



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم العلوم الاقتصادية



مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماستر

في ميدان :علوم اقتصادية، علوم التسيير وعلوم تجارية

فرع علوم اقتصادية، تخصص اقتصاد كمي

بعنوان:

دراسة تحليلية قياسية للاستهلاك العائلي للكهرباء

دراسة حالة شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة

خلال الفترة (2010-2020)

من إعداد الطالب: بالحشاني أحمد حمزة

نوقشت علنا بتاريخ: 2022/06/12 أمام اللجنة المكونة من:

الأستاذ: بعيليش نور الدين	أستاذ مساعد أ-جامعة ورقلة	-رئيسا
الأستاذ: ميلودي عبد العزيز	أستاذ محاضر-جامعة ورقلة	-مشرفا
الأستاذة: منخرمش عبلة	أستاذ مساعد ب-جامعة ورقلة	-مناقشا

السنة الجامعية: 2022/2021

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

أهدي عملي المتواضع هذا إلى:

والدتي الكريمة

أسأل الله أن يطيل في عمرها وان يمنحها العافية

ويجعل عاقبتها الجنة عرضها السموات والأرض

وإلى روح أبي الطاهرة رحمه الله

إلى زوجتي الغالية و بناتي المؤسسات

و كل أفراد العائلة

إلى كل زملاء الدراسة و العمل

وإلى كل من مد لنا يد العون في هذا العمل

أحمد حمزة بالحشاني

شكر و عرفان

أتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى الاستاذ الفاضل:

ميلودي عبد العزيز

الذي تفضل بالإشراف على هذا العمل، حيث قدم لي النصح والإرشاد خلال فترة الإعداد فله مني كل الشكر والتقدير. كما لا يفوتني أن أشكر عمال الشركة الذين ساعدوني في توفير المعلومات الضرورية الخاصة بالبحث. أشكر الاستاذة المناقشة على إرشاداتها القيمة أشكر كل من ساهم من قريب أو بعيد في انجاز هذا العمل.

أحمد حمزة بالحشاني

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لقطاع العائلات، اعتماداً على البيانات المقدمة من طرف شركة توزيع الكهرباء والغاز لولاية ورقلة (سونلغاز) خلال الفترة (2010-2020) باستخدام نماذج الانحدار الذاتي والجزئي وفق منهجية بوكس-جنكينز (Box-Jenkins) لتحليل السلاسل الزمنية.

من أجل ذلك تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي لوصف متغيرات الدراسة وتحليل نتائج الجانب التطبيقي الذي تم فيه الاعتماد على برنامج Eviews10 من أجل تقدير النموذج الأمثل.

أظهرت النتائج أن أحسن نموذج يفسر سلوك استهلاك الطاقة الكهربائية لقطاع العائلات في ولاية ورقلة هو النموذج ARIMA (2,1,6)، كما أظهرت نتائج التنبؤ أن القيم التي تم التوصل إليها قاربت القيم الحقيقية المقدمة من طرف الشركة.

الكلمات المفتاحية: استهلاك طاقة كهربائية، سلاسل زمنية، منهجية بوكس جنكينز، تنبؤ، نماذج ARIMA.

Abstract

The aim of this study is to predict the consumption of electricity for the household sector, based on the data provided by the Electricity and Gas Distribution Company at Ouagrla for the period of 2010-2020, using the Box-Jenkins methodology for time series models.

To achieve the objectives of the study was used descriptive analytical method by describing the variables of the study and analysis of the results of the application side, which was based on the program Eviews10 in order to estimate the optimal model.

In issue of the study: we found that the best model that explains the behavior of electric power consumption for the household sector at Ouagrla is ARIMA (2,1,6) model, and the results showed that the values reached were so close to the real values provided by the institution.

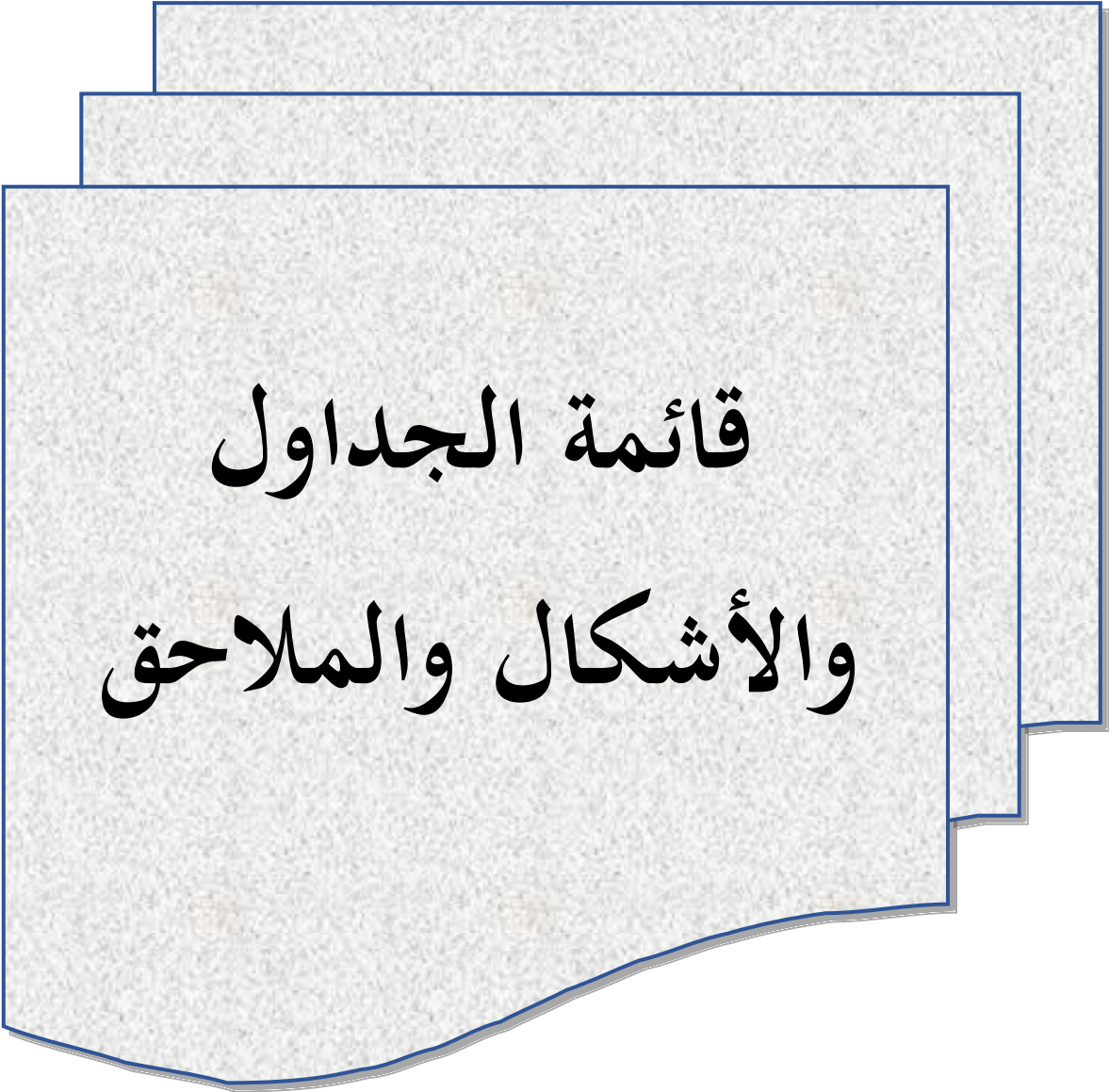
Keywords: Electrical Power Consumption, Time series, Box-Jenkins Methodology, Prediction, ARIMA Models.



الفهرس

الصفحة	المحتويات
	الإهداء
	كلمة شكر وتقدير
I	الملخص
II	الفهرس
IV	قائمة الأشكال والجداول
أ	المقدمة
الفصل الأول: الأدبيات النظرية للطاقة الكهربائية	
2	تمهيد الفصل
3	المبحث الأول: الاطار النظري للطاقة الكهربائية
3	المطلب الأول: تعريف الطاقة الكهربائية و أهميتها الاقتصادية أنواعها و مصادرها
3	الفرع الأول: تعريف الطاقة الكهربائية و أهميتها الاقتصادية
4	الفرع الثاني: أنواع الطاقة الكهربائية
9	المطلب الثاني: تطور واستعمالات الطاقة الكهربائية و أسباب زيادة الطلب عليها
9	الفرع الأول: تطور الطاقة الكهربائية في الجزائر
11	الفرع الثالث: أهم أسباب زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية
13	المبحث الثاني: الدراسات العلمية السابقة
13	المطلب الأول: عرض مختلف الدراسات السابقة
15	المطلب الثاني: مقارنة بين الدراسة الحالية و الدراسات السابقة
16	خلاصة الفصل الأول
الفصل الثاني: تطبيق طريقة بوكس-جنكيز للتنبؤ باستهلاك القطاع العائلي للكهرباء بورقلة	
17	تمهيد الفصل
18	المبحث الأول: الطريقة و الأدوات المستخدمة في الدراسة
18	المطلب الأول: الطريقة المستخدمة في الدراسة
18	الفرع الأول: مجتمع و عينة الدراسة

18	الفرع الثاني: الحدود الزمنية والمكانية للدراسة
18	الفرع الثالث: تحديد متغيرات الدراسة
18	الفرع الرابع: عرض المعطيات
19	المطلب الثاني: الأدوات و البرامج المستخدمة في الدراسة
19	الفرع الأول: طريقة جمع المعلومات
20	الفرع الثاني: الطريقة الاحصائية المتبعة في التحليل
25	الفرع الثالث: البرامج الاحصائية
26	المبحث الثاني: عرض و مناقشة النتائج المتوصل إليها
26	المطلب الأول: عرض نتائج الدراسة
26	الفرع الأول: دراسة وصفية لبيانات و شكل سلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء للقطاع العائلي بورقلة
29	الفرع الثاني: دراسة استقرارية السلسلة
37	الفرع الثالث: تقدير نموذج للتنبؤ حسب طريقة بوكس-جنكينز Box-Jenkins
45	المطلب الثاني: مناقشة النتائج المتوصل إليها
48	خلاصة الفصل الثاني
49	الخاتمة العامة
52	المراجع
54	الملاحق



قائمة الجداول
والأشكال والملامح

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	الرقم
15	المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة	(1-1)
19	الاستهلاك الشهري للكهرباء في القطاع العائلي بورقلة (AO)	(1-2)
26	بعض المقاييس الوصفية لسلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء في القطاع العائلي بورقلة (AO)	(2-2)
29	يبين اختبار Buys-Ballot للكشف عن شكل السلسلة الزمنية (AO)	(3-2)
31	اختبار ديكي فولر ADF للسلسلة (AO)	(4-2)
32	نتائج اختبار ADF و PP للسلسلة (DAO)	(5-2)
34	اختبار ديكي فولر ADF للسلسلة (SDAO)	(6-2)
35	نتائج اختبار فيليبس بيرون للسلسلة SDAO	(7-2)
36	نتائج اختبار الاستقلالية BDS	(8-2)
38	تقدير النموذج المعرف للسلسلة SDAO	(9-2)
43	اختبار تجانس التباين ARCH	(10-2)
44-43	نتائج التنبؤ للاستهلاك الشهري للعائلي للكهرباء بورقلة	(11-2)

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	الرقم
24	طرق التقدير باستخدام نماذج Box-Jenkins	(1-2)
27	المنحنى البياني للسلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء للقطاع العائلي (AO)	(2-2)
28	يبين تغير المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للسلسلة (AO)	(3-2)
30	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة (AO)	(4-2)
31	المنحنى البياني للسلسلة المعدلة من الاتجاه العام (DAO)	(5-2)
33	شكل دالة الارتباط الذاتي للسلسلة (DAO)	(6-2)
34	المنحنى البياني للسلسلة المصححة من الموسمية (SDAO)	(7-2)

37	دالة الارتباط الذاتي للسلسلة SDAO	(8-2)
40	اختبار الارتباط الذاتي للأخطاء DW	(9-2)
40	مقارنة السلسلتين الأصلية والمقدرة لـ SDAO	(10-2)
41	شكل دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي	(11-2)
42	منحنى التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي	(12-2)
44	التمثيل البياني لنتائج التنبؤ للاستهلاك الشهري للعائلي للكهرباء	(13-2)

قائمة الملحق

الصفحة	العنوان	الرقم
49	نتائج تقدير النموذج 01 و 02 و 03 لاختبار ADF للسلسلة AO	01
50	نتائج تقدير النموذج 01 و 02 و 03 لاختبار ADF للسلسلة DAO	02
51	نتائج تقدير النموذج 01 و 02 و 03 لاختبار PP للسلسلة DAO	
52	نتائج تقدير النموذج 01 و 02 و 03 لاختبار ADF للسلسلة SDAO	03
53	نتائج تقدير النموذج 01 و 02 و 03 لاختبار PP للسلسلة SDAO	
54	نتائج وإحصاءات تقدير النماذج المختارة	04
57-55	نتائج التنبؤ للسنوات (من 2011 إلى 2021)	05

المقدمة

مقدمة

يكتسي قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر أهمية كبرى إذ يعتبر من بين أهم القطاعات الاقتصادية المحركة لعجلة التنمية في البلاد، ونظرا لما تحتويه الجزائر من مصادر للطاقة الكهربائية، عملت الدولة على تطوير هذا المجال لأنه يمثل أحد أهم عناصر بعث النشاط الاقتصادي و التنموي وتحقيق الرفاهية المعيشية، ويتجلى ذلك في استعمالها وطلبها من طرف المؤسسات الكبرى والمتوسطة ومن طرف العائلات.

نظرا للارتفاع المتزايد لاستهلاك الطاقة الكهربائية و زيادة نسب استعمالها و حجم المسؤولية الملقاة على المؤسسات على التموين بهذه الاخيرة، و تغطيةً لهذا الاستهلاك، ارتأينا في هذا العمل القيام بدراسة تنبؤية لاستهلاك الكهرباء، مركزين في ذلك على زبائن شركة توزيع الكهرباء و الغاز بورقلة (القطاع العائلي)، و من أجل ذلك قمنا بالاستعانة بإحدى الطرق الإحصائية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء ، والتي من خلالها نحاول الوصول إلى نتائج دقيقة وملموسة، من أجل اتخاذ قرارات سليمة ورشيدة اقتصاديا. تماشيا مع طبيعة الدراسة.

مما تقدم يمكننا صياغة الإشكالية من خلال طرح السؤال التالي:

كيف يمكن لشركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة الاستجابة لحجم استهلاك الكهرباء المتزايد لفترة زمنية مستقبلية؟

ومن خلال هذه الإشكالية يمكننا طرح عدة تساؤلات وهي كالتالي:

- ما هي الطاقة الكهربائية وما مصادرها وما هي أسباب تزايد الطلب عليها؟
- ما هي الطريقة الملائمة وهل هي قابلة للتطبيق للتنبؤ باستهلاك الكهرباء على المدى القصير؟
- هل النموذج المقدر له القدرة على التنبؤ باستهلاك الكهرباء مستقبلا في ولاية ورقلة؟

❖ فرضيات الدراسة:

- ✓ التغيرات في سلسلة استهلاك الكهرباء لها وتيرة متزايدة.
- ✓ سلسلة استهلاك القطاع العائلي للكهرباء قابلة للتنبؤ.
- ✓ طريقة BOX-JENKINS فعالة في عملية التنبؤ على المدى القصير.

❖ أهداف الدراسة:

- معرفة وتيرة تزايد استهلاك الطاقة الكهربائية.
- محاولة التعرف على نموذج يعرف المتغيرات المتحكمة في استهلاك الكهرباء.

❖ مبررات اختيار الموضوع:

إن من أهم الأسباب التي أدت بنا لتناول هذا الموضوع، هو رغبة الطالب البحث في مجال الطاقة الكهربائية، للتعرف أكثر على قدرات الجزائر في هذا المجال، وأيضاً البحث في المواضيع ذات الطابع الاقتصادي الكمي لما لذلك من علاقة بالتخصص المدروس وخصوصاً محاولة تطبيق منهجية بوكس-جنكينز في عملية التنبؤ.

❖ حدود الدراسة:

الإطار المكاني: تم اختيار شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة.
الإطار الزمني: تم اختيار مدة الدراسة الممتدة من: 2010/01/01 إلى: 2020/12/31 للتنبؤ بمستقبل استهلاك الكهرباء في ولاية ورقلة.

❖ منهج الدراسة المتبع و البرامج المستعملة:

للإجابة على إشكالية البحث سوف نستخدم المنهج الوصفي عند التعرض للجانب النظري، و منهج دراسة حالة عند إسقاط الأساليب الإحصائية على معطيات الدراسة الميدانية، باستعمال البرامج المعلوماتية و الإحصائية: .WORD 2013/ EXCEL2007/ EViews10/ GRITEL1.9

❖ صعوبات الدراسة

واجهنا تأخير و صعوبة نوعاً ما في الحصول على بيانات السلسلة محل الدراسة.

❖ هيكل الدراسة

من أجل دراسة هذا الموضوع والإجابة على الإشكالية المطروحة قمنا بتقسيم عملنا هذا إلى فصلين،

نوردهما على التوالي:

الفصل الأول: و يتمثل في الأدبيات النظرية إذ سيتم تقسيمه إلى مبحثين، سنتعرض في المبحث الأول إلى العرض النظري للطاقة الكهربائية، وذلك من خلال تبيان مفهوم الطاقة الكهربائية و أهميتها، و كذا أنواعها ومصادرها. ثم نعرض إلى تطورها و أهم استعمالاتها، وفي النقطة الأخيرة سنتطرق إلى أهم أسباب زيادة استهلاك

الطاقة الكهربائية. أما في المبحث الثاني فسيتم عرض مختلف الدراسات السابقة و مقارنة الدراسة الحالية بالدراسات السابقة.

الفصل الثاني: هذا الفصل سيخصص لدراسة تنبؤية لاستهلاك القطاع العائلي للكهرباء، حيث في مبحثه الأول سيتم عرض الطريقة و الأدوات المستخدمة، أما المبحث الثاني فيتمحور حول عرض النتائج و مناقشتها من خلال بناء و تقدير النموذج القياسي الأمثل للتنبؤ باستهلاك الكهرباء للقطاع العائلي وختمنا هذا الفصل بمجموعة النتائج المتوصل إليها و الاقتراحات و التوصيات و الافاق.

الفصل الأول

الأدبيات النظرية

للطاقة الكهربائية

تمهيد الفصل:

تلعب الطاقة في حياتنا دورا كبيرا لا ينافسها فيه إلا ضروريات الحياة من ماء، غذاء وهواء، نستطيع أن نقيم أهميتها من وجهين محدودة وضرورية، محدودة لأنها تعتبر سلعة استهلاكية للعائلات ووسطية للمؤسسات وككل السلع تشتري وتباع بسعر وثمن، وضرورية لأنه بدون طاقة يتوقف كل شيء (النقل، الفلاحة، الصناعة، والإضاءة... الخ)

تعد الجرائر من بين الدول النامية التي تسعى جاهدة إلى التطور والتقدم وتنمية اقتصادها، ونظرا لاعتمادها بصفة مباشرة على المحروقات كان من الأجدر إنشاء مؤسسات مختصة في المجال، من بين هذه المؤسسات نجد مؤسسة سونلغاز التي وُجدت بهدف تطوير الأبحاث في قطاع الكهرباء والغاز، وكذا استثمار الطاقة التي تملكها الدولة.

تعتبر الطاقة من أهم العناصر المحركة للاقتصاد، فهي تكتسي أهمية كبيرة لدى جميع الدول، ومن أشكالها نجد الطاقة الكهربائية التي يعتبر سلعة حيوية لا غنى عنها ولا يمكن تصور تحسين الظروف المعيشية للسكان وكذا التطور الاقتصادي والصناعي إلا بالكهرباء، لذا فهي تحظى باهتمام كبير في الاقتصاد الدولي وأضحى معيار اقتصادي يفسر تقدم أو تخلف دولة ما، مما يجعل استهلاكها والطلب عليها في تزايد مستمر سواء من طرف الأفراد أو المؤسسات الاقتصادية.

وسنتطرق إلى تقسيم هذا الفصل إلى مبحثين:

-المبحث الأول: الإطار النظري للطاقة الكهربائية.

- المبحث الثاني: الدراسات العلمية السابقة.

المبحث الأول: الإطار النظري للطاقة الكهربائية

الطاقة الكهربائية هي القوة الحقيقية الداعمة للاقتصاد، والصناعة، والخدمات العامة، والمعلوماتية، وحتى خدمات النقل في مجمل دول العالم، وهي المفتاح والعنصر المؤثر للأمن الوطني والقومي لمختلف الدول.

والطاقة الكهربائية في الواقع مصدر من مصادر الطاقة الثانوية، وهذا يعني أن الحصول على الطاقة الكهربائية يتم من خلال تحويل مصادر أخرى للطاقة مثل الفحم والطاقة النووية، أو الطاقة الشمسية، وتسمى هذه الطاقات المصادر الأولية؛ ويمكن لمصادر الطاقة التي نستخدمها لإنتاج الطاقة الكهربائية أن تكون متجددة أو غير متجددة¹.

المطلب الأول: تعريف الطاقة الكهربائية وأهميتها الاقتصادية أنواعها ومصادرها

1- الفرع الأول: تعريف الطاقة الكهربائية وأهميتها الاقتصادية

1-1- تعريف الطاقة الكهربائية

تعرف الكهرباء (Electricity) بأنها إحدى أشكال الطاقة التي يمكن ملاحظتها والشعور بها في الطبيعة، حيث تنشأ الكهرباء نتيجة لتدفق الشحنات الثابتة أو المتحركة، إذ تحمل الإلكترونات هذه الشحنات، ونتيجة لذلك تنشأ أشكال الكهرباء المختلفة من خلال تراكم أو حركة عدد من الإلكترونات².

كما تعرف الطاقة الكهربائية بأنها " قوة واضحة جدا، وهي أكبر من الجاذبية تأثيرا بحوالي مئات المرات، فالقوى الكهربائية هي التي تربط الذرات والجزيئات للمواد ولكن لا يمكن إدراكها بالعين المجردة، فكل ذرة تتكون من أجزاء مشحونة كهربائيا، فالإلكترونات تدور حول مركز النواة، وعندما تجتمع الذرات لتكوين جزيئات أو مواد صلبة فإن توزيع الإلكترونات يتغير، وفي معظم الأحيان يكون التغير كبيرا جدا ولهذا فإن الطاقة الكيميائية المنظورة على مستوى الذرات هي شكل من أشكال الطاقة الكهربائية³.

1-2- الأهمية الاقتصادية للطاقة الكهربائية

الطاقة الكهربائية لها مكانة خاصة في جميع مجالات الاقتصاد، كونها تتدخل في جميع مراحل النشاط الاقتصادي (صناعة، فلاحه، تجارة، نقل..... الخ) لذلك فهي تعتبر من أهم العوامل الأساسية لضمان ديمومة

¹-U.S. Energy Information Administration. **Electricity Is a Secondary Energy Source** [en line]. Disponible sur :< http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity_home> (consulté le 19 Avr 2021).

²-Encyclopædia Britannica **Electricity**. [En line]. Disponible sur :< <https://www.britannica.com/science/electricity>> (consulté le 19 Avr 2021. h 12 :00).

- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم الطاقات المتجددة. تونس، 2000، عدد 168 ص 53 .

حركة ونمو الحياة الاقتصادية، حيث تتدخل الطاقة الكهربائية في الاقتصاد المهيكل الذي يتم استخدامها فيه كوسيط في عملية النمو، من خلال الدور الذي تلعبه في استقطاب الاستثمار ودفع عمليات التنمية، إضافة إلى الاعتماد على الأنماط الإنتاجية والاستهلاكية المستدامة في استغلال هذه الطاقة وكذا ما يسمح بحماية البيئة لأنها طاقة ليس لها مخلفات ملوثة للبيئة.

2- الفرع الثاني: أنواع الطاقة الكهربائية

للكهرباء نوعين هما الكهرباء الساكنة والكهرباء المتحركة:

الكهرباء الساكنة: تعرف الكهرباء الساكنة أيضاً باسم الإستاتيكية (Static)، وهي أحد أنواع الكهرباء التي تنشأ نتيجةً لحالة من عدم التوازن بين الشحنات السالبة والموجبة في المواد، وعادةً ما تنتج الكهرباء الساكنة نتيجةً لتلامس المواد الصلبة مع بعضها البعض، ويمكن أن تتسبب الكهرباء الساكنة في العديد من المخاطر؛ كالصدمات المؤلمة، اشتعال بعض أنواع المواد، إتلاف الأجهزة الإلكترونية الحساسة، ويعد البرق من أبرز الأمثلة على الكهرباء الساكنة¹.

الكهرباء المتحركة: تنشأ الكهرباء المتحركة نتيجة مرور تيار كهربائي عبر جسم موصل مما يؤدي إلى تسخينه وارتفاع درجة حرارته، ويُعرّف التيار الكهربائي على أنه معدل تدفق الإلكترونات في جسم الموصل، ويُقاس بالأمبير بالإنجليزية: (Ampere)، ويمكن تشبيه التيار الكهربائي بالتيار المائي الذي يمرّ عبر قنوات نهرية، فتدفع الإلكترونات وحركتها يُشبه تدفق الماء من نقطة إلى أخرى، ومجرى النهر يشبه الموصل الكهربائي الذي يسري فيه التيار والذي يكون مصنوعاً عادة من النحاس، وبما أنه يُمكن قياس سرعة المياه وطاقتها في النهر، فإنه يُمكن أيضاً حساب سرعة التيار وطاقته التي ينتجها خلال فترة من الزمن².

3- الفرع الثالث: مصادر الطاقة الكهربائية

لتوفير احتياجاته من الطاقة الكهربائية، حاول الإنسان أن يستفيد من الموارد الطبيعية من حوله ويجوّلها إلى طاقة كهربائية، فاختلقت مصادر الطاقة الكهربائية المستخدمة من مكان إلى آخر باختلاف الطاقات الطبيعية المتوفرة والإمكانات التقنية المتاحة، ويمكن تقسيمها حسب إمكانية تجديدها إلى:

¹-Article. **What Is Static Electricity?** [En line]. Disponible sur < : <https://www.livescience.com/51656-static-electricity.html> > (consulté le 22 Avr 2021. h 10 :06).

² - Article. **Types of Electricity - Modern Methods** [en line]. Disponible sur <<https://www.electricityforum.com/types-electricity .html> > (consulté le 22 Avr 2021. h 11 :03).

◆ مصادر غير متجددة

◆ مصادر متجددة.

أولاً: المصادر غير المتجددة

تعرف المصادر غير المتجددة بأنها طاقات ناضبة سوف تنتهي عبر الزمن، وذلك لأن عملية استهلاكها تتم بمعدل كبير جداً يفوق معدل تكون هذه الطاقة في الطبيعة بكثير، كما أنها متوفرة في الطبيعة بكميات محدودة، أي يكون العرض منها ثابتاً وهي التي لا تتجدد بسرعة كافية تجعلها مناسبة من الناحية الاقتصادية¹، وتشمل الوقود الأحفوري مثل النفط، الغاز والفحم بكل أنواعه، كذلك نجد أن هذه الطاقة بالإضافة إلى أنها ناضبة فإنها تعتبر ملوثة للبيئة، وعملية استخدامها تتطلب أموالاً باهظة في بعض الأحيان؛ وفي ما يلي استعراض لأهم مصادر الطاقة غير المتجددة:

1- الفحم: يوصف الفحم بأنه مادة صلبة ذات لون أسود، ويتكون من كربون، وهيدروجين، أكسجين، ونيوتروجين بالإضافة إلى الكبريت². يتم حرقه على درجات حرارة مرتفعة جداً، لتحوّل الغازات الساخنة والطاقة الحرارية الناتجة داخل الأنابيب في بطانة المرجل المياه إلى بخار. يمر البخار ذي الضغط المرتفع إلى توربينات موصولة بمولد كهربائي، ليسبب البخار دوران محور هذا التوربينات بسرعة كبيرة، وبالتالي تولّد الكهرباء نتيجة دوران اللفائف السلكية المكوّنة للمولد الموصول بمحور التوربينات والموجود داخل مجال مغناطيسي قوي.

2- البترول: زيت البترول أو البترول اختصاراً هو أحد أنواع الوقود الأحفوري والذي يرجع تكونه إلى 300 مليون عام³، يتم فيها عملية حرق النفط تحت ضغط عالٍ؛ لإنتاج غازات ساخنة أو بخار لتدوير التوربينات وتوليد الكهرباء. يتم حرقه لتوليد البخار الذي يستخدم لتدوير التوربينات وإنتاج الكهرباء. تحتوي المنتجات البترولية على البنزين ووقود الديزل، وكذلك الوقود المستخدم في الطائرات وفي تشغيل محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، إلا أن استخدام منتجات البترول في إنتاج الطاقة الكهربائية في انخفاض مستمر منذ سبعينيات القرن الماضي.

3- الغاز الطبيعي: يعتبر الغاز الطبيعي أخف وزناً من الهواء وليس له لون أو رائحة، وهو غالباً ما يتكون من الميثان، والذي يعتبر مركب كيميائي يتكون من ذرات الكربون والهيدروجين⁴، وقد أدى تطوير تكنولوجيا توربينات

¹ - بول سامويلسن وويليام نوردهاوس الاقتصاد، ترجمة هشام عبد الله. ط 2. عمان: دار الأهلية، 2006، ص 372.

² - محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة مصادرها أنواعها واستخداماتها. القاهرة: وزارة الكهرباء والطاقة، 2006، ص 36.

³ - أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، الكويت: دار الكتاب الحديث، 1999، ص 15.

⁴ - محمد مصطفى محمد الخياط. مرجع سابق، ص 41.

الغاز إلى تحسن كبير في موقف الغاز لاستخدامه في إنتاج الطاقة الكهربائية سواء بالنسبة لمولدات توربينات غاز الدورة المركبة أو محطات إنتاج الطاقة الكهربائيّة والحراة المشتركة¹.

4- الطاقة النووية: تقوم الطاقة النووية على استغلال الطاقة الموجودة في أنوية الذرات، حيث تبدأ عملية استخدامها باستخراج خامات عنصر اليورانيوم الذي يُمثّل أحد العناصر غير المتجدّدة، لينتج عن ذلك إطلاق غاز الرادون المشع بالإضافة إلى إنتاج كميات كبيرة من المخلفات الصخرية المشعّة، ثمّ تتم معالجة اليورانيوم ضمن عمليات مكثّفة وتحتاج إلى كمّ هائل من الطاقة، ليتحول إلى وقود، ويُشار إلى أنّ المحطّات النووية تُنتج الكهرباء باستخدام تفاعلات الانشطار أو تفاعلات الاندماج لإنتاج كميات كبيرة من الحرارة، التي تُستخدم بدورها لإنتاج البخار وتحريك التوربينات، وبالتالي توليد الكهرباء².

ثانيا: المصادر المتجددة

الطاقة المتجددة تعني بها تلك المولدة من مصدر طبيعي غير تقليدي، مستمر لا ينضب، ويحتاج فقط إلى تحويله من طاقة طبيعية إلى أخرى يسهل استخدامها بواسطة تقنيات العصر؛ إن الطاقة المتجددة تعوض ما استهلك منها بشكل منتظم، وإذا ما أُديرت بطرق صحيحة في وسعها تقديم خدمات نافعة إلى ما لا نهاية³، وهي تختلف جوهريا عن الوقود الأحفوري من بترول وفحم وغاز طبيعي، أو الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية، بحيث لا ينشأ عن الطاقة المتجددة في العادة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة، ومن المتوقع أن تلعب مصادر الطاقة المتجددة دورا هاما في المستقبل وفيما يلي استعراض لأهم مصادر الطاقة المتجددة:

1- الطاقة الشمسية :

تُعدّ الطاقة الشمسية بالإنجليزية (Solar Energy): أكثر مصادر الطاقة المتجدّدة نظافة ووفرة؛ حيث يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء، وتوفير الإضاءة، بالإضافة إلى تسخين المياه للاستخدامات المنزلية، والتجارية، والصناعية، كما يُشار إلى أنّ استخدام الطاقة الشمسية يمكن أن يتم باستخدام عدّة تقنيات؛ وهي:

- الخلايا الكهروضوئية بالإنجليزية (Photovoltaic Cell): التي تولّد الكهرباء مباشرة من أشعة الشمس عبر مجموعة من العمليات الإلكترونية، ليتم استخدام الكهرباء الناتجة لتشغيل الأجهزة المنزلية، وإنارة الطرقات، والشركات التجارية.

¹ - وكالة الطاقة الدولية، دليل إحصاءات الطاقة. فرنسا، 2005، ص 67.

² - Article, Green Energy Guide, A consumer's guide to sustainable electricity [en line]. Disponible sur <: <https://www.ewg.org/research/green-energy-guide>> (consulté le 25 Avr 2021. h 09:13).

³ - بول سامويلسن وويليام نوردهاوس. مرجع سابق، ص 372.

- الطاقة الشمسية للتدفئة والتبريد (SHC-Solar Heating & Cooling): حيث يتم من خلال هذه التقنية تسخين المياه بفعل الطاقة الشمسية.

- أنظمة الطاقة الشمسية المركزة بالإنجليزية (Concentrated Solar Power-CSP): التي تقوم على استخدام حرارة أشعة الشمس لتشغيل التوربينات التقليدية الموصولة بالمولد الكهربائي في محطات الطاقة لتوليد الكهرباء¹.

2- الطاقة المائية:

إن طاقة المصادر المائية ذات تقنية معروفة ومستخدمة منذ عقود طويلة، وكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من هذا المصدر منافسة جدا للكلفة من المصادر التقليدية، وتستخدم مصادر الطاقة المائية حاليا في أكثر من ثلاثين بلدا في العالم، ويبلغ إنتاجها من الطاقة خمس الإنتاج العالمي الكلي من الطاقة الكهربائية، ولقد تطورت تقنية هذا المصدر من دولاب خشبي يقوم بتحويل قسم قليل من طاقة المياه إلى طاقة ميكانيكية إلى توربين ومولد يدور بسرعة 1500 دورة في الدقيقة وينتج طاقة كهربائية².

3- طاقة الرياح :

تتولد الرياح نتيجة لامتنعاص أسطح الأرض والبحار والمحيطات لأشعة الشمس بنسب متفاوتة، فعند سقوط أشعة الشمس يتأثر الغلاف الجوي ويسخن الهواء مما يؤدي إلى انخفاض كثافته، وتبعاً لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع حيث يقل الإشعاع الشمسي (إلى منطقة الضغط المنخفض) حيث الإشعاع الشمسي الأعلى (مما يؤدي إلى نشوء الرياح، وهو عكس ما يحدث في المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي؛ واليوم تستخدم طاقة الرياح في إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلى طاقة كهربائية³، كما ينظر لها كتكنولوجيا ناضجة، ففي المواقع ذات سرعات الرياح المرتفعة تكون تكلفة الإنتاج اقتصادية ومنافسة لتكنولوجيات الطاقة التقليدية.

4- طاقة الكتلة الحيوية (الإحيائية):

تعتمد طاقة الكتلة الحيويّة بالإنجليزية (Biomass Energy) على استخدام المواد العضوية لتوليد الكهرباء، وهي تشمل المواد الموجودة في الطبيعة؛ مثل الحطب، ونشارة الخشب ولحاء الشجر والتي تعتبر من أكبر مصادر الطاقة الحيوية، وتُستخدم بشكل رئيسي لتوليد الكهرباء؛ حيث يمكن للكتلة الحيوية توليد الكهرباء بعدة طرق، لكن الطريقة الأكثر شيوعاً في معظم محطات الطاقة الحيوية تتمثل بحرق النفايات الزراعية والمواد الخشبية لتسخين المياه وإنتاج البخار، وبالتالي تحريك التوربينات وإنتاج الكهرباء، كما يُستخدم البخار الزائد من عمليات التصنيع

¹ -Op.cit ((Green Energy Guide، A consumer's guide to sustainable electricity. (consulté le 25 Avr 2021. h 09:30).

- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. الطاقات المتجددة. مرجع سابق، ص 139.

- محمد مصطفى محمد الحياطي " تكنولوجيا طاقة الرياح". مجلة الكهرباء العربية، 2007، ديسمبر، العدد 91 ، ص 203 .

في التدفئة، الأمر الذي يُسهم في رفع كفاءة الطاقة الحيوية في توليد الكهرباء إلى 80%، ومن مميزات استخدامها لإنتاج الكهرباء ما يلي¹:

- تُعدُّ المخلفات البشرية والحيوانية التي تعتمد عليها الطاقة الحيوية متواجدةً ومتوافرة دائماً، كما أن الطاقة الحيوية تعتبر رخيصة الثمن.
- لا تنتج الطاقة الحيوية عند استخدامها الكبريت أو الزئبق، كما أن انبعاثات النيتروجين الناتجة منها قليلة مقارنةً باستخدام الفحم.
- يساهم استخدام النفايات لإنتاج الطاقة في التقليل من كمية النفايات التي ينتهي بها الأمر عادةً في مكبات النفايات. يُمكن لجميع الأشخاص إنتاج الطاقة الحيوية، مما يُقلل من الاعتماد على محطات الطاقة المركزية.

5- طاقة المدّ والجزر

تعد طاقة المد والجزر بالإنجليزية: (Tidal Energy) إحدى أشكال الطاقة الكهرومائية، حيث يتمُّ استخدام تيارات المد والجزر مرتين في اليوم لتحريك التوربينات وتشغيل المولدات لإنتاج الكهرباء، وبالرغم من أنّ تدفق المياه خلال تيارات المدّ والجزر غير ثابتٍ على عكس بعض مصادر الطاقة الكهرومائية الأخرى إلاّ أنّه يُمكن التنبؤ به إلى حدّ كبير²، وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ استخدام طاقة المدّ والجزر لإنتاج الكهرباء لها عدّة مميزات، وفيما يأتي بعضٌ منها³:

- تمتاز طاقة المدّ والجزر بأنها نظيفة؛ حيث إنّ كمية الانبعاثات الناتجة من غازات الدفيئة عند استخدامها تساوي صفرًا، إلى جانب ذلك فإنّ محطات الطاقة التي تعمل على تيارات المدّ والجزر لا تشغل مساحات كبيرة .
- تُعدُّ طاقة المدّ والجزر طاقةً مُستمرة؛ حيث لا يمكن لقوى جذب الأجرام السماوية التوقّف أو الانتهاء، كما أن تيارات المدّ والجزر ترتفع وتنخفض بشكلٍ دوريّ، ممّا يجعل أمر تصميم أنظمة فعّالة لتوليد الطاقة من قبل المهندسين سهلاً للغاية مقارنةً بالتصميم الذي يتطلب التنبؤ بموعد وحركة هبوب الرياح، أو سطوع الشمس عند استغلال الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح.
- تمتاز المعدّات المستخدمة في محطات الطاقة التي تعتمد على تيارات المدّ والجزر بعمرها الطويل، حيث يعادل عمرها نحو أربعة أضعاف عُمر المعدّات المستخدمة في حقول الطاقة الشمسية والرياح، وحتى الطاقة النووية، مما يجعل استخدامها أكثر جدوى من ناحية التكلفة على المدى الطويل. الطاقة الحرارية الأرضية.

¹-Article: **Biomass energy: what is it and how does it work?** [En line]. Disponible sur

< : <https://www.ovoenergy.com/guides/energy-sources/bio-fuels.html> > (consulté le 26 Avr 2021. h 09 :23).

²-Article **"Types and alternative sources of renewable energy"**[en line]. Disponible sur

< : www.edfenergy.com/for-home/energywise/renewable-energy-sources > (consulté le 26 Avr 2021. h 09 :42).

³- مقال ل: طلال حسيني ((ركوب الموجة المتجددة: مزايا وعيوب طاقة المد والجزر))، موقع (www.power-technology.com)، (أطلع عليه بتاريخ: 2021/04/26 سا: 10:05).

6- الطاقة الحرارية الأرضية

هناك ثلاث طرق يمكن من خلالها محطات توليد الطاقة الحرارية الأرضية سحب المياه الساخنة والبخار من باطن الأرض لاستخدامه في توليد الكهرباء، ومن هذه الطرق: تقنية البخار الجاف (بالإنجليزية Dry Steam) والتي يتم فيها تمرير البخار مباشرة نحو التوربينات، ثم تكثيفه ليتحول إلى ماء، أما الطريقة الأخرى فيتم فيها تحويل الماء الساخن مباشرة بعد تخفيض ضغطه إلى بخار، واستخدامه لتحريك التوربينات، أما الطريقة الثالثة فيتم من خلالها تمرير الماء الساخن خلال منطقة مخصصة للتبادل الحراري، لتسخين سائل آخر مثل الإيزوبوتان، له درجة غليان تقل عن درجة غليان الماء، مما يجعل عملية تحويله إلى بخار أكثر سهولة من عملية تحويل الماء إلى بخار، ليستخدم البخار الناتج عنه في تحريك التوربينات وتوليد الكهرباء¹.

المطلب الثاني: تطور واستعمالات الطاقة الكهربائية وأسباب زيادة الطلب عليها

1- الفرع الأول: تطور الطاقة الكهربائية في الجزائر

عقب الحرب العالمية الثانية وبالتحديد في جوان من سنة 1948 م قررت الحكومة الاستعمارية بالجزائر تنمية الاقتصاد الاجتماعي بالجزائر بإنشاء مؤسسة لتوزيع الطاقة (كهرباء وغاز الجزائر) EGA²، وأوكلت لهذه المؤسسة مهمة إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء والغاز.

ومن بين الإنجازات الأولى التي قامت بها إنشاء خط لنقل الكهرباء بسعة 150 كيلو فولط، يربط بين الشرق والغرب بفضل شبكة متشكلة من ثلاثة أجزاء: مركب وهران، مركب عنابة، مركب الجزائر الذي بعد المنسق الرئيسي مع باقي المراكز.

وفي سنة 1962 م أعيد تشكيل الشبكة باعتماد أسلاك كهربائية طولها 2910 كيلو متر لنقل الكهرباء ذات التوتر المتوسط والتوتر المنخفض لتزويد مدن يصل مداها من 1210 إلى 7200 كلم، وقدرت الطاقة الإنتاجية للكهرباء بـ 461 ميغاوات. أما بخصوص الغاز الطبيعي فلم يتم استغلاله إلا في سنة 1961 م بالرغم من اكتشافه في سنة 1956 م في حاسي الرمل.

وعقب خروج المستعمرين من الجزائر-ولكونهم يمثلون الأغلبية المستفيدة من خدمات الكهرباء- تراجع استهلاك الضغط المنخفض والضغط العالي بنسبة 20%، و22% على التوالي، فضلا عن الغاز الذي تراجع استهلاكه بنسبة 88%. وتزامنت فترة انخفاض الطلب على الكهرباء والغاز خلال فترة (1962-1967) مع قيام EGA بأشغال كبرى واقتناء التجهيزات والمعدات، وقامت بتخفيض تسعيرة الغاز الطبيعي بنسبة 50% لتشجيع الاستهلاك المحلي، ليكون هذا القرار إحدى أهداف المخطط الثلاثي (1962-1967) م لإنعاش التنمية.

¹- Article "How Geothermal Energy Works" [en line]. Disponible sur

< : <https://www.ucsusa.org/resources/how-geothermal-energy-works> > (consulté le 26 Avr 2021. h 10 :44).

² - Electricité et Gaz d'Algérie.

كان الميلاذ الحقيقي لسونلغاز في 28 جويلية 1969 م بالمرسوم رقم: 6959 المنشور في الجريدة الرسمية من فاتح أوت لسنة 1969 م تحت اسم الشركة الوطنية للكهرباء والغاز وتمارس نفس مهام EGA¹.

تملك شركة "سونلغاز" الحكومية وكالة حصرية لإنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها في الجزائر، للشركة الفضل في رفع مستوى توزيع الكهرباء في البلاد من أقل 50 % حين تأسست في عام 1969 (كان يطلق عليها اسم كهرباء وغاز الجزائر، التي أسسها الاستعمار الفرنسي سنة 1948). وتعد "سونلغاز" أكبر مرفق كهربائي في المغرب العربي دون منازع ومن بين أكبر المرافق الكهربائية على صعيد العالم العربي (الرابعة بعد الشركات السعودية والمصرية والكويتية)، وتملك الشركة اليوم خططاً لاستخدام الغاز الطبيعي في توليد كمية إضافية من الطاقة تطمح إلى تصديرها إلى الأسواق الخارجية لا سيما الأوروبية والإفريقية.

ويفضل قرب الجزائر من أوروبا، يفكر مسئولو الشركة في تصدير الكهرباء إلى القارة عبر شبكة الكابلات تمتد في قاع البحر الأبيض المتوسط، وترى «سونلغاز» في مساعي الاتحاد الأوربي لتحرير أسواق الطاقة في الدول الأعضاء فيه فرصة يجب اغتنامها لاكتساب موقع أساسي لها في هذه الأسواق.

2- الفرع الثاني: استعمالات الكهرباء

مع ظهور الثورة الصناعية الحديثة في مطلع القرن الماضي واعتماد تلك النهضة الصناعية على إنتاج ووجود الطاقة، وإمكانية تحويلها من صورة إلى أخرى، بدأت تأخذ تكنولوجيا إنتاج الطاقة الكهربائية الدور الأهم في صناعة الطاقة، وقد تميزت الطاقة الكهربائية عن غيرها لأنها تمثل الشكل الأكثر استخداماً في الصناعة والاستعمالات المنزلية، لأنها تمتاز بسهولة إنتاجها وإمكانية تحويلها إلى جميع أشكال الطاقة الأخرى وإمكانية إنتاجها في أماكن بعيدة ونقلها بسهولة إلى أماكن الاستهلاك بكلفة منخفضة. تستخدم الكهرباء في مجالات عدة نذكر منها²:

• **الاستخدامات الخاصة:** من أهم التطبيقات الشائعة التي دعمت تطور استهلاك الكهرباء هي: الإضاءة ثم انتشار الأجهزة الكهرو منزلية والقوة المحركة والتحليل الكهربائي. أصبحت تسمى بالتطبيقات الخاصة أو المستقطبة للكهرباء، وبالطبع فإن نصيب هذه الاستخدامات الخاصة في النمو المستقبلي لاستهلاك الكهرباء يختلف من بلد لآخر.

- **في الدول المتقدمة:** تساهم بقسط متواضع نظراً لظاهرة التشبع الناتجة عن تطور معدل التجهيز.

- **في الدول النامية:** تساهم بقسط معتبر نظراً لانخفاض معدل التجهيز والنمو الهام المرتبط بتحسين شروط الرفاهية.

• **الاستخدامات المنافسة:** العامل الأساسي لتطور استهلاك الكهرباء مستقبلاً في الدول المتقدمة هو انتشار التطبيقات المنافسة، الناتجة عن منافسات الكهرباء لأنواع الطاقات الأخرى عن طريق الاستبدال التدريجي

¹ - عبد الغني دادن، الإتجاه الحديث لمنافسة وفقاً لأسلوب تخفيض التكاليف، رسالة ماجستير في التحليل الاقتصادي، جامعة الجزائر، 2001 ص 134.

² - أحمد طرطار، الترشيد القياسي للطاقة الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2001، ص 25.

لاستعمالات المباشرة للوقود الأحفوري في القطاع المنزلي والقطاع الثالث والقطاع الصناعي. هذا التطور أصبح ممكناً ومرغوباً فيه نتيجة التقدم التقني وتحسن شروط المنافسة عن طريق السعر والوفرة مقارنةً بالطاقات الأخرى.

الاستخدامات المنافسة في القطاعين المنزلي والثالث: للكهرباء في القطاعين المنزلي والثالث دور هام في تدفئة وتكييف المقرات وإنتاج المياه الساخنة الصحية، بالإضافة إلى الاستخدامات المتطورة أساساً في القطاع الثالث كالطهي في المطاعم، المخابز، المغاسل وغيرها. إن تقنيات تشجيع هذه الاستخدامات يختلف من بلدٍ لآخر، ومن منطقة لأخرى.

• **الاستخدامات المنافسة في القطاع الصناعي:** إن التطبيقات الحرارية متنوعة جداً، وأن المميزات المتعلقة ببدء تنفيذها مرتبطة بالقطاع الصناعي، وبنوع العملية الصناعية. فمنها ما سبق استعمالها، كالأفران ذات القرص في صناعة الحديد والصلب، الكيمياء، صناعة الزجاج والصناعات الميكانيكية. وبعضها مازال في طور الانتشار، وأخرى مازالت تحت التجربة. وعند مقارنة التقنيات الكهربائية بتلك المنافسة والمستعملة للوقود الأحفوري، نجد الأولى تسمح بالاقتصاد في الطاقة يكون أحياناً معتبراً، غير أنها تكون مكلفة من حيث الاستثمار، إضافة إلى ما ينجم من تغيرات معتبرة لمجموع العملية الإنتاجية.

3- الفرع الثالث: أهم أسباب زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية

ترجع زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية إلى عوامل عدة، تتحكم بالطلب، ومعظمها متغيرات تتأثر بالظروف السياسية والاجتماعية والتطور التكنولوجي، وأهم هذه العوامل هي:

1- النمو الاقتصادي العالمي: يعد النمو في الاقتصاد العالمي أحد العوامل الرئيسية المؤثرة في الطلب على الطاقة الكهربائية، ولقد كانت هذه العلاقة مباشرة في الماضي (قبل عام 1973) حيث كان نمو الاقتصاد بنسبة مئوية معينة سنوياً يؤدي إلى نمو شبه مماثل في الطلب على الطاقة العالمية؛ وأدت الأحداث التي رافقت ارتفاع أسعار النفط وتصحيحها عام 1973 إلى فصل النمو الاقتصادي عن نمو الطلب على الطاقة، ونتج ذلك بصورة رئيسية من تحسن كفاءة استعمال الطاقة والمحافظة عليها، وهي سياسات تسارعت بعد عام 1975 بحيث أصبح النمو في لطلب على الطاقة كنسبة مئوية يساوي النمو الاقتصادي العالمي ناقصاً التحسن في كفاءة استعمال الطاقة عالمياً¹.

2- التأثيرات البيئية وتأثيرها في الطلب على الطاقة وأشكالها: إن الاقتناع المتزايد، بأن هناك تأثيرات بيئية سلبية لاستهلاك الوقود الأحفوري سوف يؤدي إلى مزيد من الإجراءات الرشيديّة والإجرائية التي سيكون لها تأثير واضح في الحد من النمو في استعمال الطاقة في المستقبل الذي سيؤدي إلى التغيير في أشكالها وزيادة استعمال أنواع الوقود النظيف مثل الغاز الطبيعي، ويمكن أن تكون هذه التأثيرات نتيجة اتفاقيات دولية ملزمة (مثل بروتوكول

¹ - هشام محمد الخطيب. **الطلب على الطاقة.** في: الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد الأول، الطبعة الأولى. بيروت: الدار. العربية للعلوم، 2006، ص 283.

كيوتو) أو نتيجة قرارات محلية (قرار فرض ضرائب على الكربون أو ضرائب على الطاقة أو تحديد نسب معينة لمساهمة الطاقة المتجددة)¹.

3-التطور التكنولوجي: إن للتطور التكنولوجي تأثيرا كبيرا في الطلب على الطاقة الكهربائية وذلك لدوره في تحسين كفاءة استعمالها وتوفير أجهزة ومعدات مقتصدة في استعمال الطاقة الكهربائية، كذلك فإن التطور التكنولوجي، كما سبق وأوضحنا، له تأثير كبير في المصادر من حيث كفاءة استخراجها وإيجاد مصادر جديدة، إذ قد يتمكن التطور التكنولوجي في المستقبل البعيد من تطوير مصادر طاقة جديدة. إلا أن تأثير التطور التكنولوجي سيكون أقوى في مجال جعل مصادر الطاقة الكهربائية مقبولة بيئيا، وخصوصا بالنسبة إلى الوقود الأحفوري².

4-النمو السكاني: معدل النمو السكاني وهو أحد العوامل التي تؤثر في زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية، حيث أن معدلات النمو السكاني المرتفعة تؤدي زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية وبالتالي فإن العلاقة بين المتغيرين هي علاقة طردية³.

¹ - حمزة جعفر. استراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة. شهادة الماجستير. جامعة فرحات عباس، سطيف، 2012، ص 30.

² - حمزة جعفر، نفس المرجع ص 31.

³ - مصطفى جاب الله، محددات الطلب على الكهرباء في الجزائر، جامعة محمد بوضياف، المسيلة. ص 219.

المبحث الثاني: الدراسات العلمية السابقة

سوف نتطرق في هذا المبحث الثاني إلى مطلبين، إذ سنخصص المطلب الأول لعرض مختلف الدراسات العلمية السابقة، وأما المطلب الثاني فسيتم فيه مقارنة الدراسة الحالية بالدراسات السابقة.

المطلب الأول: عرض مختلف الدراسات السابقة

من بين الدراسات ذات الصلة بموضوع الدراسة التي تم الاطلاع عليها نذكر:

1-دراسة بعنوان: دراسة تحليلية قياسية للاستهلاك العائلي للكهرباء دراسة حالة سونلغاز وحدة البويرة خلال الفترة (جانفي 2008- ديسمبر 2013). من إعداد الطالبة طالي معمر إيمان لنيل شهادة الماستر في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد كمي من جامعة أكلي محند أولحاج- البويرة -للسنة الجامعية (2013-2014)، وقد تناولت فيها المفاهيم الأساسية للطاقة ثم انتقلت إلى دراسة عامة لقطاع الكهرباء في الجزائر وتطوره بدارسة وصفية تحليلية، ثم تطرقت إلى دراسة نظرية للسلاسل الزمنية والتي تناولت فيها أهم الطرق التنبؤية إلا وهي طريقة بوكس- جنكيز و وجدت أن من أهم شروط تطبيق طريقة بوكس- جنكيز هو شرط استقرارية السلسلة الزمنية المدروسة، و أخيرا قامت بدراسة تنبؤية على سلسلة الكهرباء لسنة 2013 بولاية البويرة وفي النهاية توصل إلى عدة نتائج من هذا البحث أهمها:

- قدرت شركة سونلغاز أن الطلب على الكهرباء يرتفع من سنة إلى أخرى بمعدل قدره 7% .
- سمحت طريقة بوكس-جنكيز بالتنبؤ على القيم المستقبلية للاستهلاك العائلي للكهرباء لولاية البويرة.
- تم تشخيص النموذج المناسب والملائم للبيانات وقد تم التأكد على أفضلية هذا النموذج $AR(1)$.
- إن النتائج التنبؤية التي توصل إليها قد قاربت القيم الحقيقية المقدمة من طرف الوحدة.

2- دراسة بعنوان: النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة

(1988:10 - 2007:03) من إعداد الطالب بن أحمد احمد لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية فرع

اقتصاد كمي بجامعة الجزائر للسنة الجامعية (2008/2007) وقد تناول فيه دراسة ظاهرة استهلاك الطاقة

الكهربائية في الجزائر حيث عرج إلى العنصر الأساسي في هذا البحث، وهو الكهرباء الذي كان محتكرا في

الستينيات من طرف الشركات الأجنبية التي كانت تحمل تحسين الاستغلال لبعض المناطق، ثم تطرق إلى الجانب

النظري للسلاسل الزمنية، حيث بدأ بعرض منهجية القياس الاقتصادي، ثم دراسة السلاسل الزمنية، كما تناول في

هذا الإطار منهجية بوكس جنكيز في بناء السلاسل الزمنية، وبعدها تطرق إلى النماذج الغير خطية للسلاسل

الزمنية ونماذج $ARCH$ و $GARCH$ ثم إلى التقدير والتنبؤ، و أخيراً قام بدراسة تطبيقية قياسية لمحاولة استعمال النمذجة غير الخطية، وفي النهاية توصل إلى عدة نتائج من هذا البحث تتمثل أهمها في:

- اختلاف نماذج $ARMA$ عن $ARCH$ والذي أظهر إمكانية تمثيل ظاهرة الاستهلاك الوطني للطاقة في الجزائر، وإمكانية التنبؤ بواسطة النمذجة غير الخطية، والتي كانت أفضل من نتائج النمذجة الخطية بواسطة نماذج $ARMA$
- أحسن نموذج يفسر ظاهرة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر هو $(12, 12) ARMA$ مع خطأ $ARCH(1)$ للسلسلة المنزوعة الفصلية.
- تأثير فعلي لعامل الفصلية على استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.

3- دراسة بعنوان التنبؤ بالمبيعات باستخدام السلاسل الزمنية (نماذج بوكس جنكينز) خلال الفترة (1995:01 - 2004:12): دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء و الغاز-منطقة ورقلة- من إعداد مخرمش عبلة رسالة لنيل رسالة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح -ورقلة- السنة الجامعية (2004-2005) هدفت هذه الدراسة إلى إبراز أهمية التنبؤ بالمبيعات و إعداد الموازنة لما لها من فائدة في العملية الرقابية، و بنا نموذج للتنبؤ بالمبيعات الموجهة للجنوب الشرقي، و أعداد موازنة المبيعات لشركة سونلغاز لسنة 2005، و توصلت الباحثة أن مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي تعتمد على المبيعات السابقة، بينما مبيعات الكهرباء الموجهة للقطاع الإداري تعتمد على المبيعات السابقة إضافة للتغير العشوائي، في حين تعتمد مبيعات الكهرباء ذات التوتر المتوسط على المتغير العشوائي فقط. وتم التوصل إلى النماذج التالية:

$$.MT=ARIMA(2,1,0) ، FSM=SARIMA(3,1,1)^{I2}(3,1,1) ، AO=SARIMA(0,1,1)^{I2}(0,1,1)$$

4- دراسة بعنوان: التنبؤ بمبيعات أعمدة الكهرباء ذات الضغط المتوسط باستخدام نماذج (نماذج بوكس جنكينز) دراسة حالة شركة الكهريف-تقرت لفترة (2012 إلى 2016) من إعداد الطالبة قندوز حنان مذكرة لنيل شهادة الماستر في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد كمي بجامعة ورقلة للسنة الجامعية (2016/2017)، وقد تم الانتهاء إلى النتائج التالية:

- للتنبؤ بالمبيعات أهمية كبيرة في اتخاذ القرارات التسويقية، وفي وضع خطط البيع المستقبلية.
- تتيح عملية التنبؤ بالمبيعات على المدى القصير والمتوسط معرفة حجم المدخلات من الأموال الناتجة عن المبيعات في فترات لاحقة مما يسمح بتقديم خطط وإجراءات مسبقة لصرف هذه المدخلات.
- أحسن نموذج للتنبؤ هو: $(1.1.2)^{I2}(0.1.1) SARIMA$.

المطلب الثاني: مقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة

سنقوم في هذا الفصل بعرض وضعية دراستنا الحالية من الدراسات السابقة، كما هو مدون في الجدول أدناه.

جدول (1-1) يوضح المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة

التعيين	الدراسة الحالية	الدراسات السابقة
مكان وعينة الدراسة	تم إجراء الدراسة في الجزائر في شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة	أجريت ثلاثة دراسات في نفس الشركة محل دراستنا (سونلغاز) مع اختلاف المكان في دراستين (البويرة، البلدية)، ودراسة رابعة أجريت في شركة كهريف (بتقوت)
فترة الدراسة	(2010-2020)	(2008-2013)، (1988-2007)، (1995-2004)، (2014-2016).
الهدف	تقدير أفضل نموذج للتنبؤ باستهلاك الكهرباء باستخدام السلاسل الزمنية وفق منهجية بوكس جنكينز.	هدفت بعض الدراسات إلى إبراز أهمية التنبؤ بالمبيعات و إعداد الموازنة التقديرية و بناء نماذج للتنبؤ بالمبيعات، و أخرى ركزت على دور التنبؤ بالمبيعات في اتخاذ القرارات التسويقية مع تقدير أفضل نموذج للتنبؤ بالمبيعات، محاولة اقتراح نموذج قياسي أخطاء تتبع نموذج ARCH .
المنهج المستخدم	المنهج الوصفي ومنهج دراسة الحالة.	لنهج الوصفي التحليلي ومنهج دراسة الحالة
المتغيرات	متغير مستقل: الزمن متغير تابع: كمية الكهرباء الشهرية المستهلكة للقطاع العائلي.	متغير مستقل: الزمن ثابت لكل الدراسات متغير تابع: كمية المبيعات الشهرية من الكهرباء (التوتر المنخفض والمتوسط)، مبيعات أعمدة الكهرباء ذات الضغط المتوسط
الطريقة والأدوات	اعتمدنا في طريقتنا على نماذج السلاسل الزمنية ومنهجية بوكس جنكينز، أما الأدوات فتمثلت في وثائق الشركة و المذكرات و الكتب.	اعتمدت كذلك الدراسات السابقة على نماذج السلاسل الزمنية ومنهجية بوكس جنكينز، أما الأدوات فتمثلت في وثائق الشركة و المذكرات و الكتب.
النماذج المثلى	ARIMA(2,1,6)	ARCH(1) مع خطأ - ARMA(1,1) - SARIMA(0.1.1) ¹² (1.1.2) - SARIMA(0,1,1) ¹² (0,1,1)) - (SARIMA(3,1,1) ¹² (3,1,1))، AR(1) - ((ARIMA(2,1,0)

خلاصة الفصل الأول:

في هذا الفصل تطرقنا في المبحث الأول إلى المفاهيم الأساسية للطاقة الكهربائية التي تعتبر ضرورية في هذا الموضوع، وذلك بإعطاء تعاريف للطاقة الكهربائية و تسليط الضوء على أهميتها ، أنواعها، وعلاقة الاقتصاد بالطاقة الكهربائية وكذا مصادرها المتجددة والغير متجددة، بعد ذلك تم التطرق إلى تطور واستعمالات الطاقة الكهربائية، حيث عرضنا لمحة تاريخية عن تطور الطاقة الكهربائية في الجزائر، أتبعناها بعرض أهم مجالات استخدام الطاقة الكهربائية، و في الأخير عرجنا على ذكر بعض العوامل الرئيسية المؤدية إلى زيادة الطلب على الكهرباء.

وفي المبحث الثاني فقد استعرضنا فيه الدراسات السابقة التي تم الاطلاع عليها مع إجراء مقارنة وضحنا فيها وضعية دراستنا هذه إلى تلك الدراسات.

الفصل الثاني

تطبيق طريقة بوكس-جنكيز

للتنبؤ باستهلاك القطاع العائلي

للكهرباء بورقلة

تمهيد الفصل:

يأخذ أسلوب تحليل السلاسل الزمنية حيزا مهما في الأساليب الإحصائية، حيث أنها تفسر المتغير التابع (ظاهرة ما) بدلالة الزمن، وذلك لإعداد تنبؤات مستقبلية بناء على قيم الظاهرة و على نمط التغيرات فيها، كما تعتبر طريقة بوكس جنكينز (Box-Jenkins) من أشهر طرق التنبؤ الكمي المناسبة لهذا التحليل لما لها من مزايا لا سيما النتائج المتحصل عليها في المدى القصير، و نظرا لحجم المسؤولية الملقاة على شركة توزيع الكهرباء و الغاز حاليا في توفير و توزيع الكهرباء والغاز بورقلة من جهة، وضرورة الحفاظ على سمعتها وتحقيق أكبر ربح ممكن من جهة أخرى، يفرض عليها إثبات وجودها باستمرار بجاهزية تامة و الاستجابة للطلب المتوقع للمستهلكين في أحسن الظروف، و نظرا للارتفاع المتزايد للطلب على الكهرباء و زيادة نسب استعمالها، ارتأينا في هذا العمل القيام بدراسة تنبؤية لاستهلاك الكهرباء، مركزين في ذلك على زبائن شركة توزيع الكهرباء و الغاز بورقلة (القطاع العائلي)، من أجل ذلك قمنا بالاستعانة بإحدى الطرق الإحصائية ، والتي من خلالها نحاول الوصول إلى نتائج دقيقة وملموسة، من أجل اتخاذ قرارات سليمة ورشيدة اقتصاديا. تماشيا مع طبيعة الدراسة اخترنا التنبؤ في المدى القصير مستعملين طريقة بوكس جنكينز BOX-JENKINS، حيث سنحاول تطبيقها على الاستهلاك الشهري للكهرباء في القطاع العائلي لولاية ورقلة من: سنة 2010 إلى سنة 2020 لتقدير حجم الاستهلاكات في فترات لاحقة.

لتكون المنهجية المتبعة في هذا الفصل كالتالي:

- **المبحث الأول:** الطريقة والأدوات المستخدمة في الدراسة.
- **المبحث الثاني:** عرض ومناقشة النتائج المتوصل إليها

المبحث الأول: الطريقة والأدوات المستخدمة في الدراسة

يهدف الجزء التطبيقي للدراسة إلى بناء نموذج وفق منهجية Box-Jenkins للتنبؤ باستهلاك القطاع العائلي للكهرباء، ومعرفة مدى فعالية هذه الطريقة في التنبؤ، وتحديد أهم متغير يعتمد عليه لتقدير النموذج ومدى قابلية سلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء (للقطاع العائلي) للإجابة على ذلك سنوضح في هذا المبحث الطريقة والأدوات المستخدمة في ذلك.

المطلب الأول: الطريقة المستخدمة في الدراسة

إن مجتمع الدراسة هو المصدر الأساسي لإجراء الدراسة التطبيقية على العينات المشتقة منه، وذلك بانتقاء البيانات اللازمة التي تساعد على القياس والتحليل ثم التنبؤ.

الفرع الأول: مجتمع وعينة الدراسة

1- مجتمع الدراسة: في دراستنا هذه وبما يناسب موضوعها وأهدافها تم اختياراً شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة كمجتمع للدراسة.

2- عينة الدراسة: تشكل عينة الدراسة سلسلة زمنية للكميات الشهرية للكهرباء المستهلكة من طرف القطاع العائلي المقدرة بـ GWH، حيث بلغ حجمها 132 مشاهدة.

الفرع الثاني: الحدود الزمنية والمكانية للدراسة

1- الحدود الزمنية: تم تحديد فترة كافية تلائم متطلبات الدراسة حيث تمتد من (2010/01/01) إلى غاية (2020/12/31).

2- الحدود المكانية: تشمل حدود الدراسة شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة.

الفرع الثالث: تحديد متغيرات الدراسة

المتغير التابع: الكميات المستهلكة للكهرباء من طرف القطاع العائلي ويرمز لها بـ: **AO**

المتغير المستقل: الزمن ويرمز له بـ: **T**

الفرع الرابع: عرض المعطيات

الجدول أدناه يضم معطيات الدراسة التي تم جمعها من وثائق الشركة بقسم المالية المحاسبة:

الجدول (1-2) الاستهلاك الشهري للكهرباء في القطاع العائلي بورقلة (AO)

السنة الشهر	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
جانفي	33,05	38,16	41,03	46,39	30,67	55,36	57,86	63,08	65,57	69,08	69,73
فيفري	31,84	35,56	40,82	44,60	44,42	50,40	55,19	57,41	58,27	65,33	65,66
مارس	8,16	10,61	13,54	17,33	19,47	24,81	27,58	23,17	23,99	26,53	27,66
افريل	30,67	35,27	42,00	40,50	41,36	50,27	50,21	53,44	57,54	60,36	69,22
ماي	32,41	31,60	38,03	36,71	39,46	48,71	52,45	52,81	51,41	56,29	58,31
جوان	10,21	12,24	16,35	20,11	23,30	26,74	28,99	36,65	34,04	38,57	37,39
جويلية	53,40	56,25	73,21	68,33	75,04	92,67	113,62	135,62	137,86	144,17	129,23
أوت	66,72	71,19	101,40	91,23	111,83	128,78	139,67	148,99	162,44	179,29	168,86
سبتمبر	22,33	30,34	37,23	47,35	65,29	57,16	70,57	64,06	73,06	82,61	83,98
أكتوبر	76,35	88,72	99,56	114,24	131,42	133,11	126,27	137,29	149,63	174,09	171,59
نوفمبر	58,83	68,44	67,62	72,13	78,83	90,87	85,38	84,35	91,23	109,37	113,15
ديسمبر	8,82	12,83	16,76	26,33	26,39	27,11	30,98	26,58	28,18	37,12	38,43

الوحدة: ghw

المصدر: قسم المالية والمحاسبة

المطلب الثاني: الأدوات والبرامج المستخدمة في الدراسة

تم تقسيم هذا المطلب إلى ثلاثة فروع

الفرع الأول: طريقة جمع المعلومات

في دراستنا هذه تم اعتماد بيانات ثانوية تم جمعها عن طريق مسح الدراسات سابقة والاطلاع على الأدبيات المنشورة حول موضوع الطاقة الكهربائية ومنهجية Box-Jenkins، وبيانات أولية وهي بيانات الجانب التطبيقي من وثائق شركة توزيع الكهرباء والغاز.

الفرع الثاني: الطريقة الاحصائية المتبعة في التحليل

في هذا الفرع سيتم عرض مختصر للطريقة المتبعة في التحليل الاحصائي والمتمثلة في السلاسل الزمنية، يليها عرض لمنهجية بوكس جنكينز.

I. عموميات حول السلاسل الزمنية

❖ **تعريف السلسلة الزمنية:** هي مجموع البيانات أو القيم لظاهرة ما مرتبة ترتيبا تصاعديا حسب أزمنة حدوثها وأي سلسلة زمنية تكون علاقتها الداخلية متضمنة على متغيرين أولها الزمن وهو المتغير المستقل وثانيها هو القيمة العددية للمؤشر المدروس وهو المتغير التابع¹.

❖ الأشكال النظرية للسلاسل الزمنية:

يمكن تحديد ثلاثة أشكال نظرية للسلسلة الزمنية وهي² :
الشكل التجميعي - الشكل الجدائي - الشكل المختلط.

■ أساليب تحديد شكل السلسلة الزمنية:

هناك أسلوبين لتحديد شكل السلسلة الزمنية وهما:

الاسلوب البياني الذي يعتمد على التمثيل البياني للسلسلة الزمنية، وأسلوب إحصائي يعتمد على الاختبارات الإحصائية.

■ **مركبات السلسلة الزمنية:** نقصد بها العناصر المكونة للسلسلة الزمنية، وهذا بهدف معرفة سلوك السلسلة وتحديد مقدار تغيراتها وإدراك طبيعتها واتجاهها حتى يصبح بالإمكان القيام بالتقديرات اللازمة والتنبؤات الضرورية، وهذه العناصر هي³: مركبة الاتجاه العام (Trend)، المركبة الفصلية (Season)، المركبة العشوائية (Alea)، المركبة الدورية (Cyclic).

❖ الخصائص الاحصائية للسلاسل الزمنية

■ استقرارية السلاسل الزمنية

يقصد بالسلاسل الزمنية المستقرة تلك السلسلة التي يكون وسطها الحسابي وتباينها ثابتين عبر الزمن، أي تكون مستقرة إذا تمتعت بالخصائص التالية:

- مولود حشمان، نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1998، ص 24.¹

² - Regis Bourbonnais et Michel Terazza, Analyses des séries temporelles en économie, Edition economica, paris, p14.

³ -G gourigoux: Amonfort , Séries temporelles et modèles dynamiques, 2^{ème} édition edéconomica, 1995 Paris, p07.

1. $E(x_t) = 0$
2. $V(x_t) < +\infty \quad \forall t, h \in T$
3. $COV(x_t, x_{t-h}) = V(h_t)$

وتكون السلسلة الزمنية غير مستقرة إذا كانت تحمل بين طياتها مركبة الاتجاه العام أو مركبة الموسمية، حيث يمكننا الاستدلال على ذلك عن طريق التمثيل البياني للسلسلة أو عن طريق الاختبارات الاحصائية، ويجب استبعادا أثر ذلك حتى تستقر.

■ اختبارات استقرارية السلاسل الزمنية

✓ اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي

توضح هذه الدالة الارتباط الموجود بين المشاهدات لفترات مختلفة وهي ذات أهمية بالغة في إبراز بعض الخصائص الهامة للسلسلة الزمنية، حيث تمثل دالة الارتباط الذاتي عند الفجوة h كما يلي¹:

$$\rho_h = \frac{\gamma_h}{\gamma_0} ; h \in Z / \rho_h \in [-1; 1].$$

ففي حالة ما إذا كانت السلسلة الزمنية مستقرة معاملات دالة الارتباط الذاتي غالبا ما يكون لها توزيع طبيعي

وسطه الحسابي معدوم وتباينه $\frac{1}{T}$ ومن ثم فإن حدود فترة الثقة عند مستوى معنوية 5% لعينة كبيرة الحجم هي:

✓ اختبارات الجذر الوحدوي

☞ اختبار ديكي فولر (البسيط و الموسع) ADF و DF

يعتمد اختبار ديكي فولر ثلاث نماذج، حيث أنه لا يعمل فقط على كشف مركبة الاتجاه العام، ولكنه يعمل

كذلك على تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة الزمنية تستقر ويختبر الفرضيات التالية:

حيث \emptyset يمثل الجذر الوحدوي	{	$H_0: \lambda = 0 \quad (\phi = 1)$ $H_1: \lambda \neq 0 \quad (\phi \neq 1)$
---------------------------------------	---	--

إذا تحققت الفرضية H_0 فإن السلسلة غير مستقرة.

☞ اختبار فيليبس - بيرون PP

يقترح فيليبس وبيرون (Phillips-Perron) تصحيح غير معلمي لإحصاءات اختبارات ديكي وفولر، وهذا الإختبار يسمح بإلغاء التحيزات الناتجة عن المميزات الخاصة للتذبذبات العشوائية، وله نفس التوزيعات المحدودة لاختبار (DF) و (ADF)، حيث القيمة المحتسبة لإحصائية فيليبس بيرون تقارن مع القيمة الحرجة لجدول ماك كينون MacKinnon.

¹ - مولود حشمان، نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2002، ص 13.

اختبار KPSS

اقترح Kwiatkowski; Phillips; Schmidt; Shin (1992)، استخدام اختبار مضاعف لاگرانج، لاختبار فرضية العدم التي تقرر استقرارية السلسلة ويكون الاختبار كالتالي:

* نرفض H_0 التي تقرر (الاستقرارية): إذا كانت الاحصائية المحسوبة LM أكبر من القيمة الحرجة المجدولة المعدة من طرف Kwiatkowski.; Phillips.; Schmidt; Shin.

* نقبل فرضية الاستقرار إذا كانت الاحصائية LM أقل من القيمة الحرجة المجدولة.

❖ النماذج النظرية للسلاسل الزمنية

1- نماذج الانحدار الذاتي من الدرجة (P) : AR(P)

نسمي الانحدار الذاتي من الدرجة (P) كل نموذج مستقر $(X_t / t \in Z)$ حيث الملاحظة الحالية تكون مفسرة بمتوسط الترجيح للملاحظات الماضية والذي يحقق العلاقة الآتية:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

وصيغته العامة هي:

ε_t : صدمات عشوائية، ϕ_i : معاملات حقيقية و Z : مجموعة الأعداد الصحيحة	$= \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad \forall t \in Z$
---	---

وبإدخال معامل التأخر نستطيع كتابة النموذج بشكل آخر حيث يصبح:

$$\phi_p(B)X_t = \varepsilon_t$$

حيث $\phi_p(B)$ كثير حدود مميز للنموذج (X_t) ، ونقول عن هذا النموذج انه مستقر إذا كانت جميع جذوره $\phi_p(B)$ أكبر تماماً من القيمة (1).

2- نماذج المتوسطات المتحركة من الدرجة (q) : MA(q)

نسمي الانحدار الذاتي من الدرجة (q) كل نموذج مستقر $(X_t / t \in Z)$ حيث تكون كل ملاحظة من السلسلة مفسرة بواسطة متوسط مرجح للأخطاء العشوائية والذي يحقق العلاقة الآتية:

ε_t : صدمات عشوائية، θ_j : معاملات حقيقية	$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$	و صيغته العامة هي :
	$= \varepsilon_t - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}$	

3- النماذج المختلطة من الدرجة p,q : ARMA(p,q)

هذا النموذج يجمع بين النموذجين: نموذج انحداري ذو الدرجة AR(p) ونموذج المتوسطات المتحركة من الدرجة MA (q) ويكتب رياضيا على الشكل التالي:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

ويمكن كتابته بالصيغة العامة الآتية:

$$X_t - \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} = \varepsilon_t \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

وبإدخال معامل التأخر (β) نحصل على العلاقة التالية :

$$(\phi_1 \beta - \phi_2 \beta^2 \dots - \phi_p \beta^p) X_t = (1 - \theta_1 \beta - \theta_2 \beta^2 \dots - \theta_q \beta^q) \varepsilon_t (1 - \dots)$$

$$\Leftrightarrow \phi(\beta) X_t = \theta(\beta) \varepsilon_t$$

حيث: $\theta(B)$ ، $\phi(B)$ كثيري حدود من الدرجة p و q على التوالي.

4- النماذج المختلطة المركبة من الدرجة (p,d,q) : ARIMA(p,d,q)

يسمى هذا النوع من النماذج بنماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك المعدل ويرمز لها بالرمز ARIMA(p,d,q) وهي نوع من النماذج المتجانسة غير مستقرة لان $\theta(B)$ ، $\phi(B)$ جذريها قد يكونا أكبر من الواحد (ليس دائما) ويوجد كذلك و لو جذر يساوي واحد (1).

5- النماذج المختلطة ذات المركبة الفصلية (p,d,q) : SARIMA(p,d,q)

إذا كانت السلسلة المراد دراستها تحمل المركبة الفصلية يجب تفكيك السياق ARIMA بطريقة تجعلنا نشكل نموذج مقبول يمكن أن يمثل السلسلة ويكون على الشكل:

$$\Delta^d \phi_P(\beta) \nabla_S^d \phi_P(\beta^S) X_t = \theta_q(\beta) \theta_q(\beta^S) \varepsilon_t$$

حيث:

- ε_t : صدمات عشوائية

- $(1-\beta)^d = \Delta^d$

- $(1-\beta^S) = \nabla_S$

- S : تمثل الفترة الفصلية حسب طبيعة المعطيات.

II. منهجية بوكس- جنكينز (Box-Jenkins)

قام كل من الباحثان BOX و JENKINS بجمع بعض التقنيات المستعملة في السلاسل الزمنية للمساعدة في تحديد درجة النموذج و تحديد معامله، ثم اقترح بعض الطرق للتأكد من صلاحية النموذج و الوصول إلى اختيار النموذج الأنسب للسلسلة المدروسة ، و تتبع هذه المنهجية أربعة مراحل:

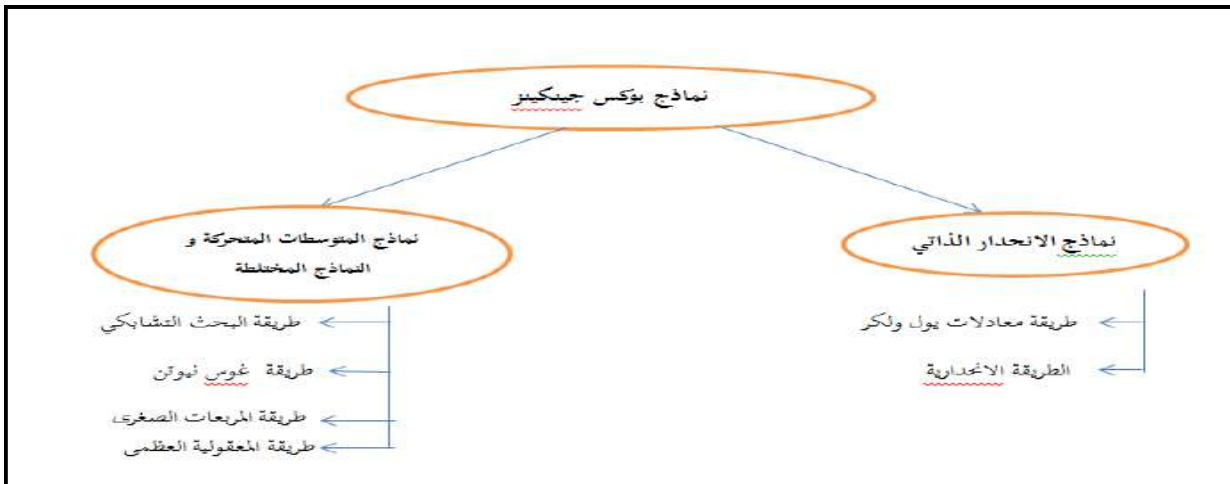
1- مرحلة التعرف على النموذج (Identification)

تعتبر هذه المرحلة من أهم المراحل لأنه يتم من خلالها التعرف على النموذج الأكثر توافقا مع السلسلة الزمنية وذلك من خلال دراسة دالة الارتباط الذاتي والجزئي وتحليلها يسمح بتحديد النماذج الملائمة، والأهم في هذه المرحلة هو التأكد من استقرارية السلسلة الزمنية والتخلص من مركبة الاتجاه العام والمركبة الفصلية وذلك بتطبيق طريقة الفروقات حتى نصل إلى سلسلة مستقرة والتأكد من ذلك بأجراء اختبارات الاستقرارية المذكورة آنفا.

2- مرحلة التقدير (Estimation)

بعد التعرف على النموذج المرافق للسلسلة وذلك بتحديد كل من (p.d.q) في المرحلة الأولى، تأتي المرحلة الموالية والتي تتمثل في تقدير معاملات النموذج الامثل من بين النماذج المرشحة بحيث تختلف طريقة التقدير على حسب نوع النموذج المتحصل عليه كما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم (1-2) : طرق التقدير باستخدام نماذج Box-Jenkins



المصدر : بن فانة اسماعيل : مرجع سابق، ص 49

3- مرحلة الاختبار (Validation)

في هذه المرحلة نقوم باختبار مدى قبول النموذج المختار إحصائيا حتى يتسنى لنا استخدامه في التنبؤ بالقيم المستقبلية مروراً بالخطوات التالية:

- ✓ مقارنة السلسلة الأصلية مع السلسلة المقدرة.
- ✓ اختبار دالة الارتباط الذاتي للسلسلة البواقي وسلسلة مربعات البواقي.
- ✓ اختبار المعنوية الجزئية للمعالم والمعنوية الكلية للنموذج.
- ✓ اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي و الاستقلالية.
- ✓ اختبار تجانس التباين.

4- مرحلة التنبؤ

يهدف التنبؤ الى استعمال النموذج الحالي المقدر بناءا على فترة سابقة في تقدير القيم المستقبلية للسلسلة تبعا لأصغر خطأ ممكن، حيث نقوم بارجاع مركبات الفصلية والاتجاه العام (إن وجد في النموذج) بعكس الطرق التي نزعناها بها ثم نقوم بتعويض كل القيم السابقة لمتغير السلسلة المدروسة، بينما يتم تعويض الاخطاء المستقبلية بالأصفر أما الماضية بالبواقي.

و للتأكد من دقة التنبؤ يتم مقارنة قيم السلسلة الجديدة مع قيم السلسلة الحقيقية، كما يمكن استعمال بعض

الاختبارات المخصصة لذلك مثل: **CHOW** و **RAMSEY**.

الفرع الثالث: البرامج الاحصائية

في دراستنا هذه تم استخدام البرامج الاحصائية التالية: **EXCEL2007/ EVIEWS10/ GRITEL1.9**.

المبحث الثاني: عرض ومناقشة النتائج المتوصل إليها

بعدما أن حددنا طريقة وأدوات الدراسة، سنتناول في ما يأتي عرض النتائج المتوصل إليها و تحليلها و مناقشتها من أجل الوصول إلى النتيجة النهائية المتمثلة في بناء نموذج قياسي أمثل للتنبؤ باستهلاك الكهرباء من طرف القطاع العائلي.

المطلب الأول: عرض نتائج الدراسة

الفرع الأول: دراسة وصفية لبيانات و شكل سلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء للقطاع العائلي بورقلة

1- دراسة وصفية لبيانات سلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء للقطاع العائلي بورقلة

بناء على سلسلة الاستهلاك الشهري للقطاع العائلي بورقلة المقدرة والمبوبة شهريا من جانفي 2010 إلى ديسمبر 2020 المحددة بـ 132 مشاهدة والمثلة في الجدول (2-1) تم استخلاص النتائج الوصفية التالية:

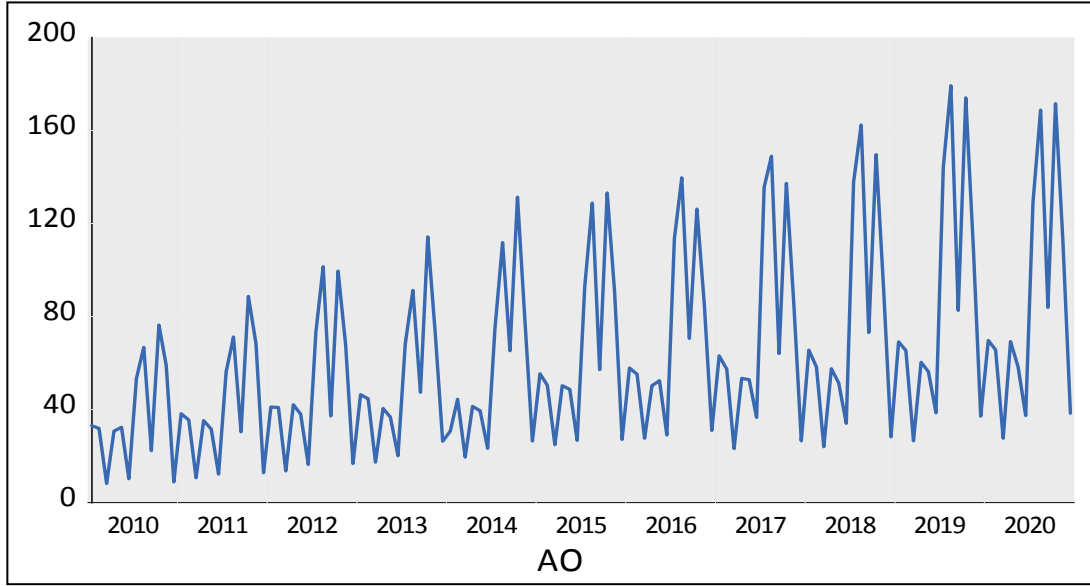
الجدول (2-2) بعض المقاييس الوصفية لسلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء في القطاع العائلي بورقلة (AO)

المقاييس الوصفية	النتيجة
Mean	63.19513
Median	54.31760
Maximum	179.2860
Minimum	8.155063
Std. Dev.	40.83783
Skewness	1.049551
Kurtosis	3.384557
Jarque-Bera Probability	25.04762 0.000004
Sum	8341.757
Sum Sq. Dev.	218472.4
Observations	132

المصدر: من اعداد الطالب بناء على مخرجات برنامج Eviews

سجل استهلاك للطاقة الكهربائية في ورقلة قيمة عظمى في أوت 2019 بقيمة GWH 179,29 وقيمة صغرى سجلت في مارس 2010 بقيمة GWH 8.16، بمستوى متوسط GWH 63.20، و تشتت قيم السلسلة عن متوسطها بانحراف معياري قدره 40.83، و هذا ما يعطينا فكرة حول عدم تجانس مستويات السلسلة.

الشكل (2-2) المنحنى البياني للسلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء للقطاع العائلي (AO)



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج Eviews

من خلال الشكل البياني أعلاه، نلاحظ أن استهلاك الكهرباء في ولاية ورقلة في تزايد مستمر خلال فترة الدراسة، حيث عرف تطورا خلال السنوات الأخيرة وهذا منذ سنة 2010 حتى ديسمبر 2020 ، وأخذ ميلا موجبا والذي حقق أعلى المستويات في الفترات الأخيرة، كما يظهر جليا وجود المركبة الموسمية في هذه السلسلة، لأن استهلاك الكهرباء عادة ما يرتفع بشكل موسمي بالإضافة إلى التغير المتشابه والمنتظم في كل موسم، كل هذا من شأنه أن يؤثر سلبًا على هذه السلسلة.

نلاحظ من خلال المنحنى البياني أن متوسط استهلاك الكهرباء يزداد بوتيرة متزايدة ويرجع ذلك إلى:

✓ التوسع السكاني الكبير وزيادة عدد المشتركين وكذلك المشاريع الكبيرة التي قامت بها الشركة لفائدة المجمعات السكنية.

يظهر جليا أن المستوى الكبير للسلسلة في كل سنة يكون في الشهور الصيفية، والقيم الصغرى توافق أشهر الشتاء، وهذا بديهي بما أن هذا الاستهلاك يخص القطاع العائلي بمنطقة ورقلة، لأن أشهر الصيف تتميز بالحرارة العالية -مناخ صحراوي- وهذا ما يفسر ارتفاع استهلاك الكهرباء خلال هذا الفصل نتيجة لمضاعفة استخدام الطاقة الكهربائية. هذه التغيرات تؤثر لنا إمكانية وجود مركبة موسمية ومركبة اتجاه عام.

2- الكشف عن شكل السلسلة (AO)

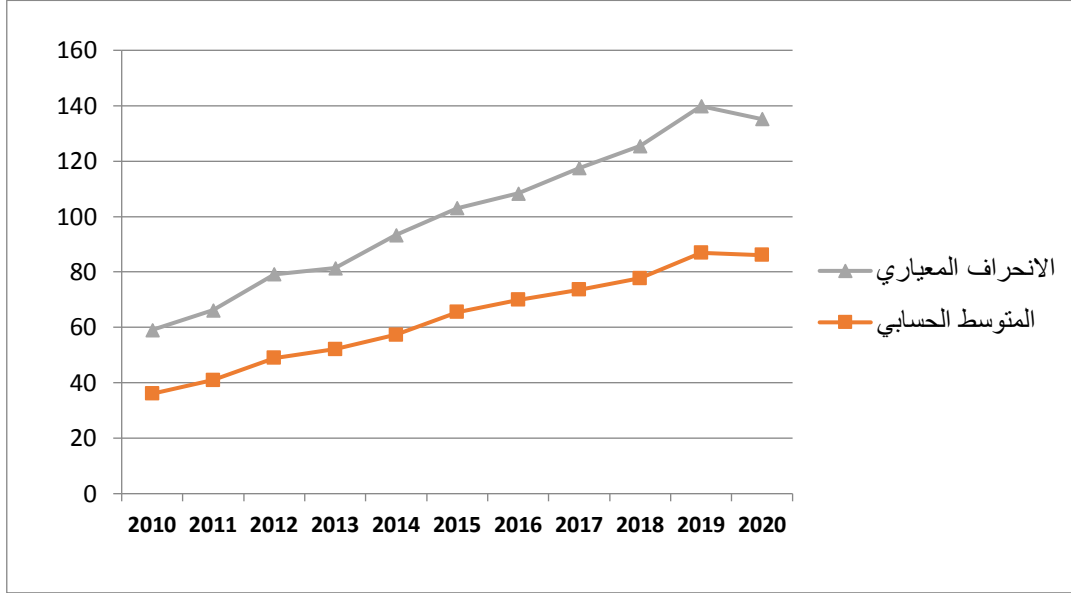
يتم الكشف عن شكل السلسلة بطريقتين هما الكشف البياني والكشف الإحصائي.

الكشف البياني

للكشف عن السلسلة إذا كانت تجميعية أو جدائية أو مختلطة، لابد من الاستعانة بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لسنوات السلسلة، وبإسقاط هذين الأخيرين على معلم متعامد ومتجانس ينتج الشكل البياني التالي:

الشكل (2-3) يبين تغير المتوسط الحسابي والانحراف المعياري

للسلسلة (AO)



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على برنامج EXCEL

من خلال شكل المنحنى نلاحظ عدم استقرار عبر الزمن كل من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وكذلك من خلال شكل السلسلة نلاحظ أنها محصورة داخل خطين ينفرجان بازدياد الزمن ووجود اتجاه عام ظاهر، وبالتالي فإن السلسلة تشكل نموذجاً جدائياً.

الكشف الإحصائي

نستعمل الأسلوب الانحداري الذي يعتمد على تقدير المعلمة b حيث :

- سلسلة ذات شكل تجميعي إذا كان $\langle 0.05\hat{b}$

- سلسلة ذات شكل جدائي إذا كان $\rangle 0.10\hat{b}$

- سلسلة ذات شكل مختلط إذا كان $0.05 \langle \langle 0.10\hat{b}$

لتقدير المعلمة b نستعين بالجدول الخاص باختبار **Buys-Ballot** الذي يبين المتوسط الحسابي والانحراف

المعياري للسنوات.

الجدول (3-2) يبين اختبار Buys-Ballot للكشف عن شكل السلسلة الزمنية (AO)

2014		2013	2012	2011	2010	السنة
57,29		52,1	48,96	40,94	36,07	\bar{X}_i
36,06		29,29	30,21	25,21	23,02	δ_i
2065,88		1526,01	1479,08	1032,10	830,33	$\delta_i * \bar{X}$
2020	2019	2018	2017	2016	2015	السنة
86,1	86,9	77,77	73,62	69,9	65,5	\bar{X}_i
49,13	52,94	47,71	43,82	38,41	37,54	δ_i
4230,09	4600,49	3710,41	3226,03	2684,86	2458,87	$\delta_i * \bar{X}$
$\sum (\delta_i * \bar{X}) = 27844.14$		$= 37.58\bar{\delta}$		$= 63.20\bar{X}$		///

المصدر: من إعداد شخصي للطلاب

ومنه لدينا:

$$= \frac{27844.14 - 11(37.58)(63.20)}{46979.92 - 11(3993.67)} = 0.56\hat{b}$$

نلاحظ أن: $0.1 < \hat{b}$ ومنه فإن السلسلة الزمنية تأخذ شكل النموذج الجدائي.

الفرع الثاني: دراسة استقرارية السلسلة

إن الملاحظة بالعين المجردة للرسم البياني للسلسلة لا يكفي للتأكد من استقراريته، لذا سوف نستعين بالاختبارات الإحصائية المعدة لذلك.

1- اختبار معنوية معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة

تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت معاملات دالة الارتباط الذاتي $\rho(k)$ معدومة (تقع داخل مجال الثقة). من أجل كل قيمة لـ $K > 0$ ، والشكل أدناه يبين دالة الارتباط الذاتي البسيطة و الجزئية للسلسلة محل الدراسة:

الشكل (4-2) دالة الارتباط الذاتي للسلسلة (AO)

Date: 05/24/21 Time: 15:51 Sample: 2010M01 2020M12 Included observations: 132						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
1	0.364	0.364	17.925	0.000		
2	0.182	0.077	22.222	0.000		

المصدر: مخرجات *Eviews*

نلاحظ من خلال دالة الارتباط الذاتي خروج معظم النتوءات (أعمدة) عن مجال الثقة، أي أن بعض المعاملات المحسوبة من أجل الفجوات $k = 1$ و عند $k = 3, 12, \dots, 24$ ، معنويا تختلف عن الصفر (خارج مجال الثقة)، حيث يتبين أنها تأخذ شكل جيبي، وهذا ما يؤكد أن السلسلة (AO) غير مستقرة و بالتالي فهي خاضعة لأثر المركبة الموسمية. و بقراءة إحصائية *Ljung-Box* التي توافق آخر قيمة في العمود *Q-Stat* في دالة الارتباط الذاتي¹

$$LB = 457.55 > \chi^2_{0.05;30}$$

القرار: نرفض فرضية عدم القائلة بان كل معاملات دالة الارتباط الذاتي مساوية للصفر، وبالتالي السلسلة غير مستقرة.

2- اختبارات الجذر الوجودي

تعتبر اختبارات الجذر الوجودي من بين أهم اختبارات الاستقرار، و الجدول التالي يلخص نتائج اختبارات ديكي فولر *ADF*.

الجدول (2-4): اختبار ديكي فولر *ADF* و للسلسلة (AO)

الفرضية H_0 : السلسلة AO تحتوي على جذر أحادي

1 - قيمة كاي تربيع الجدولة ذات المعنوية 5% (43.373) مستخرجة من جدول توزيع كاي تربيع).

القيمة الحرجة	قيمة الاحتمال Prob(ADF)	القيمة الحرجة			إحصائية ADF	اختبار ADF
0.05	0.5374	-3.149	-3.448	-4.036	-2.105	النموذج (3)
0.05	0.7380	-2.579	-2.885	-3.486	-1.037	النموذج (2)
0.05	0.9999	-1.6149	-1.9435	-2.5845	3.6128	النموذج (1)

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الملحق رقم (1) باستخدام برنامج Eviews

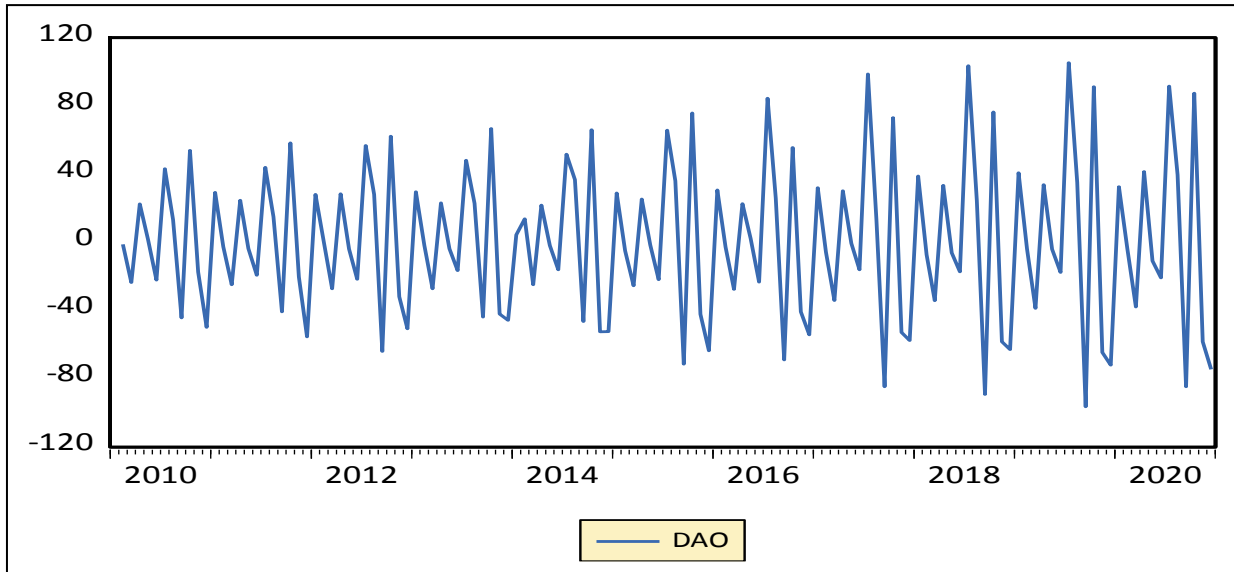
نلاحظ من خلال الجدول أن القيمة الحسائية للنموذج الثالث و الثاني أقل بالقيمة المطلقة من القيمة المحدولة وكذلك على قيمة p-value أكبر من 0.05 (أي مستوى معنوية)، و عليه فإن السلسلة AO غير مستقرة لوجود جذر الوحدة ومركبة الاتجاه العام ومن أجل إزالة مركبة الاتجاه العام نستعمل الفروق من الدرجة الأولى لجعل السلسلة AO تستقر .

أولاً: إزالة الاتجاه العام:

لإزالة مركبة الاتجاه العام نستعمل الفروق من الدرجة الأولى $DAO = AO - AO(-1)$ حيث تظهر

السلسلة بالشكل التالي:

الشكل (2-5): المنحنى البياني للسلسلة المعدلة من الاتجاه العام (DAO)



المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات Eviews

من الشكل البياني نلاحظ أن المنحنى يأخذ شكل موازي تقريبا لمحور الفواصل، مما يوحي لنا مبدئيا بغياب التغير المنتظم في الاتجاه العام بدلالة الزمن.

للتأكد من خلو السلسلة (DAO) من مركبة الاتجاه العام تجري اختبارات جذر الوحدة لكل من ديكي ADF فولر وفيليس بيرون PP حيث كانت نتائج الاختبارين ملخصة في الجدول التالي.

- ديكي ADF فولر وفيليس بيرون PP

الجدول (2-5):

الفرضية H_0 : السلسلة DAO تحتوي على جذر أحادي						
اختبار ADF	إحصائية ADF	القيمة الحرجة			قيمة الاحتمال Prob(ADF)	القيمة الحرجة
النموذج (3)	-7.2990	-4.0390	-3.4480	-3.1491	0.000	0.05
النموذج (2)	-7.2651	-3.4860	-2.8858	-2.5798	0.000	0.05
النموذج (1)	-5.5740	-2.5845	-1.9435	-1.6194	0.000	0.05
الفرضية H_0 : السلسلة DAO تحتوي على جذر أحادي عدد التأخيرات = Trancature de Newey- West = 14						
اختبار PP	إحصائية PP	القيمة الحرجة			قيمة الاحتمال Prob(PP)	القيمة الحرجة
النموذج (3)	-33.9477	-4.0301	-3.4447	-3.1472	0.0001	0.05
النموذج (2)	-34.1692	-3.4812	-2.8837	-2.5786	0.0001	0.05
النموذج (1)	-34.1625	-2.5828	-1.9433	-1.6150	0.0000	0.05

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الملحق رقم (2) باستخدام برنامج Eviews

من خلال نتائج نلاحظ لكل من اختبار ديكي ADF فولر وفيليس بيرون PP بالنسبة لكل النماذج أن القيمة المحسبة أكبر من القيمة المجدولة وكذلك القيمة الاحتمالية Prob أقل من 0.05. مما سبق نستطيع القول أن السلسلة DAO مستقرة غير أنه و بملاحظة التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي للسلسلة (DAO) كما يظهر أدناه:

الشكل (2-6) شكل دالة الارتباط الذاتي للسلسلة (DAO)

Date: 06/18/22 Time: 10:11 Sample: 2010M01 2020M12 Included observations: 131						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.366	-0.366	17.909	0.000
		2	-0.300	-0.501	30.077	0.000
		3	0.648	0.463	87.263	0.000
		4	0.298	0.190	108.96	0.000

المصدر: من إعداد الطالب بالاستعانة ببرنامج Eview

يتضح وبشكل واضح خروج معظم التتويات (الاعمدة) عن مجال الثقة، أي أن المعاملات المحسوبة من أجل الفجوات مختلفة تختلف معنويا عن الصفر عند مستوى معنوية 0.05 % أي تتناقص بوتيرة بطيئة.

وللتأكد من المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي ذات الفجوات $k \leq 30$ نستخدم اختبار Ljung-Box حيث توافق احصائية الاختبار المحسوبة Q^* آخر قيمة في العمود Q-Stat في الشكل أعلاه:

$$LB = n(n+2) \sum_{k=1}^{30} \frac{\hat{p}_k^2}{n-k} = 132(132+2) \sum_{k=1}^{30} \frac{\hat{p}_k^2}{132-k} = 888.32 < \chi_{30,0.05}^2 = 43.77$$

يتضح أن الاحصائية المحسوبة أكبر من الجدولة: $\chi^2 = 43.77 < LB = 888.32$ ، وعليه نرفض فرضية انعدام كل معاملات دالة الارتباط الذاتي.

مما سبق نستطيع القول أن السلسلة DAO غير مستقرة، و سبب عدم استقرارها ناتج عن وجود تقلبات موسمية، لذلك ننتقل إلى إزالة مركبة الموسمية.

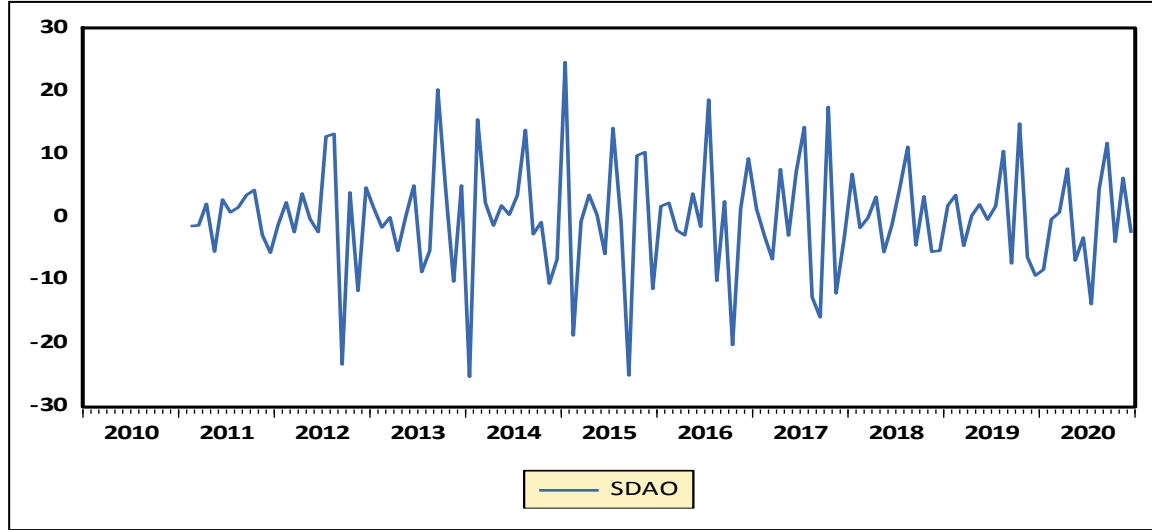
ثانيا: إزالة مركبة الموسمية:

لإزالة مركبة الموسمية نقوم بإجراء الفروق من الدرجة الثانية عشر (12) فنحصل على السلسلة SDAO حيث:

$$SDAO = DAO - DAO(-12)$$

الشكل أدناه يوضح المنحنى البياني للسلسلة المصححة من الموسمية $SDAO$:

الشكل (7-2): المنحنى البياني للسلسلة المصححة من الموسمية ($SDAO$)



المصدر: على مخرجات *Eviews*

نلاحظ خلال المنحنى البياني لسلسلة استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي المصححة من الموسمية ($SDAO$) أن السلسلة أصبحت خالية من المركبة الموسمية و هذا انطلاقاً من استعمال الفروقات من الدرجة (12)، و معرفة ما إذا استقرت هذه السلسلة أم لا نلجأ إلى اختبار ديكي فولر ADF و فيليبس بيرون PP .

- اختبار ديكي فولر ADF على السلسلة $SDAO$:

الجدول (2-6): اختبار ديكي فولر ADF و للسلسلة ($SDAO$)

الفرضية H_0 : السلسلة $SDAO$ تحتوي على جذر أحادي						
اختبار ADF	إحصائية ADF	القيمة الحرجة			قيمة الاحتمال $Prob(ADF)$	القيمة الحرجة
النموذج (3)	-5.2047	-4.2060	-3.4523	-3.1516	0.000	0.05
النموذج (2)	-5.1789	-3.4925	-2.8886	-2.5813	0.000	0.05
النموذج (1)	-5.1926	-2.5867	-1.9438	-1.6147	0.000	0.05

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الملحق رقم (3) باستخدام برنامج *Eviews*

نلاحظ من خلال الجدول أن القيمة الحسابية لكل النماذج أكبر بالقيمة المطلقة من القيمة المحدولة وكذلك على قيمة p -value اقل من 0.05 (أي مستوى معنوية)، و عليه فإن السلسلة $SDAO$ مستقرة لغياب جذر الوحدة.

– اختبار *Phillips et Perron* على السلسلة *SDAO*:

بتطبيق الاختبار كانت لدينا النتائج التالية:

الجدول (7-2): نتائج اختبار فيليبس بيرون للسلسلة *SDAO*

الفرضية H_0 : السلسلة <i>SDAO</i> تحتوي على جذر أحادي						
عدد التأخيرات = <i>Trancature de Newey- West</i> 4						
القيمة الحرجة	قيمة الاحتمال Prob(PP)	القيمة الحرجة لجدول <i>Mackinnon</i>			إحصائية <i>PP</i>	اختبار <i>PP</i>
		%10	%5	%1		
0.05	0.000	-3.149	-3.448	-4.037	-18.104	النموذج (3)
0.05	0.000	-2.579	-2.886	-3.486	-18.190	النموذج (2)
0.05	0.000	-1.614	-1.943	-2.584	-18.286	النموذج (1)

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على الملحق رقم (3) باستخدام برنامج Eviews

من خلال الجدول أعلاه، وبعد التصحيح غير المعلمي لفيليبس وبيرون (مع عدد التأخيرات المساوية لـ 4) فإننا نرفض فرضية وجود جذر وحدوي في السلسلة *SDAO* (إحصائية *PP* أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة عند مستويات 1%، 5%، 10% على الترتيب).

نتيجة: من خلال الأدوات الإحصائية *Phillips et Perron, ADF* نقبل بفرضية استقرارية

السلسلة *SDAO*.

3 – اختبار التوزيع الطبيعي على السلسلة *SDAO*

لمعرفة ما إذا كانت السلسلة *SDAO* تحمل خصائص التوزيع الطبيعي، من أجل نستعين باختبارات

Jarque-Berra, Kurtosis, Skewness.

أ – اختبارات *Kurtosis, Skewness*:

يمكن دراسة التوزيع الطبيعي للسلسلة *SDAO* عن طريق اختبارات فرضيتي التناظر والتسطح، باستعمال معامل

Kurtosis, Skewness على الترتيب، حيث:

❖ اختبار *Skewness*:

لاختبار فرضية العدم (فرضية التناظر)، $H_0: V_1 = 0$ نقوم بحساب الإحصائية:

$$\frac{|\beta_1^{1/2}-0|}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = \frac{|-0.190495|}{\sqrt{\frac{6}{131}}} = \frac{0.190495}{0.211012} = 0.9027$$

و عليه $V_1 = 0.9027$

بما أن $V_1 < 1.96$ نقبل فرضية العدم أي أن السلسلة $SDAO$ متناظرة.

❖ إختبار $Kurtosis$: (إختبار التفلطح الطبيعي) $H_0: V_2 = 0$ نقوم بحساب الإحصائية

$$V_2 = \frac{|\beta-3|}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{|3.997-3|}{\sqrt{\frac{24}{131}}} = \frac{0.997}{0.428} = 1.52$$

بما أن $V_2 < 1.96$ نقبل فرضية العدم أي نقبل التفلطح الطبيعي للسلسلة $SDAO$.

❖ يمكن التأكد من ذلك باستعمال إحصائية $Jarque-Berra$ ، حيث نلاحظ أن هذه الأخيرة:

$$JB = 5.6549 < \chi_{0.05}^2(2) = 5.99$$

وعليه فإن السلسلة المستقرة $SDAO$ تتوزع توزيعا طبيعيا.

4- إختبار الاستقلالية BDS

من خلال هذا الإختبار يتم معرفة ما إذا كانت السلسلة مستقلة ويوجد ارتباط قوي بين مشاهداتها، وأنها قابلة

للتنبؤ على المدى القصير أم لا.

الجدول (2-8): نتائج إختبار الاستقلالية BDS

القيمة الحرجة Prob	الاحتمال Prob(BDS)	إحصائية BDS Z-statistique	M
0.05	0.0237	2.262108	2
0.05	0.0017	3.130531	3
0.05	0.0020	3.092758	4
0.05	0.0069	2.702852	5
0.05	0.0103	2.565910	6

المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات $Eviews$

من خلال هذه النتائج يتضح أن السلسلة تتميز بارتباط قوي حيث أننا نرفض استقلالية المشاهدات باعتبار

أن من أجل $m = 2, 3, \dots, 6$ إحصائية BDS أكبر تماما من القيمة الجدولة للتوزيع الطبيعي 1.96 عند مستوى

معنوية 5 %، و بهذا يمكن القول أن السلسلة قابلة للتنبؤ على المدى القصير.

الفرع الثالث: تقدير نموذج للتنبؤ حسب طريقة بوكس-جنكيز $Box-Jenkins$

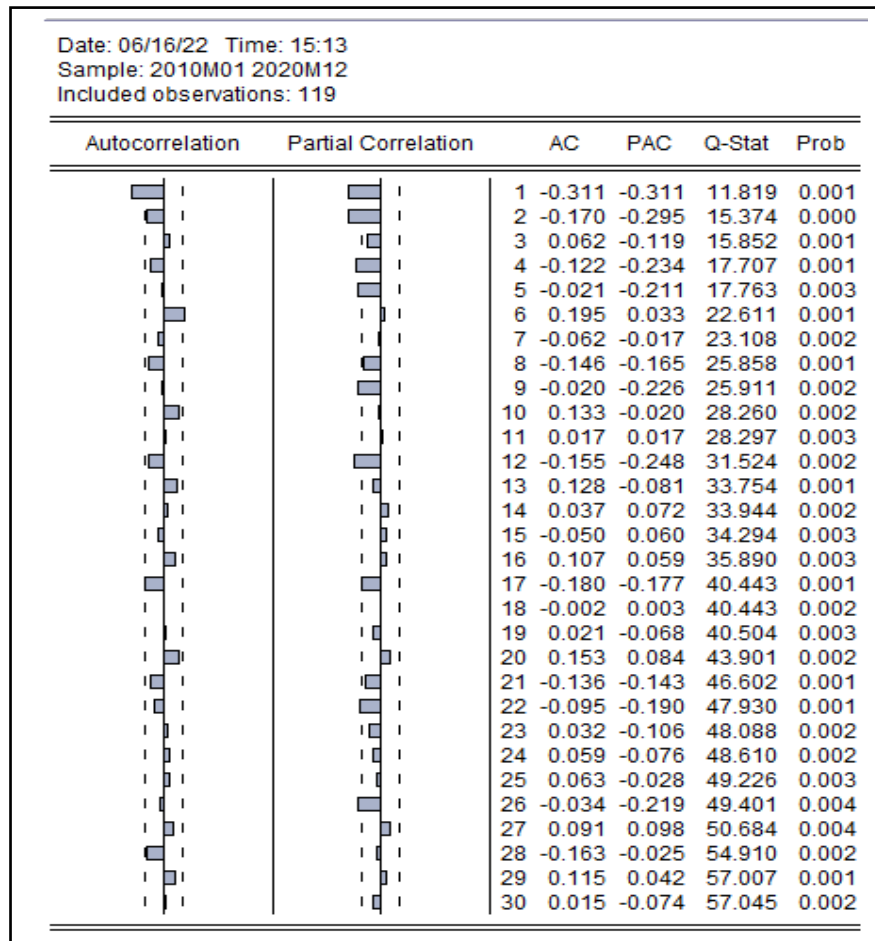
بعد الوصول إلى استقرارية السلسلة $SDAO$ ننتقل إلى تطبيق طريقة بوكس-جنكيز حسب منهجيتها التي

ذكرناها سابقا في المبحث الأول.

1- مرحلة التعرف على النموذج

من أجل تحديد النموذج المعرف للسلسلة المستقرة *SDAO* ونظرا لأهمية هذه المرحلة فسنحاول دراسة عدد كبير من الصيغ الرياضية المرشحة لنماذج *ARIMA* حسب مختلف مراتب (p, q) .
من التمثيل البياني *Corrélogramme* للسلسلة نستطيع تحديد رتبة النماذج (p, q) من خلال دوال الارتباط الذاتية والجزئية لمختلف النماذج الممكنة وهذا بمشاهدة الأعمدة (*les pics*) الناتجة عن مجال الثقة حسب التأخر الموافق.

الشكل (8-2) دالة الارتباط الذاتي للسلسلة *SDAO*



المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات *Eviews*

بملاحظة الشكل أعلاه نأخذ:

- **P** النسبة للانحدار الذاتي **AR** من خلال *Corrélogramme* للسلسلة *SDAO* يمكن مشاهدة $P = 12$ و هي التأخرات الأكثر أهمية.

• q النسبة للمتوسط المتحرك MA من خلال **Corrélogramme** للسلسلة SDAO يمكن مشاهدة $q=6$ و هي التأخرات الأكثر أهمية.

ووفقا لهذه النقاط تكون الصيغة الرياضية المثلى للنموذج المرشح للسلسلة المستقرة من الشكل:

$$DAO=AO-AO(-1), SDAO=DAO-DAO(-12) \rightarrow SARIMA(1.1.0)^{12}(12.1.6)$$

و تكتب المعادلة وفقا للنموذج كما يلي: SDAO c AR(12) MA(6) SAR(1)

2-مرحلة تقدير النموذج

بعدما قمنا بتقدير معالم النماذج¹ المحددة سابقا بطريقة المربعات الصغرى العادية، يتم اختيار النموذج الأمثل من بين النماذج المرشحة، وهذا استنادا إلى النموذج الذي يعطي أقل توفيقية بين المعيارين AIC و SC مع الأخذ بعين الاعتبار مستوي معامل التحديد R^2 ، معنوية المعالم المقدرة و مجموع مربعات البواقي RSS ، و معيار $Log-l$ ، وبالاستعانة ببرنامج Eviews - البرنامج يعطي آليا أحسن نموذج - تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (2-9) تقدير النموذج المعروف للسلسلة SDAO

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.019160	0.046278	-0.414027	0.6797
AR(1)	0.507157	0.045337	11.18639	0.0000
AR(2)	-0.947867	0.044512	-21.29473	0.0000
MA(1)	-1.175697	99.72152	-0.011790	0.9906
MA(2)	1.218135	213.4699	0.005706	0.9955
MA(3)	-0.650798	179.6775	-0.003622	0.9971
MA(4)	-0.354386	95.70504	-0.003703	0.9971
MA(5)	0.189680	62.22060	0.003049	0.9976
MA(6)	-0.226933	96.21618	-0.002359	0.9981
SIGMASQ	42.89903	3560.191	0.012050	0.9904
R-squared	0.438434	Mean dependent var	-0.031908	
Adjusted R-squared	0.392066	S.D. dependent var	8.777198	
S.E. of regression	6.843590	Akaike info criterion	6.840488	
Sum squared resid	5104.984	Schwarz criterion	7.074028	
Log likelihood	-397.0090	Hannan-Quinn criter.	6.935321	
F-statistic	9.455573	Durbin-Watson stat	2.011653	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.25+.94i	.25-.94i		
Inverted MA Roots	1.00	.20+.57i	.20-.57i	.19-.98i
	.19+.98i	-.61		

المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات Eviews

ومنه يمكن صياغة النموذج $SDAO \sim ARIMA(2.1.6)$ رياضيا على النحو التالي:

$$SDAO = -0.0191 + 0.5071DAO_{t-1} - 0.9478DAO_{t-2} + \varepsilon_t - 1.1756\varepsilon_{t-1} + 1.2181\varepsilon_{t-2} - 0.6507\varepsilon_{t-3} - 0.3543\varepsilon_{t-4} + 0.1896\varepsilon_{t-5} - 0.2269\varepsilon_{t-6}$$

3-مرحلة اختبار النموذج

بعد الانتهاء من مرحلتي تحديد وتقدير النموذج نتطرق إلى اختبار قوة النموذج ومدى توافق النموذج المختار مع المعطيات المتوفرة والاختبارات التي تطبق على النموذج وهي:

3-1 القوة التفسيرية للنموذج:

من الجدول أعلاه نلاحظ أن قيمة R-squared تساوي 0.4384 أي أن 43.84% من التغير في السلسلة SDAO يفسره النموذج و 56.16% من هذا التغير تفسره متغيرات أخرى غير واردة في النموذج.

3-2 اختبار المعنوية الجزئية للمعالم المقدرة:

• اختبار معنوية C:

نقبل الفرضية الصفرية، التي تعني أن الحد الثابت C لا يختلف معنويًا عن الصفر، وهذا لأن الإحصائية المحسوبة أقل من 96.1 عند مستوى معنوية 5%.

• اختبار معنوية AR(1)، AR(2):

بما أن: Prob AR(1)=0.000<0.05 و Prob AR(2)=0.000<0.05 أي أن القيمة الإحصائية المحتسبة لـ AR(1)، AR(2) أكبر من القيمة الجدولة، و منه نرفض الفرض H_0 و نقبل الفرضية البديل H_1 و بالتالي المعلمتين المقدرتين لها معنوية إحصائية.

• اختبار معنوية MA(1)، MA(2)، MA(3)، MA(4)، MA(5)، MA(6):

بما أن: Prob لكل المعالم 0.05 أي أن القيمة الإحصائية المحتسبة لـ MA(1)، MA(2)، MA(3)، MA(4)، MA(5)، MA(6) أقل من القيمة الجدولة، و منه نقبل الفرض H_0 و نرفض الفرضية البديل H_1 و بالتالي المعلمات المقدرة ليس لها معنوية إحصائية.

3-3 اختبار المعنوية الكلية للنموذج:

نستخدم في ذلك اختبار فيشر حيث أنه ومن جدول تقدير النموذج نجد أن: قيمة $\text{prob}(F) = 0.000 < 0.05$ وعليه نرفض H_0 أي أن النموذج جيد.

3-4 اختبار الارتباط الذاتي بين الأخطاء

لإجراء هذا الاختبار نستخدم إحصائية Durbin-Watson وذلك كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل (9-2) اختبار الارتباط الذاتي للأخطاء DW

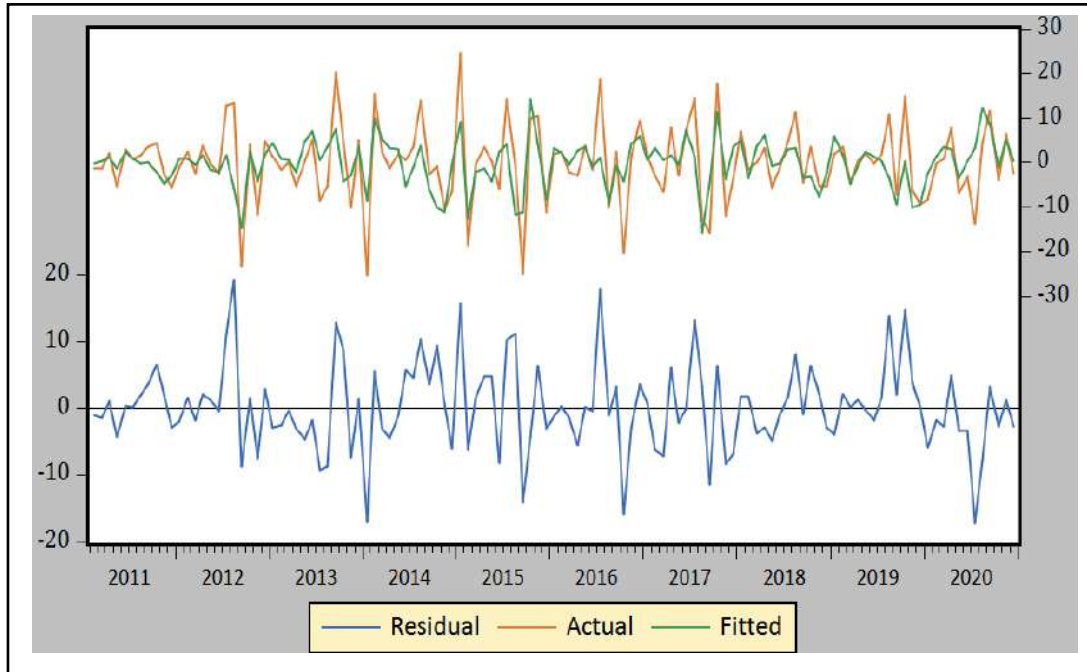
0	D_1	D_2	2	$4-D_2$	$4-d_1$	4
$\rho > 0$?	$\rho = 0$	$\rho = 0$?	$\rho < 0$	
ارتباط ذاتي موجب	غير محدد	عدم وجود ارتباط	عدم وجود ارتباط	غير محدد	ارتباط ذاتي سالب	
رفض H_0	1.874 (منطقة التناك)	1.665	قبول H_0	DW = 2.011	قبول H_0	2.126 (منطقة التناك)
						2.335
						رفض H_0

المصدر: من إعداد الطالب

من خلال نتائج اختبار DW نقبل فرض العدم لأن: $D_2 < DW = 2.011 < 4 - D_2$ أي تقع في منطقة القبول H_0 وبالتالي لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء.

3-5 مقارنة السلسلتين الأصلية والمقدرة لـ SDAO

الشكل (10-2) مقارنة السلسلتين الأصلية والمقدرة لـ SDAO

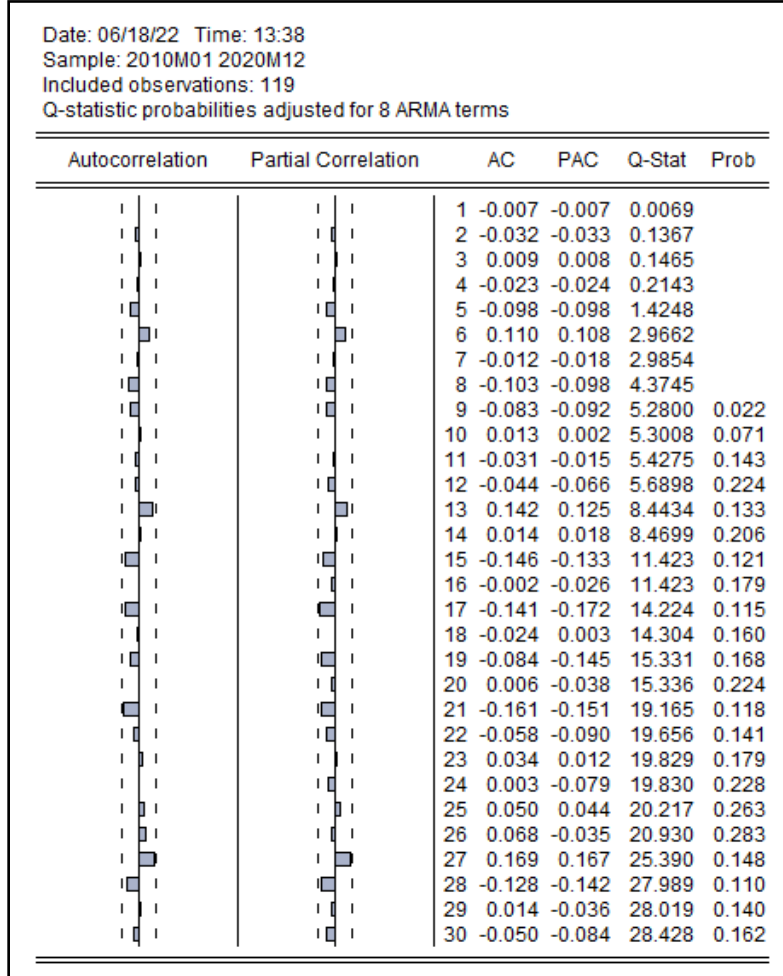


المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات Eviews

من خلال الشكل أعلاه يمكننا ملاحظة شبه المطابقة بين منحنى السلسلة الأصلية (*Actual*) ومنحنى السلسلة المقدر (*Fitted*)، أما منحنى سلسلة بواقي التقدير (*Residual*) فيلتف بشكل عشوائي على محور الفواصل وهذا يعطينا فكرة عن عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء.

6-3 تحليل دالة الارتباط الذاتي للبواقي

الشكل (11-2) شكل دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي



المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات *Eviews*

لاختبار ما إذا كانت معالم دالتي الارتباط الذاتي الكلية والجزئية لهذه البواقي داخل مجال المعنوية، نستعمل

اختبار *Ljung-Box-Pierce*، حيث:

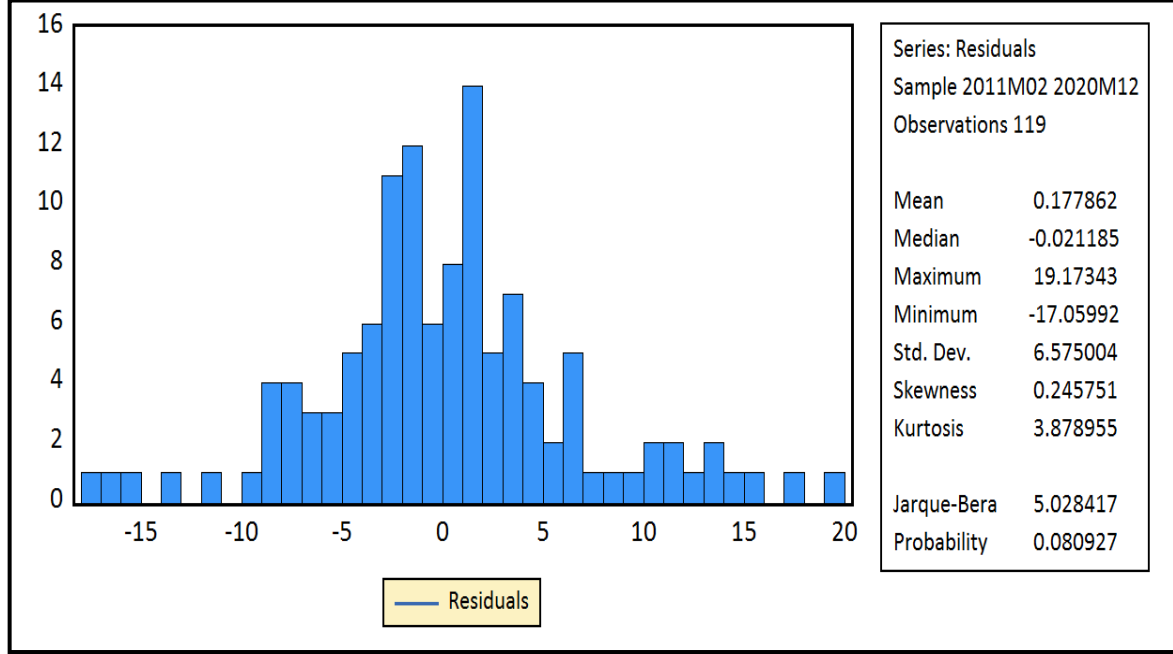
$$LB = n(n+2) \sum_{k=1}^{30} \frac{\hat{p}_k^2}{n-k} = 132(132+2) \sum_{k=1}^{30} \frac{\hat{p}_k^2}{132-k} = 28.42 < \chi_{30,0.05}^2 = 43.77$$

وعليه نقبل H_0 فرضية عدم القائلة بان كل معاملات دالة الارتباط الذاتي لا تختلف عن للصفر، و منه فإن سلسلة البواقي مستقرة.

7-3 اختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي

ويتم فيه دراسة التوزيع الاحتمالي الذي تخضع له سلسلة البواقي من أجل إعطاء نظرة حول طبيعة السلسلة:

الشكل (12-2) منحنى التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي



المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات *Eviews*

من خلال الشكل لمعاملات التوزيع الطبيعي للبواقي نحسب الاختبارات التالية:

❖ اختبار *Skewness*:

لاختبار فرضية العدم (فرضية التناظر)، $H_0: V_1 = 0$ نقوم بحساب الإحصائية:

$$V_1 = \frac{|\beta_1^{1/2} - 0|}{\sqrt{\frac{6}{119}}} = \frac{|0.245751|}{\sqrt{\frac{6}{119}}} = \frac{0.190495}{0.224544} = 1.09$$

بما أن $V_1 < 1.96$ نقبل فرضية العدم أي أن السلسلة *SDAO* متناظرة.

❖ اختبار *Kurtosis*: (اختبار التفلطح الطبيعي) $H_0: V_2 = 0$ نقوم بحساب الإحصائية

$$V_2 = \frac{|\beta - 3|}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{|3.878955 - 3|}{\sqrt{\frac{24}{119}}} = \frac{0.878955}{0.4490} = 1.95$$

بما أن $V_2 < 1.96$ نقبل فرضية العدم أي نقبل التفلطح الطبيعي للسلسلة *SDAO*.

❖ يمكن التأكد من ذلك باستعمال إحصائية *Jarque-Berra*، حيث نلاحظ أن هذه الأخيرة:

$$JB = 5.028 < \chi_{0.05}^2(2) = 5.99$$

وعليه فإن السلسلة *SDAO* تتوزع توزيعاً طبيعياً.

8-3 اختبار تجانس التباين

ونختبر فيه الفرضية H_0 القائلة بأن السلسلة لا يوجد فيها مشكلة عدم تجانس التباين وذلك باستخدام

اختبار $ARCH-LM$.

الجدول (10-2) اختبار تجانس التباين $ARCH$

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	0.211505	Prob. F(1,116)	0.6465	
Obs*R-squared	0.214760	Prob. Chi-Square(1)	0.6431	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 06/18/22 Time: 01:28				
Sample (adjusted): 2011M03 2020M12				
Included observations: 118 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	41.41073	7.893301	5.246313	0.0000
RESID^2(-1)	0.042646	0.092730	0.459897	0.6465

المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات *Eviews*

بما أن : $\text{prob}(F)=0.646 > 0.05$ إذن نقبل فرض العدم H_0 وعليه يوجد لا تجانس التباين الأخطاء.

4-مرحلة التنبؤ

بعد اجتياز النموذج المقدر للاختبارات السابقة وأثبتت صلاحيته لتنبؤ، يمكننا عندئذ التنبؤ به للسنة التي تلي فترة الدراسة 2010-2020، أي التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية الموجهة للقطاع العائلي لسنة 2021، وبالاعتماد على النموذج المتحصل عليه سابقا وباستخدام برنامج *Gretl*، نلخص نتائج التنبؤ في الجدول التالي¹:

الجدول (11-2) نتائج التنبؤ للاستهلاك الشهري العائلي للكهرباء بورقلة

السنوات	الأشهر	القيم الفعلية	القيم المتنبأ بها	مجال الثقة للتنبؤ	
				الحد الأصغر	الحد الأكبر
2020	جانفي	69,731	75,616	///	///
	فيفري	65,659	67,388	///	///
	مارس	27,660	30,274	///	///
	أفريل	69,224	64,291	///	///
	ماي	58,308	61,667	///	///
	جوان	37,390	40,767	///	///
	جويلية	129,232	146,292	///	///
	أوت	168,860	176,575	///	///

¹ - جدول نتائج التنبؤ للسنوات (من 2011 إلى 2021) بالملاحق رقم 5.

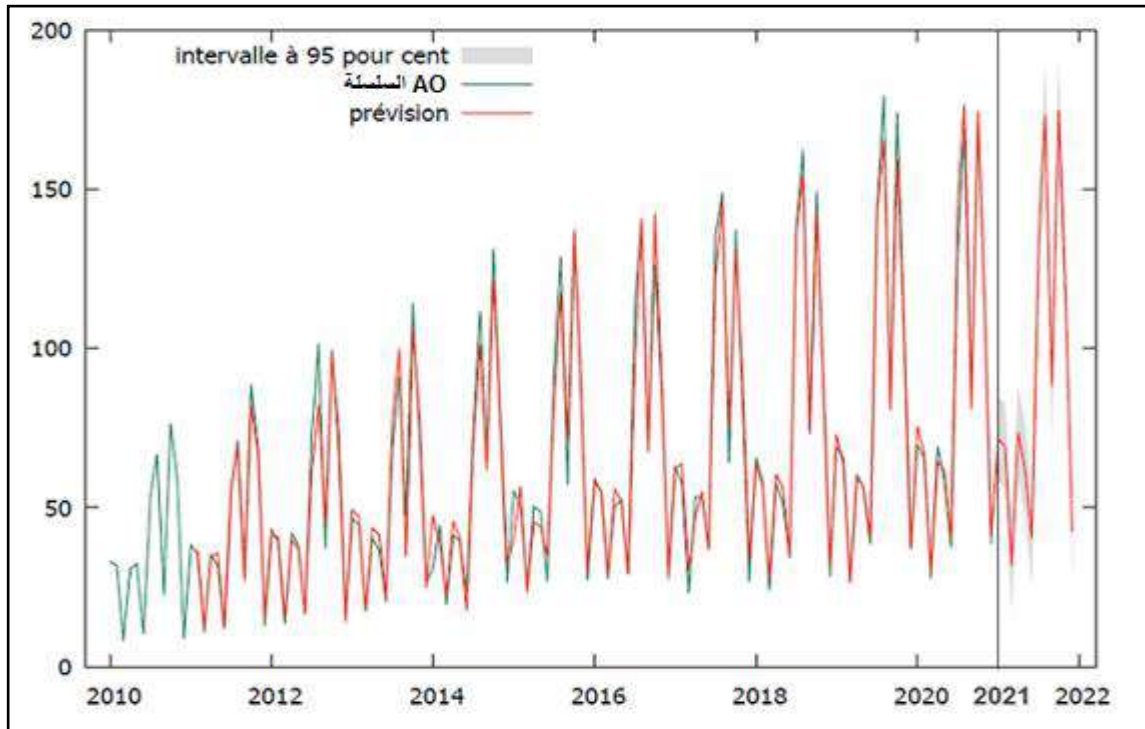
///	///	80,784	83,981	سبتمبر	2021
///	///	174,306	171,586	أكتوبر	
///	///	111,853	113,152	نوفمبر	
///	///	41,074	38,434	ديسمبر	
84,386	58,711	71,548	///	جانفي	
82,819	55,771	69,295	///	فيفري	
45,672	17,796	31,734	///	مارس	
87,766	59,370	73,568	///	أفريل	
75,812	47,289	61,551	///	ماي	
54,655	26,124	40,390	///	جوان	
147,434	118,817	133,125	///	جويلية	
187,744	159,073	173,409	///	أوت	
102,335	73,639	87,987	///	سبتمبر	
189,062	160,275	174,669	///	أكتوبر	
130,645	101,859	116,252	///	نوفمبر	
56,825	27,958	42,392	///	ديسمبر	

الوحدة: GWH

المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات Gretl

والشكل التالي يوضح التمثيل البياني للقيم التنبؤية والحقيقية الشهرية:

الشكل (13-2) التمثيل البياني لنتائج التنبؤ للاستهلاك الشهري للعائلي للكهرباء



المصدر: من إعداد الطالب بناء على مخرجات Gretl

• من خلال الجدول رقم (2-14) نلاحظ أن هناك تقارب بين القيم الفعلية والقيم المتنبأ بها (بالنسبة للتنبؤ الداخلي أي من الفترة (2011 إلى 2020))، و هذا ما يسمى بالتنبؤ الغير مشروط و ذلك لأنه يتيح لنا التنبؤ بقيم المتغير التابع في الفترة المتاح عنها بيانات فعلية بناء على معلومات فعلية متاحة عن المتغيرات التفسيرية، و هذا يدل على جودة النموذج و قوة التنبؤ.

أما في سنة 2021 فقد تم التنبؤ بقيم المتغير التابع في فترة مستقبلية لم يكن متاح عنها بيانات فعلية أي أن قيم المتغير المفسر الذي على أساسه نتوقع قيم المتغير التابع لم تكن معروفة وإنما يتم توقعها أو تخمينها، وهذا ما يسمى بالتنبؤ المشروط كما أن القيم المتنبأ بها كلها تقع داخل مجال الثقة للتنبؤ.

• وكذلك من خلال التمثيل البياني لنتائج التنبؤ نلاحظ تطابق شبه تام للسلسلة الأصلية و السلسلة المتنبأ بها و بذلك نستطيع القول أن نموذج التنبؤ يسلك نفس سلوك السلسلة الأصلية، مما يؤكد لنا دقة و جودة النموذج المختار.

المطلب الثاني: مناقشة النتائج المتوصل إليها

إنطلاقاً من الشكل (2-2) الموضح للتمثيل البياني لسلسلة الاستهلاك الكهربائي الشهري للقطاع العائلي يتضح أن السلسلة غير مستقرة لوجود مركبة الاتجاه العام و السبب راجع إلى الاستهلاك المتزايد للكهرباء نتيجة التوسع السكاني الكبير وزيادة عدد المشتركين وكذلك المشاريع الكبيرة التي قامت بها الشركة لفائدة المجمعات السكنية، كذلك نلاحظ وجود المركبة الموسمية في هذه السلسلة، لأن قيم استهلاك الكهرباء ترتفع بشكل موسمي بالإضافة إلى التغير المشابه المنتظم في كل موسم، و يعزى ذلك إلى نمط الاستهلاك في منطقة ورقلة التي تتميز بمناخ حار صيفا بوتيرة استهلاك عالي خاصة أجهزة التكييف، و استهلاك أقل يوافق أشهر الشتاء.

من خلال الشكل (2-4) لدالة الارتباط الذاتي يتضح لنا أن المعاملات المحسوبة أجل فجوات مختلفة تختلف عن الصفر عند مستوى معنوية 5%، وهذا ما يثبت عدم الاستقرار الناتج عن مركبة الاتجاه العام و مركبة الموسمية.

لجعل السلسلة تستقر قمنا في مرحلة أولى بنزع مركبة الاتجاه العام باستعمال الفروق من الدرجة الاولى:

$$DAO=AO-AO(-1)$$

يُظهر الشكل (2-5) المتضمن الشكل البياني للسلسلة (DAO) غياب الاتجاه العام، و هذا ما أثبتته نتائج اختباري ديكي فولر ADF و فيليبس بيرون PP في الجدول (2-4) حيث كانت القيمة المحسوبة أكبر بالقيمة المطلقة من القيمة الجدولية، و كذلك قيمة الاحتمال Prob أقل من 0.05، حيث أوحى نتائجهما باستقرار السلسلة (DAO)، غير أنه و باستعمال اختبار Ljung-Box حيث كانت الاحصائية $Q^* = 888.32$ أكبر من الاحصائية الجدولية $43.77\chi^2_{30,0.05}$ و بذلك قمنا برفض الفرضية القائلة بانعدام كل معاملات دالة

الارتباط الذاتي، و هو ما لاحظناه من خروج التنبؤات عن مجال الثقة، رجحنا بذلك عدم استقرار السلسلة (DAO) و يرجع ذلك إلى أثر مركبة الموسمية المتمثل في الاستهلاك المسجل بانتظام في المواسم الحارة.

و في مرحلة ثانية قمنا بتصحيح السلسلة من الموسمية بتطبيق الفروق من الدرجة 12:

$$.SDAO=DAO- DAO(-12)$$

من خلال الشكل (2-7) يتضح أن السلسلة SDAO أصبحت خالية من المركبة الموسمية و غاب التغير المنتظم للفصول.

و كذلك أثبتت نتائج الجدولين (2-6) و (2-7) لاختباري ديكي فولر ADF و فيليبس بيرون أن السلسلة المصححة من الاتجاه العام و الموسمية SDAO لا تحتوي على جذر وحدوي لأن القيمة المحتمسة أكبر بالقيمة المطلقة من القيمة الجدولية، و كذلك قيمة الاحتمال Prob أقل من 0.05 و هي بالتالي مستقرة.

اعتمادا على اختبار التوزيع الطبيعي لاحظنا أن:

$$JB = 5.6549 < \chi^2_{0.05}(2) = 5.99 \text{ Jarque-Bera إحصائية}$$

تتوزع طبيعيا.

من خلال الجدول رقم (2-8) بينت نتائج اختبار الاستقلالية BDS بوضوح أن السلسلة تتميز بارتباط قوي و بهذا يمكن القول أن السلسلة قابلة للتنبؤ على المدى القصير.

بعدها توصلنا إلى استقرار سلسلة استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي تطرقنا إلى تقدير نموذج للتنبؤ حسب منهجية Box-Jenkins مروراً بمراحلها. ففي مرحلة التعرف كان النموذج المرشح المعبر عن الاستهلاك الشهري للكهرباء من طرف القطاع العائلي بورقلة هو: $SARIMA(1.1.0)^{12}(12.1.6)$ ثم انتقلنا إلى مرحلة التقدير.

وضح الجدول رقم (2-9) أن النموذج الأمثل الذي يصلح للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للكهرباء من طرف القطاع العائلي هو نموذج $ARIMA(2.1.6)$ بناء على قيمة معياري Schwarz و AIC، كذلك لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء، كما أن النموذج يُظهر أكبر معامل تحديد مصحح بين كل النماذج.

في مرحلة التشخيص استعرضنا عدة خطوات من بينها:

$$\text{كان للمعلمتين المقدرتين } AR(1) \text{ و } AR(2) \text{ دلالة إحصائية لأن: } \text{Prob } AR(1)=0.000 < 0.05$$

$$\text{و } \text{Prob } AR(2)=0.000 < 0.05$$

وباختبار الارتباط الذاتي بين الأخطاء لدرين واتسون تبين أنه لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء و ذلك لوقوع قيمة DW في منطقة قبول H_0 .

أما بالنسبة للشكل رقم (2-10) فإنه وضح شبه تطابق بين منحنى السلسلة الاصلية Actual و السلسلة المقدره Fitted.

أما منحنى سلسلة بواقى التقدير فيلتف بشكل عشوائي على محور الفواصل وهذا يعطينا فكرة عن عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء.

إنطلاقاً من الشكل رقم (2-11) الذي وضع دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقى نلاحظ دخول كل التتوءات داخل مجال الثقة أي أن معاملات الارتباط الذاتي المحسوبة من اجل الفجوات $k=1.....30$ تساوي معنوياً الصفر عند مستوى معنوية 5%. أي أن سلسلة البواقى مستقرة.

من الجدول رقم (2-10) الذي يبين اختبار $ARCH-LM$ إذ نلاحظ أنه لا يوجد مشكلة عدم تجانس التباين وذلك بمقارنة القيمة الاحصائية $ARCH-LM$ التي هي أقل تماماً من القيمة الجدولة لتوزيع $\chi^2_{0.05}(1)$. في الجدول رقم (2-11) تظهر نتائج التنبؤ باستهلاك القطاع العائلي للكهرباء بورقلة لاحظنا أن هناك تقارب بين القيم الفعلية والقيم المتنبأً بين لسنوات 2011 حتى 2020 مما يدل على قوة وجودة نموذج التنبؤ، أما بالنسبة لسنة 2021 فقد تم التنبؤ بقيم المتغير التابع لفترة سابقة لم يكن متاح عنها بيانات فعلية حيث كانت القيم المتنبأً بها من جانفي 2021 إلى ديسمبر 2021 تقع داخل مجال الثقة للتنبؤ مما يؤكد أن النموذج جيد.

الشكل رقم (2-13) يمثل منحنى التنبؤ باستهلاك القطاع العائلي الشهري للكهرباء بورقلة الذي يتضح فيه تطابق شبه تام بين السلسلة الأصلية و السلسلة المتنبأً بها، حيث التنبؤ يتبع السلسلة الأصلية هذا يدل على الجودة الاحصائية لنموذج التنبؤ المختار.

خلاصة الفصل الثاني:

في هذا الفصل بعدما أن حددنا طريقة و أدوات المستخدمة في الدراسة قمنا بعرض و مناقشة النتائج لدراسة تنبؤية باستعمال طريقة بوكس-جنكيز على سلسلة استهلاك القطاع العائلي للكهرباء لسنة 2021 لولاية ورقلة، مستخدمين في ذلك وهذا انطلاقا من معطيات شهرية لمدة عشر سنوات الماضية أي من جانفي 2010 إلى ديسمبر 2021 ، لكن قبل البدء في التنبؤ كان من الواجب تحقيق شروط الاستقرار للسلسلة AO و ذلك بإزالة مركبة الاتجاه العام عن طريق تطبيق الفروقات من الدرجة الأولى لنحصل على السلسلة DAO، و بعد بتطبيق اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي Ljung-Box تبين أن السلسلة لم تستقر و ذلك لوجود أثر المركبة الموسمية، فكان من الضروري إزالتها و ذلك بتطبيق الفروقات من الدرجة الثانية عشر لنجد أن هذه السلسلة المنزوعة الموسمية SDAO التي و بعد تطبيق اختبارات الاستقرار عليها اتضح أنها مستقرة.

وبتطبيق مراحل طريقة بوكس-جنكيز على السلسلة المستقرة SDAO (التعرف، التقدير، التشخيص والاختبار

التنبؤ) تم التوصل إلى النموذج الذي يعبر عن سلسلة استهلاك القطاع العائلي للكهرباء بورقلة و هو $SARIMA(1.1.0)^{12}(12.1.6)$ و بعد القيام باختبارات التوزيع الطبيعي و اختبار الاستقلالية تبين أن السلسلة تتوزع طبيعيا و هي قابلة للتنبؤ كما تم التوصل للنموذج الأمثل للتنبؤ و هو $ARIMA(2,1,6)$ الذي من خلاله تم حساب القيم التنبؤية لاستهلاك الكهرباء لفترة 12 شهرا (لسنة 2021)، حيث كانت النتائج لهذا النموذج شبه مطابقة لقيم السلسلة الأصلية AO.

الخاتمة

العامّة

الخاتمة العامة:

يشهد العالم اهتمام كبير و تطوير مستمر لأبحاث الطاقة مع تزامن ظهور أساليب التحرر الاقتصادي والتحول إلى اقتصاد السوق، بل تعدى الأمر ذلك ليصبح مؤشرا يعتمد عليه في قياس تنمية البلاد بعد حساب متوسط نصيب الفرد من استهلاكه للطاقة، ناهيك عن اشتراك القطاع الخاص إلى جانب العام في ممارسة النشاطات ذات المنفعة العامة، لا سيما بعد كسب بعض المؤسسات العامة الصفة التجارية مثل حالة سونلغاز، مما جعل منها شخص معنوي يمارس نشاطه و الصناعي التجاري، ضف إلى ذلك أن استهلاك الطاقة له ارتباط وثيق بحجم رفاهية المشتركين ومعدلات النمو الصناعي والتنمية الاقتصادية بوجه عام.

كما أضحى استهلاك الطاقة الكهربائية ظاهرة مسيطرة ومهيمنة على جميع مظاهر الحياة، ويبدو جلياً أيضاً ضرورة العمل في الوقت الحاضر على تنمية هذا المورد سواء عن طريق حسن استخدام الموارد المتاحة حالياً داخل البلاد أو عن طريق إضافة موارد جديدة، ويتطلب ذلك تطبيق الأساليب العلمية والتكنولوجية والاتجاه نحو التوسع في البحوث المتخصصة، و للاستجابة للطلب المتنامي على الطاقة الكهربائية يتحتم على القائمين على خدمة توريد هذه الطاقة وضع جميع الخطط و الاستراتيجيات لمعالجة تلبية هذه الاحتياجات، كما أن على شركة توزيع الكهرباء و الغاز بورقلة أن تتعد على الأساليب التقليدية التي تعتمد على التخمين و التقدير الشخصي ، و تسعى دائماً لتطوير أساليبها و إيجاد أساليب أكثر نجاعة كاستعمال التقنيات الكمية للمساعدة في اتخاذ قراراتها لمواجهة هذه التحديات. وبعد التنبؤ من بين الوسائل التي لا غنى عنها للشركة التي تساعدها في اتخاذ القرارات الصحيحة من اجل تحقيق أهدافها بأدنى التكاليف وبأقل أخطاء، ذلك أن عدم التوفيق والتكامل بين استخدام التنبؤ واتخاذ القرار يؤدي حتما إلى الفشل في تحقيق الأهداف المسطرة.

من هنا برزت إشكالية موضوعنا هذا والتي تمحورت حول إمكانية التنبؤ باستهلاك الكهرباء للقطاع العائلي من طرف شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة، وذلك باستخدام منهجية بوكس-جنكينز (Box-Jenkins) اعتماداً على الفترة (من جانفي 2010 إلى ديسمبر 2020) وهذا ما تم الإجابة عنه عبر فصول هذه الدراسة. قسمنا منهجية العمل في هذه الدراسة إلى فصلين، ففي الفصل الأول قمنا بدراسة ظاهرة استهلاك الطاقة الكهربائية حيث حاولنا إعطاء مفاهيم عامة عن الطاقة الكهربائية وأنواعها ومصادرها المختلفة وعلاقتها بالاقتصاد، ثم عرجنا إلى تطور واستعمالات الطاقة الكهربائية وأسباب زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية. أما الفصل الثاني فتم تخصيصه لتقدير نموذج للتنبؤ حسب منهجية بوكس-جنكينز، وذلك بعد تقديم مقتضب للشركة محل عينة الدراسة، ليتم بعدها العمل على استقرار سلسلة استهلاك القطاع العائلي للكهرباء، حيث تم الخلوص إلى اقتراح نموذج مناسب للتنبؤ، وعرض النتائج المتوصل إليها بناء على هذا النموذج.

اختبار صحة الفرضيات

﴿ تنص الفرضية الأولى ازدياد وتنامي استهلاك الكهرباء من طرف القطاع العائلي من سنة إلى أخرى، وهذا ما تم إثبات صحته بناء على دراسة سلسلة استهلاك الكهرباء التي تبين أن لها طبيعة جدائية ناتجة عن أثر مركبة اتجاه عام متزايد، وكذلك تم اكتشاف أثر الموسمية التي تعبر عن الاستهلاك الموسمي للكهرباء الذي يزداد في الأشهر الحارة. وقد أثبتنا ذلك أيضا عند المقارنة بين منحى السلسلة المستقرة ومنحى السلسلة المقدرة حيث تبين أنهما متطابقتين وتزيدا بنفس الوتيرة.

﴿ تفترض الفرضية الثانية أن سلسلة استهلاك القطاع العائلي للكهرباء قابلة للتنبؤ، وهو فعلا ما تم الوصول إليه بعد التوصل إلى استقرارية السلسلة محل الدراسة بناء على استعمال أدوات الاستقرار والتأكد من ذلك باستخدام الاختبارات المخصصة لهذا الغرض، والوصول إلى تحديد نموذج للتنبؤ، حيث كانت قيم المتنبأ بها لمدة 12 شهر داخل مجال الثقة، كما أن السلسلتين الأصلية والمقدرة كانتا شبه متطابقتين، وهذا ما يدل على قوة ودقة التنبؤ.

﴿ تفترض الفرضية الثانية أن طريقة BOX-JENKINS فعالة في عملية التنبؤ على المدى القصير، وقد أثبتت فعاليتها وذلك بعد تطبيق مراحلها الأربع (التعرف، التقدير، التشخيص والاختبار، التنبؤ) إذ تمكنا عن طريقها من تقدير كميات استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي للفترة المستقبلية (12 شهر من السنة الموالية).

نتائج الدراسة

من خلال الدراسة النظرية والتحليلية تم استخلاص النتائج الآتية:

- ◆ الأهمية المتزايدة للطاقة الكهربائية كمادة أساسية وضرورية في حياة البشر، تتزايد مع تزايد متطلباتهم المعيشية.
- ◆ إن الاستهلاك الكهربائي في ولاية ورقلة في تزايد مستمر من سنة لأخرى ناتج عن نمو سكاني متزايد و تيرة استهلاك عالية نتيجة للإستخدامات المنزلية المختلفة.
- ◆ هناك تأثير فعلي لعامل الموسمية على استهلاك الطاقة الكهربائية من طرف القطاع العائلي بولاية ورقلة وذلك راجع إلى العوامل المناخية المتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة خلال الأشهر الحارة.
- ◆ تتميز التنبؤات التي تولدها منهجية بوكس جنكينز بدقة عالية في تشخيصها ووصفها لمستقبل الظواهر والمتغيرات الاقتصادية وذلك لصغر تباين أخطاء تنبؤها مما يعزز مكانتها وأهميتها في اتخاذ القرار.
- ◆ إن النتائج التنبؤية التي توصلنا إليها قد طبقت إلى حد كبير القيم الحقيقية المقدمة لنا من طرف الشركة، حيث أنه من خلال الدراسة القياسية تم التوصل إلى:

- أن أحسن نموذج يفسر سلوك استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية ورقلة هو النموذج $ARIMA(2,1,6)$.

- بالاعتماد على النموذج ARIMA (2,1,6) يكون من المتوقع أن يرتفع الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية ورقلة إلى أعلى مستوياته بكمية قدرها GWH 173,409 و GWH 174,669 وذلك في كل من شهر أوت وشهر أكتوبر من سنة 2021 على التوالي، وأن أدنى قيمة له تقدر ب GWH 31,734 في شهر مارس من نفس السنة وهذا راجع لأثر التغيرات الموسمية لاستهلاك الكهرباء.

توصيات الدراسة

من خلال الدراسة التي قمنا بها وتحقيق النتائج التي توقعناها نقترح التوصيات التالية:

- ☞ على شركة توزيع الكهرباء والغاز بورقلة إتباع الأساليب العلمية في عملية التنبؤ للحصول على نتائج علمية دقيقة قريبة للواقع الاقتصادي.
- ☞ ضرورة إعطاء الأهمية الكافية للدراسات القياسية والتنبؤية بما يخص مختلف الظواهر الاقتصادية بإنشاء مخابر ومصالح خاصة بها.
- ☞ اعتماد الشركة لطريقة بوكس-جنكينز (Box-Jenkins) فيما يخص عملية التنبؤ للمساعد في اتخاذ القرارات.
- ☞ استخدام النموذج ARIMA(2,1,6) للتنبؤ باستهلاك الكهرباء للقطاع العائلي خصوصا للسنة لأشهر المقبلة 2021.

أفاق الدراسة

من خلال دراستنا لهذا الموضوع، نأمل أننا وفقنا إلى حد ما في إنجازها إذ هي مجرد محاولة قد تكون صائبة تحتاج إلى الإضافة، أو تكون خاطئة تحتاج إلى التعديل، ومع ذلك فإن هذا الأمر سيفتح الباب للتعمق أكثر في هذا النوع في الدراسات في المستقبل، التي ستكون نقطة انطلاق لبحوث ودراسات جديدة، نذكر من بينها:

- ✓ التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام نماذج أخرى (النماذج السببية مثلا).
- ✓ المفاضلة بين مختلف نماذج التنبؤ.
- ✓ دراسة ظاهرة تزايد استهلاك الطاقة الكهربائية.

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

❖ الكتب

- 1- بول سامويلسن وويليام نوردهاوس الاقتصاد، ترجمة هشام عبد الله. ط 2. عمان: دار الأهلية، 2006.
- 2- محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة مصادرها أنواعها واستخداماتها. القاهرة: وزارة الكهرباء والطاقة، 2006.
- 3- أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، الكويت: دار الكتاب الحديث، 1999.
- 4- أحمد طرطار، الترشيد القياسي للطاقة الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر.
- 5- م. محمد مصطفى، س. عبد الظاهر احمد، النماذج الرياضية للتخطيط والتنمية الاقتصادية، مكتبة الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، مصر 1999.
- 6- مولود حشمان، نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر. 1998.

❖ الرسائل والمذكرات

- 1- عبد الغني دادن، الاتجاه الحديث لمنافسة وفقا لأسلوب تخفيض التكاليف، رسالة ماجستير في التحليل الاقتصادي، جامعة الجزائر، 2001 .
- 2- احمد بن احمد، نمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية بالجزائر خلال الفترة (1988-2007)، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية جامعة الجزائر 2008.
- 3- حمزة جعفر. استراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة. شهادة الماجستير. جامعة فرحات عباس، سطيف، 2012.
- 4- عبلة مخرمش، تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات باستخدام السلاسل الزمنية، مذكرة ماجستير تخصص دراسات اقتصادية، جامعة ورقلة، 2006 .
- 5- قندوز حنان، التنبؤ بمبيعات أعمدة الكهرباء ذات الضغط المتوسط باستخدام نماذج (نماذج بوكس جنكيز) دراسة حالة شركة الكهريف-تقرت لفترة (2012 إلى 2016) ، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، الجزائر، 2016.
- 6- طالي معمر إيمان، دراسة تحليلية قياسية للاستهلاك العائلي للكهرباء دراسة حالة سونلغاز وحدة البويرة، مذكرة ماستر، جامعة البويرة، 2014.

❖ مجلات - مناشير - موسوعات

- 1- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم الطاقات المتجددة. تونس، عدد 168، 2000.
- 2- وكالة الطاقة الدولية، دليل إحصاءات الطاقة. فرنسا، 2005.
- 3- محمد مصطفى محمد الخياط " تكنولوجيا طاقة الرياح". مجلة الكهرباء العربية، 2007.

- 4- دالي سعيدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق الأمن الغذائي بالجزائر-واقع و آفاق، نشرية الطاقات المتجددة، مركز تنمية الطاقات المتجددة، الجزائر، العدد رقم 02، 2002.
- 5- هشام محمد الخطيب. الطلب على الطاقة. الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد الأول، الطبعة الأولى. بيروت: الدار. العربية للعلوم، 2006.
- 6- مصطفى جاب الله، محددات الطلب على الكهرباء في الجزائر، جامعة محمد بوضياف، المسيلة

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

- 1- *Revue des Réformes Economiques et Intégration En Economie Mondiale N°.1 Vol14, Année 2020.*
- 2- *S. C. weel, W. makidakis, Méthodes de prévision pour la gestion, Paris, 1983.*
- 3- *V. Girard, La gestion de la production, Edition economica, Janvier1994.*
- 4- *M .David, La prevision AEMS, Edition masson, Paris, 1984.*
- 5- *Regis Bourbonnais et Michel Terazza, Analyses des séries temporelles en économie, Edition economica, paris.*
- 6- *G gourigoux : Amonfort, Séries temporelles et modèles dynamiques, 2éme édition economica, 1995 Paris.*

مواقع الكترونية:

- 1- www.eia.gov
- 2- www.britannica.com
- 3- www.livescience.com
- 4- www.electricityforum.com
- 5- www.ewg.org.com
- 6- www.ovoenergy.com
- 7- www.edfenergy.com
- 8- www.power-technology.com
- 9- www.ucsus.org

البرامج:

- 1- *EViews, ver 10.*
- 2- *GRETL.2021.*
- 3- *EXCEL-2007.*
- 4- *WORD2013.*

الملاحق

الملحق رقم 01: نتائج تقدير النماذج لاختبار ADF للسلسلة AO

الجدول (2-2) نتائج تقدير النموذج 02 لاختبار ADF للسلسلة AO

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.037907	0.7380
Test critical values:		
1% level	-3.486064	
5% level	-2.885863	
10% level	-2.579818	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:06
Sample (adjusted): 2011M02 2020M12
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AO(-1)	-0.045621	0.043955	-1.037907	0.3017
D(AO(-1))	-0.635838	0.098246	-6.471906	0.0000
D(AO(-2))	-0.630076	0.098858	-6.373517	0.0000
D(AO(-3))	-0.633211	0.098619	-6.420780	0.0000
D(AO(-4))	-0.658003	0.098359	-6.689778	0.0000
D(AO(-5))	-0.663632	0.097552	-6.802867	0.0000
D(AO(-6))	-0.654075	0.097487	-6.709352	0.0000
D(AO(-7))	-0.686623	0.097018	-7.077248	0.0000
D(AO(-8))	-0.698389	0.098212	-7.111056	0.0000
D(AO(-9))	-0.691095	0.098768	-6.997158	0.0000
D(AO(-10))	-0.678637	0.099988	-6.787168	0.0000
D(AO(-11))	-0.688458	0.098778	-6.969768	0.0000
D(AO(-12))	0.315990	0.097908	3.227433	0.0017
C	6.298011	2.923727	2.154103	0.0335

الجدول (2-1) نتائج تقدير النموذج 03 لاختبار ADF للسلسلة AO

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.105061	0.5374
Test critical values:		
1% level	-4.036983	
5% level	-3.448021	
10% level	-3.149135	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:03
Sample (adjusted): 2011M02 2020M12
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AO(-1)	-0.835935	0.397107	-2.105061	0.0377
D(AO(-1))	0.134688	0.396856	0.339388	0.7350
D(AO(-2))	0.075433	0.365611	0.206321	0.8369
D(AO(-3))	0.010203	0.335752	0.030389	0.9758
D(AO(-4))	-0.079568	0.304752	-0.261092	0.7945
D(AO(-5))	-0.149620	0.274158	-0.545743	0.5864
D(AO(-6))	-0.204021	0.244476	-0.834523	0.4059
D(AO(-7))	-0.300123	0.215445	-1.393040	0.1666
D(AO(-8))	-0.379278	0.186495	-2.033710	0.0445
D(AO(-9))	-0.440726	0.158496	-2.780671	0.0064
D(AO(-10))	-0.493591	0.135135	-3.652571	0.0004
D(AO(-11))	-0.569188	0.114167	-4.985596	0.0000
D(AO(-12))	0.367107	0.099854	3.676454	0.0004
C	30.13182	12.24826	2.460089	0.0155
@TREND("2010M01")	0.357666	0.178642	2.002135	0.0479

الجدول (3-2) نتائج تقدير النموذج 01 لاختبار ADF للسلسلة AO

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.612846	0.9999
Test critical values:		
1% level	-2.584539	
5% level	-1.943540	
10% level	-1.614941	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:07
Sample (adjusted): 2011M02 2020M12
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AO(-1)	0.045267	0.012530	3.612846	0.0005
D(AO(-1))	-0.673701	0.098306	-6.853070	0.0000
D(AO(-2))	-0.661134	0.099466	-6.646800	0.0000
D(AO(-3))	-0.656409	0.099698	-6.583955	0.0000
D(AO(-4))	-0.673517	0.099766	-6.751000	0.0000
D(AO(-5))	-0.671228	0.099148	-6.769970	0.0000
D(AO(-6))	-0.652768	0.099145	-6.583973	0.0000
D(AO(-7))	-0.676914	0.098564	-6.867786	0.0000
D(AO(-8))	-0.680298	0.099518	-6.835931	0.0000
D(AO(-9))	-0.665499	0.099720	-6.673682	0.0000
D(AO(-10))	-0.644854	0.100432	-6.420807	0.0000
D(AO(-11))	-0.646931	0.098528	-6.565983	0.0000
D(AO(-12))	0.364580	0.096896	3.762596	0.0003

الملحق رقم 02: نتائج تقدير النماذج لاختبار ADF و PP للسلسلة DAO

الجدول (5-2) نتائج تقدير النموذج 02 لاختبار ADF للسلسلة DAO

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.265129	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.486064	
5% level	-2.885863	
10% level	-2.579818	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:12
Sample (adjusted): 2011M02 2020M12
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DAO(-1)	-8.164071	1.123734	-7.265129	0.0000
D(DAO(-1))	6.493734	1.034402	6.277764	0.0000
D(DAO(-2))	5.832254	0.943483	6.181620	0.0000
D(DAO(-3))	5.171513	0.851563	6.072964	0.0000
D(DAO(-4))	4.489607	0.758824	5.916534	0.0000
D(DAO(-5))	3.806148	0.666232	5.712949	0.0000
D(DAO(-6))	3.136667	0.573095	5.473208	0.0000
D(DAO(-7))	2.438883	0.479771	5.083434	0.0000
D(DAO(-8))	1.733190	0.385017	4.501593	0.0000
D(DAO(-9))	1.038393	0.290056	3.579975	0.0005
D(DAO(-10))	0.359997	0.193455	1.860879	0.0655
D(DAO(-11))	-0.324061	0.097634	-3.319147	0.0012
C	3.385086	0.819766	4.129332	0.0001

الجدول (4-2) نتائج تقدير النموذج 03 لاختبار ADF للسلسلة DAO

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.299086	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.036983	
5% level	-3.448021	
10% level	-3.149135	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:10
Sample (adjusted): 2011M02 2020M12
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DAO(-1)	-8.261843	1.131901	-7.299086	0.0000
D(DAO(-1))	6.583704	1.041916	6.318840	0.0000
D(DAO(-2))	5.914937	0.950418	6.223512	0.0000
D(DAO(-3))	5.246682	0.857894	6.115772	0.0000
D(DAO(-4))	4.557359	0.764567	5.960706	0.0000
D(DAO(-5))	3.866203	0.671351	5.758843	0.0000
D(DAO(-6))	3.188456	0.577515	5.520988	0.0000
D(DAO(-7))	2.481955	0.483433	5.134017	0.0000
D(DAO(-8))	1.767571	0.387932	4.556399	0.0000
D(DAO(-9))	1.064370	0.292262	3.641839	0.0004
D(DAO(-10))	0.377435	0.194942	1.936144	0.0555
D(DAO(-11))	-0.315445	0.098359	-3.207064	0.0018
C	4.586726	1.688125	2.717054	0.0077
@TREND("2010M01")	-0.016141	0.019812	-0.814674	0.4171

الجدول (6-2) نتائج تقدير النموذج 01 لاختبار ADF للسلسلة DAO

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.574039	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584539	
5% level	-1.943540	
10% level	-1.614941	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:14
Sample (adjusted): 2011M02 2020M12
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DAO(-1)	-5.521977	0.990660	-5.574039	0.0000
D(DAO(-1))	4.062833	0.912116	4.454296	0.0000
D(DAO(-2))	3.616916	0.832286	4.345762	0.0000
D(DAO(-3))	3.172709	0.751325	4.222816	0.0001
D(DAO(-4))	2.710471	0.669859	4.046330	0.0001
D(DAO(-5))	2.245294	0.588336	3.816348	0.0002
D(DAO(-6))	1.794749	0.506220	3.545397	0.0006
D(DAO(-7))	1.315520	0.423792	3.104167	0.0024
D(DAO(-8))	0.833168	0.340358	2.447918	0.0160
D(DAO(-9))	0.363963	0.257053	1.415909	0.1597
D(DAO(-10))	-0.086584	0.172013	-0.503359	0.6157
D(DAO(-11))	-0.546494	0.087324	-6.258245	0.0000

الجدول (8-2) نتائج تقدير النموذج 02 لاختبار PP للسلسلة DAO

Null Hypothesis: DAO has a unit root
Exogenous: Constant
Bandwidth: 14 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-34.16921	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.481217	
5% level	-2.883753	
10% level	-2.578694	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	1834.918
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	220.1641

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:21
Sample (adjusted): 2010M03 2020M12
Included observations: 130 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DAO(-1)	-1.373159	0.082989	-16.54626	0.0000
C	0.280637	3.786543	0.074114	0.9410

الجدول (7-2) نتائج تقدير النموذج 03 لاختبار PP للسلسلة DAO

Null Hypothesis: DAO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 14 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-33.94771	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.030157	
5% level	-3.444756	
10% level	-3.147221	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	1834.479
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	220.6648

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:19
Sample (adjusted): 2010M03 2020M12
Included observations: 130 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DAO(-1)	-1.373076	0.083307	-16.48220	0.0000
C	1.454133	7.733359	0.188034	0.8512
@TREND("2010M01")	-0.017647	0.101280	-0.174244	0.8620

الجدول (9-2) نتائج تقدير النموذج 01 لاختبار PP للسلسلة DAO

Null Hypothesis: DAO has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 14 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-34.16253	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582872	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	1834.997
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	222.9931

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:22
Sample (adjusted): 2010M03 2020M12
Included observations: 130 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DAO(-1)	-1.373076	0.082661	-16.61092	0.0000

الملحق رقم 03: نتائج تقدير النماذج لاختبار ADF و PP للسلسلة SDAO

الجدول (11-2) نتائج تقدير النموذج 02 لاختبار ADF للسلسلة SDAO

Null Hypothesis: SDAO has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 11 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.178970	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.492523	
5% level	-2.888669	
10% level	-2.581313	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SDAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:31
Sample (adjusted): 2012M02 2020M12
Included observations: 107 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SDAO(-1)	-5.033813	0.971972	-5.178970	0.0000
D(SDAO(-1))	3.477367	0.935092	3.718743	0.0003
D(SDAO(-2))	2.984311	0.878571	3.396779	0.0010
D(SDAO(-3))	2.575340	0.804668	3.200499	0.0019
D(SDAO(-4))	2.072189	0.728305	2.845223	0.0054
D(SDAO(-5))	1.680465	0.649427	2.587610	0.0112
D(SDAO(-6))	1.524772	0.564023	2.703387	0.0081
D(SDAO(-7))	1.232032	0.468882	2.627596	0.0100
D(SDAO(-8))	0.835309	0.373880	2.234162	0.0278
D(SDAO(-9))	0.509389	0.283954	1.793911	0.0760
D(SDAO(-10))	0.374494	0.190602	1.964801	0.0524
D(SDAO(-11))	0.254984	0.102847	2.479267	0.0149
C	-0.248908	0.749431	-0.332129	0.7405

الجدول (10-2) نتائج تقدير النموذج 03 لاختبار ADF للسلسلة SDAO

Null Hypothesis: SDAO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 11 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.204724	0.0002
Test critical values:		
1% level	-4.046072	
5% level	-3.452358	
10% level	-3.151673	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SDAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:29
Sample (adjusted): 2012M02 2020M12
Included observations: 107 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SDAO(-1)	-5.131931	0.986014	-5.204724	0.0000
D(SDAO(-1))	3.571828	0.948616	3.765303	0.0003
D(SDAO(-2))	3.072621	0.891178	3.447819	0.0009
D(SDAO(-3))	2.655714	0.816101	3.254148	0.0016
D(SDAO(-4))	2.142408	0.738098	2.902608	0.0046
D(SDAO(-5))	1.738740	0.657255	2.645457	0.0096
D(SDAO(-6))	1.571241	0.570021	2.756460	0.0070
D(SDAO(-7))	1.267531	0.473312	2.678000	0.0088
D(SDAO(-8))	0.861201	0.377020	2.284233	0.0246
D(SDAO(-9))	0.526246	0.285932	1.840457	0.0689
D(SDAO(-10))	0.383215	0.191822	1.999851	0.0484
D(SDAO(-11))	0.257930	0.103249	2.498129	0.0142
C	1.017397	2.050082	0.496271	0.6209
@TREND("2010M01")	-0.016306	0.024559	-0.663922	0.5084

الجدول (12-2) نتائج تقدير النموذج 01 لاختبار ADF للسلسلة SDAO

Null Hypothesis: SDAO has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 11 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.192691	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.586753	
5% level	-1.943853	
10% level	-1.614749	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SDAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:32
Sample (adjusted): 2012M02 2020M12
Included observations: 107 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SDAO(-1)	-5.012512	0.965301	-5.192691	0.0000
D(SDAO(-1))	3.457248	0.928748	3.722481	0.0003
D(SDAO(-2))	2.966405	0.872799	3.398725	0.0010
D(SDAO(-3))	2.560125	0.799592	3.201788	0.0019
D(SDAO(-4))	2.059926	0.723954	2.845382	0.0054
D(SDAO(-5))	1.671196	0.645782	2.587863	0.0112
D(SDAO(-6))	1.517979	0.561006	2.705814	0.0081
D(SDAO(-7))	1.227092	0.466446	2.630726	0.0099
D(SDAO(-8))	0.831534	0.371953	2.235588	0.0277
D(SDAO(-9))	0.506948	0.282527	1.794334	0.0759
D(SDAO(-10))	0.373262	0.189671	1.967945	0.0520
D(SDAO(-11))	0.254646	0.102359	2.487779	0.0146

الجدول (2-14) نتائج تقدير النموذج 02 لاختبار PP للسلسلة SDAO

Null Hypothesis: SDAO has a unit root
Exogenous: Constant
Bandwidth: 4 (Used-specified) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-18.19008	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.486551	
5% level	-2.886074	
10% level	-2.579931	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	69.55655
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	29.82350

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(SDAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:40
Sample (adjusted): 2011M03 2020M12
Included observations: 118 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SDAO(-1)	-1.311425	0.088252	-14.85994	0.0000
C	-0.023890	0.774355	-0.030852	0.9754

الجدول (2-13) نتائج تقدير النموذج 03 لاختبار PP للسلسلة SDAO

Null Hypothesis: SDAO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 4 (Used-specified) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-18.10424	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.037668	
5% level	-3.448348	
10% level	-3.149326	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	69.55032
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	29.76447

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(SDAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:38
Sample (adjusted): 2011M03 2020M12
Included observations: 118 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SDAO(-1)	-1.311443	0.088631	-14.79659	0.0000
C	0.144107	1.828834	0.078797	0.9373
@TREND("2010M01")	-0.002317	0.022831	-0.101494	0.9193

الجدول (2-15) نتائج تقدير النموذج 01 لاختبار PP للسلسلة SDAO

Null Hypothesis: SDAO has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 4 (Used-specified) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-18.28675	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584707	
5% level	-1.943563	
10% level	-1.614927	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	69.55712
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	29.82778

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(SDAO)
Method: Least Squares
Date: 06/18/22 Time: 12:40
Sample (adjusted): 2011M03 2020M12
Included observations: 118 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SDAO(-1)	-1.311422	0.087875	-14.92377	0.0000

الجدول (2-16) نتائج وإحصاءات تقدير النماذج المختارة

Model Selection Criteria Table				
Dependent Variable : SDELE				
Date : 06/18/22 Time : 13:40				
Sample : 2010M01 2020M12				
Included observations : 119				
Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(2,6)(0,0)	-397.009032	6.840488	7.074028	6.935321
(2,4)(0,0)	-399.991318	6.856997	7.043829	6.932863
(2,4)(1,0)	-399.376419	6.863469	7.073655	6.948819
(2,5)(0,0)	-399.621348	6.867586	7.077771	6.952935
(1,1)(0,0)	-404.878501	6.871908	6.965323	6.909841
(1,1)(1,0)	-403.997850	6.873913	6.990683	6.921330
(0,2)(0,0)	-405.068820	6.875106	6.968522	6.913039
(2,5)(1,0)	-399.086558	6.875404	7.108944	6.970237
(0,2)(1,0)	-404.308469	6.879134	6.995904	6.926550
(1,2)(0,0)	-404.830185	6.887902	7.004672	6.935319
(2,1)(0,0)	-404.846969	6.888184	7.004954	6.935601
(1,2)(1,0)	-403.954725	6.889995	7.030119	6.946895
(0,3)(0,0)	-404.954933	6.889999	7.006769	6.937415
(2,1)(1,0)	-403.963341	6.890140	7.030264	6.947040
(0,6)(1,0)	-401.064475	6.891840	7.102026	6.977190
(0,3)(1,0)	-404.116098	6.892708	7.032831	6.949607
(0,4)(0,0)	-404.367372	6.896931	7.037054	6.953831
(1,6)(1,0)	-400.417950	6.897781	7.131320	6.992614
(0,4)(1,0)	-403.517908	6.899461	7.062938	6.965844
(2,2)(0,0)	-404.632381	6.901385	7.041508	6.958284
(1,3)(0,0)	-404.714017	6.902757	7.042880	6.959656
(2,2)(1,0)	-403.831528	6.904732	7.068209	6.971115
(1,3)(1,0)	-404.116503	6.909521	7.072999	6.975904
(0,5)(0,0)	-404.223364	6.911317	7.074795	6.977700
(0,5)(1,0)	-403.271401	6.912124	7.098956	6.987991
(1,4)(0,0)	-404.328194	6.913079	7.076557	6.979462
(1,4)(1,0)	-403.471034	6.915480	7.102311	6.991346
(2,3)(0,0)	-404.531931	6.916503	7.079981	6.982886
(0,6)(0,0)	-403.584326	6.917384	7.104215	6.993250
(1,6)(0,0)	-402.710700	6.919508	7.129693	7.004857
(2,3)(1,0)	-403.783882	6.920738	7.107569	6.996604
(1,5)(1,0)	-402.934988	6.923277	7.133463	7.008627
(1,5)(0,0)	-404.160382	6.927065	7.113897	7.002932
(0,1)(0,0)	-412.238230	6.978794	7.048856	7.007244
(0,1)(1,0)	-412.061582	6.992632	7.086048	7.030565
(2,0)(0,0)	-415.465258	7.049836	7.143252	7.087770
(2,0)(1,0)	-415.034661	7.059406	7.176176	7.106823
(1,0)(1,0)	-419.655214	7.120256	7.213672	7.158189
(1,0)(0,0)	-420.821824	7.123056	7.193118	7.151506
(0,0)(1,0)	-425.423718	7.200399	7.270461	7.228849
(0,0)(0,0)	-426.838282	7.207366	7.254074	7.226333
(2,6)(1,0)	-474.947208	8.167180	8.424074	8.271496

الجدول (17-2) نتائج التنبؤ للسنوات (من 2011 إلى 2021)

Pour l'intervalle de confiance de 95%, $z(0,025) = 1,96$

unité : gwh

Obs	ELE	prédiction	éc. type	intervalle de 95%
2011:02	35,5649	36,6175	indéfini	
2011:03	10,6100	12,0105	indéfini	
2011:04	35,2744	34,1858	indéfini	
2011:05	31,5974	35,7882	indéfini	
2011:06	12,2423	11,9172	indéfini	
2011:07	56,2508	56,1050	indéfini	
2011:08	71,1886	69,2406	indéfini	
2011:09	30,3443	26,8129	indéfini	
2011:10	88,7170	82,2260	indéfini	
2011:11	68,4382	66,5059	indéfini	
2011:12	12,8322	15,6249	indéfini	
2012:01	41,0263	43,0177	indéfini	
2012:02	40,8238	39,2606	indéfini	
2012:03	13,5391	15,2383	indéfini	
2012:04	42,0041	39,8838	indéfini	
2012:05	38,0309	36,8392	indéfini	
2012:06	16,3515	16,6310	indéfini	
2012:07	73,2142	62,0082	indéfini	
2012:08	101,405	82,2314	indéfini	
2012:09	37,2288	45,8633	indéfini	
2012:10	99,5612	97,8791	indéfini	
2012:11	67,6158	75,0877	indéfini	
2012:12	16,7561	13,9418	indéfini	
2013:01	46,3927	49,2593	indéfini	
2013:02	44,5988	47,1125	indéfini	
2013:03	17,3251	17,7337	indéfini	
2013:04	40,4955	43,5306	indéfini	
2013:05	36,7116	41,3621	indéfini	
2013:06	20,1071	21,8638	indéfini	
2013:07	68,3261	77,5288	indéfini	
2013:08	91,2326	100,031	indéfini	
2013:09	47,3451	34,5813	indéfini	
2013:10	114,235	105,529	indéfini	
2013:11	72,1314	79,4122	indéfini	
2013:12	26,3251	24,8668	indéfini	
2014:01	30,6685	47,5237	indéfini	
2014:02	44,4208	38,8653	indéfini	
2014:03	19,4692	22,5242	indéfini	
2014:04	41,3598	45,7263	indéfini	
2014:05	39,4567	40,5286	indéfini	

2014:06	23,2963	17,5598	indéfini	
2014:07	75,0439	70,5030	indéfini	
2014:08	111,828	101,563	indéfini	
2014:09	65,2939	61,7462	indéfini	
2014:10	131,422	122,065	indéfini	
2014:11	78,8311	78,0392	indéfini	
2014:12	26,3912	32,3884	indéfini	
2015:01	55,3610	39,6755	indéfini	
2015:02	50,3953	56,5538	indéfini	
2015:03	24,8052	23,2860	indéfini	
2015:04	50,2682	45,4392	indéfini	
2015:05	48,7133	43,9884	indéfini	
2015:06	26,7426	34,9012	indéfini	
2015:07	92,6750	82,6002	indéfini	
2015:08	128,781	117,647	indéfini	
2015:09	57,1587	71,1263	indéfini	
2015:10	133,112	137,452	indéfini	
2015:11	90,8726	84,5388	indéfini	
2015:12	27,1148	30,0811	indéfini	
2016:01	57,8650	59,1731	indéfini	
2016:02	55,1922	54,9110	indéfini	
2016:03	27,5791	28,9956	indéfini	
2016:04	50,2070	55,7388	indéfini	
2016:05	52,4481	52,2407	indéfini	
2016:06	28,9946	29,3171	indéfini	
2016:07	113,622	95,8643	indéfini	
2016:08	139,670	140,712	indéfini	
2016:09	70,5745	67,3712	indéfini	
2016:10	126,271	142,177	indéfini	
2016:11	85,3793	88,2050	indéfini	
2016:12	30,9835	27,4276	indéfini	
2017:01	63,0757	62,3168	indéfini	
2017:02	57,4142	63,7108	indéfini	
2017:03	23,1724	30,2243	indéfini	
2017:04	53,4430	47,3186	indéfini	
2017:05	52,8118	55,0193	indéfini	
2017:06	36,6550	36,6762	indéfini	
2017:07	135,620	122,521	indéfini	
2017:08	148,990	145,861	indéfini	
2017:09	64,0574	75,3572	indéfini	
2017:10	137,292	130,884	indéfini	
2017:11	84,3531	92,7721	indéfini	
2017:12	26,5814	33,3121	indéfini	
2018:01	65,5741	63,7363	indéfini	
2018:02	58,2718	56,5069	indéfini	
2018:03	23,9935	27,6886	indéfini	
2018:04	57,5406	60,4082	indéfini	
2018:05	51,4082	56,2386	indéfini	
2018:06	34,0426	35,0992	indéfini	
2018:07	137,859	136,052	indéfini	

2018:08	162,437	154,499	indéfini	
2018:09	73,0572	74,0336	indéfini	
2018:10	149,630	143,205	indéfini	
2018:11	91,2275	89,0509	indéfini	
2018:12	28,1843	31,0642	indéfini	
2019:01	69,0756	73,0028	indéfini	
2019:02	65,3256	63,2627	indéfini	
2019:03	26,5335	26,3291	indéfini	
2019:04	60,3597	59,1635	indéfini	
2019:05	56,2882	56,4982	indéfini	
2019:06	38,5706	40,3861	indéfini	
2019:07	144,173	142,573	indéfini	
2019:08	179,286	165,356	indéfini	
2019:09	82,6066	80,4884	indéfini	
2019:10	174,090	159,374	indéfini	
2019:11	109,372	105,685	indéfini	
2019:12	37,1161	36,9066	indéfini	
2020:01	69,7309	75,6160	indéfini	
2020:02	65,6590	67,3879	indéfini	
2020:03	27,6597	30,2736	indéfini	
2020:04	69,2243	64,2912	indéfini	
2020:05	58,3085	61,6668	indéfini	
2020:06	37,3898	40,7670	indéfini	
2020:07	129,232	146,292	indéfini	
2020:08	168,860	176,575	indéfini	
2020:09	83,9807	80,7843	indéfini	
2020:10	171,586	174,306	indéfini	
2020:11	113,152	111,853	indéfini	
2020:12	38,4342	41,0738	indéfini	
2021:01	indéfini	71,5485	6,54971	(58,7113- 84,3857)
2021:02	indéfini	69,2955	6,90013	(55,7715- 82,8195)
2021:03	indéfini	31,7340	7,11138	(17,7960- 45,6721)
2021:04	indéfini	73,5679	7,24402	(59,3698- 87,7659)
2021:05	indéfini	61,5506	7,27652	(47,2889- 75,8123)
2021:06	indéfini	40,3895	7,27851	(26,1239- 54,6551)
2021:07	indéfini	133,125	7,30040	(118,817- 147,434)
2021:08	indéfini	173,409	7,31411	(159,073- 187,744)
2021:09	indéfini	87,9871	7,32061	(73,6389- 102,335)
2021:10	indéfini	174,669	7,34361	(160,275- 189,062)
2021:11	indéfini	116,252	7,34361	(101,859- 130,645)
2021:12	indéfini	42,3916	7,36413	(27,9582- 56,8251)