الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
قسم علوم التسيير

الموضـــوع:

استخدام منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية بمؤسسة سونلغاز – دراسة حالة: ولاية بسكرة–

رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في علوم التسيير

تخصص: الأساليب الكمية في التسيير

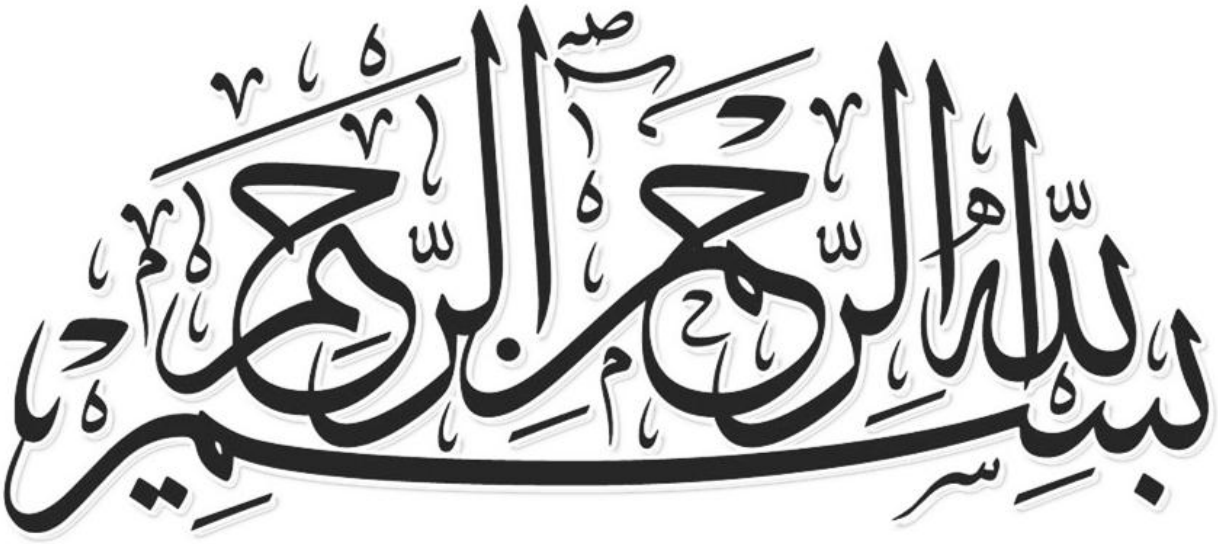
إعداد الطالبة:
عتروس سهيلة

الأستاذ المشرف:
أ.د/ خنشور جمال

أعضاء لجنـــة المناقـــشة:

أ.د/ يحياوي مفيدة	أستـــــاذ	جامعة بسكرة	رئيسا
أ.د/ خنشور جمال	أستـــــاذ	جامعة بسكرة	مشرفا
أ.د/ بن الزاوي عبد الرزاق	أستـــــاذ	جامعة بسكرة	مناقشا
أ.د/ بوقلقول الهادي	أستاذ محاضر "أ"	جامعة عنابة	مناقشا
د/ نصير أحمد	أستاذ محاضر "أ"	جامعة الوادي	مناقشا
أ.د/ بن خديجة منصف	أستاذ محاضر "أ"	جامعة سوق أهراس	مناقشا

السنة الجامعية: 2017-2018


بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

أهدي ثمرة هذا الجهد إلى:

إلى أغلى من في الوجود والدي الكريمين

أطال الله في عمرهما وجعلهما دائما نورا يضيء دروبنا

إلى سندي في هذه الحياة أختاي الغاليتين الدكتورتين صبرينة وحورية

اللتين أتمنى لهما مستقبلا حافلا بالإنجازات والنجاحات إن شاء الله

وإلى كل أفراد العائلة الكريمة كل باسمه وأخص بالذكر جدتي العزيزة أطال

الله في عمرها وخالي فؤاد الذي كان وسيظل نعم الأخ

وإلى كل الزملاء والزميلات والأصدقاء بدون استثناء

سهيلة

شكر وعرفان

الحمد لله ربي العالمين حمدا كثيرا طيبا مباركا وكل الشكر والامتنان **لله عز وجل** على نعمة التوفيق لإتمام هذا العمل

أتقدم أولا بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى كل من قدم لي يد المساعدة لإنجاز هذا البحث

أخص بالذكر أستاذي المشرف الأستاذ الدكتور خنشور جمال، وذلك لما أفادني به من خبرته الواسعة وتوجيهاته ونصائحه ومعاملته لي معاملة الأب لابنته.

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من الأستاذ مكيديش محمد والأستاذ بومحرز محمد على توجيهاتهم ونصائحهم القيمة فزادَهم الله علمًا وتواضعًا

إلى السادة أعضاء لجنة المناقشة على تكرمهم قبول تقييم ومناقشة هذا العمل الذي أعتبره خطوة أولى لبحوث مستقبلية إن شاء الله

كما أتقدم بوافر الشكر وعظيم الامتنان إلى كل من شجعني وشد من أزري ولو بالكلمة الطيبة، فشكرا جزيلا للجميع

سهيلة

الملخص:

شهدت الطاقة الكهربائية في الجزائر تطورا ملحوظا ممثلا في زيادة الكهرباء المستهلكة نتيجة لتطور النشاط الاقتصادي والتطور التكنولوجي وكذا النمو الديموغرافي، لهذا نهدف من خلال هذه الدراسة إلى البحث عن إمكانية تطبيق أسلوبين حديثين للتنبؤ بالقيم المستقبلية لاستهلاك الطاقة الكهربائية هما منهجية بوكس جنكنز التي تعتبر من أهم الأساليب القياسية التي أثبتت فعاليتها في مجال التنبؤ ونمذجة السلاسل الزمنية بمختلف أنواعها، وكذلك الشبكات العصبية الاصطناعية التي تهدف في مجملها إلى محاكاة العقل البشري من أجل القيام بعدة مهام منها نمذجة السلاسل الزمنية والتنبؤ بقيمها المستقبلية.

وعليه من أجل الوصول إلى الهدف السالف الذكر اخترنا أن تكون عينة الدراسة ممثلة في كمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط في ولاية بسكرة خلال الفترة من شهر جانفي 2014 إلى غاية شهر ديسمبر 2017، وبعد تطبيق منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية توصلنا إلى أن منهجية بوكس جنكنز هي الأفضل بالنسبة للمؤسسة وذلك لأنها أعطت نتائج قريبة جدا من الواقع.

الكلمات المفتاحية: *الطاقة، الطاقة الكهربائية، استهلاك الطاقة الكهربائية، منهجية بوكس جنكنز، الشبكات العصبية الاصطناعية.*

Résumé:

L'électricité de l'Algérie a connu un développement remarquable représenté par l'augmentation de la consommation d'électricité due au développement de l'activité économique, au développement technologique et à la croissance démographique, c'est pourquoi nous visons, à travers cette étude, d'étudier la possibilité d'appliquer deux méthodes pour prédire les futures valeurs de la consommation d'énergie électrique qui sont la méthodologie de Box-Jenkins ; l'un des plus importants méthodes économétrique qui se sont avérées efficaces dans la prédiction et la modélisation de divers types de séries chronologiques ; ainsi que l'application des réseaux neurones artificiels, qui dans leur intégralité visent à simuler le cerveau humain pour résoudre plusieurs problème parmi eux la modélisation des séries chronologiques et la prédiction de leurs futures valeurs.

Par conséquent, afin de réaliser l'objectif général de l'étude, nous avons choisi la quantité de consommation mensuelle de l'énergie électrique de basse et moyenne tension dans la Willaya de Biskra entre janvier 2014 et décembre 2017 comme échantillon d'étude, et après la mise en œuvre de la méthodologie de Box Jenkins et Réseaux neurones artificiels, nous avons trouvé que la méthodologie de Box Jenkins est la meilleure pour l'organisation car elle donne des résultats très proches de la réalité.

Les mots-clés: *Energie, Energie électrique, Consommation d'énergie électrique, méthodologie de Box-Jenkins, Réseaux neurones artificiels.*

Abstract:

Electric energy in Algeria has seen a remarkable development represented by the increase of electricity consumed as a result of the development of economic activity and technological development as well as demographic growth, that is why we aim through this study to study the possibility of applying two methods to predict the future values of electric energy consumption are methodology of Box-Jenkins which is one of the most important econometric methods that have proven effective in predicting and modeling various types of time series, and artificial neural networks, which are designed in order to simulate the human mind to solve different problems like time series modeling and forecasting their future values.

Therefore, in order to apply the general objective of the study, we chose to be the sample of the study represented by the monthly consumption of low and medium tension electric energy in Willaya of Biskra, this is during the period from January 2014 to December 2017, and after the applying of the methodology of Box-Jenkins and artificial neural networks we found that the methodology of Box-Jenkins is the best for the organization because it gave results very near to reality.

Keywords: *Energy, Electric energy, Electric energy consumption, Box-Jenkins methodology, Artificial neural networks.*

فهرس المحتويات

العنـــــــــــــوان	الصفحة
إهداء	
شكر وعرفان	
الملخص	III-I
فهرس المحتويات	VIII- IV
قائمة الجداول	XI-IX
قائمة الأشكال	XIII-XII
المقـــدمـــــة	أ- س
الفصل الأول: الطاقة الكهربائية في الجزائر –الاستهلاك وسبل الترشيد–	**90-1**
تمهيد	**2**
المبحث الأول: أساسيات حول الطاقة	**3**
المطلب الأول: مفهوم الطاقة وتطورها التاريخي	3
المطلب الثاني: استعمالات الطاقة	4
المطلب الثالث: أهمية الطاقة ودورها في مختلف القطاعات الاقتصادية	7
المطلب الرابع: أنواع الطاقة ومصادرها	12
المطلب الخامس: أشكال الطاقة والنظام الطاقوي	15
المبحث الثاني: مفاهيم أساسية في الوقود الأحفوري والطاقات المتجددة وإمكانيات الجزائر منهما	19
المطلب الأول: مفهوم الوقود الأحفوري ومزاياه	19
المطلب الثاني: مصادر الوقود الأحفوري ومميزاتهم	22
المطلب الثالث: مفهوم الطاقة المتجددة ومزايا استخدامها	29
المطلب الرابع: دوافع الاتجاه نحو الطاقة المتجددة ومنافعها	31

المطلب الخامس: أنواع الطاقة المتجددة –المزايا والعيوب–	33
المطلب السادس: إمكانيات الجزائر من الطاقات الأحفورية والطاقات المتجددة	45
المبحث الثالث: مبادئ أساسية في الطاقة الكهربائية	50
المطلب الأول: مفهوم الطاقة الكهربائية	50
المطلب الثاني: لمحة تاريخية عن الطاقة الكهربائية	51
المطلب الثالث: خصائص الطاقة الكهربائية	54
المطلب الرابع: محطات توليد الطاقة الكهربائية	56
المطلب الخامس: مكونات قطاع الكهرباء وأهدافه	59
المطلب السادس: القطاعات المستخدمة للطاقة الكهربائية	61
المبحث الرابع: واقع استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر	64
المطلب الأول: تاريخ إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر	64
المطلب الثاني: التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر	67
المطلب الثالث: تطور قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر	69
المطلب الرابع: تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر	71
المبحث الخامس: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وجهود الجزائر في ذلك	76
المطلب الأول: مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة والسياسات اللازمة لذلك	76
المطلب الثاني: جهود الجزائر في ترشيد استهلاك الطاقة	78
المطلب الثالث: مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وفوائدها	83
المطلب الرابع: استراتيجيات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية	84
المطلب الخامس: الجهات المسؤولة عن تحقيق ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية	88
خلاصة الفصل	90
الفصل الثاني: منهجيــة بـوكس جنكنــز والشبكات العصبية الاصطناعية كأداة للتنبؤ	**183-91**
تمهيد	92

المبحث الأول: مفاهيم نظرية حول التنبؤ	93
المطلب الأول: تعريف التنبؤ ومجالاته	93
المطلب الثاني: العوامل المؤثرة في عملية التنبؤ	95
المطلب الثالث: أساليب التنبؤ	97
المطلب الرابع: مفهوم خطأ التنبؤ ومصادره	100
المطلب الخامس: مؤشرات قياس دقة التنبؤ	102
المبحث الثاني: مبادئ أساسية في السلاسل الزمنية	107
المطلب الأول: مفهوم السلسلة الزمنية ومركباتها	107
المطلب الثاني: نماذج وصف سلوك السلسلة الزمنية	111
المطلب الثالث: مفهوم استقرارية وعدم استقرارية السلاسل الزمنية العشوائية	113
المطلب الرابع: نماذج ARIMA الخطية	116
المبحث الثالث: استخدام منهجية Box-Jenkins كأداة للتنبؤ	120
المطلب الأول: تعريف منهجية Box-Jenkins	120
المطلب الثاني: مرحلة التعرف	123
المطلب الثالث: مرحلة التقدير	130
المطلب الرابع: مرحلة الفحص أو الاختبار	133
المطلب الخامس: مرحلة التنبؤ	136
المطلب السادس: مميزات وعيوب منهجية بوكس جنكنز	137
المبحث الرابع: فلسفة الشبكات العصبية الاصطناعية	140
المطلب الأول: التطور التاريخي للشبكات العصبية الاصطناعية	140
المطلب الثاني: مفهوم الشبكات العصبية الاصطناعية وفلسفتها	143
المطلب الثالث: مميزات الشبكات العصبية الاصطناعية وخصائصها	151
المطلب الرابع: تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية	153
المطلب الخامس: مكونات الشبكة العصبية الاصطناعية	155
المبحث الخامس: الشبكات العصبية الاصطناعية والتنبؤ	162

المطلب الأول: أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية	162
المطلب الثاني: معالجة المعلومات في الشبكة العصبية الاصطناعية (التعلم–التدريب)	167
المطلب الثالث: أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية المستخدمة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية	169
المطلب الرابع: التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية	172
المطلب الخامس: إشكالية المفاضلة بين منهجية بوكس–جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية	179
خلاصة الفصل	183
الفصل الثالث: التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية	**261–184**
تمهيد	185
المبحث الأول: نظرة عامة حول سونلغاز	186
المطلب الأول: تعريف مؤسسة سونلغاز وأهدافها	186
المطلب الثاني: تاريخ سونلغاز ومراحل تحولها من مؤسسة إلى مجمع صناعي وتجاري	188
المطلب الثالث: فروع سونلغاز	196
المطلب الرابع: وظائف سونلغاز	198
المبحث الثاني: المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة	201
المطلب الأول: التعريف بالشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز وفروعها	201
المطلب الثاني: مهام الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز وصلاحياتها	203
المطلب الثالث: معلومات عامة حول المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة	205
المطلب الرابع: أساليب التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة	212
المبحث الثالث: دراسة خصائص السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة	214
المطلب الأول: دراسة وصفية للسلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة	214
المطلب الثاني: المطلب الثاني: دراسة استقرارية السلسلة CONSOM	221

المبحث الرابع: التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز	229
المطلب الأول: مرحلة التعرف	229
المطلب الثاني: مرحلة التقدير	230
المطلب الثالث: مرحلة الاختبار والفحص	235
المطلب الرابع: مرحلة التنبؤ	239
المبحث الخامس: استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة والمفاضلة بين النماذج	242
المطلب الأول: مراحل تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية	242
المطلب الثاني: المفاضلة بين نتائج منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة	255
خلاصة الفصل	261
الخاتمة	262
قائمة المراجع	271

قائمة الجداول

الرقـم	عنــوان الجـدول	الصفحـة
(1-1)	تطور عدد مستهلكي الطاقة الكهربائية في الجزائر	69
(2-1)	تطور حجم إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر	70
(3-1)	تطور طول الشبكة الكهربائية في الجزائر	71
(4-1)	تطور الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في الجزائر (GWh)	71
(5-1)	تطور الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر حسب القطاعات (GWh)	73
(6-1)	تطور الحصة السنوية للفرد من الطاقة الكهربائية (Kwh)	75
(1-2)	كيفية تشخيص النموذج	130
(1-3)	مديريات التوزيع التابعة للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز	202
(2-3)	كمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة خلال الفترة 2014-2017	215
(3-3)	الانحراف المعياري السنوي والمتوسط الحسابي السنوي لاستهلاك الطاقة الكهربائية	220
(4-3)	معاملات الانحدار	220
(5-3)	التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الاستهلاك CONSOM	222
(6-3)	المعاملات الموسمية لسلسلة الاستهلاك CONSOM	223
(7-3)	كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء لولاية بسكرة الخالية من الأثر الموسمي (CONSOMSA)	223
(8-3)	التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي لـ CONSOMSA	226

(9-3)	نتائج اختبار ديكي فولر المطور على السلسلة CONSOMSA	227
(10-3)	نتائج اختبار ديكي فولر المطور على السلسلة DCONSOMSA	228
(11-3)	التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي للسلسلة DCONSOMSA	229
(12-3)	تقدير نموذج MA(2) للسلسلة DCONSOMSA	230
(13-3)	تقدير نموذج MA(2) للسلسلة DCONSOMSA بدون ثابت	231
(14-3)	تقدير نموذج AR(2) للسلسلة DCONSOMSA	231
(15-3)	تقدير نموذج AR(2) للسلسلة DCONSOMSA بدون ثابت	232
(16-3)	تقدير نموذج AR(3) للسلسلة DCONSOMSA	232
(17-3)	تقدير نموذج ARMA(2,2) للسلسلة DCONSOMSA	233
(18-3)	تقدير نموذج ARMA(2,2) للسلسلة DCONSOMSA بدون ثابت	233
(19-3)	تقدير نموذج ARMA(3,2) للسلسلة DCONSOMSA	234
(20-3)	معايير اختيار النموذج الملائم	235
(21-3)	دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة بواقي التقدير	236
(22-3)	دالة الارتباط الذاتي والجزئي لمربعات بواقي التقدير	237
(23-3)	نتائج اختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة بواقي التقدير	238
(24-3)	مؤشرات قياس دقة التنبؤ لمنهجية Box-Jenkins	240
(25-3)	مؤشرات قياس جودة التنبؤ للشبكات العصبية الاصطناعية	253
(26-3)	المفاضلة بين مؤشرات قياس دقة التنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة	256
(27-3)	القيم التنبؤية لكمية الاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة بدون الأثر الموسمي لسنة 2018	258

(3-28)	القيم التنبؤية لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة لسنة 2018	259

قائمة الأشكال

الرقم	عنـــوان الشكـــل	الصفحـة
(1-1)	التمثيل البياني لتطور الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في الجزائر (GWh)	72
(2-1)	الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية حسب القطاعات في الجزائر (GWh)	74
(1-2)	مركبة الاتجاه العام في السلسلة الزمنية	109
(2-2)	التغيرات الموسمية في السلسلة الزمنية	110
(3-2)	التغيرات الدورية في السلسلة الزمنية	110
(4-2)	التغيرات العشوائية في السلسلة الزمنية	111
(5-2)	مراحل تطبيق منهجية Box-Jenkins	122
(6-2)	مناظرة بين العصبون البيولوجي والعصبون الاصطناعي	145
(7-2)	النموذج العام والبسيط للشبكة العصبية الاصطناعية	147
(8-2)	وحدة المعالجة في الشبكة العصبية الاصطناعية (العصبون)	149
(9-2)	النموذج العام للشبكات المتعددة الطبقات	157
(10-2)	مكونات العصبون وكيفية عمله	158
(11-2)	أشهر دوال التنشيط	160
(12-2)	آلية عمل الشبكة العصبية الاصطناعية (MLP) في التنبؤ بالسلاسل الزمنية	175
(13-2)	كيفية عمل خوارزمية الانتشار الخلفي للخطأ	178
(1-3)	الهيكل التنظيمي للمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (سونلغاز	206

	بسكرة	
(2-3)	التمثيل البياني للسلسلة CONSOM	217
(3-3)	المعطيات الإحصائية للسلسة CONSOM	218
(4-3)	التمثيل البياني للسلسلتين CONSOM وCONSOMFOR	239
(5-3)	اختيار الشبكة العصبية الاصطناعية لمعالجة السلاسل الزمنية	243
(6-3)	معالجة البيانات بالاعتماد على تنبؤ الانحدار الذاتي غير الخطي	244
(7-3)	بيانات التحقق والاختبار	245
(8-3)	معمارية الشبكة العصبية الاصطناعية	247
(9-3)	خصائص عملية تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية	248
(10-3)	نتائج عملية تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية	249
(11-3)	المدرج التكراري للأخطاء	250
(12-3)	دالة الارتباط الذاتي بين للأخطاء	250
(13-3)	النتائج النهائية لمعياري R و MSE	251
(14-3)	جاهزية الشبكة للتنبؤ	252
(15-3)	المقارنة بين القيم الفعلية والمتنبأ بها	252
(16-3)	التمثيل البياني للسلسلتين CONSOM وCONSOMFOR	260

المقدمة

تمهيد:

يعتبر التنبؤ في عصرنا الحالي من أهم العمليات التي لا يمكن للمؤسسة ومتخذي القرار الاستغناء عليها وهذا راجع لأهميته الكبيرة في التقليل من عامل المخاطرة وكذا في وضع الاستراتيجيات والخطط المستقبلية أي إعطاء نظرة مستقبلية عن ما ستكون عليه الظاهرة المدروسة أو متغيرات الدراسة، ومن أجل تحقيق ذلك فإن هناك العديد من الأساليب التي يمكن الاعتماد عليها وهذا في ظل توافق بيانات الدراسة وشروط تطبيق أسلوب التنبؤ.

ومن بين المجالات المهمة التي تتطلب التنبؤ بالقيم المستقبل نجد مجال الطاقة وبالأخص الطاقة الكهربائية التي تعتبر عنصر أساسي لا يمكن الاستغناء عنه في حياتنا اليومية وهذا لما تتمتع به من ميزات وخصائص أدت إلى تزايد الطلب على هذا المورد الطاقوي نتيجة التطور الحاصل في مختلف المجالات في عصرنا الحالي، الأمر الذي يستدعي دراسة استهلاك هذا الشكل المهم من أشكال الطاقة بهدف سد احتياجات الشعوب وكذا السعي نحو الاستهلاك الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية بما يحد من إهدارها دون المساس براحة مستخدميها أو إنتاجيتهم أو المساس بكفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة.

تجدر الإشارة إلى أن التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية يعتبر عنصرا مهما وفعالا جدا في تحديد الخطط المستقبلية للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز (سونلغاز) وكذا وضع الاستراتيجيات المناسبة لذلك وهذا طبعا من أجل اتخاذ القرار المناسب في الوقت المناسب مع مراعاة الظروف المحيطة بالمؤسسة، وعليه فمن خلال هذا البحث نسعى إلى تسليط الضوء على أسلوبين مهمين من أساليب التنبؤ ذات الفعالية والكفاءة العاليتين في دراسة السلاسل الزمنية ألا وهما منهجية بوكس جنكنز باعتبارها أسلوب قياسي جيد لنمذجة السلاسل الزمنية العشوائية والتنبؤ بقيمها المستقبلية، وكذا أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية التي تعتبر إحدى فروع الذكاء الاصطناعي وكذا إحدى أساليب المدخل الرياضي

الممزوج مع مداخل أخرى مدعمة ومكملة له تهدف في مجملها إلى محاكاة عمل العقل البشري وهذا بهدف التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة المدروسة والمتمثلة في استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة.

ومنه فانطلاقا مما سبق طرحه فإنه يمكن صياغة إشكالية الموضوع في السؤال التالي:

ما مدى فعالية استخدام منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بكمية استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة؟

انطلاقا من الإشكالية السالفة الذكر وبغرض الإلمام أكثر بمختلف جوانب الموضوع ارتأينا إلى تجزئة الإشكالية إلى عدد من الأسئلة الفرعية التي سنحاول الإجابة عليها من خلال هذا البحث وهي كالآتي:

1- ما مدى امكانية منهجية بوكس جنكنز في صياغة نموذج جيد ملائم للتنبؤ؟

2- ما مدى قدرة الشبكات العصبية الاصطناعية في تحقيق دقة التنبؤ؟

3- كيف يمكن المفاضلة بين منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ؟

-فرضيات البحث:

يقوم هذا البحث على ثلاث فرضيات أساسية مفادها ما يلي:

1- تسمح منهجية بوكس جنكنز بتحقيق جودة التنبؤ؛

2- الاعتماد على الشبكات العصبية الاصطناعية يسمح بتحقيق دقة التنبؤ؛

3- ترتبط الأفضلية بين منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية بدقة التنبؤ.

-أهداف البحث:

جاء هذا البحث لتحقيق جملة من الأهداف نذكر منها ما يلي:

- توضيح وتقريب المفاهيم الخاصة بالتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية وهذا لما له من أهمية في عملية التخطيط ووضع الاستراتيجيات الخاصة بمؤسسة سونلغاز فالطاقة الكهربائية تعتبر عنصرا مهما في التنمية الاقتصادية المستدامة؛

-تسليط الضوء على كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية باعتبارهما أسلوبين فعالين في مجال التنبؤ في مختلف الميادين وتقريب المفاهيم الخاصة بكل أسلوب؛

-محاولة اقتراح نماذج تسمح بدراسة تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة وتتبع هذا التطور في المستقبل وهذا بتطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية وكذا معرفة مدى كفاءة هذين الأسلوبين في السلسلة قيد الدراسة؛

-المفاضلة بين نتائج تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة؛

- الرغبة في توفير مرجع للباحثين يسمح من خلاله معرفة إمكانية وشروط تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بصفة عامة والتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية بصفة خاصة.

-أسباب اختيار الموضوع:

اخترنا هذا الموضوع لجملة من الأسباب الموضوعية والذاتية أهمها:

-الرغبة في البحث في مجال الطاقة الكهربائية للتعرف أكثر على هذا الميدان وكذا التعرف على قدرات وإمكانيات الجزائر فيه؛

- ابراز الدور الفعال للتنبؤ في المؤسسة ذلك أنه أصبح اليوم ركيزتها الأساسية والمهمة والتي من خلالها يتم وضع الخطط والاستراتيجيات المستقبلية والتقليل من حدة المخاطرة؛

-محاولة إثراء معارفنا والبحث أكثر في أسلوبي الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس جنكنز وهذا لما يمتازان به من فعالية في الجانب التسييري والتنبؤي؛

- إعطاء بدائل فعالة للتنبؤ بكمية استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة من خلال استخدام منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية بهدف رسم استراتيجيات وخطط فعالة في مواجهة الطلب المستقبلي على هذا المورد.

-المنهج المتبع:

للإجابة على إشكالية البحث واختبار مدى صحة الفرضيات التي تقوم عليها هذه الدراسة سيتم الاعتماد على بعض المناهج الكمية التي تعتمد في مجملها على المنطق الرياضي في تحليل ومعالجة البيانات لهذا سنعمل على تطبيق الأساليب المدروسة في الجانب النظري على بيانات المؤسسة قيد الدراسة، أي سنقوم بتطبيق أسلوبين هما: منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة.

-الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات والأعمال التي تناولت جوانب مختلفة من موضوعنا نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر بعض الدراسات التي تعرضت للمقارنة بين منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية فيما يلي:

-**دراسة ياسين حموش** والتي جاءت بعنوان: **Comparaison de plusieurs méthodes pour la prédiction de la charge électrique nationale**، وهي عبارة عن مذكرة ماجستير في الاعلام الآلي لسنة 2009 بجامعة عنابة -الجزائر. تهتم هذه الدراسة بدراسة تطور قيمة الشحنة الكهربائية على المستوى الوطني أي على مستوى الجزائر (وهي بيانات يومية بالساعات) والتنبؤ بقيمها المستقبلية وهذا بالاعتماد على منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية ومن ثم المقارنة بين نتائج كل منهما حيث توصل إلى أنه يمكن الاعتماد على كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بقيمة الشحنة الكهربائية بخطوة واحدة للأمام لكن الشبكات العصبية الاصطناعية أعطت نتائج أفضل من منهجية بوكس جنكنز في التنبؤ لهذا تم الاعتماد على الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بعدة خطوات للأمام.

- ❖ من خلال هذه الدراسة لاحظنا أن الحكم على دقة التنبؤ للأسوب المستخدم كان من خلال الاعتماد على الرسم البياني للقيم الحقيقية والقيم المتنبأ بها، كما أنه تم الاعتماد على نفس المبدأ بالنسبة للمقارنة بين الأسلوبين.

-**دراسة كل من ظافر رمضان مطر وانتصار ابراهيم الياس:** والتي كان عنوانها: **تحليل ونمذجة السلسلة الزمنية لتدفق المياه الداخلة إلى مدينة الموصل دراسة مقارنة**، وهي عبارة عن مقالة منشورة

في المجلة العراقية للعلوم الاحصائية العدد 18 لسنة 2010. من خلال هذه الدراسة تم تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية لنمذجة السلسلة الزمنية للتدفق الشهري لمياه نهر دجلة الداخلة إلى مدينة الموصل للفترة من 1950-1995 والتنبؤ بقيمها المستقبلية، والنتائج المتوصل إليها أظهرت أن تطبيق منهجية بوكس جنكنز أعطى تنبؤات أكثر ملاءمة من تلك التي قدمها أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية.

- ❖ نلاحظ من خلال هذا العمل أنه لم يتم دراسة دقة نتائج التنبؤ بالنسبة للأسلوبين كل على حدا وإنما تم الاكتفاء بدراسة مدى ملاءمة النماذج المتحصل عليها للسلسلة الأصلية قيد الدراسة كما أنه لم يتم التفصيل في كيفية تطبيق هذين الأسلوبين.

-**دراسة عدالة العجال:** والتي جاءت بعنوان: **استخدامات العمليات العشوائية ونماذج الشبكات العصبية في التنبؤ الاقتصادي، ودورها في دراسة الآفاق المستقبلية للواقع التقني والتسويقي للمؤسسة الصناعية بالجزائر**، وهي أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص تقنيات كمية مطبقة لسنة 2011/2010 بجامعة وهران. قام الباحث من خلال هذه الأطروحة بمحاولة نمذجة كمية مبيعات أنابيب (C.A.O) لمؤسسة ترانس كنال-غرب وهذا باستخدام كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية وتوصل إلى أن كلى الأسلوبين أعطى قيم تنبؤية ذات دقة عالية إلا أن نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية كان الأكثر ملاءة بالنسبة لمعطيات المؤسسة.

- ❖ ما يلاحظ في هذه الدراسة أن الباحث أصدر الحكم على نجاعة وفعالية الأسلوبين المستخدمين من خلال ملاحظة المنحنى البياني والمقارنة بين القيم الفعلية والمتنبأ بها كما أنه تم اصدار الحكم على أن الشبكات العصبية الاصطناعية أفضل من منهجية بوكس جنكنز لكن دون ابراز ذلك في الجزء التطبيقي ودون حساب مؤشرات جودة التنبؤ اللازمة لذلك.

-دراسة كل من **ظافر رمضان مطر البدراني ورهاد عماد صليوا:** والتي كانت بعنوان: **تقييم تنبؤ السلسلة الزمنية لمعدلات درجات الحرارة باستخدام الشبكات العصبية**، وهي عبارة عن مقالة منشورة في المجلة العراقية للعلوم الاحصائية العدد 26 لسنة 2014. من خلال هذه الدراسة تم تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية عل بيانات المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى لمدينة De Belt الهولندية للفترة من 1950-1995 والتنبؤ بقيمها المستقبلية، والنتائج المتوصل إليها بينت أن أداء الشبكات العصبية ذوات التغذية العكسية أفضل من غيرها ومن أداء منهجية بوكس جنكنز.

- ما يلاحظ في هذه الدراسة هو الاعتماد على الرسم البياني من أجل الحكم على مدى ملاءمة النموذج المعتمد للقيم الأصلية وكذا على الحكم على دقة نتائج كل أسلوب، كما أن معيار المقارنة بين الأساليب كان من خلال مقارنة الرسم البياني للقيم الفعلية ومخرجات كل أسلوب وكذا معيار MSE فقط.

-**دراسة دربال أمينة:** والتي كانت بعنوان: **محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية دراسة حالة: مؤشر سوق دبي المالي**، وهي أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص نقود، بنوك ومالية وهذا سنة 2014 بجامعة أبي بكر بلقايد بتلمسان. بنيت هذه الدراسة للإجابة على إشكالية أساسية هي: ما مدى فعالية تطبيق النماذج القياسية (نموذج بوكس جنكنز، نموذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس الأخطاء ونموذج الشبكات العصبية الاصطناعية) للتنبؤ بعوائد مؤشر سوق دبي المالي؟ ومن بين النتائج التي تم التوصل إليها أنه يمكن تطبيق النماذج المقترحة على السلسلة الزمنية لمؤشر سوق دبي المالي إلا أنه تم التوصل إلى أن نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية لديه قدرة أكبر على التنبؤ مقارنة مع النماذج الأخرى.

- ❖ من خلال هذه الدراسة يتضح أنه لم يتم الحكم على جودة النماذج المستخدمة للتنبؤ كل على حدا وإنما اكتفت الباحثة بالحكم على ملاءمة النماذج للسلسلة وهذا بناءً على قبولهم احصائيا فقط، كما أنه تم الاعتماد على الرسم البياني للحكم على قدرة الشبكة العصبية الاصطناعية في محاكاة البيانات الأصلية، وعند المقارنة فإنها اعتمدت على مؤشر MSE وAIC فقط دون الأخذ بعين الاعتبار باقي المؤشرات.

-دراسة كل من **دعاء عبد الكريم صاحب ومحمد حبيب الشاروط:** والتي جاءت بعنوان: **التبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة القادسية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية ونماذج الشبكات العصبية الاصطناعية،** وهي مقالة منشورة في مجلة القادسية لعلوم الحاسوب والرياضيات المجلد 6 العدد 1 لسنة 2014. في هذه الدراسة تم تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة القادسية خلال الفترة 2005-2012 والتنبؤ بقيمها المستقبلية وقد أظهرت النتائج تفوق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية على منهجية بوكس جنكنز.

- ❖ نلاحظ من خلال هذه الدراسة أنه تم دراسة مدى ملاءمة النموذج المقترح لكل أسلوب وعدم التركيز على الاهتمام بمدى دقة النتائج المتحصل عليها وكذا عدم الاهتمام بشرح سبب الأفضلية عند المقارنة بين الأساليب.

-**دراسة جباري لطيفة مصطفى:** والتي كانت بعنوان: **طرق اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي: دراسة مقارنة للتنبؤ بالطاقة الكهربائية لولاية تلمسان باستعمال الشبكات العصبية الاصطناعية،** وهي أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسات وهذا سنة 2016/2015 بجامعة أبي بكر بلقايد بتلمسان. هدفت الباحثة من خلال هذه الدراسة إلى

الإجابة على الأسئلة الأساسية التالية: ما هو الدور الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي ومختلف نماذجه في عملية اتخاذ القرار اليوم؟ هل يمكن اعتبار نموذج ANN أحسن طريقة للتنبؤ باستهلاك الكهرباء في ولاية تلمسان؟ ومن بين النتائج التي تم التوصل إليها هي أنه يمكن تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية لاستهلاك الكهرباء إلا أنها اعتبرت أن منهجية بوكس جنكنز محدودة وبعيدة نوعا ما على الواقع لذلك فإن الشبكة العصبية الاصطناعية أحسن طريقة للتنبؤ بالطاقة الكهربائية وهذا استنادا إلى النتائج المتحصل عليها والتي كانت أقرب إلى الواقع.

- من خلال هذه الدراسة يلاحظ أن الباحثة قامت بالحكم على فعالية الأسلوبين من خلال النظر للرسم البياني الخاص بالقيم الفعلية والمتنبأ بها فقط كما أنها قامت بالاعتماد على البيانات الشهرية عند تطبيق منهجية بوكس جنكنز والاعتماد على البيانات اليومية (المحسوبة بالساعات) عند تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية وقامت بتفضيل الشبكات العصبية الاصطناعية بالنسبة لمنهجية بوكس جنكنز على أساس أن المنهجية لا يمكنا التعامل مع البيانات اليومية وإذا تم ذلك فإنها ستعطي أخطاء كبيرة، أي أنها لم تعتمد على معايير الدقة في التفضيل ولا في الحكم على جودة النماذج المستخدمة.

وعليه فمن خلال كل ما سبق ذكره يتضح أن هناك اتفاق في الدراسات السابقة في كون أن تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية يعطى نتائج جد مرضية وتنبؤات قريبة جدا من الواقع إلا أن هناك اختلاف في الدراسات عند المفاضلة بينهما ذلك أن هناك من يفضل منهجية بوكس جنكنز وهناك من يفضل الشبكات العصبية الاصطناعية وهذا راجع لعدة أسباب من بينها طبيعة البيانات المدروسة وخصائصها.

وعليه نحن نرى أن القيمة المضافة التي تحملها أطروحتنا هذه بالنسبة للدراسات السابقة تكمن في النقاط التالية:

– محاولة توضيح المدخل الكمي الذي تنتمي إليه الشبكات العصبية الاصطناعية؛

– نعتمد في الحكم على جودة ودقة نتائج كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على مبادئ كمية تتمثل في مؤشرات دقة التنبؤ بخصائصها المختلفة وليس الاكتفاء بالاختبارات المختلفة للقبول النهائي للنموذج المعتمد؛

– كما أنه من خلال أطروحتنا هذه سنركز على دقة التنبؤ في المقارنة بين منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية ذلك أن الدراسات السابقة اقتصرت في المفاضلة بينهما على ملاءمة النموذج المتحصل عليه وليس دقة التنبؤ كما سنركز في عملية المفاضلة على شرح فلسفة وخصائص كل مؤشر من المؤشرات وليس الاكتفاء بمقارنة قيمها فقط؛

–بالنسبة للبرمجيات المستخدمة في هذه الأطروحة فلقد اعتمدنا على برنامج Eviews 8 في الجزء المتعلق بتطبيق منهجية بوكس جنكنز على السلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية وتطبيق برنامج MATLAB R2013a بالنسبة للجزء الخاص بتطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية.

–تقسيمات البحث:

بغية الإلمام بالموضوع محل البحث وعلى ضوء الإشكالية المطروحة تم تقسيم البحث إلى ثلاثة فصول بالإضافة إلى مقدمة وخاتمة على النحو التالي:

-**الفصل الأول:** والذي جاء بعنوان: **الطاقة الكهربائية في الجزائر -الاستهلاك وسبل الترشيد-** من خلال هذا الفصل تم التعرض لأهم المفاهيم الخاصة بالطاقة من حيث استعمالاتها، أنواعها وأهميتها في مختلف القطاعات، وكذا إبراز أهم ما يتعلق بالوقود الأحفوري والطاقات المتجددة وإمكانيات الجزائر في ذلك، كما قمنا بعرض المبادئ الأساسية الخاصة بالطاقة الكهربائية وواقع استهلاك هذه الأخيرة في الجزائر وسبل ترشيدها باعتبارها من أهم الموارد الضرورية في حياتنا اليومية؛

-**الفصل الثاني:** والمعنون بـ: **منهجيـة بـوكس جنكنـز والشبكات العصبية الاصطناعية كأداة للتنبؤ،** حيث يحتوي هذا الفصل على المفاهيم الأساسية الخاصة بالتنبؤ ومؤشرات قياس دقته، وكذا شرح لأهم المفاهيم الخاصة بالسلاسل الزمنية ونماذجها المختلفة، كما تم التطرق لمنهجية بوكس جنكنز بمراحلها المختلفة من جهة والشبكات العصبية الاصطناعية وفلسفتها وأهم المفاهيم المتعلقة بها من جهة أخرى وفي كليهما تطرقنا إلى كيفية استخدامهما كأداة للتنبؤ.

-**الفصل الثالث:** والذي كان عنوانه: **التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية،** تم من خلال هذا الفصل إعطاء نظرة شاملة حول مؤسسة سونلغاز وكذا التعريف بالشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز والتطرق لمهامها وفروعها التي من بينها المديرية الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (مديرية التوزيع بسكرة). كما تمت دراسة خصائص السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الكهرباء في ولاية بسكرة والتنبؤ بقيمها المستقبلية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس جنكنز والمفاضلة بين نتائجهما بالاعتماد على مؤشرات جودة التنبؤ.

-وأخيرا خاتمة تحتوي على مجموعة من النتائج التي تم التوصل إليها بالإضافة إلى نتائج اختبار الفرضيات المطروحة وكذا تقديم جملة من التوصيات والاقتراحات.

الفصل الأول:

الطاقة الكهربائية في الجزائر

-الاستهلاك وسبل الترشيد-

تمهيد:

لقد ازداد الاهتمام في الآونة الأخيرة بالطاقة ومصادرها المختلفة وهذا راجع لكونها تدخل في كل مجالات الحياة، لكن أصبحت مصادر الطاقة التقليدية اليوم أو ما يعرف بالوقود الأحفوري معرضة للنضوب عاجلا أم آجلا مما أدى إلى التفكير بمصادر جديدة غير ناضبة قابلة للتجديد وأقل تأثير على البيئة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية وغيرها، ومن بين أشكال الطاقة التي ازداد الاهتمام بها في الآونة الأخيرة بشكل كبير نجد الطاقة الكهربائية وهذا راجع لكون الحياة العصرية تعتمد اعتمادا كليا على هذا النوع من الطاقة، ونتيجة لذلك ازداد الطلب عليها وبالتالي زيادة استهلاكها بشكل مفرط ولافت للانتباه، مما أدى إلى الاستعمال الغير عقلاني للطاقة الكهربائية وهنا تبرز أهمية التوجه نحو ترشيدها واتخاذ الإجراءات والتدابير اللازمة لذلك. وعليه أردنا من خلال هذا الفصل الإحاطة أكثر بمختلف جوانب الطاقة عموما والطاقة الكهربائية على وجه الخصوص مبرزين بذلك واقع استهلاك الطاقة في الجزائر والجهود المبذولة نحو ترشيدها وذلك من خلال بالتطرق إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: أساسيات حول الطاقة؛

المبحث الثاني: مفاهيم أساسية في الوقود الأحفوري والطاقات المتجددة وإمكانيات الجزائر منهما؛

المبحث الثالث: مبادئ أساسية في الطاقة الكهربائية؛

المبحث الرابع: واقع استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر؛

المبحث الخامس: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وجهود الجزائر في ذلك.

المبحث الأول: أساسيات حول الطاقة

تعتبر الطاقة في عصرنا الحالي من أهم الموارد الاقتصادية والمحرك الأساسي للاقتصاد وكذا عصب حياة الشعوب المختلفة، لهذا نسعى من خلال هذا المبحث إلى إبراز أهم المفاهيم الخاصة بالطاقة وتوضيحها وهذا من خلال المطالب الموالية.

المطلب الأول: مفهوم الطاقة وتطورها التاريخي

كلمة طاقة هي كلمة مشتقة من الكلمة اليونانية القديمة (Energos) المركبة من مقطعين: (En) وتعني (في أو داخل) و (Ergos) وتعني: نشاط، وبهذا فإن الكلمة تعني في داخله نشاط أو أن الشيء يحتوي على جهد أو شغل[1]؛

كما تشير أيضا بعض المراجع بأن الطاقة هي كلمة ذات أصل لاتيني "**Energia**" وأصل يوناني "**Energeia**" وهي تعني "قوى فيزيائية تسمح بالحركة"[2]؛

أما اصطلاحا فإن التعريف السائد للطاقة هو "القدرة على القيام بعمل ما"، فأيّا كان العمل فكريا أو عضليا يتطلب لإنجازه كمية ملائمة من الطاقة. تجدر الإشارة إلى أن مصادر الطاقة تطورت مع تطور وسائل العمل التي ابتكرها الإنسان لسد احتياجاته المختلفة (المادية والمعنوية) على مدى تاريخه الطويل، ففي البداية اعتمد الإنسان على قوته العضلية لإنجاز أعماله اليومية ثم استخدم الطاقة الحيوانية واستغل حركة الرياح في تحريك السفن وإدارة بعض طواحين الهواء، كما اعتمد على مساقط المياه في إدارة بعض الآلات المبدئية. وعرف الفحم منذ أن اكتشف النار فاستخدمه الإنسان كمصدر للطاقة في إدارة المحرك

[1] شبيرة بوعلام عمار، نبيل أبو طير، **الطاقة المتجددة وتحديات استغلالها في بلدان المغرب العربي، مجلة المستقبل العربي**، مركز دراسات الوحدة العربية، العدد 458، أفريل 2017، ص 89.

[2] مجيد أحمد ابراهيم، **الطاقات المتجددة ودورها في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، مجلة جامعة تكريت للحقوق**، جامعة تكريت، العراق، المجلد 8، العدد 29، 2016، ص 340.

البخاري، ثم اكتشف بعد ذلك النفط والغاز الطبيعي وغيرها من مصادر الطاقة الحديثة، وفي عصرنا الحالي ومع التطور الكبير الذي شهدته وسائل الإنتاج أصبحت مصادر الطاقة في العالم عديدة ومتنوعة منها مصادر ناضبة (تقليدية) وأخرى متجددة أو دائمة[1].

ويمكن تعريف الطاقة على أنها: "كل ما يحدث تغيير أو حركة والقدرة على ربط المادة بعضها البعض"[2].

وبعد عرض التعاريف السابقة للطاقة يمكن أن نعتمد على التعريف التالي على أنها: "الشغل المنجز بواسطة الأجهزة والماكينات التي تعمل باستخدام أحد أنواع الوقود كالنفط والغاز والكهرباء والخشب أو غيرها لتقديم الخدمات الضرورية للحياة، وببساطة هي القدرة على أداء شغل أو عمل، والطاقة الكلية لأي جسم تعتمد على موضعه وحالته الحركية، وحالته الداخلية وتركيبته الكيماوية وكتلته"[3].

المطلب الثاني: استعمالات الطاقة

من خلال التعاريف السابقة يتضح أن الطاقة اليوم تعتبر المحرك الأساسي والرئيسي لحياتنا اليومية وهذا راجع لاستعمالاتها المختلفة في مختلف القطاعات، لكن يمكن تقسيم استخداماتها إلى أربع عناصر أساسية[4]:

[1] مسيخ أيوب، رحال سمية، "**مصادر الطاقة المتجددة ودورها في حماية البيئة**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، يومي 02-03 نوفمبر 2014، ص 3.

[2] فادي نعيم الطويل، **تقدير دالة الطلب على استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي في فلسطين -دراسة حالة قطاع غزة للفترة (2000-2011)**، مذكرة ماجستير في اقتصاديات التنمية، كلية التجارة، الجامعة الإسلامية-غزة، فلسطين، 2013، ص 23.

[3] مسيخ أيوب، رحال سمية، **مرجع سابق**، ص 3.

[4] سمير بن محاد ، **استهلاك الطاقة في الجزائر دراسة تحليلية وقياسية**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، فرع الاقتصاد الكمي، كلية العلوم الاقتصادية والتسيير، جامعة الجزائر، الجزائر، 2009/2008، ص (4-6).

- **الاستعمال المنزلي:** الاستخدام المنزلي للطاقة لا يمثل إلا حوالي 20% من الطاقة المستهلكة في الدول المتطورة وهي مختلفة كما ونوعا عنها في الدول النامية، كما أن الكهرباء، الغاز الطبيعي (عبر الأنابيب أو في القارورات)، الفحم، الخشب وغيرها هي أسس الطاقة في قطاع العائلات والتي نستطيع تصنيفها إلى أربع استخدامات أساسية:

  - التدفئة: وهي الأكثر استخداما في المنزل وتقدر بحوالي 60% من هذه الاستخدامات؛
  - الإنارة، الأدوات الكهرومنزلية، السمعي البصري والتبريد، وتمثل هذه الاستخدامات حوالي 20% من الاستعمالات الكلية؛
  - الماء الساخن الصحي: ويقدر بحوالي 15%؛
  - المطبخ: ويتم فيه استخدام حوالي 05% من إجمالي الطاقة.

- **الاستعمال الفلاحي:** قبل قيام النهضة الصناعية لم يكن الإنسان يملك إلا الطاقة المتجددة المتمثلة في الطاقة الشمسية، الرياح، قوة المياه، الكتلة الحيوية التي تتكثف وتصبح قابلة للاشتعال وبطريقة غير مباشرة استعمال الجهد الحيواني والجهد البشري، ليتغير الحال بعد الثورة الصناعية لتظهر أنواع أخرى من الطاقة، ونستطيع تقسيم استهلاك الطاقة في هذا المجال إلى قسمين أساسيين:

  - الاستخدام المباشر: مثل الوقود للآلات(الجرارات، مضخات المياه،..)، الكهرباء للإنارة، الغاز، الخشب من أجل التدفئة وطبخ الأغذية؛

❖ الاستخدام الغير مباشر: يتمثل فيما هو ضروري لصناعة الوسائل والمواد المستعملة في صناعة أغذية الأنعام، الأسمدة ...

- **الاستعمال الصناعي:** منذ القديم كان الانسان ومازال يستعمل قواه العضلية لإنتاج الطاقة الميكانيكية، الحصول على الحرارة، الإضاءة ... وغيرها، لكن في العصر الحديث أصبحت تكنولوجيا تحويل الطاقة تلعب دورا مهما في الدول الصناعية، كما أن استعمال الكهرباء عمم في كل الصناعات وحتى في قطاعات أخرى كالنقل، التغذية، التدفئة، الإنارة ...إلخ. تجدر الإشارة إلى أن استهلاك الطاقة في الدول الصناعية من حيث مصادر الطاقة عرف ثلاثة مراحل: المرحلة الأولى عرفت استخدام الفحم مقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى ودامت حتى منتصف ستينات القرن الماضي، المرحلة الثانية: عرفت استخدام النفط حتى بداية الثمانينيات ليليه استخدام الغاز الطبيعي إضافة إلى الكهرباء ذات الأصل النووي. كما أنه في الميزان الطاقوي للدول الصناعية حصة استهلاك القطاع الصناعي من الطاقة يختلف من دولة إلى أخرى حسب نشاطها.

- **الاستعمال في قطاع النقل:** تطورت مبادلات السلع والبضائع بين الناس مع تطور الحضارة البشرية حيث كان النقل البحري مفضلا لنقل البضائع الثقيلة وهذا بعد استعمال الحيوانات، ثم يأتي النقل البري بعد اكتشاف الآلات البخارية، لندخل عهد الآلات الحديثة بداية القرن العشرين متمثلة في السيارات والنقل الجوي واستعمال الوقود السائل، وتجدر الإشارة إلى أن الاستهلاك الرئيسي للطاقة في قطاع النقل يتمثل حوالي 80% منه في وقود السيارات، بعد ذلك دخلت الطاقة الكهربائية قطاع النقل باستعمالها في القطارات الكهربائية وقطارات الأنفاق وغيرها من الاستخدامات.

المطلب الثالث: أهمية الطاقة ودورها في مختلف القطاعات الاقتصادية

تعتبر الطاقة بالغة الأهمية على المستويين السياسي والاقتصادي وهذا نظرا للدور الكبير الذي تؤديه في مختلف القطاعات من خلال استعمالاتها المتعددة السابقة الذكر، لهذا من خلال هذا المطلب سنحاول ابراز هذه الأهمية وأيضا التفصيل في الأهمية الاقتصادية من خلال توضيح دور مصادر الطاقة المتجددة والناضبة في مختلف القطاعات الاقتصادية.

الفرع الأول: أهمية الطاقة على المستوى الاقتصادي والسياسي

تتمتع الطاقة بأهمية بالغة في جميع نواحي حياتنا فهي أساس تقدم الدول وتحقيق رفاهية الشعوب، لهذا سنحاول إبراز أهمية هذا المورد على المستويين الاقتصادي والسياسي.

❖ أهمية الطاقة على المستوى السياسي

تترجم الطاقة في أوساط المجتمع الدولي إلى قوة تأثيرها في العلاقات بين الدول خصوصا مع الدول المستوردة للطاقة والتي هي في الغالب دول صناعية كبرى، وبالتالي سنحاول في النقاط التالية تلخيص أهمية الطاقة على المستوى السياسي كما يلي[1]:

– ادراك الدول الغنية بالطاقة لأهمية المورد الاستراتيجي الذي تمتلكه يجعلها تستغل هذه الميزة النسبية لتحسين مكانتها الدولية، وتقوية مكانتها التفاوضية وتحقيق أهدافها في مجال سياستها الخارجية؛

[1] خالد مبارك عوض الحارثي، **دور دول مجلس التعاون الخليجي في استقرار أمن الطاقة في ظل المتغيرات الدولية**، مذكرة ماجستير في العلوم الاستراتيجية تخصص الدراسات الإقليمية والدولية، قسم الدراسات الإقليمية الدولية، كلية العلوم الاستراتيجية، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2017، ، ص (18–19).

-نظرا لاكتفاء الدول الغنية بمصادر الطاقة وعدم حاجتها لانتهاج سياسة الإرضاء وتقديم التنازلات فهي تنتهج خطا سياسيا مستقلا نسبيا على المسرح الدولي تستطيع من خلاله بناء التحالفات السياسية والعسكرية والاقتصادية وعقد الاتفاقيات التي تراعي مصالحها مع باقي دول العالم؛

- الدولة المستقلة طاقويا يمكنها بناء نظام أمني، عسكري، سياسي واقتصادي قوي ورصين اعتمادا على الذات وعلى مواردها دون الحاجة للرضوخ لشروط الغير وبعيدا عن التبعية؛

-إقامة علاقات دولية وإقليمية متوازنة مبنية على الاحترام المتبادل ومبدأ المعاملة بالمثل؛

-التمتع بالمرونة في اتخاذ القرارات والمواقف التي تخدم مصالح الدولة والشعب، كما وتدافع عن قدراته وحقوقه.

❖ أهمية الطاقة على المستوى الاقتصادي

يمكن إيجاز أهمية الطاقة على المستوى الاقتصادي في النقاط التالية[1]:

-الطاقة هي عصب بناء اللبنات الأساسية للنمو الاقتصادي ودفع عجلة التقدم في الصناعات المتوسعة، الزراعة الحديثة، التجارة المزدهرة، قطاعات النقل المتطورة وغيرها من القطاعات؛

-استخدام الطاقة من قبل السكان حول العالم مع عائلاتهم ومجتمعهم يؤدي إلى تحسين مستوى معيشتهم ورفاهيتهم؛

-تعتمد الدول بشكل أساسي على عوائد الطاقة الكبيرة لتوسيع وتحديث مصادر الطاقة لديها من نفط وغاز طبيعي وغيرها من المصادر. فهدف الدول من هذه الاستثمارات في المشاريع الباهظة التكلفة

[1] خالد مبارك عوض الحارثي، **مرجع سابق**، ص (17-18).

هو مواجهة الطلب المتزايد على النفط والغاز وتمويل ميزانياتها لتغطية مختلف نواحي الاقتصاد وتنمية المجتمع والارتقاء برفاهيته؛

-القدرة على بناء قاعدة بحث وتطوير تعتمد على تقنيات حديثة وأساليب علمية ناجعة تسهم بشكل فاعل في تقدم الدولة وتطوير مواردها؛

- يعتبر النفط مصدر مهم من مصادر الطاقة والمورد الأكثر استخداما واستهلاكا لاستخلاص المواد الأولية التي تدخل في مختلف الصناعات البتروكيماوية والبلاستيكية وغيرها من المنتجات.

الفرع الثاني: دور مصادر الطاقة المتجددة والناضبة في القطاعات الاقتصادية

نظرا للأهمية الاقتصادية التي تتميز بها الطاقة بمصادرها المختلفة فإننا سنحاول ابراز أهمية ودور هذه المصادر على القطاعات الاقتصادية المختلفة من خلال النقاط الموالية[1]:

- دور مصادر الطاقة المختلفة في القطاع الصناعي: تستعمل مصادر الطاقة المختلفة الناضبة والمتجددة كمادة أولية وطبيعية لإجراء أو القيام بعدة عمليات صناعية متعددة لإنتاج مختلف المنتجات إضافة إلى إنتاج الطاقة الكهربائية لتشغيل الآلات والمكائن. وبالتالي فالطاقة بمختلف مصادرها تسمح بإنجاز نشاطات صناعية كبيرة ومهمة، خاصة بالنسبة للطاقة النفطية والوقود الغازي في مجال تحقيق الصناعات البتروكيماوية وصناعة الأدوية والاسمنت والنسيج والجلود وغيرها من الصناعات المختلفة؛

- دور مصادر الطاقة المختلفة في القطاع الزراعي: تلعب الطاقة بمصادرها المختلفة دورا رئيسيا في القطاع الزراعي خاصة الطاقة النفطية والوقود الغازي عن طريق تقديم الأسمدة الكيماوية

[1] علي شنشول جمالي، **دراسة تحليلية لواقع وآفاق دور مصادر الطاقة الناضبة والمتجددة في التنمية الاقتصادية عامة وفي العراق خاصة، مجلة الإدارة والاقتصاد**، كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية، العراق، المجلد 35، العدد 93، 2012، ص (303-306).

والمبيدات والطاقة الكهربائية لتشغيل الآلات والماكنات كماكنات الحصاد والري والتبريد وغيرها، فمختلف العمليات الزراعية السابقة تحتاج إلى استخدام مصادر الطاقة المختلفة من مازوت وغاز طبيعي وطاقة مائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرها من المصادر؛

- دور مصادر الطاقة المختلفة في القطاع التجاري: تعتبر مصادر الطاقة المختلفة الناضبة والمتجددة سلعة رئيسية استراتيجية في التبادل التجاري لتنشيط وتطوير عملية التبادل التجاري من خلال تصديرها كمصادر طاقة خام وكمنتجات طاقوية متنوعة كالطاقة الكهربائية مقارنة بالسلع غير الطاقوية الأخرى في التبادل التجاري الدولي لموازنة ميزان المدفوعات التجاري خاصة الطاقة النفطية فهي تعتبر مصدر مهم لتوفير العملات الصعبة؛ كما أنه يتم استخدام مختلف مصادر الطاقة لنقل مختلف السلع بكميات كبيرة وبأنواع متعددة وإيصالها إلى المنتجين والمستهلكين بواسطة طرق ووسائل النقل البرية والبحرية والجوية حيث تحتاج إلى كميات كبيرة من مصادر الطاقة المختلفة؛

- دور مصادر الطاقة المختلفة في قطاع الخدمات: تؤدي الطاقة بمختلف أنواعها دورا رئيسيا في قطاع خدمات النقل والمواصلات وخدمات التعليم وخدمات الصحة، ويتضح دورها بإيجاز فيما يلي:

  - *دور مصادر الطاقة المختلفة في خدمات النقل والمواصلات:* تستهلك وسائل النقل والمواصلات بمختلف أنواعها وأشكالها كالسيارات والطائرات والقطارات والسفن العملاقة كميات كبيرة من الوقود إضافة إلى استهلاكها كمية كبيرة من الطاقة اللازمة لتصنيعها بشكل متكامل وباستمرار متواصل بسبب تعرض استهلاك ما صنع منها في فترات زمنية سابقة وكذلك بسبب ارتفاع عدد الأفراد من سكان العالم لاقتنائها، إضافة إلى ذلك يتم

استخدام مصادر الطاقة المختلفة خاصة النفطية لشق مختلف طرق المواصلات الداخلية والخارجية لنقل الأشخاص ومختلف البضائع برا وجوا وبحرا؛

- *دور مصادر الطاقة المختلفة في توفير الخدمات الصحية:* تلعب مصادر الطاقة المختلفة دور رئيسي وكبير في توفير الخدمات الصحية خاصة الدوائية للإنسان وللحيوان، كما أن منظمة الصحة العالمية الدولية والوطنية وكذا المحلية التي تقي الإنسان من الأمراض والطفيليات عرضة للتراجع بسبب انخفاض توفر طاقة الوقود الرخيصة الثمن، فجميع الخدمات الصحية ومتطلباتها كتكرير مياه، تصنيع وتوزيع المضادات الحيوية واللقاحات جميعها بحاجة إلى طاقة لتقليل معدلات الوفيات في العالم؛

- *الدور الاجتماعي الخدمي لمصادر الطاقة المختلفة:* تعمل الطاقة بصفة عامة على تسهيل وتقديم خدمات اجتماعية لمختلف أفراد المجتمع، ويمكن تلخيص أهم الخدمات المنجرة عن الطاقات بمختلف أنواعها كما يلي:

1) زيادة الاهتمام بالتدريب المهني لإعداد عمال ماهرين للقيام بإعداد واستثمار مصادر الطاقة المختلفة والتي تحتاج إلى مهارات متخصصة؛

2) تقديم الخدمات الاجتماعية والصحية لموظفي وعمال المشاريع والشركات مجانا أو بأجور مخفضة لكافة مصادر الطاقة المختلفة؛

3) زيادة عدد العمال أي توفير فرص عمل في مجال إنتاج واستخدام مصادر الطاقة المختلفة؛

4) تحقيق عدالة توزيع الخدمات التعليمية والصحية والترفيهية والمواصلات بالاستفادة من مصادر الطاقة المختلفة وبإشباع الحاجات الأساسية للمجتمع وهو الهدف من استخدام مصادر الطاقة المختلفة؛

المطلب الرابع: أنواع الطاقة ومصادرها

نظرا لأهمية الطاقة ودورها في جميع القطاعات المختلفة مهما كان نوعها أو المصدر الذي تعتمد عليه فإننا سنحاول من خلال هذا المطلب توضيح مصادر الطاقة وكذا تصنيفها.

الفرع الأول: مصادر الطاقة

يمكن تقسيم مصادر الطاقة وفقا لديمومتها وتجددها إلى نوعين أساسيين هما: مصادر الطاقة المتجددة ومصادر الطاقة الغير متجددة.

1- مصادر الطاقة الغير المتجددة (الناضبة أو التقليدية)

وهي المصادر التي تكون كمياتها في الطبيعة ثابتة وتتناقص عبر الزمن بسبب زيادة عمليات الاستخدام أو الاستخراج مما يجعلها معرضة للنفاذ إذا لم يتم اكتشاف كميات جديدة منها مما يعرقل عمليات التنمية، كما أنها تعتبر مصادر ملوثة للبيئة[1]. ويطلق على الطاقة الناجمة عن هذه المصادر بالطاقة الناضبة أو الغير متجددة.

[1] صباح براجي، **دور حوكمة الموارد الطاقوية في إعادة هيكلة الاقتصاد الجزائري في ظل ضوابط الاستدامة**، مذكرة ماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس سطيف 1، 2013/2012، ص (17-18).

2-مصادر الطاقة المتجددة (البديلة أو المستقبلية)

وهي تمثل مصادر الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري[1]، فهي تتميز بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاذ منبعها لذلك أطلق عليها بالمصادر المتجددة[2] فمن أهم سماتها هي التجدد ومحدودية الآثار السلبية الناجمة عنها على البيئة[3]. والطاقة المتعلقة بهذه المصادر يطلق عليها بالطاقة المتجددة.

الفرع الثاني: أنواع الطاقة وتصنيفها

يمكن تقسيم الطاقة وتصنيفها وفقا لعدة معايير نوجزها في العناصر الموالية.

❖ **الطاقة المتجددة والغير متجددة**

يمكن تقسيم الطاقة وفقا لديمومة مصادرها وتجددها إلى نوعين أساسيين هما:

1-الطاقة الغير متجددة (الطاقة التقليدية أو الناضبة)

تعرف الطاقة التقليدية على أنها تلك الطاقة المتأتية من الموارد التي يعد المخزون منها في الأرض ثابتا في إطار الزمن التخطيطي الواقعي، وهو ما يؤثر على إمكانية الأجيال القادمة من الحصول عليها واستغلالها، وتنقسم مصادر هذه الطاقة إلى الفحم الحجري، النفط والغاز[4].

---

[1] إسماعيل عباس هراط، **إمكانات وفرص تعزيز الطاقة المتجددة في محافظة الأنبار**، **مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية**، جامعة الأنبار، العراق، العدد الأول، مارس 2010، ص 24.

[2] بوزيد سفيان، محمد عيسى محمد محمود، **آليات تطوير وتنمية استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر**، **مجلة المالية والأسواق**، جامعة عبد الحميد بن باديس (مستغانم) الجزائر، المجلد 3، العدد 6، مارس 2017، ص 116.

[3] مجيد أحمد إبراهيم، **دوافع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة**، **مجلة جامعة تكريت للعلوم القانونية**، جامعة تكريت، العراق، المجلد 2، العدد 28، ديسمبر 2015، ص 409.

[4] بوفاس الشريف، بلايلية ربيع، "**تفعيل استخدام الطاقة المتجددة كاستراتيجية للتنويع الطاقوي في الجزائر**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: المؤسسات الاقتصادية الجزائرية واستراتيجيات التنويع الاقتصادي في ظل انهيار أسعار المحروقات، جامعة 8 ماي 1945 قالمة، الجزائر، يومي 25-26 أفريل 2017، ص 4.

2-الطاقة المتجددة (الطاقة البديلة أو المستقبلية)

الطاقات المتجددة هي عبارة عن طاقات لا تنضب يكون مصدرها الشمس، الرياح، حرارة الأرض، مساقط الماء، البحار وأيضا الكتل الحيوية وغيرها، كما أن استغلال هذه الطاقة يؤدي إلى نفايات قليلة أو منعدمة فهي غير ملوثة للبيئة، لهذا فهي تعتبر طاقات المستقبل وهذا بفضل المزايا التي تقدمها للبيئة[1].

❖ **الطاقة الأولية والطاقة الثانوية**

تجدر الإشارة إلى أنه وفق هذا التصنيف يمكن التمييز بين نوعين من الطاقة وهذا حسب استخدامها[2]:

1-الطاقة الأولية:

وتتمثل في الطاقة التي يمكن الحصول عليها من المصادر الطبيعية التي تكون إما عبارة عن مصادر متجددة (شمسية، حرارية، المائية، الكتلة الحيوية، طاقة الرياح وطاقة المد والجزر) أو غير متجددة (الفحم، الغاز الطبيعي، البترول ....).

2-الطاقة الثانوية:

وهي تلك الطاقة التي يتم اشتقاقها من خلال الطاقة الأولية أي أنه يتم الحصول عليها من خلال تحول طاقة أولية وكمثال عن ذلك الطاقة الكهربائية التي يتم الحصول عليها عن طريق تحويل طاقة أولية عبر تركيب قد يكون مصنع هيدروليكي أو مركز حراري، وقد تكون أيضا

[1] Soufi.Y, Bahi.T, Harkat.M.F, Mohamedi.M, **Optimisation de la conversion de l'énergie éolienne, Journal of Fundamental and applied sciences,** Faculty of sciences and technology, university of El Oued, Algeria, V 02, N 01, 2010, P 185.

[2] تم الاعتماد على:

- سمير بن محاد، **مرجع سابق**، ص4.
- فادي نعيم الطويل، **مرجع سابق**، ص 24.

مكثفات أولية تستعمل مباشرة لإنتاج الحرارة للقطاع الصناعي والخدماتي أو قطاع العائلات، هذه المكثفات هي إما فحم أو غاز طبيعي أو بترول بعد تكريره.

المطلب الخامس: أشكال الطاقة والنظام الطاقوي

من خلال هذا المطلب سنحاول ابراز أهم أشكال الطاقة والتحولات التي يمكن أن تطرأ عليها، كما أننا سنحاول ابراز مفهوم النظام الطاقوي ومكوناته.

الفرع الأول: أشكال الطاقة وتحولها

يمكن أن تتواجد الطاقة على عدة أشكال وكل شكل قابل أن يتحول إلى أي شكل آخر، وهذه الأشكال نوجزها كما يلي[1]:

- **الطاقة الميكانيكية:** أي الطاقة الآلية التي تضم الطاقة الحركية والطاقة الكامنة وهي تعبر عن الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان إلى آخر؛
- **الطاقة الكيميائية:** وهي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزيء الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية، وبالتالي فهي تعبر عن الطاقة الناجمة عن التفاعل الكيميائي الذي يمكن أن يكون انفجاري؛
- **الطاقة الحرارية:** وتعتبر من الصور الأساسية للطاقة التي يمكن أن تتحول كل صور الطاقة إليها؛

[1] تم الاعتماد على:

-زرواط فاطمة الزهراء، ملاحي رقية، "**استغلال طاقة الرياح كبديل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر -دراسة تحليلية لعناصر المناخ المؤثرة في الرياح باستعمال طريقة المركبات الأساسية**-"، ورقة مقدمة إلى الملتقى العلمي الدولي الثاني حول: الطاقات البديلة خيارات التحول وتحديات الانتقال، كلية العلوم الاقتصادية العلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي، الجزائر، يومي 18-19 نوفمبر 2014، ص (3-4).

-Mohamed Benyagoub, **La conversion de l'énergie et ses répercussions sur l'environnement, Dirassat & Abhath,** Université Ziane Achour de Djelfa, Algerie, volume 4, numéro 7, p 269.

- **الطاقة الشمسية:** وهي مصدر للطاقة لا ينضب ولكنها تصل إلينا بشكل مبعثر وتحتاج إلى تقنية حديثة لتجميعها والاستفادة منها؛

- **الطاقة النووية:** وهي الطاقة التي يمكن استخراجها إما: عن طريق الانشطار النووي (كسر أنوية الذرات أي تكسر الروابط بين مكونات النواة (البروتونات والنترونات) مما يؤدي إلى طاقة حرارية كبيرة جدا)، وإما بانصهار أنوية الذرات (أي ربط نواتين في شكل واحد مع تحرير طاقة)؛

- **الطاقة الكهربائية:** وهي تعبر عن الطاقة الناتجة من اختلاف الشحن الكهربائية بين نقطتين مما يولد تيار كهربائي، كما تجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد مصدر طبيعي للكهرباء والسبب في ذلك أن جميع المواد متعادلة كهربائيا والطاقة الكهربائية لا تنشأ إلا بتحويل نوع من أنواع الطاقة إلى طاقة كهربائية؛

وبالتالي فمن أجل استهلاك الطاقة فإنها يجب أن تخضع لعملية التحول، لهذا فإننا نميز أربع مراحل هي كما يلي: (1) **الطاقة الأولية** وهي الطاقة المستمدة من الطبيعة (مثل البترول الخام، الغاز الطبيعي، الكتلة الحيوية، طاقة الرياح، ...)، (2) **الطاقة الثانوية** وهي عبارة عن طاقة أولية حدث لها تحول (مثل البنزين، الطاقة الكهربائية..)، (3) **الطاقة النهائية** وهي تمثل الطاقة التي توزع على المستهلكين عبر قنوات وشبكات التوزيع، وأخيرا (4) **الطاقة المستخدمة** وهي الطاقة التي يبحث عنها المستخدمين النهائيين (مثل الحرارة المنتشرة في العمارات، القوة الضوئية في المصباح ...)[1].

[1] Nadia Benalouache, **L'énergie solaire pour la production d'électricité au Maghreb : transition énergétique et enjeux d'échelles,** thèse présentée pour obtenir le grade de docteur, discipline géographie, Aix-Marseille université, Université de Safex, 2017, p(32-33).

الفرع الثاني: النظام الطاقوي وعناصره

يتكون النظام الطاقوي من مجموع الفروع التي تستخرج، تستقطب، تحول وتنقل الطاقة في أشكالها المختلفة إلى أن توزع **كطاقة نهائية** ويحولها المستهلك إلى **طاقة ضرورية** في المحركات، الآلات، الأفران، أجهزة الطهي، الثلاجات، المصابيح والمكيفات وغيرها. وقمة هذا النظام هي مصادر الطاقة كحقول الوقود الأحفوري، مجاري المياه، الأشعة الشمسية والرياح، وأدناه هو الاحتياجات من الطاقة الضرورية كالقوة المحركة، الإضاءة والحرارة أو التبريد[1].

تجدر الإشارة إلى أن عناصر النظام الطاقوي متعددة نوجزها كما يلي[2]:

- ❖ المستهلكون: نذكر منهم على سبيل المثال العائلات والمؤسسات الصناعية والزراعية والخدمات، حيث يتم تحويل الطاقة النهائية إلى طاقة ضرورية؛
- ❖ المؤسسات التي تنتج وتنقل وتوزع الطاقة؛
- ❖ المؤسسات المنتجة لتجهيزات الإنتاج وتجهيزات النقل والتحويل النهائي؛
- ❖ الدولة: ويمكن أن نميز بين نوعين من تدخل الدولة وتأثيرها على النظام الطاقوي:

➢ *تدخل مباشر:* أين تقرر وتسمح لمؤسسات الإنتاج بالاستثمارات الكبرى المتعلقة بالإنتاج والنقل؛

[1] إبراهيم رحيم، **دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1962–2008**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد تطبيقي(النمذجة الاقتصادية)، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2011–2012، ص 3.

[2] **المرجع نفسه**، ص 3.

- *تدخل غير مباشر:* حيث تحدد أنظمة الأسعار والضرائب كما توجه سلوك بقية الفاعلين في النظام الطاقوي.

من خلال كل ما سبق ذكره في هذا المبحث نستنتج أن الطاقة أصبحت تعتبر عصب الحياة العصرية ومحركها الأساسي والضروري وهذا راجع لأهميتها ودورها الكبير الذي تلعبه في مختلف القطاعات والمستويات، كما أنه رغم اختلاف أنواعها وأشكالها إلا أن لها مصدرين أساسيين يختلفان حسب معيار التجدد هما مصادر متجددة ومصادر غير متجددة (ناضبة) وهو ما سنفصل فيه من خلال المبحث الموالي.

المبحث الثاني: مفاهيم أساسية في الوقود الأحفوري والطاقات المتجددة وإمكانيات الجزائر منهما

نهدف من خلال هذا المبحث إلى تقديم أهم المفاهيم المتعلقة بالوقود الأحفوري أو ما يطلق عليه أيضا بالطاقة الغير متجددة والطاقات المتجددة مع ابراز مصادر كل منهما والتفصيل في مزايا وعيوب كل مصدر، كما أننا سنقوم بإظهار واقع وإمكانيات الجزائر من الطاقة بأنواعها وهذا من خلال مجموعة من العناصر التي سنتطرق إليها في المطالب الموالية.

المطلب الأول: مفهوم الوقود الأحفوري ومزاياه

نظرا للميزات التي يقدمها الوقود الأحفوري أو الطاقة الأحفورية فإنها تعتبر مورد ومصدر مهم من مصادر الطاقة وهذا رغم السلبيات الناتجة عن استخدامها، لهذا من خلال هذا المطلب سنحاول التعريف بالوقود الأحفوري وابراز أهم المزايا والعيوب المحيطة به.

الفرع الأول: مفهوم الوقود الأحفوري

يطلق على مصادر الطاقة الغير متجددة **بالوقود الأحفوري أو الطاقة الأحفورية** حيث تعتبر النباتات والحيوانات المدفونة تحت الأرض منذ ملايين السنين المصدر الرئيسي لهذا النوع من الوقود، وقد سيطر تاريخيا على إمدادات الطاقة العالمية منذ بداية الثورة الصناعية في أوساط القرن الثامن عشر، إذ اعتمدت الدول الصناعية آنذاك على الطاقة المتولدة من هذا النوع من الوقود في توليد الطاقة بمختلف أنواعها لتنمية وتطوير صناعاتها، غير أن الآثار الجانبية الخطيرة الناجمة عن إنتاج ونقل واستهلاك

الطاقة المتولدة من هذا النوع من الوقود تسببت في الكثير من الأمراض البشرية واضطرابات النظم الايكولوجية وتغيرات في المناخ العالمي[1].

وبالتالي يمكن تعريف الوقود الأحفوري أو الطاقة الأحفورية على أنها الطاقة المنتجة من المكونات الناجمة عن تحلل رواسب المواد العضوية أي أنها مشكلة أساسا من الكربون، وتضم هذه الطاقة البترول، الغاز الطبيعي والفحم الناجم عن تحلل النباتات والكائنات الحية المدفونة تحت الأرض فهذه المصادر تتناقص بالاستعمال المستمر ذلك أنها تتطلب ملايين السنين من أجل التشكل وبالتالي فهي تعتبر مصادر غير متجددة[2]، فإنتاج الوقود الأحفوري يتطلب عادة ملايين السنين وأحيانا يتجاوز 650 مليون سنة، كما أن مصادر الطاقة الأحفورية تشترك في أنها تتكون من مواد هيدروكربونية (مركبات من الكربون والهيدروجين) إضافة إلى نسب مختلفة من الشوائب الأخرى كالماء والكبريت والأوكسجين والنيتروجين وأكاسيد الكربون كما ويشمل الوقود الأحفوري الفحم[3].

تجدر الإشارة إلى أن هناك عدة عوامل تحدد الكم الطاقوي الأحفوري أي تحدد كمية توافر الوقود الأحفوري وكذا درجة نضوبه ونذكر منها ما يلي: حجم الاحتياط، فعالية استخدام الطاقة، مجال الاستهلاك وأخيرا بعدها عن الطاقات المتجددة[4].

---

[1] كاظم أحمد البطاط، كمال كاظم جواد، **تحليل اتجاهات الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة، مجلة جامعة كربلاء العلمية**، جامعة كربلاء، العراق، المجلد 14، العدد الثاني، 2016، ص 129.

[2] Boubou-Bouziani N, **Le défi énergétique : l'autre aspect de la problématique de l'eau, Larhyss Journal,** Université Mohamed Khider, Biskra, Algerie, Numéro 22, June 2015, p 113.

[3] وسام نزيه عبد القادر، **تقييم عملية فصم الرابطة H-O القوية والضعيفة وبوجود محفز بالإثارة الليزرية لتأمين الطاقة الهيدروجينية**، مذكرة ماجستير في علوم الليزر وتطبيقاته، قسم الفيزياء وتقانة الليزر، المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية، 2014، ص 17.

[4] عماد معوشي، **حتمية ترشيد استهلاك الطاقة لتحقيق التنمية المستدامة، مجلة الاقتصاد والمجتمع**، مخبر المغرب الكبير، جامعة عبد الحميد مهري –قسنطينة، الجزائر، العدد 10، 2014، ص 106.

الفرع الثاني: مزايا وعيوب الطاقة الأحفورية

يتميز الوقود الأحفوري بصفة عامة بامتلاكه كثافة طاقة عالية وبسهولة نقله وتخزينه، كما أنه بمعالجة الوقود الأحفوري بتروكيميائيا يمكن الحصول على أنواع مختلفة منه، خاصة السائلة والغازية، حيث يتم استخراج وقود منها وذلك للاستعمالات المختلفة في المحركات والطائرات والسفن.

من سيئات استخدام الطاقة الأحفورية هو احتراق الوقود الأحفوري الذي يعد من العوامل الرئيسية لتلوث الهواء والتسبب في الاحتباس الحراري الناتج بدوره عن غازات تغلف المجال الجوي وتمنع الانعكاس الحراري الصادر عن الأرض من انتقاله إلى خارج الكوكب، حيث تعكس بدورها باتجاه الأرض مرة أخرى، مما يسبب ارتفاعا في درجات حرارة الأرض ويزيد التصحر والجفاف[1]. وبالتالي فإنه يمكن القول ان التوسع في استهلاك الوقود الأحفوري يخلق العديد من المضاعفات البيئية والاجتماعية والاقتصادية والتي نوجزها فيما يلي[2]:

- **المضاعفات البيئية:** ينتج عن التوسع في استهلاك الوقود الأحفوري انبعاث كميات كبيرة من الغازات والجسيمات (ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وغيرها) التي تعمل من خلال تراكمها في الغلاف الجوي على تغيير تركيبة الهواء مما أدى إلى حدوث خلل في نظامه الإيكولوجي، وأصبح معه الهواء مصدرا لكثير من المخاطر والمضار التي باتت تهدد كل مظاهر الحياة. وقد تعددت صور الآثار البيئية السلبية للناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري

[1] تهتان موراد، عماد معوشي، "**ترشيد استهلاك الطاقة مدخل لتحقيق التنمية المستدامة**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، يومي 02-03 نوفمبر 2013، ص 4.

[2] سعيدة سنوسي، أحمد جابة، **برامج الطاقة المتجددة والفعالية الطاقوية : آلية لتجسيد الاستدامة (دراسة حالة الجزائر)، التواصل في الاقتصاد والإدارة والقانون**، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، المجلد 22، العدد 2، عدد 48، ديسمبر 2016، ص 266.

منها: تلوث الهواء، تلوث الماء من خلال الهطول الحمضي، والتغيير المناخي وتآكل طبقة الأوزون؛

- **المضاعفات الاجتماعية:** رافق الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري تدهورا بيئيا كانت نتائجه وخيمة على صحة الأفراد، فتنوعت أضراره: الأمراض الصدرية، وأمراض الكلى، أمراض الجهاز العصبي وضعف التركيز، وكذلك الأمراض السرطانية، حيث أكدت الدراسات ارتفاع نسبة السكان المقيمين بها في الأماكن القريبة من المصانع التي تتميز بالاستخدام الكثيف لمصادر الطاقة الأحفورية مثل صناعة المعادن؛

- **المضاعفات الاقتصادية:** من هذه الأعباء نذكر: ثقل تكاليف أعباء دعم الطاقة على أرصدة المالية العامة، انخفاض الانتاجية لعنصر العمل (مرض العمال وآثاره على نقص أيام العمل)، خسائر نقص الانتاج في الأنظمة البيئية الطبيعية كخسائر انخفاض أو فقدان المحاصيل الزراعية وأخيرا ارتفاع تكاليف برامج حماية البيئة ومعالجة التلوث.

المطلب الثاني: مصادر الوقود الأحفوري ومميزاتهم

تجدر الإشارة إلى أن مصادر الطاقة الغير المتجددة في العالم تنقسم إلى ثلاث أقسام أساسية: الفحم الحجري، النفط (البترول) والغاز الطبيعي، لهذا سنقف من خلال هذا المطلب عند مفهوم كل مصدر من مصادر الوقود الأحفوري أي كل نوع من أنواع الطاقة الأحفورية (الناضبة والغير متجددة) وأهم ما يميزها.

الفرع الأول: الفحم ومميزاته

الفحم الحجري هو صخر ناعم أسود أو بني اللون يوجد في الطبيعة على شكل طبقات بين الصخور الرسوبية وهو أحد أهم مصادر الطاقة، يتكون بشكل أساسي من عنصر الكربون الذي يكسبه اللون الأسود. يعود أصل الفحم الحجري إلى النباتات التي عاشت منذ ملايين السنين في بيئات رطبة ودافئة كالمستنقعات ودفنت بعد موتها تحت طبقات سميكة من الرسوبيات حيث تعرضت للتحلل بفعل البكتيريا، وباستمرار الترسيب والتعرض للضغط والحرارة الناتجة عن ازدياد عمق الدفن تفقد بعض العناصر كالأكسجين النتروجين والهيدروجين ويتركز فيها عنصر الكربون ذلك أنه كلما احتوى على كربون أكثر كلما زادت جودته[1]. لذلك فإن الفحم يعرف بأنه عبارة عن بقايا نباتية دفنت في باطن الأرض وتعرضت للضغط والحرارة وبمرور الوقت تصلبت وتحولت إلى ما يعرف بالفحم[2].

يستخدم الفحم بالصورة التي يستخرج بها من المنجم وذلك لأنه يتكون من قطع متفاوتة في الحجم ويحتوي على كثير من الشوائب والأتربة والرمال ولذلك يعامل الفحم بطريقة خاصة لتصنيفه إلى قطع ذات أحجام متقاربة ويتم ذلك عادة في مصنع خاص، مما يتسبب بالكثير من الأضرار للمناطق المحيطة به أي إلحاق الضرر بسلامة ونظافة البيئة المحيطة بموقع المنجم، وبالتالي التسبب في العديد من الأضرار للبيئة والفرد ما لم تتخذ الوسائل الكفيلة للحد من ذلك[3].

---

[1] زوبيدة محسن، وليد قرونقة، **واقع الطاقة البديلة في الجزائر، مجلة الدراسات المالية والمحاسبية**، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، الجزائر، العدد 06، 2015، ص 43.

[2] بن رمضان أنيسة، بلمقدم مصطفى، **الموارد الطبيعية الناضبة وأثرها على النمو الاقتصادي: دراسة حالة البترول في الجزائر، مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، العدد 15، جوان 2014، ص 296.

[3] محمد بن عمارة، موساوي سمية، **الطاقة المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة بالجزائر، مجلة دراسات**، جامعة طاهري محمد بشار، الجزائر، المجلد 05، العدد 2، ديسمبر 2016، ص (218-219).

الفرع الثاني: النفـــط وأهميته

يمكن توضيح مفهوم النفط وأهميته في النقاط الموالية.

❖ مفهوم النفـــط

يعتبر النفط مورد اقتصادي طبيعي ناضب أو فاني لأنه يتمتع بمخزون أو احتياطي غير متجدد ولا يترك بعد استعماله الأول أي أمل في استعماله ثانية، كما يتميز النفط الخام باللون البني الغامق أو الأسود ذو البريق الأصفر الذهبي، فهو يتكون من خليط من المواد الهيدروكربونية المتقاربة التي يمكن أن تتحد في أشكال عديدة في تركيبها الجزئي فينتج عنها في كل حالة منتوج بترولي ذو خصائص تختلف عن المنتجات الأخرى[1].

تجدر الإشارة إلى أن النفط والبترول كلمتان مترادفتان للدلالة على نفس المادة، حيث البترول هو مصطلح لاتيني الأصل والنفط هو مصطلح فارسي الأصل[2]. وبالتالي فكلمة نفط مستمد من كلمة "نافتا" وتعني القابلية للسريان، أما كلمة البترول "Petroleum" فأصلها من اللغة اللاتينية وهي مشتقة من كلمة "Pétra" وتعني الصخر وكلمة "Oleum" وتعني الزيت وبذلك يكون معناها "زيت الصخر"؛ يتكون النفط عبر مراحل متتالية بصورة تدريجية بطيئة، ففي أولى مراحله تتحول البقايا العضوية عبر ملايين السنين بفعل مستوى الضغط والحرارة التي تنشط البكتيريا المساعدة على تحليلها إلى ما يعرف بالكيروجين (مادة هلامية تمثل النفط غير التام) ويبدأ هذا الأخير في التكون بتحول الكيروجين إلى أسفلت (أردأ أنواع النفط لأنه أقلها نضجا) الذي يتحول بدوره إلى النفط الثقيل ثم الخفيف وتزداد درجة خفته بطول فترات تكونه،

[1] حيدوشي عاشور، سفير محمد، **الطاقات المتجددة ..... السبيل لتحقيق التنمية بعيدا عن المحروقات، المجلة الجزائرية للاقتصاد والمالية**، جامعة يحي فارس المدية، الجزائر، العدد 05، أفريل 2016، ص 181.

[2] جبار سعاد، ماحي سعاد، "**الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانيات**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر الأول حول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1، الجزائر، 2015، ص 9.

كما أن النفط يترسب من خلال الطبقات الأرضية المسامية التي تتسم بارتفاع نسبة الرمل والجير بها ليجتمع في النطاقات المعروفة بمصايد النفط، وتتحدد درجة جودته من خلال معياري ثقله أو خفته (يتحدد تبعا لكثافته) ومعيار مرارته أو حلاوته (يتحدد تيعا لكمية عنصر الكبريت فيه) وأجود انواع النفط هو الخفيف الحلو (قليل الكبريت)، من الجدير بالذكر أن للنفط أكثر من 150 نوع ويدخل في إنتاج أكثر من 400 ألف منتج وبعد تكون النفط الخفيف تزداد درجة خفته تبعا لتوافر الظروف الملائمة إلى أن يتحول إلى غاز طبيعي (يكون إما مصاحبا للنفط في مصايده وإما يكون في مصايد نفطية تم تحولها كليا إلى غاز طبيعي) [1].

❖ أهمية النفــط

يعتبر النفط من أهم موارد الطاقة في العصر الحديث، فقد ساهم في تطوير وتقدم الحياة البشرية منذ اكتشافه إلى يومنا هذا وتتجلى أهميته في النقاط التالية[2]:

-**صناعيا:** يتميز بقيمة حرارية مرتفعة، ويعتبر أهم مصدر لتوليد الطاقة الكهربائية في العالم إلى جانب تعدد مشتقاته واستخداماته حيث تقدر عدد منتجاته بأكثر من 80 ألف منتج مما يجعله الوقود الملائم لإحداث التحولات التقنية المختلفة، ويعتبر ركيزة أساسية في الصناعة الكيميائية والبتروكيميائية؛

-**زراعيا:** يعتبر النفط مصدر لتوليد الطاقة المحركة للآلات الزراعية وأساس في صناعة الأسمدة والمبيدات الزراعية؛

-**تجاريا:** يعتبر النفط سلعة تجارية دولية لها قيمة مالية ضخمة فالشركات الأجنبية تشتري النفط بأسعار ضعيفة ثم تبيع منتجاته بأسعار مرتفعة وبذلك تحقق أرباحا خيالية؛

---

[1] شريف بوقصبة، **مكانة النفط ضمن مصادر الطاقة الدولية: الواقع والآفاق، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية**، جامعة الوادي، الجزائر، المجلد 09، العدد 03، 2016، ص (103-104).

[2] حيدوشي عاشور، سفير محمد، **مرجع سابق**، ص (182-183).

-**سياسيا:** يعتبر النفط سلاح ضغط سياسي في يد الدول المنتجة والمصدرة له للضغط به على الدول الصناعية كما تجلى ذلك في حرب أكتوبر 1973، وقد أصبح أهم سبب وراء اندلاع الحروب وذلك بمحاولة السيطرة على المناطق الغنية بالنفط كما حدث في العراق؛

-**في قطاع المواصلات:** أصبح النفط بمثابة شريان النقل الحديث لسهولة نقله وتخزينه فأكبر نسبة من النفط المستهلك تستخدم في قطاع المواصلات؛

-**بيئيا:** يعتبر النفط أقل ضررا بالبيئة مقارنة بالمصادر التقليدية للطاقة كالفحم.

الفرع الثالث: الغاز الطبيعي واستعمالاته

يعتبر الغاز الطبيعي من بين أهم مصادر الطاقة الغير متجددة المهمة والكثيرة الاستعمال في المجلات المختلفة، لهذا سنحاول من خلال هذا الفرع عرض مفهوم الغاز الطبيعي وإبراز أهم مجالات استعماله.

❖ مفهوم الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي ما هو إلا عبارة عن الجزء الخفيف من النفط الذي يكون على شكل غاز وبالتالي فإنه يمكن القول أن الغاز الطبيعي يتشكل من تفكك وتحلل المواد العضوية من قبل البكتيريات[1]، كما أن الغاز الطبيعي يعد من أنظف أنواع الطاقة التقليدية وهو يتكون من أكثر من 90% من غاز الميثان ولذلك لا يسبب استخراجه تلوث يذكر للبيئة إلا إذا احتوى على قليل من غاز كبريت الهيدروجين، وهذه حالة نادرة، أو إذا أمسكت به النيران واشتعل وهذه أيضا يمكن تلاقي حدوثها[2].

[1] Loukil Leila, **Les énergies fossiles en Algérie face à un environnement changeant, Science juridiques, politiques et administratives,** Centre universitaire de Tamanrasset, Algerie, Volume 7, Numéro 1, 2018 p(54-55).

[2] محمد بن عمارة، موساوي سمية، **مرجع سابق**، ص 220.

وبالتالي فالغاز يشكل موردا طاقويا هاما نتيجة لمزاياه الاقتصادية والبيئية ولذلك تطور إنتاجه واستهلاكه بشكل سريع إذ يحتل من حيث الأهمية الاستهلاكية المرتبة الثالثة عالميا بعد الفحم والنفط ويشكل نسبة 18% من مجمل الاستهلاك العالمي، فهو يتميز عن النفط في كونه يوجد في صورة غازية ويتشكل في الحقول النفطية أو في غيرها، كما يمكن أن يتأثر بالعوامل التي أدت إلى تكون الفحم الأمر الذي يصعب من مهمة تقدير مخزونه مقارنة بالفحم والنفط[1]. من الجدير بالذكر أن الغاز الطبيعي لم يبرز كمصدر للطاقة في الماضي إلى غاية نهاية الحرب العالمية الثانية أين اعتبر منتوجا ثانويا، ونظرا لعدم وجود طلب عليه جرت العادة على التخلص من الجزء الذي يستخرج من الحقول مقترنا بالنفط أو ذائبا فيه عن طريق حرقه وذلك بعد فصله بواسطة أجهزة خاصة في الحقول، لكن بعد نهاية الحرب العالمية الثانية بدأ استهلاكه خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية و أدى تزايد انتاجه واستهلاكه في العالم إلى الاهتمام بتقدير احتياطاته في مختلف أنحاء العالم[2].

❖ استعمالات الغاز الطبيعي

أدى تعدد مكونات الغاز الطبيعي إلى تعدد استعمالاته التي نذكر منها ما يلي[3]:

1) استعمالات صناعية

الاستعمالات الصناعية متعددة ومختلفة نذكر منها ما يلي:

-يستعمل في مواقع حقول النفط وفي الكثير من الصناعات كصناعة الاسمنت والألمنيوم والكلس والحديد على نطاق واسع؛

---

[1] بوفاس الشريف، بلايلية ربيع، **مرجع سابق**، ص 5.

[2] سعيدة سنوسي، أحمد جابة، **مرجع سابق**، ص 262.

[3] مخلفي أمينة، **النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة**، **مجلة الباحث**، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، العدد 9، 2011، ص 222.

-تزويد الحرارة اللازمة لذوبان المعادن والزجاج؛

-يستعمل من قبل شركات توليد الطاقة الكهربائية؛

-يستعمل كمصدر مهم في إنتاج الهيدروجين؛

-يعتبر عنصر هام جدا في تصنيع العديد من المواد العضوية الكيميائية مثل الكحول الميثيلي.

2) استعمالات منزلية

الاستعمالات المنزلية تكون كوقود للأفران وتسخين المياه، تشغيل وحدات التدفئة المركزية والتبريد وغيرها من الاستعمالات.

3) استعمالات حديثة

الاستعمالات الحديثة ويكون هذا باستخدامه في شكل غاز النفط المسال (GPL) كوقود للسيارات مثلما يجري الآن في كل من هولندا، اليابان ودول أوروبا الشرقية، حيث أنه يتم استخدام الغاز الطبيعي كوقود بدلا من البنزين والمازوت.

ومنه فرغم المزايا التي تتمتع بها مصادر الطاقة الأحفورية إلا أنها تتميز بكونها غير متجددة وتتواجد بكميات محدودة في الطبيعة، كما أن استخدامها المتكرر يؤدي إلى آثار سلبية غير مرغوب فيها، مما أدى إلى البحث عن مصادر بديلة للطاقة تكون أقل ضرر على البيئة وتكون متجددة باستمرار وهي موضحة في المطالب الموالية.

المطلب الثالث: مفهوم الطاقة المتجددة ومزايا استخدامها

قدم الباحثون والهيئات الناشطة في مجال الطاقة العديد من التعاريف للطاقة المتجددة سنحاول تقديم أهمها من خلال هذا المطلب وكذا ابراز المزايا الناجمة عن استخدامها بمختلف مصادرها.

الفرع الأول: مفهوم الطاقة المتجددة

هناك عدة تعاريف للطاقات المتجددة قدمتها مختلف الهيئات الدولية والحكومية الناشطة في مجال البيئة نوجز أهمها[1]:

-تعريف وكالة الطاقة العالمية (IEA): تتشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها.

-تعريف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة (UNEP): تعرف الطاقة المتجددة بأنها تلك الطاقة التي لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية وطاقة باطن الأرض.

-تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC): الطاقة المتجددة هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، بيولوجي أو جيوفيزيائي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية

[1] زرقوط حميدة، "**فاعلية الطاقة المتجددة في تحقيق البعد البيئي للتنمية المستدامة**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955، سكيكدة، الجزائر، يومي 11-12 نوفمبر 2014، ص 3.

والطاقة الجوفية، حركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الآليات والتقنيات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات كالحرارة والطاقة الكهربائية أو إلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء.

وعليه فإنه يمكن تعريف الطاقة المتجددة على أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ والتي تكون متوفرة في كل مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة[1]، كما تعتبر الطاقة المتجددة طاقة نظيفة تؤمن بيئة سليمة وخالية من كل المواد الملوثة مما ينتج عنه حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة[2].

الفرع الثاني: مزايا استخدام الطاقة المتجددة

يحقق استخدام مصادر الطاقة المتجددة العديد من المزايا أهمها[3]:

- **تنويع مصادر الطاقة:** فهي بذلك تؤدي إلى وفرة في المصادر التقليدية للطاقة، توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، بالإضافة إلى إمكانية تحقيق فائض في المستقبل من الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة للتصدير إلى الخارج؛

[1] فروحات حدة، **الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر –دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر–، مجلة الباحث**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، العدد 11، 2012، ص 149.

[2] لصحمدي معمر، صليحة فلاق، **دور الطاقات المتجددة في حماية البيئة لدعم التنمية المستدامة "التجربة الإماراتية كنموذج"**، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة–الجزائر–، يومي 11–12 نوفمبر 2014، ص 3.

[3] عبد القادر خليل، محمد مداحي، **فعالية التوجه للاستثمار في الطاقات المتجددة كاستراتيجية لتأمين إمدادات الطاقة التقليدية –"دراسة حالة الجزائر"–، مجلة الدراسات المالية المحاسبية والإدارية**، جامعة أم البواقي، العدد 01، 2014، ص 50.

- **تحسين البيئة:** تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مصادر نظيفة لا تؤثر على البيئة؛ لذلك فإن استخدام هذه المصادر يساعد على تقليل انبعاث الغازات الناتجة عن إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام المصادر التقليدية والمسببة للتلوث البيئي؛

- **توفير الطاقة الكهربائية:** يمكن إنشاء العديد من مصادر الطاقة المتجددة في عدة مناطق مثل طاقة الرياح، الحرارة الشمسية؛

- **رفع مستوى المعيشة:** يساعد إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة في العديد من المناطق النائية والريفية في تحسين مستوى المعيشة للأفراد وتوفير احتياجات هذه المناطق من الكهرباء بالتكلفة المناسبة لهم.

المطلب الرابع: دوافع الاتجاه نحو الطاقة المتجددة ومنافعها

بالإضافة إلى المزايا التي تنجم عن استخدام الطاقة المتجددة فإن هناك دوافع ومنافع تجعل من هذه الطاقة محل استقطاب العديد من المستخدمين والمستثمرين، نوضحها من خلال الفرعين التاليين.

الفرع الأول: دوافع الاتجاه نحو الطاقة المتجددة

تجدر الإشارة إلى أن هناك ثلاث **دوافع** رئيسية تحفز الدول على الاتجاه نحو الطاقة المتجددة وهي كما يلي[1]:

- *الحافز الأول:* **أمن الطاقة:** حيث تظهر التوقعات الحالية للاستهلاك العالمي للطاقة استمرار ارتفاع الطلب على الطاقة والمعتمد بشكل كبير على مصادر الطاقة التقليدية (الناضبة) ذلك أن

[1] تم الاعتماد على:

-مسيخ أيوب، رحال سمية، **مرجع سابق**، ص 4.

-ريم قصوري، عبد الرحمان أولاد زاوي، **الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي لمرحلة ما بعد النفط في الدول العربية، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية**، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، الجزائر، العدد 10، الجزء 02، 2017، ص 171.

أغلبية التوقعات تشير إلى أن تضاؤل احتياطات البترول والغاز وازدياد الاستهلاك العالمي الحالي للطاقة سوف يؤدي في النهاية إلى زوال هذا المصدر الحيوي، كما أن منابع إنتاج الطاقة تركز في منطقة شبه الجزيرة العربية وهي منطقة مملوءة بالصراعات وانفجارها في أي لحظة يهدد استقرار الأسواق العالمية للطاقة، كما أن النمو السريع للدول كالصين والهند يولد ضغطا متزايدا على أسواق البترول العالمية وهي مشكلة تتفاقم مع مرور الوقت وبالتالي لابد من التفكير من الآن في إيجاد مصادر أخرى بديلة؛

- *الحافز الثاني:* وهو **تغير المناخ** الذي يعتبر الدافع للتوجه نحو الطاقات المتجددة التي بإمكانها أن تساهم في تأمين احتياجاتنا للطاقة وتقلص في نفس الوقت من انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري الذي يؤدي إلى نتائج سلبية وكارثة حتمية، فهي بذلك تساهم في استعمال طاقة خالية من الكربون؛

- *الحافز الثالث:* **كلفة الطاقة المتجددة:** حيث يعتبر انخفاض تكلفة الطاقات المتجددة أحد الحوافز التي تدفع العالم نحو استخدام الطاقات المتجددة وإحلالها محل الطاقات التقليدية، حيث أخذت كلفة الطاقات المتجددة تتقلص منذ عدة عقود فمن المنتظر أن تستمر تكلفة أنواع معينة من الطاقة المتجددة في الانخفاض، ويمكن ارجاع سبب تقلص تكاليف الطاقة المتجددة إلى تحسن تكنولوجيات إنتاج الطاقة المتجددة، وسوف يستمر هذا التقلص إلى غاية نضوج هذه الصناعة.

الفرع الثاني: منافع الطاقة المتجددة

يمكن أن نوجز أهم المنافع التي تحققها الطاقة المتجددة فيما يلي[1]:

[1] عرابة الحاج بن محمود، نفاح زكريا بن علي، **الطاقة المتجددة كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة (حالة الجزائر)**، **Global Journal of economic and business** Science reflection، vol2، No1، February 2017، p 39.

1-تعتمد على مصادر الطاقة المحلية المتوافرة في سائر الدول وهو ما يضمن أمن الطاقة؛

2-هي موارد طاقوية مستدامة وهذا يعني أنها لن تستنفد أبدا أو تلحق الضرر بالبيئة المحلية أو الوطنية أو العالمية؛

3-هي موارد موثوقة، فالنظام الموزع لتوليد الطاقة من مجموعة من المصادر المتجددة يوفر نظام طاقة أكثر متانة وأقل عرضة لانقطاع إمدادات الطاقة مقارنة بالأنظمة المركزية؛

4-لا تلوث هذه الموارد الهواء أو اليابسة أو البحر ولا تشكل مصدر خطر يهدد صحتنا؛

5-تقي الاقتصاديات من الأزمات التي تحدثها التقلبات في أسعار الوقود التقليدية، فالاعتماد على مصادر الطاقة المحلية المتجددة يمكن أن يحمي الاقتصاديات المحلية من مظاهر الفوضى الاقتصادية العارمة التي تنشأ عن تقلبات في الأسواق العالمية للسلع الأساسية؛

6-توفر أنظمة الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة ومتطورة تكنولوجيا، وهو بذلك يوفر نموا للوظائف العالية الجودة ويتفوق في هذا السياق على قطاع الطاقة التقليدية الذي يستلزم توافر رأسمال كبير؛

7-كما يمكن توفير كميات أكبر من الطاقة بتطبيق الاستعمال الرشيد والناجح للطاقات المتجددة مما يساهم في إيجاد حل للمشاكل المرتبطة بالواجهة الثلاثية: طاقة-بيئة-تنمية.

المطلب الخامس: أنواع الطاقة المتجددة -المزايا والعيوب-

هناك مصادر متعددة للطاقة المتجددة نذكر أهمها في هذا المطلب مع إيجاز أهم مزاياها وعيوبها أو الأضرار التي قد تترتب عنها.

الفرع الأول: الطاقة الشمسية

تعتبر الشمس أكبر مصدر حراري ضوئي يؤثر على سطح الكرة الأرضية والاستفادة منها لا تتوقف عند حد معين فكلما كان المكان قريبا من خط الاستواء كلما كانت الاستفادة أكبر من أشعة الشمس، وتتمثل الاستخدامات الرئيسية للطاقة الشمسية في توليد الحرارة والطاقة الكهربائية بالإضافة إلى بعض الاستخدامات الأخرى[1].

وعليه تعرف الطاقة الشمسية بأنها الطاقة المستمدة من الشمس والتي تصل الأرض على شكل إشعاع شمسي حيث نجد أن الطاقة الشمسية المنبعثة من الشمس خلال ساعة واحدة تعادل ما تحتاجه الكرة الأرضية لمدة سنة كاملة، ويطلق على الطاقة الشمسية بطاقة الصحاري ذلك أن هناك بعض الصحاري في العالم تستطيع توفير طاقة آمنة، كافية ورخيصة تكفي لتعداد يفوق 10 مليار نسمة[2]. يمكن أن تستعمل الطاقة الشمسية مباشرة من قبل الانسان بهدف الانارة، التدفئة والطبخ أو من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية بالاعتماد على الألواح الكهروضوئية أو الأنظمة الحرارية الشمسية (CSP) وأبراج الطاقة الشمسية (CTP) بطريقة غير مباشرة، فالشمس تعتبر مصدر لمعظم الطاقات المتجددة والطاقات الأحفورية[3].

وبالتالي هناك تقنيتان أساسيتان لتجميع الطاقة الشمسية وتتمثلان في[4]:

---

[1] جدي سارة، جدي طارق، **واقع وآفاق الطاقات المتجددة في الجزائر، مجلة الإصلاحات الاقتصادية والاندماج في الاقتصاد العالمي**، مخبر الإصلاحات الاقتصادية، التنمية واستراتيجيات الاندماج في الاقتصاد العالمي بالتعاون مع المدرسة العليا للتجارة، الجزائر، المجلد 10، العدد 20، 2015، ص 3.

[2] خويلدات صالح، "**الطاقة النظيفة مدخل لتحقيق التطور المستدام للبيئة مؤشرات دولية وعربية**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني حول: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الانتقال، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة العربي بن مهيدي –أم البواقي–، الجزائر، يومي 18–19 نوفمبر 2014، ص 6.

[3] Zaoui Fares, **Utilisation des énergies renouvelables influence de la température sur les performances du module P.V,** Thèse Doctorat LMD en gestion de l'énergie, faculté des sciences de la technologie, département de génie électrique, université de Mohamed Khider, Biskra, Algerie, 2016, P (21-22).

[4] جدي سارة، جدي طارق، **مرجع سابق**، ص 3.

❖ **الخلايا الضوئية:** أو ما يسمى **بالطاقة الشمسية الكهروضوئية (Solaire photovoltaique)** وتقوم هذه التقنية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية بصورة مباشرة، حيث تتكون هذه الخلايا من مواد شبه موصلة متنوعة بالدرجة الأساس من مادة السيليكون ولا تحتوي على أجزاء متحركة، وتعمل عن طريق استخدام المادة شبه الموصلة لتحويل ضوء الشمس أي الفوتونات التي تمتصها تلك المادة إلى كهرباء بصورة مباشرة بواسطة التأثير الضوئي؛

❖ **الأنظمة الحرارية الشمسية (Solaire thermique-CSP):** وهي أنواع مختلفة منها ما هو بسيط يشتمل بالدرجة الأساس على ألواح أو صحون مسطحة شمسية توضع باتجاه ثابت لالتقاط أشعة الشمس وتوليد الحرارة. أما بالنسبة لمحطات الطاقة الحرارية الشمسية أو أنظمة التركيز الحرارية الشمسية (Solar thermal concentrations systems) فتستخدم لتوليد الحرارة ومن ثم يتم توليد الطاقة الكهربائية بصورة غير مباشرة عبر استغلال أشعة الشمس لتسخين المياه وتوليد البخار الذي يدور التوربينات البخارية فتولد بدورها طاقة كهربائية، أي من خلال الحرارة وقوة البخار.

➢ **مزايا الطاقة الشمسية**

تتميز الطاقة الشمسية بعدة مزايا نكر أهمها فيما يلي[1]:

-تعد الطاقة الشمسية طاقة صديقة للبيئة فضلا عن كونها تلعب دورا رئيسيا في التخفيف من التغيرات المناخية وتتميز كذلك بالتجديد التلقائي والديمومة؛

[1] شماني وفاء، أوسرير منور، **مستقبل الطاقة الخضراء كبديل للطاقة الأحفورية في الجزائر، مجلة الاقتصاد الجديد**، مخبر الاقتصاد الرقمي في الجزائر، جامعة خميس مليانة-الجزائر، المجلد 1، العدد 14، 2016، ص (38-39).

-متوافرة في معظم دول العالم؛

-تقلل الاعتماد على واردات الطاقة واللجوء إلى إنتاجها محليا؛

-تخلق فرص عمل في مجالات الصناعة ذات النمو المستدام؛

-تمثل الأساس لإمداد الدول الصناعية والنامية بالطاقة بشكل مستديم؛

-تعتبر واحدة من الأسواق التي تشهد أكبر معدل نمو في جميع أنحاء العالم؛

-كذلك من بين النتائج المشجعة التي توصلت إليها الأبحاث هو نجاح تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية صالحة للاستخدام في مجالات شتى؛

-كما أن الأبحاث أيضا توصلت إلى تطوير مرايا الاستقبال من مرايا ثابتة إلى مرايا متحركة تتبع أشعة الشمس وهذا ما يؤدي إلى رفع كفاءة محطات الطاقة الشمسية (محرك ستيرلنج)؛

-كما تم التوصل أيضا إلى نجاح تخزين الطاقة الشمسية باستغلال الطاقة المحصلة في إنتاج غاز الهيدروجين الذي يمكن تخزينه ونقله بشكل سائل أو مميع.

- **عيوب الطاقة الشمسية**

يمكن إيجاز ما يعاب على الطاقة الشمسية بصفة عامة فيما يلي[1]:

-صعوبة تخزين الأشعة الشمسية أو الطاقة المتحررة منها، إذ أن عملية التخزين تتطلب تقنيات عالية ولا تزال البحوث العلمية جارية من أجل الوصول إلى تقنيات التخزين؛

[1] حيدوشي عاشور، سفير محمد، **مرجع سابق**، ص (185-186).

-عدم امتلاك أنظمة الطاقة الشمسية لقابلية التخزين بسبب تغير قيمة الطاقة المستفاد منها في الليل والنهار وخلال الفصول والحل المثالي هو استخدام وسائل التخزين كالباطاريات وهذا ما يتطلب صيانة وتكاليف إضافية زيادة على التكاليف المرتفعة بالنسبة لمردود الطاقة المنتفع بها، هذه العوائق تجعل هذا المصدر غير مجد بالدرجة المتوقعة؛

-مشكلة صيانة وتنظيف أجهزة الطاقة الشمسية بسبب الغبار الذي يصيبها؛

-التكاليف العالية فيما يخص الدراسة لإقامة مشاريع إنتاج الطاقة الشمسية.

الفرع الثاني: الطاقة المائية

يعود تاريخ الاعتماد على المياه كمصدر للطاقة إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية حيث كان الانسان يستخدم مياه الأنهار في تشغيل بعض النواعير التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق وآلات النسيج وغيرها أما اليوم وبعد أن دخل الانسان عصر الكهرباء بدأ استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية وهذا في العديد من الدول، 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[1]، كما تعتبر الطاقة المائية من أنظف الموارد المتجددة والأكثر كفاءة لإنتاج الكهرباء ويبلغ الإنتاج العالمي من الكهرباء المولدة من المياه (طاقة كهرومائية) حوالي 19% [2]؛

[1] زرقوط حميدة، **مرجع سابق**، ص (4-5).

[2] لصاق حيزية، **أثر ترشيد استغلال الموارد الطاقوية على التنمية المستدامة -دراسة حالة الجزائر-**، مذكرة ماجستير في علوم التسيير فرع نقود ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2007-2008، ص 132.

تعرف الطاقة المائية على أنها عبارة عن الطاقة المتولدة نتيجة لسقوط المياه من علو أو الطاقة المتولدة نتيجة لانسياب المياه بسرعة عالية في الأنهار والجداول، كذلك الاختلاف في درجات الحرارة والكثافة ودرجة الملوحة،[1]

تأتي الطاقة من المياه بعدة طرق وأساليب مختلفة وفيما يلي أهمها[2]:

-الطاقة المتولدة من تدفق المياه أو سقوطها في حالة الشلالات (مساقط المياه) كما هو الحال في السدود؛

-طاقة الأمواج في البحار حيث تنشأ الأمواج نتيجة لحركة الرياح وفعلها على مياه البحر والمحيطات والبحيرات ومن حركة الأمواج هذه تنشأ طاقة يمكن استغلالها وتحويلها إلى طاقة كهربائية حيث تنتج الأمواج في الأحوال العادية طاقة تقدر ما بين 10 إلى 100 كيلواط لكل متر من الشاطئ؛

-الطاقة المتولدة من حركات المد والجزر في المياه؛

-الطاقة المتولدة من الفوارق الحرارية لطبقات المياه، من الفارق في درجات الحرارة بين الطبقتين العليا والسفلى من المياه التي يمكن أن يصل إلى فرق 10 درجات مئوية.

- **مزايا الطاقة المائية**

تتسم الطاقة المستمدة من هذا المصدر بالعديد من المزايا أهمها[3]:

-تعتبر مصدر نظيف من مصادر الطاقة؛

[1] وكاع محمد، **هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، مجلة فيلادلفيا الثقافية**، جامعة فيلادلفيا، الأردن، العدد 6، 2011، ص 117.

[2] سليمان كعوان، جابة أحمد، **تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية**، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة، الجزائر، الملجد 9، العدد 14، 2015، ص (59-60).

[3] حيدوشي عاشور، سفير محمد، **مرجع سابق**، ص 186.

-استغلال هذا النوع من الطاقة يؤدي إلى تنمية المجتمعات في أغلب مناطق العالم؛

-تعتبر الطاقة المائية المصدر الأكثر كفاءة لإنتاج الكهرباء فنسبة إنتاج الكهرباء المتأتية من هذا المصدر تمثل 19%.

- **عيوب الطاقة المائية**

رغم التطور في استغلال الطاقة المائية إلا أن هناك ما يعاب عليها نذكر منها ما يلي[1]:

-تصلح هذه الطاقة في الأماكن ذات الفارق الكبير بين مستوى سطح الماء في كل من المد والجزر وهي أماكن قليلة؛

-يؤدي استغلال هذه الطاقة إلى تدمير وتخريب الينابيع وتجفيف الشلالات والتدخل في الحياة المائية، كما يؤدي أيضا إلى إهمال استغلال الأراضي القريبة من المساقط المائية؛

-العمر الصغير للسدود وذلك نظرا لامتلائها بالأوحال بالإضافة إلى إجبار السكان على الرحيل لبناء السدود؛ كما أن مثل هذه المشاريع يتطلب أموالا ضخمة تثقل كاهل الدول؛

-كما يعاب عليها ارتباط إنتاجها بكميات المياه الموجودة في السدود فمثلا في فترة الجفاف لا يمكن إنتاج الكهرباء وهذا ما حدث في البرازيل سنة 2001 التي كانت تعتمد بشكل كبير على الطاقة الكهرومائية جراء الجفاف الذي أصابها.

[1] تم الاعتماد على:

-بودرجة رمزي، **الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة تجربة ألمانيا أنموذجا، مجلة ميلاف للبحوث والدراسات**، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف ميلة، الجزائر، جوان 2017، ص(609-610).

-حيدوشي عاشور، سفير محمد، **مرجع سابق**، ص 186.

الفرع الثالث: الطاقة الهوائية أو طاقة الرياح

وهي تعبر عن الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح، حيث تستخدم وحدات الرياح في تحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية تستخدم مباشرة أو يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال مولدات. يرتبط اليوم مفهوم هذه الطاقة باستعمالها في توليد الكهرباء بواسطة "طواحين هوائية" ومحطات توليد تنشأ في مكان معين ويتم تغذية المناطق المحتاجة عبر الأسلاك الكهربائية[1]؛

تجدر الإشارة إلى أن الرياح تعرف بأنها حركة أفقية للهواء ناتجة عن اختلاف الضغط الجوي من مكان إلى آخر، أما الطاقة الريحية (طاقة الرياح) فهي عملية تحويل حركة (طاقة) الرياح إلى شكل آخر من الطاقة التي يستعملها الإنسان وأهمها الطاقة الكهربائية ويتم ذلك باستعمال توربينات تديرها الرياح وتحول دورانها إلى كهرباء بواسطة مولدات كهربائية. لهذا فمن المهم اختيار الموقع المناسب لتوليد الطاقة الكهربائية من قدرة الرياح وكذا معرفة سرعة الرياح التي تتوفر في المنطقة[2].

- **مزايا طاقة الرياح**

استخدمت طاقة الرياح منذ زمن بعيد في دفع السفن الشراعية وإدارة الطواحين، ولا تزال تستخدم إلى يومنا هذا لكن بتقنية جديدة مولدة للطاقة الكهربائية ذات الاستعمالات المتعددة، وفيما يلي سنذكر أهم المزايا التي تتمتع بها طاقة الرياح[3]:

-تعد طاقة محلية متجددة غير منتجة لغازات الاحتباس الحراري؛

[1] مداحي محمد، **الاستثمار في الطاقات المتجددة كإستراتيجية تحويلية لما بعد النفط "حالة الجزائر"، مجلة البشائر الاقتصادية**، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة طاهري محمد بشار، الجزائر، العدد الثالث، مارس 2016، ص 5.

[2] جودت هدايت محمد أحمد، **دراسة قدرة الرياح على توليد الطاقة الكهربائية في محطات مختارة في العراق، مجلة علوم المستنصرية**، الجامعة المستنصرية، العراق، المجلد 25، العدد 3، 2014، ص (66-67).

[3] شماني وفاء، أوسرير منور، **مرجع سابق**، ص 40.

-95% من الأراضي المستخدمة كحقول الرياح يمكن استغلالها كمزارع أو مراعي، كما يمكن وضع التوربينات فوق المباني؛

-سهولة تركيب التوربينات الهوائية.

- **عيوب طاقة الرياح**

رغم المزايا التي تتمتع بها طاقة الرياح إلا أنه يعاب عليها ما يلي[1]:

-تباين سرعة الرياح واتجاهها من وقت لآخر ومن مكان لآخر؛

-الكلفة المرتفعة لإنتاج الكهرباء والمقدرة بأربعة أضعاف كلفة الكهرباء التقليدية وصعوبة حفظها (مشكل التخزين)، ذلك أنها تحتاج إلى مساحة كبيرة قد تكون معزولة في أغلب الأحيان مما يجعل مناطق إنتاج طاقة الرياح بعيدة عن مناطق استهلاكها وهذا ما يرفع من حدة تكاليف نقلها؛

-التأثير البصري والضوضاء الصادرة عن التوربينات الهوائية، كما أن سرعة دوران شفرات التوربينات العملاقة تؤدي إلى قتل العديد من الطيور.

الفرع الرابع: طاقة الكتلة الحيوية

تعتبر طاقة الكتلة الحيوية من مصادر الطاقة التي كانت شائعة في القرون الماضية خاصة قبل ظهور النفط وهي تعتمد على استعمال مواد الكتلة الحيوية التي تنتج محليا[2]، فمصطلح الكتلة الحيوية هو

[1] تم الاعتماد على:

-بودرجة رمزي، **مرجع سابق**، ص 610.

-شماني وفاء، أوسرير منور، **مرجع سابق**، ص 8.

[2] فروحات حدة، **مرجع سابق**، ص 150.

مصطلح عام يغطي المخلفات النباتية والحيوانية[1]، وتتميز طاقة الكتلة الحيوية بتنوع المصادر المستخدمة في إنتاجها مثل المتبقيات الزراعية والغابية والنفايات، كما يمكن زراعة نباتات خاصة لإنتاجها. كما يمكن تحويل طاقة الكتلة الحيوية إلى حرارة تستخدم في المباني لأغراض التدفئة والطبخ، أو في الصناعة لإنتاج الطاقة أو تحويلها إلى وقود غازي أو سائل لأغراض النقل وتتميز طاقة الكتلة الحيوية بهذه المرونة عن باقي الطاقات المتجددة الأخرى[2].

تتعدد طرق عملية تحويل الكتلة الحيوية إلى مصادر للطاقة فمنها طرق فيزيائية كالتجفيف والتكثيف أو طرق حرارية مثل الحرق والأكسدة أو طرق كيميائية كالتخمير والتفاعلات اللاهوائية، وعموما فإن عملية التحويل تؤدي في النهاية إلى الحصول على الوقود الحيوي الذي يشمل: الإيثانول البيولوجي (وهو وقود بيولوجي ينتج من النباتات الغنية بالسكر أو النشاء) والديزل البيولوجي (وقود بيولوجي ينتج من عدة مواد أولية تشمل الزيوت النباتية أو الدهون الحيوانية أو الطحالب)[3]. يأتي الوقود الحيوي ضمن مصادر الطاقة البديلة التي يمكن أن توفر إمكانية تأمين مصادر الطاقة في مواجهة التقلبات المستمرة لأسعار النفط مع الترتيب لمرحلة ما بعد النفط، يرتبط نشاط إنتاج الوقود الحيوي بالعديد من الأنشطة والروابط التي تجمع بين أكثر من قطاع، بدءا من القطاع الزراعي (تخصيص الموارد لزراعة المحاصيل والنباتات المستخدمة في مدخلاته) ومرورا بعمليات إنتاجه في المصافي ونقله وتوزيعه محليا

[1] خويلدات صالح، **مرجع سابق**، ص 7.

[2] آيت يحي سمير، منيجل جميلة، **التوجه الحديث نحو الطاقة المتجددة في الجزائر واقع واستشراف لآفاق 2030**، **مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية**، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر، العدد 23، جوان 2018، ص 171.

[3] زايد مراد، خويلدات صالح، **الطاقة النظيفة مدخل لتحقيق التطور المستدام للبيئة**، **مجلة دراسات في الاقتصاد والتجارة والمالية**، مخبر الصناعات التقليدية لجامعة الجزائر 3، الجزائر، المجلد 03، العدد 02، 2014، ص 133.

وخارجيا، فضلا عن شبكة من الخدمات اللوجستية والمالية والتقنية والعلمية التي تخدم إنتاجه وتداوله وتطوير استخدامه على المتوسط والطويل[1].

- **مزايا طاقة الكتلة الحيوية**

تتسم طاقة الكتلة الحيوية بالعديد من المزايا أهمها[2]:

-توفرها وتجددها في كل مكان حول العالم؛

-تعتبر مصدر للوقود الذي يمكن تخزينه واستخدامه في حالة الحاجة إليه؛

-يسمح استخدام هذه الطاقة بإعادة استغلال المخلفات سواء تعلق بمياه الصرف الصحي أو المحاصيل الزراعية.

- **عيوب طاقة الكتل الحيوية**

رغم المزايا التي توفرها هذه الطاقة إلا أن هناك ما يعاب عليها ونوجز أهم ذلك فيما يلي[3]:

-الاستهلاك الواسع من أجل إنتاج هذه الطاقة يؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء؛

-ارتفاع تكلفة إنتاج هذه الطاقة بالمقارنة مع تكلفة إنتاج بعض مصادر الطاقة الأخرى؛

-الآثار السلبية على البيئة خاصة فيما يتعلق بظاهرة التصحر نتيجة القطع العشوائي للأشجار.

---

[1] محمد راضي جعفر، عدنان داود محمد العذاري، **دراسة مقارنة ما بين الطاقة المتجددة والطاقة غير التقليدية العالمية، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة الكوفة، العراق، المجلد 13، العدد 39، 2016، ص (32-33).

[2] حيدوشي عاشور، سفير محمد، **مرجع سابق**، ص 187.

[3] **المرجع نفسه**، ص 187.

الفرع السادس: الطاقة الجوفية (طاقة حرارة الأرض الجوفية)

توصف طاقة حرارة الأرض بأنها أحد أهم مصادر الطاقة حيث يرى العلماء أنها تكفي لتوليد كميات ضخمة من الكهرباء في المستقبل، فمنذ آلاف السنين استمد منها الإنسان الحرارة ثم في إنتاج الكهرباء على مدار التسعين عاما الماضية، ويذكر "اتكين" أن طاقة حرارة باطن الأرض تعد مصدرا أساسيا للطاقة المتجددة لنحو 58 دولة منها 39 دولة يمكن إمدادها بالكامل بنسبة 100% من هذه الطاقة[1]، فالحرارة الجوفية هي طاقات حرارية دفينة في أعماق الأرض وموجودة بشكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور الحارة، لكن الحرارة المستغلة حاليا عن طريق الوسائل التقنية المتوفرة هي المياه الساخنة والبخار الحار بينما حقول الصخور الحارة مازالت قيد الدراسة والبحث والتطوير، وتستعمل هذه الطاقة لتوليد الكهرباء كما يمكن استخدامها في مجالات أخرى كالتدفئة المركزية والاستخدامات الزراعية والصناعية والأغراض الطبية[2]. يمكن أن نميز بين ثلاث أنواع من الحرارة الجوفية وهذا حسب درجة الحرارة المتاحة للتشغيل: (1) حرارة جوفية عالية الطاقة (هنا تكون درجة الحرارة عالية جدا وتتميز بالعمق الكبير وهي تستخدم أساسا من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية)، (2) حرارة جوفية منخفضة الطاقة (حيث تكون الحرارة بين 30 و100 درجة مئوية كما ان الاستخدام الأساسي لها يتمثل في تسخين المناطق الحضرية chauffage urbain) وأخيرا حرارة جوفية منخفضة الطاقة جدا (أين تكون درجة الحرارة بين 10 و30 درجة مئوية واستخدامها الرئيسي يتمثل في التسخين والتهوية الفردية)[3].

[1] مداحي محمد، **مرجع سابق**، ص 5.

[2] قريني نور الدين، **استغلال الطاقات المتجددة لأجل تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر –عرض البرنامج الوطني للطاقات المتجددة 2011-2030 أنموذجا، مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية**، جامعة البليدة 2، الجزائر، المجلد 5، العدد 1، جوان 2014، ص (135-136).

[3] Soltane Belakehal, **Conception & commande des machines à aimants permanents dédiées aux énergies renouvelables,** thèse doctorat en sciences, spécialité électrotechnique, Faculté des sciences de l'ingénieur, département d'électrotechnique, université de Constantine, Algérie, 2010, P 5.

تتميز الطاقة الجوفية بمجموعة من الإيجابيات أهمها[1]:

- كونها طاقة متجددة: فهي من مصادر الطاقة التي لا تنفذ على الأقل للأجيال القادمة؛
- كونها طاقة نظيفة غير مضرة بالبيئة ولا تسبب أي تلوث سواء في استخراجها أو في تحويلها أو استعمالها؛
- توفرها بكميات كبيرة جدا وفي مساحات شاسعة ولأغلب بلدان العالم؛
- قلة تكاليف إنتاج الطاقة بعد التكاليف الأولية لإنتاج المحطة (والتي يمكن أن تكون باهظة)؛
- المردود العالي للطاقة المستخرجة.

المطلب السادس: إمكانيات الجزائر من الطاقات الأحفورية و الطاقات المتجددة

تمتلك الجزائر إمكانيات معتبرة من الموارد الطاقوية سواء الناضبة أو المتجددة الأمر الذي أهلها بأن تحتل مراكز ومراتب جيدة في القطاع الطاقوي العالمي، لهذا سنحاول من خلال هذا المطلب إبراز إمكانيات الجزائر من مختلف الموارد الطاقوية.

الفرع الأول: إمكانيات الجزائر من الطاقات الأحفورية

سنحاول في هذا الفرع إيجاز أهم الامكانيات الطاقوية الأحفورية الجزائرية كما يلي[2]:

[1] سليمان كعوان، جابة أحمد، **مرجع سابق**، ص 60.

[2] جبار سعاد، ماحي سعاد، **مرجع سابق**، ص (8-12).

❖ **النفــط :**

النفط أو البترول هو أحد المصادر الرئيسية للطاقة في العالم ويعتبر كذلك المادة الرئيسية للعديد من المنتجات الكيمياوية والبتروكيماوية مثل الأسمدة والمبيدات، لهذا فهو يتصدر المرتبة الأولى عالميا كمصدر مهم للطاقة ومصدر غني للعديد من المركبات والمنتجات الكيميائية مما يجعله من أهم البضائع في العالم، وبالنسبة للجزائر فهي تمتلك ثالث أكبر احتياطات النفط الخام في إفريقيا وكلها تقع في المناطق البرية لأن التنقيب البحري كان محدودا، ووفقا لشركة سونطراك فإن ثلثي الأراضي الجزائرية لا يزال اكتشافها بعيد إلى حد كبير أو غير مستكشفة، كما أن الجزائر لديها خمسة مصافي النفط بسعة إجمالية قدرها 652500 لوحة برميل/د.

❖ **الغاز الطبيعي**

تحمل الجزائر أكبر عاشر كمية في العالم من احتياطات الغاز الطبيعي المؤكدة وثالث أكبر الموارد القابلة للاسترداد من الناحية الفنية الغاز الصخري، ففي ماي من سنة 2014 أعطى مجلس الوزراء الموافقة الرسمية لتطوير الصخر الزيتي والغاز. بالإضافة إلى ذلك فإن الجزائر تصدر الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب وعلى الناقلات في شكل غاز طبيعي مسال (LNG)، ولديها ثلاث خطوط أنابيب لتصدير الغاز عابرة للقارات: اثنان لنقل الغاز الطبيعي لإسبانيا وواحدة إلى إيطاليا، وتنتشر محطات الغاز الطبيعي المسال في الجزائر في المدن الساحلية أرزيو وسكيكدة وكانت الجزائر أول بلد في العالم يصدر الغاز الطبيعي المسال سنة 1964.

❖ **الفحم**

تقدر احتياطات الفحم المتواجدة بالجنوب الغربي للبلاد حوالي 40 مليون طن ورغم قلتها إلا أنه يمكن استخدامها محليا لإنتاج الكهرباء.

الفرع الثاني: إمكانيات الجزائر من الطاقات المتجددة

سنحاول تلخيص أهم الإمكانيات الطاقوية المتجددة التي تتميز بها الجزائر وحتمية الاهتمام بها وهذا من خلال العناصر الموالية.

❖ **الطاقة الشمسية**

نظرا للموقع الجغرافي الذي تتمتع به الجزائر فإنها تتوفر على أكبر وأوسع حقول شمسية في العالم حيث تفوق مدة التشمس في كامل التراب الوطني 2000 ساعة سنويا ويمكنها أن تصل إلى 3900 ساعة (في الهضاب العليا والصحراء)، كما أن الطاقة المستقبلة سنويا على مساحة عرضية قدرها 1م^2 تصل إلى 3 كيلواط ساعي في المتر مربع في الشمال وتتجاوز 5.6 في الجنوب الكبير (تمنراست)[1]. من الجدير بالذكر أن هذه الإمكانيات الهائلة تسمح بتغطية 60 مرة احتياجات أوروبا الغربية وأربع مرات الاستهلاك العالمي، كما تسمح بتغطية 5000 مرة الاستهلاك الوطني من الكهرباء[2].

❖ **طاقة الرياح**

مصادر الرياح في الجزائر تتنوع من منطقة إلى أخرى وهذا راجع لتنوع التضاريس والمناخ حيث نجد أن سرعة الرياح في الجنوب أكبر منها في الشمال خاصة في الجنوب الشرقي من البلاد أين تكون

[1] معلومات مأخوذة من موقع وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية، دليل الطاقات المتجددة، على الموقع الرسمي: www.energy.gov.dz

[2] محمد بن عمارة، موساوي سمية، **مرجع سابق**، ص 221.

سرعة الرياح أكبر من 7م/الثانية وتتعدى 8م/الثانية في مناطق تمنراست[1]، وهو ما يوفر إمكانية توليد طاقة سنوية تقدر بـ 673 مليون واط ساعي في حالة تركيب توربين هوائي على علو 30 متر في حالة رياح ذات سرعة 5.1 م/ثانية وهي طاقة تسمح بتزويد 1008 مسكن من الطاقة[2].

❖ **الطاقة الحرارية الجوفية**

تملك الجزائر أكثر من 200 مصدر حراري موجود في الجزء الشمالي من البلاد مع توفر حوالي 33% منها على حرارة تفوق 45 درجة مئوية كما يمكن أن تصل درجة الحرارة إلى 118 درجة في ولاية بسكرة.[3]

❖ **طاقة المياه**

إن كميات تساقط المياه على التراب الوطني الجزائري معتبرة جدا وهي تقدر ب 65 مليار في المتر مكعب لكن يتم استغلال القليل منها في الجزائر وهذا بسبب تمركزها بمناطق محددة وتبخر جزء منها وتدفقها بسرعة نحو البحر، كما أن الموارد السطحية تتناقص من الشمال إلى الجنوب وتقدر حاليا الموارد المستخدمة والمتجددة بحوالي 25 مليار م^3 (3/2 منها موارد سطحية) مع الإشارة إلى أن هناك حوالي 103 سد منجز و50 في طور الإنجاز[4].

وعليه فمن خلال كل ما تقدم ذكره في هذا المبحث يتضح أن الطاقة بمصادرها المختلفة الناضبة والمتجددة تعتبر الأداة المحركة لمختلف القطاعات الاقتصادية، فالموارد الطاقوية الأحفورية التي تتكون على مدى ملايين السنين مثل البترول والغاز هي بالضرورة محدودة لهذا كان لابد من البحث عن

[1] معلومات مأخوذة من موقع وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية.
[2] محمد بن عمارة، موساوي سمية، **مرجع سابق**، ص 221.
[3] معلومات مأخوذة من موقع وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية.
[4] معلومات مأخوذة من موقع وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية.

مصادر جديدة لا تنضب يطلق عليها اسم الطاقات المتجددة وهي تمثل الطاقات التي يمكن أن يعاد تشكيلها بشكل مستمر مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح وغيرها، كما تم التوصل إلى أن الجزائر تمتلك إمكانيات معتبرة من الطاقات بمختلف أنواعها سواء المتجددة أو الغير متجددة مما يسمح لها باحتلال مراكز معتبرة في العالم. ومن بين المواد الطاقوية التي تحظى باهتمام كبير وتعتبر من الركائز الطاقوية في المجتمعات اليوم هي الطاقة الكهربائية التي سنتطرق لها في المبحث الموالي.

المبحث الثالث: مبادئ أساسية في الطاقة الكهربائية

تتميز الطاقة الكهربائية بكثرة استخدامها في عصرنا الحالي وهذا لما تتوفر عليه من مزايا وخصائص تجعلها طاقة أكثر من ضرورية في حياتنا اليومية وأكثر كفاءة من غيرها لهذا سنحاول من خلال هذا المبحث تقديم أهم العناصر المحيطة بها.

المطلب الأول: مفهوم الطاقة الكهربائية

تعد الطاقة الكهربائية ذات أهمية حيوية لتسيير الأعمال لهذا سنحاول تعريفها في النقاط الموالية.

الفرع الأول: تعريف الكهرباء

يعتبر أصل لفظ كهرباء على أنه لفظ فارسي مركب من جزئين: **كاه** وتعني القش ومن **رباى** أي الجاذب ومعناها مجتمعة **جاذب القش،** والمراد بكلمة كهربا في الفارسية هو **الكهرمان** المسمى باللغة العربية **العنبر الأسود،** أما المقصود من كلمة الكهرباء في العربية هو "**جاذبية الكهرمان**" وأيضا "**جاذب التبن**" وتطلق على صمغ شجرة إذا حك صار يجذب التبن نحوه[1]. أما التعريف العلمي للكهرباء فهي عبارة عن شحنات إلكترونية تكون إما متدفقة في مادة موصلة ما كالأسلاك وتسمى كهرباء سارية، أو تكون غير سارية وتسمى في هذه الحالة كهرباء ساكنة، وتجدر الإشارة إلى أن أول أشكال الكهرباء التي عرفها البشر تمثلت في البرق وفي الجذب الكهربائي الساكن للأجسام الخفيفة كالأوراق أما اليوم فهي تعد من متطلبات الحياة المدنية[2].

---

[1] بوهنة كلثوم، بن عزة محمد، **واقع قطاع الكهرباء في الجزائر دراسة حالة مجمع سونلغاز، المجلة الجزائرية للعولمة والسياسات الاقتصادية**، جامعة الجزائر 3، الجزائر، العدد 06، 2015، ص 120.

[2] أنمار أمين حاجي البرواري، يسرى حازم جاسم الحيالي، **واقع الطلب على الطاقة الكهربائية لمحافظة نينوى واتجاهاته المستقبلية حتى عام 2015 القطاع المنزلي: دراسة حالة، دراسات إقليمية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 7، العدد 22، 2011، ص (3-4).

الفرع الثاني: تعريف الطاقة الكهربائية

تعرف الطاقة الكهربائية على أنها شكل من أشكال الطاقة التي تنجم عن تدفق الجسيمات المشحونة مثل الالكترونات والأيونات في وسط ناقل، أما التيار الكهربائي فيعبر عن سير الشحنات المتحركة في الأسلاك المعدنية أو السوائل أو أشباه الموصلات وتتحرك هذه الشحنات نتيجة وجود فرق جهد كهربائي بين نقاط الوسط المعدني وقد يكون التيار الكهربائي ثابت الشدة وموحد الاتجاه ويعرف في هذه الحالة بالتيار الكهربائي المستمر أو قد يكون التيار متغير الاتجاه أي متناوب الاتجاه[1]. يمكن الحصول على الكهرباء وتطويعها من الطبيعة عن طريق الصواعق والاحتكاك وهذا صعب وغير مجدي، لهذا يمكن توليد الكهرباء بطرائق متعددة منها الكيميائية عن طريق التفاعل الكيميائي في البطاريات أو عن طريق تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية وغيرها من الطرق، وأهم ما يميز الطاقة الكهربائية هي أنه يمكن التحكم بها بسهولة، لها كفاءة نقل عالية، يمكن تحويلها إلى صور أخرى من صور الطاقة بسهولة وكفاءة، ليس لها مخلفات تلوث الهواء الجوي كما أنها تعد أكثر أمانا من معظم البدائل الأخرى[2].

المطلب الثاني: لمحة تاريخية عن الطاقة الكهربائية

مر مفهوم الطاقة الكهربائية واستخداماتها بمجموعة من المراحل التاريخية المميزة والتي نذكر أهمها باختصار في النقاط التالية[3]:

[1] دلهوم خليدة، **المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم التجارية شعبة تسويق، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة باتنة 1، الجزائر، 2017/2016، ص 80.

[2] أنمار أمين حاجي البرواري، يسرى حازم جاسم الحيالي، **مرجع سابق**، ص 4.

[3] تم الاعتماد على:

-إبراهيم رحيم، **مرجع سابق**، ص 22.

-دلهوم خليدة، **مرجع سابق**، ص 81.

-الكهرباء الساكنة (البرق) هي أول ما عرف من أشكال الكهرباء من قبل العالم الأمريكي **فرانكلين (Franklin)** ويمكن بالفعل إذا ما حكت قطعة راتنج (مادة صمغية تنتجها بعض النباتات وهي تشبه العنبر)، وبالتالي فالطاقة الكهربائية هي أحد أنواع الطاقة الموجودة في الطبيعة ويمكن الحصول عليها عن طريق الصواعق والاحتكاك إلا أنه صعب وغير مجدي؛

-بعد حوالي مئة وثلاثين سنة من اعتقاد أن الطاقة الكهربائية تنتج من حك قطعة راتنج قام الانجليزي **ستيفن غراي** بجمع وتقديم لائحة تتضمن أسماء العناصر الموصلة والعناصر العازلة للكهرباء؛

-**سنة 1733:** اكتشف الفرنسي **شارل دوفاي** وجود شحنة كهربائية موجبة وأخرى سالبة فالشحنتين ذات طبيعة واحدة يحدث بينهما تنافر والمختلفين يتجاذبان؛

- **سنة 1752:** تمكن العالم الأمريكي فرانكلين **(Franklin)** من برهنت أن العواصف الرعدية من طبيعة كهربائية وذلك عندما قام بتمرير أحد صعقات البرق إلى "قنينة ليد"؛

-بعد ذلك توالت التجارب والاكتشافات بسرعة ففي **سنة 1798** استطاع العالم الإيطالي **فولتا (Volta)** من إنتاج الكهرباء كيميائيا بواسطة وعائه المشهور "وعاء فولتا"، ذلك أنه تمكن من إنتاج بطارية كيميائية وذلك بمراكمة اسطوانات من فضة وأخرى من توتياء تفصل بينهما حلقات من ورقة مقوى مشربة بالماء المالح؛

-**سنة 1820:** أبرز الدنماركي **ويرستد** أن هناك علاقة وثيقة بين الكهرباء والمغناطيسية وهذا ما أكده العالم الفرنسي **أندري ماري أمبير (Ampere)** الذي أوضح أن لقضيب فولاذي ممغنط نفس خصائص الوشيعة المكهربة كما استطاع التمييز بين التوتر (العمل) والتيار؛

-**سنة 1826**: فسر العالم **أوم (Ohm)** ظاهرة إيصال أجسام صلبة للكهرباء ووضع تعرفا للجهد الكهربائي (قوة كهربائية) ومفعوله على الموصلات؛

-**سنة 1827**: اكتشف العالم **أوم (Ohm)** العلاقة الأساسية بين التوتر والتيار المعروفة **بقانون أوم** $U=R\times I$ حيث U تمثل التوتر وR تمثل المقاومة وI تمثل شدة التيار وتقاس بالأوم. كما بين أيضا **فاراداي (Faraday)** تأثير الحقل المغناطيسي؛

-**سنة 1864**: قدم العالم **ماكسويل** نظرية الكهرطيسية تركيبا لكل المعارف السابقة؛

-آخر هذه المراحل ما قدمه **ألبرت أنشتاين** في نظريته النسبية بتفسير كل الظواهر الكهرطيسية.

تجدر الإشارة إلى أنه تم تصنيف المواد من وجهة نظر كهربائية تبعا لتفاعلها مع التيار الكهربائي (مرور الشحنات الكهربائية) إلى ثلاثة أنواع كما يلي[1]:

- **نواقل (مواد ناقلة)**: وهي المواد التي تبدي مقاومة بسيطة (قليلة) لمرور التيار الكهربائي فيها مثل المعادن؛
- **عوازل (مواد عازلة)**: وهي المواد التي تبدي مقاومة عالة لمرور التيار الكهربائي فيها كالزجاج والمطاط وغيرها؛
- **أنصاف النواقل**: وهي المواد التي تبدي مقاومة عالية جدا لمرور التيار الكهربائي في اتجاه معين بينما تبدي مقاومة منخفضة في الاتجاه المعاكس، وهي تستخدم مثلا في صنع الترانزيستور وغيره من تجهيزات أنصاف النواقل.

[1] إبراهيم رحيم، **مرجع سابق**، ص 22.

المطلب الثالث: خصائص الطاقة الكهربائية

تعتبر الطاقة الكهربائية من أهم أشكال الطاقة التي أصبحت مقياسا ومؤشرا لتقدم المجتمعات في الدول، لهذا فهي تتميز بمجموعة من الخصائص التي نوجز أهمها فيما يلي[1]:

- **المرونة والتنوع في مصادر الإنتاج:** إذ يمكن الحصول على الطاقة الكهربائية من مصادر متعددة منها المصادر التقليدية مثل الفحم الحجري والنفط، والمصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية وطاقة الرياح؛

- **تعتبر طاقة نظيفة:** ذلك أن استهلاكها لا يسبب أي ملوثات في حين تتركز تلك الناتجة عن إنتاجها في مناطق توليدها ويمكن السيطرة عليها بسهولة؛

- **الطاقة الكهربائية هي خدمة عمومية** يفرض سعرها على جميع الأطراف بشكل موحد؛

- **سهولة الاستخدام والتحكم بالطاقة الكهربائية:** ذلك أن عملية تشغيل وإطفاء التيار الكهربائي يعتمد على المفتاح الكهربائي فقط، كما أن عملية التحكم بالطاقة الكهربائية من خلال استخدام المحولات ساعدت على إمكانية تجهيز الطاقة الكهربائية إلى المستهلكين بفولتية تتلاءم مع متطلبات الأجهزة الصناعية المعقدة؛

[1] تم الاعتماد على:

- بوفنش وسيلة، **نمذجة قياسية للعوامل المحددة لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1981-2011، مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1، الجزائر، العدد 15، 2015، ص 76.

-محمد حسن عوده، حسين علي أحمد، **واقع إنتاج الطاقة الكهربائية في مدينة البصرة (نشوء، التطور، المعوقات)، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة الكوفة، العراق، المجلد 13، العدد 39، 2016، ص (54-55).

- **سهولة نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية:** ذلك أن نقل الطاقة الكهربائية إلى مسافات بعيدة وبتكاليف اقتصادية منخفضة ونتيجة لذلك اتجهت المحطات الكهربائية الحرارية الكبيرة إلى التوطن بالقرب من مصادر الوقود بدلا من التوطن بالقرب من أماكن استهلاك الطاقة الكهربائية؛

- **إمكانية تحويل الطاقة الكهربائية من شكل إلى آخر:** مثل الطاقة الضوئية والحرارية والحركية بالإضافة إلى أنها تستخدم في تشغيل كافة أجهزة المواصلات السلكية واللاسلكية وغيرها من الاستخدامات؛

- **استقرار تكاليف إنتاجها** مقارنة بالأشكال الأخرى للطاقة وتوجهها نحو الانخفاض على المدى الطويل؛ لكن رغم هذا فإنه يعاب عليها كثافة رأس المال الذي تتطلبه صناعتها وطول مدة إنشاء محطات توليدها؛

- **صعوبة تخزين الطاقة الكهربائية بكميات كبيرة اقتصاديا وفنيا:** لذلك اتجهت معظم المشاريع الكهربائية إلى بناء محطات كهربائية بسعة إجمالية تفوق ذروة الحمولة للسوق التي تخدمها، وعليه فإن عدم إمكانية خزن الكهرباء بكميات كبيرة وبتكاليف مقبولة سوف يؤدي إلى ضرورة إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في آن واحد؛ وهذا ما يؤدي إلى ضرورة 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؛

- **صعوبة تحقيق التوازن** بين العرض والطلب على الطاقة الكهربائية المتميز بالتقلب الشديد؛

- **تحتوي الطاقة الكهربائية على العديد من المخاطر** المتمثلة في الحرق والوفيات وتزداد هذه المخاطر مع ازدياد ضغط التيار وتحدث أغلب الكوارث نتيجة عدم أخذ الحذر عند استعمال الطاقة الكهربائية؛

- **ضرورة إنشاء محطات تقوية ثانوية** تستخدم في رفع الفولتية الكهربائية نتيجة لنقل الطاقة الكهربائية إلى مسافات بعيدة تزيد عن ألف كيلومتر عبر شبكات الضغط الفائق.

المطلب الرابع: محطات توليد الطاقة الكهربائية

تقوم محطات التوليد الكهربائية بتحويل مختلف أشكال الطاقة إلى طاقة كهربائية ولذلك فإن طريقة تصنيف محطات التوليد تتحدد من نوع مصدر الطاقة الخام المستخدم فيها أو من نوع الطريقة التي يتم بها تحويل الطاقة الخام إلى طاقة حركية من خلال محرك ميكانيكي يدير المولدات الكهربائية[1]، ومن محطات توليد الطاقة الكهربائية المستعملة نذكر ما يلي[2]:

- **محطات التوليد المائية:** حيث كان أول توليد للطاقة الكهربائية من المصادر المائية ببناء أول محطة كهرومائية سنة 1890 في شلالات نياجارا بالقرب من مدينة بوفالو بولاية نيويورك ومن خلالها نقلت الطاقة إلى مدينة بوفالو على بعد 30 كيلومتر مربع ولتحقيق ذلك يتطلب وجود تدفقات مائية كافية؛

- **محطات التوليد البخارية:** تعتمد هذه المحطة في توليدها للطاقة الكهربائية على مختلف أنواع الوقود مثل الفحم الحجري، البترول السائل، الغاز الطبيعي والصناعي حيث يقوم مبدأ حرق نوع الوقود المتوفر في أفران خاصة بتحويل الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود إلى طاقة حرارية

[1] بوهنة كلثوم، بن عزة محمد، **مرجع سابق**، ص 128.
[2] دلهوم خليدة، **مرجع سابق**، ص (85-89).

تستخدم لتسخين المياه وتحويلها إلى بخار في درجة حرارة وضغط معين ثم تسليط هذا البخار على توربينات بخارية وبذلك تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى الطاقة الكهربائية.

❖ **محطات التوليد النووية:** نفذت أول محطة توليد حرارية نووية في العالم سنة 1954 بالاتحاد السوفياتي بطاقة 5 ميغاواط غير أن أول محطة تجارية كانت في المملكة المتحدة افتتحت سنة 1956 مكونة من أربعة مفاعلات، تتشابه محطات التوليد النووية نوعا ما مع محطات التوليد البخارية حيث تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار من الحرارة الناتجة من الانشطار النووي واستخدامه في تدوير التوربينات التي تقوم بتدوير الجزء الدوار من المولد لتوليد الكهرباء؛

❖ **محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي:** وهي عبارة عن آلات تستخدم الوقود السائل حيث يحترق داخل غرف احتراق وذلك بعد مزجها بالهواء بنسب معينة فتتولد غازات على ضغط مرتفع تعمل على تحريك المكبس، وبالتالي يكون التوليد بطريقتين هما:

1) *توليد الكهرباء بواسطة الديزل:* تمتاز هذه المولدات بالسرعة في عمليتي التشغيل والايقاف غير أنها تحتاج إلى كمية كبيرة نسبيا من الوقود وبالتالي فإن كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على أسعار الوقود كما تتميز بأنها لا توجد منها وحدات ذات قدرات كبيرة؛

2) *توليد الكهرباء بالتوربينات الغازية:* تعتبر هذه المحطات حديثة العهد نسبيا وهي تتميز ببساطتها وانخفاض سعرها نسبيا وبسرعة تركيبها وسهولة صيانتها والايقاف غير أنها ذات مردودية ضعيفة وعمرها الزمني قصير نسبيا وتستهلك كمية أكبر من الوقود مقارنة بمحطات التوليد البخارية الحرارية.

كما أنه حسب الوكالة الدولية للطاقة (EIA) فإنه يمكن تقسيم محطات توليد الكهرباء إلى ثلاث أنواع رئيسية هي: المحطات التي تعمل بالطاقات الأحفورية، المحطات التي تعمل بالطاقات المتجددة وأخيرا المحطات التي تعتمد على الطاقة النووية. لهذا سنحاول شرح كل واحدة فيما يلي[1]:

1) المحطات التي تعمل بالطاقات الأحفورية

يعتبر هذا النوع من المحطات الأقدم في إنتاج الطاقة الكهربائية فهي تستخدم الفحم، النفط (البترول)، والغاز الطبيعي لتقوم بحرق هذه المواد الطبيعية من خلال أفران كبيرة من أجل الحصول على طاقة حرارية حيث تستخدم هذا المحطات آلية الاحتراق الداخلي لإنتاج غازات ذات ضغط مرتفع تستطيع تحريك التوربينات حركة دورانية وهو ما ينتج طاقة كهربائية مستمرة تتحول إلى طاقة متناوبة من خلال Transesteur، ويرجع خبراء الوكالة الدولية للطاقة (EIA) أن الطاقة الكهربائية المنتجة باستعمال الفحم خلال 2040 سترتفع بـ 73% مقارنة بما كانت عليه في 2010، كما أن توقعات OECD تؤكد أن حجم الإنتاج للطاقة الكهربائية من خلال النفط ومشتقاته لن يرتفع إلا بـ 2% من إجمالي الإنتاج الذي يتوقع أن يصل إلى 39 ترليون كيلواط ساعي سنة 2040 مقارنة بما كان عليه في سنة 2010، كما يرجع خبراء الوكالة الدولية للطاقة (EIA) أن 24 % من الطاقة الكهربائية المنتجة سنة 2040 سيكون بواسطة الغاز وهذه التوقعات ترجع إلى الاكتشافات الهامة التي تم الوصول إليها مؤخرا لاستغلال الغاز الصخري خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية.

[1] عمر هارون، "**واقع وآفاق الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية بالجزائر**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى العلمي الدولي الخامس حول: استراتيجيات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة –دراسة تجارب بعض الدول–، جامعة البليدة 2، يومي 23–24 أفريل 2018، ص (3–9).

2) المحطات التي تعتمد على الطاقة النووية

يشهد سوق توليد الطاقة الكهربائية من خلال المفاعلات النووية تنامي مستمر وهذا نظرا لانخفاض تكاليف هذه الصناعة وقدرتها على إنتاج كميات معتبرة بتكلفة منخفضة مقارنة بباقي الآليات، حيث يتوقع أن يرتفع الإنتاج العالمي للكهرباء بهذه الطريقة من 2.620 ترليون كيلواط ساعي في 2010 إلى 5.492 ترليون كيلواط ساعي في 2040، إلا أن هذه التكنولوجيا تبقى حكرا على الدول المتقدمة ذلك أنه رغم قدرتها على حل مشاكل إنتاج الكهرباء في الدول الفقيرة إلا أن خطورة التكنولوجيا النووية وإمكانية استعمالها غير السليمة تبقيها محصورة في الدولة المتقدمة، كما أن هذه التكنولوجيا تشكل خطرا كبيرا في حالة الكوارث الطبيعية أو الأخطاء البشرية وهو ما حدث بعد تسونامي اليابان في 11 مارس 2011.

3) المحطات التي تعتمد على الطاقات المتجددة

الطاقة المتجددة هي تلك الطاقة المولدة من مصدر طبيعي غير تقليدي مستمر ولا ينضب ويحتاج فقط إلى تحويله من شكله الخام إلى طاقة على غرار قوة الرياح أو أشعة الشمس والمد والجزر التي تتحول إلى طاقة كهربائية وهذا ما يخول للإنسان استعمال كم هائل من الطاقة المحيطة به والتي تعتبر مهدورة، وتعتبر الطاقات المتجددة الأكثر نموا مقارنة بباقي آليات إنتاج الطاقة الكهربائية حيث يتوقع ارتفاع حصتها من الإنتاج العالمي للطاقة من 21% في سنة 2010 إلى 25% في 2040 وتبقى الطاقة الكهرومائية في الصدارة بـ 80% من إجمالي ما ينتج من الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة البديلة.

المطلب الخامس: مكونات قطاع الكهرباء وأهدافه

نهدف من خلال هذا المطلب إلى إبراز مكونات قطاع الكهرباء الذي يعتبر قطاع مهم وحساس في جميع الدول وهذا راجع للأهمية البالغة التي يكتسيها والتي نحاول إبراز أهمها في العناصر الموالية.

الفرع الأول: مكونات قطاع الكهرباء

يتكون قطاع الكهرباء من عدة أقسام مندمجة بشكل عمودي تحت مؤسسة واحدة، وتتمثل وظائف هذه الأقسام المختلفة فيما يلي[1]:

- **وظيفة الإنتاج:** وتتمثل في إنتاج الطاقة الكهربائية انطلاقا من طاقة أولية "فحمية، هوائية....." وتتم هذه العملية من طرف وحدات إنتاجية تختلف تكنولوجياتها باختلاف الطاقة الأولية المعتمدة؛
- **وظيفة النقل:** وتتمثل هذه الوظيفة في نقل الطاقة الكهربائية عبر شبكات النقل نحو وحدات التوزيع من خلال خطوط عالية التوتر؛
- **وظيفة التوزيع:** وتتمثل في عملية نقل الطاقة الكهربائية نحو المستهلك النهائي عبر خطوط متوسطة ومنخفضة التوتر؛
- **الخدمات التجارية:** وتتمثل في تقديم مختلف الخدمات المتعلقة بالإعلام، الفوترة والتحصيل وحتى إصلاح الأعطاب للمستهلك النهائي.

الفرع الثاني: أهداف قطاع الكهرباء

بما أن الطاقة الكهربائية من الدعامات الأساسية واللازمة لتوفير احتياجات الشعوب الأساسية فإن العمل في هذا المجال يكون على أساس برامج محددة تهدف في مجملها إلى[1]:

[1] شاكر محمد علي قاسمي، معطى الله خير الدين، **القطاعات الشبكية بين المنافسة والتعديل الاقتصادي -مقاربة نظرية حول قطاع الطاقة الكهربائية الجزائري، مجلة الدراسات الاجتماعية**، جامعة العلوم والتكنولوجيا، اليمن، المجلد 20، العدد 40، أفريل 2014، ص 45.

-الوصول بالإمداد الكهربائي إلى الريف والقرى الصغيرة وذلك بعد أن وصلت إلى جميع المدن والقرى الكبيرة؛

-زيادة الطاقة الكهربائية بالشبكة الموحدة وربط المناطق النائية واستكمال محطات التوليد والخطوط الهوائية ومحطات المحولات؛

-التوسع في كهرباء المشاريع الزراعية والصناعات البيئية والحرفية الصغيرة؛

-تعظيم طاقة الإنتاج في مجال التصنيع المحلي للمهمات الكهربائية بمختلف أنواعها؛

-تشجيع رؤوس الأموال المحلية والأجنبية على الاستثمار في مجال الكهرباء.

المطلب السادس: القطاعات المستخدمة للطاقة الكهربائية

يقوم إنشاء مرافق الكهرباء بمختلف فروعها على تلبية طلبات الفئات المستخدمة للكهرباء، وبالتالي فالطلب على الطاقة الكهربائية هو الدافع الأساسي لدى الدولة لعرض سلعة الكهرباء على الفئات التي تطلبها، وتتمثل القطاعات المستخدمة للكهرباء فيما يلي[2]:

❖ **القطاع العائلي:**

مستهلكو القطاع العائلي للطاقة الكهربائية هم مستهلكو المنازل على المستوى التجميعي للمستهلك الفرد للكهرباء فهو يشمل الشقق والمنازل ومباني الإسكان وما شابهها، وحجم الاستهلاك العائلي يتحدد

---

[1] محمد بخيت محمد على، **أنظمة التكاليف الحديثة ودورها في تحديد أساليب قياس تكلفة إنتاج الطاقة الكهرومائية بالسودان (دراسة ميدانية)**، أطروحة دكتوراه الفلسفة في التكاليف والمحاسبة الإدارية، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2017، ص (163-164).

[2] تم الاعتماد على:

-بوهنة كلثوم، محمد نور، **التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر، مجلة الحكمة للدراسات الاقتصادية**، مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع، الجزائر، المجلد 2، العدد 3، 2014، ص (232-233).

-محمد بخيت محمد على، **مرجع سابق**، ص 163.

بمستوى دخل الفرد وسعر الوحدة من الكهرباء، فكلما كان الدخل مرتفع وسعر الوحدة متدني كلما زاد الاستخدام الكهربائي في المنازل وينخفض الاستهلاك بارتفاع الأسعار وثبات الدخل عند الأفراد، كما يتأثر أيضا الاستهلاك بالمناخ الذي تقع فيه العائلة أكان حارا أو باردا، كما يتأثر أيضا بالموقع الجغرافي ومستوى استخدام الأجهزة في المنازل.

❖ **القطاع التجاري:**

يندرج ضمن مجموعة مستهلكو القطاع التجاري للطاقة الكهربائية: المحلات التجارية بمختلف أنواعها والمطاعم والفنادق والمكاتب الخاصة كمكاتب المحامين والاستشاريين والورش الصناعية والحرفية والمستشفيات والعيادات الخاصة ويكون استهلاك هذه الفئة بشكل متذبذب خلال اليوم جراء نشاط كل نوع من الأنواع التجارية، فمنها من يعمل خلال اليوم كالمستشفيات ومنها من يعمل لساعات محددة في اليوم كالمحامين والأطباء ومنهم من يعمل معظم ساعات اليوم كالمحلات التجارية وغيرهم.

❖ **القطاع الصناعي:**

يقسم مستهلكو القطاع الصناعي للطاقة الكهربائية إلى شرائح متفاوتة الاستهلاك، فهناك صناعات تستخدم الكهرباء في عملياتها الإنتاجية بشكل كثيف كصناعة الأسمدة والألمنيوم وتعرف هذه الصناعات باستقرارها النسبي وعدم التذبذب خلال اليوم، وهناك صناعات تقوم بالتشغيل خلال ساعات في اليوم أو حسب الواردات واستهلاكها للكهرباء يكون أقل استهلاكا من سابقتها، وهناك صناعات تقوم بالتشغيل بالاعتماد على مصادر وقود أخرى ولكن تعتمد على الكهرباء لاستخدامها الإداري والتنفيذي والإضاءة الداخلية مثل صناعة الحديد والصلب أو الصناعات الاستخراجية.

يعتبر القطاع الصناعي أكبر مستهلك للطاقة الكهربائية من بين القطاعات الأخرى وفقا للاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية، ولهذا يجب على مرافق الكهرباء مراعاة هذا القطاع في نشاطها اليومي ذلك أن الانقطاعات الكهربائية في القطاع الصناعي يؤدي إلى خسارة في العملية الإنتاجية وهذا ما ينعكس على الناتج المحلي الإجمالي من ناحية وعلى حجم الصادرات إذا كانت تلك الصناعات تقوم على التصدير.

❖ **مستهلكون آخرون:**

تضم هذه الفئة عددا كبيرا من القطاعات الإنتاجية والخدماتية مثل القطاع الزراعي وقطاع النقل والاتصالات والسياحة والمدارس والمستشفيات الحكومية وإنارة الشوارع وإشارات المرور وأجهزة الحكومة بمختلف أشكالها، وتعتبر هذه الفئات من أكثر الفئات التي من الممكن أن تعرف مرافق الكهرباء احتياجاتهم في اليوم أو الفصل أو السنة وذلك لثبات استخدامهم من الكهرباء.

من خلال كل ما تم التطرق إليه في هذا المبحث توصلنا إلى أن الطاقة الكهربائية تعد من الموارد الطاقوية الحيوية التي تساهم في مختلف القطاعات وهذا لما لها دور استراتيجي كبير لا يمكن الاستغناء عنه الأمر الذي أدى إلى زيادت استهلاك هذه الطاقة بصفة واسعة لهذا سنحاول من خلال المبحث الموالي تسليط الضوء على واقع استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.

المبحث الرابع: واقع استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

من خلال هذا المبحث سنتطرق إلى أهم العناصر الخاصة بالطاقة الكهربائية في الجزائر من تاريخ إنتاجها، التحديات التي تواجه القطاع، تطور قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر وكذا تطور استهلاكها.

المطلب الأول: تاريخ إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

مر إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر بمراحل ومحطات متعددة نوجزها فيما يلي[1]:

❖ **عام 1910:**

تم وضع في الخدمة أول محطة إنتاج كهرومائية بقوة ثابتة تقدر بـ 4.2 ميغاواط في مياه مضيق قرية رميلة ولاية قسنطينة.

❖ **عام 1913:**

تم إدماج فرع الطاقة الحرارية البخارية (ت ب) في حضيرة الإنتاج بوضع في الخدمة أول محطة الطاقة الحرارية البخارية تشتغل بالفحم بقوة ثابتة تقدر بـ 22 ميغاواط في المرسى الكبير ولاية وهران.

❖ **من عام 1914 إلى عام 1920:**

شهدت هذه الفترة تطورا كبيرا في فرع الطاقة الحرارية البخارية (ت ب)التي تشتغل بالفحم حيث وضعت في الخدمة لـ ثلاث (03) منشئات متمثلة في:

- محطة الحامة بقوة 64 ميغاواط؛

[1] معلومات مأخوذة من الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء: http://www.spe.dz/index.php/ar/historique-de-spe [consulter le 25/04/2018]

- محطة مناء الجزائر بقوة 34 ميغاواط؛
- محطة عنابة بقوة 64 ميغاواط.

❖ **من عام 1950 إلى عام 1963:**

عرفت هذه الفترة تطورا كبيرا في الفرع الكهرومائي (ت ه) وهذا بوضع في الخدمة لـ تسعة (09) منشئات بقوة إجمالية تقدر بـ 208 ميغاواط.

❖ **عام 1960:**

تم إدماج فرع توربين غاز حيث وضع في الخدمة أول توربين غازي في حوض الحمراء (حاسي مسعود) بقوة ثابتة تقدر بـ 22 ميغاواط.

❖ **عام 1962:**

خلال هذه الفترة خدمة إنتاج الكهرباء كانت تقدمها مؤسسة كهرباء وغاز الجزائر بقوة ثابتة مقدرة بـ 548 ميغاواط.

❖ **عام 1969:**

في هذه الفترة تم إنشاء الشركة الوطنية للكهرباء والغاز (سونلغاز) بالأمر رقم 6959 لـ 26 جويلية 1969 للجريدة الرسمية المؤرخة في 01 أوت 1969 بدمج نشاط إنتاج الكهرباء لها.

❖ **من عام 1970 إلى عام 1979:**

شهدت هذه الفترة تطورا كبيرا بقطاع إنتاج الكهرباء حيث كان أساس الإنتاج بالتوربينات البخارية.

❖ **من بين عام 1980 و عام 1995:**

تم إدماج مستويات 100 ميغاواط للتوربينات الغازية ومستويات ما بين 168 و196 ميغاواط للتوربينات البخارية.

❖ **عام 1995:**

إدماج مستويات قصوى قدرت بـ 100 ميغاواط للتوربينات الغازية إلى غاية 215 ميغاواط.

❖ **عام 2002:**

صدور قانون حول الكهرباء رقم 02-01 المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 الموافق لـ 05 فيفري 2002 متعلق بتوزيع الغاز بواسطة القنوات.

❖ **عام 2004:**

في 2004/01/01 أصبحت المديرية لإنتاج الكهرباء (م إ ك)، مديرية وفرع من فروع شركة سونلغاز، الشركة لإنتاج الكهرباء ذات رأسمال إجتماعي يقدر بـ 35 مليار دج، يقع مقرها الاجتماعي بـ الطريق الوطني رقم 38 عمارة 700 مكتب، جسر قسنطينة، الجزائر.

❖ **عام 2009:**

في هذا العام تغيرت تسمية "شركة لإنتاج الكهرباء" إلى "الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء" (ش إ ك. ش ذ أ).

❖ **من عام 2010 إلى عام 2013:**

شهدت هذه الفترة توسع حضيرة الإنتاج بوضع في الخدمة لـ 06 محطات توليد الكهرباء من نوع توربين غاز بقوة إجمالية تقدر بـ 2000 ميغاواط.

❖ **عام 2014 و آفاق عام 2021:**

إدماج الدورة المشتركة في حضيرة الإنتاج للشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء وتكنولوجية بمعايير ذات كفاءة طاقوية و احترام البيئة.

المطلب الثاني: التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر

تعرف **أنظمة الطاقة الكهربائية** على أنها عبارة عن مجموعة من العناصر والأجزاء المترابطة التي تقوم بمجموعة من العمليات بهدف تحويل مصادر الطاقة الأحفورية والمتجددة إلى طاقة كهربائية وما يرتبط بها من الوسائل التي تسمح بنقلها إلى أماكن استخدامها[1]. وتتأثر هذه الأخيرة بالعوامل التالية[2]:

-بنية الاقتصاد؛

-الاعتماد على مصادر جديدة للطاقة؛

-التغيرات السريعة في تكنولوجيا توليد الطاقة الكهربائية، نقلها واستخدامها؛

-حدوث أزمات بيئية.

[1] بوفنش وسيلة، **مرجع سابق**، 76.

[2] المرجع نفسه، ص 76.

بالنسبة لقطاع الكهرباء في الجزائر فإنه يواجه العديد من **التحديات** التي نوجزها فيما يلي[1]:

❖ **التحديات الفنية:** أهمها:

-التفاوت الكبير في الأحمال اليومية أثناء نفس اليوم؛

-التفاوت الكبير في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال السنة؛

-الاستثمارات المالية الكبيرة لمواجهة الطلب خاصة أحمال الذروة.

❖ **التحديات المالية:** ونذكر منها:

-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).

❖ **التحديات الاجتماعية:** وهي تنحصر في مجموعة من العوامل أهمها:

-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.

[1] بوهنة كلثوم، محمد نور، **مرجع سابق**، ص (12-13).

المطلب الثالث: تطور قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

تعتبر شركة سونلغاز المجمع المحتكر لقطاع الكهرباء في الجزائر، كما تعد أكبر مجمع كهربائي في المغرب العربي، ومن بين أكبر المرافق الكهربائية على صعيد العالم العربي، وبالتالي فلدراسة مؤشرات تطور قطاع الكهرباء في الجزائر أي دراسة تطور قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر سنعتمد على المعلومات المقدمة من قبل مؤسسات هذا المجمع، ونوضح هذه المؤشرات كما يلي[1]:

1) عدد الزبائن المستفيدين من الطاقة الكهربائية في الجزائر

يظهر الجدول الموالي تطور عدد زبائن مؤسسة سونلغاز أي تطور عدد المستهلكين للطاقة الكهربائية في الجزائر وهذا خلال الفترة من سنة 2012 إلى غاية 2017.

الجدول رقم (1-1): تطور عدد مستهلكي الطاقة الكهربائية في الجزائر

السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017
عدد الزبائن	7 428 843	7 699 835	8 092 341	8 452 653	8 810 312	9 148 962

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الموقع www.sonalgaz.dz*

من خلال نتائج الجدول أعلاه يتضح أن عدد زبائن مؤسسة سونلغاز (عدد المشتركين) والذين يمثلون عدد مستهلكي الطاقة الكهربائية في الجزائر في تزايد مستمر من سنة إلى أخرى حيث نجد أنه بلغ سنة 2017 م إلى 9.148.962 زبون، وهو ما يعكس التطور الكبير الحاصل في قطاع الطاقة الكهربائية والجهود المبذولة لتقديم خدمات تشبع حاجات ورغبات هؤلاء الزبائن.

[1] الموقع الرسمي لمؤسسة سونلغاز www.sonalgaz.dz

2) حجم إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

يظهر الجدول الموالي تطور حجم إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر وهذا خلال الفترة من سنة 2012 إلى غاية سنة 2017 وهي بيانات مقدمة من قبل سونلغاز ومبينة في الموقع الرسمي للمؤسسة.

الجدول رقم (1-2): تطور حجم إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الكمية(GWh)	54 086	56 163	60 579	64 700	66 263	69 792

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الموقع www.sonalgaz.dz*

وعليه تظهر نتائج الجدول أعلاه أن حجم إنتاج الطاقة الكهربائية في تزايد مستمر من سنة إلى أخرى مما يعكس اهتمام الجزائر بإنتاج الطاقة الكهربائية، ذلك أن هذه الزيادة في الإنتاج تتوافق مع الزيادة المستمرة في عدد مستهلكي الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال نفس الفترة والتي تعبر عن الزيادة في حاجات ورغبات المستهلكين التي يتطلب إشباعها، وعليه فإن زيادة الإنتاج دليل على الجهد المبذول لسد هذه الحاجات والرغبات لمختلف أنواع المستهلكين.

3) طول الشبكة الكهربائية في الجزائر

تزايد حجم إنتاج الكهرباء من سنة إلى أخرى يصاحبه بالضرورة تزايد في طول الشبكة الكهربائية في الجزائر أي تزايد في طول شبكة الامداد بالطاقة الكهربائية إلى المناطق البعيدة والنائية وهذا طبعا لمواجهة الطلب المتزايد على هذا المورد، والجدول الموالي يوضح هذا التطور من سنة 2012 إلى غاية 2017.

الجدول رقم (1-3): تطور طول الشبكة الكهربائية في الجزائر

السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الكمية(Kms)	293 473	305 051	317 097	330 462	344 168	358 250

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الموقع www.sonalgaz.dz*

وبالتالي فإن نتائج الجدول تبين أن التطور الحاصل في طول الشبكة الكهربائية في الجزائر من سنة 2012م إلى غاية 2017م يعكس التطور والتقدم المستمر في قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر وكذا السعي المستمر للرقي بهذا القطاع.

المطلب الرابع: تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

تطور قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر من سنة إلى أخرى يعبر بالضرورة على تطور استهلاكها، لهذا من خلال هذا المطلب سنقوم بالتطرق لأهم المؤشرات الخاصة بذلك.

الفرع الأول: التطور السنوي لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

عرف استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر تزايدا مستمرا والجدول الموالي يوضح ذلك.

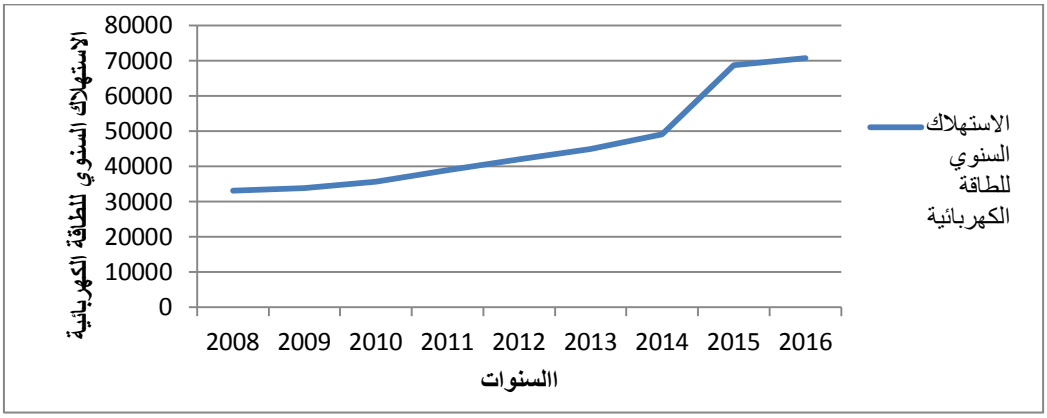
الجدول رقم (1-4): تطور الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في الجزائر (GWh)

السنوات	استهلاك الطاقة الكهربائية (GWh)	السنوات	استهلاك الطاقة الكهربائية (GWh)
2008	33128	**2013**	45050
2009	33817	**2014**	49192
2010	35677	**2015**	68767
2011	38901	**2016**	70747
2012	41980		

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على التقارير المأخوذة من الموقع الرسمي لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول* www.oapecorg.org [consulter le 05/25/2018]

وبتمثيل بيانات الجدول السابق نحصل على المنحنى البياني التالي:

الشكل رقم (1-1): التمثيل البياني لتطور الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في الجزائر (GWh)



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (1-4)*

ومنه فمن خلال معطيات الجدول السابقة والمنحنى الممثل لها يتضح أن الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية عرف تطور ملحوظا ويرجع ذلك لعدة أسباب أهمها تحسن المستوى المعيشي للأفراد وزيادة الطلب على الطاقة الكهربائية من قبل مختلف القطاعات.

الفرع الثاني: تطور الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية حسب القطاعات (GWh)

من خلال الجدول الموالي نلاحظ تطور الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر حسب القطاعات المستهلكة لهذه الطاقة.

الجدول رقم (1-5): تطور الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر

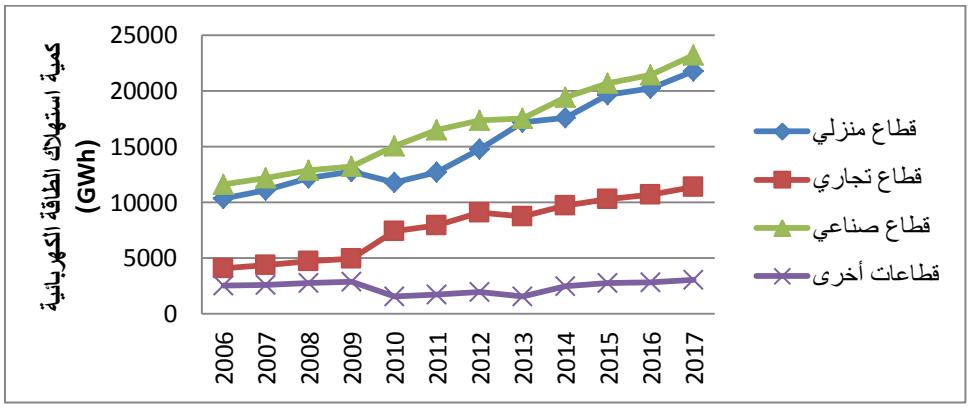
حسب القطاعات (GWh)

السنوات	قطاع منزلي	قطاع تجاري	قطاع صناعي	قطاعات أخرى
2006	10363	4093	11627	2530
2007	11118	4371	12205	2626
2008	12212	4726	12871	2775
2009	12755	4975	13192	2895
2010	11758	7432	15032	1581
2011	12722	7954	16482	1743
2012	14764	9077	17331	1978
2013	17181	8765	17552	1552
2014	17579	9689	19440	2484
2015	19672	10306	20679	2756
2016	20211	10689	21411	2838
2017	21776	11390	23207	3050

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الاحصائية الموجودة في النشرات الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء*

وعند تمثيل المعطيات المدونة في الجدول أعلاه نحصل على الشكل الموالي:

الشكل رقم(1-2): الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية حسب القطاعات في الجزائر (GWh)



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (1-7)*

من خلال البيانات المدونة في الجدول (1-5) وتمثيلها بيانيا في الشكل أعلاه يتضح أن الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في تزايد مستمر وهذا في جميع القطاعات ولكن الاستهلاك الأكبر كان في القطاع الصناعي وقد يرجع ذلك إلى تزايد الاستثمارات وكذا التطور الذي يعرفه القطاع والحاجة الملحة لهذه الطاقة التي أصبحت مصدر أكثر من ضروري. كما نلاحظ أيضا أن استهلاك القطاع المنزلي يعرف نمو كبير جدا يعادل تقريبا القطاع الصناعي ويرجع ذلك إلى التزايد في عدد السكان وما ينجر عنه من تزايد في حاجة الأفراد للطاقة الكهربائية وهذا لعدة أغراض منها استخدام الأدوات الكهرومنزلية.

الفرع الثالث: التطور السنوي لحصة الفرد من الطاقة الكهربائية في الجزائر

نظرا لتطور الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية في قطاع العائلات فإننا من خلال هذا الفرع سنوضح تطور النصيب السنوي للفرد من الطاقة الكهربائية في الجزائر والجدول الموالي يوضح ذلك.

الجدول رقم (1-6): تطور الحصة السنوية للفرد من الطاقة الكهربائية (Kwh)

السنوات	الحصة السنوية للفرد (Kwh)	السنوات	الحصة السنوية للفرد (Kwh)
2006	872.7	**2012**	1430
2007	1104	**2013**	1443
2008	1162	**2014**	1527
2009	975	**2015**	1601
2010	986	**2016**	1605
2011	1320	**2017**	1684

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الاحصائية الموجودة في النشرات الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء*

وعليه فمن خلال الجدول أعلاه يتبين أن النصيب السنوي للفرد من الطاقة الكهربائية في تزايد مستمر حيث بلغ سنة 2017 م 1684 **(Kwh)** وهذا ما يؤكد زيادة اعتماد الفرد على الطاقة الكهربائية لسد حاجاته المتزايدة بسبب التطورات التكنولوجية الحاصلة.

وعليه فمن خلال كل ما تم عرضه في هذا المبحث يتضح أن الطاقة الكهربائية تعتبر من أهم وأبرز الطاقات التي لا يمكن الاستغناء عنها في عصرنا الحالي مما أدى إلى تزايد الطلب عليها وبالتالي تزايد استهلاكها، الأمر الذي يتطلب السعي نحو ترشيدها والبحث عن أفضل الحلول التي تؤدي إلى حسن استغلالها وهو ما سنتطرق إليه في المبحث الموالي.

المبحث الخامس: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وجهود الجزائر في ذلك

يكتسي ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية أهمية كبيرة وهذا باعتباره من مستلزمات التطور في جميع القطاعات، لهذا سنقوم من خلال هذا المبحث بإبراز أهم العناصر المحيطة بترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية من مفهوم واستراتيجيات وجهات مسؤولة وغيرها من العناصر في النقاط التالية.

المطلب الأول: مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة والسياسات اللازمة لذلك

نهدف من خلال الفرعين المواليين إلى تقديم مفهوم لترشيد استهلاك الطاقة وكذا ابراز السياسات الواجب اتباعها لهذا الغرض.

الفرع الأول: مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة

يعرف ترشيد الاستهلاك بمفهومه البسيط أو ذلك المتعلق بالسلوك الفردي بأنه سلوك تربوي في حد ذاته، يقوم بتربية النشأ وتدريبه على التعود على عدم الإسراف في كل مصاريفه وما يقوم به من أعمال وذلك عن طريق عدم استخدام الشيء الذي لا حاجة فعلية له فالترشيد هو سلوك يساعد منفذه على التدبير في كل ما يملكه من إمكانيات ومقومات وأدوات وماديات متاحة[1].

ومنه فالترشيد في استهلاك الطاقة بصفة عامة يجب أن يكون بالاستغلال الأمثل والحد من سوء الاستعمال والتبذير، كما يجب أن يكون بإيجاد بدائل أخرى أهمها الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وغيرها من البدائل التي من شأنها التقليل من الاستهلاك في المصادر الأحفورية[2].

[1] عماد معوشي، **مرجع سابق**، ص 110.

[2] نوري عياد زربية، سعد فتحي الصلابي، "**فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية**"، ورقة مقدمة إلى مؤتمر الطاقة العربي العاشر حول: الطاقة والتعاون العربي، أبو ظبي–دولة الإمارات العربية المتحدة، يومي 21–23 ديسمبر 2014، ص 1.

الفرع الثاني: السياسات اللازمة لتنفيذ برنامج ترشيد الطاقة

إن تنفيذ أي برنامج لترشيد الطاقة يلزمه تكاتف للجهود سواء على مستوى الدولة أو الفرد، وبالتالي يمكن إيجاز بعض السياسات التي تؤدي إلى تسهيل تطبيق برنامج الترشيد فيما يلي[1]:

– تفعيل دور البحث العلمي في مجالات تكنولوجيات كفاءة استخدام الطاقة وتطبيقاتها؛

– اتخاذ الإجراءات اللازمة لاستكمال إصدار المواصفات القياسية في مجال كفاءة استخدام الطاقة؛

– تطبيق نظام البطاقات للأجهزة المنزلية لبيان استهلاكها من الطاقة؛

– تطوير السوق –تنمية المنافسة– حتى يقتصر العرض على المهمات الموفرة للطاقة من أجهزة منزلية وأجهزة إضاءة وغيرها خلال فترة زمنية مناسبة؛

– تشجيع التوسع في استخدام تكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة في كافة الأنشطة المستهلكة للطاقة وعدم الاقتصار على مجالات إنتاج الطاقة ومثال ذلك التسخين الشمسي في الصناعة والمنازل وطاقة الرياح لتشغيل مضخات الري وتطبيق الوسائل المساعدة لمواجهة ارتفاع أسعارها مع منح الحوافز المجزية نظير استخدامها أي ما يعرف بالطاقات النظيفة؛

– تحفيز الجهات المستهلكة للطاقة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالوسائل المالية والضريبية والجمركية الملائمة؛

– إعداد قاعدة بيانات شاملة عن كفاءة استخدام الطاقة تتضمن أساليب إدارة نظم الطاقة ووسائل رفع كفاءتها والتكنولوجيا والمعدات التي تحقق ذلك؛

[1] عماد معوشي، **مرجع سابق**، ص (110-111).

– وضع الخطط اللازمة لتدريب الإطارات العاملة في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة بمعنى تنمية المورد البشري في ترشيد استهلاك الطاقة؛

–القيام بحملة إعلامية دائمة في وسائل الإعلام لتوعية المواطنين بقضية الطاقة وتثقيفهم في مجال المحافظة عليها وأهمية ترشيد استهلاكها وتنظيم المعارض التي تعزز ذلك؛

–الاتفاق مع الوزارة المكلفة بالتربية والتعليم –في الجزائر وزارة التربية الوطنية– على تدريس برامج الطاقة وأهمية ترشيدها للحفاظ على الموارد الطبيعية وعدم تلوث البيئة في جميع مراحل التعليم الابتدائي حتى الثانوي.

المطلب الثاني: جهود الجزائر في ترشيد استهلاك الطاقة

يمكن تقسيم السياسات الوطنية لترشيد استهلاك الطاقة إلى إطارين: إطار قانوني وإطار مؤسساتي نوجزهما في النقاط الموالية.

الفرع الأول: الإطار القانوني والتشريعي

قامت وزارة الطاقة والمناجم في السنوات الأخيرة باستحداث العديد من القوانين وتعديل بعضها وهذا سعيا منها إلى تطوير وترقية القطاع، وبالتالي صادقت على عدة قوانين منها[1]:

- **إصدار قانون للطاقة رقم 99-09 بتاريخ 28 جويلية سنة 1999م:** والذي يهدف إلى تحديد شروط السياسة الوطنية للتحكم في الطاقة، كما يتضمن ما يلي:

[1] مشروع تحسين كفاءة الطاقة للإضاءة والأجهزة المنزلية، **البرامج الوطنية لكفاءة الطاقة للأجهزة الكهربائية المنزلية في الدول الأعضاء بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة**، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، القاهرة، سبتمبر 2012، ص (20-22).

- ✓ مجمل الإجراءات والنشاطات التطبيقية بغية ترشيد استخدام الطاقة وتطوير الطاقات المتجددة والحد من تأثير النظام الطاقوي على البيئة؛
- ✓ تحديد معايير الفعالية الطاقوية واقتصاديات الطاقة التي تنطبق على الأجهزة المستعملة للكهرباء والغاز والمواد البترولية تخص كل جهاز جديد مباع أو مستعمل على مستوى التراب الوطني، وإشهار المواصفات على بطاقات المردودية الطاقوية للأجهزة وكذا على غلاف تعبئتها؛
- ✓ وضع نظام مراقبة الفعالية الطاقوية يسمح بملاحظة وإثبات المطابقة مع المعايير الخاصة بالمردودية الطاقوية للتجهيزات والمعدات والأجهزة؛
- ✓ آليات تمويل التحكم في الطاقة من خلال تأسيس صندوق وطني للتحكم في الطاقة الذي يمول عن طريق رسوم تتناسب مع مستويات الاستهلاك الطاقوي الوطني (والتي تحدد مستويات الرسوم على الاستهلاك الطاقوي والخاصة بتزويد هذا الصندوق عن طريق قانون المالية وعلى أساس احتياجات التمويل للبرنامج السنوي للتحكم بالطاقة)، إعانات الدولة، ناتج الغرامات المقررة في إطار هذا القانون، رسوم على الأجهزة المفرطة في استهلاك الطاقة؛
- ✓ إجراءات تحفيزية وتشجيعية لمنح امتيازات مالية وجبائية وجمركية للأنشطة والمشاريع التي تساهم في تحسين الفعالية الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة بالإضافة إلى وضع إجراءات للمراقبة والعقوبات؛

- ✓ تحسين معرفة النظام الطاقوي الوطني لضمان تنظيم المعطيات الإحصائية الخاصة بالطاقة وتطويرها وتسييرها والمحافظة عليها من طرف هيئة وطنية مختصة؛
- ✓ تحديد هيئة وطنية لتنسيق وتنشيط تطبيق الإجراءات والأنشطة المتعلقة بالتحكم في الطاقة.

- **مرسوم تنفيذي رقم 04-149 مؤرخ في 19 ماي سنة 2004:** يحدد الإطار المؤسساتي للتشاور وكيفية إعداد البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة وتنفيذه، ويعد البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة إطارا لتنفيذ التحكم في الطاقة على المستوى الوطني وتحت مسؤولية الوزير المكلف بالطاقة وتوافق عليه الحكومة، وبهذه الصفة يشتمل على إطار التحكم في الطاقة وآفاقه، تقييم القدرات وتحديد أهداف التحكم في الطاقة، وسائل العمل الموجودة والواجب تنفيذها لبلوغ الأهداف على المدى البعيد بالإضافة إلى برنامج العمل الخماسي.

- **مرسوم تنفيذي رقم 05-395 مؤرخ في 26 ديسمبر سنة 2005:** يتعلق بالتدقيق الطاقوي للمنشآت الأكثر استهلاكا للطاقة، حيث يحدد هذا المرسوم مستويات استهلاك الطاقة التي تحدد مقاييس إخضاع المنشآت للتدقيق ودورية التدقيق وشروط وكيفية تنفيذ التدقيق الطاقوي واعتماد المكلفين بالتدقيق بالإضافة إلى تحديد واجبات التدقيق الطاقوي للمنشآت الأكثر استهلاكا والتي تشمل:

- ✓ تخضع لإلزامية التدقيق الطاقوي جميع المنشآت الصناعية ومنشآت النقل والخدمات مهما تكن طبيعتها القانونية أو نشاطها طالما بلغ استهلاكها السنوي من الطاقة المستويات المحددة في المرسوم؛

- ✓ تخضع لإلزامية التدقيق الطاقوي المنشآت الصناعية التي يساوي مجموع استهلاكها السنوي من الطاقة أو يفوق 2000 طن من معادل البترول؛
- ✓ تخضع لإلزامية التدقيق الطاقوي منشآت النقل التي يساوي مجموع استهلاكها السنوي أو يفوق 1000 طن من معادل البترول؛
- ✓ تخضع لإلزامية التدقيق الطاقوي منشآت الخدمات التي يساوي أو يفوق مجموع استهلاكها السنوي من الطاقة أو يفوق 500 طن من معادل البترول؛
- ✓ تستثنى الكهرباء المنتجة بواسطة الطاقات المتجددة من حساب الاستهلاك الإجمالي للطاقة؛
- ✓ يتعين على كل منشأة خاضعة للتدقيق تكليف مكتب للرقابة الطاقوية معتمد للقيام دوريا بتدقيق طاقوي على نفقتها كما هو محدد في المرسوم؛
- ✓ تحديد دورية التدقيق الطاقوي بثلاث سنوات بالنسبة للمنشآت الصناعية ومنشآت النقل وخمس سنوات بالنسبة لمنشآت الخدمات.

الفرع الثاني: الإطار المؤسساتي

لتحقيق السياسة الوطنية لترشيد استهلاك الطاقة تم الاعتماد على جهاز تنفيذ شامل وعقلاني مكون من العناصر الرئيسية التالية[1]:

[1] جبار سعاد، ماحي سعاد، **مرجع سابق**، ص 6.

- **وكالة ترقية وعقلنة استعمال الطاقة* (APRUE)**: تم إنشاؤها من طرف الحكومة من أجل تنشيط تنفيذ سياسة التحكم في الطاقة، حيث يتمثل دورها الرئيسي في التنسيق ومتابعة إجراءات التحكم في الطاقة وفي ترقية الطاقات المتجددة، وتنفيذ مختلف البرامج التي تمت المصادقة عليها في هذا الإطار مع مختلف القطاعات (الصناعة، النقل، الزراعة....)؛

- **الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة***: الهدف من الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة هو الإسهام في تشجيع وتطوير سوق للتحكم في الطاقة بمرور الوقت عن طريق عدة وسائل منها منح قروض بأسعار فائدة تنافسية، منح قروض حسنة لا تستهدف الربح بأسعار منخفضة وكذا تقديم ضمانات قروض من أجل تسهيل الحصول على قروض كما يستخدم الصندوق لغرضين هما: جزء من موارده مخصص لموازنة الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة في إطار مهام التحكم في الطاقة الموكولة إليها بحكم القانون، وكذا تستخدم معظم موارده لمساندة الإجراءات والمشروعات التي يشترك فيها البرنامج الوطني للتحكم في الطاقة؛

- **البرنامج الوطني لترشيد الطاقة* (PNME)**: بموجب المرسوم التنفيذي PNME تم تحديد البرنامج الوطني لترشيد استهلاك الطاقة على APRUE المؤرخ في 2004، والمصادق عليه من قبل الحكومة، حيث تسهر وكالة تنفيذ هذا البرنامج تحت رعاية وزارة الطاقة والمناجم، والذي تم من خلاله: تحديد إطار وآفاق ترشيد الطاقة، تقييم إمكانيات

* Agence chargée de la maitrise de l'énergie.
* Le fonds national de la maitrise de l'énergie.
* Programme national de maitrise de l'énergie.

التحكم في الطاقة وكذا الانجازات المحتمل تحقيقها على المدى القصير والمتوسط وكذا الطويل؛

- **اللجنة الوطنية المشتركة بين القطاعات لترشيد استهلاك الطاقة* (CIME)**

المطلب الثالث: مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وفوائدها

نظار للأهمية البالغة التي تحضا بها الطاقة الكهربائية اليوم أصبح من الضروري البحث والسعي نحو سبل ترشيدها، لهذا سنحاول التعريف بترشيد استهلاك الكهرباء والفوائد التي يحققها.

الفرع الأول: مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

الترشيد في استخدام الكهرباء يقصد به استغلال أقل ما يمكن منه، ويعني أيضا الاستخدام العقلاني للكهرباء وعدم الإسراف أو التبذير فيه وصولا إلى الاستخدام الأمثل للطاقة الكهربائية[1].

كما يعرف ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية بأنه: "الاستهلاك الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية بما يحد من إهدارها دون المساس براحة مستخدميها أو إنتاجيتهم أو المساس بكفاءة الأجهزة والمعدات المستخدمة"، ويتم تحقيق هذا الهدف من خلال اعتماد أساليب وتدابير حكيمة ورشيدة في مختلف قطاعات الاستهلاك[2].

* Comité intersectoriel de maitrise de l'énergie.

[1] ميسر أحمد حسن، مصدق نجيب صالح، **إمكانية تطبيق استراتيجيات التسويق العكسي في ترشيد استهلاك الكهرباء بحث في إقليم كردستان العراق –حالة محافظة دهوك، مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة تكريت، المجلد 8، العدد 24، 2012، ص 131.

[2] مشروع تحسين كفاءة الطاقة الإضاءة والأجهزة المنزلية، **البرامج الوطنية لكفاءة الطاقة للأجهزة الكهربائية المنزلية في الدول الأعضاء بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة**، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، القاهرة، سبتمبر 2012، ص 3.

الفرع الثاني: أهمية وفوائد ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

يحقق ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية عددا من الفوائد يمكن إيجازها فيما يلي[1]:

– الاستغلال الأمثل لمصادر الطاقة الأحفورية المستخدمة في محطات توليد الطاقة الكهربائية للحفاظ على هذه المصادر للأجيال القادمة؛

– انخفاض تكاليف الصيانة اللازمة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية، وتقليل الضياع من التيار الكهربائي في الشبكات الخاصة في عملية التوزيع؛

– تخفيض قيمة فاتورة استهلاك الكهرباء على المستهلكين؛

– تشجيع المنظمات المحلية ودعمها في التوجه إلى استخدام وسائل ترشيد الطاقة؛

– فتح المجال أمام المنظمات المحلية للاستثمار في مجال الطاقة البديلة؛

– تنمية الاقتصاد الوطني ودعمه.

المطلب الرابع: استراتيجيات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

سنقوم من خلال هذا المطلب بإيجاز أهم الاستراتيجيات المستخدمة في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية.

[1] فارس محمد شحاده سلمان، **أثر التسويق العكسي في التأثير على ترشيد استهلاك الكهرباء –دراسة تطبيقية على المستهلك الأردني في محافظة عمان/الأردن–**، مذكرة ماجستير تخصص تسويق، كلية الدراسات العليا، جامعة الزرقاء، الأردن، 2015، ص 31.

❖ **استراتيجية زيادة الأسعار**

تؤكد نتائج إحدى الدراسات أن الأسر ذات الدخل المرتفع لا تستجيب لسياسة رفع الأسعار أي أن نمط استهلاكها لا يتغير، بينما الأسر ذات الدخل المتوسط ستحافظ على أنماط استهلاكها لكنها تعمل على اقتناء المعدات والتجهيزات الكهربائية الاقتصادية الكفؤة لترشيد استهلاك الكهرباء، وفي هذه الحالة يمكن أن يؤدي إلى زيادة استهلاك الكهرباء تدريجيا أي زيادة الطلب، أما الأسر ذات الدخل المنخفض فإنها تتأثر بهذه السياسة لكن على حساب تغيير نمط المعيشة، مما يستدعي تدخل السلطات الحكومية لتقديم الدعم لهذه الشريحة وليس للسلعة لضمان توصيل الدعم لمن يستحقها ومن هنا جاءت المناداة إلى إدارة الكهرباء بمراعاة البعد الاجتماعي في تحديد الأسعار. وباعتبار أن السعر يعد عاملا مهما في إحداث التوازن بين العرض والطلب، إلا أن استخدام سياسة الأسعار تختلف في المنظمات الخدمية بين تلك الخاضعة للتشريعات الحكومية غير الهادفة للربح والخدمات التي تخضع لقوى السوق. وبما أن الكهرباء من الخدمات الخاضعة للتشريعات الحكومية فإن اعتماد الأسعار لا يتمتع بنفس الأهمية كما في الخدمات الخاضعة لقوى السوق، وأكثر الأساليب المستخدمة هو تطبيق نظام الشرائح في استهلاك الكهرباء بالنسبة للاستخدامات المنزلية، وبالتالي يقل الدعم كلما زادت قيمة الشريحة مما يساهم في تحجيم الطلب على الكهرباء[1].

❖ **استراتيجية نشر الوعي وزيادة الثقافة الاستهلاكية عن الكهرباء**

تعتبر استراتيجية نشر وزيادة ثقافة ترشيد استهلاك الكهرباء أحد الحلول لمعالجة الاستهلاك المتزايد للكهرباء، ولتنفيذ ذلك يتطلب القيام بدعايات وإعلانات مكثفة مستخدمين جميع الوسائل الإعلانية المتاحة وتحت إشراف المعنيين في وزارة الكهرباء، ولا بد من دعم هذه الوسائل بمجموعة من التشريعات المحفزة

[1] زكية مقري، آسية شنه، **التسويق العكسي كآلية لترشيد الاستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية: دراسة استطلاعية لآراء عينة من المستهلكين في مدينة باتنة، مجلة العلوم الاجتماعية والإنسانية**، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر، العدد 31، ديسمبر 2014، ص 66.

والتي تساهم في نشر الوعي الاستهلاكي الرشيد للكهرباء ونوجز فيما يلي أهم الوسائل والطرق المستخدمة في المجال كما يلي[1]:

- القيام بحملات توعوية مكثفة مع توضيح كيفية الاستخدام الأمثل للكهرباء مستعينين بوسائل الإعلان بمختلف أنواعها، المنظمات المدنية والكتيبات التوجيهية التي توضح مزايا الاستخدام الأمثل للأجهزة الكهربائية؛
- التشجيع على استخدام نظام العزل في المنازل والمكاتب التجارية لما له من مزايا في ترشيد استهلاك الكهرباء حيث أن نسبة كبيرة من الكهرباء تذهب للتكييف؛
- تعريف المستهلك بالتقنيات المرشدة من أجهزة ومعدات ذات كفاءة في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، مع دعم هذه الأجهزة حتى يقبل المستهلك على اقتنائها ويغير أدواته الحالية بحيث تكون أسعارها منافسة للأدوات الأقل كفاءة؛
- وضع الخطط والسياسات والبرامج الهادفة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية للمساهمة في تقليل الهدر.

❖ **استراتيجية القطع المبرمج للتيار الكهربائي**

نظام القطع المبرمج للكهرباء يقوم على قطع التيار الكهربائي لفترات زمنية محددة مسبقا وفي مناطق محددة ويعطى بذلك التيار إلى مناطق أخرى، ويشترط أن يحقق هذا النظام عدالة في عملية التوزيع وشموليته، ويجب الإشارة إلى أن القطع المبرمج ليس حلا جذريا للمشكلة بل هو حل مؤقت وجزئي فلا

[1] ميسر أحمد حسن، مصدق نجيب صالح، **مرجع سابق**، ص 133.

يتقبل المواطنون هذه الاستراتيجية بشكل دائم ما لم تكن الظروف قاهرة، كما أن الانقطاعات تكون بسبب الحمل الذروي الذي يحدث عندما يكون هناك نقص في الوحدات المجهزة[1].

❖ **استراتيجية ولاء الزبون وتقبله لإجراءات ترشيد استهلاك الكهرباء**

يعتبر تسويق الولاء فلسفة عامة للمنظمة ومنتسبيها حيث تقوم على احترام الزبون والسعي الصادق لإرضائه والأمانة والمصداقية في التعامل معه فالمؤسسة التي تعتمد هذه الاستراتيجية لا بد من أن تجيب على الأسئلة التالية: ما الذي يفضله الزبون ؟ ماذا أقدم للزبون ؟ كيف أقدم ما يطلبه الزبون ؟ وما هي درجة رضا الزبون؟ هل جميع العاملين في المنظمة يؤمنون بفلسفة تسويق الولاء ؟

وفي إطار إرضاء الزبائن وتحسين مستوى ولائهم للشركة، اعتمدت مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز (الجزائر) برامج متنوعة مثل: ترقية الخدمات وتقريب المديرية من زبائنها وذلك بإعادة تهيئة وكالاتها التجارية وتوفير خدمة مميزة للزبون على مستوى هذه الوكالات والتكفل الأمثل بانشغالات الزبائن. ولتسهيل تسديد مستحقات الزبائن تعاقدت الشركة مع مصالح بريد الجزائر حيث أصبح من الممكن تسديد فاتورة الاستهلاك أمام وكالات البريد وذلك مما يخفف الضغط على الوكالات التجارية للمديرية بالقضاء على الطوابير الطويلة وغيرها من الخدمات التي تعمل على تقوية ولاء الزبائن من أجل قبول التغيرات التي تحدث ومختلف الاستراتيجيات[2].

[1] تم الاعتماد على:

-زكية مقري، آسية شنه، **مرجع سابق**، ص 68.

- ميسر أحمد حسن، مصدق نجيب صالح، **مرجع سابق**، ص 134.

[2] زكية مقري، آسية شنه، **مرجع سابق**، ص (69-70).

المطلب الخامس: الجهات المسؤولة عن تحقيق ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

يعتبر تغيير سلوك المستهلك وتوليد قناعة لديه بضرورة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية عملية تتطلب تضافر جهود أطراف عديدة نذكر منها ما يلي[1]:

- **الأجهزة الحكومية أو مؤسسات الدولة:** للأجهزة الحكومية دور كبير في بناء المجتمع ونشر ثقافة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، فهناك المؤسسات التشريعية التي تعمل على سن القوانين والأنظمة التي تتعلق بترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية والتي تكون بشكل ملزم وإجباري وكذا المؤسسات التنفيذية للدولة التي يكون لها دور في تسهيل عملية الترشيد والالتزام بها؛

- **وزارة الإعلام:** تلعب وزارة الإعلام دورا جوهريا في نشر ثقافة ترشيد الاستهلاك، وذلك لأنها تمتلك الإمكانيات، والقدرات اللازمة لذلك وهذا راجع لسيطرتها على وسائل الإعلام سواء الإعلام الحكومي أو الخاص من محطات التلفزيون إلى المحطات الإذاعية، وحتى المجلات، والجرائد اليومية والأسبوعية مع قدرتها على استخدام وسائل التواصل الاجتماعي لتحقيق التواصل المباشر مع المستهلك للتأثير على سلوك المستهلكين ونشر حملات التوعية التي تقوم بها أجهزة الدولة ومنظمات المجتمع المدني؛

- **منظمات المجتمع المدني:** هناك دور مهم لمنظمات المجتمع المدني في توجيه سلوك المستهلك نحو ترشيد الاستهلاك وخاصة في الطاقة الكهربائية، وذلك لقدرتها على امتلاك الوسائل اللازمة لذلك، و ثقة المستهلك فيها لأنها منظمات غير حكومية ولأنها الهيئة الأقرب إليه، وهي غير ربحية وتهدف لتحقيق مصلحة المستهلك، وتأمين حياة صحية وكريمة وبيئة

[1] فارس محمد شحاده سلمان، **مرجع سابق**، ص (31-32).

صالحة للحياة مع الأخذ بعين الاعتبار جميع فئات المستهلكين، وأن لهذه المنظمات القدرة على التواصل والتنسيق مع الجهات الحكومية المختلفة وهذا على الرغم من محدودية اعدادها وأنشطتها ومحدودية الميزانيات التي تمتلكها ولكن في المستقبل سوف يكون لها دور أكثر فاعلية وأكثر تأثيرا على المستهلك وأجهزة الدولة ومؤسساتها المختلفة للوصول إلى الهدف المنشود؛

من خلال كل ما تقدم ذكره في هذا المبحث يتضح أن ترشيد استهلاك الطاقة بصفة عامة أصبح أكثر من ضرورة مما يستوجب سن القوانين ووضع الأطر المؤسسية للحد من تبذير الموارد خاصة النادرة منها والاستغلال الأمثل لها، ومن بين الموارد الطاقوية التي تلقى استهلاك كبير ومتزايد نجد الطاقة الكهربائية التي أصبحت من ضروريات الحياة اليومية ومصدر مهم لا يمكن الاستغناء عنه لهذا فالجزائر في سعي مستمر لترشيد استهلاك هذا المورد باستراتيجيات مختلفة تهدف في مجملها إلى الحد من تبذير هذه الطاقة والاستغلال الأمثل لها وهذا طبعا بتظافر جهود مختلف الجهات المسؤولة عن ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية.

خلاصة الفصل

من خلال كل ما سبق ذكره في هذا الفصل يتضح أن الطاقة تعتبر من أهم العناصر المحركة للاقتصاد والتي تكتسي أهمية كبيرة لدى جميع الدول، فاستعمالاتها تتعدد وتختلف باختلاف حاجيات ورغبات مستعمليها، ومن بين أشكال الطاقة نجد الطاقة الكهربائية التي تعتبر سلعة حيوية لا غنى عنها كما تعتبر من متطلبات تحسين المستوى المعيشي للأفراد وكذا التطور الاقتصادي والصناعي، لهذا نجد أن استهلاك الطاقة الكهربائية اليوم أصبح في تزايد مستمر من قبل جميع مستخدميها الأمر الذي جعل الدول ومن بينها الجزائر تفكر في ترشيد استهلاك هذا المورد الهام والسعي نحو عقلنة استخدامه من قبل جميع القطاعات وعلى رأسها القطاع الصناعي والقطاع العائلي اللذان شهدا استهلاكا واسعا للطاقة الكهربائية في الجزائر خصوصا في السنوات الأخيرة، لهذا كان من الضروري وضع سياسات وطنية لترشيد استهلاك هذه الطاقة وكذا تبني استراتيجيات تساعد على ذلك منها استراتيجية رفع الأسعار واستراتيجية نشر الوعي وزيادة الثقافة الاستهلاكية للكهرباء، وبالتالي أضحى من الضروري البحث عن تطبيق أفضل الأساليب الكمية التي تساعد في التنبؤ باستهلاك هذه الطاقة بهدف بناء وتخطيط استراتيجيات تسمح بتغطية الطلب المتزايد عليها، والفصل الموالي يوضح بعض الأساليب التي تساعد على التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية.

الفصل الثاني:

منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية كأداة للتنبؤ

تمهيد

أصبح التنبؤ اليوم عملية أكثر من ضرورية في مختلف الميادين وهذا راجع لأهميته الكبيرة في التقليل من عامل المخاطرة وعدم اليقين الذي يسود محيط الأعمال، لهذا نجد أن هناك أساليب عديدة للتنبؤ تختلف باختلاف الهدف المرغوب فيه ونوع البيانات وغيرها من العوامل المؤثرة، ومن بين أساليب التنبؤ التي أثارت اهتمام العديد من الباحثين وهذا نظرا لفعاليتها ونجاعتها في حل العديد من المشكلات نجد منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية اللذان يعتبران محور اهتمامنا.

ومنه قمنا بتقسيم هذا الفصل إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: مفاهيم نظرية حول التنبؤ؛

المبحث الثاني: مبادئ أساسية في السلاسل الزمنية؛

المبحث الثالث: استخدام منهجية Box-Jenkins كأداة للتنبؤ؛

المبحث الرابع: فلسفة الشبكات العصبية الاصطناعية؛

المبحث الخامس: الشبكات العصبية الاصطناعية والتنبؤ.

المبحث الأول: مفاهيم نظرية حول التنبؤ

نهدف من خلال هذا المبحث إلى التطرق إلى أهم المفاهيم الخاصة بالتنبؤ الذي يعتبر من العمليات المهمة والتي لا يمكن الاستغناء عليها في وقتنا الراهن، لهذا سنحاول ايجاز أهم ما يحيط بهذا الموضوع في المطالب الموالية.

المطلب الأول: تعريف التنبؤ ومجالاته

سنحاول من خلال فروع هذا المطلب إلى تقديم مفهوم للتنبؤ وعرض أهم المجالات التي يمكن أن يطبق فيها.

الفرع الأول: مفهوم التنبؤ

يعتبر التنبؤ جزء مكمل لعملية اتخاذ القرارات من قبل الإدارات على اختلاف مستوياتها، فالمؤسسة تضع جملة من الأهداف وتحاول في الوقت نفسه التنبؤ بالعوامل المؤثرة فيها وهذا من أجل اختيار المسارات العملية التي تعتقد أنها ستمكنها من الوصول إلى الأهداف المرجوة، لذلك فإن التنبؤ الجيد أو الرديء سيؤثر بلا شك في المؤسسة ككل[1]. وعليه فإنه يمكن تقديم عدة تعاريف للتنبؤ نذكر منها:

– يعرف التنبؤ على أنه: "فن وعلم محاولة معرفة الأحداث المستقبلية" [2]؛

– كما يشير التنبؤ إلى تلك الدراسات المتعلقة بالمستقبل سواء احتوت هذه الدراسة على تنبؤات تعتمد على الأسلوب الشخصي أو انتهجت المنهج التخطيطي بإتباع أساليب علمية منظمة أو استخدمت هذه الدراسات أساليب رياضية وإحصائية لقياس العلاقات[1]؛

---

[1] باسم شليبه مسلم، سعد عبيد جميل، أحمد سعد فاضل، **استخدام نماذج ARIMA في التنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية المستهلكة لمحافظة واسط، مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة واسط ، العراق، العدد 06، 2012، ص 117.

[2] حميد عبد النبي الطائي، **إدارة المبيعات (مفاهيم وتطبيقات)**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2009، ص 153.

– ويعرف التنبؤ أيضا بصفة عامة بأنه: "عبارة عن الوقوف على الحوادث المستقبلية بهدف استخدامه لأغراض التخطيط"[2]؛

– يمكن أيضا تعريف التنبؤ أنه "عملية عرض حالي لمعلومات مستقبلية باستخدام معلومات مشاهدة تاريخية بعد دراسة سلوكها في الماضي" [3].

الفرع الثاني: مجالات التنبؤ

هناك العديد من المجالات التي أثبت فيها أن القيام بعملية التنبؤ له فائدة كبيرة ومهم جدا خاصة منها الاقتصادية، ومن أهم هذه المجالات نذكر ما يلي[4]:

–تخطيط العمليات والمراقبة مثل إدارة المخزون، تخطيط الإنتاج، إدارة المبيعات..... ؛

–التسويق وهذا في مختلف عملياته؛

–الاقتصاد وهذا من خلال التنبؤ بمختلف المتغيرات الاقتصادية الرئيسية مثل الاستهلاك، الاستثمار وغيرها؛

–إدارة الأصول المالية مثل أسعار الصرف، سعر السلع؛

–إدارة المخاطر المالية مثل التنبؤ بتقلب عائد الأصول؛

---

[1] عامر أكرم عمر الطويل، **مدى اعتماد المصارف على التحليل المالي للتنبؤ بالتعثر –دراسة تطبيقية على المصارف التجارية الوطنية في قطاع غزة–**، مذكرة ماجستير في المحاسبة والتمويل، كلية التجارة، الجامعة الإسلامية–غزة–، 2008، ص 62.

[2] تم الاعتماد على:

– سليمان خالد عبيدات، **مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات**، دار الميسرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص 49.

–سيد كاسب، محمد فهمي على، **أساسيات الاقتصاد الإداري**، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، القاهرة– مصر، 2009، ص 44.

[3] مولود حشمان، **نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى–دراسة مدعمة بأمثلة محلولة–**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2002، ص 177.

[4] Damodar Gujarati, **Econometrics by example,** Palgrave Macmillan, UK, 2012, P 261.

– الميزانية التجارية والحكومية وكذا النمو الديمغرافي؛

–إدارة الأزمات مثل التنبؤ باحتمال عدم الدفع أو بانخفاض العملة.

–أخيرا تجدر الإشارة إلى أنه بالاعتماد على القيم الحالية والماضية للمعلومات يكون الهدف من التنبؤ هو توفير تنبؤات كمية محتملة للمستقبل وهذا حسب الاهتمامات المرجوة من العملية.

المطلب الثاني: العوامل المؤثرة في عملية التنبؤ

تتأثر عملية التنبؤ واختيار الأسلوب الأفضل والمناسب للظاهرة المدروسة بالعديد من العوامل نوجز أهمها من خلال النقاط التالية:

1) **طبيعة المتغير**: حيث يتأثر نوع أسلوب التنبؤ المستخدم بطبيعة المتغير المدروس أي طبيعة المتغير موضوع التنبؤ، فالتنبؤ بالطلب على منتج ما مثلا سيحتاج غالبا لبيانات تاريخية مما يستدعي استخدام احدى طرق السلاسل الزمنية مثلا؛

2) **مدى توفر البيانات**: يعتبر مدى توفر البيانات اللازمة للقيام بعملية التنبؤ أمر مهم جدا وضروري في اختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ، فمن المهم جدا في عملية التنبؤ ملاءمة نمط البيانات المتوفرة مع أسلوب التنبؤ المستخدم، وكمثال على ذلك فإنه يفضل اللجوء إلى الطرق النوعية عندما يكون المنتج جديد ذلك أنه لن تكون هناك بيانات تاريخية عليه[1]؛

3) **المدى الزمني**: حيث يعتبر المدى الزمني للتنبؤ مهم جدا في اختيار الأسلوب المناسب للتنبؤ، فالأساليب النوعية غالبا تستخدم في التنبؤ طويل المدى للمتغيرات (أو الظواهر) التي لا يمكن أن تأخذ طابع كمي مثل الاستراتيجيات طويلة المدى، بينما نجد أن

[1] أحمد سيد مصطفى، **إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات**، الطبعة الرابعة، دار النشر لم تذكر، مصر، 1999، ص 187.

الأساليب الكمية تستخدم في التنبؤات القصيرة المدى ذلك أنه كلما زادت فترة التنبؤ قلة الدقة، بالإضافة إلى أن عدد الفترات المراد التنبؤ بها لها دور مهم في اختيار الأسلوب الملائم ذلك أن هناك أساليب تكون أكثر ملاءمة في التنبؤ لفترة واحدة والبعض الآخر ملائم لعدة فترات في المستقبل؛

4) **التكلفة:** ذلك أن التكلفة تؤثر بشكل كبير على اختيار أسلوب التنبؤ واستخدامه وهذا ما كشفته العديد من الدراسات، فاستخدام أسلوب التنبؤ يؤدي إلى تحمل ثلاثة عناصر مباشرة للتكلفة هي: تكلفة الاختبار والتطوير لأسلوب التنبؤ، تكلفة إعداد وتوفير البيانات، وأخيرا تكلفة العملية الفعلية للتنبؤ، ويضاف إلى ذلك كلفة الفرصة البديلة لاستخدام أساليب أخرى لم يتم استخدامها؛

5) **بساطة وسهولة التطبيق:** فمن بين المبادئ المهمة في عملية التنبؤ نجد بساطة الأساليب المستخدمة في عملية التنبؤ وسهولة تطبيقها من قبل متخذي القرارات والمسؤولين عليها، ذلك أنه هناك فوارق أساسية بين المستفيد من التنبؤ ومعد التنبؤ لا بد من مراعاتها فاختيار أسلوب التنبؤ يعتمد على القدرة الفنية لمعد التنبؤ وبالتالي هنا تظهر مشكلتين أساسيتين يؤديان إلى الاخفاق في عملية التنبؤ هما كون أسلوب التنبؤ قد يكون ملائم لخبرة معد التنبؤ وليس ملائم لحاجات وظروف المستفيد أو قد يكون ليس ملائم لقدرة المستفيد على فهم تفاصيله وجوانبه الفنية خاصة[1].

6) **دقة التنبؤ:** من بين العوامل المهمة التي تدخل في اختيار أسلوب التنبؤ الملائم نجد دقة التنبؤ ذلك أن مستوى دقة التنبؤات الممكن الحصول عليها باستخدام أسلوب معين مرتبط

[1] نجم عبود نجم، **إدارة العمليات: النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة**، الجزء الأول، الإدارة العامة للطباعة والنشر بمعهد الإدارة العامة، الرياض– المملكة العربية السعودية–، 2001، ص (340–342).

بشكل محكم بالتفاصيل المطلوبة في التنبؤ، فكلما زادت دقة التنبؤ كلما ارتفعت تكاليف التنبؤ[1].

المطلب الثالث: أساليب التنبؤ

بصفة عامة تقسم أساليب التنبؤ حسب نوع المتغير إلى قسمين أساسيين هما أساليب التنبؤ الكمية وأساليب التنبؤ الكيفية حيث:

– **أساليب التنبؤ الكيفية أو الوصفية:** يستخدم هذا النوع من الأساليب عند عدم توفر بيانات تاريخية عن الظاهرة المدروسة لذلك فهذا النوع من الأساليب يكون مناسبا في حالة إعداد تنبؤات طويلة الأجل ويكون هذا مثلا في حالة طرح منتجات أو خدمات جديدة، ومن بين الأساليب الشائعة الاستخدام في هذا النوع من التنبؤ نجد طريقة دلفي، معرفة آراء الخبراء، تقديرات رجال البيع وغيرها من الأساليب[2].

– **أساليب التنبؤ الكمية:** والتي تعرف بأنها عبارة عن مجموعة من الطرق والصيغ التي تعتمد على التكميم وإمكانية القياس الموضوعي لمتغيرات المشكلة ومعايير القرار وذلك باستخدام الطرق والنماذج الرياضية في حل المشكلة، فالمدخل الكمي للإدارة والذي يشير إلى الأساليب الكمية يتطلب أن تكون مشكلات القرار محددة وخاضعة للتحليل والحل بطريقة علمية منهجية منطقية مبنية على البيانات والوقائع والمعلومات والمنطق وليس التخمين[3]. وتطبيق هذا النوع من الأساليب يتطلب توفر مجموعة من الشروط أهمها توفر بيانات تاريخية عن الظاهرة المراد التنبؤ بسلوكها في المستقبل والمتغيرات المؤثرة فيها، وأن تكون هذه البيانات مقاسة بوحدات كمية مع افتراض الاستمرارية بمعنى أن سلوك الظاهرة في المستقبل

[1] سيد كاسب، محمد فهمي على، **مرجع سابق**، ص 49.

[2] وائل رفعت خليل، **إدارة التسويق (Marketing)**، الطبعة الأولى، المجلد الأول، دار المعتز للنشر والتوزيع، الأردن، 2017، ص 147.

[3] محمود الفاتح محمود بشير المغربي، **الأساليب الكمية في إدارة الأعمال**، دار الجنان للنشر والتوزيع، الأردن، 2017، ص (9–10).

تكون امتداد لسلوكها في الماضي[1]. كما أن النجاح في استخدام الأساليب الكمية يعتمد على الاختيار الملائم للأسلوب أو النموذج للمشكلة المدروسة كما يعتمد أيضا على التسهيلات التي يقدمها الحاسوب في التعامل مع كمية كبيرة من البيانات وسرعة معالجتها والتوصل إلى أفضل الحلول الممكنة[2].

وتضم هذه المجموعة عدد كبير من الأساليب نكر منها ما يلي: أسلوب الانحدار الخطي، أساليب التمهيد الأسي، منهجية بوكس–جنكنز، الشبكات العصبية الاصطناعية (هذين الأخيرين هما محور اهتمامنا في هذه الأطروحة) وغيرها من الأساليب التي تحتكم إلى المنطق الرياضي[3].

تجدر الإشارة إلى أنه يمكن تقسيم الأساليب الكمية للتنبؤ حسب **نوع المعلومة المتوفرة** والتي نرغب في استخدامها إلى ثلاث أنواع من الأساليب هي: أساليب إسقاطيه، أساليب تفسيرية وأخيرا أساليب نظامية[4]، نوجزها فيما يلي:

– أساليب تنبؤ إسقاطيه: وتسمى أيضا بالطرق الاستقرائية أو طرق السلاسل الزمنية وهي تعبر عن الأساليب التي تعتمد وتستخدم القيم الحالة للظاهرة وكذا القيم الماضية من أجل التنبؤ بقيمها المستقبلية أي أنها تعتمد على تاريخ السلسلة الزمنية من أجل إيجاد المنطق الذي يسيرها ويسمح بإطالتها وتحديدها في المستقبل لهذا يطلق عليها أيضا بالطرق الداخلية، ومن بين هذه الأساليب نذكر: أسلوب التمهيد الأسي، منهجية بوكس جنكنز وأيضا الشبكات العصبية الاصطناعية[5]؛

---

[1] أسامة ربيع أمين سليمان، **التنبؤ بمعدل الاحتفاظ بالأقساط في سوق التأمين المصري باستخدام السلاسل الزمنية، مجلة الباحث** دورية أكاديمية محكمة وسنوية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، ورقلة–الجزائر، العدد 08، 2010، ص12.

[2] محمود الفاتح محمود بشير المغربي، **مرجع سابق**، ص 9.

[3] Martinovic Jelena, Damnjanovic Vesna, **"The sales forecasting techniques",** work for the international scientific days about: Competitivness in the EU-Challenge for the V4 countries, Faculty of economic and management SAU in Nitra, Slovakia, May 17-18, 2006, P 529.

[4] Guy Mélard, **Initiation à l'analyse des séries temporelles et à la prévision, Revue Modulad,** Société française de statistiques, La France, Numéro 35, 2006, P 87.

[5] تم الاعتماد على:

- Guy Mélard, **OPCIT**, P 87.

– أساليب تنبؤ تفسيرية: وتسمى أيضا بالطرق السببية أو الطرق الخارجية وهي تضم جميع الأساليب التي تهتم بالقيم الحالية والماضية للظاهرة لكن مع الأخذ بعين الاعتبار القيم الحالية والماضية للمتغيرات التي تفسر الظاهرة أيضا، أي أن المتغير موضوع البحث يعتمد على متغيرات تفسيرية تفسر سلوكه وبالتالي فالأساليب التفسيرية تعبر عن مجموع الأساليب التي تبحث عن ارتباطات بين سلسلة الظاهرة التي نرغب في دراستها والسلسلة التفسيرية، ومن أهم هذه الأساليب أسلوب الانحدار الخطي البسيط والمتعدد[1] كما يمكن تصنيف الشبكات العصبية الاصطناعية وفق هذا النوع أيضا؛

– أساليب نظامية: وهي تعبر عن الأساليب التي تهتم بدراسة العلاقة بين المتغيرات في الاتجاهين أي دراسة تأثير المتغير x على المتغير y وأيضا دراسة تأثير المتغير y على المتغير x [2].

كما نجد أن هناك من يقسم أساليب التنبؤ وفق أربعة أنواع أساسية هي كالآتي[3]:

1) **الأساليب النوعية:** وهي تمثل مجموع الأساليب التي تعتمد على الذاتية والغير موضوعية والتي تعتمد على الحكم الشخصي للأفراد ووجهة نظرهم من أجل القيام بالتنبؤ وعلى سبيل المثال نذكر طريقة دلفي؛

−Christian Mascle, Julien Gosse, article sous titre : **Optimisation des stocks par la prévision des ventes.** Publier sur le sites www.simagi.polymtl.ca/cigi2011/Articles/_Mascle-Optimisation.pdf [consulter le : 04/11/2014].

[1] تم الاعتماد على:

- Guy Mélard, **OPCIT**, P 87.

– معاني أحمد الحكيم، **دراسة تحليلية للتنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية في محطة كهرباء الهارثة البخارية في محافظة البصرة للأعوام 2011–2012، مجلة دراسات البصرة**، العراق، العدد 13، 2012، ص 228.

[2] Guy Mélard, **OPCIT** P 87.

[3] Tugba Efendigil, Semih Onut, Cengiz Kahraman, **A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models : a comparative analysis, Expert systems with applications,** Elsevier, London, England, Number 36, 2009, P 6697.

2) **أساليب السلاسل الزمنية:** وهي مجموع الأساليب التي تعتمد وتستخدم البيانات التاريخية للظاهرة المدروسة من أجل القيم بالتنبؤ بالقيم المستقبلية ومن بينها منهجية بوكس جنكنز والتي تعتبر محور اهتمامنا؛

3) **الأساليب السببية:** تفترض هذه الأساليب أن الظاهرة المدروسة تتأثر بمجموعة من العوامل المحيطة أي أنها تعكس أساليب التنبؤ التي تأخذ بعين الاعتبار المتغيرات المحيطة بالظاهرة المدروسة والتي تؤثر فيها وكمثال على ذلك أسلوب الانحدار الخطي؛

4) **أساليب المحاكاة:** وهي الأساليب التي تعمل على محاولة إنشاء نسخة معينة تعبر عن الظاهرة المدروسة وتسمح بالتنبؤ بقيمها المستقبلية ومن بين أهم هذه الأساليب نجد أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية التي تهدف إلى محاكاة عمل الشبكة العصبية البيولوجية من أجل التنبؤ بالقيم المستقبلية والتي تعتبر محور اهتمامنا.

المطلب الرابع: مفهوم خطأ التنبؤ ومصادره

تجدر الإشارة إلى أنه مهما كان نوع الأسلوب المستخدم في التنبؤ فإنه لا يمكن الحصول على نتائج دقيقة ومطابقة تماما للواقع بل هناك دائما خطأ في التنبؤ، لهذا من خلال هذا المطلب سنقوم سنتطرق إلى مفهوم الخطأ في عملية التنبؤ ومصادرة.

الفرع الأول: مفهوم خطأ التنبؤ

يعرف خطأ التنبؤ أو ما يسمى أيضا بالخطأ في عملية التنبؤ (e_t) بأنه الفرق بين القيم الفعلية للظاهرة المدروسة والقيم المتنبأ بها، ويعبر عنها رياضيا بالصيغة التالية: $e_i = y_i - \hat{y}_i$ حيث: i=1,..t

و $\mathbf{y_i}$ القيم الفعلية للظاهرة المدروسة، $\mathbf{\hat{y}_i}$ تمثل القيم المتنبأ بها[1]. تجدر الإشارة إلى أن هناك نوعين من الخطأ يمكن الوقوع فيهما وهما الأخطاء العشوائية والأخطاء السببية نوجزهما فيما يلي.

– *الأخطاء العشوائية (Random Errors):* وهي تمثل الأخطاء التي لا يمكن تفسيرها أو تحديد أسبابها ولا يمكن لنموذج التنبؤ المستخدم توقعها أو تقديرها بشكل مسبق، وتكون نتائج هذه الأخطاء عبارة عن تناوب عشوائي (زيادة أو نقصان) بين القيم الفعلية والمقدرة خلال فترة التنبؤ[2].

– الأخطاء السببية (Causal Errors): وتتجسد هذه الأخطاء في أن القيم الفعلية للظاهرة المدروسة تكون دائما أعلى من أرقام الطلب المقدرة أو تكون دائما أقل منها، وهذا النوع من الأخطاء له أسباب كثيرة تتعلق سواء بالمستخدم لنموذج التنبؤ نفسه أو بالنموذج في حد ذاته مثل إهمال متغير ما أو استخدام بيانات غير دقيقه وغيرها من الأسباب[3].

الفرع الثاني: مصادر خطأ التنبؤ

هناك أربعة مصادر محتملة للخطأ الذي يمكن أن يحدث في التنبؤ العلمي هي كالآتي[4]:

– حدوث بعض التغيرات العشوائية غير المتوقعة كالزلازل، الإشاعات وغيرها؛

---

[1] تم الاعتماد على:

- Jean-Philippe Rennard, Marc Humbert, Raffi Duymedjian, **Simulation, modélisation et décision en pratique,** Vuibert, Paris-France, 2009, p149.

-Roger E.Krik, **Statistics –An introduction-,** Fifth edition, Thomson Wadsworth, USA, 2008, P 162.

[2] تم الاعتماد على:

– مجيد الكرخي، **تخطيط وتقويم البرامج**، الطبعة الأولى، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2014، ص 41.

– محمد صالح الحناوي، محمد توفيق ماضي، **بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج**، الدار الجامعية، مصر، 2006، ص 46.

[3] تم الاعتماد على :

–مجيد الكرخي، **مرجع سابق**، ص 41.

– محمد ايبديوي الحسين، **تخطيط الإنتاج ومراقبته**، الطبعة الثانية، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2004، ص 41.

[4] عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**، الدار الجامعية، مصر، 2005، ص 700.

– الخطأ في اختيار العينة أي استخدام عينة متحيزة لا تمثل المجتمع تمثيلا صادقا في تحديد النموذج الذي سوف يستخدم للتنبؤ؛

– الخطأ في تحديد القيم المستقبلية للمتغيرات التفسيرية التي يتم على أساسها التنبؤ بقيم المتغير التابع؛

– الخطأ في تعيين النموذج من حيث درجة خطية العلاقة، عدد المتغيرات التفسيرية وعدد معادلات النموذج أي الخطأ في استخدام الأسلوب (خطأ تقني).

المطلب الخامس: مؤشرات قياس دقة التنبؤ

تعتبر دقة التنبؤ المقياس الأساسي في اختيار طريقة التنبؤ الأنسب والحكم على جودة الأسلوب المستخدم، حيث يقصد بالدقة في عملية التنبؤ مدى قدرة النموذج المقترح أو أسلوب التنبؤ المطبق على إعادة إنتاج البيانات المتوفرة[1]، لكن يجب الأخذ بعين الاعتبار أنه لا يمكن أن يكون التنبؤ دقيقا بشكل كلي بل هو ينحرف دائما عن القيم الفعلية للظاهرة المدروسة وهذا الانحراف أو الاختلاف هو ما يطلق عليه خطأ التنبؤ، ورغم أن هذا الخطأ يتنبأ به فإن الهدف من التنبؤ هو تخفيض درجة الخطأ إلى أقل قيمة قدر الإمكان. ويشير الخطأ الواضح في التنبؤ إلى عدم كفاءة طريقة التنبؤ المستخدمة أو إلى الحاجة إلى تعديل المتغيرات المستخدمة[2]. كما تشير دقة التنبؤ إلى كيفية تحقق التنبؤات بصورة واقعية والدقة لا يمكن تحديدها في اللحظة التي يتم فيها التنبؤ وإنما بعد فترة من الزمن، فكلما كانت التنبؤات قريبة من البيانات الفعلية كلما كانت دقة التنبؤ عالية جدا والأخطاء قليلة جدا[3].

[1] عبد الرحمن الأحمد العبيد، **مبادئ التنبؤ الإداري**، النشر العلمي والمطابع، المملكة العربية السعودية، 2004، ص 161.

[2] محمد عبد العال النعيمي، راتب جليل صويص، غالب جليل صويص، **إدارة الجودة المعاصرة –مقدمة في إدارة الجودة الشاملة للإنتاج والعمليات والخدمات–**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، الأردن، 2016، ص 126.

[3] خيضر كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص 80.

وعليه فإن هناك عدة مقاييس أو معايير يمكن استخدامها لغرض قياس فعالية التنبؤ التي تعتبر خطوة مهمة في تقييم أسلوب التنبؤ المعتمد (أي درجة الدقة)[1]، وكذا الاعتماد عليها من أجل المقارنة بين الطرق والأساليب المستخدمة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية حيث أنه كلما كانت قيم هذه المعايير صغيرة دل ذلك على اقتراب القيم المتنبأ بها من تلك الحقيقية[2]. وبالتالي فإن الأسلوب الذي يعطي أقل قيمة لهذه المعايير هو الأفضل بالنسبة للسلسلة الزمنية المدروسة، وفيما يلي سنحاول إيجاز أهم هذه المؤشرات وأكثرها استخداما.

❖ مؤشر متوسط الخطأ ME (Biais) •

يعبر مؤشر متوسط الخطأ عن مقياس التحيز **(Biais)** وهو يعتبر أحد مقاييس الدقة في التنبؤات وهو يعكس متوسط مجموع الأخطاء الناجمة عن تطبيق أسلوب تنبؤ معين[3]، ويحسب بالصيغة الرياضية التالية:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{N} e_i}{N}$$ حيث N وهي تمثل عدد الأخطاء (كما تمثل طول فترة الدراسة).

وبالتالي حتى يكون أسلوب التنبؤ أكثر دقة يجب أن يكون هذا المتوسط قريب من الصفر، فاستخدام أي أسلوب تنبؤي يجب ألا يعطي أخطاء كبيرة سواء كانت موجبة أو سالبة. كما أنه من الملاحظ أن استخدام مؤشر متوسط الخطأ سيسمح بتحديد اتجاه الأخطاء حيث نميز هنا اتجاهين:

---

[1] نجم عبود نجم، **مدخل إلى إدارة العمليات**، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص 184.

[2] غزوان هاني محمود، **تحسين طريقة التمهيد الأسي البسيط للتكهن بالسلاسل الزمنية، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 10، العدد 18، 2010، ص 262.

• Mean Error

[3] نجم عبود نجم، **مدخل إلى إدارة العمليات، مرجع سابق**، ص 184.

– اتجاه موجب للخطأ: وهذا في حالة كون متوسط الخطأ موجب وهو يعكس أن أسلوب التنبؤ المعتمد يعطي نتائج متشائمة (وهذا بسبب كون معظم الأخطاء موجبة)؛

– اتجاه سالب للخطأ: وهذا في حالة ما إذا كان متوسط الخطأ سالب فهو بذلك يبين أن أسلوب التنبؤ المعتمد يعطي نتائج متفائلة (أي معظم الأخطاء الناجمة تكون سالبة).

يواجه مؤشر متوسط الخطأ مشكلة اخفاء خطأ التنبؤ وبالتالي مشكلة عدم التمييز بين أسلوب التنبؤ الذي ينتج أخطاء صغيرة والأسلوب الذي ينتج أخطاء كبيرة، ذلك أن القيم السالبة للخطأ تلغي القيم الموجبة له[1].

❖ مؤشر متوسط مربع الأخطاء MSE •••

يستخدم مقياس متوسط مربع الأخطاء على نطاق واسع فهو يتجاوز أثر الإزالة في المقياس السابق أي إزالة القيم السالبة للخطأ للقيم الموجبة له[2]، ويتم حساب هذا المؤشر وفق الصيغة الرياضية التالية[3]:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{N} e_i^2}{N}$$

يأخذ هذا المقياس بعين الاعتبار القيم السالبة والموجبة لخطأ التنبؤ، وهذا من خلال الاعتماد على حساب مربعات الأخطاء، لكن ما يؤخذ عليه هو تضخيم القيم الكبيرة للخطأ وإعطائها أهمية كبيرة[4].

---

[1] تم الاعتماد على:

–عبد الرحمن الأحمد العبيد، **مرجع سابق**، ص161.

-Jean-François Cordeau, **La prévision de la demande**, Décembre 2007, p p : 35,36, article publier sur le site www.zencours.hec.ca [consulter le 20/11/2014].

••• Mean Square Error

[2] نجم عبود نجم، **مدخل إلى إدارة العمليات، مرجع سابق**، ص 186.

[3] Mehdi Khashei, Seyed Reza Hejazi, Mehdi Bijari, **A new hybrid artificial neural networks and fuzzy regression model for time series forecasting, Fuzzy sets and systems,** Science direct, Elsevier, London, England, Number 159, 2008, p 782.

[4] Jean Philippe Rennard, Marc Humbert, Raffi Duymedjian**, OP-CIT**, p 149.

❖ **مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ RMSE •**

يسمى أيضا هذا المقياس بالخطأ المعياري للتقدير وهو يعطى بالعلاقة التالية: $RMSE = \sqrt{MSE}$ أي أنها تحسب كما يلي:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} e_i^2}{N}}$$

يسمح هذا المقياس بإلغاء أثر القيم الكبيرة والتضخيم الناجم على متوسط مربع الخطأ، كما أننا للحكم على دقة أسلوب التنبؤ نختار الأسلوب الذي يعطي أقل قيمة له[1].

❖ **مؤشر متوسط الخطأ المطلق MAE •**

يعبر مؤشر متوسط الخطأ المطلق عن مجموع القيم المطلقة للخطأ مقسوم على عدد المشاهدات للسلسلة الزمنية[2]، وهو من المقاييس الواسعة الانتشار فبدلا من تربيع خطأ التنبؤ لتجاوز مشكلة إزالة القيم الموجبة للخطأ للقيم السالبة له كما هو الحال في المؤشرات السابقة فإنه يتم استخدام القيمة المطلقة للخطأ[3]، ويطلق عليه أيضا المتوسط المطلق للانحراف **MAD ••** يتم حساب هذا المؤشر وفق الصيغة الرياضية التالية[4]:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{N} |e_i|}{N}$$

• Root Mean Square Error

[1] تم الاعتماد على:

-François Eric Racicot, Raymond Théoret, **Traité d'économétrie financière,** Presse de l'université de Québec, Canada, 2001, p249.

-Philippe Jolivaldt, **Identification par la méthode de Box et Jenkins**, p129, article publier sur le site http://ces.univ-paris1.fr/membre/Jolivaldt/Docs/L1CHA6.pdf [consulter le 21/11/2014].

• Mean Absolute Error

[2] غزوان هاني محمود، **مرجع سابق**، ص 262.

[3] نجم عبود نجم، **مدخل إلى إدارة العمليات، مرجع سابق**، ص 186.

•• Mean Absolute deviation

[4] Mehdi Khashei, Seyed Reza Hejazi, Mehdi Bijari, **OPCIT**, P 782.

يسمح مؤشر متوسط الخطأ المطلق بالتعرف على متوسط الحجم الكلي للأخطاء الناجم عن استخدام أسلوب معين للتنبؤ، لكن رغم الاستخدام الشائع له إلا أنه لا يسمح بالتمييز بين أسلوب التنبؤ الذي تعطي نتائجه أخطاء صغيرة أو قريبة من الصفر وبين الأسلوب الذي يعطي نتائج أكبر[1].

❖ مؤشر متوسط الخطأ المطلق النسبي MAPE••

يقيس هذا المؤشر متوسط الخطأ المطلق كنسبة من القيم الفعلية للظاهرة المدروسة بدلا من الفترة الزمنية[2] ويمكن حساب مؤشر متوسط الخطأ المطلق النسبي وفق العلاقة الرياضية التالية[3]:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{N} \left|\frac{e_i}{y_i}\right|}{N}$$

يعتبر متوسط الخطأ المطلق إحدى المقاييس التي تعتمد على استخدام النسب في الحساب وهو يعتبر أقل حساسية لسلم المعطيات ذلك أنه لا يتأثر بشكل مفرط بالقيم المتطرفة، كما أنه يستخدم القيم المطلقة من أجل التخلص من القيم السالبة بغرض إعطاء أهمية لنسبة الخطأ من القيمة الفعلية[4].

وعليه فمن خلال كل ما سبق يتضح أن للتنبؤ أهمية كبيرة في دراسة مختلف الظواهر وهذا من خلال مجموعة من الأساليب من بينها أساليب السلاسل الزمنية التي تهدف في مجملها إلى معرفة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة، لهذا فمن خلال المبحث الموالي سنتطرق إلى أهم المفاهيم الخاصة بالسلاسل الزمنية.

---

[1] Jean-François Cordeau, **OP-CIT**, p 36.

•• Mean Absolute Percent Error

[2] محمد عبد العال النعيمي، راتب جليل صويص، غالب جليل صويص، **مرجع سابق**، ص 126.

[3] عبير حسن علي الجبوري، **التنبؤ بأسعار النفط العراقي للعام 2010 باستخدام السلاسل الزمنية**، مجلة جامعة بابل، جامعة بابل، العراق، المجلد 18، العدد 1، 2010، ص 63.

[4] تم الاعتماد على:

- Michael J.Baker, **Sales forecasting**, International Thompson Business Press, Published in *The IEBM Encyclopedia of Marketing*, 1999, p 288.
- Philippe Jolivaldt, **OP-CIT**, p 129.

المبحث الثاني: مبادئ أساسية في السلاسل الزمنية

نسعى من خلال هذا المبحث إلى ابراز أهم المفاهيم الخاصة بالسلاسل الزمنية وتسليط الضوء على أهم ما يحيط بها وهذا من خلال مجموعة من المطالب.

المطلب الأول: مفهوم السلسلة الزمنية ومركباتها

نهدف من خلال هذا المطلب إلى تقديم مفهوم للسلسلة الزمنية وأهدافها وكذا التعرف على المركبات المكونة لها.

الفرع الأول: مفهوم السلسلة الزمنية

تعرف السلسلة الزمنية بأنها "عدد من المشاهدات الإحصائية تصف ظاهرة معينة مع مرور الزمن أو مجموعة من المشاهدات التي أخذت على فترات زمنية متلاحقة ومتساوية"[1]، أي هي "عبارة عن تسلسل لـ ... $X_0, X_1, X_2,$ للبيانات التي تمثل حالة الظاهرة المدروسة والتي تتطور عبر الزمن"[2].

يمكن أيضا تعريف السلسلة الزمنية بأنها "عبارة عن مجموعة من المشاهدات المرتبة باتجاه واحد عبر الزمن، والهدف من تحليل السلاسل الزمنية هو دراسة تطور المشاهدات في فترات زمنية محددة"[3]، فهي عبارة عن سجل تاريخي متتال يتم اعتماده لبناء التنبؤات المستقبلية"[4]؛

وعليه فإن دراسة السلسلة الزمنية يكون من أجل تحقيق عدد من الأهداف أهمها[1]:

---

[1] أحمد عبد السميع طبيه، **مبادئ الإحصاء**، دار البداية للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص 173.

[2] Subrata Das, **Computational business analytics,** CRC Press, Taylor &Francis Group, New York, USA, 2014, P 229.

[3] Francis X.Diebold, **Time series econometrics (a concise course),** Department of economics, University of Pennsylvania, United State, 2016, P 1.

[4] عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، **الأساليب الإحصائية التطبيقية**، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن، 2004، ص 241.

-استخدام السلسلة الزمنية لوصف الملامح والسمات الرئيسية للسلسلة الزمنية وهذا من أجل توضيح تطور الظاهرة المدروسة عبر الزمن؛

-التعرف على المكونات الرئيسية للسلسلة مثل الاتجاه العام التغيرات الموسمية وبالتالي التعرف على حركات الصعود والنزول في السلسلة الزمنية؛

-كما نهدف أيضا من خلال دراسة السلاسل الزمنية إلى تفسير السلسلة الزمنية ويقصد به توضيح وشرح التغيرات التي تحدث في الظاهرة باستخدام السلاسل الزمنية الأخرى التي ترتبط بها أو باستخدام عوامل البيئة المحيطة بالظاهرة؛

-من بين أهداف دراسة السلاسل الزمنية هو الرقابة والتحكم في مختلف العمليات وهذا من أجل اتخاذ القرارات المناسبة والقيام بالتعديلات المناسبة؛

-أخيرا يعتبر التنبؤ بالقيم المستقبلية أهم هدف من أهداف دراسة وتحليل السلاسل الزمنية فهو الهدف الأساسية والنهائي الذي يسعى الباحثين إليه.

الفرع الثاني: مركبات السلسلة الزمنية

من أجل دراسة السلاسل الزمنية لابد من تحليلها إلى عناصرها المختلفة لمعرفة مقدار كل منها واتجاهاتها وعلاقاتها ببعضها البعض حتى يمكن الاستفادة منها من قبل متخذ القرار في التنبؤ بقيمة الظاهرة في المستقبل[2]، فالظواهر الاقتصادية بشكل عام تكون خاضعة لعدة عوامل في آن واحد أي أن

---

[1] سمير مصطفى شعراوي، **مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية**، الطبعة الأولى، مركز النشر العلمي، مطابع جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية، 2005، ص (10-11).

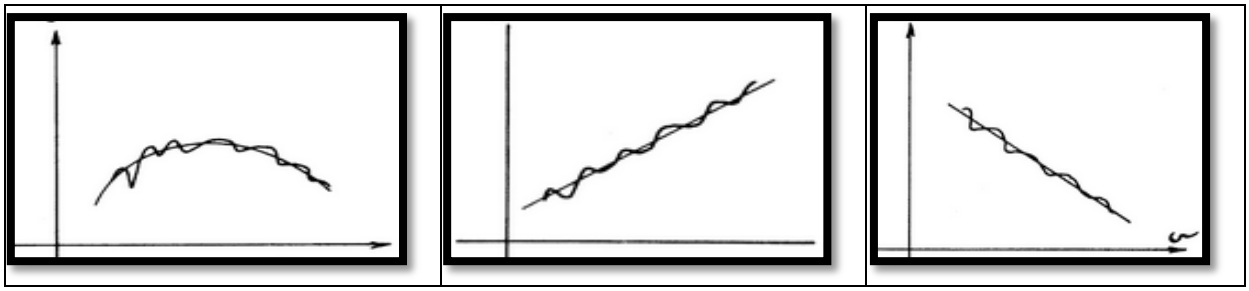
[2] حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، **الأساليب الاحصائية في اتخاذ القرار -تطبيقات في منظمات أعمال إنتاجية وخدمية-**، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، الأردن، 2005، ص 176.

الظاهرة تحدث فيها متغيرات متعددة وتحليل السلسلة الزمنية يقصد به تحليل هذه التغيرات إلى مكوناتها الأساسية[1].

ومنه فالسلسلة الزمنية يمكن أن تقسم إلى أربعة عوامل أساسية أي أربعة مركبات تؤثر عليها نوضحها فيما يلي:

- **مركبة الاتجاه العام (T) Trend:** لفظ الاتجاه العام يرتبط بالاتجاه الذي تأخذه السلسلة الزمنية خلال فترة طويلة من الزمن بالإضافة إلى أنه ليس من الضروري أن يكون لهذا الاتجاه العام شكل معين ثابت ولكن الفكرة العامة تعني أن هناك حركة دائمة في اتجاه معين أعلى أو أسفل، وعلى العموم فإن الاتجاه العام هو التغير التدريجي الذي يظهر أثره واضحا بعد تراكمه مدة طويلة ويكون ضئيلا من سنة لأخرى أو من شهر لآخر[2]. والشكل الموالي يوضح أنواع الاتجاه العام.

الشكل رقم (2-1): مركبة الاتجاه العام في السلسلة الزمنية



المصدر: *عبد الرحمن بن محمد سليمان أبو عمه، أنور أحمد محمد عبد الله، محمود محمد ابراهيم هنيدي،* ***الإحصاء التطبيقي،*** *الطبعة الثانية،جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 1995، ص 195.*

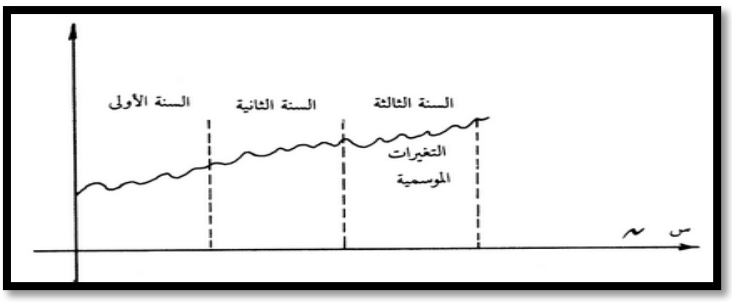
- **المركبة الموسمية (S) Seasonal:** يعكس لفظ الموسم الوحدات الزمنية التي تكون أقل من سنة وقد تكون أسبوعا أو شهرا أو ربع سنوية ...إلخ وهي تختلف باختلاف نوع الظاهرة وظروفها،

[1] أبو القاسم السنوسي أبو حمرة، كمال جلاب الموسوي، **تحليل السلاسل الزمنية لبيانات صرف العقاقير الطبية، مجلة الساتل**، جامعة 7 أكتوبر، ليبيا، السنة الثانية، العدد 03، ديسمبر 2007، ص 195.

[2] حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، **مرجع سابق**، ص 178.

فالتغيرات الموسمية تعكس التغيرات التي تحدث بقيمة السلسلة الزمنية بشكل متكرر بانتظام خلال السنة الواحدة[1]، والشكل الموالي يوضح التغيرات الموسمية التي تكون في السلسلة الزمنية.

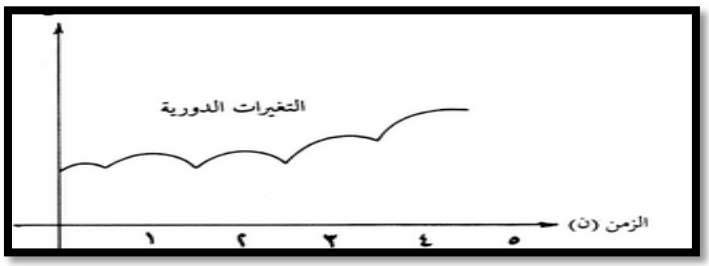
الشكل رقم (2-2): التغيرات الموسمية في السلسلة الزمنية



المصدر: *عبد الرحمن بن محمد سليمان أبو عمه، أنور أحمد محمد عبد الله، محمود محمد ابراهيم هنيدي،* ***الإحصاء التطبيقي،*** *الطبعة الثانية،جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 1995، ص 195.*

-**المركبة الدورية (C) Cyclical:** أو ما يسمى أيضا بالمتغيرات الدورية والتي تحدث على فترات زمنية متباعدة وتكون أكثر من سنة وتمتد إلى عشرات السنين على عكس التغيرات الموسمية والتي تحدث في فترات زمنية قصيرة أقل من سنة، تعتمد التغيرات الدورية على دورة المعاملات الاقتصادية والتي تختلف من دولة إلى أخرى وفي نفس الدولة تختلف من قطاع إلى آخر. والشكل الموالي يظهر هذه التغيرات في السلسلة الزمنية[2].

الشكل رقم (2-3): التغيرات الدورية في السلسلة الزمنية



المصدر: *عبد الرحمن بن محمد سليمان أبو عمه، أنور أحمد محمد عبد الله، محمود محمد ابراهيم هنيدي،* ***الإحصاء التطبيقي،*** *الطبعة الثانية،جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 1995، ص 195.*

---

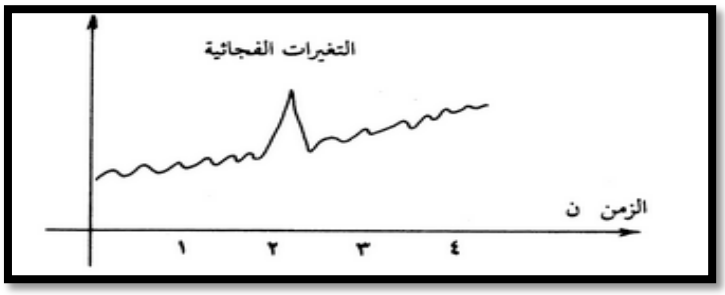
[1] تم الاعتماد على:

- حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، **مرجع سابق**، ص 178.
- ثائر فيصل شاهر، **الإحصاء في العلوم الإدارية والمالية (إحصاء 1)**، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2010، ص 227.

[2] حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، **مرجع سابق**، ص (178-179).

-**المركبة العشوائية أو العرضية (I) Irregular:** وهي تمثل التغيرات التي تحدث عشوائيا في بيانات السلسلة الزمنية وبشكل غير متوقع والتي تنعكس على قيم السلسلة الزمنية المدروسة وللوصول إلى التأثير العشوائي ينبغي التخلص من أثر الاتجاه العام والتأثير الموسمي والدوري[1].

الشكل رقم (2-4): التغيرات العشوائية في السلسلة الزمنية



المصدر: *عبد الرحمن بن محمد سليمان أبو عمه، أنور أحمد محمد عبد الله، محمود محمد ابراهيم هنيدي،* ***الإحصاء التطبيقي،*** *الطبعة الثانية،جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 1995، ص 195.*

المطلب الثاني: نماذج وصف سلوك السلسلة الزمنية

يتطلب دراسة سلوك السلسلة الزمنية ووصفها تحديد العلاقة التي تربط مكوناتها السالفة الذكر أي تحديد النموذج الذي يربط هذه المكونات، ذلك أن النموذج العام للسلسلة الزمنية يفترض أن قيم السلسلة الزمنية دالة في مجموعة العناصر المكونة لها وفقا للزمن: **Y=f(t,s,c,i)** وعليه فإن هناك نموذجين لتجسيد العلاقة والتفاعل بين مكونات السلسلة الزمنية هما النموذج الجمعي والنموذج الضربي[2].

- **النموذج الجمعي:** أو ما يسمى أيضا بالنموذج الإضافي وهذا لأن كل المركبات تدخل بشكل إضافي في النموذج[3] أي أن قيمة الظاهرة في أي نقطة زمنية هي حاصل جمع المركبات الأربعة، ويستعمل هذا النموذج إذا فرضنا أن وحدة قياس جميع المركبات متشابهة وتشابه وحدة

[1] ثائر فيصل شاهر، **مرجع سابق**، ص 228.

[2] بدر عاشور، **المفاضلة بين نموذج السلاسل الزمنية ونموذج الانحدار البسيط في التنبؤ بحجم المبيعات في المؤسسة الاقتصادية -دراسة حالة مطاحن الحضنة بالمسيلة-**، مذكرة ماجستير في العلوم التجارية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة، الجزائر، 2006/2005، ص 64.

[3] عدنان ماجد عبد الرحمن بري، **طرق التنبؤ الإحصائي**، الجزء الأول، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، جانفي 2002، ص 196.

قياس المشاهدات (Y) ويحدث ذلك أيضا عندما نريد تقدير قيم المركبات لا نسبها. عند استعمال هذا النموذج يجب فرض أن جميع المركبات مستقلة عن بعضها البعض، بمعنى أن حدوث إحداها لا يؤثر في حدوث المركبات الأخرى[1]، كما أن مجموع قيم المركبة الموسمية على مدار السنة مساويا للصفر[2]. ويأخذ هذا النموذج الشكل التالي: **Y=T+S+C+I** يجب الإشارة إلى أن المركبة الدورية يتم إهمالها في السلاسل الزمنية القصيرة المدى أو المتوسطة لأنها تحتاج إلى مشاهدات طويلة جدا على مدى عدد كبير من العقود، لهذا يعاد صياغة النموذج على هذين المستويين كما يلي: **Y=T+S+I**[3].

❖ **النموذج الضربي:** يفترض هذا النموذج أن السلسلة الزمنية ما هي إلا حاصل ضرب العوامل الأربعة المكونة لها، وبالتالي فإن مكونات هذا النموذج غير مستقلة عن بعضها البعض، وفي حالة عدم وجود أحدهما يتم التعبير عنه بواحد صحيح[4]، والأثر الموسمي والأثر الدوري والتغير العشوائي ما هي إلا نسبة من الاتجاه العام. والصيغة الرياضية للنموذج هي كما يلي $\boldsymbol{Y = T \times S \times C \times I}$، لكن في المدى القصير يمكن نزع المركبة الدورية لتصبح الصيغة كما يلي[5]: $\boldsymbol{Y = T \times S \times I}$.

وعليه فمن أجل اختيار وتحديد نوع النموذج الذي تخضع له السلسلة الزمنية نجد أن هناك العديد من الطرق التي تسمح بالكشف عن طبيعة النموذج الذي يعبر عن طبيعة العلاقة التي تربط بين مكونات

---

[1] علي إسماعيل عبد الصمد، **مقدمة في السلاسل الزمنية**، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، مقالة منشورة على الموقع الالكتروني www.faculty.ksu.sa [consulter le 18/11/2014]

[2] Florin Avram, Séries temporelles : régression, modélisation ARIMA (p,d,q) et modélisation espace-etat, 2 Décembre 2012, article publier sur le site http://web.univ-pau.fr/~avram/sertemp/ser.pdf [consulter le 30/11/2014]

[3] عدنان ماجد عبد الرحمن بري، **مرجع سابق**، ص 196.

[4] بدر عاشور، **مرجع سابق**، ص 65.

[5] نجلاء أكرم مندورة، **السلاسل الزمنية و تطبيقها في مجال العلوم التربوية**، مذكرة ماجستير (غير منشورة) في علم النفس فرع إحصاء وبحوث، كلية التربية، جامعة أم القرى بالمملكة العربية السعودية، 2009، ص 21.

السلسلة الزمنية وتحديد فيما إذا كان النموذج جمعي أم ضربي وأهم هذه الطرق هي الطريقة التحليلية والتي يطلق عليها أيضا بالطريقة الانحدارية. وفق هذه الطريقة يتحدد نوع النموذج الذي تخضع له السلسلة الزمنية (جمعي أو ضربي) من خلال حساب المتوسط الحسابي السنوي والانحراف المعياري السنوي للسلسلة الزمنية[1]، بعدها بالاعتماد على طريقة المربعات الصغرى يتم تقدير المعادلة التالية: $\sigma_i = \beta_0 + \beta_1 \bar{y}_i$ حيث i=1,2,…m وهي تمثل عدد السنوات[2]، وعليه[3]:

– تكون السلسلة الزمنية خاضعة للنموذج الجمعي إذا كان الانحراف المعياري السنوي والمتوسط الحسابي السنوي مستقلين عبر الزمن وهذا عندما يكون β_1 معدوم أي ليس له دلالة إحصائية؛

–في الحالة العكسية تكون السلسلة الزمنية خاضعة للنموذج الضربي وهذا عندما يكون β_1 دال إحصائيا أي أن هناك ارتباط بين الانحراف المعياري السنوي والمتوسط الحسابي السنوي للسلسلة الزمنية.

المطلب الثالث: مفهوم استقرارية وعدم استقرارية السلاسل الزمنية العشوائية

نهدف من خلال هذا المطلب إلى ابراز خاصية الاستقرارية في السلاسل الزمنية العشوائية التي تعرف على أنها سلسلة زمنية خطية مستقرة تعتمد في تفسيرها للظاهرة في اللحظة الحالية على المتوسطات المرجحة للملاحظات الماضية والأخطاء العشوائية، أي أنها لا تحتوي على مركبة اتجاه عام وإن وجد فإنه يتم إزالته للحصول على سلسلة عشوائية[4].

[1] قادري رياض، **طرق وأساليب التنبؤ عن المبيعات –دراسة حالة الشركة الوطنية للألمنيوم ALGAL–**، مذكرة ماجستير في علوم التسويق، كلية علوم التسيير والاقتصاد، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2011/2010، ص 140.

[2] مولود حشمان، **مرجع سابق**، ص 37.

[3] Agnes Lanoux, **Séries chronologiques,** cours de master 1,université de Toulouse, France, 2010/2012, p18.

[4] تم الاعتماد على:

–محمد شيخي، **طرق الاقتصاد القياسي (محاضرات وتطبيقات)**، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2012، ص (195–196).

–مولود حشمان، **مرجع سابق**، ص 111.

- مفهوم الاستقرارية

الاستقرارية في السلاسل الزمنية العشوائية تشير إلى عدم وجود نمو للبيانات عبر الزمن أي عدم وجود اتجاه عام[1]، وعليه فإننا نقول عن السلسلة الزمنية أنها مستقرة عبر الزمن إذا كان المتوسط والتباين وكذا التباينات المشتركة ثابتين ومستقلين عبر الزمن[2]، وبالتالي فإنه للحكم على استقرارية السلسلة الزمنية لابد من توفر الشروط التالية[3]:

- البيانات تكون منتشرة حول وسط حسابي ثابت لا يعتمد على الزمن $E(y_t) = E(y_{t+k}) = \mu$

-ثبات التباين عبر الزمن $VAR(y_t) = VAR(y_{t+k}) = \gamma_0$

- ثبات التباينات المشتركة عبر الزمن $COV(y_t, y_{t+k}) = COV(y_{t+k}, y_{t+k+s})$

ومنه فإن السلسلة الزمنية تكون غير مستقرة إذا لم يتحقق فيها على الأقل شرط من الشروط السابقة فعدم الاستقرارية ينتج غالبا عن التغير في المتوسط أو التباين أو كليهما[4]، فدراسة استقرارية البيانات يكتسي أهمية كبيرة في تحليل السلاسل الزمنية وكذلك في إيجاد النموذج الرياضي المناسب لها[5].

- أنواع السلاسل الزمنية غير المستقرة

من أجل دراسة الاستقرارية من عدمها فإن السلسلة الزمنية تأخذ النموذج التالي:

---

[1] أمل علي غافل، **استخدام نماذج بوكس-جنكينز ARIMA في التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة جامعة كربلاء العلمية**، جامعة كربلاء، العراق، المجلد 11، العدد 2، 2013، ص 198.

[2] Badi H.Baltagi, **Econometrics,** Fourth edition, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2008, P 356.

[3] تومي صالح، **مدخل لنظرية الاقتصاد القياسي (دراسة نظرية مدعمة بأمثلة وتمارين)**، الجزء الثاني، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1999، ص 173.

[4] يوسف بركان، **استخدام النماذج الكمية في التنبؤ بالطاقة الانتاجية للمؤسسة دراسة حالة الشركة الوطنية لتحقيق وتسيير الصناعات المترابطة بفرجيوة-ميلة-**، مذكرة ماجستير في علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، الجزائر، 2008-2009، ص 81.

[5] فاضل عباس الطائي، **التنبؤ والتمهيد للسلاسل الزمنية باستخدام التحويلات مع التطبيق، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 10، العدد 17 (عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات-الإحصاء والمعلوماتية-)، 2010، ص 506.

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

حيث ε_t تمثل التشويش الأبيض للخطأ و t تمثل الزمن المقاس تسلسليا[1]. ومنه فالسلاسل الزمنية الغير مستقلة يمكن أن تأخذ احدى النموذجين التاليين[2]:

-النوع الأول :TS (trend stationary): وهي عبارة عن سلاسل زمنية غير مستقرة لها معادلة اتجاه عام تحديدي، وتكون صيغتها كما يلي: $y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \varepsilon_t$ حيث $\beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0$ و $\beta_3 = 0$، ويمكن جعل هذا النوع من النماذج مستقر من خلال طرح القيمة الحقيقية من القيمة المقدرة الناتجة عن تقدير معالم النموذج السابق باستخدام طريقة المربعات الصغرى.

-النوع الثاني: DS (Difference stationary): وهي عبارة عن سلاسل زمنية غير مستقرة ذات اتجاه عام عشوائي وتتميز بوجود جذر الوحدة مرة واحدة على الأقل، وبالتالي فتطبيق الفروقات على هذا النوع من السلاسل سيجعلها مستقرة، ووفق هذا النموذج فإن السلسلة الزمنية يمكن أن تتبع احدى النموذجين التاليين:

- نموذج DS بدون مشتقة أي نموذج سير عشوائي صافي (Pure random walk): وفق هذا النموذج يكون لدينا $\beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 1$ وبالتالي فالنموذج يأخذ الصيغة التالية: $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ ؛
- نموذج DS بمشتقة ثابتة أي نموذج سير عشوائي بمشتقة (Random walk with drift): في هذا النموذج فإن $\beta_1 \neq 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 1$ ومنه فالنموذج يكون كما

[1] Damodar N. Gujarati, Dawn C.Porter, **Basic econometrics,** Fifth edition, McGraw-Hill/Irwin, McGraw-Hill Companies, New York, America, 2009, p 745.

[2] تم الاعتماد على:

- عثمان نقار، منذر العواد، **منهجية Box-Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ-دراسة تطبيقية على أعداد تلاميذ الصف الأول من التعليم الأساسي في سوريا-، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية**، جامعة دمشق، سوريا، المجلد 27، العدد 03، 2011، ص 129.

-Damodar N. Gujarati, Dawn C.Porter, **OPCIT**, p 745.

يلي: $y_t = \beta_1 + y_{t-1} + \varepsilon_t$ من الجدير بالذكر هنا أن الاتجاه العام هو اتجاه عام عشوائي.

المطلب الرابع: نماذج ARIMA الخطية

يعتبر العالمان G.Jenkins & G.Box هما أول من قدما واقترحا نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية (ARIMA) في مجال تحليل السلاسل الزمنية وذلك في كتابهما الشهير Time Series Analysis : Forecasting&Control عام 1970 وقد بينا في هذا الكتاب طريقة التطبيق العلمي لهذه النماذج في مختلف المجالات الاقتصادية وغير الاقتصادية[1]، كما أن هذه النماذج تمتلك تأثير واسع على نظرية وتطبيق نماذج تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ، مع الإشارة إلى أنه في نماذج ARIMA إذا كانت السلاسل الزمنية المعدلة مستقرة فإن القيم المستقبلية للمتغير المدروس يمكن التنبؤ بها من خلال الارتباط الخطي للقيم الماضية والأخطاء الماضية[2]. وبالتالي فهي تعتمد في صياغتها على ثلاث أجزاء هي كالآتي[3]:

-نموذج الانحدار الذاتي AR (Autoregressive Model)؛

-نموذج المتوسط المتحرك MA (Moving Average Model)؛

-نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة ARMA (Autoregressive Moving Average Models) التي تعتبر حالة خاصة من نماذج ARIMA.

---

[1] تم الاعتماد على:

- أسامة ربيع أمين سليمان، **مرجع سابق**، ص 13.

- Robert H.Shumway, David S.Stoffer, **Time series analysis and its applications with R examples,** Third edition, Springer, USA, 2011, P 2.

[2] Guisheng Zhang, Xindong Zhang, Hongyinping Feng, **Forecasting financial time series using a methodology based on autoregressive integrated moving average and Taylor expansion, Expert Systems,** Wiley Publishing Ltd, United states, Number 5, Vol 33, October 2016, P 502.

[3] باسم شلبيه مسلم، سعد عبيد جميل، أحمد سعد فاضل، **مرجع سابق**، ص 119.

-نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة p [AR(p)]

يسمى نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة p أي النموذج AR(p) عندما تكون كل قيمة من السلسلة الزمنية عبارة عن ارتباط خطي للقيم السابقة لنفس السلسلة بمعنى أن المشاهدات الحالية للظاهرة تعبر من خلال قيمها السابقة[1]، وتحدد قيم P تجريبيا بالاعتماد على بعض المعايير مثل معيار Akaike information criterion،[2] ويعبر عنها رياضيا كما يلي[3]:

$$y_t = \emptyset_1 y_{t-1} + \emptyset_2 y_{t-2} + \cdots + \emptyset_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

مع العلم أن[4]: y_t هي مشاهدات السلسلة الزمنية؛

$\emptyset_1, \emptyset_2, \ldots, \emptyset_p$ هي معالم الانحدار الذاتي مع العلم أن P تمثل رتبة الانحدار الذاتي؛

-نموذج المتوسط المتحرك من الدرجة q [MA(q)]

نموذج المتوسط المتحرك يعبر عن كون المتغير المستقل (yt) كدالة للقيم الماضية للخطأ، والدالة هي عبارة عن متوسط متحرك للقيم الماضية للخطأ التي يمكن أن تضاف إلى متوسط yt من أجل الحصول على متوسط متحرك للقيم الماضية للمتغير yt (أي الظاهرة المدروسة)، لابد من الإشارة إلى أنه عند استخدام q قيم ماضية لـ ε_t نقول بأن النموذج هو متوسط متحرك من الدرجة q [5] . أي بصيغة

[1] Dominique Desbois, **Une introduction à la méthodologie de Box et Jenkins : L'utilisation de modèles ARIMA avec SPSS, Revue Modulad,** Société française de statistiques , France , Numéro 33, 2005, P 3.
[2] Damodar Gujarati, **OPCIT**, P 268.
[3] Ross Ihaka, **Time series Analysis,** University of Auckland, Auckland, New Zealand, United states, April 14, 2005, P 21.
[4] Dominique Desbois, **OP-CIT**, P 3.
[5] A.H.Studenmund, **Using econometrics –a practical guide-,** Fifth edition, Pearson Addison Wesley, Boston, United states, without year, p 526.

أخرى فإنه يمكن القول بأن نموذج المتوسط المتحرك (MA) من الدرجة q هو عبارة عن ارتباط خطي للتشويش الأبيض الحالي وقيم q الماضية له[1] ويعبر عنه رياضيا كما يلي[2]:

$$y_t = \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \cdots - \theta_q\varepsilon_{t-q}$$

حيث[3]: y_t وهي تعبر عن قيم أي مشاهدات السلسلة الزمنية للظاهرة المدروسة؛

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ وهي معالم النموذج حيث q تمثل رتب الأوساط المتحركة.

- نماذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة (النماذج المختلطة) [ARMA (p,q)]

في بعض الظواهر لا يمكن التعبير عن السلسلة الزمنية بصيغة الانحدار الذاتي فقط أو بصيغة المتوسطات المتحركة فقط وإنما يمكن التعبير عنها بواسطة نموذج يدمج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة أي هو نموذج مركب يحتوي على خصائص النموذجين[4]، يطلق عليه نموذج ARMA(p,q) المستقر وهو يكتب بالصيغة التالية[5]:

$$y_t = \emptyset_1 y_{t-1} + \emptyset_2 y_{t-2} + \cdots + \emptyset_p y_{t-p} - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \cdots - \theta_q\varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

[1] Paul S.P.Cowpertwait, Andrew V.Metcalfe, **Introductory time series with R**, Springer Science+Business Media LLC, New York, USA, 2009, P 122.

[2] Régis Bourbonnais, **Econométrie,** 3eme édition, Dunod, France, 2000, p237.

[3] أمل علي غافل، **مرجع سابق**، ص 197.

[4] أبو ذر يوسف علي أحمد، عادل موسى يونس، **استخدام السلاسل الزمنية للتنبؤ بإنتاجية الصمغ العربي في سوق محاصيل الأبيض للفترة (1960-2012)، مجلة البحث العلمي للعلوم والآداب**، جامعة الدلنج، السودان ،العدد الخامس عشر، ص 220.

[5] تم الاعتماد على:

-Jack Johnston, John Dinardo, **Méthodes économétriques,** 4eme édition, Economica, France, 1999, P 209.

- Nikolaos Dritsakis, Paraskevi Klazoglou, **Forecasting unemployment rate in USA using Box-Jenkins methodology, International Journal of Economics and financial issues,** Vol 8, issue 1, 2018, p 11.

من الجدير بالذكر أن AR(p)=ARMA(p,0) وكذلك MA (q)= ARMA (0,q) وبالتالي فإن MA (q) و AR (p) تعتبران حالتين خاصتين من ARMA (p,q) [1]، كما أن نموذج ARMA يعتبر حالة خاصة من نماذج ARIMA (نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية) عندما تكون الفروق تساوي صفر أي بمعنى توجد استقرارية بالمتوسط فهذه النماذج مكونة من مركبتين هما الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة بالإضافة إلى الفروق والتي يرمز لها بالرمز (I) وهو رمز التكامل[2].

وعليه فمن خلال ما سبق ذكره في هذا المبحث يتضح أنه من أجل دراسة تطور أي ظاهرة وفهمها لا بد من دراسة التطور التاريخي لسلسلتها الزمنية بهدف نمذجتها والتنبؤ بقيمها المستقبلية، ويتم ذلك وفق أساليب مختلفة من بينها وأشهرها نذكر منهجية Box-Jenkins الموضحة في المبحث الموالي.

[1] عبد المجيد حمزة الناصر، أحلام أحمد جعة، "**بعض الاختبارات المعدلة لملاءمة النماذج للسلسلة الزمنية المناخية في العراق**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر الإحصائي العربي الثاني حول: لا تنمية بدون إحصاء، جامعة سرت، الجماهيرية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، 2-4 نوفمبر 2009، ص 124.

[2] باسم شليبه مسلم، سعد عبيد جميل، أحمد سعد فاضل، **مرجع سابق**، ص 119.

المبحث الثالث: استخدام منهجية Box-Jenkins كأداة للتنبؤ

تهدف منهجية Box-Jenkins إلى نمذجة السلاسل الزمنية الخطية والتنبؤ بقيمها المستقبلية وهي تتم وفق المراحل التالية: مرحلة التعرف، مرحلة التقدير، مرحلة الاختبار وأخيرا مرحلة التنبؤ، لهذا فمن خلال هذا المبحث سنقوم بتعريف هذه المنهجية والتعرف على مراحل تطبيقها.

المطلب الأول: تعريف منهجية Box-Jenkins

تعتبر منهجية Box-Jenkins منهجية ذات صدى كبير واستخدام واسع في تحليل السلاسل الزمنية ذلك أنها تعكس سلوك السلسلة الزمنية سواء كانت موسمية أو غير موسمية[1]، فأول من وضع هذه الطريقة هما العالمان M.JENKINS & GEORGE.O.BOX وهذا خلال سنوات السبعينات فهي من بين الطرق التنبؤية المهتمة باستخلاص المركبات الجوهرية للسلسلة الزمنية كما أنه من أجل تطبيقها يجب أن تتوفر السلسة عن 48 مشاهدة فما فوق كما أنها تستوجب امتلاك الباحث القدرة على الكشف عن النموذج المناسب والملائم للسلسلة الزمنية[2]. تعتمد منهجية Box-Jenkins على استخدام نماذج ARMA العامة بأشكالها المختلفة حيث يعد العالمان Box و Jenkins أول من حدد كيفية استخدام هذه النماذج كما وضعا طرائق كفؤة لحسابها باستخدام الحاسب الآلي[3]، فالهدف الأساسي من منهجية بوكس جنكنز هو إيجاد النماذج الملائمة من نماذج ARIMA(p,d,q) واستخدامها في التنبؤ[4].

---

[1] Hazim M.Gorgess, Raghad Ibrahim, **Time series forecasting by using Box-Jenkins Models**, **Ibn El-Haitham Jour.for Pure & 1ppl.Sci,** Iraq: Faculty of education sclence pure (Ibn Alhaitham) , Vol 26, 2013, p 340.

[2] مختار حميدة، بن سليمان يحي، **دراسة تحليلية تنبؤية لحجم إنتاج مؤسسة مدبغة الهضاب العليا بالجلفة للفترة بين شهر جانفي 2010 وشهر ديسمبر 2013**، **مجلة إدارة الأعمال والدراسات الاقتصادية**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة زيان عاشور بالجلفة، الجزائر، العدد الأول، مارس 2015، ص 72.

[3] خلود موسى عمران، ريسان عبد الامام زعلان، **استخدام بعض الأساليب الاحصائية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مجلة العلوم الاقتصادية**، جامعة البصرة، العراق، المجلد الثامن، العدد 29، 2012، ص 279.

[4] Christian francq, Jean-Michel Zakoian, **GARCH Models structure, statistical inference and financial applications,** first publication, John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom, 2010, P 5.

من الجدير بالذكر أن تطبيق منهجية Box–Jenkins يتم وفق أربعة مراحل هي كالآتي[1]:

– **مرحلة التعرف:** من خلال هذه المرحلة يتم تحديد درجة النموذج المناسب للسلسلة الزمنية وأهم الأساليب التي يتم الاعتماد عليها في هذه المرحلة هي دالة الارتباط الذاتي والجزئي؛

– **مرحلة التقدير (تقدير المعالم):** في المرحلة الثانية من مراحل هذه المنهجية هي مرحلة تقدير معالم النماذج المختارة؛

–**مرحلة الاختبار:** في هذه المرحلة يتم التأكد من أن النموذج المختار هو النموذج الملائم وهذا باختبار فيما إذا كانت بواقي التقدير عبارة عن تشويش أبيض أم لا، حيث إذا كانت بواقي التقدير عبارة عن تشويش أبيض نقبل النموذج المختار وإذا كان العكس فلابد من الإعادة من جديد، لهذا يطلق على منهجية Box–Jenkins بأنها عملية تكرارية؛

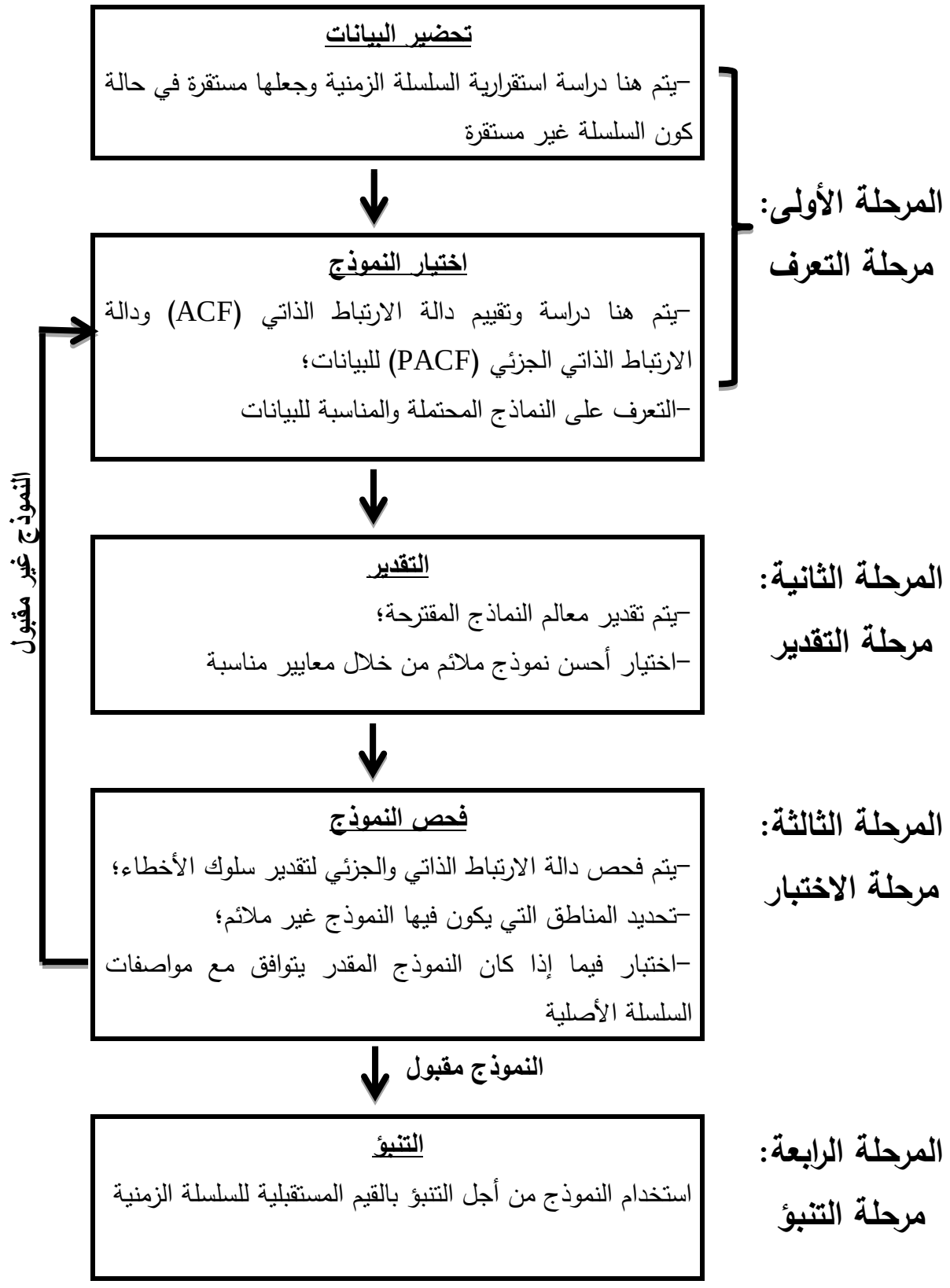
– **وأخيرا مرحلة التنبؤ:** آخر اختبار لنجاح نموذج ARIMA هو التأكد من الأداء الجيد للتنبؤ.

والشكل الموالي يوضح المراحل السابقة لمنهجية Box-Jenkins في نمذجة السلاسل الزمنية.

[1] تم الاعتماد على :

- Khadeega Abd Al-Zahra, Khulood Moosa, Basil H.Jasim, **A comparative study of forecasting the electrical demand in Basra city using Box-Jenkins and Modern Intelligent techniques, Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering**, Basrah university, Iraq, vol 11, no 1, 2015, p 116.
-Damodar Gujarati, **OPCIT**, P 268.

الشكل رقم (2-5): مراحل تطبيق منهجية Box-Jenkins



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على:*

Nikolaos Dritsakis, Paraskevi Klazoglou, ***Forecasting unemployment rate in USA using Box-Jenkins methodology, International Journal of Economics and financial issues,*** *Vol 8, issue 1, 2018, p 11.*

وعليه فمن خلال المطالب الموالية سنحاول التعرف على هذه المراحل كل على حدى.

المطلب الثاني: مرحلة التعرف

تعتمد منهجية Box-Jenkins على نماذج ARMA ومشتقاتها وأولى مرحلة من مراحل هذه المنهجية هي مرحلة التعرف التي تعتمد على دراسة الارتباط الذاتي والجزئي وكشف الارتباط الذاتي وهذا من خلال تحليل دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) للسلاسل الزمنية المستقرة[1]، وعليه فمن خلال هذه المرحلة كما أوضحنا في الشكل السابق يتم دراسة استقرارية السلسلة وهذا من أجل تحويلها إلى سلسلة مستقرة وكذا تحديد النموذج المناسب لها.

الفرع الأول: دراسة استقرارية السلسلة الزمنية

تفترض معظم الدراسات التطبيقية الاقتصادية التي تستخدم بيانات سلسلة زمنية أن هذه السلسلة مستقرة في حين أن أغلب السلاسل الزمنية الخاصة بالحياة الاقتصادية تتصف بعدم الاستقرار نتيجة عدم استقرار الظروف المحيطة، ويمكن الحكم على استقرارية السلسلة من عدمها من خلال رسم انتشار السلسلة الزمنية ودالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)، ويرجع عدم الاستقرارية لأحد الأسباب التالية: وجود اتجاه عام، وجود تقلبات موسمية أو عدم استقرار التباين والوسط الحسابي، كما يقصد بالاستقرارية من الناحية الاحصائية بأن يكون الوسط الحسابي والتباين للسلسلة الزمنية ثابتين[2].

[1] Nessrine Hamzaoui, Boutheina Regaieg, **The long memory behavior of the EUR/USD foreward premium, International journal of economics and financial issues,** university Adana- Meresin yolu uzeri,Turkey, Vol 7, issue 3, 2017, p 438.

[2] ناظم عبد الله عبد المحمدي، سعدية عبد الكريم طعمه، **استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والادارية**، جامعة الأنبار، العراق، المجلد 4، العدد 7، 2011، ص (26-27).

كما أنه بالإضافة إلى دالة الارتباط الذاتي والجزئي فإنه يتم القيام باختبار الجذر الوحدوي وهذا من أجل دراسة الاستقرارية في السلسلة.

- **تحليل دالة الارتباط الذاتي** (ACF) **ودالة الارتباط الذاتي الجزئي** (PACF)

تعبر دالة الارتباط الذاتي ACF عن الارتباط البسيط بين المتغير في فترة زمنية معينة ونفس المتغير في الفترات السابقة، أما دالة الارتباط الذاتي الجزئيPACF فهي تمثل العلاقة بين قيم متتالية لمتغير ما خلال فترتين زمنيتين مختلفتين مع افتراض ثبات الفترات الأخرى[1]، أي أن معامل الارتباط الذاتي الجزئي يقيس قوة الارتباط الخطي بين المتغيرين y_t, y_{t-2} بعد حذف تأثير المتغير الذي يقع بينهما وهو y_{t-1} أي بافتراض ثبات هذا المتغير[2].

وبتقدير معامل الارتباط الذاتي $\hat{\rho}_k$ فإننا نحصل على الصيغة الرياضية التالية[3]:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T}(y_t-\bar{y})(y_{t-k}-\bar{y})}{\sum_{t=1}^{T}(y_t-\bar{y})^2}$$

ومنه فمن أجل الحكم على استقرارية السلسلة الزمنية فإنه يتم الاعتماد على اختبار المعنوية الاحصائية لمعامل الارتباط كما يلي[4]:

$$\begin{cases} H_0: \rho_k = 0 \\ H_1: \rho_k \neq 0 \end{cases}$$

وعليه فمن أجل اختبار الفرضيتين السابقتين فإنه يتم الاعتماد إما على قيمة إحصائية t المحسوبة ومقارنتها مع تلك المجدولة أو من خلال ملاحظة فيما إذا كان معامل الارتباط ينتمي إلى مجال الثقة

[1] فايق جزاع ياسين، **التنبؤ الاقتصادي بالمساحات المزروعة بمحصول الحنطة في العراق باستخدام نماذج ARIMA للمدة (2008-2015)، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية**، جامعة الانبار، العراق، المجلد 2، العدد 9، 2011، ص 6.

[2] سمير مصطفى شعراوي، **مرجع سابق**، ص 126.

[3] مولود حشمان، **مرجع سابق**، ص 146.

[4] Régis Bourbonnais, **OP-CIT**, P 224.

المعرف بالصيغة الرياضية التالية $\boldsymbol{\rho_k = 0 \pm t_{\propto/2} \frac{1}{\sqrt{n}}}$ حيث $t_{\propto/2} = 1{,}96$ و n هي حجم العينة، ومنه فإن السلسلة الزمنية تكون مستقرة عند مستوى معنوية $\alpha = 0.05$ إذا كان معامل الارتباط ينتمي إلى مجال الثقة أي أنه يساوي الصفر وبالتالي ليس له معنوية إحصائية والعكس صحيح[1].

- **مفهوم اختبار الجذر الوحدوي**

جاء اختبار الجذر الوحدوي لتدعيم دالة الارتباط الذاتي الكلية في تحديد طبيعة عدم استقرار السلسلة الزمنية ومحاولة اختيار الطريقة الأنسب لإزالة عدم الاستقرار وهذا بهدف تفادي مشكلة التقدير المزيف والمحافظة على خصائص الاختبارات الاحصائية[2]، ويعتمد اختبار الجذر الوحدوي على اختبار الفرضيتين التاليتين[3]:

$$\begin{cases} H_0: \emptyset = 1 \\ H_1: |\emptyset| < 1 \end{cases}$$

حيث: $\emptyset$ يمثل الجذر الوحدوي ويحسب بالعلاقة التالية: $\widehat{\emptyset} = \frac{\sum_{t=1}^{n} y_{t-1} y_t}{\sum_{t=1}^{n} y_{t-1}^2}$

H_0 : هي فرضية عدم الاستقرار.

وعليه فإن هذا الاختبار يسمى باختبار الجذر الوحدوي لأنه تحت الفرضية الصفرية نجد أن الارتباط الخطي لديه جذر يساوي إلى الواحد[4]، وبالتالي فمن أجل قبول أو رفض الفرضية الصفرية فإن هناك العديد من الاختبارات أهمها اختبار Dickey-Fuller البسيط واختبار Dickey-Fuller المطور.

[1] Régis Bourbonnais, **OP-CIT**, P P 224-225.

[2] مولود حشمان، **مرجع سابق**، ص 208.

[3] William W.S. Wei, **Time series analysis univariate and multivariate methods,** second edition, Pearson education Inc, USA, 2006, p 189.

[4] Roman Kozhan, **Financial econometrics-with Eviews,** Ventus Publishing APS, toun, 2010, P 70.

❖ اختبار Dickey-Fuller البسيط (DF)

قدم العالمان Dickeyو Fuller سنة 1979م اختبار يسمح بالكشف عن وجود جذر وحدوي في السلسلة الزمنية[1]، ويهتم بمعرفة إذا كانت السلسلة الزمنية مستقرة أم لا[2]، ومن أجل هذا الغرض قدم العالمان ثلاث نماذج للاختبار كما يلي[3]:

-النموذج الأول (01): $y_t = \emptyset y_{t-1} + \varepsilon_t$ نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة 1؛

-النموذج الثاني (02): $y_t = \emptyset y_{t-1} + c + \varepsilon_t$ نموذج الانحدار الذاتي بوجود الثابت؛

-النموذج الثالث (03): $y_t = \emptyset y_{t-1} + c + bt + \varepsilon_t$ نموذج الانحدار الذاتي مع اتجاه عام.

ومن أجل إجراء هذا الاختبار فإنه يتم الاعتماد على طريقة المربعات الصغرى لتقدير النماذج الثلاث السابقة التي يصبح شكلها كما يلي[4]:

-النموذج الأول (01): $\Delta y_t = \lambda y_{t-1} + \varepsilon_t$

-النموذج الثاني (02): $\Delta y_t = \lambda y_{t-1} + c + \varepsilon_t$

-النموذج الثالث (03): $\Delta y_t = \lambda y_{t-1} + c + bt + \varepsilon_t$

مع $\lambda = \emptyset - 1$ وبالتالي تأخذ فرضيات الاختبار الشكل التالي[1]:

---

[1] Richard Harris, robert Sollis, **Applied time series modeling and forecasting,** John Wiley & Sons Ltd, England, 2003, p 42.

[2] Hélène Hamisultane, **Econometrie des series temporelles,** p4, article publier sur le site http://helene-hamisultane.voila.net/travaux/SERIES_TEMPORELLE.pdf [consulter le 23/11/2014].

[3] Régis Bourbounnais , **Econométrie –cours et exercices corrigés,** 9eme édition, Dunod, Paris-France, 2015, P 249.

[4] تم الاعتماد على:

- R.Carter Hill, William E.Griffiths, Guay C.Lim, **Principles of econometrics,** Fourth edition, John Wiley & Sons,Inc, United States of America, 2011, P (484-485).

- Sandrine Lardic, **Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières, Economica**, France, 2002, p 132.

$$\begin{cases} H_0: \lambda = 0 \\ H_1: \lambda \neq 0 \end{cases}$$

وعليه فإن الفرضية الصفرية هي فرضية وجود الجذر الوحدوي بالسلسلة الزمنية أي فرضية عدم الاستقرار، والاعتماد على طريقة المربعات الصغرى يسمح بتقدير معاملات النماذج الثلاث السابقة والحصول على القيمة المحسوبة $t_{\hat{\emptyset}}$ ومن ثم مقارنتها بتلك المجدولة فإذا كانت المحسوبة أكبر من المجدولة نقول أن السلسلة الزمنية تحتوي على الجذر الوحدوي أي أنها غير مستقرة[2]، أي أنه إذا تم قبول الفرضية الصفرية في احدى النماذج الثلاث السابقة فإن السلسلة الزمنية غير مستقرة[3].

❖ اختبار Dickey-Fuller المطور (ADF)

قام العالمان Dickey و Fuller بتطوير اختبارهما السابق وأطلقا عليه اسم اختبار Dickey-Fuller المطور (Augmented Dickey-Fuller) وهذا راجع لملاحظتهما بأنه في حالة وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء فهذا لا يأخذ في عين الاعتبار ذلك أن ε_t في النماذج السابقة عبارة عن صدمات عشوائية افتراضا[4]، من الجدير بالذكر أن فرضيات هذا الاختبار لم تتغير بل بقيت نفس الفرضيات السابقة أي أن قبول الفرضية الصفرية يعني وجود جذر وحدوي وبالتالي السلسلة غير مستقرة ولابد من حساب الفروق والعكس صحيح[5]. يعتمد هذا الاختبار المطور على تقدير النماذج الثلاثة التالية[6]:

-النموذج (04): $\Delta y_t = \lambda y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \emptyset_j \Delta y_{t-j+1} + \varepsilon_t$

---

[1] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 209.

[2] بن عوالي حنان، **تطبيق الأساليب الحديثة لتقنيات التنبؤ بالمبيعات في المؤسسة الاقتصادية (دراسة حالة المؤسسة الوطنية للصناعات الميكانيكية ولواحقها ORSIM**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف، الجزائر، 2008/2007، ص 58.

[3] Régis Bourbounnais, **OPCIT**, P 249.

[4] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 210.

[5] Dominick Salvatore, Derrick reagle, **Theory and problems of statistics and econometrics,** second edition, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, United Sates of America, 2002, P 246.

[6] Régis Bourbonnais, **OP-CIT**, p 232.

-النموذج (05): $\Delta y_t = \lambda y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \emptyset_j \Delta y_{t-j+1} + c + \varepsilon_t$

-النموذج (06): $\Delta y_t = \lambda y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \emptyset_j \Delta y_{t-j+1} + c + bt + \varepsilon_t$

بعد الحكم على استقرارية السلسلة الزمنية من عدمها من خلال ما سبق وفي حالة التأكد من عدم الاستقرارية لا بد من جعل السلسلة الزمنية مستقرة، ومن بين الأساليب المستخدمة في تثبيت استقرارية السلسلة الزمنية ما يلي[1]:

- **في حالة عدم ثبات التبيان:** من أهم التحويلات المستخدمة في تثبيت تباين السلسلة الزمنية هي الحصول على اللوغاريتم الطبيعي لبيانات السلسلة أو الحصول على الجذر التربيعي لها أو مقلوب البيانات؛
- **في حالة وجود اتجاه عام:** من الطرق المستخدمة للتخلص من الاتجاه العام:

1) طريقة الانحدار الخطي في تقدير الاتجاه العام ثم عزله والتعامل مع البواقي كسلسلة زمنية مستقرة وتسمى هذه العملية detrending؛

2) طريقة الفروق وتقتضي هذه الطريقة طرح قيم المشاهدات من بعضها البعض لفترات ابطاء معينة، وقد يلجأ الباحث إلى تطبيق (d) من الفروق للتخلص من الاتجاه العام للحصول على سلسلة زمنية مستقرة.

- **في حالة الموسمية:** لتجريد السلسلة الزمنية من العنصر الموسمي تستخدم طريقة الفرق الموسمي (seasonal differencing) وذلك بطرح القيم من بعضها البعض حسب فترات الإبطاء المتسقة مع نوع البيانات.

[1] ناظم عبد الله عبد المحمدي، سعدية عبد الكريم طعمه، **مرجع سابق**، ص 27.

الفرع الثاني: تحديد درجة النماذج الملائمة

لابد من الإشارة إلى أن التنبؤ الجيد يعتمد على إيجاد النموذج الملائم للسلسلة المدروسة خلال فترة زمنية محددة، لهذا فمن خلال هذه المرحلة وبعد الحصول على سلاسل مستقرة من خلال المرحلة السابقة يتم الاعتماد على ملاحظة دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي وهذا من أجل تحديد النماذج الخطية الملائمة أي تحديد خصائص نموذج ARIMA(p,I,q) [1]، ونقصد بذلك التعرف على قيمة كل من p و q حيث تحدد قيمة q من خلال معرفة القيمة الأخيرة التي من أجلها تؤول معاملات دالة الارتباط الذاتي (ACF) إلى الصفر أما قيمة p فهي تعبر عن القيمة الأخيرة التي من أجلها تكون جميع معاملات دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) مساوية للصفر[2].

والجدول الموالي يوضح كيفية الاعتماد على كل من دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي **(PACF)** في تشخيص النموذج أو النماذج الملائمة كما يلي[3]:

[1] Chris Chatfield, **Time-series forecasting,** Chapman&Hall/CRC, United States of America, 2000, P 98.

[2] فايق جزاع ياسين، م**رجع سابق**، ص 6.

[3] تم الاعتماد على:

–حمد بن عبد الله الغنام، تحليل **السلسلة الزمنية لمؤشر أسعار الأسهم في المملكة العربية السعودية باستخدام منهجية بوكس جينكنز -Box) (Jenkins method، مجلة جامعة الملك عبد العزيز– الاقتصاد والإدارة–**، جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية، المجلد 17، العدد 2، 2003، ص 11.

–أمل علي غافل، **مرجع سابق**، ص 198.

الجدول (2-1): كيفية تشخيص النموذج

النموذج	دالة الارتباط الذاتي(ACF)	دالة الارتباط الذاتي الجزئي(PACF)
AR(p)	تضاؤل تدريجي للصفر أو متذبذب	نلاحظ نتؤ خلال التباطؤ p وجميع القيم الأخرى للمعاملات منعدمة
MA(q)	وجود نتؤ موجب أو سالب عند التباطؤ q وباقي القيم الأخرى للمعاملات داخل مجال الثقة أي منعدمة	تضاؤل تدريجي أو متذبذب
ARMA(p,q)	تضاؤل تدريجي سواء مباشر أو متذبذب بداية من التباطؤ q	تضاؤل تدريجي مباشر أو متذبذب بداية من التباطؤ p

المصدر: *حمد بن عبد الله الغنام،* ***تحليل السلسلة الزمنية لمؤشر أسعار الأسهم في المملكة العربية السعودية باستخدام منهجية بوكس جينكنز (Box-Jenkins method)، مجلة جامعة الملك عبد العزيز- الاقتصاد والإدارة-،*** *جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية، المجلد 17، العدد 2، 2003 ص 11.*

المطلب الثالث: مرحلة التقدير

تتم في هذه المرحلة تقدير معالم النماذج المحددة في المرحلة السابقة وبعدها المفاضلة بينهم[1].

- طريقة تقدير نموذج AR(p)

هناك العديد من الطرق المستخدمة من أجل تقدير معلمات نموذج الانحدار الذاتي نذكر منها الطريقة الأكثر استخداما وهي طريقة المربعات الصغرى أو كما يسمى الطريقة الانحدارية ولدينا النموذج AR(p)[2]:

$$y_t = \emptyset_0 + \emptyset_1 y_{t-1} + \emptyset_2 y_{t-2} + \cdots + \emptyset_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

يمكن إعادة كتابة الصيغة السابقة بالشكل المصفوفي كما يلي[1]:

[1] Johannes Tshepiso Tsoku, Nonofo Phukuntsi, Daniel Metsileng, **Gold sales forecasting: the Box-Jenkins methodology, Virtus nterpress,** Risk governance & control: financial market & institutions, Volume 7, issue 1, winter 2017, p 55.

[2] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 220.

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ . \\ . \\ . \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots 0 \\ 1 & y_1 & 0 & \dots 0 \\ & & \dots \dots . & \\ & & \dots \dots . . & \\ & & \dots \dots \dots & \\ 1 & y_{t-1} & y_{t-2} & \dots y_{t-p} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \emptyset_0 \\ \emptyset_1 \\ . \\ . \\ . \\ \emptyset_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ . \\ . \\ . \\ \varepsilon_t \end{pmatrix}$$

يمكن اختصارها في الشكل التالي: $Y = X * \boldsymbol{\Phi} + \boldsymbol{\varepsilon}$

وعليه فإنه بتطبيق طريقة المربعات الصغرى العادية فإننا نحصل على الصيغة المصفوفية للمقدرات كما يلي: $\widehat{\emptyset} = (X'X)^{-1}X'Y$.[2]

- طرق تقدير نموذج ARMA(q,p) وMA(q)

تعد طريقة التقدير لنماذج ARMA(q,p)وMA(q) أكثر تعقيد من النماذج الانحدارية كونها غير خطية في المعالم من جهة وعدم مشاهدة متغير الأخطاء من جهة أخرى. فهدف التقدير هنا هو تحديد معالم القسم الانحداري وقسم المتوسطات المتحركة معا في حالة ARMA(q,p)، أو قسم المتوسطات المتحركة لوحدها في حالة نموذج MA(q) .[3]

❖ المفاضلة بين النماذج المقدرة

ومنه بعد القيام بتقدير النماذج فإنه لابد من المفاضلة بينهم وهذا يكون بالاعتماد على معيار AKAIKE، ومعيار Shwarz وأخيرا معيار Hannan-Quinn ويكون الاختيار على أساس النموذج الذي يعطي أقل قيمة لهذه المعايير.

[1] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 221.

[2] المرجع نفسه.

[3] مولود حشمان، **مرجع سابق**، ص 155.

-معيار AKAIKE(AIC) (1969): لقد قام العالم الياباني AKAIKE باقتراح معيار عام في تطوير ونمذجة السلاسل الزمنية يدعى Akaike's Information Criterion (AIC) وهو يستخدم في تشخيص رتب نماذج السلاسل الزمنية وكذا استخدامه في مجالات احصائية أخرى[1]، وبالتالي فهو من بين المعايير التي يتم الاعتماد عليها في المقارنة بين النماذج أي في اختيار النموذج الملائم للسلسلة الزمنية[2]. ويعطى هذا المعيار الذي يعتبر الأكثر استعمالا وفق العلاقة التالية[3]:

$$AIC = \hat{\sigma}^2 exp\left(2\left(\frac{p+q}{t}\right)\right)$$

حيث[4]:

$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum e_t^2}{t}$: تمثل تباين البواقي المحسوب بطريقة المعقولية العظمى ويكون هذا بقسمة مربعات البواقي على عدد المشاهدات فقط؛

(p+q) يشير إلى عدد معالم النموذج وليس مجموع درجتي النموذج.

عند إعادة صياغة النموذج وفق الشكل اللوغاريتمي فإنه يأخذ الصيغة التالية[5]:

$$AIC = Ln(\hat{\sigma}^2) + \left(2\left(\frac{p+q}{t}\right)\right)$$

[1] عبد اللطيف حسن شومان، هيثم حسون ماجد، **استخدام أساليب السلاسل الزمنية لمعالجة الاختلافات الموسمية في الرقم القياسي لسعر المستهلك، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق، المجلد 19، العدد 74، 2013، ص 365.

[2] Paul S.P.Cowpertwait, Andrew V.Metcalfe, **OPCIT,** P106.

[3] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 253.

[4] المرجع نفسه، ص 253.

[5] مناهل دانيال عبد الأحد، **التنبؤ بمبيعات السكر في معمل الموصل باستخدام معيار اكياكي، مجلة التربية والعلم**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 24، العدد1، 2011، ص 116.

-***معيار Shwarz (1979):*** يدعى هذا المعيار بـ Schwarz Information Criterion (SIC) كما يعرف أيضا بمعيار BIC وهو اختصار لـ Bayesian Information Criterion[1]، حيث نجد أن Shwarz قام بتعديل المعيار السابق ليأخذ هذا المعيار الصيغة الرياضية التالية[2]:

$$BIC = Ln\hat{\sigma}^2 + \frac{(p+q)}{t} Ln(t)$$

-***معيار Hannan-Quinn(1979):*** يحسب هذا المعيار وفق العلاقة التالية[3]:

$$HQ(p,q) = Ln(\hat{\sigma}^2) + (p+q)C^{\frac{LnLnT}{T}}$$

حيث: $C > 2$ ويكون النموذج الأفضل حسب هذا المعيار هو ذلك الذي يحقق أقل قيمة لهذا المعيار.

المطلب الرابع: مرحلة الفحص أو الاختبار

بعد مرحلة التقدير السالفة الذكر تأتي ثالث مرحلة من مراحل منهجية Box-Jenkins وهي مرحلة التشخيص أو الاختبار حيث تستلزم استراتيجية بناء نموذج وفق منهجية Box-Jenkins تشخيص مدى ملائمة النموذج المتحصل عليه والتأكد من قبوله نهائيا، كما أنه يجب أن تكون مربعات البواقي أقل ما يمكن وR^2 أكبر ما يمكن. من الجدير بالذكر أن التأكد من الملائمة الشاملة للنموذج المتحصل عليه يكون من خلال اختبار معنوية معالم النموذج كل على حدا وكذا تحليل بواقي التقدير وهذا من أجل التأكد من كونها عبارة عن تشويش أبيض[4]. وفيما يلي شرح لهذه الاختبارات.

---

[1] Robert H.Shumway, David S.Stoffer, **OPCIT**, P 53.

[2] سعيد هتهات، **دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح–ورقلة–، 2006/2005، ص 169.

[3] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 254.

[4] Robert A.Yaffee, Monnie McGee, **Introduction to time series analysis and forecasting (with application of SAS and SPSS),** Academic Press INC, New York, USA, without year, P (208-211).

❖ **اختبار معنوية معالم النموذج**

يقصد باختبار معنوية النموذج اختبار فيما إذا كانت معاملات النموذج تختلف معنويا عن الصفر أي اختبار فيما إذا كانت المعالم دالة احصائيا أم لا، ونعتمد من أجل هذا الغرض على اختبار t (test de student) والذي يطبق بالطريقة العادية والمألوفة، وبالتالي فإنه في حالة ما إذا كان النموذج يحتوي على معامل ليس له دلالة احصائية فإنه لابد من حذفه أي حذف رتبة النموذج AR أو MA الذي ليس له دلالة إحصائية وإعادة صياغة النموذج بدونه[1].

❖ **تحليل البواقي (اختبار بواقي التقدير)**

بعد التأكد من أن النموذج كان مناسبا لبيانات السلسلة ومعالمه مقبولة فإنه يجب التأكد أيضا من القبول النهائي له من خلال تحليل البواقي أي بواقي التقدير الناجمة عن نموذج ARMA(p,q) وذلك بالتأكد من كونها عبارة عن تشويش أبيض[2]. وعليه نعتمد في اختبار البواقي على اختبار استقلالية واستقرارية البواقي وكذا التوزيع الطبيعي للبواقي.

-*اختبار استقرارية البواقي*

نختبر استقرارية البواقي من خلال الاعتماد على اختبار المعنوية الإحصائية لمعاملات الارتباط الذاتي لمربعات البواقي، حيث تكون سلسلة مربعات البواقي مستقرة أي التباين الشرطي للأخطاء متجانس

[1] Régis Bourbonnais**, OP-CIT**, p 244.
[2] Douglas C.Montgomery, Cheryl L.Jennings, Murat Kulahci, **Introduction to time series analysis and forecasting,** John Wiley & Sons INC publication, United states of America, 2008, P 266.

إذا كانت معاملات الارتباط الذاتي الكلية لمربعات البواقي داخل مجال الثقة[1]، كما يمكن الاعتماد أيضا في هذا الاختبار على اختبار ARCH للتجانس[2].

-اختبار استقلالية البواقي

من أجل اختبار استقلالية البواقي فإننا نعتمد على اختبار دالة الارتباط الذاتي حيث نقوم بحساب ورسم منحنى دالة الارتباط الذاتي وملاحظة فيما إذا كانت معاملات الارتباط داخل مجال الثقة أم لا، ذلك أنه إذا كانت المعاملات داخل مجال الثقة فهذا يعني أنه ليس لها دلالة إحصائية أي أن هناك استقلالية بين الأخطاء والعكس صحيح[3]. كما يمكن أيضا الاعتماد إما على اختبار Durbin Watson التي تسمح باكتشاف الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى أو الاعتماد على اختبار Box et Pierce و Ljung et Box الذي يسمح باختبار مجموع الارتباطات الذاتية للبواقي[4].

-اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

من أجل اختبار فيما إذا كانت البواقي تخضع للتوزيع الطبيعي أم لا نعتمد على إحصائية Jarque-Bera والتي بدورها تعتمد على معاملين هما: معامل التفرطح Kurtosis (K) ومعامل التناظر Skewness (S) الذين يكتبان كما يلي[5]:

$$S = \frac{\left[\frac{1}{t}\sum_{t=1}^{t}(y_t - m)^3\right]^2}{\left[\frac{1}{t}\sum_{t=1}^{t}(y_t - m)^2\right]^3} = \beta_1$$

[1] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 224.

[2] Régis Bourbonnais**, OP-CIT,** p 263.

[3] عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **الحديث في: الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**، الطبعة الثالثة، الدار الجامعية، مصر، 2004، ص 733.

[4] Régis Bourbonnais**, OP-CIT,** p 263.

[5] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 200.

$$K = \frac{\frac{1}{t}\sum_{t=1}^{t}(y_t - m)^4}{\left[\frac{1}{t}\sum_{t=1}^{t}(y_t - m)^2\right]^2} = \beta_2$$

حيث: m هي المتوسط الحسابي للسلسلة الزمنية المستقرة، ومنه تحسب إحصائية Jarque-Bera كما يلي: $JB = \frac{T}{6}\beta_1 + \frac{T}{24}(\beta_2 - 3)^2$ ويتم مقارنتها مع القيمة المجدولة لـ x^2 بدرجة حرية 2 وبنسبة معنوية α فإذا كانت المحسوبة أكبر من المجدولة فإننا نرفض التوزيع الطبيعي[1]، تصاغ الفرضية الصفرية لهذا الاختبار كما يلي[2]:

$$H_0: \beta_1^{1/2} = \beta_2 = 0$$

المطلب الخامس: مرحلة التنبؤ

تعتبر مرحلة التنبؤ آخر مرحلة من مراحل منهجية بوكس جنكنز وأهمها، فالهدف من هذه المرحلة هو الاعتماد على النموذج النهائي الذي يمثل الظاهرة المدروسة أي السلسلة الزمنية المدروسة (وهذا بعد المرور بالمراحل السابقة) من أجل إيجاد قيمها المستقبلية أي التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة (السلسلة الزمنية)[3]. وهنا نميز نوعين واضحيين من التنبؤ:

- **تنبؤ بخطوة واحدة للأمام** أين يتم توليد التنبؤ بالقيمة الموالية فقط؛
- **تنبؤ بعدة خطوات للأمام** والتي تسمح بإعطاء تنبؤات لـ 1,2,3,.....,k خطوة إلى الأمام.

[1] شيخي محمد، **مرجع سابق**، ص 240.

[2] المرجع نفسه، ص 240.

[3] عصام حسين البياتي، فؤاد عبده إسماعيل المخلافي، **استخدام أسلوب بوكس–جينكنز للتنبؤ بإنتاجية العمل في مصنع اسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني**، **مجلة الإدارة والاقتصاد**، الجامعة المستنصرية، العراق، العدد 36، 2007، ص 35.

كما أن العديد من البحوث بينت أن منهجية بوكس جنكنز هي التي أعطت نماذج أكثر دقة وهذا بالاعتماد على معايير الدقة، فالتنبؤ الأمثل هو التنبؤ الذي ينتج عنه خطأ صغيرا جدا وتباين أقل ما يمكن[1].

المطلب السادس: مميزات وعيوب منهجية بوكس جنكنز

تعتبر منهجية بوكس جنكنز من أهم الأساليب الحديثة لتحليل السلاسل الزمنية وهذا لما تتمتع به من **مميزات** نوجز أهمها فيما يلي[2]:

– تعتبر منهجية بوكس جنكنز أسلوب نمذجة وتنبؤ منظم وشامل وموثوق به ذلك أنها تقدم حلولا شاملة لجميع مراحل تحليل السلاسل الزمنية ابتداءً من اختيار النموذج الأولي الملائم إلى غاية التنبؤ بالقيم المستقبلية؛

–لا تفترض المنهجية الاستقلال بين مشاهدات السلسلة بل هي تستغل أنماط الارتباط الكامنة في البيانات المتاحة في نمذجة البيانات من خلال عائلة نماذج ARMA التي تتميز بقوتها وثرائها وقدرتها على عكس أنماط الكثير من السلاسل الزمنية التي نصادفها في التطبيقات العملية مما يؤدي إلى الحصول على تنبؤات متسقة إحصائيا؛

–تعطي المنهجية تنبؤات دقيقة إذا توفرت البيانات الكافية لتطبيقها؛

[1] تم الاعتماد على:

– عصام حسين البياتي، فؤاد عبده إسماعيل المخلافي، **مرجع سابق**، ص 35.

-Johannes Tshepiso Tsoku, Nonofo Phukuntsi, Daniel Metsileng, **OPCIT**, p 56.

[2] سمير مصطفى شعراوي، **مرجع سابق**، ص (356–375).

-أخيرا من بين الأسباب التي تشجع استخدام منهجية بوكس جنكنز هو توافر آليات حسابية تتميز بالكفاءة العالية بالإضافة إلى توافر العديد من الحزم الاحصائية القادرة على تنفيذ جميع مراحل التحليل مثل Eviews 8 وهو البرنامج الذي سنعتمد عليه في الجانب التطبيقي.

رغم المميزات التي تتمتع بها منهجية بوكس جنكنز والاستخدام الواسع لها إلا أن هناك مجموعة من **العيوب** التي تعاني منها نوجزها كما يلي[1]:

-تحتاج منهجية بوكس جنكنز في تطبيقها إلى مهارات وخبرات شخصية من نوع خاص وهذا ما قد لا يتوفر في الكثير من الباحثين خاصة في اختيار النموذج الملائم للبيانات وهذا ما جعل البعض يعتبرها نوعا من العلم والفن معا؛

-ما يعاب على هذه المنهجية أنها تحتاج في تنفيذها إلى كم كبير من الحسابات المعقدة التي لا يمكن تنفيذها إلا بواسطة جهاز الكمبيوتر؛

-أخيرا يمكن القول أن أهم ما يعاب على منهجية بوكس جنكنز هو صعوبة تحديث النتائج عنما تتوافر بيانات جديدة، ذلك أنه عندما تتوفر مشاهدة جديدة يجب تكرار كل مراحل التحليل مرة أخرى للتنبؤ بالمشاهدات المستقبلية وهذا ما يجعل استخدام هذه المنهجية عادة ما يكون أكثر تكلفة من الطرق الأخرى.

لابد من الإشارة إلى أن نمذجة السلاسل الزمنية والتنبؤ بقيمها المستقبلية لا تعتمد فقط على منهجية Box-Jenkins وإنما هناك العديد من الأساليب من بينها الشبكات العصبية الاصطناعية التي أخذت

[1] سمير مصطفى شعراوي، **مرجع سابق**، ص (357-358).

حيز كبير من الاهتمام في الآونة الأخيرة من قبل الباحثين، ومن خلال المبحث الموالي سنحاول عرض أهم المفاهيم الخاصة بها.

المبحث الرابع: فلسفة الشبكات العصبية الاصطناعية

من خلال هذا المبحث سنحاول تقديم تعريف للشبكات العصبية الاصطناعية وكذا أهم المحطات التاريخية التي مر بها ظهورها ونشأتها وغيرها من العناصر التي سنوضحها من خلال مطالب هذا المبحث.

المطلب الأول: التطور التاريخي للشبكات العصبية الاصطناعية

مر تطور الشبكات العصبية الاصطناعية بتاريخ طويل وحافل من المحطات والتي تزامنت في الوقت ذاته مع تاريخ تطور البرمجة الالكترونية للحاسوب[1]، حيث يرجع ظهور نظام الشبكات العصبية الاصطناعية إلى سنوات 1940م وهذا بأعمال Warren McCulloch و Walter Pitts الذين أظهرا بأنه بالاعتماد على هذه الشبكات يمكننا حساب أي دالة حسابية (arithmétique) أو منطقية (logique)، أما التطبيق الحقيقي (concrète) للشبكات العصبية الاصطناعية كان في نهاية سنوات 1950 وهذا بأعمال Frank Rosenblatt على شبكة البرسبترون، وبالتالي فالشبكات العصبية الاصطناعية هي أسلوب منبثق من الذكاء الاصطناعي الذي يستعمل عادة في العلوم التطبيقية (البيولوجيا، الفيزياء..)، ودخل هذا التطبيق في مجال المالية في بداية سنوات 1990م كأسلوب كمي للتنبؤ[2]، فالشبكات العصبية الاصطناعية تتسم بحداثة تطبيقاتها في المجالات الإدارية ذلك أنه منذ بداية سنة 1990م انتشر استخدام هذه الشبكات في كثير من التطبيقات الخاصة بالعلوم الإدارية واتجهت

[1] David Kriesel, **A brief introduction to Neural network,** electronic book published in: http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks, p 9.

[2] Boujelbene Younès, Khemakhem Sihem, **Prévision du risque de crédit : une étude comparative entre l'analyse discriminante et l'approche neuronale,** 2013, p (4-5), publier sur : http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00905199 [consulter le 15/07/2017].

العديد من الدراسات والأبحاث إلى الاعتماد على نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية باعتبارها أداة مهمة وملائمة للتحليل والتقدير والتنبؤ بالمخاطر المختلفة التي تواجه المؤسسة[1].

وعليه فإنه يمكن إيجاز أهم المحطات التاريخية لظهور وتطور الشبكات العصبية الاصطناعية فيما يلي[2]:

- عام **1943 م** قام كل من **Mcculloch &Pitts** بوضع أول نموذج رياضي للنيرون الذي أدخل فكرة الدالة الحدية؛
- عام **1949** م قام **Hebb** بتطوير نظام رياضي للتعلم للشبكات العصبية والذي يحمل اسم التعليم الهيبيائي، وتعتبر نظرية التعلم هذه من الأساسيات التي استخدمت لتطوير الشبكات بعد ذلك؛
- عام **1957** م قام **Rosenblatt** بتطوير نموذج Mcculloch &Pitts للنيرون وذلك بإضافة نظرية التعلم وإطلاق اسم عنصر الإدراك العصبي عليه ودراسة النماذج ذات الطبقتين والثلاث طبقات المكونة من عناصر الإدراك، واقترح نظرية عناصر الإدراك المجمعة والتي تؤدي إلى ضبط الأوزان بين المدخل والناتج طبقا لقيم الخطأ ولكنه لم يتوصل إلى طريقة رياضية واضحة لتعليم الطبقة الخفية؛

[1] بوزيدي لمجد، **دور الذكاء الاصطناعي في التوقع والتحليل الكمي للمخاطر في المؤسسة الاقتصادية، مجلة أبعاد اقتصادية**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أحمد بوقرة، بومرداس، الجزائر، المجلد 6، العدد 1، جوان 2016، ص (236-237).

[2] عدالة العجال، **استخدامات العمليات العشوائية ونماذج الشبكة العصبية في التنبؤ الاقتصادي، ودورها في دراسة الآفاق المستقبلية للواقع التقني والتسويقي للمؤسسة الصناعية بالجزائر**، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، تخصص تقنيات كمية مطبقة، كلية العلوم الاقتصادية علوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة وهران، الجزائر، 2010-2011، ص (61-62).

- قام **Widrow** عام **1959** م باقتراح شبكات عصبية شبيهة بعناصر الإدراك أطلق عليها اسم العناصر الخطية المتكيفة ذاتيا والتي تقوم بضبط وتعديل الأوزان بين طبقة المدخل والناتج طبقا للفرق بين المطلوب والمحسوب، وفي عام **1960** م تم إثبات أن هذا الفرق يصل إلى قيمة صغرى عند شروط معينة؛

- تعتبر أبحاث **Stephen Grossberg** سنة **1964** م من أهم الأعمدة التي ساهمت في تطوير نظم الشبكات العصبية الاصطناعية المتكيفة حيث قام بإنشاء مركز للنظم الانضباطية المتكيفة بجامعة بوسطن، وحاول تصميم شبكات عصبية قادرة على التنظيم الذاتي والاتزان الذاتي والقدرة الذاتية على تغيير المقياس وذلك للعمل في الزمن الحقيقي؛

- عام **1971** م **Kohnen** على دراسة الذاكرة الترابطية الخطية والتي تحتاج إلى متجهات خطية حرة حيث تقوم بخزن أنسب المتجهات والتي غالبا ما تكون غير خطية وقد أطلق عليها الذاكرة الترابطية الخطية المثلى؛

- اشتغل **Cooper** عام **1973** م منذ السبعينات بدراسة النمذجة للشبكات العصبية ثم قام بإنشاء مجموعة نستور (1974) لإنتاج شبكات عصبية على المستوى التجاري حيث تم استخدام كل من نظرية الطاقة المنخفضة لكولوم والشبكات المطورة؛

- عام **1976** م قام **Hopfield & Tank** بتحديد النقطة المستقرة للشبكات العصبية ذات القضبان المتقاطعة ولقد تم بناء النموذج على تعريف الطاقة المسماة طاقة ليبنوف وذلك بالاستعاضة عن القيام بوضع الحل لمجموعة من المعادلات الديناميكية اللاخطية؛

- عام **1993** م أوضح **Refens** كيف تستطيع الشبكات العصبية والتي يمكن تغذيتها يوميا بالتغيير في معدلات أسعار العملات أن تتنبأ بمعدلات هذا التغير في المستقبل وذلك بناءً على التغيرات السابقة، كما يجري استخدامها في التعرف والتنبؤ بالدورات الاقتصادية واتجاه هذه الاقتصاديات على المستوى العالمي؛

- عام **1993** م قام **Rene Biewald** بتطوير أنظمة ملاحية باستخدام هذه الشبكات يمكنها تفادي العقبات أثناء الملاحة في الأماكن الضيقة وذلك من خلال إنسان آلي يمثل الشبكة العصبية التي تم تغذيتها من قبل العمود الفقري لهذا النظام؛

- علماء آخرون خلال الفترة **1994** م إلى العقد الأول من القرن **21:** يعتبر التعرف والتنبؤ الاقتصادي أهم التطبيقات للشبكات العصبية الاصطناعية حيث يمكن تدريب وتعليم هذه الشبكات على التعرف على أشكال معينة للشبكة وذلك بتغذيتها بسلاسل زمنية للظاهرة المراد دراستها مما يجعلها تتعرف على آفاقها المستقبلية أوتوماتيكيا حتى في وجود المركبة العشوائية.

المطلب الثاني: مفهوم الشبكات العصبية الاصطناعية وفلسفتها

يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه عبارة عن الجهود المبذولة لتطوير النظم المعتمدة على الحاسوب لإعطائه القدرة على القيام بوظائف تحاكي ما يقوم به العقل الإنساني والتي يمكن أن تتصرف كالبشر من حيث القابلية لتعلم اللغات، انجاز مهمات مادية وإدارية، استخدام المعدات المدركة بالإحساس، ومضاهاة خبرة الإنسان في اتخاذه للقرار والقدرة على التفكير[1]؛ وعليه فإن للذكاء الاصطناعي مجالات متعددة أي

[1] تم الاعتماد على:

– فايز جمعه النجار، **نظم المعلومات الإدارية –منظور إداري–**، الطبعة الثالثة، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2010، ص 168.

– عبد الله حسن مسلم، **إدارة المعرفة وتكنولوجيا المعلومات**، الطبعة الأولى، دار المعتز للنشر والتوزيع، الأردن، 2015، ص 136.

أنه يمكن أن يطبق في العديد من الحقول العلمية والنظرية المختلفة وبالتالي يمكن حصر تطبيقاته الرئيسية كما يلي: تطبيقات الواجهة البينية (Natural interface application) (مثل خلق الواقع الافتراضي)، تطبيقات الآلات الذكية (Applications of robotics) (مثل تحسين أداء الآلة من حيث الإدراك المرئي، المحسوس والملموس)، تطبيقات العلم الادراكي (Cognitive science application) مثل (المنطق المضبب) وأخيرا تطبيقات علم الحاسوب (Computer science application) مثل الشبكات العصبية الاصطناعية[1].

وعليه تعتبر الشبكات العصبية الاصطناعية أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يهتم ببنية ووظائف الدماغ وقدراته الأصلية في التفكير والتعلم والاستنتاج وخزن ومعالجة المعلومات والمعرفة (تطبيقات علم الحاسوب)، وبالتالي يمكن تعريفها بأنها ذلك الفرع من علوم الحاسوب الذي يمكن بواسطته تصميم برامج للحاسبات تحاكي أسلوب الذكاء الانساني لكي يتمكن الحاسوب من أداء بعض المهام بدلا من الانسان[2]، لكن الجدير بالذكر أن هناك اختلاف في آراء الباحثين حول العلاقة بين أساليب الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية الاصطناعية فمنهم من يرى أن الشبكات العصبية الاصطناعية لا تعتبر من فروع الذكاء الاصطناعي وذلك لعدم اعتمادها على أساسيات هذا العلم كما أنها لا تحمل الخواص

[1] فايز جمعه النجار، **مرجع سابق**، ص (168-169).

[2] تم الاعتماد على:

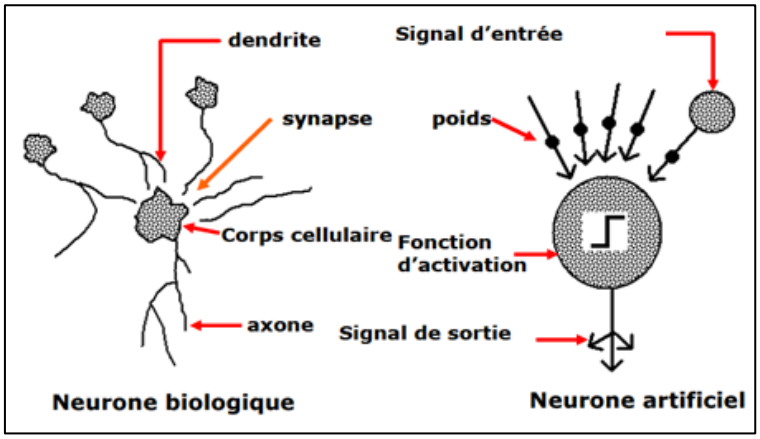
- البيومي عوض عوض طاقية، الشيماء إبراهيم السيد الوصيفي، **التنبؤ باستخدام الدمج بين الشبكات العصبية الاصطناعية ونماذج بوكس وجينكينز (دراسة تطبيقية)**، المجلة المصرية للدراسات التجارية، جامعة المنصورة، مصر، المجلد 36، العدد 02، 2012، ص 2.

-فايز جمعه النجار، **مرجع سابق**، ص 169.

العامة له وبالتالي فإنها مكملة للذكاء الاصطناعي وخصوصا في مجالات اكتساب المعارف والاستدلال والتعلم الآلي[1].

تعرف الشبكات العصبية على أنها مجموعة من العناصر الهيكلية المتشابهة والتي تدعى عصبونات (أو خلايا) مرتبطة فيما بينها لتشكل النظام العصبي للفقاريات، لهذا فالعصبونات البيولوجية كانت مصدر إلهام لإيجاد عصبونات اصطناعية وبالتالي كان من الضروري محاكاة عناصر العصبونات البيولوجية مع نظيرتها الاصطناعية[2] والشكل الموالي يوضح ذلك.

الشكل رقم (2-6): مناظرة بين العصبون البيولوجي والعصبون الاصطناعي



المصدر: *Koffi Yao Blaise, Ahoussi Kouassi Ernest, Kouassi Amani Michel, Kouassi Ouattra, Kpangui Loukou Christophe, Biemi Jean,* ***Application des réseaux de neurones formels pour la prévision des débits mensuels du Bandama blanc à la station de Tortiya (Nord de la cote d'ivoire),*** ***Afrique Science,*** *L'ENS d'Abijan, Cote d'ivoire, 10(3), 2014, p138.*

[1] أمال محمد محمد عوض، يسرى أمين سامي، "**دراسة تحليلية مقارنة لأساليب مساعدة القرار وأثرها على نفعية الاتصالات الخارجية لمهنة المراجعة**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول: ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الزيتونة الأردنية، الأردن، 23-26 أفريل 2012، ص 62.

[2] Koffi Yao Blaise, Ahoussi Kouassi Ernest, Kouassi Amani Michel, Kouassi Ouattra, Kpangui Loukou Christophe, Biemi Jean, **Application des réseaux de neurones formels pour la prévision des débits mensuels du Bandama blanc à la station de Tortiya (Nord de la cote d'ivoire), Afrique Science,** L'ENS d'Abijan, Cote d'ivoire, 10(3), 2014, p137.

وبالتالي فإن الشبكات العصبية الاصطناعية تعرف أيضا على أنها العلم الذي يهتم بدراسة أنظمة الضبط والاتصالات في الكائنات الحية بغية صنع نموذج شبيه بالعقل البشري، ومنه فهي عبارة عن تراكيب حسابية تمت صياغتها بالاعتماد على الخلايا البيولوجية[1] ، وهي تتشابه مع الدماغ البشري في أنها تكتسب المعرفة بالتدريب وتخزن هذه المعرفة باستخدام قوى وصل داخل العصبونات تسمى الأوزان التشابكية[2].

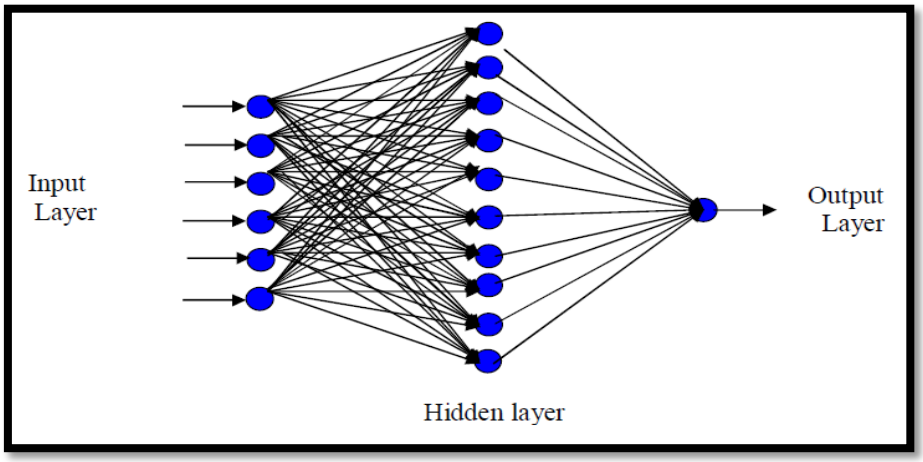
كما تعرف الشبكات العصبية الاصطناعية بأنها نظام معالجة للمعلومات له مميزات أداء معينة بأسلوب يحاكي الشبكات العصبية الحيوية فهي تقوم بتمثيل العلاقات بين المتغيرات بشكل يختلف عن الطرق التقليدية، فالشبكات العصبية الاصطناعية تقوم بإنجاز وظائفها بواسطة عملية التعلم من خلال ضبط أو تعديل الأوزان النسبية لعقد الاتصال ما بين عناصر المعالجة من أجل خلق التجانس الأفضل بين المدخلات والمخرجات[3] أي البحث عن القيم المثلى للأوزان. والشكل الموالي يوضح النموذج العام والبسيط للشبكات العصبية الاصطناعية.

[1] سهير عبد داود، لهيب محمد الزبيدي، نبيل داؤد خروفة، **كفاءة الشبكات العصبية الاصطناعية (شبكة المدرك) في تشخيص أمراض الغدة الدرقية، مجلة الرافدين لعلوم الحاسبات والرياضيات**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 3، العدد1، 2006، ص 14.

[2] عائدة يونس محمد المراد، **مقارنة بين الانحدار الكلاسيكي والشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بمستويات نتائج بحوث طلبة كلية التربية الرياضية، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، الجامعة، العراق، العدد 21، 2012، ص 289.

[3] حادة مدوري، محمد مكيديش، **دراسة مقارنة بين نماذج الذاكرة الطويلة ARFIMA والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري**، مجلة الباحث، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، العدد 17، 2017، ص 164.

الشكل رقم (2-7): النموذج العام والبسيط للشبكة العصبية الاصطناعية



المصدر:

Salim T.Yousif, Abdalkader A.Mohammed, ***ANN Model for predicting ultimate shear strength of reinforced concrete corbels,*** ***Al-Rafidain Engineering Journal,*** *Mosul university, Iraq, Vol 19, No 6, December 2011, P 115.*

ومنه يمكن تعريف الشبكة العصبية الاصطناعية على أنها نظام معالجة معلومات تفرعي صممت كنماذج رياضية من أجل محاكاة تصرف الخلايا العصبية عند الانسان[1] ولهذا السبب فإن هناك من يطلق عليها أيضا بالشبكات العصبية المحاكية فهي عبارة عن تقنيات حسابية مصممة لمحاكاة الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة وذلك عن طريق معالجة ضخمة موزعة على التوازي ومكونة من وحدات معالجة بسيطة[2]، ومن المسائل النموذجية التي يمكن حلها باستخدام هذه الشبكات مسائل التصنيف والترتيب والحل الأمثلي والتنبؤ[3]. تجدر الإشارة إلى أن المحاكاة (في الدراسات الاحصائية) تعرف بأنها أسلوب رياضي لمعالجة المشكلات وتنفيذها في الحاسب الالكتروني والتي تتداخل فيها أنواع معينة من العلاقات الرياضية والمنطقية الضرورية لوصف سلوك وهيئة نظام لعالم حقيقي معقد ولفترات

[1] بديع زريفة، **استخدام الشبكة العصبونية للتنبؤ بمقدار الطلب على الطاقة الكهربائية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية**، جامعة دمشق، سوريا، المجلد 25، العدد الثاني، 2009، ص 183.

[2] صوار يوسف، **محاولة تقدير خطر عدم تسديد القرض باستعمال طريقة القرض التنقيطي والتقنية العصبية الاصطناعية بالبنوك الجزائرية – دراسة حالة: البنك الجزائري للتنمية الريفية BADR**–، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أبي بكر بلقايد–تلمسان–، الجزائر، 2007–2008، ص 143.

[3] بديع زريفة، **مرجع سابق**، ص 184.

زمنية طويلة[1]، (وبالتالي فإنه يتضح أن المحاكاة لها شقين: شق نظري يتمثل في المحاكاة الرياضية وشق تطبيقي ويتمثل في المحاكاة الآلية).

بما أن الشبكات العصبية الاصطناعية تعرف على أنها نظاما لمعالجة البيانات بأسلوب هيكلي يتشابه مع الشبكات العصبية الطبيعية فإنها تحتوي على عدد من وحدات المعالجة البسيطة تسمى خلايا عصبية (Neurons) أو العصبون، وكل خلية عصبية تحتوي على دالة خارجية تسمى التنشيط[2]. فالخلية العصبية الاصطناعية (العصبون الاصطناعي) هي مكون من مكونات الشبكة العصبية الاصطناعية وهي مستوحاة من الخلية البيولوجية، وهي تعرف على أنها وحدة آلية مبسطة متصلة بوحدات آلية مجاورة، وهي مزودة بحالة داخلية تنشيطية تؤثر بها على وحدات الشبكة وينتقل هذا الأثر عبر الارتباطات المشبكية التي تتمثل في الترميمات المشبكية وبصفة عامة هي عبارة عن وحدة حساب قوية الارتباط فيما بينها[3]، كما نجد أن هذه العصبونات (neurones) أو العقد لها خاصية عصبية ذلك أنها تقوم بتخزين المعرفة العلمية والمعلومات التجريبية لتجعلها متاحة للمستخدم وذلك عن طريق ضبط الأوزان[4].

---

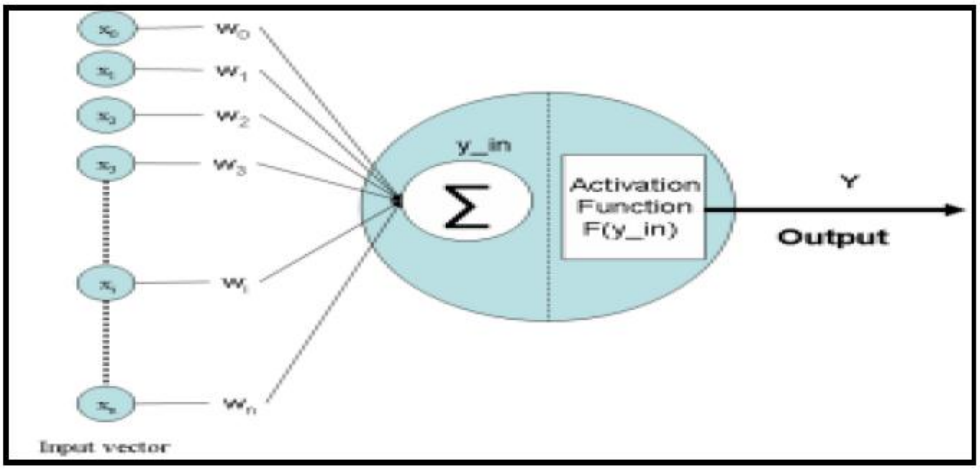
[1] إبراهيم محمد إبراهيم سيد أحمد، **دراسة مقارنة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية متعددة المتغيرات باستخدام نموذجي دالة التحويل والشبكات العصبية الاصطناعية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في الإحصاء التطبيقي، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2015، ص 46.

[2] عبد العظيم عبد الكريم علي، فوزية غالب عمر، **استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ من أنموذج للاقتصاد الكلي متعدد الأبعاد في العراق للمدة 1996-2007، مجلة الاقتصادي الخليجي**، جامعة البصرة، العراق، المجلد 30، العدد 24، 2013، ص 12.

[3] صوار يوسف، دياب زقاي، طاوش قندوسي، "**تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية كأحد أساليب ذكاء الأعمال لتسيير مخاطر القروض (دراسة حالة بنك الجزائر الخارجي)**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول: ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الزيتونة الأردنية، الأردن، أيام 23-26 أفريل 2012، ص 89.

[4] صوار يوسف، **مرجع سابق**، ص 143.

الشكل رقم(2-8): وحدة المعالجة في الشبكة العصبية الاصطناعية (العصبون)



المصدر: *عدالة العجال،* ***استخدامات العمليات العشوائية ونماذج الشبكة العصبية في التنبؤ الاقتصادي، ودورها في دراسة الآفاق المستقبلية للواقع التقني والتسويقي للمؤسسة الصناعية بالجزائر،*** *أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، تخصص تقنيات كمية مطبقة، كلية العلوم الاقتصادية علوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة وهران، الجزائر، 2010-2011، ص 59.*

وعليه فالشبكة العصبية الاصطناعية تعرف بأنها عبارة عن نموذج رياضي للمعالجة الموزعة والمكونة من مجموعة من عناصر المعالجة الغير خطية (العصبون)، التي تعمل بالتوازي وتكون مرتبطة فيما بينها بأوزان حيث كل عنصر معالجة يقوم بحساب مخرج واحد وهذا بالاعتماد على قاعدة المعلومات التي يستقبلها[1].

كما يمكن تعريف الشبكات العصبية على أنها العلم الذي يهتم بدراسة الأساليب الرياضية التي يمكن صياغتها بالاعتماد على المحاكاة للخلايا البيولوجية في الكائنات الحية، إذ تتميز الخلايا العصبية بالسرعة العالية في معالجة البيانات كما تتميز بقدرتها على التعلم والتعامل مع أنماط مختلفة من البيانات

[1] Mohamed Yessin Ammar, **Mise en œuvre de réseaux de neurones pour la modélisation de cinétiques réactionnelles en vue de la transposition batch/continu,** thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse, Ecole doctorale : Transfert, Dynamique des Fluides, Energétique & Procédés, Spécialité : Génie des procédés et de l'environnement, 17 Juillet 2007, p 15.

التي قد يكون جزء منها خاطئا مما جعلها مناسبة لكثير من التطبيقات مثل تمييز الصور والكلام ومعالجة الإشارة وتتميز الصوت....إلخ[1].

كما تعتبر الشبكات العصبية الاصطناعية أيضا بأنها عبارة عن محاولة لعمل نموذج لمحاكاة عمل المخ البشري وذلك عندما يقوم بمعالجة المعلومات بطريقة بيولوجية باستخدام آليات تشمل على أكثر من نموذج للعلاقات غير الخطية التي تحتوي على مجموعة من المدخلات والمخرجات[2].

❖ المدخل الكمي للشبكات العصبية الاصطناعية

من خلال ملاحظة كل ما سبق ذكره من تعاريف فإننا نرى بأن الشبكات العصبية الاصطناعية عبارة عن مزيج متكامل من بعض المداخل الكمية والتي يكون أساسها مدخل الرياضيات ونوضح ذلك من خلال ما يلي:

- *مدخل الرياضيات (Mathematical approach):* وهذا راجع لكون الشبكات العصبية الاصطناعية عبارة عن نماذج رياضية مختلفة تعتمد بشكل كبير على مجموعة من المعادلات والدوال والعمليات الرياضية البسيطة منها والمعقدة من أجل الحصول على مخرجات تمثل الظاهرة المدروسة أحسن تمثيل وقريبة جدا من الواقع، كما يظهر مدخل الرياضيات من خلال عملية المحاكاة (المحاكاة النظرية) فالهدف الأساسي من تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية هو محاكاة العقل البشري؛

- *مدخل بحوث العمليات (Operations research approach):* وهذا من خلال البحث عن القيم المثلى للأوزان حيث نجد أن منهج بحوث العمليات يعتبر منهج أكثر من ضروري في بناء وتطبيق

[1] فائق محمد سرحان الزويني، **تطوير نموذج رياضي للتنبؤ بالإنتاجية الإنشائية في العراق باستخدام شبكة بيرسيترون العصبية الاصطناعية، مجلة الهندسة والتنمية**، الجامعة المستنصرية، العراق، المجلد 18، العدد الثاني، مارس 2014، ص 8.

[2] أمال محمد محمد عوض، يسرى أمين سامي، **مرجع سابق**، ص 62.

الشبكات العصبية الاصطناعية وهذا من خلال الاعتماد على البرمجة الغير خطية في البحث عن القيم المثلى للأوزان في الشبكة أي البحث عن القيم التي تحقق أقل خطأ ممكن؛

-*مدخل تحليل المعطيات:* وهذا باعتبار أن الشبكات العصبية الاصطناعية هي نظام معالجة أي نظام معلومات له مدخلات ومخرجات وعمليات، هذه الأخيرة تتمثل في طبقة أو طبقات خفية حسب نوع الشبكة؛

بالإضافة إلى المناهج السالفة الذكر فإنه لا بد من الإشارة إلى أن الشبكات العصبية الاصطناعية هي أيضا جزء من مدخل الذكاء الاصطناعي الذي يعبر عن ذلك المزيج الذي يضم علم الحاسوب ومجموعة متكاملة من العلوم الأخرى وبالتالي فالشبكات العصبية الاصطناعية ينعكس انتماؤها في هذا المدخل من خلال المحاكاة الآلية والتي تعبر عن محاول انشاء برامج حاسوبية تعمل على تقليد مهام الشبكة العصبية البيولوجية خاصة منها التعلم.

المطلب الثالث: مميزات الشبكات العصبية الاصطناعية وخصائصها

نحاول من خلال هذا المطلب ابراز أهم ما يميز الشبكات العصبية الاصطناعية وكذا تسليط الضوء على أهم خصائصها.

الفرع الأول: مميزات الشبكات العصبية الاصطناعية

ما يميز الشبكات العصبية الاصطناعية عن باقي المداخل التقليدية هو إمكانية تطبيقها بدون فرض أي شكل وظيفي محدد للبيانات المستخدمة وأيضا بدون وضع أي فرضية حول توزيع المتغيرات

المستخدمة[1]. وبصفة عامة هناك ثلاث ميزات (صفات) للشبكات العصبية الاصطناعية يتم من خلالها وصف الشبكة العصبية وتميزها عن بعضها البعض وهي[2]:

1-شكل الترابط بين العصبونات (وهوما يدعى بالمعمارية) ؛

2-الطريقة التي تحدد الأوزان لهذه الترابطات (والتي تدعى التدريب، التعليم، الخوارزمية)؛

3-نوع دالة التنشيط المستخدمة.

الفرع الثاني: خصائص الشبكات العصبية الاصطناعية

تتميز الشبكات العصبية الاصطناعية بمجموعة من الخصائص نذكر منها ما يلي[3]:

-القدرة على اشتقاق المعنى من البيانات المعقدة أو الغير دقيقة؛

-القدرة على تعلم كيفية القيام بمهام الاعتماد على البيانات بواسطة التدريب أو التجربة الأولية؛

-بإمكانها خلق تنظيمها الخاص، وتمثيل البيانات التي تستلمها أثناء عملية التعلم؛

-حسابات الشبكات العصبية الاصطناعية قد تنفذ بشكل متوازي.

كما أن هناك العديد من الباحثين الذين أجمعوا على أن خصائص الشبكات العصبية الاصطناعية تتحدد فيما يلي[1]:

[1] Inès Abdelkafi, Rochdi Feki, Damien Bazin, **La prévision de l'inflation par la méthode des réseaux de neurones : le cas de la Tunisie, Ethique et économique**, Paris, France , 9(1), 2012, p 143.

[2] بديع زريفة، مرجع سابق، ص 184.

[3] فروم محمد الصالح، بوجعادة إلياس، سليماني عز الدين، "**دور أنظمة المعلومات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في عملية صنع القرارات الإدارية**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني السادس حول: الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، 27-28 جانفي 2009، ص (8-9).

-قابلية التعلم (The generalization capacity) والتكيف مع الحالات الجديدة أو التعلم غير المبرمج (Learning not programming)؛

-المعالجة المتوازنة (Parallelism) لأكبر قدر من البيانات؛

-السلوك الذكي (Distributed memory) وقدرتها على تحقيق النتائج المناسبة حتى في الحالات التي تكون فيها هيكلة المعلومات غير جيدة؛

-الذاكرة الموزعة (Distributed memory) حيث تعمل كمضخة لأحجام هائلة من المعلومات ذات العلاقة بعدد كبير من المتغيرات المعتمدة؛

-القدرة على تحليل العلاقات غير الخطية للمعلومات أو ما يطلق عليه بنظام تحليل الانحدار التخيلي (Fancy Regression Analysis Systems).

المطلب الرابع: تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية

تستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية وتطبق في مجالات مختلفة نوجز أهمها فيما يلي[2]:

- **مجال العلوم الطبية:** ويكون هذا من خلال تطبيق الطب الفوري أي مبدأ العلامات المرضية والتشخيص حيث يرتبط هذا المجال بمبدأ الذاكرة كما هو الحال بالنسبة للعقل البشري؛

---

[1] أحمد عبد الحسين الإمارة، **تصميم نظام معلوماتي مقترح لدعم كفاءات الكادر الوسطي باستخدام تقنية الشبكات العصبية /دراسة حالة جامعة الكوفة، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة الكوفة، العراق، المجلد 9، العدد 27، 2013، ص 137.

[2] تم الاعتماد على:

- ثورة محمد عيسى الشيخ القدال، **دراسة مقارنة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية المولدة والأصلية باستخدام منهجية بوكس-جنكينز والشبكات العصبية الاصطناعية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في الإحصاء، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2016، ص (37-38).

-أحمد عبد الحسين الإمارة، **مرجع سابق**، ص 137.

- **مجال الاتصالات السلكية واللاسلكية:** مثل التخلص من صدى الصوت الذي قد ينتج في خطوط الهواتف وفي الرادارات لتحديد الأهداف؛

- **مجال الأعمال المصرفية:** حيث نجد أن الشبكات العصبية تستخدم من قبل المصارف في عدة أوجه مثل:

- ❖ فتح الحسابات بالبنوك عن طريق اللمس أو بصمة العين والتوقيعات؛
- ❖ البحث عن فرص الأسواق المالية وتحديد الأسواق غير الكفؤة؛
- ❖ كما أنها يمكن أن تطبق في مجال التحليل المالي وقرارات قبول أو رفض القروض المالية المختلفة؛
- ❖ منع التلاعب ببطاقات الائتمان وأنواع البطاقات الأخرى بمختلف استخداماتها؛

- **المجال الأمني:** ويكون هذا من خلال التنبؤ بمسارات وكشف جرائم القتل ومحاولة منع وقوعها وتزويد الجهات المختصة بالمعلومات المناسبة والمماثلة للاستنتاج البشري؛

- **المجال الآلي:** حيث تستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية في مشاكل التحكم الآلي ومثل تحويل النص المكتوب إلى منطوق؛

- **مجال الأعمال:** حيث نجد أن الشبكات العصبية الاصطناعية واسعة الاستخدام في هذا المجال فهي تطبق في عدة أعمال خاصة في المجالات الاقتصادية ومن بين هذه التطبيقات نجد أن الشبكات تستخدم في:

- ❖ قياس مستوى رضا الزبائن؛

- ❖ تستخدم أيضا الشبكات العصبية الاصطناعية في مساعدة شركات التأمين في منع حالات التلاعب وعمليات الشراء والرقابة ومتابعة طلبات الزبائن؛

- ❖ يتم استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في بناء نماذج بحوث العمليات والنماذج الإحصائية، كما نجد أنها كثيرة الاستخدام أيضا في عملية التنبؤ مثل التنبؤ بالمبيعات والأسعار وكميات الاستهلاك وغيرها ذلك أن الشبكات العصبية الاصطناعية ليست هدفا في حد ذاته وإنما هي وسيلة مضمونة للوصول إلى تنبؤات بالقيم المستقبلية.

المطلب الخامس: مكونات الشبكة العصبية الاصطناعية

الشبكات العصبية الاصطناعية هي عبارة عن هيكل ذو بناء متوازي المعلومات ويتكون هذا الهيكل من وحدات معالجة تقوم بمعالجة المعلومات وتدعى بالعصبونات أو عناصر الحساب، وتمر الإشارات بين العصبونات عبر خطوط ربط، وكل خلية عصبية تمثل ذاكرة محلية (Local Memory) كما يرفق كل خط ربط بوزن (Weight) عددي معين يضرب مع الإشارات الداخلة للعصبون ثم يطبق على كل عصبون دالة تنشيط (Activation function) على دخل الشبكة الذي يمثل مجموع إشارات الدخل الموزونة ليتم تحديد إشارة الخرج الناجمة عنه[1].

وبالتالي فإن الشبكة العصبية الاصطناعية هي عبارة عن مجموعة من الخلايا أو العصبونات المرتبطة فيما بينها والمنظمة في شكل مستويات[2]، حيث نجد[3]:

[1] فائق محمد سرحان الزويني، **مرجع سابق**، ص 8.

[2] Inès Abdelkafi, Rochdi Feki, Damien Bazin, **OPCIT**, p 143.

[3] تم الاعتماد على:

-إيفان علاء ناظم، **استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ والمقارنة، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق، المجلد 15، العدد 56 ، 2009، ص 206.

-Inès Abdelkafi, Rochdi Feki, Damien Bazin, **OPCIT** , p (143-144).

-Mohamed Yessin Ammar, **OPCIT**, p 15.

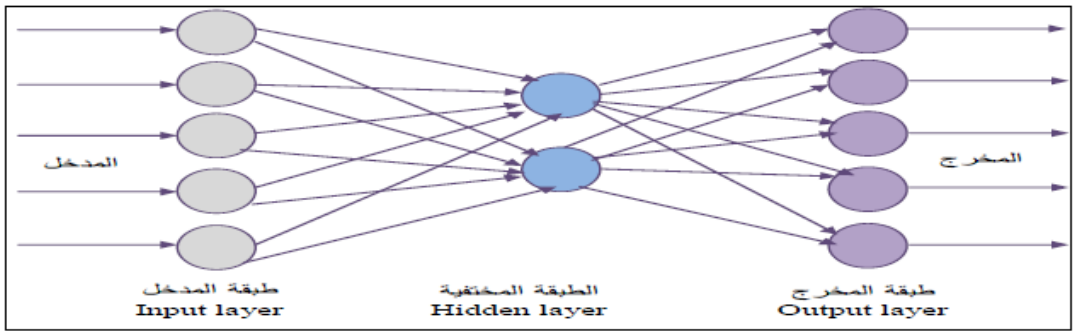
– المستوى الأول: **مستوى المدخلات (Input level)**: ويحتوي على عدد العقد التي تمثل عدد المتغيرات المستقلة فخلايا هذا المستوى تستقبل المعلومة من الخارج وهي تمثل مدخلات الشبكة أين تقوم هذه الخلايا (العصبونات) بنقل المعلومة إلى العصبونات الخفية وبالتالي لا يتم هنا جمع المعلومات؛

– المستوى الثاني: يمثل **الطبقة المخفية (Hidden Level)**: وهي تمثل الطبقة الوسطية التي توجد بين مستوى المدخلات ومستوى المخرجات وقد يكون في الشبكة أكثر من مستوى مخفي واحد حيث الشبكة التي تحتوي على مستوى مخفي واحد تسمى Single-Layer Network أما الشبكة التي تحتوي على أكثر من مستوى مخفي واحد فتسمى Multi-Layer Network، وعليه فكل عصبون في هذا المستوى يستقبل المعلومة من الطبقات السابقة ويقوم بعملية الجمع بالأوزان ثم تحويلها حسب دالة تنشيطها والتي تكون غالبا دالة السيغموييد (Sigmoid) ثم بعد ذلك يتم نقل الاستجابة إلى عصبونات الطبقة التي تليها؛

– المستوى الأخير: **مستوى المخرجات (Output level)**: وهو عبارة عن مخرجات الشبكة العصبية الاصطناعية والتي تمثل نتائج الحساب الناجمة عن تطبيق الشبكة، والفرق بينها وبين الطبقة الخفية هي كون طبقة المخرجات لا ترتبط بأي عصبون آخر.

والشكل الموالي يوضح النموذج العام للشبكات المتعددة الطبقات.

الشكل رقم (2-9): النموذج العام للشبكات المتعددة الطبقات



المصدر: *دربال أمينة، صوار يوسف، **التنبؤ ودوره في اتخاذ قرار الاستثمار باستعمال نموذج الشبكات العصبية متعددة الطبقات (MLP) دراسة حالة سوق دبي، مجلة الاقتصاد والمانجمنت**، كلية العلوم الاقتصادية التجارية والتسيير، جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان، العدد 15، جوان 2016، ص 130.*

يتضمن كل مستوى عدد من العقد وترتبط العقد في المستويات الثلاث بخطوط ربط ويرفق كل خط ربط بوزن معين[1] وبالتالي فالشبكة العصبية الاصطناعية ستضم أيضا العناصر الموالية[2]:

-**الوصلات البينية أي الأوزان:** وهي عبارة عن وصلات اتصال بين الطبقات المختلفة تقوم بربط الطبقات مع بعضها البعض أو الوحدات داخل كل طبقة عبر الأوزان التي تكون مصاحبة أو مرفقة مع كل وصلة بينية ومهمة هذه الوصلات نقل الإشارات الموزونة بين وحدات المعالجة أو الطبقات.

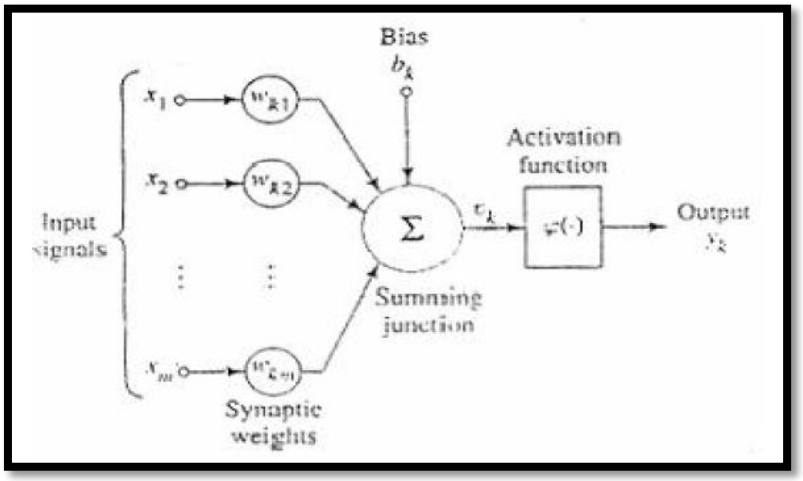
-**وحدات المعالجة (العصبونات):** وحدات المعالجة أو العصبونات هي الوحدات التي تقوم بعملية معالجة المعلومات في الشبكة العصبية وتتصل هذه الوحدات بطرق مختلفة بواسطة الوصلات البينية.

والشكل الموالي يوضح مكونات العصبون وكيفية عمله.

[1] سليمة حمادي جاسم، **بيان جودة نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية من النموذج الإحصائي، المجلة العراقية للعلوم**، كلية العلوم، جامعة بغداد، العراق، المجلد 53، العدد 3، 2012، ص 270.

[2] دربال أمينة، **محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية -دراسة حالة: مؤشر سوق دبي المالي**، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية ، تخصص نقود بنوك ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان، الجزائر، 2014، ص (91-93).

الشكل رقم(2-10): مكونات العصبون وكيفية عمله



المصدر: *إبراهيم محمد إبراهيم سيد أحمد،* ***دراسة مقارنة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية متعددة المتغيرات باستخدام نموذجي دالة التحويل والشبكات العصبية الاصطناعية،*** *رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في الإحصاء التطبيقي، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2015، ص 35.*

وعيله فإن وحدة المعالجة في الشبكة العصبية الاصطناعية والتي تتمثل في العصبون تتكون من العناصر الأساسية التالية[1]:

1) معاملات الأوزان (W_{ij}):

يعتبر الوزن العنصر الرئيسي في الشبكات العصبية الاصطناعية فهي تمثل الروابط المختلفة التي يتم عبرها نقل البيانات من طبقة إلى أخرى وهو يعبر عن القوة النسبية أو الأهمية النسبية لكل مدخل إلى عنصر المعالجة، وتمثل الأوزان الوسيلة الأساسية لذاكرة الشبكة العصبية من خلال ضبط الأوزان ويرمز للوزن بين عنصري معالجة (i) و(j) بالرمز (W_{ij})؛

2) دالة الجمع (Summing function):

[1] تم الاعتماد على:
- إبراهيم محمد إبراهيم سيد أحمد، **مرجع سابق**، ص (35-38).
- دربال أمينة، **مرجع سابق**، ص (91-93).
- فروم محمد الصالح، بوجعادة إلياس، سليماني عز الدين، **مرجع سابق**، ص 10.

تعتبر أول معالجة يقوم بها العصبون هي حساب مجموع المدخلات الموزونة القادمة إلى الوحدة باستخدام دالة الجمع، حيث تقوم هذه الدالة بحساب متوسط الأوزان لكل مدخلات وحدة المعالجة ويتم ذلك بضرب كل قيمة مدخلة في وزنها المصاحب ومن ثم إيجاد المجموع لكل حواصل الضرب، ويعطي ذلك رياضيا كما يلي:

$$S_J = \sum_{i=1}^{n} X_i W_{ij}$$

S_J: تمثل ناتج عملية الجمع لكل وحدة معالجة j

X_i: تمثل القيمة المدخلة القادمة من الوحدة (i) والداخلة إلى الوحدة (j)

W_{ij}: الوزن الذي يربط وحدة المعالجة (j) بالوحدة (i) الموجودة في الطبقة السابقة.

وعند إضافة الانحياز (Bias) فإن دالة الجمع تصبح كما يلي: $S_J = \sum_{i=1}^{n} X_i W_{ij} + b_j$ حيث b_j تمثل الانحياز الذي يمكن عده على أنه أحد الأوزان W_0 ومدخله $X_0 = 1$ (المدخل الثابت).

3) دالة التحويل:

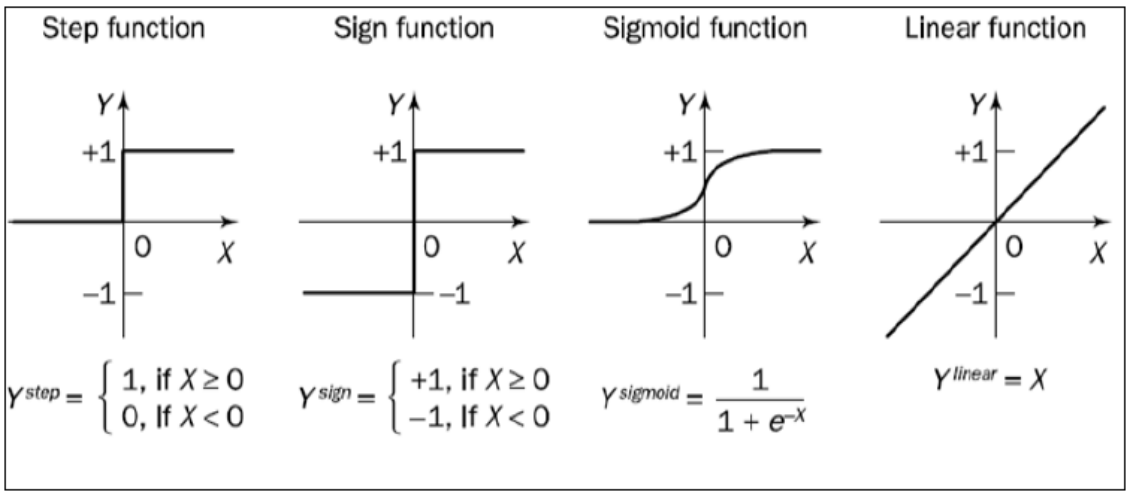
بعد عمل دالة الجمع فإن العملية الثانية في وحدة المعالجة هي تحويل ناتج الجمع إلى أحد القيم التي يفترض أن تكون ضمن نواتج الشبكة المرغوب فيها، تتم هذه الخطوة باستخدام دالة التحويل حيث تقوم هذه الأخيرة بتحويل ناتج عملية الجمع الموزون في الخطوة الأولى إلى قيمة محصورة في مدى معين ويتم ذلك بمقارنة نتيجة الجمع مع قيمة العتبة ويرمز لها بالرمز θ ليتحدد الناتج ويطبق على المجموع عادة قبل المقارنة تابع تنشيط معين وتتوقف مخرجات الشبكة بصورة أساسية على هذا التوزيع وبناءً على هذه التوابع أو الدوال تعطي الشبكة مخرجات محصورة ضمن المجال (0،1) أو المجال (1،1).

ومن أهم توابع التحويل أو توابع التنشيط (دوال التنشيط):

- دالة الخطوة: وهي الدالة التي تقع القيمة المخرجة فيها من وحدة المعالجة من (0،1)؛
- دالة الإشارة: وهي الدالة التي تقع القيمة المخرجة فيها من وحدة المعالجة من (−1،+1)؛
- دالة الخطية: وهي الدالة التي تكون فيها المخرجات تساوي المدخلات وتعطي تصنيفات متعددة وغير محدودة؛
- دالة السيغموويد: هذه الدالة تجعل المخرجات أو تحولها إلى قيمة محصورة بين (0،1) وتسمى في هذه الحالة بدالة تنشيط سيغموويد الثنائي أو تحويل المخرجات إلى قيم بين (−1،+1) وتسمى بدالة تنشيط سيغموويد ثنائي القطبية.

والشكل الموالي يوضح أشهر دوال التنشيط.

الشكل رقم (2−11): أشهر دوال التنشيط



المصدر: *دربال أمينة،* ***محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية –دراسة حالة: مؤشر سوق دبي المالي،*** *أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية ، تخصص نقود بنوك ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان، الجزائر، 2014، ص93.*

4) دالة المخرجات:

تكون المخرجات في أغلب الأحيان مساوية لناتج دالة التحويل ولكن هناك بعض الشبكات تقوم وحدة المعالجة فيها بتعديل نتيجة دالة التحويل ويتم ذلك خلال تنافس وحدات المعالجة المجاورة مع بعضها البعض، ويتم التنافس عادة في وحدات المعالجة التي يكون لها تنشيط أكبر هذه المنافسة تحدد وحدة المعالجة التي ستكون نشطة أو التي ستقوم بالإخراج.

من الجدير بالذكر هنا أنه لا يوجد قانون رياضي أو قاعدة علمية متبعة لتحديد البنية المناسبة للشبكة ولا لتحديد القيم الابتدائية للأوزان بين الطبقات ولا لتحديد عدد مرات أو دورات التدريب التي في نهايتها تكون النتائج المتحصل عليها (القيم المتنبأ بها) أقرب ما تكون إلى القيم الحقيقية والأخطاء الناجمة تكون أقل ما يمكن، وبالتالي فإن المبدأ المعتمد هو المبدأ العلمي الأقدم وهو المحاولة والتجريب (Trial and Attempt) أو يسمى أحيانا المحاولة والخطأ (Trial and Error) لتحديد البنية وقيم الأوزان وعدد مرات التدريب الأمثل[1].

وعليه فمن خلال ما سبق يتضح أن الشبكات العصبية الاصطناعية هي واسعة الاستخدام في مجال التنبؤ بالقيم المستقبلية لهذا من خلال المبحث الموالي سنحاول تسليط الضوء على استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ.

[1] عمر حمندوش، طه جبّان، وحيد قسطون، **التنبؤ العملياتي بالحمولات الكهربائية باستخدام الشبكات العصبونية، مجلة جامعة البعث**، جامعة البعث، سوريا، المجلد 38، العدد 19، 2016، ص 39.

المبحث الخامس: الشبكات العصبية الاصطناعية والتنبؤ

تعتبر الشبكات العصبية الاصطناعية من بين الأساليب الفعالة للتنبؤ والنمذجة وهذا لما حققته من نتائج، فهي تدخل في العديد من المجالات والاستعمالات، لهذا سنحاول من خلال هذا المبحث الإحاطة بأهم الجوانب الخاصة بالشبكات العصبية الاصطناعية وكذا توضيح كيفية الاعتماد عليها في عملية التنبؤ.

المطلب الأول: أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية

يمكن تصنيف الشبكات العصبية الاصطناعية وفق عدة معايير نوجز أبرزها في النقاط الموالية.

- ***التقسيم الأول: حسب هيكلة الشبكة العصبية الاصطناعية***

يقصد بهيكلية الشبكة العصبية الاصطناعية ترتيب العقد في المستويات أو الطبقات وشكل الترابط ضمن المستويات (الطبقات) أو بينها فهي تعتبر من أهم الخصائص التي توصف على أساسها الشبكة العصبية[1]. وتصنف الشبكات بحسب عدد مستوياتها (طبقاتها) إلى صنفين رئيسيين[2]:

- **شبكات وحيدة المستوى أو الطبقة (Single-Level or Layer Network)**

وهي الشبكات التي لا تمتلك مستوى مخفي (طبقة مخفية) فهي تتكون من طبقتين فقط طبقة إدخال تستقبل الإشارة من العالم الخارجي وطبقة إخراج التي نحصل منها على استجابة الشبكة وتوضع

[1] ظافر رمضان مطر البدراني، رهاد عماد صليوا، **تقييم تنبؤ السلسلة الزمنية لمعدلات درجات الحرارة باستخدام الشبكات العصبية، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 14، العدد 26، 2014، ص 8.

[2] تم الاعتماد على:

-ظافر رمضان مطر البدراني، رهاد عماد صليوا، **مرجع سابق**، ص 8.

-ظافر رمضان مطر، انتصار ابراهيم الياس، **تحليل ونمذجة السلسلة لتدفق المياه الداخلة إلى مدينة الموصل دراسة مقارنة، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 10، العدد 18، 2010، ص 9.

الترابطات بينهما حيث تكون انسيابية الإشارات الداخلة من طبقة المدخلات إلى طبقة المخرجات باتجاه أمامي (Forward direction)، وسميت بذا الاسم لامتلاكها طبقة واحدة من ترابطات الأوزان ومن أمثلة هذه الشبكات شبكة المدرك وشبكة هوبفيلد Hopfield التي تستخدم في حل مسائل تصنيف العينات.

- **شبكات متعددة المستويات أو الطبقات (Multi-Level or layer Network)**

وهي الشبكات التي تمتلك مستوى أو طبقة مخفية واحدة (طبقة وسطية) أو أكثر (الطبقات المخفية هي Hidden Layers) تعمل على زيادة قدرة الشبكة على معالجة البيانات فضلا عن طبقة المدخلات وطبقة المخرجات وتتميز هذه الشبكات بقدرتها على حل مسائل أكثر تعقيدا من المسائل التي يمكن حلها في الشبكات ذات الطبقة المفردة بسبب وجود الطبقات الوسطية التي تعطي مرونة أكثر في بناء الدوال الناقلة بين المدخلات والمخرجات، ومن ثم تحسين الأداء، علما أن الخصائص المميزة للمشكلة هي التي تقرر أي نوع من الشبكات يتم استخدامه، من عيوبها أنها تبطئ من عملية المعالجة حيث تستغرق عملية التدريب وقتا أطول ولكن ميزتها هي إيجاد الحل الأمثل لأية مشكلة معقدة، وتجدر الإشارة إلى أن هذه الشبكات تنقسم إلى نوعين هما: الشبكات ذات التغذية الأمامية والشبكات ذات التغذية الخلفية (العكسية).

- ***التقسيم الثاني: حسب نوع الارتباط وانسياب المعلومة***

تتألف عادة الشبكة العصبية من عدد من العصبونات المرتبطة فيما بينها ولكن نوعية الارتباط بالنسبة للعصبونات الداخلية بالإضافة إلى طبيعته هما من يحددان معمارية ونوع الشبكة[1]، ومن أبرز أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية وأكثرها استخدام نذكر ما يلي[1]:

[1] عزة حازم زكي، **استخدام الشبكات العصبية في التنبؤ للسلاسل الزمنية ذوات السلوك الأسي، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، العدد 13، 2008، ص 167.

- **الشبكات ذات التغذية الأمامية (Feed Forward Network)**

في هذا النوع من الشبكات تنساب المعلومات باتجاه واحد من طبقة الإدخال إلى طبقة الإخراج، ويسمح للإشارات بالانتقال فقط إلى الأمام فمخرجات أي طبقة لا تؤثر إلا على الطبقة التي تليها، وتتكون وحدة المعالجة في شبكات التغذية الأمامية من طبقة واحدة أو أكثر، وترتبط خلايا الطبقة المجاورة من خلال مجموعة من الموصلات العصبية بعلاقة غير خطية (Nonlinear Processing Elements)، أما نوع التعلم في هذه الشبكات فيتأثر بطريقة انسياب المعلومات ويطلق عليه بالتعلم المشرف عليه (Supervised Learning).

- **شبكات التغذية العكسية (Feed Network)**

في هذا النوع من الشبكات ترتبط الخلايا مع بعضها البعض حيث ترتبط مخرجات كل خلية عصبية مع مدخلات الخلايا الأخرى في نفس الطبقة والطبقة المجاورة، وتعرف المدخلات بالحالة الابتدائية للشبكة العصبية، وبعد تغيير حالات الخلايا وصولا إلى حالة التوازن أو الاستقرار (Equilibrium state) المتمثلة بأقل طاقة (Minimum Energy) تصبح حالات الخلايا مطابقة لنتيجة الحساب (المخرجات المطلوبة) ومن الأنواع الشائعة لهذا النوع من الشبكات هي **شبكة هوبفيلد (Hopfiled Network)**.

- **الشبكات التنافسية (Competitive Networks)**

يسمى أيضا هذا النوع من الشبكات **بشبكات التجميع (Clustering Nets)**، وهو يقوم باكتشاف علاقات بين أنماط التدريب من خلال إجراء عملية تجميع أنماط التدريب إلى تجمعات متشابهة الأنماط،

[1] أحمد عبد الحسين الإمارة، **مرجع سابق**، ص (139-140).

تمثل كل وحدة إخراج تجمعا، وينسب النمط إلى أقرب تجمع من خلال قياس المسافة بين النمط ومراكز التجمعات المختلفة، وتنتج الشبكة متجها نموذجا أو مثالا (Representative Vector) لكل تجمع، ويكون التعلم في هذه الشبكات غير مشرف عليه (Unsupervised) ولذلك تسمى ذاتية التنظيم (Networks Self-Organization)، ومن الأنواع المشهورة لهذه الشبكات خرائط الصفات ذاتية التنظيم (Map Organization-Self) لكوهنين عام 1988، وشبكة اكتشاف التجمع (Network Cluster Discovery).

- ***التقسيم الثالث: حسب نوع المشكل المراد حله***

أوضحت العديد من الدراسات أن هناك العديد من الأنواع لشبكات الخلايا العصبية وكل منها يستخدم في حل نوع معين من المشاكل، وبالتالي يمكن تقسيم الشبكات العصبية الاصطناعية حسب نوع المشكل إلى ثلاث أنوع رئيسية على النحو التالي[1]:

- **الشبكات العصبية التنبؤية**

يستخدم هذا النوع من الشبكات في التنبؤ بقيم إحدى الظواهر اعتمادا على القيم المحددة لظواهر أخرى مرتبطة بها وكمثال على ذلك استخدام مثل هذا النوع من الشبكات في التنبؤ في الأسواق المالية؛

- **الشبكات العصبية التبوييبة**

تستخدم هذه الشبكات لتبويب أحد البنود وتحديد المجموعة التي ينتمي لها البند، وكمثال على ذلك استخدام البيانات المالية للمؤسسة لمعرفة هل تصنف الوحدة ضمن المنشآت التي تعاني من عسر مالي أم تصنف ضمن المنشآت التي لا تعاني من عسر مالي؛

[1] بدر نبيه أرسانيوس، "**دراسة اختبارية لاستخدام الشبكات العصبية لتطوير دور مراقب الحسابات في التقرير عن القوائم المالية المضللة**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول: ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الزيتونة الأردنية، الأردن، 23-26 أفريل 2012، ص (119-120).

- **الشبكات العصبية المرتبطة بالحلول المثلى**

تستخدم هذه الخلايا في تخصيص الموارد بطريقة مثلى بما يحقق أقصى أرباح ممكنة ويطلق عليها الشبكات الخاصة باستغلال الموارد النادرة.

وعليه فإنه من الجدير بالذكر أن الشبكات العصبية التنبؤية لا تقتصر على التنبؤ بالقيم المستقبلية بناءً على المتغيرات المؤثرة في الظاهرة فقط وإنما أيضا التنبؤ بالقيم المستقبلية بناءً على قيم الظاهرة الحالية والماضية فقط وهو محور اهتمامنا في الجزء التطبيقي.

- ***التقسيم الرابع: حسب كيفية حساب المخرجات***

يمكن تقسيم نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية أيضا إلى قسمين أساسيين هما كالآتي[1]:

- **نماذج الشبكات العصبية الثابتة (Static neural networks models)**

من أمثلة هذا النوع من الشبكات العصبية نجد الشبكات العصبية المتعددة الطبقات أمامية التغذية ولكن بدون تغذية عكسية حيث المخرجات تحسب مباشرة اعتمادا على ارتباطاتها مع مدخلات التغذية الأمامية وتكون استجابة هذه الشبكة في أي مرحلة زمنية تعتمد فقط على قيمة تسلسل المدخلات في المرحلة الزمنية نفسها أي تتدفق باتجاه واحد من المدخلات إلى المخرجات؛

- **نماذج الشبكات العصبية الديناميكية (Dynamic Neural Networks Models)**

حيث نجد أن مخرجات هذا النوع من الشبكات العصبية الاصطناعية تعتمد على القيم الحالية والسابقة للمدخلات والمخرجات أو على هيكل الشبكة حيث تكون استجابة هذه الشبكة في أي زمن معطى

[1] نشات جاسم محمد، هادي طلال جعفر، **بناء نظام للتنبؤ بطلب الحمل الكهربائي في بغداد، مجلة كلية مدينة العلم الجامعة**، كلية مدينة العلم الجامعة، العراق ،المجلد 9، العدد 1، 2017، ص (79-80).

تعتمد ليس على القيمة الحالية فقط وإنما على القيم السابقة لسلسلة المدخلات، ويمكن أن تصنف الشبكات العصبية الديناميكية إلى العديد من الشبكات أهمها: الشبكات العصبية ذات تأخير زمني، الشبكات العصبية مع النوافذ المتنقلة والشبكات العصبية الإرجاعية.

المطلب الثاني: معالجة المعلومات في الشبكة العصبية الاصطناعية (التعلم-التدريب)

التعلم هو عملية اكتساب المعرفة من مجموعة من البيانات، فمن خلال التعلم تقوم الشبكة بتعديل وتصحيح أوزان الروابط المبنية على المدخلات المستلمة وعليه فإن المخرجات تبدأ بالاقتراب من النتائج الحقيقية أو مخرجات الهدف[1]، يجرى تعليم الشبكات العصبية بواسطة خوارزميات متخصصة تسمى خوارزميات التعلم (Learning Algorithms) تتولى تعديل أوزان الشبكة لتحسين أدائها وتقليل إشارة الخطأ فيها (Error Signal) استنادا إلى مقياس معلوم للوصول إلى النتيجة المثلى لهذه الأوزان التي تمكن الشبكة من تحقيق أفضل نتيجة مطابقة أو قريبة من النتيجة المطلوبة، ويجري تعديل هذه الأوزان في كل دورة وتؤخذ إشارة الخطأ دليلا ومؤشرا على مدى القرب أو البعد عن القيم الصحيحة (الحقيقية)[2].

وهناك عدة طرق في التعلم ولكن بصورة عامة يمكن أن نميز بين ثلاث أنواع من التعلم[3]:

---

[1] نوال علاء الدين الجراح، **كفاءة طريقتي الشبكات العصبية وطريقة بوكس جنكنز في التنبؤ مع حالات تطبيقية في العراق، مجلة الإدارة والاقتصاد**، الجامعة المستنصرية، العراق، السنة الرابعة والثلاثون، العدد التاسع والثمانون، 2011، ص 178.

[2] ظافر رمضان مطر، انتصار ابراهيم الياس، **مرجع سابق**، ص 11.

[3] تم الاعتماد على:

- نوال علاء الدين الجراح، **مرجع سابق**، ص 178.

-شهلة حازم احمد خروفة، **استخدام الشبكات العصبية في التشفير، مجلة تكريت للعلوم الصرفة**، جامعة تكريت، العراق، المجلد 15، العدد03، 2010، ص 282.

-كردودي سهام، **دور المراجعة التحليلية في تحسين أداء عملية التدقيق في ظل استخدام تكنولوجيا المعلومات -دراسة حالة مركب تكرير الملح لوطاية بسكرة-**، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في علوم التسيير، تخصص تسيير المؤسسة الصغيرة والمتوسطة تكنولوجيا الاعلام والاتصال، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2014-2015، ص (158-159).

1-التعلم المراقب (Supervised Learning): ويسمى أيضا بالتعلم الموجه أو التعلم الترابطي (Associative Learning) ويسمى بالمراقب لأنها تحتاج أثناء التدريب إلى مراقب ليبين لها المخرج المطلوب لكل من المدخلات لأن المراقب يملك بعض المعرفة حول البيئة التي لا تكون معروفة عند الشبكات العصبية الاصطناعية، يقوم مبدأ هذه الخوارزمية على مقارنة قيم المخرج الفعلي مع قيم المخرج المطلوب ثم بعد ذلك تقوم الشبكة بتعديل أوزانها بهدف تخفيض الفروق ما بين البيانات الحقيقية ومخرجات الشبكة إلى أقل ما يمكن أي تعاد عملية التعلم إلى غاية تخفيض الخطأ (الاختلاف بين القيم المحسوبة والحقيقية) إلى أقل قيمة ممكنة؛

2-التعلم غير المراقب (Unsupervised Learning): ويسمى أيضا بالتعليم غير الموجه كما يسمى أيضا التنظيم الذاتي (Self Organisation) وفق هذا الصنف من التعلم فليس هناك مخرجات محددة مسبقا والشبكة تتعلم من قيم المدخلات فقط وتتعرف على المخرجات لاحقا، حيث تقوم أساليب التعلم الذاتي للشبكات العصبية الاصطناعية على أساس قدرتها على اكتشاف الملامح المميزة لهيكل المدخلات من خلال مجموعة من البيانات يتم تعميمها على باقي المخرجات بمعنى أن للشبكات العصبية القدرة على التنظيم الذاتي لأوزان ترابطاتها ولأوضاع استثارة عناصرها طبقا لطبيعة ما يعرض عليها من أنماط.

3-التعلم بإعادة التدعيم (Reinforcement Learning): ويطلق عليه أيضا بالتعليم القسري وهي طريقة تقوم على أساس الخلط بين طريقة التعليم المراقب والتعليم غير المراقب فهو التعلم المباشر بدون معلم حيث لا يفصح للشبكة العصبية الاصطناعية عن القيم الحقيقية للمخرجات كما هو الحال في التعليم المراقب ولكن يشار إلى الشبكة بصحة نتائجها أو خطئها كما في طريقة التعلم المراقب أي أنه لا

يوجد لا يوجد إخراج مطلوب محدد بل يوجد مؤشر يحدد صحة أو خطأ الإخراج حيث تعدل الأوزان اعتمادا على ذلك وتزداد الأوزان في حالة كون إجابة المؤشر صائبة وبعكسه ستقلل الأوزان.

من الجدير بالذكر أن خوارزمية التعليم المراقب (التعليم الموجه) الأكثر شيوعا هي خوارزمية الانتشار العكسي (Back-Propagation Algorithm) وتسمى أيضا خوارزمية الانتشار الخلفي للخطأ (Error Back-Propagation) كما يطلق عليها أيضا خوارزمية قاعدة دلتا العمومية (العامة) (Generalized Delta Rule) وهي تمثل الطريقة القياسية في تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية ذلك أن الشبكات العصبية تنظم في طبقات ثم ترسل إشاراتها (الأمامية) ثم بعد ذلك ينتشر الخطأ باتجاه عكسي (ارتدادي) وفكرة خوارزمية الانتشار العكسي هي تقليص الأخطاء إلى غاية تعلم الشبكات العصبية الاصطناعية للبيانات التي تم تدريبها، فهذه الطريقة الشائعة تعمل على تقليل الخطأ أي إيجاد القيمة الصغرى لمربع الخطأ الكلي لقيمة الإخراج المحسوب من قبل الشبكة وبالنتيجة نحصل على الأوزان المثلى التي يمكن اعتمادها في التنبؤ لبيانات جديدة لم تخضع للتدريب أو التعلم وهذا هو الهدف من تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية وتستخدم هذه الخوارزمية لتعليم الشبكات متعددة الطبقات والشبكات ذات التغذية الأمامية[1].

المطلب الثالث: أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية المستخدمة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية

أصبحت الشبكات العصبية الاصطناعية كثيرة الاستخدام في مجال التنبؤ بالسلاسل الزمنية وهذا راجع لقدرتها الكبيرة في التعامل مع السلاسل الزمنية غير الخطية على عكس الأساليب الأخرى لهذا تعتبر أسلوب بديل أو موازي لها، حيث ترجع بداية استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ

[1] تم الاعتماد على:
-ظافر رمضان مطر، انتصار ابراهيم الياس، **مرجع سابق**، ص 11.
-كردودي سهام، **مرجع سابق**، ص 159.

بالسلاسل الزمنية إلى نهاية الثمانينات وأول محاولة كانت سنة 1987م بواسطة Lapeds & Farber أين تم استخدام شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات وخوارزمية الانتشار الخلفي في التنبؤ بسلسلة زمنية غير مستقرة، وفي عام 1988م قدم Werbos دراسة دعم فيها استخدام الشبكات العصبية في التنبؤ بالسلاسل الزمنية وشرح فيها استخدام خوارزمية الانتشار الخلفي في تدريب الشبكة[1]. تجدر الإشارة إلى أنه عند دراسة السلاسل الزمنية فإنه خلال عملية التعلم تستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية البيانات التاريخية للظاهرة المدروسة أي القيم الحالة والقيم الماضية لمشاهدات السلسلة وهذا من أجل بناء نموذج لديه القدرة على التنبؤ بالقيم المستقبلية لهذه المشاهدات[2].

وعليه فإن هناك العديد من أنواع معماريات الشبكات العصبية الاصطناعية التي يمكن استخدامها في التنبؤ بالسلاسل الزمنية نوجز أهمها شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات (MLP) (Multilayer perceptron)، شبكات دالة القاعدة الاشعاعية (RBF) (Radial Basis Function)، شبكات الاسترجاع الخلفي (Recurnent network) وغيرها من الشبكات[3].

تعتبر شبكة البيرسبترون متعدد الطبقات و شبكات دالة القاعدة الاشعاعية من أهم أنواع هذا النوع من الشبكات، وفيما يلي نوجز أهم ما يميزها:

- **<u>البيرسبترون متعدد الطبقات (MLP) (Multilayer perceptron):</u>** وهي أكثر الشبكات استخداما في التنبؤ بالسلاسل الزمنية فهي تقوم فكرتها على استخدام القيم السابقة كمدخلات ويتم جمع الأوزان في الطبقة الخفية بالنسبة للمدخلات ويتم استخدام الدالة الغير

[1] محمد جلال محمد عبد الله جبارة، **التنبؤ بالسلاسل الزمنية لمنسوب النيل الأزرق في محطة ودمني باستخدام نماذج بوكس–جنكنز ونماذج الشبكات العصبية الاصطناعية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في الإحصاء، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2012، ص (106–107).

[2] Waddah Waheeb, Rozaida Ghazali, Tutut Herawan, **<u>Ridge polynomial neural network with error feedback for time series forecasting,</u> PloS ONE,** Zhaohong Deng, Jiangnan University, China, 11(12), December 31, 2016, P 2.

[3] ثورة محمد عيسى الشيخ القدال، **مرجع سابق**، ص 58.

خطية (السيغموييد)، وطبقة المخرجات تستقبل مخرجات الطبقة الخفية وتطبق عليها الدالة (التحويلة) الخطية حيث يتم التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة[1]؛

والنموذج العام لشبكة البرسبترون (MLP) المستخدم في التنبؤ يعطى بالصيغة التالية[2]:

$$\widehat{X}(t) = W_0 + \sum_{j=1}^{h} W_j f_j \left[\sum_{i=1}^{n} W_{ij} X(k-i)\right]_j + W_{j0}$$

حيث[3]:

H: تمثل عدد وحدات الطبقة الخفية؛

N: عدد وحدات المدخلات،

W_j : وتمثل الأوزان بين الطبقة الخفية وطبقة المخرجات؛

W_{ij} : وهي تمثل الأوزان بين المدخلات والطبقة الخفية؛

f_j : وتمثل دالة تحفيز سيغموييد في الوحدات الخفية.

❖ **<u>شبكات دالة القاعدة الاشعاعية (Radial Basis Function) (RBF):</u>** يتكون هذا النوع من الشبكات من طبقتين حيث تحتوي على طبقة خفية واحدة مع دوال تحفيز قاعدية اشعاعية وطبقة مخرجات مع دوال تحفيز خطية، وتتسم شبكات القاعدة الاشعاعية بعدة ميزات أهمها بساطة معماريتها مقارنة مع شبكات MLP [4].

[1] ثورة محمد عيسى الشيخ القدال، **مرجع سابق**، ص 58.

[2] محمد جلال محمد عبد الله جبارة، **مرجع سابق**، ص 108.

[3] المرجع نفسه، ص (108-109).

[4] ثورة محمد عيسى الشيخ القدال، **مرجع سابق**، ص (58-59).

المطلب الرابع: التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية

يعد التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية من الأساليب الحديثة التي لاقت اهتماما واسعا في مجالات متعددة منها التنبؤ بأسعار العملات والموارد المائية وأحوال الطقس وتدفق المياه والأنهار واستهلاك الطاقة الكهربائية واستخدامها بشكل واسع كونها لا تحتاج إلى شروط صارمة ودقيقة لغرض التنبؤ كما أنها تسمح بتفسير سلوك البيانات غير الخطي[1]، وبالتالي فإن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية على نطاق واسع في كثير من مهام التنبؤ يرجع لقدرتها على تصميم نموذج للعلاقة غير الخطية بين مجموعة من متغيرات المدخلات والمخرجات المقابلة لها[2]، كما أن الشبكات العصبية تعتبر طريقة حديثة دقيقة وفعالة للتنبؤ يمكنها استخدام المنطق في عملياتها بدلا من فكرة العلاقة الثابتة بين الرموز وردود الأفعال[3].

ومنه يمكن إيجاز عملية التنبؤ بالاعتماد على الشبكة العصبية الاصطناعية في المراحل التالية[4]:

❖ **الخطوة الأولى: اختيار المتغيرات (Variables selection)**

في هذه الخطوة يتم اختيار المشاهدات التي تمثل المشكلة المراد التنبؤ بقيمها بشكل جيد.

❖ **الخطوة الثانية: معالجة البيانات (Data processing)**

---

[1] هيام عبد المجيد حياوي، قصي أحمد طه، **دراسة سلسلة الأوراق المالية باستخدام ARIMA وANN وPMRS، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 13، العدد 23، 2013، ص 102.

[2] خالد مصطفى محمد علي، الحسين العربي، "**تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الهندسة الجيوتقنية**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر الأول لهندسة الأنشآت حول: آفاق الهندسة الإنشائية في الوطن العربي، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، جوان 2013، ص 303.

[3] البيومي عوض عوض طاقية، الشيماء إبراهيم السيد الوصيفي، **مرجع سابق**، ص 2.

[4] تم الاعتماد:

-عبد القادر ساهد، محمد مكيديش، **دراسة مقارنة بين الانحدار المبهم باستخدام البرمجة بالأهداف والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بأسعار البترول، مجلة الباحث**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، العدد 14، 2014، ص 112.

- باسل يونس الخياط، عزة حازم زكي، **استخدام الشبكات العصبية في التكهن بالسلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 5، العدد 8، 2005، ص (69-71).

-هيام عبد المجيد حياوي، قصي أحمد طه، **مرجع سابق**، ص (102-103).

يتم في هذه الخطوة إجراء بعض العمليات على البيانات المستخدمة مثل تحديد الاتجاه العام، التركيز على العلاقات بين المشاهدات وإيجاد توزيع البيانات.

❖ **الخطوة الثالثة: تقسيم البيانات إلى مجاميع (Divide data into sets)**

حيث يتم تقسيم البيانات المتوفرة إلى المجاميع الآتية:

- مجموعة التدريب (Training set): وهي تمثل مجموعة تعلم وتحديد نموذج للبيانات؛
- مجموعة الاختبار (Testing set): ويمكن عن طريقها تحديد مهارة الشبكة وإمكانية استخدامها بصورة عامة وهي التي ستعطينا القيم المتنبئة؛
- مجموعة التحقيق (Validation set): وهي مجموعة لإجراء اختبار نهائي لأداء الشبكة.

❖ **الخطوة الرابعة: تحديد نموذج الشبكة العصبية (Neural network paradigms)**

عند تحديد نموذج الشبكة العصبية يجب اختبار الآتي:

- عدد العقد العصبية (العصبونات) للإدخال والذي يساوي عدد المتغيرات المستقلة؛
- عدد الطبقات المخفية والذي يعتمد على قيمة الخطأ المستخدم في الشبكة؛
- عدد العقد العصبية المخفية (العصبونات المخفية) والذي يحدد عن طريق التجربة؛
- طبقة الاخراج والتي عادة يساوي واحد.

❖ **الخطوة الخامسة: تحديد دالة التحويل (Transfer function)**

دالة التحويل هي الصيغة الرياضية التي تسمح بتحديد الاخراج فهي تمنع الاخراج من الوصول إلى قيمة عالية جدا وهناك عدة دوال يمكن استخدامها لكن يتم عادة استخدام دالة Sigmoid.

❖ **الخطوة السادسة: اختيار معيار التقييم (Evaluation criteria)**

أو يمكن تسميته أيضا بمعيار التعلم حيث نجد أن المعيار المستخدم في شبكة الانتشار العكسي لتقييم الخطأ هو مجموع مربعات الأخطاء (MSE) وهو الأكثر استخداما.

❖ **الخطوة السابعة: تدريب الشبكة (Neural network training)**

وتضم هذه الخطوة ما يلي:

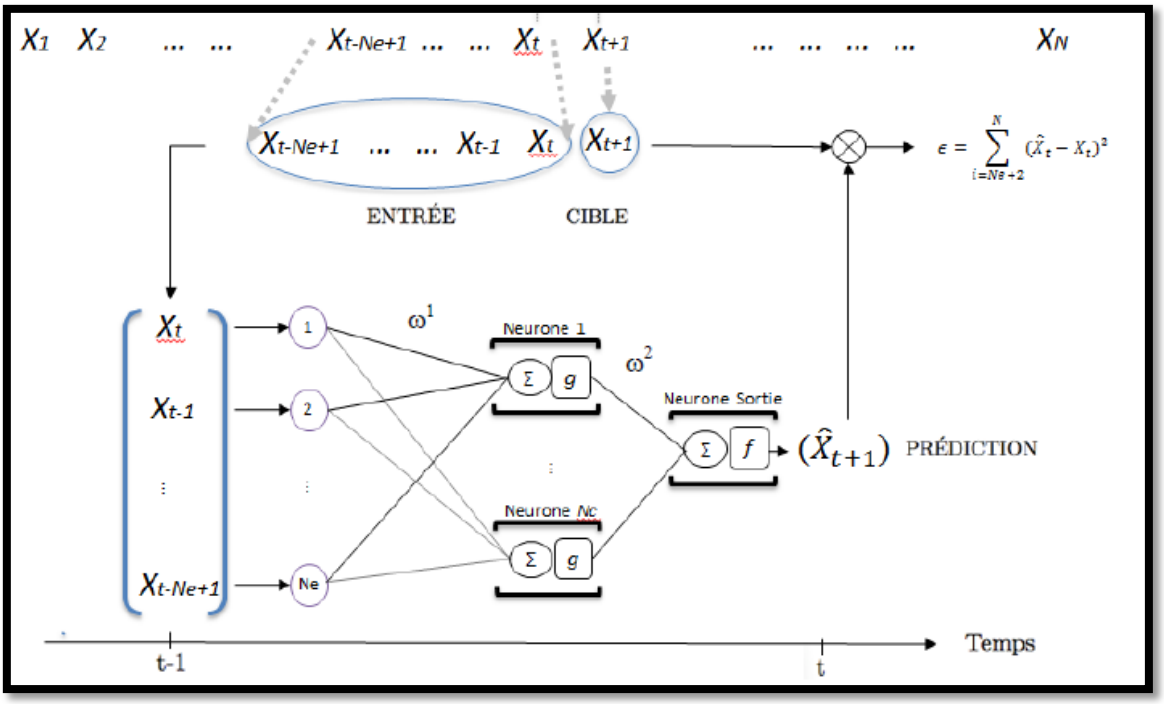
- تعليم النموذج: إيجاد مجموعة الأوزان بين العقد العصبية أي العصبونات والتي تحدد أقل قيمة لمربع الخطأ، ذلك أن مجموعة الأوزان يتم تحسينها في كل مرة إلى غاية الوصول إلى أوزان تعطي نتيجة دقيقة وذلك بتحقيق أقل قيمة لمربع الخطأ؛
- الخوارزمية: حيث تستخدم شبكة الانتشار الخلفي للخطأ خوارزمية التدريب لتقليل الميل، أي يتم الاعتماد على خوارزمية الانتشار الخلفي للخطأ؛

❖ **الخطوة الثامنة: التنفيذ**

وهي من أهم الخطوات التي تختبر فيها الشبكة من حيث قدرة التكيف مع حالة التغير في الدورة وإمكانية إعادة التدريب والوصول إلى أقل خطأ عند تغير البيانات أي الوصول إلى أقل قيمة لمربع الخطأ عند تغير البيانات والوصول إلى حالة مستقرة.

ومنه فبعد اتباع جميع المراحل السابقة فإنه يمكن الاعتماد على الشبكة العصبية الاصطناعية للتنبؤ بالقيم المستقبلية والشكل الموالي يوضح آلية عمل الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بالسلاسل الزمنية وهذا بالاعتماد على شبكة البرسبترون في التنبؤ بالسلاسل الزمنية باعتبارها محور اهتمامنا في الجزء التطبيقي.

الشكل رقم (2-12): آلية عمل الشبكة العصبية الاصطناعية (MLP) في التنبؤ بالسلاسل الزمنية



المصدر:

Cyril Voyant, ***Prédiction de séries temporelles de rayonnement solaire globale et de production d'énergie photovoltaïque à partir de réseaux de neurones artificiels,*** *thèse pour l'obtention du grade de docteur en physique, mention Energétique, Ecole doctorale environnement et societe, Université de Corse-Pascal Paoli, la France, 2011, P 106.*

ومنه فمن خلال الشكل أعلاه يتضح ما يلي[1]:

[1] Cyril Voyant, **Prédiction de séries temporelles de rayonnement solaire globale et de production d'énergie photovoltaïque à partir de réseaux de neurones artificiels,** thèse pour l'obtention du grade de docteur en physique, mention Energétique, Ecole doctorale environnement et societe, Université de Corse-Pascal Paoli, la France, 2011, P 106.

تمثل ε خطأ التنبؤ، وتمثل Nc عدد العصبونات (العقد) الخفية وNe عدد عصبونات الادخال ويمثل كل من ω^1 و ω^2 الأوزان المعتمدة في الشبكة، وعليه فإن الصيغة الرياضية للتنبؤ تعطى بالعلاقة التالية:

$$\widehat{X}_{t+1} = f(\sum_{i=1}^{Nc} y_i w_i^2 + b^2)$$

حيث y_i تمثل قيمة المخرجات لكل عصبون خفي وهو يعرف بالعلاقة التالية:

$$y_i = g(\sum_{j=1}^{Ne} X_{t-j+1} w_{ij}^1 + b_i^1)$$

وبالتالي يمكن الاعتماد على الشبكة العصبية الاصطناعية للتنبؤ لنمذجة أي علاقة تربط بين متغيرات المدخلات والمخرجات ومن بينها النماذج الخاصة بالسلاسل الزمنية، فباعتبار أن السلسلة الزمنية هي عبارة عن عدد من المشاهدات المرتبة ($X_1, X_2, \ldots\ldots, X_t$) حيث (t) يمثل الزمن في تحليل السلسلة الزمنية فإن الشبكات العصبية الاصطناعية بإمكانها التنبؤ بالبيانات المولدة اعتمادا على العمليات السابقة والسيطرة عليها وتعتبر شبكة التغذية الأمامية المتعددة المستويات هي الشبكات الشائعة الاستخدام في مجال التنبؤ بالسلاسل الزمنية، حيث ستكون مدخلات الشبكة هي بيانات متخلفة سابقة وستكون المخرجات هي القيم المستقبلية المتنبأ بها، وتمثل العلاقة المعتمدة في التنبؤ بالسلاسل الزمنية وفق الشبكات العصبية كما يلي: $X_{t+1}=f(X_t, X_{t-1}, \ldots\ldots,X_{t-m})$ حيث X_t هي المشاهدة في الزمن t و m هي عدد المشاهدات السابقة والمستخدمة في التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية X_t التي لها k من المشاهدات، وعليه فإنه يمكن استخدام شبكة عصبية لها n من المدخلات ولها مخرج واحد هو القيمة التنبؤية المستقبلية وهذا بعد تدريب الشبكة حيث يكون في نموذج التدريب الأولي ($X_1, X_2,\ldots\ldots X_n$) عبارة عن مدخلات ويكون X_{t+1} هو الهدف ونموذج التدريب الثاني يكون ($X_2, X_3,\ldots\ldots X_{n+1}$) كمدخلات ويكون X_{t+2} هو الهدف أما نموذج التدريب النهائي فيكون ($X_{k-m}, X_{k-m+1},\ldots\ldots X_{k-1}$)

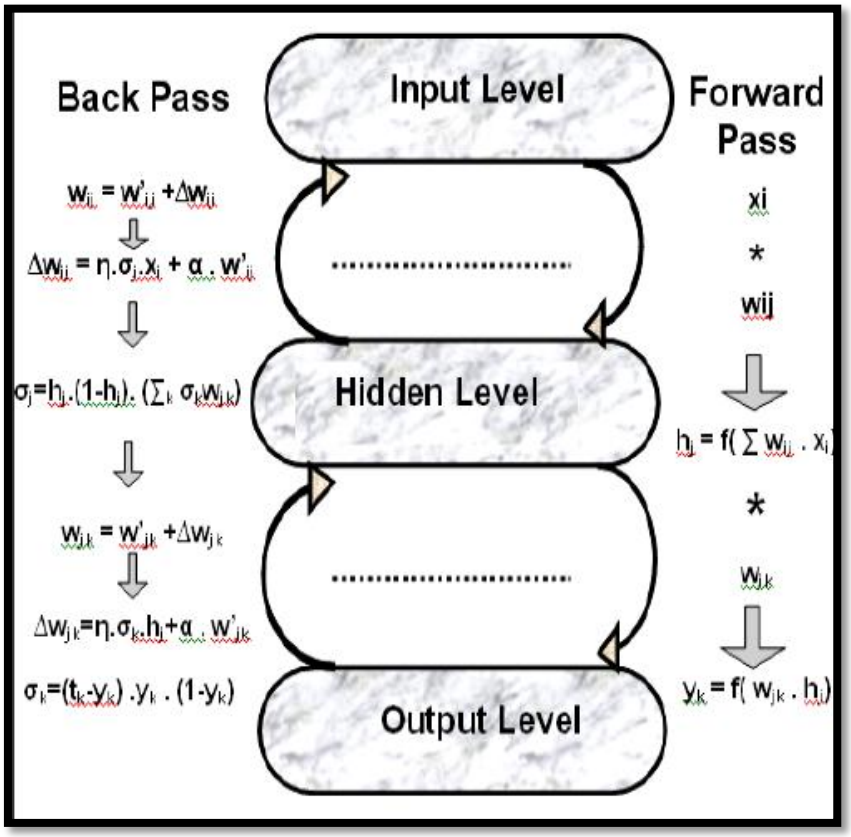
ويكون X_k هو الهدف، تجدر الإشارة إلى أن الهدف من عملية التدريب هي إيجاد الأوزان التي تعمل على تخفيض مجموع مربعات الخطأ ما بين القيمة المقدرة للمخرجات والقيمة الحقيقية إلى أقل ما يمكن[1].

فالأوزان في الشبكة العصبية الاصطناعية بصفة عامة وعملية تغيرها بصفة خاصة تعتبر عملية ضرورية ومهمة جدا في عملية تعلم الشبكة وتطبيقها لعدة أغراض أهمها التنبؤ، لهذا نجد أن خوارزمية الانتشار العكسي للخطأ (التي يتم الاعتماد عليها بشكل كبير في عملية التنبؤ بالسلاسل الزمنية) تهدف إلى الحصول على الأوزان المثلى والتي يتم الاعتماد عليها لحساب التنبؤات لبيانات الظاهرة المدروسة حيث تقوم على بث البيانات في الشبكة العصبية إلى أن نحصل على مخرجات ومن ثم تعود عكسيا للحصول على مشتقة الخطأ التي تغير الأوزان وبالتالي يقل الخطأ في الشبكة وتستمر العملية إلى أن نصل إلى المعايير المطلوبة التي تناسب الظاهرة[2]، والشكل الموالي يوضح كيفية حساب تغير الوزن وفق هذه الخوارزمية.

[1] دعاء عبد الكريم صاحب، محمد حبيب الشاروط، **التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة القادسية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية ونماذج الشبكات العصبية الاصطناعية، مجلة القادسية لعلوم الحاسوب والرياضيات**، جامعة القادسية، العراق، المجلد 6، العدد 1، 2014، ص 19.

[2] إيفان علاء ناظم، **مرجع سابق**، ص 206.

الشكل رقم (2-13): كيفية عمل خوارزمية الانتشار الخلفي للخطأ



المصدر: *إيفان علاء ناظم، **استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ والمقارنة، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق، المجلد 15، العدد 56 ، 2009، ص 207.*

ومنه فإن الشكل السابق يظهر أن خوارزمية الانتشار العكسي للخطأ في الشبكة بغية التعلم وكذا التنبؤ يتم وفق الخطوات التالية[1]:

1/توليد قيم ابتدائية لأوزان الطبقات من إحدى التوزيعات الإحصائية؛

2/من أجل الوصول إلى المعايير المطلوبة والتي تتناسب والظاهرة المدروسة فإنه يستمر بتطبيق الخطوات الموالية:

- عملية المرور الأمامي (Forward Pass): وهي حساب قيم مخرجات العقد المخفية لاستخدامها في حساب مخرجات الشبكة العصبية؛

[1] إيفان علاء ناظم، **مرجع سابق**، ص (206-207).

- عملية المرور الخلفي (Back Pass): حيث يتم حساب مشتقات الخطأ من عقد المخرجات والعقد المخفية ولاستخدامها في تحديث أوزان الطبقات؛
- تحديث أوزان طبقات الشبكة العصبية (Updating Weights): وهو يعتمد على وجود المشتقة للخطأ ومعدل التعلم والزخم ومقدار التغير في الوزن السابق؛
- اختبار الشبكة: وهو إدخال بيانات جديدة لم يسبق أن تدربت عليها الشبكة ومقارنة النتائج مع نتائج البيانات التي تدربت عليها؛

3/استخدام الشبكة العصبية لأغراض التصنيف أو تقريب الدوال أو التنبؤ وهو محور اهتمامنا.

المطلب الخامس: إشكالية المفاضلة بين منهجية بوكس–جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية

من خلال النقاط الموالية سنحاول ابراز أهم النقاط التي تبنى عليها مشكلة المفاضلة بين الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس–جنكنز والتي نوجزها كما يلي:

❖ **خطية السلاسل الزمنية**

تظهر الشبكات العصبية الاصطناعية مقدرة كبيرة في التعامل مع سلوك عدم الخطية في بيانات السلاسل الزمنية وهذا ما يضفي ميزة إضافية لها مقارنة مع منهجية بوكس–جينكنز في التنبؤ التي تتعامل مع البيانات الخطية[1] أي أنه[2] :

[1] محمد جلال محمد عبد الله جبارة، **مرجع سابق**، ص 106.

[2] مروان عبد الحميد عاشور، **استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية المحسنة ونماذج بوكس–جنكينز في تحليل السلاسل الزمنية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه فلسفة في الاحصاء التطبيقي، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2014، ص (165–167).

– تكون منهجية بوكس جنكنز أكثر كفاءة وفعالية من الشبكات العصبية الاصطناعية في حالات نماذج الانحدار الذاتي المثالية أي عندما يتوزع الخطأ توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي الصفر وتبيان يساوي الواحد، وأيضا في نماذج المتوسطات المتحركة والنماذج المختلطة (ARIMA) والنماذج الموسمية أي أنها أكثر كفاءة في النماذج الخطية، وتكون عدم كفؤة في النماذج الشبه خطية؛

– تكون الشبكات العصبية الاصطناعية ذات كفاءة عالية في معالجة النماذج شبه الخطية بينما تفشل منهجية بوكس–جنكينز في معالجة هذا النوع من السلاسل، وهذا ما يؤكد قدرة الشبكات العصبية الاصطناعية في معالجة السلاسل الزمنية شبه الخطية وغير الخطية؛

❖ **التنبؤ**

يعتبر التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة المدروسة هدف أساسي تسعى إليه كل من الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس جنكنز، لكن تجدر الإشارة إلى أن الشبكات العصبية الاصطناعية جاءت لحل العديد من مشاكل التنبؤ بالسلاسل الزمنية والتي فشلت نماذج الجيل الثاني في حلها، فمن أهم الأسباب التي تجعل الشبكات العصبية تعطي أداء أفضل من غيرها من أساليب التنبؤ (منهجية بوكس–جنكنز خاصة) هو خاصيتها المميزة في التعامل مع السلاسل الزمنية الغير خطية بالإضافة إلى فعاليتها في التنبؤ بالسلاسل الزمنية الغير خطية بوجود التشويش الأبيض أو بعدم وجوده[1]؛

[1] Roselina Sallehuddin, Siti Mariyam Hj.Shamsuddin, **Hybrid grey relational artificial neural network and autoregressive integrated moving average model for forecasting time series data, Applied artificial intelligence,** Taylor&Francis group LLC, United Kingdom, Vol 23, 2009, P 444.

❖ **شروط الإستخدام**

تتميز نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية بعدم وجود أي افتراضات أو شروط مسبقة عند تطبيقها في مجال التنبؤ على عكس منهجية بوكس–جينكنز التي تفترض تحقق مجموعة من الشروط من بينها مثلا تحقق شرط الاستقرارية قبل بناء النماذج؛

❖ **نوع البيانات**

تعمل الشبكة العصبية بصورة أفضل عندما تتغير كل مدخلاتها ومخرجاتها في مدى يقع بين (0،1) وبالتالي يجب تغيير كل البيانات قبل أن تستخدم في نموذج الشبكة العصبية على عكس منهجية بوكس–جنكنز التي تتعامل مع البيانات كما هي دون احداث أي تغيير؛

❖ **استقرارية السلسلة الزمنية**

يفضل استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية على منهجية بوكس جنكنز في حالة وجود مشكلة عدم ثبات التباين في السلاسل الزمنية والعكس صحيح؛

❖ **حجم البيانات**

تتأثر نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية بشكل مباشر بحجم البيانات المتاحة أي طول السلسلة الزمنية حيث كلما كان حجم البيانات كبير بالقدر الكافي ستظهر كل تغيرات السلسلة وسترتفع درجة التعلم في الشبكة ومن ثم ستزداد كفاءة نماذج الشبكة في التنبؤ، أما إذا كان طول السلسلة الزمنية غير كافي فإنه يفضل استخدام منهجية بوكس–جينكنز؛

❖ **تعقيد البيانات**

-يفضل استخدام منهجية بوكس-جينكنز في السلاسل الزمنية الأقل تعقيدا فكلما ارتفعت درجة التعقيد في السلسلة يفضل استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية[1].

[1] محمد جلال محمد عبد الله جبارة، **مرجع سابق**، ص (148-150).

خلاصة الفصل

من خلال كل ما سبق ذكره في هذا الفصل يتضح أنه من أجل القيام بعملية التنبؤ لظاهرة معينة فإن هناك مجموعة من الأساليب التي يمكن الاعتماد عليها في ذلك وهذا في حالة ما إذا توافقت شروطها مع نوعية البيانات، وعليه فإن هناك مجموعة من المعايير التي يمكن الاعتماد عليها من أجل المفاضلة بين نتائج هذه الأساليب من أجل اختيار أفضلها، وبالتالي قمنا في هذا الفصل بتسليط الضوء على منهجية بوكس جنكنز والتفصيل في مراحلها المختلفة حيث تعتبر هذه المنهجية من الأساليب القياسية ذات التطبيق الواسع في نمذجة السلاسل الزمنية العشوائية والتنبؤ بقيمها المستقبلية، كما قمنا بإبراز أهم ما يحيط بالشبكات العصبية الاصطناعية التي تعتبر أسلوب يحاكي العقل البشري أي محاولة محاكاة شكل وترتيب وطريقة عمل الخلايا في الجهاز العصبي للإنسان فهي أسلوب ذو خصائص مميزة تسعى في مجملها إلى نمذجة الظواهر الاقتصادية والتنبؤ بالقيم المستقبلية.

ومنه سنحاول في الفصل الموالي تطبيق هذين الأسلوبين بهدف التنبؤ بالقيم المستقبلية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة والمفاضلة بين نتائجهما وهذا من أجل اختيار الأسلوب الأنسب للمؤسسة.

الفصل الثالث:

التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية

تمهيد

من خلال هذا الفصل سنقوم بتقديم لمحة مختصرة حول تطورات مؤسسة سونلغاز التي تعتبر أكبر وأهم مصدر لإنتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية على المستوى الوطني وكذا التعريف بالمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بولاية بسكرة وهذا باعتبارها المسؤولة عن توزيع الطاقة الكهربائية بمختلف أنواعها في الولاية ولمختلف الزبائن، كما نهدف إلى دراسة كمية استهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط على مستوى ولاية بسكرة والتنبؤ بقيمها المستقبلية من خلال تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية والمفاضلة بين نتائجهما، لهذا قمنا بتقسيم هذا الفصل إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: نظرة عامة حول سونلغاز ؛

المبحث الثاني: المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة؛

المبحث الثالث: دراسة خصائص السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة؛

المبحث الرابع: التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز ؛

المبحث الخامس: استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة والمفاضلة بين النماذج.

المبحث الأول: نظرة عامة حول سونلغاز

من خلال هذا المبحث سنقوم بتقديم عام حول مؤسسة سونلغاز باعتبارها من أهم المؤسسات في الجزائر وكذا إبراز أهم التحولات والتغييرات التي طرأت عليها ووظائفها وغيرها من العناصر المحيطة بالمؤسسة.

المطلب الأول: تعريف مؤسسة سونلغاز وأهدافها

تعد مؤسسة سونلغاز المتعامل التاريخي في ميدان الإمداد بالطاقة الكهربائية والغازية في الجزائر ومهامها الرئيسية هي إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها وكذلك نقل الغاز وتوزيعه عبر القنوات، وقانونها الأساسي الصادر في 2002 يسمح لها بإمكانية التدخل في قطاعات أخرى من قطاعات الأنشطة ذات الأهمية بالنسبة وللمؤسسة ولاسيما في ميدان تسويق الكهرباء والغاز نحو الخارج.

منذ صدور القانون قامت سونلغاز بإعادة هيكلة مصالحها لكي تتكيف مع السياق الجديد إذا أضحت اليوم مجمعا صناعيا يتألف من 39 شركة فرعية وتشغل 40000 عامل.

لعبت سونلغاز على الدوام دورا مهما في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد ومساهمتها في تجسيد السياسة الطاقوية الوطنية ترقى إلى مستوى برامج الإنجاز الهامة في مجال الإنارة الريفية والتوزيع العمومي للغاز التي سمحت برفع نسبة التغطية من حيث إيصال الكهرباء إلى أكثر من 97% ونسبة توغل الغاز إلى ما يفوق 37%[1].

[1] شدري معمر سعاد، **دور المراجعة الداخلية المالية في تقييم الأداء في المؤسسة الاقتصادية دراسة حالة: سونلغاز**، مذكرة ماجستير في علوم التسيير، فرع مالية المؤسسة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أمحمد بوقرة بومرداس، الجزائر، 2009/2008، ص 171.

تهدف سونلغاز إلى تحقيق جملة من الأهداف أهمها[1]:

-إنتاج الكهرباء سواء في الجزائر أو في الخارج ونقلها وتوزيعها وتسويقها؛

-نقل الغاز لتلبية حاجات السوق الوطنية؛

-توزيع الغاز عن طريق القنوات سواء في الجزائر أو في الخارج وتسويقه؛

-تطوير وتقديم الخدمات الطاقوية بكل أنواعها؛

-دراسة كل شكل ومصدر للطاقة وترقيته وتثمينه؛

-تطوير كل نشاط له علاقة مباشرة أو غير مباشرة بالصناعات الكهربائية والغازية وكل نشاط يمكن أن تترتب عنه منفعة لسونلغاز، وبصفة عامة كل عملية مهما كانت طبيعتها ترتبط بصفة مباشرة أو غير مباشرة بهدف الشركة لاسيما البحث عن المحروقات واستكشافها وإنتاجها وتوزيعها؛

-تطوير كل شكل من الأعمال المشتركة في الجزائر أو خارج الجزائر مع شركات جزائرية أو أجنبية؛

-إنشاء فروع وأخذ مساهمات وحيازة كل حقيبة أسهم وغيرها من القيم المنقولة في كل شركة موجودة أو سيتم إنشاؤها في الجزائر أو في الخارج.

[1] شدري معمر سعاد، **مرجع سابق**، ص (171-172).

المطلب الثاني: تاريخ سونلغاز ومراحل تحولها من مؤسسة إلى مجمع صناعي وتجاري

بعد الاستقلال مرت سونلغاز بعدة مراحل تم من خلالها تغيير الأهداف والوسائل التي كانت تعمل فيها، وبرزت مرحلتين أساسيتين ميزت مسار المؤسسة وأثرت في طرق تسييرها بصفة مباشرة هما: المرحلة الأولى وهي مرحلة محاولات إنشاء مؤسسة سونلغاز، والمرحلة الثانية تتدرج في إطار تشييد سونلغاز كمجمع صناعي وتجاري[1]، وسنقوم بالتفصيل في هذين المرحلتين من خلال الفرعين المواليين.

الفرع الأول: أولى محاولات إنشاء مؤسسة سونلغاز

إن بروز مؤسسة سونلغاز كمجمع صناعي وتجاري سبقته مراحل متعددة بدء من مرحلة ما بعد الاستقلال التي تميزت باستمرار مؤسسة "كهرباء وغاز الجزائر" في النشاط بالجزائر إلى غاية 1969 حيث قامت الحكومة الجزائرية بمخططات تنموية من شأنها تنمية وتطوير البلاد وتطلب ذلك مخزون طاقة كهربائية ضخم مما دفع بها إلى حل مؤسسة كهرباء وغاز الجزائر وإحداث الشركة الوطنية للكهرباء والغاز "سونلغاز" لتعرف المؤسسة تغيرات هامة في مرحلة التسعينات.

وبالتالي فإن إنشاء مؤسسة سونلغاز وتطورها مر بعدة تغيرات ومحطات تاريخية نذكرها في المراحل التالية[2]:

1 – إنشاء المؤسسة العمومية "كهرباء وغاز الجزائر" (EGA) سنة 1947

تعتبر هذه المرحلة من المراحل الذهبية في تاريخ سونلغاز، إذ بعد أن حول القانون رقم 628/46 المؤرخ في 1946/04/08 قطاع الطاقة الكهربائية والغاز في فرنسا إلى القطاع العام، صدر المرسوم رقم

[1] سماتي سعيدة، **مجمع سونلغاز**، مذكرة ماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه، فرع الدولة والمؤسسات العمومية، كلية الحقوق –بن عكنون–، جامعة الجزائر –1–، الجزائر، 2014، ص 11.

[2] المرجع نفسه، ص (11–14).

1002/47 المؤرخ في 1946/06/05 الذي حدد كيفيات وإجراءات تطبيقه في الجزائر، فتم إنشاء **مؤسسة كهرباء وغاز الجزائر (EGA)** في شكل مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي تجاري، تتمتع بالاستقلالية المالية والتجارية، كما أن هذه المؤسسة العمومية يجري على تسييرها المالي ما يجري على عموم الشركات الصناعية والتجارية ، ويترتب على ذلك ما يلي:

-خضوع المؤسسة العمومية لنظام الضرائب الذي تخضع له الشركات الرأسمالية؛

-خضوع المؤسسة العمومية لقواعد المحاسبية وفق المخطط المحاسبي الوطني.

أما بالنسبة لنظام الاستغلال الخاص بمؤسسة كهرباء وغاز الجزائر (EGA) فإن التشريعات الجديدة وعلى رأسها قانون 1946/04/08 ومرسوم 1947/06/05 خولت لها احتكار قطاع الطاقة في الجزائر ونتيجة لذلك تمت عمليات تحويل ممتلكات وحقوق ومستحقات المؤسسات العمومية ما عدا المؤسسات الصغيرة التي لم يتجاوز إنتاجها 5 ملايين Kwh خلال الفترة ما بين 1942-1943.

ابتداء من 1947/09/01 انطلقت عملية التأميم والتكفل بمصير المؤسسات المؤممة، شملت الجزائر 32 مؤسسة عاملة في مجال الطاقة الكهربائية و10 معامل غاز من بينها مؤسسات كبيرة وصغيرة ومنها متفرعة عن شركات متروبولية وأخرى تابعة للرأسمال أو الجمعيات المحلية، خلال فترة شهرين تمت المرحلة الأولى بضم عدد من الشركات وتلتها مراحل أخرى تدريجية، وهكذا شرعت المؤسسة الجديدة **كهرباء وغاز الجزائر EGA** في النشاط الفعلي يوم 1947/11/01 واستمرت في النشاط بعد الاستقلال إلى غاية سنة 1969.

2 – إنشاء الشركة الوطنية للكهرباء والغاز "Sonalgaz" سنة 1969

تم إنشاء **الشركة الوطنية للكهرباء والغاز** "**سونلغاز**" وفقا للأمر رقم 59/69 المؤرخ في 1969/07/28 المتضمن حل مؤسسة كهرباء وغاز الجزائر EGA وإحداث الشركة الجديدة المتمثلة في "**الشركة الوطنية للكهرباء والغاز Sonalgaz**".

يندرج هذا الأمر في إطار تدابير تأميم القطاعات الحيوية للاقتصاد الوطني وهي العملية التي انطلقت في سنة 1969 وقبل هذا التاريخ بالنسبة لبعض القطاعات.

ولكي تتمكن سونلغاز من المساهمة في بناء هياكل اقتصادية وطنية وتحقيق هدفها حدد لها الأمر رقم 59/69 مجال تدخل واسع جدا ومنح لها على الخصوص احتكار كلي لإنتاج الكهرباء والغاز المصنعين ونقلهما وتوزيعهما واستيرادهما وتصديرهما وحولت إليها جميع أموال وحقوق والتزامات مؤسسة كهرباء وغاز الجزائر.

3 – تحويل وحدات سونلغاز إلى مؤسسات مستقلة سنة 1983

بقيت سونلغاز تمارس وتحتكر السوق في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى غاية سنة 1983 حيث تم إعادة هيكلتها في إطار عملية إعادة الهيكلة المالية والعضوية الشاملة لكل المؤسسات العمومية التي ترتب عنها تحويل وحدات سونلغاز للأشغال وصنع المعدات إلى مؤسسات مستقلة تابعة لمؤسسات تسيير مساهمات الدولة متخصصة في مختلفة المهن المتعلقة بالطاقة الكهربائية والغازية، ويتعلق الأمر بـ:

-**كهريف (KAHRIF)** للأعمال المولدة للكهرباء أو الأشغال الكهربائية؛

-**كهركيب (KAHRAKIB)** لتركيب البنية التحتية والمنشآت الكهربائية؛

- **كناغاز (KANAGHAZ)** لإعداد وإنجاز قنوات نقل وتوزيع الغاز؛

- **اينرغا (ENERGA)** لأشغال الهندسة المدنية؛

-**التركيب (ETTARKIB)** للتركيب الصناعي؛

-**أ م س (AMC)** لصناعة العدادات وآلات القياس والمراقبة.

وبفضل هذه الشركات المتفرعة أصبحت سونلغاز تمتلك حاليا منشآت أساسية كهربائية وغازية تفي باحتياجات التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد.

4 - سونلغاز مؤسسة ذات طابع صناعي وتجاري "EPIC" سنة 1991

تم تغيير الشكل القانوني للشركة الوطنية للكهرباء والغاز "سونلغاز" المنشأة بمقتضى الأمر رقم 59/69 إلى **مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري EPIC** بموجب المرسوم التنفيذي رقم 475/91 المؤرخ في 1991/12/14 التي تسهر على أداء الخدمة العمومية في مجال الكهرباء والغاز داخل التراب الوطني الجزائري.

وبصدور المرسوم التنفيذي رقم 280/95 المؤرخ في 1995/09/17 المتضمن القانون الأساسي للمؤسسة العمومية ذات الطابع الصناعي والتجاري "سونلغاز" تم تأكيد الشكل القانوني لسونلغاز كمؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري توضع تحت وصاية الوزير المكلف بالطاقة، تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلالية المالية، تخضع لقواعد القانون العام في علاقاتها مع الدولة وتعرف كتاجر في علاقاتها مع الآخرين.

هذا التغيير حدد مهام مؤسسة سونلغاز بكيفية واسعة وذلك بهدف السماح لها بلعب دور محرك في تطوير الاقتصاد الوطني، وفي هذا الإطار نجد أربعة أنواع من المهام هي:

-احتكار إنتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها وكذا التوزيع العمومي للغاز؛

-صيانة المنشآت والتجهيزات المرتبطة بهذه النشاطات وتجديدها؛

-مهام ذات طابع تجاري (مساعدة الزبون، أخذ مساهمات، إنشاء فروع...)؛

-القيام بالدراسات الهندسية والتطوير سواء في الجزائر أو في الخارج.

الفرع الثاني: تشييد مؤسسة سونلغاز كمجمع صناعي وتجاري

تزامنت عملية تشييد مؤسسة سونلغاز كمجمع صناعي وتجاري مع عودة الاستقرار السياسي للبلاد وارتفاع المداخيل المالية للدولة والرغبة في الانضمام للمنظمة العالمية للتجارة OMC من خلال التنازل التدريجي عن المؤسسات الوطنية الكبرى منها سونلغاز التي حولت سنة 2002 إلى شركة ذات أسهم برأس مال خاص وأجنبي مع احتفاظ الدولة بالملكية القانونية للمؤسسة لتدخل في إعادة هيكلة في الفترة الممتدة ما بين 2004 و2009 إلى أن أضحت مجمع صناعي وتجاري يسمى "مجمع سونلغاز" يضم الشركة القابضة سونلغاز والشركات الفرعية التابعة لها[1].

[1] سماتي سعيدة، **مرجع سابق**، ص 14.

والمحطات التي ساهمت في تشييد مؤسسة سونلغاز كمجمع صناعي وتجاري يمكن توضيحها فيما يلي[1]:

1 - سونلغاز شركة ذات أسهم SPA سنة 2002

عرفت سونلغاز سنة 2002 تغييرا ثانيا في طبيعتها القانونية فتحولت بصدور المرسوم الرئاسي رقم 195/02 المؤرخ في 2002/06/01 المتضمن القانون الأساسي للشركة الجزائرية للكهرباء والغاز "**سونلغاز ش.ذ.أ**" إلى "**شركة ذات أسهم SPA**" في شكل مجمع صناعي يتألف من عدة مؤسسات متخصصة دون إنشاء شخصية معنوية جديدة، تنشط بواسطة فروعها في نشاطات الإنتاج، النقل وتوزيع الكهرباء وكذا نقل وتوزيع الغاز وتغير حتى اسمها من الشركة الوطنية للكهرباء والغاز إلى **الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز**.

وقد تجسدت إعادة الهيكلة في الفصل بين أنشطة إنتاج الكهرباء ونقلها ونقل الغاز وكذلك بين توزيع الكهرباء وتوزيع الغاز.

2 - إعادة هيكلة شركة سونلغاز نحو إنشاء مجمع صناعي وتجاري من سنة 2004 إلى 2009

يمكن تلخيص التحولات التي طرأت على شركة سونلغاز خلال هذه الفترة من خلال المحطات التاريخية التالية:

[1] سماتي سعيدة، **مرجع سابق**، ص (15-17).

❖ **في سنة 2004:**

انطلقت عملية إعادة هيكلة سونلغاز على شكل مجمع صناعي وتجاري في **جانفي 2004** بتحويل جميع الوحدات المكلفة بإنتاج ونقل الكهرباء ونقل الغاز إلى شركات فرعية منفصلة تسمى "**فروع المهن القاعدية**" تتمثل في: الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء (SPE)، الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباء (GRTE)، الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغاز (GRTG).

❖ **في سنة 2005:**

في سنة 2005 عرفت بعض الفروع المحيطة التي أنشأت في سنة 1998 إعادة هيكلة، حيث أدمجت الشركات الأربعة التابعة لصيانة وخدمات السيارات لتكون شركة وحيدة هي شركة "صيانة وخدمات السيارات MPV" ونفس الشيء حدث بالنسبة لشركات "صيانة المحولات الثلاث" التي تم جمعها في شركة وحيدة هي "شركة خدمات المحولات الكهربائية SKMK" وقد دعم هذا الفرع بشركتين هما: الشركة المدينة لطب العمل SMT، مركز البحث وتطوير الكهرباء والغاز CREDEG.

وهكذا اكتمل شكل قطب فروع المهن المحيطة مع الشركات التي كانت موجودة سابقا وهي: شركة النقل والشحن الاستثنائي للتجهيزات الصناعية والكهربائية TRANSMEX، شركة الوقاية والعمل الأمني SPAS، صندوق الخدمات الاجتماعية والثقافية FOSC، نزل المزارعين HMP، شركة صيانة التجهيزات الصناعية MEI، الشركة الجزائرية لتقنيات الإعلام SAT Info.

مع الملاحظ أنه في سنة 2003 أنشأ المتجر الجزائري للعتاد الكهربائي والغازي CAMEG مهمته تسويق العتاد الكهربائي والغازي بواسطة شبكة توزيع تغطي مجموع أنحاء التراب الوطني.

❖ **في سنة 2006:**

عرفت سنة 2006 إنشاء خمس شركات تضاف لفروع المهن القاعدية المذكورة سابقا: فرع أول يضم مسير منظومة الكهرباء والمكلف بإدارة نظام إنتاج ونقل الكهرباء، وأربع شركات تضمن مهمة توزيع الكهرباء والغاز هي:

الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الجزائر SDA، الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الوسط SDC، الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الشرق SDE، الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الغرب SDO.

وفي سياق دعم تحويل سونلغاز إلى مجمع صناعي وتجاري وإنجاز برنامج تطوير هام له أصبحت في نفس السنة المؤسسات الخمسة للأشغال فروع لمجمع سونلغاز بقرار صادر عن السلطات لعمومية وتتمثل في:

شركة أشغال الكهربة KAHRIF، شركة الأشغال والتركيب الكهربائي KAHRAKIB، شركة إنجاز القنوات KANAGHAZ، شركة إنجاز المنشآت الأساسية INERGA وأخيرا شركة التركيب الصناعي ETTERKIB.

❖ **في سنة 2007:**

في جانفي 2007 جاء دور مراكز الانتقاء والتكوين التابعة لسونلغاز لترقى إلى فرع هو "معهد التكوين في الكهرباء والغاز IFEG".

❖ **في سنة 2009:**

في جانفي 2009 تم إنهاء عملية إعادة هيكلة مجمع سونلغاز وذلك بإنشاء شركة هندسة الكهرباء والغاز CEEG وهكذا ارتفع عدد فروع مؤسسات الأشغال إلى ستة فروع ليلتحق آخر فرع بالمجمع في جوان من نفس السنة هو "رويبة للإنارة".

ولقد تمخض عن الفروع السالفة الذكر بروز سونلغاز في شكل مجمع صناعي وتجاري يضم الشركة الأم سونلغاز و 39 شركة فرعية تابعة لها.

3 – سونلغاز شركة قابضة في شكل مجمع صناعي وتجاري سنة 2011

بموجب المرسوم الرئاسي رقم 212/11 المؤرخ في 2011/06/02 المتضمن القانون الأساسي لشركة سونلغاز، تم تنظيم الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز شركة ذات أسهم في شركة قابضة تسمى سونلغاز، وذلك دون إنشاء شخصية معنوية جديدة، هذا التغيير جاء على خلفية عدم ملائمة القانون الأساسي للشركة الذي تم اتخاذه عن طريق التنظيم من خلال المرسوم الرئاسي رقم 195/02 مع ما هو منصوص عليه في القانون رقم 01/02 المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز عبر القنوات.

تشكل الشركة القابضة "سونلغاز" والشركات الفرعية التابعة لها ولاسيما تلك المكلفة بممارسة نشاطات إنتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها ونقل الغاز وتوزيعه ما يسمى "مجمع سونلغاز".

المطلب الثالث: فروع سونلغاز

نتيجة للإصلاحات الاقتصادية والهيكلية التي عرفتها الجزائر مع بداية التسعينات والآثار الاقتصادية الناجمة عنها، سعت مؤسسة سونلغاز كباقي المؤسسات الحديثة إلى التكيف مع الوضع حيث

اتخذت في سنة 2002 شكل شركة مساهمة وقد سمح لها ذلك إمكانية توسيع نشاطها ليشمل ميادين أخرى تابعة لقطاع الطاقة مع إمكانية التدخل خارج حدود الجزائر إلى أن أضحت مجمع شركات صناعي وتجاري يسمى "**مجمع سونلغاز**"[1].

ومن فروع سونلغاز نذكر ما يلي[2]:

- **الفروع المهنية:** وهي الفروع المتعلقة بالإنتاج، النقل والتوزيع للكهرباء ونقل وتوزيع الغاز، وهي تضم ثمانية فروع نذكر منها:
  - سونلغاز إنتاج الكهرباء (SPE)؛
  - سونلغاز شبكة نقل الغاز (GRTG)؛
  - سونلغاز توزيع الجزائر (SDA)؛
  - سونلغاز توزيع الوسط (SDC)؛
  - سونلغاز توزيع الشرق (SDE)؛
  - سونلغاز توزيع الغرب (SDO).
- **الفروع المهنية المحيطة:** وهي تضم الفروع التي تخص الدعم والإمداد وتضم إحدى عشر فرعا نذكر منها:
  - مركز البحث والتنمية في الكهرباء (CREDEG)؛

[1] سماتي سعيدة، **مرجع سابق**، ص 46.

[2] شدري معمر سعاد، **مرجع سابق**، ص (175–176).

- معهد التكوين في مجال الكهرباء والغاز (IFEG)؛
- الشركة الجزائرية لتقنيات الإعلام (SAT.INFO؛
- سونلغاز طب العمل (SMT)؛
- شركة الوقاية والعمل بأمان (SPAS).

❖ **فروع الأشغال:** وتشمل خمسة فروع هي:

- شركة الأشغال الكهربائية؛
- إينرقا؛
- كهركيب؛
- كناغاز ؛
- التركيب.

بينما في فروع أخرى تكون سونلغاز في شراكة مع مؤسسات أخرى مثل: سونطراك–كهرماء (KAHRAMA)، وأخرى محلية وحتى أجنبية (أمريكية، كندية ، فرنسية) وهذا من أجل اكتساب المهارات والتكنولوجية والخبرة.

المطلب الرابع: وظائف سونلغاز

تعتبر الطاقة الكهربائية منتوج غير قابل للتخزين هذا أجبر مؤسسة سونلغاز على اندماج كامل لكل نشاطاتها من الإنتاج إلى غاية الاستهلاك النهائي، فمؤسسة سونلغاز تعتبر شركة مساهمة وهي مؤسسة

محتكرة لثلاثة وظائف أساسية وهي: إنتاج الكهرباء، نقل الكهرباء والغاز وأخيرا توزيع الكهرباء والغاز، وسنفصل في هذه الوظائف في النقاط التالية[1]:

أولا: الإنتاج:

الإنتاج هو عملية تحويل الطاقة الحرارية أو المائية إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كهربائية ويشمل الإنتاج الفروع التالية:

- **فرع الديزل:** يتكون من 183 مولد بطاقة تتراوح بين 0.35 ميغاواط و8 ميغاواط للمولد الواحد؛
- **الفرع المائي:** يتكون من 34 مولد 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 و210 ميغاواط؛
- **الفرع الحراري البخاري:** يتكون من 20 مولد بطاقة تتراوح بين 50 ميغاواط و196 ميغاواط.

ثانيا: النقل:

يخص نشاط النقل كل من نقل الكهرباء والغاز، فنقل الكهرباء يتم عبر خطوط ذات الضغط العالي بالإضافة إلى خطوط ذات الضغط المتوسط.

أما فيما يخص نقل الغاز فمؤسسة سونلغاز تقوم بتزويد السوق بالكميات اللازمة من غاز مؤسسة سونطراك، حيث أنشأت سونلغاز شبكة هامة لنقل الغاز سواء كان للضغط العالي الموجه للمشتركين الصناعيين أو المتوسط أو المنخفض.

[1] شدري معمر سعاد، **مرجع سابق**، ص (178–179).

ثالثا: التوزيع:

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

تجدر الإشارة إلى أن سونلغاز تزود وتلبي احتياجات زبائنها وفقا لأنواعهم كما يلي:

-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.

ومنه بما أن الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز هي المسؤولة عن تزويد هذه الطاقة الأساسية للزبائن بمختلف أنواعهم سنقوم بالتطرق إليها بشيء من التفصيل في المبحث الموالي.

المبحث الثاني: المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة

تعتبر الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز من بين أهم فروع سونلغاز لهذا من خلال هذا المبحث سنقوم بتقديم تعريف للشركة وتوضيح فروعها ومهامها وكذا الصلاحيات الموكلة إليها مع تسليط الضوء على المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة من خلال تعريفها وهيكلها التنظيمي مع الإشارة إلى كيفية التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المديرية.

المطلب الأول: التعريف بالشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز وفروعها

أقر المخطط التنظيمي الجديد المعد من طرف السلطات العمومية إنشاء الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز المسماة اختصارا SDC شركة ذات أسهم ، كنتيجة لضم شركات التوزيع للشرق والوسط والغرب من جهة وإلحاق شركة التوزيع للجزائر كفرع من جهة أخرى، حيث **أنشئت الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز** " **SDC ش ذ أ** " شركة ذات أسهم بتاريخ 2017/04/04 برأس مال يفوق 64 مليار دينار جزائري يتواجد مقرها الاجتماعي بـ 20 نهج محمد بوضياف – بالبليدة ، تسير عبر 52 مديرية للتوزيع 48 ولاية موزعة عبر التراب الوطني .

بتواجدها في السوق الوطنية طورت الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز مجموعة من النشاطات تمس مجال شراء الطاقتين (الكهرباء والغاز) وبيعهما للزبائن النهائيين (توتر عالي ومتوسط ومنخفض وضغط عالي ومتوسط ومنخفض)، كما تسير الشركة نمو وتطور الشبكات والتركيبات الكهربائية والغازية وتضمن معها تلبية كافة طلبات الربط بالتوتر المتوسط والمنخفض والضغط المتوسط والمنخفض في إطار دفاتر الشروط و النظام ساري المفعول[1] .

[1] معلومات مأخوذة من الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز www.sdc.dz

تغطي الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز 52 مديرية توزيع مبينة في الجدول الآتي[1]:

الجدول رقم(3-1): مديريات التوزيع التابعة للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز

مديرية التوزيع بسكرة	مديرية التوزيع البليدة	مديرية التوزيع البويرة	مديرية التوزيع بومرداس	مديرية التوزيع الجلفة
مديرية التوزيع تيبازة	مديرية التوزيع عنابة	مديرية التوزيع تبسة	مديرية التوزيع سطيف	مديرية التوزيع سكيكدة
مديرية التوزيع الوادي	مديرية التوزيع جيجل	مديرية التوزيع خنشلة	مديرية التوزيع قالمة	مديرية التوزيع أم البواقي
مديرية التوزيع ميلة	مديرية التوزيع تلمسان	مديرية التوزيع تيسمسيلت	مديرية التوزيع سيدي بلعباس	مديرية التوزيع سعيدة
مديرية التوزيع غليزان	مديرية التوزيع وهران	مديرية التوزيع غرداية	مديرية التوزيع النعامة	مديرية التوزيع مستغانم
مديرية التوزيع معسكر	مديرية التوزيع السانية	مديرية التوزيع البيض	مديرية التوزيع الشلف شمال	مديرية التوزيع الشلف وسط
مديرية التوزيع بشار	مديرية التوزيع عين تموشنت	مديرية التوزيع عين الدفلى	مديرية التوزيع إيليزي	مديرية التوزيع أدرار
مديرية التوزيع تندوف	مديرية التوزيع الأغواط	مديرية التوزيع المدية	مديرية التوزيع ورقلة المدينة	مديرية التوزيع ورقلة الريف
مديرية التوزيع تامنغست		مديرية التوزيع تيزي وزو		

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على المعلومات الموجودة في الموقع: www.sdc.dz*

[1] معلومات مأخوذة من الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز www.sdc.dz

المطلب الثاني: مهام الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز وصلاحياتها

تتمحور **مهام** الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز حول[1]:

• تكييف الشبكات الحالية مع التكنولوجيات الحديثة للغد من أجل البقاء دوما على استعداد لتلبية حاجيات الزبائن.

• تأمين الهياكل والبنيات الأساسية لمواجهة تزايد الاستهلاك وخاصة استهلاك الطاقة الكهربائية (قدرات الشبكات والمحولات الرئيسية، تأمين الخطوط من العوامل المناخية) من جهة، والتزايد المستمر في الإنتاج والحوادث واسعة النطاق.

• تلبية طلبات الربط بالكهرباء والغاز في أحسن الظروف.

• المساهمة في بناء السياسة الاجتماعية انسجاما مع قيمنا وأهدافنا.

• في إطار برامج الدولة مرافقة وإنجاز مشاريع التنمية وفقا لمهام الشركة .

وعليه وفي إطار مهامها وتخصصها، تضمن الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز توزيع وتسويق الطاقة الكهربائية والغازية، ومن أجل ذلك وضعت الشركة في خدمة زبائنها الذين يفوق عددهم 8 810 312 زبون في الكهرباء 9 594 921 زبون في الغاز 190 مقاطعة للكهرباء و181 مقاطعة للغاز بالإضافة إلى 353 وكالة تجارية .

تشير الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز شبكات كهربائية تتكون من 172 805 كلم في التوتر المنخفض و143 825 كلم في التوتر المتوسط بمجموع 316 333 كلم من الشبكات، هذا من

[1] معلومات مأخوذة من الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز www.sdc.dz [consulter le 20/05/2018]

جهة ومن جهة أخرى شبكات للغاز الطبيعي تفوق 92 107.35 كلم منها 85074 كلم من البوليثيلان PE

وبتعداد إجمالي للعمال يفوق 30060 عامل معظمهم من الموارد الشابة والمؤهلة، تسعى الشركة إلى تسخير كل طاقاتها وإمكانياتها في تحسين نوعية خدماتها التقنية والتجارية المقدمة لزبائنها وهذا من خلال إدخال الوسائل التكنولوجية الحديثة لتسهيل منظومة تسيير الزبائن واستغلال الشبكات الكهربائية والغازية.

كما أنه يمكن حصر أهم **صلاحيات** الشركة في النقاط التالية[1]:

- ضمان نوعية واستمرارية الخدمة؛
- استغلال و صيانة شبكات توزيع الكهرباء و الغاز ؛
- تطوير شبكات الكهرباء و الغاز من أجل ربط الزبائن الجدد؛
- ضمان أمن و فعالية الشبكات؛
- ضمان التوازن بين العرض و الطلب على الطاقة؛
- تسويق الكهرباء و الغاز.

[1] معلومات مأخوذة من الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز www.sdc.dz [consulter le 20/05/2018]

المطلب الثالث: معلومات عامة حول المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة

من خلال هذا المطلب سنقوم بإلقاء نظرة عامة حول المديرية الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (مديرية التوزيع بسكرة) وهذا من خلال إعطاء بطاقة تعريفية للمديرية وكذا هيكلها التنظيمي مع المهام.

الفرع الأول: بطاقة تعريفية لمديرية التوزيع بسكرة

يظهر الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز المعلومات العامة الخاصة بمديرية التوزيع بسكرة كما يلي[1]:

-**التغطية الإقليمية:** ولاية بسكرة؛

- **عدد البلديات:** 33؛

-**عدد الوكالات التجارية:** 07 (بسكرة 1، بسكرة 2، سيدي عقبة، لوطاية، أورلال ، طولقة ، أولاد جلال)؛

-**عدد الزبائن الموصولون بالكهرباء:** 812 172؛

- **زبائن الموصولون بالغاز:** 303 92؛

- **نسبة التغطية بالكهرباء:** 7934 كم؛

- **نسبة التغطية بالغاز:** 2054 كم.

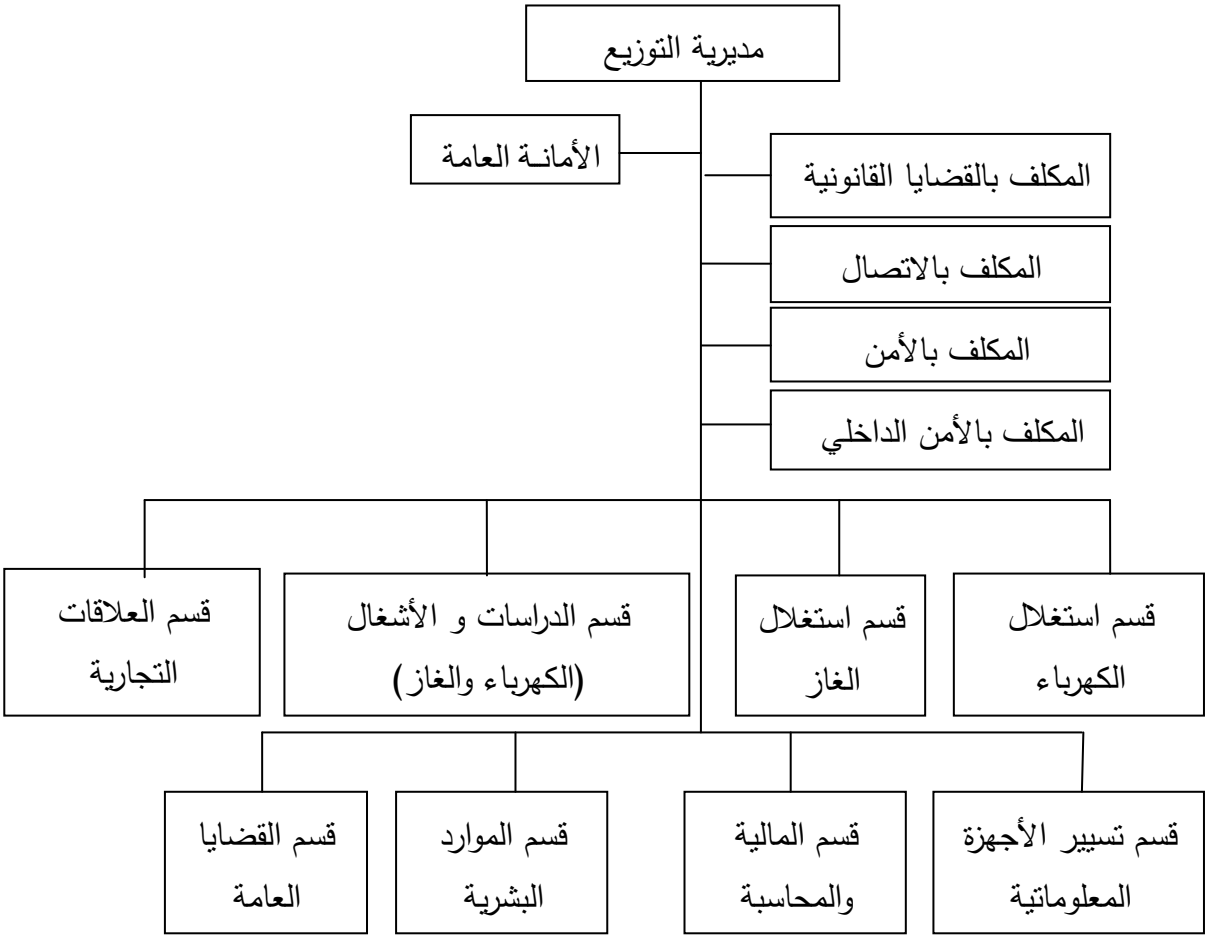
[1] معلومات مأخوذة من الموقع الرسمي للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز: www.sdc.dz [consulter le : 25/05/2018]

الفرع الثاني: الهيكل التنظيمي للمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة

المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة التابعة للشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز تنتهج السياسة التجارية لمجمع سونلغاز (رفع رقم الأعمال) وخدمة المصلحة العمومية (النوعية والاستمرارية في تقديم الخدمات) مثلها مثل باقي المديريات في الوطن.

وعليه تقوم المؤسسة بالعديد من المهام التي تتجلى أكثر في مهام ونشاطات أقسامها ومصالحها، والهيكل التنظيمي للمديرية بمختلف أقسامها ومصالحها موضح في الشكل الموالي.

الشكل رقم (3-1): الهيكل التنظيمي للمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (سونلغاز بسكرة)



المصدر: *وثائق مقدمة من قبل* مسؤولة الدراسات الإحصائية والتقارير بالمديرية

وفيما يلي تلخيص لمهام كل فرع من فروع الهيكل التنظيمي.

❖ **المدير الجهوي**

يمثل قمة الهرم بالمؤسسة والمكلف في حدود معينة بضمان توزيع الطاقة الكهربائية والغازية وإيصالها إلى زبائن المؤسسة في أحسن الظروف مع الحفاظ على النوعية، الجدية والاستمرارية في التقديم وكذا السعر المناسب.

❖ **الأمانة العامة**

❖ **المكلف بالاتصال**

يقوم بالعديد من المهام نذكر منها ما يلي:

– تحضير وتنظيم المعلومات الموجهة إلى الجمهور والزبائن باستعمال كل الوسائل المتاحة؛

– المشاركة مع المديرية العامة في التظاهرات التجارية؛

– اقتراح مواضيع الإشهار وإعلام الزبائن حسب الطبيعة المحلية؛

– ربط علاقات وثيقة مع كل أنواع وسائل الاتصال.

❖ **المكلف بالقضايا القانونية**

– يعد المكلف بالقضايا القانونية الممثل القانوني للشركة في المحكمة، المجلس القضائي..الخ؛

– يتابع تنفيذ القرارات القانونية؛

– يتكفل بكل القضايا القانونية: كرفع دعوى حول التعدي على ممتلكات سونلغاز أو الشكاوي ورفع الدعوى ضد المديرية من طرف الزبائن؛

– يساعد كل الأقسام في القضايا ذات الطابع القانوني (رفع دعوى قضائية)؛

– تنظيم المعلومات القانونية وتقديمها وقت الضرورة.

❖ **المكلف بالأمن والوقاية**

ويقوم بالمهام التالية:

– إعداد مخطط للزيارات المبرمجة للنشاطات التحسيسية؛

– تحضير اجتماعات لجنة النظافة والأمن على مستوى المديرية CHS؛

– السهر على تطبيق كل الإجراءات الوقائية في مجال النظافة والأمن؛

– إعداد الإحصائيات حول حوادث الغاز والكهرباء مع المصالح التقنية؛

❖ **المكلف بالأمن الداخلي**

يقوم المكلف بالأمن الداخلي بما يلي:

– المتابعة الميدانية لكل المقاييس الأمنية داخل المديرية (الحراس، الجدران..)؛

– تقرير دوري إلى المسؤولين حول الوضعية الأمنية للمديرية ومختلف وكالاتها؛

– إعداد تقرير فوري بعد حدوث أي طارئ مباشر؛

– إعداد مخطط الأمن الداخلي (سري جدا) بالتعاون مع المصالح الأمنية للولاية.

❖ **أقسام المديرية سونلغاز الجهوية للتوزيع**

1/ قسم استغلال الشبكات الكهربائية والغازية (Exploitation Elec et GAZ)

يهتم بمراقبة واستغلال الشبكات الكهربائية والغازية، الصيانة، تطوير الشبكتين السابقتين، القيام بالأشغال تحن التوتر TST (الكهرباء).

2/ قسم الدراسات والأشغال (الكهرباء والغاز) (Etude d'Exécution et Travaux Elec et GAZ)

تكون أغلب مهام هذا القسم في الميدان وله 3 مصالح هي كالآتي:

* **مصلحة الدراسات والأشغال:** وتقوم بكل ما يتعلق بالدراسة (الموقع ،المخططات..)؛

* **مصلحة السوق والبرمجة:** إنشاء الطلبات الخاصة برخص الحفر، البناء، استقبال مخطط التشفير الخاص بمقدار الأشغال المرسل من مصلحة الدراسات، وغيرها من مهام تخص السوق والبرمجة؛

* **مصلحة تسيير الاستثمار:** وتهتم هذه المصلحة بما يلي:

–تسيير القروض الخاصة بأمر الدفع ومتابعة تنفيذها؛

–استقبال وإجراء الأمر بالدفع لكل فواتير المؤسسات المنفذة للمشاريع؛

–إنشاء عناصر الإحصاء الخاصة بتحقيق المشاريع (الفيزيائية و المالية)؛

–فتح وإغلاق رخص البرامج.

3/ قسم العلاقات التجارية (Division Relation Commerciales)

له ستة وكالات تجارية: Biskra 2,Biskra 1 ، طولقة، سيدي عقبة، أولاد جلال، الوطاية ويضم هذا القسم مصلحتين:

– **مصلحة التقني التجاري:** وهي مصلحة مسؤولة على متابعة طلبات الزبون MT/MP (ذوي التوتر المتوسط ذو الضغط المتوسط) ومختلف الوثائق الخاصة بإيصالات جديدة لزبون جديد أو إحداث تغيرات على مستوى الشبكة ،إضافة إلى فوترة كل الأشغال الخاصة بطلب الزبون الجديد أو زبون مشترك؛

– **مصلحة الزبائن** :تهتم بكل أمور الزبائن وملفاتهم (فوترة ،تحصيل الديون ...).

4/ قسم تسيير الأجهزة المعلوماتية (Gestion des Systèmes Informatiques)

ويقوم هذا القسم بما يلي:

– تسيير وصيانة العتاد المعلوماتي على مستوى المديرية والمصالح التقنية لها؛

– تطوير تطبيقات المعلوماتية وطبع الفواتير الكهربائية؛

– تحليل إحصائيات المشتريات والمبيعات.

5/ قسم المالية والمحاسبة :

ويقوم بعدة مهام أهمها:

–تحضير الميزانية؛

-إعداد الجداول البيانية لحصيلة الأنشطة للمديرية؛

-ضمان مراقبة ومحاسبة كل العمليات المالية؛

-تسيير الحسابات البنكية والبريدية للمديرية ..الخ.

6/ قسم الموارد البشرية (Ressources Humaines)

ويهتم بما يلي:

- توزيع الإطارات بالمؤسسة؛

- تسيير الموارد البشرية (دخول موظفين جدد، الحضور، الغياب، التكوين، التربصات (داخلية أو خارجية، العطل، الأجر...).

7/ قسم القضايا العامة (Affaire Générales)

-تسيير الوسائل المادية؛

-مراقبة وتسيير النظافة وصيانة المقرات؛

-تسيير بريد المديرية؛

-السهر على تسيير الممتلكات المتنقلة؛

-تموين مختلف المصالح؛

-الاهتمام بالمشتريات؛

-تنظيم حضيرة السيارات (تأمين ، المتابعة، الوقود).

المطلب الرابع: أساليب التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة

تتبع المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة التقسيم الذي يعتمده مجمع سونلغاز وفروعه المختلفة لتوتر الطاقة الكهربائية أي قوة الطاقة الكهربائية وهذا حسب زبائنها كما يلي:

-توتر منخفض (BT) والذي يضم قسمين من الزبائن: المنازل أو العائلات (AO) والإدارات التي تعبر عن المساجد، المؤسسات الصغيرة، المحلات وغيرها (FSM)؛

-توتر متوسط (MT) ويضم الزبائن الذين استهلاكهم متوسط؛

-توتر كبير أو عالي (HT) وهو يحتوي على المؤسسات الكبيرة التي تحتاج إلى قوة كبيرة من الطاقة الكهربائية.

وفقا للمعلومات المقدمة من قبل مسؤولة الدراسات الإحصائية والتقارير فإن التنبؤ بكميات الاستهلاك بالنسبة للزبائن والتي تنظر إليها المؤسسة كمبيعات للطاقة الكهربائية فإنه يتم الاعتماد على أسلوبين أساسيين حسب ما يلي[1]:

[1] معلومات مقدمة من قبل مسؤولة الدراسات الإحصائية والتقارير بالمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة.

1-في حالة التنبؤ بكمية الاستهلاك (المبيعات) للزبائن الحاليين

يتم حساب التنبؤ في هذه الحالة بالاعتماد على البيانات التاريخية لكمية استهلاك الطاقة الكهربائية والنظر إلى نسبة الزيادة في كل عام وهذا بالنسبة لمختلف مستويات توتر الطاقة الكهربائية حيث يمكن صياغة طريقة التنبؤ كما يلي:

الكمية المتنبأ بها للسنة المقبلة = (نسبة الزيادة في السنة السابقة × الاستهلاك الفعلي للسنة السابقة) + الاستهلاك الفعلي للسنة السابقة.

2-في حالة التنبؤ بكمية الاستهلاك للزبائن المرتقبين (المتوقعين الجدد)

يتم الاعتماد على هذا النوع من الأساليب في حالة القيام بمشاريع جديدة (مشاريع تقدمها الجهات المختصة في ذلك إلى المديرية) وبالتالي زبائن جدد متوقعين ومحتملين يتوجب تلبية رغباتهم وحاجاتهم من الطاقة الكهربائية، في هذه الحالة فإن مسؤولة الدراسات الإحصائية والتقارير بالمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة أوضحت أن حساب القيم المستقبلية لكمية استهلاك الطاقة الكهربائية للمستويين المتوسط والمنخفض وهذا باستخدام ما يسمى **بالاستهلاك النوعي** وهذا **لكل نوع من أنواع زبائن المؤسسة**، ويتم حساب الاستهلاك النوعي كما يلي:

الاستهلاك النوعي لكل زبون (معدل الاستهلاك لكل زبون) = كمية المبيعات الكلية لكل نوع (كمية الاستهلاك الكلية)/عدد الزبائن الحقيقيين لكل نوع

وبالتالي فالقيم المستقبلية المتنبأ بها لكل نوع من أنواع الزبائن يتم حسابها كما يلي:

الكمية المتنبأ بها للزبائن المحتملين = الاستهلاك النوعي لكل نوع (معدل الاستهلاك لكل زبون) × عدد الزبائن المحتملين لكل نوع

المبحث الثالث: دراسة خصائص السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة

تتمثل السلسلة الزمنية محل الدراسة في السلسلة الزمنية لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة (الكهرباء ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط)، وبالتالي فمن خلال هذا المبحث سنقوم بدراسة وصفية للسلسلة الزمنية محل الدراسة وكذا دراسة استقراريتها وهذا من خلال المطالب الموالية.

المطلب الأول: دراسة وصفية للسلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة

نهتم في هذا المطلب بتحديد معطيات السلسلة الزمنية محل الدراسة وكذا القيام بدراسة وصفية لها وهذا من خلال مجموعة من النقاط التي سنوضحها من خلال الفروع الموالية.

الفرع الأول: تحديد معطيات السلسلة الزمنية محل الدراسة

من خلال دراستنا هذه سنولي الاهتمام بدراسة الخصائص العامة والأساسية للسلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة وهذا بالنسبة للكهرباء ذات التوتر المنخفض والمتوسط لأنهما الأكثر أهمية بالنسبة للمؤسسة مما يتطلب التنبؤ بقيمهما المستقبلية من أجل وضع الخطط والاستراتيجيات المناسبة، وكذا تحديد كمية الكهرباء التي سيتم شراؤها من أجل إعادة بيعها وتوزيعها لزبائن هذين النوعين.

تجدر الإشارة إلى أننا استثنينا زبائن الكهرباء ذات التوتر المرتفع (المؤسسات الكبرى) لأن لديهم خطوط نقل خاصة لتزويدهم بالكهرباء وبالتالي فالمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة تهتم

بعملية الفوترة فقط، رغم هذا فهي تقوم بعملية التنبؤ بالقيم المستقبلية بكمية الاستهلاك لهذا النوع وهذا من أجل وضع خطط واستراتيجيات خاصة.

وعليه **فكمية الاستهلاك الشهرية للكهرباء في ولاية بسكرة** تتمثل في السلسلة الزمنية لكمية الاستهلاك الشهري للكهرباء ذات التوتر المنخفض (BT) والتوتر المتوسط(MT) في ولاية بسكرة وهذا بداية من شهر جانفي 2014 إلى غاية شهر ديسمبر 2017 وهي بيانات مقيمة بالكيلواط ساعي، مع العلم أن البيانات الموضحة في الجدول الموالي تم الحصول عليها من المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة.

الجدول (3-2): كمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة خلال الفترة 2014-2017

2014	جانفي	109 542 558
	فيفري	95 662 843
	مارس	89 262 155
	أفريل	112 034 061
	ماي	105 175 209
	جوان	102 966 247
	جويلية	176 390 172
	أوت	183 302 509
	سبتمبر	159 355 493
	أكتوبر	223 949 122
	نوفمبر	143 300 762
	ديسمبر	100 271 517
	جانفي	128 186 611
	فيفري	105 348 613
	مارس	98 297 308

2015	أفريل	128 037 619
	ماي	114 866 676
	جوان	126 046 297
	جويلية	211 634 031
	أوت	210 193 430
	سبتمبر	177 970 680
	أكتوبر	235 507 365
	نوفمبر	141 562 679
	ديسمبر	99 340 534
2016	جانفي	128 487 087
	فيفري	121 114 740
	مارس	113 366 497
	أفريل	139 416 353
	ماي	122 048 076
	جوان	127 417 574
	جويلية	232 458 119
	أوت	215 542 821
	سبتمبر	182 274 686
	أكتوبر	225 261 327
	نوفمبر	147 615 205
	ديسمبر	111 365 516
2017	جانفي	134 929 814
	فيفري	113 643 365
	مارس	120 494 469
	أفريل	142 287 384
	ماي	121 899 158
	جوان	150 339 509
	جويلية	266 007 412

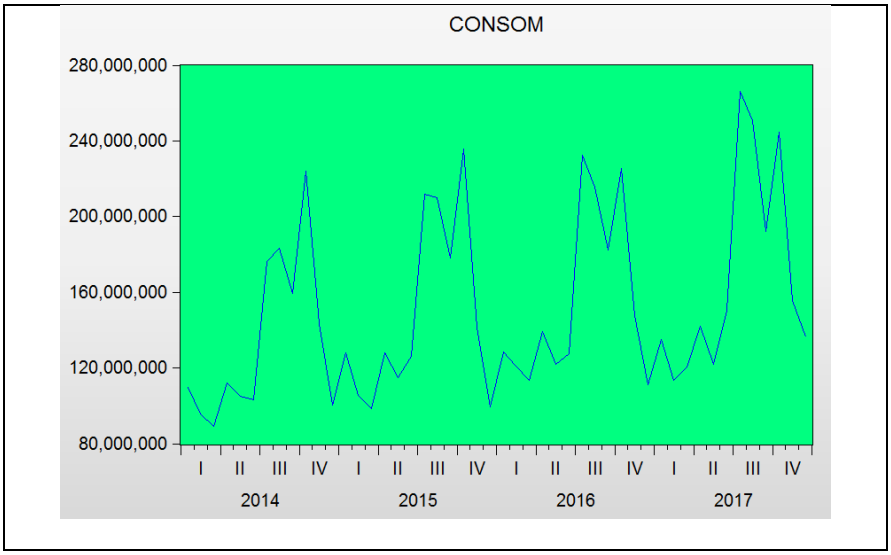
	أوت	250 808 609
	سبتمبر	192 064 926
	أكتوبر	244 818 494
	نوفمبر	155 817 783
	ديسمبر	136 553 779

***المصدر**: نظم اعتمادا على الوثائق المقدمة من قبل المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز لولاية بسكرة*

الفرع الثاني: التمثيل البياني للسلسلة الشهرية لاستهلاك الكهرباء لولاية بسكرة

نقوم بتمثيل معطيات الجدول (3-2) في معلم متعامد ومتجانس وفق المعادلة التالية $CONSOM = f(t)$ حيث تمثل **CONSOM** كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء (ذات التوتر المنخفض والمتوسط) في ولاية بسكرة لنحصل على المنحنى الموالي :

الشكل رقم (3-2): التمثيل البياني للسلسلة CONSOM



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات Eviews 8*

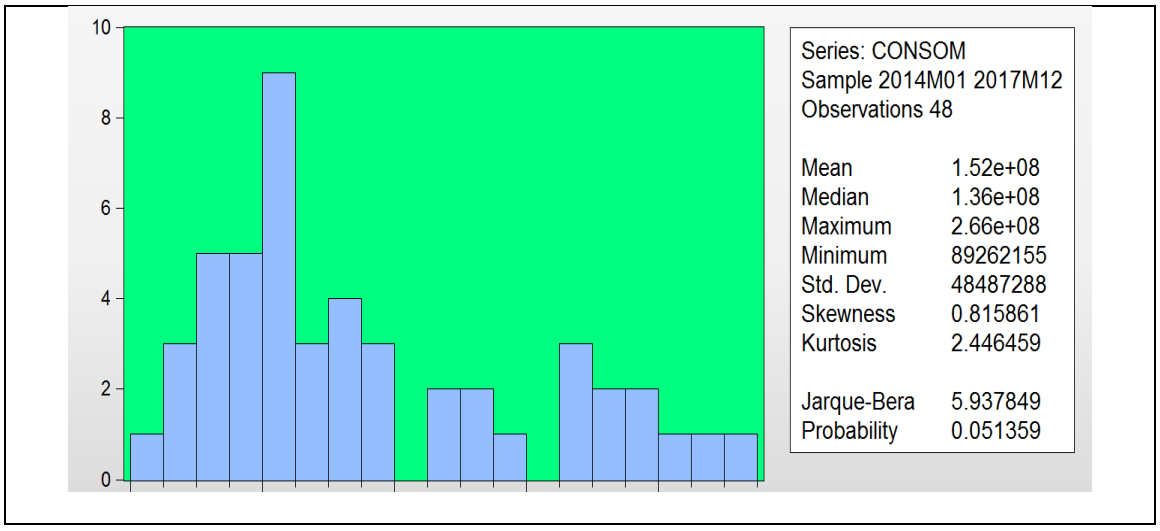
يعكس الشكل (3-2) المنحنى البياني لسلسلة كمية استهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة المكونة من 48 مشاهدة ممتدة من شهر جانفي 2014م إلى شهر ديسمبر 2017م، حيث نلاحظ من خلال هذا

المنحنى وجود اتجاه عام غير منتظم كما أن هناك تغيرا ت موسمية تنعكس في التذبذبات الموجودة في المنحنى بالإضافة إلى التأثير العشوائي.

الفرع الثالث: تحليل المعطيات الإحصائية للسلسلة الشهرية لكمية استهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة

يبين الشكل الموالي المعطيات الاحصائية لكمية استهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة (CONSOM).

الشكل رقم (3-3): المعطيات الإحصائية للسلسة CONSOM



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews 8*

من خلال المعطيات الإحصائية الموضحة في الشكل السباق يتضح أن كمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية لولاية بسكرة بلغ أقصى قيمة له في شهر جويلية من سنة 2017م حيث بلغت كمية الاستهلاك 412 007 266 كيلواط ساعي، كما أن أقل قيمة للاستهلاك كانت في شهر مارس سنة 2017م والتي بلغت 155 262 89 كيلواط ساعي وهذا طبعا خلال فترة الدراسة، وتظهر المعطيات الاحصائية المدونة في الشكل السابق أن متوسط الاستهلاك الشهري في ولاية بسكرة بلغ 152000

كيلواط ساعي كما أن قيم السلسلة الزمنية CONSOM تتشتت عن متوسطها الحسابي بانحراف معياري قدره 48487288 كيلواط ساعي.

ومن أجل اختبار خضوع السلسلة الزمنية لكمية الاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة (CONSOM) للتوزيع الطبيعي فإننا نستعين بإحصائية Jarque-Bera حيث أظهرت النتائج المدونة في الشكل السابق ما يلي:

القيمة المحسوبة هي JB= 5.937849 والقيمة الإحصائية المجدولة لتوزيع كاي مربع هي$x_{0,05}^2(2) = 5,991$ ومنه بما أن $JB \leq x_{0.05}^2(2)$ فإن الفرضية الصفرية مقبولة أي أن السلسلة الزمنية CONSOM تتبع توزيع طبيعي.

الفرع الرابع: الكشف عن طبيعة السلسلة الزمنية

من أجل التعرف على نوع النموذج الذي يصف سلوك السلسلة الزمنية CONSOM أي تحديد العلاقة التي تربط مكوناتها (نموذج ضربي أم جمعي) فإننا نعتمد على الطريقة الانحدارية، لهذا نقوم أولا بإنشاء الجدول (3-3) والذي يحتوي على المتوسط الحسابي السنوي$(\overline{y_i})$ والانحراف المعياري السنوي(σ_i) لكمية استهلاك الطاقة الكهربائية المدروسة وهذا من أجل استخراج معادلة الانحدار ومن ثم اختبار المعنوية أي اختبار المعنوية الإحصائية للمعالم.

أولا: استخراج معادلة الانحدار:

نسعى من خلال الجدول الموالي إلى دراسة تطور قيم الانحراف المعياري لكمية الاستهلاك السنوية بدلالة المتوسط الحسابي السنوي لها، وهذا بتقدير معادلة الانحدار بين الانحراف المعياري السنوي باعتباره المتغير التابع والمتوسط الحسابي السنوي كمتغير مستقل، وتكتب معادلة الانحدار بالشكل التالي:

$\sigma_i = \beta_0 + \beta_1 \bar{y}_i$ أين: i=1,2,3,4، وعليه فمن أجل تقدير معالم النموذج يتم الاعتماد على طريقة المربعات الصغرى والنتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول الموالي.

الجدول رقم (3-3): الانحراف المعياري السنوي والمتوسط الحسابي السنوي لاستهلاك الطاقة الكهربائية

السنوات	المتوسط الحسابي السنوي $\bar{y}_i$	الانحراف المعياري السنوي σ_i
2014	133434387,333333	43198831,113823
2015	148082653,583333	48187646,1513548
2016	155530666,75	45701445,7627201
2017	169138725,166667	55159279,0715652

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (3-2) وباستخدام برنامج Excelle*

وباستخدام برنامج SPSS 16 فإننا نحصل على الجدول التالي:

الجدول رقم (3-4): معاملات الانحدار

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.806E6	1.750E7		.103	.927
	moyen	.305	.115	.882	2.653	.118

المصدر: *من إعداد الطالبة بالاعتماد على برنامج SPSS16 واستنادا على بيانات الجدول (3-7)*

وبالتالي فمعادلة الانحدار المقدرة تكتب بالشكل التالي: $\hat{\sigma} = 1,806 + 0,305\hat{\bar{y}}_i$

ثانيا: اختبار معنوية $\hat{\beta}_1$

تصاغ الفرضية الصفرية لاختبار معنوية $\hat{\beta}_1$ كما يلي: $H_0: \hat{\beta}_1 = 0$ وقبولها يعني أن $\hat{\beta}_1$ ليس لديه معنوية إحصائية.

نلاحظ من خلال نتائج الجدول أعلاه أن القيمة الاحتمالية للاختبار تساوي 0.118 وهي أكبر من 0.05 وعليه فإننا نقبل الفرضية الصفرية للاختبار أي أن المعامل $\hat{\beta}_1$ ليس لديه معنوية إحصائية مما يعني أن المتغير المستقل $(\overline{y_i})$ لا يفسر المتغير التابع (σ_i) وهذا دليل على عدم وجود علاقة جوهرية بين الانحراف المعياري السنوي والمتوسط الحسابي السنوي للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة وهما مستقلين عن بعضهما البعض، ومنه نستنتج أن النموذج الذي تخضع له السلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية هو **النموذج الجمعي**.

المطلب الثاني: دراسة استقرارية السلسلة CONSOM

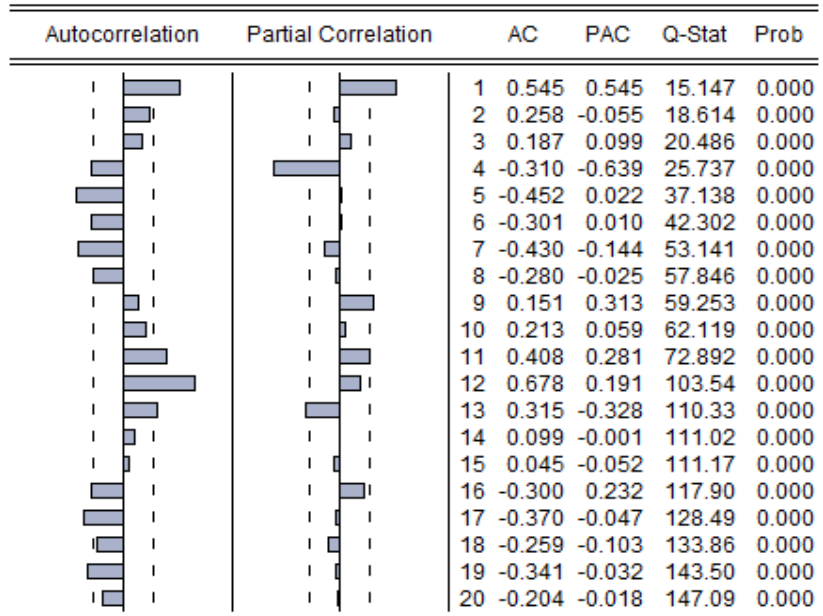
سنقوم من خلال هذا المطلب بدراسة استقرارية السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة **(CONSOM)** وهذا من خلال مجموعة من المراحل نلخصها في فروع هذا المطلب.

الفرع الأول: دراسة دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة كمية الاستهلاك CONSOM

للتأكد من عدم استقرارية الظاهرة المدروسة أي السلسلة الزمنية CONSOM نقوم بتمثيل دالة الارتباط الذاتي والجزئي بوجود 20 متغيرة متأخرة كما هو موضح في الجدول الموالي.

الجدول رقم (3-5): التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الاستهلاك CONSOM

Date: 05/21/18 Time: 23:39
Sample: 2014M01 2017M12
Included observations: 48



	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			0.545	0.545	15.147	0.000
2			0.258	-0.055	18.614	0.000
3			0.187	0.099	20.486	0.000
4			-0.310	-0.639	25.737	0.000
5			-0.452	0.022	37.138	0.000
6			-0.301	0.010	42.302	0.000
7			-0.430	-0.144	53.141	0.000
8			-0.280	-0.025	57.846	0.000
9			0.151	0.313	59.253	0.000
10			0.213	0.059	62.119	0.000
11			0.408	0.281	72.892	0.000
12			0.678	0.191	103.54	0.000
13			0.315	-0.328	110.33	0.000
14			0.099	-0.001	111.02	0.000
15			0.045	-0.052	111.17	0.000
16			-0.300	0.232	117.90	0.000
17			-0.370	-0.047	128.49	0.000
18			-0.259	-0.103	133.86	0.000
19			-0.341	-0.032	143.50	0.000
20			-0.204	-0.018	147.09	0.000

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews 8*

من خلال التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي الموضحة في الجدول أعلاه يتضح أن هناك هناك أعمدة خارج مجال الثقة أي أنه توجد معاملات الارتباط لا تنعدم وتختلف معنويا عن الصفر عند مستوى معنوية 5% وهذا ما يؤكد أن السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة (CONSOM) غير مستقرة وبالتالي فهي خاضعة للمركبة الموسمية ومركبة الاتجاه العام.

الفرع الثاني: نزع المركبة الموسمية

نقوم بنزع المتغيرات الموسمية باستخدام برنامج Eviews 8 الذي يساعدنا في حساب المعاملات الموسمية باستخدام المتوسطات المتحركة والجدول الموالي يبين قيم هذه المعاملات.

الجدول رقم (3-6): المعاملات الموسمية لسلسلة الاستهلاك

CONSOM

Date: 05/22/18 Time: 11:25
Sample: 2014M01 2017M12
Included observations: 48
Difference from Moving Average
Original Series: CONSOM
Adjusted Series: CONSOMSA

Scaling Factors:

1	-20065445
2	-39413312
3	-43454675
4	-18337798
5	-35777313
6	-21458591
7	61812648
8	57395797
9	26899651
10	81084669
11	-3647516.
12	-45038114

***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews 8*

ومنه فإننا سنحصل على سلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء لولاية بسكرة المنزوعة الأثر الموسمي (CONSOMSA) كما يلي:

الجدول (3-7): كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء لولاية بسكرة الخالية من الأثر الموسمي (CONSOMSA)

2014	جانفي	129608003.1111111
	فيفري	135076154.7222222
	مارس	132716830.4583333
	أفريل	130371859.1944445
	ماي	140952522.4305556
	جوان	124424838.25

	جويلية	114577524.3888889
	أوت	125906712.3055555
	سبتمبر	132455841.5833333
	أكتوبر	142864452.7638889
	نوفمبر	146948277.5416667
	ديسمبر	145309631.25
2015	جانفي	148252056.1111111
	فيفري	144761924.7222222
	مارس	141751983.4583333
	أفريل	146375417.1944444
	ماي	150643989.4305556
	جوان	147504888.25
	جويلية	149821383.3888889
	أوت	152797633.3055556
	سبتمبر	151071028.5833333
	أكتوبر	154422695.7638889
	نوفمبر	145210194.5416667
	ديسمبر	144378648.25
2016	جانفي	148552532.1111111
	فيفري	160528051.7222222
	مارس	156821172.4583333
	أفريل	157754151.1944444
	ماي	157825389.4305556
	جوان	148876165.25
	جويلية	170645471.3888889
	أوت	158147024.3055556
	سبتمبر	155375034.5833333
	أكتوبر	144176657.7638889

	نوفمبر	151262720.5416667
	ديسمبر	156403630.25
2017	جانفي	154995259.1111111
	فيفري	153056676.7222222
	مارس	163949144.4583333
	أفريل	160625182.1944444
	ماي	157676471.4305556
	جوان	171798100.25
	جويلية	204194764.3888889
	أوت	193412812.3055556
	سبتمبر	165165274.5833333
	أكتوبر	163733824.7638889
	نوفمبر	159465298.5416667
	ديسمبر	181591893.25

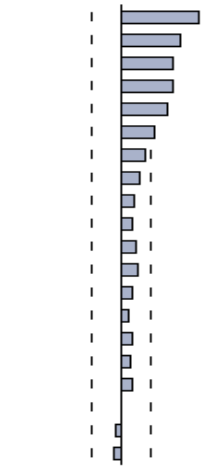
المصدر: *من إعداد الباحثة وبالاعتماد على برنامج Eviews 8*

الفرع الثالث: دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الاستهلاك CONSOMSA

بعد الحصول على سلسلة الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية لولاية بسكرة (CONSOMSA) نقوم بتمثيل دالة الارتباط الذاتي والجزئي لها والجدول الموالي يوضح ذلك:

الجدول رقم (3−8): التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي لـ CONSOMSA

Date: 05/22/18 Time: 11:49
Sample: 2014M01 2017M12
Included observations: 48



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.747	0.747	28.463	0.000
		2	0.572	0.033	45.546	0.000
		3	0.492	0.123	58.462	0.000
		4	0.495	0.188	71.838	0.000
		5	0.458	0.005	83.525	0.000
		6	0.312	-0.208	89.072	0.000
		7	0.221	-0.004	91.942	0.000
		8	0.175	-0.026	93.777	0.000
		9	0.128	-0.078	94.787	0.000
		10	0.100	0.055	95.414	0.000
		11	0.150	0.243	96.866	0.000
		12	0.158	-0.012	98.540	0.000
		13	0.104	-0.102	99.275	0.000
		14	0.069	0.034	99.610	0.000
		15	0.099	0.043	100.33	0.000
		16	0.090	-0.184	100.94	0.000
		17	0.111	0.155	101.89	0.000
		18	-0.001	-0.218	101.89	0.000
		19	-0.056	-0.076	102.16	0.000
		20	-0.068	0.046	102.55	0.000

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

يتضح من خلال دالة الارتباط الذاتي والجزئي أن المعاملات المحسوبة من أجل الفجوات k=1,…,6 تختلف معنويا عن الصفر عند مستوى معنوية 5% أي خارج مجال الثقة، وبالتالي فالسلسلة الزمنية المنزوعة الأثر الموسمي (CONSOMSA) غير مستقرة ولإثبات هذا نستخدم اختبار Ljung-Box لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الارتباط الذاتي ذات الفجوات K≤20، حيث تنص هذه الفرضية بأن معاملات الارتباط الذاتي تساوي معنويا الصفر عند مستوى معنوية α=5% .

ومنه فمن خلال نتائج الجدول (3−8) يتضح أن إحصائية الاختبار هي: Q*=102,55 ، أما القيمة المجدولة هي $x^2_{0,05}(20) = 31,41$ ، وبالتالي بما أن القيمة المحسوبة Q* أكبر من القيمة المجدولة $x^2_{0,05}(20)$ فإننا نقوم برفض فرضية العدم القائلة بأن معاملات الارتباط الذاتي تساوي معنويا

الصفر عند مستوى معنوية $\alpha=5\%$ أي أن هناك معاملات لديها دلالة احصائية وبالتالي فإن السلسلة الزمنية (CONSOMSA) غير مستقرة وهذا دليل على وجود اتجاه عام في سلسلة استهلاك الكهرباء.

الفرع الرابع: الكشف عن مركبة الاتجاه العام ونزعها من السلسلة CONSOMSA

من أجل التأكيد على عدم استقرارية السلسلة (CONSOMSA) الموضحة سابقا وكذا التأكيد على وجود مركبة الاتجاه العام في السلسلة الزمنية فإننا سنعتمد على اختبار ديكي فولر المطور (ADF)، والجدول الموالي يظهر نتائج هذا الاختبار الذي تم تطبيقه بالاستعانة ببرنامج Eviews 8.

الجدول رقم (3-9): نتائج اختبار ديكي فولر المطور على السلسلة CONSOMSA

النموذج (04)	Null Hypothesis: CONSOMSA has a unit root Exogenous: None Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9) t-Statistic Prob.* Augmented Dickey-Fuller test statistic 0.524035 0.8254 Test critical values: 1% level -2.615093 5% level -1.947975 10% level -1.612408
النموذج (5)	Null Hypothesis: CONSOMSA has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9) t-Statistic Prob.* Augmented Dickey-Fuller test statistic -2.080459 0.2532 Test critical values: 1% level -3.577723 5% level -2.925169 10% level -2.600658 *MacKinnon (1996) one-sided p-values.
النموذج (6)	Null Hypothesis: CONSOMSA has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9) t-Statistic Prob.* Augmented Dickey-Fuller test statistic -4.795662 0.0018 Test critical values: 1% level -4.170583 5% level -3.510740 10% level -3.185512

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

نلاحظ من خلال نتائج اختبار ديكي فولر المطور (ADF) المدونة في الجدول أعلاه أن سلسلة الاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة المنزعة الأثر الموسمي (CONSOMSA) غير مستقرة وهي تحتوي على جذر وحدوي أي تحتوي على مركبة اتجاه العام، ولإزالة هذه المركبة وجعل السلسلة مستقرة يتم القيام بحساب الفروقات من الدرجة الأولى ومن ثم إعادة تطبيق اختبار ADF على سلسلة استهلاك الكهرباء ذات الفروقات من الدرجة الأولى (DCONSOMSA) لنحصل على النتائج التالية:

الجدول رقم (3-10): نتائج اختبار ديكي فولر المطور على السلسلة DCONSOMSA

Null Hypothesis: D(CONSOMSA) has a unit root Exogenous: None Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9) t-Statistic Prob.* Augmented Dickey-Fuller test statistic -5.869567 0.0000 Test critical values: 1% level -2.618579 5% level -1.948495 10% level -1.612135	**النموذج (4)**
Null Hypothesis: D(CONSOMSA) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9) t-Statistic Prob.* Augmented Dickey-Fuller test statistic -5.994326 0.0000 Test critical values: 1% level -3.588509 5% level -2.929734 10% level -2.603064	**النموذج (5)**
Null Hypothesis: D(CONSOMSA) has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9) t-Statistic Prob.* Augmented Dickey-Fuller test statistic -5.906392 0.0001 Test critical values: 1% level -4.180911 5% level -3.515523 10% level -3.188259	**النموذج (6)**

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج* Eviews8

نلاحظ من خلال نتائج الاختبار المدونة في الجدول أعلاه أن القيم الاحتمالية للاختبار في النماذج الثلاث كانت تساوي الصفر أي Prob=0.00 وهي أقل من 0.05 مما يدل على أن DCONSOMSA مستقرة.

المبحث الرابع: التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة باستخدام منهجية بوكس جنكنز

من أجل تطبيق منهجية بوكس جنكنز (Box-Jenkins) فإن هناك مجموعة من المراحل التي يجب اتباعها والتي سنقوم بعرضها في المطالب الموالية.

المطلب الأول: مرحلة التعرف

بعد التأكد من استقرارية السلسلة الزمنية لاستهلاك الكهرباء DCONSOMSA من خلال ما سبق تأتي أول مرحلة من مراحل منهجية بوكس–جنكينز ألا وهي مرحلة التعرف والتي يتم فيها تحديد النماذج التي يمكن أن تخضع لها السلسلة الزمنية المستقرة، لهذا سنعتمد في هذه المرحلة على التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي والجزئي للسلسلة DCONSOMSA.

الجدول رقم (3–11): التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي والجزئي للسلسلة DCONSOMSA

Date: 05/22/18 Time: 12:35
Sample: 2014M01 2017M12
Included observations: 47

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.047	-0.047	0.1092	0.741
		2	-0.286	-0.288	4.2842	0.117
		3	-0.241	-0.297	7.3207	0.062
		4	-0.035	-0.206	7.3875	0.117
		5	0.117	-0.103	8.1355	0.149
		6	-0.002	-0.186	8.1357	0.228
		7	0.017	-0.091	8.1532	0.319
		8	0.004	-0.079	8.1540	0.419
		9	-0.027	-0.104	8.1996	0.514
		10	-0.119	-0.230	9.0802	0.525
		11	0.081	-0.051	9.4984	0.576
		12	0.163	0.036	11.242	0.508
		13	-0.040	-0.088	11.352	0.581
		14	-0.141	-0.131	12.739	0.547
		15	0.047	0.062	12.899	0.610
		16	-0.079	-0.207	13.364	0.646
		17	0.239	0.207	17.744	0.405
		18	-0.006	0.037	17.748	0.472
		19	-0.159	-0.066	19.833	0.405
		20	-0.075	-0.045	20.317	0.438

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

نلاحظ من خلال التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي والجزئي الممثلة أعلاه، أن معاملات الارتباط الذاتي والجزئي المحسوبة من أجل الفجوات k=2,3 تساوي معنويا الصفر، أي أن معامل الارتباط ρ(2) يختلف معنويا عن الصفر وهي الحالة التي توافق نموذج MA(2)، كما أن معامل الارتباط الجزئي r(2) و r(3) يختلف معنويا عن الصفر وهذا ما يوافق النموذج AR(2) و AR(3)، وبالنظر إلى الدالتين معا فإننا نقترح أيضا النماذج التالية: ARMA(2,2)، ARMA(3,2).

المطلب الثاني: مرحلة التقدير

من خلال هذه المرحلة نقوم بتقدير النماذج المقترحة سابقا ثم اختيار النموذج الذي يعطي أقل قيمة لمعياري Akaike وschwarz ، وتظهر نتائج التقدير من خلال الجداول التالية.

❖ **تقدير نموذج MA(2) للسلسلة DCONSOMSA**

الجدول رقم (3-12): تقدير نموذج MA(2) للسلسلة DCONSOMSA

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 12:57
Sample (adjusted): 2014M02 2017M12
Included observations: 47 after adjustments
Convergence achieved after 12 iterations
MA Backcast: 2013M12 2014M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1045463.	867750.5	1.204796	0.2346
MA(2)	-0.412212	0.142879	-2.885049	0.0060

R-squared	0.116926	Mean dependent var	1106040.
Adjusted R-squared	0.097302	S.D. dependent var	10289668
S.E. of regression	9776259.	Akaike info criterion	35.07043
Sum squared resid	4.30E+15	Schwarz criterion	35.14916
Log likelihood	-822.1552	Hannan-Quinn criter.	35.10006
F-statistic	5.958329	Durbin-Watson stat	2.321682
Prob(F-statistic)	0.018646		

Inverted MA Roots	.64	-.64

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

من خلال نتائج الجدول يتضح أن القيمة الاحتمالية للثابت تظهر أنه غير مقبول إحصائيا لهذا نقوم بإعادة صياغة النموذج كما يلي:

الجدول رقم (3-13): تقدير نموذج MA(2) للسلسلة DCONSOMSA بدون ثابت

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:00
Sample (adjusted): 2014M02 2017M12
Included observations: 47 after adjustments
Convergence achieved after 5 iterations
MA Backcast: 2013M12 2014M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(2)	-0.365369	0.145582	-2.509708	0.0157

R-squared	0.090478	Mean dependent var	1106040.
Adjusted R-squared	0.090478	S.D. dependent var	10289668
S.E. of regression	9813142.	Akaike info criterion	35.05739
Sum squared resid	4.43E+15	Schwarz criterion	35.09675
Log likelihood	-822.8487	Hannan-Quinn criter.	35.07220
Durbin-Watson stat	2.209265		

Inverted MA Roots	.60	-.60

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

تظهر نتائج الجدول أن القيمة الاحتمالية للمعامل أقل من 0.05 وبالتالي فإن النموذج مقبول إحصائيا مبدئيا.

- **تقدير نموذج AR(2) للسلسلة DCONSOMSA**

الجدول رقم (3-14): تقدير نموذج AR(2) للسلسلة DCONSOMSA

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:03
Sample (adjusted): 2014M04 2017M12
Included observations: 45 after adjustments
Convergence achieved after 9 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1007288.	1145494.	0.879349	0.3841
AR(2)	-0.316643	0.152578	-2.075291	0.0440

R-squared	0.091040	Mean dependent var	1086113.
Adjusted R-squared	0.069902	S.D. dependent var	10487330
S.E. of regression	10114149	Akaike info criterion	35.14020
Sum squared resid	4.40E+15	Schwarz criterion	35.22049
Log likelihood	-788.6544	Hannan-Quinn criter.	35.17013
F-statistic	4.306832	Durbin-Watson stat	2.197454
Prob(F-statistic)	0.043976		

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

بما أن الجدول السابق يوضح أن معامل الثابت أكبر من 0.05 فإنه ليس لديه معنوية إحصائية

لهذا نعيد صياغة النموذج بدون ثابت كما يلي:

الجدول رقم (3-15): تقدير نموذج AR(2) للسلسلة DCONSOMSA بدون ثابت

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:07
Sample (adjusted): 2014M04 2017M12
Included observations: 45 after adjustments
Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.306404	0.151731	-2.019389	0.0496

R-squared	0.074780	Mean dependent var	1086113.
Adjusted R-squared	0.074780	S.D. dependent var	10487330
S.E. of regression	10087589	Akaike info criterion	35.11348
Sum squared resid	4.48E+15	Schwarz criterion	35.15363
Log likelihood	-789.0533	Hannan-Quinn criter.	35.12845
Durbin-Watson stat	2.152561		

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

وعليه فإن النموذج مقبول إحصائيا مبدئيا وهذا راجع لكون القيمة الاحتمالية للمعامل أقل من 0.05 مما يعكس معنويته الاحصائية.

❖ **تقدير نموذج AR(3) للسلسلة DCONSOMSA**

الجدول رقم (3-16): تقدير نموذج AR(3) للسلسلة DCONSOMSA

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:12
Sample (adjusted): 2014M05 2017M12
Included observations: 44 after adjustments
Convergence achieved after 9 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1089056.	1233960.	0.882570	0.3825
AR(3)	-0.267090	0.156483	-1.706827	0.0952

R-squared	0.064864	Mean dependent var	1164092.
Adjusted R-squared	0.042599	S.D. dependent var	10595370
S.E. of regression	10367238	Akaike info criterion	35.19059
Sum squared resid	4.51E+15	Schwarz criterion	35.27169
Log likelihood	-772.1929	Hannan-Quinn criter.	35.22066
F-statistic	2.913258	Durbin-Watson stat	2.204592
Prob(F-statistic)	0.095239		

Inverted AR Roots	.32+.56i	.32-.56i	-.64

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

من خلال نتائج الجدول يتضح أن كلى المعاملين غير مقبولين إحصائيا وهذا راجع لكون القيم الاحتمالية أكبر من 0.05 وبالتالي فإن النموذج غير مقبول إحصائيا.

❖ **تقدير نموذج ARMA(2,2) للسلسلة DCONSOMSA**

الجدول رقم (3-17): تقدير نموذج ARMA(2,2) للسلسلة DCONSOMSA

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:19
Sample (adjusted): 2014M04 2017M12
Included observations: 45 after adjustments
Convergence achieved after 13 iterations
MA Backcast: 2014M02 2014M03

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1086087.	668376.4	1.624963	0.1117
AR(2)	0.590408	0.233709	2.526257	0.0154
MA(2)	-0.907426	0.147140	-6.167090	0.0000

R-squared	0.134306	Mean dependent var	1086113.
Adjusted R-squared	0.093083	S.D. dependent var	10487330
S.E. of regression	9987316.	Akaike info criterion	35.13587
Sum squared resid	4.19E+15	Schwarz criterion	35.25631
Log likelihood	-787.5571	Hannan-Quinn criter.	35.18077
F-statistic	3.257999	Durbin-Watson stat	2.329039
Prob(F-statistic)	0.048378		

Inverted AR Roots	.77	-.77
Inverted MA Roots	.95	-.95

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

بما أن قيمة الثابت غير دالة إحصائيا فإننا نعيد صياغة النموذج كما يلي:

الجدول رقم (3-18): تقدير نموذج ARMA(2,2) للسلسلة DCONSOMSA بدون ثابت

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:22
Sample (adjusted): 2014M04 2017M12
Included observations: 45 after adjustments
Convergence achieved after 9 iterations
MA Backcast: 2014M02 2014M03

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	0.164641	0.412999	0.398647	0.6921
MA(2)	-0.514407	0.350320	-1.468390	0.1493

R-squared	0.091028	Mean dependent var	1086113.
Adjusted R-squared	0.069889	S.D. dependent var	10487330
S.E. of regression	10114220	Akaike info criterion	35.14021
Sum squared resid	4.40E+15	Schwarz criterion	35.22051
Log likelihood	-788.6547	Hannan-Quinn criter.	35.17014
Durbin-Watson stat	2.206294		

Inverted AR Roots	.41	-.41
Inverted MA Roots	.72	-.72

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

يوضح الجدول السابق أنه بعد نزع الثابت من النموذج أصبح النموذج ككل غير مقبول إحصائيا.

❖ تقدير نموذج ARMA(3,2) للسلسلة DCONSOMSA

الجدول رقم (3-19): تقدير نموذج ARMA(3,2) للسلسلة DCONSOMSA

Dependent Variable: D(CONSOMSA)
Method: Least Squares
Date: 05/22/18 Time: 13:26
Sample (adjusted): 2014M05 2017M12
Included observations: 44 after adjustments
Convergence achieved after 13 iterations
MA Backcast: 2014M03 2014M04

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1134831.	491900.1	2.307035	0.0262
AR(3)	-0.372261	0.169454	-2.196826	0.0337
MA(2)	-0.563998	0.148367	-3.801369	0.0005

R-squared	0.224906	Mean dependent var	1164092.
Adjusted R-squared	0.187096	S.D. dependent var	10595370
S.E. of regression	9552911.	Akaike info criterion	35.04834
Sum squared resid	3.74E+15	Schwarz criterion	35.16999
Log likelihood	-768.0634	Hannan-Quinn criter.	35.09345
F-statistic	5.948390	Durbin-Watson stat	2.518841
Prob(F-statistic)	0.005392		

Inverted AR Roots	.36-.62i	.36+.62i	-.72
Inverted MA Roots	.75	-.75	

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

تظهر النتائج المدونة في الجدول أن جميع المعاملات التقديرية مقبولة إحصائيا وبالتالي فإن النموذج المقدر مقبول إحصائيا مبدئيا.

❖ اختيار النموذج الأفضل للسلسلة DCONSOMSA

بعد استبعاد النماذج الغير مقبولة إحصائية والمبينة في الجداول السابقة نجد أنه لدينا ثلاث نماذج مقبولة إحصائيا وهي: نموذج MA(2) ونموذج AR(2) وأخيرا النموذج ARMA(3,2). وعليه فمن أجل المقارنة بين النماذج واختيار النموذج المناسب نعتمد على قيمة معياري Akaike (AIC) و Schwarz (SC) وكذا قيمة معامل التحديد والجدول الموالي يبين قيم هذه المعايير:

الجدول رقم (3−20): معايير اختيار النموذج الملائم

النموذج	R^2	SC	AIC
MA(2)	0,09	35,0967	35,0573
AR(2)	0,07	35,1536	35,1123
ARMA(3,2)	0,22	35,1634	35,0448

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 8*

وعليه فمن خلال نتائج الجدول نجد أن النموذج الذي يجعل معامل التحديد R^2 في أكبر قيمة له ومعايري AIC و SC في أدنى قيمة لهما هو النموذج ARMA(3,2) .

وبالتالي فإن النموذج الأمثل الذي يعبر أكثر عن كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة (DCONSOMSA) هو ARMA(3,2)، هذا يعني أن كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة المنزوعة الأثر الموسمي ($CONSOMSA_t$) تصاغ وفق نموذج ARIMA(3,1,2) وبالتالي فالنموذج المختار يصاغ كما يلي:

$$DCONSOMSA_t = -0,372261\text{DCONSOMSA}_{t-3} + \varepsilon_t - 0,563998\varepsilon_{t-2}$$

المطلب الثالث: مرحلة الاختبار والفحص

بعد القيام بعملية التقدير والحصول على النموذج المذكور اعلاه فإنه تبين أن جميع معاملات النموذج مقبولة إحصائيا أي أنها ذات دلالة إحصائية وهذا راجع لكون جميع القيم الاحتمالية للمعاملات أقل من 0.05 وبالتالي يمكن القول مبدئيا بأن النموذج مقبول احصائيا، ومن أجل التأكد من القبول النهائي للنموذج والاعتماد عليه في عملية التنبؤ بكمية الاستهلاك الشهري للكهرباء في ولاية بسكرة فإنه

لا بد من تحليل بواقي التقدير الناجمة عن النموذج ARMA(3,2) ويكون هذا من خلال اختبار استقرارية واستقلالية بواقي التقدير وكذا اختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة بواقي التقدير.

❖ اختبار استقلالية بواقي التقدير

من أجل اختبار استقلالية البواقي فإننا نقوم بدراسة دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة بواقي التقدير لنتحصل على الجدول الموالي:

الجدول رقم (3-21): دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة بواقي التقدير

Date: 05/22/18 Time: 14:29
Sample: 2014M01 2017M12
Included observations: 44
Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.295	-0.295	4.0909	
		2	0.093	0.007	4.5085	
		3	-0.047	-0.019	4.6164	0.032
		4	-0.052	-0.079	4.7557	0.093
		5	0.020	-0.016	4.7772	0.189
		6	-0.057	-0.054	4.9473	0.293
		7	0.005	-0.034	4.9488	0.422
		8	-0.068	-0.084	5.2111	0.517
		9	0.003	-0.047	5.2117	0.634
		10	-0.097	-0.126	5.7754	0.672
		11	0.019	-0.060	5.7976	0.760
		12	0.077	0.064	6.1739	0.800
		13	-0.014	0.013	6.1872	0.861
		14	-0.093	-0.142	6.7692	0.872
		15	0.163	0.106	8.6261	0.801
		16	-0.209	-0.154	11.780	0.624
		17	0.186	0.065	14.377	0.497
		18	-0.021	0.057	14.410	0.568
		19	-0.123	-0.154	15.634	0.550
		20	-0.034	-0.159	15.732	0.611

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

يتضح من خلال النتائج المدونة في الجدول (3-21) أن جميع معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي تقع داخل مجال الثقة أي أنها تساوي معنويا الصفر وللتأكد من ذلك نعتمد على اختبار Ljung-Box حيث نلاحظ من خلال النتائج المدونة في الجدول أعلاه أن احصائية الاختبار أي Q*=15.732 والقيمة الجدولية الموافقة لهذا الاختبار (مع الأخذ بعين الاعتبار أن الفجوات هي K≤20) هي $x^2_{0.05}(20) = 31.41$ وعليه بما أن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية فإننا نقبل الفرضية

الصفرية للاختبار أي أن جميع معاملات الارتباط الذاتي تساوي معنويا الصفر وهذا عند مستوى معنوية 0.05 وهذا دليل على استقلالية بواقي التقدير.

❖ **اختبار استقرارية بواقي التقدير**

نقوم بدراسة دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة مربعات بواقي التقدير وهذا بهدف اختبار استقرارية بواقي التقدير لنتحصل على الجدول الموالي:

الجدول رقم (3-22): دالة الارتباط الذاتي والجزئي لمربعات بواقي التقدير

Date: 05/22/18 Time: 14:34
Sample: 2014M01 2017M12
Included observations: 44

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.154	0.154	1.1209	0.290
		2	-0.019	-0.044	1.1381	0.566
		3	-0.007	0.003	1.1406	0.767
		4	0.085	0.087	1.5086	0.825
		5	0.028	0.001	1.5500	0.907
		6	-0.068	-0.070	1.7985	0.937
		7	-0.064	-0.041	2.0257	0.958
		8	-0.008	-0.002	2.0291	0.980
		9	0.120	0.119	2.8578	0.970
		10	-0.084	-0.117	3.2743	0.974
		11	0.247	0.316	7.0160	0.798
		12	0.201	0.112	9.5789	0.653
		13	-0.009	-0.089	9.5842	0.728
		14	-0.109	-0.081	10.382	0.734
		15	-0.066	-0.071	10.683	0.775
		16	0.017	-0.009	10.704	0.827
		17	-0.009	0.008	10.710	0.871
		18	-0.089	-0.044	11.320	0.880
		19	-0.085	0.018	11.905	0.890
		20	0.002	-0.094	11.905	0.919

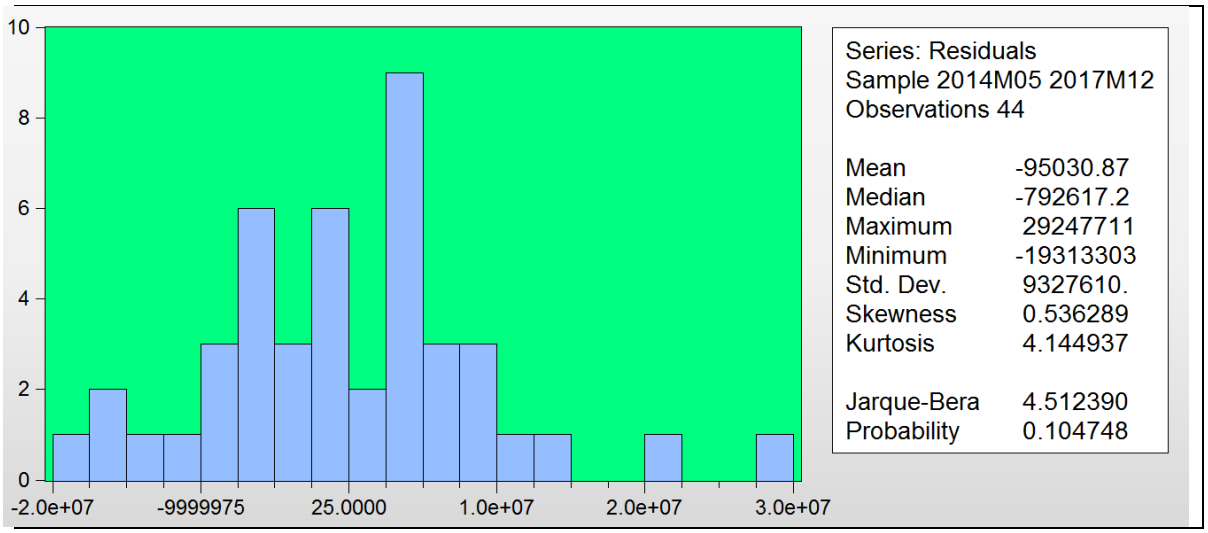
المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

تظهر نتائج الجدول أعلاه أن جميع القيم الاحتمالية للاختبار أكبر من 0.05 وهذا ما يؤكد أن جميع معاملات دالة الارتباط الذاتي والجزئي لسلسلة مربعات بواقي التقدير تساوي معنويا الصفر، كما أنه من خلال التمثيل البياني أيضا تظهر أن جميع المعاملات تقع داخل مجال الثقة وعليه فمن خلال ما سبق يمكن القول بأن جميع معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة مربعات بواقي التقدير ليس لديها دلالة إحصائية وهذا ما يؤكد أن شرط استقرارية مربعات البواقي محقق أي ليس هناك تأثير ARCH.

❖ **اختبار التوزيع الطبيعي لبواقي التقدير**

نقوم باختبار التوزيع الطبيعي لبواقي التقدير بالاستعانة ببرنامج Eviews 8 والنتائج مبينة في الجدول الموالي:

الجدول رقم (3-23): نتائج اختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة بواقي التقدير



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

تبين نتائج اختبار التوزيع الطبيعي المدونة في الجدول (3-27) أن القيمة الاحتمالية للاختبار تساوي 0.104748 وهي أكبر من 0.05 وهذا ما يجعلنا نقبل الفرضية الصفرية للاختبار وهي فرضية خضوع سلسلة بواقي التقدير للتوزيع الطبيعي ويمكن التأكد من ذلك باستعمال احصائية Jarque-Bera حيث نلاحظ أن $JB = 4.5123 < x^2_{0.05}(2) = 5.99$ وهذا ما يجعلنا نقبل الفرضية الصفرية للاختبار أي أن سلسلة بواقي التقدير تتبع التوزيع الطبيعي.

ومنه فمن خلال كل الاختبارات السالفة الذكر يمكن التأكيد على أن النموذج المختار مقبول إحصائيا وبصفة نهائية وبالتالي يمكن الاعتماد عليه للتنبؤ بالقيم المستقبلية لكمية الاستهلاك الشهرية للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة.

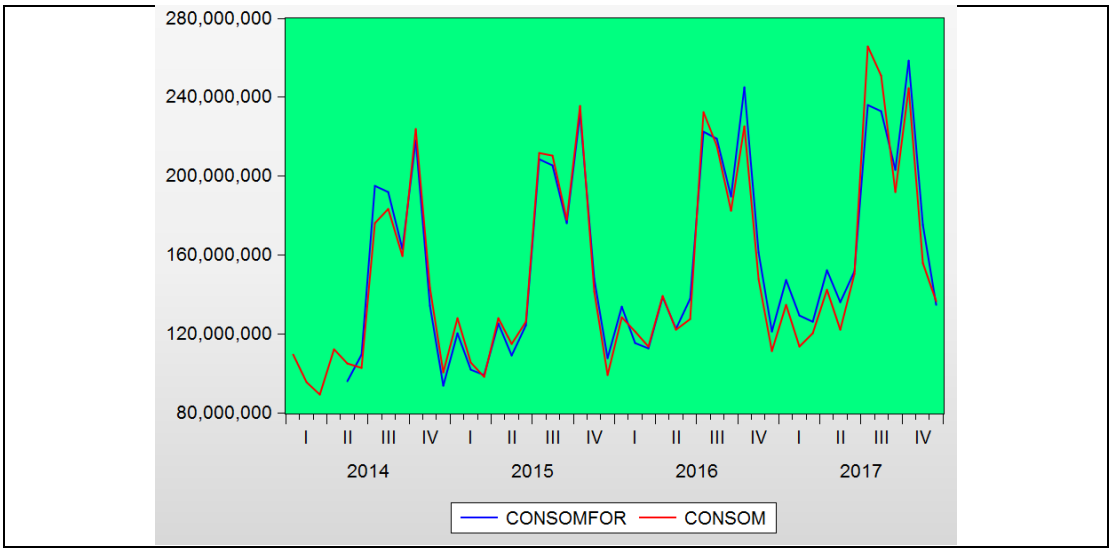
المطلب الرابع: مرحلة التنبؤ

بعد التأكد من القبول النهائي للنموذج المتحصل عليه بتطبيق منهجية بوكس جنكنز فإن معادلة التنبؤ التي سنعتمد عليها للتنبؤ بكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة تأخذ الصيغة التالية:

$$DCONSOMSA_{t+h} = -0,372261DCONSOMSA_{t+h-3} + \varepsilon_{t+h} - 0,563998\varepsilon_{t+h-2}$$

وبتمثيل كمية الاستهلاك الشهري الفعلي للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة (CONSOM) والكمية المتنبأ بها للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة (CONSOMFOR) فإننا سنحصل على الشكل الموالي.

الشكل رقم (3-4): التمثيل البياني للسلسلتين CONSOM وCONSOMFOR



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

يبين الشكل أعلاه أن هناك شبه تطابق بين المنحنيين أي بين القيم المتنبأ بها والقيم الفعلية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة وهو ما يسمح لنا بالحكم على ملاءمة النموذج

المستخدم وبالتالي يمكن الاعتماد عليه للتنبؤ بالقيم المستقبلية، ويمكن تأكيد جودة النموذج من خلال معايير دقة التنبؤ لمنهجية بوكس جنكنز الموضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (3-24): مؤشرات قياس دقة التنبؤ لمنهجية Box-Jenkins

مؤشرات جودة التنبؤ	منهجية Box-Jenkins
Bias proportion (ME)	-2175268,25
MSE	1,06E+14
RMSE	10324960,6
MAE	8192491,54
MAPE	0,05294623

المصدر: *من إعداد الباحثة*

وعليه فمن خلال نتائج الجدول أعلاه والمتمثلة في معايير جودة التنبؤ الناتج عن تطبيق منهجية بوكس جنكنز يتضح ما يلي:

- مؤشر متوسط الخطأ (ME) كانت قيمته 2175268,25- وهي أقل قيمة يمكن الحصول عليها بتطبيق هذه المنهجية وهي توضح أن هذه المنهجية أعطت تنبؤات متفائلة أي أن أخطاء التنبؤ المتحصل عليها هي ذات اتجاه سالب؛

- من أجل تفادي مشكل المؤشر السابق من حيث إلغاء القيم السالبة للخطأ للقيم الموجبة له تم حساب مؤشر متوسط مربع الأخطاء **(MSE)** حيث بلغت قيمته 1,06E+14 وهي تمثل دقة القيمة المتنبأ بها بالاعتماد على منهجية بوكس جنكنز؛

– من خلال ما سبق يتضح أن قيمة مؤشر متوسط مربع الأخطاء كبيرة وهذا بسبب تضخيم القيم الموجبة للأخطاء بسبب عملية التربيع لهذا من أجل تفادي هذا المشكل يتم حساب مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط مربع الأخطاء **(RMSE)** وكانت قيمته تساوي 10324960,6 وهي أقل من القيمة السابقة كما أنها تعبر عن قيمة الخطأ المعياري للتنبؤ الناجم عن تطبيق منهجية بوكس جنكنز وهي قيمة جيدة ومقبولة؛

– من أجل التعرف على قيمة متوسط الخطأ الكلي الذي يمكن الحصول عليه بتطبيق منهجية بوكس جنكنز نقوم بحساب مؤشر متوسط الخطأ المطلق (MAE) والذي كانت قيمته 8192491,54 وهي تسمح بتدارك مشكل إزالة القيم الموجبة للقيم السالبة للخطأ مثلها مثل مؤشر MSE ومؤشر RMSE لكن قيمته أقل منهما وهذا راجع لاعتماده على القيمة المطلقة بدلا من التربيع؛

– رغم فعالية مؤشر متوسط الخطأ المطلق في الحكم على دقة التنبؤ إلا أنه ما يؤخذ عليه هو عدم القدرة على التمييز فيما إذا كانت منهجية بوكس جنكنز تعطي أخطاء صغيرة أو قريبة من الصفر لهذا قمنا بحساب مؤشر متوسط الخطأ المطلق النسبي **(MAPE)** وكانت قيمته 0,05294623 وهي تبين أن القيم المتنبأ بها ستبتعد عن القيم الحقيقية بمقدار 0.0529 أي أن الخطأ يمثل 5% من القيمة الحقيقية وهي قيمة قليلة جدا وتعكس جودة منهجية بوكس جنكنز في التنبؤ أي أنها تبين أن القيمة المتنبأ بها بالاعتماد على منهجية بوكس جنكنز دقيقة جدا.

ومنه فمن خلال كل ما سبق ذكره يتم التأكيد على أن تطبيق منهجية بوكس جنكنز على السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة سيعطي تنبؤات دقيقة وذات جودة عالية وهذا من خلال جودة نتائج مؤشرات الدقة المتحصل عليها.

المبحث الخامس: استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة والمفاضلة بين النماذج

من خلال هذا المبحث سنقوم بتطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة من خلال مجموعة من المراحل ثم المفاضلة بين نتائجها ونتائج منهجية Box-Jenkins.

ومنه فمن أجل تطبيق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية سنعتمد على استخدام برنامج MATLAB R2013a وهو برنامج أثبت فعاليته في هذا المجال ذلك أنه يساعد في بناء الشبكة العصبية واختبار دقتها، وذلك وفق الخطوات الموضحة في المطلب الموالي.

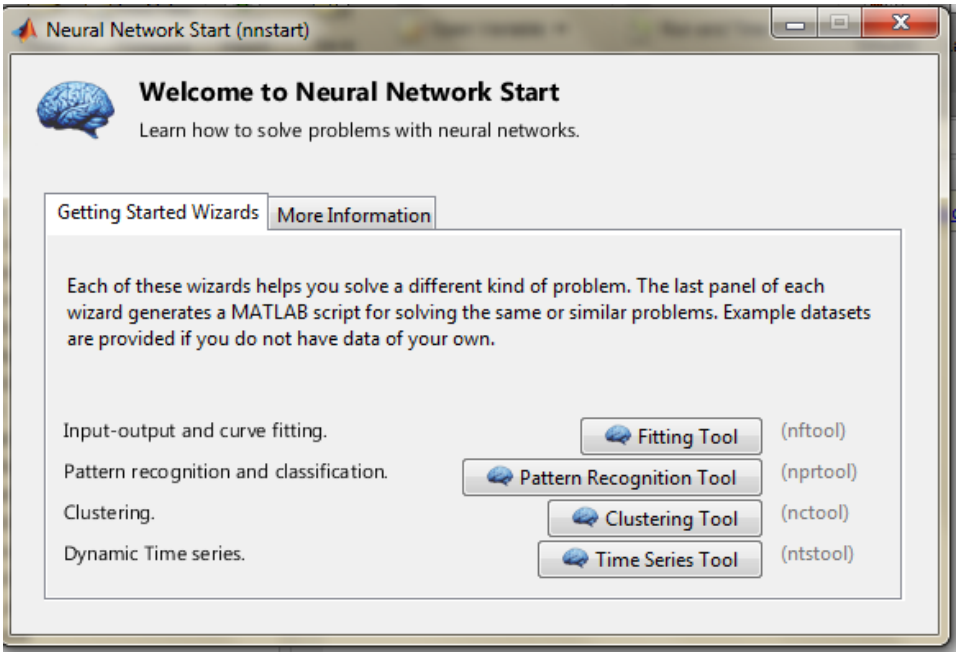
المطلب الأول: مراحل تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية

من أجل تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية فلابد من المرور بمجموعة من المراحل نذكرها فيما يلي مع تطبيقها وفق برنامج *MATLAB R2013a*:

- مرحلة اختيار المتغيرات:

أول خطوة في تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية هي تحديد المتغيرات والتي تتمثل في السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة وهذا خلال الفترة من جانفي 2014م إلى غاية ديسمبر 2017م أي لدينا 48 مشاهدة وهي تمثل مدخلات الشبكة، وبالتالي فمن أجل استخدام لبرنامج MATLAB R2013a لابد من اختيار معالجة السلاسل الزمنية كما هو موضح في الشكل الموالي.

الشكل رقم (3-5): اختيار الشبكة العصبية الاصطناعية لمعالجة السلاسل الزمنية



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

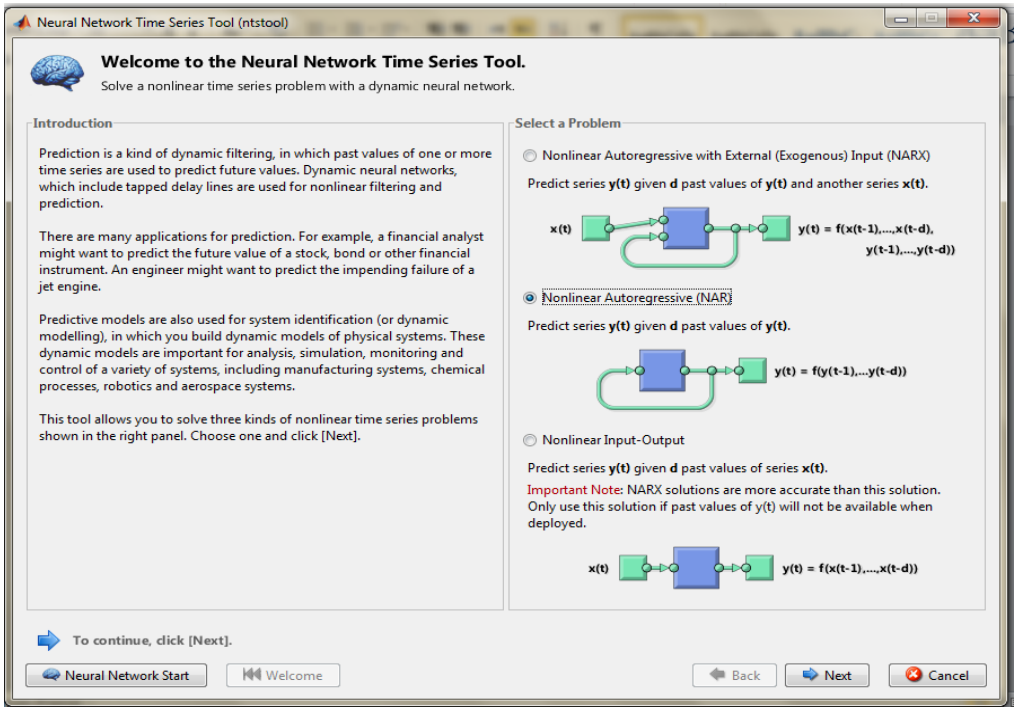
➢ مرحلة معالجة البيانات:

ما دام أنه قمنا بتحديد السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية كمدخلات للشبكة العصبية ونرغب في التنبؤ بالقيم المستقبلية لها وهذا بالاعتماد على القيم الماضية من هذه السلسلة فإن هذا الشكل يعد من أشكال تنبؤ الانحدار الذاتي غير الخطي [Nonlinear Auto-Regressive (**NAR**)]، وبالتالي فالسلسلة الزمنية تأخذ الشكل التالي:

$$Y(t) = f(Y(t-1), \ldots\ldots\ldots\ldots, Y(t-d))$$

والشكل الموالي يوضح ذلك:

الشكل رقم (3-6): معالجة البيانات بالاعتماد على تنبؤ الانحدار الذاتي غير الخطي

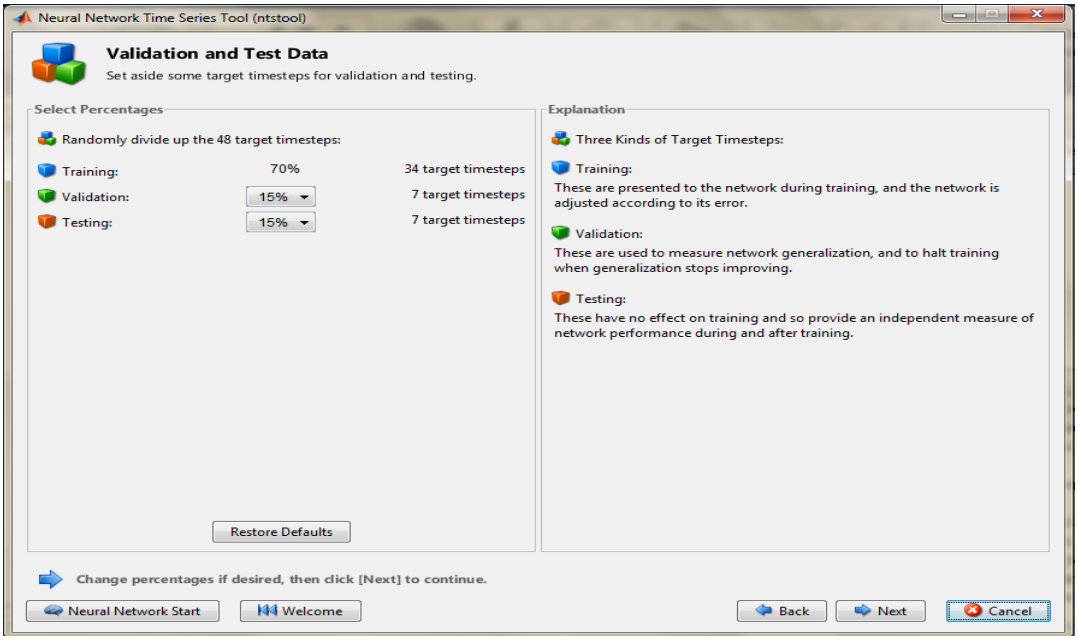


***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

- مرحلة تحليل البيانات:

في هذه المرحلة يتم تجميع البيانات محل الدراسة والتي عددها 48 مشاهدة وتجزئتها بشكل عشوائي بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a حيث يتم تقسيم المدخلات إلى ثلاث أقسام (مجاميع) موضحة في الشكل الموالي.

الشكل رقم (3-7): بيانات التحقق والاختبار



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

من خلال النتائج المدونة في الشكل أعلاه يتضح أنه تم تقسيم المدخلات إلى ثلاث مجموعات أساسية موضحة كما يلي:

1) مجموعة التدريب: حيث تم تخصيص 70% من المشاهدات للتدريب أي ما يعادل 34 مشاهدة؛

2) مجموعة التأكيد: وهنا نجد أنه تم تخصيص 15% من المشاهدات أي 7 مشاهدات للتحقق من أن الشبكة معممة؛

3) مجموعة الاختبار: أين تم تحديد 15% من المشاهدات أي 7 مشاهدات للاختبار.

- مرحلة تحديد نموذج الشبكة العصبية:

تتكون الشبكة العصبية الاصطناعية المستخدمة من ثلاث طبقات، وتحدد خصائص كل طبقة كما يلي:

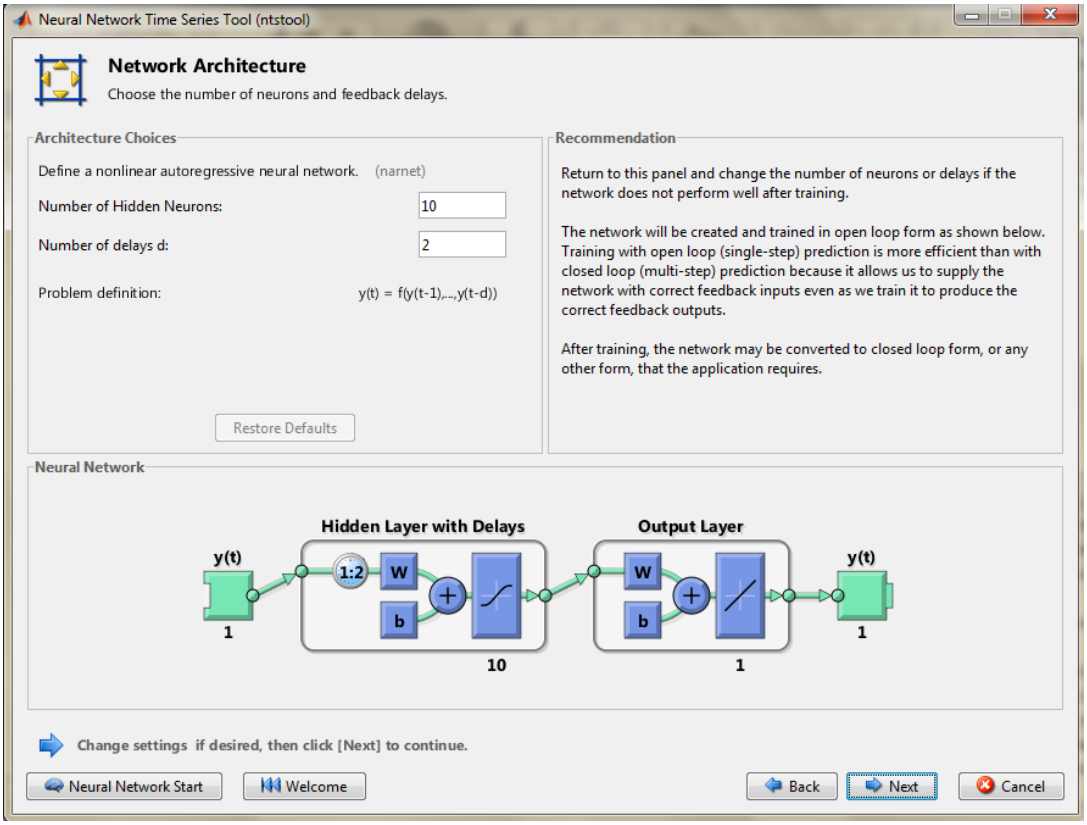
-طبقة المدخلات: والتي تم فيها تحديد عدد عصبونات الادخال والذي يساوي الواحد وهي تتمثل في السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية لولاية بسكرة؛

-الطبقة الخفية: حيث تعتمد عدد الطبقات المخفية على قيمة الخطأ المستخدم في الشبكة والتي حددت آليا بطبقة واحدة، كما أن عدد العصبونات المخفية فقد حدد آليا بـ 10 طبقات؛

-طبقة المخرجات: وهي تتكون من عصبون إخراج واحد.

كما أن العدد الافتراضي من التأخر يساوي 2 ويعدل حسب تدريب الشبكة ذلك أنه إذا كان التدريب رديئا فلابد من تغيير العدد، والشكل الموالي يبين بنية الشبكة العصبية المستخدمة.

الشكل رقم (3-8): معمارية الشبكة العصبية الاصطناعية



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

➢ مرحلة تدريب الشبكة وتنفيذها:

يتم في هذه المرحلة تحديد خيارات عملية التدريب وتحديد لوغاريتم التعلم ومعدله وكذا تحديد معامل التغذية، وتنتهي باستخراج النتائج النهائية للشبكة ومستوى دقة تنبؤاتها في عينتي التدريب والتأكد (التحقيق) أما مرحلة الاختبار أو التنفيذ فيتم فيها اختبار مدى مصداقية الشبكة ودرجة دقتها، وتضم هذه المرحلة ما يلي:

-تعليم النموذج: ونقصد بذلك إيجاد مجموعة الأوزان بين العصبونات التي تحقق أقل قيمة لمتوسط مربع الأخطاء MSE الذي يعتبر من أكثر المقاييس شيوعا واستخداما في قياس جودة توفيق النموذج أي قياس الأداء وهذا حتى نتأكد من مدى تحقق الاستفادة من استخدام الشبكة العصبية المتحصل عليها في

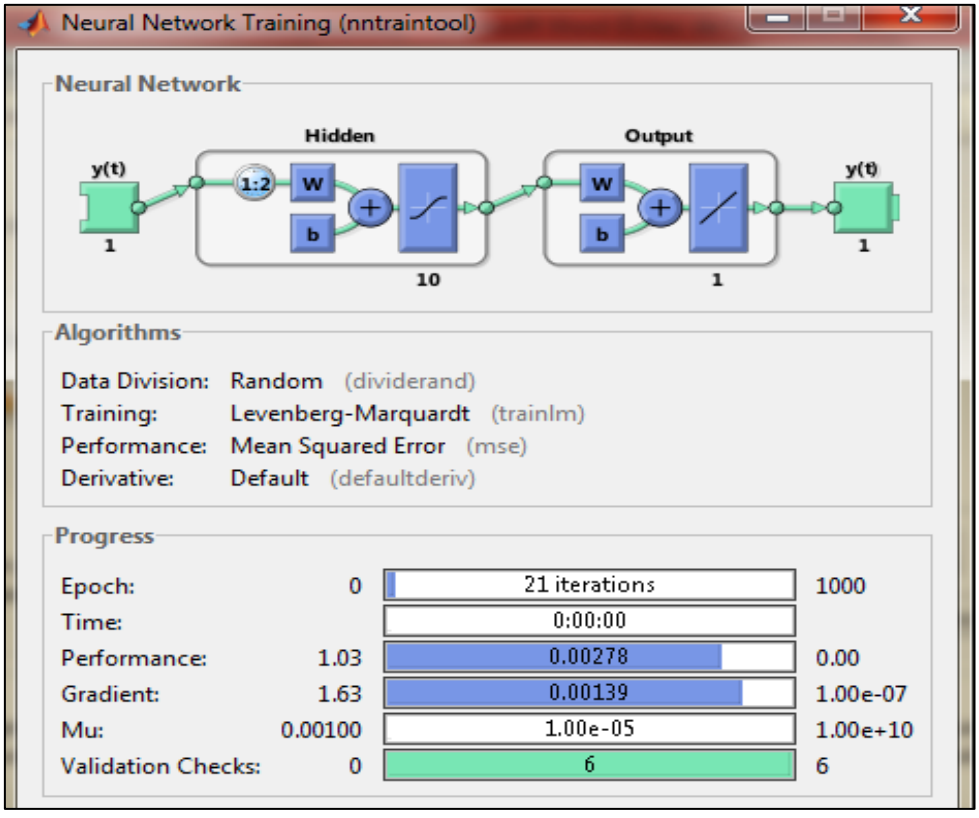
التنبؤ والاعتماد على نتائجها والتأكد من دقتها التنبؤية، لهذا نعتمد على مؤشر *MSE* في برنامج *MATLAB*.

-تحديد خوارزمية التدريب: حيث نعتمد على خوارزمية شبكة الانتشار الخلفي للخطأ (Levenberg-Marquardt) التي تعمل على تقليل الميل، كما أنه يتم اختيار هذه الخوارزمية بشكل آلي في برنامج MATLAB.

-التنفيذ: حيث يتم اختبار الشبكة من حيث قدرة التكيف مع التغيير، كما أنه هناك إمكانية لإعادة التدريب من أجل تحقيق أقل مربع خطأ يمكن الوصول إليه.

الشكل الموالي يوضح عملية التدريب وخصائها من خلال برنامج MATLAB.

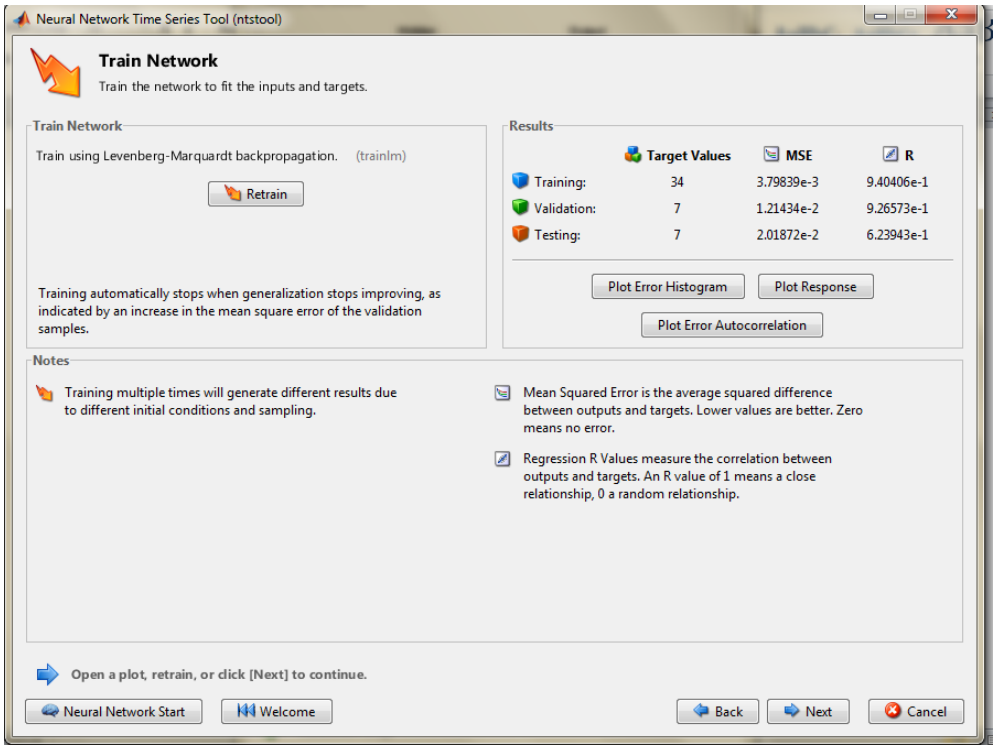
الشكل رقم (3-9): خصائص عملية تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

والنتائج المتحصل عليها وفق برنامج MATLAB مدونة في الشكل الموالي:

الشكل رقم (3-10): نتائج عملية تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية



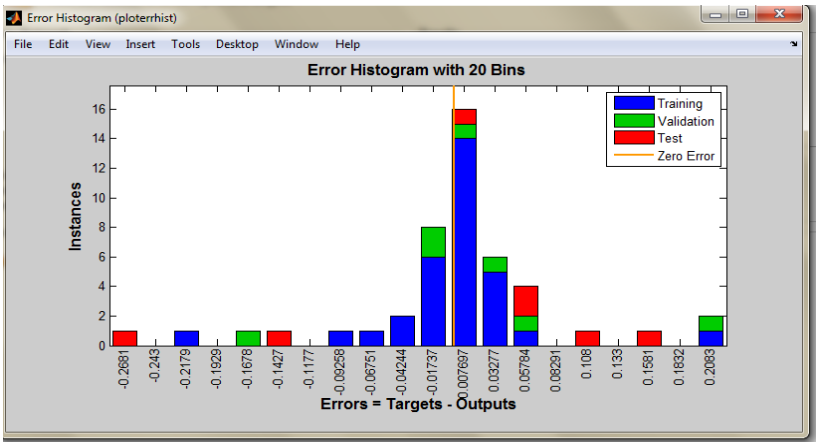
***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

يقيس معامل الارتباط قوة العلاقة بين الأهداف والمخرجات حيث كلما اقتربت من الواحد تعكس وجود علاقة قوية، والنتائج المدونة في الشكل أعلاه تظهر أن هناك علاقة قوية بين المخرجات والأهداف حيث كانت القيم كما يلي:

- معيار التدريب: $R = 0.940$،
- معيار التحقق: $R = 0.926$
- معيار الاختبار: $R = 0.623$

كما أنه بملاحظة المدرج التكراري للأخطاء في الشكل أدناه نجد أن المدرجات التكرارية متناظرة بالنسبة للمحور الصفري أي أن الأخطاء متناظرة بالنسبة للصفر وهذا يعني أنه ليس هناك أي اشكال بالنسبة للعينة التي نريد التنبؤ بقيمها.

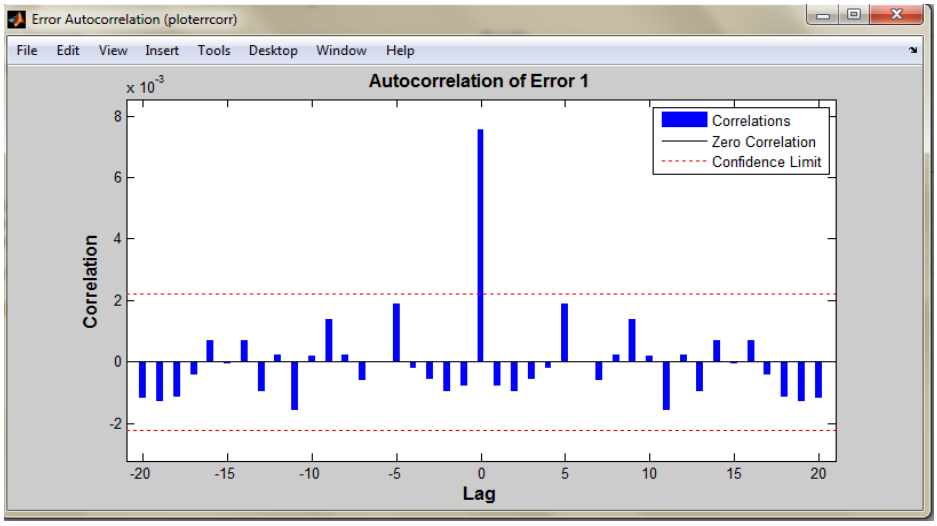
الشكل رقم (3-11): المدرج التكراري للأخطاء



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

وللتأكد وتعزيز النتائج المتحصل عليها نقوم برسم دالة الارتباط الذاتي بين الأخطاء باستخدام برنامج MATLAB لنحصل على الشكل الموالي.

الشكل رقم (3-12): دالة الارتباط الذاتي بين للأخطاء

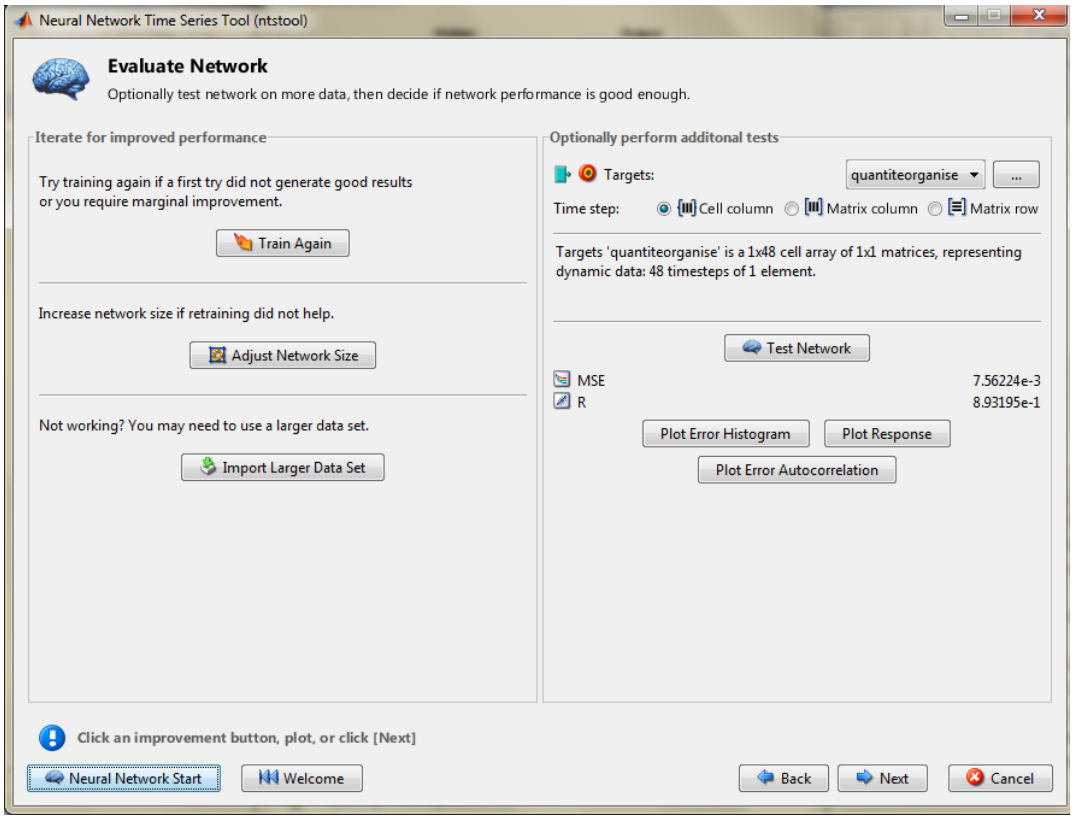


***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

وعليه نلاحظ من خلال الشكل أعلاه أن جميع قيم دالة الارتباط الذاتي داخل مجال الثقة أي أنه لا يوجد ارتباط بين الأخطاء.

وبالتالي فمن خلال كل النتائج السابقة الذكر فإن الشبكة المتحصل عليها مقبولة ولا تتطلب إعادة التدريب، والنتائج النهائية لقوة العلاقة ومجموع مربعات الأخطاء مدونة في الشكل الموالي.

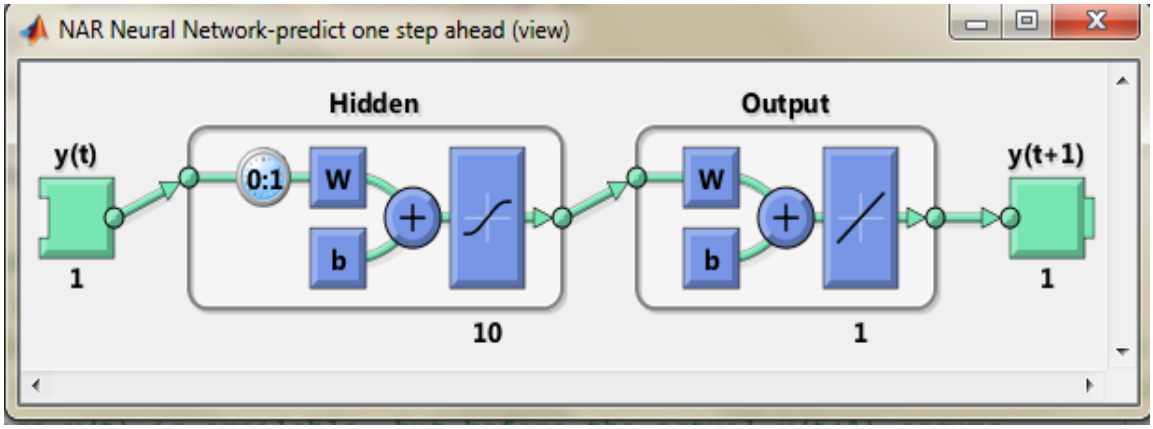
الشكل رقم (3-13): النتائج النهائية لمعياري R و MSE



***المصدر**: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

تظهر النتائج النهائية أن قوة العلاقة بين المخرجات والأهداف تقدر بـ 0.8931 وهي قيمة قريبة جدا من الواحد تعكس قوة العلاقة بينهما، كما أن مجموع مربعات الأخطاء يساوي 0.00756 وهي قيمة صغيرة جدا تعكس جودة التقدير المستخدم بالاعتماد على هذه الشبكة، وبالتالي فإن الشبكة أصبحت جاهزة للتنبؤ والشكل رقم (3-14) يوضح ذلك.

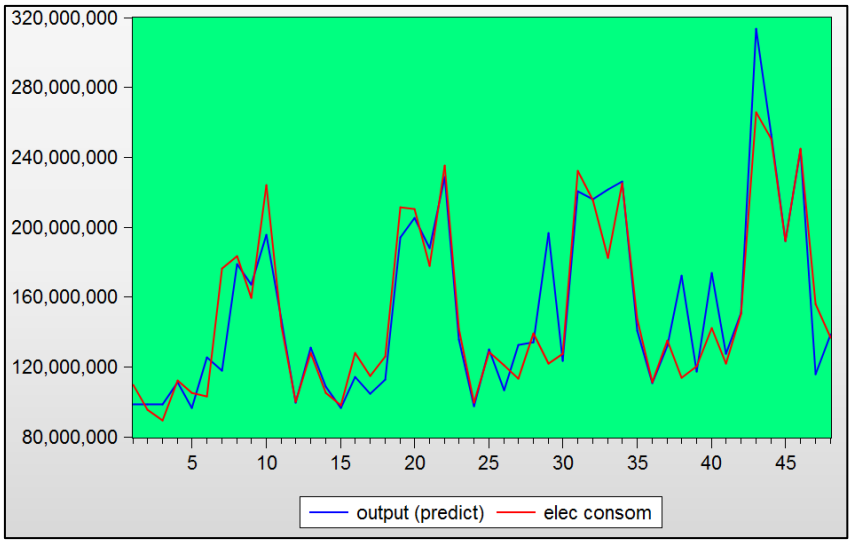
الشكل رقم (3-14): جاهزية الشبكة للتنبؤ



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج MATLAB R2013a*

والشكل الموالي رقم(3-15) يوضح مدى ملاءمة النموذج المختار أي يوضح أن النموذج المقترح والمختار يعطي نتائج ذات جودة مما يسمح باستخدامه في التنبؤ بالقيم المستقبلية لكمية الاستهلاك الشهري للكهرباء.

الشكل رقم (3-15): المقارنة بين القيم الفعلية والمتنبأ بها



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews 8*

من خلال الشكل أعلاه يتبين أن القيم المتنبأ بها (المخرجات) تحاكي القيم الأصلية بنسبة كبيرة خلال فترة الدراسة وهذا راجع لشبه تطابق المنحنيين، وبالتالي فإن الشبكة العصبية المختارة تعتبر نموذج

جيد للتنبؤ بالقيم المستقبلية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والمتوسط لولاية بسكرة، ومن أجل التأكد من جودة التنبؤات المتحصل عليها بتطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية سنستعين بمؤشرات دقة التنبؤ الموضحة في الجدول الموالي:

الجدول رقم (3-25): مؤشرات قياس جودة التنبؤ للشبكات العصبية الاصطناعية

مؤشرات جودة التنبؤ	الشبكات العصبية الاصطناعية
Bias proportion (ME)	1692601,94
MSE	4,84E+14
RMSE	22021789,2
MAE	13312178,5
MAPE	0,09170225

المصدر: *من إعداد الباحثة*

وعليه فمن خلال القيم المتحصل عليها لمعايير دقة التنبؤ الناتجة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية والمدونة في الجدول أعلاه يتضح ما يلي:

- تظهر قيمة مؤشر متوسط الخطأ (ME) والمقدرة بـــ 1692601,94 أن أخطاء التنبؤ الناتجة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية أخذت اتجاه موجب أي أن تطبيق الشبكات العصبية سيسمح بالحصول على تنبؤات متشائمة، لكن بما أن هذا المؤشر لا يسمح بالتمييز فيما إذا كان تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية سيعطي تنبؤات ذات أخطاء كبيرة أم صغير بسبب مشكل الإزالة فإننا نقوم بحساب مؤشر **MSE** ؛

– ومنه فبحساب مؤشر متوسط مربع الأخطاء (**MSE**) نجد أن قيمته بلغت 4,84E+14 وهي تعبر عن دقة القيم المتنبأ بها الناتجة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية ورغم أن هذا المؤشر يسمح بحل مشكل الإزالة إلا أن عملية التربيع ستضخم القيم الموجبة للأخطاء وإعطائها أهمية كبيرة ولتدارك هذا المشكل نقوم بحساب مؤشر **RMSE** ؛

– عند حساب مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط مربع الأخطاء (**RMSE**) وجدنا أن قيمته تساوي 10324960,6 وهي تمثل قيمة الخطأ المعياري للتنبؤ الناجم عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية وهو بذلك يلغي أثر القيم الكبيرة للأخطاء الناجمة عن **MSE**؛

– كما أنه من أجل تدارك مشكل إزالة القيم الموجبة للأخطاء لقيمه السالبة يمكن الاعتماد على حساب مؤشر متوسط الخطأ المطلق (**MAE**) والذي كانت قيمته 13312178,5 وهي تمثل أقل قيمة لمتوسط الخطأ الكلي الذي يمكن الحصول عليها بتطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية وهي أقل من قيمة مؤشر **MSE** ومؤشر **RMSE** وهذا راجع للاعتماد على القيمة المطلقة في الحساب بدلا من التربيع، لكن ما يؤخذ على هذا المؤشر هو عدم قدرته على التمييز فيما إذا كانت الشبكات العصبية الاصطناعية ستعطي في الغالب أخطاء صغيرة أو قريبة من الصفر لهذا تم حساب مؤشر **MAPE**؛

– بحساب مؤشر متوسط الخطأ المطلق النسبي (**MAPE**) كانت قيمته 0,09170225 وتعكس درجة الدقة للأسلوب المستخدم ذلك أنها تبين أن القيم المتنبأ بها ستبتعد عن القيم الفعلية بمقدار 0.0917 أي أن الخطأ يمثل تقريبا 9% من القيمة الفعلية وهي قيمة صغير جدا وتعكس جودة ودقة الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة.

ومنه فمن خلال كل ما سبق ذكره يتم التأكيد على أن استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة سيعطي دقيقة جدا وذات جودة عالية.

المطلب الثاني: المفاضلة بين نتائج منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة

من خلال هذا المطلب سنقوم بالمفاضلة بين نتائج منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية من خلال مؤشرات دقة التنبؤ وبعدها سنقوم بالتنبؤ بالقيم المستقبلية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط لولاية بسكرة بالاعتماد على النموذج الأكثر دقة.

الفرع الأول: المفاضلة بين نتائج منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية

بعد تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز وطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والمتوسط في ولاية بسكرة خلال الفترة من جانفي 2014 إلى غاية ديسمبر 2017، توصلنا إلى أنه يمكن تطبيق كلى الأسلوبين على السلسلة الزمنية محل الدراسة وكلاهما يسمحان بإعطاء تنبؤات قريبة من الواقع وذات دقة عالية، لهذا سنقوم بالمقارنة بين نتائج تنبؤ كل طريقة بالاعتماد على مؤشرات قياس دقة التنبؤ التي تظهر قيمها في الجدول الموالي.

الجدول رقم (3-26): المفاضلة بين مؤشرات قياس دقة التنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة

مؤشرات قياس دقة التنبؤ	منهجية Box-Jenkins	الشبكات العصبية الاصطناعية
Bias proportion (ME)	−2175268,25	1692601,94
MSE	1,06E+14	4,84E+14
RMSE	10324960,6	22021789,2
MAE	8192491,54	13312178,5
MAPE	0,05294623	0,09170225

المصدر: *من إعداد الباحثة*

وعليه فمن خلال النتائج المبينة في الجدول أعلاه يتضح ما يلي:

- نلاحظ أن قيمة مؤشر متوسط الخطأ **(ME)** الناتجة عن تطبيق منهجية Box-Jenkins هي أقل من قيمته الناتجة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية أي أن منهجية Box-Jenkins تعطي تنبؤات لكمية استهلاك الطاقة الكهربائية بمتوسط أخطاء أقل من تنبؤات الشبكة العصبية الاصطناعية المستخدمة، لكن هذا لا يسمح بالتمييز فيما إذا كانت منهجية Box-Jenkins أعطت في الغالب تنبؤات ذات أخطاء صغيرة أفضل من الشبكات العصبية الاصطناعية أم العكس؛

- بالنسبة لمؤشر متوسط مربع الأخطاء **(MSE)** نلاحظ أيضا أن قيمته الناتجة عن تطبيق منهجية Box-Jenkins كانت أقل من قيمته الناتجة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية وهذا ما يسمح لنا القول بأن المنهجية تعطي تنبؤات أكثر دقة وبأخطاء أقل من الأخطاء الناجمة عن الشبكات العصبية الاصطناعية، لكن بما أن هذا المؤشر يعمل على تضخيم القيم الكبيرة للخطأ بالاعتماد على التربيع فإنه نلجأ لاستخدام مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط مربع الأخطاء **(RMSE)** والذي أظهر بدوره

أن قيمته الناتجة عن تطبيق منهجية Box-Jenkins هي أقل من قيمته الناتجة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية أي أن قيمة الخطأ المعياري للتنبؤ الناجم عن تطبيق منهجية Box-Jenkins أقل من قيمته الناجمة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية وبالتالي يمكن القول وفق هذا المؤشر بأن التنبؤ بكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية وفق منهجية Box-Jenkins هي الأفضل مقارنة مع الشبكات العصبية؛

– نلاحظ أيضا من خلال الجدول أعلاه أن قيمة مؤشر متوسط الخطأ المطلق **(MAE)** الناجم عن تطبيق منهجية Box-Jenkins كانت أقل من قيمته الناجمة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية أي أن متوسط الخطأ الكلي للقيم المتنبأ بها لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية الناجمة عن تطبيق Box-Jenkins هو أقل من متوسط الخطأ الكلي للقيم المتنبأ بها لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية الناجمة عن تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية وبالتالي يظهر هذا المؤشر أن منهجية Box-Jenkins هي أفضل وأدق من الشبكات العصبية الاصطناعية؛

–كما أنه بالنظر لمؤشر متوسط الخطأ المطلق النسبي **(MAPE)** نلاحظ أن كلى الأسلوبين أعطى نسبة قليلة للخطأ لكنه وفق منهجية بوكس–جنكنز فإن الخطأ يمثل نسبة 5% من القيم الحقيقية أي أن القيم المتنبأ بها ستبتعد عن القيم الفعلية بمقدار 0,05294623 أما الشبكات العصبية الاصطناعية فإن نسبة الخطأ من القيم الفعلية كان يمثل 9% وهذا ما يعكس ويؤكد أن نتائج منهجية بوكس–جنكنز تفوقت على نتائج الشبكات العصبية الاصطناعية وكانت الأفضل والأكثر دقة بالنسبة لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة.

ومنه فمن خلال كل ما سبق ذكره يتضح أن جميع قيم مؤشرات دقة التنبؤ لمنهجية Box-Jenkins أقل من مؤشرات الدقة للشبكات العصبية الاصطناعية وهذا يعني أن منهجية Box-Jenkins

ذات قدرة تنبؤية أكبر من الشبكات العصبية الاصطناعية أي أنها أفضل منها وتعطي نتائج قريبة جدا من الواقع وبالتالي يمكن للمسؤولين في المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة أن تعتمد على هذه المنهجية للتنبؤ بالقيم المستقبلية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط لولاية بسكرة وهذا لأنها تعطي صورة أوضح عن الآفاق المستقبلية لكمية الاستهلاك.

الفرع الثاني: التنبؤ بالقيم المستقبلية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط لولاية بسكرة

بما أن منهجية بوكس جنكنز كانت الأفضل في إعطاء نتائج قريبة جدا من الواقع فإننا سنقوم بتطبيقها من أجل التنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط لولاية بسكرة لسنة 2018م لنحصل على القيم المدونة في الجدول الموالي:

الجدول رقم (3-27): القيم التنبؤية لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة بدون الأثر الموسمي لسنة 2018

الأشهر	كمية الاستهلاك (Kwh)
جانفي	181056767.3133447
فيفري	182191598.0077604
مارس	183326429.4008635
أفريل	184461259.6388323
ماي	185596090.3563403
جوان	186730920.8137545
جويلية	187865751.7011799
أوت	189000582.4100917
سبتمبر	190135413.2158262
أكتوبر	191270243.8614843

نوفمبر	192405074.5735962
ديسمبر	193539905.2496646

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

وبفرض أن العوامل المؤثرة على كمية استهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة ستبقى على ما هي عليه في المستقبل، نقوم بإدخال قيمة المركبة الموسمية المنزوعة مسبقا لنحصل على كمية الاستهلاك التالية:

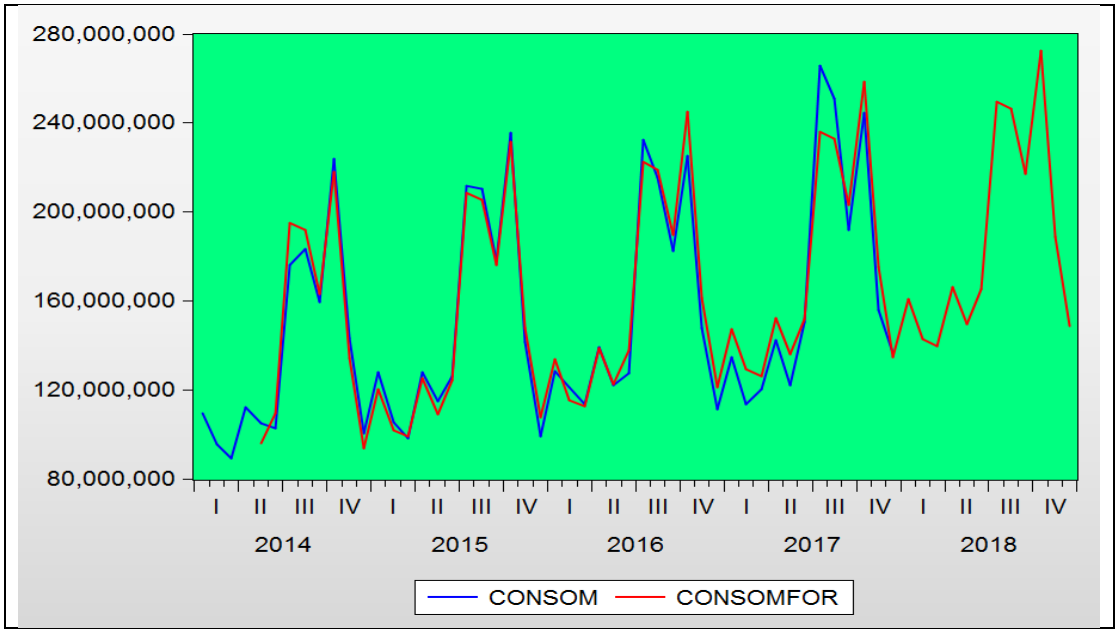
الجدول رقم (3-28): القيم التنبؤية لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة لسنة 2018

الأشهر	كمية الاستهلاك (Kwh)
جانفي	160991322.2022336
فيفري	142778286.2855381
مارس	139871753.9425302
أفريل	166123461.4443878
ماي	149818776.9257848
جوان	165272329.5637545
جويلية	249678399.3122911
أوت	246396379.1045361
سبتمبر	217035064.6324929
أكتوبر	272354913.0975955
نوفمبر	188757559.0319295
ديسمبر	148501790.9996646

المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

والتمثيل البياني لكمية الاستهلاك الشهري الفعلي للطاقة الكهربائية والكمية المتنبأ بها موضحة في الشكل الموالي.

الشكل رقم (3-16): التمثيل البياني للسلسلتين CONSOM وCONSOMFOR



المصدر: *من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Eviews8*

يظهر التمثيل البياني أعلاه والذي يمثل كمية الاستهلاك الشهري الفعلية للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط في ولاية بسكرة (CONSOM) والكمية المتنبأ بها للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط في ولاية بسكرة (CONSOMFOR) يبين أن هناك شبه تطابق بين المنحنيين وهو ما يعكس جودة التوفيق في اختيار النموذج المستخدم في التنبؤ كما أن المنحنى سيأخذ نفس الشكل في المستقبل.

خلاصة الفصل

من خلال كل ما سبق ذكره في هذا الفصل تعد شركة سونلغاز المتعامل التاريخي في ميدان الإمداد بالطاقة الكهربائية والغازية في الجزائر ومهامها الرئيسية هي نقل الغاز وتوزيعه عبر القنوات وكذا إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها لزبائنها بمختلف أنواعهم رغبة منها بتلبية حاجاتهم ورغباتهم المستمرة، كما أنه من بين فروعها المهمة نجد الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز والتي تهتم بتوزيع الطاقة الكهربائية وتزويد زبائنها من هذا المورد الحيوي والمهم، لهذا لديها مجموعة من المديريات منتشرة على معظم التراب الوطني من بينها المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة والتي كانت محور اهتمامنا من خلال دراسة ونمذجة استهلاك زبائنها للطاقة الكهربائية وكذا التنبؤ بقيمها المستقبلية.

وبدراسة الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والمتوسط في ولاية بسكرة والتنبؤ بقيمها المستقبلية بتطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية توصلنا إلى أن كلى الطريقتين تعطي نماذج جيدة و تنبؤات دقيقة بدرجة كبيرة وهذا ما سيسمح بالمساعدة في اتخاذ الخطط والاستراتيجيات المستقبلية من قبل المسؤولين بالمديرية، لكن عند المفاضلة بين نتائجهما اعتمادا على مؤشرات قياس دقة التنبؤ توصلنا إلى أن منهجية بوكس جنكنز أعطت نتائج أكثر دقة أي أقرب إلى الواقع مقارنة بالشبكات العصبية الاصطناعية وبالتالي فهي الأكثر ملاءمة لبيانات المؤسسة أي المديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة والأكثر جودة ودقة.

الخاتمة

من خلال كل ماسبق ذكره في هذه الأطروحة توصلنا إلى أن التنبؤ هو نظرة مستقبلية لما ستكون عليه قيم الظاهرة المدروسة وهذا بالاعتماد على قيمها الماضية أو على العوامل المؤثرة فيها، ومن بين المجالات التي يتوجب التنبؤ بقيمها المستقبلية نجد الطاقة الكهربائية التي تعتبر أساس الحياة المعاصرة والمحرك الأساسي لها، فعلى مر السنين تزايد استهلاك هذه المادة الحيوية بوتيرة كبيرة، مما أدى إلى زيادة الاهتمام بدراسة كمية استهلاك هذا المورد الحيوي وكذا زيادة البحث عن أفضل الأساليب للتنبؤ بالقيم المستقبلية وهذا بغية تأمين احتياجات ورغبات الزبائن بمختلف أنواعهم في أوقات الذروة وكذا بناء الخطط والاستراتيجيات الخاصة بالمؤسسة والجهة المسؤولة عنها.

وبالتالي من هنا ظهرت الحاجة إلى استخدام أساليب كمية تعطي نتائج قريبة من الواقع وتحاكيه بشكل كبير، لذلك تتمحورت إشكالية الأطروحة حول إمكانية تطبيق طريقتين للتنبؤ بكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية لولاية بسكرة هما منهجية بوكس جنكنز (Box-Jenkins) و الشبكات العصبية الاصطناعية ثم المفاضلة بينهما أي اختيار الطريقة التي تعطي نتائج قريبة جدا من الواقع وهذا لتفادي الانقطاعات المتكررة و تقديم خدمة أفضل للزبون.

لهذا فمن خلال الجزء التطبيقي للأطروحة قمنا بتطبيق منهجية بوكس جنكنز بالاستعانة ببرنامج Eviews 8 والشبكات العصبية الاصطناعية بالاعتماد على برنامج Matlab R2013a على السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط لولاية بسكرة وهذا خلال الفترة من جانفي 2014 م إلى غاية ديسمبر 2017 م وبعدها المفاضلة بين نتائج هذين الأسلوبين بالاعتماد على معايير دقة التنبؤ من أجل معرفة أيا من الأسلوبين أكثر جودة ودقة بالنسبة للسلسلة المدروسة وفيما يلي عرض لأهم النتائج النظرية والتطبيقية المتحصل عليها.

نتائج اختبار الفرضيات:

الفرضية الأولى: "تسمح منهجية بوكس جنكنز بتحقيق جودة التنبؤ"

من خلال تطبيق منهجية بوكس جنكنز على السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط لولاية بسكرة للفترة الممتدة من جانفي 2014 إلى غاية ديسمبر 2017 توصلنا إلى أن هذه المنهجية أعطت نتائج جيدة وذات جودة تنبؤ عالية وهذا ما تؤكده قيم معايير دقة التنبؤ المعتمدة كما أن شبه التطابق التام بين القيم الفعلية والقيم المتنبأ بها يعكس هذه الجودة، **وعليه فإن كل هذا يؤكد صحة الفرضية الأولى.**

الفرضية الثانية: "الاعتماد على الشبكات العصبية الاصطناعية يسمح بتحقيق دقة التنبؤ"

بعد تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة (الكهرباء ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط) توصلنا إلى نتائج تنبؤية ذات جودة عالية وقريبة من الواقع أي أنها سمحت بتحقيق دقة التنبؤ وهذا بالاعتماد على القيم المتحصل عليها لمعايير دقة التنبؤ أي أن الشبكات العصبية الاصطناعية نجحت في محاكاة هذه السلسلة الزمنية، وهذا دليل على أن **الفرضية الثانية صحيحة ومؤكدة.**

الفرضية الثالثة: "ترتبط الأفضلية بين منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية بدقة التنبؤ"

بعد تطبيق كل من منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة والقيام بالمفاضلة بينهما بالاعتماد على المؤشرات والمعايير اللازمة والمتمثلة في مؤشرات جودة التنبؤ توصلنا إلى أن هذه المعايير أعطت الأفضلية لمنهجية بوكس

جنكنز أي أن هذه المنهجية هي التي تسمح بالتنبؤ بالقيم المستقبلية بأقل أخطاء ممكنة أي تسمح بالحصول على قيم قريبة جدا من الواقع أفضل من الشبكات العصبية الاصطناعية وبالتالي فإن منهجية بوكس جنكنز هي الأنسب والأفضل للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة أي بالنسبة للمديرية الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (مديرية التوزيع بسكرة)، وهذا ما يثبت ويؤكد **صحة الفرضية الثالثة.**

نتائج الدراسة:

يمكن أن نوجز أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة في النقاط التالية:

- **النتائج النظرية**

1- تعتبر الطاقة اليوم بمختلف أنواعها ومصادرها الناضبة والمتجددة المحرك الأساسي والرئيسي لحياتنا اليومية وهذا راجع لاستعمالاتها المتعددة وأهميتها الكبيرة في مختلف القطاعات؛

2- تحتوى الجزائر على امكانيات طاقوية متنوعة وجد مهمة سواء كانت الطاقة متجددة أو غير متجددة الأمر الذي أهلها بأن تحتل مراكز ومراتب جيدة في القطاع الطاقوي العالمي؛

3-تعتبر الطاقة الكهربائية من الموارد الطاقوية الحيوية التي تساهم في مختلف القطاعات وهذا لما لها دور كبير لا يمكن الاستغناء عنه الأمر الذي أدى إلى زيادة استهلاك هذه الطاقة بصفة واسعة؛

4- من خلال التعرض لقطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر وهذا من خلال دراسة تطور عدد الزبائن المستفيدين من الطاقة الكهربائية، حجم إنتاج الطاقة الكهربائية وتطور الشبكة الكهربائية في الجزائر توصلنا إلى أن هناك تطور وتزايد مستمر في هذه المؤشرات مما يعكس الجهود المبذولة من قبل

الجزائر في تأمين هذا المورد المهم مما يعكس التطور والتقدم المستمر في قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر؛

5- بالتطرق لواقع استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر من خلال دراسة التطور السنوي لاستهلاك الطاقة الكهربائية أو الاستهلاك الوطني حسب القطاعات أو التطور السنوي لحصة الفرد من الطاقة الكهربائية توصلنا إلى أن هناك تزايد مستمر لاستهلاك الطاقة الكهربائية ويرجع هذا لعدة أسباب منها الزيادة في عدد السكان والتطورات التكنولوجية الحاصلة؛

6- يعد التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية عملية ضرورية ومهمة بالنسبة للدولة بصفة عامة وبالنسبة للجهات المسؤولة عن الطاقة الكهربائية بصفة خاصة وهذا من أجل تلبية حاجات ورغبات الزبائن من هذه الطاقة وتفادي الوقوع في مشكل الانقطاعات بسبب الطلب الزائد في أوقات الذروة؛

7- تعتبر منهجية بوكس جنكنز أسلوب فعال يسمح بنمذجة السلاسل الزمنية والتنبؤ بالقيم المستقبلية وهذا من خلال مجموعة من المراحل التي يجب اتباعها بالتسلسل؛

8- كما توصلنا أيضا إلى أن الشبكات العصبية الاصطناعية التي تهدف إلى محاكاة العقل البشري، أثبتت فعاليتها ونجاعتها في مختلف المجالات من بينها السلاسل الزمنية والتنبؤ بقيمها المستقبلية وهذا طبعا وفقا لخطوات محددة تم توضيحها في هذه الأطروحة؛

9- من أجل الحكم على دقة الأسلوب المستخدم في التنبؤ فإنه يتم الاعتماد على مؤشرات دقة التنبؤ كما أنه من أجل تطبيق أسلوب تنبؤي معين داخل المؤسسة فإنه يجب مراعاة توافق شروط تطبيقه وبيانات المؤسسة وعند تحقق ذلك في أكثر من أسلوب فإنه يتم المفاضلة بينهم من خلال اختيار الأسلوب الذي يحقق أقل قيمة لمؤشرات قياس جودة التنبؤ أي اختيار الأسلوب الذي يعطي أعلى جودة،

كما أن هناك مجموعة من المعايير النظرية التي تعتبر كأساس للمفاضلة واختيار منهجية بوكس جنكنز أو الشبكات العصبية الاصطناعية.

- **النتائج التطبيقية**

1- تعد شركة سونلغاز المتعامل التاريخي في ميدان الإمداد بالطاقة الكهربائية والغازية في الجزائر ومهامها الرئيسية هي إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها وكذلك نقل الغاز وتوزيعه عبر القنوات، وبإعادة هيكلة مصالحها لكي تتكيف مع السياق الجديد أضحت اليوم مجمعا صناعيا يلعب دورا مهما في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد؛

2- من بين فروع سونلغاز نجد الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز التي تضمن في إطار مهامها وتخصصها توزيع وتسويق الطاقة الكهربائية والغازية وغيرها من المهام، لهذا ومن أجل تحقيق ذلك تغطي الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز 52 مديرية توزيع من بينها المديرية الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (مديرية التوزيع بسكرة)؛

3- تسعى المديرية الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (مديرية التوزيع بسكرة) إلى ضمان تحقيق الأهداف المسطرة من قبل الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز خاصة منها تأمين الهياكل والبنيات الأساسية لمواجهة تزايد الاستهلاك وخاصة استهلاك الطاقة الكهربائية وتلبية طلبات الربط بالكهرباء لمختلف الزبائن لهذا فهي تقوم بالتنبؤ بالكميات المستقبلية للاستهلاك بالنسبة للزبائن والتي تنظر إليها المؤسسة كمبيعات للطاقة الكهربائية وهذا بالاعتماد على طرق احصائية بسيطة؛

4- بدراسة السلسلة الزمنية لكمية الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة (الكهرباء ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط) وهذا خلال الفترة من جانفي 2014م إلى غاية ديسمبر 2017م تم التوصل إلى أن السلسلة الزمنية غير مستقرة وتحتوي على مركبة موسمية واتجاه عام.

5- بتطبيق منهجية بوكس جنكنز على السلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط في ولاية بسكرة خلال الفترة من جانفي 2014 إلى غاية ديسمبر 2017 اتضح أنها فعالة في إعطاء نتائج جيدة لنمذجة سلسلة الاستهلاك والتنبؤ بقيمها المستقبلية وهذا ما تؤكده قيم مؤشرات دقة التنبؤ المتحصل عليها ذلك أنها تبين أن النتائج هي ذات جودة تنبؤ عالية.

5- عند تطبيق الشبكات العصبية الاصطناعية على السلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض والتوتر المتوسط في ولاية بسكرة خلال الفترة من جانفي 2014 إلى غاية ديسمبر 2017 تحصلنا على نتائج جيدة ودقيقة تعكس جودة الشبكة في محاكاة سلسلة الاستهلاك والتنبؤ بقيمها المستقبلية كما أن دقة القيم المتنبأ بها المتحصل عليها تؤكده قيم مؤشرات دقة التنبؤ المعتمدة التي توضح أن القيم المتنبأ بها قريبة جدا من القيم الفعلية أي أن الخطأ أقل ما يمكن.

6- بالاعتماد على مؤشرات دقة التنبؤ للمفاضلة بين منهجية بوكس جنكنز والشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بالقيم المستقبلية للاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في ولاية بسكرة وجدنا أن منهجية بوكس جنكنز هي التي تعطي نتائج أكثر جودة ودقة أي هي الأقرب للواقع وبالتالي هي الأكثر فعالية بالنسبة للمديرية الجهوية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة أي أنها تمتاز بقدرة تنبؤية عالية وهذا ما يتوافق مع معايير المفاضلة النظرية بين الأسلوبين.

توصيات واقتراحات:

من خلال هذه الدراسة ووفقا للنتائج التي توصلنا إليها نوصي بـــ:

1- الاهتمام أكثر بالجانب الكمي داخل المؤسسة وهذا من أجل ترشيد القرارات المتخذة وزيادة فعاليتها.

2- إعطاء التنبؤ وفق الأساليب الكمية المتخصصة اهتمام أكثر وهذا من أجل تجنب الوقوع في المخاطر والحصول على نتائج دقيقة وذات جودة عالية.

3- الاهتمام بتطبيق منهجية Box-Jenkins والشبكات العصبية الاصطناعية الذين أظهرا فعاليتهما وجودة نتائجهما المتعلقة بالتنبؤ بالقيم المستقبلية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الولاية من قبل المسؤولين داخل المديرية الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز بسكرة (مديرية التوزيع بسكرة) مع الاهتمام أكثر بمنهجية Box-Jenkins التي أعطت نتائج أكثر دقة من الشبكات العصبية الاصطناعية.

4-العمل على استقطاب وتوظيف إداريين متخصصين في الأساليب الكمية للتنبؤ أو السعي نحو التعامل مع أهل الاختصاص من أجل تحقيق الأهداف المرغوبة بأكثر دقة وفعالية.

آفاق البحث:

من خلال انجازنا لهذه الدراسة ظهرت لنا مجموعة من المواضيع أو الإشكاليات التي ترتبط بموضوعنا ونذكر منها على سبيل المثال:

- دور الأساليب الكمية في تحسين القدرة التنافسية للمؤسسات الخدمية؛

-نمذجة مبيعات الطاقة الكهربائية كأسلوب استراتيجي معزز للقدرة التنافسية للمؤسسة؛

-التوجه نحو الطاقة المتجددة كأداة فعالة لتحقيق تنمية مستدامة شاملة؛

-الشبكات العصبية الاصطناعية ودورها في التنبؤ بالسلاسل الزمنية؛

-منهجية بوكس جنكنز كأداة فعالة للتنبؤ باستهلاك الطاقة في الجزائر.

قائمة

المراجع

قائـــمة المراجـــع

1) المراجع باللغة العربية

✓ الكتب

1) أحمد سيد مصطفى، **إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات**، الطبعة الرابعة، دار النشر لم تذكر، مصر، 1999.
2) أحمد عبد السميع طبيه، **مبادئ الإحصاء**، دار البداية للنشر والتوزيع، الأردن، 2008.
3) تومي صالح، **مدخل لنظرية الاقتصاد القياسي (دراسة نظرية مدعمة بأمثلة وتمارين)**، الجزء الثاني، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1999.
4) ثائر فيصل شاهر، **الإحصاء في العلوم الإدارية والمالية (إحصاء 1)**، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.
5) حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، **الأساليب الاحصائية في اتخاذ القرار –تطبيقات في منظمات أعمال إنتاجية وخدمية–**، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، الأردن، 2005.
6) حميد عبد النبي الطائي، **إدارة المبيعات (مفاهيم وتطبيقات)**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2009.
7) خيضر كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الأردن، 2008.
8) سليمان خالد عبيدات، **مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات**، دار الميسرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2008.
9) سمير مصطفى شعراوي، **مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية**، الطبعة الأولى، مركز النشر العلمي، مطابع جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية، 2005
10) سيد كاسب، محمد فهمي على، **أساسيات الاقتصاد الإداري**، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، القاهرة– مصر، 2009.

11) شيخي محمد، **طرق الاقتصاد القياسي (محاضرات وتطبيقات)**، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2012.

12) عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، **الأساليب الإحصائية التطبيقية**، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن، 2004.

13) عبد الرحمن الأحمد العبيد، **مبادئ التنبؤ الإداري**، النشر العلمي والمطابع، المملكة العربية السعودية، 2004.

14) عبد الرحمن بن محمد سليمان أبو عمه، أنور أحمد محمد عبد الله، محمود محمد ابراهيم هنيدي، **الإحصاء التطبيقي**، الطبعة الثانية،جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 1995.

15) عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**، الدار الجامعية، مصر، 2005.

16) عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **الحديث في: الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**، الطبعة الثالثة، الدار الجامعية، مصر، 2004.

17) عبد الله حسن مسلم، **إدارة المعرفة وتكنولوجيا المعلومات**، الطبعة الأولى، دار المعتز للنشر والتوزيع، الأردن، 2015.

18) عدنان ماجد عبد الرحمن بري، **طرق التنبؤ الإحصائي**، الجزء الأول، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، جانفي 2002.

19) فايز جمعه النجار، **نظم المعلومات الإدارية –منظور إداري–**، الطبعة الثالثة، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.

20) مجيد الكرخي، **تخطيط وتقويم البرامج**، الطبعة الأولى، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2014.

21) محمد ايبديوي الحسين، **تخطيط الإنتاج ومراقبته**، الطبعة الثانية، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2004.

22) محمد صالح الحناوي، محمد توفيق ماضي، **بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج**، الدار الجامعية، مصر، 2006.

23) محمد عبد العال النعيمي، راتب جليل صويص، غالب جليل صويص، **إدارة الجودة المعاصرة – مقدمة في إدارة الجودة الشاملة للإنتاج والعمليات والخدمات**–، دار اليازوري للنشر والتوزيع، الأردن، 2016.

24) محمود الفاتح محمود بشير المغربي، **الأساليب الكمية في إدارة الأعمال**، دار الجنان للنشر والتوزيع، الأردن، 2017.

25) مولود حشمان، **نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى–دراسة مدعمة بأمثلة محلولة**–، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2002.

26) نجم عبود نجم، **إدارة العمليات: النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة**، الجزء الأول، الإدارة العامة للطباعة والنشر بمعهد الإدارة العامة، الرياض–المملكة العربية السعودية–، 2001.

27) نجم عبود نجم، **مدخل إلى إدارة العمليات**، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2008.

28) وائل رفعت خليل، **إدارة التسويق (Marketing)**، الطبعة الأولى، المجلد الأول، دار المعتز للنشر والتوزيع، الأردن، 2017.

✓ **المذكرات والأطروحات**

29) إبراهيم رحيم، **دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1962–2008**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد تطبيقي (النمذجة الاقتصادية)، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، 2011–2012.

30) إبراهيم محمد إبراهيم سيد أحمد، **دراسة مقارنة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية متعددة المتغيرات باستخدام نموذجي دالة التحويل والشبكات العصبية الاصطناعية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في الإحصاء التطبيقي، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2015.

31) بدر عاشور، **المفاضلة بين نموذج السلاسل الزمنية ونموذج الانحدار البسيط في التنبؤ بحجم المبيعات في المؤسسة الاقتصادية –دراسة حالة مطاحن الحضنة بالمسيلة**–، مذكرة ماجستير

في العلوم التجارية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة، الجزائر، 2006/2005.

32) بن عوالي حنان، **تطبيق الأساليب الحديثة لتقنيات التنبؤ بالمبيعات في المؤسسة الاقتصادية (دراسة حالة المؤسسة الوطنية للصناعات الميكانيكية ولواحقها ORSIM**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف، الجزائر، 2008/2007.

33) ثورة محمد عيسى الشيخ القدال، **دراسة مقارنة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية المولدة والأصلية باستخدام منهجية بوكس–جنكينز والشبكات العصبية الاصطناعية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في الإحصاء، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2016.

34) خالد مبارك عوض الحارثي، **دور دول مجلس التعاون الخليجي في استقرار أمن الطاقة في ظل المتغيرات الدولية**، مذكرة ماجستير في العلوم الاستراتيجية تخصص الدراسات الإقليمية والدولية، قسم الدراسات الإقليمية الدولية، كلية العلوم الاستراتيجية، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2017.

35) دربال أمينة، **محاولة التنبؤ بمؤشرات الأسواق المالية العربية باستعمال النماذج القياسية – دراسة حالة: مؤشر سوق دبي المالي**، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية ، تخصص نقود بنوك ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان، الجزائر، 2014.

36) دلهوم خليدة، **المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم التجارية شعبة تسويق، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة باتنة 1، الجزائر، 2017/2016.

37) سعيد هتهات، **دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح–ورقلة–، 2006/2005.

38) سماتي سعيدة، **مجمع سونلغاز**، مذكرة ماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه، فرع الدولة والمؤسسات العمومية، كلية الحقوق –بن عكنون–، جامعة الجزائر –1–، الجزائر، 2014.

39) سمير بن محاد ، **استهلاك الطاقة في الجزائر دراسة تحليلية وقياسية**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، فرع الاقتصاد الكمي، كلية العلوم الاقتصادية والتسيير، جامعة الجزائر، الجزائر، 2009/2008.

40) شدري معمر سعاد، **دور المراجعة الداخلية المالية في تقييم الأداء في المؤسسة الاقتصادية دراسة حالة: سونلغاز**، مذكرة ماجستير في علوم التسيير، فرع مالية المؤسسة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أمحمد بوقرة بومرداس، الجزائر، 2009/2008.

41) صباح براجي، **دور حوكمة الموارد الطاقوية في إعادة هيكلة الاقتصاد الجزائري في ظل ضوابط الاستدامة**، مذكرة ماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس سطيف 1، 2013/2012.

42) صوار يوسف، **محاولة تقدير خطر عدم تسديد القرض باستعمال طريقة القرض التنقيطي والتقنية العصبية الاصطناعية بالبنوك الجزائرية –دراسة حالة: البنك الجزائري للتنمية الريفية BADR–**، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أبي بكر بلقايد–تلمسان–، الجزائر، 2007–2008.

43) عامر أكرم عمر الطويل، **مدى اعتماد المصارف على التحليل المالي للتنبؤ بالتعثر –دراسة تطبيقية على المصارف التجارية الوطنية في قطاع غزة_**، مذكرة ماجستير في المحاسبة والتمويل، كلية التجارة، الجامعة الإسلامية–غزة–، 2008.

44) عدالة العجال، **استخدامات العمليات العشوائية ونماذج الشبكة العصبية في التنبؤ الاقتصادي، ودورها في دراسة الآفاق المستقبلية للواقع التقني والتسويقي للمؤسسة الصناعية بالجزائر**، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، تخصص تقنيات كمية مطبقة، كلية العلوم الاقتصادية علوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة وهران، الجزائر، 2010–2011.

45) فادي نعيم الطويل، **تقدير دالة الطلب على استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي في فلسطين – دراسة حالة قطاع غزة للفترة (2000–2011)**، مذكرة ماجستير في اقتصاديات التنمية، كلية التجارة، الجامعة الإسلامية–غزة، فلسطين، 2013.

46) فارس محمد شحاده سلمان، **أثر التسويق العكسي في التأثير على ترشيد استهلاك الكهرباء – دراسة تطبيقية على المستهلك الأردني في محافظة عمان/الأردن**–، مذكرة ماجستير تخصص تسويق، كلية الدراسات العليا، جامعة الزرقاء، الأردن، 2015.

47) قادري رياض، **طرق وأساليب التنبؤ عن المبيعات –دراسة حالة الشركة الوطنية للألمنيوم ALGAL**–، مذكرة ماجستير في علوم التسويق، كلية علوم التسيير والاقتصاد، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2011/2010.

48) كردودي سهام، **دور المراجعة التحليلية في تحسين أداء عملية التدقيق في ظل استخدام تكنولوجيا المعلومات –دراسة حالة مركب تكرير الملح لوطاية بسكرة**–، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في علوم التسيير، تخصص تسيير المؤسسة الصغيرة والمتوسطة تكنولوجيا الاعلام والاتصال، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، 2014–2015.

49) لصاق حيزية، **أثر ترشيد استغلال الموارد الطاقوية على التنمية المستدامة –دراسة حالة الجزائر**–، مذكرة ماجستير في علوم التسيير فرع نقود ومالية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2007–2008.

50) محمد بخيت محمد على، **أنظمة التكاليف الحديثة ودورها في تحديد أساليب قياس تكلفة إنتاج الطاقة الكهرومائية بالسودان (دراسة ميدانية)**، أطروحة دكتوراه الفلسفة في التكاليف والمحاسبة الإدارية، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2017.

51) محمد جلال محمد عبد الله جبارة، **التنبؤ بالسلاسل الزمنية لمنسوب النيل الأزرق في محطة ودمني باستخدام نماذج بوكس–جنكنز ونماذج الشبكات العصبية الاصطناعية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في الإحصاء، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2012.

52) مروان عبد الحميد عاشور، **استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية المحسنة ونماذج بوكس–جنكينز في تحليل السلاسل الزمنية**، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه فلسفة في الاحصاء التطبيقي، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان، 2014.

53) نجلاء أكرم مندورة، **السلاسل الزمنية و تطبيقها في مجال العلوم التربوية**، مذكرة ماجستير (غير منشورة) في علم النفس فرع إحصاء وبحوث، كلية التربية، جامعة أم القرى بالمملكة العربية السعودية، 2009.

54) وسام نزيه عبد القادر، **تقييم عملية فصم الرابطة H–O القوية والضعيفة وبوجود محفز بالإثارة الليزرية لتأمين الطاقة الهيدروجينية**، مذكرة ماجستير في علوم الليزر وتطبيقاته، قسم الفيزياء وتقانة الليزر، المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية، 2014.

55) يوسف بركان، **استخدام النماذج الكمية في التنبؤ بالطاقة الانتاجية للمؤسسة دراسة حالة الشركة الوطنية لتحقيق وتسيير الصناعات المترابطة بفرجيوة–ميلة–**، مذكرة ماجستير في علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، الجزائر، 2008–2009.

✓ **المؤتمرات والملتقيات العلمية**

56) أمال محمد محمد عوض، يسرى أمين سامي، "**دراسة تحليلية مقارنة لأساليب مساعدة القرار وأثرها على نفعية الاتصالات الخارجية لمهنة المراجعة**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول: ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الزيتونة الأردنية، الأردن، 23–26 أفريل 2012.

57) بدر نبيه أرسانيوس، "**دراسة اختبارية لاستخدام الشبكات العصبية لتطوير دور مراقب الحسابات في التقرير عن القوائم المالية المضللة**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول: ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الزيتونة الأردنية، الأردن، 23–26 أفريل 2012.

58) بوفاس الشريف، بلايلية ربيع، "**تفعيل استخدام الطاقة المتجددة كاستراتيجية للتنويع الطاقوي في الجزائر**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: المؤسسات الاقتصادية الجزائرية واستراتيجيات التنويع الاقتصادي في ظل انهيار أسعار المحروقات، جامعة 8 ماي 1945 قالمة، الجزائر، يومي 25–26 أفريل 2017.

59) تهتان موراد، عماد معوشي، "**ترشيد استهلاك الطاقة مدخل لتحقيق التنمية المستدامة**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، يومي 02-03 نوفمبر 2013.

60) جبار سعاد، ماحي سعاد، "**الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانيات**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر الأول حول: السياسات الإستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1، الجزائر، 2015.

61) خالد مصطفى محمد علي، الحسين العربي، "**تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الهندسة الجيوتقنية**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر الأول لهندسة الأنشآت حول: آفاق الهندسة الإنشائية في الوطن العربي، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، جوان 2013.

62) خويلدات صالح، "**الطاقة النظيفة مدخل لتحقيق التطور المستدام للبيئة مؤشرات دولية وعربية**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الدولي الثاني حول: الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الانتقال، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة العربي بن مهيدي –أم البواقي–، الجزائر، يومي 18-19 نوفمبر 2014.

63) زرقوط حميدة، "**فاعلية الطاقة المتجددة في تحقيق البعد البيئي للتنمية المستدامة**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955، سكيككدة، الجزائر، يومي 11-12 نوفمبر 2014.

64) زرواط فاطمة الزهراء، ملاحي رقية، "**استغلال طاقة الرياح كبديل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر –دراسة تحليلية لعناصر المناخ المؤثرة في الرياح باستعمال طريقة المركبات الأساسية–**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى العلمي الدولي الثاني حول: الطاقات البديلة خيارات التحول وتحديات الانتقال، كلية العلوم الاقتصادية العلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أم البواقي، الجزائر، يومي 18-19 نوفمبر 2014.

65) صوار يوسف، دياب زقاي، طاوش قندوسي، "**تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية كأحد أساليب ذكاء الأعمال لتسيير مخاطر القروض (دراسة حالة بنك الجزائر الخارجي)**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر حول: ذكاء الأعمال واقتصاد المعرفة، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة الزيتونة الأردنية، الأردن، أيام 23-26 أفريل 2012.

66) عبد المجيد حمزة الناصر، أحلام أحمد جعة، "**بعض الاختبارات المعدلة لملاءمة النماذج للسلسلة الزمنية المناخية في العراق**"، ورقة مقدمة إلى المؤتمر الإحصائي العربي الثاني حول: لا تنمية بدون إحصاء، جامعة سرت، الجماهيرية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، 2-4 نوفمبر 2009.

67) عمر هارون، "**واقع وآفاق الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية بالجزائر**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى العلمي الدولي الخامس حول: استراتيجيات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة –دراسة تجارب بعض الدول–، جامعة البليدة 2، يومي 23-24 أفريل 2018.

68) فروم محمد الصالح، بوجعادة إلياس، سليماني عز الدين، "**دور أنظمة المعلومات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في عملية صنع القرارات الإدارية**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني السادس حول: الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، جامعة سكيكدة، الجزائر، 27-28 جانفي 2009.

69) لصحمدي معمر، صليحة فلاق، **دور الطاقات المتجددة في حماية البيئة لدعم التنمية المستدامة** "**التجربة الإماراتية كنموذج**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة–الجزائر–، يومي 11-12 نوفمبر 2014.

70) مسيخ أيوب، رحال سمية، "**مصادر الطاقة المتجددة ودورها في حماية البيئة**"، ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني حول: فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، الجزائر، يومي 02-03 نوفمبر 2014.

71) نوري عياد زربية، سعد فتحي الصلابي، "**فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية**"، ورقة مقدمة إلى مؤتمر الطاقة العربي العاشر حول: الطاقة والتعاون العربي، أبو ظبي–دولة الإمارات العربية المتحدة، يومي 21–23 ديسمبر 2014.

✓ **المجلات العلمية**

72) أبو القاسم السنوسي أبو حمرة، كمال جلاب الموسوي، **تحليل السلاسل الزمنية لبيانات صرف العقاقير الطبية، مجلة الساتل**، جامعة 7 أكتوبر، ليبيا، السنة الثانية، العدد 03، ديسمبر 2007.

73) أبو ذر يوسف علي أحمد، عادل موسى يونس، **استخدام السلاسل الزمنية للتنبؤ بإنتاجية الصمغ العربي في سوق محاصيل الأبيض للفترة (1960–2012)، مجلة البحث العلمي للعلوم والآداب**، جامعة الدلنج، السودان ،العدد الخامس عشر.

74) أحمد عبد الحسين الإمارة، **تصميم نظام معلوماتي مقترح لدعم كفاءات الكادر الوسطي باستخدام تقنية الشبكات العصبية /دراسة حالة جامعة الكوفة، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة الكوفة، العراق، المجلد 9، العدد 27، 2013.

75) أسامة ربيع أمين سليمان، **التنبؤ بمعدل الاحتفاظ بالأقساط في سوق التأمين المصري باستخدام السلاسل الزمنية، مجلة الباحث** دورية أكاديمية محكمة وسنوية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، ورقلة–الجزائر، العدد 08، 2010.

76) إسماعيل عباس هراط، **إمكانات وفرص تعزيز الطاقة المتجددة في محافظة الأنبار، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية**، جامعة الأنبار، العراق، العدد الأول، مارس 2010.

77) أمل علي غافل، **استخدام نماذج بوكس–جنكينز ARIMA في التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة جامعة كربلاء العلمية**، جامعة كربلاء، العراق، المجلد 11، العدد 2، 2013.

78) أنمار أمين حاجي البرواري، يسرى حازم جاسم الحيالي، **واقع الطلب على الطاقة الكهربائية لمحافظة نينوى واتجاهاته المستقبلية حتى عام 2015 القطاع المنزلي: دراسة حالة، دراسات إقليمية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 7، العدد 22، 2011.

79) آيت يحي سمير، منيجل جميلة، **التوجه الحديث نحو الطاقة المتجددة في الجزائر واقع واستشراف لآفاق 2030، مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية**، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر، العدد 23، جوان 2018.

80) إيفان علاء ناظم، **استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ والمقارنة، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق، المجلد 15، العدد 56 ، 2009.

81) باسل يونس الخياط، عزة حازم زكي، **استخدام الشبكات العصبية في التكهن بالسلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 5، العدد 8، 2005.

82) باسم شليبه مسلم، سعد عبيد جميل، أحمد سعد فاضل، **استخدام نماذج ARIMA في التنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية المستهلكة لمحافظة واسط، مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة واسط ، العراق، العدد 06، 2012.

83) بديع زريفة، **استخدام الشبكة العصبونية للتنبؤ بمقدار الطلب على الطاقة الكهربائية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية**، جامعة دمشق، سوريا، المجلد 25، العدد الثاني، 2009.

84) بن رمضان أنيسة، بلمقدم مصطفى، **الموارد الطبيعية الناضبة وأثرها على النمو الاقتصادي: دراسة حالة البترول في الجزائر، مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، العدد 15، جوان 2014.

85) بودرجة رمزي، **الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة تجربة ألمانيا أنموذجا، مجلة ميلاف للبحوث والدراسات**، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف ميلة، الجزائر، جوان 2017.

86) بوزيد سفيان، محمد عيسى محمد محمود، **آليات تطوير وتنمية استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر، مجلة المالية والأسواق**، جامعة عبد الحميد بن باديس (مستغانم) الجزائر، المجلد 3، العدد 6، مارس 2017.

87) بوزيدي لمجد، **دور الذكاء الاصطناعي في التوقع والتحليل الكمي للمخاطر في المؤسسة الاقتصادية، مجلة أبعاد اقتصادية**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أحمد بوقرة، بومرداس، الجزائر، المجلد 6، العدد 1، جوان 2016.

88) بوفنش وسيلة، **نمذجة قياسية للعوامل المحددة لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1981-2011، مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 1، الجزائر، العدد 15، 2015.

89) بوهنة كلثوم، بن عزة محمد، **واقع قطاع الكهرباء في الجزائر دراسة حالة مجمع سونلغاز، المجلة الجزائرية للعولمة والسياسات الاقتصادية**، جامعة الجزائر 3، الجزائر، العدد 06، 2015.

90) بوهنة كلثوم، محمد نور، **التحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر، مجلة الحكمة للدراسات الاقتصادية**، مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع، الجزائر، المجلد 2، العدد 3، 2014.

91) البيومي عوض عوض طاقية، الشيماء إبراهيم السيد الوصيفي، **التنبؤ باستخدام الدمج بين الشبكات العصبية الاصطناعية ونماذج بوكس وجينكينز (دراسة تطبيقية)**، المجلة المصرية للدراسات التجارية، جامعة المنصورة، مصر، المجلد 36، العدد02، 2012.

92) جدي سارة، جدي طارق، **واقع وآفاق الطاقات المتجددة في الجزائر، مجلة الإصلاحات الاقتصادية والاندماج في الاقتصاد العالمي**، مخبر الإصلاحات الاقتصادية، التنمية واستراتيجيات الاندماج في الاقتصاد العالمي بالتعاون مع المدرسة العليا للتجارة، الجزائر، المجلد 10، العدد 20، 2015.

93) جودت هدايت محمد أحمد، **دراسة قدرة الرياح على توليد الطاقة الكهربائية في محطات مختارة في العراق، مجلة علوم المستنصرية**، الجامعة المستنصرية، العراق، المجلد 25، العدد 3، 2014.

94) حادة مدوري، محمد مكيديش، **دراسة مقارنة بين نماذج الذاكرة الطويلة ARFIMA والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري**، مجلة الباحث، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، العدد 17، 2017.

95) حمد بن عبد الله الغنام، تحليل **السلسلة الزمنية لمؤشر أسعار الأسهم في المملكة العربية السعودية باستخدام منهجية بوكس جينكنز (Box–Jenkins method)، مجلة جامعة الملك عبد العزيز– الاقتصاد والإدارة–**، جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية، المجلد 17، العدد 2، 2003.

96) حيدوشي عاشور، سفير محمد، **الطاقات المتجددة ..... السبيل لتحقيق التنمية بعيدا عن المحروقات، المجلة الجزائرية للاقتصاد والمالية**، جامعة يحي فارس المدية، الجزائر، العدد 05، أفريل 2016.

97) خلود موسى عمران، ريسان عبد الامام زعلان، **استخدام بعض الأساليب الاحصائية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مجلة العلوم الاقتصادية**، جامعة البصرة، العراق، المجلد الثامن، العدد 29، 2012.

98) دربال أمينة، صوار يوسف، **التنبؤ ودوره في اتخاذ قرار الاستثمار باستعمال نموذج الشبكات العصبية متعددة الطبقات (MLP) دراسة حالة سوق دبي، مجلة الاقتصاد والمانجمنت**، كلية العلوم الاقتصادية التجارية والتسيير، جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان، العدد 15، جوان 2016.

99) دعاء عبد الكريم صاحب، محمد حبيب الشاروط، **التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة القادسية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية ونماذج الشبكات العصبية الاصطناعية، مجلة القادسية لعلوم الحاسوب والرياضيات**، جامعة القادسية، العراق، المجلد 6، العدد 1، 2014.

100) ريم قصوري، عبد الرحمان أولاد زاوي، **الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي لمرحلة ما بعد النفط في الدول العربية، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية**، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، الجزائر، العدد 10، الجزء 02، 2017.

101) زايد مراد، خويلدات صالح، **الطاقة النظيفة مدخل لتحقيق التطور المستدام للبيئة، مجلة دراسات في الاقتصاد والتجارة والمالية**، مخبر الصناعات التقليدية لجامعة الجزائر 3، الجزائر، المجلد 03، العدد 02، 2014.

102) زكية مقري، آسية شنه، **التسويق العكسي كآلية لترشيد الاستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية: دراسة استطلاعية لآراء عينة من المستهلكين في مدينة باتنة، مجلة العلوم الاجتماعية والإنسانية**، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر، العدد 31، ديسمبر 2014.

103) زوبيدة محسن، وليد قرونقة، **واقع الطاقة البديلة في الجزائر، مجلة الدراسات المالية والمحاسبية**، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، الجزائر، العدد 06، 2015.

104) سعيدة سنوسي، أحمد جابة، **برامج الطاقة المتجددة والفعالية الطاقوية : آلية لتجسيد الاستدامة (دراسة حالة الجزائر)، التواصل في الاقتصاد والإدارة والقانون**، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، المجلد 22، العدد 2، عدد 48، ديسمبر 2016.

105) سليمان كعوان، جابة أحمد، **تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية**، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة، الجزائر، الملجد 9، العدد 14، 2015.

106) سليمة حمادي جاسم، **بيان جودة نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية من النموذج الإحصائي، المجلة العراقية للعلوم**، كلية العلوم، جامعة بغداد، العراق، المجلد 53، العدد 3، 2012.

107) سهير عبد داود، لهيب محمد الزبيدي، نبيل داؤد خروفة، **كفاءة الشبكات العصبية الاصطناعية (شبكة المدرك) في تشخيص أمراض الغدة الدرقية، مجلة الرافدين لعلوم الحاسبات والرياضيات**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 3، العدد1، 2006.

108) شاكر محمد علي قاسمي، معطى الله خير الدين، **القطاعات الشبكية بين المنافسة والتعديل الاقتصادي –مقاربة نظرية حول قطاع الطاقة الكهربائية الجزائري، مجلة الدراسات الاجتماعية**، جامعة العلوم والتكنولوجيا، اليمن، المجلد 20، العدد 40، أفريل 2014.

109) شبيرة بوعلام عمار، نبيل أبو طير، **الطاقة المتجددة وتحديات استغلالها في بلدان المغرب العربي، مجلة المستقبل العربي**، مركز دراسات الوحدة العربية، العدد 458، أفريل 2017.

110) شريف بوقصبة، **مكانة النفط ضمن مصادر الطاقة الدولية: الواقع والآفاق، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية**، جامعة الوادي، الجزائر، المجلد 09، العدد 03، 2016.

111) شماني وفاء، أوسرير منور، **مستقبل الطاقة الخضراء كبديل للطاقة الأحفورية في الجزائر، مجلة الاقتصاد الجديد**، مخبر الاقتصاد الرقمي في الجزائر، جامعة خميس مليانة–الجزائر، المجلد 1، العدد 14، 2016.

112) شهلة حازم احمد خروفة، **استخدام الشبكات العصبية في التشفير، مجلة تكريت للعلوم الصرفة**، جامعة تكريت، العراق، المجلد 15، العدد03، 2010.

113) ظافر رمضان مطر البدراني، رهاد عماد صليوا، **تقييم تنبؤ السلسلة الزمنية لمعدلات درجات الحرارة باستخدام الشبكات العصبية، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 14، العدد 26، 2014.

114) ظافر رمضان مطر، انتصار ابراهيم الياس، **تحليل ونمذجة السلسلة لتدفق المياه الداخلة إلى مدينة الموصل دراسة مقارنة، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 10، العدد 18، 2010.

115) عائدة يونس محمد المراد، **مقارنة بين الانحدار الكلاسيكي والشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بمستويات نتائج بحوث طلبة كلية التربية الرياضية، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، الجامعة، العراق، العدد 21، 2012.

116) عبد العظيم عبد الكريم علي، فوزية غالب عمر، **استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ من أنموذج للاقتصاد الكلي متعدد الأبعاد في العراق للمدة 1996–2007، مجلة الاقتصادي الخليجي**، جامعة البصرة، العراق، المجلد 30، العدد 24، 2013.

117) عبد القادر خليل، محمد مداحي، **فعالية التوجه للاستثمار في الطاقات المتجددة كاستراتيجية لتأمين إمدادات الطاقة التقليدية –"دراسة حالة الجزائر"–، مجلة الدراسات المالية المحاسبية والإدارية**، جامعة أم البواقي، العدد 01، 2014.

118) عبد القادر ساهد، محمد مكيديش، **دراسة مقارنة بين الانحدار المبهم باستخدام البرمجة بالأهداف والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بأسعار البترول، مجلة الباحث**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، العدد 14، 2014.

119) عبد اللطيف حسن شومان، هيثم حسون ماجد، **استخدام أساليب السلاسل الزمنية لمعالجة الاختلافات الموسمية في الرقم القياسي لسعر المستهلك، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق، المجلد 19، العدد 74، 2013.

120) عبير حسن علي الجبوري، **التنبؤ بأسعار النفط العراقي للعام 2010 باستخدام السلاسل الزمنية**، مجلة جامعة بابل، جامعة بابل، العراق، المجلد 18، العدد 1، 2010.

121) عثمان نقار، منذر العواد، **منهجية Box–Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ–دراسة تطبيقية على أعداد تلاميذ الصف الأول من التعليم الأساسي في سوريا–**، **مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية**، جامعة دمشق، سوريا، المجلد 27، العدد 03، 2011.

122) عرابة الحاج بن محمود، نفاح زكريا بن علي، **الطاقة المتجددة كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة (حالة الجزائر)**،**Global Journal of economic and business**، Science reflection، vol2، No1، February 2017.

123) عزة حازم زكي، **استخدام الشبكات العصبية في التنبؤ للسلاسل الزمنية ذوات السلوك الأسي**، **المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، العدد 13، 2008.

124) عصام حسين البياتي، فؤاد عبده إسماعيل المخلافي، **استخدام أسلوب بوكس–جينكنز للتنبؤ بإنتاجية العمل في مصنع اسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني**، **مجلة الإدارة والاقتصاد**، الجامعة المستنصرية، العراق، العدد 36، 2007.

125) علي شنشول جمالي، **دراسة تحليلية لواقع وآفاق دور مصادر الطاقة الناضبة والمتجددة في التنمية الاقتصادية عامة وفي العراق خاصة**، **مجلة الإدارة والاقتصاد**، كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية، العراق، المجلد 35، العدد 93، 2012.

126) عماد معوشي، **حتمية ترشيد استهلاك الطاقة لتحقيق التنمية المستدامة**، **مجلة الاقتصاد والمجتمع**، مخبر المغرب الكبير، جامعة عبد الحميد مهري –قسنطينة، الجزائر، العدد 10، 2014.

127) عمر حمندوش، طه جبَان، وحيد قسطون، **التنبؤ العملياتي بالحمولات الكهربائية باستخدام الشبكات العصبونية**، **مجلة جامعة البعث**، الناشر، البلد، المجلد 38، العدد 19، 2016.

128) غزوان هاني محمود، **تحسين طريقة التمهيد الأسي البسيط للتكهن بالسلاسل الزمنية**، **المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 10، العدد 18، 2010.

129) فاضل عباس الطائي، **التنبؤ والتمهيد للسلاسل الزمنية باستخدام التحويلات مع التطبيق، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية**، العراق: جامعة الموصل، المجلد 10، العدد 17 (عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات–الإحصاء والمعلوماتية–)، 2010.

130) فايق جزاع ياسين، **التنبؤ الاقتصادي بالمساحات المزروعة بمحصول الحنطة في العراق باستخدام نماذج ARIMA للمدة (2008–2015)، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية**، جامعة الانبار، العراق، المجلد 2، العدد 9، 2011.

131) فائق محمد سرحان الزويني، **تطوير نموذج رياضي للتنبؤ بالإنتاجية الإنشائية في العراق باستخدام شبكة بيرسبترون العصبية الاصطناعية، مجلة الهندسة والتنمية**، الجامعة المستنصرية، العراق، المجلد 18، العدد الثاني، مارس 2014.

132) فروحات حدة، **الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر –دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر–، مجلة الباحث**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، العدد 11، 2012.

133) قريني نور الدين، **استغلال الطاقات المتجددة لأجل تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر – عرض البرنامج الوطني للطاقات المتجددة 2011–2030 أنموذجا، مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية**، جامعة البليدة 2، الجزائر، المجلد 5، العدد 1، جوان 2014.

134) كاظم أحمد البطاط، كمال كاظم جواد، **تحليل اتجاهات الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة، مجلة جامعة كربلاء العلمية**، جامعة كربلاء، العراق، المجلد 14، العدد الثاني، 2016.

135) مجيد أحمد ابراهيم، **الطاقات المتجددة ودورها في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، مجلة جامعة تكريت للحقوق**، جامعة تكريت، العراق، المجلد 8، العدد 29، 2016.

136) مجيد أحمد إبراهيم، **دوافع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة، مجلة جامعة تكريت للعلوم القانونية**، جامعة تكريت، العراق، المجلد 2، العدد 28، ديسمبر 2015.

137) محمد بن عمارة، موساوي سمية، **الطاقة المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة بالجزائر، مجلة دراسات**، جامعة طاهري محمد بشار، الجزائر، المجلد 05، العدد 2، ديسمبر 2016.

138) محمد حسن عوده، حسين علي أحمد، **واقع إنتاج الطاقة الكهربائية في مدينة البصرة (نشوء، التطور، المعوقات)، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة الكوفة، العراق، المجلد 13، العدد 39، 2016.

139) محمد راضي جعفر، عدنان داود محمد العذاري، **دراسة مقارنة ما بين الطاقة المتجددة والطاقة غير التقليدية العالمية، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية**، جامعة الكوفة، العراق، المجلد 13، العدد 39، 2016.

140) مختار حميدة، بن سليمان يحي، **دراسة تحليلية تنبؤية لحجم إنتاج مؤسسة مدبغة الهضاب العليا بالجلفة للفترة بين شهر جانفي 2010 وشهر ديسمبر 2013، مجلة إدارة الأعمال والدراسات الاقتصادية**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة زيان عاشور بالجلفة، الجزائر، العدد الأول، مارس 2015.

141) مخلفي أمينة، **النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث**، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، العدد 9، 2011.

142) مداحي محمد، **الاستثمار في الطاقات المتجددة كإستراتيجية تحويلية لما بعد النفط "حالة الجزائر"، مجلة البشائر الاقتصادية**، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة طاهري محمد بشار، الجزائر، العدد الثالث، مارس 2016.

143) معاني أحمد الحكيم، **دراسة تحليلية للتنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية في محطة كهرباء الهارثة البخارية في محافظة البصرة للأعوام 2011-2012، مجلة دراسات البصرة**، العراق، العدد 13، 2012.

144) مناهل دانيال عبد الأحد، **التنبؤ بمبيعات السكر في معمل الموصل باستخدام معيار اكياكي، مجلة التربية والعلم**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 24، العدد 1، 2011.

145) ميسر أحمد حسن، مصدق نجيب صالح، **إمكانية تطبيق استراتيجيات التسويق العكسي في ترشيد استهلاك الكهرباء بحث في إقليم كردستان العراق –حالة محافظة دهوك، مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية**، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة تكريت، المجلد 8، العدد 24، 2012.

146) ناظم عبد الله عبد المحمدي، سعدية عبد الكريم طعمه، **استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والادارية**، جامعة الأنبار، العراق، المجلد 4، العدد 7، 2011.

147) نشات جاسم محمد، هادي طلال جعفر، **بناء نظام للتنبؤ بطلب الحمل الكهربائي في بغداد، مجلة كلية مدينة العلم الجامعة**، كلية مدينة العلم الجامعة، العراق ،المجلد 9، العدد 1، 2017.

148) نوال علاء الدين الجراح، **كفاءة طريقتي الشبكات العصبية وطريقة بوكس جنكنز في التنبؤ مع حالات تطبيقية في العراق، مجلة الإدارة والاقتصاد**، الجامعة المستنصرية، العراق، السنة الرابعة والثلاثون، العدد التاسع والثمانون، 2011، ص 178.

149) هيام عبد المجيد حياوي، قصي أحمد طه، **دراسة سلسلة الأوراق المالية باستخدام ARIMA وANN وPMRS، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية**، جامعة الموصل، العراق، المجلد 13، العدد 23، 2013.

150) وكاع محمد، **هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، مجلة فيلادلفيا الثقافية**، جامعة فيلادلفيا، الأردن، العدد 6، 2011.

✓المقالات المنشورة على الانترنت

151) علي إسماعيل عبد الصمد، **مقدمة في السلاسل الزمنية**، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، مقالة منشورة على الموقع الالكتروني www.faculty.ksu.sa .

✓الهيئات واللوائح

152) التقارير المأخوذة من الموقع الرسمي لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول [www.oapecorg.org

153) النشرات الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء

154) مشروع تحسين كفاءة الطاقة للإضاءة والأجهزة المنزلية، **البرامج الوطنية لكفاءة الطاقة للأجهزة الكهربائية المنزلية في الدول الأعضاء بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة**، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE)، القاهرة، سبتمبر 2012.

✓ **مواقع الانترنت**

155) http://www.spe.dz

156) http://www.oapecorg.org

157) http://www.sonalgaz.dz

158) *http://*www.sdc.dz

159) www.energy.gov.dz

2) المراجع باللغة الأجنبية

✓ **الكتب**

160) A.H.Studenmund, **Using econometrics –a practical guide-,** Fifth edition, Pearson Addison Wesley, Boston, United states.

161) Agnes Lanoux, **Séries chronologiques,** cours de master 1,université de Toulouse, France, 2010/2012.

162) Badi H.Baltagi, **Econometrics,** Fourth edition, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2008.

163) Chris Chatfield, **Time-series forecasting,** Chapman&Hall/CRC, United States of America, 2000.

164) Christian francq, Jean-Michel Zakoian, **GARCH Models structure, statistical inference and financial applications,** first publication, John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom, 2010.

165) Damodar Gujarati, **Econometrics by example,** Palgrave Macmillan, UK, 2012.
166) Damodar N. Gujarati, Dawn C.Porter, **Basic econometrics,** Fifth edition, McGraw-Hill/Irwin, McGraw-Hill Companies, New York, America, 2009.
167) Dominick Salvatore, Derrick reagle, **Theory and problems of statistics and econometrics,** second edition, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, United Sates of America, 2002.
168) Douglas C.Montgomery, Cheryl L.Jennings, Murat Kulahci, **Introduction to time series analysis and forecasting,** John Wiley & Sons INC publication, United states of America, 2008.
169) Francis X.Diebold, **Time series econometrics (a concise course),** Department of economics, University of Pennsylvania, United State, 2016.
170) François Eric Racicot, Raymond Théoret, **Traité d'économétrie financière,** Presse de l'université de Québec, Canada, 2001.
171) Jack Johnston, John Dinardo, **Méthodes économétriques,** 4eme édition, Economica, France, 1999.
172) Jean-Philippe Rennard, Marc Humbert, Raffi Duymedjian, **Simulation, modélisation et décision en pratique,** Vuibert, Paris-France, 2009.
173) Paul S.P.Cowpertwait, Andrew V.Metcalfe, **Introductory time series with R**, Springer Science+Business Media LLC, New York, USA, 2009.
174) R.Carter Hill, William E.Griffiths, Guay C.Lim, **Principles of econometrics,** Fourth edition, John Wiley & Sons,Inc, United States of America, 2011.
175) Régis Bourbonnais, **Econométrie,** 3eme édition, Dunod, France, 2000.
176) Régis Bourbounnais, **Econométrie –cours et exercices corrigés,** 9eme édition, Dunod, Paris-France, 2015.
177) Richard Harris, robert Sollis, **Applied time series modeling and forecasting,** John Wiley & Sons Ltd, England, 2003.

178) Robert A.Yaffee, Monnie McGee, **Introduction to time series analysis and forecasting (with application of SAS and SPSS),** Academic Press INC, New York, USA, without year.

179) Robert H.Shumway, David S.Stoffer, **Time series analysis and its applications with R examples,** Third edition, Springer, USA, 2011.

180) Roger E.Krik, **Statistics –An introduction-,** Fifth edition, Thomson Wadsworth, USA, 2008.

181) Roman Kozhan, **Financial econometrics-with Eviews,** Ventus Publishing APS, toun, 2010.

182) Ross Ihaka, **Time series Analysis,** University of Auckland, Auckland, New Zealand, United states, April 14, 2005.

183) Sandrine Lardic, **Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières,** Economica France, 2002.

184) Subrata Das, **Computational business analytics,** CRC Press, Taylor&Francis Group, New York, USA, 2014.

185) William W.S. Wei, **Time series analysis univariate and multivariate methods,** second edition, Pearson education Inc, USA, 2006.

✓ **المذكرات والأطروحات**

186) Cyril Voyant, **Prédiction de séries temporelles de rayonnement solaire globale et de production d'énergie photovoltaïque à partir de réseaux de neurones artificiels,** thèse pour l'obtention du grade de docteur en physique, mention Energétique, Ecole doctorale environnement et societe, Université de Corse-Pascal Paoli, la France, 2011.

187) Mohamed Yessin Ammar, **Mise en œuvre de réseaux de neurones pour la modélisation de cinétiques réactionnelles en vue de la transposition batch/continu,** thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse, Ecole doctorale : Transfert,

Dynamique des Fluides, Energétique & Procédés, Spécialité : Génie des procédés et de l'environnement, 17 Juillet 2007.

188) Nadia Benalouache, **L'énergie solaire pour la production d'électricité au Maghreb : transition énergétique et enjeux d'échelles,** thèse présentée pour obtenir le grade de docteur, discipline géographie, Aix-Marseille université, Université de Safex, 2017.

189) Soltane Belakehal, **Conception & commande des machines à aimants permanents dédiées aux énergies renouvelables,** thèse doctorat en sciences, spécialité électrotechnique, Faculté des sciences de l'ingénieur, département d'électrotechnique, université de Constantine, Algérie, 2010.

190) Zaoui Fares, **Utilisation des énergies renouvelables influence de la température sur les performances du module P.V,** Thèse Doctorat LMD en gestion de l'énergie, faculté des sciences de la technologie, département de génie électrique, université de Mohamed Khider, Biskra, Algerie, 2016.

✓ **الملتقيات والمؤتمرات**

191) Martinovic Jelena, Damnjanovic Vesna, **"The sales forecasting techniques",** work for the international scientific days about: Competitivness in the EU-Challenge for the V4 countries, Faculty of economic and management SAU in Nitra, Slovakia, May 17-18, 2006.

✓ **المجلات العلمية**

192) Boubou-Bouziani N, **Le défi énergétique : l'autre aspect de la problématique de l'eau, Larhyss Journal,** Université Mohamed Khider, Biskra, Algerie, Numéro 22, June 2015.

193) Dominique Desbois, **Une introduction à la méthodologie de Box et Jenkins : L'utilisation de modèles ARIMA avec SPSS, Revue Modulad,** Société française de statistiques , France , Numéro 33, 2005.

194) Guisheng Zhang, Xindong Zhang, Hongyinping Feng, **Forecasting financial time series using a methodology based on autoregressive integrated moving average and Taylor expansion, Expert Systems,** Wiley Publishing Ltd, United states, Number 5, Vol 33, October 2016.

195) Guy Mélard, **Initiation à l'analyse des séries temporelles et à la prévision, Revue Modulad,** Société française de statistiques, La France, Numéro 35, 2006.

196) Hazim M.Gorgess, Raghad Ibrahim**, Time series forecasting by using Box-Jenkins Models, Ibn El-Haitham Jour.for Pure & 1ppl.Sci,** Iraq: Faculty of education sclence pure (Ibn Alhaitham) , Vol 26, 2013.

197) Inès Abdelkafi, Rochdi Feki, Damien Bazin, **La prévision de l'inflation par la méthode des réseaux de neurones : le cas de la Tunisie, Ethique et économique**, Paris , 9(1), 2012.

198) Johannes Tshepiso Tsoku, Nonofo Phukuntsi, Daniel Metsileng, **Gold sales forecasting: the Box-Jenkins methodology, Virtus nterpress,** Risk governance & control: financial market & institutions, Volume 7, issue 1, winter 2017.

199) Khadeega Abd Al-Zahra, Khulood Moosa, Basil H.Jasim, **A comparative study of forecasting the electrical demand in Basra city using Box-Jenkins and Modern Intelligent techniques, Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering**, Basrah university, Iraq, vol 11, no 1, 2015.

200) Koffi Yao Blaise, Ahoussi Kouassi Ernest, Kouassi Amani Michel, Kouassi Ouattra, Kpangui, Loukou Christophe, Biemi Jean, **Application des réseaux de neurones formels pour la prévision des débits mensuels du Bandama blanc à la station de Tortiya (Nord de la cote d'ivoire), Afrique Science,** L'ENS d'Abijan, Cote d'ivoire, 10(3), 2014.

201) Loukil Leila, **Les énergies fossiles en Algérie face à un environnement changeant, Science juridiques, politiques et administratives,** Centre universitaire de Tamanrasset, Algerie, Volume 7, Numéro 1, 2018.

202) Mehdi Khashei, Seyed Reza Hejazi, Mehdi Bijari, **A new hybrid artificial neural networks and fuzzy regression model for time series forecasting, Fuzzy sets and systems,** Science direct, Elsevier, London, England, Number 159, 2008.

203) Michael J.Baker, **Sales forecasting**, International Thompson Business Press, Published in *The IEBM Encyclopedia of Marketing*, 1999.

204) Mohamed Benyagoub, **La conversion de l'énergie et ses répercussions sur l'environnement, Dirassat & Abhath,** Université Ziane Achour de Djelfa, Algerie, volume 4, numéro 7.

205) Nessrine Hamzaoui, Boutheina Regaieg, **The long memory behavior of the EUR/USD foreward premium, International journal of economics and financial issues,** university Adana- Meresin yolu uzeri,Turkey, Vol 7, issue 3, 2017.

206) Nikolaos Dritsakis, Paraskevi Klazoglou, **Forecasting unemployment rates in USA using Box-Jenkins methodology, International Journal of Economics and financial issues,** Vol 8, issue 1, 2018.

207) Roselina Sallehuddin, Siti Mariyam Hj.Shamsuddin, **Hybrid grey relational artificial neural network and autoregressive integrated moving average model for forecasting time series data, Applied artificial intelligence,** Taylor&Francis group LLC, United Kingdom, Vol 23, 2009.

208) Salim T.Yousif, Abdalkader A.Mohammed, **ANN Model for predicting ultimate shear strength of reinforced concrete corbels, Al-Rafidain Engineering Journal,** Mosul university, Iraq, Vol 19, No 6, December 2011.

209) Soufi.Y, Bahi.T, Harkat.M.F, Mohamedi.M, **Optimisation de la conversion de l'énergie éolienne, Journal of Fundamental and applied sciences,** Faculty of sciences and technology, university of El Oued, Algeria, V 02, N 01, 2010.

210) Tugba Efendigil, Semih Onut, Cengiz Kahraman, **A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models : a comparative analysis, Expert systems with applications,** Elsevier, London, England, Number 36, 2009.

211) Waddah Waheeb, Rozaida Ghazali, Tutut Herawan, **Ridge polynomial neural network with error feedback for time series forecasting, PloS ONE,** Zhaohong Deng, Jiangnan University, China, 11(12), December 31, 2016.

✓ **المقالات المنشورة على الانترنت**

212) Boujelbene Younès, Khemakhem Sihem, **Prévision du risque de crédit : une étude comparative entre l'analyse discriminante et l'approche neuronale,** 2013, p(4-5), publier sur : http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00905199 .

213) Christian Mascle, Julien Gosse, article sous titre : **Optimisation des stocks par la prévision des ventes.** Publier sur le sites www.simagi.polymtl.ca/cigi2011/Articles/_Mascle-Optimisation.pdf .

214) David Kriesel, **A brief introduction to Neural network,** electronic book published in: http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks.

215) Florin Avram, Séries temporelles : régression, modélisation ARIMA (p,d,q) et modélisation espace-etat**,** 2 Décembre 2012, article publier sur le site http://web.univ-pau.fr/~avram/sertemp/ser.pdf .

216) Hélène Hamisultane, **Econometrie des series temporelles,** p4, article publier sur le site http://helene-hamisultane.voila.net/travaux/SERIES_TEMPORELLE.pdf .

217) Jean-François Cordeau, **La prévision de la demande**, Décembre 2007, p p (35-36), article publier sur le site www.zencours.hec.ca .

218) Philippe Jolivaldt, **Identification par la méthode de Box et Jenkins**, p129, article publier sur le site http://ces.univ-paris1.fr/membre/Jolivaldt/Docs/L1CHA6.pdf .