

التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر حتى آفاق 2030

باستعمال منهجية بوكس جنكيتز

**Prediction of production of thermal electricity. in Algeria until 2030
Using The Box-Jenkins Method**كلثوم بوهنة¹¹المركز الجامعي مغنية (الجزائر)، gestion30_2010@yahoo.fr

تاريخ القبول: 2021/06/23	تاريخ الإرسال: 2021/05/25
Abstract The aim of this study is to predict the production of thermal electricity in Algeria until 2030, using the econometric methods through the Box-Jenkins to determine the frequency of electricity production in the future. The study concluded that production of thermal electricity in Algeria is increasing rapidly in turn can be explained by the need to meet a growing electricity demand.	ملخص تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر إلى غاية سنة 2030، باستخدام الأساليب القياسية من خلال منهجية بوكس جنكيتز <i>The Box-Jenkins Method</i> ، وذلك لمعرفة وتيرة تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في المستقبل.
Keywords: Electricity; Production of thermal electricity; Prediction of electricity production; Box-Jenkins methodology.	خلصت الدراسة إلى أن إنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر سيستمر في الزيادة لمواكبة الطلب الكبير للقطاع العائلي والصناعي على الكهرباء بالرغم من أن المصدر الحراري (باستخدام الغاز الطبيعي) لإنتاج الكهرباء يعتبر مصدر غير نظيف.
JEL Classification Codes : C13, C01	الكلمات المفتاحية: كهرباء حرارية؛ تنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر؛ منهجية بوكس جنكيتز. تصنيف JEL: C13, C01

1. مقدمة

تعتبر الكهرباء أحد مصادر الطاقة الهامة، فهي تساهم في دفع عملية التنمية الاقتصادية في الدول، سواء كانت متقدمة أو نامية، وعليه يعد قطاع الكهرباء ركيزة أساسية للاقتصاد، حيث أن أي عملية تنمية أو تطور في باقي القطاعات الاقتصادية يعتمد بشكل أساسي على الكهرباء، كما أن ما يستهلكه الفرد من الطاقة يعد معياراً مهماً في تقدير مستوى رفاهية الفرد والمجتمع.

ويأخذ قطاع الكهرباء اليوم في الجزائر نصيباً وافراً من اهتمامات الحكومة، من خلال توفير هذا المورد الحيوي للقطاع الصناعي والخدمي والمرافق العامة، كما أنها تسعى إلى التكيف الدائم بين العرض والطلب على سلعة الكهرباء. بما أنها سلعة غير قابلة للتخزين وهذا لمواجهة الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية فيسعى قطاع الكهرباء في الجزائر مثلاً في مجمع سونلغاز إلى زيادة الإنتاج، توسيع شبكات نقل الطاقة الكهربائية، زيادة محطات التوليد وكذا الحرص على انتهاج سياسة ترشيد استخدام الطاقة الكهربائية. (بوهنة، واقع قطاع الكهرباء في الجزائر دراسة حالة مجمع سونلغاز، 2016، صفحة 119)

ونظراً لأهمية الطاقة الكهربائية وتأثيرها المباشر كعنصر رئيس في مجالات الحياة كافة، وإيماناً من الدولة بدور هذه الطاقة الحيوي والمؤثر في تنمية القطاعات كافة ورفع مستوى الخدمة للمواطنين باعتبارها وسيلة حضارية وضرورية، فقد حرصت الدولة على توفير الطاقة الكهربائية لمختلف القطاعات، بما في ذلك قطاع الإنتاج والمرافق العامة باعتمادية عالية وموثوقية ترقى إلى المعايير القياسية العالمية، وقدمت ولا زالت تقدم في سبيل ذلك الدعم الدائم والمساندة المستمرة لقطاع الكهرباء لمواجهة مشكلة النمو السريع في الطلب على الطاقة الكهربائية والزيادة المطردة في الأحمال بالشكل الذي فاق التوقعات (بوهنة و نور، 2013، صفحة 08).

الإشكالية: من خلال هذه الورقة البحثية سنحاول الإجابة على التساؤل الرئيسي في شكل

اشكالية محورية كمايلي: ما هي آفاق الإنتاج الوطني للكهرباء الحرارية حتى سنة 2030؟

فرضيات الدراسة: وكنطلق في تحليلنا لهذا الموضوع وضعنا الفرضية التالية:

*إنّ إنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر في نزايـد مستمر لتلبية حاجيات مختلف القطاعات

ويمكن التنبؤ بحجم الإنتاج المستقبلي باستخدام منهجية بوكس-جنكيز.

*التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر يساهم في مواجهة الطلب المطرد على هذا المورد

الحيوي.

أهداف الدراسة: يهدف البحث أساسا إلى:

- الوقوف على واقع قطاع الكهرباء في الجزائر للسنوات الأخيرة وتطور أهم المؤشرات المتعلقة بالإنتاج والاستهلاك والتوزيع وعدد زبائن مجمع سونلغاز...
- معرفة منحى إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر وتطوره.
- محاولة تطبيق منهجية بوكس جنكيز للتنبؤ بوتيرة الإنتاج للطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر حتى آفاق سنة 2030.

منهجية الدراسة: اعتمدت في هذه الدراسة على المنهج الوصفي لدراسة الجانب النظري،

بالاستعانة في ذلك بأساليب التحليل الاقتصادي في استنباط النتائج، بالإضافة إلى المنهج التحليلي والكمي باستعمال طريقة قياسية تعتمد على منهجية بوكس جنكيز The Box-Jenkins Method ، بالاعتماد على معطيات صادرة عن العملاق مجمع سونلغاز.

1. الإطار النظري حول أساسيات الطاقة الكهربائية في الجزائر

إنّ عملية توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر

حسب مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب على الطاقة الكهربائية وحسب الكميات المطلوبة، الأمر الذي يحدد أنواع محطات التوليد وكذلك أنواع الإنتاج وأنواع الوقود ومصادره كلها تؤثر في تحديد نوع

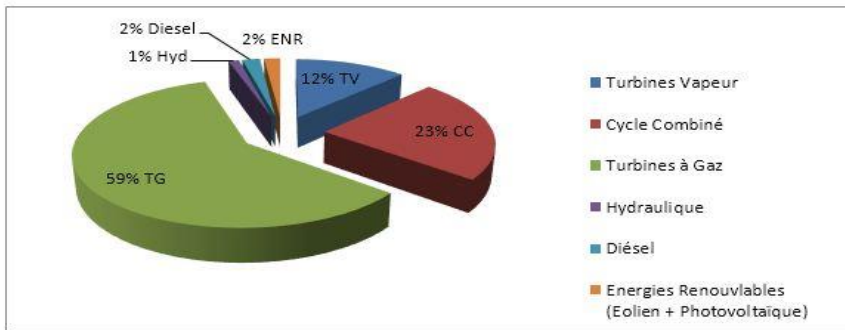
المحطة ومكانها وطاقاتها

وفي الجزائر هناك مصادر مختلفة لإنتاج الطاقة الكهربائية منها الحرارية والمائية والنووية والبخرارية

الح...

ويعتبر المصدر الحراري أهم مصدر لتوليد الكهرباء في الجزائر كما هو موضح في الشكل (1)

الشكل (1): الطاقة المركبة من مصادر إنتاج الكهرباء في الجزائر سنة 2017



المصدر: احصائيات وزارة الطاقة والمناجم سنة 2017

نلاحظ من خلال الشكل (1) بأن الكهرباء الحرارية البخارية والغازية تمثلان معا نسبة 71%.

1.1 محطات إنتاج الكهرباء في الجزائر:

هناك محطات كثيرة سنذكر أهمها في الجدول (1) (عزة و نصيرة أوبختي، 2019، صفحة

:247)

الجدول (1): أهم محطات انتاج الكهرباء في الجزائر

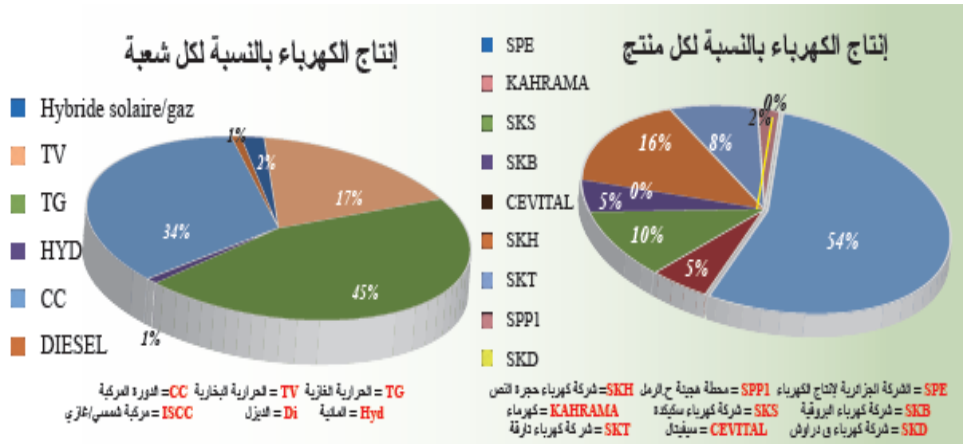
2- إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق المحطات الشمسية				1- إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق محطات الغاز		
المحاسة بالهكتار	السعة بالميجاوات	الولاية	إسم المحطة	السعة بالميجاوات	الولاية	إسم المحطة
96	48	الجلفة	محطة الجلفة	108	الجزائر	محطة باب النوار
88	44	المسيلة	محطة المسيلة	200	وهران	محطة مرسى الحجاج
79	39	ورقنة	محطة ورقنة	300	أم البواقي	محطة فكركنة
60	30	البيض	محطة البيض	418	الجزائر	محطة الحامة
59	28	الواد	محطة للغير	445	وهران	محطة بوتليس
54	27	أم البواقي	محطة عين البيضاء	500	المدية	محطة الرواقية
52	26	الجلفة	محطة عين وسارة	660	ورقنة	محطة حاسي مسعود
52	26	بشار	محطة بشار	880	سكيكدة	محطة سكيكدة
52	26	تسمسيلات	محطة تسمسيلات	1200	الطارف	محطة كدية الدراويش
50	25	سعيدة	محطة سعيدة	1200	خنشلة	محطة قيس
50	25	النعام	محطة النعام	1200	النعام	محطة مشربة
50	25	بسكرة	محطة بسكرة	1200	بسكرة	محطة أوماش
46	23	تقريت	محطة تقريت	1200	بومرداس	محطة راس جنات
44	22	المسيلة	محطة عين الملح	1200	مستغانم	محطة مستغانم
40	20	تندوف	محطة تندوف	1260	تيزازة	محطة حجرة النص
40	20	النعام	محطة مشربة	1263	الجلفة	عين وسارة
40	20	تيارت	محطة تيارت	1600	جيجل	بلارة
40	20	غرداية	محطة غرداية	3- إنتاج الطاقة الكهربائية المعينة شمس /غاز		
40	20	الأغواط	محطة الأغواط			
36	18	الواد	محطة الواد			
32	16	الأغواط	محطة آفلو	السعة بالميجاوات	الولاية	إسم المحطة
20	10	بسكرة	محطة أولاد جلال	150	النعام	محطة حاسي الرمل
18	9	بشار	محطة العبادلة			
16	8	البيض	محطة الأبيض سيد الشيخ			
16	8	النعام	محطة عين الصفرة			
4-إنتاج الطاقة الكهرومائية						
النهر	الخزان	سنة الإنتهاء	السعة بالميجاوات	المدينة	إسم المحطة	
أجزيو	إيغيل أمدا	1954	24	تجايو	إيغيل أمدا	

Source. CCGT Plants in Algeria ". Gallery. Power Plants around the World. 1 November 2013. Retrieved 8 March 2014»

2.1 تطور استهلاك وإنتاج الكهرباء الحرارية في الجزائر خلال الفترة 2000-2019

لقد عرف الطلب على الطاقة الكهربائية في الجزائر تطورا كبيرا مما قابله تطور كبير في الإنتاج والتوزيع وأيضا توسع شبكات نقل الكهرباء.

الشكل (2): إنتاج الكهرباء بالنسبة لكل منتج ولكل شعبة في الجزائر



المصدر: (بن حشاني، 2019، ص28).

نلاحظ من خلال الشكل (2) بأن المنتج الأكبر هو SKT بنسبة 54% ليلها المنتجون الآخرون. والمصدر الحراري الغازي TG يمثل أعلى نسبة 45%.

3.1 إنتاج الكهرباء الحرارية خلال سنتي 2018 و2019

لقد قفز إنتاج الكهرباء الحرارية بنسبة 2.1% ما بين سنتي 2018 و2019 حيث كان الإنتاج 75880 GWH سنة 2018 ليصل الى 80691 GWH سنة 2019.

كما هو موضح في الجدول (2):

الجدول (2): انتاج الطاقة في الجزائر للفترة (2018-2019)

Produit	Unités	2018	2019	Evolution	
				Quantité	(%)
Produits pétroliers*	K Tep	30 865	29 114	-1 751	-5,7
	K Tonnes	29 337	27 689		
Electricité thermique**	K Tep	18 171	18 555	384	2,1
	GWh	75 880	80 691		
GNL	K Tep	13 021	15 877	2 856	21,9
	10 ⁶ m ³	13 779	16 801		
GPL (Raffineries et Unités GNL)	K Tep	1 244	1 335	91	7,3
	K Tonnes	1 054	1 131		
Autres (GHF, Charbon de bois)	K Tep	1 380	1 207	-174	-12,6
	GHF	10 ⁶ m ³	1 461		
	Bois	10 ⁶ m ³	-		
TOTAL	K Tep	64 681	66 088	1 406	2,2

المصدر: (وزارة الطاقة والمناجم، 2019)

2- تطبيق منهجية بوكس-جنكيت للنبؤ بإنتاج الكهرباء الحرارية:

سوف نحاول من خلال هذه الدراسة التطبيقية التنبؤ بإنتاج الكهرباء من مصادر حرارية في الجزائر إلى غاية 2030 اعتمادا على سلسلة زمنية للكمية المنتجة من الكهرباء خلال الفترة 1990-2019

وهي معطيات فعلية للفترة تساعدنا في التنبؤ، واعتمدنا في هذه الدراسة على طريقة Box-Jenkins Method، كما أن عملية التنبؤ هذه تفيد في التخطيط للمستقبل باعتبار ان الطاقة الكهربائية هي طاقة لا يمكن تخزينها ووجب ترشيد استهلاكها وتقليل الهدر والفاقد منها أثناء نقلها وتوزيعها الى المستهلك النهائي.

1.2 الطريقة والأدوات القياسية المستعملة:

لقد اقترح الباحثان بوكس وجنكتر عام 1970 طريقة جديدة في تحليل نماذج السلاسل الزمنية عن طريق الاهتمام بجمع بعض التقنيات المستعملة للمساعدة على تخصيص مراتب النموذج وتقدير معالمه ثم اقتراح بعض الطرق للتأكد من صلاحية النموذج لأخذ شكله النهائي (بوفنش، 2009، صفحة 103).

إن السلاسل الزمنية غير المستقرة والمتجانسة يمكن أن تنمذج على شكل نماذج $ARIMA(p, d, q)$. ويكون المشكل التطبيقي هو كيفية اختيار القيم الثلاثة (p, d, q) ولهذا تستعمل طريقة بوكس — جنكتر من أجل:

*تحديد أحسن نموذج من النمط $ARIMA$ الذي يصف السياق العشوائي لسلسلة المشاهدات أو السلسلة الناتجة عن تحويل السلسلة الزمنية الأصلية.
*تقدير النموذج.

*استعمال النموذج من أجل التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة، أي أن هذه الطريقة تستعمل من أجل الحصول على نموذج يصف ويشرح تذبذبات السلسلة الزمنية عن طريق قيمها السابقة.

إن تكوين نماذج $ARIMA$ يعتمد على أربعة مراحل أساسية، وهي:

1-مرحلة التمييز أو التعرف: يتم فيها اختيار رتبة الفروق اللازمة لتحقيق استقرار السلسلة الزمنية المدروسة، كما يتم تحديد درجة كثير الحدود المناظرة لنماذج الانحدار الذاتي ونماذج المتوسطات المتحركة اللازمة لتمثيل نموذجها تمثيلا صحيحا.

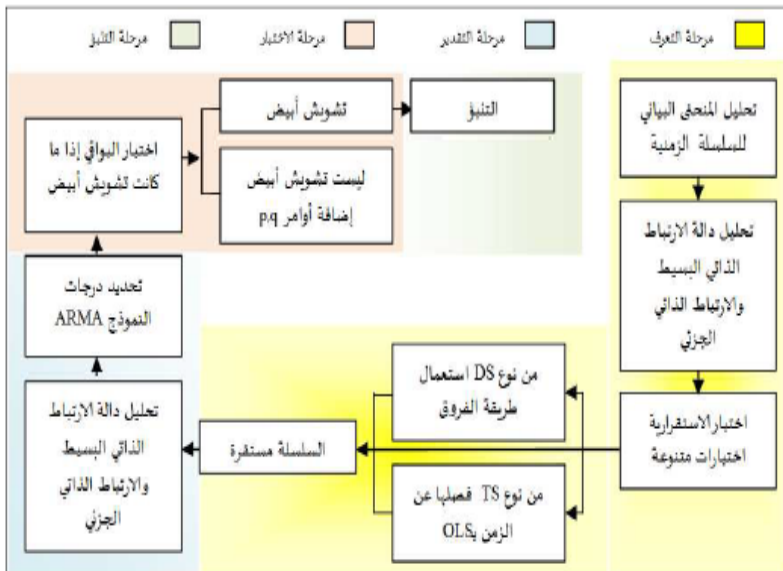
يتم أولا التأكد من استقرار السلسلة الزمنية من خلال دراسة دالة الارتباط الذاتي التي يوضح منحناها البياني وجود مركبة الاتجاه العام أو وجود المركبة الموسمية أو كليهما، والقيام بمختلف الاختبارات الإحصائية. ثم تحليل دالة الارتباط الذاتي.

2-مرحلة تقدير معالم النموذج: يتم تقدير معالم النموذج باستعمال تقنيات إحصائية كفؤة، والحصول على الأخطاء المعيارية للمعالم المقدرة، ثم إجراء اختبار الفرضيات.

3-مرحلة التشخيص: يتم تشخيص النماذج المقترحة للتأكد من مدى ملائمة النموذج المختار للبيانات المدروسة، واختبار قوته الإحصائية.

4-مرحلة التنبؤ: يتم استخدام النموذج المختار في التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة المدروسة أو استبدال النموذج في حالة عدم ملائمته ودراسة النموذج البديل للوصول إلى النموذج الصحيح.

الشكل (3): خطوات منهجية بوكس - جنكيز

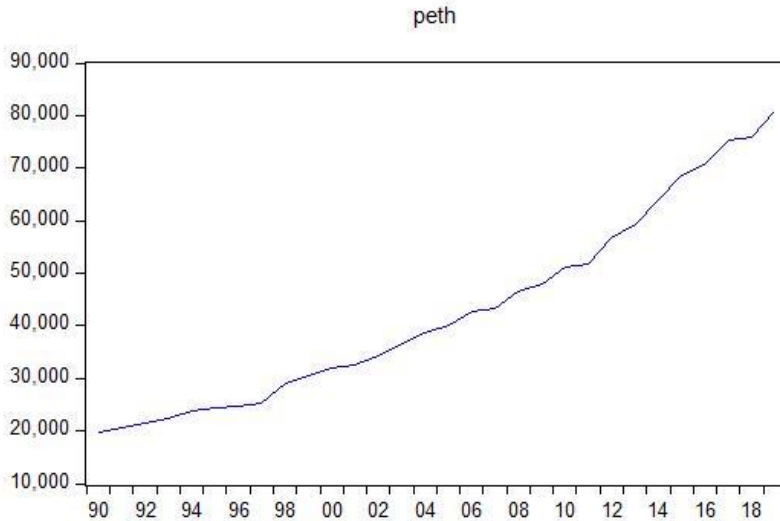


المصدر: (مزواغي، عدالة، 2020، ص 209).

2.2 دراسة وصفية للبيانات

نرمز لسلسلة حجم الانتاج بـ $peth$ وهي تتكون من مشاهدات من سنة 1990 الى 2019، والشكل الموالي يبين التغيرات السنوية لحجم الانتاج:

الشكل رقم (4): منحني سلسلة حجم انتاج الكهرباء الحرارية peth



المصدر: مخرجات برنامج EViews 10

نلاحظ من خلال الشكل اعلاه ان حجم الانتاج في تزايد مستمر لحجم الانتاج خلال فترة الدراسة.

3.2 دراسة الاستقرار

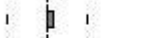
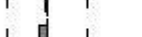
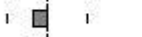
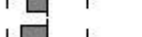
1.3.2 اختبار معنوية معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة peth

تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت معاملات الارتباط الذاتي معدومة، أي تقع داخل مجال

الثقة، الشكل التالي يبين دالة الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية للسلسلة peth

الشكل رقم (5): دالة الارتباط الذاتي لسلسلة peth

Date: 01/10/21 Time: 23:26
 Sample: 1990 2019
 Included observations: 30

Autocorrelation		Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob
				1	0.893	0.893	26.406	0.000
				2	0.794	-0.018	48.026	0.000
				3	0.683	-0.111	64.632	0.000
				4	0.581	-0.028	77.099	0.000
				5	0.477	-0.069	85.830	0.000
				6	0.379	-0.042	91.580	0.000
				7	0.289	-0.031	95.059	0.000
				8	0.199	-0.066	96.794	0.000
				9	0.130	0.022	97.564	0.000
				10	0.057	-0.075	97.719	0.000
				11	-0.009	-0.045	97.722	0.000
				12	-0.075	-0.066	98.023	0.000
				13	-0.132	-0.036	99.012	0.000
				14	-0.188	-0.060	101.14	0.000
				15	-0.236	-0.037	104.71	0.000
				16	-0.281	-0.057	110.11	0.000

المصدر: مخرجات برنامج EViews 10

نلاحظ من الشكل اعلاه ان معاملات الارتباط الذاتي كلها معنوية تختلف عن الصفر، مما يدل

على عدم إستقرار السلسلة.

2.3.2 اختبارات الاستقرار:

بالاستعانة ببرنامج Eviews 10 تحصلنا على النتائج التالية في الجدول التالي الذي يلخص

نتائج كل من اختبار ADF وPP:

الجدول رقم (3): يمثل نتائج اختبارات الاستقرارية للسلسلة peth

UNIT ROOT TEST TABLE (PP)		
At Level		
	PETH	
With Const	t-Statistic	13.9554
	Prob.	1.0000
	n0	
With Const	t-Statistic	0.3050
	Prob.	0.9977
	n0	
Without Co	t-Statistic	38.1077
	Prob.	0.9999
	n0	
At First Difference		
	d(PETH)	
With Const	t-Statistic	-5.0877
	Prob.	0.0003

With Const	t-Statistic	-10.0421
	Prob.	0.0000

Without Co	t-Statistic	-1.2070
	Prob.	0.2027
	n0	

UNIT ROOT TEST TABLE (ADF)		
At Level		
	PETH	
With Const	t-Statistic	4.4873
	Prob.	1.0000
	n0	
With Const	t-Statistic	-0.2607
	Prob.	0.9879
	n0	
Without Co	t-Statistic	7.3051
	Prob.	1.0000
	n0	
At First Difference		
	d(PETH)	
With Const	t-Statistic	-1.9222
	Prob.	0.3177
	n0	
With Const	t-Statistic	-8.2244
	Prob.	0.0000

Without Co	t-Statistic	-0.3502
	Prob.	0.5492
	n0	

Notes: (*)Significant at the 10%; (**)Significant at the 5%; (***) Significant at the 1%. and (no) Not Signifi
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

This Result is The Out-Put of Program Has Developed By:

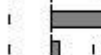
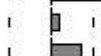
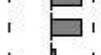
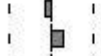
Dr. Imadeddin AlMosabbeh
College of Business and Economics
Qassim University-KSA

المصدر: مخرجات برنامج Eviews10

نلاحظ من النتائج الجدول أعلاه أن قيم المعنوية لاختبار t غير معنوية ولكنها معنوية عند إجراء الفرق الاول اي ان $t.cal$ أكبر من $t.tab$ عند مستوى معنوية 5%، وذلك بالنسبة للنماذج الثلاثة ومنه نرفض H_0 (وجود جذر وحدة)، اي ان السلسلة مستقرة في الفرق الاول.

3.3.2 اختبار معنوية معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة dpeth

Date: 01/10/21 Time: 23:28
 Sample: 1990 2019
 Included observations: 29

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.001	-0.001	9.E-06	0.998
		2	0.517	0.517	8.9028	0.012
		3	0.073	0.101	9.0893	0.028
		4	0.264	0.001	11.601	0.021
		5	0.278	0.278	14.496	0.013
		6	0.025	-0.141	14.520	0.024
		7	0.146	-0.189	15.386	0.031
		8	-0.063	-0.054	15.557	0.049
		9	0.104	0.021	16.045	0.066
		10	-0.030	-0.030	16.089	0.097
		11	0.053	0.084	16.231	0.133
		12	-0.104	-0.076	16.800	0.157

المصدر: مخرجات برنامج EViews10

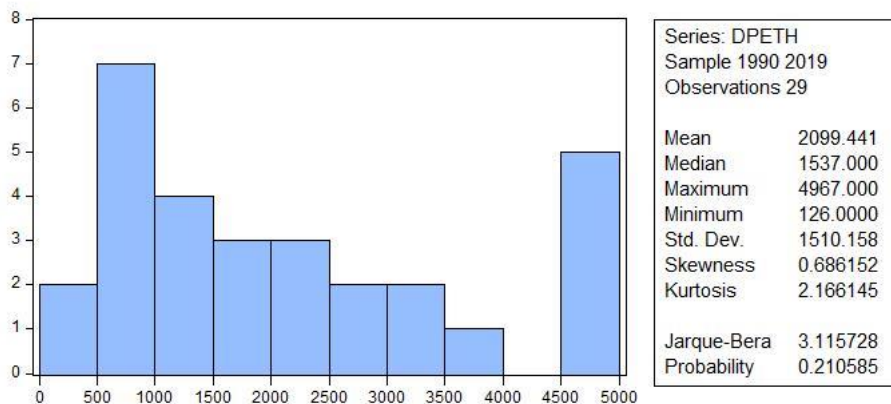
بالنظر الى التمثيل دالة الارتباط للفرق الاول، نلاحظ ان جميع معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة

dpeth تقع داخل مجال الثقة أي انها تساوي معنويا الصفر ما عدا التأخير رقم 2، مما يدل على استقرارية السلسلة.

4.3.2 اختبارات التوزيع الطبيعي

يوضح الشكل 6 اختبار التوزيع الطبيعي:

الشكل رقم (6): اختبار التوزيع الطبيعي للسلسلة dpeth



المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

اختبار SKewness (اختبار فرضية التناظر): $H_0: V_1 = 0$ نقوم بحساب الاحصائية:

$$V_1 = \frac{B_{1-0}^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{\frac{6}{T}}} = \frac{0.6861}{\sqrt{\frac{6}{29}}} = 0.0096$$

لدينا $V_1 < 1.96$ ومنه نقبل الفرضية $H_1: V_1 = 0$ اي ان السلسلة متناظرة

اختبار Kurtosis (اختبار فرضية التفلطح الطبيعي) $H_0: V_2 = 0$

$$V_2 = \frac{B_2 - 3}{\sqrt{\frac{24}{T}}} = \frac{2.1661 - 3}{\sqrt{\frac{6}{29}}} = 2.1238$$

لدينا $V_2 > 1.96$ نقبل فرضية التفلطح الطبيعي للسلسلة

اختبار Jarque – Bera

تلاحظ أن احصائية JB = 3.11 وجاءت معنويتها أكبر من 0.05 ومنه نقبل فرضية التوزيع الطبيعي للسلسلة المستقرة بنسبة معنوية 5%.

1.3 نمذجة حجم الانتاج للطاقة الكهربائية باستخدام منهجية بوكس - جينكيتز

1.1.3 مرحلة التعرف

بعد التأكد من استقرار السلسلة عند الفرق الاول نستطيع تحديد المعالم أو الرتب (p,q) ولنعتمدها نستعين ببرنامج EViews 10 واختيار النموذج و الذي يعبر بصفة دقيقة نستعمل المعايير المعتمدة (aic, sc,....الخ)

جدول رقم 4: يمثل اختبار النموذج الملائم حسب المعايير المقارنة

Model Selection Criteria Table
Dependent Variable: D(PETH)
Date: 01/10/21 Time: 23:50
Sample: 1990 2019
Included observations: 29

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(2,0)(0,0)	-247.421675	17.339426	17.528018	17.398491
(1,4)(0,0)	-245.064251	17.383741	17.713778	17.487105
(0,4)(0,0)	-246.126683	17.388047	17.670936	17.476644
(2,1)(0,0)	-247.361799	17.404262	17.640003	17.478093
(3,0)(0,0)	-247.376877	17.405302	17.641043	17.479133
(1,2)(0,0)	-247.709572	17.428246	17.663987	17.502077
(0,2)(0,0)	-248.954052	17.445107	17.633700	17.504172
(2,4)(0,0)	-245.060280	17.452433	17.829618	17.570563
(3,1)(0,0)	-247.181321	17.460781	17.743670	17.549378
(2,2)(0,0)	-247.233982	17.464413	17.747301	17.553010
(4,0)(0,0)	-247.364652	17.473424	17.756313	17.562022
(2,3)(0,0)	-246.571886	17.487716	17.817753	17.591080
(0,3)(0,0)	-248.585861	17.488680	17.724421	17.562511
(3,3)(0,0)	-245.643583	17.492661	17.869846	17.610791
(1,3)(0,0)	-247.708108	17.497111	17.780000	17.585708
(4,1)(0,0)	-247.074622	17.522388	17.852425	17.625751
(3,2)(0,0)	-247.147438	17.527410	17.857446	17.630773
(4,2)(0,0)	-246.431125	17.546974	17.924159	17.665104
(0,0)(0,0)	-252.919508	17.580656	17.674952	17.610188
(4,3)(0,0)	-246.305148	17.607252	18.031585	17.740147
(1,0)(0,0)	-252.919504	17.649621	17.791065	17.693920
(0,1)(0,0)	-252.919506	17.649621	17.791065	17.693920
(1,1)(0,0)	-252.143600	17.665076	17.853668	17.724141
(3,4)(0,0)	-247.441397	17.685614	18.109947	17.818509
(4,4)(0,0)	-247.337893	17.747441	18.218922	17.895103

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

اظهر لنا الجدول اعلاه ان برنامج Eviews 10 قد استقر على ان أفضل نموذج هو arma

(0.0) (2.0) حيث اخذ اقل قيم للمعايير hq bic aic وأكبر قيمة لـ LogL.

2.1.3 مرحلة تقدير معلمات النموذج:

بعد التعرف على النموذج الأكثر توافقا وذلك بتحديد كل من (p,q) للسلسلة يجب تقدير

معالم النموذج وذلك من خلال الجدول التالي:

Dependent Variable: D(PETH)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 01/10/21 Time: 23:50				
Sample: 1991 2019				
Included observations: 29				
Convergence achieved after 8 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2036.734	590.6573	3.448249	0.0020
AR(1)	-0.025972	0.134485	-0.193120	0.8484
AR(2)	0.600146	0.170346	3.523106	0.0017
SIGMASQ	1461164.	559702.1	2.610610	0.0151
R-squared	0.336419	Mean dependent var		2099.441
Adjusted R-squared	0.256789	S.D. dependent var		1510.158
S.E. of regression	1301.902	Akaike info criterion		17.33943
Sum squared resid	42373745	Schwarz criterion		17.52802
Log likelihood	-247.4217	Hannan-Quinn criter.		17.39849
F-statistic	4.224787	Durbin-Watson stat		2.035544
Prob(F-statistic)	0.015123			
Inverted AR Roots	.76	-.79		

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

وبالتالي يمكن كتابة معادلة النموذج على الشكل التالي:

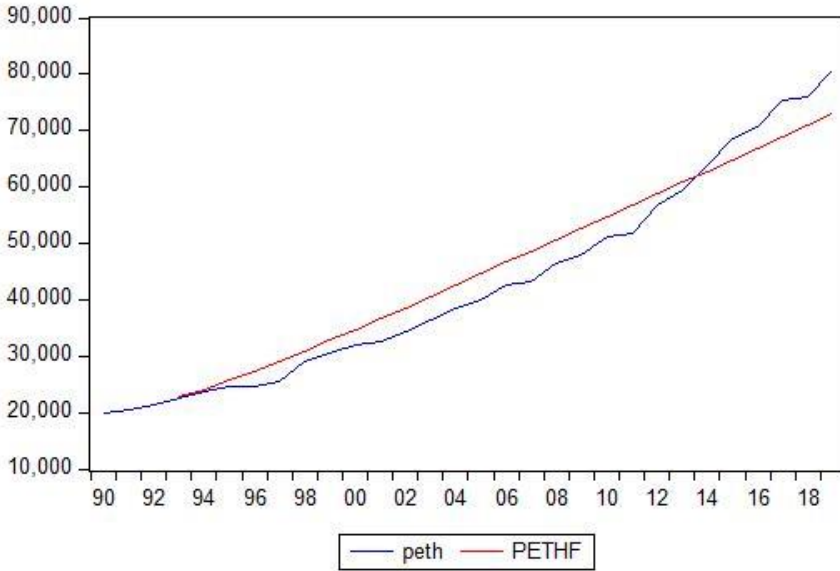
$$dpeth_t = 2036.734 + -0.0259dpeth_{t-1} + 0.6001dpeth_{t-2} + \varepsilon_t$$

3.1.3 مرحلة اختبار النموذج:

يتم اختبار النموذج المختار $(2,1,0)$ arma احصائيا من خلال الخطوات التالية:

* مقارنة السلسلتين الأصلية والمقدرة

الشكل رقم (7): السلسلتين الأصلية والمقدرة



المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

حيث:

peth : السلسلة الاصلية

pethf : السلسلة المقدرة

من خلال الشكل نلاحظ شبه تقارب في درجة الزيادة المستمرة بالنسبة للسلسلتين

* تحليل دالة الارتباط الذاتي البسيط الجزئي لسلسلة البواقي:

من خلال الشكل الموالي نلاحظ ان سلسلة البواقي مستقرة، كون أن معاملات الارتباط ذاتي

تقع جميعها داخل مجال الثقة.

شكل رقم (8): دالة الارتباط ذاتي البسيط والجزئي لسلسلة البواقي

Date: 01/10/21 Time: 23:59

Sample: 1990 2019

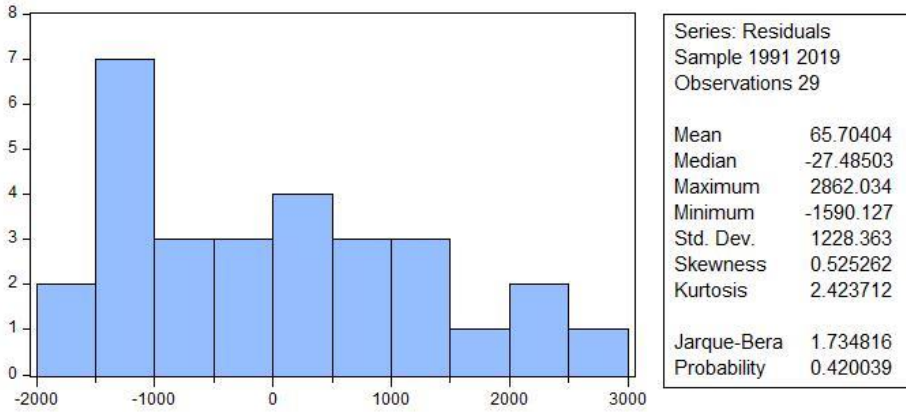
Included observations: 29

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.109	-0.109	0.3784	0.538
		2 0.175	0.165	1.3950	0.498
		3 0.103	0.143	1.7644	0.623
		4 -0.154	-0.168	2.6174	0.624
		5 -0.086	-0.176	2.8956	0.716
		6 -0.144	-0.139	3.7115	0.716
		7 -0.129	-0.081	4.3940	0.733
		8 -0.107	-0.082	4.8852	0.770
		9 -0.038	-0.031	4.9503	0.839
		10 -0.116	-0.140	5.5880	0.849
		11 -0.089	-0.190	5.9850	0.874
		12 -0.010	-0.102	5.9900	0.917

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

* اختبار التوزيع الطبيعي

شكل رقم (9): اختبار التوزيع الطبيعي لبواقي النموذج



المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

* اختبار SKewness (اختبار فرضي التناظر): $H_0: V_1 = 0$ نقوم بحساب الاحصائية:

$$V_1 = \frac{B_1^2}{\sqrt{6T}} = \frac{0.5252}{\sqrt{\frac{6}{29}}} = 0.0073$$

لدينا $V_1 < 1.96$ ومنه نقبل الفرضية $H_1: V_1 = 0$ اي ان السلسلة متناظرةاختبار Kurtosis (اختبار فرضية التفلطح الطبيعي) $H_0: V_2 = 0$

$$V_2 = \frac{B_2 - 3}{\sqrt{\frac{24}{T}}} = \frac{2.4237 - 3}{\sqrt{\frac{6}{29}}} = 2.3814$$

لدينا $V_2 > 1.96$ نقبل فرضية التفلطح الطبيعي للسلسلة

*اختبار Jarque – Bera

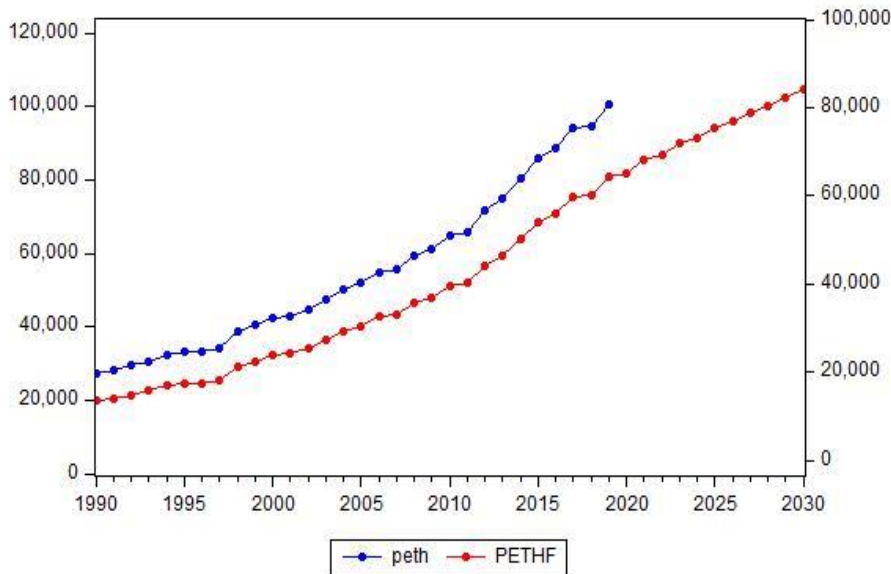
تلاحظ أن احصائية JB = 1.73 وجاءت معنويتها أكبر من 0.05 ومنه نقبل فرضية التوزيع

الطبيعي للسلسلة المستقرة بنسبة معنوية 5%. أي أن بواقي النموذج تتبع التوزيع الطبيعي.

1.4 التنبؤ بحجم الانتاج الكهربائي من لـ سنة 2020 وحتى 2030

يمكن الآن تقدير انتاج الكهرباء الحرارية حتى آفاق سنة 2030 كما يلي:

شكل رقم (10): منحنى التنبؤ بحجم انتاج الطاقة الكهربائية من عام 2020 وحتى 2030



المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

ومن خلال الشكل البياني أعلاه يمكن استخراج القيم الخاصة بحجم انتاج الكهرباء الحرارية

المنتبأ بها كما يلي:

الجدول (5): تقديرات حجم الإنتاج للكهرباء الحرارية حتى سنة 2030

السنة	إنتاج الكهرباء الحرارية (GWH)
2020	81732.21677957831
2021	85459.76977819456
2022	86855.13474383572
2023	89923.26381293044
2024	91548.29565779852
2025	94214.7094276085
2026	95988.00809698245
2027	98409.48340114529
2028	100278.1252395894
2029	102550.1255437485
2030	104479.8692973487

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

وكنتيجة لعملية التنبؤ سوف نسجل زيادة مستمرة في حجم الانتاج حسب النموذج الخاص بالدراسة للعشر أعوام القادمة.

5. خاتمة

من خلال الدراسة النظرية والتطبيقية القياسية لتقدير الإنتاج المستقبلي للكهرباء الحرارية في الجزائر توصلنا إلى النتائج التالية:

* لا يزال استخدام المصدر الحراري البخاري من أهم مصادر توليد الكهرباء في الجزائر في حين تعتبر الطاقة الكهربائية التي يتم توليدها من الرياح هي الأرخص سعرا على مستوى العالم فمتوسط سعر

الكيلووات/ الساعة من الكهرباء المتولدة من طاقة الرياح يقدر بحوالي سبع سنتات (وحدة اليورو).

* يتوقع زيادة متواصلة في استخدام المصادر الحرارية والغاز لإنتاج الكهرباء.

* خطوط الامداد بالطاقة الكهربائية في زيادة مستمرة مما ساهم في ارتفاع طاقة الانتاج من سنة

لأخرى، والتي تعتبر مؤشر ذو دلالة على بذل إمكانيات مضاعفة واستثمارات ضخمة في هذا المجال.

* التنبؤ بالطلب على الكهرباء يساهم في التخطيط للمستقبل والعمل على إيجاد مصادر أخرى

لتوليد

الطاقة الكهربائية والخروج من المصدر الواحد.

ويمكن تفسير النتائج السابقة كما يلي:

* سوف يستمر الاعتماد على المصدر الحراري الغازي لإنتاج الطاقة الكهربائية نظرا لأن استخدام

الطاقة الشمسية والطاقات النظيفة كمصدر للتوليد مازال محتشما في الجزائر.

وبناء على ما سبق، يمكن الخروج بمجموعة من التوصيات كما يلي:

* أن ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية من طرف العائلات والمؤسسات وذلك من خلال

الاستعمال العقلاني لهذا المورد المهم يعتبر من الحلول الناجعة لتقليل انتاج الكهرباء.

* باعتبار أن الجزائر تعتمد في توليدها للطاقة الكهربائية بصفة كبيرة على الغاز الطبيعي والذي

يعتبر مورد ناضب، يجب العمل على تنويع المصادر للآحرارية لإنتاج الطاقة يعني تلك المولدة من مصادر

متجددة وصديقة للبيئة.

6. قائمة المراجع

بوهنة كلثوم، محمد نور، 2014، التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر- مجلة الحكمة

للدراستات الاقتصادية-الجزء 2 العدد 03.

بوهنة كلثوم، بن عزة محمد، 2015، واقع قطاع الكهرباء في الجزائر، دراسة حالة مجمع سونلغاز-

المجلة الجزائرية للعلوم والسياسات الاقتصادية الجزء 06، العدد 01، الجزائر.

بن عزة محمد، أوبختي نصيرة، 2019، التنبؤ بالطلب العائلي على الطاقة الكهربائية في الجزائر إلى غاية 2025، باستعمال منهجية بوكس جنكيز-مجلة الاستراتيجية والتنمية مستغنام -المجلد 09 العدد 03، الجزائر.

بوفنش وسيلة، استخدام النماذج الكمية في التنبؤ بالطاقة الإنتاجية للمؤسسة دراسة حالة الشركة الوطنية لتحقيق وتسيير الصناعات المترابطة بميلة، رسالة ماجستير، جامعة سطيف، 2009.
عائشة بن حشاني، 2019، استخدام نماذج السلاسل الزمنية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء خلال الفترة (2010-2017)، الجزائر.

مزواغي جيلالي، عدالة العجال، 2020، التنبؤ بالطلب السياحي الأجنبي في الجزائر، مجلة الاقتصاد الجديد، المجلد 11، العدد 02، الجزائر.

وزارة الطاقة والمناجم <https://www.energy.gov.dz> article=bilan-
énergétique-national-du-
Secteur

Prediction of production of thermal electricity. in Algeria until 2030 Using The Box-Jenkins Method

Kelthoum Bouhenna ^{1*}

¹ Centre universitaire de Meghnia, (Algeria)

gestion30_2010@yahoo.fr 

Received: 25-05-2021	Accepted: 23-06-2021
Abstract The aim of this study is to predict the production of thermal electricity in Algeria until 2030, using the econometric methods through the Box-Jenkins to determine the frequency of electricity production in the future. The study concluded that production of thermal electricity in Algeria is increasing rapidly in turn can be explained by the need to meet a growing electricity demand.	Keywords: Electricity; Production of thermal electricity; Prediction of electricity production; Box-Jenkins methodology. JEL Classification Codes : C13, C01

* Corresponding author