

## استعمال السلاسل الزمنية للتنبؤ بالارقام القياسية لإيجارات الدور السكنية في العراق للسنوات 2021-2018

احمد جودة ارشيد

[ahmedjoda87@yahoo.com](mailto:ahmedjoda87@yahoo.com)

م.د فاطمة عبد الحميد جواد البيرماني

[fatimah.a@coadec.uobaghdad.edu.iq](mailto:fatimah.a@coadec.uobaghdad.edu.iq)

جامعة بغداد - كلية الادارة والاقتصاد - قسم الاحصاء

### المستخلص

يعد أسلوب تحليل السلاسل الزمنية من الطرائق الإحصائية المهمة المتبعة في هذا المجال، فدراسة ظاهرة ما على مدة زمنية معينة يمكننا التعرف على نمطها وإستعمالها للتنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة والذي يساعد في وضع الخطط السليمة. ويهدف البحث الى اختيار أفضل أنموذج للتنبؤ بالرقم القياسي لأسعار ايجارات الدور السكنية في العراق، بإستعمال نماذج بوكس جنكنز والتمهيد الاسي (التمهيد الاسي البسيط، طريقة هولت)، واختيار الافضل منها بمقارنة النماذج عن طريق استعمال معايير المفاضلة (متوسط نسبة الخطأ المطلقة MAPE ومتوسط مطلق الانحرافات MAD)، حيث تم الاعتماد على النماذج التي وضعها العالمين بوكس جنكنز & Jenkins ومن خلال وضع منهجية في دراسة وتحليل نماذج الانحدار الذاتي - الاوساط المتحركة المتكاملة ARIMA الخاصة بالسلاسل الزمنية ابتداءً من عملية فحص الاستقرارية من خلال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي فظهرت عدم استقرارية في المتوسط اذ لها اتجاه عام وتستقر بعد اخذ الفرق الاول وللتأكد من معنوية الاستقرارية تم الإعتقاد على إختبار ديكي فولر الموسع (ADF) وتم تحديد الأنموذج الافضل بالاعتماد على معايير الدقة المستعملة (معايير اكايكي AIC، ومعايير حنان- كوين H-Q، ومعايير شوارتز بيزي SMC) ثم أستخدمت دالة الامكان الاعظم في تقدير معلمات الأنموذج حيث تم اختيار أنموذج ARIMA (0,1,1) كأفضل أنموذج من نماذج بوكس جنكنز واختبرت معنوية الأنموذج المختار من خلال اختبار حدي الثقة للبوافي واختبار ليونج\_ بوكس Box& Ljung للظاهرة المدروسة للتأكد من مدى ملائمة الأنموذج، وقد تمت المقارنة بين افضل انموذج من نماذج بوكس جنكنز وبين طرائق التمهيد الاسي وقد تم اختيار أنموذج التمهيد الاسي المزدوج (طريقة هولت) كأفضل أنموذج للتمهيد الاسي بالاعتماد على المعايير الاحصائية (متوسط نسبة الخطأ المطلقة MAPE، ومتوسط مطلق الانحرافات MAD، ومتوسط مربع الانحرافات MSD) واختبرت معنوية الأنموذج وفحص كفاءة الأنموذج من خلال اختبار حدي الثقة للبوافي (الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي)، وبالمقارنة بين التنبؤات قد استنتج ان التنبؤ باستعمال أنموذج التمهيد الاسي المزدوج (طريقة هولت) يعطي نتائج افضل من استعمال أنموذج بوكس جنكنز حسب معايير دقة التنبؤ (متوسط نسبة الخطأ المطلقة MAPE، ومتوسط مطلق الانحرافات MAD) ومن خلال التقديرات يتضح زيادة في الرقم القياسي لأسعار إيجارات الدور السكنية في العراق ، حيث كانت القيم التنبؤية من عام 2016-2021 وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بالرقم القياسي من وزارة التخطيط/ الجهاز المركزي للاحصاء/ مديريةية الارقام القياسية للمدة (من كانون الثاني 2008 ولغاية كانون الاول 2015) وتم استعمال البرامج الاحصائية gretl و Minitab لتحليل السلسلة الزمنية .

الكلمات المفتاحية: الاستقرارية ، طرائق التمهيد الاسي.

## Using Time Series for Predict the Standard Numbers for Residential Rent in Iraq for the Years 2018-2021

Dr. Fatimah Abdul Hamid

[fatimah.a@coadec.uobaghdad.edu.iq](mailto:fatimah.a@coadec.uobaghdad.edu.iq)

Ahmad Judah Arshid

[ahmedjoda87@yahoo.com](mailto:ahmedjoda87@yahoo.com)

University of Baghdad - College of Administration and Economics

Department of Statistics

**Abstract:** The technique of analyzing time series is considered to be one of the important statistical methods used in the field of prediction, studying a certain phenomenon in a certain period of time allows us to identify its pattern and use it to predict the future values of this phenomenon which helps setting out the right plans, The research aims to choose the best model to predict the standard number of rent prices of houses in Iraq, by using the samples of Box-Jenkins, exponential

smoothing, and then using these models to predict and choosing the best one among them comparing the models by using general trend criteria (MAPE and MAD) for comparison. The models put by scientists Box & Jenkins have been relied on by setting a methodology in studying and analyzing models of the ARIMA of time series beginning from the process of stability test through auto correlation and partial auto correlation which showed instability in average as it has a general trend and stabilizes after taking the first difference by relying on Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) to check stability and the best model has been identified by relying on criteria of used accuracy (Akaike Information Criterion AIC, Hanan-Queen Criterion (H-Q) and Schwartz-Albizi Criterion (SMC) then great possibility function has been used in evaluating model parameters in which sample ARIMA(0,1,1) has been chosen as the best model of Box-Jenkins and assets of the chosen model were tested through uni-reliability test and Ljung – Box test of the investigated phenomenon, The comparison between the best model of Box-Jenkins and exponential smoothing methods have been considered and the model of duplicate exponential smoothing (Holt's method) has been chosen as the best model of exponential smoothing relying on statistical criteria (MAPE, MAD and MSD) and model assets have tested and inspection of model efficiency through uni-reliability (auto correlation and partial auto correlation), By comparing predictions it has been concluded that prediction by using the model of duplicate exponential smoothing gives better results than using Box-Jenkins model according to prediction accuracy criteria (MAPE, and MAD) and through estimations there appears to be an increase in the standard number of rent prices of houses in Iraq, at 2016-2021 year predictive , the Data of the standard number have been collected from the Ministry of Planning/Central Agency of Statistics/Directorate of Standard Numbers (from January 2008 until December 2015) as statistical programs gretl and Minitab have been used to analyze the time series

**Keywords: stationary, Exponential smoothing methods**

### 1. المقدمة وهدف البحث ومشكلة البحث

منذ اربعة عشر عاماً والعراق يشهد ارتفاعاً ملحوظاً في أسعار الإيجارات فارتفاع قيمة العقارات وصعوبة البناء لإرتفاع تكاليفه فضلاً عن غياب الحلول الحكومية لحل أزمة السكن بالاعتماد على البناء العامودي وما الى ذلك ناهيك عن التوسع الانشطاري داخل الاسرة العراقية جعل من السكن بالإيجار هو الحل الوحيد امام الكثيرين، الامر الذي ادى الى الارتفاع الكبير في أسعاره. فشهدت إيجارات الدور السكنية في العراق خلال السنوات الأخيرة ارتفاعاً قياسيماً أثر على المستوى المعيشي للفرد العراقي وعمق أزمة السكن التي يعاني منها منذ سنوات، ويعد التنبؤ نقطة البداية في أي عملية تخطيط، فهو يتيح الرؤية المستقبلية والتي بها يمكن تحديد الأهداف بدرجة أكبر من الدقة. وبالتالي هو عملية ضرورية وحتمية للتخطيط السليم، وعن طريقة نستطيع التوصل إلى تحديد الاهداف واتخاذ القرارات التي تتعلق بالنشاطات المستقبلية. وإن الأرقام القياسية هي مقياس احصائي لقياس التغير النسبي الحاصل لظاهرة معينة او مجموعة ظواهر بالنسبة الى اساس معين، حيث تعتبر أداة احصائية تمثل بطريقة سهلة لمقارنة التغير من وقت لاخر. ويعد اسلوب تحليل السلاسل الزمنية من الطرائق الاحصائية المهمة المتبعة في مجال التنبؤ بالأرقام القياسية، دراسة ظاهرة معينة على مدة زمنية معينة وتحليلها يمكننا التعرف على نمطها والعوامل المؤثرة فيها واستخدامها للتنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة والذي يساعد في وضع اسلوباً علمياً للتنبؤ في وضع الخطط السليمة للتنمية الاقتصادية. فالسلاسل الزمنية من أهم الأساليب الإحصائية التي يمكن من خلالها معرفة طبيعة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة مع الزمن والتنبؤ بما سيحدث من تغير على قيم الظاهرة في المستقبل على ضوء ما حدث لها في الماضي.

أن أساليب السلاسل الزمنية عديدة ومن أهمها النماذج التي وضعت من قبل العالمين بوكس وجينكنز عام 1970 والتي تعتبر طفرة نوعية في تحليل نمذجة البيانات من خلال وضع منهجية في دراسة وتحليل نماذج الانحدار الذاتي – الاوساط المتحركة المتكاملة ويرمز لها  $ARIMA(p,d,q)$ ، وهو واحد من الأساليب الذي سنعتمده للتنبؤ بالقيم المستقبلية لسلسلة الأرقام القياسية لأسعار إيجارات الدور السكنية في العراق فضلاً على استعمال طرق التمهيد الاسي للتنبؤ، وتكمن مشكلة البحث في ضرورة ايجاد حلول مستقبلية لحل ازمة السكن وايجاد اسلوب مناسب لغرض التنبؤ بالأرقام القياسية لأسعار إيجارات الدور السكنية في العراق تستخدم لوضع خطط مستقبلية من قبل صانعي القرار، وتبرز أهمية البحث في تناول موضوع التضخم التي تعاني منه إيجارات الدور السكنية في العراق، وتكمن الأهمية كذلك في بناء أفضل أنموذج يستعمل للتنبؤ بالرقم القياسي للإيجارات باستعمال أساليب تحليل السلاسل الزمنية، ويهدف البحث من خلال التشخيص الى تحديد الأنموذج الأكثر ملائمة للتنبؤ بسلسلة الأرقام القياسية لأسعار إيجارات الدور السكنية في العراق للمدة (كانون الثاني 2018- كانون الأول 2021) من خلال استعمال نماذج بوكس-جينكنز ومقارنتها مع طرائق التمهيد الاسي ومعرفة التنبؤ الافضل.

تعد عملية التخطيط من بين أهم أسباب تطور الأمم والتخطيط الجيد هو الذي يعتمد على الأساليب العلمية والإحصائية ومن هذه الأساليب تحليل السلاسل الزمنية التي تعتبر تخصص مستقل بذاته في الإحصاء وذات تشعبات كثيرة وسوف نتطرق على التنبؤ وانواعه والى تعريفات السلسلة الزمنية وتحليلها ونماذجها واهم مكونات السلسلة الزمنية.

## 2. الأرقام القياسية (Index Numbers)

يعرف الرقم القياسي بأنه أداة إحصائية لقياس التغير النسبي في قيم أي ظاهرة أو مجموعة من الظواهر من زمان لآخر أو من مكان لآخر، وتعرف المدة التي يتم المقارنة معها بمدة الأساس والمدة التي يتم مقارنتها بمدة المقارنة. [8]

## 3. السلاسل الزمنية (Time Series)

هي مجموعة من المشاهدات التي تتولد على التوالي خلال الزمن أو هي مجموعة من المشاهدات المرتبطة مع بعضها ويتم تسجيلها في فترات زمنية متعاقبة لظاهرة ما، ووقفت في مدد زمنية ماضية متتالية وغالباً ما تكون هذه الفترات منتظمة ويمكن أن تكون هذه المشاهدات بيانات أساسية أو أرقاماً قياسية نتجت عنه، وتتميز أية سلسلة زمنية بأن بياناتها مرتبة بالنسبة الزمن وأن المشاهدات المتتالية غالباً ما تكون غير مستقلة أي تعتمد على بعضها البعض وسيستغل عدم الاستقلال في التوصل إلى تنبؤات موثوق بها. [5][10]

## 4. تصنيف السلاسل الزمنية وفق نوع المشاهدات في الزمن

### أ. السلاسل الزمنية المتقطعة (discrete time series)

وهي الأكثر إستعمالاً في المجال التطبيقي والتي تكون الفترة الزمنية بين مشاهدة وأخرى متساوية ويتكون هذا النوع من السلاسل عندما تؤخذ المشاهدات لمجموعة من النقاط والتي تؤخذ عادة بمجالات متساوية. [3]

### ب. السلاسل الزمنية المستمرة (continuous time series)

وهذه تتكون عندما تكون المشاهدات مستمرة في الزمن وليس من الضروري أن تكون الظاهرة المدروسة عبارة عن متغير مستمر. [1]

## 5. مكونات السلسلة الزمنية (Time series component)

قيمة السلسلة الزمنية في مدة زمنية معينة تحدد نتيجة تأثير تغيرات معينة، إن هذه المكونات (العناصر) الأربعة الخاصة بالسلسلة الزمنية والتي تتأثر بالعوامل الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والسياسية وما إلى ذلك وهذا استعراض للمكونات الأربعة [12].

### أ. الاتجاه العام (Secular Trend)

وهو الاتجاه الذي تأخذه السلسلة الزمنية خلال مدة طويلة من الزمن ويظهر تأثيره بعد مرور مدة زمنية أطول نسبياً قياساً إلى تأثير بقية المركبات فقد يكون الاتجاه العام في نمو مستمر وقد يكون الاتجاه العام للسلسلة في انكماش (في نقصان) [9].

### ب. التغيرات الموسمية (Seasonal variations)

هي التغيرات التي تحصل عندما يكون هناك صعوداً أو هبوطاً في الاتجاه العام التي تتم خلال مدد زمنية أقل من سنة. [9]

### ج. التغيرات الدورية (Cyclical Variation)

هي التغيرات التي تظهر على شكل صعودٍ أو هبوطٍ في الاتجاه العام لقيم السلسلة الزمنية والتي تختلف عن التغيرات الموسمية في أنها تحدث في مدد زمنية طويلة. [12]

**د. التغيرات العرضية (العشوائية) (Irregular Variations Random)**

وهي التغيرات التي تحصل في الاتجاه العام للسلسلة الزمنية بشكل غير منتظم والتي لا يمكن اعتبارها موسمية أو دورية [12]، التي تحدث في قيم السلسلة الزمنية والتي تكون نتيجة إما عن طريق الصدفة وفي هذه الحالة لا يمكن التنبؤ بها. [9]

**6. تحليل السلاسل الزمنية ( Time Series Analysis )**

يعد موضوع تحليل السلاسل الزمنية من المواضيع الإحصائية المهمة التي تعرف سلوك الظواهر وتفسيرها عبر حقب زمنية محددة ويشترط إن تكون السلسلة الزمنية مستقرة أي أن خصائصها الرياضية والإحصائية لا تعتمد على الزمن، ويبقى هذا الشرط مهماً نظراً لأن أغلب الظواهر لها سلوك غير مستقر. [11] ويمكن إجمال أهداف تحليل السلاسل الزمنية بالحصول على وصف دقيق للملامح الخاصة للعملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية ونفترض وجود قوة دافعة كافية في النظام تؤكد إن سلوك السلسلة في الماضي هو سلوكها نفسه في المستقبل، وبناء أنموذج لتفسير سلوك السلسلة الزمنية بدلالة متغيرات أخرى يربط القيم المشاهدة ببعض قواعد سلوك السلسلة ليكون لدينا تبصر أكبر بالقوى المؤثرة في عملية السلسلة الزمنية وإستغلال ذلك في الحصول على تنبؤات أكثر دقة وأستعمال النتائج للتنبؤ بسلوك السلسلة في المستقبل وذلك إعتماً على معلومات الماضي إضافة إلى التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية بفحص ما يمكن حدوثه عند بعض معلمات الأنموذج أو التوصل إلى سياسات تستعمل فقط للتدخل عندما تنحرف مسار السلسلة عن الهدف المحدد بأكثر من مقدار معين. [9] ويبدأ تحليل السلسلة الزمنية بمرحلة التشخيص للأنموذج الملائم للبيانات (تحديد متغيرات الأنموذج والشكل الرياضي للأنموذج أي صياغة العلاقة الرياضية)، تليها مرحلة تقدير معلمات الأنموذج وطرائق إيجاد المعلمات، ومن ثم مرحلة الاختبار والتدقيق للأنموذج (إيجاد معامل التحديد واختبارات المعنوية)، لنصل إلى المرحلة الأخيرة وهي مرحلة التنبؤ (تقييم الأنموذج) إيجاد القيم المستقبلية للمتغيرات المعتمدة. [7]

**7. أنموذج بوكس - جنكنز (Box-Jenkins)**

خصص علم الإحصاء مجالاً منفرداً في تحليل البيانات الزمنية ومن أجل عملية التنبؤ لا بد من وجود طريقة مناسبة وواحدة من هذه الطرق طريقة بوكس - جنكنز. فقدّم العالمان بوكس و جنكنز في عام 1970 منهجية حديثة تعتبر بداية حقيقية لتحليل السلاسل الزمنية فكانت سبباً للتطور الهائل في هذا المجال وهذه المنهجية لا تشترط الاستقلال بين قيم السلسلة بل على العكس فأنها تستغل نمط الارتباط بين المشاهدات في عملية النمذجة والتنبؤ ومنها نحصل على مدد ثقة عالية الدقة للقيم المستقبلية لذا يمكن اعتبارها نظام تنبؤ كاملاً موثوقاً به، [11] قد اعتمد على أنموذجي الانحدار الذاتي (AR) والأوساط المتحركة (MA) ومن ثم النماذج المختلطة (ARMA) ويتم تقدير معالم الأنموذج بالاعتماد على قيم السلسلة الزمنية لاسيما التي تجعل أخطاء التنبؤ أقل ما يمكن ويستخدم في هذه الطريقة عدد من المؤشرات والتي تجعل الباحث قادراً على الحكم فيما إذا كان الأنموذج ملائماً أم لا، فإذا كان الأنموذج ملائماً فإنه يستخدم مباشرة في التنبؤ أما إذا لم يكن كذلك فإن هذه الطريقة توفر للباحث معلومات حول كيفية الحصول على الأنموذج الملائم. [2]

من بين ابرز طرائق التنبؤ الاقتصادي هي نماذج (ARIMA) أي نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة وتعتمد هذه المنهجية على الدمج بين نماذج (AR) و (MA). وقد أثبتت نجاحها في تحليل وبناء نماذج السلاسل الزمنية على نطاق واسع سواء كانت هذه السلاسل مستقرة أم غير مستقرة، واستخدمت في العديد من المجالات والبحوث العلمية لما تتمتع به من مزايا تؤدي إلى الحصول على أنموذج ذي خصائص معينة ومنها ان البواقي (Residuals) عشوائية لتمثل الظاهرة المدروسة أفضل تمثيل وان لم تكن البواقي عشوائية فيجب تبديل الأنموذج بأخر ذي معنوية أفضل. [16]

**7.1 منهجية بوكس - جنكنز (Box - Jenkins approach)**

تحتوي منهجية بوكس - جنكنز على خوارزمية تقوم بتوضيح الخطوات التفصيلية بدءاً من البيانات المتوفرة وصولاً إلى مرحلة التنبؤ علماً بأن هناك خطوات لا يمكن أن تتكرر وهي توفر البيانات وفحص أستقرارية السلسلة أما بقية الخطوات الأخرى تكون تكرارية أساسية وتتضمن منهجية بوكس - جنكنز ما يأتي: [7]

**7.1.1 جمع ورسم البيانات: (Collect and draw data)**

افترض (بوكس و جنكنز) توفر على الأقل (50) مشاهدة هي الحد الأدنى في السلسلة وهناك من يرى استعمال حجم عينة أقل يصل الى (30) مشاهدة كحد أدنى لتحليل وبناء أنموذج للسلسلة الزمنية والاختبارات التي تساعد في تشخيص السلسلة هي رسم السلسلة والسلوك العام للسلسلة فيما إذا كانت تحتوي على الاتجاه العام أو التأثير الموسمي واختباري دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي .

**8. فحص استقرارية السلسلة الزمنية (Check Stationarity of Time Series)****8.1 الاستقرارية Stationarity**

الاستقرارية هي السلوك لمجموع المتغيرات العشوائية في زمن معين وتكون ذات احتمالية ولا تتغير مع الزمن. [9] ويمكن تحقيق الاستقرارية في نماذج السلاسل الزمنية عندما يكون تذبذب المشاهدات حول وسط ثابت وتباين ثابت. ولمعرفة فيما إذا كانت السلسلة مستقرة ام غير مستقرة يتم رسم مخطط زمني فإن تارجح حول وسط ثابت بتباين ثابت فإنها مستقرة وتتحقق الاستقرارية التامة بتوافر ثلاثة شروط هي: [16]

أ. عندما تكون قيمة الوسط الحسابي ثابتة  $E(y_t) = \mu$   
 ب. عندما تكون قيمة التباين ثابتة

$$E(y_t - \mu)^2 = \text{Var}(y_t) = \sigma_z^2 = \hat{\gamma}_0$$

أذ إن  $\hat{\gamma}_0$  تمثل تباين السلسلة الزمنية ويكون ثابتاً ولا تعتمد على قيم  $t$  وتقديره

$$\hat{\gamma}_0 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2 \quad 2.1$$

وان

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

ج. دالة التباين المشترك الذاتي Autocovariance هي دالة فرق الزمن المشترك

$$\gamma(k) = \text{cov}(y_t, y_{t-k}) = E[(y_t - \mu)(y_{t-k} - \mu)] = E[(y_{t+k} - \mu)(y_t - \mu)] = \gamma(-k) \quad 2.2$$

### 8.2. عدم الاستقرار في السلاسل الزمنية Non-Stationary Time Series

أغلب نماذج السلاسل الزمنية هي من نوع غير مستقر أي إن السلسلة لها اتجاه عام أو موسمي ويمكن التعرف عليها عن طريق دالتي الارتباطات الذاتية والارتباطات الجزئية حيث لا تؤول قيمتها للصفر بعد الإزاحة الثانية والثالثة وإنما تبقى قيمها كبيرة لعدد من الإزاحات ولكن لها خاصية مرغوبة تلك هي قابليتها للتحويل إلى سلاسل زمنية مستقرة وهناك حالتان من الاستقرار في السلاسل الزمنية هما: [8]

#### أ. الاستقرار في المتوسط Stationary in mean

إن الاستقرار في المتوسط تتحقق عندما لا تظهر السلسلة اتجاهًا عاماً. أما عدم الاستقرار حول المتوسط فتعني عدم تذبذب السلسلة الزمنية حول وسط ثابت. [15] ويمكن إزالته بأخذ الفروق المناسبة

$$W_t = \nabla^d y_t \quad 2.3$$

$$\nabla y_t = (1 - B)y_t = y_t - y_{t-1} \quad 2.4$$

$$\nabla^d y_t = (1 - B)^d y_t \quad 2.5$$

#### ب. الاستقرار في التباين Stationary in Variance

الاستقرار في التباين تحقق عندما لا تظهر تذبذبات متباينة في شكل السلسلة الزمنية. أما عدم الاستقرار حول التباين فتكون عندما تتذبذب السلسلة الزمنية حول تباين غير ثابت. ويمكن إزالته عن طريق التحويل اللوغارتمي أو الاسي (تحويلات القوى). [17]

### 8.3. اختبارات فحص استقرار السلسلة الزمنية Time series Stationary tests

#### أولاً: دالة الارتباط الذاتي The Autocorrelation Function

تعرف دالة الارتباط الذاتي بأنها مقياس لقياس درجة العلاقة بين قيم السلسلة مع نفسها لمدة زمنية بفرق إزاحات مختلفة، إن دالة الارتباط الذاتي (ACF) لها صفة مميزة للعملية العشوائية فهي واحدة من الوسائل المهمة التي تستعمل لمعرفة سلوك السلسلة الزمنية ومدى استقراريتها وذلك من خلال ارتداد زمني  $K$  متعاقب، [25] وتستخدم في تحليل السلاسل الزمنية وتساعد في معرفة النمط الأساسي للسلسلة وما هي مكونات السلسلة وتسهم في تحديد استقرار السلسلة مع الوسط والتباين الثابتين فضلاً عن دورها في تشخيص الأنموذج المبدئي وتكتب دالة الارتباط الذاتي كآلاتي: [8]

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Y_t)\text{var}(Y_{t+k})}} = \frac{E(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)}{\sqrt{E(Y_t - \mu)^2 E(Y_{t+k} - \mu)^2}} \quad 2.6$$

$$K = 12 * \left(\frac{n}{100}\right)^{\frac{1}{4}} \quad 2.7$$

وان  $n$  : عدد المشاهدات

وفي حالة الاستقرار فإن المتوسط والتباين ثابتين ومتساويين لكافة المدد الزمنية، ولاستقرار السلسلة يجب إن يكون  $(\rho_k = 0)$  أو إن لا يختلف جوهرياً عن الصفر بالنسبة لأي إزاحة  $(k=0)$  أي إن تقع معاملات الارتباط الذاتي داخل حدود فترة الثقة بمستوى 95% فإذا وقع خارج حدود الثقة لفترة طويلة فأن معاملات الارتباط (ACF) تختلف عن الصفر معنوياً لعدد كبير نسبياً من الإزاحات لذا يقال إن السلسلة غير مستقرة. أن معاملات (ACF) للسلسلة المستقرة لها توزيع طبيعي غالباً وسطه الحسابي (صفر) وتباينه  $(1/\sqrt{n})$  فحدود فترة الثقة عند مستوى معنوية  $(0.05)$  تتمثل بالصيغة التالية:

$$\rho_k \sim N\left(0, \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

$$C.I = \pm 1.96 \frac{1}{\sqrt{n}}$$

فإن كان  $\rho_k$  يقع داخل حدود الثقة يتم قبول فرضية العدم  $H_0: \rho_k = 0$

وان كان  $\rho_k$  يقع خارج حدود الثقة يتم قبول الفرضية البديلة  $H_1: \rho_k \neq 0$

### ثانياً: دالة الارتباط الذاتي الجزئي Function The Partial Autocorrelation

إن دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تعد من الدوال المهمة أيضاً وتستخدم في معرفة سلوك السلسلة وتشخيصها، وان هذه الدالة لها علاقة بالارتباطات الذاتية بين  $(y_t, y_{t+k})$  مع ملاحظة ثبوت بقية قيم السلسلة الزمنية، ويساعد في عملية تحديد رتبة الأنموذج ونوعه، ولتقدير معاملات الارتباط الذاتي الجزئي للعينة تتبع الصيغة الرياضية الآتية: [17]

$$\hat{\Phi}_{k+1, k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\Phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\Phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad 2.8$$

### ثالثاً: اختبار جذر الوحدة Unit Root Test

إن واحدة من الأساليب المعاصرة المستعملة لفحص استقرارية السلسلة الزمنية هو اختبار جذور الوحدة. ويتحقق شرط الاستقرارية عندما تكون جذور الوحدة للسلسلة تقع داخل دائرة الوحدة. ومن أهم الطرائق المستعملة للكشف عن استقرارية السلسلة الزمنية هو اختبار ديكي \_ فولر الموسع (ADF) يعتمد على ثلاث معادلات رياضية تفترض وجود عملية عشوائية  $Y_t$ . [11]. المعادلة الأولى لا تتضمن الحد الثابت (test without constant)

$$\Delta Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p B_j \Delta Y_{t-j} + e_t \quad 2.9$$

المعادلة الثانية متضمنة الحد الثابت (test with constant)

$$\Delta Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p B_j \Delta Y_{t-j} + e_t \quad 2.10$$

المعادلة الثالثة متضمنة الحد الثابت  $\phi_0$  والاتجاه الزمني T (with constant and trend)

$$\Delta Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p B_j \Delta Y_{t-j} + \delta t + e_t \quad 2.11$$

حيث  $Y_t$  السياق العشوائي و  $\Delta$  معامل الفروق  $(\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1})$ ، اما  $e_t$  تمثل سلسلة متغيرات عشوائية و  $\phi_0$  هي معاملات الاختبار  $\phi_0$  هي الحد الثابت و  $\delta t$  تمثل الاتجاه الزمني. وفرضية الاختبار يعبر عنها:

$H_0: \phi_1 = 0$  غير مستقرة (وجود جذر وحدة)

$H_1: \phi_1 \neq 0$  مستقرة (عدم وجود جذر وحدة)

تقارن احصاء الاختبار  $t = \frac{\phi_1}{SE\phi_1}$  مع القيم الجدولية (جداول ديكي فولر)، فإذا كانت قيمة  $t$  المحسوبة اكبر من القيمة الجدولية ترفض فرضية العدم وتقبل الفرضية البديلة  $H_1: \phi_1 \neq 0$  وبالتالي فان السلسلة مستقرة او من خلال قيمة (p-value) اذا كانت قيمة (p-value) اقل من 0.05 تقبل الفرضية البديلة أي السلسلة مستقرة.

## 9. نماذج بوكس جنكنز Models of Jenkins

اولاً: أنموذج الانحدار الذاتي العام General Autoregressive model AR(p)

يعرف في هذا الأنموذج على انه القيمة الحالية للسلسلة الزمنية  $Y_t$  يعبر عنها بدلالة المجموع الموزون للقيم  $(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots)$  مضافاً إليها قيمة الخطأ العشوائي الحالي  $(e_t)$ ، وفي أنموذج الانحدار الذاتي تكون قيمة المتغير الحالي تعتمد على القيم السابقة له. [2].

$$y^t = \mu + \phi_1 y^{t-1} + \phi_2 y^{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + e^t \quad 2.12$$

إن دالة الارتباط الذاتي للأنموذج (AR(p)) تكون متناقصة بشكل أسي أو بشكل موجات جيبيية متضائلة، أما دالة الارتباط الجزئي فإنها تنقطع عند الصفر بعد الإزاحة p وبها تحدد رتبة الأنموذج. وبهذه الخاصية يحدد نوع الأنموذج ورتبته.

### ثانياً: النموذج العام للأوساط المتحركة General moving average model MA(q)

في هذا النموذج يعبر عن القيمة الحالية للسلسلة الزمنية ( $Y_t$ ) كدالة في القيمة الحالية والقيم السابقة لقيم الخطأ العشوائية ( $e_t, e_{t-1}, \dots$ ) أي إن النموذج يعتمد على الخطأ العشوائي للسلسلة الزمنية، والصيغة العامة لهذا النموذج من الدرجة  $q$  الذي يرمز له ( $MA(q)$ ) هي:

$$y_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.13)$$

إن دالة الارتباط الذاتي الجزئي فإنها تتناقص بشكل أسّي أو بشكل موجات جيبيّة متضائلة إن دالة الارتباط الذاتي لأنموذج  $MA(q)$  تنقطع عند الصفر بعد الإزاحة  $q$  وبها تحدد رتبة النموذج. [13]

### ثالثاً: أنموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة (المختلط)

#### (ARMA) Mixed Autoregressive – Moving average model

في هذا النموذج يتم جمع الأنموذجين السابقين ( $MA(q)$ ،  $AR(p)$ ) أي يتضمن خصائص النوعين للحصول على أنموذج له مرونة أكبر في تمثيل بيانات السلسلة الزمنية ويكون أنموذج الانحدار الذاتي من الرتبة  $p$  هو  $AR(p)$  في حالة  $q=0$  أما في حالة  $p=0$  نحصل على أنموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة  $q$  أي  $MA(q)$ ، ويرمز له  $ARMA(p,q)$  وهو من النماذج الشائعة الاستعمال في مجالات الحياة المختلفة والصيغة العامة للنموذج المختلط ( $ARMA(p,q)$ ) هي:

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.14)$$

إن دالة الارتباطات الذاتية للنموذج بعد الإزاحة  $(q-p)$  تسلك سلوكاً مشابهاً إلى دالة الارتباط الذاتي لأنموذج  $AR(p)$  (تتناقص بشكل أسّي أو بشكل موجات جيبيّة)، أما دالة الارتباط الذاتي الجزئي له بعد الإزاحة  $(p-q)$  فإنها تتناقص بشكل أسّي أو بشكل موجات جيبيّة (كما في دالة الارتباط الذاتي الجزئي لأنموذج  $MA(q)$ ). [9]

### رابعاً: أنموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة المتكامل

#### Autoregressive Integrated Moving Average Model (ARIMA)

ويسمى بأنموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة التكاملية ويختلف عن الأنموذج الأصلي للسلسلة غير المستقرة إذ تم تحويلها إلى سلسلة مستقرة بأخذ عدة فروقات ( $d$ ) وهي درجة تكامل السلسلة لتحويلها إلى سلسلة مستقرة أو بإجراء التحويلات، وهو من أكثر النماذج استعمالاً في التنبؤ ويرمز له  $(ARIMA p,d,q)$  بحيث  $(p,q)$  رتب النماذج  $(AR(p), MA(q))$ ، ( $d$ ) عدد الفروق. وصيغته العامة كالآتي:

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \dots + d y_{t-p-d} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.15)$$

وخصائص دالة الارتباط الذاتي للنموذج  $(ARIMA)$  بعد الإزاحة  $(q-p)$  مشابه لخصائص دالة الارتباط الذاتي للنموذج  $AR(p)$  (تتناقص بشكل أسّي أو بشكل موجات جيبيّة)، أما دالة الارتباط الذاتي الجزئي بعد الإزاحة  $(p-q)$  فإنها تتناقص بشكل أسّي أو بشكل موجات جيبيّة كما في دالة الارتباط الذاتي الجزئي للنموذج  $MA(q)$ . [6]

### 10. تحديد الأنموذج المناسب Determine the Model of the Appropriate Jenkins Box

وضع بوكس وجنكنز أسلوباً لتحديد رتبة الأنموذج إضافة إلى كونه أداة من أدوات التشخيص (معرفة نوع الأنموذج) حيث يتم تحديد أنموذج  $(ARIMA)$  الملائم لها عن طريق دراسة ومقارنة السلوك النظري لدالتي الارتباط الذاتي  $(ACF)$  والارتباط الذاتي الجزئي  $(PACF)$  لعدد من نماذج  $ARIMA$  الشائعة الاستعمال بعد التأكد من استقرار السلسلة الزمنية فإن عملية التشخيص تعتمد على دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لتحديد أنموذج  $(ARIMA)$  وفي أغلب التطبيقات إن معاملات كل من دالة الارتباط الذاتي  $(ACF)$  ودالة ارتباط الذاتي الجزئي  $(PACF)$  لا تتمكن من تحديد الأنموذج المضبوط وكذلك رتبته وذلك بسبب سلوكية تلك الدالتين. [9]

#### 10.1 معيار أكايكي (AIC) (Akaike)

في عام 1974م وضع العالم الياباني أكايكي 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 المقدرّة ويستخدم هذا المعيار للتعرف على نوعية ومطابقة الأنموذج وفي تحديد الرتبة وصيغته: [9]

$$AIC = \text{Log}(\sigma_u^2) + 2V \quad (2.16)$$

#### 10.2 معيار شوارتز بيزي (SBC) Schwartz Bayesian Criterion

أقترح الباحث Schwartz عام 1978 معياراً على قرار معيار بيز  $BIC$  ويتضمن اقتراح المعيار البيزي في اختيار الأنموذج ويرمز له  $(SBC)$  وكما يأتي: [9]

$$SBC(p) = n \ln(\hat{\sigma}_e^2) + p \ln(n) \quad 2.17$$

### 10.3. معيار حنان – كوين Hannan – Quinn Criterion (H-Q)

في العام (1979) أقترح الباحثان معياراً جديداً سمي معيار حنان - كوين ومختصره (H-Q) لتحديد الرتبة للأنموذج المدروس وصيغته كالآتي: [2]

$$H - Q(M) = \ln(\hat{\sigma}_e^2) + 2MC \ln \frac{\ln n}{n}; \quad C > 2 \quad 2.18$$

### 11. تقدير معلمات الأنموذج

#### Estimation the parameters of the model Jenkins

بعد مرحلة تشخيص الأنموذج وتحديد رتبته يتم تقدير معالمه بإحدى طرائق التقدير الكفوة، إن تقدير معلمات أنموذج الانحدار الذاتي لا تطرح أي مشكلة، بعد تحديد درجة ونوع الأنموذج، أما في حالة أنموذج ARIMA فإن تقدير المعلمات يصبح معقداً وتوجد عدة خوارزميات مقترحة لتقدير الأنموذج. [16]

### 11.1. دالة الإمكان الأعظم المضبوطة

#### The maximum possible control function

وهي طريقة تقدير غير خطية تستخدم في حال وجود منهجية المتوسط المتحرك الذي يحتوي على حدود خطأ ليست معلومة وعندما تعتمد على تعظيم الدالة لجعل مجموع مربعات الخطأ اقل ما يمكن إن دالة الإمكان للسلسلة الزمنية  $Y_t$  تكون وفق المعادلة التالية: [9]

$$L(\phi, \theta, \sigma_a^2 | W) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}} |M_n^{(p,q)}|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{S(\phi, \theta)}{2\pi\sigma_a^2}\right) \quad 2.19$$

### 12. اختبار معنوية الأنموذج

#### A significant test of box Jenkins model

تتم مرحلة اختبار صحة الأنموذج بعد إيجاد معالم الأنموذج المشخص وفيها يتم إعادة احتساب السلسلة الزمنية باستخدام الأنموذج المشخص ومن ثم حساب البواقي واختبار البواقي (وهو الفرق بين القيم الفعلية والقيم التقديرية) للتأكد من صحة مدى ملائمة الأنموذج المحدد، وان البواقي الناتجة من تطبيق الأنموذج يجب أن تتوزع بشكل عشوائي ولمعرفة كون الارتباطات الذاتية تتوزع بشكل عشوائي أم لا وتستخدم في ذلك الفرضية التالية: [17]

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0 \quad 2.20$$

$$H_1: \rho_i \neq \rho_L \quad ; \quad i \neq L$$

أما الاختبارات المستخدمة في التحقق من دقة الأنموذج المشخص نذكر البعض منها:

### 12.1. اختبار حدي الثقة Confidence Interval

يُعتبر الأنموذج المشخص ملائم لتمثيل بيانات السلسلة ويمكن استخدامه لغرض التنبؤ وذلك بتحليل بواقي الأنموذج من خلال حدود الثقة للارتباطات الذاتية للبواقي يتم اخذ سلسلة البواقي  $\{e_t\}$  والخاصة بالأنموذج المشخص والتي تفترض بأنها تتوزع توزيعاً طبيعياً وان  $(Ee_t, e_{t+k} = 0)$  واختبارها بعد تقدير الارتباطات الذاتية لها  $r_k(e)$  فعندما تكون الارتباطات الذاتية للبواقي واقعة بين حدي ثقة  $(\pm 1.96 \frac{1}{\sqrt{n}})$  وبمستوى معنوية (95%) فعندها البواقي تتوزع عشوائياً (يمكن ملاحظة ذلك من خلال رسم معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي)، والارتباط الذاتي للبواقي يتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط مساوي الى الصفر) وبتباين قدره  $\frac{1}{\sqrt{n}}$ . [16]

$$r_k(e) \sim N\left(0, \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

### 12.2. اختبار ليونغ \_ بوكس (Ljung-Box)

إن اختبار (Ljung-Box) هو اختبار إحصائي يستعمل لاختبار أي مجموعة من الارتباطات الذاتية في السلسلة الزمنية كونها تختلف معنوياً عن الصفر أم لا، ويمكن استعمال هذا الاختبار أيضاً للتحقق من عشوائية البيانات باستعمال مجموعة من الإزاحات. ويعبر عن الصيغة كالآتي: [2]

$$Q = m(m+2) \sum_{i=1}^k \frac{r_i^2(e)}{(m-i)} \quad 2.21$$

وبمقارنة (Q) المحسوبة بـ  $\chi^2$  الجدولية بدرجة حرية (K-p-q) ومستوى ثقة معين فإذا كان (Q) المحسوبة اصغر من الجدولية تقبل فرضية العدم فالأنموذج ملائم وجيد وعدم وجود فروقات معنوية او من خلال قيمة الـ (p-value) لتقدير معالمها ثم يتم التحقق من صحتها اذا كانت قيمة الـ (p-value) اكبر من 0.05 تقبل فرضية العدم. [7]

**12.3. التنبؤ (Forecasting)**

المرحلة الأخيرة من منهجية بوكس جينكنز هي التنبؤ بالقيم المستقبلية باستخدام النموذج الأفضل والذي تم تقدير معالمته، وهو الهدف المرجو من بناء الأنموذج الإحصائي وفق الصيغة الآتية: [14]

$$\hat{Y}_{t+L} = E[Y_{t+L} | Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots] \quad T \geq 1 \quad 2.22$$

وإن التنبؤ للنموذج ARIMA (p,d,q) يعبر عنه بالصيغة :

$$E(Y_{t+L}) = Y_t(L) = \varphi_1 E(Y_{t+L-1}) + \dots + \varphi_{p+d} E(Y_{t+L-p-d}) - \theta_1 E(\alpha_{t-1}) - \dots - \theta_q E(\alpha_{t+L-q}) + E(\alpha_{t+L}) \quad 2.23$$

**13. معايير تقييم النماذج Evaluation models tests****13.1. متوسط مربع الانحرافات Mean Square Deviation**

يعتبر مقياس لدقة تنبؤ الأنموذج المستعمل وكلما كانت قيمة متوسط الانحرافات قليلة فهذا مؤشر على أن القيم التقديرية للسلسلة هي قريبة من المشاهدات الحقيقية للسلسلة الزمنية، ويرمز بـ (MSD) وصيغته: [1]

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$$

وعندما يكون متوسط مربعات الانحرافات قريب من الصفر فهذا مؤشر ان القيم التقديرية للسلسلة هي قريبة من المشاهدات الحقيقية للسلسلة الزمنية.

**13.2. متوسط مطلق الانحرافات Mean Absolute Deviation**

هو مؤشر يجعل الانحرافات موجبة بأخذ القيمة المطلقة لها حيث ان وجود قيم سالبة لبعض الانحرافات يؤدي إلى تضليل في الحساب ثم يأخذ لها المعدل وهو عبارة عن معدل الانحرافات عن القيم الحقيقية ويستعمل أيضا لقياس دقة التنبؤ، والذي يرمز بـ (MAD) وصيغته: [1]

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad 2.24$$

**13.3. متوسط نسبة الخطأ المطلقة Mean Absolute Percentage Error**

هو مؤشر يعطي معلومات نسبية لمجموعة البيانات المتوفرة مع إهمال الإشارة، والذي يرمز بـ (MAPE)، وهو احد المقاييس الدقيقة الشائعة الاستعمال في الطرق الكمية للتنبؤ، وصيغته:

$$PET = \left( \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right) * 100 \quad 2.25$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PET| \quad 2.26$$

وتستعمل هذه الصيغة للمقارنة بين عدة نماذج تنبؤية وتستعمل أيضاً لمعرفة التحيز في الخطأ نحو الاتجاه الموجب أو السالب وكلما كانت القيمة قريبة من الصفر يشير هذا إلى دقة التنبؤ. [1][2]

**14. طرائق التمهيد الأسّي Exponential Smoothing Methods**

يعرف التمهيد على انه صقل أو تنعيم البيانات التي لها تشويش، ويعرف بأنه تنبؤ بالمشاهدات المستقبلية بالاعتماد على المشاهدات السابقة بطريقة الوزن البسيط للمشاهدات السابقة في سلسلة زمنية لغرض التنبؤ بالمستقبل. ان طرائق التمهيد الاسي تتميز بسهولة استخدامها لأنها تعتمد على أسس بسيطة وان كلفة تطبيقها قليلة قياساً إلى طرائق التنبؤ الأخرى الأكثر تعقيداً (مثل طريقة بوكس جينكنز) إضافة إلى أنها تعطي تنبؤات جيدة نسبياً ومقبولة وتحتاج إلى عدد قليل من المشاهدات للحصول على التنبؤات لذلك فأنها تستخدم بشكل واسع وخاصة عندما يراد التنبؤ بأعداد كبيرة من السلاسل الزمنية. أن طرائق التمهيد الاسي للسلاسل الزمنية يمكن تقسيمها الى: [1][2]

**14.1. طريقة التمهيد الأسّي البسيط****Simple Exponential Smoothing Method**

تمتاز هذه الطريقة بقلّة الحسابات والخزن حيث تكون مفيدة عندما يتم التنبؤ لعدد كبير من المشاهدات على الرغم من أنها تطبق على السلسلة الزمنية التي لا تتضمن اتجاه ولا موسمية وتأخذ هذه الطريقة التنبؤ للفترة السابقة وتعدها باستعمال خطأ التنبؤ بموجب المعادلة الآتية :

$$F(t + 1) = \alpha X(t) + (1 - \alpha)F(t) \quad 2.27$$

ولكن مشكلة هذه الطريقة أنها لا تتوقع إلا لقيمة مستقبلية واحدة والمعايير لتوفيق الأنموذج هي متوسط الخطأ النسبية (MAPE)، المتوسط مطلق الانحرافات (MAD)، متوسط مربع الانحرافات (MSD). [2]

## 14.2. طريقة هولت للتمهيد الخطي (طريقة التمهيد الآسي المزوج)

**Holt's Linear Method**

يتم التنبؤ بالبيانات المتضمنة اتجاه بمعنى أن القيمة الجديدة تكون إما أكبر أو أقل من القيم السابقة. فأنها تقوم بتمهيد القيم الاتجاهية بشكل منفصل وهذا يعطي مرونة أكبر من ذلك لأنها تسمح بتمهيد الاتجاه العام مع معالم مختلفة عن تلك المستعملة في السلسلة الحقيقية ان التنبؤ في هذه الطريقة يستعمل ثابتين بالتمهيد وهما  $\alpha$  و  $\gamma$  وتكون قيمها بين 0 و1 وتستخدم هذه الطريقة ثلاثة معادلات في التنبؤ. والمعادلات الخاصة بهذه الطريقة هي :

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad 2.28$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad 2.29$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t(m) \quad 2.30$$

أذ تستعمل المعادلة (2.28) لتتبع بيانات السلسلة الزمنية اما المعادلة (2.29) فتحسب مقدار الاتجاه الخطي في البيانات ثم تستعمل القيمة المنعومة للسلسلة الزمنية في المعادلة الأولى ومقدار الاتجاه الخطي لبيانات السلسلة الزمنية في المعادلة الثانية لحساب القيمة التنبؤية في المعادلة (2.30) اي أن قيمة (Y) هي نفسها ( $F_{t+m}$ ) اما قيم  $\alpha$  ,  $\gamma$  فستخرج عن طريق التجربة والخطأ اذ تعطي قيم مختلفة ثم تأخذ قيم  $\alpha$  ,  $\gamma$  التي تعطي اقل متوسط مربع الانحرافات (MSD)، وكذلك معايير توفيق الأنموذج هي متوسط مربعات الانحرافات (MSD)، ومتوسط مطلق الانحرافات MAD، ومتوسط مطلق الخطأ النسبية (MAPE). [1].

## 14.3. فترات التنبؤ لطرائق التمهيد الآسي

**exponential smoothing methods for Prediction interval for**

على الرغم من أن مقاييس دقة التنبؤ المتمثلة بمتوسط مربع الانحرافات (MSD)، متوسط مطلق الانحرافات (MAD) تعطي دليلاً على عدم الدقة في التنبؤ ولكنها صعبة التفسير للآخرين فالطريقة الأفضل تتمثل بإيجاد فترات التنبؤ التي تمثل المدى الذي يضمن للمتنبئ بأن القيمة الحقيقية تقع ضمنها بشكل أكيد. ومن الجدير بالذكر أن حسابات فترة التنبؤ الخاصة بطرائق التمهيد الآسي تكون معقدة والبديل هو إيجاد الأنموذج الإحصائي الملائم إلى طريقة التمهيد الآسي المحددة ثم إيجاد فترات التنبؤ. [14].

## 15. تحليل البيانات باستخدام إنموذج بوكس جنكز

## 15.1. وصف البيانات

تمثلت بيانات البحث الرقم القياسي العام لإسعار الدور السكنية المستأجرة موزعة على مناطق العراق الشمالية والوسطى والجنوبية للمدة الزمنية من كانون الثاني 2008 الى كانون الأول 2015، اي تتألف السلسلة الارقام القياسية من (96) مشاهدة (اذ تم توحيد الاساسات على اساس 2007). وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بالبحث من وزارة التخطيط/ الجهاز المركزي للإحصاء/ مديرية الارقام القياسية موضحة في الجدول (3.1) يبين الارقام القياسية لاسعار الايجارات في العراق بالدينار.

جدول (3.1) الرقم القياسي لاسعار الايجارات في العراق للمدة (كانون الثاني 2008 – كانون الأول 2015)

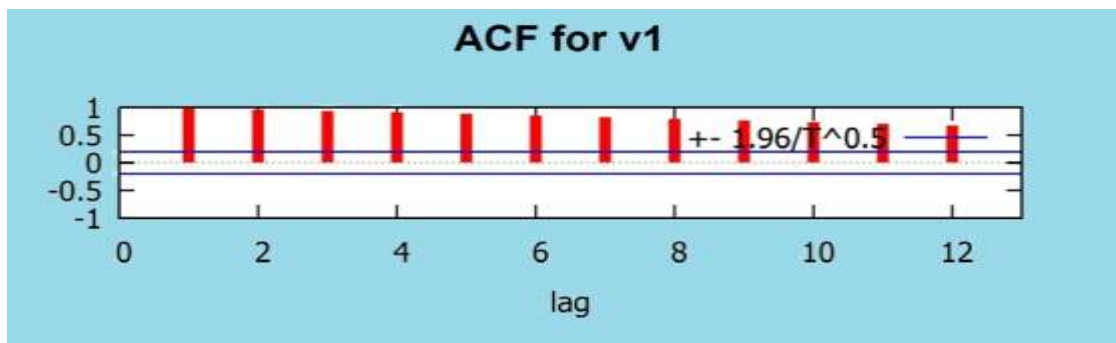
| الاشهر       | 2008   | 2009   | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
|--------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| كانون الثاني | 119.96 | 123.53 | 129.1 | 141.3 | 158.3 | 171.9 | 176.1 | 182.9 |
| شباط         | 120.45 | 121.95 | 129.8 | 142.1 | 160.1 | 172.3 | 176.7 | 183.6 |
| آذار         | 119.39 | 122.70 | 130.5 | 142.9 | 161.9 | 172.7 | 177.3 | 184.3 |
| نيسان        | 116.93 | 123.44 | 131.2 | 143.6 | 163.8 | 173.2 | 177.8 | 185.1 |
| ايار         | 116.59 | 123.26 | 131.5 | 144.9 | 164.8 | 173.7 | 178.6 | 185.5 |
| حزيران       | 116.36 | 124.43 | 131.8 | 146.2 | 165.8 | 174.2 | 179.4 | 185.9 |
| تموز         | 114.41 | 126.12 | 132.1 | 147.5 | 166.9 | 174.6 | 180.1 | 186.2 |
| آب           | 112.17 | 124.90 | 134.4 | 149.4 | 168   | 175.3 | 180.7 | 186.7 |
| ايلول        | 112.72 | 125.38 | 136.7 | 151.3 | 169.1 | 176   | 181.3 | 187.2 |
| تشرين الاول  | 111.83 | 125.55 | 138.9 | 153.3 | 170   | 176.7 | 181.8 | 187.6 |
| تشرين الثاني | 108.89 | 123.94 | 139.7 | 155   | 170.6 | 176.5 | 182.2 | 188.2 |
| كانون الاول  | 109.65 | 124.47 | 140.5 | 156.7 | 171.2 | 176.3 | 192.6 | 188.7 |

## 15.2. استقرارية البيانات

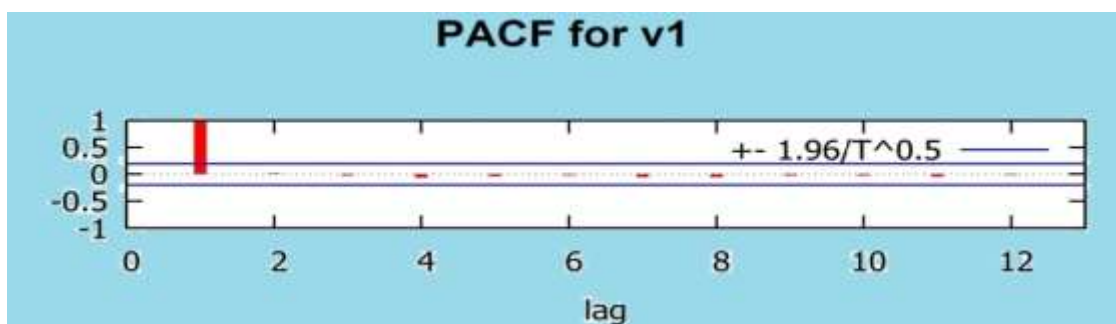
بعد جمع البيانات والتي تعتبر اول مرحلة من منهجية بوكس جنكز نرسم سلسلة البيانات الارقام القياسية لاسعار ايجارات الدور السكنية في العراق من كانون الثاني 2008 الى كانون الاول 2015 للتعرف على سلوك السلسلة والشكل (3-1) يمثل رسم السلسلة:



شكل (3.1) يمثل رسم سلسلة الأرقام القياسية لأسعار الإيجارات الدور السكنية في العراق من خلال شكل (3-1) نلاحظ تذبذب البيانات عدم استقرار السلسلة الزمنية بالمتوسط لأنها تأخذ اتجاه عام ولمزيد من الدقة نرسم كل من دالة الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) على التوالي وبأزاحة (12) وكما في الأشكال المرقمة (3-2) و (3-3).



شكل (3.2) رسم دالة الارتباط الذاتي ACF للسلسلة الأرقام القياسية



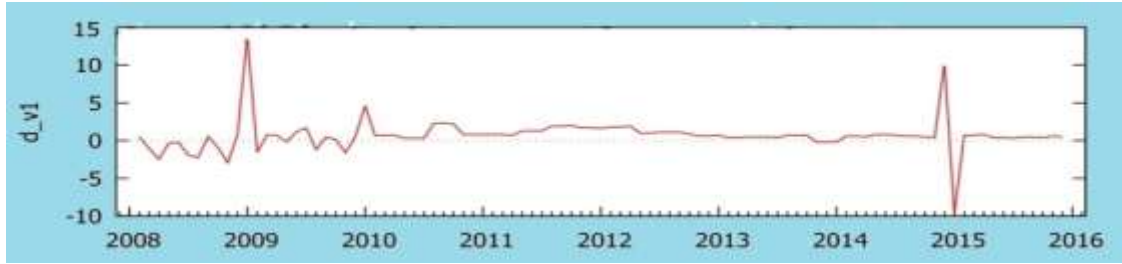
شكل (3.3) رسم دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF للسلسلة الأرقام القياسية

إذ نلاحظ من الشكل (3.2) بان معاملات الارتباط الذاتي (ACF) بدأت تتناقص اسياً وخارج حدود الثقة بمستوى معنوية (95%) وكذلك من الشكل (3.3) والخاص بسلوك معاملات الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) بان الإزاحة الأولى خارج حدود الثقة لمعاملات الارتباط الذاتي الجزئي وهذا مؤشر على عدم وجود استقرارية في السلسلة:

$$H_0: \rho_k = 0 \quad \bullet \quad \rho_k \text{ يقع داخل حدود الثقة يتم قبول فرضية العدم}$$

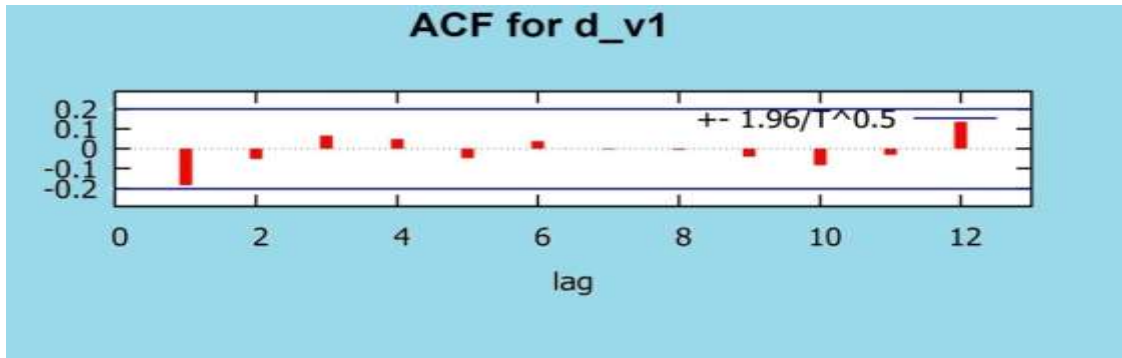
$$H_1: \rho_k \neq 0 \quad \bullet \quad \rho_k \text{ يقع خارج حدود الثقة يتم قبول الفرضية البديلة}$$

لذا ترفض فرضية العدم التي تشير إلى تساوي معاملات الارتباط الذاتي مع بعضها ومساواتها للصفر وتقبل الفرضية البديلة، وللتخلص من عدم استقرارية السلسلة في المتوسط نأخذ الفروق إذ تتحقق الاستقرارية بعد أخذ الفرق الأول فيصبح الشكل البياني للسلسلة الناتجة كما يظهر في الشكل (3-4) إذ يبدو أن السلسلة أصبحت مستقرة بالمتوسط.

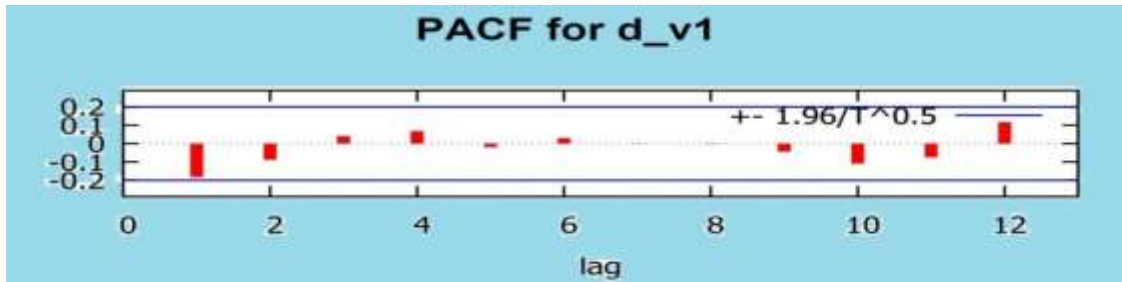


شكل (3.4) رسم سلسلة البيانات للارقام القياسية بعد الفرق الاول

وللتأكد من ان السلسلة مستقرة تم رسم كل من دالتي ACF و PACF بعد أخذ الفرق الأول حيث ان معاملتهما واقعة ضمن حدي الثقة  $\{\pm 0.2\}$  بمستوى ثقة 95% اي ان البيانات استقرت. كما يظهر في الشكلين (3.5) و (3.6) يؤكدان ذلك.



شكل (3.5) رسم دالة الارتباط الذاتي ACF للسلسلة الارقام القياسية بعد أخذ الفرق الأول



شكل (3.6) رسم دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF للسلسلة الارقام القياسية بعد أخذ الفرق الأول

### 15.3. اختبار جذر الوحدة

تم اجراء إختبار ديكي فولر (ADF) للتأكد من الاستقرار لسلسلة الارقام القياسية لاسعار الايجارات الدور السكنية في العراق بدون الحد الثابت ومع الحد الثابت ومع الحد الثابت والاتجاه على التوالي وكانت نتائج الاختبار كما هو موضح في الجدول (3.2).

جدول (3.2) نتائج إختبار (Dickey – Fuller)

|                         | Estimated Value | Test Statistic | p-value                 |
|-------------------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| Test Without Constant   | -0.5907         | -2.5276        | 0.0111                  |
| Test With Constant      | -1.18239        | -11.5346       | 0.0001                  |
| With Constant and Trend | -1.1827         | -11.47943      | $3.277 \times 10^{-14}$ |

$H_0: \phi_1 = 0$  (وجود جذر وحدة)

$H_1: \phi_1 \neq 0$  (عدم وجود جذر وحدة)

من ملاحظة قيم (p-value) لنتائج الاختبار نجد ان المعادلة بدون الحد الثابت ومع الحد الثابت ومع الحد الثابت والاتجاه اقل من مستوى معنوية (0.05) اي ان السلسلة مستقرة وتقع داخل دائرة الوحدة لذا ترفض فرضية العدم التي تنص على وجود جذر الوحدة (عدم استقرار السلسلة) وتقبل الفرضية البديلة اي ان السلسلة مستقرة.

## 15.4. تشخيص وتقدير الإنموذج واختيار الإنموذج الأفضل

لتحديد رتبة الإنموذج بشكل ادق تم توفيق (15) أنموذج معنوي للمعالم واختيار الأنموذج الأفضل وفق معايير المفاضلة (معياري اكاكي Akaïke criterion، معيار شوارتز بيزي Schwarz criterion، معيار حنان كوين Hannan-Quinn) والنماذج المقترحة هي كما موضحة في الجدول رقم (3.3)

جدول (3.3) يمثل نماذج بوكس جنكنز المقترحة لسلسلة الارقام القياسية لاسعار الإيجارات الدور السكنية في العراق

| الملاحظات        | AIC اكاكي | H-Q حنان كوين | SBC شوارتز | الإنموذج      |
|------------------|-----------|---------------|------------|---------------|
| الإنموذج المقترح | 425.6996  | 428.7955      | 433.3612   | ARIMA(0,1,1)* |
|                  | 426.1076  | 429.2035      | 433.7693   | ARIMA(1,1,0)* |
|                  | 427.6721  | 431.7999      | 437.8876   | ARIMA(1,1,1)* |

من خلال نتائج معايير المفاضلة ومعنوية المعالم للنماذج المختارة يمكن الاستنتاج أن أنموذج الافضل من نماذج بوكس جنكنز هو الإنموذج ARIMA (0,1,1) كون قيم معياري (معياري حنان كوين H-Q ومعيار شوارتز SBC ومعيار اكاكي AIC) الذين يستعملوا للمفاضلة بين النماذج المختلفة لهذا الإنموذج اقل ما يمكن بين جميع القيم المعيارية للنماذج المقترحة ولقد تم تقدير معالم الإنموذج وفق طريقة الامكان الاعظم المضبوطة كما موضحة في الجدول (3.4) الذي يمثل معالم النموذج ومعنوية هذه المعالم:

جدول (3.4) يمثل معالم الانموذج المختار ARIMA(0,1,1)

| type    | coefficient | std. error | z      | p-value                  |
|---------|-------------|------------|--------|--------------------------|
| const   | 0.725657    | 0.181296   | 4.003  | 6.26*10 <sup>-5***</sup> |
| theta_1 | -0.200005   | 0.100803   | -1.984 | 0.0472**                 |

من خلال اختبار Z وبالاعتماد على قيمة p-value نلاحظ بان معلمة الاوساط المتحرك (1) MA معنوية لان قيمة p-value اقل من (0.05) وكذلك معلمة الحد الثابت معنوية. والنموذج التقديري:

$$(1-B) y_t = 0.7256 + e_t + 0.200005 e_{t-1}$$

## 15.5. اختبار دقة الإنموذج

## 15.5.1. اختبار (Ljung-Box)

من خلال تطبيق احصاء (Ljung-Box) الذي يعتمد على البواقي لفحص ملائمة الأنموذج وبمقارنة قيمة ( $\chi^2 = 35.17$ ) الجدولية بدرجة حرية (k-p-q= 11) اي عند الازاحة K = 12 مع القيمة المحسوبة (Q=5.01186)، وبما أن قيمة Q هي اقل من قيمة  $\chi^2$  الجدولية، إذاً تقبل فرضية العدم  $H_0$  والتي تنص على خلو الإنموذج المقدر من مشكلة عدم تجانس التباين. او من خلال قيمة (P-Value= 0.9306) اي اكبر من (0.05) وهذا يدل على ان الخطأ عشوائية وغير مرتبطة ببعضها البعض، وتزداد قيمة P-Value كلما تزداد عدد الازاحات وهذا دليل على ان الإنموذج جيد وملائم وكفوء وهي تعني قبول الفرضية العدم (لا توجد ارتباطات ذاتية بين الخطأ).

$$H_0: r_i(u) = r_1(u) = r_2(u) \dots = r_K(u) = 0$$

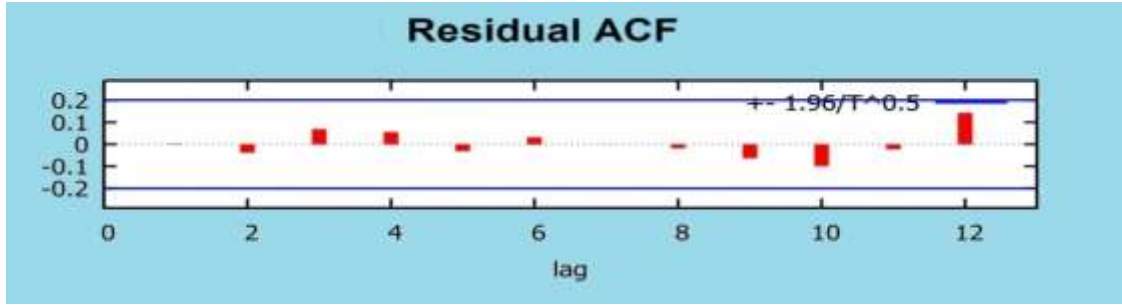
وكما موضح ادناه اختبار (Ljung-Box) في الجدول (3.5):

جدول (3.5) يوضح اختبار (Ljung-Box)

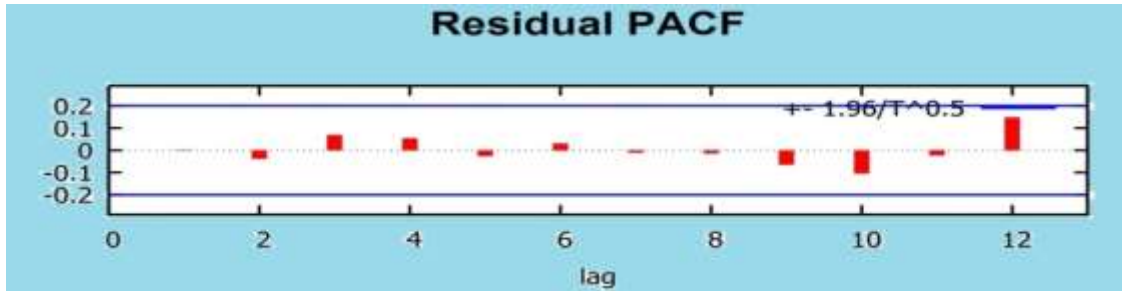
| Lag        | 12      | 24      | 36      |
|------------|---------|---------|---------|
| Chi-Square | 5.01186 | 6.96709 | 8.16994 |
| DF         | 11      | 23      | 35      |
| P-Value    | 0.9306  | 0.9995  | 1.000   |

## 15.5.2. اختبار البواقي

تم استخراج دوال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي (الخطأ) للإنموذج المقدر ورسمها ونستنتج من الشكلين (3.7) و(3.8) ان قيم معاملات الارتباط الذاتي وقيم معاملات الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي جمعها تقع ضمن حدود الثقة (95%) مما يعني ان سلسلة البواقي تمثل متغيرات عشوائية مما يدل على ان الأنموذج المقدر جيد وكفوء وملائم للتنبؤ.



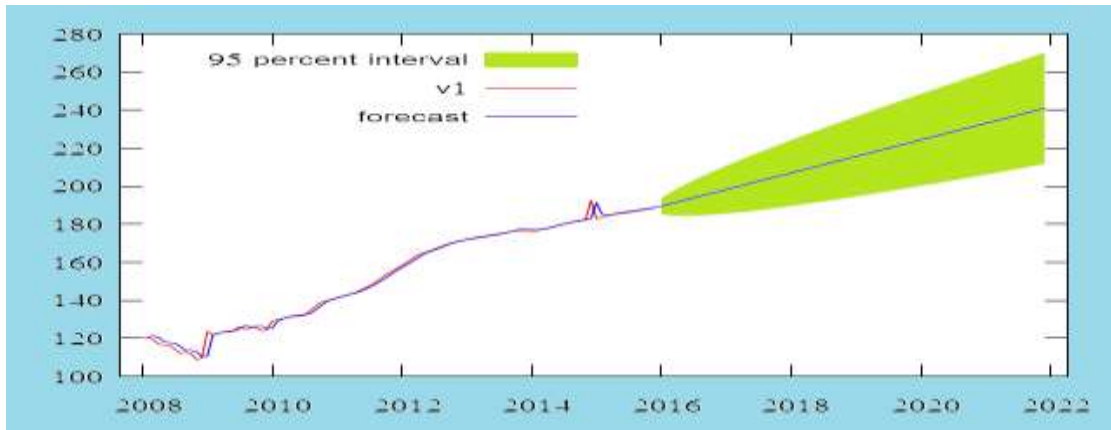
شكل (3.7) رسم دالة الارتباط الذاتي ACF للبواقي النموذج المقدر



شكل (3.8) رسم دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF للبواقي النموذج المقدر

## 15.5.3. التنبؤ

بعد اجتياز الإنموذج لأختبارات التشخيص يصبح بالإمكان استعمال الإنموذج للتنبؤ كما ان الشكل (3.9) الذي يمثل رسم القيم التنبؤية لسلسلة الارقام القياسية لاسعار ايجارات الدور السكنية في العراق وقد تم الحصول على هذه القيم التنبؤية باستعمال الإنموذج ARIMA (0,1,1) حيث يلاحظ التغيرات بين اشهر موجبة، وكانت القيم بالاتجاه العام في تزايد مستمر.



شكل (3.9) يمثل رسم القيم التنبؤية وفترات الثقة لسلسلة الارقام القياسية لاسعار الايجارات في العراق وفق إنموذج

## ARIMA (0,1,1)

يلاحظ من الشكل (3.9) ان اللون الاحمر يشير عن قيم السلسلة الاصلية واللون الازرق يشير عن القيم المتنبؤ بها ويشير اللون الاخضر الحد الادنى والحد الاعلى للقيم المتنبؤ بها بمستوى ثقة 95%. وان معدلات الارقام القياسية لاسعار الايجارات تأخذ قيم موجبة طول مدة التنبؤ (كانون الثاني 2018- كانون الاول 2021) وبصورة عامة كان نحو التزايد، وان الفرق بين القيم المتنبؤ بها وبين القيم الاصلية لسلسلة كان متقارب مما يدل على دقة التنبؤ.

## 16. تحليل البيانات باستخدام اسلوب التمهيد الأسي

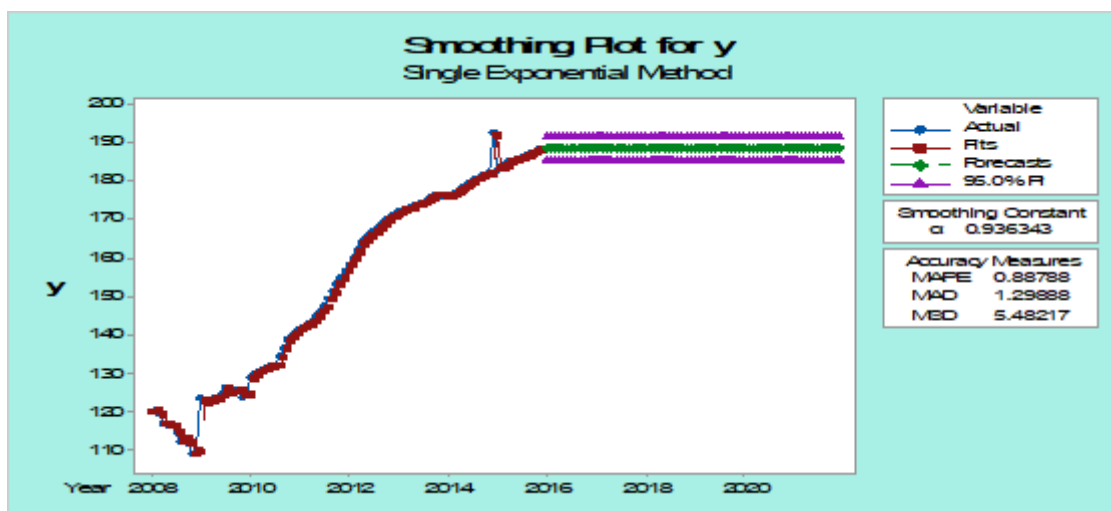
ان طريقة اختيار النماذج الملائمة من التمهيد الاسي تعتمد على شكل السلسلة الزمنية قيد الدراسة، وسيتم تطبيق اسلوبي التمهيد الأسي المفرد والمضاعف لهولت باستعمال برنامج (Minitab) وسيتم اختيار الأنموذج الذي يعطي أقل متوسط مطلق الخطأ النسبية (MAPE) ومتوسط مطلق الانحرافات (MAD) ومتوسط مربع الانحرافات (MSD).

## 16.1 طريقة التمهيد الاسي المفرد

تم تحليل السلسلة Y وبعد استعمال طريقة التمهيد الاسي المفرد على بيانات السلسلة الزمنية قيد الدراسة فحصلنا على افضل الفا ( $\alpha=0.9363$ ) لامتلاكها اقل كل من متوسط مربع الانحرافات (MSD) ومتوسط مطلق الخطأ النسبية (MAPE) ومتوسط مطلق الانحرافات (MAD) كما موضح في الجدول (3-6) والشكل رقم (3-10) يمثل القيم الاصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الاسي الفردي (البسيط) فتكون قيم المعايير كالاتي:

جدول (3.6) يوضح نتائج طريقة التمهيد الاسي المفرد

| طريقة التمهيد الاسي البسيط |        |
|----------------------------|--------|
| Alpha                      | 0.9363 |
| MAPE                       | 0.8879 |
| MAD                        | 1.2989 |
| MSD                        | 5.4822 |



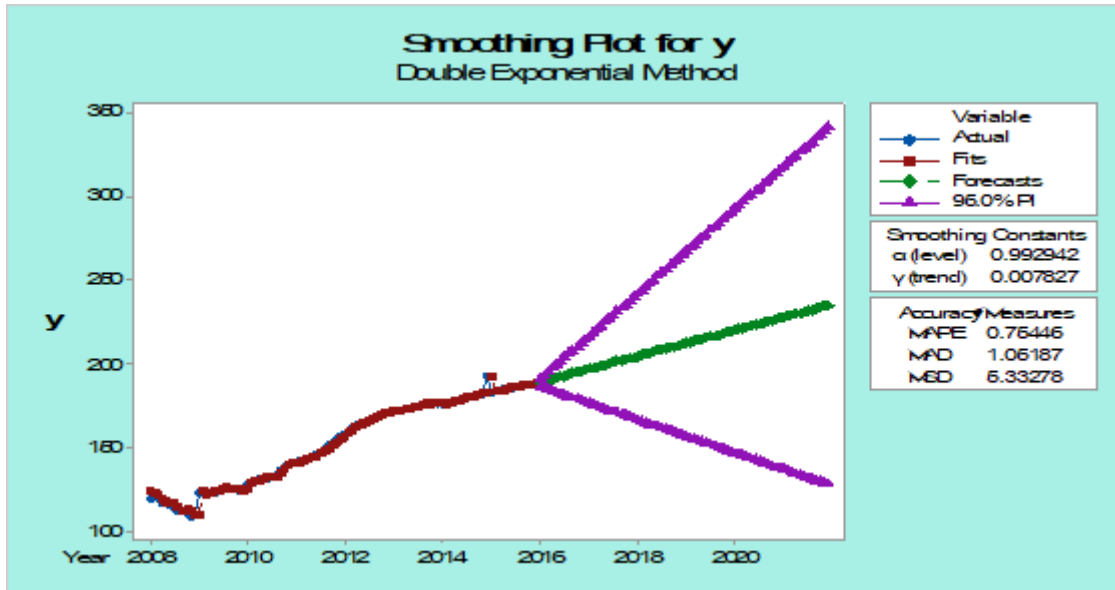
شكل (3.10) الرسم البياني للبيانات الاصلية والمقدرة للسلسلة Y بطريقة التمهيد الاسي البسيط

## 16.2 طريقة التمهيد الاسي المزدوج (طريقة هولت)

تم تحليل السلسلة Y وبعد استعمال طريقة التمهيد الاسي المزدوج على بيانات السلسلة الزمنية قيد الدراسة فحصلنا على افضل الفا ( $\alpha=0.9363$ ) وكاما ( $\gamma = 0.0078$ ) ولإمتلاكها اقل كل من متوسط مربع الانحرافات (MSD) ومتوسط نسب الخطأ المطلقة (MAPE) ومتوسط مطلق الانحرافات (MAD) كما موضح في الجدول (3.7) والشكل رقم (3-11) يوضح القيم الاصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الاسي المزدوج.

الجدول (3.7) يوضح نتائج طريقة التمهيد الاسي المزدوج (طريقة هولت)

| التمهيد الاسي المزدوج (طريقة هولت) |        |
|------------------------------------|--------|
| Alpha                              | 0.9929 |
| Gamma                              | 0.0078 |
| MAPE                               | 0.7545 |
| MAD                                | 1.0519 |
| MSD                                | 5.3328 |



شكل (3.11) البيانات الاصلية والمقدرة بطريقة التمهيد الاسي المزدوج للسلسلة الزمنية Y

### 16.3. مقارنة بين إنموذجي التمهيد الاسي البسيط والمزدوج

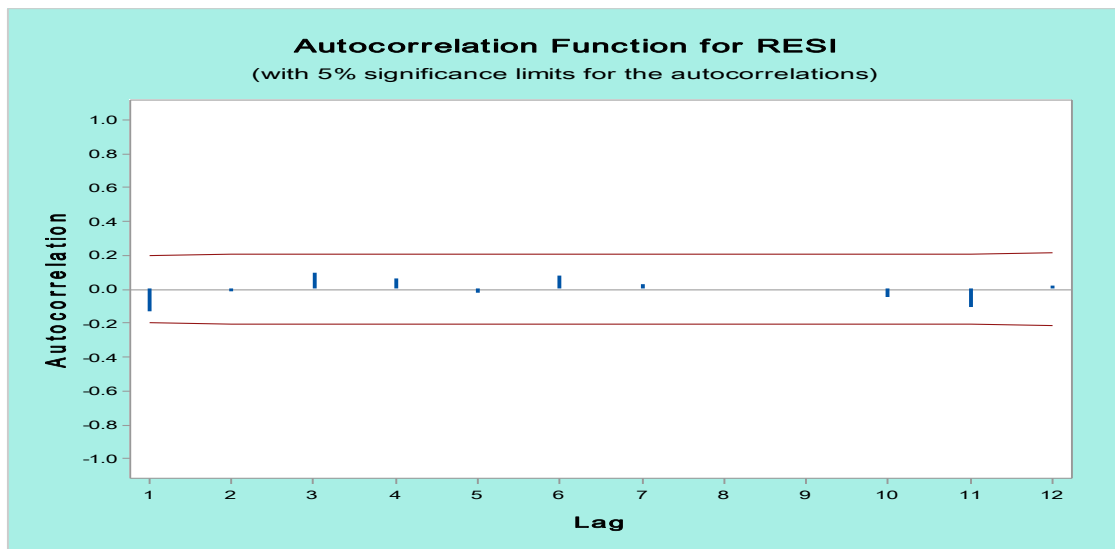
عند مقارنة نماذج التمهيد الاسي (تمهيد الاسي المفرد، التمهيد الاسي المزدوج لهولت) فيبين ان أفضل أنموذج هو أنموذج هولت للتمهيد الخطي من بين النماذج المستعملة لكون القيم المعايير (متوسط مطلق الخطأ النسبية MAPE، متوسط مطلق الانحرافات MAD، ومتوسط مربع الانحرافات MSD) اقل قيمة من بين جميع قيم المعايير للنماذج المستعملة. كما موضح في الجدول (3.8).

جدول (3.8) يوضح المقارنة بين الأنموذجي التمهيد الاسي

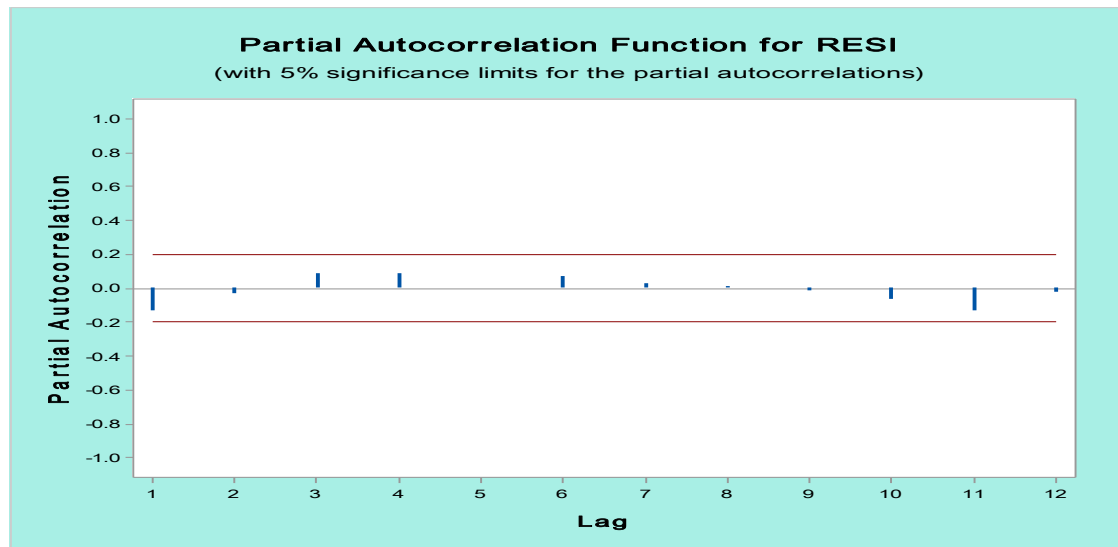
| المعايير                     | MAPE   | MAD    | MSD    |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| إنموذج التمهيد المفرد        | 0.8879 | 1.2989 | 5.4822 |
| إنموذج التمهيد الاسي المزدوج | 0.7545 | 1.0519 | 5.3328 |

### 16.4. اختبار معنوية إنموذج هولت

نختبر معنوية الأنموذج عن طريق استخراج دوال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبقايا (الخطأ) للإنموذج المقدر ورسمها ونستنتج من الشكلين (3.12) و (3.13) ان قيم معاملات الارتباط الذاتي وقيم معاملات الارتباط الذاتي الجزئي للبقايا جمعها تقع ضمن حدود الثقة (95%) مما يعني ان سلسلة البقاي تمثل متغيرات عشوائية مما يدل على ان الأنموذج الهولت جيد وكفوء وملئم للتنبؤ.



شكل (3.12) رسم دالة الارتباط الذاتي ACF للبقايا الإنموذج هولت



شكل (3.13) رسم دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF للبوافي النموذج هولت

## 16.5. مقارنة بين النماذج المستعملة في البحث:

تم استعمال معايير المفاضلة (MAPE, MAD) للمقارنة بين افضل إنموذج من بين نماذج وهي إنموذج بوكس جنكينز ARIMA (0,1,1) وأنموذج التمهيد الاسي المزوج (هولت) وكما موضحة في الجدول (9-3).

جدول (3.9) مقارنة بين أفضل النماذج

| Model                | MAPE    | MAD     | الملاحظات       |
|----------------------|---------|---------|-----------------|
| ARIMA (0,1,1)        | 0.77561 | 1.0904  |                 |
| التمهيد الاسي المزوج | 0.75446 | 1.05187 | الإنموذج الأفضل |

نلاحظ أنموذج التمهيد الاسي المزوج (هولت) المقترح أظهر تفوقاً على أنموذج بوكس-جنكينز لكون قيم معياري (معياري متوسط مطلق الخطأ النسبي MAPE ومعياري متوسط مطلق الانحرافات MAD) لأنموذج التمهيد الاسي المزوج اقل من قيم معايير لنموذج بوكس-جنكينز والجدول (10-3) يوضح القيم التنبؤية بأستخدام طريقة التمهيد الاسي المزوج طريقة هولت من عام 2016 ولغاية 2021.

جدول (3.10) القيم التنبؤية لسلسلة الارقام القياسية لاسعار الاجارات في العراق حسب الأنموذج هولت

| السنة    | القيمة التنبؤية | الحد الادنى | الحد الاعلى |
|----------|-----------------|-------------|-------------|
| JAN 2016 | 189.3467        | 186.7697    | 191.9238    |
| FEB 2016 | 189.9924        | 186.0744    | 193.9105    |
| MAR 2016 | 190.6381        | 185.3104    | 195.9659    |
| APR 2016 | 191.2838        | 184.5204    | 198.0472    |
| MAY 2016 | 191.9295        | 183.7182    | 200.1408    |
| JUN 2016 | 192.5752        | 182.9092    | 202.2412    |
| JUL 2016 | 193.2209        | 182.096     | 204.3457    |
| AUG 2016 | 193.8666        | 181.2802    | 206.453     |
| SEP 2016 | 194.5123        | 180.4625    | 208.5621    |
| OCT 2016 | 195.158         | 179.6435    | 210.6725    |
| NOV 2016 | 195.8037        | 178.8235    | 212.7838    |
| DEC 2016 | 196.4493        | 178.0027    | 214.896     |
| JAN 2017 | 197.095         | 177.1814    | 217.0087    |
| FEB 2017 | 197.7407        | 176.3596    | 219.1219    |
| MAR 2017 | 198.3864        | 175.5374    | 221.2354    |
| APR 2017 | 199.0321        | 174.7149    | 223.3493    |

| السنة    | القيمة التنبؤية | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|----------|-----------------|-------------|-------------|
| MAY 2017 | 199.6778        | 173.8922    | 225.4634    |
| JUN 2017 | 200.3235        | 173.0692    | 227.5778    |
| JUL 2017 | 200.9692        | 172.2461    | 229.6923    |
| AUG 2017 | 201.6149        | 171.4228    | 231.8069    |
| SEP 2017 | 202.2606        | 170.5994    | 233.9217    |
| OCT 2017 | 202.9063        | 169.7759    | 236.0367    |
| NOV 2017 | 203.552         | 168.9522    | 238.1517    |
| DEC 2017 | 204.1977        | 168.1285    | 240.2668    |
| JAN 2018 | 204.8433        | 167.3047    | 242.382     |
| FEB 2018 | 205.489         | 166.4809    | 244.4972    |
| MAR 2018 | 206.1347        | 165.6569    | 246.6125    |
| APR 2018 | 206.7804        | 164.833     | 248.7279    |
| MAY 2018 | 207.4261        | 164.0089    | 250.8433    |
| JUN 2018 | 208.0718        | 163.1849    | 252.9588    |
| JUL 2018 | 208.7175        | 162.3607    | 255.0743    |
| AUG 2018 | 209.3632        | 161.5366    | 257.1898    |
| SEP 2018 | 210.0089        | 160.7124    | 259.3054    |
| OCT 2018 | 210.6546        | 159.8882    | 261.421     |
| NOV 2018 | 211.3003        | 159.0639    | 263.5366    |
| DEC 2018 | 211.946         | 158.2397    | 265.6522    |
| JAN 2019 | 212.5917        | 157.4154    | 267.7679    |
| FEB 2019 | 213.2373        | 156.5911    | 269.8836    |
| MAR 2019 | 213.883         | 155.7667    | 271.9993    |
| APR 2019 | 214.5287        | 154.9424    | 274.1151    |
| MAY 2019 | 215.1744        | 154.118     | 276.2308    |
| JUN 2019 | 215.8201        | 153.2936    | 278.3466    |
| JUL 2019 | 216.4658        | 152.4692    | 280.4624    |
| AUG 2019 | 217.1115        | 151.6448    | 282.5782    |
| SEP 2019 | 217.7572        | 150.8204    | 284.694     |
| OCT 2019 | 218.4029        | 149.9959    | 286.8098    |
| NOV 2019 | 219.0486        | 149.1715    | 288.9257    |
| DEC 2019 | 219.6943        | 148.347     | 291.0415    |
| JAN 2020 | 220.34          | 147.5225    | 293.1574    |
| FEB 2020 | 220.9856        | 146.6981    | 295.2732    |
| MAR 2020 | 221.6313        | 145.8736    | 297.3891    |
| APR 2020 | 222.277         | 145.0491    | 299.505     |
| MAY 2020 | 222.9227        | 144.2246    | 301.6209    |
| JUN 2020 | 223.5684        | 143.4001    | 303.7368    |
| JUL 2020 | 224.2141        | 142.5755    | 305.8527    |
| AUG 2020 | 224.8598        | 141.751     | 307.9686    |
| SEP 2020 | 225.5055        | 140.9265    | 310.0845    |
| OCT 2020 | 226.1512        | 140.1019    | 312.2004    |
| NOV 2020 | 226.7969        | 139.2774    | 314.3164    |
| DEC 2020 | 227.4426        | 138.4528    | 316.4323    |
| JAN 2021 | 228.0883        | 137.6283    | 318.5483    |
| FEB 2021 | 228.734         | 136.8037    | 320.6642    |
| MAR 2021 | 229.3796        | 135.9791    | 322.7801    |
| APR 2021 | 230.0253        | 135.1546    | 324.8961    |
| MAY 2021 | 230.671         | 134.33      | 327.0121    |

| الحد الاعلى | الحد الادنى | القيمة التنبؤية | السنة    |
|-------------|-------------|-----------------|----------|
| 329.128     | 133.5054    | 231.3167        | JUN 2021 |
| 331.244     | 132.6808    | 231.9624        | JUL 2021 |
| 333.36      | 131.8563    | 232.6081        | AUG 2021 |
| 335.4759    | 131.0317    | 233.2538        | SEP 2021 |
| 337.5919    | 130.2071    | 233.8995        | OCT 2021 |
| 339.7079    | 129.3825    | 234.5452        | NOV 2021 |
| 341.8239    | 128.5579    | 235.1909        | DEC 2021 |

### 17. الاستنتاجات

1. ان معاملات دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي واقعة ضمن حدي الثقة بمستوى ثقة 95% والذي أكد ذلك اختبار ديكي فولر الموسع.
2. بالاعتماد على معايير (معياري حنان كوين H-Q، معيار اكاكي AIC، معيار شوارتز بيزي SBC) كان أنموذج بوكس جنكنز الأفضل هو الإنموذج ARIMA (0,1,1) بين مجموعة من النماذج.
3. كان الإنموذج ARIMA (0,1,1) المعتمد للرقم القياسي لأسعار الإيجارات للدور السكنية في العراق الإنموذج الملائم بعد تطبيق اختبار ليونغ بوكس Ljung-Box والذي يظهر عدم وجود فروق معنوية واختبار البواقي الذي يشير الى ان سلسلة الخطأ للإنموذج المشخص هي عشوائية.
4. بالاعتماد على المعايير الاحصائية للدقة (متوسط مطلق الخطأ النسبي MAPE، المتوسط مطلق الانحرافات MAD، متوسط مربع الانحرافات MSD) والنتيجة من تطبيق طرائق التمهيد الاسي، نستنتج ان طريقة التمهيد الاسي المزدوج (هولت) افضل من طريقة التمهيد الاسي البسيط والأكثر ملاءمة لتمثيل بيانات السلسلة الشهرية قيد الدراسة.
5. أنموذج التمهيد الاسي المزدوج (هولت) أظهر تفوقاً على أنموذج بوكس-جنكنز لكون قيم معياري (معياري متوسط مطلق الخطأ النسبي MAPE المتوسط مطلق الانحرافات MAD) لنماذج التمهيد الاسي اقل من قيم معيار لنماذج بوكس - جنكنز.
6. ان طريقة التمهيد الاسي لتحليل السلسلة الزمنية أثبتت فعاليتها للتنبؤ بما يفيد عملية إتخاذ القرار.
7. اما القيم التنبؤية لسلسلة الرقم القياسي لأسعار الإيجارات للدور السكنية في العراق ولل سنوات (2018-2021) فكانت تأخذ اتجاهاً عاماً وتشير الى الارتفاع الملحوظ اذا ما قورنت بعام 2008.

### 18. التوصيات

1. نوصي بالاستفادة من النتائج لوضع الخطط وسياسات مستقبلية ملاءمة.
2. ضرورة حل ازمة السكن عن طريق بناء مجمعات سكنية وبالاعتماد على البناء العمودي وبأسعار مناسبة.
3. إجراء دراسات مستقبلية تتضمن استعمال نماذج بوكس وجنكنز ونماذج التمهيد الاسي للتنبؤ ومقارنة السلاسل الطويلة مع السلاسل القصيرة لمعرفة دقة التنبؤ.
4. استعمال طرائق سلاسل زمنية اخرى في مجال التنبؤ والمقارنة مع الطرائق المستخدمة في البحث وايجاد اهم العوامل المؤثرة على ارتفاع الايجار.

### المصادر

- [1] ابو الشعير، محمود جواد، (1986) ، "الاساليب المتقدمة في تحليل السلاسل الزمنية"، دراسة مقدمة الى المعهد القومي للتخطيط.
- [2] بري، د.عدنان ماجد،(2002)، طرق التنبؤ الاحصائي، كتاب، جامعة الملك سعود.
- [3] التميمي والعنكي، د.رعد فاضل و د.عدي طه،(2013)، مبادئ السلاسل الزمنية نماذج التخطيط الاستراتيجي، بغداد.
- [4] السلطاني، جاسم محمد كاظم،(2015)، "استعمال نماذج بوكس وجينكنز للتنبؤ بعدد المرضى المصابين بمرض التهاب الكبد الفيروسي في العراق"، بحث دبلوم عالي، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
- [5] شعراوي، سمير مصطفى، (2005) ، مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، الطبعة الاولى، كلية العلوم، جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية.
- [6] الشمراني، د.محمد موسى، "مقارنة بين بعض الاساليب الاحصائية التقليدية ونماذج بوكس جنكنز في تحليل بيانات السلاسل الزمنية"، مجلة ام القرى للعلوم التربوية والنفسية، المجلد الخامس، العدد الاول، يناير 2013.
- [7] شمو، خالد داود، (1987)، "استخدام اسلوب السلاسل الزمنية للتنبؤ بكمية الودائع الشهرية لدى مصرف الرافدين"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
- [8] شومان، عبد اللطيف حسن، (2009)، مقدمة في الإحصاء التطبيقي، العبدلي، عمان - الاردن.
- [9] الصراف وشومان، د.نزار مصطفى، د.عبد اللطيف حسن،(2013)، السلاسل الزمنية والأرقام القياسية، دار الدكتور للعلوم الإدارية والاقتصادية، بغداد.

- [10] العامري وحبیب، ا.م.د. عباس علي، نزار، (2009)، "اساليب التنبؤ بالطلب قريب الامد على مادة الدم" مجلة العلوم الاقتصادية والادارية، المجلد 15، العدد 53.
- [11] فاندل، والتر، (1992)، السلاسل الزمنية من الوجة التطبيقية ونماذج بوكس – جنكز، دار المريخ، المملكة العربية السعودية، تعريب ومراجعة، دكتور عبد المرضي حامد عزام والدكتور احمد حسين هارون.
- [12] الكردي، أحمد السيد، اسلوب تحليل السلاسل الزمنية  
<http://kenanaonline.com/users/ahmedkordy/posts/1>
- [13] محمد، منعم عزيز، (2011)، التحليل والتنبؤ في السلاسل الزمنية ، جامعة السليمانية ، العراق.
- [14] محمود، اسيل سمير محمد، (2005)، "مقارنة بين طرائق تحليل وتنبؤ السلاسل الزمنية وتطبيقها على مبيعات الشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد"، اطروحة دكتوراه في الاحصاء، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
- [15] Anderson, T.W. (1994), The statistical Analysis of Time Series, 1<sup>st</sup> Ed., John Wily, New York.
- [16] George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel, Greta M. Ljung.,(2015), Time Series Analysis for casting and Control., 5<sup>th</sup> Ed., John Wily, New York.
- [17] Wei, William,W. S., (1990), Time Series Analysis Univarite and Multivariate Methods , 2nd Ed., Addison ,Wesley publishing Company.