

التنبؤ بمناسوب مياه شط العرب باستعمال نماذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة الموسمية SARIMA

Forecasting of Shatt al-Arab water levels using autoregressive models and Seasonal Moving Average (SARIMA)

<https://doi.org/10.29124/kjeas.1547.8>

م. احمد هشام محمد⁽²⁾

L. Ahmed Husham Mohammed

ahmed.albasrai@uobasrah.edu.iq

أ. م. د. بهاء عبد الرزاق قاسم⁽¹⁾

Prof. Assist. Dr. Bahaa Abdul Razak Qasem

bahaa.kasem@uobasrah.edu.iq

جامعة البصرة/ كلية الإدارة والاقتصاد

المستخلص

يهدف البحث إلى تقديم دراسة تحليلية للمناسيب الشهرية لمياه شط العرب في محافظة البصرة باعتماد نماذج السلاسل الزمنية الموسمية، تعدّ مناسيب المياه من العوامل المؤثرة وبشكل مباشر في مستويات التراكيز الملحية من خلال دفع اللسان الملحي عن مياه شط العرب ، وهذا سيؤدّي بالنتيجة إلى تقليل التأثيرات السلبية بيئياً واقتصادياً، لذا تمّ التوجّه نحو استعمال أحد نماذج السلاسل الزمنية المتمثّل بنماذج الانحدار المتكامل و الأوساط المتحركة الموسمية SARIMA للتنبؤ بمستويات مناسيب شط العرب، باعتماد بيانات المناسيب للمدة من كانون الثاني/2009 ولغاية كانون الأول/ 2021، وقد تمكّنت الدراسة من تحديد النموذج الملائم لبيانات السلسلة الزمنية بالنموذج SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ اعتماداً على معايير حسن المطابقة (LogL, AIC, BIC, HQ) واختبارات التشخيص، وأظهرت القيم التنبؤية إلى وجود وتيرة متصاعدة في مناسيب مياه شط العرب للمدة ((Jan./2022-Dec./2030)).

الكلمات المفتاحية: السلاسل الزمنية، بوكس جنكيز، SARIMA

Abstract

The research aims to provide an analytical study of the monthly platforms of Shatt al-Arab waters in Basra governorate by adopting seasonal time chain models. Water tables are directly influencing the levels of salt concentrations by pushing the saline tongue from the Shatt al-Arab waters. This will result in reducing environmental and economic adverse effects, Thus, one of

the integration of SARIMA time series integrated regression models and seasonal moving circles to predict future levels of Arabian shatters using the Box-Jenkins methodology, using the data of the desks for the period from January 2009 to December 2021, Accordingly, the study was able to identify the appropriate template for time-series data in the SARIMA (1.1.1)₁₂ model based on the criteria of good conformity (LogL, AIC, BIC, HQ) and diagnostic tests, where predictive values showed an increasing frequency in the Arab Shatt water levels for the duration (Jan. /2022 - Dec. /2030).

Keyword: time series, Box-Jen, SARIMA

1- المقدمة

تُعَدُّ السلاسل الزمنية إحدى الأدوات الإحصائية المهمة في مجال التنبؤ بالظواهر المختلفة وإعطاء صورة واضحة ودقيقة حولها، وما يمكن أن يتخذ من قرار لمعالجة السلبيات أو تطوير الإيجابيات، ولأهمية هذا الأسلوب كانت هناك العديد من الإنجازات العلمية التي أسهمت في اقتراح العديد من المنهجيات والنماذج التي تحاكي الظواهر خلال الزمن الذي يُعَدُّ هو الآخر بُعداً مهماً في عملية البناء والتقدير. من هذه النماذج نموذج (SARIMA) نموذج الارتباط الذاتي والأوساط المتحركة المتكامل الموسمي الذي يُعَدُّ أحد النماذج الخطية التي تعالج الظواهر التي تحمل الصفة الموسمية ومن خلال اعتماد منهجية بوكس-جنكيز يمكن بناءه وتقدير معالمه ومن ثم التنبؤ بالقيم المستقبلية. ومن هنا توجهت الدراسة للتنبؤ بأحد أبعاد المياه النهرية وهي المناسيب. يُعَدُّ المياه عنصراً من عناصر ديمومة الحياة، وقال تعالى (وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ) . ولكن عنصر الحياة والنمو يمكن أن يتأثرا بالعديد من المتغيرات التي من الممكن أن تجعل منه سبباً رئيساً للإضرار بالبيئة المحيطة على المستوى: البشري، الحيواني والنباتي فمن العوامل التي تؤثر سلباً في مياه الأنهر والشواطئ هي مستوى المناسيب، وهذا ما نلاحظه اليوم في العراق لا سيما في محافظة البصرة فانخفاض مناسيب مياه شط العرب تعد سبباً رئيساً في ارتفاع التراكيز الملحية التي تُعَدُّ هي الأخرى إحدى المشاكل البيئية والصحية، لذا تكمن أهمية الدراسة في كيفية تنطويع الأساليب الإحصائية في السلاسل الزمنية لغرض التنبؤ بإحدى العوامل المرتبطة بالبيئة المائية، وهي (المناسيب) للتنبؤ بمستوياتها. لذا هدفت الدراسة إلى اعتماد أحد نماذج السلاسل الزمنية التي تتسم بالطابع الموسمي (SARIMA) لغرض التنبؤ بمستويات المناسيب في مياه شط العرب لما لهذا العامل من تأثير كبير على البيئة المائية. وقد قدمت إسهامات عدة من ناحية الأسلوب الإحصائي للسلاسل الزمنية وأخرى باتجاه مناسيب المياه، ولكن كانت محدودة منها دراسة (عبد الرحمن و عمار، 2013) التي هدفت إلى استعمال أساليب الإحصاء المكاني في دراسة وتحليلها مناسيب المياه الجوفية باعتماد طريقتين هما: طريقة كرنج، وطريقة مقلوب المسافة باعتماد البيانات الأصلية لـ (42) بئراً. وتوصلت الدراسة إلى أن طريقة مقلوب المسافة IDW هي الأفضل من حيث تحقيقها نتائج هي الأقرب للنتائج الأصلية. دراسة (Adams, Mustapha, & Alumbugu, 2019). اقترحت الدراسة اعتماد نموذج السلاسل الزمنية الموسمي لغرض التنبؤ بكميات هطول الأمطار في مدينة اوسون، وقد حددت الدراسة النموذج الملائم لهذه الظاهرة هو نموذج (1 ، 0 ، 1) ، SARIMA يناسب البيانات و تم استعماله للتنبؤ. دراسة (Alani & Alhiyali, 2021) عمدت

الدراسة إلى تحليل بيانات الأسعار لمحصول الطماطة في محافظة بغداد ولمدة من (ك2 – 2010 ولغاية ك1- 2015) باستعمال النموذج الموسمي (SARIMA). وقد اثبتت الدراسة أنّ النموذج الملائم للتنبؤ بأسعار الطماطة هو SARIMA₁₂(0,1,2)(1,1,0).

2- المنهجية العلمية وأدوات البحث

1-2 مفهوم السلاسل الزمنية Times Series Concept

تُعدّ السلاسل الزمنية من الأساليب الاحصائية التي تستهدف التنبؤ بسلوك أي ظاهرة وتحديد أنماطها خلال مدة زمنية محدّدة (Hamel & Abdulwahhab, 2022, p. 118) (t)، عليه يمكن أن نخلص إلى أنّ السلسلة الزمنية ترتبط بعدد من العوامل الرئيسة والمؤثرة في اتجاه الظاهرة وهي (الاتجاه العام، الموسمية، الدورية، والعارضة)، وتصنّف هذه العوامل الثلاثة الأولى أنّها عوامل منتظمة. في حين العارضة تصنّف بأنّها عامل غير منتظم (غير نمطي)، أي لا يمكن اكتشاف سلوكه والتنبؤ به (شعراوي، 2005، صفحة 42). إنّ المنهج العام للسلاسل الزمنية هو بناء انموذج رياضي يتمكّن من تقدير سلوك الظاهرة وتحديدّها وفقاً لبياناتها سواء أكانت (يومية، أم اسبوعية، أم شهرية أم سنوية) ومن ثمّ التوصل إلى نتائج مستقبلية تحاكي الواقع بالاعتماد على مبدأ أساس هو تقليل الخطأ المقدّر إلى أقلّ ما يمكن (طاهر، 2020، صفحة 454). إنّ السلاسل الزمنية تتعامل مع العديد من النماذج الرياضية ولكن سوف نُخصّص هذه الورقة لنموذج يحاكي التغيّرات الموسمية وهو نموذج SARIMA.

2-2 اختبار استقرارية السلسلة Stationary Times Series

إنّ اختبار استقرارية السلسلة الزمنية تُعدّ من الجوانب المهمة التي يتطلّب اجراءها قبل البدء بتحليل أي ظاهرة تخضع إلى الزمن إذ إنّ كلّ ظاهرة تتمتع بنمط معيّن (متزايد، متناقص)، لذا فإنّ صفة استقرارية السلسلة الزمنية يمكن أن تحدّد من خلال اتّجاهين : (ثبات الأوساط الحسابية عبر الزمن، ثبات التباين عبر الزمن) (Box, Jenkins, Reinsel, & Ljung, 2016, p. 24)، ولاختبار السلسلة الزمنية هناك اختبارات عديدة منها (اختبار Q_{-Stat} ، اختبار دكي فولر الموسّع).

$$Q_{-Stat} = n \sum_{L=1}^m \hat{\rho}_L \quad \dots (1)$$

إذ إنّ L تمثّل طول الفجوة الزمنية length of the time lag

وان الفرضية المتعلقة بهذا الاختبار

$H_0: \rho_L = 0$; Stationary Vs $H_0: \rho_L \neq 0$ Nonstationary

$$\hat{\rho}_L = \frac{\sum_{t=L+1}^T (X_t - \bar{X})(X_{t-1} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^T (X_t - \bar{X})^2} \quad \dots (2)$$

أمّا اختبار دكي فولر فهو من اختبارات جذر الوحدة التي يَتَمَّ من خلالها اختبار استقرارية السلسلة. وقد طور هذا الاختبار من قبل العالم ديكبي عام (1981) من خلال التحقّق فيما إذا كانَ هناك ارتباطات ذاتية بين الأخطاء من خلال ثلاث نماذج، لهذا أطلق عليه باختبار دكي فولر الموسّع **Augmented Dickey Fuller** ، والذي يُرمز له (ADF) (طاهر، 2020، صفحة 455). ومن خلال هذه الاختبارات إذا تبيّن لنا أنّ السلسلة غير مستقرّة، عندئذ نحدّد سبب عدم الاستقرارية، هل هو بسبب (الوسط أم التباين) ، فإذا كان سبب عدم الاستقرارية الوسط فهذا دليل على وجود الاتجاه بالسلسلة سواء أكانت بالزيادة أم بالنقصان، لذا يجب التخلّص من عدم الاستقرارية. وغالباً ما تكون السلسلة مستقرّة عند الفرق الثاني وذلك من خلال أخذ (d) من الفروق والتي تتحقّق بشكل تجريبي، و غالباً ما تستقرّ عند الفرق الثاني.

3-2 نموذج الارتباط الذاتي والأوساط المتحركة الموسمية Seasonal Autoregressive and Moving Average Model (SARIMA)

إنّ التقلّبات الموسمية هي تغيّرات تودّي إلى حدوث نمط دوري منتظم Symmetric Periodical Pattern يتكرّر خلال المدّة الزمنية (t) . أي السلسلة تعيد نفسها بشكل ثابت ويرمز لهذا النوع من السلاسل بالرمز (S) ، وعليه ستكون الدالة الراضية للزمن هي (المحمدي و طعمه، 2011، صفحة 22):

$$g(t + S) = g(\tau) \quad \dots (3)$$

إنّ النموذج الموسمي $SARIMA(p, d, q)$ هو حالة خاصّة من النموذج المختلط التكامل $ARIMA$ ، والذي يمثّل بنموذج الارتباط الذاتي $AR(p)_s$ بالدرجة (p) ونموذج الأوساط المتحركة $MA(q)_s$ بالدرجة (q) ، وبدرجة فروق موسمية (d) (حسن و عبد الرحمن، 2016، صفحة 408). ولغرض صياغة النموذج الرياضي الموسمي سيُتمّ عرض النماذج الأساسي في تشكيل النموذج وكما يأتي :

1-3-2 نموذج الارتباط الذاتي الموسمي Seasonal Autoregressive Model

وهو من نماذج السلاسل الزمنية الخطية التي تعتمد بشكل أساس على متوسط الترجيح للملاحظات السابقة فإذا فرضنا أنّ Z_t هي عملية عشوائية معرفة بالمدّة (t) فيمكن صياغة النموذج $AR(P)$ كما يأتي :

$$Z_t = \varphi_0 + \varphi_1 Z_{t-1} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad \dots (4)$$

وقد بيّن Box-Jenkes في عام 1970 أنّ نماذج الانحدار الذاتي الموسمية $SAR(P)$ ضرورية ومهمّة في تحليل السلاسل الزمنية التي تعاني من مشاكل كبيرة ومتنوّعة، لذا تمّ تأويل الصيغة (2) بأنّ تحاكي التغيّرات الموسمية لنحصل على الصيغة الآتية :

$$Z_t = \varphi_0 + \sum_{i=1}^p \varphi_{is} Z_{t-is} + \varepsilon_t \quad \dots (5)$$

إذ تدل φ_{is} على معلمة نموذج الانحدار الذاتي، أما بالنسبة Z_{t-is} والمعرفة ضمن المدة الموجودة بين بيانات السلاسل الزمنية والتي تتحدد بمضاعفات عدد الفترات لكل موسم، إذ تدل Z_{t-1s} على معلومات حول السلسلة الزمنية خلال المدة الأولى، أما Z_{t-qs} فهي تمثل معلومات السلسلة الزمنية خلال المدة q إذ تنصف هذه السلسلة بظهور الصفة الموسمية (s) (Otu, George, Jude, Ifeyinwa, & I., 2014, p. 18)

2-3-2 نموذج الأوساط المتحركة الموسمية Seasonal Moving Average Model

يمتاز نموذج $MA(q)$ بأن العملية العشوائية (Z_t) تكون مُفسّرة بواسطة الأوساط المرجّحة للقيم السابقة للأخطاء العشوائية (ε_t) للمدة (q) إذ إن $q > 1$ عندئذ يأخذ النموذج الصيغة الآتية (امينة، 2014، صفحة 67):

$$Z_t = \varepsilon_t + \gamma_t \varepsilon_{t-1} + \dots + \gamma_{t-q} \varepsilon_{t-q} \quad \dots (6)$$

إذ تمثل γ_t معلمة النموذج عند المدة (t) أما ε_t فيمثل الخطأ العشوائي

أما عند ظهور الحالة الموسمية فإن النموذج سوف يؤل إلى الصيغة الآتية :

$$Z_t = \varepsilon_{ts} + \sum_{i=1}^p \gamma_t \varepsilon_{t-is} \quad \dots (7)$$

3-3-2 النموذج المختلط الموسمي Seasonal Autoregressive & Moving Average Model

وهو من النماذج الخطية التي تركز على مبدأ الخلط مابين نموذجي $AR(p)$ و $MA(q)$ ، والسبب يعود إلى عدم إمكانية تمثيل بعض السلاسل الزمنية المستقرّة بأحد النموذجين؛ وذلك لامتلاك السلسلة خواص النموذجين عندئذ يتكوّن نموذج مختلط معرف بالرتبة (p, q). ويمكن صياغة النموذج على وفق الصيغة الآتية (طارق، 2014، صفحة 56):

$$Z_t = \varphi_0 + \varphi_1 Z_{t-1} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t + \gamma_t \varepsilon_{t-1} + \gamma_{t-q} \varepsilon_{t-q} \quad \dots (6)$$

وعندما تدخل الصفة الموسمية على النموذج المختلط كما في الصيغة (5) سيتولّد لدينا النموذج الموسمي المختلط (SARMA):

$$Z_t = \varphi_0 + \sum_{i=1}^p \varphi_{is} Z_{t-is} + \varepsilon_{ts} + \sum_{i=1}^p \gamma_t \varepsilon_{t-s} \quad \dots (7)$$

2-3-4 النموذج المختلط التكاملية الموسمي

Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model

إنّ الواقع الحقيقي لنماذج السلاسل الزمنية هو الحالة غير المستقرة، وهذه الميزة غالباً ما يجعل تحليل النموذج والتنبؤ به يُعدّ أمراً معقداً، ممّا يتطلب إزالة عدم الاستقرارية وتحويلها إلى الحالة المستقرة، من خلال أخذ الفروق (d). في هذه الحالة سنحصل على نموذج متجانس ومستقرّ، ويطلق عليه بنموذج المختلط المتكامل والمعرف $ARIMA(p,d,q)$ إذ إنّ p تمثّل درجة نموذج الارتباط الذاتي أمّا (q) فتتمثّل رتبة الأوساط المتحركة، و الرتبة (d) فتتمثّل رتبة الفرق التي تحقّق الاستقرار، يطلق بطبيعة الحال على هذه النماذج بنماذج Box and Jenkies (حسين و قاسم، 2019، صفحة 9). عندها يمتلك النموذج الصيغة (6) نفسها مع الأخذ بالحساب درجة الفرق (d) لتحقيق الاستقرارية (Otu, George, Jude, Ifeyinwa, & I., 2014, p. 18)، أمّا الحالة الموسمية فستأخذ صيغة النموذج (6) مع الأخذ بالحساب درجة الفرق (d)، كما يمكن صياغة النموذج باستعمال معامل الارتداد الخلفي (β) (Back shift) كما موضحة بالصيغة الآتية

:(Dwivedl, Sharma, & Wandre, 2017, p. 186)

$$\phi(\beta^s)Z(t) = \delta + \gamma(\beta^s)\varepsilon(t) \quad \dots (8)$$

$$\phi_p(\beta) = 1 - \phi_p(\beta^s) - \phi_2(\beta^s) - \dots - \phi_p(\beta^s)^p, \phi_i \in R; i = 1, 2, \dots, p \quad \dots (9)$$

$$\gamma_p(\beta^s) = 1 - \gamma_p(\beta^s) - \gamma_p(\beta^{2s}) - \dots - \gamma_p(\beta^{ps}), \gamma_i \in R; i = 1, 2, \dots, p \quad \dots (10)$$

إذ إنّ :

$Z(t)$: قيمة المتغيّر العشوائي عند الزمن (t).

β^s فهو معامل الارتداد الموسمي.

ϕ_p, γ_p : هي معاملات نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة على التوالي.

s : تمثّل طول المدّة الموسمية

$\varepsilon(t)$: الخطأ العشوائي، والذي يمتلك خواص الضوضاء البيضاء ($\varepsilon(t) \sim N(0, \sigma^2)$)

2-4 اختيار النموذج الملائم للتنبؤ بالظاهرة

لغرض بناء نموذج السلاسل الزمنية يتطلب ذلك معالجة دقيقة للبيانات وإنَّ من الأساليب المستعملة والأكثر شهرة في مجال السلاسل الزمنية هي منهجية بوكس – جنكيز، لذا سيُتمُّ في الفقرات القادمة التطرُّق إلى أهمَّ الخطوات التي يتطلَّب إجراؤها لغرض اختيار النموذج الملائم للتنبؤ بالظاهرة (امينة، 2014، صفحة 67) :

2-4-1 مرحلة تحديد النموذج Model Identification

تعدُّ هذه المرحلة من المراحل الأساسية والمهمَّة بل هي الأصعب، لأنَّها ترتبط بجانبين مهمَّين الأول بناء مخطَّط زمني لبيانات السلسلة لتحديد فيما إذا كان هناك أيَّ من الحالات الشاذة، أمَّا الثاني، يرتبط بتحديد رتبة النموذج الموسمي التكاملي، والذي يتطلَّب تحديد رتبة (p) والتي تمثِّل رتبة النموذج (AR)، والرتبة (d) التي تمثِّل رتبة الفرق التي يتحقق عندها استقرار النموذج التكاملي، والرتبة (q) التي تمثِّل رتبة النموذج (MA) ويُتمُّ تحديد رتبة النموذج من خلال حساب كُُلِّ من دالة الارتباط الذاتي ACF الذي يقيس مقدار الارتباط الخطِّي بين مشاهدات السلسلة الزمنية بالرتبة (q)، ودالة الارتباط الجزئي PACF تُسهِّم في تحديد عدد الرتب الضرورية (p) (Chang, Gao, Wang, & Hou, 2013, p. 501).

2-4-2 مرحلة التقدير والاختيار Estimation

بعد أن تمَّ تحديد النموذج الموسمي الملائم (SARIMA) نتوجَّه إلى تقدير النماذج المقترحة باعتماد الطرق التقديرية (Chang, Gao, (YW)Yule-Walker، (LSE) least square estimation، (ML) Maximum Likelihood (Wang, & Hou, 2013, p. 501) من تمَّ اعتماد معايير عدة لغرض المقارنة فيما بينها واختيار النموذج الملائم لتمثيل الظاهرة. وهذه المعايير هي : معيار Akaike Information criterion (AIC)، معيار Bayesian Information criterion (BIC)، معيار Hannan and Rissanen (HQ) وسَيُتمُّ توضيح الصيغ الخاصة بهذا المعايير كما يأتي (طارق، 2014، صفحة 59):

$$AIC = \log(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + \frac{2G}{T} \quad \dots (9)$$

$$BIC = \log(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + G \frac{\log(T)}{T} \quad \dots (10)$$

$$HQ = \log(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + cG \frac{\log(T)}{T} ; c > 2 \quad \dots (11)$$

إذ تمثِّل $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ تباين البواقي، G تمثِّل عدد المعالم المقدَّرة للنموذج، أمَّا T فتُمثِّل عدد مشاهدات السلسلة الزمنية، ومن خلال المعايير المذكورة آنفاً يمكن أن نحدِّد النموذج الملائم، ويكون مبدأ اختيار النموذج على أساس أقلِّ قيم متحقَّقة للمعايير (AIC، BIC، HQ).

2-4-3 مرحلة تشخيص النموذج Diagnostic Checking Model

في هذه المرحلة سيتم تشخيص النموذج الذي تمّ تحديده في المرحلة السابقة، والهدف منها هو اختبار البواقي (Normality Test) والتأكد من امتلاكها صفة التشويش الأبيض (White Noise) مع استقلاليتها عن بعضها البعض قبل أن يتمّ اعتماده في عملية التنبؤ (Dwivedi, Sharma, & Wandre, 2017, p. 190). وهناك العديد من الاختبارات التي يمكن من خلالها تشخيص النموذج: كاختبار حسن المطابقة كـمكرووف -سمينوف ورسم شكل الاحتمال الطبيعي الذي يختبر طبيعة البواقي، اختبار دالة الارتباط الذاتي للبواقي، واختبار دالة الارتباط الذاتي لمربعات البواقي، في هذا الاختبار يتمّ التحقق من ثبات التباين للبواقي عن طريق رسم قيم الارتباطات الذاتية (نصر الله و قاسم، 2020، صفحة 240).

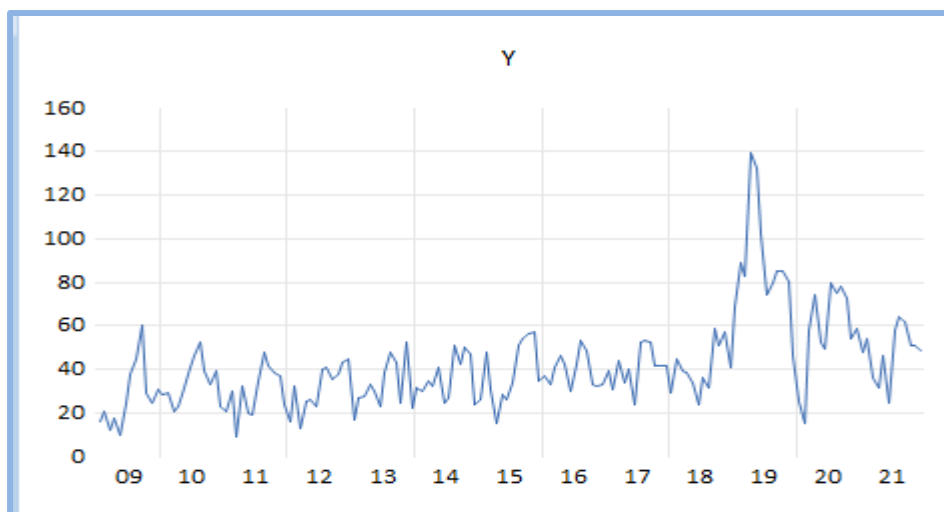
4-4-2 التنبؤ Forecasting

وهي المرحلة الأخيرة التي يتمّ من خلالها الحصول القيم المستقبلية تبعاً للنموذج المقدّر الذي تمّ تشخيصه واختياره تبعاً للمعايير السابقة. وللتأكد من أن القيم المُتنبّأ بها كفوءة لتفسير الظاهرة يتمّ رسم هذه القيم ومقارنتها مع البيانات الأصلية، فكّما كانت القيم المُتنبّأ بها تقترب من القيم الآلية دلّ ذلك على جودة القيم المُتنبّأ بها.

3- الجانب التطبيقي

1-3 وصف عينة البحث

تمثّل بيانات البحث مناسيب مياه شطّ العرب كسلسلة زمنية شهرية بواقع (156) مشاهدة مقاسة بالسنتيمتر مكعب للمدة (2009/Jan - 2021/Des) حسب سجلّات قسم الموارد المائية في محافظة البصرة- بيانات غير منشورة، بمتوسط قدره (41.80) و قيمة قصوى (139.63) سجّلت في الشهر (Apr.) لسنة (2019). وتتباين هذه المشاهدات حول متوسطها بانحراف معياري قدره (20.44) وهو ما يشير إلى عدم تجانس بيانات السلسلة الزمنية، ويعزّز بالشكل (1) طبيعة انتشار البيانات الأصلية.



الشكل(1):رسم الانتشار للسلسلة الزمنية لبيانات مناسيب مياه شطّ العرب شهرياً للمدة(2009-2021)

المصدر: مخرجات برنامج افيزو v.12 Eviews

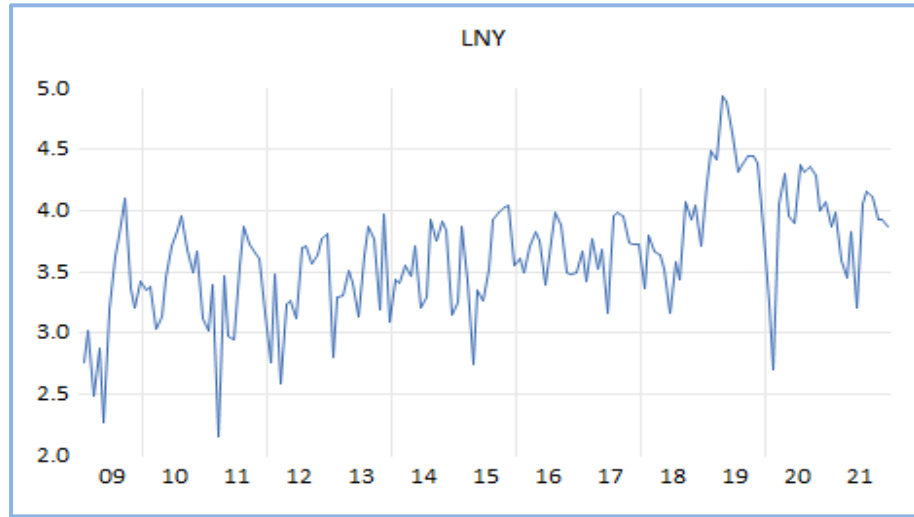
المصدر البيانات : سجلّات قسم الموارد المائية – محافظة البصرة – بيانات غير منشورة

2-3 تحليل عينة البحث

1-2-3 استقرارية السلسلة الزمنية

يُتضح جلياً من الشكل (1) الخصائص الأولية للسلسلة الزمنية ، إذ نلاحظ وجود اتجاه عام متزايد فضلاً عن وجود تذبذبات متمثلة في النتوءات والتقعّرات، وتكرّر هذه التذبذبات بانتظام كلّ 12 شهر تقريباً وبالتوتيرة نفسها مع اختلاف شدة هذه التوتيرة، وهذه التغيّرات تدلّ على عدم استقرارية السلسلة الزمنية في الوسط والتباين.

ومن أجل معالجة عدم الاستقرارية فقد تمّ التخلص من مشكلة عدم الاستقرارية في التباين أولاً بأخذ اللوغاريتم الطبيعي لبيانات السلسلة، والشكل (2) يوضّح رسم الانتشار للسلسلة بعد أخذ اللوغاريتم الطبيعي، إذ نلاحظ أنّها أصبحت أقلّ حدة في التذبذب محققة بذلك الاستقرارية في التباين لذا تمّ الاعتماد عليها عند التطبيق .



الشكل (2): رسم الانتشار للسلسلة الزمنية بعد اللوغاريتم الطبيعي $\ln(y)$

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

ولتأكيد عدم الاستقرارية في الاتجاه فقد تمّ إيجاد اختبار ديكي-فلور الموسع للسلسلة المأخوذ لها اللوغاريتم الطبيعي والمبينة نتائجه في الجدول (1)، فضلاً عن رسم دالتي الارتباط الذاتي و الذاتي الجزئي لهما المبين في الشكل (2).

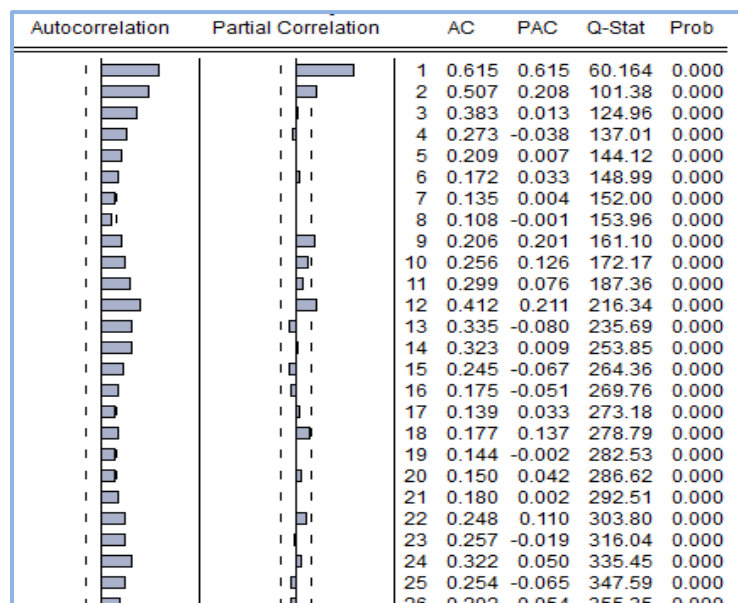
الجدول (1): اختبار ديكي-فولر الموسع للسلسلة $\ln(y)$

المتغير	Statistic	عند المستوى			الفرق الأول $d=1$			درجة التكامل
		بدون	الثابت	الثابت والاتجاه	بدون	الثابت	الثابت والاتجاه	
		-	-	-	-	-	-	
$\ln(y)$	T	0.215	-4.45	-7.67	18.127	18.074	-18.018	
	Sig	0.608	0.0004	0.000	0.000	0.000	0.000	1
	القرار	غير معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews v.12

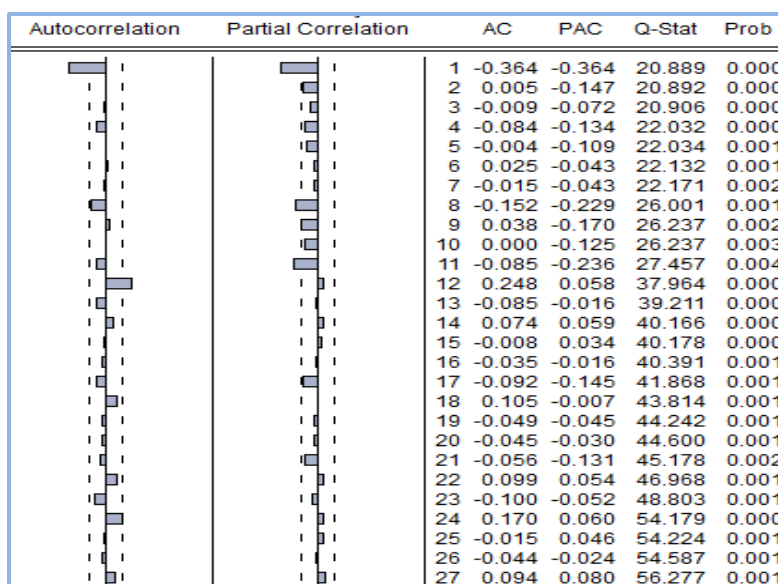
نلاحظ من الجدول (2) أنَّ السلسلة كانت غير مستقرّة عند المستوى (البيانات قبل أخذ الفرق) لأنَّ عدم معنوية اختبار ديكي-فولر في النماذج الثلاث: (بدون، الثابت، الثابت والاتجاه) إذْ ظهرت قيمة مستوى المعنوية له (prob=0.608) عند النموذج (بدون) أكبر من 0.05، وعليه تمَّ معالجة عدم الاستقرار في الاتجاه من خلال أخذ الفرق الأول للسلسلة $\ln(y)$ ، والتي ظهر فيها استقرارية السلسلة نتيجة معنوية اختبار ديكي-فولر عند النماذج الثلاث جميعها: (بدون، الثابت، الثابت والاتجاه) إذْ كان مستوى المعنوية لها أقلّ من 0.05.

كما يعزّز الشكلان (3)، (4) النتيجة آنفاً إذ نلاحظ من الشكل (3) أنَّ عدد الأعمدة لدالة الارتباط الذاتي الخارجة أكثر من 2 عمود، وهذا يدلّ على عدم استقرارية السلسلة، في حين نجد من الشكل (4) أنَّ عدد الأعمدة الخارجة لدالة الارتباط مساوياً إلى عمود واحد، والذي يدلّ على استقرارية السلسلة بعد أخذ الفرق الأول لها.



الشكل(3): دالة الارتباط الذاتي للبيانات الأصلية للسلسلة الزمنية $\ln(y)$

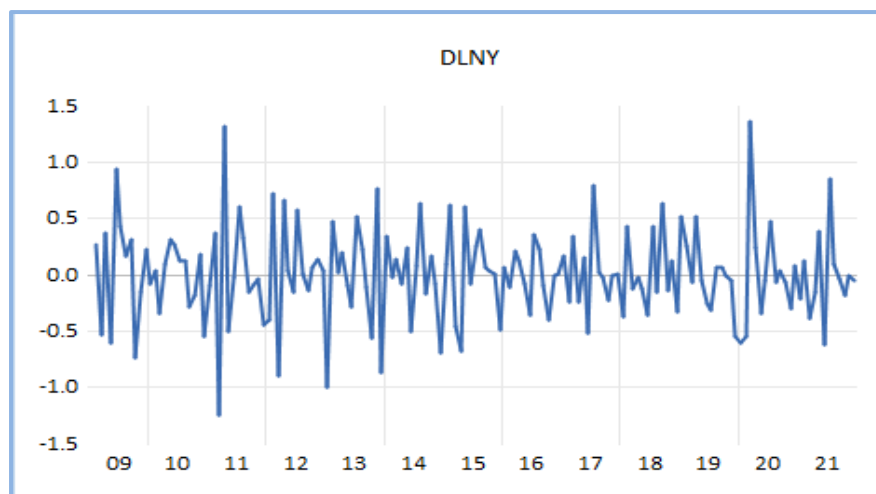
المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12



الشكل(4): دالتي الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية $\ln(y)$ بعد أخذ الفرق الأول

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

أمّا موسمية السلسلة فلا تزال موجودة، وهذا ما يوضحه جلياً رسم السلسلة في الشكل(3)، إذ نلاحظ أنّ التّنبؤات والتّقلّعات لا تزال موجودة، و على وتيرة كلّ 12 شهر تقريباً.



الشكل(5): رسم السلسلة الزمنية $\ln(y)$ بعد أخذ الفرق الأول لها

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

2-2-3 التقدير

بعد معالجة مشكلة عدم استقرارية السلسلة الزمنية في الخطوة السابقة، تأتي مرحلة بناء النموذج SARIMA الملائم وتقديره.

و يتبين من الشكل (5) أنّ رتبة الانحدار الذاتي للاريماساوية إلى $(p=1)$ ؛ بسبب خروج عمود واحد لدالة الارتباط الذاتي الجزئي، كما نجد أنّ رتبة المتوسطات المتحركة $(q=1)$ لخروج عمود واحد من دالة الارتباط الذاتي، في حين نجد أنّ رتبة الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة $(P=1, q=1)$ ؛ نتيجة لخروج الأعمدة عند الشهر 12 لدالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي، فضلاً عن ذلك فقد تمّ تقدير نماذج عدّة من نماذج $SARIMA(p,1,q)(P,1,Q)_{12}$ والمفاضلة بينها وفقاً للمعايير $(LogL, AIC, BIC, HQ)$. والملخصة بالشكل(5).

Model Selection Criteria Table				
Dependent Variable: DLOG(LNY)				
Date: 02/09/23 Time: 10:54				
Sample: 2009M01 2021M12				
Included observations: 155				
Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(1,1)(1,1)	139.100903	-1.717431	-1.599621	-1.669579
(1,1)(1,0)	134.930823	-1.676527	-1.578352	-1.636650
(1,1)(0,1)	133.826931	-1.662283	-1.564108	-1.622407
(0,1)(1,1)	133.562444	-1.658870	-1.560695	-1.618994
(1,1)(0,0)	129.156789	-1.614926	-1.536386	-1.583025
(0,1)(1,0)	128.852110	-1.610995	-1.532455	-1.579094
(0,1)(0,1)	127.113063	-1.588556	-1.510016	-1.556654
(1,0)(1,1)	127.063716	-1.575016	-1.476841	-1.535139
(1,0)(1,0)	123.754114	-1.545214	-1.466674	-1.513313
(1,0)(0,1)	122.601553	-1.530343	-1.451803	-1.498441
(0,1)(0,0)	120.894471	-1.521219	-1.462314	-1.497293
(1,0)(0,0)	117.435179	-1.476583	-1.417678	-1.452657
(0,0)(1,1)	111.631374	-1.388792	-1.310252	-1.356891
(0,0)(1,0)	109.250469	-1.370974	-1.312069	-1.347048
(0,0)(0,1)	108.006412	-1.354921	-1.296016	-1.330996
(0,0)(0,0)	102.795861	-1.300592	-1.261322	-1.284641

الشكل (6): نتائج المفاضلة بين مجموعة من نماذج SARIMA(p,1,q)(P,1,Q)₁₂

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

إذ نلاحظ من الشكل (6) أنَّ النموذج SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ أفضلها نتيجة؛ لامتلاكه أقل المعايير (LogL, AIC, BIC, HQ)، والشكل (7) يلخص تقدير هذا النموذج.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001598	0.000466	3.432261	0.0008
AR(1)	0.371534	0.058152	6.388967	0.0000
SAR(12)	0.890515	0.083790	10.62789	0.0000
MA(1)	-0.999999	87.84938	-0.011383	0.9909
SMA(12)	-0.693369	0.144127	-4.810830	0.0000
SIGMASQ	0.009325	0.020156	0.462638	0.6443

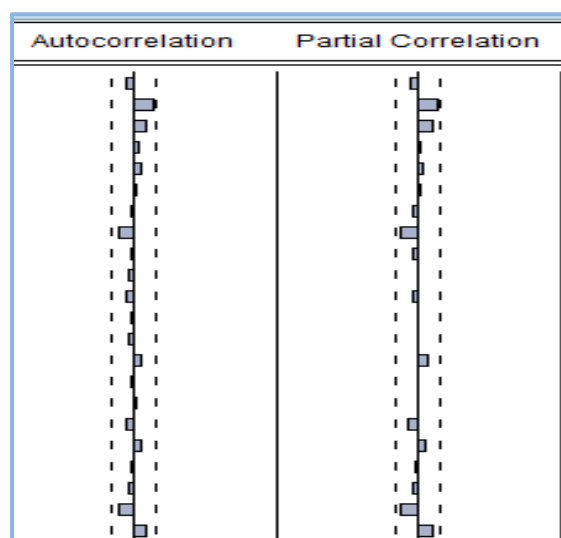
الشكل (7): نتائج تقدير نموذج SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

3-2-3 التشخيص

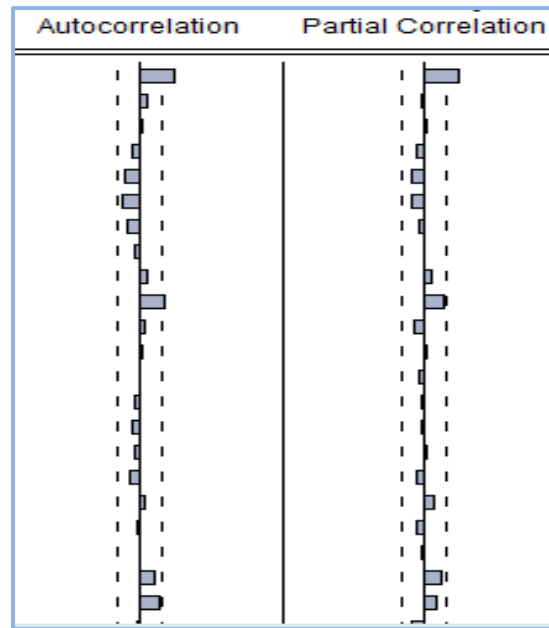
قبل اعتماد النموذج $SARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ في التنبؤ لابد من تشخيصه، والتأكد من خلوه من المشاكل القياسية، والتي من أهمها التوزيع الطبيعي للبواقي بمتوسط صفر و تباين ثابت، والذي يكون من خلال رسم دالة الارتباط الذاتي للبواقي و مربعات البواقي والمبينة في الشكلين (8)، (9) الآتيتين.

و نلاحظ من الشكل (8) أن جميع أعمدة دالة الارتباط الذاتي للبواقي تقع بين حدّي الثقة مما يؤكّد التوزيع الطبيعي للبيانات، كما نجد من الشكل (9) لدالة الارتباط الذاتي لمربعات البواقي خروج عمود واحد فقط، وهذا يدلّ على تجانس البواقي .



الشكل (8): دالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي لبواقي النموذج $SARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12



الشكل (9): دالة الارتباط الذاتي والجزئي لمربعات البواقي النموذج $SARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

3-2-4 التنبؤ لمناسيب مياه شط العرب:

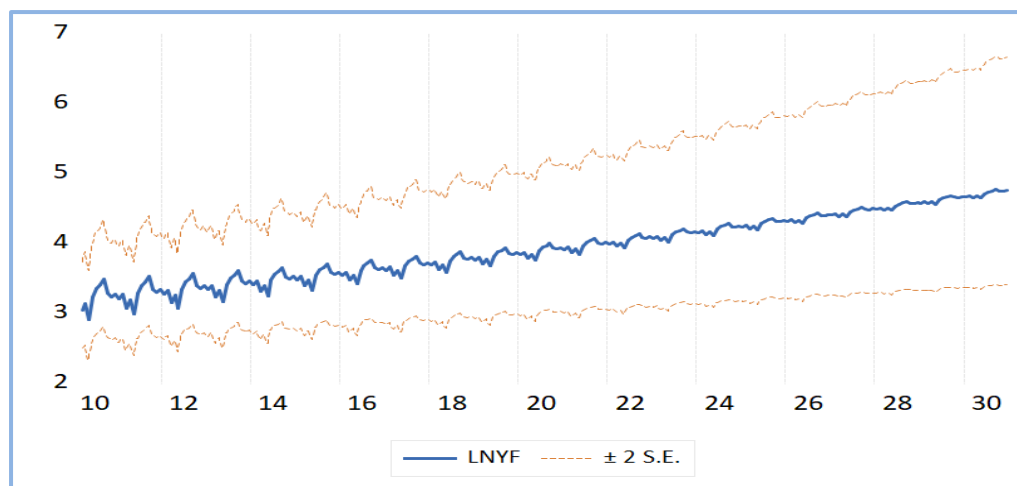
بعد تقدير النموذج وتشخيصه $SARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ ، تمّ التنبؤ بمناسيب مياه شط العرب للمدة (Jan./2022- Dec./2030)، إذ نلاحظ من الشكل (8) أنّ النموذج يتّبع السلسلة الأصلية للبيانات فضلا عن وقوعه بين حدي الثقة ممّا يؤكّد مرة أخرى جودة النموذج $SARIMA(1,1,1)(1,1,1)_{12}$.

كما يتّضح من الجدول (2) أنّ مناسيب مياه شط العرب المُتنبّأ بها للمدة المشار إليها يأخذ اتجاهها تصاعدياً متذبذباً، إذ يبلغ (54.39) في شهر Jan-2022 إلى أن يصل إلى (114.55) في نهاية المدة (Dec.-2030). وعليه نجد أنّ هذه النتائج تشير إلى وجود احتمال متفائل به باتجاه ارتفاع مناسيب مياه شط العرب، والذي بدوره يشير إلى وجود ارتفاع مناسيب مياه نهري دجلة والفرات.

الجدول (2): القيم التنبؤية لمناسيب مياه شط العرب للمدة (Jan./2022-Dec./2030)

Y. M.	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Jan.	54.39	58.87	63.80	69.24	76.61	82.93	89.95	97.75	106.45
Feb.	55.98	60.46	65.41	70.88	78.51	84.86	91.92	99.77	108.53
Mar.	52.49	57.07	62.12	67.68	75.38	81.85	89.03	97.00	105.88
Apr.	54.87	59.46	64.52	70.11	74.93	81.47	88.72	96.78	105.74
May	51.27	55.95	61.09	66.76	76.21	82.79	90.10	98.22	107.26
Jun.	57.28	61.92	67.04	72.70	75.25	81.91	89.30	97.50	106.64
Jul.	59.89	64.52	69.64	75.31	76.93	83.63	91.07	99.34	108.55
Aug.	61.12	65.76	70.91	76.61	73.82	80.62	88.16	96.53	105.84
Sep.	62.99	67.64	72.79	78.51	76.28	83.12	90.71	99.14	108.53
Oct.	59.48	64.26	69.54	75.38	73.02	79.95	87.62	96.15	105.63
Nov.	58.85	63.69	69.03	74.93	78.96	85.90	93.60	102.17	111.72
Dec.	60.03	64.90	70.27	76.21	81.59	88.56	96.31	104.93	114.55

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج EvIEWS V.12



الشكل (10): شكل الانتشار للقيم التنبؤية والتقديرية لمناسيب مياه شط العرب

المصدر: مخرجات برنامج Eviews v.12

4. الاستنتاجات والتوصيات

بيّنت النتائج المذكورة آنفاً وجود تذبذب في مناسيب مياه شط العرب صعوداً ونقصاناً خلال مدة البحث، ممّا نتج عنه عدم استقرار السلسلة الزمنية للبيانات في الوسط والتباين والذي أثبتته اختبار ديكي-فولر الموسع ورسم دالة الارتباط الذاتي. كذلك تمثّل النموذج الملائم لبيانات السلسلة الزمنية بالنموذج $SARIMA(1,1,1)(1,1,1)$ اعتماداً على معايير حسن المطابقة (LogL, AIC, BIC, HQ) واختبارات التشخيص. كما أظهرت القيم التنبؤية بوجود وتيرة متصاعدة في مناسيب مياه شط العرب للمدة ((Jan./2022-Dec./2030)).

بالاعتماد على النتائج المذكورة آنفاً بالإمكان توسعة الدراسات المستقبلية للتنبؤ بمناسيب المياه من خلال استعمال الشبكات العصبية و أساليب الذكاء الاصطناعي و النماذج اللامعلمية والتي من شأنها أن تعمل على معالجة مشكلة شحّة المياه والتي يعاني منها في الوقت الراهن بلدنا العزيز. كما تدعو الدراسة بشكل عام الجهات ذات العلاقة اتخاذ كافة الاجراءات كافة التي من شأنها الحفاظ على المياه من الضياع: كإنشاء السدود، أو بناء خزانات لتخزين مياه الأمطار و رفع التجاوزات على مجرى الأنهر وغيرها.

5- المصادر References

5-1 المصادر العربية

- 1- أحمد هشام طاهر. (حزيران، 2020). استعمال نماذج (ARIMA) للتنبؤ بحجم البضائع المناولة في الموانئ العراقية ، دراسة تطبيقية في الشركة العامة لموانئ العراق. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، 26(120)، 452-472.
doi:https://doi.org/10.33095/jeas.v26i120.1927

- 2- بن قسيمي طارق. (2014). استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية - دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز. جامعة محمد خيضر - بسكرة-كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم علوم التسيير. رسالة ماجستير، جامعة محمد خيضر - بسكرة-كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.
- 3- جاسم ناصر حسين، و بهاء عبد الرزاق قاسم. (كانون الأول، 2019). استعمال نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة المتكامل (للتنبؤ بانتاج التمور في العراق). مجلة الاقتصادي الخليجي، 35(43)، 1-26. تم الاسترداد من <https://www.iasj.net/iasj/article/196689>
- 4- دربال أمينة. (2014). محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية (دراسة حالة: مؤشر سوق دبي المالي). جامعة أبي بكر بلقايد، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير و العلوم التجارية، العلوم الاقتصادية، نقود، بنوك و مالية. كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير و العلوم التجارية.
- 5- سمير مصطفى شعراوي. (2005). مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية (الإصدار 1). المملكة العربية السعودية: جامعة الملك عبد العزيز، مطابع جامعة الملك عبد العزيز.
- 6- عباس عبد الرحمن، و غطفان عبد الكريم عمار. (2013). التنبؤ بخريطة تساوي مناسيب المياه الجوفية الحرة باستخدام طرائق الإحصاء المكاني في سهل جبله-اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم الهندسية، 35(7)، 303-318.
- 7- فارس طاهر حسن، و سعد أحمد عبد الرحمن. (2016). التنبؤ الموسمي بالأعداد الشهرية للمصابين بالأمراض المزمنة في مدينة بغداد باستخدام نماذج SARIMA. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، 22(87)، 405-438. تم الاسترداد من <https://www.iasj.net/iasj/article/108084>
- 8- مهدي وهاب نعمه نصر الله، و بهاء عبد الرزاق قاسم. (2020). استعمال منهجية بوكس- جينكز للتنبؤ بمعذلات البطالة في العراق. مجلة الإدارة والاقتصاد، 9(36)، 234-247. تم الاسترداد من <https://www.iasj.net/iasj/article/199238>
- 9- ناظم عبدالله المحمدي، و سعاد عبد الكريم طعمة. (2011). استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة (المجلد 4). مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية: جامعة الأنبار، كلية الإدارة والاقتصاد. تم الاسترداد من <https://www.iasj.net/iasj/article/41065>

- 10- Dwivedi, D. K., Sharma, G. R., & Wandre, S. S. (2017, Aug). FORECASTING MEAN TEMPERATURE USING SARIMA MODEL FOR JUNAGADH CITY OF GUJARAT. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, 7(4), 183-194. Retrieved from <http://www.tjprc.org/publishpapers/2-50-1499773536-23.IJASRAUG201723.pdf>
- 11- Adams, S. O., Mustapha, B., & Alumbugu, A. I. (2019). Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) Model for the Analysis of Frequency of Monthly Rainfall in Osun State, Nigeria. *Physical Science International Journal*, 22(4), 1-9.
- 12- Alani, R., & Alhiyali, A. .. (2021). Seasonality analysis of the tomato monthly price and its forecasting using seasonal time series models (SARIMA). *Jornal of Al-Muthanna for Agricultural Sciences*, 52-62. Retrieved from <https://www.iasj.net/iasj/article/215972>
- 13- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2016). *Time Series Analysis Forecasting and Control* (5 ed.). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey & simultaneously in Canada.
- 14- Chang, X., Gao, M., Wang, Y., & Hou, X. (2013, September 7). Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model for Precipitation Time Series. *Journal of Mathematics and Statistics*, 8(4), 500-505. doi:<https://doi.org/10.3844/jmssp.2012.500.505>
- 15- Hamel, A. A., & Abdulwahhab, B. I. (2022). Using a hybrid SARIMA-NARNN Model to Forecast the Numbers of Infected with (COVID-19) in Iraq. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 28(132), 118-133.

doi:<https://doi.org/10.33095/jeas.v28i132.2276>
- 16- Otu, O. A., George, O., Jude, O., Ifeyinwa, M. H., & I., I. A. (2014). Application of Sarima Models in Modelling and Forecasting Nigeria's Inflation Rates Forecasting Nigeria's Inflation Rates. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 2(1), 16-28. doi: 10.12691/ajams-2-1-4