مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (40) العدد (6) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (40) No. (6) 2018

استخدام منهجية بوكس- جينكنز لبناء نموذج قياسي للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين

الدكتور طالب أحمد*

(تاريخ الإيداع 30 / 7 / 2018. قُبِل للنشر في 12 / 11 / 2018)

□ ملخّص □

هدفت هذه الدراسة لتوضيح خطوات استخدام منهجية بوكس – جينكنز في التنبؤ بالسلاسل الزمنية، حيث تقوم هذه المنهجية على الدمج بين نماذج الانحدار الذاتي AR والمتوسطات المتحركة MA، وهدفت أيضاً لوضع نموذج قياسي للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين باستخدام هذه المنهجية،وتوفيق أفضل نموذج من نماذج ARIMA.

وكانت أهم نتائج الدراسة أنه: تم التوصل إلى نموذج قياسي هو ARIMA(2,1,1)، حيث يمكن استخدامه في التنبؤ بعدد المواطنين السوريين حتى عام 2035، وهو أفضل النماذج المقترحة للحصول على تنبؤات دقيقة وفقاً للاختبارات الإحصائية واختبارات الدقة التنبؤية.وتبين من خلال هذا النموذج أنعدد المواطنين السوريين المقدر سيزداد حتى عام 2035.

الكلمات المفتاحية: منهجية بوكس – جينكنز ، نموذج قياسي، التنبؤ .

*أستاذ مساعد- قسم الإحصاء والبرمجة- كلية الاقتصاد- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.Taleb_ahmad1976@yahoo.de

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (40) العدد (6) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (40) No. (6) 2018

Using Box-Jenkins Methodology To Build A Standard Model For Forecasting Of syrian Population

Dr. Taleb Ahmad*

(Received 30 / 7 / 2018. Accepted 12 / 11 / 2018)

□ ABSTRACT □

The aim of study was to illustrate the steps of using BOX-JENKINS methodology to predict the time series. This methodology combines between Autoregressive models and Moving Averages. It also aims to develop a standard model for forecasting of Syrian population using this methodology, and estimate the best model of ARIMA models.
The main results of the study: It was build ARIMA (2,1,1) model, which can be used to predict of Syrian population until 2035, it was the best model to get on accurate predictions according to statistical tests and predictive accuracy tests. Through of this model, the estimated Syrian population will increase until 2035.

Key words: Box-Jenkins methodology, Standard model, Forecasting.

*Associate Professor- Department of Statistics and Programming - Faculty of Economics - Tishreen University- Lattakia - Syria.Taleb_ahmad1976@yahoo.de

مقدمة:

تعد دراسة بيانات السكان مجالاً هاماً من المجالات الإحصائية التي استحوذت على اهتمام الحكومات والمنظمات الدولية، وذلك لأهمية العنصر البشري في تخطيط وتنفيذ عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية، ومن جهة أخرى يعتبر أسلوب تحليل السلاسل الزمنية من الأساليب الإحصائية الهامة في التنبؤ، وقد تم استخدام هذا الأسلوب على نطاق واسع في الكثير من التطبيقات الاقتصادية، حيث يتم التنبؤ بالتغيرات المستقبلية للمتغير بالاعتماد فقط على سلوك هذا المتغير في الماضي.

يعد أسلوب بوكس – جينكنز من أهم الأساليب المستخدمة للتنبؤ في السلاسل الزمنية، وهذا الأسلوب لا يفترض وجود أي نمط معين للبيانات التاريخية للسلسلة التي نتنبأ بها، حيث اختيار النموذج المناسب يتم بمقارنة توزيعات معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية بالتوزيعات النظرية للنماذج المختلفة، ويكون النموذج المختار جيداً إذا كانت الفروق (البواقي) بين القيم المقدرة والبيانات التاريخية صغيرة ، وتتوزع بشكل طبيعي، ومستقلة عن بعضها.

حيث سيتم بناء نموذج قياسي باستخدام منهجية بوكس–جينكنز من خلال نماذج ARIMA للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين حتى عام 2035.

مشكلة البحث:

هناك صعوبة في بناء نموذج قياسي للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين، يكون له القدرة على تصوير الواقع الحالي، وإعطاء دقة عالية في التنبؤات المستقبلية، وأن يراعي هذا النموذج كل الاعتبارات المتعلقة ببيانات عدد السكان من خطية وغير خطية ونوعية البيانات وعوامل أخرى مؤثرة على البيانات.كما أن هناك صعوبة في أن تكون السلسلة الزمنية لعدد المواطنين السوريين مستقرة خلال الفترة المدروسة من عام 1970 حتى عام 2010، ويمكن تمثيل مشكلة البحث بالتساؤل التالي:

إلى أي مدى يمكن لنماذج بوكس– جينكنز التعامل بواقعية مع بيانات عدد السكان في سورية خلال الفترة المدروسة؟ومدى إمكانية بناء نموذج قياسي صالح للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين حتى عام 2035؟

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث من أهمية دراسة عدد السكان خلال الفترة (1970–2010) والتنبؤ بها حتى عام 2035، وكذلك الأهمية الكبيرة التي تتمتع بها أساليب التنبؤ في تحليل بيانات السلاسل الزمنية، وذلك من خلال استخدامها في عمليات اتخاذ القرار ورسم السياسات المستقبلية للقطاعات الاقتصادية المختلفة، وتكمن أهمية البحث من استنتاج نموذج قياسي يستخدم للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين وذلك باستخدام منهجية بوكس–جينكنز من خلال نماذج ARIMA، ومن ثم التنبؤ بعدد المواطنين السوريين حتى عام 2035.

ويهدف البحث إلى:

1–استعراض طرائق التنبؤ بالسلاسل الزمنية من خلال نماذج بوكس–جينكنز.

2–اختبار إمكانية تطبيق أسلوب ARIMA في التنبؤ بعدد المواطنين السوريين.

3–تحديد النموذج الأمثل من بين نماذج ARIMA للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين.

4–التنبؤ بعدد المواطنين السوريين حتى عام 2035.

فرضيات البحث:

1-لا يمكن التوصل إلى النموذج الذي يجعل السلسلة الزمنية مستقرة باستخدام منهجية بوكس-جينكنز.

2-لا يمكن بناء نموذج قياسي للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين باستخدام منهجية بوكس-جينكنز.

منهجية البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي الذي يعتمد على وصف البيانات وتحليلها، وتم الاعتماد على أسلوب ARIMA في تحليل السلاسل الزمنية، وتم الحصول على بيانات السلسلة الزمنية لعدد السكان في سورية من بيانات المكتب المركزي للإحصاء حتى عام 2010 ، وتم استخدام برنامجيSPSSوE-Viewsلتحليل البيانات.

الحدود المكانية والزمانية للبحث:

الحدود المكانية: سورية.

الحدود الزمانية: 1970- 2010

مجتمع البحث:

سكان الجمهورية العربية السورية.

الدراسات السابقة:

1- دراسة بعنوان : **منهجية Box- Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ- دراسة تطبيقية على أعداد تلاميذ الصف الأول من التعليم الأساسي في سورية.** بحث منشور، إعداد:عثمان نقار، منذر العواد،مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية – المجلد 27- العدد الثالث - 2011

هدف هذا البحث إلى:وضع نماذج قياسية للتنبؤ بأعداد التلاميذ المتوقع توافدهم إلى الصف الاول- تعليم أساسي باستخدام منهجية بوكس جينكنز ، وتوفيق أفضل نموذج من نماذج ARMA و ARIMA، للمساعدة في وضع خطط سنوية من قبل المعنيين لمواجهة الالتزامات المتوقعة لكل عام جديد من مدارس وشعب ومعلمين ومقررات.

وكانت أهم نتائج البحث:تشكل سلسلة أعداد المنتسبين الى الصف الأول من التعليم الأساسي سياقا عشوائيا غير مستقر، وأظهر اختبار ديكي – فولر وجود جذر الوحدة، وتم أخذ الفروق من الدرجة الأولى لجعلها مستقرة، وتبين من المقارنة أفضلية نماذج التحليل الحديث المبنية على منهجية بوكس- جينكنز من النماذج المبنية على الأسلوب التقليدي.

تم وضع نموذج يمكن استخدامه في التنبؤ بأعداد التلاميذ وهو نموذج ARIMA(0,1,1)، حيث تم التنبؤ بأعدادهم حتى عام 2015.**[1]**

2- دراسة بعنوان : **التنبؤ بعدد سكان العراق باستخدام نماذج بوكس –جنكنز لغاية عام 2020.** بحث منشور، إعداد:فوزية غالب عمر ،مجلة العلوم الاقتصادية- المجلد 11- العدد 41- 2016

هدف هذاالبحث إلى:دراسة تطور معدلات نمو حجم السكان في العراق، بهدف التنبؤ في حجم السكان في المستقبل من خلال سلسلة زمنية للفترة 1977- 2007 باستخدام نماذج بوكس –جنكنز، بغرض الوقوف على احتياجات السكان المستقبلية.

وكانت أهم نتائج البحث:تم تحديد النموذج الملائم لأسلوب بوكس- جنكنز وهو نموذج ARIMA(3, 1, 3)، حيث أشارت نماذج بوكس –جنكنز والدالة اللوجستية لحدوث زيادة في معدلات نمو حجم سكان العراق لغاية 2020، حيث

المعدلات أعلى في الريف منها في الحضر نظرا لاختلاف مستويات المعيشة، وأعطت الدالة اللوجستية نتائج أكثر دقة في التنبؤ من نماذج بوكس – جنكنز .**[2]**

3– دراسة بعنوان: **Forecasting the population of Pakistan using ARIMA models** بحث منشور ، إعداد: Zakria, M ,Muhammad, F، مجلة العلوم، المجلد 46، العدد 3 ،2009.

هدف هذا البحث إلى:نمذجة عدد سكان باكستان خلال الفترة 1951–2007 باستعمال منهجية بوكس –جينكنز ، وهدفت أيضا للتنبؤ بعدد السكان لفترة 20 سنة قادمة باستعمال أحد نماذج أريما المناسبة.

وكانت أهم نتائج البحث:تم بناء نموذج ARIMA(1,2,0) للتنبؤ بسكان البلاد للأعوام القادمة، مع افتراض بقاء معدل النمو السكاني المتزايد فأن عدد سكان البلاد سيصل إلى 230 مليون في عام 2027 ، وكان هذا النموذج هو الأفضل وفقا لمعايير أكاكي للمعلومات ومربع متوسط الأخطاء والتقنيات البيانية مثل دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي. وصلت الدراسة لنتيجة أن عدد سكان باكستان وفق النموذج المقترح يقترب مع عدد السكان المتوقع من قبل هيئات حكومية في البلاد.**[3]**

4–دراسة بعنوان:**Gross Domestic Product Forecasting using BOX-JENKINS Methodology** بحث منشور على الإنترنت، إعداد:Tamayo , A , Cuizon , R ,Sagpang , A،جامعة مانيلا ، الفلبين،2014.

هدف هذا البحث إلى :الوصول إلى نموذج باستخدام منهجية بوكس – جينكنز يمكن من خلاله التنبؤ بالناتج المحلي الإجمالي للفلبين بمكوناته المختلفة من استثمار ، استهلاك ، مشتريات حكومية ، صافي الصادرات ،وشملت بيانات الدراسة الناتج المحلي الإجمالي الربعي للفلبين من عام 1995 حتى 2007 حيث كانت إجمالي المشاهدات 50 .

وكانت أهم نتائج البحث: تم بناء نموذج للتنبؤ بالناتج المحلي الإجمالي في الفلبين وهو نموذج ARMA(1,1)، كما تبين من خلال النموذج أن الناتج المحلي الإجمالي سيرتفع خلال الأعوام القادمة.**[4]**

الإطار النظري للدراسة

1– مفهوم نماذج بوكس –جينكنز

يطلق على مجموعة المشاهدات التي تمثل قياسات لظاهرة معينة خلال فترات زمنية محددة تعبير السلسلة الزمنية، فالسلسلة الزمنية هي عبارة عن سجل تاريخي لنشاط معين بقياسات مأخوذة على فترات زمنية متساوية. وفكرة تحليل السلاسل الزمنية هي تقدير نموذج رياضي يمكنه أن يحاكي تقريباً التدرج التاريخي لتلك الظاهرة، بحيث يمكنه أن يقدر بدقة قيم السلسلة الزمنية ويمكن استخدامه بالتنبؤ بقيم مستقبلية لهذه الظاهرة، ويجعل بواقي النموذج أقل ما يمكن وليس بها أي نوع من الارتباط الداخلي فيما بينها، ويعتبر أسلوب تحليل السلسلة الزمنية أحد الأساليب المستخدمة في عمليات التنبؤ.

هناك خطوات محددة لبناء نموذج السلاسل يمكن تكرارها حتى نجد النموذج الأكثر ملاءمة لطبيعة البيانات، ويصف التغيرات في الظاهرة موضوع الدراسة بأعلى دقة ممكنة، ويعتبر أسلوب بوكس –جينكنز أحد الأساليب المستخدمة لبناء النماذج المختلفة في تحليل السلاسل الزمنية**[5]** .

يقصد بنماذج بوكس– جينكنز تلك المنهجية التي طبقها كل من George Box وGwilyn Jenkins على السلاسل الزمنية عام 1970 ،حيث تمتاز هذه المنهجية عن باقي الطرائق الأخرى بقدرتها على النمذجة والتنبؤ بالظواهر العشوائية دون افتراض أي نموذج مسبق، وتقدم حلولاً شاملة لجميع مراحل تحليل السلاسل الزمنية بدءاً من اختيار النموذج المبدئي الملائم، ومروراً بتقدير معالم النموذج، وتشخيصه، وانتهاء بالتنبؤ بالمشاهدات المستقبلية،ويرافق هذه المنهجية عدد من الاختبارات الإحصائية التي تمكننا من التعرف على النموذج المناسب للبيانات، عكس الطرائق

التقليدية التي لا يمكنها وصف التغيرات المعقدة في السلسلة الزمنية. وعدم قدرتها على استخدام الاختبارات الإحصائية الملائمة للتحقق من صحة النموذج الذي يتم توفيقه **[6]** .

وتظل دقة البيانات هي العامل الأساسي في عدم فهم النتائج لأسلوب تحليل السلاسل الزمنية، لذلك لابد من تناسق البيانات ووضوح كيفية جمعها أو قياسها، وحتى يكون التحليل والتنبؤ الإحصائي دقيقين لابد من عدد كاف للبيانات، وتعتبر السلسلة بقيم تتراوح من 40 إلى 50 مشاهدة تم قياسها على فترات زمنية متساوية عدد مناسب لأغراض التنبؤ الإحصائي بدقة كافية.

تعتمد منهجية بوكس – جينكنز في صياغتها على أربعة أجزاء هي:

أ- نموذج الانحدار الذاتيAR:

يمثل نموذج الانحدار الذاتي العلاقة بين القيم الحالية والسابقة للسلسة الزمنية، ويستخدم في مختلف المجالات منها وصف ظاهرة معينة سواء كانت طبيعية أو اقتصادية. وإن الهدف من تحليل نماذج السلاسل الزمنية هو الوصول إلى النموذج الرياضي الذي يمثل البيانات، حيث نموذج الانحدار الذاتي هو أحد النماذج المهمة لتحقيق ذلك الهدف،عندما تكون القيمة الحالية للسلسة الزمنية دالة في قيمتها للفترة السابقة إضافة لبعض الأخطاء، فإن النماذج المتكونة من هذه العملية تسمى بنماذج الانحدار الذاتي**[7]**.

يمكن كتابة نموذج الانحدار الذاتي بالعلاقة التالية:

$$Y_T = B_0 + B_1 Y_{T-1} + B_2 Y_{T-2} + \dots\dots\dots\dots + B_P Y_{T-P} + e_T$$

حيث:

Y_T تمثل قيم المتغير Yالمتنبأ بها.

$Y_{T-1}, Y_{T-2}, \dots\dots\dots, Y_{T-P}$تمثل قيم المتغير Yالمتأخرة زمنيا خلال الفترةT.

$B_0, B_1, B_2, \dots\dots, B_P$معاملات معادلة الانحدار.

e_Tيطلق عليه التشويش الأبيض White noise.

يشير نموذج الانحدار الذاتي إلى أن القيم الحالية للمتغير Y_T تعتمد على قيم المتغير السابق .... $Y_{T-1}, Y_{T-2}, \dots\dots\dots$

ب–نموذج المتوسط المتحركMA:

يمكن الحصول على قيمة السلسلة الزمنية في الزمن t من خلال الأخطاء العشوائية في الفترة الحالية والفترات السابقة، ويدعى النموذج الناتج من هذه العملية بنموذج المتوسطات المتحركة، ويتم التعبير في نموذج المتوسطات المتحركة عن قيمة السلسة الحالية بدلالة القيمة الحالية للأخطاء والأخطاء السابقة وقيم المعلمات.يمكن صياغة نموذج المتوسط المتحرك بالعلاقة التالية:

$$Y_T = W_0 + e_T - W_1 e_{T-1} - W_2 e_{T-2} \dots\dots\dots\dots - W_q e_{T-q}$$

حيث أن:

Y_T تمثل قيم المتغير Yالمتنبأ بها.

$e_{T-1}, e_{T-2}, \dots\dots, e_{T-q},$ تمثل التأخر للبواقي من تقدير المتغير Y_T.

$W_0, W_1, W_2, \dots\dots\dots, W_q$ تمثل المعلمات.

e_Tيمثل المتغير العشوائي.

من النموذج الحالي نجد أن قيم Y_T الحالية تعتمد على القيم السابقة للبواقي $e_{T-1}, e_{T-2}, \ldots\ldots\ldots, e_{T-q}$

ج – نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحركARMA

يمكن جمع النموذجين السابقين بنموذج واحد يسمىARMAويصبح النموذج الجديد بالعلاقة التالية:

$$Y_T = B_0 + B_1 Y_{T-1} + B_2 Y_{T-2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + B_P Y_{T-P} + e_T$$
$$+ W_0 + e_T - W_1 e_{T-1} - W_2 e_{T-2} \ldots\ldots\ldots\ldots - W_q e_{T-q}$$

ويشار لهذا النموذج بنموذج ARMA من الرتبة (p,q)، حيث يشير الحرف p إلى رتبة الانحدار الذاتي، ويشير الحرف q إلى رتبة المتوسط المتحرك**[8]**.

د– نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية (ARIMA)

Autoregressive Integrated Moving Average

تعد نماذج ARIMA أكثر نماذج السلاسل الزمنية استخداماً إذ أنه بالإمكان اشتقاق جميع النماذج منها سواء الانحدار الذاتي أو المتوسطات المتحركة أو المختلطة،وتتكون هذه النماذج من ثلاثة أجزاء،يمثل الجزء الأول منها نموذج الانحدار الذاتي AR(p)الذي يستخدم عادة في عمليات التنبؤ للسلسلة الزمنية،أما الجزء الثاني في مثل نموذج الأوساط المتحركة MA(q)،ويمثل الجزء الثالث (d) الفروق التي تتطلبها السلسلة لتكون مستقرة.وعندما تكون السلسلة الزمنية غير مستقرة يجب أولاً تحويلها إلى سلسلة زمنية مستقرة قبل بناء النموذج الرياضي وذلك بأخذ الفروق (d)،واستخدام أحد التحويلات وعدد الفروق المطلوب لتحويل السلسلة إلى سلسلة مستقرة تسمى بدرجة التكاملIntegrated،حيث يتحول نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركةARMA(p,q) الى نموذج الانحدار الذاتي المتكامل ARIMA (p,d,q)،حيث تمثل P رتبة الانحدار الذاتي، d عدد الفروق التكامل،q رتبة المتوسط المتحرك**[9]** .

بوكس – جينكنز2– مراحل تطبيق نماذج

المرحلة الاولى: تشخيص النموذج

يتم في هذه الخطوة تحديد فكرة تقريبية لهيكلا لنموذج، أي تحديد رتب النموذج ARIMA حيث يتم في هذه المرحلة تفحص مدى استقرار السلسلة الزمنية الأصلية من خلال الرسم البياني للسلسلة الزمنية، فإذا كانت السلسلة غير مستقرة يكون لها اتجاه عام متزايد أو متناقص،فيتم أخذ الفرق الأول ثم الفرق الثاني، وهكذا حتى تصبح السلسلة مستقرة، وان عدد هذه الفروق لكي تصبح السلسلة مستقرة يمثل بالرمز (d).ويمكن التعرف أيضاً على كون السلسلة الزمنية مستقرة أو غير مستقرة من خلال مشاهدة دالة الارتباط الذاتي ACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF ، فاذا كانت السلسلة غير مستقرة لا تقترب قيمها من الصفر بعد الفجوة الثانية والثالثة بل تبقى قيمها كبيرة لعدد من الفجوات،ويطلق على معاملات الارتباط البسيط بين المتغير التابع ونفس هذا المتغير في الفترات السابقة بدالة الارتباط الذاتيACF.

فإذا كانت قيمة ACF تقترب من الصفر بزيادة عدد فترات الإبطاء الزمني فإن السلسلة تكون مستقرة،أما دالة الارتباط الذاتي الجزئيPACF فتمثل العلاقة بين قيم متتالية لمتغير ما خلال فترتين زمنتين مختلفتين، وتكون السلسلة مستقرة عندما تتناقص قيم PACF باستمرار مع زيادة فترات الإبطاء الزمني، وبعد التأكد من ان السلسة أصبحت مستقرة وتحديد قيمة d ، كذلك تحديد رتبة الانحدار الذاتي p والمتوسط المتحرك q بحيث تكون بواقي النموذج المقدر خالية من الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك، ويعتمد تحديد هذه القيم على الخبرة الشخصية للباحث، وعادة يتم استخدام كلا

من دالة الارتباط الذاتي ACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF في تحديد رتب النموذج.حيث يمكن الاستعانة بالجدول رقم (1):

جدول رقم (1): دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي ونماذج ARMA

النموذج	ACF	PACF
AR(1)	تتنازل هندسيا ابتداء من P_1	صفرية بعد Φ_1
AR(2)	تتنازل هندسيا ابتداء من P_2	صفرية بعد Φ_2
AR(p)	تتنازل هندسيا ابتداء من P_p	صفرية بعد Φ_p
MA(1)	صفرية بعد P_1	تتنازل بعد Φ_1
MA(2)	صفرية بعد P_2	تتنازل بعد Φ_2
MA(q)	صفرية بعد P_q	تتنازل بعد Φ_q
ARMA(1,1)	تتنازل هندسيا ابتداء من P_1	تتنازل بعد Φ_1
ARMA(p,q)	تتنازل هندسيا ابتداء من P_p	صفرية بعد Φ_q

المصدر: من إعداد الباحث

حيث أن: Pمعامل دالة الارتباط الذاتي، Φ معامل دالة الارتباط الذاتي الجزئي.

وبناء على عدد معاملات الارتباط الذاتي التي تختلف معنوياً عن الصفر يتم تحديد قيمة q ، وبناء على عدد معاملات الارتباط الذاتي الجزئي التي تختلف معنوياً عن الصفر يتم تحديد قيمة p. وتوجد اختبارات أخرى تستخدم في برنامج E-views لفحص استقرارية السلسلة الزمنية وتحويلها إلى سلسلة مستقرة مثل: اختبار ديكي- فولر ، اختبار ديكي - فولر الموسع ، اختبار فيليب- بيرون ، اختبار KPSS.

المرحلة الثانية: تقدير النموذج

بعد تحديد القيم لرتبة النموذج، يتم تقدير النموذج من خلال طريقة الإمكانية العظمى أو طريقة المربعات الصغرى، في هذه المرحلة يتم تقدير عدة نماذج متقاربة يتم المقارنة بينها، وعادة تكون معاملات النموذج الجيد المقدرة معنوية، كذلك يمكن المقارنة من خلال مجموع مربعات البواقي كمقياس لجودة النموذج، إضافة لمقاييس أخرى يتم استخدامها لقياس دقة النموذج للمقارنة بين النماذج.

المرحلة الثالثة: فحص النموذج

يتم في هذه الخطوة التحقق من النموذج المقدر،والتأكد أنه النموذج الملائم الخالي من تركيبة الارتباط الذاتي وتركيبة المتوسط المتحرك،ويتم ذلك من خلال فحص معاملات الارتباط الذاتي ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي في النموذج وليس السلسلة الأصلية،فإذا كانت جميع معاملات الارتباط الذاتي لعدد من الفجوات تقع داخل فترة ثقة 95%فإن الارتباط الذاتي بين حدود الخطأ العشوائي غير معنوي،وفي هذه الحالة يعتبر هذا النموذج هو الملائم للتقدير والتنبؤ،واذا لم يكن كذلك فيعاد البحث عن نموذج أخر.

وتوجد بعض المعايير الأخرى لفحص النموذج والتأكد أنه النموذج المناسب مثل**[10]:**

1- **احصائية لجنق بوكس Ljung-Box Q statistic** وتختصر بـLBQ وتستخدم لاختبار الفرضيات:

$$H_0: P_1 = P_2 = \cdots = P_k = 0$$

$$H_1: P_1 \neq P_2 \neq \cdots \neq P_k \neq 0$$

حيث P_i هي معاملات الارتباط الذاتي لبواقي النموذج.

وتعطى بالصيغة التالية:

$$LBQ = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}[\hat{p}_k^2/n-k]$$

تمثل m عدد الفجوات الزمنية السابقة الداخلة في الاختبار، n عدد المشاهدات المستخدمة في التقدير، وتكون السلسلة غير مستقرة عندما تكون قيمة LBQ المحسوبة أكبر من χ^2 قيمة الجدولية بدرجة حرية m ، حيث يتم رفض فرضية العدم التي تنص على أن كل معاملات الارتباط الذاتي مساوية للصفر والعكس صحيح.

2- **معيار أكاكي للمعلومات(AIC) Akaike Information Criteria:**

يعطى بالعلاقة التالية:

$$AIC = T\ln\left(\sum e_i^2\right) + 2n$$

3- **معيار شوارتز (Schwarz Bayesian Criterion(SBC:**

يعطى بالعلاقة التالية:

$$SBC = T\ln\left(\sum e_i^2\right) + n\ln(T)$$

حيث n عدد المعالم المقدرة في النموذج، T عدد المشاهدات ، e الخطأ العشوائي، يتم اختيار النموذج الذي يعطي أقل قيمة لمعيار AIC و SBC.

ويستخدم أيضاً عدد من اختبارات الدقة التنبؤية التي تبين مدى صلاحية النموذج لإجراء التنبؤ ومن هذه الاختبارات:

1-متوسط مربع الخطأ Mean- sequare error (MSE):يحسب هذا الاختبار وفق الصيغة التالية:

$$MSE = \sum_{t=1}^{T}(e_t)^2/T$$

T عدد المشاهدات ، e الخطأ العشوائي.

2-متوسط الخطأ النسبي المطلق:(Mean absolute percentage error(MAPE: يحسب هذا الاختبار وفق الصيغة التالية:

$$MAPE = \sum_{t=1}^{T}|e_t / y_t|/T * 100$$

ويتم اختيار النموذج الأفضل للتنبؤ عندما تكون قيم MSE و MAPE أقل ما يمكن.

المرحلة الرابعة:التنبؤ

من الأهداف الرئيسية في تحليل السلاسل الزمنية هو التنبؤ بقيمها المستقبلية، و تعتبر هذه المرحلة أخر مراحل بوكس –جينكنز، حيث التنبؤات المستقبلية للسلسة الزمنية تكون صحيحة ودقيقة إذا تم اختيار نموذج سليم واجتاز مرحلة الفحص والتشخيص.

بعد تحديد رتب النموذج الملائم (p,d,q) والتأكد أنه أفضل النماذج حسب الاختبارات السابقة، يتم بعد ذلك استخدامه في التنبؤ،وذلك بوضع القيم الحالية والماضية للمتغير التابع Y_T والبواقي e_T كقيم تقديرية لحد الخطأ في يمين الدالة،وذلك للحصول على القيمة المستقبلية الأولى المتنبأ بها Y_{T+1} وهو ما يسمى بالتنبؤ لفترة مستقبلية واحدة، ويمكن الحصول على القيمة المستقبلية الثانية Y_{T+2} بوضع القيمة المستقبلية الأولى Y_{T+1} التي تم التوصل إليها في الخطوة الأولى للتنبؤ في معادلة النموذج وهكذا يتم التنبؤ لفترات مستقبلية لاحقة.

النتائج والمناقشة:

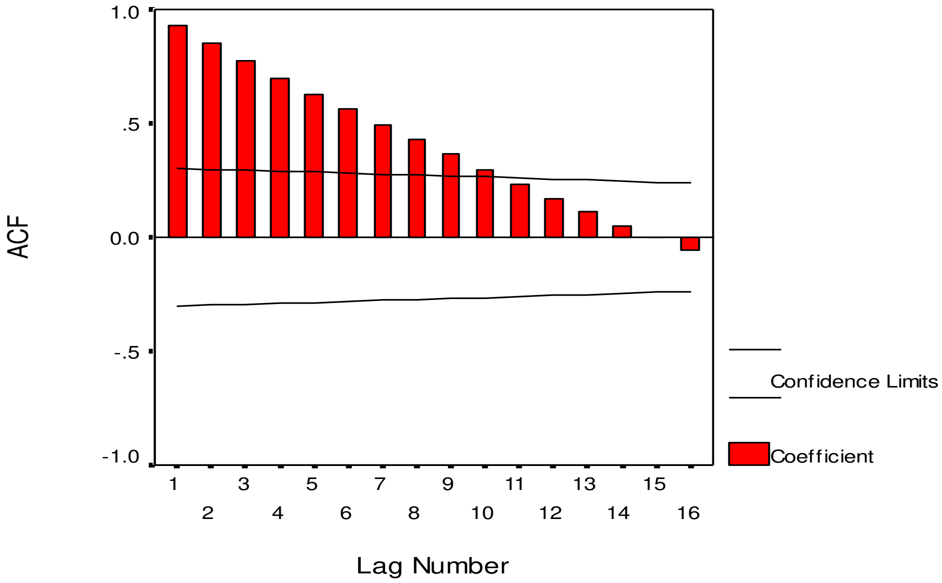
تم استخدام بيانات عدد السكان لسورية خلال الفترة(1970– 2010). لغرض تقدير نموذج ARIMAالملائم والتنبؤ من خلاله بعدد المواطنين السوريين في المستقبل من خلال الجدول رقم (2):

الجدول رقم (2): عدد السكان في سورية خلال الفترة (1970–2010)

العام	عدد السكان	العام	عدد السكان	العام	عدد السكان	العام	عدد السكان
1970	6350541	1980	8930774	1990	12446171	2000	16410848
1971	6570857	1981	9252851	1991	12815219	2001	16766899
1972	6800141	1982	9590227	1992	13187085	2002	17087901
1973	7037851	1983	9938847	1993	13564167	2003	17415266
1974	7283177	1984	10293049	1994	13949697	2004	17806638
1975	7535714	1985	10648632	1995	14345492	2005	18294611
1976	7794662	1986	11004272	1996	14755286	2006	18914977
1977	8060649	1987	11360852	1997	15177456	2007	19632806
1978	8336418	1988	11719071	1998	15602210	2008	20325443
1979	8625690	1989	12080444	1999	16016092	2009	20824893
						2010	21018834

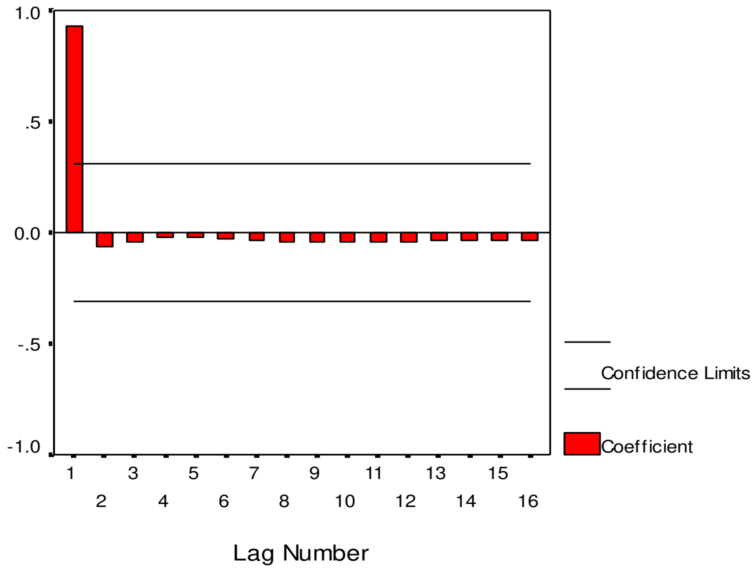
المصدر: بيانات المكتب المركزي للإحصاء.

لتطبيق النموذج يجب أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة،وللتأكد من ذلك نقوم برسم الشكل البياني لدالة الارتباط الذاتي (ACF) Function Autocorrelationودالة الارتباط الذاتي الجزئي Partial Autocorrelation Function(PACF)لمتغير عدد السكان خلال الفترة المدروسة.



الشكل رقم(1) : دالة الارتباط الذاتي (ACF) لبيانات السكان في سورية

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (2) باستخدام برنامج SPSS.



الشكل رقم(2): دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لبيانات السكان في سورية

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (2) باستخدام برنامج SPSS.

نلاحظ من الشكل (1) أن أغلب قيم معاملات الارتباط الذاتي ACF تقع خارج حدود مجال الثقة، لذلك نعتبر أن السلسلة الزمنية لعدد السكان في سورية غير مستقرة،وهذا ما يؤكده اختبار جذر الوحدة (ديكي فولر الموسع) حيث القيمة المحسوبة لهذا الاختبار 0.757 أقل من القيم الجدولية عند جميع مستويات الدلالة 1%، 5%، 10%كما في الجدول (3)، حيث قيمة .Sig لهذا الاختبار هي 0.991 وهي أكبر من 0.05 لذلك نقبل فرضية العدم لهذا الاختبار التي تنص على أن السلسلة الزمنية لها جذر وحدة وبالتالي غير مستقرة.

الجدول (3): نتائج اختبار ديكي –فولر الموسع

الاختبار	قيمة t المحسوبة	القيم الجدولية			Sig.
		%1	%5	%10	
ديكي فولر الموسع	0.757	−3.66	−2.96	−2.61	0.991

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج E-view 9.

لذلك نقوم بأخذ الفروقات من الدرجة الأولى لتصبح السلسلة مستقرة، حيث بينت نتائج اختبار جذر الوحدة في الجدول (4) أن القيمة المحسوبة لهذا الاختبار 3.10 أكبر من القيم الجدولية عند جميع مستويات الدلالة 1%، 5%، 10%، حيث قيمة .Sig لهذا الاختبار هي 0.0368 وهي أصغر من 0.05 لذلك نرفض فرضية العدم لهذا الاختبار ونقبل الفرضية البديلة التي تنص على أن السلسلة الزمنية ليس لها جذر وحدة وبالتالي السلسلة الزمنية أصبحت مستقرة.

الجدول (4): نتائج اختبار ديكي –فولر الموسع للفروقات من الدرجة الأولى

الاختبار	قيمة t المحسوبة	القيم الجدولية			Sig.
		%1	%5	%10	
ديكي فولر الموسع	3.10	−3.67	−2.96	−2.62	0.0368

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج E-view 9.

وبتجريب جميع نماذج ARIMA(p,d,q) المناسبة لتحديد رتبة الانحدار الذاتي P ورتبة المتوسطات المتحركة q،نجد أن النموذج (2,1,1) ARIMA هو المناسب لتمثيل سلسلة البيانات لأنه يحقق أقل قيمة لمعيار أكاكي للمعلومات (AIC). ومعيار شوارتز (SBC) من النماذج الأخرى المقترحة، كذلك يحقق أقل قيمة من حيث الدقة التنبؤية للاختبار MSE و MAPEمن النماذج الأخرى الموجودة في الجدول رقم(5)،حيث أن قيمة معيار AIC= 918.81، SBC= 925.57 لهذا النموذج.وقيمة اختبار MSE =17794.71، MAPE = 0.072.
لذلك نرفض الفرضية الأولى من فرضيات بحثنا، ونقبل البديلة لها التي تنص بأنه يمكن التوصل إلى النموذج الذي يجعل السلسلة الزمنية مستقرة باستخدام منهجية بوكس–جينكنز.

جدولرقم (5): مقارنة المعايير الإحصائية للنماذج المقترحة لتمثيل سلسلة بيانات السكان

النموذج	معيار AIC	معيار SBC	اختبار MSE	اختبار MAPE
ARIMA (1,1,0)	1004.87	1008.24	66141.27	0.183
ARIMA (0,1,1)	1004.64	1008.02	65116.84	0.257
ARIMA (1,1,1)	970.74	975.80	43084.17	0.119
ARIMA (2,1,0)	947.10	952.17	35733.94	0.196
ARIMA(2,1,1)	918.81	925.57	17794.17	0.072
ARIMA(0,1,2)	970.38	975.45	42142.29	0.156

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS.

بعد تقدير النموذج من خلال برنامج SPSS حصلنا على الثوابت التالية:

جدول رقم (6): الثوابت المقدرة لنموذج ARIMA (2,1,1)

Variables	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.(Sig.)
AR1	1.62349	0.10814	15.0133	0.000000
AR2	-.93012	0.10354	-8.9835	0.000000
MA1	-0.83323	0.12916	-6.4511	0.000000
CONSTANT	344943.01052	19145.4895	18.0169	0.000000

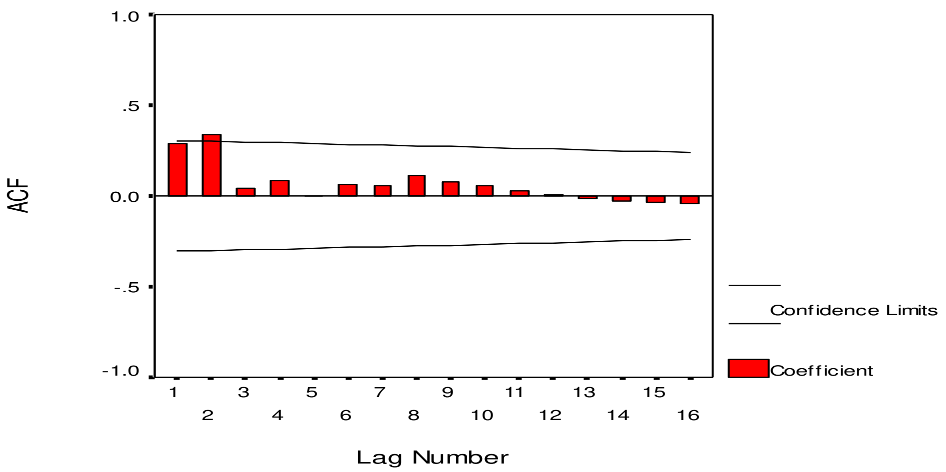
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS.

من الجدول (6) نحصل على بيانات النموذج المقدر لعدد المواطنين السوريين:

$$y_t = 344943.01052 + 1.62349\, y_{t-1} - 0.93012\, y_{t-2} + 0.83323 e_{t-1}$$

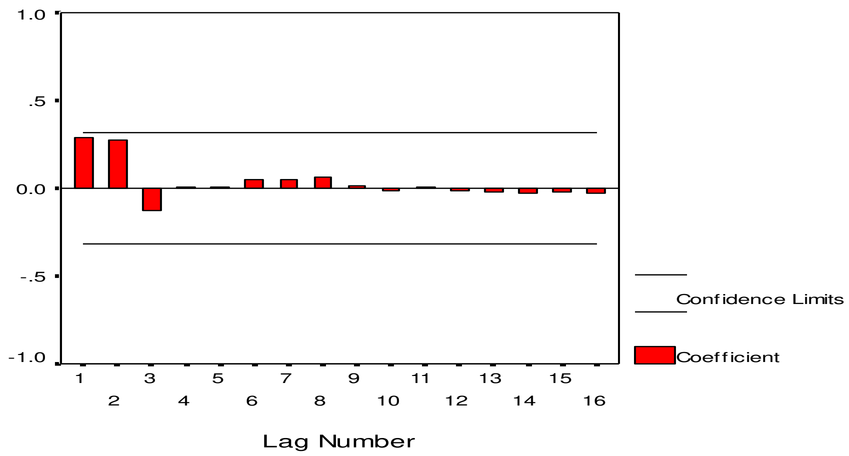
حيث أن جميع معاملات النموذج معنوية لأن Sig لكل منها أصغر من 0.05.

ومن أجل التأكد من أفضلية النموذج المقدر، يتم فحص معاملات دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لبواقي النموذج (Error of Model)، حيث يبين الشكلين (4،3) الرسم البياني لدالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لبواقي النموذج ARIMA(2,1,1).



شكل رقم (3): دالة الارتباط الذاتي (ACF) لبواقي النموذج ARIMA (2,1,1)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS.



شكل رقم (4): دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لبواقي النموذج(2,1,1) ARIMA

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS.

نلاحظ من الشكلين (3، 4) أن قيم دالة الارتباط الذاتي ACF وقيم دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF لبواقي النموذج ARIMA(2,1,1) غير معنوية باحتمال ثقة 0.95، لأن جميعها تقع ضمن حدي الثقة (Confidence Limits)،ويمكن التأكد من أفضلية النموذج المقدر بطريقة أخرى من خلال استخدام اختبار Ljung–Box للتأكد من عدم وجود ارتباط ذاتي للبواقي، حيث فرضية العدم لهذا الاختبار تنص على جميع معاملات الارتباط الذاتي للبواقي غير معنوية (تساوي الصفر).

جدول رقم (7) : اختبار لجنق–بوكس للتحقق من صلاحية النموذج

Ljung-Box Q(18)			
Statistics	DF	Sig.	Number of Outliers
12.751	15	.621	0

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS.

من الجدول (7) نجد أن قيمة .Sig لهذا الاختبار هي 0.621 وهي أكبر من 0.05 ، لهذا يتم قبول فرضية العدم أي عدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي. لذلك يعتبر النموذج المقترح هو النموذج الأفضل في التنبؤ بعدد المواطنين السوريين للأعوام القادمة.وبالتالي سيتم رفض الفرضية الثانية من البحث وقبول الفرضية البديلة لها التي تنص على أنه يمكن بناء نموذج قياسي للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين باستخدام منهجية بوكس–جينكنز.ويبين الجدول (8) عدد المواطنين السوريين المقدر وفق النموذج (2,1,1) ARIMAحتى عام 2035.

جدول رقم (8) : عدد المواطنين السوريين المقدر حتى عام 2035

عدد المواطنين السوريين المقدر وفق نموذج ARIMA(2,1,1)	العام	عدد المواطنين السوريين المقدر وفق نموذج ARIMA(2,1,1)	العام
24586565	2024	20951917	2011
24611785	2025	20768659	2012
24767014	2026	20639156	2013

2014	20705132	2027	25101339
2015	21038468	2028	25605501
2016	21624041	2029	26218810
2017	22370440	2030	26851350
2018	23143326	2031	27413589
2019	23809627	2032	27843810
2020	24278252	2033	28125088
2022	24525088	2034	28287354
2023	24595716	2035	28394938

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS.

نلاحظ من بيانات الجدول (8) أن عدد المواطنين السوريين المقدر سينخفض خلال الأعوام 2011– 2013 حيث يبلغ عندها عدد المواطنين(20639156)نسمة، ثم سيبدأ بالارتفاع ابتداء من عام 2014 ويستمر هذا التزايد حتى عام 2035، حيث سيبلغ عدد المواطنين السوريين المقدر في عام 2035 (28394938)نسمة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

كانت أهم النتائج التي توصلنا إليها:

1 – يشكل عدد السكان في سورية خلال الفترة المدروسة سلسلة زمنية غير مستقرة،لأن اختبارات معاملات دالة الارتباط الذاتي أظهرت ذلك، نتيجة التزايد الكبير في عدد السكان.

2 –إن النموذج الأفضل من بين النماذج المقترحة للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين هو نموذج ARIMA(2,1,1).

3 – تم بناء نموذج قياسي للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين حتى عام 2035.

4–يتوقع ازدياد عدد سكان سورية خلال العقدين القادمين، حيث سيصل عدد المواطنين السوريين في عام 2035إلى 28394938نسمة، وذلك من خلال النموذج المقترح.

التوصيات:

1 – التشجيع على زيادة وسائل تنظيم الأسرة وتحديد النسل، لمعالجة النمو السكاني المرتفع.

2 – يجب الأخذ بوسائل التنبؤ الحديثة لتحليل السلاسل الزمنية ولا سيما منهجية بوكس – جينكنز لما تمتاز به من دقة في النتائج.

3 – استخدام النموذج الذي تم التوصل إليه للتنبؤ بعدد المواطنين السوريين من قبل الجهات المعنية، واعتماد التنبؤات التي يعطيها لوضع الخطط لمواجهة النمو السكاني المرتفع.

4–البحث عن طرائق إحصائية أخرى في تحليل السلاسل الزمنية مثل نماذج GARCH، وأسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية، والتحليل الطيفي ومقارنتها مع نماذج ARIMA في الدراسات المستقبلية.

المراجع:

[1] نقار،عثمان، العواد ، منذر *منهجية Box- Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ- دراسة تطبيقية على أعداد تلاميذ الصف الأول من التعليم الأساسي في سورية* ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية،المجلد 27، العدد 3 ، 2011، ص 125 – 152.

[2] عمر،فوزية،*التنبؤ بعدد سكان العراق باستخدام نماذج بوكس -جنكنز لغاية عام 2020*، مجلة العلوم الاقتصادية ،المجلد 11- العدد 41 ، 2016، ص 122- 150 .

[3] ZAKRIA; M;MUHAMMAD, F, *Forecasting the population of Pakistan using ARIMA,Pak. J. Agri. Sci., Vol. 46, No.3, 2009, p: 214-223.*

[4] TAMAYO , A , CUIZON , R , SAGPANG , A, *Gross Domestic Produc Forecasting using BOX-JENKINS Methodology, Manila University, Philippines,2014, P. 138-164.*

[5] عكاشة، محمود خالد، *استخدام نظام spss في تحليل البيانات الإحصائية*،الطبعة الأولى، جامعة الأزهر،غزة، فلسطين، 2002، عدد الصفحات 552.

[6] الوصيفي،الشيماء،*التنبؤ باستخدام الدمج بين الشبكات العصبية الاصطناعية ونماذج بوكس -جينكنز*، جامعة المنصورة،مصر، 2012 ، عدد الصفحات 148.

[7] أبو ذر يوسف، أحمد، وأخرون،*استخدام السلاسل الزمنية للتنبؤ بإنتاجية الصمغ العربي في سوق محاصيل الأبيض للفترة 1960-2012*،مجلة البحث العلمي للعلوم والأداب، العدد 15 ، 2012، ص 211- 238، السودان.

[8] ياسين، فايق، *التنبؤ الاقتصادي بالمساحات المزروعة بمحصول الحنطة في العراق باستخدام نماذج ARIMAللمدة 2008-2015*،مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد 9 ، العدد 2 ، 2011 ، ص 27- 41.

[9] SHUMWAY; RH;*AppliedStatistical Time Series Analysis,First Edition,prentice Hall New Jersey,USA,* 1998, P.537.

[10] MATROUSHI, S.;*Hybrid computational intelligence systems based onstatistical and neural networks methods for time series forecasting: thecase of gold price" ,Second Edition, Lincoln University, United Kingdom.*2011, P. 420.