

Forecasting the electricity consumption of the holy city of Karbala using time series models

التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لمحافظة كربلاء المقدسة باستخدام نماذج السلاسل الزمنية*

أ. د. عدنان كريم نجم الدين
حسنيين علي هاشم
جامعة كربلاء / كلية الإدارة والاقتصاد / قسم الإحصاء
بحث مستل من رسالة

المستخلص

تم في هذا البحث استخدام نماذج السلاسل الزمنية لدراسة وتحليل البيانات الشهرية عن الطاقة الكهربائية المستهلكة في محافظة كربلاء المقدسة للمدة (2012-2016) لما تمتاز به هذه النماذج من دقة ومرونة عاليتين في تحليل السلاسل الزمنية. وظهرت نتائج التطبيق ان النموذج الكفؤ والملائم لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو النموذج

$SARIMA(0,1,1) (0,0,1)$

ووفقا لنتائج تقدير هذا النموذج تم التنبؤ بالطاقة الكهربائية المستهلكة للمدة من كانون الثاني 2017 ولغاية كانون الاول 2018 ، إذ اظهرت هذه القيم تناسقا مع مثيلاتها في السلسلة الزمنية الاصلية .

Abstract

In this study, time series models were used to study and analyze the monthly data of consumed electric energy in the holy governorate of Karbala for the period (2012-2016) because these models are characterized by high accuracy and flexibility in time series analysis.

The results of the application showed that the efficient and appropriate model to represent the time series data is the mode (0,1,1) SARIMA(0,1,1)

According to the results of the estimate of this model, electricity consumption was predicted for the period from January 2017 to December 2017. These values were shown to be consistent with those in the original time series.

المقدمة :

مما لا شك فيه الاهمية البالغة للطاقة الكهربائية والتي اصبحت في عالمنا المعاصر تدخل في جميع مفاصل الحياة اليومية لجميع القطاعات الاقتصادية ، ومن البديهي ان دراسة اي ظاهرة من الظواهر تعتمد على تحليل البيانات الخاصة بتلك الظاهرة خلال مده زمنية مناسبة (سواء أكانت سنوات او اشهر او فترات زمنية اخرى)، وعلى ضوء البيانات المتوفرة يتم التقدير والتنبؤ للفترات اللاحقة

وتجدر الاشارة الى ان المنظومة الكهربائية تتكون من ثلاث مراحل وهي (مرحلة الانتاج و مرحلة النقل و مرحلة التوزيع) وصولا الى المستهلكين في مختلف اصنافهم الحكومي والتجاري والعائلي
* بحث مستل من رسالة الماجستير /قسم الإحصاء /كلية الإدارة والاقتصاد /جامعة كربلاء

وعلى ضوء هذه الظاهرة يتم التقدير او التنبؤ للمدد اللاحقة وفيما يخص موضوع البحث فقد تمثل البحث كمية الطاقة الكهربائية التي تم استهلاكها في محافظة كربلاء المقدسة للمدة من عام (2012) ولغاية (2016) اذ كانت كمية الطاقة المجهزة للمحافظة تختلف اختلافا كبيرا عن كمية الطاقة التي تحتاجها المحافظة وقد كان وقت القطع المبرمج والغير المبرمج اكبر بكثير من وقت تجهيز الطاقة الكهربائية لجميع مرافق ومعامل وبيوت محافظة كربلاء .

problem Research

مشكلة البحث

نظرا لأهمية الطاقة الكهربائية في الحياة واستخداماتها المتعددة و لتنامي الكميات المستهلكة من الطاقة الكهربائية مع الزيادة السكانية السنوية والتوسع في استخدام الاجهزة الكهربائية وان اي خلل في مستويات التحيز يسبب مشكلة كبيرة على المستويين الحكومي والاهلي لذا لابد من دراسة وتحليل هذه الظاهرة ومعرفة اسبابها واقتراح طرق معالجتها.

Assumption Research

فرضية البحث

- 1- فرضية العدم : يفترض الباحث عدم وجود علاقة ذات دلالة احصائية بين كمية الطاقة المستهلكة والزيادة السكانية .
- 2- الفرضية البديلة : وجود علاقة ذات دلالة احصائية بين كمية الطاقة المستهلكة والزيادة السكانية .

Objective Research

هدف البحث

يهدف هذا البحث الى التنبؤ بالكميات المستهلكة من الطاقة الكهربائية لمحافظة كربلاء بالاعتماد على بيانات حقيقية تمثل الاستهلاك الحقيقي للطاقة الكهربائية في محافظة كربلاء المقدسة خلال المدة (2012-2016) ووضع تنبؤات عن المدة (2017-2018).

1- الجانب النظري

1-1 السلسلة الزمنية : Time Series

وتعرف [10] السلسلة الزمنية كونه مجموعة من المشاهدات التي تتولد على التوالي خلال فترات زمنية وان المشاهدات المتتالية عادة ما تكون غير مستقلة ، اي يعتمد بعضها على البعض الاخر وتؤدي الى عدم الاستقلال في التوصل إلى تنبؤات موثوق بها. اما الشكل الرياضي لتعريف السلسلة الزمنية فيتم باستخدام القيم $[x_1, x_2, x_3, \dots]$ والتي يأخذها المتغير X عند الزمن $[t_1, t_2, \dots]$ ، وهذا يعني ان المتغير X هو دالة في الزمن t أي :

$$X=f(t)$$

2-1 استقراريه السلسلة الزمنية Tim Series Stationary [17][22]

تعد استقراريه السلسلة من الاختبارات المهمة في تحليل السلاسل الزمنية ، وكذلك في ايجاد النموذج الرياضي المناسب لها، ويمكننا القول إن السلسلة مستقرة اذا حققت الشروط التالية :

• ثبوت متوسط قيمها عبر الزمن:

$$E(X_t)=M \dots\dots\dots(1-1)$$

• ثبوت قيمة التباين

$$var(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma_X^2 \dots\dots\dots(1-2)$$

• امتلاك السلسلتين X_t ، X_{t+k} على ارتباط وتباين معتمد على الإزاحة $[X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]$

$$X_k = [X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]$$

k ، حيث يعتمد على القيمة المطلقة ل (k) فقط $k=1,2,\dots,m$ ،

3-1 دراسة استقرارية السلسلة الزمنية :

يتم الكشف عن عدم استقرارية السلسلة الزمنية باستعمال مجموعة من المعايير واختبارات اخرى وتتمثل في

1-3-1 دالة الارتباط الذاتي (ACF) Auto-correlation function [12]

تعرف دالة الارتباط الذاتي بانها مقياس لدرجة العلاقة بين قيم السلسلة مع نفسها لمدة زمنية مزاحة ، وتعتبر الارتباطات الذاتية صفة مميزة للعملية العشوائية وهي ذات اهمية كبيرة ؛ لأنها احد اساليب تحديد ، فيما اذا كانت العملية العشوائية مستقرة ام لا، فاذا كانت كذلك فيتم اختيار احد النماذج المناسبة من مجموع نماذج العمليات العشوائية المستقرة.

2-3-1 دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) Partial Auto-Correlation Function [9][12]

هناك دالة اخرى تسهم في تشخيص الانموذج المناسب، تعرف هذه الدالة بدالة الارتباط الذاتي الجزئي والتي يرمز لها اختصاراً (PACF) وتعد هذه الدالة مؤشراً يقيس العلاقة بين X_t و X_{t+k} للسلسلة نفسها مع افتراض ثبوت بقية قيم السلسلة الزمنية ، لذلك فهي أداة مهمة في تحليل السلسلة الزمنية و تساعدنا في تحديد درجة الانموذج ونوعه، ويمكن تقديره بواسطة المربعات الصغرى او مجموعة المعادلات التقريبية لتقدير الارتباط الذاتي الجزئي .

3-3-1 اختبارات جذر الوحدة للاستقرارية The unit root test of satorarity

ان اختبارات جذر الوحدة لا تعمل فقط على كشف مركبة الاتجاه العام ، بل انها تساعد على تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة مستقرة ،

1-3-3-1 اختبار ديكي فولر (Dickey-Fuller) [17][2]

تستخدم اختبارات ديكي-فولر لتحديد استقرارية السلسلة من عدمها ، وكذلك لتحديد الاتجاه العام سواء كانت تحديدية (deterministic)، او عشوائية (stochastic) ، ويعتمد هذا الاختبار على ثلاثة عناصر وهي (الانموذج المستخدم ومستوى المعنوية وحجم العينة) ، ويستخدم هذا الاختبار ثلاث معادلات وهي :

$$1) \Delta Y_t = \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1-3)$$

$$2) \Delta Y_t = a + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1-4)$$

$$3) \Delta Y_t = a + \beta_t + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1-5)$$

ثم نقوم باستخراج قيمة (τ) الجدولية حيث قام كل من ديكي-فولر بدراسة التوزيع التقاربي للمقدر (φ̂_t) وقام بجدولة القيم الحرجة وهي شبيهة بجداول (t).

2-3-3-1 اختبار ديكي فولر الموسع (Dickey-Fuller Augment) [19][15]

قام ديكي فولر بتوسيع الاختبار السابق الى سياق الانحدار الذاتي من الرتبة اكبر من (1)، ويعتمد هذا الاختبار على ثلاثة نماذج وهي :

النموذج الاول : نموذج لا يحتوي على حد ثابت ولا اتجاه عام ويأخذ بالشكل التالي :

$$\Delta Y_t = \phi Y_{t-1} + \sum_j^k \rho_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1-6)$$

النموذج الثاني : النموذج يحتوي على قيمة ثابتة وبدون اتجاه عام ويأخذ بالشكل التالي :

$$\Delta Y_t = a + \phi Y_{t-1} + \sum_j^k \rho_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1-7)$$

النموذج الثالث: النموذج يحتوي على قيمة ثابتة و اتجاه عام ويأخذ بالشكل التالي :

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_t + \phi Y_{t-1} + \sum_j^k \rho_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1-8)$$

ثم نقوم باستخراج قيمة (τ) الجدولية ، حيث قام ديكي-فولر بدراسة التوزيع التقاربي المقدر (φ̂_t) وقام بجدولة القيم الحرجة وهي شبيهة بجداول (t).

4-3-3-1 اختبار فيليبس وبيرون : Phillips – perron(p-p) test [20][6]

يعتبر هذا الاختبار غير المعلمي فعلا، حيث يأخذ بعين الاعتبار التباين الشرطي للأخطاء، فهو يسمح بإلغاء التحيزات الناتجة عن المميزات الخاصة للتذبذبات العشوائية حيث اعتمد الباحثان نفس التوزيعات المحدودة لاختباري (ADF) و (DF) ويجري هذا الاختبار على أربعة مراحل:

- التقدير بواسطة OLS للنماذج الثلاثة الرئيسية لاختبار Dickey-Fuller ، مع حساب الاحصائيات المرافقة .
- تقدير التباين قريب المدى

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t \dots\dots\dots(1-9)$$

حيث : e_t : تمثل البواقي.

• تقدير المعامل المصحح s_1^2 ، المسمى تباين بعيد المدى ، حيث

$$s_1^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2 + 2 \sum_{i=1}^1 \left[1 - \frac{i}{l+1} \right] \frac{1}{T} \sum_{t=i+1}^T \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-i} \dots (1-10)$$

من اجل تقدير هذا التباين من الضروري ايجاد عدد التباطؤات L المناسبة والمقدرة بدلالة عدد المشاهدات الكلية T ، على النحو الاتي:

$$L \approx 4 \left[\frac{T}{100} \right]^{2/9}$$

• حساب احصائية فيليبس و بيرون :

$$t_{\hat{\varphi}}^* = \sqrt{k} \times \frac{(\hat{\varphi}-1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\varphi}}} + \frac{T(K-1)\hat{\sigma}_{\hat{\varphi}}}{\sqrt{k}} \dots \dots \dots (1-11)$$

علماً بأن : $K = \frac{\hat{\sigma}^2}{s_1^2}$ والذي يساوي واحد في الحالة التقريبية عندما تكون $\hat{\varepsilon}_t$ تشويشا ابيض. هذه الاحصائية تقارن مع القيمة الحرجة لجدول ماك كينون MacKinnon ..

5-3-3-1 اختبار كفياتكوفسكي (kpss) [6][18]

(Kwiatkowski –Phillips-Schmidt-ShinTest)

اقترح هذا الاختبار سنة (1992) من قبل كفايا تكوفسكي (Kwiatkowski)، باستخدام اختبار مضاعف لاكرانج LM ، لاختبار فرضية العدم التي تقرر الاستقراريه للسلسلة . ويكون اختبار (KPSS) على المراحل الاتية :

1- يتركز على فرضية انعدام الاستقرارية وبعد تقدير الانموذج نحسب المجموع الجزئي للبواقي

$$. S_t = \sum_{i=1}^t \hat{\varepsilon}_i$$

2-نقدر التباين الطويل الاجل S_t^2 بنفس طريقة اختبار فيليبس بيرون .

3-نحسب احصائية اختبار kpss من العلاقة :

$$LM = \frac{1}{s_1^2} \frac{\sum_{t=1}^T S_t^2}{T^2} \dots \dots \dots (1-12)$$

- نرفض فرضية الاستقرارية اذا كانت الاحصائية LM المحسوبة اكبر من القيمة الحرجة .
- نقبل فرضية الاستقرارية اذا كانت الاحصائية LM المحسوبة اصغر من القيمة الحرجة .

4-1 -اختبارات التوزيع الطبيعي Normality Tests [1][3]

يعتبر التوزيع الطبيعي من الصفات المميزة للسلسلة الزمنية والذي يستخدم عدة اختبارات ابرزها (Jarque و Bera) ، والذي يعتمد على معاملي التفرطح Kurtosis والالتواء Skewness .

فاذا كان العزم من الدرجة k للسلسلة Y_t من الشكل :

$$\mu_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^k \dots\dots\dots(1-13)$$

فان معامل Skewness يكتب كما يأتي :

$$Sk = \frac{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - m)^3\right]^2}{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - m)^2\right]^3} = \frac{\mu_3^2}{\mu_2^3} = \beta_1 \dots\dots\dots(1-14)$$

اما معامل Kurtosis فهو :

$$K = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - m)^4}{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - m)^2\right]^2} = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} = \beta_2 \dots\dots\dots(1-15)$$

حيث m: الوسط الحسابي للسلسلة الزمنية المستقرة ، فاذا كان التوزيع الطبيعي وعدد المشاهدات كبيرا $n > 30$ ، فان

$$\beta_1^{1/2} \sim N \left[0, \sqrt{\frac{6}{T}} \right]$$

$$\beta_2 \sim N \left[3, \sqrt{\frac{24}{T}} \right]$$

فاذا كانت $\beta_2, \beta_1^{1/2}$ تتبعان التوزيع الطبيعي، فان القيمة s تتبع توزيع χ^2 بدرجة حرية 2 إذ :

$$J - B = \frac{T}{6} \beta_1^{1/2} + \frac{T}{24} (\beta_2 - 3)^2 \sim \chi_{\alpha}^2(2) \dots\dots\dots(1-16)$$

حيث يتم اختبار الفرضية الاتية :

$$H_0: \beta_1^{1/2} = \beta_2 - 3 = 0$$

اذا كانت $J - B < \chi_{\alpha}^2(2)$ لا نرفض فرضية العدم وهذا يعني ان التوزيع غير طبيعي .

اذا كانت $J - B > \chi_{\alpha}^2(2)$ نرفض فرضية العدم وهذا يعني ان التوزيع طبيعي .

1- 5 نماذج السلاسل الزمنية المستقرة ومميزاتها [8][12][14][23]

Stationary Time Series Models and Their Characteristics

1-5-1 نماذج الانحدار الذاتي من الرتبة (p) AR :

Higher -order Autoregressive models:

ان معادلة نموذج الانحدار الذاتي من الرتبة p هي :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t \dots\dots\dots(1-17)$$

و يمكن كتابة الانموذج بواسطة عامل الازاحة للخلف على الشكل التالي:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 \dots \phi_p B^p) X_t = a_t \dots\dots\dots(1-18)$$

- مميزات نموذج الانحدار الذاتي من الرتبة AR (P) :

Higher -order Autoregressive model Characteristics:

$$E(X_t) = 0$$

1-الوسط

$$\text{var}(X_t) = \gamma_0 = \frac{\sigma_a^2}{(1 - \rho_1 \phi_1 - \rho_2 \phi_2 - \dots - \rho_p \phi_p)} \dots\dots\dots(1-19)$$

2- التباين

3- الإرتباط الذاتي ρ_k يحقق المعادلة التالية:

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \dots + \phi_p \rho_{k-p}; k \geq 1 \dots\dots\dots(1-20)$$

1-5-2 نماذج المتوسطات المتحركة من رتبة $MA(q)$:

Higher-order Moving Average Models:

ان معادلة النموذج العام للأوساط المتحركة من الرتبة (q) يشار لها كالاتي :

$$X_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots\dots\dots(1-21)$$

ويمكن كتابتها باستخدام متعدد الحدود $\theta(B)$ بالصيغة التالية :

$$X_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t$$

- مميزات نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة $MA(q)$:

Higher-order Moving Average Model Characteristics:

$$E(X_t) = 0$$

1-الوسط الحسابي

2-التباين

$$var(X_t) = \gamma_0 = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_a^2 \dots\dots\dots(1-22)$$

3-التغاير المشترك يمكن إيجاده بضرب طرفين المعادلة ب x_{t-k} واخذ التوقع نحصل على :

$$\gamma_k = \begin{cases} \sigma_a^2(-\theta_k \theta_{k-1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_k) & , k = 1, 2, \dots, q \\ 0 & , k > q \end{cases} \dots\dots\dots(1-23)$$

4- دالة الارتباط الذاتي يمكن ايجادها بقسمة γ_k على تباين النموذج نحصل على :

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{-\theta_k + \theta_1 \theta_{k-1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_k}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} & , k = 1, 2, \dots, q \\ 0 & , k > q \end{cases} \dots\dots\dots(24)$$

1-5-3 نماذج الانحدار الذاتي والايوساط المتحركة (النموذج المختلط) :

(Autoregressive Moving Average Models) ARMA (p,q) :

وهو نموذج ركب من AR و MA ويكون فيه عدد المعلمات $(p+q)$ اما معادلته فتكون على الشكل التالي:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots (1 - 25)$$

1-3-5-1 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة من رتب (p,q) :

Higher-order Mixed ARMA Models

يمكن الإشارة إلى عملية الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة من رتب أعلى بالصيغة $ARMA(p,q)$ ، حيث أن p هي رتبة نموذج الانحدار الذاتي ، أما q فتمثل رتبة نموذج المتوسطات المتحركة ، بعبارة أخرى فإن p يمثل عدد مشاهدات X_t السابقة وإن q يمثل عدد مشاهدات a_t السابقة في النموذج .

ويُعبّر عن صيغة نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة $ARMA(p,q)$ كالاتي :

$$x_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots\dots\dots(1-26)$$

او باستعمال عامل الازاحة الخلفية (B) تكتب المعادلة كالاتي :

$$\phi(B) X_t = \theta(B) a_t \dots\dots\dots(1-27)$$

حيث ان :

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

4-5-1 النماذج المختلطة المتكاملة (ARIMA): Models Integrated Mixed

ان السلاسل الزمنية تكون في اغلب اشكالها غير مستقرة ، اذ يتم التعرف عليها عن طريق دالة الارتباطات الذاتية حيث لا تؤول قيمها للصفر بعد الازاحة الثانية او الثالثة وانما تبقى قيمها كبيرة لعدد من الازاحات . ولغرض تحويل سلسلة زمنية غير مستقرة الى سلسلة زمنية مستقرة ويتم ذلك باستعمال عامل الفروق الخلفية (Backward difference operator) والذي يتم تعريفه كالآتي :

$$\nabla X_t = (1 - B)X_t = X_t - X_{t-1} \dots\dots\dots(2-28)$$

وبشكل عام والى d من الفروق:

$$\nabla^d X_t = (1 - B)^d X_t \dots\dots\dots(1-29)$$

فاذا عوضنا عن X_t بـ $\nabla^d X_t$ في المعادلة (1.27) نحصل على انموذج جديد يستطيع معالجة نوعاً معيناً من السلاسل الزمنية غير المستقرة التي تسمى المنجانسة والتي يطلق عليها اسم الانموذج المختلط غير المستقر والذي يرمز اليه بـ ARIMA(p,d,q) . وتشير p الى رتبة الانحدار الذاتي ، و d الى رتبة الفروق ، و q الى رتبة المتوسطات المتحركة ، وتكتب الصيغة الرياضية لنماذج ARIMA (p , d , q) كالآتي :

$$\phi(B)\nabla^d X_t = \phi(B)(1 - B)^d X_t = \theta(B)a_t \dots\dots\dots(1-30)$$

حيث

ان:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

6-1 طريقة بوكس – جنكنز Box – Jenkins method

يقصد بطريقة بوكس – جنكنز (Box and Jenkins) هي تلك المنهجية التي طبقها كل من (Gwilyn & George Box) و (Jenkins) على السلاسل الزمنية عام 1970 .

وهناك سمات عديدة تمتاز بها منهجية بوكس جنكنز اهمها [4] :

- 1- انه نظام للنمذجة والتنبؤ منظم وشامل وموثوق به ، وهذا يعني انها تقدم حلولاً شاملة لجميع مراحل تحليل السلاسل الزمنية بدءاً من اختيار النموذج الملائم ومروراً بتقدير معالم هذا النموذج وتشخيصه وانتهاء بالتنبؤ بالقيم المستقبلية .
- 2- أنه لا يفترض الاستقلال بين مشاهدات السلسلة بل يستغل أنماط الارتباط الكامنة في البيانات من خلال نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التي تتميز بقدرتها وقوتها على عكس انماط الكثير من السلاسل الزمنية التي تصادفها في التطبيقات العملية ، وهذا يؤدي في النهاية الى تنبؤات موثوق بها ومتسقة احصائياً
- 3- أنه يعطي تنبؤات أدق من تلك التي نحصل عليها باستخدام أي أسلوب آخر خاصة اذا توفرت البيانات الاحصائية ذات العلاقة.
- 4- انها تعطي فترات ثقة ملائمة للقيم المستقبلية للبيانات الموسمية وغير الموسمية بينما تقبل طراق اخرى في ذلك . وتعتمد هذه الطريقة على أربع مراحل لبناء نماذج السلاسل الزمنية لغرض التنبؤ وكالاتي .:

1-6-1 المرحلة الاولى: التشخيص Identification [12][16]

تعتبر مرحلة التشخيص من مراحل السلاسل الزمنية المهمة للوصول الى النموذج الملائم ، واولى خطوات مرحلة التشخيص هي رسم بيانات السلسلة الزمنية ومن خلال الرسم تكون لدينا فكرة جيدة عن مدى استقراره السلسلة من عدمها ، اي مدى احتواء السلسلة على الموسمية او الاتجاه العام او القيم شاذة ، وعدم الاستقرارية الذي يقود الى التحولات الممكنة على البيانات ، لذلك فانه رسم السلسلة يبين حاجتها الى التحويل المناسب لتستقر في متوسطها او تباينها قبل اي تحليل ، والخطوة الثانية هي حساب الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة التي تم تحويلها في الخطوة الاولى وفحص (ACF),(PACF) لتحديد فيما اذا كانت السلسلة تحتاج الى اخذ فرق ثاني ، ان المهمة الرئيسية لهذه المرحلة هي تشخيص واختبار الانموذج الافضل وهناك عدة معايير للتحقق من دقة النموذج مقارنة بانماذج مقترحة .

[11] **1-1-6-1 Akaike Information Criterion** معيار معلومات اكاكي

$$AIC = n \ln(\sigma_E^2) + 2k \dots\dots\dots(1-31)$$

حيث ان k : عدد المعلمات في النموذج

σ_E^2 : مقدار تباين الخطا

n : عدد المشاهدات

[21] **2-1-6-1 Schwartz Bayesion criterion (SBC)** معيار شوارتز

$$SBC(P) = n \ln(\sigma_E^2) + M \ln(n) \dots\dots\dots(1-32)$$

حيث ان :

n و M هي عدد مشاهدات السلسلة والعدد الكلي لمعلمات الانموذج على التوالي .

[5] **3-1-6-1 Hannan-Quinn (H-Q)** كوين - معيار حنان

$$H - Q = \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2 M C \ln(\ln n) / n ; C > 2 \dots\dots\dots(1-33)$$

M : دالة رتبة الانموذج $(p+q)$.

C : ثابت .

[14][12] **2-6-1 المرحلة الثانية (مرحلة تقدير المعالم) Estimation**

ان المرحلة الثانية من مراحل دراسة السلاسل الزمنية وتحليلها هي عملية تقدير المعالم وتأتي بعد عملية تشخيص الإنموذج الملائم للسلسلة الزمنية وتوجد هناك عدة طرائق لتقدير معالم الإنموذج ومنها:

1- طريقة الامكان الاعظم Maximum likelihood Method

2- طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية Ordinary Lest Squares Method

3- طريقة العزوم Moments Method

3-6-1 المرحلة الثالثة (اختبار دقة الانموذج) Model Diagnostic Checking

بعد الانتهاء من مرحلتي التشخيص والتقدير ينبغي التحقق من دقة الانموذج المستخدم في هذه المرحلة اذ يتم اختبار النموذج لمعرفة مدى ملائمة لتمثيل بيانات الظاهرة المدروسة واستعمالها للحصول على تنبؤات مستقبلية حيث يوجد العديد من الاختبارات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض ومنها .

[17][13] **1-3-6-1 اختبار بوكس - بيرس Box-Pierce test**

وضع الباحثان Box وPierce عام 1970 اختباراً لاخطاء الانموذج المشخص وبيان مدى كفاءة الانموذج المحدد باستعمال معاملات الارتباط الذاتي للبواقي والتي تعطى بالعلاقة الآتية :

$$Q_{B-P} = n \sum_{k=1}^m \hat{p}_k^2 \dots\dots\dots(1-34)$$

اذ ان :

\hat{p}_k : تمثل مقدار الارتباط الذاتي المقدر من بيانات العينة عند الازاحة K .

n : تمثل عدد مشاهدات الانموذج المشخص .

M : اكبر ازاحة ل k وهي مساوية $n/4$.

ومن ثم يتم مقارنة Q المحسوبة ب χ^2 الجدولية بدرجة حرية $(m - p - q)$ ومستوى دلالة (α) معين .

فاذا كانت Q المحسوبة اصغر من القيمة الجدولية هذا يدل على عدم رفض فرضية العدم ، ويشير الى ان الانموذج ملائم وان

اخطاء الانموذج عشوائية . اما اذا كانت Q المحسوبة اكبر من القيمة الجدولية فهذا يعني

الانموذج غير ملائم لبيانات السلسلة الزمنية وفي هذه الحالة لا بد من اعادة المرحلة الاولى اي تشخيص انموذجا اخر لتمثيل

السلسلة وتقدير معالماتها ثم يتم التحقق من صحتها .

1-6-3-2 اختبار لجنج- بوكس Ljung and Box test [17]

قام الباحثان (Ljung,G.M and Box,G.E.P) في عام 1978 بوضع اختبار على غرار اختبار Box and Pierce عام 1970 وهو اختبار احصائي يستعمل لاختبار اي مجموعة من الارتباطات الذاتية في السلسلة الزمنية كونها تختلف معنويًا عن الصفر ام لا. وصيغة الاختبار هي :

$$Q_{(L-B)} = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \dots\dots\dots(1-35)$$

ويتم اجراء نفس المقارنة للاختبار السابق في اختبار $Q_{(B-p)}$ وان هذه الصيغة تعطي نتائج جيدة وكفوة.

1-6-4 المرحلة الرابعة (التنبؤ) Forecasting [23]

ان المرحلة الاخيرة من مراحل منهجية (Box-Jenkins) هي التنبؤ وفي هذه المرحلة يتم ايجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام النموذج الحالي والمقدر في فترة زمنية معطاه وذلك تبعاً لأصغر خطأ ممكن ، والتنبؤ بالقيم المستقبلية لمشاهدات السلسلة الزمنية هو عبارة عن التوقع الشرطي (Conditional Expectation) في المدة (t+1) عن الزمن (t). ان هذا التنبؤ يتم بعد تقدير معالم النموذج ARIMA(P,d,q) ، والذي يكون قد تجاوز مختلف مراحل الاختبارات السابقة ، فاننا نستطيع التنبؤ بالقيم المستقبلية (L=1,2,...) لفترة قادمة وباستعمال صيغة معادلة الفروق لهذا النموذج وكلاسي

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_{p+d} X_{t-p-d} - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} + e_t \dots(1-36)$$

2- الجانب التطبيقي:

1-2 المقدمة :

سيتم تطبيق منهجية بوكس جنكنز من جمع البيانات وتحليلها بالاعتماد على البرنامج الجاهز (Gretl) اذ يتم تحليل السلسلة الزمنية لكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة وللمدة الزمنية من كانون الثاني 2012 ولغاية كانون الاول 2016 وتشخيص الانموذج الملائم لها ومن ثم اختيار النموذج الافضل واستعمال هذا الانموذج للتنبؤ في كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة .

2-2 بيانات البحث

تم الحصول على البيانات الخاصة بالبحث من وزارة الكهرباء مديريةية توزيع كهرباء كربلاء والجدول رقم (1-2) يبين كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة للمدة الزمنية المذكورة اعلاه .

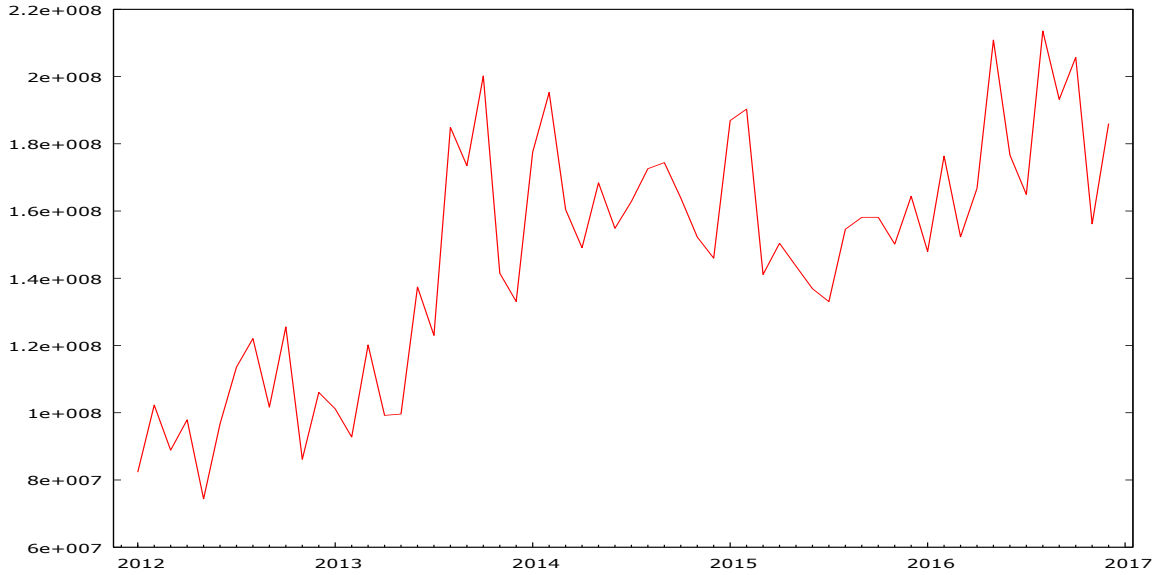
الجدول (1-2) كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كانون الثاني 2012 ولغاية كانون الاول 2016) المقاسة بكيلو واط /ساعة

السنة الشهر	2012	2013	2014	2015	2016
كانون ثاني	82313635	101161156	177544492	186903112	147933465
شباط	102285169	92768024	195254274	190321899	176345581
اذار	88867414	120157897	160450777	141118953	152305181
نيسان	97897491	99209625	149064221	150406523	166765084
ايار	74384328	99604754	168396889	143614470	210870421
حزيران	96698776	137403933	154851005	136900409	176661837
تموز	113575425	123010490	162868866	133048667	164936873
اب	122065113	184884494	172586964	154589206	213526367
ايلول	101668139	173480394	174391852	158117552	193191712
تشرين اول	125534088	200183486	163890309	158132080	205715270
تشرين ثاني	86149913	141495247	152258878	150149299	156166742
كانون اول	106046964	133079107	145974560	164406508	186018019

3-2 استقرارية السلسلة

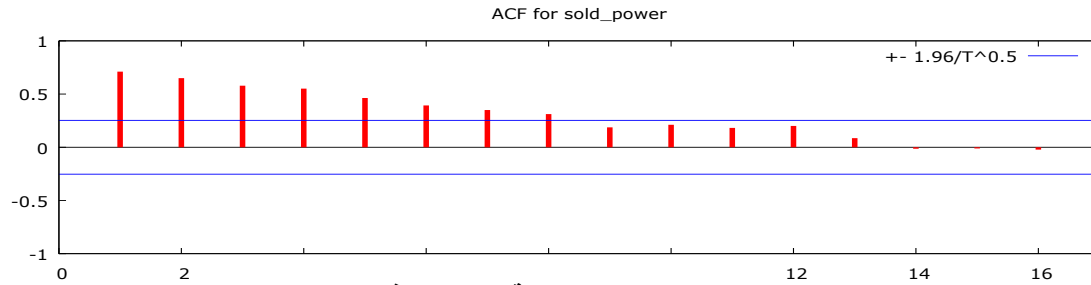
بعد جمع البيانات والتي تعتبر المرحلة الاولى من منهجية بوكس جنكيز نرسم سلسلة البيانات باستخدام البرنامج الجاهز (Gretl) كما في الجدول لرقم (1-2) الممثلة لكمية الطاقة الكهربائية الضائعة وللتعرف على سلوك السلسلة وخصائصها الاولية والشكل (1-2) يمثل رسم السلسلة :

الشكل (1-2) رسم سلسلة كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كانون الثاني 2012 ولغاية كانون الاول 2016)

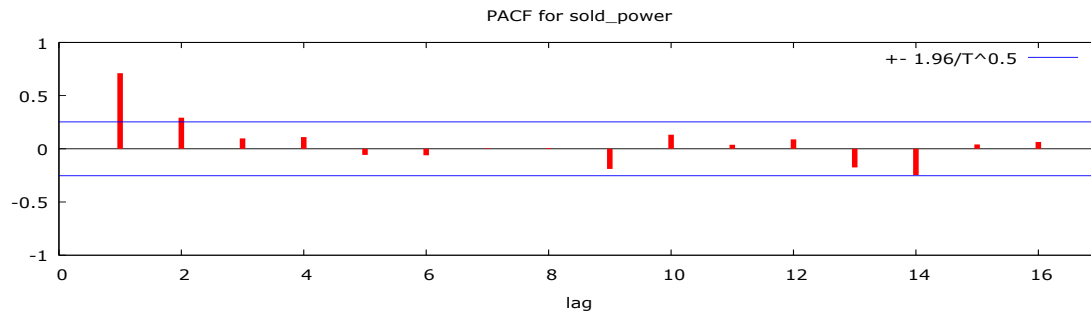


من خلال الشكل (1-2) نلاحظ عدم استقرارية السلسلة الزمنية والمزيد من الدقة نرسم كل من دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي وكما في الشكل (2-2)

الشكل (2-2) أ - رسم دالة الارتباط الذاتي



الشكل (2-2) ب - دالة الارتباط الذاتي الجزئي



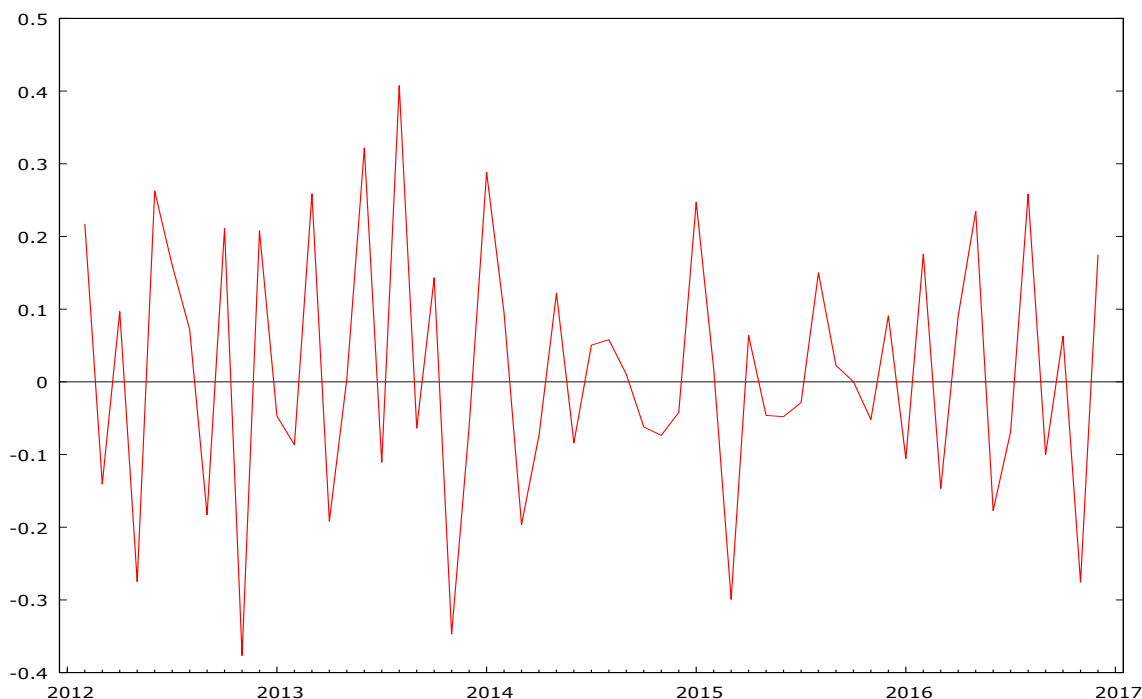
نلاحظ من الشكل (2-2) بان معاملات الارتباط الذاتي خارج حدود الثقة وكذلك معاملات الارتباط الذاتي الجزئي خارج حدود الثقة لمعاملات الارتباط الذاتي الجزئي وهذا مؤشر لعدم استقرار السلسلة .
ويقصد بالاستقرارية ان مشاهدات السلسلة الزمنية تتذبذب بشكل عشوائي حول متوسط ثابت ، ويمكن القول ان السلسلة الزمنية المستقره هي السلسلة التي تكون متجانسة زمنيا وفي الحقيقة ان حالة الاستقرار هي نادره جدا

جدول (2-2) نتائج اختبار ديكي فولر الموسع للسلسلة الاصلية Augmented Dickey-Fuller

	without constant	with constant	With constant and trend
estimated value	0.0159888	-0.198585	-0.489924
test statistic	0.769527	-2.16343	-2.25728
p-value	0.8798	0.22	0.457

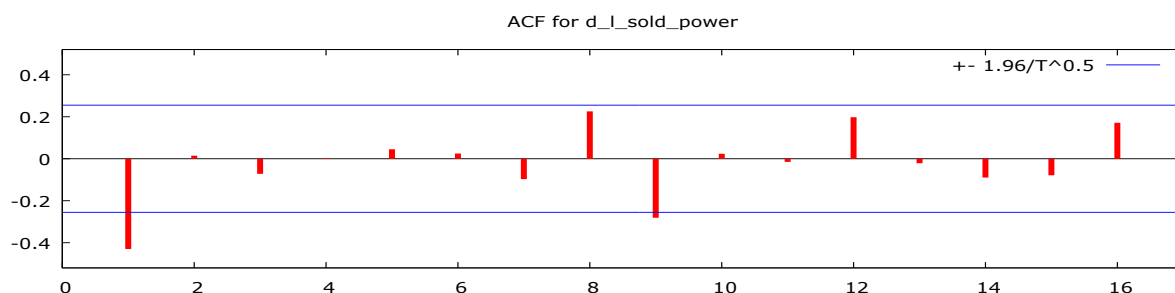
من الجدول (2-2) يمكن ملاحظة القيمة المعنوية للنماذج هي اكبر من 0.05 لذلك يمكن القول ان السلسلة قيد الدراسة تحتوي على جذر الوحدة فهي غير مستقرة وسبب عدم الاستقرار وجود اتجاه عام عشوائي مما يستوجب تحويل السلسلة الى السلسلة الفروق الاعتيادية والفروق الموسمية ومن الدرجة الاولى وتحويل البيانات الى اللوغاريتم الطبيعي لتحقيق الاستقرار في المتوسط والتباين واعادة اختبار استقرار السلسلة من خلال رسم السلسلة رسم دوال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي واختبار ديكي فولر الموسع للتأكد من الاستقرار .

الشكل (3-2) سلسلة بيانات الطاقة الكهربائية المستهلكة بعد الفرق الاعتيادي الاول واللوغاريتم الطبيعي

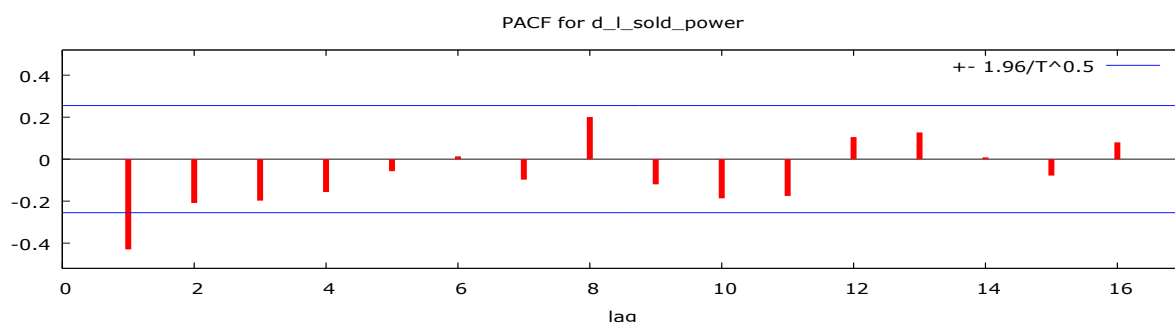


ومن خلال الشكل (3-2) اعلاه يمكن ملاحظة الاستقرار في السلسلة بعد اخذ الفرق الاول واللوغاريتم الطبيعي يمكن رسم كل من دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للتأكد من الاستقرار والرسم (4-2) يوضح ذلك:

الشكل (4-2) أ دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروق واللوغاريتم الطبيعي



الشكل (4-2) ب - دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروق واللوغاريتم الطبيعي



ولمزيد من الدقة والتأكد حول استقراره السلسلة الزمنية بعد الفروق واللوغاريتم الطبيعي نقوم بإجراء اختبار جذر الوحدة (ديكي فولر الموسع) لتأكيد الاستقرار أو نفيها وكانت النتائج كما في الجدول رقم (3-2).

الجدول (3-2) نتائج اختبار ADF لسلسلة الفروق واللوغاريتم الطبيعي

	Without constant	With Constant	With constant and trend
Estimated value	-1.72153	-1.43661	-1.44032
Test statistic	-2.26856	-12.0169	-11.9208
p- value	0.02248	1.967e-012	1.172e-011

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الجدول رقم (1-2) والبرنامج الاحصائي (Gretl)

ومن خلال نتائج اختبار (ADF) نلاحظ قيمة P-value ولجميع النماذج هي أقل من 0.05 لذلك ترفض فرضية العدم القائلة بوجود جذر وحدة (أي عدم استقرار السلسلة الزمنية) وقبول الفرضية البديلة أي استقرار السلسلة الزمنية.

4-2 اختيار النموذج الافضل

الجدول (4-2) يمثل نماذج (Box- Jenkins) المقترحة لسلسلة كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة

Model	AIC	BIC	H-Q
SARIMA(0,1,1)×(0,0,1)	-54.866	-48.633	-52.433
SARIMA(1,1,0)×(0,0,1)	-52.35	-46.117	-49.917
SARIMA(1,1,0)×(1,0,0)	-52.172	-45.94	-49.739

أن أفضل أنموذج من نماذج بوكس جنكنز هو $SARIMA(0,1,1) \times (0,0,1)$ حيث نلاحظ ان هناك انخفاض في قيم المعايير فضلا عن كونه يمتلك اقل قيمة لثلاثة معايير وهي معيار حنان كوين (H-Q) ومعيار معلومة اكيكي (Akaike Inf(AIC) ومعيار معلومة شوارتز (SBC) والتي تستعمل للمفاضلة بين النماذج المقترحة، والجدول (5-2) يمثل تقدير معاملات الانموذج الافضل ومعنويتها واخطائها المعيارية .

الجدول (5-2) معاملات الانموذج $SARIMA(0,1,1) \times (0,0,1)$ ومعنويتها

	Coefficient	std. error	z	p-value
theta_1	-0.558734	0.100982	-5.533	3.15 e -08***
theta_1	- 0.362215	0.153912	- 2.353	0.0186**

5-2 اختبار دقة النموذج

بعد تشخيص الإنموذج وتحديد درجته وتقديره لابد من التأكد من صحة ملائمة الإنموذج وكفاءته وتم ذلك عن طريق:

1-5-2 اختبار (Ljung-Box)

من خلال تطبيق إحصاءه (Ljung-Box) لفحص ملائمة الأنموذج وظهر بأن ($Q=10.8552$) عند الازاحة $K=16$ ومن خلال قيمة P-Value وهذا يدل على ان الأخطاء غير مرتبطة ببعضها البعض وهو دليل على إن الإنموذج ملائم وكفوء وهذا يعني قبول الفرضية

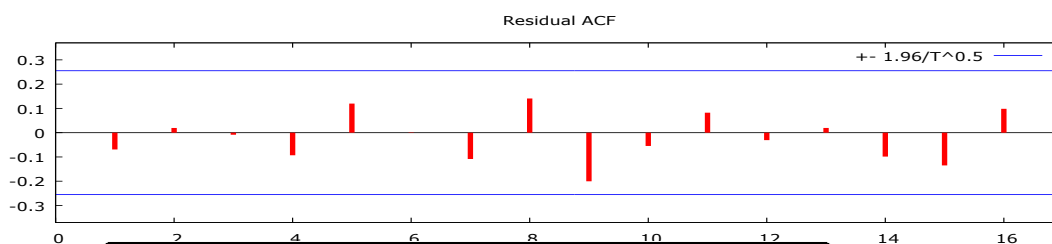
$$Ljung-Box Q' = 10.8552$$

$$\text{with p-value} = P(\text{Chi-square}(14) > 10.8552) = 0.6974$$

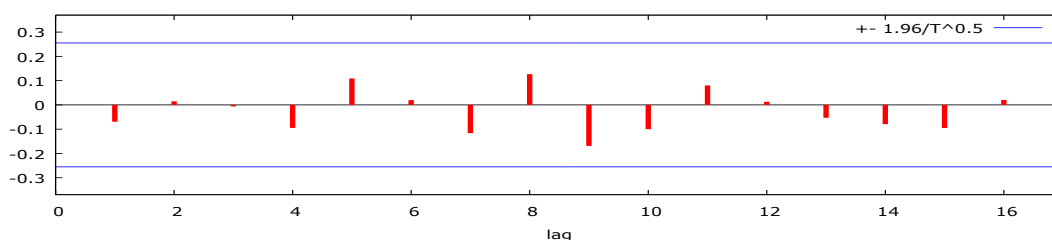
1-5-2 اختبار الدوال الارتباط للبواق

تم استخراج معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواق (الأخطاء) للإنموذج المقدر ورسمها ونلاحظ من الشكل (5-2) ان قيم معاملات الارتباط الذاتي للبواق جميعها تقع ضمن حدود الثقة مما يعني ان سلسلة البواق عشوائية وان الإنموذج المستعمل جيد وملائم .

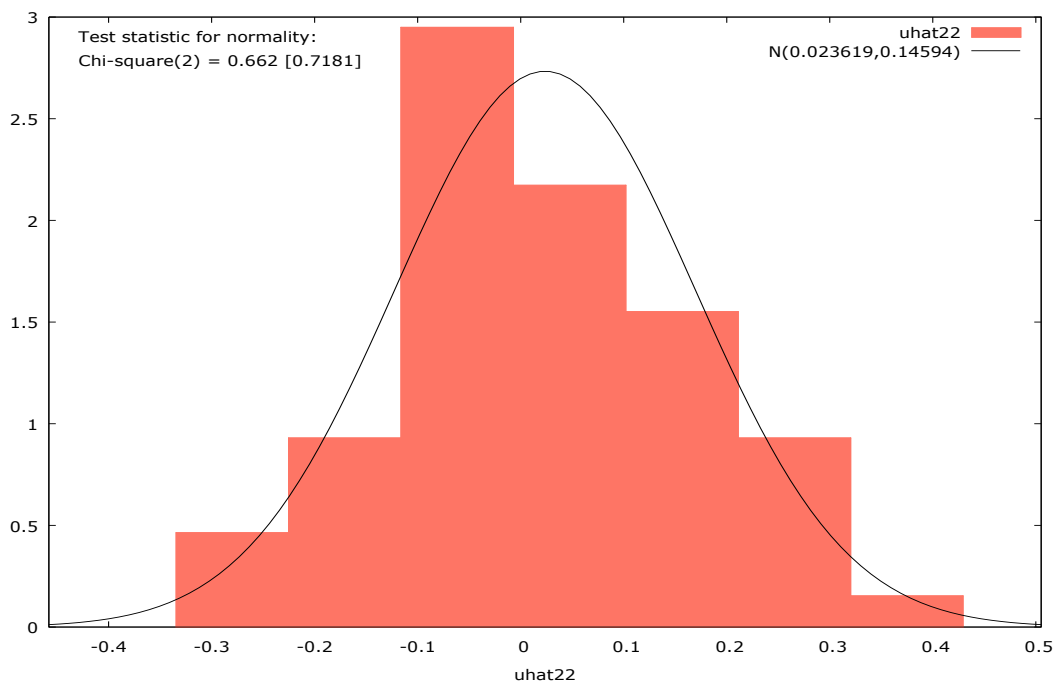
الشكل (5-2) أ- دالة الارتباط الذاتي ACF للبواق



ب - دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF للبواق



شكل(6-2) يوضح التوزيع الطبيعي للبواقي



من خلال الشكل (6-2) نلاحظ انه متناظر وله شكل توزيع طبيعي تقريبا.

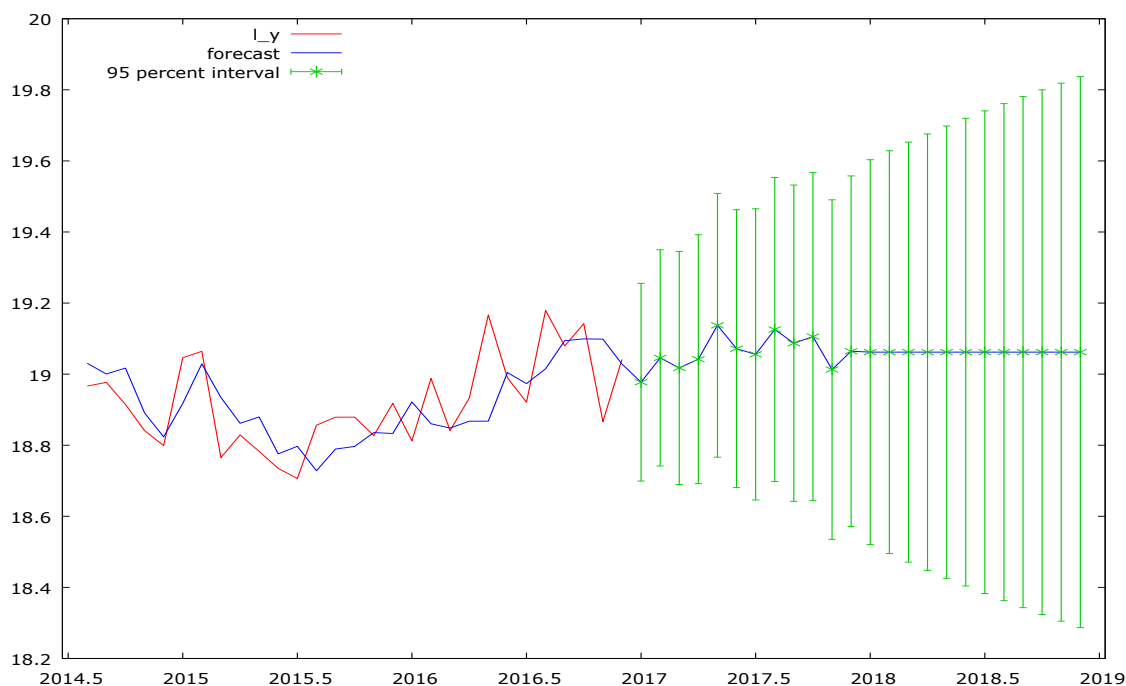
7-2 التنبؤ

بعد اجتياز الأنموذج لاختبارات التشخيص يصبح بالإمكان استعمال الأنموذج للتنبؤ والجدول رقم (6-2) يمثل القيم التنبؤية للمدة الزمنية (2017-2018) لسلسلة كمية الطاقة الكهربائية الضائعة وان الشكل (6-2) يمثل رسم القيم التنبؤية للسلسلة وقد تم الحصول على هذه القيم التنبؤية باستعمال الأنموذج $SARIMA(0,1,1) \times (0,0,1)$ من نتائج القيم المتنبأ بها نلاحظ ان استهلاك الطاقة الكهربائية لمحافظة كربلاء المقدسة تزداد بتزايد المدة الزمنية

الجدول(6-2) المعدلات الشهرية المتنبأ بها وحدود ثقة 95% بعد اخذ الانتي لوك لعامي (2017-2018) المقاسة ب كيلو واط/ساعة

الاشهر	قيم التنبؤ لعام 2017	قيم التنبؤ لعام 2018
كانون ثاني	176167000	189878699
شباط	186686000	189878699
اذار	182338000	189878699
نيسان	186129000	189878699
ايار	203141000	189878699
حزيران	190933000	189878699
تموز	187933000	189878699
اب	201857000	189878699
ايلول	194448000	189878699
تشرين اول	198098000	189878699
تشرين ثاني	181900000	189878699
كانون الأول	190560000	189878699

الشكل (7-2) يمثل رسم القيم التنبؤية لسلسلة كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة



الاستنتاجات

- 1- على الرغم من تأثير كميات الطاقة الكهربائية المستهلكة بعوامل عديدة منها التوسع في استخدام الاجهزة الكهربائية المعاصرة والاسراف في الاستخدامات المتعددة للطاقة الكهربائية الا ان الزيادة السكانية تعتبر العامل الاكثر اهمية وتأثيراً في الزيادة السنوية لمعدلات الاستهلاك
- 2- لقد تم تحقيق استقراره السلسلة الزمنية حيث قمنا بإزالة الاتجاه العام باستخدام الفروق من الدرجة الاولى واخذ اللوغاريتم للبيانات.
- 3- تم اختيار افضل نموذج من بين النماذج الممكنة باستخدام معايير المفاضلة (AIC, BIC, H-Q)، وقد تم فحص ملائمة النموذج المقترح احصائياً من خلال اختبارات : معنوية المعالم المقدرة وتحليل دالة الارتباط الذاتي للباقي والتوزيع الطبيعي للباقي .
- 4- وجد ان النموذج الكفو والملائم لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو النموذج الموسمي المضاعف SARIMA(0,1,1) (0,0,1) باستخدام هذا النموذج تم التنبؤ بالطاقة الكهربائية المستهلكة لمحافظة كربلاء لفترة 24 شهراً لسنة 2017-2018 واطهرت القيم التنبؤية تناسقا مع مثيلاتها في السلسلة الاصلية.

التوصيات

- 1- ضرورة وضع الخطط السنوية في مجال الطاقة الكهربائية المتوقع استهلاكها لمواجهة الزيادة السكانية الطبيعية .
- 2- اعتماد النموذج الذي تم التوصل اليه SARIMA(0,1,1)×(0,1,1) عن طريق نماذج بوكس جينكنز للاستفادة منه في التخطيط للفترات القادمة لان يعطي نتائج افضل .
- 3- الاخذ بنتائج هذه الدراسة التي تظهر التزايد بالطاقة الكهربائية المستهلكة بمرور الزمن مما يقتضي اتخاذ التدابير اللازمة من قبل الجهات المختصة
- 4- اجراء دراسات مناظره على مستوى المحافظات والمقارنة فيما بينها وتدارس التدابير المتخذة في المحافظات الاخرى لمواجهة هذه الظاهرة .

المصادر

1. أحمد ، ابن أحمد ، " النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (1988:10-03:2007) " ، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية ، 2008 .
2. ادريوش ، دحماني محمد، "سلسلة محاضرات في الاقتصاد القياسي" ، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية علوم التسيير ، قسم العلوم الاقتصادية ، جامعة جيلالي ليايس –سيدي بالعباس ، 2013.
3. خولة ، حضري، " استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جينكنز في اتخاذ القرار الانتاجي ، دراسة حالة مطاحن رياض سطيف – وحدة تقرت في الفترة (2008-2013)" ، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم التسيير ، 2014.
4. الشعراوي ، سمير مصطفى، "مقدمة في تحليل الحديث للسلاسل الزمنية " ، مركز النشر العلمي ، جامعة الملك عبد العزيز، 2004 .
5. شومان ، عبد اللطيف حسن ، والصراف ، نزار مصطفى ، " السلاسل الزمنية والأرقام القياسية " ، الناشر دار الدكتور للعلوم الإدارية والاقتصادية ، بغداد، 2013 .
6. محمد، شيخي ، " طرق الاقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات " ، دار الحامد للنشر والتوزيع ، عمان، 2012.
7. المشهداني ، ايمان محمد ، وكاظم ، جاسم محمد ، " استعمال نماذج بوكس وجينكنز للتنبؤ بأعداد المرضى المصابين بمرض التهاب الكبد الفيروسي في العراق " ، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية ، المجلد 22 ، العدد 89 ، 2016 .
8. الناصر ، عبد المجيد حمزه ، ورشيد ، ظافر حسين، " الارقام القياسية وتحليل السلاسل الزمنية " ، 2013
9. الهاشمي ، مرتضى منصور عبد الله حمود ، "التنبؤ لحالة الطقس في بغداد باستعمال السلاسل الزمنية الفئوية " ، رسالة ماجستير ، كلية الادارة والاقتصاد قسم الاحصاء ، جامعة بغداد ، 2014 .
10. والتر فاندل ،"السلاسل الزمنية من الوجة التطبيقية ونماذج بوكس جنكينز " ، تعريب ومراجعة د. عبد المرضي ، حامد عزام ، د. احمد حسين هارون ، دار المريخ – السعودية ، 1990 .

المصادر الاجنبية

- 11.Akaike, Hirotugu , " A Bayesian Extension of the Minimum AIC Procedure of Autoregressive Model Fitting", Biometrika, Vol. 66, No. 2, PP. 237-242,1979
- 12.Box G . E . P , and Jenkins , G . M , "Time Series Analysis and control" , San Francisco , Holden Day San Francisco , 1976 .
- 13.Box, G. E. P. and Pierce, David A. , "Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive Integrated Moving Average Time Series Models", JASA, Vol. 65, No. 332,1970
- 14.Cryer, D. & Chan ,K , "Time Series Analysis With Applications in R", Second Edition, Springer Science +Business Media, LLC, New York, USA, 2008
- 15.Dickey ,David . A ,and Fuller ,W. A, "likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", Econometrica ,vol. 49,No.4, 1981
16. Enders, W," Applied Econometric Time Series", John Wiley and Sons Inc New york, 1995.
17. Gujarati .D.N & Porter . D. C ,"Basic Econometrics 5 th" , Published by McGraw-Hill/Irwin, a business unit of The McGraw-Hill Companies, New York, 2009.
18. Maddala G.S. &In-MooKim , " Unit Roots Cointegration and Structural Change" , Cambridge University Press , New York , p120,1998 ..
19. Pank Ratza , " Forecasting with univariate Box – Jenkins models" , John Wiley & sons , 1983 .
20. Phillips- Perron , "testing For à Unit roots in time series Regression" , Biometrika, vol. 75, 1986.
21. Schwarz, G, "Estimating the Dimension of a model", Annals of statistics, Vol.6,No.2,1978.
- Voind ,H.D , "Time Series analysis", Economic Fordham 22. University , Bronx ,New York, . 1999
23. Wei, William ,W.S," Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods" ,2nd , Addison ,Wesley publishing Company, 2006 .