

جامعة محمد بوضياف المسيلة

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم علوم التسيير

الملتقى العلمي الدولي حول:

التحول الرقمي للمؤسسات والنماذج التنبؤية على المعطيات الكبيرة

يومي 12-13 نوفمبر 2017

عنوان المداخلة:

أهمية استخدام نماذج التنبؤ - طريقة بوكس جينكينز

دراسة تطبيقية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز لمؤسسة سونلغاز الجلفة

الأستاذ: مولود كبير

أستاذ محاضر - ب -

جامعة زيان عاشور بالجلفة

البريد الإلكتروني:

mouloudkebir@gmail.com

رقم الهاتف:

05.55.83.88.88

أ. نوار محمد

باحث دكتوراه - تدقيق ومراقبة التسيير

جامعة الجزائر 3

البريد الإلكتروني:

NouaraMohamed.djelfa@gmail.com

رقم الهاتف:

06.60.20.39.78

الأستاذ: قمان عمر

أستاذ محاضر - ب -

جامعة زيان عاشور بالجلفة

البريد الإلكتروني:

Gamane_amar@yahoo.fr

رقم الهاتف:

06.65.03.86.45

ملخص

تقوم هذه الدراسة في البحث عن القدرة التنبؤية للنماذج الكمية وأهميتها بالنسبة لأهم المؤسسات الاقتصادية الوطنية والمتمثلة في مؤسسة **سونلغاز** فرع ولاية الجلفة، حيث من خلال هذه النماذج يمكن التنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز لولاية الجلفة، وهذا من خلال استخدام مختلف المعلومات المحصل عليها من المؤسسة والمتعلقة باستهلاك الكهرباء والغاز لولاية الجلفة خلال الفترة الممتدة من شهر جانفي 2012 إلى شهر مارس 2017. حيث تم استخدام طريقة **بوكس جينكينز** والتي تكون فعالة على المدى القصير، ويجب إتباع مراحل معينة يتم من خلالها القيام بعدد من الاختبارات والتصحيحات، لنصل في الأخير إلى تنبؤ صالح. **الكلمات المفتاحية:** نماذج تنبؤ الاستهلاك، طريقة بوكس جينكينز.

Abstract

This study investigates the predictive capacity and importance of quantitative models for the most important national economic institutions represented by the **Sunlagaz** Corporation of the State of Djelfa. Through these models, electricity and gas consumption can be forecasted for the state of Djelfa. This is achieved through the use of various information obtained from the Corporation regarding electricity consumption And gas to the state of Djelfa during the period from January 2012 to March 2017.

The use of the **Box Jenkins** method, which is effective in the short term, should be followed by certain stages through which a number of tests and corrections, to get the last to a valid prediction.

Key words: Consumer Prediction Models, **Box Jenkins** Method.

مقدمة

إن التنبؤ في الوقت الحالي يعتبر من أهم الأدوات التي تتمكن من المؤسسة من خلالها ضبط خططها وإستراتيجيتها وكذا تصحيحها، وتقوم المؤسسة باستخدام الطرق الكمية للتنبؤ والتي تقوم على الأساليب الرياضية والإحصائية والاقتصادية وكذا القياسية.

إن اختيار المؤسسة للأسلوب المناسب للتنبؤ يتطلب من المسيرين معرفة متطلبات كل طريقة وكذا معرفة مدى واقعية نتائجها. وبما أن هذه الطرق عديدة سنختار التنبؤ الأكثر ملاءمة وهذا من خلال استخدام طريقة بوكس جينكينز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز لمؤسسة سونلغاز بالجلفة.

ومما سبق تتمثل إشكالية ورقتنا البحثية في ما يلي:

ما مدى فعالية طريقة بوكس جينكينز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز لمؤسسة سونلغاز بالجلفة؟

وبغرض الإجابة على إشكالية الورقة البحثية نقترح الفرضية التالية:

تعتبر طريقة بوكس جينكينز فعالة للتنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز على المدى القصير.

المحور الأول: التعريف بوحدة توزيع الكهرباء والغاز بالجلفة

تجاوبا مع احتياجات السوق ومتطلبات التنمية الشاملة وتحقيق التوازن الجهوي، أنشأت سونلغاز (SPA) مديريات للتوزيع على مستوى كل ولاية لتمثيل المؤسسة على المستوى المحلي وكذا السرعة في الاستجابة لطلبات الزبائن، بالإضافة إلى تشجيع استعمال الطاقتين (الكهرباء والغاز) وجعلها في متناول الجميع.

1- نشأة سونلغاز مديرية التوزيع بالجلفة

انشأ مركز الجلفة في سنة 1977 تحت وصاية مركز المدينة، واستقل سنة 1980 حيث أصبح يغطي قطاع الولاية، وبظهور التنظيم الجديد في جويلية 2004 أعطي استقلالية أكثر وتحول إلى مديرية للتوزيع، وسونلغاز ولاية الجلفة فرع تابع للمديرية العامة للتوزيع للوسط (البلدية) وتحتوي على خمسة (5) مقاطعات: الجلفة شرق، الجلفة غرب، مسعد، حاسي ببح وعين وسارة، مقرها كائن ب02 شارع فلسطين وهو إرث استعماري كان يستخدم كموقع لتوليد الكهرباء، يتربع على مساحة تقدر ب 5000 متر مربع تقريبا، تضم 82 مكتبا حلها بحاجة إلى تجديد.

البطاقة التقنية لمديرية التوزيع بالجلفة

الشكل القانوني : شركة ذات أسهم

المقر الاجتماعي : 2شارع فلسطين الجلفة

الهاتف: 027872500 - 027873600

الفاكس: 027872916

المساحة: حوالي 5000متر مربع

عدد المكاتب: 82 مكتبا

الجنسية: جزائرية

المصدر: من إعداد الباحثون اعتماد على معلومات مقدمة من المؤسسة

2- مهام وحدة التوزيع بالجلفة والوكالات التابع لها

هناك مجموعة من المهام التي تقوم بها وحدة التوزيع بالجلفة كما توجد مهام أوكلت للوحدات التابعة لها:

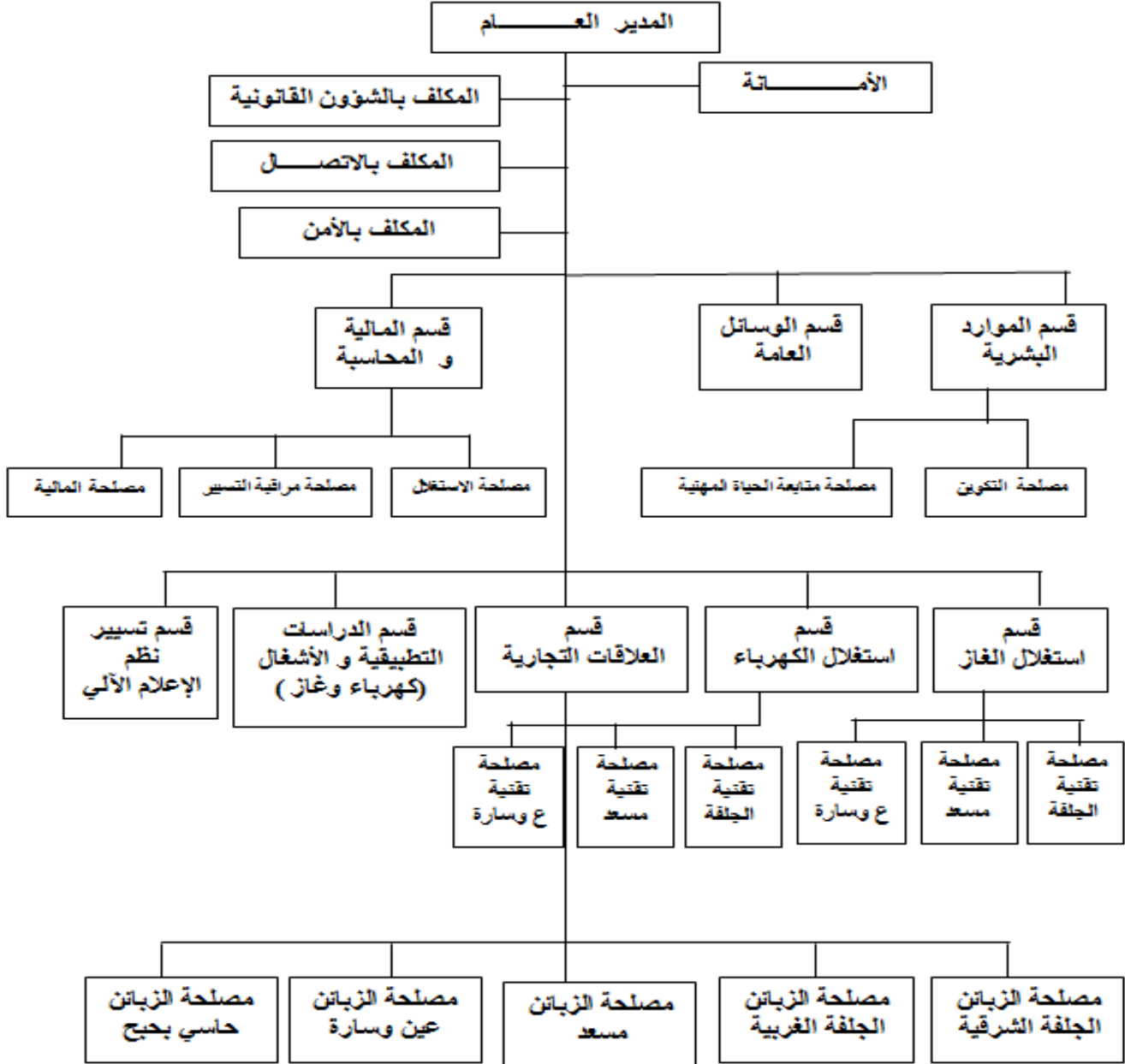
1-2- مهام وحدة التوزيع بالجلفة

تتلخص مهام وحدة التوزيع بالجلفة فيما يلي:

- إنجاز الأهداف المسطرة من طرف المديرية العامة المركزية (DG DC).
 - تطبيق السياسة التجارية المتبعة والتي تخص الزبائن الدائمين أي تلبية حاجات الزبائن من كهرباء وغاز بصفة مستمرة وآمنة وبنوعية رفيعة مع سعي سونلغاز إلى تخفيض تكلفة منتجاتها، وبعبارة أخرى الاستمرارية في تقديم الخدمات.
 - تسيير الوسائل البشرية والمادية الموضوعة تحت تصرف المنظمة من أجل تحقيق الأهداف العامة للمديرية العامة والخاصة بالمركز.
 - تقديم خدمات الزبائن عن طريق الأشغال.
 - تعتبر همزة وصل بين منطقة التوزيع والوكالات التابعة لها.
 - توسيع شبكة التوزيع على المستوى المحلي وصيانة المنشآت الكهربائية والغازية لضمان نوعية واستمرارية الخدمات والمشاركة في التنمية المحلية عن طريق إنشاء مصانع وورشات وبالتالي خلق مناصب شغل متخصصة ومتميزة.
- 2-2- مهام الوكالات التابعة لوحدّة التوزيع بالجلفة**
- تتمثل مهام الوكالات التابعة إقليمياً لوحدّة التوزيع بالجلفة فيما يلي:
- متابعة ملفات الزبائن، ومعاينة العدادات الكهربائية (الاستهلاك)، الاستماع إلى انشغالات الزبائن وذلك بفتح خط هاتفي أحضر للردّ على انشغالات الزبائن.
 - متابعة تحصيل فواتير الدفع، قطع وإعادة التموين بالكهرباء والغاز.
 - إنجاز أعمال الربط البسيط من المنبع إلى العمود، ومتابعة وصيانة شبكة الكهرباء والغاز.

3- الهيكل التنظيمي للمديرية الجهوية للتوزيع بولاية الجلفة

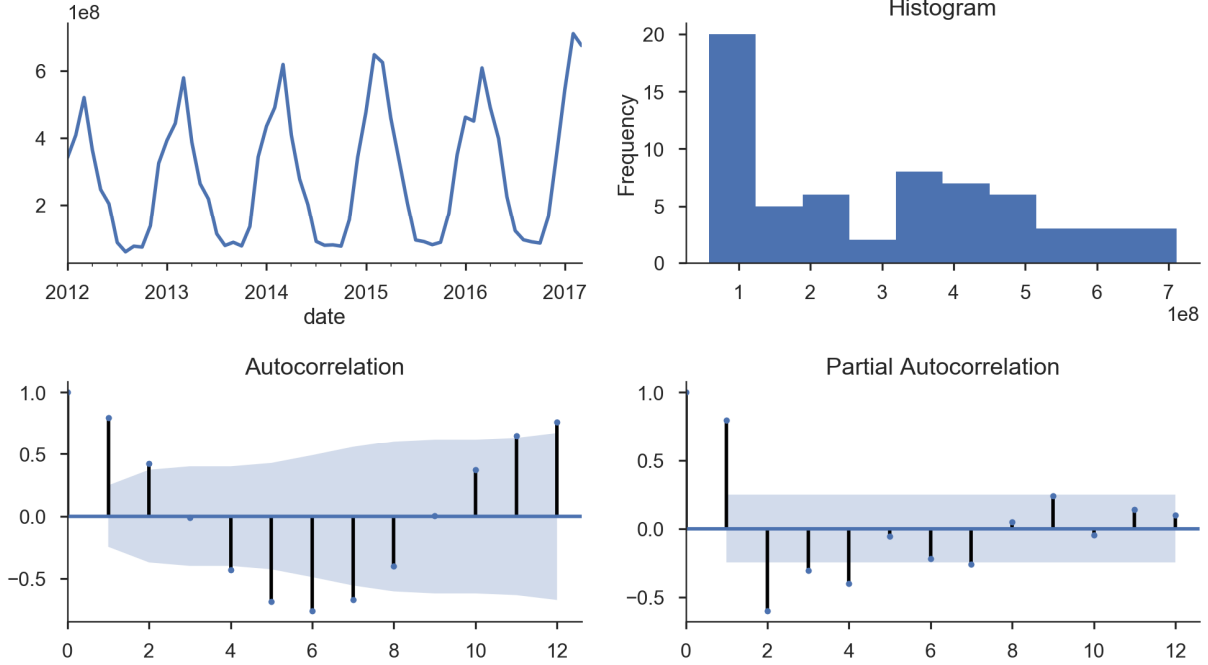
الشكل 1 الهيكل التنظيمي للمديرية الجهوية للتوزيع بولاية الجلفة



المصدر : بناء على الوثائق الداخلية للمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز

المحور الثاني: التنبؤ باستهلاك الغاز:

الشكل 2 - استهلاك الغاز في ولاية الجلفة. 2012 - 2017



المصدر: من إعداد الباحثون.

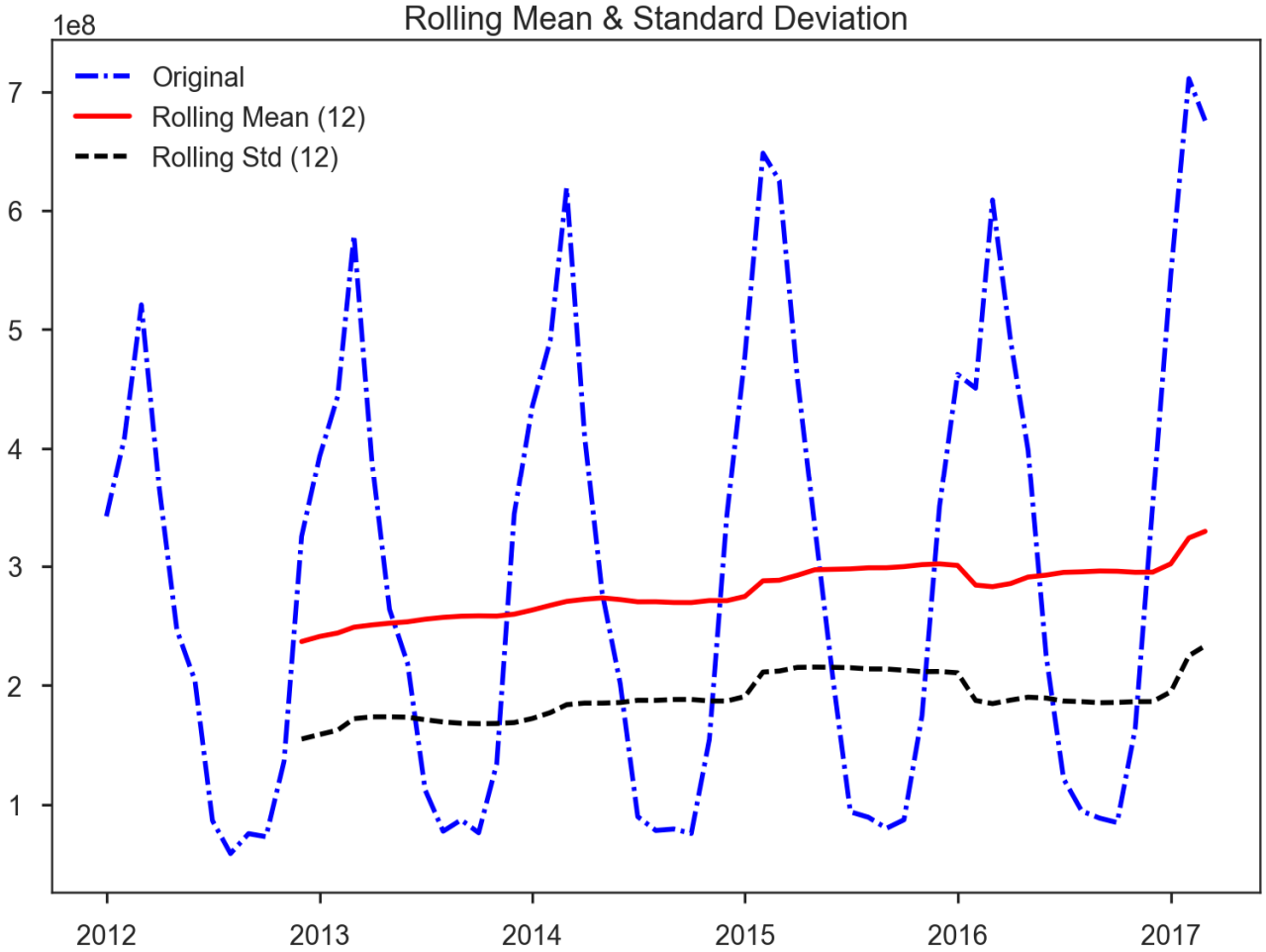
لدينا البيانات المستخدمة والمتمثلة في سلسلة استهلاك الغاز في ولاية الجلفة ممثلة في 63 مشاهدة من جانفي 2012 إلى مارس 2017، ومن خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن الاستهلاك خلال هذه الفترة عرف تطور منتظم في كل سنة مع زيادة منتظمة كذلك في تباين.

كما نلاحظ في المنحنى وجود تذبذبات منتظمة في كل سنة حيث في فترة الصيف يصل استهلاك الغاز أدنى مستوياته ويصل أعلى مستوياته في فترة الشتاء وهذا بديهي كون استهلاك الغاز مرتبط بالجو.

ومنحنى دالة الارتباط وجود ارتباط سالب عند الشهر سادس و ارتباط موجب في الشهر الأخير من السنة أي يمكن القول أن استهلاك السنة الحالية مرتبط باستهلاك السنة القادمة زائد هامش الخطأ. وكذلك أن السلسلة تحتوي على الموسمية.

1- اختبار الجذر الوحدوي:

الشكل 3 - منحى الوسط المتحرك والانحراف المعياري المتحرك



المصدر: من إعداد الباحثون.

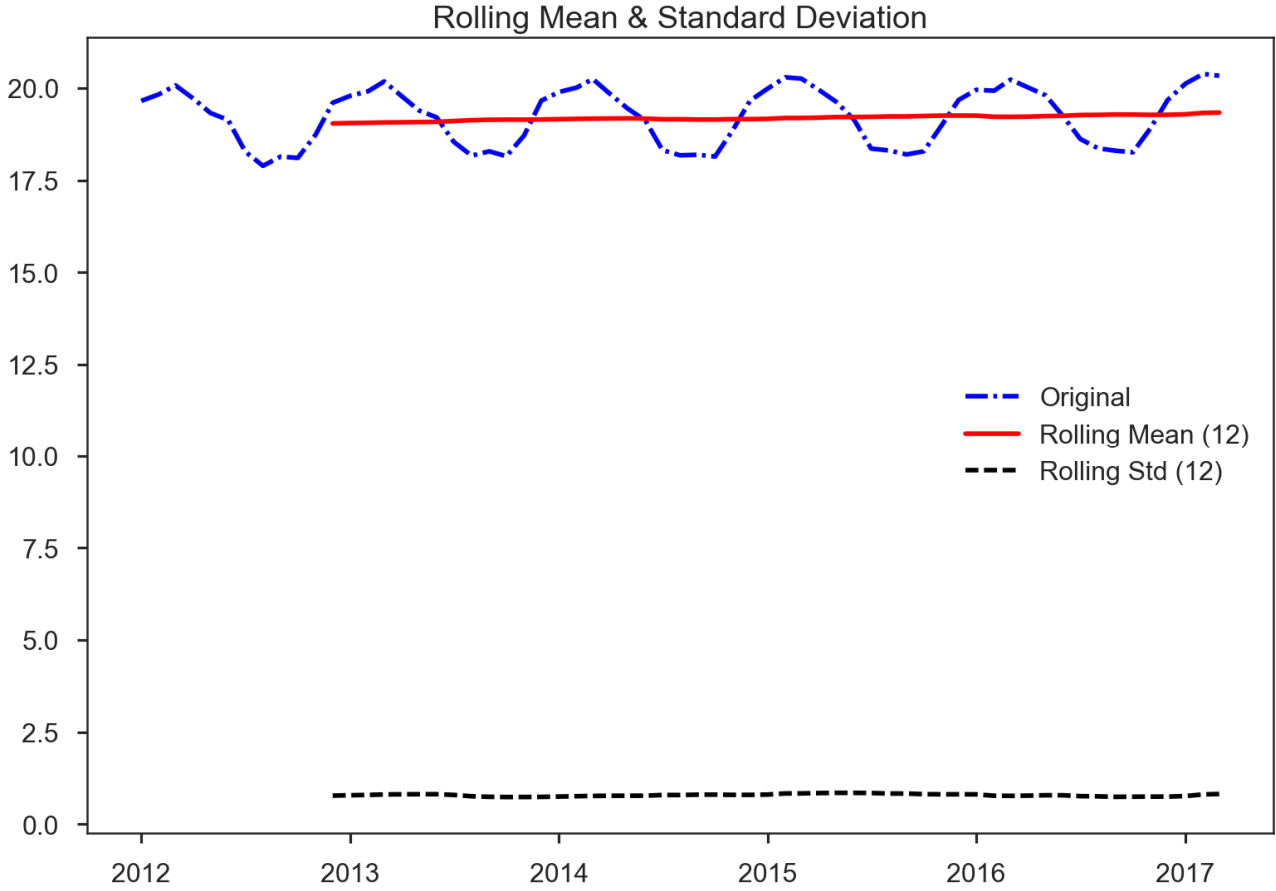
عند اجراء اختبار ديكي فولر المطور نجد القيمة t المحسوبة أكبر من القيمة t الجدولة أي ان السلسلة تحتوي على جذر الوحدة.

ومن ملاحظة الشكل اعلاه نجد ان المتوسط المتحرك لا يتذبذب حول وسط ثابت بل يزيد مع الزمن أي ان السلسلة تحتوي على مركبة الاتجاه العام و من ملاحظة الانحراف المعياري كذلك نلاحظ انه تقريبا غير ثابت. و هذا دليل ايضا على ان الموسمية لها نموذج جدائي.

لحل بعض مشاكل السلسلة و جعلها مستقرة سنقوم بتحويل البيانات باستخدام دالة اللوغاريثم لجعل تباين السلسلة ثابت ولإزالة مركبة الاتجاه العام بالاضافة الى تحويل نموذج المركبة الموسمية من جدائي الى تجميعي.

2- ادخال دالة اللوغاريتم:

الشكل 4 - السلسلة المحولة باستخدام دالة اللوغاريتم مع الوسط المتحرك و الانحراف المعياري المتحرك



المصدر: من إعداد الباحثون.

من الشكل نلاحظ أن السلسلة أصبحت ذات تباين تقريبا ثابت حيث أن الانحراف المعياري المتحرك يبدو ثابت. كذلك الوسط الحسابي المتحرك يبدو كليا ثابت. الخطوة القادمة هي استخدام اختبار ديكي فولر المطور مجددا و معرفة إذا كانت السلسلة مستقرة.

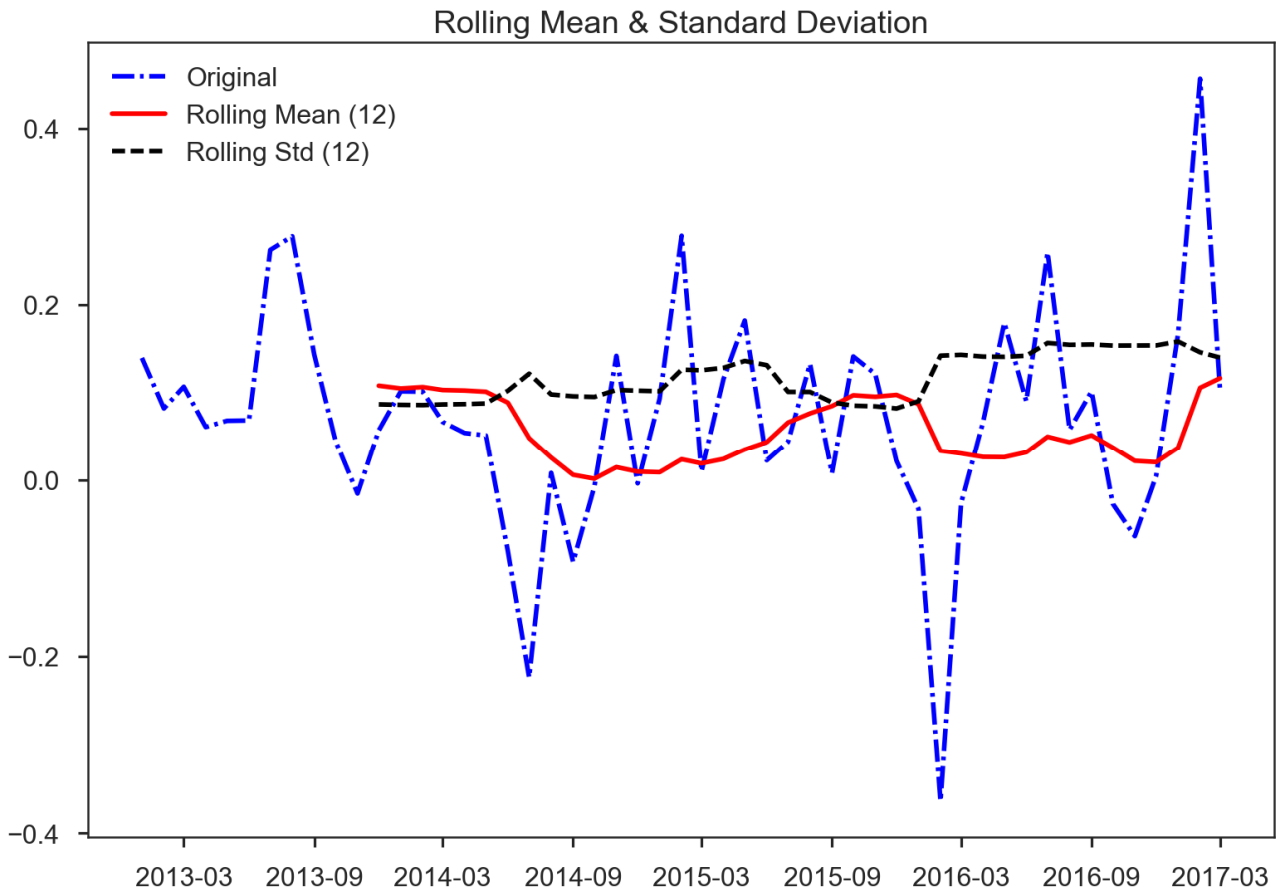
3- اختبار الجذر الوجودي:

عند اجراء اختبار ديكي فولر المطور نجد القيمة t المحسوبة اكبر من القيمة t الجدولة أي ان السلسلة تحتوي على جذر الوحدة.

❖ إزالة الجذر الوجودي:

لإزالة الجذر الوجودي تقترح طريقة بوكس جنكينز استخدام الفروقات حتى يتم إزالة الجذر الوجودي. بما أن السلسلة تحتوي على الفصلية وأن كل شهر مرتبط بشهر سنة التي بعده. نستخدم فروقات من الدرجة 12 كون السنة تحتوي على 12 شهرا.

الشكل 5 - السلسلة المعدلة باستخدام اللوغاريتم والفروقات من درجة 12 مع منحني الوسط المتحرك و الانحراف المعياري المتحرك



المصدر: من إعداد الباحثون.

بعد تعديل السلسلة وإدخال الفروقات من الدرجة 12 نلاحظ أن السلسلة ذات وسط يتذبذب تقريبا حول وسط معدوم وأن الانحراف المعياري تقريبا ثابت و هذه من خصائص الشوشرة البيضاء. كذلك لا يوجد مركبة الاتجاه العام ولا يوجد المركبة موسمية بالسلسلة فتتوقع ألأن أن السلسلة مستقرة مما يدفعنا إلى اختبار السلسلة إذا يوجد جذر وحدوي.

4- اختبار الجذر الوحدوي:

عند اجراء اختبار ديكي فولر المطور نجد القيمة t المحسوبة اصغر من القيمة t الجدولة أي ان السلسلة لا تحتوي على جذر الوحدة وان السلسلة مستقرة و يمكن استعمالها لتقدير نماذج SARIMA. واختيار افضل نموذج واستخدامه للتنبؤ.

5- تقدير النموذج :

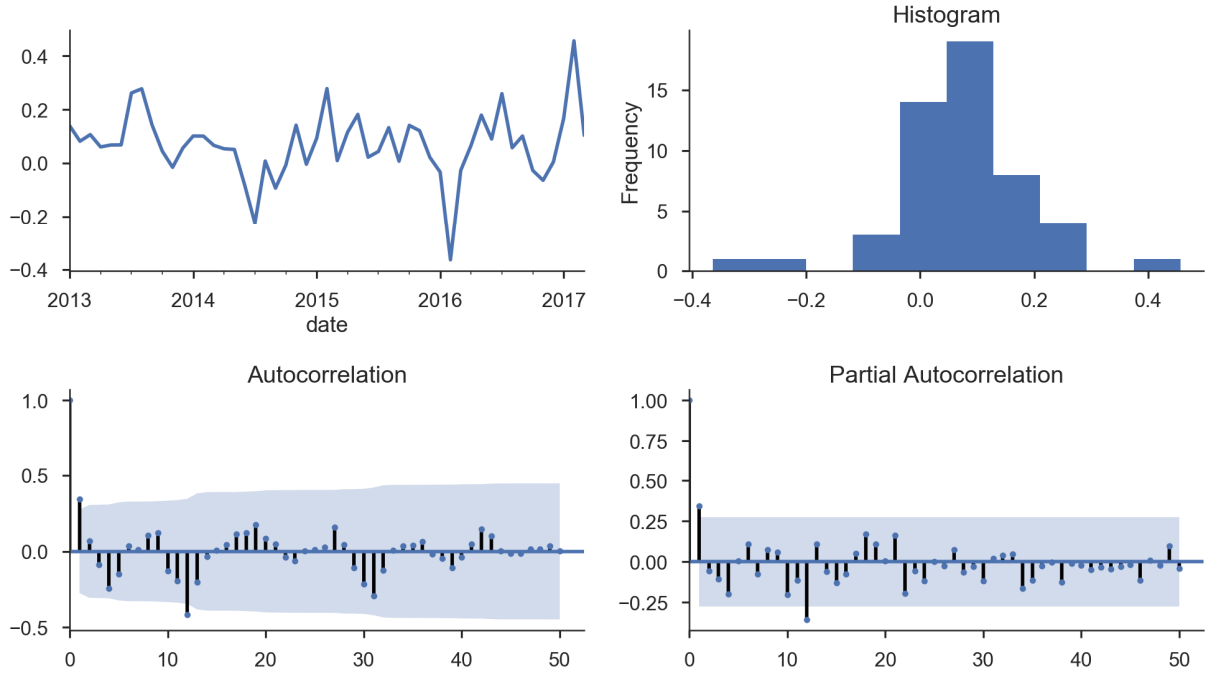
هناك طريقتين لتقدير النماذج:

الطريقة الاولى : باستخدام منحني دالة الارتباطات و منحى دالة الارتباطات الجزئية .

الطريقة الثانية : تقدير كل النماذج الممكنة و استخدام معيار اكايك واختيار النموذج باقل قيمة لهذا المعيار.

الطريقة الثانية اعتبرت مستحيلة في القرن العشرين لانها تتطلب الكثير من الحسابات والحواسيب السريعة لم تكن موجودة تلك الفترة. الان يوجد برمجيات التي تختبر جميع النماذج الممكنة وتختار النموذج الاحسن من بين هذه النماذج. سنعتمد على الطريقة الاولى والثانية ونختار النموذج الذي يلي جميع الشروط للقيام بالتنبؤ.

الشكل 6 - السلسلة المعدلة باستخدام اللوغاريتم والفروقات من درجة 12 مع دالة الارتباطات و دالة الارتباطات الجزئية ومدرج التكراري .



المصدر: من إعداد الباحثون.

من الشكل ومن المدرج التكراري للسلسلة نلاحظ أن توزيعها تقريبا طبيعي. ومن دالة الارتباط الجزئي نلاحظ نتوء خارج من مجال الثقة عند 1 و 12. أما بالنسبة لدالة الارتباط فنفس الشيء.

النتوء عند $k = 1$ في دالة الارتباطات تدل على $MA(1)$

النتوء عند $k = 12$ في دالة الارتباطات تدل على $SMA(1)$

النتوء عند $k = 1$ في دالة الارتباطات الجزئية تدل على $AR(1)$

النتوء عند $k = 12$ في دالة الارتباطات الجزئية تدل على $SAR(1)$

عند اختبار تركيبات مختلف من النماذج السابقة نجد أحسن 10 نماذج في الشكل التالي :

الجدول 1 - جدول أفضل عشر نماذج بحسب معيار Akaike.

	p	d	q	sP	sD	sQ	s	trend	aic	bic	het_p	norm_p	sercor_p	dw_stat
16	1	0	0	0	1	0	12	c	-66.20692	-59.77751	0.00392	0.00291	0.44960	1.94858
12	0	0	1	0	1	0	12	c	-63.58158	-57.15218	0.00481	0.00290	0.44787	1.94112
4	1	0	0	0	1	0	12	n	-63.00661	-58.72034	0.00715	0.09456	0.60854	2.02354
20	1	0	1	0	1	0	12	c	-61.88008	-53.30755	0.00478	0.00582	0.51025	1.97888
8	1	0	1	0	1	0	12	n	-58.78398	-52.35458	0.00887	0.10858	0.54871	1.97821
0	0	0	1	0	1	0	12	n	-58.07099	-53.78472	0.02537	0.01976	0.58142	1.83953
14	0	0	1	1	1	0	12	c	-54.57814	-46.00560	0.64077	0.94523	0.53676	2.00588
18	1	0	0	1	1	0	12	c	-52.56621	-43.99367	0.80731	0.96324	0.34231	1.98769
17	1	0	0	0	1	1	12	c	-52.07268	-43.50014	0.91402	0.87083	0.11821	1.99663
22	1	0	1	1	1	0	12	c	-51.22158	-40.50591	0.95549	0.99883	0.58239	2.01822

المصدر: من إعداد الباحثون.

نلاحظ من الجدول أن أفضل نموذج هو $SARIMA(1,0,0) \times (0,1,0,12)$ بحسب معيار AIC و BIC. لكن توزيع غير طبيعي بحسب اختبار Jarque Bera. لذا نختار النموذج رقم 4 الذي يمثل $SARIMA(1,0,0) \times (0,1,0,12)$.

6- تشخيص النموذج:

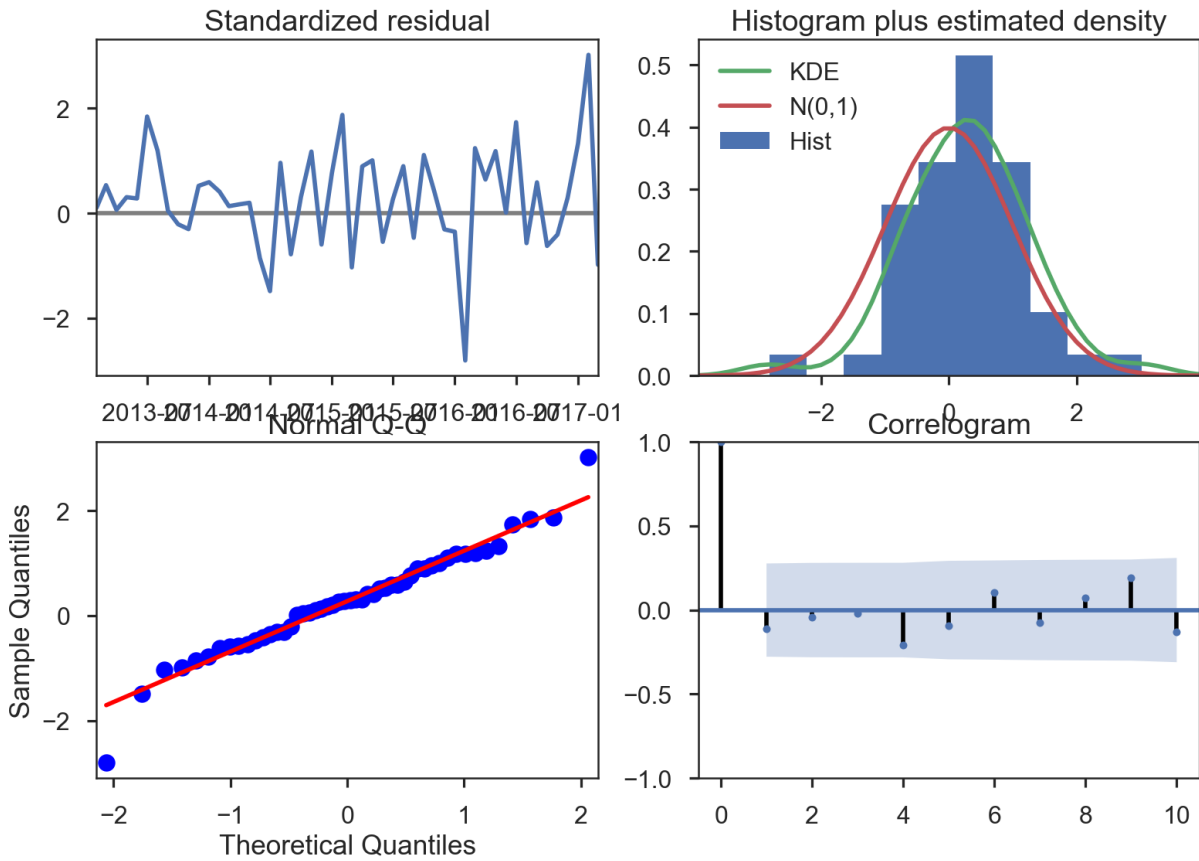
الشكل 7 - نتائج تقدير النموذج $SARIMA(1,0,0) \times (0,1,0,12)$

Statespace Model Results						
Dep. Variable:	lgaz		No. Observations:	63		
Model:	SARIMAX(1, 0, 0)x(0, 1, 0, 12)		Log Likelihood	33.503		
Date:	Sat, 06 May 2017		AIC	-63.007		
Time:	14:01:59		BIC	-58.720		
Sample:	01-01-2012		HQIC	-61.321		
	- 03-01-2017					
Covariance Type:	opg					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
ar.L1	0.4946	0.136	3.631	0.000	0.228	0.762
sigma2	0.0153	0.003	5.459	0.000	0.010	0.021
Ljung-Box (Q):	36.95		Jarque-Bera (JB):	4.72		
Prob(Q):	0.61		Prob(JB):	0.09		
Heteroskedasticity (H):	3.94		Skew:	-0.17		
Prob(H) (two-sided):	0.01		Kurtosis:	4.46		

المصدر: من إعداد الباحثون.

- نلاحظ أن $AR(1)$ معنوية حيث أن القيمة الاحتمالية اقل من القيمة المعنوية أي هذا النموذج صالح.

- كذلك نلاحظ أن قيمة Durbin-Watson في الجدول 1 قريبة جدا من 2 و هذا دليل على انه لا يوجد ارتباطات من الدرجة الأولى.
 - القيمة الاحتمالية لاختبار Jarque-Bera اكبر من القيمة المعنوية أي أن توزيع البواقي توزيع طبيعي.
 - القيمة الاحتمالية لاختبار Ljung-Box اكبر من القيمة المعنوية أي أن البواقي مستقلة فيما بينها.
- الشكل 8 - منحنى توزيع البواقي و منحنى مدرج التكراري مع دالة كثافة التوزيع الاحتمالي و منحنى دالة الارتباط و منحنى مقارنة توزيع البواقي بالتوزيع الطبيعي.



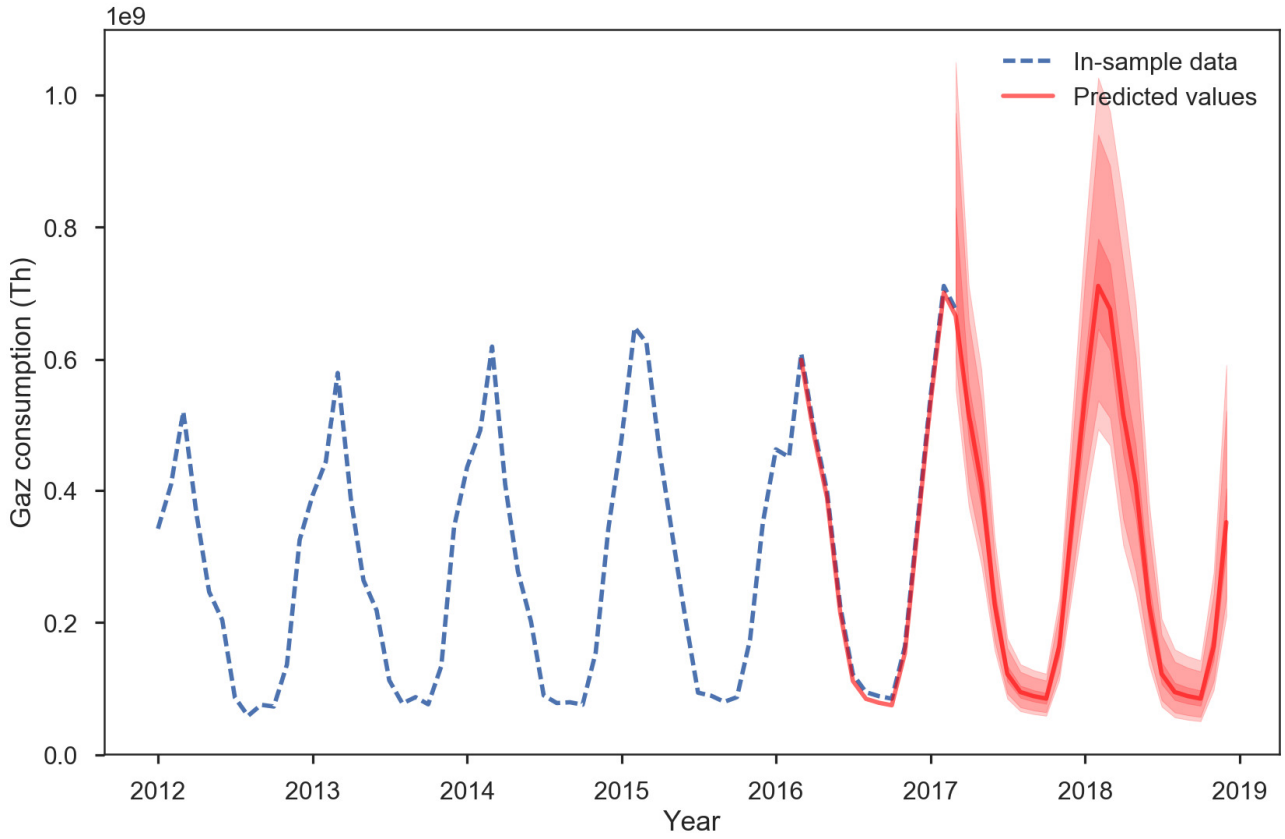
المصدر: من إعداد الباحثون.

نلاحظ في المنحنيات 2 و 3 من الشكل 8 أن توزيع البواقي تقريبا ينطبق على التوزيع الطبيعي و في المنحنى 1 أن قيمة البواقي تلتف بشكل عشوائي على محور الفواصل. أما المنحنى الأخير فنلاحظ عدم وجود أي ارتباطات بين البواقي وهذا يدل على أن النموذج المختار التقط جميع الارتباطات ما يعني عدم وجود أي معلومات إضافية يمكن استخراجها.

7-مرحلة التنبؤ:

بعد التحقق من صلاحية النموذج يمكننا التنبؤ باستهلاك الغاز للفترة القادمة من أبريل 2017 حتى ديسمبر 2018.

الشكل 9 - منحني البياني للتنبؤ باستهلاك الغاز من أبريل 2017 حتى ديسمبر 2018.



المصدر: من إعداد الباحثون.

- اللون الأحمر يدل على مجالات الثقة عند 99% و 95% و 50%.
- نلاحظ أن القيم المتوقعة تتبع مسار السلسلة ويمكننا استخدامها في اتخاذ القرارات.

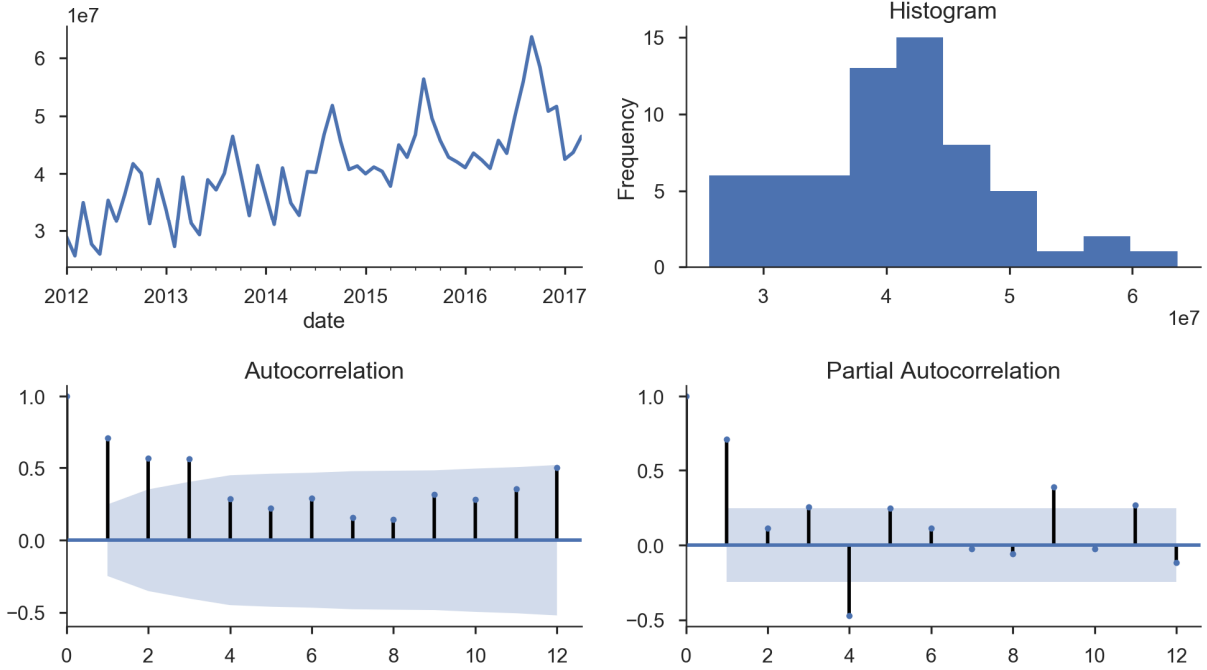
الجدول 2 - نتائج التنبؤ باستهلاك الغاز في ولاية الجلفة مع مجال الثقة عند 95 %.

upper gaz	lower gaz	gaz	date
972714054.36923	598709380.4032409	763133689.9920787	01/03/2017
658466168.487236	405288553.1782852	516593457.89802724	01/04/2017
535908863.1753851	311851441.1376943	408807963.8408568	01/05/2017
301185291.7742101	173022538.97562838	228280187.23684558	01/06/2017
161622178.8674773	92559794.25356483	122309916.28967193	01/07/2017
125297641.87971814	71702745.1300488	94784940.15980364	01/08/2017
117129187.86072864	67015876.91662214	88597490.01534131	01/09/2017
112147412.78144513	64162634.2922453	84827315.37139048	01/10/2017
216654231.32672426	123952501.71814556	163874445.78325596	01/11/2017
465238096.6708418	266171906.67483425	351899575.5164374	01/12/2017
722018382.1336936	413080707.4859644	546124403.5104617	01/01/2018
940157331.2727269	537882140.1496772	711121534.9167703	01/02/2018
893393169.7388183	511127441.2225678	675749779.7663876	01/03/2018
747860548.097854	356850876.42753583	516599159.92411035	01/04/2018
603165497.5438254	277081127.5589546	408810195.7682819	01/05/2018
338330754.6749928	154027160.16705757	228280803.70404905	01/06/2018
181472075.4247948	82435578.87616119	122310079.66435696	01/07/2018
140670591.12771252	63866915.471012205	94785002.78425346	01/08/2018
131496334.12139452	59693834.204262964	88597518.96927415	01/09/2018
125902636.83879462	57152701.00855326	84827329.08347458	01/10/2018
243227123.36874524	110410540.99237716	163874458.8859497	01/11/2018
522299859.25461626	237092388.30781868	351899589.43356913	01/12/2018

المصدر: من إعداد الباحثون.

المحور الثالث: التنبؤ باستهلاك الكهرباء :

الشكل 10 - استهلاك الكهرباء في ولاية الجلفة. 2012 - 2017



المصدر: من إعداد الباحثون.

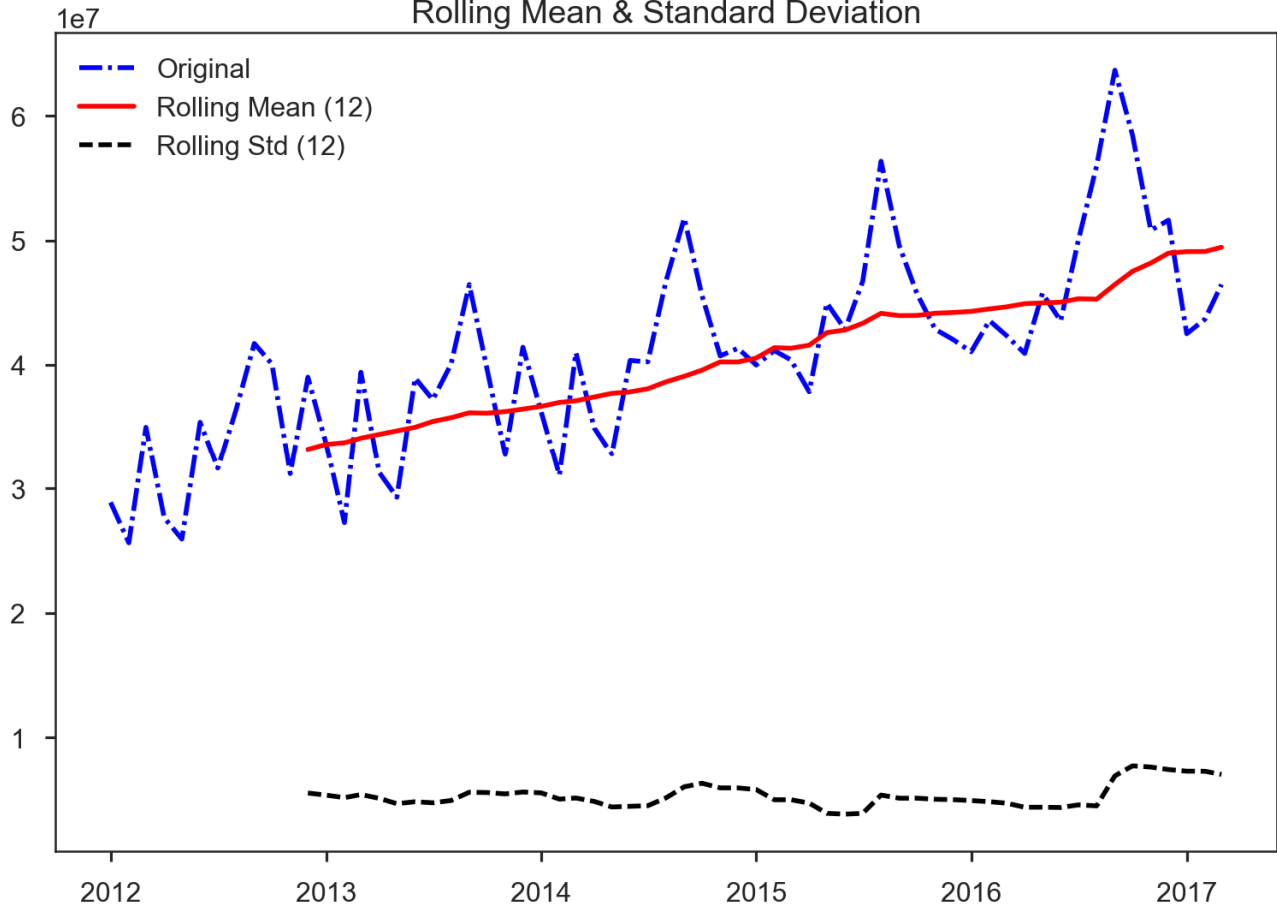
لدينا البيانات المستخدمة و المتمثلة في سلسلة استهلاك الكهرباء في ولاية الجلفة ممثلة في 63 مشاهدة من جانفي 2012 إلى مارس 2017، ومن خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن الاستهلاك خلال هذه الفترة عرف تطور تقريبا منتظم في كل سنة مع زيادة منتظمة كذلك في تباين.

كما نلاحظ في المنحنى وجود تذبذبات تقريبا منتظمة في كل سنة حيث في فترة الشتاء يصل استهلاك الكهرباء أدنى مستوياته و يصل أعلى مستوياته في فترة الصيف ربما بسبب أجهزة التكييف في الصيف.

وفي منحنى دالة الارتباط نلاحظ وجود ارتباط موجب في الشهر الأخير من السنة أي يمكن القول أن استهلاك السنة الحالية مرتبط باستهلاك السنة القادمة زائد هامش الخطأ. وكذلك أن السلسلة تحتوي على الموسمية.

1- اختبار جذر الوحدة:

الشكل 11 - منحنى الوسط المتحرك و الانحراف المعياري المتحرك



المصدر: من إعداد الباحثون.

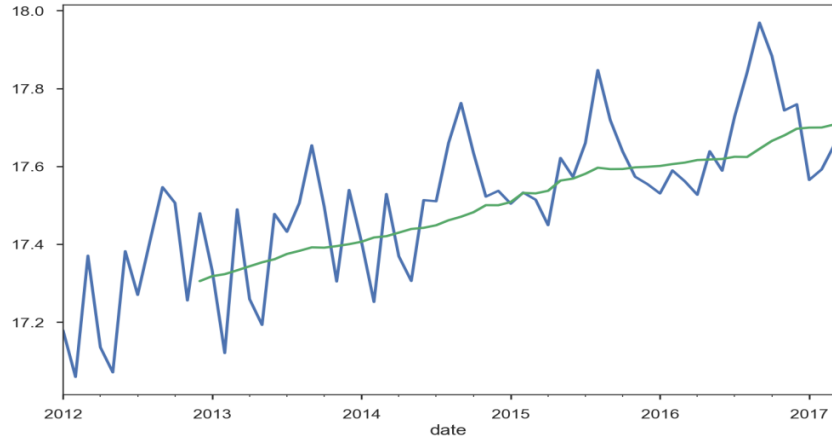
عند اجراء اختبار ديكي فولر المطور نجد القيمة t المحسوبة اكبر من القيمة t المجدولة أي ان السلسلة تحتوي على جذر الوحدة .

ومن ملاحظة الشكل اعلاه نجد ان المتوسط المتحرك لا يتذبذب حول وسط ثابت بل يزيد مع الزمن أي ان السلسلة تحتوي على مركبة الاتجاه العام و من ملاحظة الانحراف المعياري كذلك نلاحظ انه تقريبا متغير مع كل سنة أي ان الموسمية بنموذج جدائي .

لحل بعض مشاكل السلسلة وجعلها مستقرة سنقوم بتحويل البيانات باستخدام دالة اللوغاريثم لجعل تباين السلسلة ثابت ولازالة مركبة الاتجاه العام بالاضافة الى تحويل نموذج المركبة الموسمية من جدائي الى تجميعي .

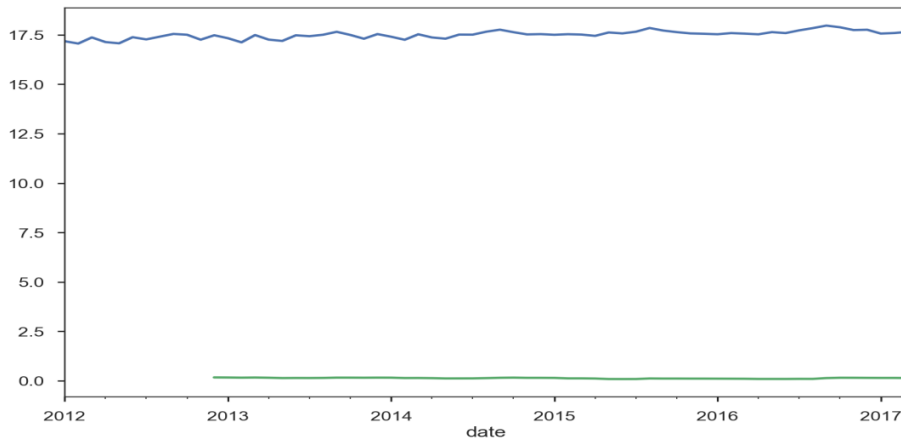
2- ادخال دالة اللوغاريتم:

الشكل 12 - السلسلة المحولة باستخدام دالة اللوغاريتم مع الوسط المتحرك



المصدر: من إعداد الباحثون.

الشكل 13 - السلسلة المحولة باستخدام دالة اللوغاريتم مع الانحراف المعياري المتحرك



المصدر: من إعداد الباحثون.

من الشكلين نلاحظ أن السلسلة أصبحت ذات تباين تقريبا ثابت حيث أن الانحراف المعياري المتحرك يبدو ثابت. أما الوسط الحسابي المتحرك في المنحنى الأول يبدو كليا ثابت. الخطوة القادمة هي استخدام اختبار ديكي فولر المطور مجددا ومعرفة إذا كانت السلسلة مستقرة.

ملاحظة: شكل منحنى السلسلة يبدو مختلف في الشكل 12 بسبب اختلاف أبعاد المحاول بسبب صغر حجم الانحراف المعياري وتباعد المسافة بين منحنى السلسلة ومنحنى الانحراف المعياري.

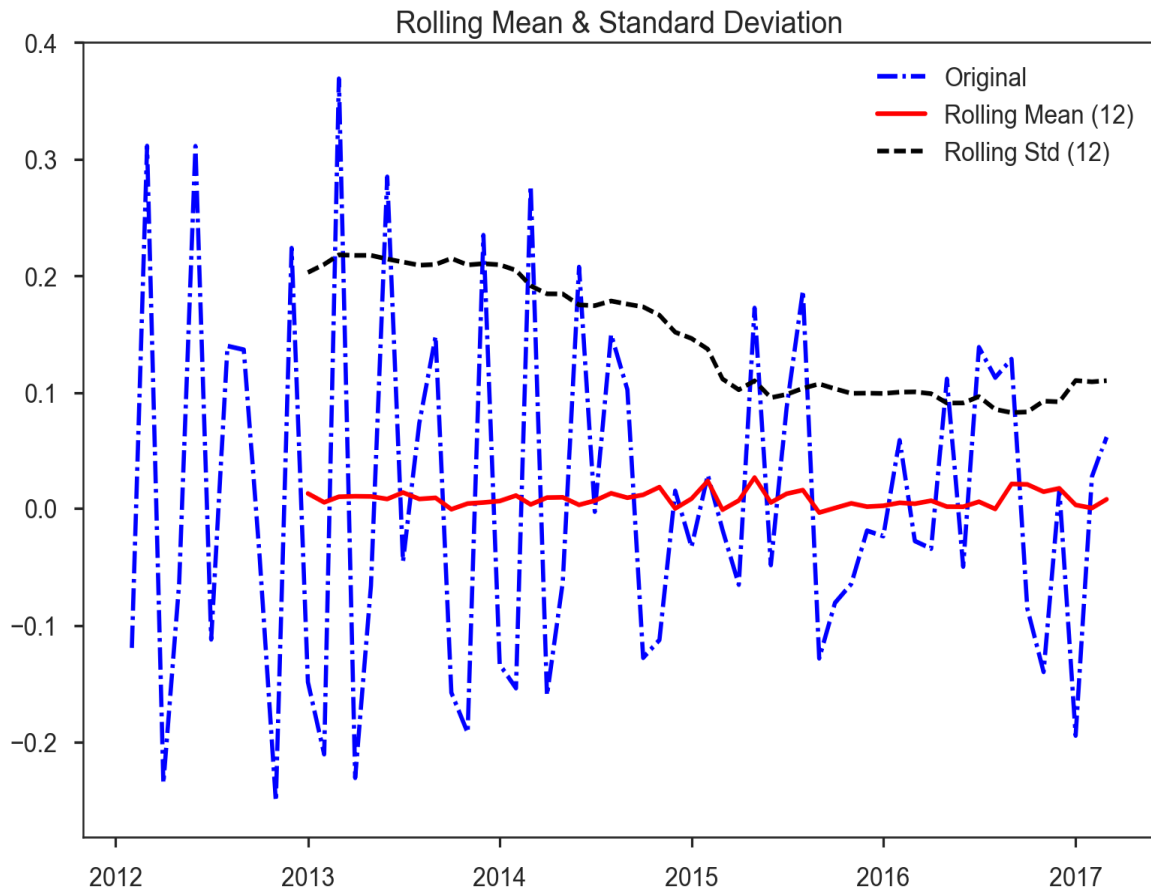
3- اختبار الجذر الوجودي:

عند إجراء اختبار ديكي فولر المطور نجد القيمة t المحسوبة أكبر من القيمة t الجدولة أي ان السلسلة تحتوي على جذر الوحدة.

❖ إزالة الجذر الوجودي:

لإزالة الجذر الوجودي تقترح طريقة بوكس جنكينز استخدام الفروقات حتى يتم إزالة الجذر الوجودي. نستخدم الفروقات من الدرجة 1 لإزالة مركبة الاتجاه العام و جعل السلسلة مستقرة.

الشكل 14 - السلسلة المعدلة باستخدام اللوغاريتم و الفروقات من درجة 1 مع منحنى الوسط المتحرك و الانحراف المعياري



المصدر: من إعداد الباحثون.

بعد تعديل السلسلة وإدخال الفروقات من الدرجة 1 نلاحظ أن السلسلة ذات وسط يتذبذب تقريبا حول وسط معدوم و أن الانحراف المعياري تقريبا ثابت و هذه من خصائص الشوشرة البيضاء. كذلك لا يوجد مركبة الاتجاه العام فنتوقع الآن أن السلسلة مستقرة مما يدفعنا إلى اختبار السلسلة إذا يوجد فيها جذر الوحدة.

4- اختبار الجذر الوحدوي:

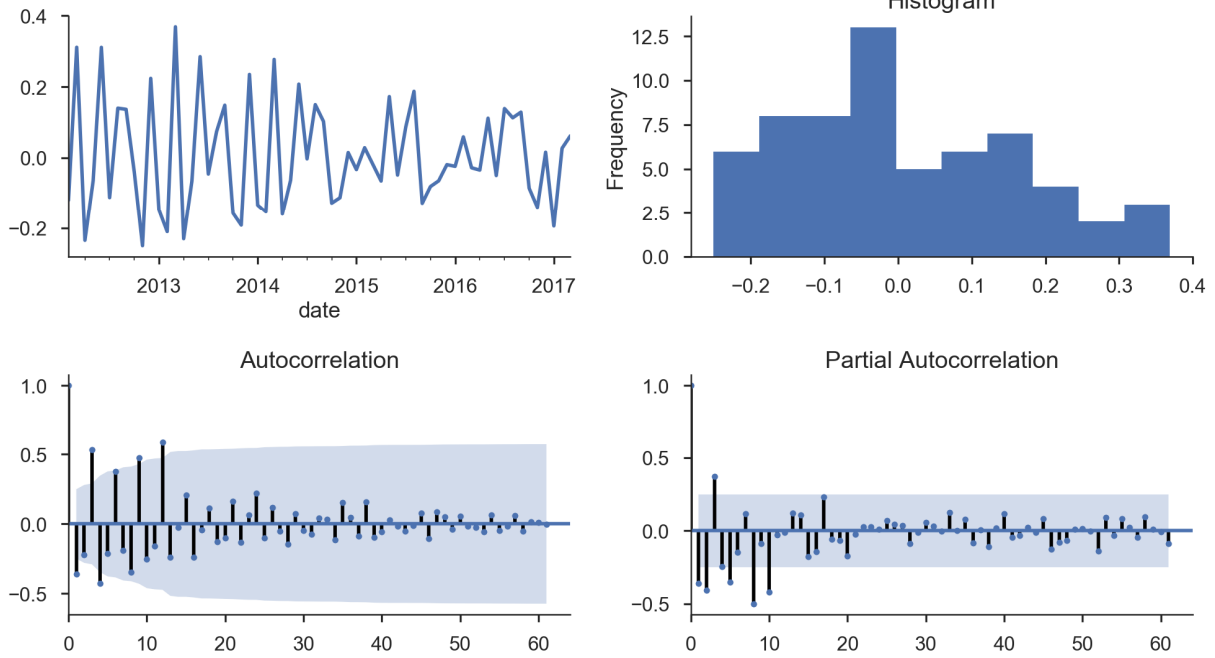
عند اجراء اختبار ديكي فولر المطور نجد القيمة t المحسوبة اصغر من القيمة t المحدولة أي ان السلسلة لا تحتوي على جذر الوحدة وان السلسلة مستقرة و يمكن استعمالها لتقدير نماذج SARIMA. و اختيار افضل نموذج واستخدامه للتنبؤ.

5- تقدير النموذج :

سنعتمد على نفس الطريقة المتبعة سابقا و نختار النموذج الذي يلي جميع الشروط للقيام بالتنبؤ.

الشكل 15 - السلسلة المعدلة باستخدام اللوغاريتم و الفروقات من درجة 1 مع دالة الارتباطات و دالة الارتباطات الجزئية و

مدرج التكراري



المصدر: من إعداد الباحثون.

من الشكل ومن المدرج التكراري للسلسلة نلاحظ أن توزيعها تقريبا طبيعي. و من دالة الارتباط الجزئي نلاحظ نتوء خارج من مجال الثقة عند 8 و 10. أما بالنسبة لدالة الارتباط نلاحظ نتوء خارج من مجال ثقة عند 12 و 9 و 1 و 3 و 4. عند اختبار تركيبات مختلف من النماذج نجد أحسن 10 نماذج في الشكل التالي :

الجدول 3 - جدول أفضل عشر نماذج بحسب معيار Akaike.

	p	d	q	sP	sD	sQ	s	trend	aic	bic	het_p	norm_p	sercor_p	dw_stat
102	1	1	2	1	0	0	12	c	-113.64426	-100.78545	0.01178	0.05260	0.09121	1.88243
32	1	1	2	1	0	0	12	n	-112.13596	-101.42028	0.00705	0.00759	0.08566	1.92081
52	2	1	1	1	0	0	12	n	-112.04251	-101.32684	0.02882	0.00258	0.25455	2.01724
53	2	1	1	1	0	1	12	n	-110.14508	-97.28627	0.03140	0.00435	0.28261	2.01393
56	2	1	2	1	0	0	12	n	-110.13977	-97.28096	0.02265	0.00222	0.22836	1.98058
122	2	1	1	1	0	0	12	c	-110.07652	-97.21771	0.02840	0.00267	0.25388	2.01878
126	2	1	2	1	0	0	12	c	-108.17606	-93.17412	0.02219	0.00227	0.22711	1.98098
123	2	1	1	1	0	1	12	c	-108.17310	-93.17116	0.03084	0.00450	0.28036	2.01577
103	1	1	2	1	0	1	12	c	-107.49412	-92.49217	0.03126	0.00351	0.07211	2.01412
79	0	1	2	1	0	0	12	c	-107.35226	-96.63659	0.12054	0.37732	0.00090	2.17334

المصدر: من إعداد الباحثون.

نلاحظ من الجدول أن أفضل نموذج هو $SARIMA(1,1,2) \times (1,0,0,12)$ بحسب معيار AIC و BIC. 6-تشخيص النموذج:

الشكل 16 - نتائج تقدير النموذج $SARIMA(1,1,2) \times (1,0,0,12)$

```

Statespace Model Results
=====
Dep. Variable:          lelec          No. Observations:          63
Model:                 SARIMAX(1, 1, 2)x(1, 0, 0, 12)  Log Likelihood            62.822
Date:                  Wed, 10 May 2017          AIC                       -113.644
Time:                  22:06:57              BIC                       -100.785
Sample:                01-01-2012          HQIC                      -108.587
                    - 03-01-2017
Covariance Type:      opg
=====
              coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
intercept      0.0034      0.002      1.569      0.117      -0.001      0.008
ar.L1          -0.4374      0.171     -2.551      0.011      -0.773     -0.101
ma.L1           0.0441      0.016      2.641      0.012     -1181.616     1181.704
ma.L2          -1.0441     -0.264     -4.002      0.001     -1234.771     1232.683
ar.S.L12       0.7046      0.104      6.806      0.000      0.502      0.907
sigma2         0.0037      2.249      0.002      0.009     -4.404      4.412
=====
Ljung-Box (Q):          52.35      Jarque-Bera (JB):          5.89
Prob(Q):                0.09      Prob(JB):                  0.05
Heteroskedasticity (H): 3.75      Skew:                      0.73
Prob(H) (two-sided):    0.01      Kurtosis:                  3.87
=====

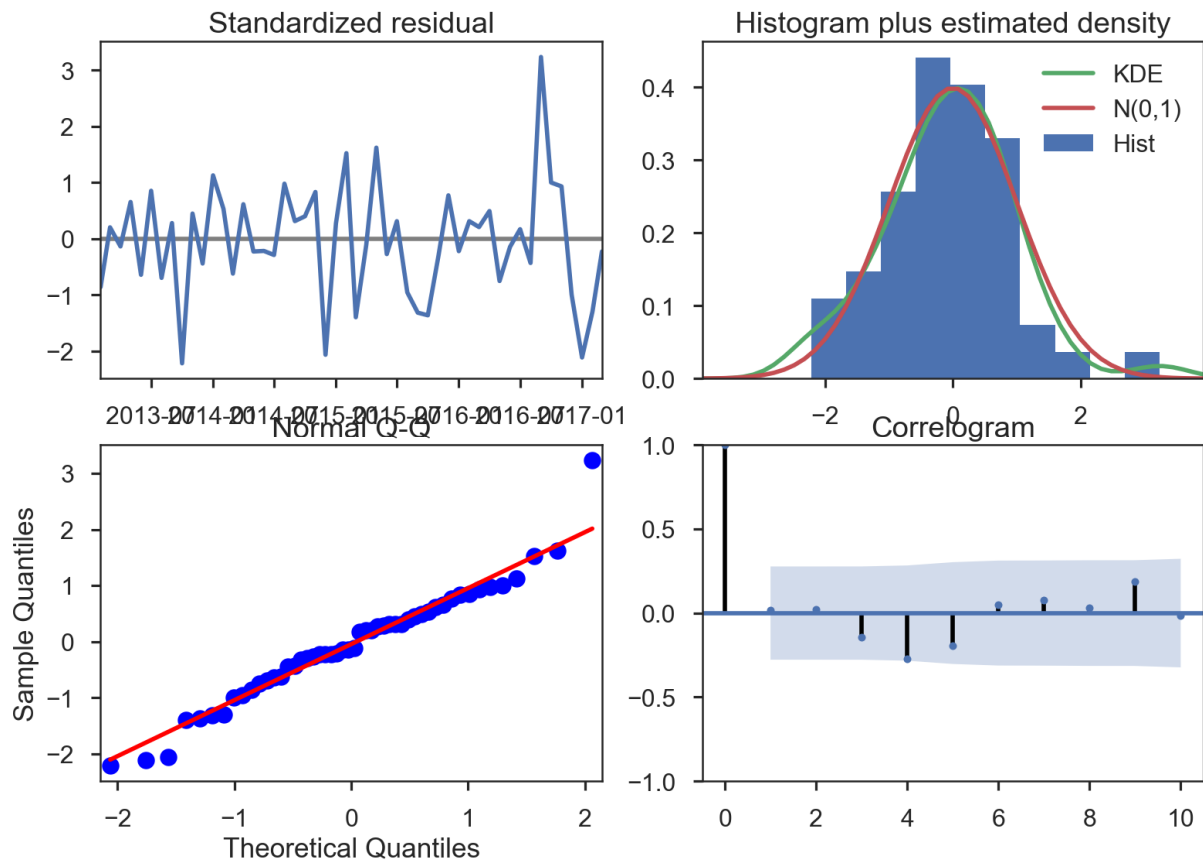
```

Warnings:

[1] Covariance matrix calculated using the outer product of gradients (complex-step).

المصدر: من إعداد الباحثون.

- نلاحظ أن $AR(1)$ معنوية حيث أن القيمة الاحتمالية اقل من القيمة المعنوية.
 - نلاحظ ان $MA(1)$ معنوية حيث أن القيمة الاحتمالية اقل من القيمة المعنوية.
 - نلاحظ ان $MA(2)$ معنوية حيث أن القيمة الاحتمالية اقل من القيمة المعنوية.
 - نلاحظ ان $SAR(1)$ معنوية حيث ان القيمة المعنوية اقل من القيمة المعنوية.
 - كذلك نلاحظ أن قيمة $Durbin-Watson$ في الجدول 1 قريبة جدا من 2 و هذا دليل على انه لا يوجد ارتباطات من الدرجة الأولى.
 - القيمة الاحتمالية لاختبار $Jarque-Bera$ اكبر من القيمة المعنوية أي أن توزيع البواقي توزيع طبيعي.
 - القيمة الاحتمالية لاختبار $Ljung-Box$ اكبر من القيمة المعنوية أي أن البواقي مستقلة فيما بينها.
- الشكل 17 - منحني توزيع البواقي و منحني مدرج التكراري مع دالة كثافة التوزيع الاحتمالي و منحني دالة الارتباط و منحني مقارنة توزيع البواقي بالتوزيع الطبيعي.



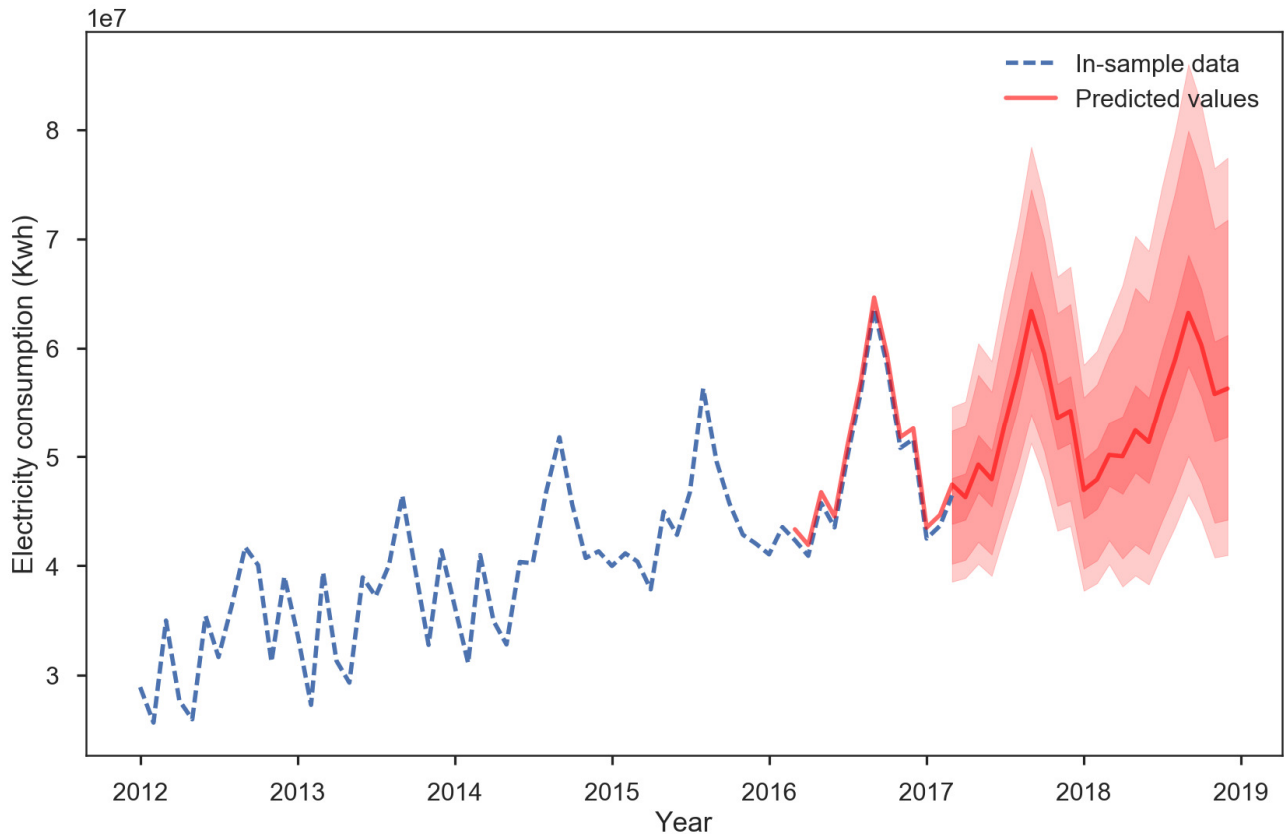
المصدر: من إعداد الباحثون.

نلاحظ في المنحنيات 2 و 3 من الشكل 17 أن توزيع البواقي تقريبا ينطبق على التوزيع الطبيعي وفي المنحنى 1 أن قيمة البواقي تلتف بشكل عشوائي على محور الفواصل. أما المنحنى الأخير فنلاحظ عدم وجود أي ارتباطات بين البواقي وهذا يدل على أن النموذج المختار التقط جميع الارتباطات ما يعني عدم وجود أي معلومات إضافية يمكن استخراجها.

7-مرحلة التنبؤ:

بعد التحقق من صلاحية النموذج يمكننا التنبؤ باستهلاك الكهرباء للفترة القادمة من أبريل 2017 حتى ديسمبر 2018.

الشكل 18 - منحنى البياني للتنبؤ باستهلاك الغاز من أبريل 2017 حتى ديسمبر 2018.



المصدر: من إعداد الباحثون.

- اللون الأحمر يدل على مجالات الثقة عند 99% و 95% و 50%.
- نلاحظ أن القيم المتوقعة تتبع مسار السلسلة و يمكننا استخدامها في اتخاذ القرارات.

الجدول 4 - نتائج التنبؤ باستهلاك الكهرباء في ولاية الجلفة مع مجال الثقة عند 95 %.

upper electricité	lower electricité	electricité	date
52961215.49019337	41142602.74085034	46679355.71090924	01/03/2017
53515793.96555473	41573941.22840207	47168447.855693184	01/04/2017
58347151.918315925	43802766.808113724	50554591.180184394	01/05/2017
56877917.13861992	42518834.57554074	49177055.115351245	01/06/2017
62778076.46920562	46853933.292603396	54234673.47671704	01/07/2017
68194281.7991994	50898541.83225055	58915104.216803625	01/08/2017
74813756.6702548	55831038.73664272	64629171.01967778	01/09/2017
70612856.32889977	52698126.427762665	61001354.331242524	01/10/2017
64133137.15866055	47861287.471450604	55403018.99713249	01/11/2017
65008734.18535986	48515149.70190111	56159669.43397931	01/12/2017
56824325.52663591	42407066.53122675	49089234.59578623	01/01/2018
58057424.49136744	43327381.97246668	50154523.298254155	01/02/2018
60784615.11338413	45362609.17770033	52510463.14217178	01/03/2018
63252198.25966479	44755941.66394244	53206312.552418806	01/04/2018
67065862.13385995	46763335.67399757	56001994.81475402	01/05/2018
65960385.87289861	45948565.39462369	55052566.73158386	01/06/2018
70871756.89526771	49322335.89394783	59123266.13933475	01/07/2018
75299952.58901313	52412316.415365696	62822328.364661805	01/08/2018
80569772.3791771	56073676.349427134	67214904.15032212	01/09/2018
77537819.90292	53965837.67987482	64686887.41106924	01/10/2018
72625768.88301562	50546048.54841429	60588329.23778988	01/11/2018
73496508.17458333	51152504.08930814	61315009.8666733	01/12/2018

المصدر: من إعداد الباحثون.

الخاتمة

بهدف نجاح المؤسسة واستمرارها من الضروري قيامها بالتنبؤ سواء ما تعلق باستهلاكها أو نتائجها ومقارنتها مع استهلاكها الفعلي أو نتائجها الفعلية وهذا بهدف تحديد مختلف الانحرافات ومصادرها والمسئولون عنها، وكذا لكي تتمكن المؤسسة من وضع خطة ملائمة لتحقيق أهدافها أو إعادة صياغة أهداف جديدة تتناسب مع المعلومات الجديدة، إلا أن طرق التنبؤ التي تستخدمها المؤسسات متعددة ومختلفة وعليه وجب على مسيري المؤسسات الحذر عند اختيار طريقة التنبؤ المناسبة الذي تتوافق مع متطلبات المؤسسة ومع محيطها وهذا لكي تكون نتائجها واقعية وقريبة من الحقيقية.

وفي ورقتنا البحثية هذا اعتمادنا على طريقة بوكس جينكينز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز لمؤسسة سونلغاز الجلفة، حيث تمكنا من خلال الطريقة التنبؤ باستهلاك الكهرباء والغاز على المدى القصير والذي كانت نتائجها فعالة وموضوعية، لكن للوصول لذلك يجب إتباع مجموعة من المراحل والقيام ببعض التصحيحات لنصل في الأخير إلى تنبؤ واقعي وفعال على المدى القصير.