Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (6), No. (1), Part (2): 677-692
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2024.6.1.36

Journal of Business Economics for Applied Research
مجلة اقتصاديات الأعمال للبحوث التطبيقية
ISSN 2709-6475

Using ARIMA models to predict some important climatic elements for the production of electric power in the city of Al-Qaim

Researchers: Assist.Lec. Watheq Nadhim Daham
University of Anbar, Postgraduate Studies affairs Dept, University Headquarter
Watheq.n.daham@uoanbar.edu.iq

Key words:
Al-Qaim City, wind speed, *Dickey Fuller Testing*, SBIC, HQC, AIC, MAPE, RMSE.

A R T I C L E I N F O

***Article history*:**
Received 20 Aug. 2023
Accepted 02 Oct. 2023
Avaliabble online 30 Jun. 2024

©2023 College of Administration and Economy, University of Fallujah. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
e.mail CAE.jabe@uofallujah.edu.iq

*Corresponding author:
Watheq Nadhim Daham
Postgraduate Studies affairs Dept, University Headquarter, University of Anbar

Abstract:
The importance of this study emerges from its topic, which is the study of renewable energy from the weather station in the city of Al-Qaim, among the Iraqi weather stations. The research included the time series of monthly data for climate elements (solar radiation and wind speed) from the year 2018 to 2022 taken from the weather station in the city of Al-Qaim. The nature of this series was explained using SPSS and time series for these two elements was stabilized by taking the first difference of the data through the use of the expanded Dickey-Fuller (ADF) test In the program (Eviews) and using statistical standards (SBIC, HQC, AIC, MAPE, RMSE) for the purpose of comparing the possible models, it was concluded that the ARIMA (2,1,1) model represents the data of the time series of solar radiation and the ARIMA (4,1, 3) It represents time series data for wind speed. These models were used for the purpose of forecasting the future for the years 2023 and 2024 using the (Statgraphics-17) program. The predicted results showed that there is a decrease in the level of both elements, and each of them is directly proportional to time.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (6), No. (1), Part (2): 677-692
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2024.6.1.36

استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ ببعض العناصر المناخية المهمة لإنتاج الطاقة الكهربائية في مدينة القائم

م.م. واثق ناظم دهام
جامعة الانبار
قسم شؤون الدراسات العليا, رئاسة الجامعة
Watheq.n.daham@uoanbar.edu.iq

المستخلص

تبرز أهمية هذه الدراسة من موضوعها المتمثل في دراسة الطاقة المتجددة من محطة الأنواء الجوية لمدينة القائم ضمن محطات الأنواء الجوية العراقية, إذ تضمن البحث السلسلة الزمنية للبيانات الشهرية لعناصر المناخ (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) من سنة 2018 إلى 2022 المأخوذة من محطة الأنواء الجوية في مدينة القائم وتم توضيح طبيعة هذه السلسلة باستخدام برنامج SPSS واستقرت السلسلة الزمنية لهذين العنصرين بأخذ الفرق الأول للبيانات من خلال استخدام اختبار دكي فولر الموسع (ADF) في برنامج (Eviews) وباستخدام المعايير الإحصائية (SBIC, HQC ,AIC ,MAPE ,RMSE) لغرض المقارنة بين النماذج المحتملة تم التوصل إلى ان النموذج ARIMA (2,1,1) يمثل بيانات السلسلة الزمنية للإشعاع الشمسي والنموذج ARIMA (4,1,3) يمثل بيانات السلسلة الزمنية لسرعة الرياح وقد تم استخدام هذه النماذج لغرض التنبؤ في المستقبل للعامين 2023 و 2024 باستخدام برنامج (Statgraphics-17) واظهرت النتائج المتنبأ بها ان هناك انخفاض في مستوى كل من العنصرين ويتناسب كل منهما طردياً مع الزمن.

الكلمات المفتاحية: مدينة القائم, سرعة الرياح، اختبار دكي فولر، SBIC, HQC, AIC, MAPE, RMSE.

1- المقدمة:

في هذا البحث سنقوم بدراسة العناصر المناخية (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) للبيانات الشهرية المأخوذة من محطة الأنواء الجوية في مركز مدينة القائم قرب الحدود العراقية السورية في محافظة الانبار للفترة الزمنية من الشهر الأول لسنة (2018) إلى شهر الثاني عشر لسنة (2022) حيث افتتحت هذه الدائرة لأول مرة عام 1881 وتم بنائها وتشغيلها وادخالها الخدمة ضمن شبكة محطات الأنواء الجوية العراقية وتحمل المحطة الكود العالمي 627 ضمن الكودات المسجلة في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO, فالإشعاع الشمسي يعد المصدر الوحيد للطاقة المسؤولة عن جميع العمليات في الغلاف الجوي فالشمس هي أكبر مصادر للطاقة الدائمة للأرض, فقد بلغ إجمالي الطاقة التي تستقبلها الأرض من الشمس 170 ترليون كيلو واط في اليوم، وهي كمية تعادل أكثر من 500 مرة من الطاقة المنتجة من جميع المصادر المعروفة للطاقة على سطح الأرض وقد برزت في الآونة الأخيرة من هذا القرن الاهتمامات الواسعة بالإشعاع الشمسي كأهم بدائل للطاقة، أما بالنسبة للرياح فإن استخدام طاقتها ليست فكرة جديدة، فلقد كانت السفن الشراعية في جميع العصور وسيلة لنقل السلع والناس واكتشاف الأراضي الجديدة ونقل الجيوش إلى الشواطئ البعيدة. كما عرف الإنسان طواحين الهواء وهي آلات تسخر طاقة الرياح لتؤدي أعمالاً ميكانيكية متنوعة وعليه فقد تطورت في الآونة الأخيرة وبشكل متسارع استخدامات مراوح الهواء المولدة للطاقة

الكهربائية. ولتلك الأهمية الكبيرة يتحتم القيام بدراسة تحليلية إحصائية لهذين العنصرين حتى تتمكن الجهات المختصة من تحديد المشاكل التي سوف تواجهها، والتنبؤ عن وضعيتها مستقبلاً، ولتحقيق ذلك تم استخدام تحليل السلاسل الزمنية والتي تعتبر من المواضيع الإحصائية الهامة. ولأهمية هذه الدراسة في المستقبل البعيد لذلك اتجه كل من الباحثان Salwan & Sopian عام 2010 إلى بناء منظومة هجينة في ثلاث مناطق من العراق مؤلفة من توربينات رياح وخلايا شمسية كمصدر من مصادر الطاقة المتجددة [16], وفي سنة (2011) قام الباحثان الحياسي والعدني بدراسة الاشعاع الشمسي والرياح ودورهما في انتاج الطاقة في الجمهورية اليمنية وكان يهدف البحث إلى تحديد المقومات الجغرافية لتوليد الطاقة الشمسية والرياحية في الجمهورية اليمنية والمساهمة في البحث العلمي الهادف لحل مشكلة الطاقة الكهربائية في الجمهورية اليمنية باقتراح الحلول والمعالجات اللازمة لذلك والمقارنة بين إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح للتوصل إلى أفضل نوع يمكن استخدامه و إعداد خريطة لتوزيع الإشعاع الشمسي والرياح في الجمهورية اليمنية [2], أما في عام 2012 فقد نشر كل من Hussein & Miqdam بحثاً استعرضاً فيه واقع الطاقة المتجددة في العراق وأشاروا إلى مدى أهمية استخدامها كمصدر من مصادر الطاقة [14]. وفي سنة (2013) وصف Auday امكانيات تنظيم المعلومات الجغرافية لغرض دراسة وانتاج خارطة صورية للرياح بالمستوى الارضي مستخدماً بيانات هيئة الأنواء الجوية العراقية للفترة الزمنية 1953–1970[12], وقام (الناصر والغسان) عام 2023 بدراسة استخدام نماذج بوكس - جينكنز للتنبؤ بكميات الاشعاع الشمسي في العراق للمدة (1996-2018) دراسة تطبيقية محوسبة واظهرت الدراسة وجود اتجاه واضح لانخفاض كميات الاشعاع الشمسي شهريا لشهر كانون الثاني ونيسان وتموز وتشرين الاول وسنويا ولكافة محطات الدراسة وتناقص واضح في كميات معدلات الاشعاع الشمسي السنوية في محطات الدراسة وسجلت كميات الاشعاع الشمسي معدلات تغير سالبة للقيم الفعلية والتنبؤية في محطات الدراسة كافة، مما يشير إلى اتجاه واضح نحو العتمة المناخية في العراق[5].

2- أهمية البحث:

تأتى أهمية هذا البحث من خلال إتباع أسلوب علمي متقدم لاختيار نموذج إحصائي يمكن من خلاله التنبؤ بعناصر المناخ (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) في المستقبل مما يساهم بشكل فعال في تصميم الخطط المستقبلية للحصول على الطاقة النظيفة وكذلك يكون له دور في اتخاذ القرارات السليمة.

3- مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في إيجاد النموذج الأفضل الذي يمثل بيانات الدراسة (عناصر المناخ: الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) بالصورة المثلى ثم التنبؤ في المستقبل، وهذا بدوره يتطلب توفير بيانات هذه العناصر للسنوات الماضية لغرض معرفة سلوك هذه العناصر ومدى التداخل بينها وتأثيرها في المساهمة في إيجاد الحلول لمشكلة ندرة الطاقة الكهربائية.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (6), No. (1), Part (2): 677-692
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2024.6.1.36

4- فرضية البحث:

1. السلسلة الزمنية لعناصر المناخ في مدينة القائم خلال الفترة من 2018 إلى 2022 م تأخذ اتجاهاً متناقصاً.
2. السلسلة الزمنية لعناصر المناخ في مدينة القائم خلال الفترة من 2018 إلى 2022 م سلسلة مستقرة (ساكنة).
3. السلسلة الزمنية لعناصر المناخ في مدينة القائم خلال الفترة من 2018 إلى 2022 م في تزايد مستمر.

5- هدف البحث:

يهدف البحث إلى اختيار أفضل وأكفأ نموذج يمثل العوامل المناخية لمدينة القائم (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) واستخدام هذا النموذج للتنبؤ بهذه العناصر على المدى القريب ومعرفة العلاقة بين تلك العناصر وتحديد المقومات الجغرافية لتوليد الطاقة الشمسية والرياحية والمساهمة في البحث العلمي الهادف لحل مشكلة الطاقة الكهربائية في مدينة القائم باقتراح الحلول والمعالجات اللازمة لذلك.

6- الحدود المكانية والزمانية:

الحد الزماني: في الفترة من يناير 2018 م إلى ديسمبر 2022م.

الحد المكاني: مدينة القائم.

7- منهجية البحث:

7-1- مصادر البيانات:

اعتمد على البيانات الشهرية التي تم الحصول عليها من مركز الأنواء الجوية في مدينة القائم وهي عبارة عن (60) مشاهدة من بيانات عناصر المناخ: الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح للفترة من (يناير 2018 م - ديسمبر 2022 م) كسلسلة زمنية لغرض تحليلها للوصول لأفضل نموذج للتنبؤ بهذه العناصر في المستقبل.

7-2- المنهج:

اتبع البحث المنهج التحليلي الوصفي وتم استخدام برنامج الحزم الاحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وبرنامج (Eviews) وبرنامج (Statgraphics-17).

8- الجانب النظري:

سيتم في هذا الجانب توضيح المعايير والاختبارات الاحصائية المستخدمة في الجانب التطبيقي.

8-1- تعريف السلسلة الزمنية:

يطلق على مجموعة المشاهدات التي تمثل قياسات لظاهرة معية خلال فترة زمنية محددة تعبير السلسلة الزمنية Time series، فالسلسلة الزمنية هي عبارة عن سجل تاريخي لنشاط معين لقياسات مأخوذة على فترات زمنية متساوية، وقد اهتمت كثير من الدراسات ولاسيما المناخية والاقتصادية والاجتماعية بدراسة السلسلة الزمنية لأن كثيراً من الظواهر إذا ما درست لعدد من

السنوات أو الأشهر أمكن معرفة طبيعة التغيرات التي ستطرأ عليها والتنبؤ بما سيحدث لها من تغير في المستقبل بناءً على سلوك الظاهرة في الماضي والحاضر. ولدراسة السلسلة الزمنية لابد من دراسة عواملها المؤثرة وهي: الاتجاه العام، التغيرات الموسمية، التغيرات الدورية، وأخيراً التغيرات العرضية، ولأهمية السلاسل الزمنية وكفاءتها في التنبؤ بمستقبل الظواهر، في هذا البحث سيتم تطبيق واحدة من نماذج السلاسل الزمنية الحديثة على عناصر المناخ (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) في محطة الأنواء الجوية في مدينة القائم من (2018) إلى (2022).

وبالإمكان تعريف السلسلة الزمنية بأنها مجموعة من المشاهدات لقيم ظاهرة ما تكون مأخوذة في أوقات زمنية محددة الفترات الفاصلة بين المشاهدة والتي تليها قد تكون متساوية أو غير متساوية، وفي الغالب تكون متساوية فإذا كانت متساوية فيعبر عنها (Yi, Y2,..., Ytn) عند الفترات الزمنية (ti, t2,... tn) إذ ان n تمثل عدد القيم المشاهدة ويمكن تمثيل السلسلة الإحصائية بالشكل التالي:[7]

$$Y_t = F(t) + at, \qquad t = 0 \mp 1 \mp 2 \ldots\ldots \quad (1)$$

نجد أن:

$F(t)$ الجزء المنتظم الذي يعبر عنه بدالة رياضية.

at يمثل الجزء العشوائي وقد يسمى بالمتغير العشوائي.

2-8- فرضيات السكون:

تعتبر السلسلة الزمنية ساكنة من الدرجة الثانية إذا كان لها وسط حسابي ثابت تتجمع حوله البيانات أي خالية من تأثير الاتجاه العام والتغيرات الموسمية وللسلسلة الزمنية وسط حسابي ثابت وتباين وتغاير مشترك ثابتان أي إن: [4] [17]

- ثبات الوسط الحسابي عبر الزمن E (Y) = n
- ثبات التباين عبر الزمن VAR (Y) = ^{2}, t = 1 .... T

أن يكون التغاير بين أي قيمتين لنفس المتغير معتمداً على الفجوة الزمنية بين القيمتين، وليس على القيمة الفعلية للزمن الذي يحسب عنده التغاير ثابت.

$$\rho_k = \frac{COV(Y_t, Y_{t-k})}{\delta^2} \text{ K} > 0 \quad \ldots (2)$$

$$COV(Y_t, Y_{t-k}) = \lambda_k \qquad \ldots (3)$$

ويقيس العلاقة بين القيم في فترات زمنية متعددة ذات فترات تباطء k ويسمى معامل التغايير[13], ويمكن التمييز بين نوعين من السلاسل الزمنية هي السلاسل الزمنية المستقرة والسلاسل الزمنية غير المستقرة حيث أن هناك حالتان من الإستقرارية وهما الاستقرارية في المتوسط (stationary in Mean) والاستقرارية في التباين (stationary invariance), إن الاستقرارية في المتوسط هي حالة السلسلة عند ما لا تظهر اتجاهاً عاماً ويمكن تحويلها إلى سلسلة مستقرة باستخدام الفروق، أما الاستقرارية في التباين فهي حالة السلسلة عند ما لا تظهر تذبذبات متباينة في شكل السلسلة الزمنية ويمكن تثبيت التباين بالحصول على اللوغاريتم الطبيعي أو الجذر التربيعي أو المقلوبات لبيانات السلسلة[7], ومن هذه الاختبارات اختبار دكي فولر الموسع (ADF) لفحص سكون السلسلة الزمنية ويتم حسابه بالصيغة الاتية: [6]

$$\Delta \boldsymbol{Y_t} = \delta Y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \omega_j Y_{t-j+1} + \varepsilon_t \qquad \ldots (4)$$

وان Y_t تمثل الظاهرة للفترة t و ε_t هو الخطأ العشوائي وΔ هو معامل الفروق و(ω, δ) هي معلمات النموذج فيتم تقديرها بطريقة المربعات الصغرى (OLS) وأن الفرضية المراد اختبارها هي:

$H_0: \delta = 0$ السلسلة تتضمن جذر الوحدة (غير ساكنة)

$H_0: \delta \neq 0$ السلسلة لا تتضمن جذر الوحدة (ساكنة)

وان إحصائية هذا الاختبار هي:

$$ADF = \frac{\hat{\omega}}{\hat{\sigma}_{\delta}} \quad \dots (5)$$

يتم رفض فرضية العدم H_0 اذا كانت قيمة (P-Value) أكبر من (0.05) أي ان السلسة ساكنة واذا كانت قيمة (P-Value) أصغر من (0.05) نقبل فرضية العدم H_0 وبهذا تكون السلسلة غير ساكنة.

3-8- نموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Process:

في نموذج الانحدار الذاتي AR (p) يعبر عن قيمة السلسلة الحالية Y_t بدلالة قيم السلسلة السابقة $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ وقيمة الثابت α وهذا النموذج من الرتبة p ويرمز لها AR (p) والصيغة العامة لنماذج الانحدار الذاتي هي:[13]

$$Y_t = \alpha + \emptyset_1 Y_{t-1} + \emptyset_2 Y_{t-2} + \dots + \emptyset_p Y_{t-p} \quad \dots (6)$$

حيث ان Y_t يمثل متغير قيد الدراسة وY_{t-i}متغيرات الدراسة الحالية والماضية وα يمثل ثابت موجب و$\emptyset_i$ يمثل معلمات نموذج الانحدار الذاتي وتشير الـp إلى رتبة نموذج الانحدار الذاتي فاذا كانت p =1 يكون نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى كالآتي:

$$Y_t = \alpha + \emptyset_1 Y_{t-1} \quad \dots (7)$$

4-8- نموذج المتوسط المتحرك Moving Average Model:

يرمز لها بالرمز MA (q) والتي تعبر عن القيمة الحالية للسلسلة الزمنية بدلالة الأخطاء العشوائية وكالاتي:[13]

$$Y_t = \alpha + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_p \varepsilon_{t-q} \quad \dots (8)$$

حيث ان ε_{t-i} يمثل حد الخطأ المتعلق بمتغير الدراسة Y_t و θ_i يمثل معلمات نموذج المتوسط المتحرك وتشير الـq إلى رتبة نموذج المتوسط المتحرك فاذا كانت q=1 يكون نموذج المتوسطات المتحركة من الدرجة الاولى كالآتي:

$$Y_t = \alpha + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad \dots (9)$$

5-8- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك:

Autoregressive Moving Average Models:

يرمز لها بالرمز ARMA(p,q) وهي عبارة عن خليط من نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة، حيث p تمثل رتبة الانحدار الذاتي، وq تمثل رتبة المتوسطات المتحركة وكما يأتي:[13]

$$Y_t = \alpha + \emptyset_1 Y_{t-1} + \emptyset_2 Y_{t-2} + \dots + \emptyset_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_p \varepsilon_{t-q} \quad \dots \quad (10)$$

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (6), No. (1), Part (2): 677-692
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2024.6.1.36

6-8- نموذج الانحدار الذاتي المتكامل مع المتوسطات المتحركة (ARIMA):

Autoregressive Integrated Moving Average Model:

عندما تكون السلسلة الزمنية غير مستقرة فانه يجب اولا تحويلها إلى سلسلة زمنية مستقرة قبل بناء النموذج الرياضي وذلك بأخذ الفروق (d) أو استخدام أحد التحويلات وعدد الفروق المطلوبة لتحويل السلسلة إلى سلسلة مستقرة تسمى بدرجة التكامل (Integrate)، إذ يتحول نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة ARMA (p,q) إلى نموذج الانحدار الذاتي المتكامل مع المتوسطات المتحركة ARIMA (p, d, q), حيث تمثل p رتبة الانحدار الذاتي وd عدد الفروق (التكامل) وq تمثل رتبة المتوسط المتحرك والصيغة الرياضية للنموذج ARIMA (p, d, q) وكالاتي: [13]

$$\emptyset_p(B)W_t = \alpha + \theta_q(B)\varepsilon_t \qquad \ldots.(11)$$

نجد ان $W_t = (1-B)^d Y_t$

9- معايير اختيار النموذج الملائم:

بعد تحديد النماذج المحتملة التي تمثل بيانات الظاهرة المدروسة يتم استخدام عدة معايير لتحديد النموذج الملائم للبيانات ومن هذه المعايير.

9-1- الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ Root Mean Square Error(RNSE):

يعتبر من المعايير المهمة في اختيار النموذج الأمثل ويتم ايجاده باستخدام الصيغة الاتية: [2]

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \qquad \ldots(12)$$

9-2- متوسط الخطأ النسبي المطلق Mean Absolute Percentage Error (MAPE):

وهو من المعايير التي تأخذ القيمة المطلقة لحساب الخطأ للقيمة الحقيقية والمتنبئ بها ويحسب كالاتي: [2]

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right| \qquad \ldots(13)$$

9-3- معيار اكايكي للمعلومات Akaike Information Criterion (AIC):

وضع العالم الياباني اكايكي في عام (١٩٧٤) معيار التطوير ونمذجة السلاسل الزمنية واعتمد فيه على أن يكون الفارق بين كثافة الأنموذج وبين الكثافة الحقيقية للمشاهدات ضئيلاً أو تقليل تباين الأنموذج مقارنة بزيادة عدد المعالم المقدرة ويستخدم هذا المعيار للتعرف على نوعية ومطابقة الأنموذج وفي تحديد الرتبة ويحسب وفق الصيغة الاتية: [8][10]

$$\text{AIC} = \text{Log}(\sigma^2) + \frac{2n}{T} \qquad \ldots(14)$$

$$\text{AIC} = \text{n ln}\left[\sum \varepsilon_i^2\right] + 2T \qquad \ldots(15)$$

نجد أن:

T: عدد المشاهدات. n: عدد المعالم. σ^2: تباين البواقي.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (6), No. (1), Part (2): 677-692
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2024.6.1.36

9-4- معيار حنان - كوين Hannan-Quinn Criterion (HQC):

أقترح الباحثات حنان وكوين في العام (1979) معياراً جديد سمي المعيار بسمهما حنان – كوين ومختصره (HQC) لتحديد رتبة النموذج المدروس، ويحسب وفق الصيغة الآتي:[3]

$$\mathrm{HQC(M)} = \ln \hat{\sigma}_e^2 + \frac{2h\ c\ \ln(\mathrm{n}\ln)}{n} \quad \ldots(16)$$

حيث أن:
C: الثابت.
h: دالة رتب النموذج (p + q).
n: عدد المشاهدات.

9-5- معيار معلومات شوارتز Schwarz Information Criterion (SBIC):

أقترح الباحث Schwartz عام 1978 معياراً على قرار معيار بيز ويتضمن اقتراح المعيار البيزي في اختيار الأنموذج، ويحسب وفق الصيغة الآتي: [9] [11]

$$\mathrm{SPIC} = \mathrm{K\ Log(N)} + \mathrm{n\ Log}\left(\frac{\mathrm{SSD}}{\mathrm{N}}\ \mathrm{n}\right) \quad \ldots(17)$$

where:

$$\mathrm{SSD} = \mathrm{y_t} - \hat{\mathrm{y}}_\mathrm{t}$$

N: عدد مشاهدات البحث.
K: هو عدد المعلمات.
y_t : تمثل القيم الفعلية للمتغير.
$\hat{y}_t$: القيمة المتنبأ بها للمتغير.

أثناء حساب الدقة $\hat{\mathrm{y}}_\mathrm{t}$ يتم تقريبه إلى 0 أو 1 ولكن في حالة AIC أثناء حساب الـ$\hat{\mathrm{y}}_\mathrm{t}$ يتم تقريبه. وبالتالي، فإنBIC يقدم قيم أكثر دقة للتنبؤ، في مدى قرب القيمة من الحد الأدنى.

10- التنبؤ Forecasting:

يعد التنبؤ أداة تنظيمية تساهم في إدارة خطوات التعامل مع حالات عدم التأكد من المستقبل بالاستناد على بيانات الماضي وتحليل اتجاهاتها [14], وهنا وصلنا إلى الهدف الرئيسي للبحث بعد استخدام معايير واختبارات احصائية رياضية لأجل معرفة النموذج الذي يلائم ويمثل البيانات بشكل غير متحيز وباقل نسبة للخطأ, يتم في هذه المرحلة استخدام النموذج المختار لأجل التنبؤ بالمستقبل القريب وكما سوف يتم التنبؤ بالعناصر المناخية (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) لمدينة القائم في الجانب التطبيقي.

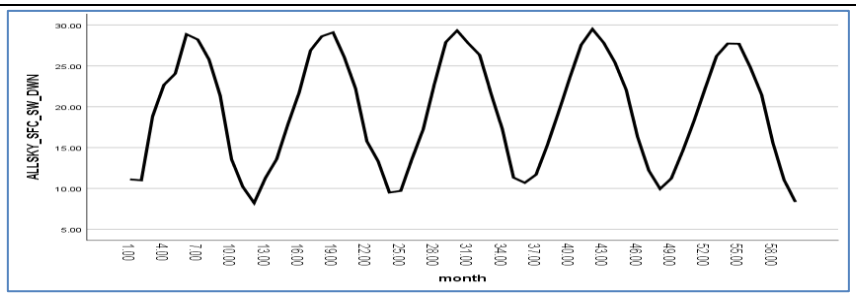
11- الجانب التطبيقي:

تهتم معظم الدراسات المناخية في المناطق الجافة وشبه الجافة بدراسة العوامل المناخية كون تلك العوامل هي المسؤولة عن نشوء كثير من الحالات والظواهر المناخية التي تترك آثارها في مختلف نواحي الحياة، ومن اجل الوصول إلى الفهم الدقيق لسلوك العنصر المدروس والحالات التي تحدث فيه فان تلك الدراسات تتطلب التعمق في الظاهرة المدروسة من خلال دراسة سماتها الرئيسية في حقبة من الزمن تمتد لعدة سنوات، كما تتطلب اهتماما بجوانب التحليل الاحصائي للبيانات المناخية وفي هذا الجانب اخذ البيانات الخاصة بعناصر المناخ (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) كمعدلات شهرية لمحطة الأنواء الجوية في مدينة القائم للفترة الزمنية من الشهر الاول لعام

2018 إلى الشهر الثاني عشر لعام 2022 وتم قياس الاشعاع الشمسي بوحدة (وات/المتر المربع) وقياس سرعة الرياح بوحدة (المتر/الثانية) وسيتم دراسة وتحليل عناصر المناخ وكالآتي:

11-1- الاشعاع الشمسي:

لمعرفة طبيعة السلسلة الزمنية لبيانات الاشعاع الشمسي نقوم برسم هذه البيانات مع الزمن باستخدام البرنامج الاحصائي (SPSS) ومن خلال الرسم يمكن التعرف على طبيعة السلسلة من حيث (خصائصها، سلوكها، استقرارها في المتوسط والتباين) بصورة اولية. وكما هو مبين بالشكل الاتية:



الشكل (1) عنصر المناخ (الاشعاع الشمسي) مع الزمن لمدينة القائم

المصدر: الشكل من إعداد الباحث.

يبين الشكل (1) تذبذبات عنصر الاشعاع الشمسي حول وسطه الحسابي وان الاتجاه العام للإشعاع الشمسي يكاد يكون معدوم, ونلاحظ هناك نمط كبير من الاستقرار بالسلسلة ولكن هذا الاستقرار غير كافي لاتخاذ قرار نهائي عن طبيعة السلسلة ومدى سكونها لذا تم اختبار بيانات هذا العنصر باستخدام اختبار جذر الوحدة (اختبار دكي فولر الموسع) ويرمز له بالرمز (ADF) باستخدام برنامج (Eviews) وتم ملاحظ النتائج بالجدول الآتي:

الجدول (1) اختبارات جذر الوحدة لبيانات الاشعاع الشمسي لقضاء القائم

At Level		
		ALLSKY_SFC_SW_DWN
With Constant	t-Statistic	-7.461
	Prob.	0
		***
With Constant & Trend	t-Statistic	-0.3606
	Prob.	0.9864
		n0
Without Constant & Trend	t-Statistic	0.1386
	Prob.	0.7217
		n0

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

نلاحظ ان قيم إحصائية t المحسوبة لا تكون معنوي في اختبارين من ضمن ثلاثة اختبارات الخاصة باختبار دكي فولر الموسع (ADF) وهذا يعني انه للسلسلة الزمنية أنماط غير قابلة للتنبؤ وغير مستقرة، لذلك نقوم بأخذ الفرق الأول للسلسلة الزمنية واعادة تطبيق اختبار دكي فولر الموسع (ADF) لنشاهد هل ان السلسلة الزمنية أصبحت مستقرة وكما موضح بالجدول الآتي:

الجدول (2) اختبارات جذر الوحدة لبيانات الاشعاع الشمسي لقضاء القائم بعد اخذ الفرق الأول

At First Difference		
		d(ALLSKY_SFC_SW_DWN)
With Constant	t-Statistic	-4.887
	Prob.	0.0002
		***
With Constant & Trend	t-Statistic	-6.2035
	Prob.	0
		***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-5.9108
	Prob.	0
		***

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

تظهر الاختبارات الثلاثة الخاصة باختبار جذر الوحدة (ADF) على ان قيمة الإحصائة المحسوبة معنوية وهذا يعني خلو السلسلة الزمنية من جذر الوحدة وان السلسلة استقرت بعد اخذ الفرق الاول وبعدها نقوم بحساب معلمات النماذج المحتملة والمعايير الإحصائية بكل نموذج التي عن طريقها يتم اختيار النموذج الافضل الذي يمثل بيانات السلسلة الزمنية وكما مبين في الجداول الاتية من خلال استخدام برنامج (Statgraphics-17):

الجدول (3) قيم معلمات وقيم t المحسوبة للنماذج المحتملة لبيانات الاشعاع الشمسي

P-Value	t	Stnd. Error	Estimate	Parameter
0.000000	24.6433	0.0653179	1.60965	AR(1)
0.000000	-13.6074	0.0653028	-0.888599	AR(2)
0.000000	242.195	0.00403737	0.977833	MA(1)

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

الجدول (4) قيم المعايير الاحصائية للنماذج المحتملة لبيانات الاشعاع الشمسي

SBIC	HQC	AIC	MAPE	RMSE	Model
1.41113	1.34737	1.30641	8.36442	1.82797	ARIMA(2,1,1)
1.94141	1.92016	1.90651	12.2911	2.55126	ARIMA(1,1,0)
2.01055	2.01055	2.01055	13.5802	2.73266	ARIMA(0,2,0)
2.09417	2.07291	2.05926	13.5156	2.75375	ARIMA(1,2,0)

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

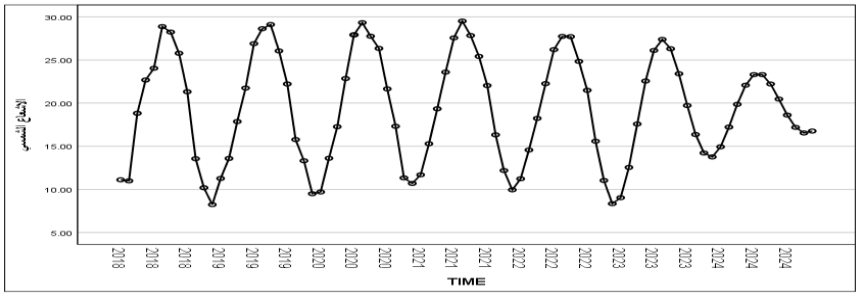
من الجدول (4) نلاحظ انه افضل نموذج يمثل بيانات عنصر المناخ (الاشعاع الشمسي) هو ARIMA(2,1,1) حيث يعطي هذا النموذج اقل قيمة للخطأ للمعايير المستخدمة (SBIC, HQC, AIC, MAPE، RMSE) وبعد اختيار النموذج ARIMA(2,1,1) الذي يمثل البيانات قيد الدراسة (الاشعاع الشمسي) نقوم باستخدام هذا النموذج للتنبؤ ببيانات هذا العنصر للأشهر القادمة وعلى مدار سنتين للاستفادة منها في المستقبل في مدينة القائم والجدول الاتي يمثل قيم المتنبؤ والقيم العظمى والصغرى لهذا العنصر لسنة 2023 و2024 وكالاتي:

الجدول (5) القيم المتنبأ بها للبيانات الشهرية للإشعاع الشمسي لسنة 2023 و2024 لمدينة القائم

Upper 95.0% Limit	Lower 95.0% Limit	Forecast	Period	Upper 95.0% Limit	Lower 95.0% Limit	Forecast	Period
12.7247	5.33118	9.02795	23-Jan	28.4709	1.38602	14.9285	24-Jan
19.6168	5.46666	12.5417	23-Feb	31.1925	3.23916	17.2158	24-Feb
27.1899	7.96503	17.5775	23-Mar	34.196	5.51995	19.858	24-Mar
33.4877	11.6342	22.561	23-Apr	36.578	7.57867	22.0783	24-Apr
37.3544	14.8612	26.1078	23-May	37.8218	8.78725	23.3045	24-May
38.6381	16.1394	27.3887	23-Jun	37.8387	8.77178	23.3053	24-Jun
37.864	14.7336	26.2988	23-Jul	36.8445	7.58917	22.2168	24-Jul
35.6495	11.1628	23.4061	23-Aug	35.2248	5.70364	20.4642	24-Aug
32.5989	6.83822	19.7185	23-Sep	33.4602	3.76037	18.6103	24-Sep
29.5316	3.1748	16.3532	23-Oct	32.0538	2.31309	17.1835	24-Oct
27.4187	1.00722	14.213	23-Nov	31.4071	1.66134	16.5342	24-Nov
27.0177	0.498994	13.7584	23-Dec	31.6792	1.83479	16.757	24-Dec

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

ومن ثم نقوم برسم بيانان السلسلة الاصلية والقيم المتنبأ بها وكالاتي:

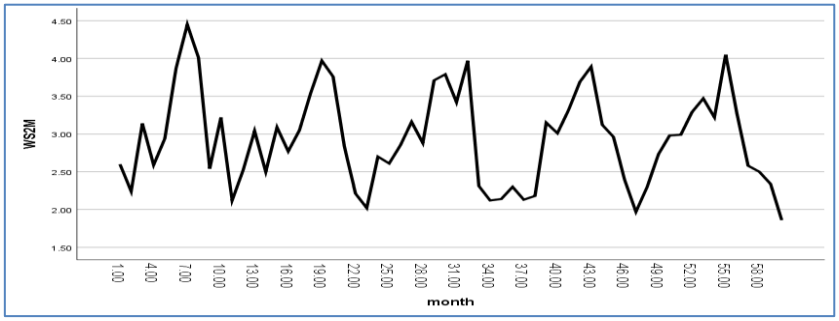


الشكل (2) البيانات الاصلية والبيانات المتنبأ بها لعنصر الاشعاع الشمسي لمدينة القائم

المصدر: الشكل من إعداد الباحث.

11-2- سرعة الرياح:

لمعرفة طبيعة السلسلة الزمنية لبيانات سرعة الرياح نرسم هذه البيانات مع الزمن من خلال برنامج SPSS للتعرف على طبيعة السلسلة الزمنية من حيث (خصائصها، سلوكها، استقرارها في المتوسط والتباين) بصورة مبدئية. وكما هو مبين بالشكل الآتي:



الشكل (3) عنصر المناخ (سرعة الرياح) مع الزمن لمحطة مدينة القائم

المصدر: الشكل من إعداد الباحث.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (6), No. (1), Part (2): 677-692
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2024.6.1.36

يبين الشكل (3) تذبذبات عنصر سرعة الرياح حول وسطه لمحطة الأنواء الجوية لمدينة القائم وان الاتجاه العام لسرعة الرياح يكاد يكون معدوم. ونلاحظ هناك نمط كبير من استقرار بالسلسلة الزمنية ولكن هذا الاستقرار غير كافية لاتخاذ قرار نهائي عن طبيعة السلسلة ومدى سكونها لذا تم اختبار بيانات هذا العنصر باستخدام اختبار جذر الوحدة (اختبار دكي فولر الموسع) باستخدام برنامج (Eviews) وتم ملاحظة النتائج بالجدول الآتي:

الجدول (6) اختبارات جذر الوحدة لبيانات سرعة الرياح لمدينة القائم

At Level		
		WS2M
With Constant	t-Statistic	-7.1201
	Prob.	0
		***
With Constant & Trend	t-Statistic	-7.5139
	Prob.	0
		***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-0.3624
	Prob.	0.549
		n0

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

نلاحظ في الجدول (6) ان قيم إلاحصائة المحسوبة تكون غير معنوية في أحد الاختبارات الثلاثة الخاصة باختبار الدكي فولر الموسع (ADF) وهذا يعني انه للسلسلة الزمنية أنماط غير قابلة للتنبؤ وغير مستقرة لذلك نقوم بأخذ الفرق الاول للسلسلة الزمنية واعادة تطبيق اختبار دكي فولر الموسع (ADF) لنشاهد هل ان السلسلة الزمنية أصبح مستقرة وكما موضح بالجدول الآتي:

الجدول (7) اختبارات جذر الوحدة لبيانات سرعة الرياح لقضاء القائم بعد اخذ الفرق الأول

At First Difference		
		d(WS2M)
With Constant	t-Statistic	-6.8936
	Prob.	0
		***
With Constant & Trend	t-Statistic	-6.8333
	Prob.	0
		***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-6.9575
	Prob.	0
		***

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

الجدول (7) يبين ان إحصائية t المحسوبة للاختبارات الثلاثة الخاصة باختبار جذر الوحدة (ADF) معنوية وهذا يعني خلو السلسلة الزمنية من جذر الوحدة وان السلسلة استقرت بعد اخذ الفرق الاول ومن ثم نقوم بحساب معلمات النماذج المحتملة وحساب المعايير الاحصائية التي عن طريقها يتم اختيار النموذج الافضل الذي يمثل بيانات للسلسلة الزمنية وكما مبين ذلك من خلال استخدام برنامج (Statgraphics-17) وكالاتي:

الجدول (8) قيم معلمات واختبارات t المحسوبة للنماذج المحتملة لبيانات سرعة الرياح

P-value	t	Stnd. Error	Estimate	Parameter
0.037681	2.1328	0.129362	0.275904	AR(1)
0.000001	5.58776	0.130326	0.728232	AR(2)
0.003485	-3.06115	0.131899	-0.403764	AR(3)
0.002751	-3.1443	0.137859	-0.43347	AR(4)
0.000000	11.4639	0.0723233	0.829108	MA(1)
0.000000	15.6395	0.0592087	0.925994	MA(2)
0.000000	-10.2069	0.0796337	-0.81281	MA(3)

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

الجدول (9) قيم المعايير الاحصائية للنماذج المحتملة لبيانات سرعة الرياح

SBIC	HQC	AIC	MAPE	RMSE	Model
-1.20081	-1.34958	-1.44515	11.8855	0.432037	ARIMA(4,1,3)
-1.02646	-1.26024	-1.41042	10.4605	0.411253	ARIMA(6,1,5)
-1.12227	-1.12227	-1.12227	16.2632	0.57056	ARIMA(0,1,0)
-0.86102	-1.00978	-1.10536	13.1764	0.512043	ARIMA(4,2,3)
-1.06577	-1.08702	-1.10067	15.8439	0.567223	ARIMA(1,0,0)

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

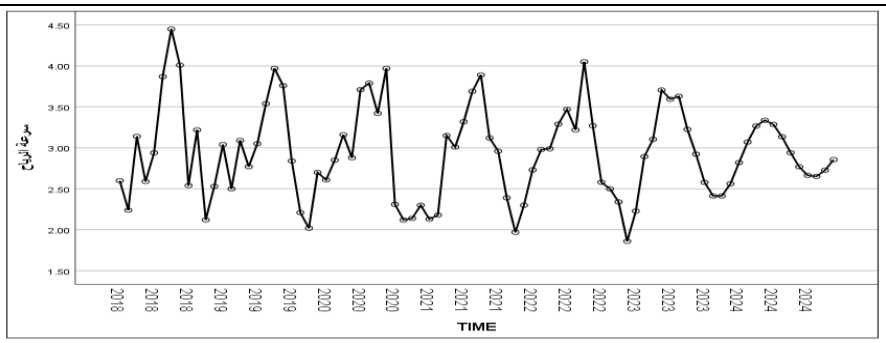
من الجدول (9) نلاحظ انه افضل نموذج يمثل بيانات عنصر المناخ (سرعة الرياح) هو ARIMA(4,1,3) كما نلاحظ ان هذا النموذج يعطي اقل قيمة للخطأ للمعايير المستخدمة (SBIC, HQC, AIC, MAPE, RMSE) وبعد اختيار النموذج الذي يمثل البيانات قيد الدراسة (سرعة الرياح) نقوم باستخدام هذا النموذج للتنبؤ ببيانات هذا العنصر للأشهر القادمة وعلى مدار سنتين للاستفادة منها في المستقبل في قضاء القائم والجدول الاتي يمثل القيم المتنبئ بها والقيم العظمى والصغرى:

الجدول (10) القيم المتنبأ بها للبيانات الشهرية لسرعة الرياح لسنة 2023 و2024 لمدينة القائم

Upper 95.0% Limit	Lower 95.0% Limit	Forecast	Period	Upper 95.0% Limit	Lower 95.0% Limit	Forecast	Period
3.10031	1.35834	2.22932	23-Jan	4.12775	1.51095	2.81935	24-Jan
3.84806	1.94012	2.89409	23-Feb	4.3855	1.7565	3.071	24-Feb
4.0619	2.14659	3.10424	23-Mar	4.5827	1.95357	3.26814	24-Mar
4.66295	2.7476	3.70528	23-Apr	4.65786	2.01643	3.33714	24-Apr
4.6421	2.54918	3.59564	23-May	4.61712	1.95536	3.28624	24-May
4.70956	2.55059	3.63008	23-Jun	4.47171	1.79581	3.13376	24-Jun
4.36662	2.08531	3.22597	23-Jul	4.2802	1.60242	2.94131	24-Jul
4.06649	1.78008	2.92329	23-Aug	4.10796	1.42768	2.76782	24-Aug
3.72343	1.43478	2.57911	23-Sep	4.01265	1.31421	2.66343	24-Sep
3.58825	1.23568	2.41196	23-Oct	4.01838	1.28579	2.65208	24-Oct
3.64066	1.18452	2.41259	23-Nov	4.1106	1.34221	2.72641	24-Nov
3.84056	1.28187	2.56121	23-Dec	4.25187	1.46013	2.856	24-Dec

المصدر: الجدول من إعداد الباحث.

نقوم برسم البيانان السلسلة الاصلية والقيم المتنبأ بها وكالاتي:



الشكل (4) البيانات الاصلية والبيانات المتنبأ بها لعنصر سرعة الرياح لقضاء القائم

المصدر: الشكل من إعداد الباحث.

12- الاستنتاجات:

من خلال مقارنة حالة العناصر المناخية التي عملت بها الدراسة مع القيم التي تم التنبؤ بها, لم يكن متوقعاً ان نجد فروقات كبيرة بين البيانات المسجلة والنتائج التي تم التوصل إليها، فمن المعروف بأن مناخ مدينة القائم يعيش حالة من الاستقرار الذي لن تشوبه تغيرات مهمة وكبيرة الا على امتداد زمن طويل قد يمتد لأكثر من قرن، غير انه ومع ذلك فقد لاحظنا مجموعة من التغيرات الطفيفة ومنها:

1. معدلات الخصائص المناخية الشمسية والرياحية معتدلة حول المتوسط لمحطة الأنواء الجوية في مدينة القائم وهذا يوفر طاقة شمسية ورياحية يتم الاعتماد عليها مستقبلاً.
2. يمكن استثمار مصادر الطاقة المتجددة لتخفيض كميات النفط والغاز المستهلكة محلياً في إنتاج الكهرباء، وبالتالي تصدير هذه الكميات لسد احتياجات ميزانية الدولة من العملة الصعبة.
3. يفسر اعتدال معدلات العناصر المناخية (الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح) في مدينة القائم إلى خلو المنطقة من التضاريس التي تؤثر بشكل كبير في ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة وبالتالي تأثر على قوة سرعة الرياح.
4. سرعة الرياح تحافظ على قوتها باقترابها من المعدل العام للعامين القادمين وهذا يفسر قرب مساحة الاشعاع الشمسي المنتشر من المتوسط ولتحقق السلوك الطبيعي للبيانات تم حساب معامل الارتباط (بيرسون) بين كمية الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح يساوي 0.794 وبذلك تكون العلاقة بينهما طردية قوية.

13- التوصيات:

1. تطوير المحطات المناخية من خلال السعي لنصب أجهزة لقياس الاشعاع الشمسي المنتشر والمباشر وسرعة الرياح اليومية وتوظيف تلك القياسات في مجالات الطاقة وسد النقص الحاصل في الطاقة الكهربائية.
2. الاعتماد على أنموذج ARIMA(2,1,1) للتنبؤ بكميات الاشعاع الشمسي المنتشرة للسنوات القادمة لأنه أظهر هذا النموذج أدنى قيم للخطأ للمعايير المستخدمة.
3. الاعتماد على أنموذج ARIMA(4,1,3) للتنبؤ بقيم سرعة الرياح للسنوات القادمة لأنه أظهر هذا النموذج أدنى قيم للخطأ للمعايير المستخدمة.

4. استغلال طبيعية المنطقة لانبساط وخلو المنطقة من التضاريس لنصب الأجهزة والتوربينات المولدة للطاقة الكهربائية.
5. الاهتمام بتأهيل وتدريب الكوادر البشرية في مجال الطاقة المتجددة لرفع كفاءتها.
6. نوصي باستكمال دراسة باقي عناصر المناخ لمحطة قضاء القائم ودراسة علاقتها بهذين العنصرين واستثمارها في زيادة الطاقة النظيفة وسد احتياجات مدينة القائم من الطاقة الكهربائية.

المصادر والمراجع:

أولاً: المصادر العربية:

1. الحياسي, مقبل محمد علي, العديني, مارش احمد سعيد, (2011), الإشعاع الشمسي والرياح ودورهما في إنتاج الطاقة في الجمهورية اليمنية دراسة في الجغرافيا الاقتصاد, رسالة ماجستير, كلية الآداب, جامعة ذمار, اليمن.
2. الخثعمي, عبدالعزيز سعد عبدالعزيز, النفيعي, عبدالرحمن عبدالله احمد, (2018), الاخلال بافتراض خلو البيانات من القيم المتطرفة وأثره على استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد في التنبؤ, بحث منشور, كلية التربية, جامعة أم القرى, السعودية, العدد 5.
3. السلماني، انور رشيد وبتال، احمد حسين وحمد، عبد علي، (2019)، استخدام طرق السلاسل الزمنية للتنبؤ بأسعار التداول لسوق العراق لأوراق المالية للمدة (2005-2018)، مجلة جامعة الانبار للعلوم الاقتصادية والادارية (المجلد 11، العدد 27)، العراق.
4. الكاطع، أحلام حنش، (2007)،"اختبارات التكامل الكسري في نماذج ARIMA"، رسالة ماجستير في الاحصاء، جامعة بغداد، كلية الادارة والاقتصاد.
5. الناصر, خديجة عبدالزهرة, الحسان, احمد جاسم, (2013), استخدام نماذج بوكس- جنكنز للتنبؤ بكميات الاشعاع الشمسي في العراق للمدة (1996-2018) دراسة تطبيقية محوسبة, بحث منشور, مجلة البحوث الجغرافية, العدد 18.
6. شيخي، محمد، (2011)، طرق القياس الاقتصادي محاضرات وتطبيقات، استاذ وباحث في جامعة ورقلة، الجزائر، ط1، الحامد.
7. طعمة, سعدية عبدالكريم، (2012)، استخدام تحليل السلاسل الزمنية بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار، مجلة جامعة الانبار للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد (4).
8. عبدالقادر، قريب الله عبدالمجيد، (2022)، استخدام منهجية Jenkins-Box للتنبؤ بالسلسلة الزمنية إجمالي تكوين رأس المال الثابت: دراسة تطبيقية على المملكة العربية السعودية، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية والقانونية (المجلد 6، العدد 14)، الكلية التطبيقية جامعة طيبة، السعودية.
9. عسكر، احمد جمال وبتال، احمد حسين وحمد، عبد علي، (2023)، مكانية التنبؤ بمؤشرات الاستقرار المالي للقطاع المصرفي العراقي باستخدام طرق السلاسل الزمنية حتى عام 2025، مجلة اقتصاديات الاعمال للبحوث التطبيقية، جامعة الفلوجة، (المجلد 5 العدد 1)، العراق.

ثانياً: المصادر الأجنبية:

10. Akaike, H. (1974) A New Look at the Statistical Model Identification. IEEE Transactions on Automatic Control, AC- 19, 716-723.
11. Albahli, S. & Yar, G.N.A.H., (2022), Defect Prediction Using Akaike and Bayesian Information Criterion. Comput. Syst. Sci. Eng., 41(3), 1117-1127.
12. Auday, H.S. 2013. Optimum site selection of windmills - turbine in Iraq utilizing remote sensing and GIS techniques. Ph.D. Thesis. Department of Physics, College of Science, University of Baghdad. Baghdad, Iraq.
13. Box, G.E.P & Jenkins, G.M. (1976). Time Series Analysis Forecasting and control, 2nd Holden day, London.

14. Hussein, A.K. and Miqdam, T.C. (2012). Status and future prospects of renewable energy in Iraq. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 6007-6012.
15. Pirvu, Daniela,et.al., (2012), Intelligent Financial Forecasting, The key for a Successful Management, International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences, Vol. (2), Issue (3).
16. Salwan, S.D. & Sopian, K. (2010). Electricity generation of hybrid PV / wind systems in Iraq. Renewable Energy, 35, 1303-1307.
17. Wei, William W.S., (1990), "Time Series Analysis, Addison" Wesley Publishing Company.