

# بناء نموذج موسمي لتحليل السلسلة الزمنية لمعدلات الطاقة الكهربائية المجهزة لمدينة دهوك والتنبؤ بها

انتصار ابراهيم الياس

قسم العلوم المالية، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة نوروز

## المستخلص

لقد تم استخدام بيانات السلسلة الزمنية لدراسة وتحليل البيانات الشهرية عن معدل الطاقة الكهربائية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة (2013-2000) لتقدير النماذج واقيت الاثني عشر الاخيرة والتي تمثل عام 2014 لاغراض المقارنة مع التنبؤات التي يتم الحصول عليها.

واظهرت نتائج التطبيق ان الامتداد الملائم والكفؤ لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية هو:

النموذج الموسمي المضاعف  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_2$ ، وفقاً لنتائج تقدير هذا الامتداد لاجتيازه الفحوص التشخيصية تم التنبؤ بكميات معدل الطاقة الكهربائية لشهر عام 2014، حيث اظهرت هذه القيم تناسقاً مع مثيلاتها في السلسلة الزمنية الاصلية. ولقد تم استخدام البرامج الجاهزة Minitab و SPSS في الجانب الإحصائي.

الكلمات الدالة: سلسلة الزمنية، كهرباء مدينة دهوك، الأنموذج الموسمي المضاعف، ARMA, SARMA.

## 1. المقدمة

تعد عملية التنبؤ من المسائل الشائعة في العديد من مجالات العلوم كالكهرباء والهيدرولوجيا والاقتصاد... الخ، وكانت هذه العملية محط اهتمام الإحصائيين لفترة طويلة من الزمن (Lendasse, et al., 2000). ولان التنبؤ له أهمية واضحة ومؤثرة على دقة القرار، ولوجود ارتباطات ذاتية عالية ضمن مجموعات البيانات، فان الفشل في اخذ الاعتماد الزمني بنظر الاعتبار ينتج عنه تكهن ضعيف (Karaman, 2004).

بالنظر لأهمية السلاسل الزمنية فان العديد من الأعمال يمكن ملاحظتها في الأدبيات حول هذه المواضيع وبصورة خاصة تلك التي تعتمد على النماذج الإحصائية Statistical Models، ويوجد العديد من الأساليب الممكنة لوصف السلوك الزمني ويعد أسلوب بوكس جنكز أسلوباً جذاباً في تحليل السلاسل الزمنية إذ يزودنا بمنهجية نمذجة إحصائية شاملة ويغطي تنوعاً واسعاً من الأنماط تمتد من الاستقرار إلى عدم الاستقرار والموسمية للسلاسل الزمنية. إن احدي المشكلات التي تسبب إزعاجاً لتطوير واستخدام نماذج بوكس - جنكز هي متطلبات صياغة الأنموذج من حيث التوزيع الاحتمالي المقترض للبيانات، إذ تعد منهجية بوكس - جنكز في بعض الأحيان غير ملائمة لحالات محددة فهي تفشل في وصف السلوك المتغير ديناميكياً مع الزمن (Rojas and Pomares, Behavior Varies Dynamically with Time, 2004).

إن غرض أو هدف التنبؤ تقليل المخاطر عند اتخاذ القرار وان فعالية القرار المتخذ في اي مجال من مجالات الحياة يعتمد على المعلومات المتوفرة عن طبيعة سلسلة الأحداث السابقة للقرار، وإن إمكانية التنبؤ بالمظاهر غير المسيطر عليها لتلك الأحداث السابقة لاتخاذ القرار تمكن متخذ القرار من تحسين قراره، لذلك فقد انضمت جهود الباحثين على تحسين أساليب التنبؤ بالسلوك المستقبلي للسلاسل الزمنية وكانت الانطلاقة البارزة في هذا المجال أساليب بوكس جنكز التي استخدمت في مجالات علمية متعددة وحققنت انجازات مهمة الا ان شروط عمل هذه الأساليب جعلها تبدو مقيدة أمام سلاسل زمنية اتصفت بعدم الخطية وعدم الطبيعية فظهرت في أواخر القرن الماضي أساليب في حقل علم الحاسوب مثل الخوارزميات الجينية والشبكات العصبية الاصطناعية للتعامل مع مثل هذه السلاسل.

المجلة الأكاديمية لجامعة نوروز

المجلد 6، العدد 1 (2017)

استلم البحث في 2016/8/1، قبل في 2016/10/10

ورقة بحث منتظمة نشرت في 2017/3/28

البريد الإلكتروني للباحث: Intisar.ibrahim@gmail.com

حقوق الطبع والنشر © 2017 أسماء المؤلفين. هذه مقالة الوصول اليها مفتوح موزعة تحت رخصة

المشاع الإبداعي النسبية - CC BY-NC-ND 4.0

/ الساعة كما في الملحق (١) ، اذ تم استخدام المشاهدات منذ شهر كانون الثاني (٢٠٠٠) ولغاية كانون الاول (٢٠١٣) ، بمجموع مشاهدات (١٦٨) لتقدير النماذج بمتوسط قدره (177.839) وقيمة دونيا (15) سجلت في سنة (2000) وقيمة قصوة (675.629) سجلت سنة (2013) ، وتشنت قيم هذه السلسلة عن متوسطها بانحراف معيار قدره (137.418). وأبقيت الأشهر الأثني عشر الأخيرة والتي تمثل عام 2014 لإغراض المقارنة مع التنبؤات التي يتم الحصول عليها .

### ٣.١ التطبيق باستخدام نماذج ARIMA

تم تطبيق نماذج ARIMA على بيانات لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك. وتم التطبيق باستخدام البرنامجيين الاحصائيين الجاهزين Minitab و SPSS .

بأخذ بيانات الاستهلاك الشهري من الطاقة الكهربائية للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الأول ٢٠١٣ وتوقيع السلسلة بيانيا وحيث أن الخطوة الأولى في تحليل أية سلسلة زمنية هي التوقيع البياني لمشاهدات السلسلة مع الزمن وهو ما يعرف Time Series Plot . وهي خطوة أساسية وهامة في التحليل , إذ يمكن من خلال الرسم الاطلاع على طبيعة التذبذب فيها وملاحظة فيما إذا كانت تتضمن اتجاهها عاما Trend أم لا ؟ بالإضافة إلى تشخيص التغيرات موسمية .

## ٢. منهجية بوكس – جنكيز في السلاسل الزمنية Box-Jenkins Methodology in Time Series

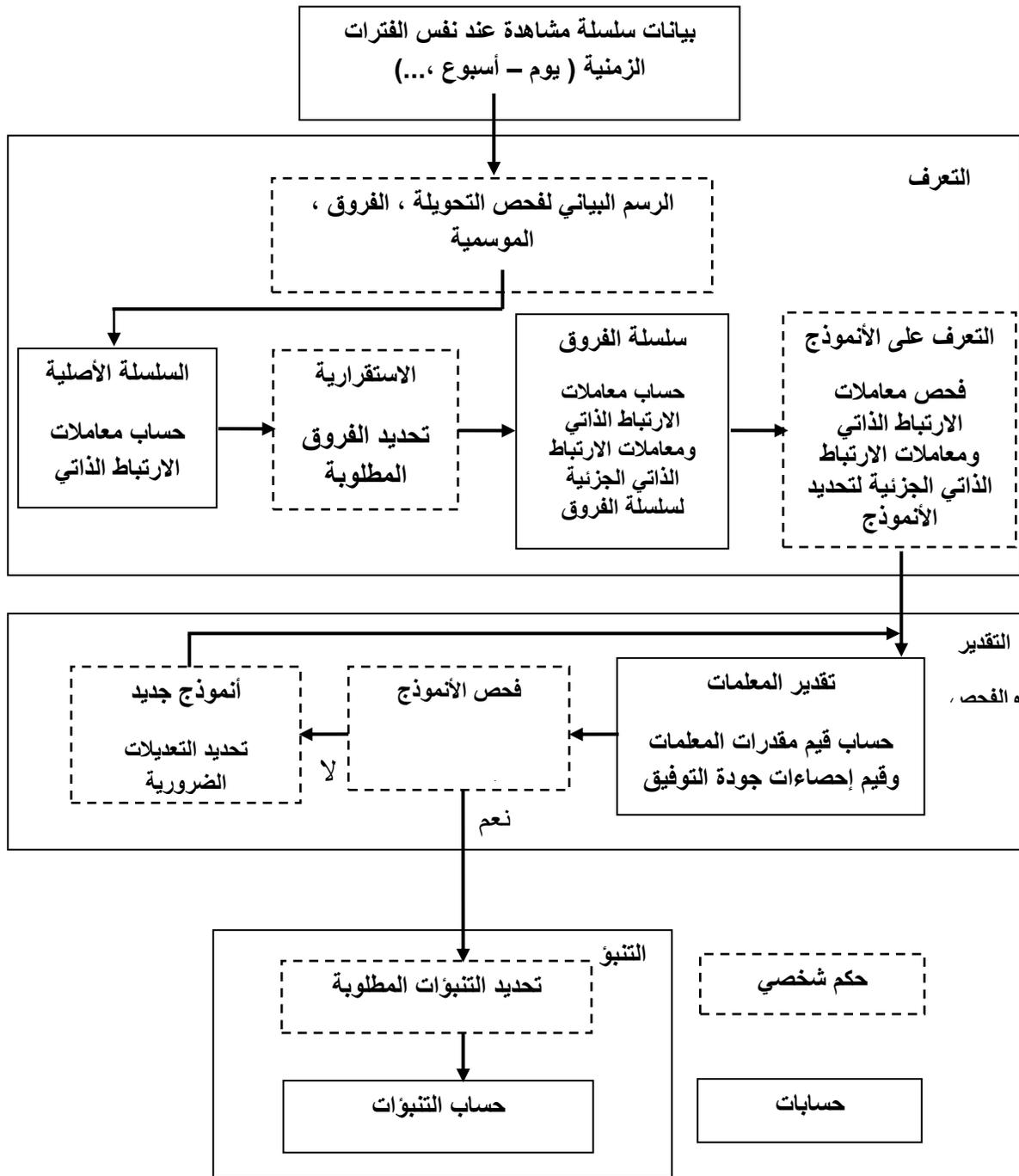
إن عملية ARIMA قادرة على وصف مجموعة من السلاسل الزمنية غير المستقرة ذات اتجاه عام . إن هذه العملية طورت بوصفها جزءا رئيسيا لمنهجية بوكس – جنكيز ، وتقدم هذه المنهجية إجراءات نظامية لتعريف الأنموذج الملائم للسلاسل الزمنية المعقدة Complex Time Series والتي تحتوي على تغيرات الاتجاه العام والدورية والموسمية وحتى التقلبات ( التذبذبات ) العشوائية Irregular (Xuan,2004) Fluctuations .

إن أسلوب بوكس – جنكيز المتكرر Iterative في بناء النماذج الخطية للسلاسل الزمنية يتكون أساسا من أربع خطوات :-

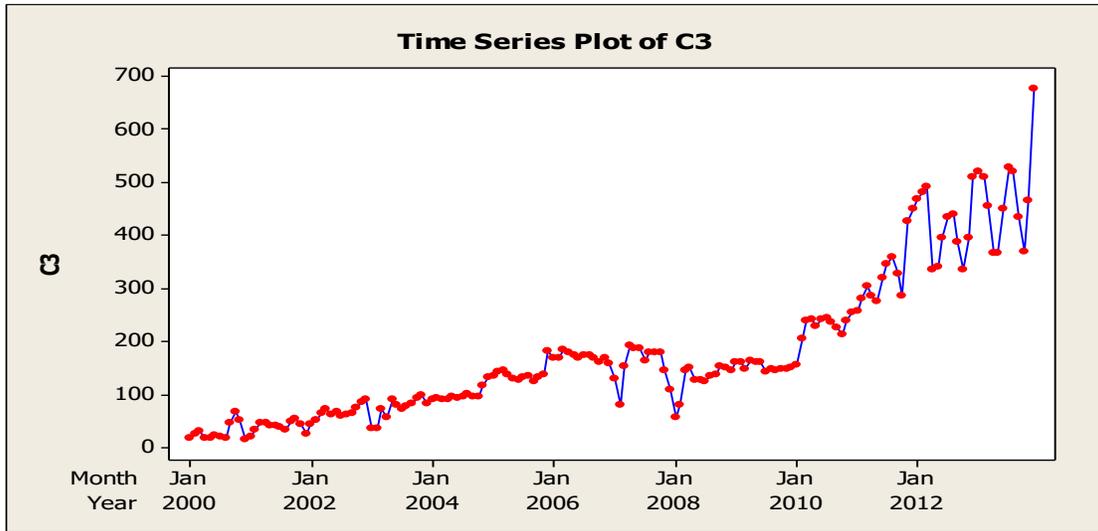
- ١- التعرف على المواصفات الأولية للأنموذج
- ٢- تقدير معاملات للأنموذج
- ٣- فحص مدى ملاءمة للأنموذج
- ٤- التنبؤ بالقيم المستقبلية

### ٣. الجانب التطبيقي

ان البيانات التي استخدمت في هذا البحث تمثل سلسلة زمنية شهرية بواقع (170) مشاهدة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك والمقدرة بالميكوات



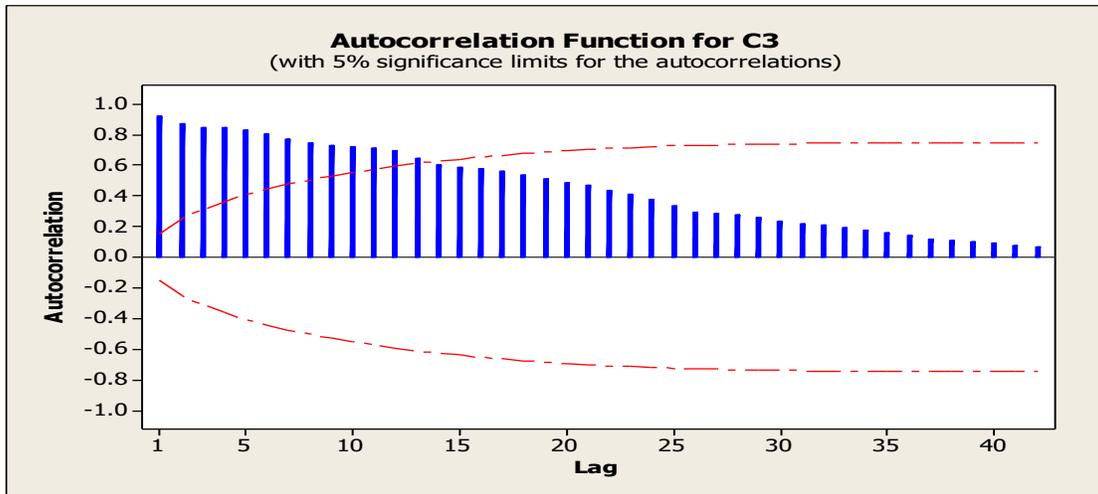
شكل (1): خريطة مسار أسلوب بوكس - جنكز



شكل (١) الرسم الزمني لملاحظات لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك

للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣

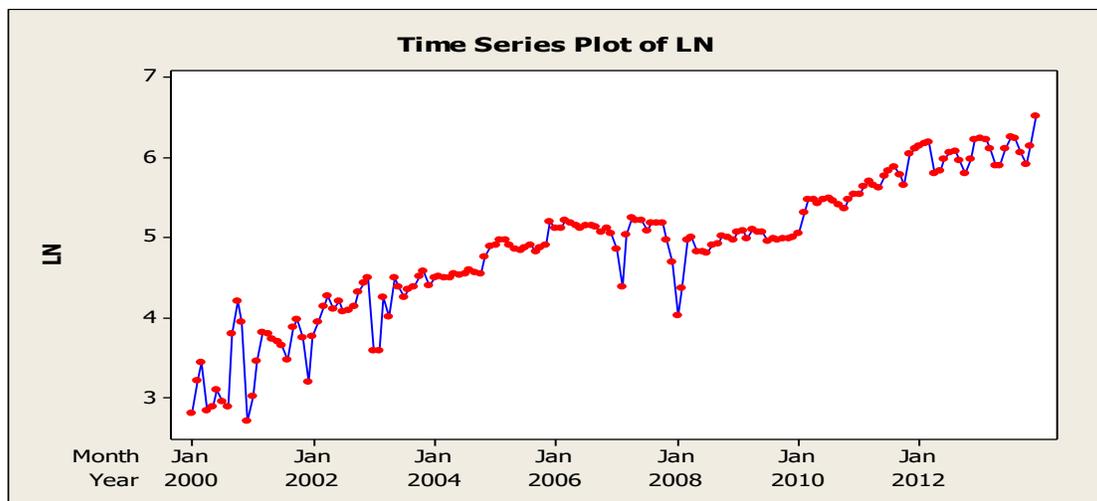
يبين الشكل (١) أعلاه الرسم البياني لملاحظات هذه السلسلة. إذ نلاحظ من خلال فحص الرسم البياني لهذه السلسلة بأن هناك تشتتاً واضحاً حول التباين بمعنى وجود نمط التباينات الكبيرة والتباينات الصغيرة للسلسلة مما يؤكد وجود تأثيرات عشوائية وعدمه من خلال رسم دالة الارتباط الذاتي لهذا السلسلة كما في شكل (٢)



شكل (٢) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك

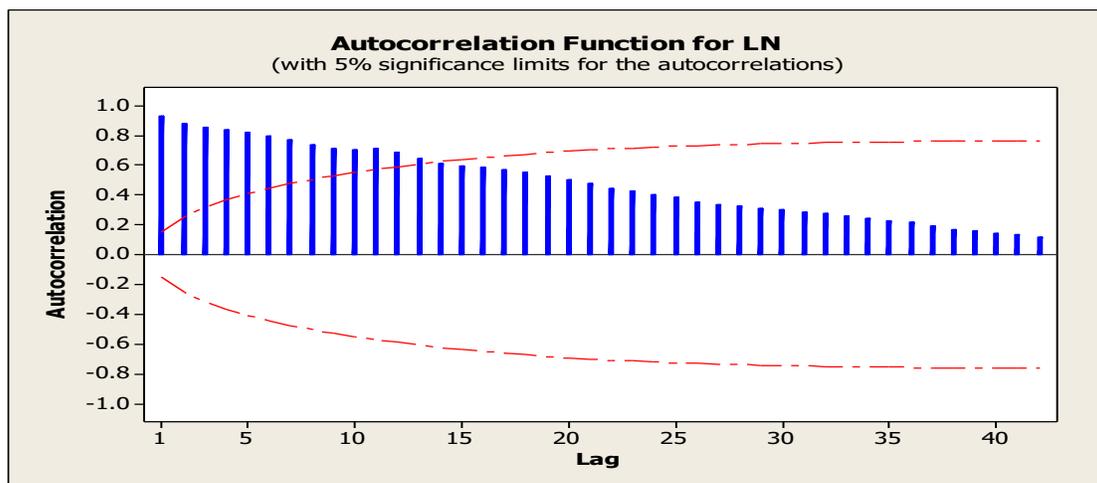
إذ نلاحظ من خلال هذه الشكل ظهور تخلفات معنوية عند الفترات ١ و ٢ و ٣ بالإضافة إلى التخلفات ٤، ٥، ٦ (بمعنى قيم معاملات الارتباط الذاتي للمجتمع  $\rho_k$  لهذه التخلفات تقع خارج حدي الثقة الأعلى والأسفل بمستوى معنوية ٥% أي ترفض فرضية العدم  $H_0: \rho_k = 0$  وتقبل الفرضية البديلة  $H_1: \rho_k \neq 0$  القائلة بأن معاملات الارتباط الذاتي للمجتمع تختلف معنوياً عن الصفر) وهذا يدل على عدم اقتراب معاملاتهما من الصفر بسرعة كافية كلما زاد مقدار الفجوة الزمنية  $k$  عندما  $k = 1, 2, 3, \dots$  ومن هنا نستنتج أيضاً بأن السلسلة غير مستقرة.

لتحويل السلسلة الزمنية غير المستقرة الى سلسلة مستقرة فأن الشكل (٣) يمثل السلسلة بعد اخذ التحويل اللوغاريتمي لغرض تثبيت التباين .



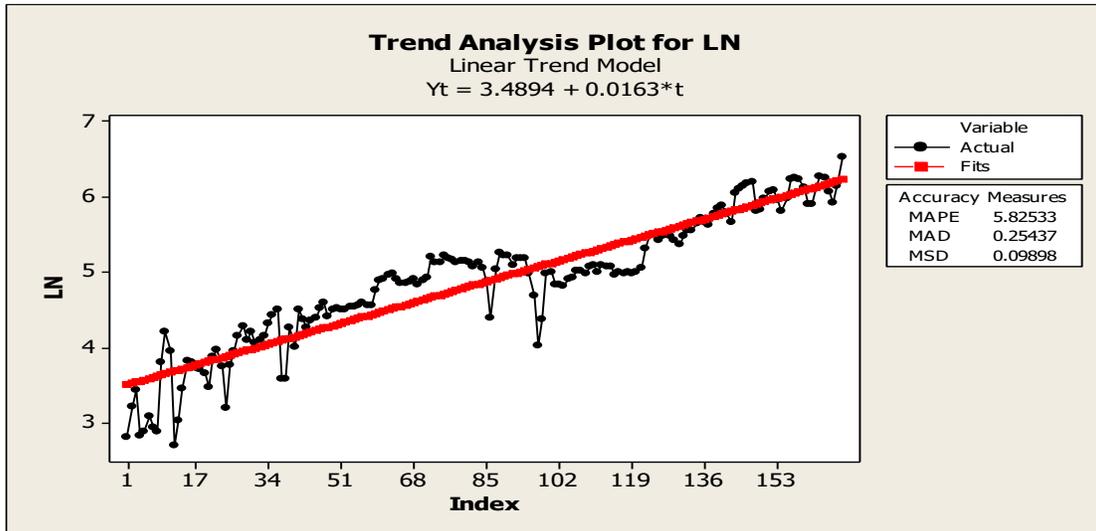
شكل (٣) : الرسم البياني للوغاريتم سلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣

حيث نلاحظ من خلال الرسم بأن تباين المشاهدات ثابت نسبياً مع الزمن وفي هذه الحالة نقوم بفحص الرسم أعلاه لملاحظة إذا كان هنالك اتجاه عام أم لا ، حيث أن هنالك طريقتين لمعرفة ذلك : كما في الشكل (٤) :

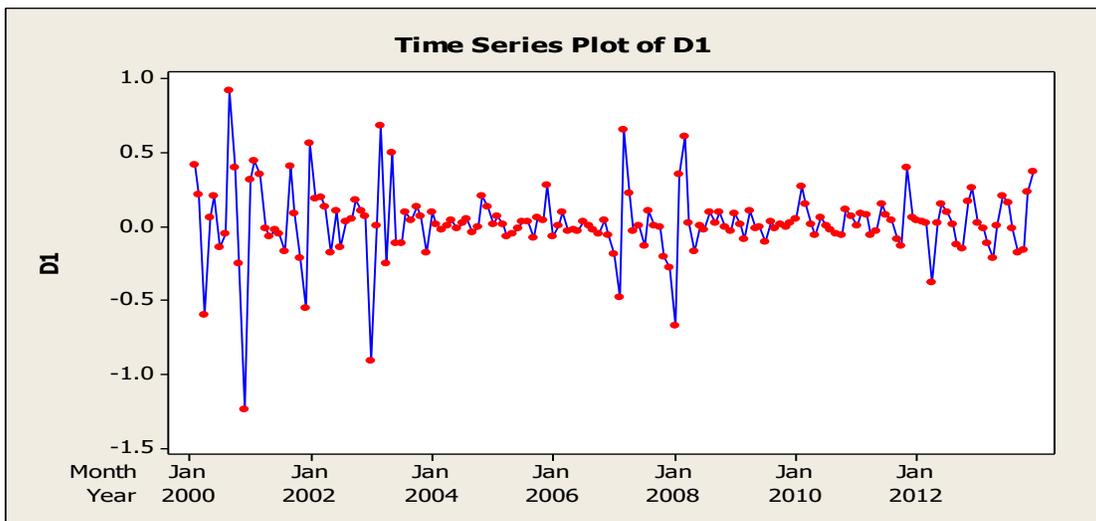


شكل (٤) : دالة الارتباط الذاتي للتحويلة اللوغاريتمية لسلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣

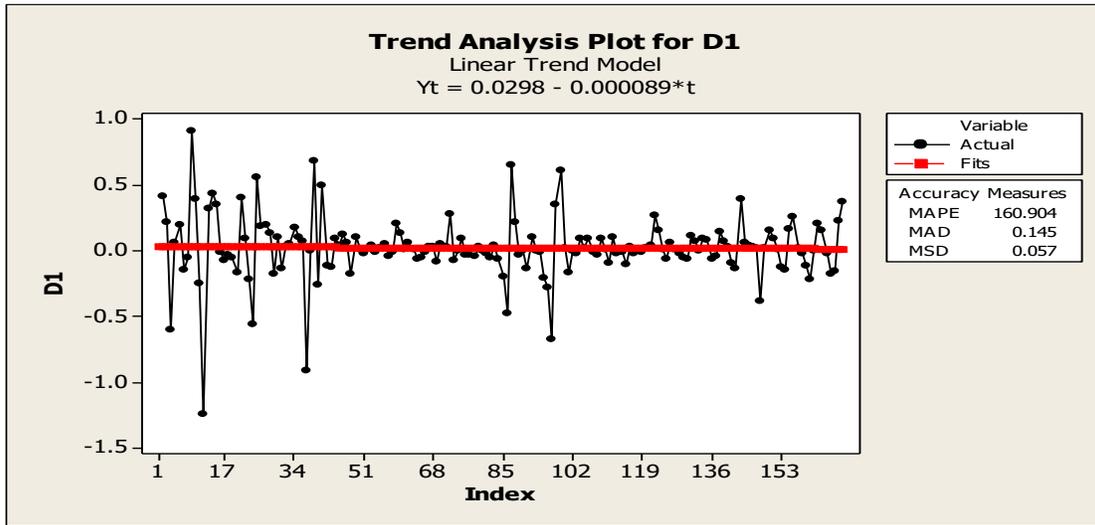
نلاحظ من خلال فحص الشكل (٤) بأن قيم معاملات الارتباط الذاتي المناظرة لقيم  $k = 1, 2, 3, \dots$  الكبيرة عندما لا تقترب من الصفر بسرعة كافية فأن هذا يدل على وجود اتجاه عام. في هذه الحالة وذلك لوجود اتجاه عام. في الشكل (٥) :



شكل (٥): تحليل الاتجاه العام لسلسلة التحويل اللوغاريتمي لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣. نلاحظ من خلال فحص الشكل أعلاه بأن هنالك اتجاها عاما متزايدا خلال الفترة نستنتج من هاتين الطريقتين بأن السلسلة غير مستقرة. ولكي نزيل الاتجاه العام في ومدتها ١٤ سنة مما يدل على عدم ثبات متوسط السلسلة خلال الزمن. هذه السلسلة تم اخذ الفرق الأول للتحويل اللوغاريتمي لسلسلة معدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك كما مبين في الشكلين (٦) و (٧) الآتيين:

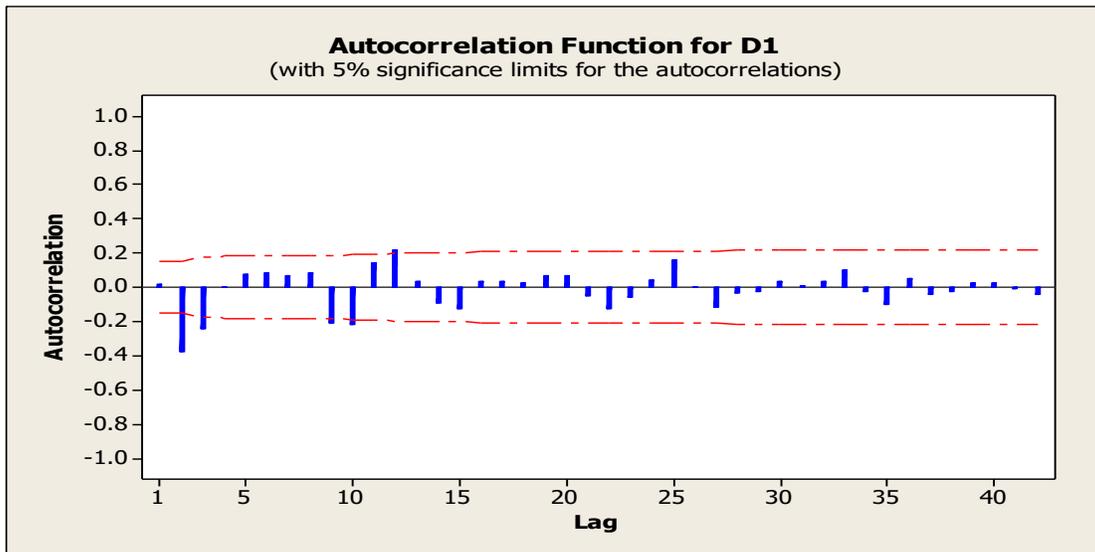


شكل (٦): الرسم البياني للفرق الأولى للتحويل اللوغاريتمي لسلسلة معدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٥ ولغاية كانون الاول ٢٠١٠



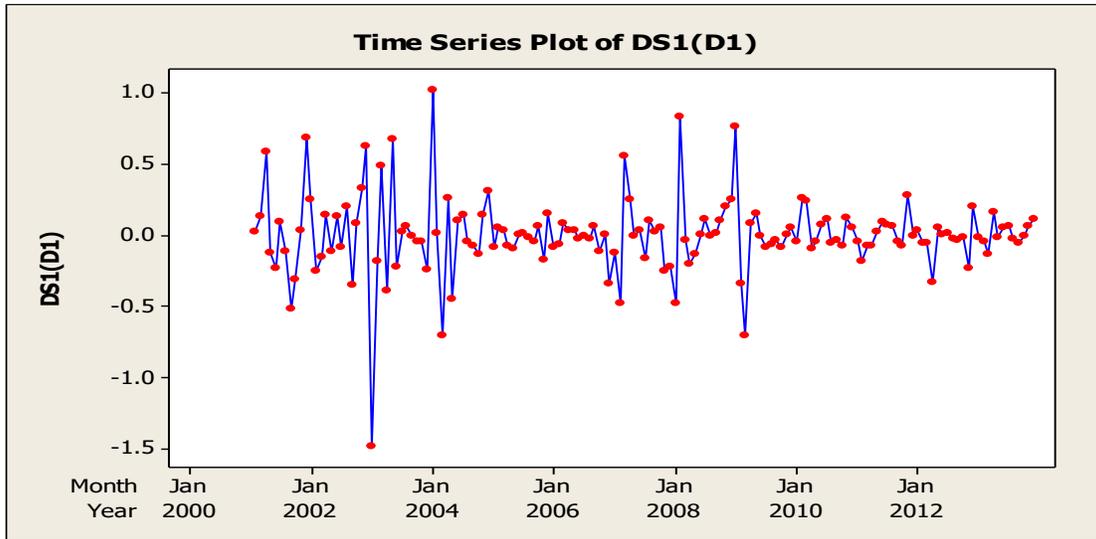
شكل (٧): تحليل الاتجاه العام لسلسلة الفروق الأولى بعد تثبيت التباين لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣

ولمعرفة فيما إذا كان هنالك نمط موسمي أم لا من خلال فحص الشكل (٦) من الصعوبة ملاحظة اثر الموسم في هذا الشكل ، ولكن في حالة رسم دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروق الأولى بعد تثبيت التباين كما في الشكل (٨) :



شكل (٨) : دالة الارتباط الذاتي للفروق الأولى بعد تثبيت التباين لسلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣

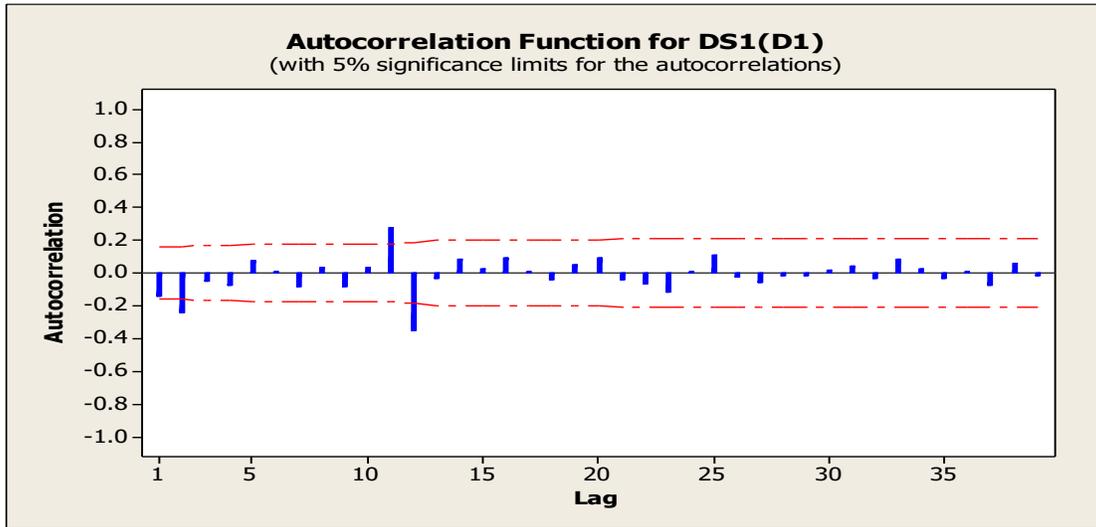
نلاحظ من الشكل (٨) بأن قيم معاملات الارتباط الذاتي عند فجوات زمنية العدد لا تقترب من الصفر بسرعة كافية ، وبالتالي فإن هذا يدل على وجود اخذ فروق موسمية عند  $S=12$  لتحقيق استقرارية السلسلة . ولإزالة اثر الموسم تم اخذ فروق موسمية عند  $S=12$  ، لأن الهدف من استخدام الفروق الموسمية ليس إزالة جميع العناصر الموسمية بل التوصل إلى الاستقرار حتى يمكن بناء نموذج لجميع المشاهدات كسلسلة واحدة كما مبين في الشكل (٩):



شكل (٩): الرسم البياني لسلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك الثاني بعد إزالة الاتجاه العام والموسم من البيانات المحولة باستخدام التحويلة

اللوغاريتمية

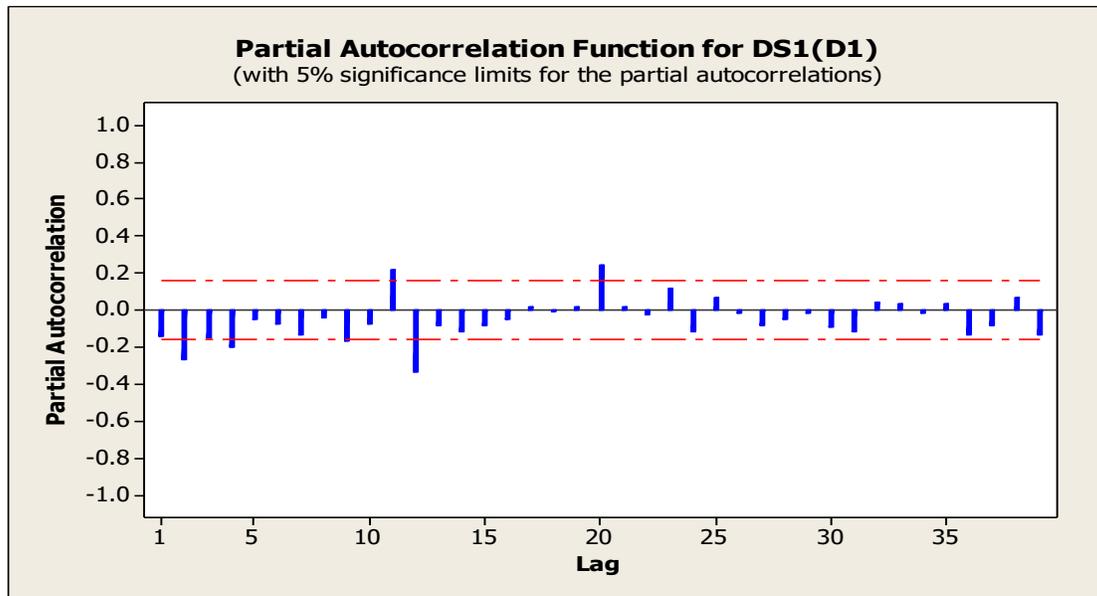
ونلاحظ من الشكل (٩) أن تبين المشاهدات ثابت نسبيا مع الزمن ، وإن الاتجاه العام ويمكن أن نلاحظ تحقق الاستقرارية أيضا من خلال الشكل التالي والذي يقدم معاملات وائر الموسم قد تمت إزالتها لغرض تثبيت متوسط السلسلة خلال الزمن وبذلك أصبحت الارتباط الذاتي للسلسلة والتي أصبحت جاهزة للتعرف على الأنموذج الملائم لها السلسلة الزمنية مستقرة.



شكل (١٠): دالة الارتباط الذاتي لسلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك للفترة من كانون الثاني ٢٠٠٠ ولغاية كانون الاول ٢٠١٣ بعد إجراء

التحويل اللوغاريتمي واخذ الفروق

للتعرف على الأنموذج من خلال الشكل (١٠) الذي يمثل دالة الارتباط الذاتي لعينة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي هو الأنموذج المضرب الموسمي  $ARMA(2,1)$  للمشاهدات وكذلك من خلال الشكل (١١) والذي يمثل دالة الارتباط الذاتي الجزئي  $\times SARMA(0,1)$  للسلسلة المستقرة . فأن الأنموذج الافضل الذي تم اختياره من خلال فحص دالة



شكل (١١): دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة لمعدلات الطاقة الكهربائية الشهرية المجهزة الى مدينة دهوك

بعد إجراء التحويل اللوغاريتمي واخذ الفروق

#### ٤. تقدير المعالم وفحص النموذج

بعد التعرف على النموذج الافضل ، تم تقدير معالم (نموذج  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_{12}$ ) والحصول على النتائج التالية :

جدول (١):تقدير معالم النموذج المنضرب الموسمي  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_{12}$

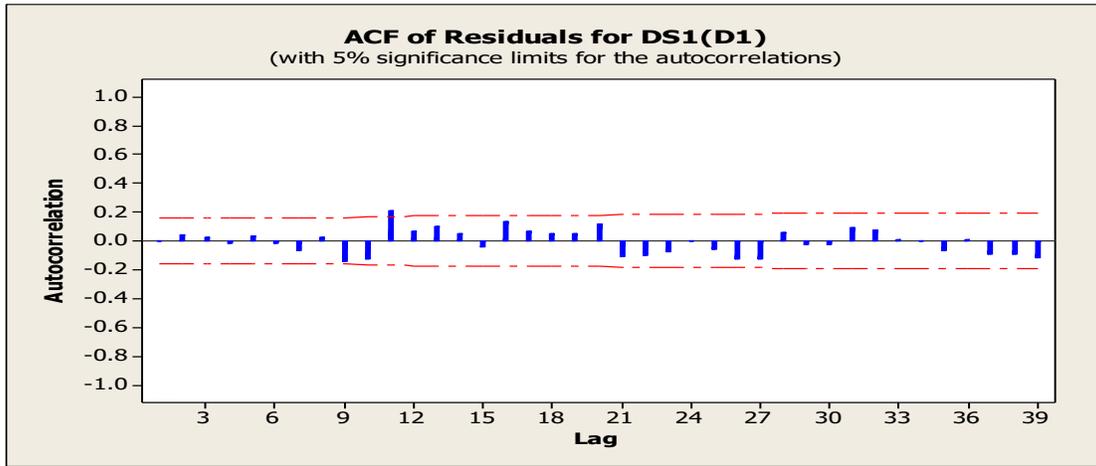
##### A- Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.5776	0.0979	5.90	0.000
AR 2	-0.3378	0.0841	-4.01	0.000
MA 1	0.7793	0.0727	10.72	0.000
SMA 12	0.7605	0.0583	13.04	0.000

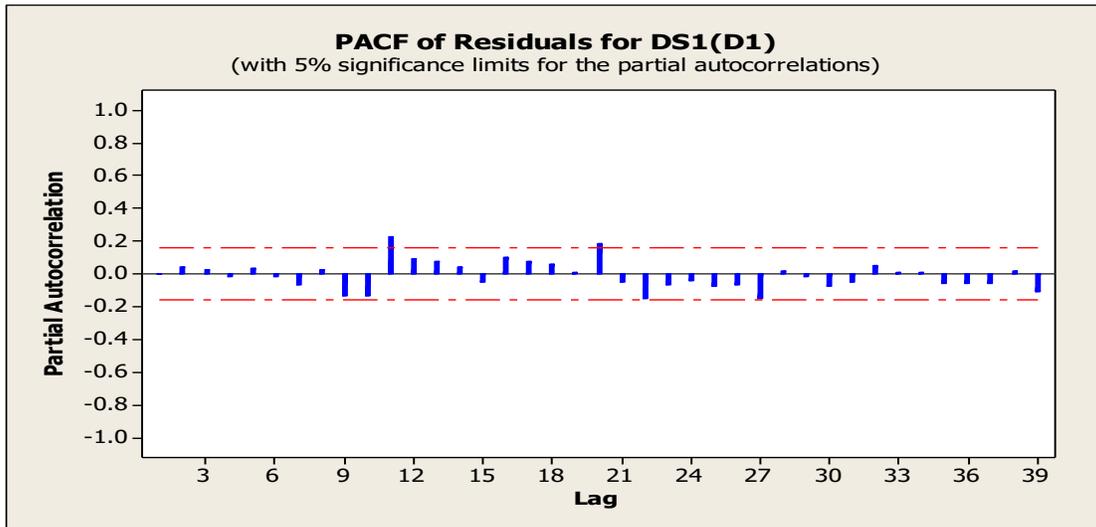
##### B- Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	Chi-Square	DF	P-Value
12	15.6	8	0.048
24	30.6	20	0.060
36	41.5	32	0.121
48	53.2	44	0.161

Number of observations	=155
SS Residuals	= 5.98280 (backforecasts excluded)
MS Residuals	= 0.03962
DF	= 151



شكل (12) : دالة الارتباط الذاتي لبواقي أنموذج  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)$



شكل (13) : دالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي أنموذج  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)$

أن اختبار المعلمات المقدرة للأنموذج أعلاه قد نجح لأن القيمة المطلقة لجميع المعلمات المقدرة للأنموذج أعلاه (أي معاملات الانحدار الذاتي AR ومعلمة المتوسطات المتحركة MA ومعلمة المتوسطات المتحركة الموسمية SMA المقدرة) أكبر من ضعف الخطأ

وأدناه الفحوص التشخيصية لهذا الأنموذج :  
أ- اختبار معنوية المعلمات المقدرة للأنموذج الموفق

الناتي للبواقي لا تختلف معنويا عن الصفر ، وبالتالي فان الأخطاء عبارة عن تغيرات عشوائية بحتة ، أي احتمال أن يكون النموذج هو نموذجاً عشوائياً بحتاً .

استناداً للمعطيات اعلاه نستنتج بأن نموذج  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_{12}$  هو النموذج الملائم للبيانات المتاحة لأنه نجح في اختبار معنوية المعلمات المقدره للنموذج بالإضافة إلى نجاحه في اختيار تحليل البواقي ( بمعنى آخر نجح في اختبار الفحوص التشخيصية لهذا النموذج ) وأن قيمة متوسط مربع الخطأ لهذا النموذج هي 0.03962 وأن قيمة الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ Root Mean Square Error تعرف كالآتي :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{t=1}^m (y_t - \hat{y}_t)^2} = 0.199$$

ج- التنبؤ

ثم تم تقدير التنبؤ للنموذج الذي ثبتت ملاءمته للبيانات المتاحة بعد نجاحه في اختبار الفحوص التشخيصية بالنسبة لأشهر عام 2014 كما موضح بالجدول الآتي:

جدول (٢): مقارنة بين قيم التنبؤية للنموذج المقترح (نموذج  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_{12}$ )

مع القيم الحقيقية لأشهر عام ٢٠١٤ لمعدلات الطاقة الكهربائية المجهزة الى مدينة دهوك

أشهر عام ٢٠١٤	Actual Values القيم الحقيقية	Forecast value قيم التنبؤ
كانون الثاني	-٠,٠٤٠٣٠٢	-٠,٠٩٧٣٨٤
شباط	-٠,٠٥٣٦٢٨	-٠,٠٦٤٦٥٥
آذار	٠,٠٢٢٩٤٩	٠,١٤٠٤٠٨
نيسان	-٠,٠٥٨٣١١	٠,١٠٨٠٥٢
أيار	٠,٠٤٦١٧٤	٠,٠٠٦٥٩٠
حزيران	-٠,٠٧٤٥١٦	-٠,٠٨٩٤٥٥
تموز	-٠,٠٦٣٨٦٠	-٠,١١٥٦٧٧
أب	٠,٠٦٣٧٠٣	٠,٠٢٦٨٨٩
أيلول	٠,٠٣٨٥٥٦	٠,١٠٦٨٤٨

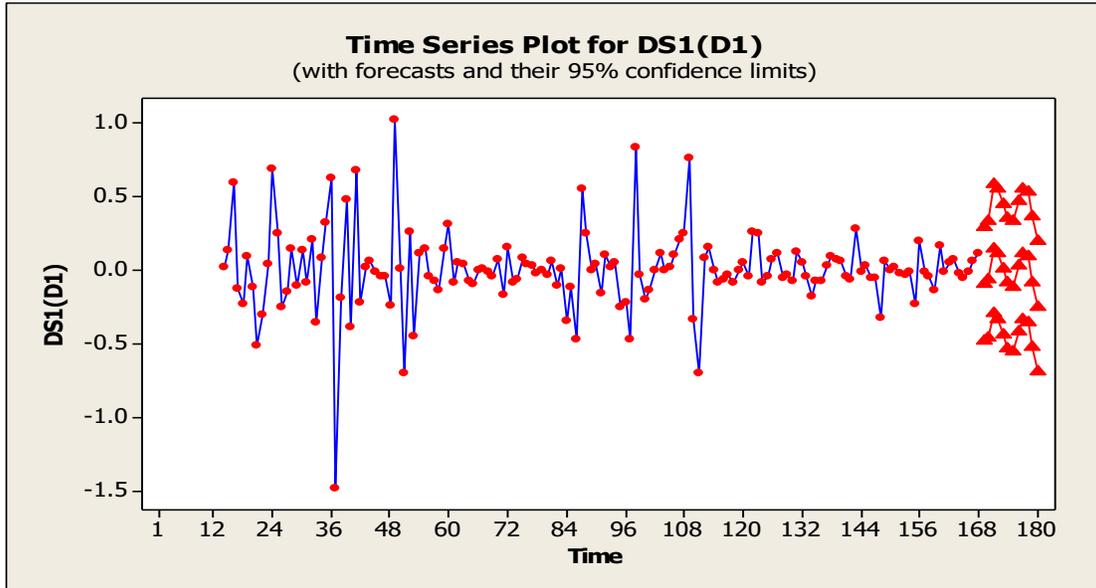
المعياري SE لتلك المعلمات المقدره والتي تساوي على التوالي القيم التالية 0.1166، 0.1454، 0.1682، 0.1958. أو نلاحظ بأن جميع قيم P لتلك المعلمات المقدره والتي تساوي على التوالي 0.000، 0.000، 0.000 و 0.000 اقل من 0.05 فإن هذا يدل على رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة القائلة بأن معلمة النموذج تختلف معنويا عن الصفر ، وبالتالي تبقى في النموذج .

ب- اختبار تحليل البواقي للنموذج اعلاه قد نجح في كلا الاختبارين الآتيين :

• عند فحص رسومات دالة الارتباط الناتي والارتباط الناتي الجزئي لبواقي النموذج اعلاه ، نلاحظ بأن معاملات الارتباط الناتي والارتباط الناتي الجزئي للبواقي لا تختلف معنويا عن الصفر ( تقع ضمن حدي الثقة الأعلى والأسفل ) وبالتالي قبولها كمتغيرات عشوائية بحتة.

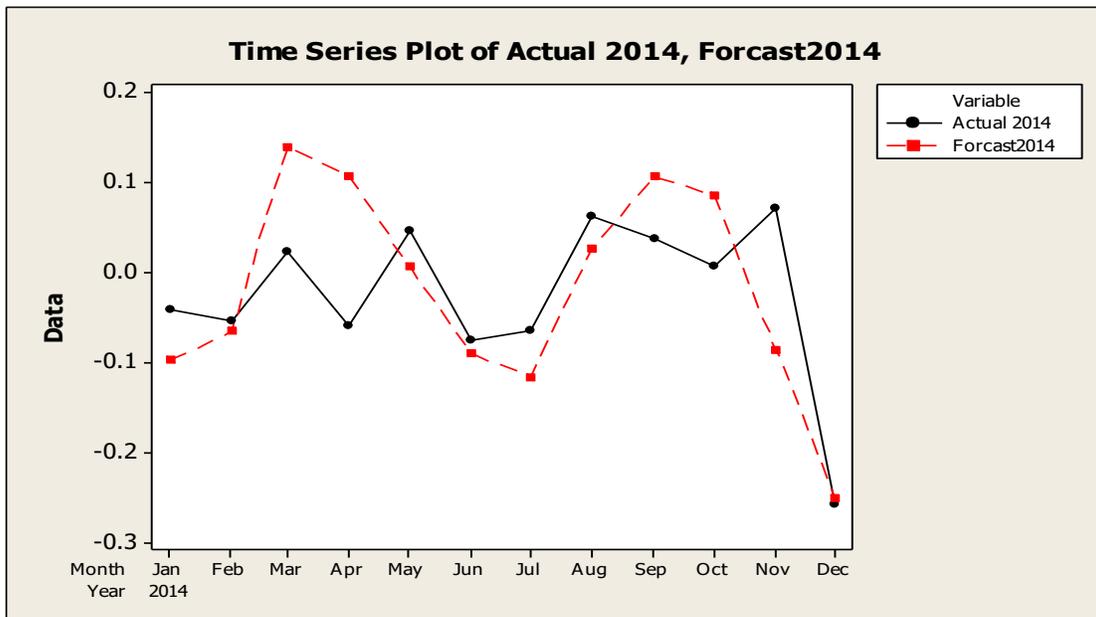
• عند فحص اختبار مربع كاي للنموذج اعلاه ، نلاحظ بأن جميع قيم P-Value في هذا الاختبار المناظرة لقيم Chi-Square الإحصائية عند k تساوي ٢٤ ، ٣٦ ، ٤٨ بدرجات حرية مختلفة عند 20، 32، و 44 على التوالي (ماعداد k=12 بدرجة حرية ٨) أكبر من 0.05 فإن هذا يدل على قبول فرضية العدم القائلة بأن معاملات الارتباط

تشرين الأول	٠,٠٠٨٠١٣	٠,٠٨٦٥٤٥
تشرين الثاني	٠,٠٧١٣٨٢	-٠,٠٨٥٢٢٣
كانون الأول	-٠,٢٥٨٦٧١	-٠,٢٤٩٩٥٣



شكل (١٤): الرسم البياني للقيم التنبؤية المستقبلية للسلسلة الزمنية لاشهر عام ٢٠١٤

لمعدلات الطاقة الكهربائية المجهزة الى مدينة دهوك



شكل (١٥): مقارنة بين قيم التنبؤ اعتمادا على الأتمودج الموسمي المنضرب (أتمودج  $(ARMA(2,1) \times SARMA(0,1))_{12}$ )

مع القيم الحقيقية لاشهر عام ٢٠١٤ لمعدلات الطاقة الكهربائية المجهزة الى مدينة دهوك

للا نموذج ، وفقا لهذا الانموذج تم التنبؤ لخطوة واحدة للامام ل (12) فترة زمنية للمجهزة لمدينة دهوك ل فترة (12) شهرا لسنة 2014 ، حيث اظهرت هذه القيم تناسقيا مع مثيلاتها في السلسلة الاصلية (التنبؤات تقارب قيم السلسلة الاصلية لاشهر عام (2014).

### المصادر باللغة العربية

فاندل، والتر.(1992):" السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس-جنكيز"، تعريب عبد المرضي حامد عزام، دار المريح للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

### المصادر باللغة الاجنبية

- Karaman ,Abdullah S.:(2004). 'An Experimental Study On Forecasting Using Tes Processes', Industrial and Systems Engineering Rutgers, University Piscataway, NJ08854, U.S.A.
- Lendasse ,A., Bodt, E.DE, Wertz , V. and Vwrleysen, M.(2000), "Non-Linear Financial Time Series Forecasting-Application to The Bel 20 Stock Market Index", European Journal of Ecomomic and Social System 14 N °1(2000) 81-91.
- Rojas ,I. and Pomares , H. (2004), "Soft-Computing Techniques for Time Series Forecasting ", ESANN 2004 Proceeding European Symposium on Artificial Neural Network-Bruges (Belgium), d-Side Publi., ISBN2-930307-04-8,pp. 93-102 .
- Xuan , Tang , (2004), "Autoregressive Hidden Markor Model With Application in ELNINO Study ", Department of Mathematics and Statistics, University of Saskatchewan, Saskatoon.

أن الشككين (14) و(15) تمثل التنبؤ لخطوة واحدة للامام ل (12) فترة زمنية مستقبلية لاشهر عام 2014 . ونلاحظ من خلال فحص هذا الشكل بأن قيم التنبؤات تسلك سلوك السلسلة الاصلية. لذا يعد الانموذج المنضرب الموسمي  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_{12}$  ملائم للبيانات المتاحة.

### 5. الخاتمة والاستنتاجات

مما تقدم يمكن تلخيص النتائج التالية :

1. من خلال فحص الاختبارات الاحصائية فان السلسلة الزمنية غير مستقرة في التباين وان هناك اتجاه عام متزايد خلال الفترة مدتها (14) عام , فضلا عن احتوائها على المركبة الموسمية , ومن اجل توفير شروط الاستقرار في السلسلة قمنا اولا بتثبيت التباين مع الزمن نسبيا وثانيا بثبات الوسط الحسابي للسلسلة وذلك بازالة الاتجاه العام باستخدام الفروق الاولى من الدرجة الاولى للوغاريتم البيانات ومن ثم ازالة اثر الموسم باستخدام الفروق الموسمية من الدرجة (12) للفروق الاولى لسلسلة معدلات الطاقة الكهربائية المجهزة الى مدينة دهوك.
2. بعد استقراره السلسلة تم تقدير الانموذج الملائم والكفؤ من عدة نماذج بعد نجاحه في اختبار الفحوص التشخيصية للانموذج (اي اختبا ومعنوية المعلمات المقدرة للنموذج واختبار تحليل البواقي) بالاضافة الى المعيار الاحصائي الذي يمثل الجذر التربيعي لخطأ التنبؤ ( RMSE ) الذي يحقق اقل الانحرافات.

3. يعد الانموذج الموسمي المنضرب  $ARMA(2,1) \times SARMA(0,1)_{12}$  الافضل والاكفأ للتنبؤات المستقبلية بعد نجاحه في اختبار الفحوص التشخيصية

## الملحق (١)

## معدلات الطاقة الكهربائية المجهزة الى مدينة دهوك

Month	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧
Jan.	16.5	20.6	43.05	36	90.5	134.5	167.61	129.48
Feb.	25	31.92	51.91	36	91.5	143.37	167.39	80.21
Mar.	31	45.31	63.29	71	89.5	145.44	184.6	153.53
Apr.	17	44.7	72.15	55	90.05	136.08	178.88	191.43
May.	18	41.78	60.43	90	94.03	128.63	174.13	185.55
Jun.	22	40.63	67.27	80	92.97	127.16	167.61	185.35
Jul.	19	38.43	58.49	71	94.71	130.91	172.23	161.65
Aug.	18	32.48	60.41	78	99.64	135.45	172.93	178.99
Sep.	45	48.58	63.43	81	95.71	124.56	169.35	179.22
Oct.	67	53.11	75.44	92	94.86	131.72	160.43	178.27
Nov.	52	42.8	84.03	98	116.58	136.47	167.59	144.49
Dec.	15	24.5	90	82	132.79	180.49	157.16	108.91
Month	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	
Jan.	56	159.15	155.74	256.25	467.32	519.44	661.10	
Feb.	79	161.24	204.32	280.20	481.29	510.42	615.70	
Mar.	146	147.16	237.88	302.94	491.19	454.99	561.57	
Apr.	149	163.62	241.43	285.86	334.41	365.20	425.22	
May.	126	160.57	226.91	275.39	340.18	366.77	447.22	
Jun.	126	159.15	241.20	319.62	395.34	449.83	509.12	
Jul.	123	143.10	242.83	344.97	434.02	527.54	560.13	
Aug.	135	147.86	237.06	357.56	439.61	518.95	587.26	
Sep.	138	145.52	225.81	326.28	387.69	433.68	510.05	
Oct.	152	147.27	212.45	286.01	334.18	369.67	438.27	
Nov.	150	146.12	238.21	425.07	395.21	466.23	593.65	
Dec.	146	148.88	255.18	450.39	509.89	675.63	664.20	

المصدر: دائرة توزيع الكهرباء لمدينة دهوك