

استعمال السلاسل الزمنية في التنبؤ بكمية النفايات الصلبة لمحافظة بغداد للمدة من 2008 – 2018م.د. اقبال محمود علوان^[2]لمى كريم حمزة^[1]^[2] جامعة بغداد -كلية الإدارة والاقتصاد -قسم الاحصاء^[1] وزارة الصحة**المستخلص**

تعد المشكلة الاقتصادية هي الأهم والأبرز على الساحة العراقية لما تخلقه من أزمات واضطرابات على المستويات كافة. ومع كل التطورات السريعة التي تحقها البشرية والزيادة الكبيرة في أعداد السكان بدأت المشاكل تتفاقم لتجد المشكلة البيئية مكانها في مقدمة تلك المشاكل ومع غياب الحلول وقلة الوعي لدى عامة الناس جعلت من هذه المشاكل أكثر تعقيداً

ان الأدوات الإحصائية إحدى السبل لمواجهة الكثير من المشاكل من خلال التنبؤ لما ستؤول إليه هذه البيانات سواء اكانت ببنية أم اقتصادية وتحليل تلك البيانات ومن ثم إيصالها إلى متخذي القرار بات موضوع التنبؤ المستقبلي للسلاسل الزمنية من المواضيع التي تلاقى اهتماماً واضحاً وبدأت تتطور أساليبها يوماً بعد يوم لغرض الاستفادة العظمى منها ومن أهمها تلك النماذج الموضوعية من قبل الباحثين Box & Jenkins.

تأتي أهمية البحث من الإدراك المتزايد من قبل الباحثين بأهمية المخلفات البلدية. ولهذا فإنه يمثل قراءة واضحة لكمية المخلفات البلدية في بغداد من ناحية تراكمها والتنبؤ بكمياتها المستقبلية من خلال التعامل بالطرائق السليمة التي تضمن تحليلها والاستفادة منها من خلال تدويرها. تكمن مشكلة البحث في عدم استعمال الجوانب العلمية الصحيحة في نقل المخلفات البلدية الصلبة وهذا سيؤدي إلى ارتفاع تكاليف النقل الخاص بهذه المخلفات وبالتالي تحميل ميزانية أمانة بغداد مبالغ مالية كبيرة .

يهدف البحث إلى التنبؤ بكمية المخلفات البلدية المنتجة خلال كل سنة في مدينة بغداد وكذلك التنبؤ بكمياتها المستقبلية للاعوام 2019-2024 باستخدام نماذج بوكس – جينكز والاستفادة من الطرق الإحصائية وتوظيفها في حل مشكلة البيانات الخاصة بالجوانب التي تعنى بالبيئة والتوصل إلى القرارات المناسبة بشأنها .

ضمت الدراسة الجانب الإحصائي والذي يشمل جانب نظري وجانب عملي من خلال برنامج إحصائي جاهز (SPSS ,GRETLM) وقد تم تحليل السلسلة الزمنية للمدة 2008-2018 للمخلفات الصلبة لمدينة بغداد بوحدة طن / شهريا والتوصل إلى أفضل إنموذج تنبؤي لتلك البيانات وهو إنموذج (ARIMA (1,0,0) ومن ثم توظيف هذا الإنموذج في التنبؤ المستقبلي لكمية المخلفات البلدية للاعوام (2019_2024) في حين ركز المحور الثاني على تحليل تلك البيانات والتوصل لكمية المخلفات المنتجة سنوياً من مطامر تلك المخلفات في حال تم إدارتها بالأساليب الصحيحة مستقبلاً . إذ توصلت الدراسة إلى أن الكميات المنتجة من هذه المخلفات هي كميات كبيرة جدا ومتزايدة نظراً للزيادة السكانية وما تفرزه من زيادة في كمية المخلفات البلدية المتولدة لكل فرد.

الكلمات المفتاحية: بوكس جنكز، سلاسل زمنية، ARIMA، مخلفات بلدية.

Using Time Series Analysis to Predicting of the Amount of Solid Waste for Baghdad Governorate From 2008 - 2018

Lama Karim Hamza

Ministry of Health

lumoshat90@gmail.com

Dr. Iqbal Mahmoud Alwan

University of Baghdad / College of Administration and Economics / Department of Statistics / Iraq.

iqbal.alwan@coadec.uobaghdad.edu.iq**Abstract:**

The economic problem is the most critical and most prominent in Iraq, because it creates crises and disturbances that impact every sector. In line with the fast developments made by humanity, and the rapid increase of population, problems exacerbated, mainly the environmental problem. Due to the lack of proper solutions and shortage of public awareness, these problems have complicated. Taking into consideration the scarcity of resources and the right of the incoming generations, the humanity endeavors, through different modalities, to set plans and develop tools to tackle these continued problems, and improves economic and social conditions of citizens.

Statistical tools are among different modalities that could tackle many problems through data analysis of economic or environmental phenomena and help decision makers take right decisions. The

importance of future forecast through time series is growing and evolving because it contributes to achieve important objectives. Therefore, the model of Box and Jenkins has been one of the best models in this field.

The research aims to predict the amount of municipal waste produced during each year, as well as predict its future quantities for the years 2019-2024 by using the Box-Jenkins models and take advantage of statistical methods and use them to solve the problem of data on aspects of the environment and to reach appropriate decisions on them.

The study included the statistical side, which includes a theoretical side and a practical side through a ready statistical program (GRET). The time series was analyzed for (2008-2018) and the best predictive model for this data was reached, which is the ARIMA model (1,0,0), and then employing this model in the future prediction of the amount of municipal waste For the years (2019_ 2024), while the second axis focused on analyzing these data and arriving at the amount of waste produced annually from the landfills of those wastes in the event that they were managed in the correct methods.

In the future. As the study concluded that the quantities produced from these wastes are very large and increasing quantities due to the population increase.

Keywords: Box and Jenkins, Time series, forecasting , ARIMA, Municipal solid waste.

1- المقدمة

إن للزيادة السكانية الكبيرة التي تشهدها معظم دول العالم ومن ضمنها البلدان النامية هي السبب الرئيسي في استهلاك الدولة والأفراد للموارد والثروات الطبيعية من جهة، وعلى إنتاج المخلفات بكل أشكالها ومن ضمنها المخلفات البلدية. وتؤكد الكثير من الدراسات أن هناك علاقة مباشرة بين ارتفاع السكان وازدياد كمية المخلفات البلدية، هذا قد يشكل مشكلة بيئية واقتصادية هائلة إذا لم تتم إدارتها بأسلوب سليم ومستدام حفاظاً على الموارد الطبيعية ولاسيما الموارد الناضبة منها. ولذلك لا بد من مواجهة هذا التحدي بسياسات متكاملة ومستدامة وإدارة وخطط رصينة، وبوسائل وأدوات مناسبة ، وتؤدي إلى منع أو خفض إنتاج الأفراد لها من خلال نشر الوعي لدى عامة الناس وتشجيعهم على التدوير وإعادة الاستعمال والإقلال من استعمال المواد الملوثة للبيئة. يمكن أن نعرف النفايات او المخلفات البلدية بأنها الناتج من مخلفات الناس للنشاطات اليومية ولجميع مرافق الحياة العملية وأن تركها أو اهمالها يؤثر على البيئة والصحة العامة وجمالية المدن والأماكن.

2-نوعية المخلفات

يمكن تحديدها وفقاً لطبيعتها بما يلي:

- 1-عضوية / الطعام بمختلف أنواعه / أوراق الشجر...
- 2- غير عضوية مثل الأكواب، أطباق البلاستيك ذات الاستعمالات المختلفة والتي يمكن تدويرها.
- 3- صلبة: معادن، زجاج، مطاط ورق والتي يمكن تدويرها.
- 4- مخلفات البناء التي تترك بالساحات دون رقيب ولكنها ليس لها تأثير صحي.
- 5- المواد التي انتهت صلاحيتها تصنف حسب طبيعتها العضوية أو الصناعية.
- 6- نفايات الكترونية وهي كثيرة، حاسبات بمختلف أنواعها وطابعات وأجهزة صحية معدومة – اجهزة اشعاعية [3] .

3-أهمية البحث

من الإدراك المتزايد من قبل الباحثين بأهمية المخلفات البلدية. ولهذا فإنه يمثل قراءة واضحة لكمية المخلفات في بغداد من ناحية تراكمها والتنبؤ بكمياتها المستقبلية من خلال التعامل بالطرائق السليمة التي تضمن تحللها والاستفادة منها

4-مشكلة البحث:-

ارتفاع تكاليف النقل الخاص بهذه المخلفات وبالتالي تحميل ميزانية امانة بغداد بمبالغ مالية كبيرة اما في حالة عدم التخلص الكامل منها فإن هذا سيؤدي أن مشكلة البحث تتحدد في وجود قصور وعدم كفاءة في تحديد كمية المخلفات البلدية المتولدة من عدم معالجتها ولهذا فقد تمحورت مشكلة البحث بجانبين هما:
أولاً: الجانب الإحصائي الذي يحاول التوصل إلى كمية المخلفات البلدية المتولدة والتنبؤ بالكميات المستقبلية لها.
ثانياً: أما المحور الثاني فهو عدم استعمال الجوانب العلمية الصحيحة في نقل هذه المخلفات وهذا سيؤدي الى التلوث البيئية واستنزاف كل المصادر البشرية والطبيعية .

5 -هدف البحث:-

يهدف البحث الى التنبؤ بكمية المخلفات البلدية المنتجة خلال كل سنة وكذلك التنبؤ بكمياتها المستقبلية للاحوام 2019-2024 باستخدام نماذج بوكس – جينكنز والاستفادة من الطرق الإحصائية وتوظيفها في حل مشكلة البيانات الخاصة بالجوانب التي تعنى بالبيئة والتوصل إلى القرارات المناسبة بشأنها .

6- خلفيات الموضوع :

أما (صالح،2014) ومن خلال دراسته في مدينة (تكريت) التي أراد من خلالها التوصل إلى مدى إمكانية استعمال المخلفات البلدية المنزلية في إنتاج الطاقة الكهربائية [5].
كما وضح (داود،ومحمد،2016) ومن خلال دراسة واقع المخلفات البيئية في بغداد حيث بينا حجم الموارد الاقتصادية المهدورة من خلال الإدارة غير السليمة للمخلفات وقد بينا مقدار ما ينفق من أموال ضمن قاطع (أمانة بغداد) لغرض جمع المخلفات من المحافظة [4] .
قدم (بيطار2017) قدم طريقة جديدة مقترحة للتنبؤ تعتمد على دمج طريقة التمهيد الاسي وطريقة بوكس جنكنز بمعيار مقارنة MPAE وطبقا على ثلاث متسلسلات زمنية لدرجات الحرارة اسبوعيا في حلب وكمية انتاج الحليب شهريا في استراليا وكمية الكهرباء في استراليا [3] .
قدم (صليوا و مطر (2019) [6] مقارنة دقة التنبؤ بين الطريقة الإحصائية للمتسلسلات الزمنية المتمثلة بمنهجية (بوكس – جنكنز)، وبعض الشبكات العصبية الاصطناعية التي اختلفت فيما بينها من حيث وجود التغذية المتكررة في هيكليتها من عدمه، وهي (FFNN) Feed forward Neural Network ، (ENN) Elman Neural Network ، الشهيرة لدرجات الحرارة العظمى لمدينة الموصل للاحوام 1983-2009 التي بلغ عددها 324 مشاهدة [6] .

7 -الجانب النظري

نماذج بوكس جنكنز Box-Jenkins وتتضمن الخطوات التالية:

7.1 فحص استقرارية السلسل

من الأمور التي يجب مراعاتها في تطبيق طريقة Box-Jenkins هي أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة، ويقصد بالاستقرارية هنا من الناحية لإحصائية بان يكون الوسط الحسابي والتباين ثابتين. و أن من الأساليب الحديثة في تحديد الاستقرارية هي [7]:

7.1.1 اختبار جذر الوحدة Unit Root Test:

وهي واحدة من الأساليب المعاصرة المستخدمة لفحص استقرارية السلسلة الزمنية وذلك بتحقيق شروط الاستقرارية عندما يكون جذر الوحدة للسلسلة يقع داخل دائرة الوحدة. ومن أهم الطرائق المستخدمة للكشف عن استقرارية السلاسل الزمنية هو اختبار (ديكي- فولر) والذي يعتمد على تقدير الأنموذج الآتي:

$$\nabla L_t = \gamma L_{t-1} + \sum_{j=1}^k \phi_j \nabla L_{t-j} + a_t$$

حيث L_t : يعبر عن متغير السلسلة الزمنية و a_t : تعبر عن متسلسلة الضوضاء الأبيض و ∇ : معامل الفرق الأول.

إن فرضية العدم في هذا الاختبار هي $H_0: \gamma = 0$ والتي تبين ان المتسلسلة الزمنية (L_t) تمتلك جذر وحدة أي انها متسلسلة غير مستقرة. يتم اختبارها مقابل الفرضية البديلة $H_1: \gamma < 0$ هذه تسمى إحصاءة (ديكي_ فولر) وتعطى بالصيغة الآتية: $DF\tau = \frac{\gamma^\wedge}{SE(\gamma^\wedge)}$ ، إذ إن γ^\wedge هو تقدير المعلمة γ وإن $(SE(\gamma^\wedge))$ يمثل الانحراف المعياري. ويتم الاختبار لمعرفة معنوية القرار من خلال مقارنة القيمة المحسوبة τ مع القيمة الجدولية للاختبار انفاً

7.1.2 دالة الارتباط الذاتي Autocorrelation Function :-

يمكن تعريف دالة الارتباط الذاتي (A.C.F) بأنها مقياس لمعرفة درجة العلاقة بين قيم السلسلة مع نفسها لمدة زمنية بفرق إزاحات مختلفة وكذلك تستعمل لمعرفة سلوك السلاسل الزمنية ومدى استقراريتها من خلال ارتداد زمني (K) متعاقب، كذلك تساعد في معرفة النمط الأساسي للسلسلة ومكوناتها وتساهم في تحديد استقرارية السلسلة مع الوسط والتباين الثابتين وان الدالة المولدة للارتباط الذاتي تمثل بالعلاقة الآتية [10]:-

$$\rho_k = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} \psi_i \psi_{i+k}}{\sum_{i=0}^{\infty} \psi_i^2}$$

يكون معامل الارتباط الذاتي بين (L_{t+k}, L_t) معتمداً على الإزاحة (k) وبهذا تكون السلسلة الزمنية مستقرة وتكتب دالة الارتباط الذاتي كالآتي:-

$$\rho_k = \frac{E[(L_t - \mu)(L_t + k - M)]}{E(L_t - M)^2}$$

$$\rho_k = \frac{\rho(k)}{\gamma_0}, \quad \gamma_0 = \text{var}(L_t) = \text{var}(L_{t+k})$$

7.1.3 دالة الارتباط الذاتي الجزئي Partial Autocorrelation Function

إن دالة الارتباط الذاتي الجزئي (P.A.C.F) من الدوال المهمة و تستعمل في معرفة سلوك السلاسل الزمنية وتشخيصها فضلاً عن دالة الارتباط الذاتي المذكورة اعلاه. إن هذه الدالة لها علاقة بالارتباطات الذاتية بين (L_{t+k}, L_t) مع ملاحظة ثبوت بقية قيم السلسلة الزمنية

$$\text{Corr}(L_t, L_{t+k}, |L_{t+1}, L_{t+2}, L_{t+3}, \dots, L_{t+k-1})$$

وإن:

$$\hat{\rho}_{-k+1,j} = \hat{\rho}_{k,j} - \hat{\rho}_{k+1,k+1} \hat{\rho}_{k,k+1-j}$$

ولتقدير معاملات الارتباط الذاتي الجزئي للعينة تتبع الصيغة الرياضية الآتية:-

$$\hat{\rho}_{k+1,k+1} = \frac{\rho_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \rho_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \rho_j}, \quad j = 1, 2, 3, \dots, k$$

وعند $k=1$ فإن :-

$$\hat{\rho}_{11} = \rho_1$$

إذ إن ρ_j^\wedge هي تقديرات معاملات الارتباطات الذاتية. وتعد دالة (P.A.C.F) أداة أخرى مهمة فضلاً عن دالة الارتباط الذاتي (A.C.F) والتي تساعدنا في معرفة استقرارية السلسلة الزمنية وتحديد درجة الأنموذج (AR) أو (MR) أو الأنموذج المختلط (ARIMA) المناسب والذي يمثل بيانات السلسلة الزمنية [7].

7.2 تحديد رتبة الانموذج Model order selection criteria

إن تحديد رتبة الانموذج تكون من خلال تشخيص الرتب (p,d,q) للانموذج Identifying the orders (p,d,q) of the Model ويمكن تمييز الاستقرارية للسلسلة من خلال ملاحظة (ACF) فإذا كانت الارتباطات الذاتية تتناقص بشكل بطيء دل ذلك على عدم الاستقرارية وإذا كانت الارتباطات الذاتية تتناقص بشكل سريع فهذا يشير الى استقرارية السلسلة. والتشخيص يتم غالباً من خلال النظر الى الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وكالاتي:

أ- **تشخيص عمليات AR(P)**: تكون فيها P_k تتناقص اسياً وهذا يصعب تمييزه في المخطط البياني (correlogram) وإذا كانت X_t هـ هي عملية AR(P) فعلاً فإنه يمكن التعرف عليها من حقيقة ان دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) او ϕ_{kk} تكون بالضبط صفراً لكل $k > p$ لذلك فإن التشخيص AR(P) يكون من خلال عينة (PACF) تكون مغلقة بالصفـر لكل $k > p$.

ب- **تشخيص عمليات MA(q)**: ان عملية MA(q) لها $P_k=0$ لكل $|k| > p$ لذلك فإن تشخيص MA(q) يكون من خلال القيمة المطلقة لمعامل الارتباط للعينة $|r_k|$ يكون قريب من الصفر.

ج- **تشخيص عمليات ARIMA (p,q)**: يمكن الاستدلال عن العملية المختلطة ARIMA (p,q) اذا كان كل من دالة الارتباط الذاتي و دالة الارتباط الذاتي الجزئي تنحدر تدريجياً (tail off) كالآتي:

- دالة الارتباط الذاتي تنحدر تدريجياً بعد اول (p-q) من الازاحات.
- دالة الارتباط الذاتي الجزئي تنحدر تدريجياً بعد اول (p-q) من الازاحات [8].

7.3 تقدير معالم النموذج Estimation the parameter of the model

بعد مرحلة تشخيص النموذج وتحديد رتبته يتم تقدير معالمه بإحدى طرائق التقدير الكفوة منها طريقة العزوم Moment ، طريقة الامكان الاعظم المصبوطة Exact Maximum Likelihood وطريقة الامكان الاعظم التقريبية Approximate Maximum Likelihood وطريقة الامكان الاعظم الشرطية Conditional Maximum Likelihood وطريقة المربعات الصغرى Least Square وغيرها. والطريقة المستخدمة في تقدير المعالم للنموذج في البرنامج الاحصائي SPSS هي طريقة هي دالة الامكان الاعظم التقريبية [1].

7.4 اختبار النموذج المشخص ¹DIAGNOSTIC CHECKING Test

بعد إيجاد معالم النموذج المشخص تأتي مرحلة اختبار مدى ملائمة النموذج وفيها يتم إعادة احتساب السلسلة الزمنية باستخدام النموذج المشخص ومن ثم حساب البواقي 'Residuals' والبواقي (وهو الفرق بين القيم الفعلية والقيم التقديرية) ونختبر البواقي للتأكد من صحة مدى ملائمة النموذج المحدد وتستخدم في ذلك الفرضية التالية [3]:

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

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

اما الاختبارات المستخدمة في التحقق من دقة الانموذج المشخص نذكر البعض منها:

7.4.1 اختبار حدي الثقة Confidence Interval

نأخذ سلسلة البواقي $\{E_t\}$ Residuals التي تخص النموذج المشخص والتي تفترض بأنها تتوزع توزيعاً طبيعياً وان $E_t E_{t+k} = 0$ واختبارها بعد تقدير الارتباطات الذاتية لها $r_k(E)$ وان تلك المعادلات تتوزع توزيعاً تقاربياً طبيعياً بوسط حسابي صفر وتباين $\frac{1}{n}$ عندما يزداد حجم العينة n اي ان $r_k(E) \sim N(0, \frac{1}{n})$

$$\hat{r}_k(E) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} E_t E_{t+1}}{\sum_{t=1}^n E_t^2} \quad \text{و تقدير معامل الارتباط الذاتي للبواقي يساوي:}$$

فاذا كانت معاملات الارتباطات الذاتية لبواقي الانموذج المشخص واقعة ضمن حدي الثقة وبمستوى ثقة 95% اي ان الأخطاء عشوائية وبالتالي فإن النموذج المشخص يكون ملائماً لبيانات السلسلة الزمنية. اي ان [3]

$$pr \left\{ \hat{r}_k(E) \right\} < 1.96 \frac{1}{\sqrt{n}} \} = 1 - \alpha$$

7.4.2 اختبار Box and Pierce

وضع الباحثان Box و Pierce عام 1970 اختبار لأخطاء النموذج المشخص وذلك للتحقق من مدى ملائمة النموذج المحدد وان $r_k(E) \sim N(0, \frac{1}{n})$ عندما يزداد حجم العينة n وعليه فإن احصاء الاختبار تساوي [4]:

$$Q_{B\&P} = (n - d) \sum_{k=1}^m r_k^{\wedge 2}(\epsilon) \sim \chi^2_{(m-p-q),\alpha}$$

أذ ان:

d : تمثل عدد الفروق المأخوذة بعد تحقق شرط الاستقرارية حول المتوسط لبيانات السلسلة الزمنية.

K : تمثل عدد الإزاحات lag وان $k=1,2,\dots,m$

M تمثل أكبر ازاحة لK

z : تمثل عدد المعلمات المقدرة (p-q) للإنموذج المشخص وتقرن قيمة $Q_{B\&P}$ المستخرجة مع قيمة مربع كأي الجدولية بدرجة حرية z-m ومستوى دلالة α معين.

فان كانت القيمة المستخرجة اصغر من القيمة الجدولية فهذا يشير الى ان الأنموذج ملائم وان أخطاء الأنموذج عشوائية. أما إذا كانت أكبر من القيمة الجدولية فهذا يعني الأنموذج غير ملائم لبيانات السلسلة الزمنية بمعنى يجب إعادة تشخيص الأنموذج ثانية.

7.4.3 اختبار Ljung and Box

قام الباحثان Ljung و Box عام 1978 بوضع اختبار على غرار اختبار Box and Pierce عام 1970 ومعتمد على توزيع الارتباطات الذاتية لبواقي الأنموذج المحدد بانه يتوزع توزيعاً طبيعياً بوسط حسابي صفر وتباين قدره $\frac{n-k}{n(n+2)}$ عندما يزداد حجم العينة n اي ان :

$$r_k^{\wedge 2}(\epsilon) \sim N\left(0, \frac{n-k}{n(n+2)}\right)$$

وعليه فان احصاءة الاختبارات تكون وفق الصيغة الآتية:

$$Q_{L\&B} = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^{\wedge 2}(\epsilon)}{n-k} \sim \chi^2_{(m-j),\alpha}$$

ثم تقارن قيمة $Q_{L\&B}$ المحسوبة مع قيمة χ^2 الجدولية بدرجة حرية z-m ومستوى دلالة α معين فان كانت القيمة المحسوبة اصغر من الجدولية دل ذلك على عدم وجود فروقات معنوية وبهذا يشير الى ان الانموذج المحدد هو ملائم لبيانات البحث اما اذا كان على عكس هذا فان الانموذج غير ملائم ويعاد التشخيص ثانية [5].
هناك انواع مختلفة من المقاييس اهمها:

7.4.3.1 مقياس Akaike's Information Criterion (AIC)

$$AIC = -2 \ln(L) + 2K$$

ويحسب كالآتي:

حيث ان : L هي دالة الامكان الاعظم , K هو عدد المعلمات المقدرة [1].

7.4.3.2 مقياس Schwartz Bayesian Criterion (SBC)

ويحسب بالصيغة كالآتي:

$$SBC = -2 \ln(L) + \ln(n)K$$

إذا ان : n هو عدد البواقي للسلسلة

وفي بعض الاحيان يسمى (SBS) بـ Bayesian Information Criterion (BIC) ان المقاييس (AIC) و (SBS) يستعملان لمقارنة النماذج المحسوبة المقاسة لنفس السلسلة الزمنية وان النموذج المصاحب بأقل مقياس معلومات يقال عنه بأنه الافضل لمطابقة بيانات السلسلة يمكن عندئذ انجاز القيم التنبؤية [1].

7.4.3.3 معيار حنان – كوين Hannan – Quinn Criterion (H-Q)

قام الباحثان Hannan & Quinn عام (1979) باقتراح معياراً جديداً لتحديد الرتبة للأنموذج المدروس سمي Hannan – Quinn Criterion والذي مختصره (H-Q) وصيغته كالتالي [1] :

$$H - Q = \ln L + 2MC \ln(\ln n) / n$$

c>2 هنالك اختبارات عديدة تعتمد في تقييم النماذج المتنبأ بها ومنها الآتي:

1 - الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) Root Mean Square Error

وهو مؤشر إحصائي لا يختلف عن MSE وصيغته هي [6] $RMSE = \sqrt{MSE}$

2- معيار معلومات بيز Bayesian Information Criterion (BIC)

قام الباحث الكيكي (1978، 1979) توسيع بيز Bayesian Extension لمعيار AIC في الحد الأدنى له ويدعى بمعيار معلومات بيز Bayesian Information Criterion ويرمز له BIC

وتحدد الرتبة باختبار الأنموذج الذي يقابل القيمة الأقل للمعيار BIC. وصيغته الرياضية هي [6] :

$$BIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_e^2 + M \ln n$$

إذ ان : $(\hat{\sigma}_e^2)$ يمثل مقدر تباين الخطأ. و n هي عدد مشاهدات السلسلة و M رتبة الأنموذج المختار

5.7 التنبؤ Forecasting

إن المرحلة النهائية في خوارزمية (Box-Jenkins) هي التنبؤ إذ يتم إيجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام الأنموذج الملائم الذي تم الحصول عليه بموجب المراحل السابقة ، والتقدير الذي يكون الخطأ الناتج عنه صغيراً جداً وتباينه اقل ما يمكن [8] .

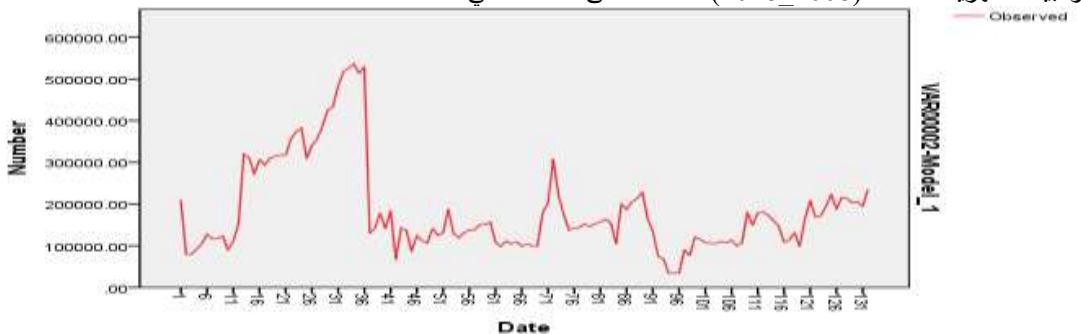
8- الجانب التطبيقي

جمع البيانات:

إن البيانات التي اعتمد عليها الباحث والمتعلقة بكمية المخلفات البلدية لمحافظة بغداد ولجانب الرصافة والكرخ هي بيانات اادرة من أمانة بغداد _ قسم المخلفات الصلبة والبيئة للمدة (2008_2018) حيث تم اخذ البيانات ككمية مخلفات بوحداث (طن/شهر) ببيانات شهرية لعموم المحافظة بواقع (132) مشاهدة [2] حيث تم تطبيق نماذج السلاسل الزمنية للحصول على افضل أنموذج من نماذج (بوكس – جنكز) باستخدام البرنامج (gretl) للتنبؤ بكمية المخلفات البلدية الشهرية لعام 2019_2024 ضمن محافظة بغداد وكذلك الحدود الدنيا والعليا للأنموذج $ARIMA(1,0,0)$ باستخدام البرنامج الاحصائي (spss) حيث تشمل البيانات متغير الكمية و متغير الزمن ومن خلال توظيف الأداة الإحصائية المتمثلة بالسلاسل الزمنية ومن خلال البرامج الحاسوبية تم بناء نموذج تنبؤي لكمية المخلفات البلدية في محافظة بغداد للسنوات القادمة.

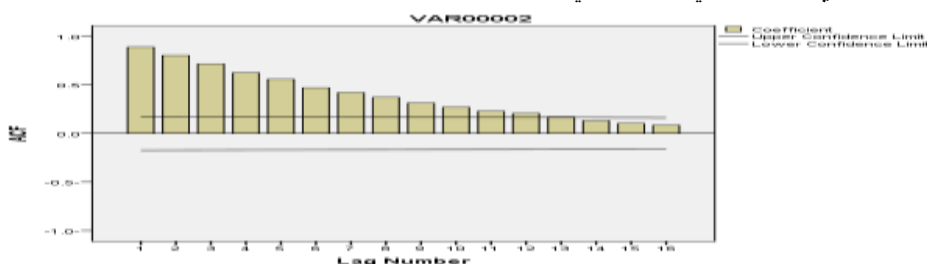
مرحلة بحث استقرارية السلسلة:-

لقد وظف الباحث الأداة الإحصائية لغرض تحليل البيانات الخاصة بكمية المخلفات الصلبة لبلدية لمحافظة بغداد والبيئة شهريا للمدة (2008_2018) فنحصل على الشكل التالي :



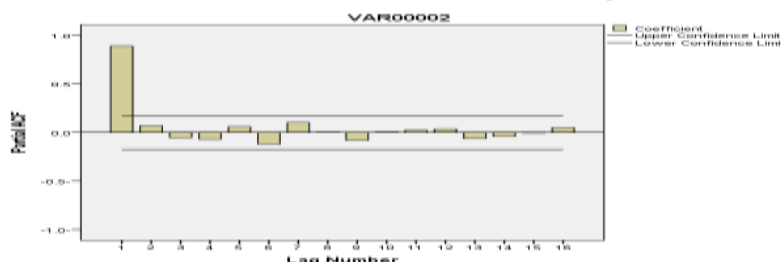
الشكل (1): تم رسم البيانات مع متغير الزمن.

من خلال الشكل (1) يلاحظ إن البيانات مستقرة ولا توجد مشكلة عدم استقرارية في السلسلة الزمنية على الرغم من وجود تذبذبات بسيطة في بداية السلسلة الزمنية . ومن خلال البيانات ورسم السلسلة يتبين إن البيانات ليست موسمية كون أن التذبذب سنوي وليس فصلي أو موسمي .



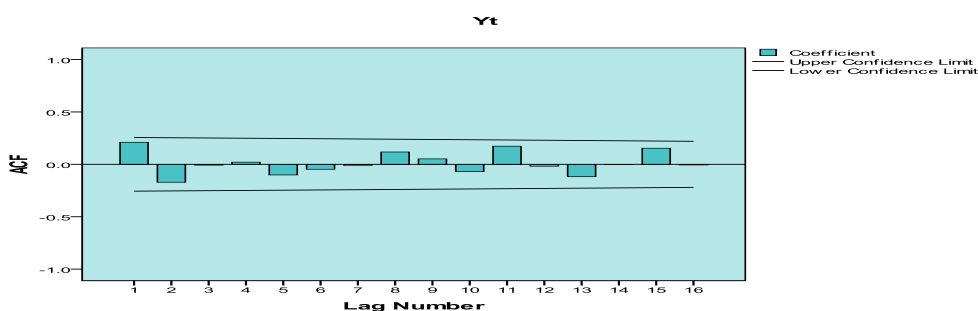
الشكل (2): معاملات الارتباط الذاتي (ACF)

نلاحظ من الشكل (2) بان معاملات الارتباط الذاتي (ACF) خارج حدود الثقة بمستوى معنوية (95%) وهذا مؤشر على عدم وجود استقرارية في السلسلة الزمنية.



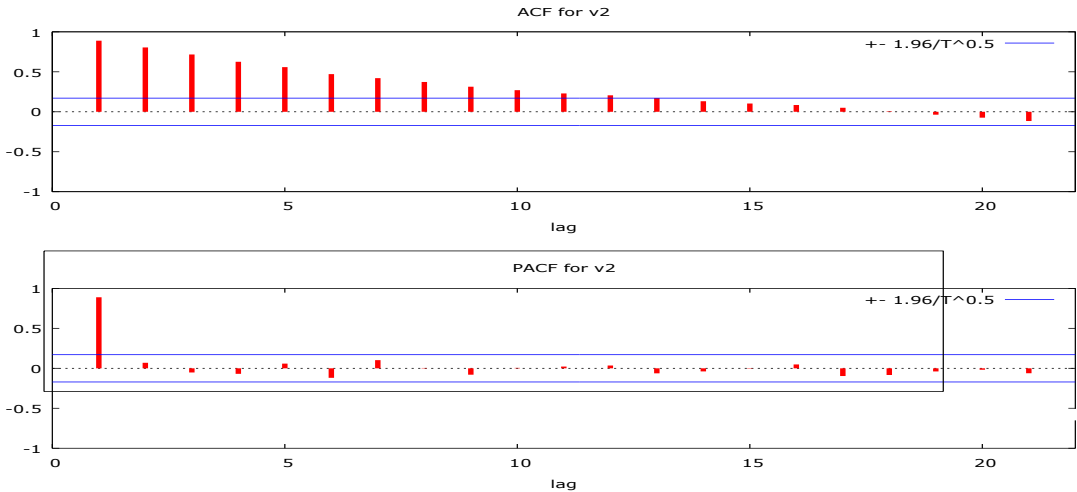
الشكل (3): دالة الارتباط الذاتي (PACF) قبل اخذ الفرق الاول

ناخذ الفرق الاول للسلسلة الزمنية فنحصل على الشكل التالي :



الشكل (4): دالة الارتباط الذاتي (ACF) بعد اخذ الفرق الاول .

ولفحص الاسس تقاربية وللتأكيد يتم رسم البيانات ذاتي الارتباط الذاتي (A.C.F) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (P.A.C.F) من خلال الشكليين الاتيان :-



الشكلين (5) و (6) لدوال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي

حيث نلاحظ من الشكلين ان هناك تذبذب في دالة الارتباط الذاتي (ACF) وان السلسلة تعاني من وجود مشكلة عدم استقرارية ولكن التذبذبات بسيطة حيث يشير بعض الباحثين الى ان السلسلة الزمنية اذا كانت تعاني من تذبذبات قوية في بداية السلسلة فهذا دليل على وجود مشكلة عدم الاستقرار مما يستدعي معالجة هذه المشكلة لكن الملاحظ ان تذبذبات السلسلة بسيطة وليست قوية وللتأكد من استقرار السلسلة سوف نلجأ إلى اختبار ديكي- فولر.

جدول (1): يبين نتائج اختبار ديكي - فيلر للسلسلة الزمنية

Test	Test Statistic	Table Statistic	P-value
Augmented Dickey – Fuller	-0.11843	-2.73358	0.0228

وتبين نتائج الاختبار في الجدول (1) اعلاه ان القيمة المطلقة لاحصاء الاختبار هي اقل من القيمة الجدولية الخاصة باختبار ديكي- فولر عند مستوى معنوية (0.05) وهذا ما يدعونا الى رفض فرضية السديم و قبول الفرضية البديلة التي تشير إلى استقرار السلسلة الزمنية.

جدول (2): اختبار Ljung-Box Q

Model Statistics						
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	Statistics	DF	Sig.	
VAR00002-Model_1	1	.109	370.455	18	.000	0

من الجدول (2) اختبار (Ljung-Box) لفحص ملائمة الأنموذج وقد ظهر بان (Sig=0.000) وهي اقل من القيمة الجدولية (0.05) وهذا دليل على ان الأنموذج جيد وكفوء .

تحديد الأنموذج الملائم وتحديد رتبته:-

من خلال اختبار ديكي - فيلر وتطبيق احصاء (Ljung-Box) وبعد التأكد من استقرار السلسلة الزمنية سنعمل على تحديد الأنموذج الملائم ومن ثم تحديد رتبته ومن الملاحظ انه من الصعوبة تشخيص الأنموذج أو تحديد رتبته من خلال سلوك معاملات دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي ومن خلال اختبار عدد من النماذج ومن ثم اعتمادها في تقديرات المعلمات واختبار معنوية سيتم اختيار الأنموذج الذي يحمل اقل قيم لمعيارين على الأقل الجدول التالي يبين قيم لثلاثة معايير تم اعتمادها.

الجدول (3): يوضح قيم معايير المقارنة بين النماذج المرشحة

Model (p,d,q)	BIC	H-Q	AIC
ARIMA (1,0,0)	1189.542	1109.276	1120.325
ARIMA (2,0,0)	1189.992	1109.996	1120.908
ARIMA (0,0,1)	1190.741	1110.728	1121.822
ARIMA (0,0,2)	1189.597	1109.387	1120.762
ARIMA (0,0,3)	1189.817	1109.226	1120.564
ARIMA (2,1,2)	1189.921	1109.947	1120.828
ARIMA (0,1,2)	1189.994	1109.359	1120.739
ARIMA (1,1,2)	1190.209	1110.179	1122.933
ARIMA (3,1,0)	1190.883	1110.926	1123.509
ARIMA (3,1,1)	1190.524	1110.639	1123.218
ARIMA (3,1,2)	1190.811	1110.885	1123.704
ARIMA (0,1,3)	1191.017	1112.265	1126.712

ومن خلال الجدول (3) اعلاه وبالاعتماد على المعايير الثلاثة وباختيار اقل قيم لمعيارين على الأقل يتفقدان في وجود اقل القيم عند رتبة واحدة والتي تمثل رتبة الأنموذج المشخص هو ARIMA (1,0,0).

الجدول (4): تقدير المعلمات للأنموذج ARIMA (1,0,0)

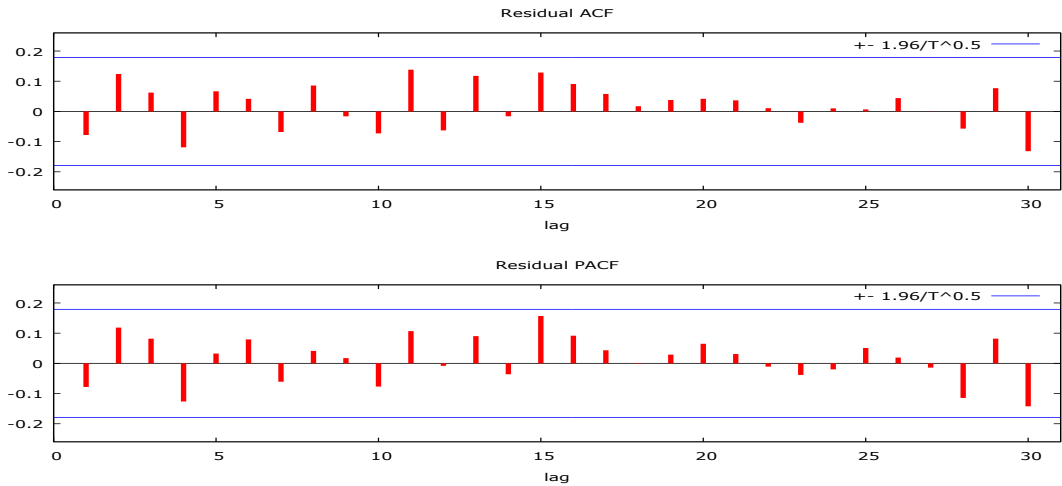
Parameters	Coefficient	Std.Error	Z	P – value	
Constant	188728	35660.9	5.292	0.031	***
Phi_1	0.884333	0.0386272	6.443	0.049	***

يلاحظ من الجدول (4) اعلاه ان قيمة المعنوية لمعلمات الأنموذج المرشح تساوي (0.049) وهي اقل من (0.05) وهذا يدل على معنوية المعالم بالنسبة للحد الثابت وكذلك قيمة الحد المرتبط بالمتغير وهو دليل على نجاح الأنموذج المرشح و من خلال قيم المعلمات فإن الأنموذج سوف يأخذ الشكل الآتي:-

$$L_t = 188728 + 0.884333L_{t-1} + e_t$$

فحص ملائمة الأنموذج المشخص:

إن المرحلة التي تسبق مرحلة التنبؤ هي مرحلة فحص الأنموذج المشخص وتحديد فيما إذا كان ملائم لغرض التنبؤ . وتبين ذلك من خلال رسم دوال الارتباط لسلسلة البواقي و وقوع المعاملات ضمن حدود الثقة باحتمال (95 %) دلالة على ملائمة الأنموذج المشخص لغرض التنبؤ حيث توضح الاشكال الاتية رسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي للأنموذج المشخص و يلاحظ وقوع المعاملات من خلال الرسم داخل حدود الثقة.



الشكلين (7) و (8): رسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي للأنموذج المشخص ARIMA (1,0,0)

التنبؤ المسبق:

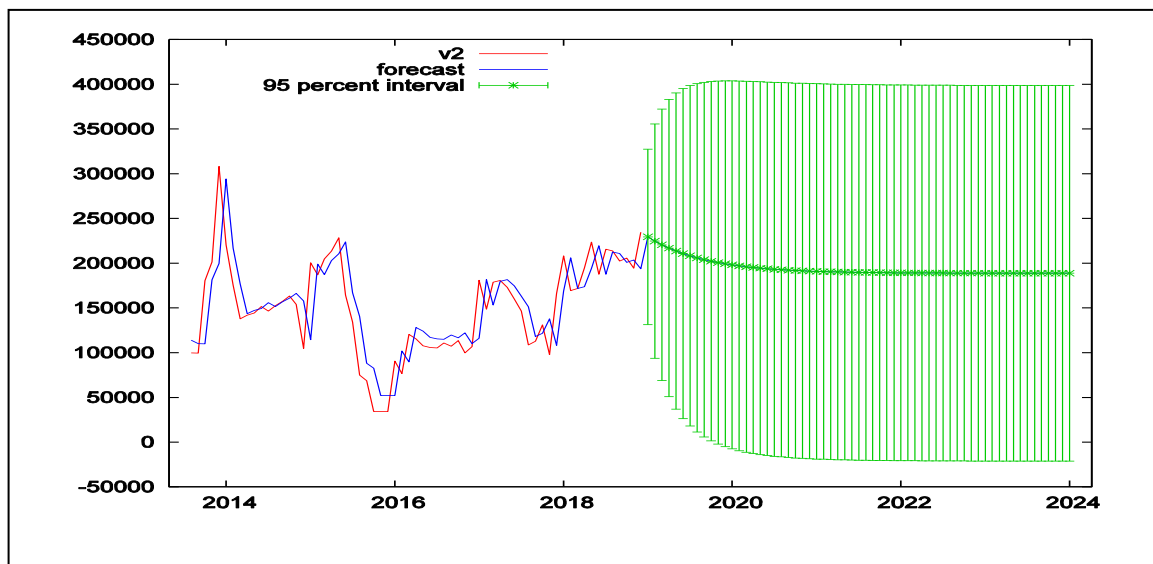
وهي المرحلة النهائية من مراحل السلاسل الزمنية بعد تشخيص وفحص الانموذج اذ نقوم بالتنبؤ بكمية المخلفات البلدية لمحافظة بغداد للأعوام 2019_2024 وكما هو مبين في الجدول الآتي:

الجدول (5): القيم التنبؤية لكمية المخلفات البلدية الشهرية للمدة من 2019_2024 ضمن محافظة بغداد وكذلك الحدود الدنيا والعليا للأنموذج (1,0,0) ARIMA .

ت	أشهر العام	الحد الأدنى للتنبؤ	القيم التنبؤية	الحد الأعلى للتنبؤ
1	كانون الثاني 2019	247198.31842	37875.84107	456520.79577
2	شباط	246246.32751	36992.78904	455499.86598
3	آذار	245294.33660	36108.69861	454479.97458
4	نيسان	244342.34568	35223.56876	453461.12260
5	أيار	243390.35477	34337.39851	452443.31103
6	حزيران	242438.36386	33450.18687	451426.54085
7	تموز	241486.37294	32561.93286	450410.81303
8	آب	240534.38203	31672.63554	449396.12853
9	أيلول	239582.39112	30782.29396	448382.48828
10	تشرين الأول	238630.40021	29890.90721	447369.89321
11	تشرين الثاني	237678.40929	28998.47436	446358.34423

445347.84224	28104.99452	236726.41838	كانون الأول	12
444338.38811	27210.46682	235774.42747	كانون الثاني 2020	13
443329.98273	26314.89039	234822.43656	شباط	14
442322.62692	25418.26436	233870.44564	آذار	15
441316.32154	24520.58792	232918.45473	نيسان	16
440311.06740	23621.86023	231966.46382	أيار	17
439306.86532	22722.08049	231014.47290	حزيران	18
438303.71607	21821.24791	230062.48199	تموز	19
437301.62044	20919.36171	229110.49108	آب	20
436300.57919	20016.42114	228158.50017	أيلول	21
435300.59307	19112.42544	227206.50925	تشرين الأول	22
434301.66280	18207.37388	226254.51834	تشرين الثاني	23
433303.78910	17301.26576	225302.52743	كانون الأول	24
432306.97266	16394.10037	224350.53652	كانون الثاني 2021	25
431311.21418	15485.87702	223398.54560	شباط	26
430316.51432	14576.59506	222446.55469	آذار	27
429322.87374	13666.25382	221494.56378	نيسان	28
428330.29306	12754.85267	220542.57286	أيار	29
427338.77292	11842.39099	219590.58195	حزيران	30
426348.31391	10928.86817	218638.59104	تموز	31
425358.91663	10014.28362	217686.60013	آب	32
424370.58165	9098.63678	216734.60921	أيلول	33
423383.30953	8181.92708	215782.61830	تشرين الأول	34
422397.10080	7264.15397	214830.62739	تشرين الثاني	35
421411.95601	6345.31694	213878.63648	كانون الأول	36
420427.87565	5425.41547	212926.64556	كانون الثاني 2022	37
419444.86022	4504.44908	211974.65465	شباط	38
418462.91020	3582.41727	211022.66374	آذار	39

417482.02605	2659.31960	210070.67282	نيسان	40
416502.20822	1735.15561	209118.68191	أيار	41
415523.45713	809.92487	208166.69100	حزيران	42
414545.77319	116.37302	207214.70009	تموز	43
413569.15682	1043.73847	206262.70917	آب	44
412593.60837	1972.17185	205310.71826	أيلول	45
411619.12823	2901.67353	204358.72735	تشرين الأول	46
410645.71673	3832.24386	203406.73643	تشرين الثاني	47
409673.37421	4763.88317	202454.74552	كانون الأول	48
408702.10098	5696.59177	201502.75461	كانون الثاني 2023	49
407731.89735	6630.36996	200550.76370	شباط	50
406762.76359	7565.21802	199598.77278	آذار	51
405794.69997	8501.13623	198646.78187	نيسان	52
404827.70674	9438.12482	197694.79096	أيار	53
403861.78413	10376.18404	196742.80005	حزيران	54
402896.93235	11315.31409	195790.80913	تموز	55
401933.15162	12255.51518	194838.81822	آب	56
400970.44210	13196.78748	193886.82731	أيلول	57
400008.80397	14139.13118	192934.83639	تشرين الأول	58
399048.23737	15082.54641	191982.84548	تشرين الثاني	59
398088.74245	16027.03331	191030.85457	كانون الأول	60



الشكل (9): الرسم البياني للقيم التنبؤية لكمية المخلفات البلدية بعد استعمال الأنموذج التنبؤي (ARIMA (1,0,0)

يلاحظ من خلال الشكل (9) التذبذب في كمية المخلفات البلدية للأعوام 2008_2018 من خلال التنبؤ داخل السلسلة واستقرار تلك البيانات في فترة التنبؤ للأعوام 2019_2024 إذ أن البيانات وكما موضح بدأت تأخذ بالتقارب وهذا ما تظهره القيم التنبؤية اعلاه

9- الإستنتاجات والتوصيات

من تحليل بيانات المخلفات البلدية إحصائياً على وفق السلاسل الزمنية تم التوصل إلى:

- 1- إن بيانات السلسلة الزمنية مستقرة وان المعاملات جميعها واقعة ضمن حدي الثقة وبمستوى 95%.
- 2- تم التوصل إلى أفضل النماذج المقترحة في تشخيص السلسلة الزمنية للتنبؤ بكمية المخلفات البلدية هو الأنموذج (ARIMA (1,0,0) $L_t = 188728 + 0.884333L_{t-1} + e_t$

3- حساب المردود الاقتصادي لكمية النفايات الصلبة لمحافظة بغداد وبقية المحافظات .

المصادر

المصادر العربية:

1. المشهداني، إيمان محمد؛ كاظم. جاسم محمد، (2016)، "استعمال نماذج بوكس و جنكنز للتنبؤ بأعداد المرضى المصابين بمرض التهاب الكبد الفيروسي في العراق"، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، بغداد، العدد 89، المجلد 22.
2. أمانة بغداد _ دائرة المخلفات الصلبة والبيئة _ قسم التخطيط. 2016
3. بيطار، عمر مروان (2017) (دراسة طرائق التنبؤ باستخدام المتسلسلات الزمنية الموسمية) اطروحة ماجستير في الاحصاء الرياضي، جامعة حلب ، كلية العلوم .
4. داود، فضيلة سلمان ؛ محمد، سلمان احمد، (2016) "العراق بين الواقع البيئي والتحديات الاقتصادية واقع النفايات الصلبة في بغداد" وقائع المؤتمر العلمي _ الاقتصاد العراقي بين واقع الانهيار وفرص الاختيار، جامعة البصرة، المجلد الاول، العدد 33 ، 553_ 567 .
5. صالح، خالد احمد، (2014)، "دراسة إمكانية استخدام المخلفات الصلبة المنزلية لمدينة تكريت في إنتاج الطاقة الكهربائية". رسالة ماجستير، جامعة تكريت ، كلية الهندسة.
6. صلبوا، ظافر رمضان؛ مطر، رهاد عماد (2019) (مقارنة أداء التنبؤ بين بعض الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية (بوكس - جنكنز) مع التطبيق) المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، المجلد 16 ، الاصدار 28 ، الصفحات 51-67.

المصادر الأجنبية:

7. Box , Georg E.P and Jenkins , Gwilym M. and Reinsel ,Gregory C. (2013) Time Series Analysis for casting and Control.
8. Fuller ,Wayne A., 1976 , "Introduction to Statistical Time Series "., John Willy & Sons , Inc.
9. Makridakis Spyros and other, 1998, "Forecasting: method and application", John Willy and Sons . Inc.
10. Wei, William , W.S ,1989, "Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods" ,Addison , Wesley publishing Company.