الماضي من خلال موقعه ضمن فترة زمنية محددة ثم حساب التنبؤ بقيمه المستقبلية ، شكل (1) . وهذا ما سيتم الاعتماد عليه في البحث الحالي كون بيانات الدراسة توفرت بشكل سلاسل زمنية للفترة (1971-1995) . فضلاً عن ذلك اختيرت نماذج السلاسل الزمنية في آلية التنبؤ ، كونها تتميز بعدم وجود علاقة من نوع (سبب واثر)(الوردي ، 1990 ، ص345) وهذا يتناسب تماماً مع هدف البحث الحالي .

شكل (1)

نموذج السلسلة الزمنية المعتمد للتنبؤ المستقبلي



هناك نماذج تنبؤية عديدة لهوكس - جينكز اختير منها **النموذج الموسمي المضاعف** بعد ان تبين انه اكثر ملائمة من بقية النماذج كونه أعطى نتائج قريبة لنمط البيانات الاصلية وذلك لوجود نمط الدورية في البيانات والتي كانت اساساً في اختيار درجة النموذج التنبؤي الملائم ، فقد تفاوتت قيمها بين (9 و 11) وحسب السلاسل الزمنية للاشهر ومواقع المحطات المناخية المدروسة .

يستخدم هذا النموذج للسلاسل الزمنية التي لأرتباطاتها الذاتية قي م غير الصفر ، بعد اخذ الفرق (d) ولفترات زمنية تمثل طول الدورية قد تكون (1, 11 , 12, 13, 15) (Harrvy , 1981,p.12) .

يكتب النموذج بالصيغة التالية :

$$\varphi_p(B)\,\Phi_p(B^s)\,\nabla^d\,\nabla_s^D\,Y_t = \theta_q(B)\,\Theta_Q(B^s)\,a_t \qquad (1)$$

وبعد اخذ الفرق (d) تكتب بالشكل التالي :

$$\varphi_p(B)\,\Phi_p(B^s)\quad w_t = \theta_q(B)\,\Theta_Q(B^s)\quad a_t \qquad (2)$$

حيث ان :

∇ : عامل الفروقات الخلفية Back Ward Differences Operator

B : عامل الأرتداد الخلفي Back Shift Operator

Y_t : قيمة المتغير المعتمد (قيمة المشاهدة) في الزمن (t).

a_t : هي الاخطاء العشوائية للمشاهدات المعتمدة في الزمن t .

S : تمثل طول الموسم أي قيمة الدورية .

w_t : قيمة المتغير المعتمد (قيمة المشاهدة) بعد اخذ الفرق d في الزمن (t).

Φ ، φ ، θ ، Θ : تمثل معالم النموذج .

ويرمز لهذا النموذج بـ $ARIMA\ (p , d , q) \times (P , D , Q)_s$

9. المعايير الاحصائية المستخدمة (Box and Jenkins, 1976,p.315)

للتأكد من صحة درجة النموذج التنبؤي المقدر تم اعتماد مجموعة من المعايير الاحصائية وهي :

أ - **معدل مجموع مربعات الاخطاء MSE :** يتم اختبار الإنموذج المقدر الذي يكون مجموع مربعات الخطأ فيه SSE أو متوسط مجموع مربعات الخطأ فيه MSE أقل ما يمكن . ويمكن حسابه بالمعادلة التالية :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n-k} \qquad (3)$$

حيث ان :

t : الزمن .
k : عدد المعلمات المقدرة .
e : مقدار الخطأ .
n : عدد المشاهدات .

ب- اختبار حدي الثقة :

يعد من أهم المعايير الأحصائية التي تستخدم لأختبار النموذج المشخص ، اذ انه من المعروف ان الارتباطات الذاتية للبواقي تتبع التوزيع الطبيعي بوسط صفر وتباين 1/n ومستقلة بعضها عن بعض . وعلى هذا الاساس يتم تقدير الحدين الادنى والاعلى للارتباطات الذاتي بأحتمال (95%) وكالتالي :

$$-1.96\,(1/\sqrt{n}) < (P_k\ e_t) < +1.96\,(1/\sqrt{n}) \qquad (4)$$

حيث ان :

P_k : معاملات دوال الارتباط الذاتي .

e_t : الاخطاء (البواقي)

n : عدد المشاهدات .

فاذا كانت قيم $P_k\ e_t$ واقعة ضمن حدود الثقة بأحتمال (95%) ، فهذا يعني ان البواقي عشوائية وبالتالي الانموذج المشخص ملائم وكفوء لأتمام عملية التنبؤ المستقبلي .

ج – معامل التحديد R^2 :

من المعايير الاحصائية المهمة التي تم اعتمادها في اختبار الإنموذج المقدر هو R^2 والذي من خلاله تم معرفة مدى تطابق الإنموذج المختار مع البيانات الأصلية . يحسب معامل التحديد من المعادلة التالية :

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n} \hat{Y}^2}{\sum_{t=1}^{n} Y^2} \qquad (5)$$

حيث ان :
n : عدد المشاهدات للسلسلة الزمنية .
t : الزمن
$\hat{Y}$: القيم التنبؤية
Y : القيم الفعلية

10. احتساب مقدار التغير واتجاه السلسلة الزمنية

تم اعتماد طريقة الاوساط المتحركة (الاسدي والناصر ، 2005 ، ص380) لبيانات السلاسل الزمنية لمعرفة مقدار التغير في كميات الاشعاع الشمسي في محطات الدراسة والتي تحسب من المعادلات التالية:

$$S_1^{'} = \frac{\sum_{i=t}^{t-N=1} X_t}{N} \qquad (6)$$

حيث ان :

t : الفترة الزمنية للمشاهدة ، x : المشاهدة في الزمن t ، N : حجم العينة المدروسة .

$$S_1^{''} = \frac{\sum_{i=t}^{t-N+1} S_t^{'}}{N} \qquad (7)$$

حيث ان : S' : الاوساط المتحركة الاحادية ، S" : الاوساط المتحركة المضاعفة .

اما اتجاه السلاسل الزمنية يحسب بالمعادلة التالية (OM/IE , 2004) :

$$b_t = \frac{2}{N-1}(S_t^{'} - S_t^{''}) \qquad (8)$$

11. خوارزمية التحليل

ومن الممكن توضيح خطوات آلية العمل بالخوارزمية (1) ، وهي :

```
Algorithm Radiation Forecasting
    Begin
        Open File "month"
        Read time series data
        Do while data is not stationary
            Transfer the data to stationary by method of
            differencing
        End do
        Compute the Autocorrelation function (ACF)
        Draw (ACF)s
        If  (ACFs nearest to zero) then
            Write "the model is ARIMA"
        Else
            Choose another model
        Endif
        Initialization P,d,s
        If   Model is not suitable
          begin
            Repeat
              Read p,q
              Compute mean Sum of Square Errors (Mse)
              Untile Mse is Minimze
              Compute Parameters for model
          else
              Testing the model by compute statistical criteria
              Compute fore casting
          endif
    End
```

خوارزمية (1) : تحديد رتبة النموذج التنبؤي المعتمد واختبار المعايير الإحصائية المستخدمة

12. التطبيق

نظراً لطبيعة البيانات المتوفرة لكميات الاشعاع الشمسي في محطات الدراسة بشكل سلاسل زمنية متباينة الاطوال ، اذ تراوحت اطوالها ما بين (17 – 25) ، لذا طبقت الاجراءات على (30) سلسلة زمنية متباينة الاطوال ، حيث يقاس طول السلسلة الزمنية بعدد سنواتها كونها سلاسل زمنية شهرية (الخالدي ، 2000 ، ص40) ، وذلك لمعرفة خصائص السلسلة الزمنية (الاتجاه العام ، الدورية) فعند دراسة خصائص أي سلسلة زمنية فمن المهم جداً معرفة دوريتها (period) ، لفهم الطبيعة الفيزيائية للتغير المنتظم الحاصل ، ويتم ذلك بأستخدام التحليل التوافقي Harmonic analysis وهذه الطريقة تتخذ من سلاسل فورير Fourier Series اساساً نظرياً في تكوينها (الخالدي ، 2000 ، ص17) ، وبالتالي تحديد مدى استقراريتها التي تساعد في تشخيص درجة النموذج التنبؤي المقدر .

ولما كانت بيانات الدراسة مسجلة بشكل سلاسل زمنية شهرية للمدة 1971-1995 تم اعتماد اسلوب بوكس - جينكنز للسلاسل الزمنية في توليد التنبؤات للفترة (1971-2018) ، ولصفة الدورية التي تحملها بيانات ا لدراسة طبق الإنموذج الموسمي المضاعف ($ARIMA(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$) ، اذ تبين من التطبيق انها تكرر نفسها كل (11) سنة او (9) سنة اعتماداً على موقع المحطة المناخية .

بعد تطبيق الخوارزمية على السلاسل الزمنية للاشهر (كانون الثاني ونيسان وتموز وتشرين الاول والمعدل السنوي) ولكافة محطات الدراسة وجد ان رتبة النموذج التنبؤي الذي تم اختياره يتباين من شهر الى اخر ومن محطة الى اخرى حسب طبيعة البيانات للسلاسل الزمنية الشهرية وموقع المحطة ، جدول (2) ، فضلاً عن اعتماد معدل مجموع مربعات الاخطاء (***MSE***) في اختيار النموذج الملائم لوحظ ان لخاصية المركبة الدورية تأثير كبير في تحديد درجة النموذج وذلك كون طبيعة البيانات المناخية تظهر صفة دورية كل عدة سنين تم اختيارها اعتماداً على اقل (***MSE***) ممكن .

يتبين من الجدول (2) أن أقل مجموع مربعات أخطاء كا ن (0.01) في المحطة بغداد واعلاه في محطة كركوك والبالغة (4810.5) . وتتطابق قيم دورية الاشعاع الشمسي لمحطات الموصل ، بغداد ، الرطبه ، البالغة (11) عاماً مع اقل قيم لمربعات الاخطاء فيها ، بينما تساوت قيم الدورية لمحطتي كركوك والبصرة والبالغة (9) سنوات لملائمتها مع النموذج المقدر مع مجموع اقل مربعات اخطاء .

تساوت كافة المحطات في رتبة نموذج التنبوء الذي تم تشخيصه (1 0 1 1 0 1)ARIMA باستثناء محطة بغداد فأن أفضل رتبة لنموذج التنبوء كانت (2 0 2 2 0 2) ARIMA مع اقل مجموع مربعات اخطاء . كما تم احتساب معامل التحديد والذي بلغ (0.97) في الموصل و (0.96) في الرطبة و(0.98) في البصرة و (0.92) في الناصرية وكركوك وبأستثناء محطة بغداد التي كانت فيه قيمة معامل التحديد (1) وهذا يعود إلى اختلافات الموقع الجغرافي للمحطات المعتمدة للبحث .

لقد وجد من خلال اختبار قيم الدورية لكل عنصر مناخي في كل محطة انها تتفاوت من شهر الى اخر من جهة ومن محطة مناخية الى اخرى وحسب موقع المحطة من جهة اخرى والجدول (2) يوضح درجة النموذج وقيم الدورات المناخية للمحطات المناخية المذكورة آنفاً مع اقل مجموع مربعات اخطاء لها .

جدول (2)

درجة النموذج المقدر وقيم دورياتها وقيم معامل التحديد ومجموع مربعات الاخطاء

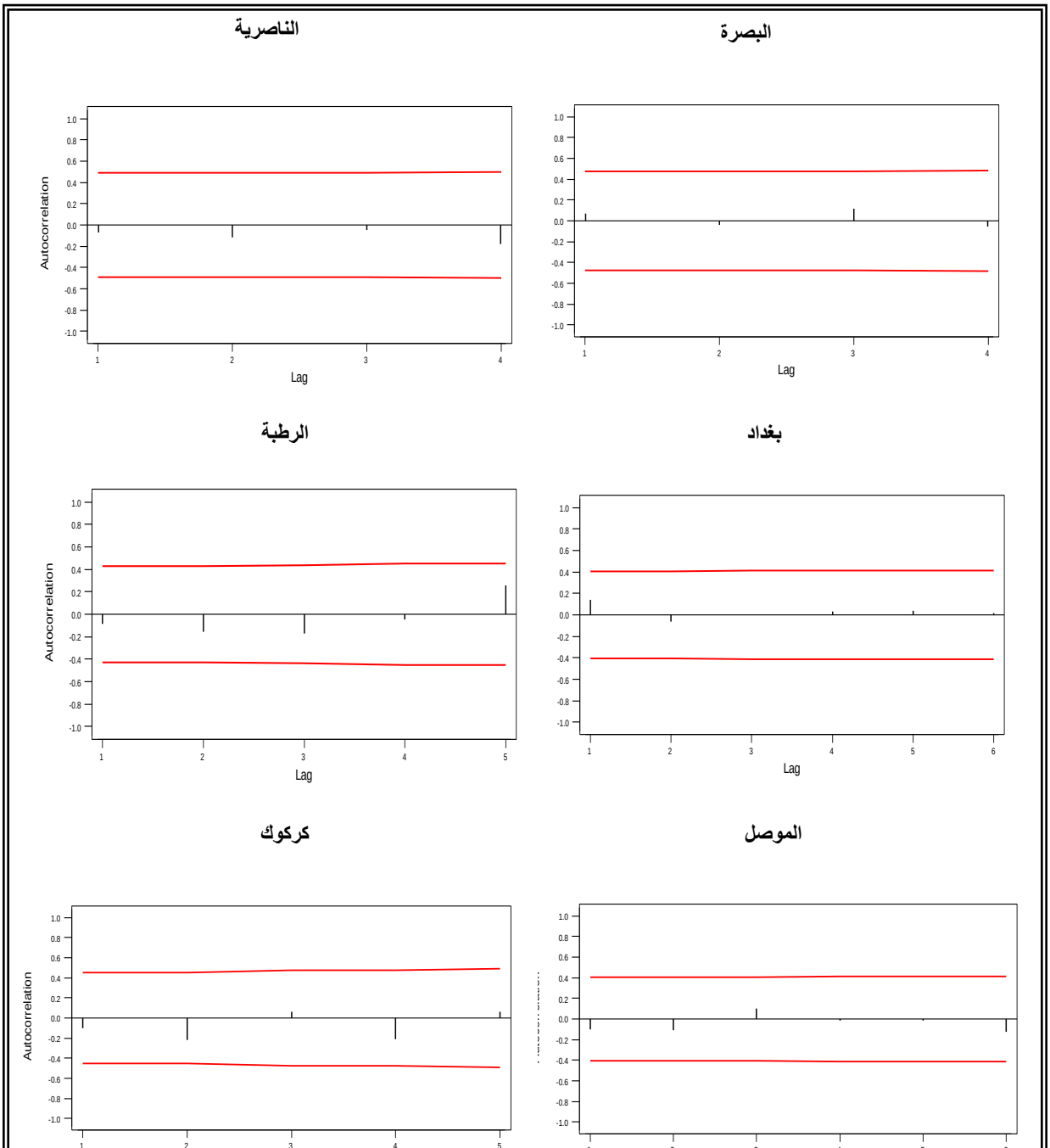
المحطة	درجة النموذج المقدر	قيمة الدورية	MSE	R^2
الموصل	101 101	11	307.65	0.97
كركوك	101 101	9	4810.5	0.92
بغداد	202 202	11	0.01	1
الرطبة	101 101	11	1066.4	0.96
الناصرية	101 101	11	410.23	0.92
البصرة	101 101	9	403.67	0.98

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لتقدير النموذج التنبؤي .

كما تبين من تحليل اختبار حدي الثقة لدوال الارتباط الذاتي للنموذج التنبؤي ان جميع الاخطاء الواردة في النموذج هي اخطاء عشوائية لا أهمية لها . والشكل (2) يبين دوال الارتباط الذاتي لمعدلات الاشعاع الشمسي في محطات الدراسة .

شكل (2)

دوال الارتباط الذاتي لبواقي النموذج التنبؤي المقدر لكميات الاشعاع الشمسي في محطات الدراسة



المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لأختبار النموذج التنبؤي المقدر .

13. مناقشة النتائج

بعد تطبيق خطوات الخوارزمية على بيانات الدراسة ، تم التوصل للنتائج التالية :

اولاً : اتجاه الاشعاع الشمسي شهرياً

1. شهر كانون الثاني*

يعد كانون الثاني من الاشهر التي تنخفض فيها كميات الاشعاع الشمسي بسبب حركة الشمس الظاهرية باتجاه النصف الجنوبي وانخفاض نسبة شفافية الغلاف الجوي الناجم عن زيادة معدل عدد الايام الغائمة وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية ، وأظهرت نتائج اتجاه السلسله الزمنية وجود اتجاه واضح لتناقص كميات الاشعاع الشمسي للقيم الفعلية والتنبؤية لمحطات الدراسة كافة ، اذ سجلت جميعها معدلات تغير سالبة بلغت في البصرة (-1.29) والناصرية (40.36) ، وبغداد (42.34) والرطبة (-5.63) وكركوك (-46.36) والموصل (-23.59) ملي واط/سم^2 . جدول (3) و الشكل (3) كما يلاحظ إن اتجاه الانخفاض كان حاداً في محطتي كركوك والناصرية .

2. شهر نيسان

يشمل شهر نيسان خصائص المدة الانتقالية الاولى في مناخ العراق وتحدث فيه تغيرات سريعه في الاحوال الجوية والمتزامنه مع تراجع المنظومات الاعصارية وبداية تاثيرات منظومة الضغط العالي ، ويتبين من الجدول (3) و الشكل (4) إن اتجاه سلسلة الاشعاع الشمسي للقيم الفعلية والتنبؤية تميل للانخفاض ايضاً في جميع المحطات ، وسجلت محطات البصرة والناصرية وبغداد والرطبة وكركوك والموصل مقادير تغير سالبة بلغت على التوالي (-6.69 ، - 17.87 ، - 12.97 ، -64.77 ، -15.46 ، -38.12) ملي واط/سم^2 ، كما يلاحظ ان سلسلة الاشعاع الشمسي في

* اعتمدت الدراسة شهر (كانون الثاني) ليمثل خصائص فصل الشتاء وشهري (نيسان وتشرين الاول) ليمثلان خصائص الفترتين الانتقاليتين وشهر (تموز) ليمثل خصائص الفصل الحار الطويل .

محطة الناصرية متذبذبة وبذلك فهي سلسلة غير مستقرة ويعزى ذلك الى تأثير الظروف الجوية لاسيما تكرار ظواهر الجو الغبارية و تباينها الواضح من عام لآخر مما يؤثر على احداث التشويش في السلسة الزمنية .

جدول (3)

مقدار التغير في كميات الاشعاع الشمسي (ملي واط/سم^2) لمحطات الدراسة

المحطة	كانون الثاني	نيسان	تموز	تشرين الاول	المعدل
البصرة	1.29-	6.69-	16.96-	6.55-	9.75-
الناصرية	40.63-	17.87-	36.76-	36.52-	37.81-
بغداد	24.34-	12.97-	24.59-	43.77-	28.91-
الرطبة	5.63-	64.77-	45.70-	33.70-	41.41-
الموصل	23.59-	15.46-	37.5-	40.22-	21.15-
كركوك	46.36-	38.12-	9.84-	19.73-	32.69-

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لتحليل السلاسل الزمنية .

3. شهر تموز

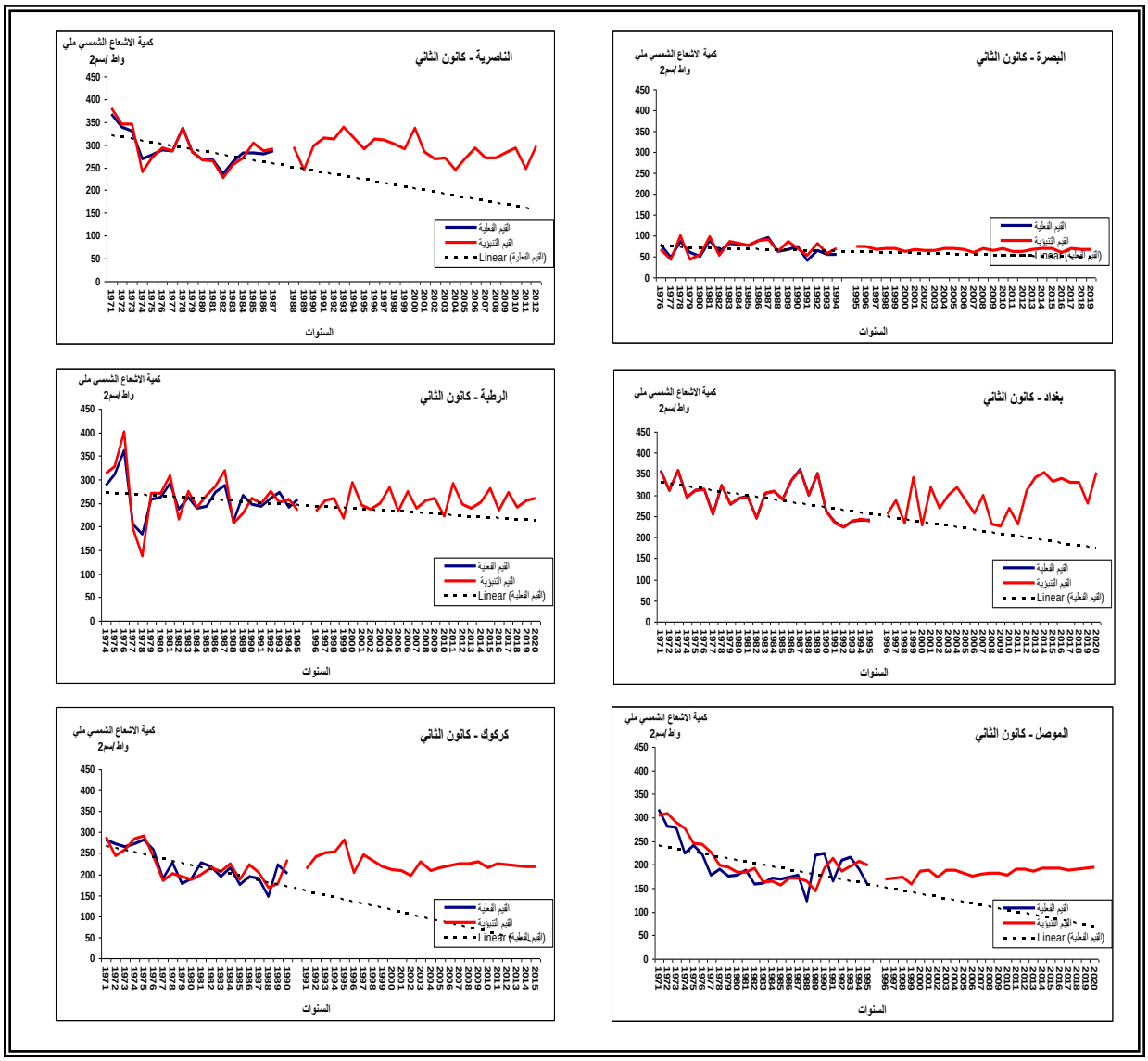
يمثل شهر تموز خصائص الفصل الحار الطويل في العراق وتس تقر الحالة الجوية لسيادة الضغط العالي شبه المداري فتسود حالة من الاستقرار وتقل مظاهرة التكاثف اضافة ألى طول عدد ساعات النهار الفعلية فتستلم الارض اكبر كمية من الاشعاع الشمسي ، ورغم جميع هذه المتغيرات الا إن أتجاه السلسلة الزمنية يميل للانخفاض في كافة المحطات إذ تاخذ محطات كركوك ، بغداد والناصرية والبصرة ، نفس السلوكية في اتجاه التناقض لسلسلة الاشعاع الشمسي بينما تأخذ السلسة أكثر وضوحاً نحو الانخفاض في محطة الموصل والرطبة وسجلت كافة المحطات مقادير تغير سالبة في البصرة (-16.96) والناصرية (-36.76) وبغداد (-24.59) والرطبة (-45.70) وكركوك (9.84) والموصل (-37.5) ملي واط/سم^2 . جدول (3) شكل (5) .

4. شهر تشرين الاول

تظهر القيم الفعلية والتنبؤية للسلاسل الزمنية لشهر تشرين الاول (الفترة الانتقالية الثانية) اتجاهاً نحو انخفاض كميات الاشعاع الشمسي ولكافة المحطات الا إن تنفرد محطتي كركوك

والموصل بأنخفاض اكبر قياساً ببقية المحطات و بنمط مشابه لما هو عليه شهر كانون الثاني ، وسجلت مقادير تغير سالبة بلغت في البصرة (-6.55) ، والناصرية (-36.52) وفي بغداد (-43.77) والرطبة (-33.70) وفي الموصل (-40.22) وكركوك (-19.73) ملي واط/سم^2 . جدول (3) شكل (6) .

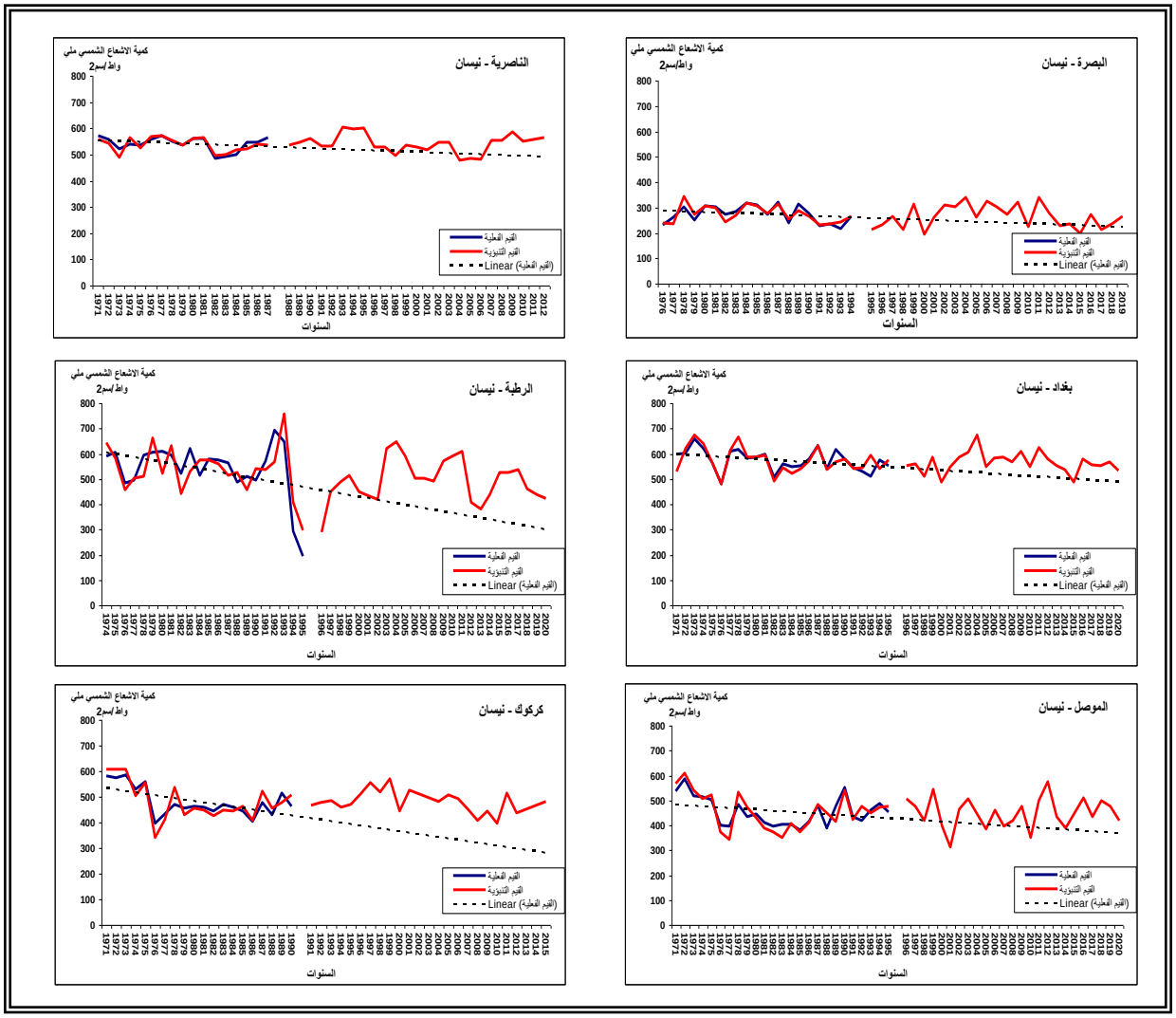
شكل (3)
القيم الفعلية والتنبؤية لكميات الاشعاع الشمسي لشهر كانون الثاني في محطات الدراسة للمدة (1971-2018)



المصدر : 1. الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية - قسم الموارد المائية والزراعية - بيانات غير منشورة ، بغداد

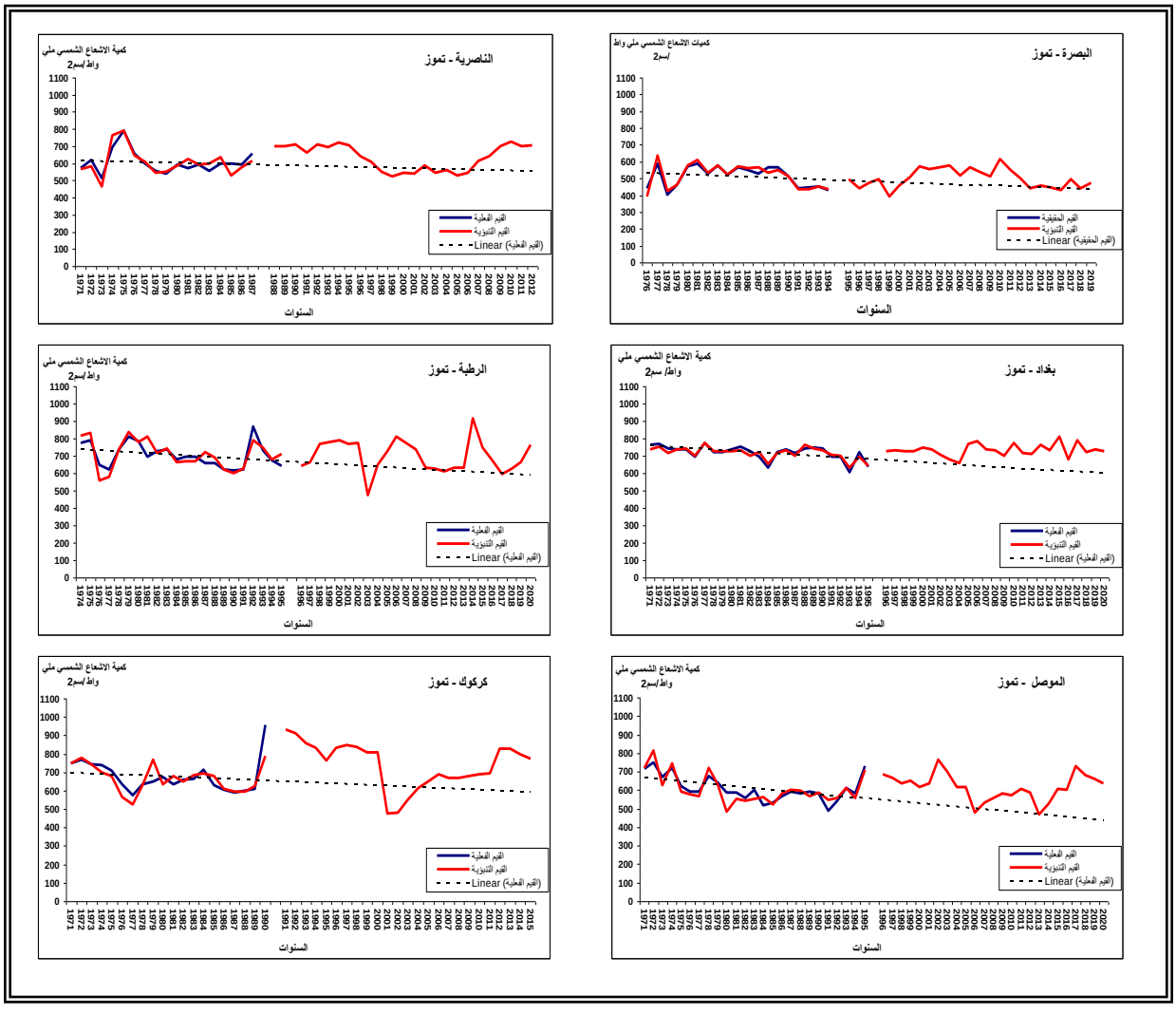
. 2008
2. ملحق (1) .

شكل (4)
القيم الفعلية والتنبؤية لكميات الاشعاع الشمسي لشهر نيسان في محطات الدراسة للمدة (1971–2018)



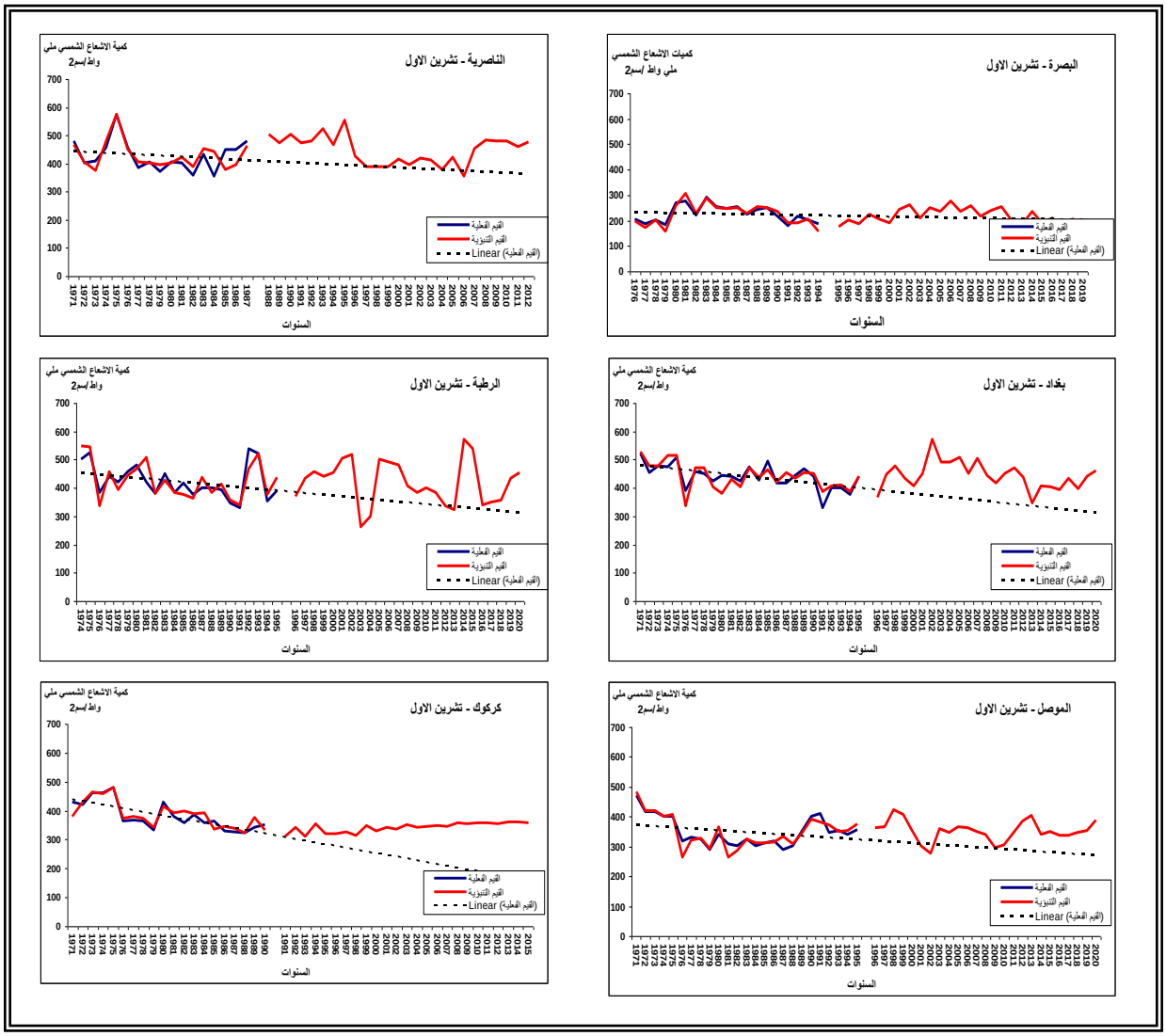
المصدر : 1. الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية - قسم الموارد المائية والزراعية - بيانات غير منشورة ، بغداد . 2008
2. ملحق (2) .

شكل (5)
القيم الفعلية والتنبؤية لكميات الاشعاع الشمسي لشهر تموز في محطات الدراسة
للمدة (1971-2018)



المصدر : 1. الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية - قسم الموارد المائية والزراعية - بيانات غير منشورة ، بغداد 2008 .
2. ملحق (3) .

شكل (6)
القيم الفعلية والتنبؤية لكميات الاشعاع الشمسي لشهر تشرين الاول في محطات الدراسة للمدة (1971-2018)



المصدر : 1. الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية - قسم الموارد المائية والزراعية - بيانات غير منشورة ، بغداد

. 2008
2. ملحق (4) .

ثانياً : اتجاه الاشعاع الشمسي سنوياً

اظهر تطبيق الخوارزمية للسلاسل السنوية للاشعاع ال شمسي لمحطات الدراسة بأن اتجاه السلسة يميل نحو الانخفاض في جميع المحطات اضافة إلى إن السلاسل السنوية تتفق باستقرارية عالية قياساً بالسلاسل الشهرية لتقلص تأثير المؤثرات العرضية على الاشعاع الشمسي (السحب ، الغبار ، ... الخ) . كما اظهرت نتائج التحليل للسلسلة ا ن مقادير التغير في قيم الاشعاع الشمسي كانت سالبة لكافة المحطات اذ بلغت في البصرة (-9.75) ، الناصرية (-37.81) وفي بغداد (-28.91) والرطبة (-41.41) ، وكركوك (-21.15) وفي الموصل (-32.69) . جدول (3) شكل (7) .

ثالثاً : العوامل المؤثرة في اتجاه الاشعاع الشمسي :

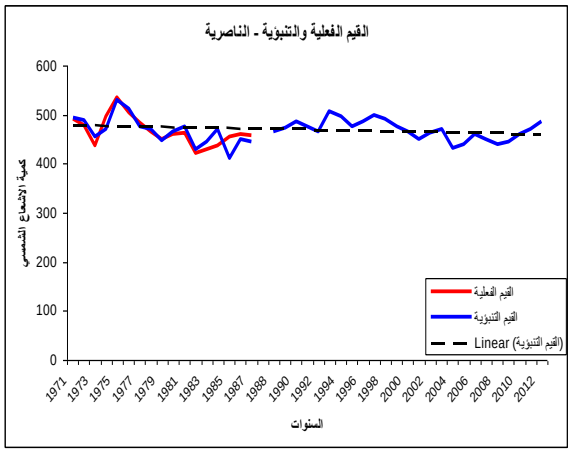
تبين من خلال تح ليل السلاسل الزمنية للاشعاع الشمسي (الشهرية والسنوية) في العراق وجود اتجاه عام للتناقص في محطات الدراسة كافة ، وبمقدار تغير سالب ، وان ظاهر ة تناقص الاشعاع الشمسي والمعروفة باسم العتمة المناخية تنجم بالدرجة الاساس عن حدوث :

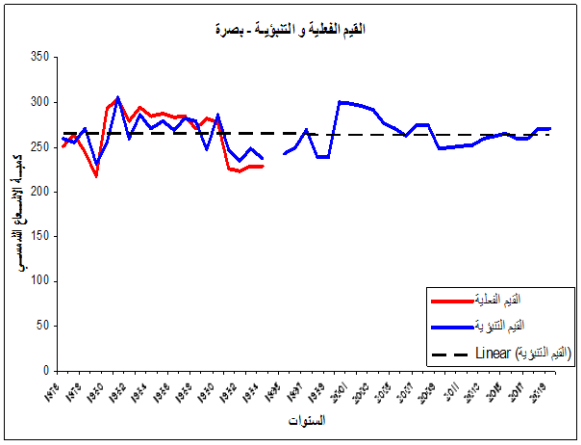
1. تغيرات تراكيز الهباء الجوي :

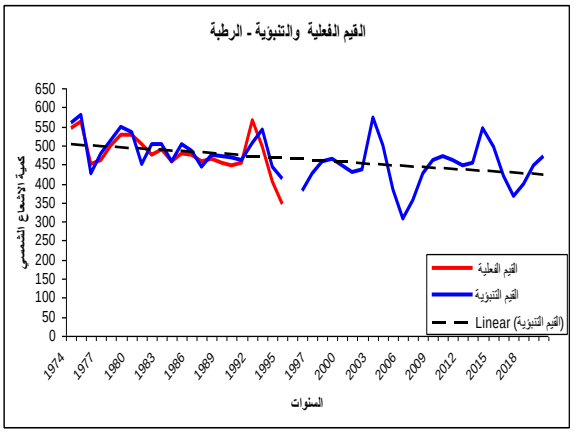
تعرف "الاهباء الجوية " هي جسيمات صلبة او سائلة يحملها الهواء تتراوح اقطارها بين (0.01 - 10 مايكرون) وتبقى عالقة في الغلاف الجوي لمدة لا تقل عن ساعات (تغير المناخ ، 2007 ، ص 76) وتكون أغلب مركبات الاهباء الجوية من مركبات الكبـويتات والكاربون الاسود والنترات ودقائق الغبار (تغير المناخ ، الملخص الفني ، 2007 ، ص32) ولهذه المواد قابلية عالية على امتصاص وحجب الاشعة الشمسية وإن معظم مصادرها هي الفعاليات البشرية ، ويلاحظ من الشكل (8) الزيادة العالية لأنبعاث المواد الدقائقية في الغلاف الجوي اذ ارتفعت من (13) الف طن عام 1970 إلى (34.7) الف طن عام 2007 بزيادة مقدارها (267%) وتكثر الايروسولات في اجواء المدن التي تتصف أجوائها بالتلوث العالي اضافة إلى البيئات الجافة التي تزيد فيها تكرار ظواهر الجو الغبارية في العراق ، وقد اشارت دراسة (الحسان ، 2011 ,ص230-231) إلى ارتفاع هائل في عدد ايام تكرار ظاهرة تصاعد الغبار في العراق مما يزيد من تأثير الاهباء الجوية

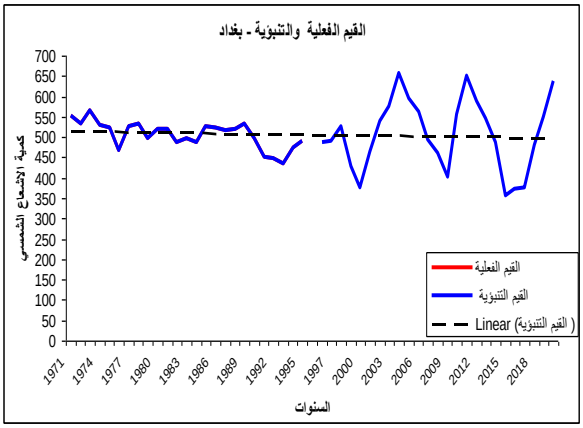
على حجب الاشعة الشمسية ، ولهذه المواد قابلية على امتصاص وحجب حوالي (2%) من الاشعة الشمسية وزيادتها تؤدي إلى احداث اتجاه نحو تناقص الاشعاع ا لشمسي (شحاده ، 1983، 71) . وهذه الحقيقة تتفق مـع الاتجاه العالي للاشعاع الشمسي الذي يتناقص حيث اشار بيلايبـــــرت ان

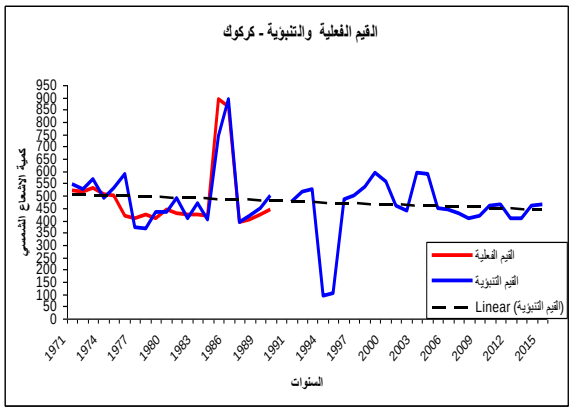
شكل (7)
القيم الفعلية والتنبؤية لمعدلات كميات الاشعاع الشمسي في محطات الدراسة
للمدة (1971 – 2018)

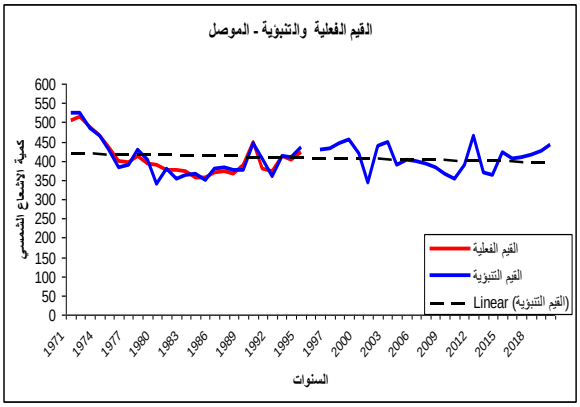










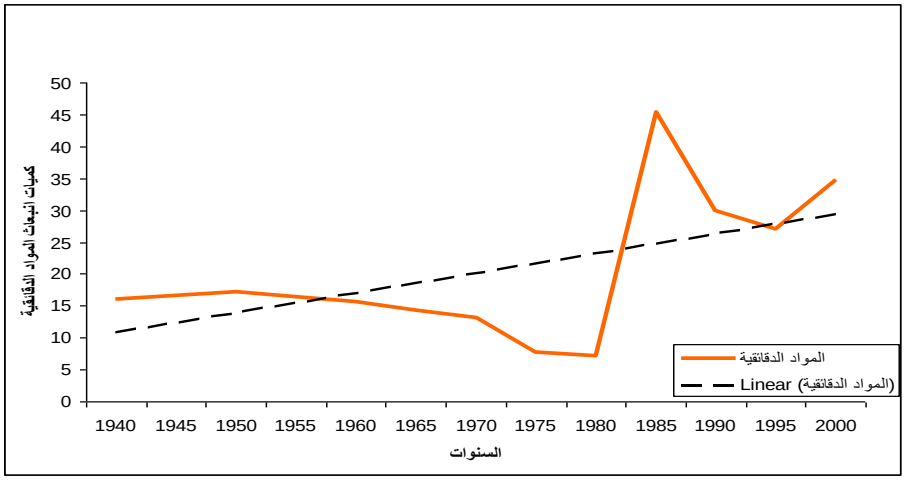


المصدر : 1. الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية - قسم الموارد المائية والزراعية - بيانات غير منشورة ، بغداد 2008 .

2. ملحق (5) .

شكل (8)

كميات انبعاث المواد الدقائقية للفترة 1940- 2000 (ألف طن / سنة)



المصدر : ملحق (6) .

هناك نقصاً مقداره (1.3%) من عملية الاشعاع الشمسي بين 1960 - 1990 (الحسني ، 2005 ، ص14) واحداث نقص في دفق الطاقة الاشعاعية بين (0.5 - 1.7) واط /م^2 (Fry.2008, 47) .

2. التغيرات الحاصلة في بعض غازات الدفيئة الجوية وبخار الماء

كما اثبت الدراسات الحديثة إن التغيرات الحاصلة في بعض غازات الدفيئة لا سيما غاز Co_2 وغاز الاوزون في التربوسفير فغاز ثاني أوكسيد الكاربون يقوم بأمتصاص حزمتين من الاشعه الشمسية والمحصورة بين (0.1 - 0.2) مايكرون (مصطفى ، 2005 ، ص6) وإن الزيادة الهائلة في تراكيز Co_2 التي ارتفعت من (280) جزء / المليون قبل الثورة الصناعية إلى (379) جزء عام 2005 مما ئؤثر على تقليل الاشعة الشمسية ، أما غاز الاوزون فبدأ يتركز في طبقة التربوسفير بدلاً من الستراتوسفير نتيجة لتوسع الانشطة الصناعية إذ لم يسجل له تركيز قبل الثورة الصناعية ليرتفع إلى 58 جزء /بالبليون عام 1997 (الموسوي ، 2000 ، ص43) مما يؤثر زيادة على امتصاص الاشعة الشمسية ، ضمن الحزم الاشعاعية التي اطوالها أقل (0.3) مايكرون . اسهمت النشاطات البشرية في زيادة كميات بخار الماء في الاقسام العليا من الغلاف الجوي وتحديداً الى طبقة الستواتوسفير الذي بلغ (3) جزء بالمليون (الموسوي ، 2002، ص44) بسبب نشاط الطيران النفاث ، وإن جميع هذه المتغيرات أدت الى خفض كميات الاشعاع الواصل للارض عالمياً ومنها منطقة الدراسة .

14. الاستنتاجات

من تحليل السلاسل لبيانات الاشعاع الشسمسي في العراق للمده من (1971 - 1995) والتنبؤ بها لغاية 2018 ، أتضح ما يلي :

1. وجود انخفاض واضح للقيم الفعلية الشهرية للاشعاع الشمسي لكافة المحطات المعتمدة بالدراسة .
2. سجلت المحطات كافة اتجاه واضح نحو انخفاض الإشعاع الشمسي للقيم التنبؤية لغاية عام 2018 .
3. أن أتجاه السلسلة التنبوئية للمعدلات السنوية للاشعاع الشمسي في العراق تميل للانخفاض بصورة اكثر وضوح في محطات الموصل وكركوك وبغداد والرطوبة قياساً بمحطتي البصرة والناصرية والتي تكون تغيرات الاشعاع نحو الانخفاض أقل مما هي عليه في المحطات الواقعة إلى الشمال منها .
4. سجلت محطات الدراسة قيم اً سالبة لمقدار التغير للقيم الشهرية والسنوية وان اعلى تغير سنوي سجل في محطة الرطبة والبالغ (-41.41) واقل تغير في محطة البصرة (-9.25) مما يدل على وجود تباين في تناقص الاشعاع الشمسي في العراق .
5. أتصفت السلاسل الزمنية السنوية بوجود صفة الاستقرارية بدرجة أكبر من السلاسل الشهرية وذلك بسبب تقلص أثر العوامل المؤثرة في الاشعاع الشمسي .
6. وجود دورية للاشعاع الشمسي بلغت (11) عاماً في محطات بغداد ، الرطبة ، الموصل ، والناصرية والتي تتوافق مع دورة شواب للبقع الشمسية ، بينما بلغت الدورية (9) سنوات في محطتي البصرة وكركوك وهي جزء من دورة (11) عاماً والتي تعرف بأسم دورة رادوسكي Radosk (موسى ، 1999، ص 66) .
7. ان معدلات الاشعاع الشمسي التي تتجه نحو التناقص (الاشكال 3-7) والملاحق (1-5) هي جزء من اتجاه عالمي لتناقص كميات الاشعاع الشمسي الناجم عن تغير شفافية وتركيبة الغلاف الجوي والمتمثلة بزيادة تراكيز الاهباء الجوية وزيادة غازات الدفيئة الجوية .
8. إذا ما استمرت قيم الإشعاع الشمسي بالانخفاض بهذا الشكل فلن مناخ العراق حالياً يمر بمرحلة العتمة المناخية .

15. المصادر

1. الاسدي ، كاظم عبد الوهاب و خديجة عبد الزهرة حسين ، اثر التغيرات البيئ ية في مناخ محافظة البصرة ، بحث منشور في مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار ، المجلد 20 ، العدد 2 ، مركز علوم البحار ، جامعة البصرة ، 2005 .
2. الآلوسي ، ضياء صائب احمد ابراهيم ، ظاهرة الانحباس الحراري وتأثيرها في درجة حرارة وامطار العراق – دراسة في الجغرافية ال مناخية ، رسالة ماجستير ، ،(غير منشورة), كلية التربية – ابن رشد ، جامعة بغداد ، 2002 .
3. الحسان ، احمد جاسم محمد ، التغيرات المناخية في العراق متمثلة بخطوط التساوي ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، 2011 .
4. حسين ، خديجة عبد الزهرة ، نظام محوسب للتنبؤ بعنصري الحرارة والامطار في العراق ، رسالة ماجستير ،(غير منشورة), كلية العلوم ، جامعة البصرة ، 2003 .
5. الحسيني ، مهدي ، اشعاع الشمس المحتجب يعقد المناخ على الارض ، مجلة الغد ، العدد11 ، آب 2004 .
6. الخالدي ، جاسم محمد ، تحليل السلاسل ا لزمنية لدرجة الحرارة في العراق ، رسالة ماجستير، (غير منشورة), كلية العلوم . جامعة بغداد . 2002 .
7. شحادة ، نعمان . علم المناخ . مطبعة النور . عمان 1983 .
8. العارضي ، فاضل عبد الزهرة ، دراسة تحليل للسلاسل الزمنية للامطار في العراق . رسالة ماجستير ، (غير منشورة), كلية العلوم جامعة بغداد 2000 .
9. العرود ، ابراهيم ، تغير المناخ في الميزان . مطبعة جامعة مؤته ، 2000 .
10. محمد ، كريم دراغ ، الاتجاهات الحديثة في مناخ العراق 1941 - 1980 ، رسالة ماجستير،(غير منشورة) , كلية الآداب ، جامعة بغداد ،1981 .
11. مصطفى ، لمياء طارق ، دراسات في الاشعاع الشمسي في مدينة الموصل . رسالة ماجستير ،(غير منشورة) كلية التربية ، جامعة الموصل ، 2004 .
12. الموسوي ، علي صاحب طالب ، التغيرات الطقسية والمناخية المتوقعة عالمياً وانعكاساتها, . مجلة دراسات جغرافية ،العدد 4, كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة 2002 .
13. موسى ، علي حسن ، البقع الشمسية ودورها في التغيرات المناخية ، دار الفكر ، دمشق ، 1999.

14. الناصر ، خديجة عبد الزهرة ، ايجاد برنامج للعلاقة بين كميات الإشعاع الشمسي والحرارة في العراق ، مجلة أبحاث البصرة المجلد 2 (العلميات) ، كلية التربية ، جام عة البصرة ، 2004 .
15. الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية - قسم الموارد المائية والزراعية - بيانات غير منشورة ، بغداد 2008 .
16. الوردي ، عدنان ، اساليب التنبؤ الاحصائي (طرق وتطبيقات) ، مطبعة دار الحكمة ، جامعة البصرة ، ط1 ، 1990 .
17. A.C.Harrvy,(1981), Time series models, Philip Allan , Britain,
18. Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., (1976), Time Series analysis Forecasting and Control. Sanfransisco, Holden Day .
19-Fry Carolyn Impact of Climate change the world great challenge in the twenty first century" New Holland published" London
20-OM/IE Operation Management/ Industrial Engineering, (2004) , Forecasting Theory, Paul Jensen. (papers from Internet).

ملحق (1)

القيم التنبؤية للمعدلات الشهرية لكميات الإشعاع الشمسي لشهر كانون الثاني

في محطات الدراسة للمدة (1996 – 2018)

الموصل	كركوك	الرطبة	بغداد	الناصرية	البصرة

60.751	293.853	254.588	232.483	212.943	168.193
61.049	245.119	287.916	256.479	240.977	171.955
74.908	297.841	233.497	259.472	251.250	173.601
85.846	314.286	342.609	216.766	254.098	157.788
53.107	312.169	227.707	294.520	280.975	186.069
48.787	338.922	317.475	245.139	202.812	187.577
67.424	313.916	268.676	236.531	247.315	173.186
26.544	289.813	298.703	250.239	232.396	187.086
42.949	311.743	319.052	283.980	217.495	188.321
38.613	311.182	287.490	232.352	211.068	182.545
31.188	300.978	257.055	273.647	208.436	174.754
45.652	289.672	298.472	238.565	196.038	178.747
47.868	336.254	231.450	255.990	228.565	181.170
62.987	284.228	226.659	259.577	209.194	182.646
75.060	268.031	267.927	220.927	215.210	176.482
44.604	270.104	231.695	290.991	221.318	189.529
41.536	243.818	310.436	246.511	223.895	190.876
60.582	268.388	341.874	238.760	224.908	185.265
21.804	292.069	352.913	251.105	230.102	191.975
38.453	270.522	331.130	281.492	216.235	193.139
34.901	271.073	339.981	234.997	224.429	191.226
28.271	281.099	329.051	272.186	221.850	188.415
42.789	292.208	329.072	240.592	219.238	190.725
45.371	246.440	280.149	256.285	218.132	192.333
60.406	297.556	354.499	259.515	217.694	193.510

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لاحتساب القيم التنبؤية والاتجاه العام .

ملحق (2)

القيم التنبؤية للمعدلات الشهرية لكميات الإشعاع الشمسي لشهر نيسان

في محطات الدراسة للمدة (1996 – 2018)

الموصل	كركوك	الرطبة	بغداد	الناصرية	البصرة

214.500	534.526	553.797	290.053	467.362	506.274
230.986	546.688	560.231	448.022	476.342	477.159
264.775	559.629	511.715	487.915	486.887	419.145
214.547	532.651	587.799	515.885	458.445	546.610
313.755	532.091	488.782	448.336	470.007	396.607
195.466	606.332	547.669	432.604	512.755	313.595
262.250	599.005	585.117	417.729	556.240	463.693
308.749	601.944	605.420	621.382	517.927	507.426
301.578	527.760	674.783	648.592	569.008	444.050
340.473	529.702	549.455	589.234	446.160	384.057
263.507	494.355	583.376	504.083	526.435	462.563
326.911	534.004	587.487	501.416	511.105	394.582
304.565	526.851	566.207	492.620	495.277	417.452
273.955	517.379	610.329	569.618	480.929	476.328
322.294	545.853	549.747	590.301	505.923	351.761
224.935	547.822	625.467	607.688	493.352	497.340
341.433	476.260	580.644	406.376	451.297	576.862
275.631	484.056	553.120	379.985	408.876	432.420
229.687	481.614	537.766	439.399	445.545	390.082
236.788	554.360	486.100	524.308	396.117	451.289
198.389	552.657	579.581	527.053	514.499	509.087
274.357	587.311	554.290	535.854	437.024	433.414
211.777	548.670	551.211	459.263	451.777	498.950
233.832	555.714	567.096	438.695	467.023	476.906
264.043	565.005	534.167	421.401	480.849	420.128

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لاحتساب القيم التنبؤية والاتجاه العام .

ملحق (3)

القيم التنبؤية للمعدلات الشهرية لكميات الإشعاع الشمسي لشهر تموز

في محطات الدراسة للمدة (1996 – 2018)

الموصل	كركوك	الرطبة	بغداد	الناصرية	البصرة

492.897	699.36	726.975	644.51	931.77	684.442
441.524	701.65	730.878	664.59	913.66	664.764
471.247	710.97	728.365	769.63	855.84	638.197
497.184	661.70	728.242	777.02	831.53	650.863
392.345	707.61	745.059	790.58	764.08	616.126
458.090	691.51	738.370	770.34	833.91	637.671
508.366	721.02	707.089	771.87	846.46	765.294
570.836	706.97	679.352	475.86	838.92	698.341
553.164	638.51	660.487	647.49	808.93	614.711
566.372	609.05	770.843	727.52	805.22	618.126
579.896	551.04	785.694	809.28	473.40	480.849
515.690	521.32	738.053	776.31	480.16	534.596
568.910	547.18	732.426	738.64	550.47	556.733
539.159	540.72	701.232	634.05	612.79	583.012
513.226	589.16	774.800	625.99	646.67	572.128
618.053	544.28	713.823	612.81	688.82	604.515
552.315	560.03	710.492	632.08	669.75	584.806
502.045	531.16	761.637	630.61	670.35	467.196
439.582	544.90	734.109	913.19	676.90	528.965
457.252	611.85	812.318	749.35	691.20	606.094
444.046	640.67	680.128	672.95	694.04	602.951
430.523	697.40	788.720	594.89	829.13	729.537
494.722	726.47	722.492	626.37	826.91	679.978
441.508	701.18	735.528	662.33	798.77	659.566
471.255	707.49	725.365	762.17	773.75	635.335

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لاحتساب القيم التنبؤية والاتجاه العام .

ملحق (4)

القيم التنبؤية للمعدلات الشهرية لكميات الإشعاع الشمسي لشهر تشرين الاول

في محطات الدراسة للمدة (1996 – 2018)

البصرة	الناصرية	بغداد	الرطبة	كركوك	الموصل

177.298	504.401	367.130	371.647	254.198	362.430
203.669	474.918	448.588	435.637	315.579	365.187
187.069	504.491	479.181	457.316	341.102	422.846
225.813	473.892	433.320	440.167	313.656	408.161
206.593	480.509	407.599	455.202	344.261	353.373
190.894	523.525	449.579	506.094	337.392	302.153
242.885	465.286	570.530	517.575	381.775	276.662
261.559	554.468	491.188	261.234	427.800	358.091
210.451	427.188	492.890	298.809	436.349	346.366
252.584	389.040	508.630	500.265	414.890	364.729
235.095	389.685	452.238	490.103	419.314	363.722
276.685	390.123	505.419	482.787	511.069	349.779
237.397	417.239	442.577	405.802	440.807	341.675
258.209	394.627	418.336	383.138	409.049	295.267
218.509	417.858	451.698	399.661	431.468	305.041
237.963	412.836	470.258	385.011	398.445	345.831
253.283	380.185	438.346	335.481	403.171	384.254
202.055	424.390	347.470	324.307	358.298	403.385
183.616	356.699	406.598	573.780	312.261	341.771
234.035	453.308	405.142	537.212	303.276	350.604
192.474	482.263	393.232	341.153	323.920	336.710
209.725	481.774	435.344	351.043	319.313	337.465
168.700	481.441	395.476	358.163	229.144	348.000
207.454	460.859	442.460	433.085	297.933	354.125
186.925	478.022	460.569	455.142	329.000	389.201

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لاحتساب القيم التنبؤية والاتجاه العام .

ملحق (5)

القيم التنبؤية للمعدلات السنوية لكميات الإشعاع الشمسي في محطات الدراسة للمدة (1996 – 2018)

البصرة	الناصرية	بغداد	الرطبة	كركوك	الموصل
250.200	466.402	486.640	382.307	476.33	428.045
257.155	472.351	489.200	425.615	518.01	431.260

259.936	486.425	525.728	456.413	526.68	443.771
258.051	475.119	427.074	464.467	91.15	455.625
259.305	465.504	376.581	445.987	105.66	418.113
275.180	506.534	465.597	429.207	484.46	344.347
276.376	497.119	538.773	436.036	500.74	438.723
274.368	476.409	575.475	571.591	535.27	447.054
274.574	487.290	656.421	499.207	591.93	387.535
267.713	498.429	595.581	383.236	556.53	403.148
265.552	491.914	562.435	308.215	457.85	399.690
264.466	476.514	494.469	356.736	436.74	393.631
265.175	465.505	461.760	425.668	595.03	381.908
264.706	450.905	401.022	460.379	588.80	366.254
258.783	462.148	556.592	470.654	447.60	353.253
258.337	471.752	649.638	459.750	441.50	390.153
259.086	430.744	588.282	448.915	428.64	463.429
259.009	440.154	547.732	453.765	407.55	369.401
261.569	460.853	487.993	546.072	420.73	361.082
262.375	449.977	356.029	496.844	457.46	420.333
262.781	438.844	371.342	417.942	465.32	404.785
262.516	445.355	376.817	366.898	406.39	408.226
262.691	460.748	480.405	399.915	408.71	414.258
264.901	471.750	549.395	446.819	461.28	425.931
265.067	486.343	637.853	470.437	463.55	441.516

المصدر : نتائج تطبيق الخوارزمية لاحتساب القيم التنبؤية والاتجاه العام .

ملحق (6)

كمية انبعاث المواد الدقائقية (10 مايكرون)

السنة	كمية الانبعاث / الف طن
1940	15.957

16.545	1945
17.133	1950
16.345	1955
15.558	1960
14.198	1965
13.042	1970
7.671	1975
7.119	1980
45.445	1985
29.962	1990
27.070	1995
34.741	2000

المصدر : ضياء صائب احمد ابراهيم الالوسي ، ظاهرة الانحباس الحراري وتأثيرها في درجة حرارة وامطار العراق – دراسة في الجغرافية المناخية) ، رسالة ماجستير ، كلية التربية – ابن رشد ، جامعة بغداد ، 2002 .

Abstract

Using Models Box-Jenkins for forecasting the quantities of solar radiation in Iraq (1971-1995) Applied Computerized Study

The researchers use an analysis of the security element chains solar radiation , the study depends on six weather stations are (Mousl, Kirkuk, Baghdad, Rutba, Nasiriyah, Basra) for the period (1970- 1995) . Study relied Box and Jenkins method to analysis of monthly and annual solar radiation of time series. Method has been used to calculate the harmonic periodic annual time series of solar radiation, which ranged between (9-11) years. When application the algorithm. With the nature of the data available, showed the following results :

1. There is a clear trend of lower a mounts of monthly and annual solar radiation for all stations of the study area .
2. Adoption ARIMA model and varying degrees in different lengths of time series and the location of the climatic station to prediction amount of solar radiation for (23) years until the year 2018 showed that there is a clear decline in the amount of solar radiation in the study stations.
3. Recorded amounts of solar radiation negative change rates of actual values and predictive study all stations, which indicates a clear trend towards the dark climate in Iraq.