



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمزة لخضر بالوادي
كلية العلوم الاقتصادية



تقرير تربص يدخل ضمن متطلبات الحصول على شهادة ماستر علوم اقتصادية

تخصص: اقتصاد كمي

اعداد الطالبتين:

- قديري عبد الرحمان

- بن علي سناء

الموضوع:

التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام السلاسل الزمنية
-دراسة حالة ولاية الوادي-

لجنة المناقشة:

رئيسا	أستاذ محاضر	د. خور نصر
مشرفا	أستاذ محاضر	د. موسى جديدي
مناقشا	أستاذ محاضر	د. بن أحمد أحمد

الموسم الجامعي: 2020/2019

إهداء

قال الله تعالى : (وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا ...)

أهدي هذا العمل المتواضع الذي هو ثمر جهدي، إلى منبع الحنان ورمز العطاء إلى نور طريقي ومنبع طموحي "أم الحبيبة" حفظها الله إلى "أبي الغالي" رحمه الله وجعل قبره روضة من رياض الجنة إلى الروح التي استلمتها المنون مني ذات يوم حزين، والقلب الطاهر الذي كان معنا

أخي عادل الجسد والذكرى رحمه الله وطيب ثراه

إلى إخوتي وأخواتي :

فاطمة، سالم، جميلة، الزهرة، نبيل، حسن، كريمة، وأزواجهم وكل أبنائهم وخاصة سمي ودلولة البيت "ملاك"

إلى سندي في الحياة زوجي أحمد

وإلى جميع أقاربي كل واحد باسمه

إلى أختي التي أهدتني إياها الحياة

إلى أعر صديقة "بهيجة" إلى من جمعتني بهم الحياة يوماً أصدقائي وصديقاتي وإلى كل من وسعهم قلبي ولم تسعهم هذه الصفحة.

بن علي سناء

الإهداء

" رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحاً

وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين "

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة إلى نبي الرحمة ونور العالمين سيدنا

محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى ملاكي في الحياة ... إلى معني الحنان والتفاني إلى بسمه الحياة وسر الوجود، إلى

من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب "أمي الحبيبة".

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار، إلى من علمني العطاء دون انتظار إلى من أحمل

اسمه بكل افتخار أسأل الله أن يمد في عمرك لتبقى كلماتك نجوم أهدني بها اليوم

وفي الغد وإلى الأبد "أبي الحبيب".

إلى نور عيني ابني العزيز

إلى زوجتي الغالية

إلى صديقي واخي الذي لم تلده أمي ... نبيجة

إلى اخوتي إخواني

محمد الرحمن

الشكر والعرفان

الحمد الذي يسر لنا السبيل فبلغنا من أنفسنا شهادة العلم التي أرادها أن تكون لنا، إذ صورها لنا في عملنا المتواضع هذا، فرضينا به عملاً نلقى منه حسن المقام يوم تنطق
عنا أعمالنا الشكر له إذا اجتهدنا والشكر له إذا أصبنا بعونه.

أتقدم بجزيل شكري وفائق تقديري وعظيم امتناني للأستاذ المشرف "جديدي موسى"
على إشرافه لعملي وتوجيهاته القيمة ونصائحه الرشيدة.

كما أتقدم بأسمى معاني الشكر والعرفان إلى كل الأساتذة الذي قدموا لي المساعدة
وكان لهم الفضل بعد الله إلى وصولي على ما أنا عليه ومقدرتي على إتمام هذا العمل.

المخلص

ملخص :

هدفت هذه الدراسة إلى التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لقطاع العائلات اعتماداً على البيانات المقدمة من طرف مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز - سونلغاز - لولاية الوادي خلال الفترة باستخدام نماذج الانحدار الذاتي والجزئي وفق منهجية Box - Jenkins لتحليل السلاسل الزمنية.

التحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف متغيرات الدراسة وتحليل نتائج الجانب التطبيقي الذي تم فيه الاعتماد على برنامج Eviews 9 من أجل تقدير النموذج الأمثل.

أظهرت النتائج أن أحسن نموذج يفسر سلوك استهلاك الطاقة الكهربائية لقطاع العائلات في ولاية الوادي هو النموذج $AR(1)$ ، كما أظهرت نتائج التنبؤ أن القيم التي تم التوصل إليها قاربت القيم الحقيقية المقدمة من طرف المؤسسة.

الكلمات المفتاحية: استهلاك الطاقة الكهربائية، منهجية بوكس - جنكينز، التنبؤ قصير المدى، ولاية الوادي، نماذج الانحدار الذاتي والجزئي.

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 Corporation at EL OUED for the period of 2010-2017, 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 Eviews in order to estimate the optimal model, Based on Eviews9.

The results of the study: the best model that explains the behavior of electric power consumption for the household sector at EL OUED is AR (1) model, and the results showed that the values reached were close to the real values provided by the institution.

Keywords: Electrical Power Consumption, Box-Jenkins Methodology, EL OUED

الفهرس

فهرس المحتويات

	الملخص
	الفهرس
	قائمة الجداول
	قائمة الأشكال
	قائمة الرموز
	المقدمة
	الفصل الأول: الإطار النظري للدراسة
	تمهيد
	المبحث الأول: مفاهيم عامة حول الطاقة
	المطلب الأول: مفهوم الطاقة ونضوبها
	المطلب الثاني: أشكال الطاقة
	المطلب الثالث: مصادر الطاقة
	المبحث الثاني: الطاقة الكهربائية ودورها في التنمية المستدامة
	المطلب الأول: ماهية الطاقة الكهربائية
	المطلب الثاني: طرق توليد، نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية
	المطلب الثالث: دور الكهرباء في التنمية المستدامة
	المبحث الثالث: الطاقة الكهربائية في الجزائر
	المطلب الأول: قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر
	المطلب الثاني: استهلاك وترشيد الطاقة الكهربائية في الجزائر
	المطلب الثالث: عموميات حول مؤسسة سونلغاز
	خاتمة الفصل
	الفصل الثاني: الإطار التطبيقي للدراسة
	تمهيد
	المبحث الأول: التعريف بالمؤسسة
	المطلب الأول: عينة ومتغيرات الدراسة

فهرس المحتويات

68-45	المبحث الثاني: تطبيق منهجية بوكس-جنكينز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء
60-45	المطلب الأول: دراسة استقرارية السلسلة
68-60	المطلب الثاني: منهجية بوكس-جنكينز
69	خاتمة الفصل
73-71	الخاتمة
81-75	قائمة المراجع

قائمة

الجدول

قائمة الجداول :

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-1	تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر للفترة 2000-2017	29
1-2	سلسلة استهلاك الكهرباء لولاية الوادي خلال الفترة 2012-2017.	44
3-2	اختبارات KW	49
4-2	المعاملات الموسمية SA	50
5-2	دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة CE	53
6-2	نتائج اختبار دكي فولر للسلسلة CE (النموذج الثالث)	57
7-2	تقدير معادلة الاتجاه العام	58
8-2	نتائج اختبار دكي فولر للسلسلة E (النموذج الثالث)	58
9-2	نتائج اختبار دكي فولر للسلسلة E (النموذج الثاني)	59
10-2	نتائج اختبار دكي فولر للسلسلة E (النموذج الأول)	59
11-2	دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة E	61
12-2	نتائج الاختبار الأتوماتيكي لأفضل نموذج	62
13-2	نتائج تقدير نموذج ARMA (0.1)	63
14-2	دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة E	65
15-2	نتائج اختبار ثبات تباين الأخطاء العشوائية (ARCH)	66
16-2	التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية أم البواقي لسنة 2019	68

قائمة

الأشكال

قائمة الأشكال :

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	مكونات محطة التوليد المائية	14
1-2	مكونات محطة التوليد البخارية	16
1-3	مراحل المنظومة الكهربائية (إنتاج - نقل - توزيع)	20
1-4	إنتاج الكهرباء بالنسبة لكل منتج ولكل شعبة في الجزائر	28
1-5	الهيكل التنظيمي الحديث لشركة سونلغاز	37
2-1	الهيكل التنظيمي لمركز سونلغاز - الوادي -	42
2-2	منحني استهلاك الكهرباء في ولاية الوادي	47
2-3	منحني متوسط كل شهر للسلسلة CE	48
2-4	منحني متوسط كل شهر للسلسلة CESA	50
2-5	قيم Akaike الأفضل 25 نموذج	63
2-6	اختبار التوزيع الطبيعي لبواقي السلسلة	66
2-7	مقارنة بين السلسلة الأصلية CE والسلسلة CE	67

قائمة

الرموز

الرمز	بالعربية	بالفرنسية
SONALGAZ	الشركة الوطنية للكهرباء والغاز	Société National de l'Ectricité et du Gaz
EPIC	مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري	Entreprise Publique à caractère Industriel et Commercial
SAP	شركة ذات أسهم	Société Par Actions
SPE	شركة انتاج الكهرباء	Société Algérienne de Production d'Electricité
GRTG	الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغاز	Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport du Gaz
GRTE	الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباء	Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport du Electricité
SDA	سونلغاز للتوزيع بالجزائر	Sonalgaz Distribution en Algérie
SDO	سونلغاز للتوزيع بالغرب	Sonalgaz pour Distribution à l'Ouest
SDE	سونلغاز للتوزيع بالشرق	Sonalgaz pour Distribution à l'Est
SDC	سونلغاز للتوزيع بالمركز	Sonalgaz pour Distribution au Centre
SKS	شركة كهرباء سكيكدة	Société d'électricité Skikda
EGA	كهرباء وغاز الجزائر	Electricité et Gaz Algérie
CREG	لجنة ضبط الكهرباء والغاز	Commission de Régulation d'Electricité et de Gaz
TG	درجة حرارة غازية	Température du Gaz

المقدمة

تعتبر الطاقة عصب الحياة العصرية لما لها من آثار وانعكاسات جوهرية على اقتصاديات البلدان التي تحوزها، وباعتبار أن الجزائر أحد هذه البلدان نظرا لما تحتويه من مصادر طاقة ذات أهمية اقتصادية واجتماعية كبيرة، عملت الدولة على تطوير هذا المجال لأنه المصدر الأول لجلب العملة الصعبة، حيث يمثل كل من البترول والغاز الطبيعي من أكبر العناصر المساهمة في إدارة عجلات الحياة الاقتصادية الجزائرية، ويتجلى ذلك في استعمالهما من طرف المؤسسات الكبرى والمتوسطة ومن طرف العائلات، إذ تأخذ هذه الأخيرة حصة كبيرة في الاستهلاك ومنه اقتضى الأمر إنشاء مؤسسات عمومية كبرى كسوناطراك وسونلغاز اللتان تعملان على إنتاج وتوزيع وتطوير الطاقة، في حين تكمن وظيفة سونلغاز في إنتاج الكهرباء وتوزيعها ونقل الغاز.

قطاع الكهرباء في الجزائر يمثل مكانا مهما وبارزا من اهتمامات الحكومة حيث بذلت الحكومة جهودا كبيرة لتوفير هذا المصدر الحيوي لجميع السكان رغم كل التحديات. ونظرا لأهمية الطاقة الكهربائية وتأثيرها المباشر كعنصر رئيسي في مجالات الحياة كافة، وإيماننا من الدولة بدور هذه الطاقة الحيوي والمؤثر في تنمية القطاعات كافة ورفع مستوى الخدمة للمواطنين باعتبارها وسيلة حضارية وضرورية، فقد حرصت الدولة على توفير الطاقة الكهربائية لمختلف القطاعات، بما في ذلك قطاع الانتاج والمرافق العامة باعتمادية عالية وموثوقية ترقى إلى المعايير القياسية العالمية، وقدمت ولا زالت تقدم في سبيل ذلك الدعم الدائم والمساندة المستمرة لقطاع الكهرباء لمواجهة مشكلة النمو السريع في الطلب على الطاقة الكهربائية والزيادة المطردة في الأحمال بالشكل الذي فاق التوقعات.

ونظرا لارتفاع الطلب على الكهرباء وزيادة نسب استعمالها على الصعيد العالمي أصبح لزاما تحديد حجم الطلب عليها بدقة مركزين في ذلك على المجتمع الجزائري، علما أن الكهرباء طاقة غير متجددة ويلزم توفيرها لجميع المستهلكين. إن حجم المسؤولية الملقاة على سونلغاز حاليا في إنتاج وتوزيع الكهرباء والغاز من جهة، وضرورة الحفاظ على سمعتها وتحقيق أكبر ربح ممكن من جهة أخرى، فرض عليها إثبات وجودها باستمرار على الساحتين الوطنية والدولية، من أجل ذلك ارتأينا الاستعانة بإحدى الطرق الإحصائية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر وبالتحديد ولاية الوادي.

مما تقدم سابقا يمكن صياغة الإشكالية من خلال طرح التساؤل الرئيسي التالي:

ما مدى دقة طريقة بوكس – جنكينز box - jenkins لنماذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بكميات استهلاك الكهرباء ولاية الوادي ؟

ومن خلال هذه الإشكالية يمكننا طرح عدة تساؤلات فرعية كالتالي:

- ما هو واقع استهلاك الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي بمنطقة الوادي ؟

- هل استهلاك الكهرباء قابل للتنبؤ على المدى القصير حسب طريقة box-jenkin ؟

- هل النموذج المقدر له القدرة على التنبؤ باستهلاك الكهرباء مستقبلا في ولاية الوادي ؟

فرضيات الدراسة:

للإجابة على التساؤلات أعلاه اعتمدنا على مجموعة من الفرضيات تسعى الى اختبار مدى صحتها من خلال دراستنا:

- يتأثر الطلب على الكهرباء بالمركبة الموسمية ويتجه لتزايد من سنة إلى أخرى؛

- طريقة BOX - JENKINZ هي الأنسب في عملية التنبؤ على المدى القصير ؛

- نعم النموذج المقدر له القدرة على التنبؤ باستهلاك الكهرباء مستقبلا في ولاية الوادي.

أهمية الدراسة:

تتبع أهمية هذه الدراسة من جانبين اقتصادي وإحصائي فمن الجانب الأول فإن استخدام نماذج للتنبؤ بكميات الكهرباء المستهلكة شهريا بولاية الوادي تمكن الجهات المختصة من الاعتماد عليها في بناء السياسات الاقتصادية واتخاذ القرارات العامة في التطوير والاستفادة من الطاقة الكهربائية المنتجة، ومن الجانب الثاني فإن استخدام طرق التحليل الإحصائي المعتمد على النظرية الإحصائية المتقدمة تجعل النموذج أكثر اعتمادية. أسباب اختيار الدراسة:

يندرج اختيار الموضوع تحت مجموعة من الأسباب والمبررات منها ما هو شخصي ومنها ما هو اقتصادي ويمكن حصرها في النقاط التالية:

- رغبة البحث في مجال الطاقة الكهربائية للتعرف أكثر على قدرات الجزائر في هذا المجال؛

- محاولة الربط بين ما يحدث في واقع المؤسسات الجزائرية والجانب النظري للموضوع - المساهمة في تقليل الانقطاع المتكرر للتيار الكهربائي.

أهداف الدراسة:

تكمّن أهداف الدراسة في النقاط الجوهرية التالية :

- إبراز قدرات الجزائر في مجال الطاقة الكهربائية؛

- التحكم أكثر في التقنيات الكمية وربطها بالتحليل الاقتصادي ؛

- إبراز دور عملية التنبؤ في ترشيد القرارات وتفاذي الخسائر المحتملة؛

- دراسة تطبيقية لنموذج BOX - JENKINZ لتنبؤ باستهلاك الكهرباء.

المنهج والأدوات المستخدمة:

تفرض إشكالية البحث والفرضيات استخدام المنهج الوصفي والتحليلي، لأن المنهج الوصفي ملائم لتقرير الحقائق وفهم مكونات الموضوع وإخضاعه للدراسة الدقيقة وتحليل أبعاده، أما المنهج التحليلي فهو الأنسب لإسقاط دراستنا على الواقع، مع الاستعانة بدراسة حالة مؤسسة سونلغاز بولاية الوادي، لإسقاط دراستنا النظرية على ما يحدث في الواقع ومحاولة منا تغطية هذا الموضوع وفقا للأهداف والفرضيات. كما اعتمدنا في دراستنا على كل من برنامج Eviews و Excel.

صعوبات الدراسة:

لقد واجهتنا أثناء إنجاز هذه المذكرة عدة عقبات عند تعرضنا للجوانب النظرية والتطبيقية المتعلقة بالموضوع، نذكر منها على سبيل المثال:

- ندرة الدراسات والمادة العلمية الجزائية السابقة التي تعنى بموضوع المذكرة أو تقترب منه؛

- صعوبات الحصول على البيانات الرسمية والمتعلقة بالموضوع.

حدود الدراسة :

تم ضبط مجالات الدراسة المكانية والزمنية على النحو التالي:

- الإطار المكاني: من أجل التنبؤ باستهلاك الكهرباء، تم اختيار المؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز في ولاية الوادي.

- الإطار الزمني: يعتبر تحديد المجال الزمني للدراسة ضروريا من أجل الوصول إلى نتائج يمكن تقييمها والتأكد منها، ولذلك تم اختيار مدة الدراسة الممتدة من جانفي 2010 إلى ديسمبر 2019 للتنبؤ بمستقبل استهلاك الكهرباء.

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 ألكلي محند أولحاج - البويرة للسنة الجامعية (2013-2014)، وقد تناولت فيها المفاهيم الأساسية للطاقة ثم انتقلت إلى دراسة عامة لقطاع الكهرباء في الجزائر وتطوره بدراسة وصفية تحليلية، ثم تطرقت إلى دراسة نظرية للسلاسل الزمنية والتي تناولت فيها أهم الطرق التنبؤية إلا وهي طريقة بوكس-

جنكيز ووجدت أن من أهم شروط تطبيق طريقة بوكس - جنكيز هو شرط استقرارية السلسلة الزمنية المدروسة، وأخيرا 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؛

بريكة للوصول إلى نموذج رياضي للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية لفترات لاحقة، وفي النهاية توصل الى عدة نتائج من هذا البحث تتمثل أهمها في:

- أظهرت نتائج الاختبارات الإحصائية أن السلاسل الزمنية المبيعات الطاقة الكهربائية غير مستقرة وأن هناك اتجاه عام فضلا عن احتوائها على المركبة الموسمية؛

- تتبع السلاسل الزمنية لاستهلاك الكهرباء التوزيع الطبيعي، إضافة إلى ذلك فإن التباين الشرطي للمبيعات متجانس؛

- تم تحديد نموذج

$(0.1.1)^{12}$ SARIMA $(0.1.1)$ sd_{ao_t} للسلسلة SARIMA $(1.1.4)$ $(0.1.0)^2$ أظهرت معايير التفضيل هذا النموذج الأخير.

هيكل الدراسة:

حرصنا أن تكون هذه الدراسة ذات طابع منهجي وذلك من خلال الإجابة على الإشكالية والأسئلة الفرعية وصياغة الفرضيات المناسبة، كما عمدنا إلى تناول الموضوع من خلال تقسيمه إلى فصلين متتاليين:

الفصل الأول: استعرض التحليل النظري للطاقة الكهربائية في الجزائر، وذلك من خلال تبين مفاهيمها، أشكالها ومصادرها ثم تطرق إلى موضوع الدراسة استهلاك الكهرباء، من خلال تقديم مفاهيم عامة حولها وتطورها في الجزائر.

الفصل الثاني: تمحور هذا الفصل حول الدراسة التنبؤية من خلال المعطيات والبيانات الشهرية لاستهلاك الكهرباء بولاية الوادي من 2012 إلى غاية 2019، بدء بتقديم الجانب النظري لنماذج السلاسل الزمنية وإعطاء مفاهيم عامة وأساسية لطريقة بوكس وجنكيز، وأخيرا استعراض الجانب القياسي للدراسة، من خلال تطبيقنا طريقة BOX - JENKINZ على استهلاك الكهرباء بولاية الوادي، ليختتم هذا الفصل بتحليل النتائج التي تم التوصل إليها.

الفصل الأول

الإطار النظري للدراسة

تمهيد:

بعد تناولنا للجانب النظري من خلال الفصل الأول، تناول هذا الفصل وبعد تقديم تعريف مختصر للمؤسسة الوطنية لتوزيع الكهرباء والغاز فرع ولاية الوادي إلى تطبيق مراحل منهجية بوكس - جنكينز على المعطيات الفعلية والمتمثلة في سلسلة استهلاك الطاقة الكهربائية التي ترمز لها بـ CE، وذلك بدراسة السلسلة وتقدير النموذج والتنبؤات الشهرية للسلسلة سنة 2019 من خلال النموذج الأنسب الذي يفسر السلسلة محل الدراسة.

من أجل هذا تم تقسيم الفصل إلى مبحثين:

المبحث الأول: التعريف بالمؤسسة وبمتغيرات الدراسة.

المبحث الثاني: تطبيق منهجية بوكس جنكينز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء.

المبحث الأول: مفاهيم عامة حول الطاقة

إن اكتشاف الإنسان للطاقة واستخدامها زاد من معارفه ووسع مداركه وزاد من مستوى سيطرته على الطبيعة، في ذات الوقت زاد من قدرات الإنسان على اكتشاف المزيد من مصادر الطاقة الجديدة ورفع من مستوى استخدامه للمصادر القديمة والحديثة، وهكذا دخل موضوع الطاقة في سلسلة من الارتقاء كانت كل حلقة فيها تفتح الآفاق أمام الوصول إلى حلقات أخرى.

المطلب الأول: مفهوم الطاقة ونضوبها

يهدف هذا المطلب إلى تناول مفهوم الطاقة بصفة عامة ثم سنتطرق إلى نضوب الطاقة.

أولاً: تعريف الطاقة

- "الطاقة هي مقياس التغير الطارئ على نظام ما. وتُعطى الطاقة لجسم ما إذا بذلت قوة شغلا على الجسم".¹
- "الطاقة هي قدرة المادة على إعطاء قوى قادرة على انجاز عمل معين، وهي مقدرة نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط خارجي، وتوجد على عدة أشكال منها الطاقة الشمسية، الطاقة الهوائية، الطاقة المائية... ويمكن أن تكون الطاقة مخزونة في مادة مثل الوقود التقليدي أي النفط، الفحم، الغاز".²
- "الطاقة هي المقدرة على القيام بشغل ضمن الاستخدام الاجتماعي، تطلق كلمة "الطاقة" على كل ما يندرج ضمن مصادر الطاقة، إنتاج الطاقة واستهلاكها وأيضا حفظ موارد الطاقة".³
- "الطاقة بشكل عام هي قدرة جملة على إحداث تأثير في محيطها، كما هو الحال عندما تؤثر قوة على طول مسار معين".⁴
- من هذه التعاريف يمكننا أن نستنبط تعريفاً شاملاً للطاقة كونها تمثل: "القدرة على أداء أو القيام بشغل معين".

ثانياً: نضوب الطاقة

الطاقة كمية محدودة مجموعها في الكون ثابت، وهي لا تفنى ولا تستحدث، ولكنها تتحول من شكل إلى آخر مثل تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية أو ميكانيكية أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى حرارة،

¹ فريدريك ج بوش، أيوجين هشت، "الفيزياء الجامعية: سلسلة ملخصات شوم"، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ش.م.م، الطبعة العربية الثانية، مصر، 2004، ص100.

² محمد صالح جمال، "الطاقات المتجددة: مقارنة مفاهيمية واستشرافية"، ورقة بحثية مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول الأمن الطاقوي بين التحديات والرهانات، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة 8 ماي 1945 قالمة، الجزائر، يومي 26/25 أكتوبر 2016، ص81.

³ نصري نيا ب خاطر، "جغرافية الطاقة"، الجندرية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2011، ص7.

⁴ بسام محمود وآخرون، "نظم الطاقات المتجددة: التكنولوجيا - الحسابات"، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، سوريا، 2004، ص1.

إذا كانت كمية الطاقة الناتجة من عملية التحوّل (الطاقة الكهربائية مثلاً) هي أقل من الطاقة المستخدمة (كالوقود مثلاً) فهذا يعني إن بعض الطاقة قد تم فقده إذا تحول إلى شكل آخر (كالحرارة المهدورة).¹ إذا كانت كمية الطاقة ثابتة دائماً كما ذكرنا سابقاً، فكيف تستهلك دون أن تفتنى؟

الجواب عن ذلك، هو أننا لا نستهلك الطاقة وإنما نحولها من شكل إلى آخر، نحن نستهلك الوقود الموجود في الطبيعة ونقوم بحرقه في آلات الاحتراق الداخلي، ويتم تحويل طاقته الكيميائية إلى حرارة ومن ثم إلى طاقة حركية لتحريك المحركات، نستفيد من طاقة الرياح فتقوم بتحويل طاقة الهواء الحركية إلى طاقة كهربائية تقوم بتشغيل المصابيح التي تشع طاقة ضوئية، أو تنتج طاقة ميكانيكية تضخ المياه أو طحن الحبوب، كما أن الغابات تنمو أيضاً بتحويل طاقة الإشعاع الشمسي إلى كيميائية تعمل على نمو خلايا النباتات.²

المطلب الثاني: أشكال الطاقة

للطاقة عدة أشكال نذكر منها ما يلي:

أولاً: الطاقة الكيميائية

وهي ناتجة عن تفاعل كيميائي مما تنتج طاقة حرارية أو كهربائية أو ميكانيكية، ويمكن أن تحدث في الصناعات الكيميائية وأيضاً في الكائنات الحية من خلال التمثيل الضوئي.³

ثانياً: الطاقة النووية

تعتبر الطاقة النووية أحد أشكال الطاقة الحديثة والتي تتطلب تكنولوجيا عالية لإنتاجها، حيث تنشأ الطاقة من خلال تكسر الروابط بين مكونات النواة، مما يؤدي إلى الحصول على طاقة حرارية هائلة وتعمل مفاعلات الطاقة على إنتاج الكهرباء.⁴

¹ ابن زغمان خضرة، "دراسة تحليلية قياسية لاستهلاك الكهرباء -دراسة حالة سونلغاز وحدة إليزي- خلال الفترة 2010/01-2015/12"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد قياسي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2015-2016، ص3.

² بن أحمد احمد، "النموذج القياسي للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1988/10-2007/03"، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية فرع اقتصاد كمي، جامعة الجزائر، الجزائر، 2007-2008، ص-ص 8-9.

³ قفادي نعيم الطويل، "تقدير دالة الطلب على استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي في فلسطين-دراسة حالة قطاع غزة للفترة (2011-2000)"، قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في اقتصاديات التنمية، الجامعة الإسلامية-غزة، فلسطين، 2013م، ص23.

⁴ كسيرة سمير، عادل مستوي، "الاتجاهات الحالية لإنتاج واستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر - رؤية تحليلية آنية ومستقبلية-"، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد14، جامعة الجزائر3، الجزائر، 2015، ص152.

ثالثا: الطاقة الميكانيكية

تعتبر القوة المحركة وراء كل آلة نستخدمها، تنقسم إلى قسمين طاقة الحركة "KineticEnergie" وطاقة الوضع "Potentiel Energie":¹

1. طاقة الحركة: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم أو نظام بموجب كتلة وسرعة حركة فالجسم المتحرك له طاقة حركة يمكن استغلالها بتحويلها إلى صورة أخرى من صور الطاقة.
2. طاقة الوضع: هي الطاقة التي يمتلكها جسم بموجب موقعه فوق مستوى مرجع الإسناد (الأرض) ويمكن لهذه الأجسام القيام بشغل من خلال تحويل هذه الطاقة (الوضع) المخزنة إلى صورة أخرى مفيدة.

رابعا: الطاقة الحرارية

هي الطاقة المصاحبة لاهتزازات الذرات والجزيئات للمادة، وتعتبر الطاقة الحرارية شكلاً أساسياً من أشكال الطاقة من حيث أنه بالإمكان تحويل كافة أشكال الطاقة الأخرى بشكل كامل إلى طاقة حرارية في حين أن العملية العكسية يحدها القانون الثاني في الديناميكا الحرارية بشكل كبير. والشكل الانتقالي للطاقة الحرارية هو الحرارة (Heat)، ويمكن تخزين الطاقة الحرارية في معظم المواد على شكل حرارة محسوسة (Sensible heat) أو حرارة كامنة (Latent heat).²

خامسا: الطاقة الكهربائية

تعتبر الطاقة الكهربائية سلعة اقتصادية نادرة، تحويلية، تعمل على إشباع الحاجيات بطريقة مباشرة عندما يتم الطلب عليها من قبل المستهلكين المباشرين للاستخدام الشخصي، أو غير مباشر عندما تستخدم مع سلع أخرى في العمليات الإنتاجية.³

سادسا: الطاقة الحركية

هي الطاقة المرتبطة بحركة الجسم أو الجسم هذا يشمل أيضا الطاقة الكهرومغناطيسية التي تحملها الفوتونات (الضوء، موجات الراديو والأشعة السينية γ) أو الجسيمات المشحونة (الطاقة الكهربائية).⁴

¹خليدة دلهوم، "المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم التجارية شعبة تسويق، جامعة باتنة 1، الجزائر، 2016-2017، ص58.

² عاهد خطيب، "مبادئ تحويل الطاقة"، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 1989، ص38.

³ جمال زدون، عشوي نصر الدين، "فعالية النماذج القياسية في التنبؤ بالطلب على الطاقة الكهربائية-دراسة حالة مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز بتلمسان-"، مجلة التكامل الاقتصادي، المجلد3، العدد3، جامعة أحمد درارية أدرار، الجزائر، 2013، ص248.

⁴Mohamed benyagoub, "la conversion de l'énergie et ses répercussions sur l'environnement",

dirassat&abhath, dossier4, nombre7, université de djelfa, algérie,2009, p269.

المطلب الثالث: مصادر الطاقة

يمكننا تقسيم مصادر الطاقة من حيث ديمومتها ونضوبها إلى نوعين من المصادر، مصادر غير متجددة ومصادر متجددة.

أولاً: المصادر غير المتجددة للطاقة

وتشمل مايلي:

1. الوقود الأحفوري

ويتمثل في مصادر الطاقة ذات الأصل الهيدروكربوني ويتكون من العناصر التالية.

أ. الفحم

هو بقايا رواسب نباتية وأعشاب التي كانت تنمو على الأرض وتغطي مساحات كبيرة في العصور الجيولوجية القديمة ثم طويت في جوف الأرض بفعل تحركات القشرة الأرضية وتحولت بفعل الحرارة والضغط إلى فحم، وهو الوقود الباعث الثورة الصناعية، ومن خصائصه أنه مادة صلبة ويعتبر واحد من أهم مصادر الوقود الحفري مثل زيت البترول والغاز الطبيعي. ومازال الفحم يقوم بدوره الرئيسي في قطاع توليد الكهرباء.

يصنف الفحم عادة طبقاً لحالة الصلابة وحالة الليونة حيث يعتبر صلباً إذا زاد محتواه الحراري عن 5700 كيلو كالوري لكل كيلو جرام ويعتبر ليناً إذا أقل عن ذلك.¹

ب. النفط (البترول)

يمثل النفط العمود الفقري لمزيج الطاقة العالمي في العصر الحديث إذ يمثل ثلث الطاقة الأولية المستخدمة في العالم، وأمام تزايد احتياجات العالم من الطاقة لمواجهة متطلبات النمو الاقتصادي وتحسين مستوى معيشة السكان المتزايدين، يمثل النفط أهم مصادر الطاقة المتاحة لمواجهة هذه المتطلبات، ويتوقع أن تستمر زيادة الطلب عليه في المستقبل المنظور في ظل عدم وجود بديل عملي تقنيا واقتصادياً من مصادر الطاقة المتجددة يتفوق على النفط في خصائصه ومميزاته المتعددة وبالتالي يبقى أهم مصدر للطاقة خلال السنوات القادمة.²

ت. الغاز الطبيعي

عرف الغاز الطبيعي منذ فترة طويلة من الزمن فقد استخدمه، الصينيون، فمذ سنة 940 قبل الميلاد في تبخير مياه البحر للحصول على الملح.

¹ محمد أحمد السيد خليل، "أزمة الطاقة والتحدى القادم"، دار الفكر العربي ملتزم الطبع والنشر، الطبعة الأولى، القاهرة، 2009، ص19-21.

² فاتح بن نونة، "أثر التوسع في إنتاج واستخدام الوقود الحيوي في قطاع النقل عالمياً على التنمية الزراعية والأمن الغذائي في الدول النامية حالة إنتاج الوقود الحيوي في الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوروبي 2004-2013"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد وتسيير البيئة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2015-2016، ص6.

والغاز الطبيعي عبارة عن خليط من المركبات الهيدروكربونية والتي تتمثل أساساً في الميثان، والإيثان، والبروبان، والبيوتان، إضافة إلى بعض المركبات الأخرى مثل ثاني أكسيد الكربون، والنيروجين، والماء.¹

نجد الغاز الطبيعي مختلطاً عادة مع النفط (مناجم الغاز المختلط) أو منفرداً (مناجم الغاز غير المختلط)، كما نجد الغاز في بعض الحالات في مناجم النفط، وفي حالات أخرى نجده في مناجم الفحم.²

2. الطاقة النووية

تعتبر الطاقة النووية المصدر الوحيد من مصادر الطاقة التقليدية التي ليس مصدرها الأساسي الطاقة الشمسية، ويرجع تاريخ اكتشافها إلى أربعة عقود مضت، وتعد مصدراً هائلاً للطاقة إذا تم استغلاله بشكل واسع.

هناك ثلاثة أنواع من التفاعلات النووية المعروفة وهي:

- التحليل الإشعاعي (الاضمحلال)

- الانشطار النووي

- الاندماج النووي

وبشكل عام فإن هناك عدة مشاكل تعترض استخدام الطاقة النووية بشكل واسع منها:

- التكاليف الباهظة لإنشاء المحطات والمفاعلات النووية؛

- الحاجة إلى توافر الخبرة الفنية العالية والمدرّبة؛

- مخاطر الحوادث وتلوث البيئة ومشكلة التخلص من النفايات النووية؛

- صعوبة الحصول على الوقود الذري (في حالة الانشطار النووي فإن الوقود هو اليورانيوم المُشع).³

ثانياً: المصادر المتجددة للطاقة

هناك عدة أنواع من الطاقة المتجددة ومنها:

1. الطاقة الشمسية

هي طاقة يتم الحصول عليها من ضوء الشمس. والضوء من الشمس قد يستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية، وتزويد النباتات بالتدفئة والتبريد ولتسخين الماء وقد استعملت الطاقة الشمسية لآلاف السنين وبطرق أخرى أيضاً.⁴

¹ فاتح بن نونة، "سياسة الطاقة والتحديات البيئية في ظل التنمية المستدامة-حالة الجزائر"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد وتسيير البيئة، جامعة قاصدي مرباح-ورقلة، 2006-2007، ص2.

² حافظ قببسي، "الطاقة والذرة"، معهد الانماء العربي، الطبعة الأولى، بيروت، 1987، ص24.

³ عاهد خطيب، مرجع سابق، ص-ص59-62.

⁴ سمير سعدون مصطفى وآخرون، "الطاقة البديلة (مصادرها واستعمالاتها)"، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2001، ص135.

أ. مميزاتها

- نظيفة - طاقة نظيفة؛
- لا تلوث الجو عند استخدامها ميكانيكيا أو كهربائيا؛
- لا تتأثر الأرض بما يُستهلك منه؛
- عند التصميم يجب أن تراعى الاعتبارات الاقتصادية وكفاءة التحول من طاقة شمسية إلى حرارية إلى ميكانيكية أو كهربائية.

ب. مجالات الاستخدام

- عديدة وكثيرة ولا تزال الابحاث جارية لاستحداث استخدامات جديدة ورفع كفاءة المستخدم الحالي منها وعلى سبيل المثال:
- التسخين الشمسي (تسخين المياه للأغراض الصناعية والمنزلية والتجارية)؛
 - تقطير المياه؛
 - التبريد؛
 - التكييف (تكييف الهواء)؛
 - تجفيف المنتجات الزراعية.

والتبريد باستخدام الطاقة الشمسية صار انتاجيا متقدما وخاصة في تخزين بعض المنتجات الزراعية التي يصلح تخزينها زمانيا ومكانيا في درجة حرارة ما بين 0 درجة مئوية كالبطاطس والليمون والموز. ويستخدم نظام الثلجات الامتصاص وهي الأكثر تلاءما مع الطاقة الشمسية لأن القدرة الخارجية المطلوبة لها أقل من نظيرتها اللازمة للتبريد عن طريق انضغاط البخار.¹

2. الطاقة المائية (الهيدروليكية)

يعود تاريخ الاعتماد على المياه كمصدر للطاقة إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر حتى ذلك الوقت، كان الانسان يستخدم مياه الأنهار في تشغيل بعض النواعير التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق وآلات النسيج ونشر الأخشاب، أما اليوم، وبعد أن دخل الإنسان عصر الكهرباء، بدأ استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية كما نشهد في دول عديدة مثل النرويج والسويد وكندا والبرازيل، ومن أجل هذه الغاية، تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الأنهار، وتبنى السدود والبحيرات الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة. وتشير التوقعات المستقبلية لهذا المصدر من الطاقة إلى زيادة تقدر بخمسة أضعاف الطاقة الحالية بحلول عام 2020.²

¹ ابراهيم محمد عثمان القرضاوى، "أجهزة الطاقة الشمسية -تبريد-تكييف-تدفئة-تسخين مياه"، منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر، ص-19-18.

² محمد طالبي، محمد ساحل، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة-عرض تجربة ألمانيا"، مجلة الباحث، العدد 06، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2008، ص205.

3. طاقة الرياح

وهي الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح وتستخدم هذه الطاقة في الطاقة الميكانيكية إما مباشرة أو يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال المولدات، ويرتبط مفهوم هذه الطاقة باستعمال توليد الكهرباء بواسطة طواحين هوائية.¹

4. الطاقة الحرارية

تعتبر من الصور الأساسية للطاقة التي يمكن أن تتحول كل صور الطاقة إليها، فعند تشغيل الآلات المختلفة باستخدام الوقود، تكون الخطوة الأولى هي حرق الوقود والحصول على طاقة حرارية تتحول بعد ذلك إلى طاقة ميكانيكية أو إلى نوع من أنواع الطاقة.

ولا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا في مصادر الحرارة الجوفية.²

- الطاقة الجوفية

وهي طاقة الحرارة الأرضية، حيث يُستفاد من ارتفاع درجة الحرارة في جوف الأرض باستخراج هذه الطاقة وتحويلها إلى أشكال أخرى، وفي بعض المناطق الصدوع والتشققات الأرضية تتسرب المياه الجوفية عبر الصدوع والشقوق إلى أعماق كبيرة بحيث تلامس مناطق شديدة السخونة فتسخن وتصلد إلى أعلى فوارة ساخنة، وبعض هذه الينابيع يثور ويهدم عدة مرات في الساعة وبعضها يتدفق باستمرار وبشكل انسيابي حاملاً معه المعادن المذابة من طبقات الصخور العميقة، ويظهر بذلك ما يطلق عليه الينابيع الحارة، ويقصد الناس هذا النوع من الينابيع للاستشفاء، بالإضافة إلى أن هناك مشاريع تقوم على استغلال حرارة المياه المنطلقة من الأرض في توليد الكهرباء.³

5. طاقة الكتلة الحيوية

وهي من مصادر الطاقة التي كانت شائعة التي تنتج محليا في القرون الماضية، خاصة قبل ظهور النفط، وتعتمد على استعمال مواد الكتلة الحية. وتشمل الكتلة الحية كل المواد ذات الأصل النباتي مثل الأشجار والمنتجات الزراعية الغنية بالنشاء أو الغنية بالسكريات، وكذا المخلفات ذات الأصل الحيواني

¹ خضير عقبة، عادل سلمان، "التجربة الجزائرية في مجال الطاقات المتجددة كبديل للبترول"، مجلة العلوم الإدارية والمالية، المجلد 01، العدد 01، جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي، الجزائر، 2017، ص502.

² عبس المطلب النقرش، "الطاقة - مفاهيمها، أنواعها، مصادرها -"، مديرية التخطيط، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، المملكة الأردنية الهاشمية، 2005، ص7.

³ خبابه عبد الله، خبابه صهيب، أ. كعرار أحمد، "تطوير الطاقات المتجددة بين الأهداف الطموحة وتحديات التنفيذ-دراسة حالة برنامج التحول الطاقوي لألمانيا"، مجلة العلوم الاقتصادية وتسيير العلوم التجارية، العدد 10، جامعة مسيلة، الجزائر، 2013، ص46.

بالإضافة إلى المخلفات الصلبة الصناعية والبشرية، والتي يمكن إطلاق طاقتها الكامنة عن طريق الحرق المباشر والتخمر...الخ.¹

6. طاقة المد والجزر أو الطاقة القمرية

هي نوع من طاقة الحركة التي تكون مخزونة في التيارات الناتجة عن المد والجزر الناتجة بطبيعة الحال عن جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها وعليه تصنف هذه الطاقة على أنها طاقة متجددة.²

أ. طرق الاستفادة من طاقة المد والجزر

للاستغلال الظاهرة، يوجد طريقتان لتوليد الطاقة الكهربائية:³

- **طريقة بناء السدود:** تتبلور الفكرة الأساسية في بناء سد وراءه خزان، هذا السد يمتلئ عند المد بمياه المحيط، ثم يفرغ عند الجزر، ثم توضع في طريق المياه توربينات لتوليد الطاقة، حيث يعتمد ذلك على اتساع فتحة الخزان وقوة المد ومداها؛ وعلى مواقع الخزان؛ وألا يعطل موقع المشروع حركة ملاحاة السفن.

- **طريقة الأبراج:** تعمل بنفس مبدأ عمل الطريقة الأولى، إلا أن الاختلاف يمكن في تثبيت مروحة أو مروحتان على برج متين (الذي يوضع مكان السد)، بحيث تكون تلك المراوح تحت سطح الماء.

¹ جبار سعاد، ماحي سعاد، "الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانيات"، مداخلة مقدمة ضمن أبحاث المؤتمر الأول حول: السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، المنعقد بكلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1، الجزائر، 2015، ص14.

² نصري ذياب خاطر، مرجع سابق، ص14.

³ نذير غانية، "إستراتيجية التسيير الأمثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة- دراسة حالة بعض الاقتصاديات"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في علوم التسيير تخصص تجارة دولية، جامعة قاصدي مرباح-ورقلة، الجزائر، 2015-2016، ص90.

المبحث الثاني: الطاقة الكهربائية ودورها في التنمية المستدامة

يهدف هذا المبحث إلى تناول ماهية الطاقة الكهربائية وإبراز أهم طرق توليد، نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، ثم إبراز العلاقة بين الطاقة الكهربائية ومرتكزات التنمية المستدامة.

المطلب الأول: ماهية الطاقة الكهربائية

الطاقة الكهربائية من الطاقة التي يعتمد عليها المستهلك النهائي لأسباب متعددة أهمها: سهولة تحويلها إلى أشكال أخرى هو بحاجة إليها، كالطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية...إلخ.

أولاً: تعريف الطاقة الكهربائية

للطاقة الكهربائية عدة تعاريف من بينها:

- "الطاقة الكهربائية هي الطاقة المصاحبة لتدفق الإلكترونات أو تجمع هذه الإلكترونات. وتقاس هذه الطاقة عادة بوحدات القدرة والزمن كوحدة الواط-ساعة أو الكيلوواط-ساعة".¹
- "الطاقة الكهربائية لا تنشأ إلا بتحويل نوع من أنواع الطاقة مثل: تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية كما هي الحال في المولد الكهربائي، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما هي الحال في البطاريات".²
- "الطاقة الكهربائية هي شكل من أشكال الطاقة تنتج عن جسيمات مشحونة (الإلكترونات والايونات) وهي مرنة قابلة لإعطاء الحرارة أو الضوء... ومن مساوئها الرئيسية الضياع في الطاقة أثناء التحويل، الإنتاج والنقل".³

ثانياً: لمحة تاريخية عن الطاقة الكهربائية

1. تاريخ الكهرباء

أصل كلمة كهرباء في العربية هو كهرباء، وهو صمغ شجرة إذا حك صار يجذب التبن نحوه. فالكهرباء الساكنة(البرق) هي أول ما عرف من أشكال الكهرباء من قبل العالم الأمريكي فرانكلين (Franklin). ويمكن بالفعل أن تتولد إذا ما حكنا قطعة راتنج (مادة صمغية تنتجها بعض النباتات، وهي تشبه العنبر).⁴

¹ عاهد خطيب، مرجع سابق، ص36.

² نذير غانية، مرجع سابق، ص56.

³ مبروك نبيهة، "محددات الطلب على الكهرباء في الجزائر دراسة قياسية واقتصادية الفترة (1980-2013)"، مذكرة مكملة ضمن متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد قياسي، جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي، الجزائر، 2014-2015، ص4.

⁴ إبراهيم رحيم، دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1969-2008، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد تطبيقي (النمذجة الاقتصادية)، جامعة قاصدي مرباح-ورقلة-، الجزائر، 2011-2012، صص21-22.

فالطاقة الكهربائية هي أحد أنواع الطاقة الموجودة في الطبيعة، ويمكن الحصول عليها عن طريق الصواعق والاحتكاك إلا أنه صعب وغير مجدي.

بعد ذلك استطاع العالم الإيطالي فولتا (Volta) عام 1798 إنتاج الكهرباء كيميائياً بواسطة وعائه المشهور (وعاء فولتا). ثم توالى الاكتشافات من قبل العالم الفرنسي أمبير (Ampere) الذي استطاع التمييز بين التوتر (العمل) والتيار، وفي سنة 1826 فسر العالم أوم (Ohm) ظاهرة إيصال أجسام صلبة للكهرباء ووضع تعريفاً للجهد الكهربائي (قوة دافعة كهربائية)، ومفعوله على الموصلات. وفي عام 1827 اكتشف العلاقة الأساسية بين التوتر والتيار المعروفة بقانون أوم، وبين فارادي (Faraday) تأثير الحقل المغناطيسي، وفي عام 1864 قدم العالم ماكسويل في نظريته الكهرومغناطيسية، تركيباً لكل المعارف المتعلقة بالكهرباء.

ولقد تم تصنيف المواد من وجهة نظر كهربائية تبعاً لتفاعلها مع التيار الكهربائي (مرور الشحنات الكهربائية) في:¹

أ. **نواقل (مواد ناقلة):** وهي المواد التي تبدي مقاومة بسيطة (قليلة) لمرور التيار الكهربائي فيها مثل المعادن.

ب. **عوازل (مواد عازلة):** وهي المواد التي تبدي مقاومة عالية لمرور التيار الكهربائي فيها كالزجاج والمطاط وغيرها.

ت. **أنصاف النواقل:** وهي المواد التي تبدي مقاومة عالية جداً لمرور التيار الكهربائي في اتجاه بينما تبدي مقاومة منخفضة في الاتجاه المعاكس

ثالثاً: خصائص الطاقة الكهربائية

لقد تطور استخدام الطاقة الكهربائية في القرن العشرين لتمييزها بالخصائص التالية:²

- تعدد استخداماتها؛
- طاقة نظيفة: فاستهلاكها لا يسبب أي ملوثات في حين تتركز تلك الناتجة عن إنتاجها في مناطق توليدها ويمكن السيطرة عليها بسهولة؛
- استقرار تكاليف إنتاجها مقارنة بالأشكال الأخرى للطاقة وتوجهها نحو الانخفاض على المدى الطويل؛
- الطاقة الكهربائية هي خدمة عمومية يفرض سعرها على جميع الأطراف بشكل موحد.
- غير أنه رغم السمات المميزة للطاقة الكهربائية لا تخلو من بعض السلبيات المتمثلة فيما يلي:
- صعوبة تحقيق التوازن بين العرض والطلب على الطاقة الكهربائية المتميز بالتقلب الشديد؛

¹ رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص22.

² بوفنش وسيلة، نمذجة قياسية للعوامل المحددة لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1981-2011، مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، العدد15، جامعة المسيلة، الجزائر، 2015، ص76.

- كثافة رأس المال الذي تتطلبه صناعته وطول مدة إنشاء محطات توليدها؛
- الكهرباء طاقة يصعب تخزينها بطريقة مجدية اقتصاديا، وهو ما يتطلب تحقيق توازن آني بين إنتاجها واستهلاكها، وهذه المشكلة جعلت منها طاقة فريدة لا تخضع للتغيير بسهولة، فالاستثمار في مجال نقلها وتوزيعها سيبقى خاضعا لتنظيم الدولة.

رابعا: الأهمية الاستراتيجية للطاقة الكهربائية

تعد الطاقة الكهربائية ذات أهمية حيوية لتسيير الأعمال اليومية للمجتمعات المعاصرة، وأصبح متوسط نصيب الفرد منها أحد أهم المؤشرات على مستوى التقدم الاقتصادي. فنحن نعيش في عالم مليء بالكهربائيات والالكترونيات، فالطاقة الكهربائية تمدنا بالضوء والحرارة والبرودة والحركة...الخ ومع أن الكهرباء ظاهرة لا يمكننا رؤيتها بالعين المجردة إلا أننا نحسها ونلمسها في الأجهزة التي نستعملها كالمصباح والمذياع والحاسوب...الخ.

وتعتبر الكهرباء عصب الصناعة الحديثة فهي تزود المصانع والمعامل والورش والحرف بالتيار الكهربائي لتشغيل الآلات والتحكم بها، وتثير المواقع المختلفة في المعامل والمتاجر والجامعات...الخ. كما تستخدم الكهرباء في الزراعة للقيام بعمليات ضخ المياه لإرواء الأراضي عن طريق محطات الضخ الكهربائية وكذلك لتأمين المياه إلى محطات التصفية، ومنها إلى البيوت والمنازل كمياه شرب نظيفة. وتستخدم الكهرباء أيضاً، لإنارة المنازل وتزويد الطاقة الضرورية إلى المنشآت العامة، كالمستشفيات والمستوصفات والجامعات والمؤسسات والشركات المختلفة. كما تستخدم أيضاً لإنارة الشوارع في المدن والبلدات والقرى. ولا يمكن الاستغناء عنها في حياتنا لأنها عصب الحياة في العصر الحاضر وإحدى مقومات التطور الاقتصادي والاجتماعي للسكان.¹

المطلب الثاني: طرق توليد، نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

سنتطرق في هذا الجزء إلى طرق توليد الطاقة الكهربائية ثم طرق نقلها وتوزيعها.

أولاً: طرق توليد الطاقة الكهربائية

إنّ عملية توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر حسب مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب على الطاقة الكهربائية وحسب الكميات المطلوبة لهذه الطاقة، الأمر الذي يحدد أنواع محطات التوليد وكذلك أنواع الاستهلاك وأنواع الوقود ومصادره كلها تؤثر في تحديد نوع المحطة ومكانها وطاقاتها.²

¹بوهنة كلثوم، نور محمد، "التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر"، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة تلمسان، الملحق الجامعي تلمسان، الجزائر، ص-ص 2-3.

²تكواشت عماد، واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية فرع اقتصاد التنمية، جامعة الحاج لخضر-باتنة-، الجزائر، 2011-2012، ص160.

وتتلخص فكرة توليد الكهرباء غالباً في تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية بواسطة الحث المغناطيسي والجهاز المسؤول عن هذا التحويل هو مولد الكهرباء الدوار، لكن مصدر الدوران هو الذي يفرق بين أنواع محطات التوليد وهو مصدر التكلفة الأساسية لتوليد الكهرباء. ومن أنواع محطات توليد الطاقة الكهربائية المستعملة نذكر ما يلي:

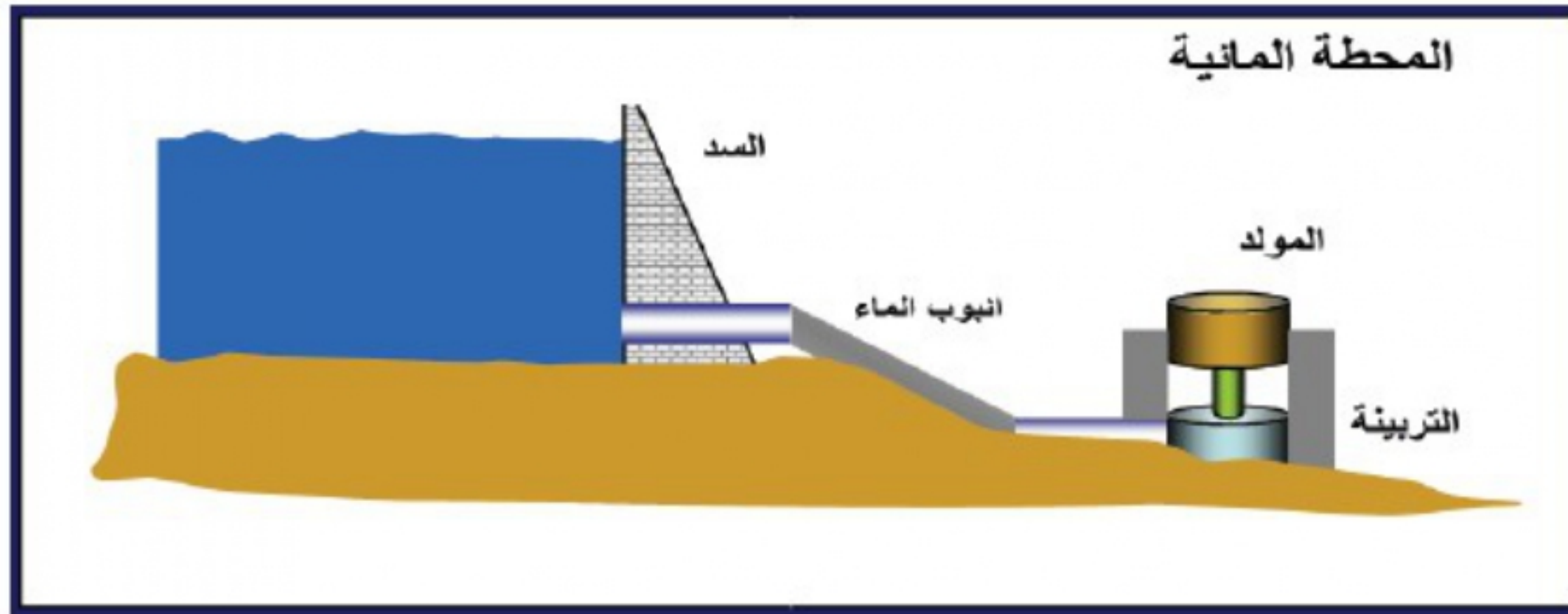
1. محطات التوليد المائية

إن أول توليد للطاقة الكهربائية كان من المصادر المائية ببناء أول محطة كهرومائية سنة 1890 في شلالات نياجرا بالقرب من مدينة بوفالو بولاية نيويورك ومن خلالها نقلت الطاقة إلى مدينة بوفالو على بعد 30 كيلومتراً² ولتحقيق ذلك يتطلب وجود تدفقات مائية كافية كالمرتفعات والمتمثلة في البحيرات ومجاري الأنهار خاصة إذا كانت طبيعة الأرض ممطرة أو تجري فيها أنهار ذات طبيعة جبلية مرتفعة، وعلى عكس، ذلك يتطلب بناء سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه وتنشأ محطات التوليد بالقرب من هذه السدود كما هو الحال في مجرى نهر النيل، كما بني سد نهر الفرات بشمال سوريا ومعه توليد الكهرباء بلغت قدرتها المركبة 800 ميغاواط. تتكون محطة توليد الطاقة الكهرومائية من:¹

أ. مساقط المياه (المجرى المائل) Penstock: وهو أنبوب كبير يكون في أسفل السد أو من أعلى الشلال إلى مدخل التوربينة تجري فيه المياه بسرعة كبيرة، توجد في أوله بوابة وأخرى في آخره للتحكم في كمية المياه التي تدور التوربينة.

ب. التوربينة Turbine: عادة ما يركب المولد فوق التوربينة على محور رأسي واحد. وعندما تفتح البوابة في أسفل الأنابيب المائلة تتدفق المياه بسرعة كبيرة في تجاويف مقعرة فتدور بسرعة وتدير معها العضو الدوار في المولد فتتولد الطاقة الكهربائية على أطرافه.

الشكل رقم (1-1): يمثل مكونات محطة التوليد المائية



المصدر: رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 30.

¹خليدة دلهوم، مرجع سابق، ص 85.

ج. أنبوبة السحب Draught tubes: بعد أن تعمل المياه المتدفقة على تدوير التوربينة، يجب سحب هذه المياه خارج بسرعة ويسر حتى لا تعيق عملية الدوران. من أجل ذلك توضع أنابيب بأشكال خاصة لسحبها إلى الخارج بالسرعة اللازمة.

د. المعدات والآلات المساعدة: تحتاج محطات التوليد المائية إلى العديد من الآلات المساعدة كالمضخات والبوابات والمفاتيح ومعدات تنظيم سرعة الدوران وغيرها.¹

2. محطات التوليد البخارية

تعتبر محطات التوليد البخارية محوّلًا للطاقة، وتستعمل هذه المحطات أنواع مختلفة من الوقود حسب الأنواع المتوفرة مثل الفحم الحجري أو البترول السائل أو الغاز الطبيعي أو الصناعي، تمتاز المحطات البخارية بكبر حجمها ورخص تكاليفها بالنسبة لإمكاناتها الضخمة كما تمتاز بإمكانية استعمالها لتحلية المياه المالحة، الأمر الذي يجعلها ثنائية الإنتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة.

تتحكم في اختيار المواقع المناسبة لمحطات التوليد الحرارية عدة عوامل مؤثرة نذكر منها ما يلي:

- القرب من مصادر الوقود وسهولة نقله إلى هذه المواقع وتوفير وسائل النقل الاقتصادية؛
- القرب من مصادر مياه التبريد لأن المكثف يحتاج إلى كميات كبيرة من مياه التبريد، لذلك تبنى هذه المحطات عادة على شواطئ البحار أو بالقرب من مجاري الأنهار؛
- القرب من مراكز استهلاك الطاقة الكهربائية لتوفير تكاليف إنشاء خطوط النقل. مراكز الاستهلاك هي عادة المدن والمناطق السكنية والمجمعات التجارية والصناعية.²

تتألف محطات التوليد البخارية بصورة عامة من الأجزاء الرئيسية التالية:

أ. الفرن (Furnace): هو عبارة عن وعاء كبير لحرق الوقود. ويختلف شكل ونوع هذا الوعاء وفق النوع الوقود المستعمل ويلحق به وسائل تخزين ونقل وتداول الوقود ورمي الخلفات الصلبة.

ب. المرجل (Boiler): هو وعاء كبير يحتوي على مياه نقية تسخن بواسطة حرق الوقود لتتحول هذه المياه إلى بخار. وفي كثير من الأحيان يكون الفرن والمرجل في حيز واحد تحقيقاً للاتصال المباشر بين الوقود المحترق والماء المراد تسخينه. وتختلف أنواع المراجل حسب حجم المحطة وكمية البخار المنتج في وحدة الزمن.³

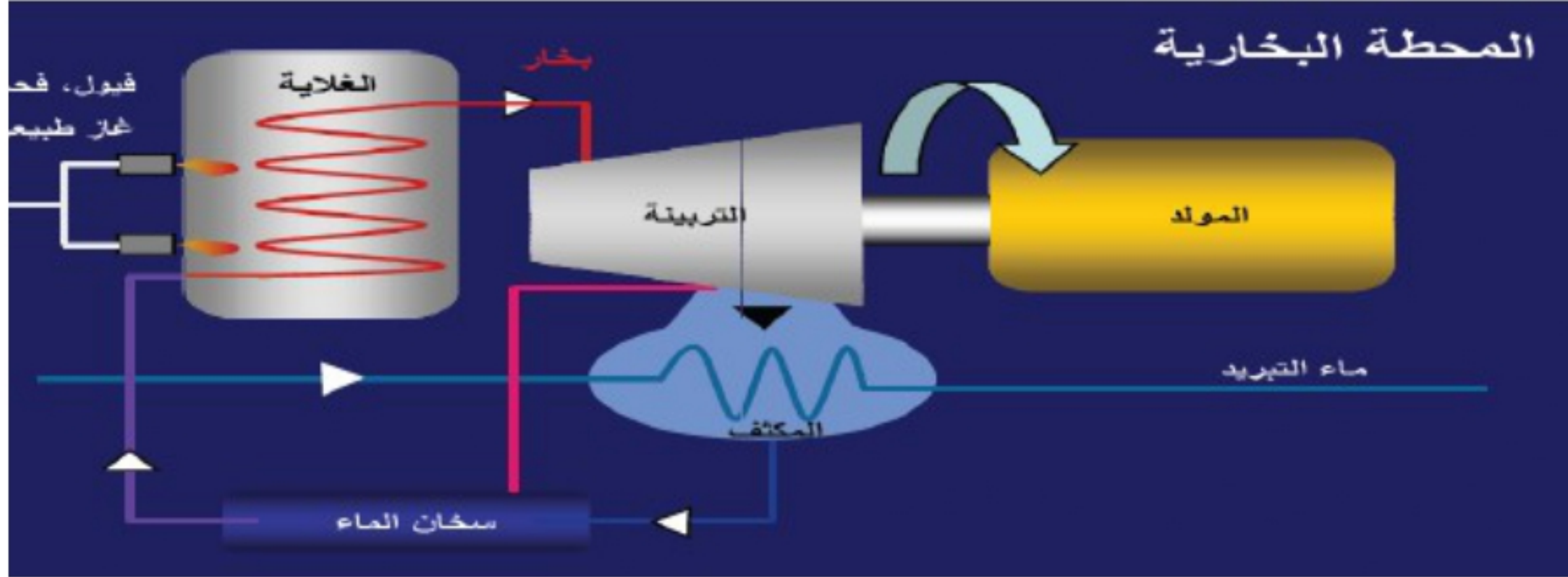
¹رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص30.

²بن أحمد أحمد، مرجع سابق، ص26.

³معمر إيمان، دراسة تحليلية قياسية للاستهلاك العالي للكهرباء دراسة حالة سونغاز وحدة البويرة خلال الفترة 2008-01-2013-12، مذكرة تخرج ضمن متطلبات نيل شهادة الماستر في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد كمي، جامعة ألكلي محند أوحاج-بويرة، الجزائر، 2013-2014، ص11.

ج. **العنفة الحرارية أو التوربين (Turbine):** وهي عبارة عن عنفة من صلب لها محور ويوصل به جسم على شكل أسطواني مثبت به لوحات مقعرة يصطدم فيها البخار فيعمل على دورانها ويدور المحور بسرعة عالية جدا حوالي 3000 دورة بالدقيقة وتختلف العنفات في الحجم والتصميم والشكل باختلاف حجم البخار وسرعته وضغطه ودرجة حرارته، أي باختلاف حجم محطة التوليد.

الشكل رقم (1-2): يمثل مكونات محطة التوليد البخارية



المصدر: رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 27.

د. **المولد الكهربائي Generator:** هو عبارة عن مولد كهربائي مؤلف من عضو دوار مربوط مباشرة مع محور التوربين وعضو ثابت، ويلف العضوين بالأسلاك النحاسية المعزولة لتنتقل الحقل المغناطيسي الدوار وتحوله

هـ. **المكثف Condenser:** وهو عبارة عن وعاء كبير من الصلب يدخل اليه من الأعلى البخار الآتي من التوربين بعد أن يكون قد قام بتدويرها وفقد الكثير من ضغطه ودرجة حرارته، كما يدخل في هذا المكثف من أسفل تيار من مياه التبريد داخل أنابيب حلزونية تعمل على تحويل البخار الضعيف إلى مياه حيث تعود هذه المياه إلى المراجل مرة أخرى بواسطة مضخات خاصة.¹

و. **المدخنة:** مصنوعة من الآجر الحراري أسطوانية الشكل ومرتفعة جداً تعمل على طرد بقايا الاحتراق الغازية، والتقليل من تلوث البيئة المحيطة بالمحطة.

ز. **الآلات والمعدات المساعدة:** وتتمثل في عدد كبير من المضخات والمحركات الميكانيكية والكهربائية ومنظمات السرعة ومعدات تحميص البخار التي تساعد على إتمام العمل في محطات التوليد.

تستعمل محطات التوليد بشكل مكثف على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي لتوليد الكهرباء وتحلية المياه المالحة.²

¹مبروك نبيهة، مرجع سابق، ص 8.

²خليدة دلهوم، مرجع سابق، ص 87.

3. محطات التوليد النووية

محطات التوليد النووية نوعا من محطات التوليد الحرارية لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار بالحرارة وبالتالي يعمل البخار على تدوير التوربينات التي بدورها تدور الجزء الدوار من المولد الكهربائي وتتولد الطاقة الكهربائية على أطراف الجزء الثابت من هذا المولد. والفرق في محطات التوليد النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد مفاعل ذري تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة، وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عالٍ ودرجة حرارة مرتفعة جداً.

تحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة الآجر الناري، وطبقة من المياه، وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الإسمنت تصل إلى سمك مترين، وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية.

إن أول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت عام 1954 بالاتحاد السوفيتي بطاقة 5 ميغاواط. لم تستعمل هذه المحطات في البلاد العربية حتى الآن، ولكن محطات التوليد الحرارية البخارية مستعملة بصورة كثيفة على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي في توليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة.¹

4. محطات التوليد من المد والجزر

المد والجزر ظاهرة طبيعية. فالارتفاع ناتج عن جاذبية القمر عندما يكون قريبا من سواحل البحار، ويحدث الانخفاض عندما يغيب القمر بعيدا عن السواحل لأن القمر يدور حول الأرض في مدار بيضاوي (هليلجي) الشكل دورة كل شهر هجري، وتدور الأرض حول نفسها كل أربع وعشرين ساعة. فإذا كان القمر يضيء مكانا معيناً في الليل، فهذا يعني أنه قريب منه وأن جاذبيته قوية، لذا ترتفع مياه البحر. وبعد مضي اثني عشرة ساعة يكون القمر في الجزء المقابل قطريا بعيداً عن المكان ذاته بطول قطر الكرة الأرضية، فيصبح اتجاه جاذبية القمر معاكسا. مما يؤدي إلى انخفاض مستوى مياه البحر.

توضع توربينات خاصة في مجرى المد فتديرها المياه الصاعدة ثم تعود المياه النازلة لتفعل ذلك مرة ثانية. إن أكثر بلاد العالم شعورا بظاهرة المد والجزر هي الجزء الشمالي الغربي من فرنسا حيث يصل مد وجزر المحيط الأطلسي على سواحل شبه جزيرة برنتانيا إلى ثلاثين متراً، وقد أنشئت هناك محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة 400 ميغاواط. ومن الأماكن التي يكثر فيها المد والجزر أيضا هي السواحل

¹توليد الطاقة الكهربائية، تاريخ التصفح 2019/03/05، <https://download-internet-pdf-ebooks.com/2030-free-book>.

الشمالية للخليج العربي بمنطقة الكويت إذ يصل ارتفاع المد إلى 11 متراً، إلا أن هذه الظاهرة غير مستغلة هناك لتوليد الطاقة الكهربائية.¹

5. محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي

هذه المحطة عبارة عن آلات تستخدم الوقود السائل حيث يحترق داخل غرف احتراق وذلك بعد مزجها بالهواء بنسب معينة، فتتولد غازات (نواتج الاحتراق) على ضغط مرتفع تعمل على تحريك المكبس كما هو الحال في عتاد الديزل أو تدير التوربينات حركة دورانية مثل ما يحدث في حالة التوربينات الغازية.

أ. توليد الكهرباء بواسطة الديزل

تستعمل مولدات الديزل لتوليد الكهرباء في أماكن كثيرة تمتاز بالسرعة في عمليتي التشغيل والإيقاف، غير أنها تحتاج إلى كمية كبيرة نسبياً من الوقود وبالتالي فإن كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على أسعار الوقود، كما تتميز وحدات الديزل بأنها لا توجد منها وحدات ذات قدرة كبيرة (3ميغاواط)، تستعمل بكثرة في حالات الطوارئ وفي فترة ذروة الحمل حيث يعمل عدد كبير من هذه المولدات بالتوازي لسد الاحتياجات في مراكز الاستهلاك، وتعتبر دول الخليج من بين اللذين يستعملنها في توليد الطاقة الكهربائية وبالأخص في المدن الصغيرة والقرى.²

ب. توليد الكهرباء بالتوربينات الغازية

تعتبر محطات توليد الكهرباء العامة التوربينات الغازية حديثة العهد نسبياً ويعتبر الشرق الأوسط من أكثر البلدان استعمالاً لها، وهي ذات ساعات وأحجام مختلفة من 1ميغاواط إلى 250ميغاواط، تستعمل عادة أثناء ذروة الحمل في البلدان التي يوجد فيها محطات توليد بخارية أو مائية، علماً أن فترة إقلاعها وإيقافها تتراوح بين دقيقتين وعشرة دقائق.

وفي معظم الشرق الأوسط، وخاصة في المملكة العربية السعودية، فتستعمل التوربينات الغازية لتوليد الطاقة طوال اليوم بما فيه فترة الذروة، ونجد اليوم في الأسواق وحدات متنقلة من هذه المولدات لحالات الطوارئ مختلفة الأحجام والقدرات.

تمتاز هذه المولدات ببساطتها ورخص ثمنها نسبياً وسرعة تركيبها وسهولة صيانتها وهي لا تحتاج إلى مياه كثيرة للتبريد، كما تمتاز بإمكانية استعمال العديد من أنواع الوقود (البتترول الخام النقي - الغاز الطبيعي - الغاز الثقيل وغيرها...) وتمتاز كذلك بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف.

¹ رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 32-33.

² خليفة دلهوم، مرجع سابق، ص 88.

وأما سيئاتها فهي ضعف المردود الذي يتراوح بين 15 و 25% كما أن عمرها الزمني قصير نسبياً وتستهلك كمية أكبر من الوقود بالمقارنة مع محطات التوليد الحرارية البخارية.¹

6. محطات توليد الكهرباء بواسطة الرياح

يمكن استغلال الرياح ذات المجاري الدائمة في تدوير مراوح كبيرة وعالية لتوليد الطاقة الكهربائية. فهناك بعض المدن الصغيرة بالولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا تستمد الطاقة الكهربائية اللازمة للاستهلاك اليومي من محطات توليد الكهرباء تعمل بالرياح ويبلغ طول شفرات مراوحها 25متراً. لقد كانت طواحين الهواء المعروفة قديماً في أوروبا تعمل بقدرة الرياح في تدوير حجر الرحى. وحالياً توجد على الساحل الشرقي لإسكتلندا العديد من هذه المراوح التي تنتج الطاقة الكهربائية. كما نجد على الشاطئ الشمالي للبنان مراوح لرفع مياه البحر إلى الملاحات لإنتاج الملح.²

7. محطات التوليد بالطاقة الشمسية

يتم توليد الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية باستخدام اللوحات (خلايا) الشمسية. وهي ذات تيار مستمر وذات طاقات محدودة نسبياً، تخزن في بطاريات خاصة لحين الحاجة إليها، فأشعة الشمس تسقط على الجدران والنوافذ واليابسة والبنىات والمياه فتمتص هذه الأشعة وتخزنها في كتلة حرارية، وتعتبر هذه الكتلة الحرارية نظام تسخين شمسي يقوم بنفس وظيفة البطاريات في نظام كهربائي شمسي لتستعمل عند الحاجة.³

ثانياً: طرق نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

إن عملية تزويد المستهلك بالطاقة الكهربائية يتم وفقاً لنظام طاقي متكامل العناصر، نجد في أعلاه مصادر الطاقة المختلفة كحقول الوقود الأحفوري، مجاري المياه، وفي أسفله يُعبر عن الاحتياطات من الطاقة الضرورية مثل الطاقة الكهربائية. ويتكون هذا النظام من مجموعة من الفروع التي تقوم بعملية الاستخراج، الاستقطاب، تحويل ونقل الطاقة في أشكالها المختلفة إلى أن توزع كطاقة نهائية (Energie Finale) ليقوم المستهلك النهائي بتحويلها إلى طاقة ضرورية في المحركات، الآلات، الأفران، المراجل، المصابيح، المكيفات وتتمثل عناصره فيما يلي:⁴

- المؤسسات التي تنتج، تنقل وتوزع الطاقة؛
- المؤسسات التي تنتج تجهيزات الإنتاج، تجهيزات النقل والتحويل النهائي؛

¹ بن أحمد أحمد، مرجع سابق، ص-ص 28-29.

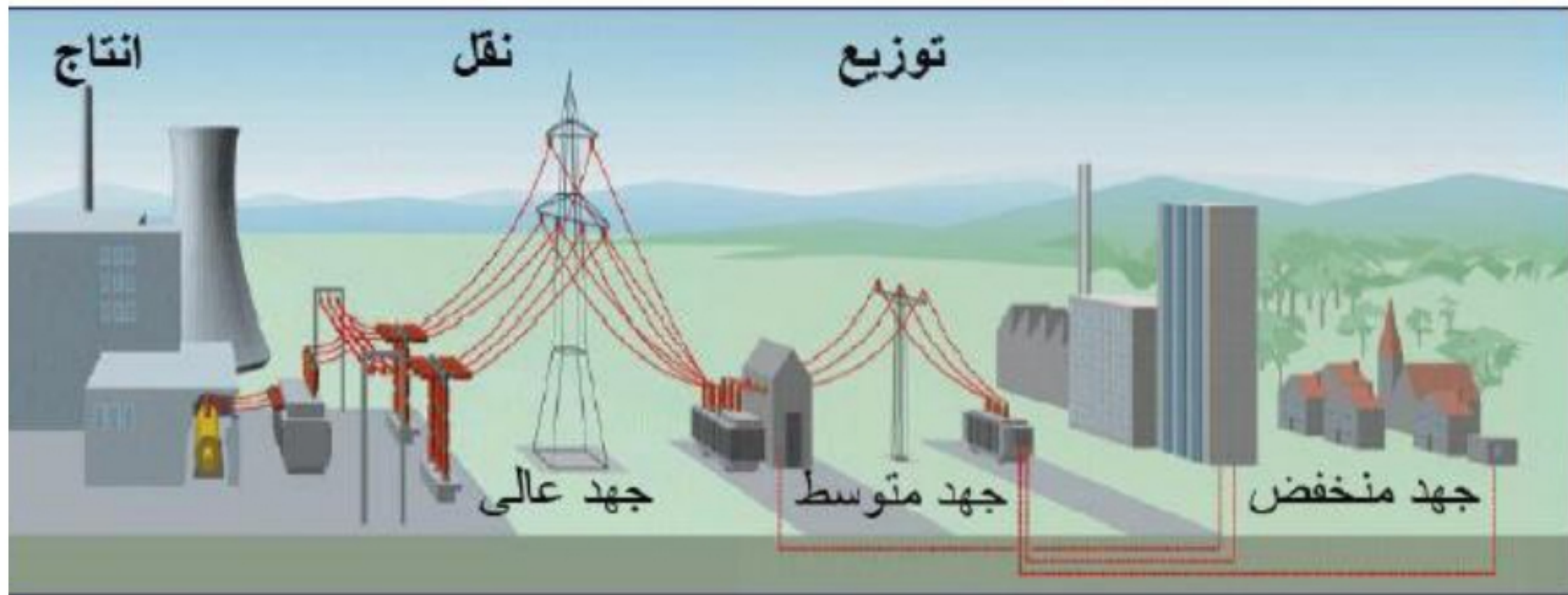
² رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص33.

³ المرجع نفسه، ص33.

⁴ خليفة دلهوم، مرجع سابق، ص90.

- المستهلكون الذين بفضلهم يجري تبديل وتحويل الطاقة النهائية إلى طاقة ضرورية من بينهم العائلات، المؤسسات الصناعية، الزراعة والخدمات؛
 - **الدولة:** فيما يتعلق بتدخل وتأثير الدولة على النظام الطاقوي يمكن أن نميز بين التدخل المباشر حيث تقرر وتسمح لمؤسسات الإنتاج بالاستثمارات الكبرى المتعلقة بالإنتاج والنقل، والتدخل غير مباشر، حيث تحدد أنظمة الأسعار والضرائب كما توجه سلوك بقية الفاعلين في النظام الطاقوي نفسه وتعدد تفاعلات هذا الأخير مع بقية الاقتصاد والمجتمع.
- يتم نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية من محطات التوليد إلى المستخدمين في شتى مواقعهم من خلال شبكة كهربائية معقدة تحتوي على عدد كبير من محطات تحويل الجهد المختلفة ومن خطوط النقل التي تنقل الطاقة الكهربائية بمستويات جهد مختلفة لا يقل عددها عن أربعة مستويات وذلك حسب حجم الشبكة والتوزيع الجغرافي للمستخدمين. ويوجد عند كل محطة توليد محطة تحويل رئيسية تقوم برفع الجهد الذي ينتجه المولد والذي لا يتجاوز ثلاثين ألف فولت إلى جهد عالي تتحدد قيمته من طول خط النقل وكمية الطاقة المنقولة. إن الهدف من رفع الجهد الكهربائي عند نقل الطاقة الكهربائية هو لتقليل كمية الطاقة المفقودة في خطوط النقل حيث أن كمية الفقد تتناسب مع مربع التيار الذي تحمله هذه الخطوط ومن المعلوم أن رفع الجهد بنسبة معينة يقلل قيمة التيار بنفس النسبة على افتراض ثبات كمية الطاقة وعليه فإن كمية الفقد ستتناسب عكسيا مع مربع الجهد. ويعتمد اختيار قيمة جهد النقل على المسافة بين محطة التوليد وأماكن التوزيع وكمية الطاقة المنقولة فكلما زادت المسافة وزادت كمية الطاقة كلما تطلب الأمر زيادة الجهد.¹

الشكل رقم (1-3): مراحل المنظومة الكهربائية (إنتاج - نقل - توزيع)



المصدر: رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 24.

¹بوهنة كلثوم، بن عزة محمد، "واقع قطاع الكهرباء في الجزائر دراسة حالة مجمع سونلغاز"، المجلة الجزائرية للعلوم والسياسات الاقتصادية، العدد 06، جامعة الجزائر 3، الجزائر، 2015، ص-ص 128-129.

يبين الشكل السابق المراحل المكونة للمنظومة الكهربائية قبل وصولها إلى المستهلك، يتم نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية من محطات التوليد إلى المستخدمين في شتى مواقعهم من خلال شبكة كهربائية تحتوي على عدد كبير من محطات تحويل الجهد المختلفة ومن خطوط النقل التي تنقل الطاقة الكهربائية بمستويات جهد مختلفة وتتراوح جهود النقل النموذجية في الولايات المتحدة بين 69 كيلو فولط إلى 765 كيلو فولط.¹

المطلب الثالث: دور الكهرباء في التنمية المستدامة

تضطلع الطاقة بدور هام في تلبية الاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المتعلقة بالتنمية المستدامة، لذا فقد تم اختيارها كواحدة من أهم خمس مجالات رئيسة تضمنتها "مبادرة المياه والطاقة والصحة والزراعة والتنوع البيولوجي (WEHAB)" التي تقدم بها الأمين العام السابق للأمم المتحدة "كوفي عنان"، للمؤتمر العالمي للتنمية المستدامة الذي انعقد في جوهانسبرغ. كما أكدت الدورة التاسعة للجنة التنمية المستدامة للأمم المتحدة التي تم انعقادها بنيويورك سنة 2001 على أهمية الطاقة ودورها البارز في تحقيق التنمية المستدامة.

وعليه فإن جميع الدول مطالبة بتكثيف الجهود من أجل مواجهة التحديات التي تواجه إمكانية توافق أنماط إنتاج الطاقة وتوزيعها واستهلاكها مع متطلبات التنمية المستدامة. فتحقيق مثل هذه الأهداف وربطها بالقضايا الرئيسية (الخمس) المتعلقة بالطاقة، يتطلب إعادة النظر في السياسات الحالية، من أجل تدعيم التغيرات اللازمة في أساليب إنتاج وتوزيع واستهلاك الطاقة. ودفع المشاركة العامة في اتخاذ القرارات وتشجيع الأطراف المتعددة أصحاب المصلحة على كافة المستويات الوطنية والإقليمية والدولية.

أولاً: الطاقة الكهربائية ومرتكزات التنمية المستدامة

إن توفر خدمات الطاقة اللازمة لتلبية الاحتياجات البشرية هي ذات أهمية قصوى بالنسبة للركائز الأساسية الثلاثة للتنمية (القضايا الاجتماعية، التنمية الاقتصادية المحلية، التأثيرات البيئية)، وأن الأسلوب الذي تنتج به هذه الطاقة وتوزيعها واستخدامها يؤثر على الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لأي تنمية مطلوبة.

1. القضايا الاجتماعية

والمعلقة باستخدام الطاقة تتضمن التخفيف من وطأة الحرمان وإتاحة الفرص للمجتمعات، والتحول الديمغرافي، إذ تؤدي محدودية توافر خدمات الطاقة إلى تهميش الفئات الفقيرة وعدم قدرتها على تحسين ظروفها المعيشية، فحوالي ثلث سكان العالم يعيشون دون كهرباء، بينما تصل إلى ثلث آخر بشكل

¹ خليفة دلهوم، مرجع سابق، ص ص 91-92.

ضعيف، وما زال هناك تباين كبير بين الدول المختلفة في معدلات استهلاك الطاقة. فالدول الأكثر غنى تستهلك الطاقة بمعدل يزيد 25 ضعفا لكل فرد مقارنة بالدول الأكثر فقرا.¹

2. التنمية الاقتصادية المحلية

عادة ما تعتمد على توافر خدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع وتحسين الإنتاجية أو المساهمة في زيادة الدخل المحلي، وبدون الوصول إلى خدمات الطاقة ومصادر الوقود الحديثة، قد يصبح توفر فرص العمل وزيادة الإنتاجية غير وارد البتة، وتكون حينئذ الفرص الاقتصادية المتاحة محدودة بشكل كبير، ويضاف إلى ذلك أن واردات الطاقة تمثل حاليا من منظور ميزان المدفوعات أحد أكبر مصادر الديون الأجنبية في العديد من الدول الأكثر فقرا.

3. التأثيرات البيئية

التي تنجم عن الاستخدام السيء للطاقة عموما والطاقة الكهربائية خصوصا فتظهر على عدة مستويات محليا وإقليميا ودوليا، ويمكن أن تتسبب هذه التأثيرات البيئية في عواقب وخيمة مثل التصحر، التحمض، تلوث الهواء والتغير المناخي. كما يمثل احتراق الوقود الأحفوري أحد مصادر تلوث الهواء المدمر للصحة، وبصفة خاصة انبعاث غازات التدفئة.²

ثانيا: العوامل المؤثرة على الطاقة لأغراض التنمية المستدامة

على الرغم من الدور الهام الذي أداه قطاع الطاقة العربي ملبيا للاحتياجات اللازمة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية مع تزايد حجم الطلب على الطاقة، فإن طرق إنتاجها واستهلاكها في هذه المنطقة تتسم بانخفاض الكفاءة. فأكثر من ربع السكان (21%)، خاصة في المناطق الريفية والنائية، محرومون من خدمات الطاقة الكهربائية، مما يتطلب اتخاذ إجراءات عملية لحل هذه المشكلة مع المحافظة على الإسهام الفعال للقطاع في اقتصاديات المنطقة. ولعل من العوامل المعيقة لعملية التنمية المستدامة في مجال الطاقة ما يلي:³

1. السكان والتنمية البشرية ومؤشرات الفقر

تعتبر الخصائص الديمغرافية ووضع التنمية من أهم المدخلات الأساسية لوضع السياسة الطاقوية والتخطيط لها، وذلك بالنظر إلى العلاقات الوثيقة بين توافر خدمات الطاقة من جهة، والمقومات الأساسية الثلاثة للتنمية المستدامة من جهة أخرى. وقد قدر إجمالي عدد السكان في الوطن العربي عام 2003 ما

¹ محمد حسان الخلف، "الطاقة الكهربائية وأهميتها الاستراتيجية في سوريا"، بحث أعد لنيل درجة الإجازة في الجغرافيا البشرية والاقتصادية، جامعة حلب، سوريا، 2008، ص 55.

² رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 34-35.

³ محمد حسان الخلف، مرجع سابق، ص 59-60.

يمثل 4,7% (بنحو 305 مليون نسمة) من سكان العالم. خلال العقدين الماضيين بلغ متوسط معدل الزيادة السنوية في الدول العربية 2,6% مقارنة بمعدل 1,5% في بقية دول العالم.

2. التنمية البشرية والفقر

صنف تقرير التنمية البشرية لسنة 2004، الصادر عن برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، دول العالم طبقاً لمؤشر التنمية البشرية (HDI) والذي يقيس ما حققته كل دولة في ثلاث أوجه للتنمية البشرية وهي: متوسط طول العمر، مستوى المعرفة والمستوى اللائق بالمعيشة. فحققت البحرين أعلى مؤشر تنمية بشرية على مستوى الدول العربية، وتليها دولة الكويت. ونجد ارتفاع عدد السكان الذين يعيشون دون مستوى حد الفقر المحدد بدخل يومي \$2.

مما سبق يظهر بجلاء أن أوضاع التنمية البشرية ومعدل الفقر غير مرض، وأن ظاهرة الفقر تمثل مشكلة عويصة في معظم الدول.

3. الفقر وإمكانية الإمداد بخدمات الطاقة

تعتبر عملية الإمداد بخدمات الطاقة الكهربائية مطلباً أساسياً للتنمية الاقتصادية والاجتماعية للتقليل من ظاهرة الفقر، بالإضافة إلى توفر المياه النظيفة، والخدمات الصحية الملائمة، ونظام التعليم الجيد، وشبكات الاتصال. فالكهرباء توفر أفضل وسائل الإضاءة وأكثرها كفاءة، وأنها لازمة لتشغيل أهم الأجهزة المنزلية، وللعلم فإن معدلات الإمداد بالكهرباء في الدول العربية سنة 2000 تراوحت ما بين 100% في دولة الكويت إلى 7,7% في جزر القمر وجيبوتي والصومال وموريتانيا، مقارنة بالمتوسط العالمي الذي بلغت نسبته 72,8% والمتوسط العام للدول النامية الذي بلغ 64,2%. وقد أظهرت الدراسات أن الافتقار إلى خدمات الطاقة وخاصة الكهرباء، يرتبط ارتباطاً وثيقاً بعدد السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر.¹

¹ رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص-ص 36-37.

المبحث الثالث: الطاقة الكهربائية في الجزائر

لا تزال الجزائر كغيرها من الدول الأخرى تسعى إلى التطور في المجال الطاقوي بصفة عامة حيث سجل قطاع الطاقة والمناجم في السنوات الخمس الأخيرة نتائج قيمة، نظرا للإصلاحات التي قامت بها الدولة في تعديل واستحداث قوانين ومؤسسات لتمكّن الدولة من استرجاع صلاحيتها، بصفتها مالكة للثروة المنجمية والطبيعية، ومحرك الاستثمارات.

المطلب الأول: قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

عرف قطاع الطاقة في الجزائر نموا مستمرا منذ الاستقلال إلى يومنا هذا كنتيجة حتمية لتطور المجهودات المبذولة من طرف الدولة لتطوير هذا القطاع الحساس وتعتبر الطاقة الكهربائية من أهم أشكال الطاقة التي تزايد الطلب عليها نتيجة لتطور اقتصاديات البلاد وكذا تحسن مستوى معيشة الأفراد، في هذا الجزء سنحاول التعرف على تطور قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر.

أولا: التطور التاريخي لقطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

في سنة 1946 تم إضفاء الصبغة الوطنية على قطاع الكهرباء والغاز من خلال قانون رقم 628-46 المؤرخ في 8 أفريل 1946 ثم في سنة 1947 تم خلق المؤسسة EAG والمسماة "كهرباء وغاز الجزائر"، في سنة 1962 نالت الجزائر استقلالها التام ماعدا بعض المخالفات التعاقدية في مجال المحروقات واستغلال الصحراء.

في سنة 1969 كانت أول خطوة قانونية بعد الاستقلال والتي من خلالها تم حل المؤسسة EAG وإنشاء الشركة الوطنية للكهرباء والغاز (SONELGAZ) من خلال التعليم رقم 5-69 المؤرخة في 30 جانفي 1969، ثم في سنة 1983 وفي إطار إعادة هيكلة SONELGAZ تم إنشاء 6 مؤسسات مستقلة عن المؤسسة الأم تعنى بالأشغال الكبرى كمد، توصيل وإصلاح الغاز والكهرباء، في سنة 1991 تغيرت الطبيعة القانونية لسونلغاز لتتحول إلى مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري EPIC وتم الإعلان عن القانون الخاص بذلك في سنة 1995. في سنة 1996 تم التطهير المالي الشامل لشركة سونلغاز، ثم في سنة 1999 تم استحداث بعض الفروع التي تهتم بالأنشطة الثانوية في مجال الكهرباء والغاز.

توالت عملية التطور حيث في سنة 2002 تم اعتماد القانون الخاص بالكهرباء والغاز وتم تحويل سونلغاز من EPIC إلى شركة ذات أسهم SAP، ثم في سنة 2004 تم إنشاء ثلاثة فروع يهتم كل فرع منها بنشاط أساسي، هذه الفروع هي سونلغاز لإنتاج الكهرباء SPE، مسير شبكة نقل الكهرباء GRTE، مسير شبكة نقل الغاز GRTG، ثم في سنة 2006 أنشئت أربع فروع للتوزيع هي سونلغاز للتوزيع بالجزائر SDA، سونلغاز للتوزيع بالمركز SDC، سونلغاز للتوزيع بالشرق SDE وسونلغاز للتوزيع بالغرب

SDO كما تم إنشاء فرع مستقل لمتعامل النظام OS في سنة 2007 تم إنشاء سبعة فروع متخصصة في المهام القاعدية، ثم في سنة 2008 تمت آخر مرحلة من عملية إعادة الهيكلة من خلال إنشاء فرعين لكل من نظام المعلومات.¹

وتجدر الإشارة إلى أهمية المحتوى الذي قدمه القانون رقم 01-02 المؤرخ في 05 فيفري 2002 والمتعلق بالطاقة الكهربائية والغاز وكان من أهم بنوده ما يلي:

- فتح وظيفة الإنتاج للمنافسة والاستثمار الخاص؛
- إنشاء هيئة معدلة مستقلة (GREG) تختص بالسهر على السير الحسن لقطاعي الكهرباء والغاز على حد سواء؛
- فتح وظيفة التوزيع إلى نظام الحصص؛
- إنشاء متعامل السوق والذي يختلف عن متعامل النظام؛
- إثبات حق الغير من الاستفادة من خدمات نقل الطاقة الكهربائية؛
- إثبات مفهوم الزبون الحر والزبون المقيد مع التأكد على دور الدولة في ضمان الخدمة العمومية.²

ثانيا: استعمال الغاز الطبيعي كمورد لإنتاج الطاقة الكهربائية

إذا كان هناك من سبب بعينه وراء ظهور الغاز الطبيعي كسلعة فهو ارتفاع الطلب على الكهرباء، حيث يمثل استعمال الغاز لغرض إنتاج الطاقة الكهربائية أهم استخدام له، حيث زاد الاهتمام بذلك في العشرية الأخيرة نظراً لإيجابيات هذه العملية سواء من حيث التكاليف أو مدة الإنجاز، زيادة على الفعالية الطاقوية بالنسبة للمراكز التي تستخدم الغاز كمادة أولية، وأهم سبب هو أنه أقل تلويثاً للبيئة مقارنة مع الفحم الذي كان يعد المصدر الأول لإنتاج الكهرباء.

عرف استهلاك الكهرباء في الجزائر تطوراً سنوياً بمعدل 8%، حيث انتقل من 3249 ميغاواط ساعي في سنة 1976 إلى 25910 ميغاواط ساعي في سنة 2004 وسيصل إلى حوالي 27000 ميغاواط في ساعي 2005.

هذا التطور ناتج عن حاجيات الاقتصاد والسكان، مما ألزم تطور وسائل الإنتاج، حيث تضاعفت الطاقة القائمة من 1450 ميغاواط سنة 1976 إلى 6753 ميغاواط سنة 2004.³

¹ هاجر شناي، زوبيدة محسن، "أثر إعادة هيكلة سونلغاز على تحقيق مهمة المرفق العام لقطاع الكهرباء في الجزائر"، مجلة الدراسات الاقتصادية المعمقة، العدد 08، جامعة مستغانم، الجزائر، 2018، ص 139.

² المرجع السابق، ص 140.

³ بن أحمد أحمد، مرجع سابق، ص 25.

ثالثا: التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر

هناك العديد من التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر ومنها:¹

1. التحديات الفنية: والمتمثلة في:

- التفاوت الكبير في الأحمال اليومية أثناء نفس اليوم؛
- التفاوت الكبير في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال السنة؛
- الاستثمارات المالية الكبيرة لمواجهة الطلب خاصة أحمال الذروة.

2. التحديات المالية: ومنها:

- الاستثمارات المالية المطلوبة لمجابهة الزيادة المطردة في الطلب على الطاقة الكهربائية؛
- غياب الاستثمارات المالية في مشروعات رفع كفاءة الطاقة (شركات خدمات الطاقة)؛
- محدودية التمويل لأنشطة الترشيد (الحكومة/القطاع الخاص).

3. التحديات الاجتماعية: والمتعلقة بـ:

- الإسراف في استخدام الطاقة الكهربائية؛
- المعدلات المتنامية في عدد السكان بالجزائر؛
- الحاجة إلى إيصال الخدمة الكهربائية إلى المناطق النائية؛
- قصور وعي أغلب المواطنين بأهمية وضرورة الترشيد.

4. التحديات التشريعية: أهمها:

- غياب الخطة الوطنية لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية؛
- غياب القوانين والتشريعات التي تساعد على ترشيد استهلاك الطاقة؛
- غياب الحوافز والجزاءات في حالة الترشيد.

رابعا: المحطات الكهربائية المستعملة في الجزائر

ذكرنا سابقا أنواع المحطات المستعملة لتوليد الطاقة الكهربائية في العالم ولكن نجد ثلاثة منها فقط

متواجدة في الجزائر وهي:

1. **المحطات الحرارية البخارية:** إن هذا النوع من المحطات موجودة في الوسط من حيث تكاليف الاستثمار والاستغلال المتعلقة بالمحطات الكهرومائية، ومحطات توربينات الغاز. وهي المسيطرة من حيث القدرة المقامة في أغلب حظائر الإنتاج. يمثل هذا الإنتاج حوالي 50% من الإنتاج الإجمالي، وكان يهيمن في حظيرة الإنتاج في منتصف التسعينات. وتم تدعيم هذا الإنتاج بانطلاق محطتين في العمل هما:²

¹ بوهنة كلثوم، نور محمد، مرجع سابق، ص 12.

² طالي معمر إيمان، مرجع سابق، ص 21.

- أ. محطة مرسى الحاج: تتكون من مجموع مولدتين للكهرباء بطاقة 168 ميغاواط لكل واحدة، والتي انطلقت في الإنتاج سنة 1990.
- ب. محطة جيجل: تتكون من ثلاث مجموعات مولدة للكهرباء بطاقة 196 ميغاواط لكل واحدة، والتي انطلقت في الإنتاج سنة 1992.¹
2. المحطات المائية: التوربينات تحرك قوة الماء، وللوصول إلى قوة التحريك يستخدم ارتفاع سقوط الماء أو قوة تيار ماء الأنهار، ويتطلب ذلك تكوين سدود لتجميع المياه. فإذا توفرت الطاقة المائية، يمكن إقلاع التوربينات المائية في بضعة دقائق استجابة للتغيرات السريعة للطلب على الكهرباء. وتجدر الإشارة إلى أن تكلفة الاستثمار بالنسبة للمحطات الكهرومائية مرتفعة جداً، بينما تكلفة استغلالها منخفضة للغاية يمكن اعتبارها مهملة. يرتبط إنتاج الكهرباء مباشرة بسقوط الأمطار، وتعكس آثار الجفاف الذي ميز الجزائر في السنوات الأخيرة. وقد كان يمثل إنتاج الكهرباء عن طريق المائي سنة 1985 حوالي 6% من الإنتاج الإجمالي، أما اليوم فيمثل 1% فقط.²
3. محطات توربينات الغاز: عرفت هذه الحظيرة في الجزائر تطوراً من سنة 2002 مع بداية تشغيل المحطات الآتية:

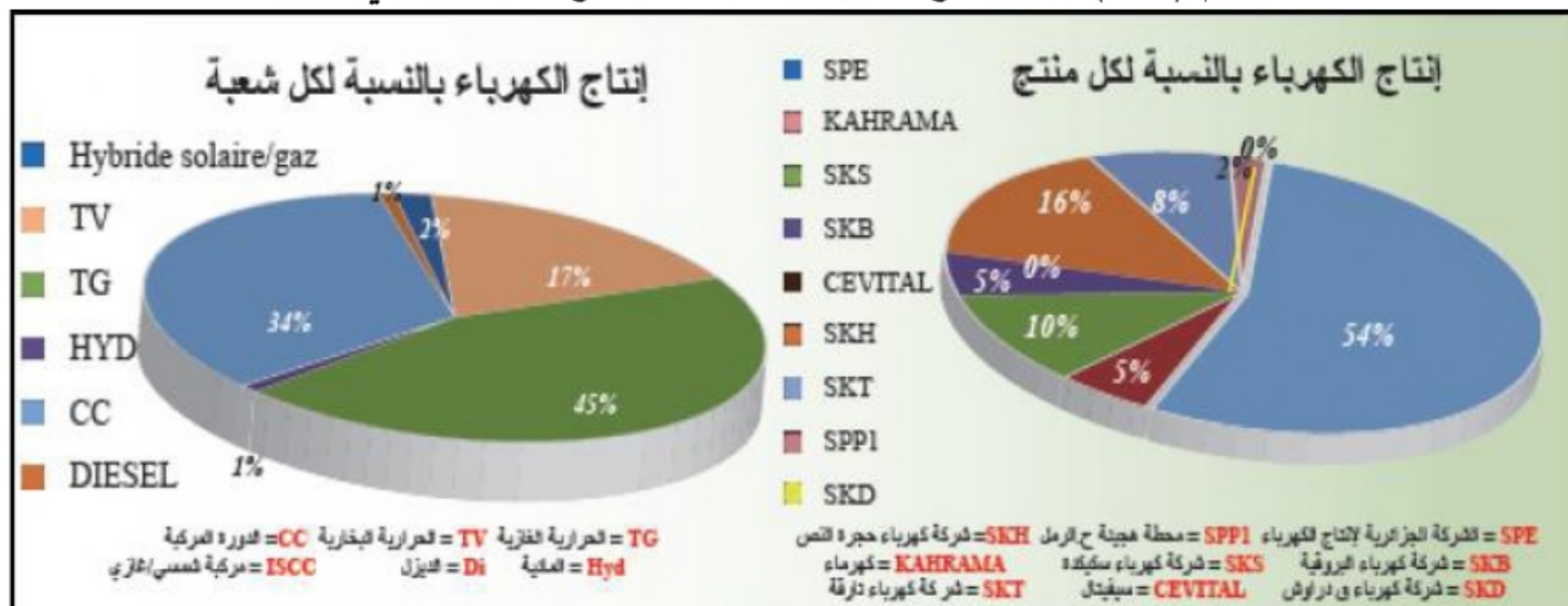
- أ. الحامة (ولاية الجزائر): بطاقة إنتاج تقدر ب 420 ميغاواط؛
- ب. فكرينة (ولاية أم البواقي): بطاقة إنتاج تقدر ب 292 ميغاواط؛
- ج. ارزيو (ولاية وهران): بطاقة إنتاج تقدر ب 321 ميغاواط، بشراكة مع بلاك اندفيتش؛
- د. سكيكدة (SKS): أنجزت هذه المحطة من طرف الشركة الجزائرية للطاقة بشراكة (AEC) مع الشركة الكندية سانس سي لافلان، بطاقة إنتاج تقدر ب 827 ميغاواط؛
- هـ. البرواقية (SKB): بطاقة إنتاج تقدر ب 480 ميغاواط.³

¹ خليفة دلهوم، مرجع سابق، ص 99.

² رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 59.

³ رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص ص 59-60.

الشكل رقم (1-4): يمثل إنتاج الكهرباء بالنسبة لكل منتج ولكل شعبة في الجزائر



من خلال الشكل نلاحظ أن إنتاج الكهرباء يتفاوت من منتج لآخر وأكبر حصة كانت لـ SKT بنسبة 54% لتليها المنتجات الأخرى بنسب متقاربة أما بالنسبة للشعب فنلاحظ أن أكبر نسبة هي TG بنسبة 45%.

المطلب الثاني: استهلاك وترشيد الطاقة الكهربائية في الجزائر

كما رأينا سابقا أن الكهرباء هي الطاقة القادرة على تموين وتوفير الاحتياجات من إضاءة وقوة محرك وحرارة والتبريد رغبة في الرفاهية والراحة.

أولا: استهلاك الطاقة الكهربائية

عرف استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر تزايدا مستمرا، فلقد وصل إلى أعلى معدلاته في فترة السبعينات التي بلغ فيها معدل النمو السنوي المتوسط نسبة 13%، لتعرف هذه الزيادة المقدرة بـ 6.5% سنويا استقرارا في الفترة اللاحقة.¹

والجدول الموالي يبين تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة الممتدة بين 2000-2017.

¹ بوفنش وسيلة، مرجع سابق، ص 79.

الفصل الأول.....الإطار النظري للدراسة

الجدول رقم (1-1): يمثل تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر للفترة 2000-2017

الوحدة: كيلوواط ساعي/ الفرد الواحد

السنة	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
استهلاك الكهرباء	680	706	728	783	801	887	859	891	944
السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
استهلاك الكهرباء	863	1013	1119	1232	1272	1356	1478	1574	1670

المصدر:

<http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?langue=fr&codePays=DZAodeTheme=6&codeStat=EG.USE.ELEC.KH.PC>

من خلال معطيات الجدول أعلاه، نلاحظ أن الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية عرف تطورا ملحوظا حيث تضاعف هذا الأخير في الفترة الممتدة ما بين 2000-2017، وحقق أعلى مستوياته في الفترة الأخيرة حيث سجل الاستهلاك الوطني للكهرباء قيمة عظمى في سنة 2017 حيث بلغت 1670 كيلوواط ساعي كما حقق أدنى مستوى له في سنة 2000 بقيمة 680 كيلوواط ساعي بمتوسط حسابي قدر ب 1047.55556 كيلوواط ساعي وانحراف معياري يساوي 311.634443 كيلوواط ساعي، ويرجع ذلك إلى عدة عوامل أهمها تزايد عدد السكان واختلاف فصول السنة حيث أنه يزداد في فصل الصيف على غرار الفصول الأخرى، حاجة الأفراد للطاقة الكهربائية بسبب توسع استخدام الأدوات الكهرومنزلية بالإضافة إلى مستوى معيشتهم نتيجة ارتفاع مداخيلهم.

تستخدم الكهرباء في مجالات عدة نذكر منهم:¹

1. **الاستخدامات الخاصة:** من أهم التطبيقات الشائعة التي دعمت تطور استهلاك الكهرباء هي: الإضاءة، ثم انتشار الأجهزة الكهرومنزلية، والقوة المحركة، والتحليل الكهربائي. وأصبحت تسمى بالتطبيقات الخاصة أو المستقطبة للكهرباء. وبالطبع فإن نصيب هذه الاستخدامات الخاصة في النمو المستقبلي لاستهلاك الكهرباء يختلف من بلد إلى آخر.

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

ب. **في الدول النامية:** تساهم بقسط معتبر نظرا لانخفاض معدل التجهيز، والنمو الهام المرتبط بتحسين شروط الرفاهية.

2. **الاستخدامات المنافسة:** العامل الأساسي لتطور استهلاك الكهرباء مستقبلا في الدول المتقدمة هو انتشار التطبيقات المنافسة، الناتجة عن منافسة الكهرباء لأنواع الطاقات الأخرى عن طريق الاستبدال التدريجي للاستعمالات المباشرة للوقود الأحفوري في القطاع المنزلي، والقطاع الثالث، والقطاع

¹ رحيب إبراهيم، مرجع سابق، ص 64.

الصناعي. هذا التطور أصبح ممكنا ومرغوبا فيه، نتيجة التقدم التقني، وتحسن شروط المنافسة عن طريق السعر والوفرة مقارنة بالطاقات الأخرى.

ثانيا: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

يعتبر موضوع الترشيح الاقتصادي للطاقة من المواضيع الحساسة، نظراً لمتطلبات المرحلة التنموية، التي تخوضها البلدان النامية، والتي تستلزم حشد وتضافر الجهود والإمكانات للاستفادة القصوى منها من جهة وتسريع العمليات التنموية من جهة أخرى. وتبرز هذه المسألة كمهمة وطنية وضرورة ملحة لما لها من تأثيرات على الجوانب المختلفة من الحياة الاقتصادية سواء بالنسبة للمنتج أو المستهلك أو الاقتصاد الوطني ككل.

1. مفهوم ترشيد الطاقة الكهربائية

مفهوم الترشيح في استهلاك الطاقة الكهربائية ربما يفسره البعض أنه ضوابط وإجراءات تقيد حرية الاستخدام والاستفادة من مصادر الطاقة أو أنه عبارة عن أسلوب خاص للتوفير ناتج عن نقص في إمدادات الكهرباء... والحقيقة أن ترشيح الاستهلاك لا يعني تقليل الاستهلاك وإنما يعني بالتحديد الاستهلاك الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية بما يحد من إهدارها دون المساس براحة مستخدميها أو إنتاجيتها أو المساس بكفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة ويتم تحقيق هذا الهدف من خلال اعتماد أساليب وتدابير حكيمة رشيدة في مختلف قطاعات الاستهلاك.¹

2. أهداف الترشيح: يهدف ترشيح الطاقة الكهربائية إلى:²

- تخفيض قيمة فاتورة استهلاك الطاقة الكهربائية؛
- البعد عن الإسراف في استهلاك الطاقة الكهربائية؛
- المشاركة الفعالة مع شركات النقل والتوزيع لاستمرار الخدمة الكهربائية بالكفاءة المطلوبة عن طريق تخفيض الأحمال الزائدة على محطات وشبكات الكهرباء.

3. سياسات ترشيح استهلاك الطاقة الكهربائية

قد لا يختلف اثنان على أن عملية ترشيح استهلاك الكهرباء هي قضية اقتصادية بالمقام الأول ووصولاً لهذا الهدف لابد من إنفاق استثماري وترشيح استهلاك الطاقة الكهربائية يتطلب وضع البرامج والخطط التنفيذية ومن بينها ما يلي:³

¹ هاجر شناي، زوبيدة محسن، "جهود الدولة الجزائرية في الحفاظ وترشيح استهلاك الطاقة الكهربائية"، المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، مجلد 5، العدد 1، 2018، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 30-05-2018، ص 58.

² رحيم إبراهيم، مرجع سابق، ص 67.

³ بن أحمد احمد، مرجع سابق، ص 39.

- أ. السياسة السعرية: وتتمثل في وضع سياسة سعرية هادفة فالمعروف أنه لما زاد سعر الكهرباء، حرص المستهلكون على خفض استهلاكها ولو اقتضى ذلك استبدال الأجهزة ذات الاستهلاك الكبير بأخرى أكفأ منها.
- ب. التوعية: وذلك من خلال حملات إعلامية تشارك جميع الأجهزة السياسية والاقتصادية والاجتماعية مع توفير البيانات والإرشادات اللازمة بل يمكن تدريس وسائل الترشيد في المدارس.
- ج. البحوث والتطوير: وهذا يستلزم دوراً فعالاً من الدولة لتوجيه مراكز البحوث مع توفير كافة الإمكانيات المادية والبشرية اللازمة للقيام بالدراسات والبحوث اللازمة لتطوير أساليب مبتكرة وتحسين الأساليب القائمة.
- د. تحسين كفاءة أداء المنظومة الكهربائية بمراحلها "الإنتاج، النقل والتوزيع".
- وعندما نستعرض أهم الإجراءات التي ينبغي إتباعها ضمن برنامج الاستهلاك لابد من السعي إلى:¹
- الترشيد العام في استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاعات الصناعية والسكنية والتجارية والمرافق العامة؛
 - الاستغلال الأمثل للطاقة عن طريق إتباع الوسائل المختلفة التي تساعد في الحفاظ على الطاقة مثل العوازل الحرارية واستخدام الأجهزة ذات الكفاءة العالية وغيرها؛
 - تخفيض أو إزاحة الأحمال خلال فترة الذروة؛
 - التوعية العامة لجميع المواطنين.
4. طرق ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في بعض القطاعات
- وهي المتمثلة في القطاع المنزلي، والقطاع الصناعي.
- أ. القطاع المنزلي: طرق ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في بعض الأجهزة الكهربائية مثل:²
- الإضاءة؛
 - السخان الكهربائي؛
 - الثلاجة والفریزر؛
 - التلفاز؛
 - مكيف الهواء؛
 - غسالة الملابس؛
 - المكواة الكهربائية.

¹ بن زغمان خضرة، مرجع سابق، ص 8.

² بوهنة كلثوم، نور محمد، مرجع سابق، ص 14-15.

ب. القطاع الصناعي:

- تحديد شخص مسؤول لمتابعة تطبيق إجراءات ترشيد الاستهلاك بالمصانع؛
- إطفاء جميع الأجهزة ووحدات التكييف والإضاءة في الأماكن غير المشغولة وعند نهاية العمل؛
- العمل على تحسين المباني غير معزولة بإضافة عوازل للأسقف والجدران الخارجية والنوافذ؛
- تقليل الإضاءة الداخلية والخارجية وإيقافها أثناء ساعات النهار والاعتماد على الإضاءة الطبيعية؛
- استخدام المصابيح (الفلورسنت) والمصابيح الموفرة للطاقة ذات الاستهلاك الأقل والكفاءة العالية؛
- إيقاف تشغيل بعض التجهيزات الثانوية خلال فترة الذروة؛
- إتمام عملية الصيانة السنوية خلال فترة الصيف؛
- عمل الصيانة الدورية للمعدات وخصوصاً ذات الاستهلاك العالي لتخفيض استهلاكها؛
- قيام إدارة المصنع بتوعية العاملين والموظفين بأهمية الترشيد، من خلال إصدار عبارات ورسومات إرشادية تُعلق داخل المصنع، وخصوصاً في أماكن تجمع العاملين.¹

المطلب الثالث: عموميات حول مؤسسة سونلغاز

تعاقبت عدة أجيال على الشركة لضمان النمو والتطور وتحقيق المشاريع الكبرى لإرضاء حاجات الدولة السائرة في النمو والتطور.

أولاً: لمحة تاريخية عن مؤسسة سونلغاز

1. تعريف مؤسسة سونلغاز

سونلغاز هي المتعامل التاريخي في ميدان الإمداد بالطاقة الكهربائية والغازية بالجزائر، وهي مؤسسة وطنية مهمتها إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها وكذلك نقل الغاز وتوزيعه عبر القنوات وتعد سونلغاز الشركة الوحيدة والمحتكرة في هذا المجال ومرت بعدة مراحل واليوم هي ذات قيمة عالية وتعد الثانية بعد شركة سوناطراك، وقانونها الأساسي الجديد يسمح بإمكانية الدخول في قطاعات جديدة، فهذه القطاعات لها أهمية بالنسبة للمؤسسة ولإسليم تسويق الكهرباء والغاز خارج الوطن.²

منذ صدور القانون قامت سونلغاز بإعادة هيكلة مصالحها لكي تتكيف مع السياق الجديد، إذ أضحت اليوم مجعاً صناعياً يتألف من 39 شركة فرعية، وتشغل 40000 عامل.

لقد لعبت سونلغاز على الدوام دوراً راجحاً في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد، ومساهمتها في تجسيد السياسة الطاقوية الوطنية ترقى إلى مستوى برامج الإنجاز الهامة في مجال الإنارة الريفية والتوزيع

¹ هاجر شناي، زوبيدة محسن، مرجع سابق، 61.

² بوخطة محمد لزهر، "دور تكوين العاملين في تحسين إنتاجية المؤسسة دراسة حالة مديرية توزيع الكهرباء والغاز-ورقلة ريفي- (2011-2016)"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة الماستر أكاديمي قسم العلوم الاقتصادية تخصص تسيير واقتصاد بترولي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2016-2017، ص22.

العمومي للغاز التي سمحت برفع نسبة التغطية من حيث إيصال الكهرباء إلى أكثر من 97% ونسبة توغل الغاز إلى ما يفوق 37%.

إن سونلغاز العازمة على فعل المزيد وبشكل أفضل، قد حددت على الدوام تمويلات هامة من أجل تطوير وتعزيز المنشآت الكهربائية والغازية وبالنسبة إلى الفترة (2005-2010) فقد وضعت برنامج استثماري استثنائي في موضع التنفيذ بغية رفع قدراتها الإنتاجية الخاصة بالكهرباء وتكثيف شبكاتها الناقلة للكهرباء والغاز وجعلها أقوى، والعمل على تحسين وتحديث خدماتها الموجهة إلى زبائنها كذلك.¹

2. نشأة وتطور مؤسسة سونلغاز

هي من أقدم المصالح العمومية المعروفة، حيث تعود نشأتها إلى ما بعد الأربعينات أي الحرب العالمية الثانية.

حيث كان استغلال الكهرباء والغاز في تلك الفترة من طرف المستثمرين الفرنسيين الخواص وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية كان الاقتصاد الفرنسي في حالة تدهور، مما ألزم الحكومة الفرنسية بتأمين استغلال الكهرباء والغاز بموجب قانون رقم 46-628 في افريل 1946 وتم تطبيقه بالجزائر سنة 1947 حيث تم انشاء EGA "كهرباء وغاز الجزائر".

وبعد الاستقلال في ديسمبر 1962 قررت الحكومة الجزائرية بقاء سير شركة الكهرباء والغاز الجزائري على نفس السياق مع إجراء تعديلات خفيفة حتى سنة 1969، تم تحويل EGA إلى سونلغاز "الشركة الوطنية للكهرباء والغاز".²

أصبحت مؤسسة ذات حجم هام، فقد بلغ عدد العاملين فيها نحو 6000 عون، وكان الهدف المقصود من تحويل الشركة هو إعطاء المؤسسة قدرات تنظيمية وتسييرية لكي يكون في مقدورها مرافقة ومساندة التنمية الاقتصادية للبلاد، والمقصود بوجه خاص هو التنمية الصناعية وحصول عدد كبير من السكان على الطاقة الكهربائية وهو مشروع يندرج في مخطط التنمية الذي أعدته السلطات العمومية، وقد أوكلت لها المهام التالية:³

- كهريف (KAHRIF) للأعمال المولدة للكهرباء أو الأشغال الكهربائية؛
- كهركيب (KAHRAKIB) لتركيب البنية التحتية والمنشآت الكهربائية؛

¹قادري رياض، "مقاربة رياضية وقياسية للتنبؤ بالمبيعات التنبؤ بمبيعات شركة سونلغاز من الكهرباء المنخفض التوتر لسنة 2016 باستخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية BOX&JENKINS"، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه قسم العلوم التجارية تخصص تسويق، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان، الجزائر، 2016-2017، ص ص194-195.

² لعرج عثمان، زغدودي عبد القادر، "دراسة تحليلية تنبؤية لمبيعات الكهرباء وحدة البلدية 2006-2011"، مذكرة تخرج ضمن متطلبات نيل شهادة مهندس دولة في الإحصاء والاقتصاد التطبيقي تخصص إحصاء تطبيقي/ الواقع الاقتصادي والاستشراف، المدرسة الوطنية العليا للإحصاء والاقتصاد التطبيقي، الجزائر، 2011-2012، ص10.

³ قادري رياض، مرجع سابق، ص192.

- كناغاز (KANAGAZ) لإعداد وإنجاز قنوات نقل وتوزيع الغاز؛
 - إنراقا (INERGA) لأشغال الهندسة المدنية؛
 - التركيب (ETTERKIB) للتركيب الصناعي؛
 - أ م س (AMC) لصناعة العدادات وآلات القياس والمراقبة.
- وفي سنة 1992، تحولت سونلغاز إلى مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري (EPIC)، وضمن الهدف نفسه، أصبحت المؤسسة في سنة 2002 شركة مساهمة (SPA) وهذه الترقية تمنح لمؤسسة سونلغاز إمكانية توسيع أنشطتها لتشمل ميادين أخرى تابعة لقطاع الطاقة كما تتيح لها إمكانية التدخل خارج حدود الجزائر.
- وباعتبارها شركة مساهمة، فإنه يتعين عليها حيازة حافضة أسهم وقيم أخرى منقولة، من إمكانية امتلاك أسهم في شركات أخرى.¹
- في جانفي 2004 بدأت عملية تحويل سونلغاز مع إنشاء ثلاث شركات "مهن قاعدية"، وهكذا فإن الوحدات المسؤولة عن انتاج الكهرباء ونقلها وعن نقل الغاز قد شيدت كفروع تضمن إنجاز هذه النشاطات، ويتعلق الأمر بما يلي:²
- الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء SPE؛
 - الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباء GRTE؛
 - الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغاز GRTG.
- كما شهدت سنة 2005 التنصيب الرسمي للجنة ضبط الكهرباء والغاز (CREG) وإيصال مؤسسات بمجمع سونلغاز بقرار من السلطات العمومية من أجل تحقيق فعالية في إنجاز المشاريع الطاقوية، كما تم في سنة 2006 إعادة هيكلة وظيفة التوزيع في سونلغاز بإدماج فروع الأشغال في مجمع سونلغاز وهي أربعة فروع للتوزيع وهي:
- الجزائر العاصمة؛
 - منطقة الوسط؛
 - منطقة الشرق؛
 - منطقة الغرب.

¹ سمير بن محاد، "استهلاك الطاقة في الجزائر دراسة تحليلية وقياسية"، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص الاقتصاد الكمي، جامعة الجزائر، الجزائر، 2008-2009، ص46.

² بن قاسمي طارق، "استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز"، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم التسيير تخصص الأساليب الكمية في التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2013-2014، ص3.

رغم كل هذا التطور تبقى المهمة الأساسية لسونلغاز ضمان الخدمة الأساسية لها بتوسيع نشاطاتها وتطوير التسيير الاقتصادي، وفي سنة 2007 عرف مجمع سونلغاز إنشاء معهد تكوين في الكهرباء والغاز، وشركة مشتركة في الاتصالات بين سونلغاز وسوناطراك وهي شركة الطاقة والاتصالات الجزائرية.¹

3. أهداف مؤسسة سونلغاز

من أهدافها تحقيق ما يلي:²

- ضمان انتاج ونقل الطاقة الكهربائية للمستهلك؛
- ضمان التأمين والتوزيع العام للغاز مع احترام شروط الحماية بأقل تكلفة؛
- ضمان التموينات المهمة لتنفيذ هذه البرامج؛
- التخطيط باستخدام البرامج السنوية؛
- إعداد مخططات للتطوير الهيكلي للطاقة الكهربائية والغازية، وأيضا الآلات المستعملة وحتى القياس والتعداد.

ثانيا: مهام ووظائف مؤسسة سونلغاز

1. مهام مؤسسة سونلغاز

إن شركة سونلغاز تتحكم وتحتكر مهمة الإنتاج، النقل والتوزيع كما تقوم زبائنها بالطاقة الكهربائية المنتجة من طرفها وكذلك الغاز الذي تشتريه من مؤسسة سوناطراك، وتمكن مهامها فيما يلي:³

أ. بالنسبة للكهرباء: الكهرباء تنتج عن طريق مراكز كهربائية متواجدة في عدة نقاط متواجدة عبر القطر الوطني وهذه الطاقة المنتجة تقوم سونلغاز بإرسالها إلى الزبائن بواسطة شبكات كهربائية متمثلة في خطوط ومراكز، ومنه إما أن ترسل إلى بعض الزبائن الصناعيين، وإما تمر في مراكز التحويل حتى يتم التخفيض من درجة توترها، وذلك لأجل إيصالها إلى الزبائن العاديين بدرجة تتراوح بين 380 فولط إلى 220 فولط.

ب. بالنسبة للغاز: تمتلك الجزائر احتياطا معتبرا من الغاز الطبيعي يقدر ب: 300 مليار م³، متركز في آبار حاسي الرمل التي تحتوي وحدها على 75% من الاحتياط الوطني، ويأتي في المرتبة الثانية للشركة وهي على عكس تماما بالنسبة للكهرباء.

¹ قادري رياض، مرجع سابق، ص194.

² لعرج عثمان، زغدودي عبد القادر، مرجع سابق، ص ص 10-11.

³ المرجع سابق، ص11.

حيث يتم شراء من الشركة المنتجة له وهي سوناطراك، كما يتم توزيعه أيضا للمشاركين عن طريق القنوات، هذه الطاقة ترسل هي الأخرى إما إلى بعض العملاء الصناعيين أو تمر بمراكز تخفض من درجة الضغط تم توضع في شبكات التوزيع ومنها توصل إلى المشاركين العاديين.

2. وظائف مؤسسة سونلغاز

لمؤسسة سونلغاز وظائف أساسية تتمثل فيما يلي:¹

أ. الإنتاج: إن طبيعة الكهرباء كمنتوج غير قابل للتخزين أجبر مؤسسة سونلغاز على اندماج كامل لكل نشاطاتها من الإنتاج إلى غاية الاستهلاك النهائي، الإنتاج هو عملية تحويل الطاقة الحرارية أو المائية إلى طاقة ميكانيكية، ثم إلى طاقة كهربائية ويشمل الإنتاج على الفروع الآتية:

- فرع الديزل: يتكون من 183 مولداً بطاقة تتراوح بين 0.35 ميغاواط و 8 ميغاواط للمولد الواحد.
- الفرع المائي: يتكون من 34 مولداً بطاقة تتراوح من 1 ميغاواط إلى 5 ميغاواط للمولد الواحد.
- الفرع الحراري الغازي: وهو متكون من 36 مولد، حيث طاقة كل مولد تتراوح بين 20 ميغاواط و 210 ميغاواط.

- الفرع الحراري البخاري: يتكون من 20 مولد بطاقة تتراوح بين 50 ميغاواط و 196 ميغاواط.

ب. النقل: يخص نشاط النقل كل من نقل الكهرباء والغاز فنقل الكهرباء يتم عبر خطوط ذات الضغط العالي (60KV, 220KV, 400KV) بالإضافة إلى خطوط ذات الضغط المتوسط.

أما فيما يخص نقل الغاز فتقوم مؤسسة سونلغاز بتزويد السوق بالكميات اللازمة من غاز مؤسسة سوناطراك، حيث أنشئت سونلغاز شبكة هامة لنقل الغاز سواء كان للضغط العالي الموجه للمشاركين الصناعيين، أو المتوسط أو المنخفض.

ج. التوزيع: تقوم مؤسسة سونلغاز بتوزيع كل من الكهرباء والغاز بخطوط وكابلات ذات ضغط منخفض ومتوسط تلبية لاحتياجات زبائننا الصغار بالطاقة الكهربائية والغازية.

تزود سونلغاز فيما يخص توزيع الكهرباء شركائها الصناعيين بشبكات ذات ضغط مرتفع في حين أن الزبائن الصناعيين ذوي الأهمية المتوسطة تزودهم بشبكات الضغط المتوسط، أما العائلات والحرفيين فتزودهم بضغط منخفض.

في حين تلبي سونلغاز عند توزيع الغاز احتياجات ثلاث أنواع من زبائننا تتمثل في:

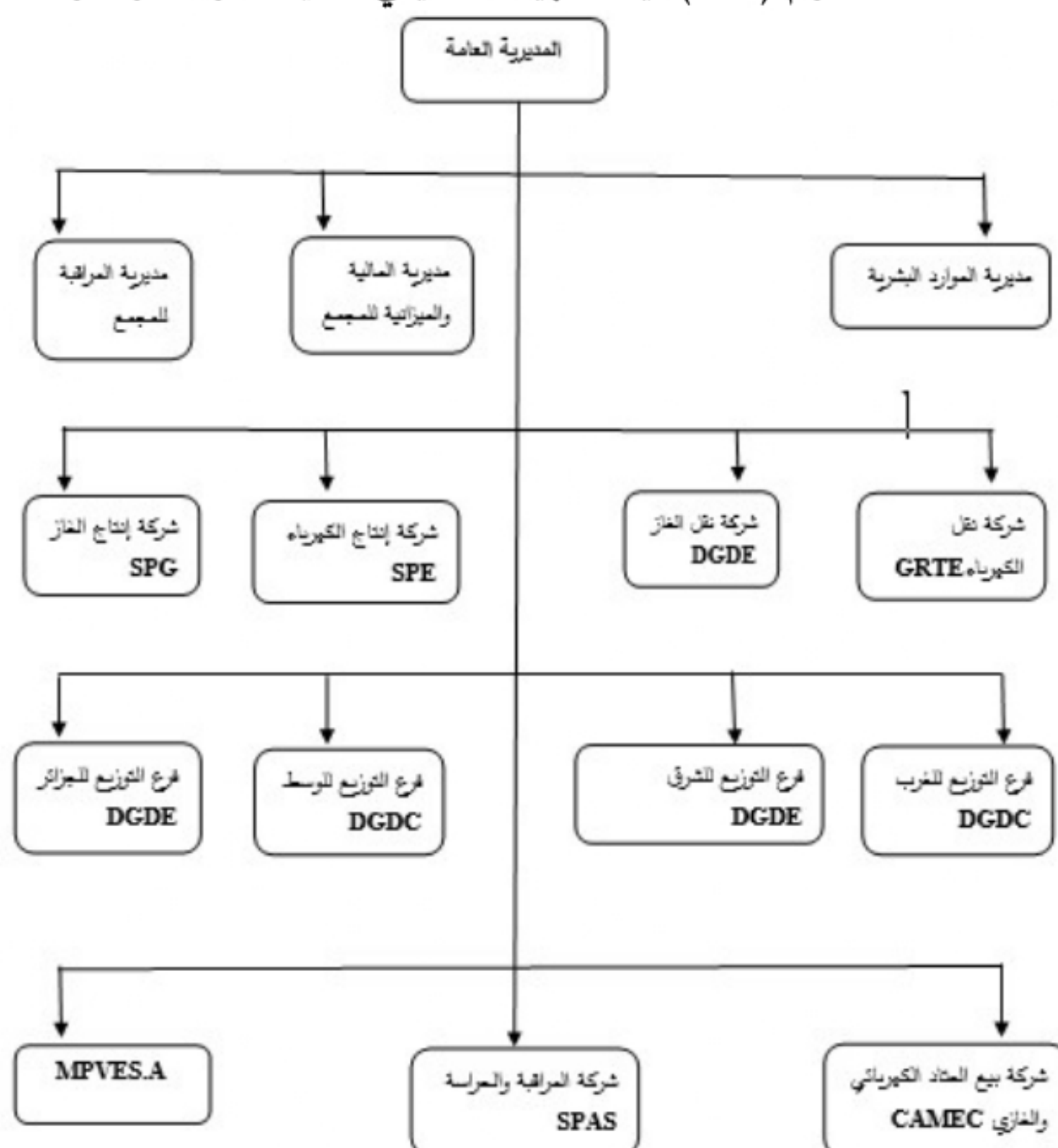
- الزبائن الصناعيين الذين يتم تغذيتهم بشبكات الضغط المرتفع؛
- الزبائن الصناعيين ذوي الأهمية المتوسطة والذين تتم تغذيتهم بشبكات الضغط المتوسط؛
- العائلات والحرفيين الذين تتم تغذيتهم بضغط منخفض.

¹قادي رياض، مرجع سابق، ص ص 202-203.

ثالثا: الهيكل التنظيمي لمؤسسة سونلغاز

يتميز الهيكل التنظيمي بمبدأ التدرج الذي يحدد العلاقات نحو الاتجاهات الأربعة: الأعلى، الأسفل، الجانبي وقد يظهر على أساس تسلسل، وقد يكون على أساس وظيفي يحدد مجال مختلف المناصب، وقد اعتمدت مؤسسة سونلغاز في تنظيمها على الهيكل التنظيمي التالي:¹

الشكل رقم (1-5): يمثل الهيكل التنظيمي الحديث لشركة سونلغاز



المصدر: لعرج عثمان، زغدودي عبد القادر، مرجع سابق، ص 19.

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن الهيكل التنظيمي الجديد لمؤسسة سونلغاز يتم من المديرية العامة إلى المديريات الفرعية الثلاثة كمديرية الموارد البشرية ومديرية المالية والميزانية للمجمع ومديرية المراقبة ثم يتم تحويلها إلى شركة الغاز والكهرباء ثم يتم إلى الفروع شرق غرب وسط والجزائر بمعنى ذلك أنه تم تقسيم أكثر حسب مناطق الوطن عكس التقسيم القديم كان يتم عبر الولايات.

¹ لعرج عثمان، زغدودي عبد القادر، مرجع سابق، ص 19.

خلاصة الفصل

تطرقنا في هذا الفصل من خلال ثلاث مباحث إلى: المفاهيم الأساسية للطاقة التي تعتبر العمود الأساسي الذي يرتكز عليه موضوعنا، وذلك بإعطاء تعريف للطاقة، نضوبها، أشكالها ومصادرها في المبحث الأول، ثم إلى دراسة الطاقة الكهربائية حيث أعطينا تعريفا لها، واختصرنا في سرد لمحة تاريخية حول الطاقة الكهربائية، وعرفنا أهم طرق التوليد المستعملة عالميا وكيفية نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية وأخيرا تطرقنا إلى دور الكهرباء في التنمية المستدامة في المبحث الثاني، أما في المبحث الثالث قمنا بدراسة عامة لقطاع الكهرباء في الجزائر.

من خلال ذلك توصلنا إلى أن قطاع الكهرباء كان محتكرا في الستينات من طرف الشركات الأجنبية التي كانت تهمل تحسين الاستغلال لبعض المناطق، وأن بعض المرافق الطاقية أهملت بحجة أنها غير مربحة مما سبب في مشكل سوء الاستغلال والتوزيع، بعدها تم تأسيس الشركة الوطنية للكهرباء والغاز سنة 1969م التي تشرف عليها وزارة الطاقة، تولت مهمة إنتاج، نقل، توزيع الكهرباء إضافة إلى نقل وتوزيع الغاز الطبيعي لتلبية احتياجات السوق الداخلية. وقد أبرزنا بعض استخدامات الكهرباء وبعض الطرق المساعدة على ترشيد الطاقة الكهربائية، نذكر منها:

- عدم تشغيل مجموعة من الأجهزة الكهربائية في وقت واحد؛
- تأجيل تشغيل البعض منها إلى أوقات أخرى حتى يمكن توزيع الأحمال الكهربائية على فترات مختلفة؛
- تفادي تشغيلها خلال فترة ذروة الأحمال.

وكمرحلة أخيرة أشرنا في لمحة تاريخية حول الشركة الوطنية للكهرباء والغاز (سونلغاز) إلى مراحل نشأتها وأهدافها، مهامها ووظائفها، هيكلها التنظيمي.

الفصل الثاني

الإطار التطبيقي للدراسة

تمهيد :

بعد تناولنا للجانب النظري من خلال الفصل الأول، تناول هذا الفصل وبعد تقديم تعريف مختصر للمؤسسة الوطنية لتوزيع الكهرباء والغاز فرع ولاية الوادي إلى تطبيق مراحل منهجية بوكس-جنكيز على المعطيات الفعلية والمتمثلة في سلسلة استهلاك الطاقة الكهربائية التي نرسم لها بـ CE، وذلك بدراسة السلسلة وتقدير النموذج والتنبؤات الشهرية للسلسلة سنة 2020 من خلال النموذج الأنسب الذي يفسر السلسلة محل الدراسة.

من أجل هذا تم تقسيم الفصل إلى مبحثين :

المبحث الأول : التعريف بالمؤسسة وبمتغيرات الدراسة

المبحث الثاني : تطبيق منهجية بوكس جنكيز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء.

المطلب الأول : نظرة على مركز التوزيع بالوادي

1- نشأة مركز التوزيع بالوادي :

في فترة سابقة كانت منطقة الوادي تتزود بالطاقة الكهربائية وذلك عن طرق وكالة الوادي التابعة لمركز التوزيع بسكرة ونظراً للكثافة السكانية تقرر إنشاء مركز توزيع لمنطقة الوادي وذلك في أواخر الثمانينات بخلق مندوبية تسمى المؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز .

في عام 1992 تحولت المندوبية إلى مركز للتوزيع الذي هو عبارة عن مؤسسة تعمل على مستوى الولاية وينقسم هذا الأخير إلى ثلاث وكالات (الوادي، المغير والديبيلة) وقد أصبحت تسمى الآن بالمقاطعة وهي عبارة عن خلايا مصغرة للتوزيع كما أنها تعتبر وسيلة وطريقة مستعملة من أجل ضمان عدة وظائف أهمها :

- وظائف خاصة بالزبائن (كشوفات تسديدات).

- وظائف خاصة بالكهرباء (شبكات كهربائية)

2- إمكانات الشركة الوطنية للكهرباء والغاز بالوادي

1.2 خصائص الشبكة :

تتميز شبكة الكهرباء والغاز لولاية الوادي :

- الكهرباء :

طول شبكة التوتر المتوسط = 2374.296 كلم

طول شبكة التوتر المنخفض = 2259.502 كلم

عدد مراكز التحويل (Postes) = 2841 مركز

- الغاز :

طول الشبكة : 223 كلم.

2.2 مراكز التمويل بالطاقة الكهربائية :

- مركز تكسبت :

بطاقة 40×2 م.ف.أ إلى غاية سنة 2005.

وتم رفعها 80×2 م.ف.أ سنة 2010

حيث يتم رفع الإنطلاقات من 16/12 إنطلاق سنة 2010

- مركز غمرة :

بطاقة 120×2 م.ف.أ إلى غاية سنة 2010

به 12 إنطلاق 08 في الخدمة

- مركز التحويل المتنقل بالمغير : بطاقة 40 م.ف.أ

- مركز البرد - تندلة : بطاقة 40×2 م.ف.أ

2.3 عدد الزبائن :

كهرباء (إلى غاية 2010/10/31) :

توتر منخفض = 130078 مشترك

توتر متوسط = 1086 مشترك

الغاز (إلى غاية 2010/10/31) :

ضغط منخفض = 12165 مشترك

ضغط متوسط = 00 مشترك

4.2 دعم الكهرباء الخاص بولايات الجنوب :

دعم خاص بالزبائن العاديين (الاستهلاك المنزلي) والفلاحين بنسبة 50%.

المستفيدون : 112967 مشترك

الفصل الثاني الاطار التطبيقي للدراسة

عدد زبائن الاستهلاك المنزلي = 100458

عدد الفلاحين = 12509

ما يمثل نسبة 93% من مجموع الزبائن

الدعم خلال شهري جانفي وفيفري ومارس لسنة 2010 = 200287 ك.د.ج

المطلب الثاني : عينة ومتغيرات الدراسة :

أولاً : عينة الدراسة :

تتكون عينة الدراسة من الإستهلاك الشهري للمديرية خلال الفترة الممتدة من جانفي 2012 إلى غاية ديسمبر 2019.

حيث وحدة القياس المستعملة هي كيلو واط ساعي، أما حجم العينة 96 مشاهدة.

الفصل الثاني..... الإطار التطبيقي للدراسة

الجدول رقم (2-1) : يمثل سلسلة استهلاك الكهرباء خلال الفترة 2012 2019 -

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
جانفي	55909594	60813966	64003430	62770345,8	65590521	74931477	75228968	77413908
فيفري	48773251	55299990	61021353,8	58711782,5	58630432	68620307	70403726	67759582
مارس	49377847	54709037	55675779	58231646,3	63383118	69039846	73106349	70258070
أفريل	51353564	44568373	48845660,6	50434182,8	53967097	60930846	62123349	65798531
ماي	49834887,3	43633277	47004046,1	50603762,5	53770918	61412414	59689116	63773505
جوان	50188766,1	42624401	54631471,3	49777553,3	54587583	60998003	64503970	71798042
جويلية	44797855	54726030,9	65727099,7	66216981	74604468	82143086	79036398	89574313
أوت	52248433	59028473,3	68799015,2	61169244	74068901	75796392	72873334	91009585
سبتمبر	43155074	46882075,9	46239397,9	48893459	60901668	63006933	62344373	64286519
أكتوبر	44584221	45280931,8	60255170,9	51069319	55642462	60622449	58808594	63265951
نوفمبر	51014988	51300083,8	58431194,7	56955579	60521879	65430338	64449657	69949069
ديسمبر	57370409	59530370,2	54975254,5	66578622	71559162	74058387	72227471	78093074

المصدر: المؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز لولاية الوادي

ثانيا: متغيرات الدراسة

المتغير التابع: يمثل كميات استهلاك الكهرباء ونرمز له بالرمز CE

المتغير المستقل: وهو الزمن ونرمز له ب (t) (الذي هو عبارة عن شهور، من 2012/1/1 إلى 2019/12/31).

المبحث الثاني: تطبيق منهجية بوكس-جنكينز للتنبؤ باستهلاك الكهرباء

سنتطرق في هذا المبحث إلى دراسة وصفية وقياسية لاستهلاك الكهرباء بولاية الوادي ومحاولة تقدير نموذج استهلاك الكهرباء والتنبؤ بقيمه في المستقبل.

المطلب الأول: دراسة استقرارية السلسلة

قبل القيام بعمليات التقدير تجري أولاً تحليل لخصائص السلسلة الزمنية، بحيث نقوم بالتأكد من احتواء أو عدم احتواء السلسلة على الموسمية، كذلك التأكد من استقرار أو عدم استقرار السلسلة وذلك بالاعتماد على مجموعة من الاختبارات.

أولاً: الدراسة الوصفية

سنحاول في هذا المطلب تقديم مفهوم مختصر للسلسلة الزمنية ومركباتها ثم سنتطرق إلى تحليل السلسلة الشهرية لاستهلاك الكهرباء .

1. مفهوم السلسلة الزمنية

أ. تعريف السلسلة الزمنية:

تعتبر السلسلة الزمنية من أهم الوسائل الإحصائية، خاصة فيما يتعلق بعملية اتخاذ القرار، ومن بين التعاريف الخاصة بها نذكر أهمها فيما يلي:

– “السلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات أو القياسات التي تأخذ على إحدى الظواهر (الاقتصادية، الاجتماعية، الطبية، الطبيعية...)”.¹

– “السلسلة الزمنية هي مجموعة من القيم لمؤشر إحصائي معين مرتبة حسب تسلسل زمني، بحيث كل فترة زمنية يقابلها قيمة عددية للمؤشر تسمى مستوى السلسلة. وبمعنى آخر هي مجموعة من المعطيات ممثلة عبر الزمن المرتب ترتيباً تصاعدياً”.²

ب. مركبات السلسلة الزمنية:

تتكون السلسلة الزمنية من أربع مركبات مختلفة يتم من خلالها دراسة الآثار المختلفة التي تعرضت لها الظاهرة قيد الدراسة خلال فترة زمنية سابقة مما يساعد في التنبؤ بقيمتها خلال الفترة المستقبلية، هذه المركبات تتمثل فيما يلي:

¹ سمير مصطفى شعراوي، “مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية”، مركز النشر العلمي جامعة الملك عبد العزيز، الطبعة الأولى، المملكة العربية السعودية، 2005، ص5.

² شيخي محمد، “طرق الاقتصاد القياسي – محاضرات وتطبيقات”، دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2012، ص195.

- **الاتجاه العام:** يقصد بالاتجاه العام للسلسلة الحركة المنتظمة خلال فترة زمنية طويلة نسبياً، فيمكن للاتجاه العام للسلسلة أن يكون موجبا إذا كان اتجاه هذه السلسلة في تزايد بمرور الزمن (يرتفع)، ويمكن للاتجاه العام أن يكون سالبا إذا اتجهت السلسلة نحو التناقص بمرور الزمن (انخفاض).¹
- **التغيرات الموسمية:** التغيرات الموسمية هي تغيرات في مواسم أو فصول السنة والتغيرات الموسمية عادة تكرر نفسها فالعوامل الطبيعية من أهم العوامل التي تسبب التغيرات الموسمية بالإضافة إلى عوامل أخرى كما إن الاختلاف في فصول السنة يعد أحد الأسباب الرئيسية في التغيرات الموسمية.²
- **التغيرات الدورية:** هي التغيرات التي تطرأ على قيم السلسلة الزمنية بصورة منتظمة أو غير منتظمة ويزيد أمدتها على السنة. والتغيرات الدورية تقيس فترة أو دورة التغير للمعطيات وتتكون من دوال تشبه الجيب والجيب تمام ولكن بأطوال وسعات قد تكون مختلفة.³
- **التغيرات العشوائية:** وهي تغيرات طارئة تحدث نتيجة حوادث فجائية غالبا لا تكون في الحساب مثل: الزلازل، الحروب، الإضرابات العالمية، الفيضانات... الخ. وهي تؤثر على الاتجاه العام للسلسلة الزمنية اما بالزيادة أو النقصان.⁴

2. دراسة وصفية لبيانات استهلاك الكهرباء

في هذه المرحلة سنقوم بدراسة وصفية للسلسلة التي رمزنا لها ب CE من خلال ملاحظة الشكل البياني لمعرفة هل السلسلة مستقرة أم لا.

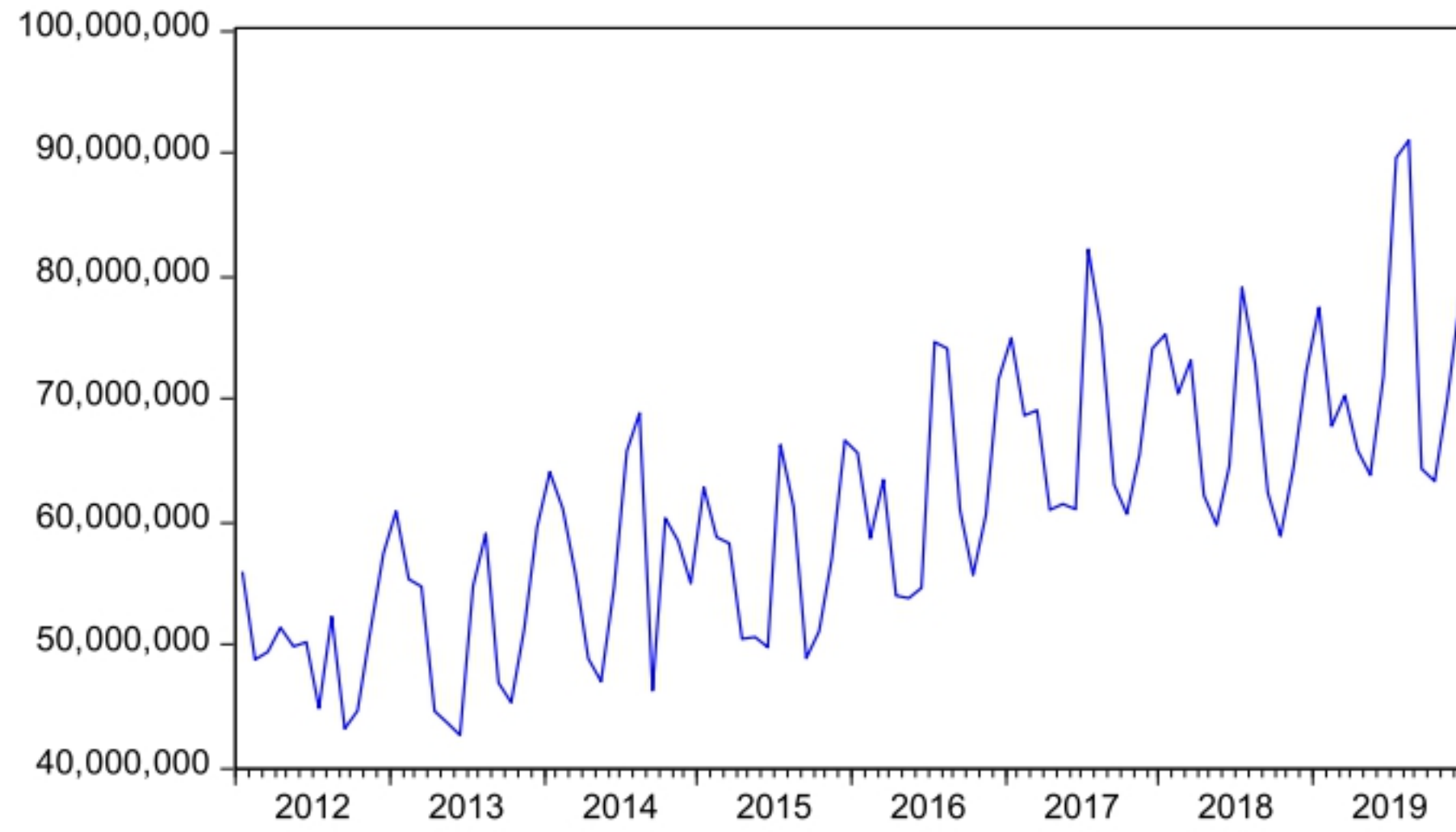
¹ دحماني محمد ادريوش، "سلسلة محاضرات في مقياس الاقتصاد القياسي - دليل الاستخدام مع أمثلة محلولة بالاستعانة بالبرامج المعلوماتية الجاهزة EXCEL SPSS MICROFIT QRETL EIEWS"، جامعة جيلالي ليايس سيدي بلعباس، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية علوم التسيير، الجزائر، 2012-2013، ص 109.

² فاضل عباس الطائي، "التنبؤ والتمهيد للسلاسل الزمنية باستخدام التحويلات مع التطبيق"، المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات - الإحصاء والمعلوماتية، كلية علوم الحسابات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق، ص 505.

³ عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، "الإحصاء للعلوم الإدارية والتطبيقية"، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 1997، ص 564.

⁴ محمد بونوارة خزار، "مبادئ الإحصاء"، منشورات جامعة باتنة، الجزائر، 1996، ص 363.

الشكل رقم (2-2): يمثل منحنى استهلاك الكهرباء في ولاية الوادي
CE



المصدر: من إعداد الطالب بلاء اعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الشكل البياني أعلاه، نلاحظ أن استهلاك الكهرباء في ولاية الوادي مستمر خلال فترة الدراسة، وأخذ ميلا موجبا والذي حقق أعلى مستوياته في الفترة الأخيرة، لأن استهلاك الكهرباء يزداد في فصل الصيف على غرار باقي الفصول.

سجل استهلاك الكهرباء في ولاية الوادي قيمة عظمى في شهر أوت من سنة 2017 حيث بلغ 91009585 KWH كما حقق أدنى مستوى له في شهر جوان من سنة 2011 حيث بلغ 42624401 KWH بمتوسط حسابي قدر ب 60791889.5 KWH وبانحراف معياري يساوي 1393 KWH 046.3 هذا ما يعطينا فكرة حول عدم تجانس مستويات السلسلة.

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

- التوسع السكاني الكبير خاصة في المدن الكبرى للولاية وزيادة عدد المشتركين لدى المؤسسة الوطنية لتوزيع الكهرباء والغاز؛
- يظهر بوضوح أن أعلى مستويات استهلاك الطاقة الكهربائية في كل سنة يكون في أشهر الصيف، خاصة شهر جويلية وشهر أوت وأكتوبر لتمييزها بارتفاع درجة الحرارة وهو ما يؤدي إلى استخدام المكيفات وأجهزة التبريد.

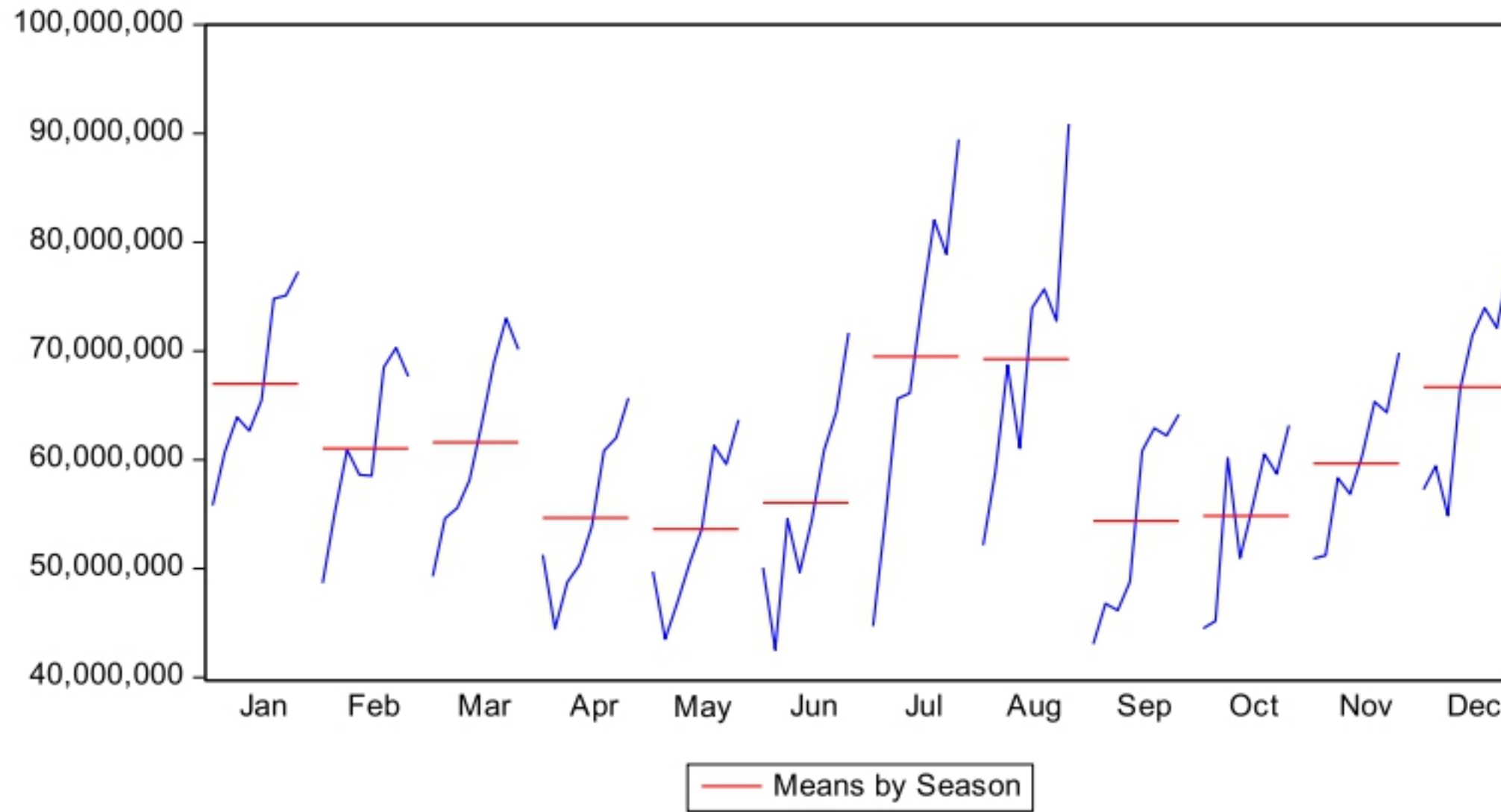
ثانيا. دراسة الموسمية:

1. الكشف عن المركبة الموسمية:

أ. بيانها:

لدراسة الموسمية سنعتمد على الشكل التالي:

الشكل رقم (2-3): يمثل منحنى متوسط كل شهر للسلسلة CE
CE by Season



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن المتوسطات غير متساوية وهذه دلالة على وجود مركبة موسمية، لكن هذا لا يكفي، لذا يجب الانتقال إلى اختبار كرسكال واليس.

ب. اختبار kurshall-wallis: يتمثل هذا الاختبار في اختبار الفرضية التالية:

الفرضية الصفرية: لا توجد مركبة موسمية

الفرضية البديلة: يوجد مركبة موسمية

ترفض الفرضية الصفرية إذا كان $kw > x^2(p-1)$

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} \sum_{i=1}^p \frac{R_i^2}{n} - 3(T+1)$$

حيث: R_i : تمثل مجموع رتب المشاهدات المقابلة للفصل.

n_i : تمثل عدد المشاهدات المقابلة للفصل.

P : تمثل الدورة وهي تساوي 4 في المشاهدات الفصلية، 12 في الشهرية وهكذا.

الجدول رقم (2-2): يمثل نتائج اختبار kw

Method	df	Value	Probability
Med. Chi-square	5	85.12500	0.0000
Adj. Med. Chi-square	5	75.19073	0.0000
Kruskal-Wallis	5	87.99162	0.0000
Kruskal-Wallis (tie-adj.)	5	87.99162	0.0000
van der Waerden	5	87.11183	0.0000

Category Statistics

CE	Count	Median	> Overall Median	Mean Rank	Mean Score
[40000000,...	16	46560737	0	8.500000	-1.443167
[50000000,...	29	54975255	0	31.00000	-0.483611
[60000000,...	32	63578312	29	61.50000	0.354385
[70000000,...	16	74063644	16	85.50000	1.221981
[80000000,...	2	85858700	2	94.50000	1.954233
[90000000,...	1	91009585	1	96.00000	2.314897
All	96	60718208	48	48.50000	-4.63E-17

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

نلاحظ من خلال الجدول أن $prob < 0.05$ إذن نرفض الفرضية الصفرية القائلة انه لا توجد مركبة موسمية ونقبل الفرضية البديلة وبالتالي يوجد مركبة موسمية.

2. إزالة المركبة الموسمية:

من خلال الاختبار السابق اتضح وجود المركبة الفصلية في السلسلة CE ، ويرجع ذلك إلى العوامل الموسمية التي تتحكم في استهلاك الطاقة الكهربائية، وإزالة المركبة الموسمية نتبع الخطوات التالية.

أ. الحصول على المعاملات الموسمية:

بالاستعانة ببرنامج Eviews9 حصلنا على قيم المعاملات الموسمية المناسبة باستخدام المتوسطات المتحركة لنزع المركبة الفصلية من السلسلة CE كما هي موضحة في الجدول أسفله:

الجدول رقم (2-3): يمثل المعاملات الموسمية SA

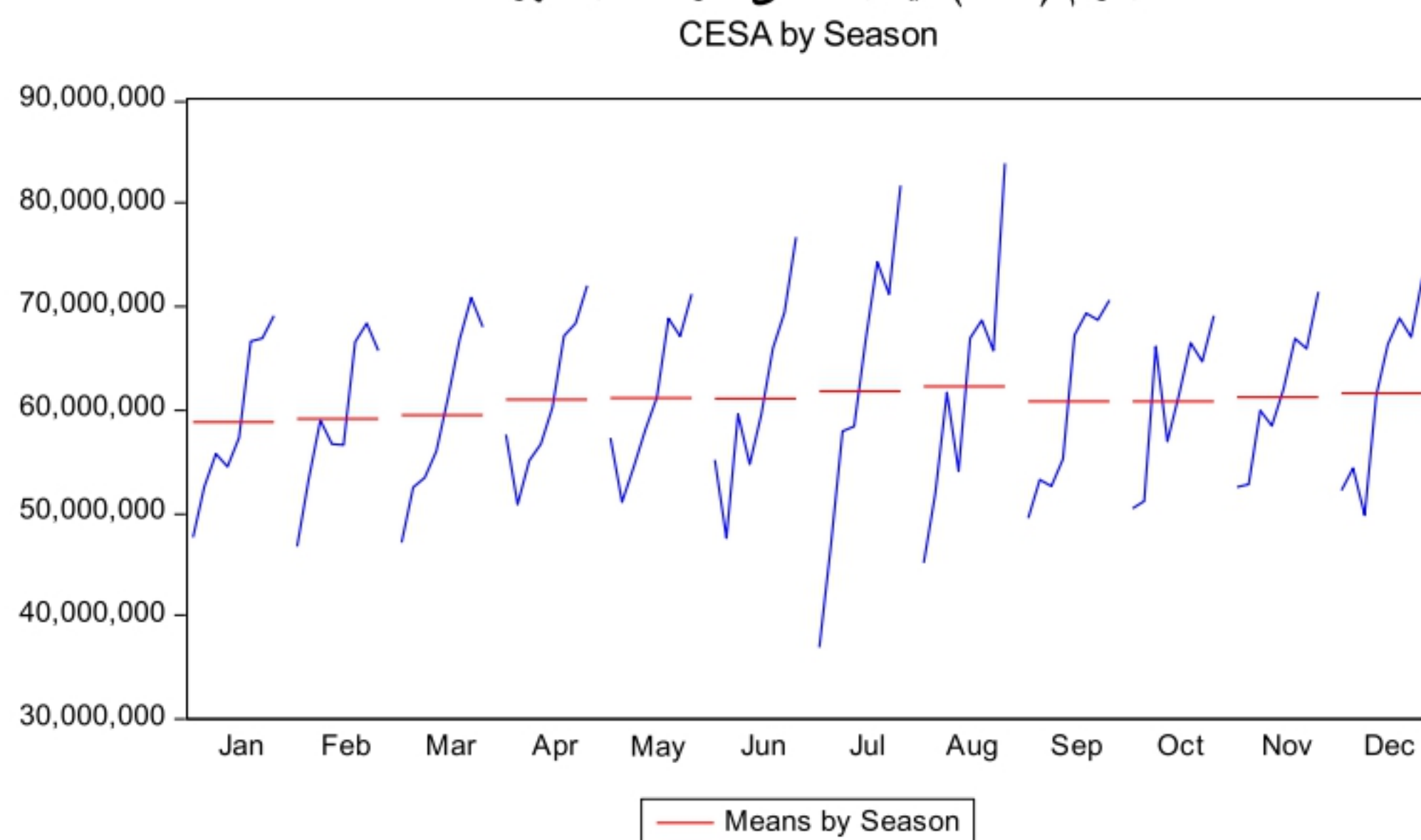
Scaling Factors:	
1	8257358
2	2002190.
3	2210925.
4	-6274031.
5	-7466649.
6	-4983560.
7	7792970.
8	7085079.
9	-6375195
10	-5894012.
11	1514308.
12	5159234.

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

تحصلنا على السلسلة الجديدة المصححة CESA، من خلال قسمة هذه المعاملات SA من بيانات السلسلة CE حسب كل شهر، وبالإستعانة ببرنامج Eviews9، ومن خلاله تحصلنا على الشكل التالي:

ب. منحنى بياني للسلسلة بعد نزع المركبة الموسمية

الشكل رقم (2-4): يمثل منحنى متوسط كل شهر للسلسلة CESA



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن المتوسطات تقريبا متساوية وهذا يدل على عدم وجود المركبة الموسمية.

ثالثاً: مفاهيم عامة حول السلاسل الزمنية غير المستقرة واختبارات الكشف عنها

يمكن القول عن سلسلة زمنية مستقرة إذا كانت مستوياتها تتغير مع الزمن دون أن يتغير المستوى المتوسط فيها، وذلك خلال فترة زمنية طويلة نسبياً؛ أي أن السلسلة لا يوجد فيها اتجاه لا نحو الزيادة ولا نحو النقصان. أما السلسلة الزمنية غير المستقرة فإن المستوى المتوسط فيها يتغير باستمرار سواء نحو الزيادة أو النقصان.¹

1. الإستقرارية:

يقصد بالسلسلة الزمنية المستقرة هي تلك التي لا تتغير خصائصها عبر الزمن، وتكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كان المتوسط للمتغير ثابت عبر الزمن أي أن $E(X) = U$ والتباين ثابت عبر الزمن $var(x) = \sigma^2$. والتباين المشترك يعتمد على فترات الإبطاء $cov(x_t, x_{t-s})$ أي إن القيمتين (x_t, x_{t-1}) متباطئة تكون دالة بدلالة طول الفترة بينهما وتكون مستقلة عن الزمن، أي إن الزمن لا يلعب دور في تحديد العلاقة بينهما.²

2. اختبارات الكشف عن استقرارية سلسلة زمنية:

يوجد هناك العديد من المعايير التي تستخدم في اختبار صفة الاستقرار في السلسلة الزمنية، سواء يكون ذلك من ملاحظة الشكل البياني أو من خلال إجراء بعض الاختبارات الإحصائية. إذ إن أول شيء يمكن القيام به هو النظر إلى الرسم البياني لبيانات السلسلة الزمنية الملاحظة، فإذا لاحظنا بوضوح تصاعد أو تنازل في الاتجاه العام للسلسلة تكون الأواسط العينية لمختلف العينات الجزئية مختلفة نظامياً، وهذا يعني عدم إمكانية تعميم الملاحظات على سيروية مستقرة، والتي تستلزم نفس القيمة للوسط $E(Y_t)$ بالنسبة لكل فترة t ؛ أي يكون $E(Y_t)$ غير ثابت بالنسبة للزمن، إذا فشلنا في تحديد استقرار السلسلة الميدانية من الرسم البياني يمكن أن ننظر إلى دالة الارتباط الذاتي للعينة أو ما يسمى ببيان الارتباط (Correlogram).

أ. دالة الارتباط الذاتي:

توضح دالة الارتباط الذاتي الموجود بين المشاهدات لفترات مختلفة، وتعتبر ذات أهمية بالغة في إبراز بعض الخصائص الهامة في السلسلة الزمنية، ومن الناحية العملية نقوم بتقدير دالة الارتباط الذاتي للمجتمع بواسطة دالة الارتباط الذاتي للعينة.

¹ عبد العزيز شرابي، "تقنيات التنبؤ"، مطبوعات جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، 2002، ص 31.

² يحيى حمود حسن، حسان الدين زكي، "تحليل العلاقة بين أسواق النفط والسياسة النفطية العراقية بالاعتماد على السلاسل الزمنية"، مركز دراسات الخليج العربي، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة البصرة، العراق، ص 9.

إن دالة الارتباط الذاتي العينية لـ K (أي عند الفجوة K) هي على الشكل:¹

$$P_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad t = 1, 2, \dots$$

ويمكن حساب هذه الصيغة من بيانات عينة على النحو التالي:

$$P_k = \frac{COV(K)}{COV(0)} = \frac{Y(K)}{Y(0)}$$

حيث:

$$COV(K) = \hat{Y}(K) = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{n - k}$$

$$COV(0) = \hat{Y}(0) = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})^2}{n}$$

حيث: n تمثل حجم العينة و k طول الفجوة الزمنية، وتتراوح قيمة معامل الارتباط الذاتي P_k بين -1 و +1. ويمكن القول عن سلسلة زمنية أنها مستقرة إذا كان معامل الارتباط الذاتي يساوي الصفر، أو قريب منه لأي فجوة أكبر من الصفر ($K > 0$)؛ أي في هذه الحالة يجب أن تتخفف الارتباطات الذاتية للعينة بسرعة كلما ارتفع k، أما إذا كانت السلسلة الزمنية غير مستقرة، فإن الخطوة التالية هي محاولة تفريقها من أجل الحصول على سلسلة محولة ومستقرة، وباستعمال W_t كأنه سلسلة مفرقة يكون لدينا:

$$W_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad t = 2, 3, \dots, n$$

وبعد تفريق السلسلة يمكن النظر إلى كل من الرسم البياني للسلسلة المفرقة ودالة الارتباط الذاتي العينية لها، لهدف التأكد من عدم وجود مشكلة عدم الاستقرار.

فإذا بقيت W_t غير مستقرة نواصل التفريق على الشكل: $W_t = \Delta^2 Y_t \quad t = 3, 4, \dots, n$

ومنه يمكن أن نطبق عامل التفريق d مرة واحدة على السلسلة المشتقة

$$W_t = \Delta^d Y_t \quad t = d + 1, D + 2, \dots, N$$

لكن هناك سؤال يطرح نفسه عند تحليل دوال الارتباط الذاتي وهو تحديد قيمة P_k التي تكون معنوية تختلف عن الصفر؛ بمعنى اختبار الفرضيتين:

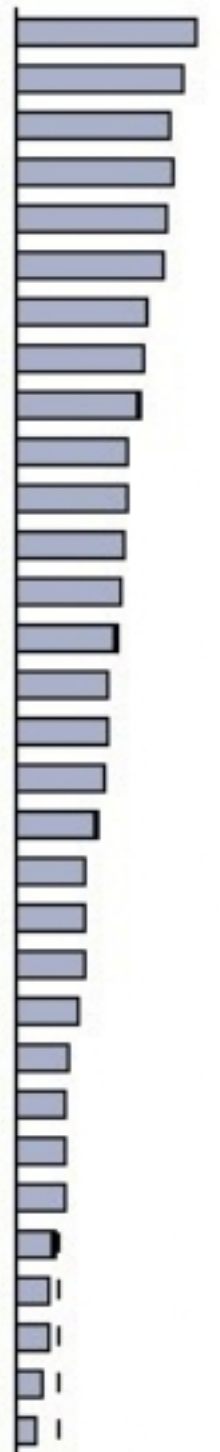
¹ تومي صالح، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي - دراسة نظرية مدعمة بأمثلة وتمارين - الجزء الثاني، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1999، ص 175.

$$H_0 : P_k = 0$$

$$H_1 : P_k \neq 0$$

والشكل التالي يمثل دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة استهلاك الكهرباء بولاية أم البواقي وباستعانة ببرنامج Eviews تحصلنا على الجدول التالي:

الجدول رقم (2-4): دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة CE

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.849	0.849	71.363	0.000
		2 0.768	0.170	130.43	0.000
		3 0.723	0.139	183.36	0.000
		4 0.737	0.268	238.94	0.000
		5 0.704	-0.009	290.25	0.000
		6 0.673	0.030	337.55	0.000
		7 0.613	-0.092	377.27	0.000
		8 0.585	0.001	413.89	0.000
		9 0.566	0.028	448.58	0.000
		10 0.531	-0.073	479.45	0.000
		11 0.527	0.138	510.21	0.000
		12 0.504	-0.017	538.71	0.000
		13 0.477	-0.023	564.49	0.000
		14 0.467	0.089	589.51	0.000
		15 0.438	-0.105	611.76	0.000
		16 0.428	0.071	633.33	0.000
		17 0.421	0.014	654.41	0.000
		18 0.372	-0.174	671.08	0.000
		19 0.335	0.018	684.76	0.000
		20 0.332	0.026	698.43	0.000
		21 0.322	-0.001	711.47	0.000
		22 0.289	-0.045	722.09	0.000
		23 0.261	-0.018	730.90	0.000
		24 0.241	0.048	738.50	0.000
		25 0.223	-0.081	745.09	0.000
		26 0.224	0.087	751.82	0.000
		27 0.176	-0.133	756.05	0.000
		28 0.171	0.046	760.11	0.000
		29 0.157	0.032	763.55	0.000
		30 0.130	-0.135	765.96	0.000
		31 0.092	-0.010	767.19	0.000
		32 0.068	-0.054	767.87	0.000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

يمثل الشكل دالتي الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة CE المحسوبة من أجل 32 متغيرة متأخرة، نلاحظ من خلال الشكل أن دالة الارتباط الذاتي في تناقص سريع ابتداء من أول تأخير، أما دالة الارتباط الذاتي الجزئي فهي في تناقص أسي ابتداء من الدرجة الثانية، كما نلاحظ أن المعاملات المحسوبة من أجل كل الفجوات K تقريبا تختلف عن الصفر خارج مجال الثقة، أي أن السلسلة CE غير مستقرة ولتدعيم هذه النتيجة نستخدم اختبار ديكي فولر ADF.

ب. اختبارات جذر الوحدة للاستقرارية:

إنّ اختبارات جذر الوحدة لا تعمل فقط عند الكشف عن عدم استقرارية السلاسل الزمنية، لكن تقوم أيضا بتحديد نوعية عدم الاستقرار الموجود، وبالتالي إيجاد أحسن طريقة من أجل جعل السلسلة مستقرة. وتنقسم النماذج أو السلاسل الزمنية غير المستقرة إلى نوعين:

– **النموذج T.S (Trend Stationary):** وهذه النماذج غير مستقرة، وتبرز عدم استقرارية تحديدية، حيث

تأخذ الشكل: $Y_t = f(t) + \varepsilon_t$ حيث يعبر $f(t)$ عن دالة كثير حدود للزمن، و ε_t تشويش أبيض، وأكثر

هذه النماذج انتشارا يأخذ شكل كثير حدود من الدرجة الأولى ويكتب على الشكل: $Y_t = q_0 + q_1 t + \varepsilon_t$

يلاحظ أنّ وسط هذا النموذج $E(Y_t)$ مرتبط بالزمن وبالتالي فهو غير مستقر، ويمكن جعله مستقرا

بتقدير المعالم q_0, q_1 بطريقة المربعات الصغرى وطرح المقدار $q_0 + q_1 t$ من Y_t أي: $Y_t - (\hat{q}_0 + \hat{q}_1 t)$

– **النموذج DS (Differency Stationary):** تعتبر هذه النماذج أيضا غير مستقرة وتبرز عدم استقرارية

عشوائية (Stochastique) تكون على الشكل التالي:¹

$$Y_t = Y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$$

حيث يمكن حلها باستعمال الفروقات أي: $(1-B)^2 Y_t = \beta + \varepsilon_t$

حيث: β : ثابت حقيقي، B : معامل التأخير و d : درجة الفروقات.

وتستعمل في غالب الأحيان الفروق من الدرجة الأولى في مثل هذه النماذج $(d-1)$ ، وتكتب من الشكل:

$$(1+\beta)Y_t = \beta + \varepsilon_t$$

1. **اختبار ديكي- فولر (Test de Dickey-Fuller):** يعتبر اختبار **Dickey-Fuller** من أهم اختبارات

الكشف عن استقرارية السلاسل الزمنية، من خلال تحديد مركبة الاتجاه العام، سواء كانت تحديدية أو

عشوائية، كما أن هذا الاختبار لا يستعمل فقط عند الكشف عن مركبة الاتجاه العام بل إنه يساعد على

تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة مستقرة.

ويعتمد اختبار "ديكي- فولر" (Dickey-Fuller) على ثلاثة عناصر أساسية:²

– صيغة النموذج؛

– حجم العينة: أي عدد مستويات السلسلة الزمنية؛

– مستوى العينة.

¹ سعيد هتهات، "دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص دراسات اقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2005-2006، ص 142.

² عبد القادر محمد عبد القادر عطية، الحديث في الاقتصاد القياسي، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2005، ص 656.

فإذا بدأنا بالنموذج التالي والذي يطلق عليه نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى (1) AR،

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \text{ : الشكل}$$

حيث تمثل ε_t : حد الخطأ العشوائي والذي يفترض أنه يتبع توزيعاً طبيعياً بوسط حسابي معدوم (0) وتباين ثابت، وقيم غير مرتبطة (وفي هذه الحالة يسمى بحد الخطأ أو التشويش الأبيض). ومن هذه الصيغة يمكن ملاحظة أن معامل الانحدار يساوي الواحد، مما يؤدي إلى وجود مشكلة جذر الوحدة، وبالتالي عدم استقرار بيانات السلسلة الزمنية، حيث يوجد اتجاه في البيانات.

وبالتالي إذا قمنا بتقدير الصيغة التالية: $Y_t = PY_{t-1} + \varepsilon_t$ واتضح أن $P = 1$ فإن المتغير Y_t يعاني من مشكلة جذر الوحدة ويعاني من مشكلة عدم الاستقرار.

ويستخدم في إجراء اختبار Dickey-Fuller ثلاثة صيغ يمكن كتابتها كما يلي:

– صيغة السير العشوائي البسيط: لا تحتوي مثل هذه الصيغة لا على حد ثابت ولا على اتجاه زمني

$$Y_t = PY_{t-1} + \varepsilon_t \text{ ونكتب:}$$

– صيغة السير العشوائي مع حد ثابت: $Y_t = PY_{t-1} + \alpha + \varepsilon_t$

– صيغة السير العشوائي مع حد ثابت واتجاه زمني: $Y_t = PY_{t-1} + \alpha + \beta t + \varepsilon_t$

وبطرح Y_{t-1} من طرفي المعادلات السابقة نتحصل على الصيغ التالية:

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

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

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

$$\text{حيث: } \phi = P - 1$$

وبعد معرفة صيغ الاختبار، يتم اختبار الفرضيتين:

$$H_0 : \phi = 0$$

$$H_1 : \phi \neq 0$$

أي نقوم باختبار الفرض الصفري (فرضية العدم) بوجود جذر الوحدة في السلسلة وبالتالي تكون

غير ساكنة (أو غير مستقرة) وهذا بالنسبة لجميع النماذج.

بالنسبة للنموذج (3) إذا تم قبول H_1 وكان β يختلف معنوياً عن الصفر فإن المسار يحتوي على

مركبة اتجاه عام، ويمكن جعل النموذج مستقراً وهذا بحساب البواقي بالنسبة لمركبة الاتجاه العام المقدرة بطريقة المربعات الصغرى.

إذا كانت المركبة ذات اتجاه خطي أمّا إذا كانت شكل أسّي فيجب إجراء تحويل لوغاريتميا، وقد وضع Dickey-Fuller لهذا الاختبار قيم مجدولة، حيث يعتمد أساسا على القيمة $(P-1)$ عوضا عن P ويتم بالطبع الحفاظ على نفس مبدأ الاختبار أي: $H_0 : P-1 = 0$

بحيث إذا تمّ طرح Y_{t-1} من طرفي المعادلة رقم (1): $(Y_t = PY_{t-1} + \varepsilon_t)$ يمكن كتابته كما يلي:

$$Y_t - Y_{t-1} = (P-1)Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

ونفس الشيء بالنسبة للمعادلات الأخرى.

يتم التقدير بواسطة طريقة المربعات الصغرى العادية للمعلمة ϕ بالنسبة للنماذج (1)، (2) و (3) ثم نقوم

بحساب الإحصائية τ_ϕ كما يلي: $\tau_\phi = \frac{\phi}{\delta_\phi}$

حيث: δ_ϕ الخطأ المعياري للمعلمة المقدرة.

فإذا كانت القيمة المحسوبة (τ) أصغر بالقيمة المطلقة من القيمة الجدولية عند مستويات المعنوية المختلفة نقبل الفرضية $(H_0 : \lambda = 0)$ أي أن هناك جذر أحادي بالسلسلة وبالتالي فهي غير مستقرة.

ويتم قبول الفرض البديل $(\lambda \neq 0)$ والذي يعني تحديدا خلو بيانات السلسلة من جذر الوحدة إذا كانت قيمة (τ_ϕ) المحسوبة تتجاوز القيمة الجدولية.

ومن أجل اختبار استقرارية السلسلة الزمنية الخاصة بدراستنا الممثلة في استهلاك الكهرباء سنقوم بتطبيق اختبار ديكي فولر وكانت النتائج كالتالي:

الفرضية الصفرية: السلسلة بها اتجاه عام

الفرضية البديلة: السلسلة ليس بها اتجاه عام

الجدول رقم (2-5): نتائج اختبار ديكي فولر للسلسلة CE (النموذج الثالث)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.584003	0.0000	
Test critical values:	1% level	-4.057528		
	5% level	-3.457808		
	10% level	-3.154859		
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CESA(-1)	-0.640935	0.097347	-6.584003	0.0000
C	30635289	4669357.	6.560923	0.0000
@TREND("2010M01")	177345.3	30302.77	5.852445	0.0000
R-squared	0.320288	Mean dependent var		266122.1
Adjusted R-squared	0.305512	S.D. dependent var		4388553.
S.E. of regression	3657242	Akaike info criterion		33.09339
Sum squared resid	1.23E+15	Schwarz criterion		33.17404
Log likelihood	-1568.936	Hannan-Quinn criter.		33.12597
F-statistic	21.67575	Durbin-Watson stat		1.950601
Prob(F-statistic)	0.000000			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج **evIEWS**

نلاحظ من خلال الجدول أعلاه أن القيمة المحسوبة تقدر ب 5.8524 أكبر من القيمة الجدولية عند درجة معنوية 5% والتي تقدر ب 3.14 وبالتالي نقبل فرضية الصفرية أي أن السلسلة بها اتجاه عام ونلاحظ أيضا أن $prob=0.000$ أقل من 0.05 يعني أن السلسلة خالية من جذر الوحدة، إذن السلسلة غير مستقرة ومن نوع **ts**.

سنطبق طريقة المربعات الصغرى لتقدير مركبة الاتجاه العام ونزعهما من السلسلة الأصلية، ثم نعيد اجراء اختبار ديكي فولر على السلسلة الجديدة **E**.

2. تقدير معادلة الاتجاه العام:

الجدول رقم (2-6): يمثل تقدير معادلة الاتجاه العام

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	47631570	785131.2	60.66702	0.0000
@TREND	277059.4	14277.08	19.40589	0.0000
R-squared	0.800250	Mean dependent var		60791889
Adjusted R-squared	0.798125	S.D. dependent var		8627616.
S.E. of regression	3876431.	Akaike info criterion		33.19934
Sum squared resid	1.41E+15	Schwarz criterion		33.25276
Log likelihood	-1591.568	Hannan-Quinn criter.		33.22094
F-statistic	376.5884	Durbin-Watson stat		1.281685
Prob(F-statistic)	0.000000			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الجدول أعلاه نستخرج معادلة الاتجاه العام:

$$CESA = 47631570.076 + 277059.356119 * @TREND$$

وبما أن شكل السلسلة تجميعي سنقوم بطرح معادلة الاتجاه العام من السلسلة الأصلية CESA وهكذا

نكون قد الغينا أثر الاتجاه العام على السلسلة.

3. اختبار ديكي فولر بعد نزع أثر الاتجاه العام

بعد نزع أثر الاتجاه العام تظهر لنا سلسلة جديدة رمزنا لها ب E، نقوم بإعادة اختبار ديكي فولر عليها للتأكد من استقراريتها.

الجدول رقم (2-7): نتائج اختبار ديكي فولر للسلسلة E (النموذج الثالث)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.584003	0.0000	
Test critical values:	1% level	-4.057528		
	5% level	-3.457808		
	10% level	-3.154859		
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
E(-1)	-0.640935	0.097347	-6.584003	0.0000
C	7059.749	756417.2	0.009333	0.9926
@TREND("2010M01")	-231.7989	13683.21	-0.016940	0.9865
R-squared	0.320288	Mean dependent var		-10937.21
Adjusted R-squared	0.305512	S.D. dependent var		4388553.
S.E. of regression	3657242.	Akaike info criterion		33.09339
Sum squared resid	1.23E+15	Schwarz criterion		33.17404
Log likelihood	-1568.936	Hannan-Quinn criter.		33.12597
F-statistic	21.67575	Durbin-Watson stat		1.950601
Prob(F-statistic)	0.000000			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

الفصل الثاني..... الإطار التطبيقي للدراسة

نلاحظ من خلال الجدول أعلاه أن القيمة المحسوبة تقدر ب (-0.016940) أقل من القيمة الجدولية عند درجة معنوية 5% والتي تقدر ب 3.14 وبالتالي نرفض فرضية الصفرية أي أن السلسلة لا يوجد بها اتجاه عام، وبذلك ننتقل للنموذج الثاني الموضح من خلال ما يأتي:

الجدول رقم (2-8): نتائج اختبار دكي فولر للسلسلة E (النموذج الثاني)

		I-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.619040	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.500669	
	5% level	-2.892200	
	10% level	-2.583192	

Variable	Coefficient	Std. Error	I-Statistic	Prob.
F(1)	0.640943	0.096822	6.619040	0.0000
C	-4066.511	373204.3	-0.010096	0.9913

R-squared	0.320286	Mean dependent var	-10937.21
Adjusted R-squared	0.312977	S.D. dependent var	4388553.
S.E. of regression	3637532.	Akaike info criterion	33.07234
Sum squared resid	1.23E+15	Schwarz criterion	33.12610
Log likelihood	-1568.936	Hannan-Quinn criter	33.09406
F-statistic	43.82228	Durbin-Watson stat	1.950579
Prob(F-statistic)	0.000000		

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الجدول نلاحظ أن القيمة المحسوبة والتي تقدر ب (-0.010896) هذه القيمة نقارنها مع القيمة الجدولية والتي بلغت 2.86، فنلاحظ أن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية مما يدل على عدم وجود الحد الثابت، وبذلك ننتقل الى النموذج الأول المبين فيما يلي:

الجدول رقم (2-9): نتائج اختبار دكي فولر للسلسلة E (النموذج الأول)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.655387	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.589531	
	5% level	-1.944248	
	10% level	-1.614510	

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
E(-1)	-0.640946	0.096305	-6.655387	0.0000

R-squared	0.320285	Mean dependent var	-10937.21
Adjusted R-squared	0.320285	S.D. dependent var	4388553.
S.E. of regression	3618134.	Akaike info criterion	33.05129
Sum squared resid	1.23E+15	Schwarz criterion	33.07817
Log likelihood	-1568.936	Hannan-Quinn criter.	33.06215
Durbin-Watson stat	1.950571		

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

نلاحظ من خلال الجدول أن قيمة الاحتمالية 0.0000 أقل من 0.05 مما يدل على عدم وجود جذر الوحدة، إذن السلسلة مستقرة. ومنه ننتقل مباشرة إلى تطبيق منهجية بوكس جنكينز.

المطلب الثاني: منهجية بوكس وجنكينز

ظهرت منهجية بوكس جنكينز على يد الإحصائيين George Box و Gwilyn Jenkins، حيث أنها طريقة هامة للتنبؤ والتي تسفر عن توقعات دقيقة للغاية لأنواع معينة من البيانات وسنقدم لمحة مفاهيمية لتقنية Jenkins Box ومناقشة أفضل السبل لتطبيقها على بيانات الأعمال.

أولاً: المراحل الأساسية لطريقة بوكس-جنكينز

على الرغم من وجود أشكال متعددة من المتغيرات من نماذج ARIMA فمعظم الاستخدام هو التنبؤ للسلاسل الزمنية، فأسلوب السلاسل الزمنية مع نماذج ARIMA مناسب عندما يمكنك أن تفترض قدراً معقولاً من الاستمرارية بين الماضي والمستقبل.

هذه النماذج هي الأنسب للتوقع على المدى القصير (18 شهر) نظراً لافتراض معقول على المدى القصير لكنه يصبح أكثر ضعفاً كلما زادت فترة التوقع. وتعتبر نماذج بوكس جنكينز معقدة رياضياً ولكنها الأكثر ميلاً للنجاح نظراً لقابليتها للتكيف مع البيانات.¹

تتلخص طريقة بوكس جنكينز في المراحل التالية:

- مرحلة التعرف
- مرحلة التقدير
- مرحلة الفحص التشخيصي
- مرحلة التنبؤ

1. مرحلة التعرف:

يتم في هذه المرحلة تحديد درجات الانحدار الذاتي p والمتوسط المتحرك q من خلال اختيار أقل رتب p و q بحيث تكون بواقي النموذج المقدر خالية من الارتباط الذاتي، وعادة ما يستخدم اختبار الارتباط الذاتي ACP لتحديد الرتبة q أي $MA(q)$ واختبار الارتباط الذاتي الجزئي PACF لتحديد الرتبة p أي $AR(p)$ حيث يتم تحديد عدد الرتب p و q بعد عدد معين من فترات الإبطاء يصبح بعدها دالة الارتباط الذاتي غير معنوية.

¹حضري خولة، "استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جنكينز في اتخاذ القرار الإنتاجي دراسة حالة مطاحن رياض سطيف وحدة تقرت في الفترة 2008-2013"، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير تخصص الأساليب الكمية في التسيير، جامعة محمد خيضر -بسكرة-، الجزائر، 2013-2014، ص57.

كما يمكن تحديد الدرجات p و q باستخدام معيار المعلومات أكايك (AIC) أو معيار المعلومات شوارتز (SBC) بحيث يتم اختيار نموذج $ARMA(p,q)$ الذي له أقل قيمة لمعيار المعلومات المذكورين.¹

وذلك من خلال الاستعانة بدالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة E كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (2-10): دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة E

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.359	0.359	12.748	0.000
		2	0.070	-0.068	13.234	0.001
		3	-0.061	-0.073	13.608	0.003
		4	0.022	0.085	13.657	0.008
		5	0.003	-0.036	13.658	0.018
		6	-0.005	-0.007	13.661	0.034
		7	-0.023	-0.009	13.716	0.056
		8	-0.002	0.007	13.717	0.089
		9	0.034	0.038	13.844	0.128
		10	-0.053	-0.096	14.150	0.166
		11	-0.021	0.037	14.201	0.222
		12	-0.045	-0.043	14.427	0.274
		13	-0.112	-0.120	15.861	0.257
		14	-0.105	-0.013	17.121	0.250
		15	-0.196	-0.183	21.565	0.120
		16	-0.130	-0.015	23.553	0.100
		17	-0.081	-0.030	24.335	0.111
		18	-0.150	-0.185	27.055	0.078
		19	-0.165	-0.054	30.376	0.047
		20	-0.069	-0.012	30.968	0.056
		21	-0.009	-0.025	30.978	0.074
		22	-0.018	-0.032	31.018	0.096
		23	-0.033	-0.052	31.156	0.119
		24	-0.034	-0.004	31.311	0.145
		25	-0.017	-0.057	31.349	0.178
		26	0.050	0.043	31.684	0.204
		27	-0.074	-0.150	32.429	0.217
		28	0.031	0.052	32.561	0.252
		29	0.093	0.050	33.767	0.248
		30	0.103	-0.047	35.269	0.233
		31	-0.004	-0.089	35.272	0.273
		32	-0.043	-0.072	35.548	0.305

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج *eviews*

من خلال الشكل أعلاه يمكن اقتراح عدة نماذج تكون مناسبة لتمثيل سلوك السلسلة، هذه النماذج هي: $ARMA(1.1)$ ، $ARMA(1.0)$ ، $ARMA(0.1)$ وغيرها وبالاستعانة ببرنامج *Eviews* سيتم الاختيار أوتوماتيكيا بين هذه النماذج ويكون النموذج الأفضل هو الذي يعطي أقل قيمة لمعيار *Akaike*، نتائج هذا الاختبار موضحة في الجدول التالي:

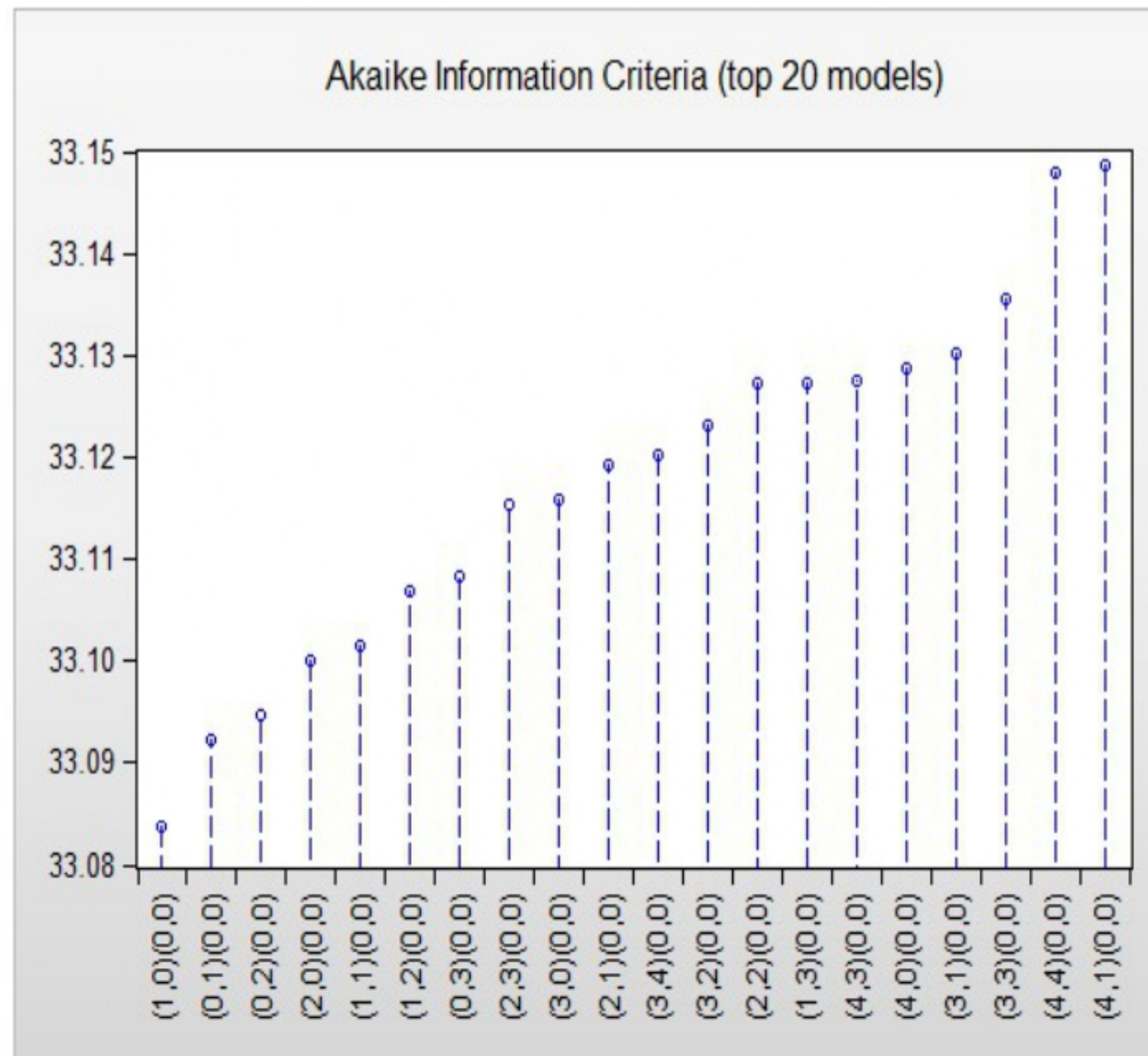
¹ مروان درويش، "استخدام منهجية بوكس-جنكينز للتنبؤ بالتدفقات النقدية في البنوك الفلسطينية دراسة حالة بنك فلسطين"، مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإدارية والاقتصادية، المجلد 3، العدد 9، فلسطين، 1-4-2018، ص 157.

الجدول رقم (2-11): يمثل نتائج الاختبار الأتوماتيكي لأفضل نموذج

Number of estimated ARMA models: 25
 Number of non-converged estimations: 0
 Selected ARMA model: (1,0)(0,0)
 AIC value: 33.0836827106

المصدر: من اعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

نلاحظ أنه من بين 25 نموذج تم اختيار نموذج ARMA (1,0) والذي أخذ أقل قيمة لمعيار Akaike والتي أخذت 33.0836 كما هو مبين في الشكل التالي:
 الشكل رقم (2-5): قيم Akaike لأفضل 25 نموذج



المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

يبين الشكل أعلاه قيم Akaike لأفضل 25 نموذج حيث نلاحظ أن أفضل نموذج هو ARMA (1,0) ذلك أنه يأخذ أقل قيمة لمعيار Akaike وأسوء نموذج هو ARMA (4,1).

2. مرحلة التقدير:

بعد تحديد p,d,q نقوم بتقدير معالم النموذج المختار حيث تختلف طرق تقديرها حسب نوع النموذج.
 أ. نموذج AR p: يكون أسلوب التقدير غير خطي وفي الغالب هو معظميه الاحتمال (Maximum Likelihood) أو نستخدم العلاقة الموجودة بين الارتباط الذاتي ومعاملات النموذج (Yule-Walker).
 ب. نموذج MA q و ARMA p.q: تقدير معالم هذه النماذج معقدة لأنها غير خطية والحد العشوائي غير منظور وبالتالي فهي تتطلب طرق تقدير تكرارية وعليه يكون أسلوب التقدير غير خطي وفي الغالب هو معظميه الاحتمال (Maximum Likelihood) كذلك طريقتي البحث التشابكي وغوس-نيوتن.¹

الجدول رقم (2-12): يمثل نتائج تقدير نموذج ARMA (1,0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-5664.051	637699.9	-0.008882	0.9929
AR(1)	0.355363	0.095139	3.735195	0.0003
SIGMASQ	1.28E+13	1.34E+12	9.565651	0.0000
R-squared	0.128812	Mean dependent var	-1.21E-09	
Adjusted R-squared	0.110077	S.D. dependent var	3855974.	
S.E. of regression	3637561.	Akaike info criterion	33.08368	
Sum squared resid	1.23E+15	Schwarz criterion	33.16382	
Log likelihood	-1585.017	Hannan-Quinn criter.	33.11607	
F-statistic	6.875414	Durbin-Watson stat	1.944780	
Prob(F-statistic)	0.001641			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الشكل أعلاه يمكن تمثيل المعادلة النموذج الأمثل:

$$E = -5664.051 + 0.355363E_{t-1} + \varepsilon_t$$

حيث: ε تمثل سلسلة البواقي

¹ خليفة دلهوم، "أساليب التنبؤ بالمبيعات دراسة حالة"، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم التجارية تخصص تسويق، جامعة الحاج لخضر -باتنة-، الجزائر، 2008-2009، ص 81.

3. مرحلة الفحص التشخيصي:

من الضروري فحص النموذج الذي تم اختياره والتأكد من أنه صحيح، ويحقق الفرضيات التي بني عليها، وذلك من خلال التأكد من خلو بواقي النموذج من الارتباط الذاتي أو تركيبة المتوسط المتحرك، أي أن يكون حد الخطأ في النموذج مطابق لشروط التشويش الأبيض، ويستخدم اختبار الارتباط الذاتي للبواقي في النموذج المقدر للتحقق من صحة النموذج، بحيث يتم التأكد من أن بواقي النموذج غير مرتبطة وتباينها ثابت مع تغير الزمن، ويستخدم عدة اختبارات لذلك منها اختبار ديرين واتسون DW واختبار Ljung Box، فإذا كانت البواقي غير مرتبطة ذاتيا وتبايناتها ثابتة مع الزمن أمكن ذلك من حساب التنبؤات بواسطة نموذج بوكس جنكينز، أما في الحالة البديلة (وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء وعدم ثبات التباين) فهذا يعني أننا سنعيد تشخيص النموذج من جديد وذلك باستخدام تقنيات ونماذج أخرى للسلاسل الزمنية أكثر تعقيدا.¹

أ. الاختبارات الإحصائية:

نلاحظ من خلال نتائج التقدير ما يلي:

- المعنوية الكلية للنموذج كما يدل على ذلك اختبار فيشر ($\text{prob} < 0.05$).
- معنوية المعلمة كما يدل على ذلك اختبار ستيودنت ($\text{prob} < 0.05$) ما عدا معلمة الحد الثابت غير معنوية.

ب. الاختبارات القياسية:

نقصد بذلك التحقق من فرضيات النموذج المتعلقة بسلسلة البواقي

- اختبار الارتباط الذاتي:

للتحقق من غياب مشكلة الارتباط الذاتي سنقوم باختبار Q-sta، كما هو موضح في الشكل التالي:

¹ مروان درويش، مرجع سبق ذكره، ص 157.

الجدول رقم (2-13): يمثل دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة E

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q Stat	Prob
		1	0.028	0.028	0.0754
		2	-0.031	-0.032	0.1732
		3	-0.115	-0.113	1.5087
		4	0.054	0.060	1.8029
		5	-0.005	-0.016	1.8057
		6	-0.001	-0.011	1.8058
		7	-0.028	-0.015	1.8887
		8	-0.007	-0.012	1.8942
		9	0.066	0.067	2.3686
		10	-0.073	-0.084	2.9550
		11	0.014	0.024	2.9753
		12	-0.003	0.007	2.9700
		13	-0.084	-0.112	3.7717
		14	0.009	0.014	3.7813
		15	-0.156	-0.173	6.5937
		16	-0.055	-0.066	6.9540
		17	0.011	0.014	6.9680
		18	-0.094	-0.163	8.0418
		19	-0.124	-0.106	9.9195
		20	-0.018	-0.040	9.9591
		21	0.024	-0.029	10.030
		22	-0.006	-0.025	10.035
		23	-0.021	-0.060	10.094
		24	-0.024	-0.005	10.168
		25	-0.029	-0.075	10.277
		26	0.102	0.070	11.666
		27	-0.120	-0.143	13.905
		28	0.032	-0.018	14.044
		29	0.065	0.062	14.647
		30	0.094	0.004	15.913
		31	-0.030	-0.060	16.041

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

نلاحظ أن احتمالية الاختبار عند جميع الفترات أكبر من 0.05 مما يعني قبول فرضية انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء العشوائية.

– فرضية ثبات التباين:

الجدول رقم (2-14): نتائج اختبار ثبات تباين الأخطاء العشوائية (ARCH)

F-statistic	0.192511	Prob. F(1,93)	0.6619	
Obs*R-squared	0.196245	Prob. Chi-Square(1)	0.6578	
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.24E+13	3.24E+12	3.811809	0.0002
RESID^2(-1)	0.045450	0.103587	0.438761	0.6619
R-squared	0.002066	Mean dependent var	1.30E+13	
Adjusted R-squared	-0.008665	S.D. dependent var	2.87E+13	
S.E. of regression	2.88E+13	Akaike info criterion	64.84044	
Sum squared resid	7.71E+28	Schwarz criterion	64.89420	
Log likelihood	-3077.921	Hannan-Quinn criter.	64.86216	
F-statistic	0.192511	Durbin-Watson stat	2.011852	
Prob(F-statistic)	0.661853			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

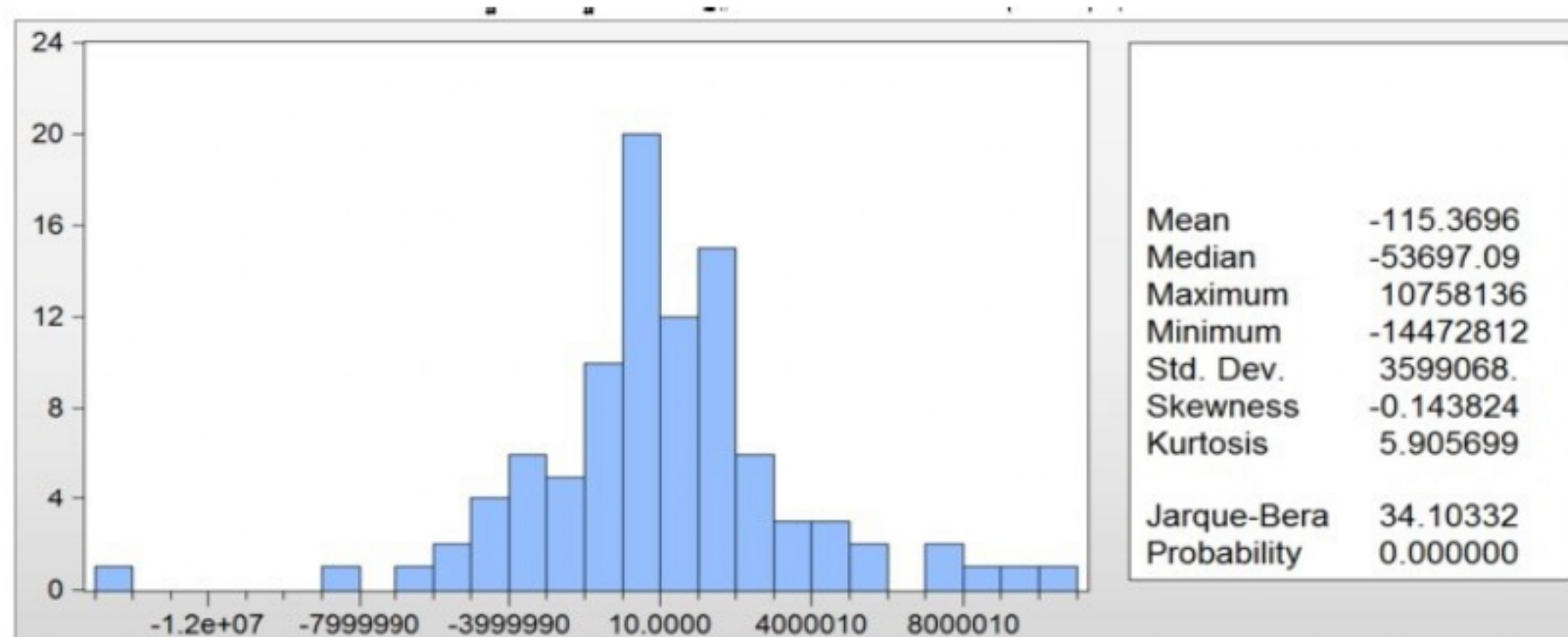
بما أن الاحتمالية أكبر من 0.05 نرفض فرضية وجود مشكلة عدم ثبات التباين.

– اختبار التوزيع الطبيعي:

لاختبار هذه الفرضية سنعتمد على نتائج اختبار التوزيع الطبيعي ل Jarque-Bera حيث أن نتائج

هذا الاختبار موضحة في الجدول التالي:

الشكل رقم (2-6): يمثل اختبار التوزيع الطبيعي لبواقي السلسلة



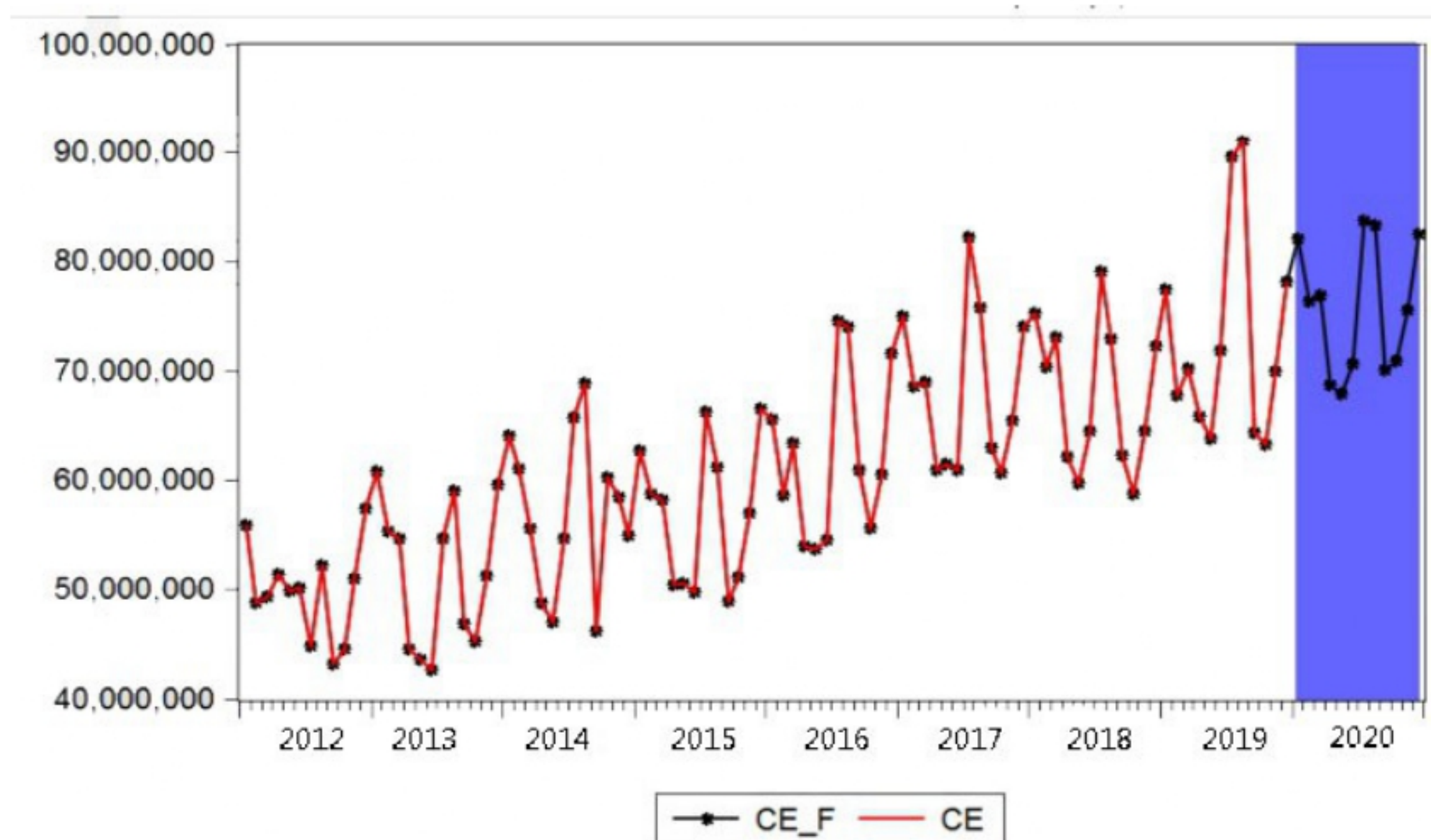
المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

بما أن $Prob < 0.05$ فإن سلسلة البواقي لا تتبع التوزيع الطبيعي وبما أن هدف الدراسة هو إجراء التنبؤ وليس دراسة العلاقة بين المتغيرات فإنه يمكن السماح بعدم تحقق هذه الفرضية. ومنه سننتقل للمرحلة الموالية ألا وهي التنبؤ.

4. مرحلة التنبؤ:

إن مرحلة التنبؤ هي الخطوة الأخيرة من خطوات دراسة وتحليل بيانات السلاسل الزمنية، والهدف الأساسي لهذا البحث، فبعد التأكد من صلاحية النموذج تأتي مرحلة استخدامه لمعرفة القيم المستقبلية للظاهرة موضع الدراسة للفترة المراد التنبؤ بها، حيث يتم استخدام التنبؤ بإحلال القيم الحالية والسابقة للمتغير التابع Y_t والبواقي e_t كقيم تقديرية لإيجاد الخطأ، وذلك للحصول على القيم المستقبلية الأولى المتنبأ بها Y_{t-1} ، لفترة زمنية واحدة، وهكذا بالنسبة للفترة التالية¹:

الشكل رقم (2-7): يمثل مقارنة بين السلسلة الأصلية CE والسلسلة CE_F



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ تطابق بين السلسلة الأصلية CE والسلسلة المتنبأ بها CE_F، كما أنها تأخذ نفس الاتجاه العام مع السلسلة الأصلية، وهذا يدل على أن النموذج المقدر أثبت نجاحه وهو النموذج الأنسب لتفسير استهلاك الكهرباء لولاية أم البواقي. والجدول أسفله يمثل الكميات الشهرية للطاقة الكهربائية المحتمل استهلاكها خلال سنة 2018.

¹ المشاط الصادق عبود، "استخدام نماذج ARIMA في التنبؤ بالتضخم الاقتصادي في الاقتصاد الليبي (2016-2025)"، مجلة آفاق اقتصادية، جامعة المرقب، ليبيا، المجلد 8، العدد 4، جوان 2018، ص 15.

الجدول رقم (2-15): التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية الوادي لسنة 2020

القيمة المتنبأ بها	الأشهر
82121084	جانفي
76374966	فيفري
76943101	مارس
68764602	افريل
67859454	ماي
70623302	جوان
83678205	جويلية
83247841	اوت
70064792	سبتمبر
70823094	أكتوبر
75479878	نوفمبر
82430487	ديسمبر

المصدر: من اعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews

من خلال الجدول أعلاه والذي يمثل القيم المتنبأ بها لسنة 2020 نلاحظ أن استهلاك الكهرباء شهد ارتفاع ملحوظ خلال كل أشهر سنة وهظا راجع للزيادة في عدد سكان الولاية حيث سجل استهلاك الكهرباء قيمة عظمى في شهر جويلية حيث بلغ KWH83678205 كما حقق أدنى قيمة له في شهر ماي حيث بلغ KWH67859454.

خلاصة الفصل

قمنا في هذا الفصل بدراسة تنبؤية باستعمال طريقة بوكس-جنكينز على استهلاك الكهرباء لولاية الوادي، خلال الفترة 2012 إلى 2019 حيث أن السلسلة تحتوي على 96 مشاهدة، وقبل القيام بعملية التنبؤ كان من الواجب توفير شروط الإستقرارية للسلسلة CE، حيث وجدنا أنها تحتوي على مركبة موسمية ومركبة الاتجاه العام، وبعد نزع المركبة الفصلية التي استخدمنا فيها المعاملات الموسمية، قمنا بإزالة مركبة الاتجاه العام وذلك باستخدام طريقة المربعات الصغرى، حيث وجدنا أن السلسلة مستقرة. بعد تطبيق منهجية بوكس-جنكينز على السلسلة المستقرة E، وتقدير النموذج $AR(1)$ الذي أثبتت جميع الاختبارات صلاحية هذا النموذج للتنبؤ به، ثم قمنا بعملية التنبؤ لاستهلاك الكهرباء لفترة 12 شهرا لسنة 2020 وكانت النتائج المتنبأ بها تأخذ نفس الاتجاه مع السلسلة الأصلية.

الخاتمة

يغلب على الحياة طابع الديناميكية، حيث تعيش البشرية في بيئة تتفاعل فيها العديد من المتغيرات والعوامل غير الخاضعة لسيطرتها بالكامل، كالعوامل السياسية، الاقتصادية، التكنولوجية، الاجتماعية والثقافية، لذا لم يعد أي مجتمع خال من الأزمات. فالأزمة موقف يحتاج إلى مجهود للتعرف على متغيراته وتفسير ظواهره ومحاولة السيطرة على أحداثه وتجنب مخاطره.

وتعددت الأزمات في شتى المجالات من أهمها مجال الطاقة، والتي تعني "وجود خلل في الوفاء باحتياجات المستهلكين" من شأنه أن يهدد الافتراضات الرئيسية التي يقوم عليها هذا النظام مثل: انقطاع الكهرباء بصفة مستمرة والكهرباء ليست مجرد عمليات توليد واستهلاك، بل ظاهرة مهيمنة 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.

تعتبر الجزائر من بين الدول المنتجة والمصدرة للطاقة الكهربائية، لذا يستلزم على المؤسسة المعنية "المؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز" توفير الطاقة الكهربائية للمجتمع وتطوير الوسائل التكنولوجية المسيرة للعصر وكذلك توفير أحسن الظروف الملائمة بها.

في موضوعنا اخترنا وحدة ولاية الوادي التي تعتبر من بين أهم الوحدات التابعة لمؤسسة سونغاز حيث قمنا بدراسة تنبؤية على سلسلة استهلاك الكهرباء الموجهة للقطاع العائلي CE، واخترنا عملية التنبؤ على المدى القصير بتطبيق طريقة بوكس-جنكينز.

حتى تتم عملية التنبؤ بصفة علمية ودقيقة لابد من توفير المعلومات اللازمة للقيام بعملية التنبؤ وما تتضمنه من تصميم فعال لنظام المعلومات. كذلك الإلمام بالأساليب العلمية وكيفية استخدامها في عملية التنبؤ، وكذا توفر الإطارات القادرة على القيام بالتنبؤ.

بناء على ما سبق، ومن خلال التطرق لأهم جوانب الموضوع وعبر مراحل مختلفة، قمنا بتقديم لمحة تاريخية عن الطاقة الكهربائية في الجزائر، وفي آخر الدراسة تناولنا طريقة من طرق التنبؤ الفعالة في مجال البرمجة والتسيير، هذه الطريقة تتمثل في طريقة بوكس-جنكينز التي أثبتت دقتها من خلال النتائج المحصل عليها خاصة في حالة السلاسل الزمنية المستقرة، فهي تسمح باختيار نموذج التنبؤ الأحسن، والأنسب الذي يتلاءم مع طبيعة معطيات سلسلة استهلاك الكهرباء CE، انطلاقاً من الاستهلاكات المحققة من خلال ثماني سنوات الماضية 2012-2020.

نتائج الدراسة

من خلال الدراسة النظرية والتحليلية تم استخلاص النتائج الآتية:

– الأهمية المتزايدة وبحدة لطاقة الكهربائية كمادة أساسية وضرورية في حياة البشر، ضرورة الغذاء والهواء إلى درجة أنه لا يمكن الاستغناء عنها؛

- يعرف استهلاك الطاقة في الجزائر تطورا ملحوظا مع الزمن وهو يتزايد طرديا، وبنسب متصاعدة نتيجة الحركية والديناميكية التي تعرفها الجزائر بصفة عامة منذ نهاية التسعينات خاصة؛
- إن الاستهلاك الكهربائي في ولاية الوادي في تزايد مستمر من سنة لأخرى ؛
- هناك تأثير فعلي لعامل الموسمية على استهلاك الطاقة الكهربائية لولاية الوادي؛
- 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 قاربت القيم الحقيقية المقدمة لنا من طرف المؤسسة.
- من خلال الدراسة القياسية تم التوصل إلى:
- إن أحسن نموذج يفسر سلوك استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية الوادي هو النموذج (1) AR؛
- بالاعتماد على النموذج (1) AR يكون من المتوقع أن يرتفع الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية الوادي إلى أعلى مستوياته بكمية قدرها 83678205KWH و 83247841KWH وذلك في كل من شهر جويلية وشهر أوت من سنة 2020 على التوالي، وأن أدنى قيمة له تقدر بـ 67859454KWH في شهر ماي من سنة 2020 وهذا راجع للتغيرات الموسمية.

اختبار فرضيات

- من خلال النتائج المتوصل إليها تم اختبار الفرضيات على النحو الآتي:
- **الفرضية الأولى:** التي تقول بضرورة الكهرباء واستهلاكها المتزايد خلال فترات زمنية، وقد تبين صحة الفرضية عند المقارنة بين منحنى السلسلة المستقرة ومنحنى السلسلة القدرة أنهما متطابقتين وتتزايد بنفس الوتيرة وهذا يعني أن استهلاك الكهرباء ضروري وفي تزايد عبر الزمن.
- **الفرضية الثانية:** التي تنص على أن طريقة BOX- JENKINZ هي الأمثل في عملية التنبؤ على المدى القصير، وقد سمحت لنا هذه الطريقة بالتنبؤ على القيم المستقبلية لاستهلاك الكهرباء بولاية الوادي. وهذا ما يثبت لنا صحة هذه الفرضية.
- **الفرضية الثالثة:** التي تقول إن النموذج المقدر له القدرة على التنبؤ باستهلاك الكهرباء مستقبلا في ولاية الوادي. وظهر هذا بعد اختيار النموذج الملائم (1.0) ARMA الذي أعطى نتائج تنبؤية جيدة.

توصيات الدراسة

- نقدم مجموعة من التوصيات التي نراها ضرورية من أجل السير الحسن لاقتصاديات البلاد:
- إتباع شركة سونلغاز الأساليب العلمية في عملية التنبؤ للحصول على نتائج علمية دقيقة قريبة للواقع الاقتصادي؛
- بما أن استهلاك الكهرباء يرتفع في فصل الصيف فعلى مؤسسة سونلغاز زيادة إنتاج الكهرباء؛

- اعتماد النماذج المقدمة كخطة لتسيير وتوزيع التيار الكهربائي.
- آفاق الدراسة
- في الأخير فإن دراستنا هذه لا تمثل إلا خطوة صغيرة في قطاع ذو أهمية كبرى وخاصة في الجزائر، لأجل ذلك فإن آفاق الدراسة في هذا القطاع واسعة ومن بينها نذكر:
- محاولة نمذجة استهلاك الطاقة الكهربائية مع متغيرات مستقلة أخرى كتغير المناخ والآلات الكهرومنزلية؛
- دراسة نمذجة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية، وذلك بالاعتماد على متغيرات مفسرة كالنمو الديمغرافي، معدل النمو الاقتصادي... الخ؛
- محاولة نمذجة استهلاك الطاقة الكهربائية لكل قطاع على حدا؛
- تحليل سلوك مبيعات الطاقة الكهربائية والتنبؤ بها باستخدام نماذج البائل لمجموعة من الدول.

قائمة

المراجع

أولاً: قائمة المراجع باللغة العربية:

أ. الكتب:

1. ابراهيم محمد عثمان القرضاوى، "أجهزة الطاقة الشمسية - تبريد - تكييف - تدفئة - تسخين مياه"، منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر، 1995.
2. بسام محمود وآخرون، "نظم الطاقات المتجددة: التكنولوجيا - الحسابات"، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق، سوريا، 2004.
3. تومي صالح، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي - دراسة نظرية مدعمة بأمثلة وتمارين - الجزء الثاني، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1999.
4. حافظ قببسي، "الطاقة والذرة"، معهد الانماء العربي، الطبعة الأولى، بيروت، 1987.
5. دحماني محمد ادريوش، "سلسلة محاضرات في مقياس الاقتصاد القياسي - دليل الاستخدام مع أمثلة محلولة بالاستعانة بالبرامج المعلوماتية الجاهزة EXCEL SPSS MICROFIT QRETL EViews"، جامعة جيلالي ليابس سيدي بلعباس، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية علوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، الجزائر، 2012-2013.
6. سمير سعدون مصطفى وآخرون، "الطاقة البديلة (مصادرها واستعمالاتها)"، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2001.
7. سمير مصطفى شعراوي، "مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية"، مركز النشر العلمي جامعة الملك عبد العزيز، الطبعة الأولى، المملكة العربية السعودية، 2005.
8. شيخي محمد، "طرق الاقتصاد القياسي - محاضرات وتطبيقات"، دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، 2012.
9. عاهد خطيب، "مبادئ تحويل الطاقة"، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان - الأردن، 1989.
10. عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، "الإحصاء للعلوم الإدارية والتطبيقية"، دار الشروق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان - الأردن، 1997.
11. عبد العزيز شرابي، "تقنيات التنبؤ"، مطبوعات جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، 2002.

12. عبد القادر محمد عبد القادر عطية، الحديث في الاقتصاد القياسي، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2005.
 13. عبد المطلب النقرش، "الطاقة - مفاهيمها، أنواعها، مصادرها -"، مديرية التخطيط، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، المملكة الأردنية الهاشمية، 2005.
 14. فريدريك ج بوش، أيوجين هشت، "الفيزياء الجامعية: سلسلة ملخصات شوم"، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ش.م.م، الطبعة العربية الثانية، مصر، 2004.
 15. محمد أحمد السيد خليل، "أزمة الطاقة والتحدي القادم"، دار الفكر العربي ملتزم الطبع والنشر، الطبعة الأولى، القاهرة، 2009.
 16. محمد بنوارة خزار، "مبادئ الإحصاء"، منشورات جامعة باتنة، الجزائر، 1996.
 17. نصري ذياب خاطر، "جغرافية الطاقة"، الجندرية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2011.
- ب.المذكرات والأطروحات:
1. إبراهيم رحيم، "دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1969-2008"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد تطبيقي (النمذجة الاقتصادية)، جامعة قاصدي مرباح-ورقلة، الجزائر، 2011-2012.
 2. بن أحمد احمد، "النمذجة القياسية لاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1988/10-2007/03"، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية فرع اقتصاد كمي، جامعة الجزائر، الجزائر، 2007-2008.
 3. بن زغمان خضرة، "دراسة تحليلية قياسية لاستهلاك الكهرباء -دراسة حالة سونلغاز وحدة إليزي- خلال الفترة 2010/01-2015/12"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد قياسي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2015-2016.
 4. بن قاسمي طارق، "استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز"، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم التسيير تخصص الأساليب الكمية في التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2013-2014.

5. بن نونة فاتح، "سياسة الطاقة والتحديات البيئية في ظل التنمية المستدامة-حالة الجزائر-"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد وتسيير البيئة، جامعة قاصدي مرباح-ورقلة، 2006-2007.
6. بوخطة محمد لزهر، "دور تكوين العاملين في تحسين إنتاجية المؤسسة دراسة حالة مديرية توزيع الكهرباء والغاز-ورقلة ريفي- (2011-2016)"، مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة الماستر أكاديمي قسم العلوم الاقتصادية تخصص تسيير واقتصاد بترولي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2016-2017.
7. تكواشت عماد، واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية فرع اقتصاد التنمية، جامعة الحاج لخضر-باتنة-، الجزائر، 2011-2012.
8. حضري خولة، "استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جنكينز في اتخاذ القرار الإنتاجي دراسة حالة مطاحن رياض سطيف وحدة تقرت في الفترة 2008-2013"، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير تخصص الأساليب الكمية في التسيير، جامعة محمد خيضر -بسكرة-، الجزائر، 2013-2014.
9. خليفة دلهوم، "المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم التجارية شعبة تسويق، جامعة باتنة 1، الجزائر، 2016-2017.
10. خليفة دلهوم، "أساليب التنبؤ بالمبيعات دراسة حالة"، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم التجارية تخصص تسويق، جامعة الحاج لخضر -باتنة-، الجزائر، 2008-2000.
11. سعيد هتهات، "دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص دراسات اقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2005-2006.
12. سمير بن محاد، "استهلاك الطاقة في الجزائر دراسة تحليلية وقياسية"، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص الاقتصاد الكمي، جامعة الجزائر، 2008-2009.

13. فاتح بن نونة، "أثر التوسع في إنتاج واستخدام الوقود الحيوي في قطاع النقل عالميا على التنمية الزراعية والأمن الغذائي في الدول النامية حالة إنتاج الوقود الحيوي في الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوروبي 2004-2013"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد وتسيير البيئة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2015-2016.
14. فادي نعيم الطويل، "تقدير دالة الطلب على استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي في فلسطين- دراسة حالة قطاع غزة للفترة (2000-2011)"، قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في اقتصاديات التنمية، الجامعة الإسلامية-غزة، فلسطين، 2013.
15. قادري رياض، "مقاربة رياضية وقياسية للتنبؤ بالمبيعات التنبؤ بمبيعات شركة سونلغاز من الكهرباء المنخفض التوتر لسنة 2016 باستخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية BOX&JENKINS"، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه قسم العلوم التجارية تخصص تسويق، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان، الجزائر، 2016-2017.
16. لعرج عثمان، زغدودي عبد القادر، "دراسة تحليلية تنبؤية لمبيعات الكهرباء وحدة البلدية 2006-2011"، مذكرة تخرج ضمن متطلبات نيل شهادة مهندس دولة في الإحصاء والاقتصاد التطبيقي تخصص إحصاء تطبيقي/ الواقع الاقتصادي والاستشراف، المدرسة الوطنية العليا للإحصاء والاقتصاد التطبيقي، الجزائر، 2011-2012.
17. مبروك نبيهة، "محددات الطلب على الكهرباء في الجزائر دراسة قياسية واقتصادية الفترة (1980-2013)"، مذكرة مكملة ضمن متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد قياسي، جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي، الجزائر، 2014-2015.
18. محمد حسان الخلف، "الطاقة الكهربائية وأهميتها الاستراتيجية في سوريا"، بحث أعد لنيل درجة الإجازة في الجغرافيا البشرية والاقتصادية، جامعة حلب، سوريا، 2008.
19. معمر ايمان، دراسة تحليلية قياسية للاستهلاك العائلي للكهرباء دراسة حالة سونلغاز وحدة البويرة خلال الفترة 2008:01-2013:12، مذكرة تخرج ضمن متطلبات نيل شهادة الماستر في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد كمي، جامعة أكلي محند أوحاج-بويرة-، الجزائر، 2013-2014.

20. نذير غانية، "إستراتيجية التسيير الأمثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة- دراسة حالة بعض الاقتصاديات"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في علوم التسيير تخصص تجارة دولية، جامعة قاصدي مرباح-ورقلة، الجزائر، 2015-2016.

ج. ملتقيات والمؤتمرات العالمية:

1. بوهنة كلثوم، نور محمد، "التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر"، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة تلمسان، الملحق الجامعية تلمسان، الجزائر.

2. جبار سعاد، ماحي سعاد، "الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانيات"، مداخلة مقدمة ضمن أبحاث المؤتمر الأول حول: السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القُطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، المنعقد بكلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1، الجزائر، 2015.

3. فاضل عباس الطائي، "التنبؤ والتمهيد للسلاسل الزمنية باستخدام التحويلات مع التطبيق"، المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات -الإحصاء والمعلوماتية، كلية علوم الحسابات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق، 2009.

د. المجالات:

1. بوفنش وسيلة، نمذجة قياسية للعوامل المحددة لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1981-2011، مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، العدد15، جامعة المسيلة، الجزائر، 2015.

2. بوهنة كلثوم، بن عزة محمد، "واقع قطاع الكهرباء في الجزائر دراسة حالة مجمع سونلغاز"، المجلة الجزائرية للعولمة والسياسات الاقتصادية، العدد06، جامعة الجزائر3، الجزائر، 2015.

3. جمال زدون، عشوي نصر الدين، "فعالية النماذج القياسية في التنبؤ بالطلب على الطاقة الكهربائية-دراسة حالة مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز بتلمسان-"، مجلة التكامل الاقتصادي، المجلد3، العدد3، جامعة أحمد درارية أدرار، الجزائر، 2013.

4. خبابه عبد الله، خبابه صهيب، أ. كعرار أحمد، "تطوير الطاقات المتجددة بين الأهداف الطموحة وتحديات التنفيذ-دراسة حالة برنامج التحول الطاقوي لألمانيا"، مجلة العلوم الاقتصادية وتسيير والعلوم التجارية، العدد 10، جامعة مسيلة، الجزائر، 2013.

5. خضير عقبة، عادل سلماني، "التجربة الجزائرية في مجال الطاقات المتجددة كبديل للبترول"، مجلة العلوم الإدارية والمالية، المجلد 01، العدد 01، جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي، الجزائر، ديسمبر 2017.
6. كسيرة سمير، عادل مستوي، "الاتجاهات الحالية لإنتاج واستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر - رؤية تحليلية آنية ومستقبلية-"، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد 14، جامعة الجزائر 3، الجزائر، 2015.
7. محمد طالبي، محمد ساحل، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة - عرض تجربة ألمانيا"، مجلة الباحث، العدد 06، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2008.
8. مروان درويش، "استخدام منهجية بوكس-جنكينز للتنبؤ بالتدفقات النقدية في البنوك الفلسطينية دراسة حالة بنك فلسطين"، مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإدارية والاقتصادية، المجلد 3، العدد 9، فلسطين، 1-4-2018.
9. المشاط الصادق عبود، "استخدام نماذج ARIMA في التنبؤ بالتضخم الاقتصادي في الاقتصاد الليبي (2016-2025)"، مجلة آفاق اقتصادية، جامعة المرقب، ليبيا، المجلد 8، العدد 4، جوان 2018.
10. هاجر شناي، زوبيدة محسن، "أثر إعادة هيكلة سونلغاز على تحقيق مهمة المرفق العام لقطاع الكهرباء في الجزائر"، مجلة الدراسات الاقتصادية المعمقة، العدد 08، جامعة مستغانم، الجزائر، 2018.
11. هاجر شناي، زوبيدة محسن، "جهود الدولة الجزائرية في الحفاظ وترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية"، المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، مجلد 5، العدد 1، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2018.

هـ.المواقع:

1. توليد الطاقة الكهربائية، تاريخ التصفح 2019/03/05، <https://download-internet-pdf-ebooks.com/2030-free-book>.